



# MULIGHEDER FOR REDUKTION AF DEN DIFFUSE FOSFORTILFØRSEL TIL HADERSLEV FJORD

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 385

2026



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



# MULIGHEDER FOR REDUKTION AF DEN DIFFUSE FOSFORTILFØRSEL TIL HADERSLEV FJORD

---

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 385

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. 385
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Muligheder for reduktion af den diffuse fosfortilførsel til Haderslev Fjord
Forfatter:	Hans Estrup Andersen
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	<a href="https://dce.au.dk">https://dce.au.dk</a>
Udgivelsesår:	Maj 2026
Redaktion afsluttet:	18. maj 2026
Faglig kommentering:	Hans Thodsen
Kvalitetssikring, DCE:	Signe Jung-Madsen og Henriette Hossy
Ekstern kommentering:	Der er ikke modtaget kommentarer
Finansiel støtte:	Kystvandrådet for Haderslev Fjord
Bedes citeret:	Andersen, H.E. 2026. Muligheder for reduktion af den diffuse fosfortilførsel til Haderslev Fjord. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. - <a href="#">Teknisk rapport nr. 385</a>
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten opgør den diffuse fosforbelastning af Haderslev 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 Haderslev Fjord i arbejdet med at opstille en lokalt funderet vandplan for Haderslev Fjord.
Emneord:	Fosfor, virkemidler, Haderslev Fjord, kystvandråd
Foto forside:	Haderslev Fjord med rolig sø, omkringliggende skov og hus i naturen. Colourbox
ISBN:	978-87-7648-059-2
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	28

# Indhold

<b>Forord</b>	<b>5</b>
<b>Sammenfatning</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1 Indledning</b>	<b>8</b>
<b>2 Metode</b>	<b>9</b>
2.1 Introduktion	9
2.2 Kalibrering af beregningen af diffust fosfortab på transportveje	9
2.3 Kildeopsplitning	12
2.4 Forbehold	12
<b>3 Beregning af effekter ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialer</b>	<b>13</b>
3.1 Skovrejsning	13
3.2 Randzoner	13
3.3 Træer på vandløbsbrinker	14
3.4 Sandfang	15
3.5 Mindre strækningsbaserede restaureringer af vandløb	16
3.6 Genslyngning af vandløb	17
3.7 Mini-vådområder	17
3.8 Integrerede bufferzoner (IBZ)	18
3.9 Fosfor-vådområder (P-ådale)	19
<b>4 Beregning af effekter ved lokalt virkemiddelscenario</b>	<b>20</b>
<b>5 Resultater</b>	<b>22</b>
5.1 Kildeopsplitning	22
5.2 Effekter af virkemidler mod diffust fosfortab ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentialet	23
5.3 Effekter ved lokale virkemiddelscenarier	24
<b>6 Konklusion</b>	<b>26</b>
<b>7 Referencer</b>	<b>27</b>



## Forord

Rapporten er affødt af et kystvandrådsprojekt omhandlende Haderslev Fjord med Haderslev 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.

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

Den samlede fosfortilførsel til Haderslev Fjord er som gennemsnit over perioden 2014-2023 på 11,2 tons P, hvoraf det diffuse bidrag udgør 7,8 tons P (69 %). De mest betydende diffuse tabsveje for fosfor er tab via makroporer til dræn og brinkerrosion, som udgør hhv. 35 % og 24 % af den samlede, diffuse tilførsel.

Effekt på fosforudledningen til Haderslev 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. 420 kg P og mini-vådområder med en effekt på ca. 755 kg P ved udnyttelse af de fulde potentialer.

Omlægningsplanen for oplandet til Haderslev Fjord omfatter udtag af områder til ekstensivering, kvælstofvådområder, lavbundsprojekter, skovrejsning, mini-vådområder og fast-track vådområder. Den samlede effekt af planen er en reduktion i fosforudledningen på ca. 390 kg P under antagelse af, at vandløbsbunden hæves i forbindelse med etablering af kvælstofvådområder og lavbundsprojekter. En eventuel fosformobilisering (et øget fosfortab) som følge af vådlægning har det ikke været muligt at kvantificere, ligesom der ikke findes data til at kvantificere effekten af fast-track vådområder.

Lokale scenarier omfatter etablering af to fosforvådområder i oplandet til Stevning Dam samt effekten af træplantning mod brinkerrosion, også i oplandet til Stevning Dam. Effekten af fosforvådområderne er estimeret til ca. 660 kg P. Effekten af træplantning er 15 kg P, hvis kun de små vandløb omfattes, og 155 - 230 kg P for de større vandløb.

## Summary

This project focuses on identifying options to reduce diffuse phosphorus losses from high-risk areas in the catchment of Haderslev 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 mapping shows that these sources account for 94% of the total diffuse phosphorus loss at the national level.

The total phosphorus input to Haderslev Fjord averaged 11.2 tons P per year over the period 2014–2023, of which the diffuse contribution accounts for 7.8 tons P (69%). The most significant diffuse pathways for phosphorus loss are bank erosion and macropore flow to drains, which constitute 35% and 24%, respectively, of the total diffuse input.

The effect on phosphorus discharge to Haderslev Fjord has been calculated for a range 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, streambed raising, re-meandering, and sediment traps, the assessment is 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. 420 kg P, and mini-wetlands, with an effect of approx. 755 kg P when their full potential is utilized.

The land-use conversion plan for the Haderslev Fjord catchment includes taking land out of production for extensification, nitrogen wetlands, lowland restoration projects, afforestation, mini-wetlands, and fast-track wetlands. The total effect of the plan is a reduction in phosphorus discharge of approx. 390 kg P, assuming that streambeds are raised in connection with the establishment of nitrogen wetlands and lowland projects. It has not been possible to quantify potential phosphorus mobilization (an increased phosphorus loss) resulting from rewetting, nor are there data to quantify the effect of fast-track wetlands.

Local scenarios include the establishment of two phosphorus wetlands in the catchment of Stevning Dam, as well as the effect of tree planting to reduce bank erosion, also in the Stevning Dam catchment. The effect of the phosphorus wetlands is estimated at approx. 660 kg P. The effect of tree planting is 15 kg P if only small streams are included, and 155–230 kg P for the larger streams.

# 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 Haderslev Fjord har Haderslev Kommune, som er sekretariat for Kystvandråd Haderslev 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 Haderslev 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 kystvandet, da virkemidler fordeles spredt i oplandet, både op- og nedstrøms søer.

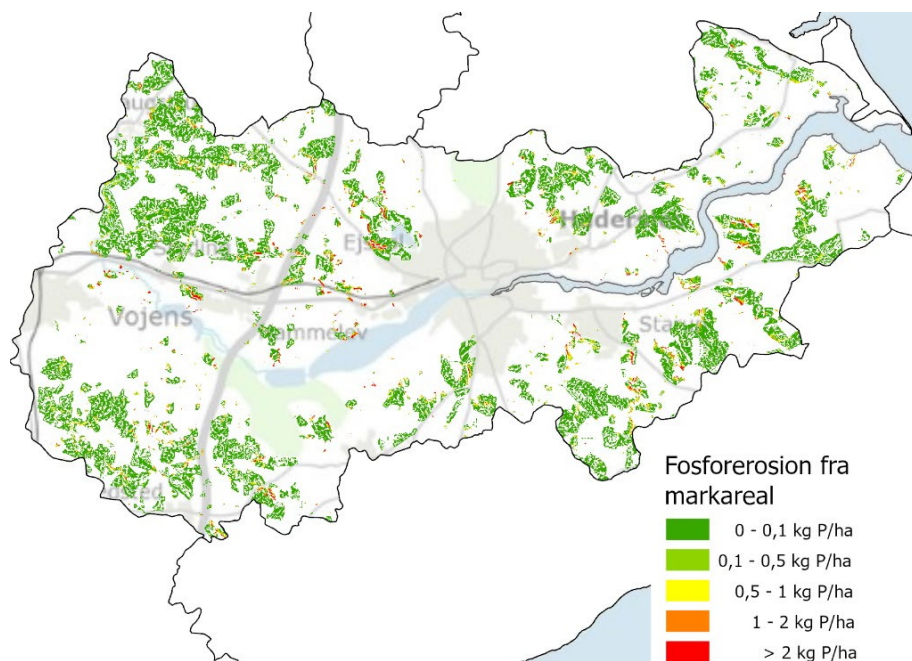
### 2.2 Kalibrering af beregningen af diffust fosfortab på transportveje

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 %.

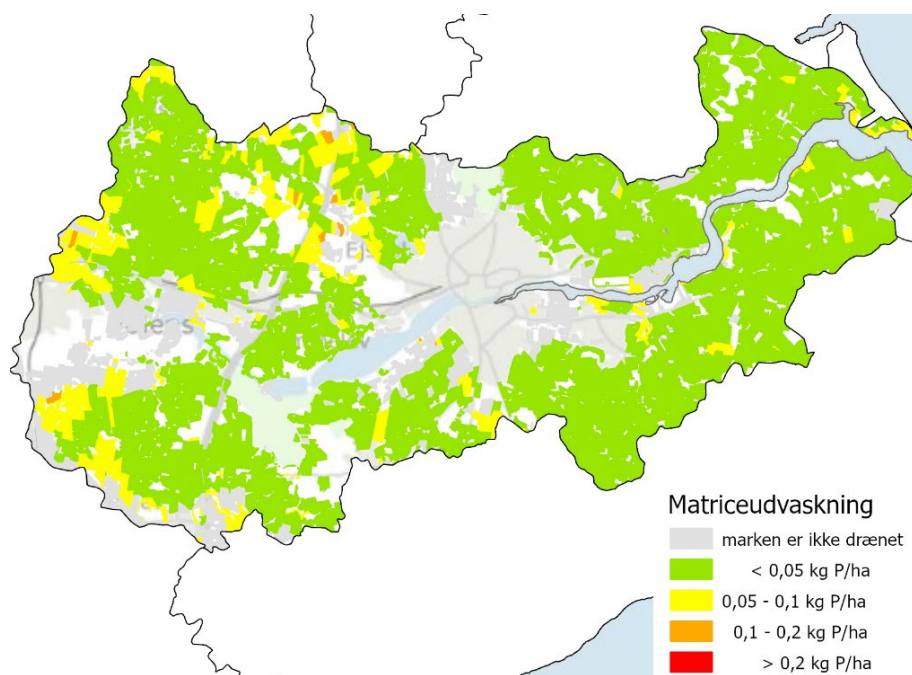
I dette projekt er de modelberegneede fosfortab via de fem diffuse transportveje summeret på ID15-oplandsniveau. Efterfølgende er den modelberegneede fosfortransport justeret, så summen for hvert ID15-opland er identisk med 94 % af den diffuse fosfortransport opgjort ifølge den nationale vandmiljøovervågning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

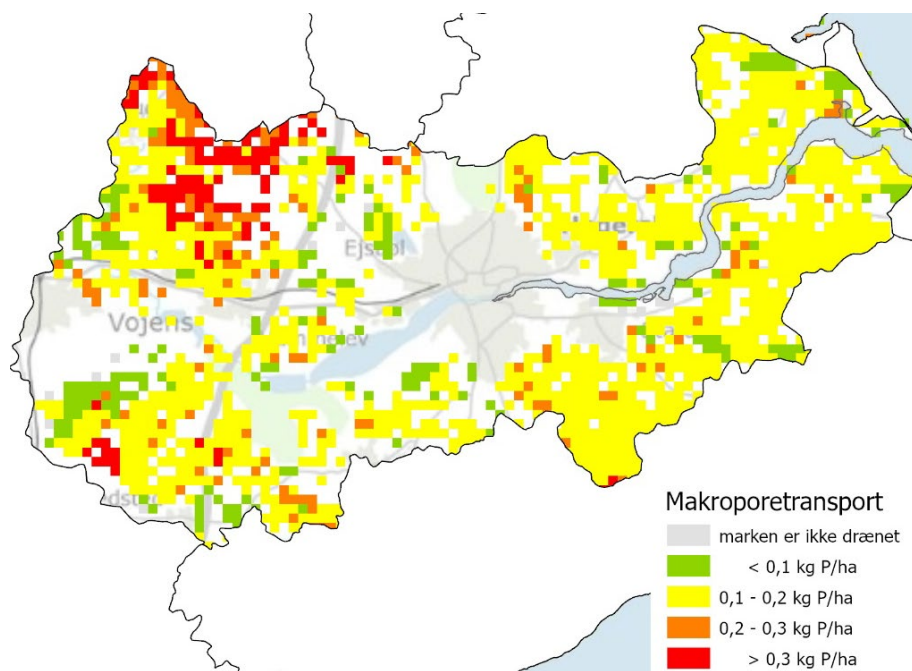
**Figur 2.1.** Erosionsbetinget fosfortab fra mark til vandløb.



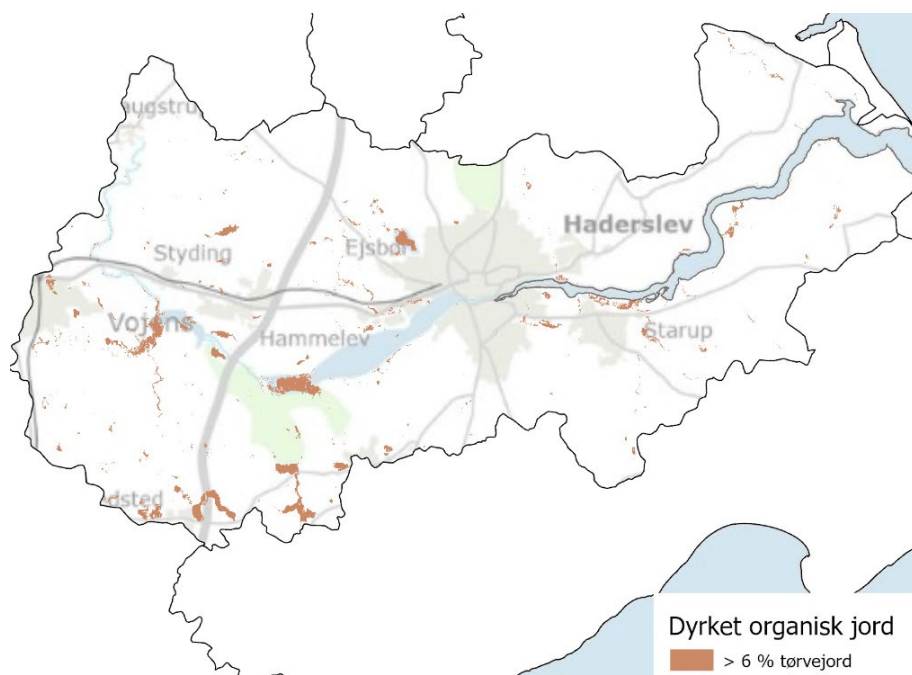
**Figur 2.2.** Udvaskning af fosfor til drænen.



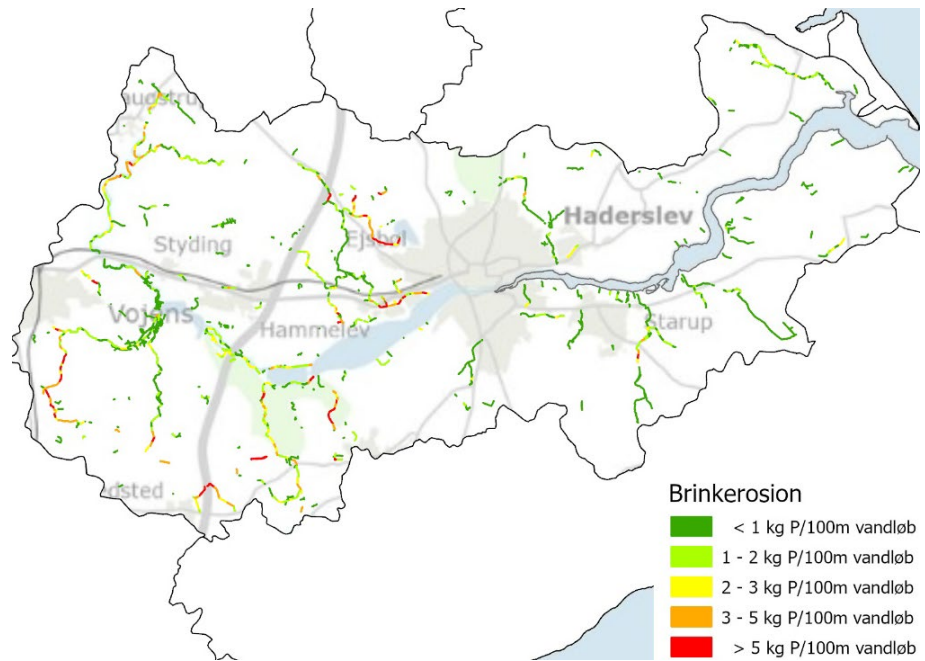
**Figur 2.3.** Tab af fosfor via makroporer til dræn.



**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 Haderslev 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

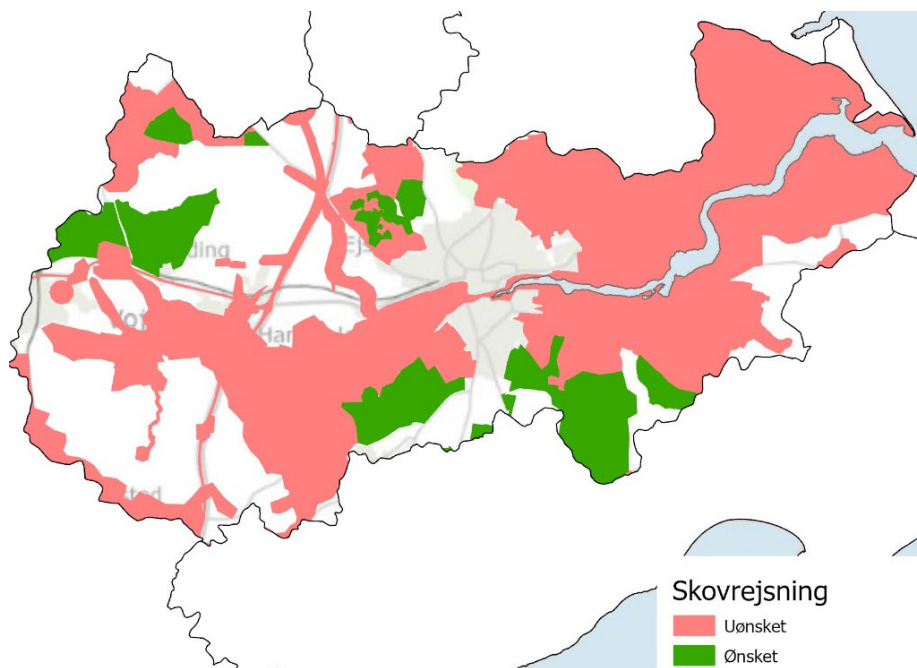
For alle virkemidler gives i det følgende en kort beskrivelse af mekanisme, effekt og potentiale for anvendelse.

#### 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 Haderslev Fjord, hvor skovrejsning er hhv. ønsket og uønsket.



#### 3.2 Randzoner

Målrattede, 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. 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.

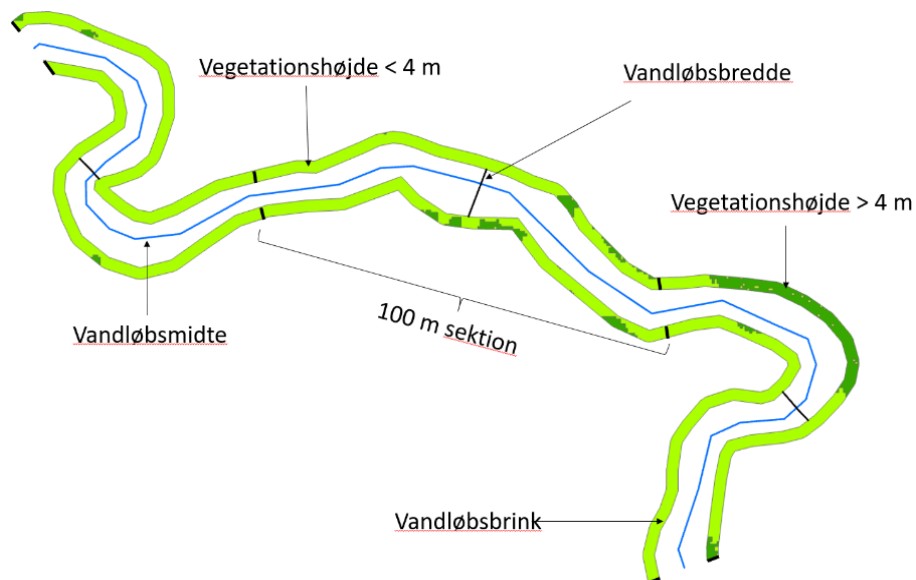
### 3.3 Træer på vandløbsbrinker

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).

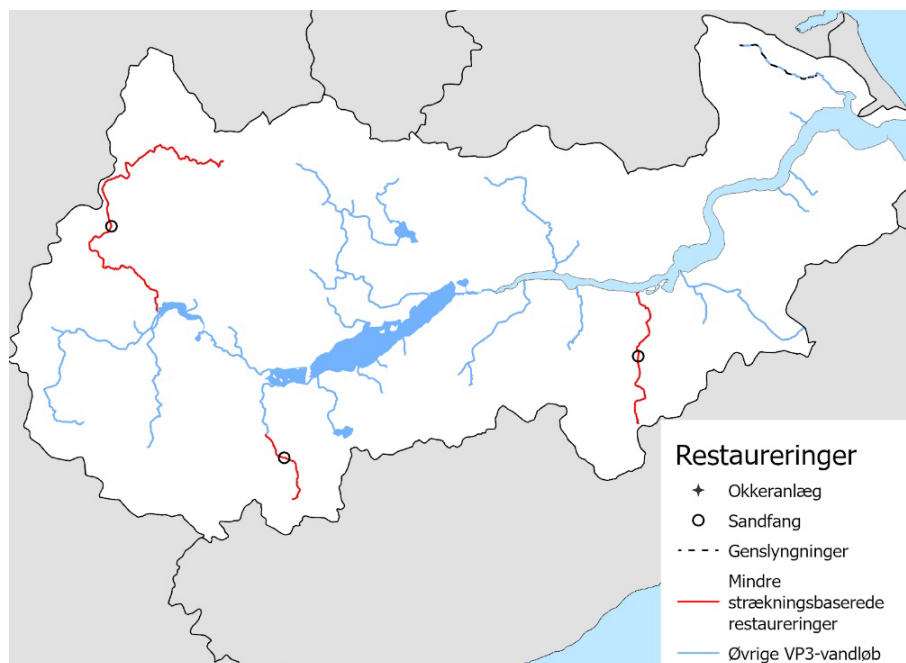
For at bevare sin funktionalitet skal sandfanget jævnligt tømmes for aflejret sediment. Sedimentet indeholder fosfor, hvorfor sandfang har en reducerende effekt på fosfortransporten i vandløbet. I en undersøgelse af sandfangs effekt på fosfortransport i vandløb (Andersen & Nilsson, 2023) er det vist,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

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<sup>-3</sup>). Den mængde fosfor, der fjernes med sedimentet, findes ved at gange sedimentets fosforkoncentration (gennemsnit 221 mg P kg<sup>-1</sup> = 0,221 kg P t<sup>-1</sup>) med vægten af sedimentet. Et sandfang med en størrelse på 75 m<sup>2</sup> beliggende i Nordjylland vil således kunne fjerne ca. 26 kg P år<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> og ca. 7 kg P år<sup>-1</sup>.

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. 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 strækingsbaserede restaureringer kan principielt anlægges i alle vandløb og med vilkårlig afstand. Som potentiale for etablering af nye strækingsbaserede 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 brinkerosionsraten (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 brinkerosion, således at tilførslen af fosfor til vandløbet formindskes fremfor for at øges.

Den relative effekt på fosfortab ved brinkerosion 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 brinkerosion 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>)

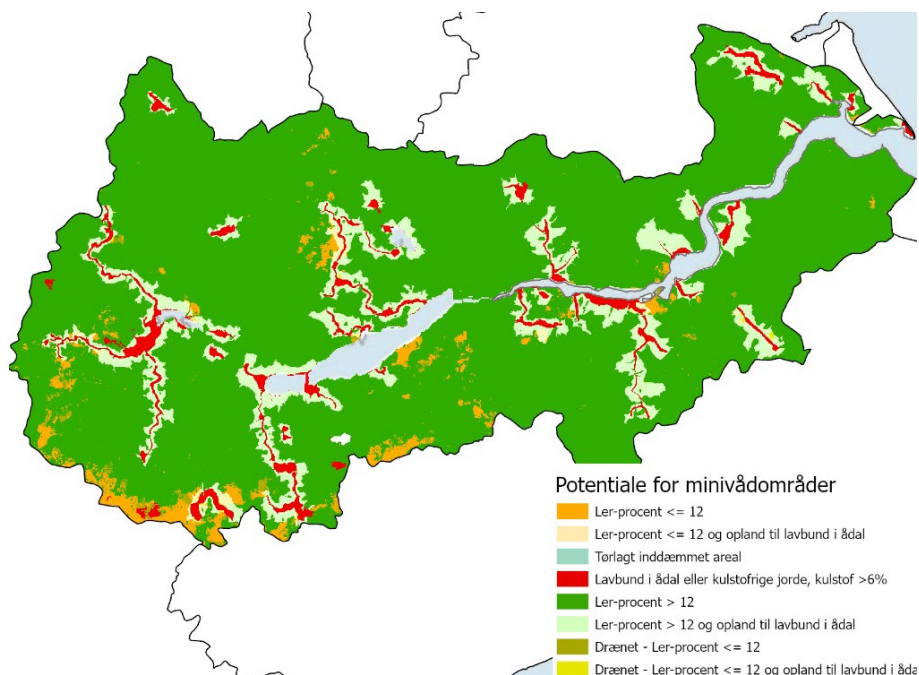
### 3.7 Mini-vådområder

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 'lerprocent >12' og 'drænet, lerprocent ≤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.

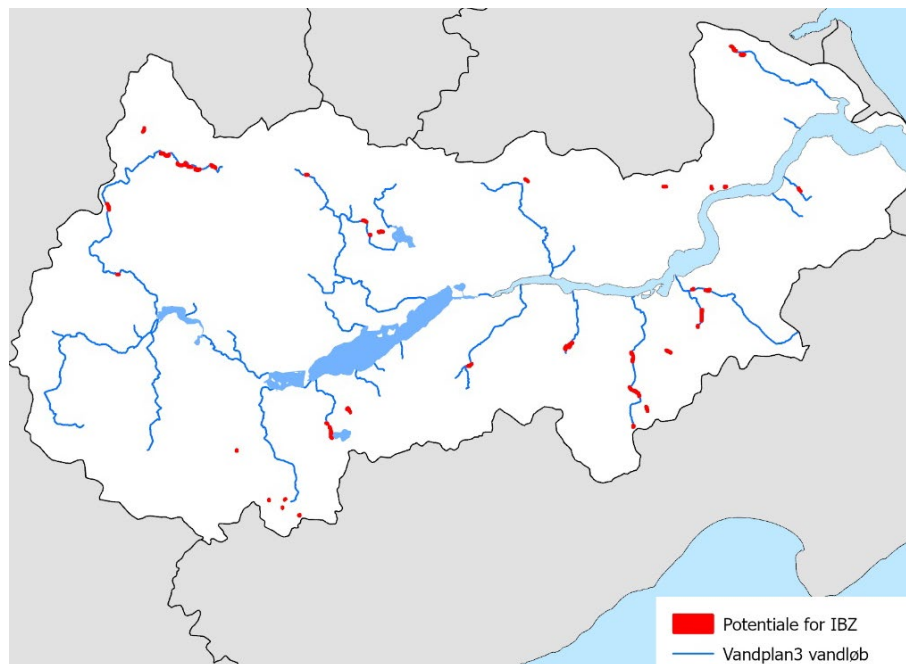
**Figur 3.4.** Potentialet for etablering af mini-vådområder udgøres af de to klasser hhv. "Ler-procent > 12" og "Drænet - lerprocent <= 12".



### 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 anskues 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 anlægelse 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 anlægelse 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

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

- En beregning af effekten af at udforme to udpegede kvælstofvådområder i oplandet til Stevning Dam som egentlige fosfor-vådområder.
- Separat beregning af effekten af træplantning langs vandløbene i oplandet til Stevning Dam som virkemiddel mod brinkerosion.
- Omlægningsplanen, som omfatter områder udpeget til hhv. ekstensivering, kvælstofvådområder, lavbundsprojekter, mini-vådområder og fast-track vådområder.

### Fosfor-vådområder

Vådområderne udformes på en sådan måde, at vandløbet tillades periodevis at oversvømme de vandløbsnære arealer, hvorved sedimentbundet fosfor aflejres. Som nævnt ovenfor (afsnit 3.9) kræver en beregning af effekten lokal information om minimumstørrelsen af det oversvømmede areal og varigheden af oversvømmelser. For at beregne effekten er der her gjort en række antagelser: På baggrund af en kortlægning af mængden af suspenderet stof i danske vandløb (Thodsen et al., 2019) er der antaget en fosfor-sedimentationsrate ved oversvømmelse på  $1,0 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ oversvømmelsesdag}^{-1}$ . Varigheden af oversvømmelser er her sat til 15 dage, hvilket er et konservativt estimat relativt til Andersen et al. (2020, s. 198 - 209).

### Træplantning

Der udføres beregning af effekten af træplantning i oplandet til Stevning Dam opgjort hhv. for små vandløb ( $< 2 \text{ m}$ ) og for mellemstore vandløb ( $2 - 10 \text{ m}$ ). Desuden foretages en beregning, hvor der fokuseres på brinkstrækninger med særligt høje tab ( $> 2 \text{ kg P}/100 \text{ m vandløb}$ ).

### Omlægningsplanen

*Ekstensivering, kvælstofvådområder, lavbundsprojekter og skovrejsning*

For områder udpeget til hhv. ekstensivering, kvælstofvådområder, lavbundsprojekter og skovrejsning (figur 4.1) er der regnet en effekt i form 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). Denne effekt skønnes at være ret sikker. 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.

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 jerncoatet sand.

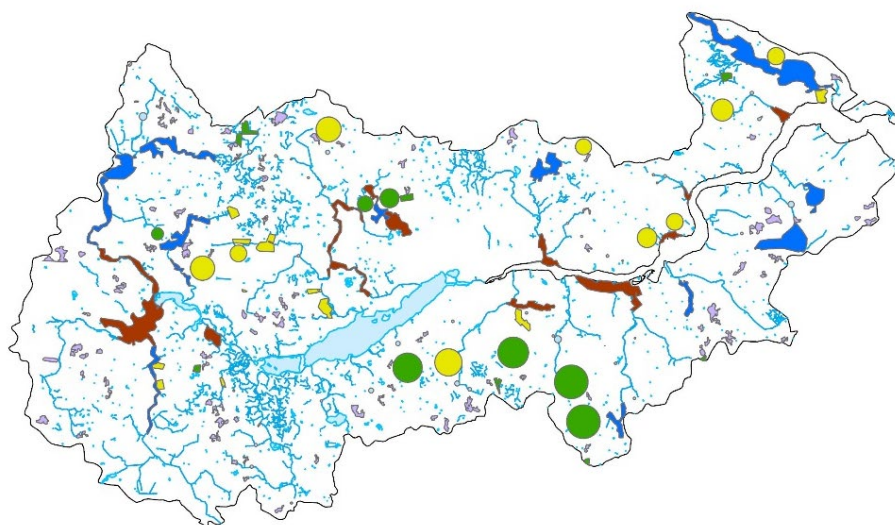
#### *Mini-vådområder*

Omlægningsplanen indeholder forslag til placering af 42 mini-vådområder.

#### *Fast-track vådområder*

Omlægningsplanen indeholder forslag til placering af 103 fast-track vådområder.

**Figur 4.1.** Omlægningsplanen for oplandet til Haderslev Fjord.



## 5 Resultater

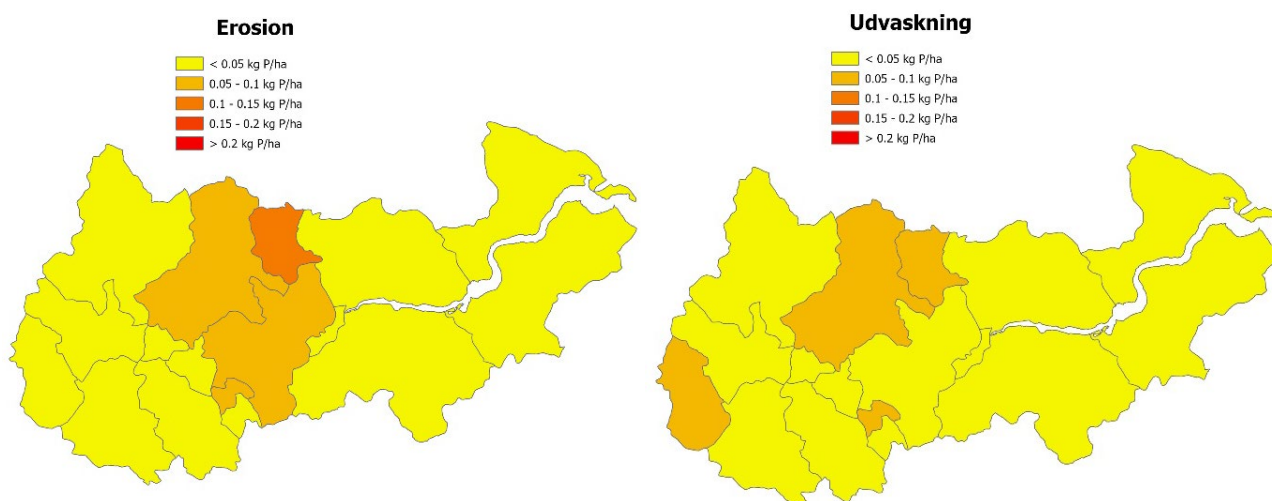
### 5.1 Kildeopsplitning

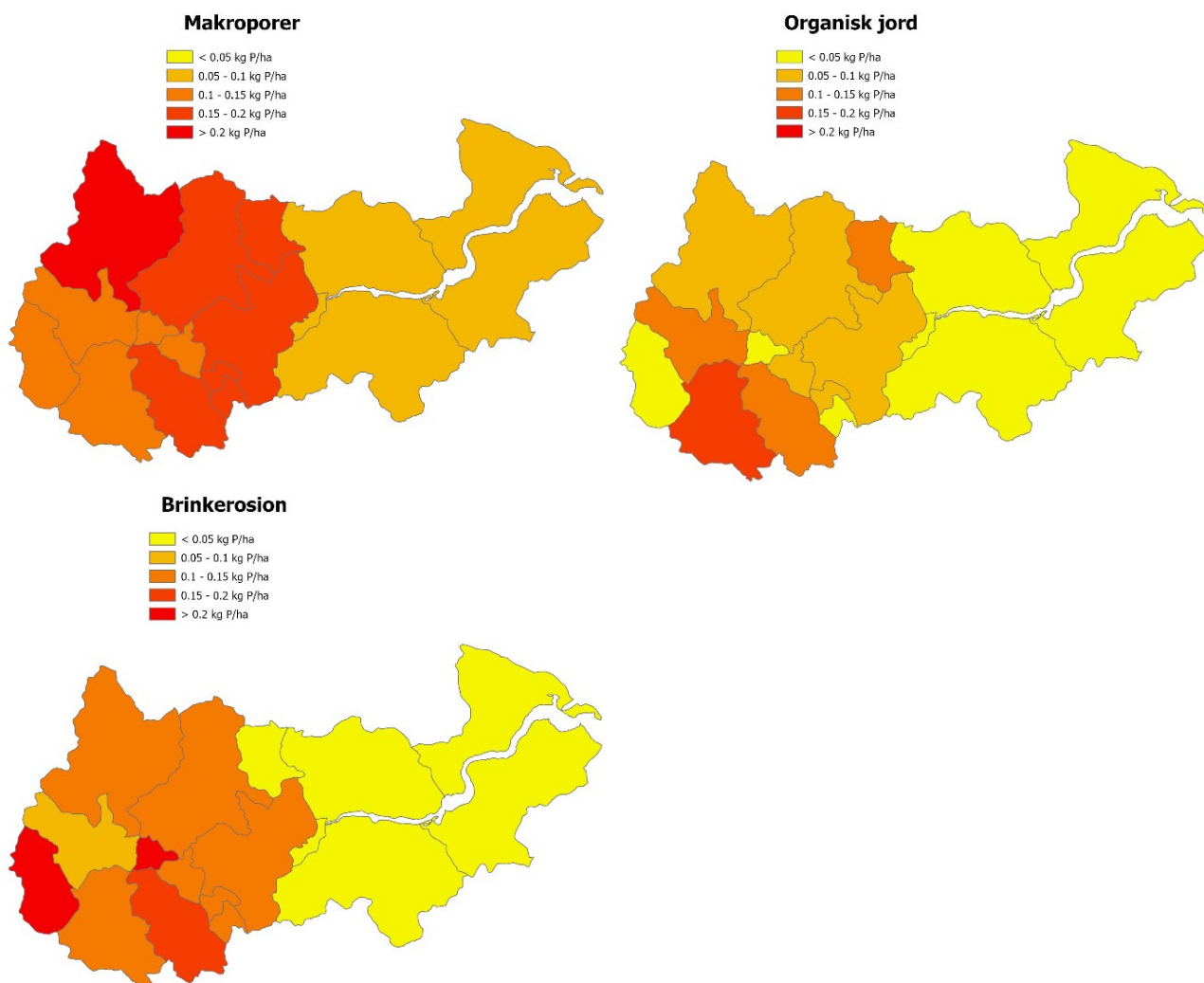
Den samlede fosfortilførsel til Haderslev Fjord er som gennemsnit over perioden 2014-2023 på 11,2 tons P, hvoraf det diffuse bidrag udgør 7,8 tons P. Tabel 5.1 viser for Haderslev Fjord kildeopsplitningen på punktkilder og på diffust bidrag med en yderligere opsplnitning på del-bidrag.

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

<b>Total tilførsel</b>		<b>11.200 kg P</b>
<b>Punktkilder</b>		<b>3400 kg P (31 % af total tilførsel)</b>
Relativ betydning af de enkelte punktkilder		
	Dambrug	0 %
	Industri	3 %
	Regnvandsbetingede udløb	21 %
	Spredt bebyggelse	8 %
	Renseanlæg	5 %
	Direkte udledninger til kystvand	64 %
<b>Diffust bidrag</b>		<b>7800 kg P (69 % af total tilførsel)</b>
Andel af den samlede diffuse tilførsel		
	Tab via makroporer	35 %
	Udvaskning	8 %
	Erosion	11 %
	Tab fra dyrket, organisk jord	15 %
	Brinkerrosion	24 %

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 aggregeret og vist for Haderslev Fjord.

**Tabel 5.2.** Haderslev Fjord. Reduktion i diffust fosfortab ved fuld udnyttelse af virkemiddelpotentiale. Bemærk: effekterne er ikke alle additive.

	Effekt, kg P	Potentiale
Skovrejsning	125	1.785 ha
20 m randzoner	40	3.300 m
Træer langs vandløb < 2m	30	32.500 m
Træer langs vandløb 2 – 10 m	385	63.100 m
Træer langs vandløb > 10 m	5	700 m
IBZ	15	205 ha
Mini-vådområder	755	15.100 ha
Hævning af vandløbsbunden	95	15.600 m
Genslyngning	0	2.500 m
Sandfang	20	3

## 5.3 Effekter ved lokale virkemiddelscenarier

### Fosfor-vådområder

De to kvælstofvådområder i oplandet til Stevning Dam, hvor effekten af en udformning som fosfor-vådområder er vurderet, er hhv. 23,7 ha (det nordlige område) og 20,0 ha (det sydlige område). Effekterne af fosfor-vådområder er hhv. ca. 360 kg P og ca. 300 kg P under antagelse af en sedimentationsrate på 1,0 kg P ha<sup>-1</sup> oversvømmelsesdag<sup>-1</sup> ved gennemsnitligt 15 dage med oversvømmelse årligt.

### Træplantning

Træplantning langs vandløb i oplandet til Stevning Dam, hvor der ikke i forvejen er træer, giver følgende effektestimater:

- Alle små vandløb (< 2 m brede), i alt 12,2 km, effekt ca. 15 kg P.
- Alle større vandløb (2 - 10 m brede), i alt 29,6 km, effekt ca. 230 kg P.
- Større vandløb (2 - 10 m brede) med brinkerosionsrate > 2 kg P/100 m vandløb, i alt 11,3 km, effekt ca. 155 kg P.

### Omlægningsplanen

#### *Ekstensivering*

Ekstensivering af landbrugsdriften på omdriftsarealer omfattet af omlægningsplanen:

- Områder udpeget til ekstensivering: ca. 20 kg P
- Kvælstofvådområder: ca. 30 kg P
- Lavbundsprojekter: ca. 5 kg P
- Skovrejsning: ca. 20 kg P

#### *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 omfatter 17,1 km vandløbsstrækning. Effekten af at hæve vandløbsbunden på disse vandløb er ca. 100 kg P. Lavbundsprojekter omfatter 23,7 km vandløb. Effekten af at hæve vandløbsbunden på disse vandløb er ca. 95 kg P.

#### *Mini-vådområder*

Omlægningsplanen angiver kun placering og areal af selve anlægget, men ikke størrelse eller placering af drænoilandet til anlægget, som er afgørende for at kunne beregne fosfortransporten til anlægget. På grundlag af 240 mini-vådområder etableret 2018 - 2023 og indberettet til Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø kan der beregnes en gennemsnitlig størrelse på et drænoiland på 58 ha. Denne størrelse er anvendt for de 42 anlæg, mens effekten er beregnet som den gennemsnitlige effekt for hele mini-vådområdepotentialet (tabel 5.3). Den samlede effekt for de 42 mini-vådområder kan således estimeres til ca. 120 kg P.

#### *Fast-track vådområder*

Omlægningsplanen indeholder forslag til placering af 103 fast-track vådområder. Drænoplanet til vådområderne er ikke angivet, og det er således ikke muligt at beregne fosfortransporten til vådområderne. Desuden mangler der dokumentation for fosfor-effekten af denne type vådområder.

Den samlede effekt af omlægningsplanen er med de beskrevne beregningsforudsætninger på ca. 390 kg P.

Resultaterne af de lokale scenarier er sammenfattet i tabel 5.3. Det er vigtigt at være opmærksom på, at ikke alle effekter kan adderes; træplantning langs vandløb, hvor vandløbsbunden hæves, vil have en betydeligt lavere effekt end angivet i tabel 5.3., da begge virkemidler retter sig mod lokal brinkerrosion. Fosfor-vådområder vil tilsvarende have en lavere effekt, hvis der langs vandløbene opstrøms er foretaget indgreb mod brinkerrosion i betydeligt omfang, f.eks. i form af træplantning eller hævning af vandløbsbunden.

**Tabel 5.3.** Beregning af effekter af lokale virkemiddelscenarier

	<b>Kg P</b>
Fosforvådområder i Stevning Dam-oplandet, i alt	660
Træer, alle små vandløb i Stevning Dam-oplandet	15
Træer, alle større vandløb i Stevning Dam-oplandet	230
Træer, udvalgte større vandløb i Stevning Dam-oplandet	155
Omlægningsplanen, ekstensivering, i alt	75
Omlægningsplanen, hævning af vandløbsbund, N-vådområder	100
Omlægningsplanen, hævning af vandløbsbund, lavbund	95
Omlægningsplanen, mini-vådområder	120

## 6 Konklusion

Den samlede fosfortilførsel til Haderslev Fjord er som gennemsnit over perioden 2014-2023 på 11,2 tons P, hvoraf det diffuse bidrag udgør 7,8 tons P (69 %). De mest betydende diffuse tabsveje for fosfor er tab via makroporer til dræn og brinkerosion, som udgør hhv. 35 % og 24 % af den samlede, diffuse tilførsel.

Effekt på fosforudledningen til Haderslev 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. 420 kg P og mini-vådområder med en effekt på ca. 755 kg P ved udnyttelse af de fulde potentialer.

Omlægningsplanen for oplandet til Haderslev Fjord omfatter udtag af områder til ekstensivering, kvælstofvådområder, lavbundsprojekter, skovrejsning, mini-vådområder og fast-track vådområder. Den samlede effekt af planen er en reduktion i fosforudledningen på ca. 390 kg P under antagelse af, at vandløbsbunden hæves i forbindelse med etablering af kvælstofvådområder og lavbundsprojekter. En eventuel fosformobilisering som følge af vådlægning har det ikke været muligt at kvantificere, ligesom der ikke findes data til at kvantificere effekten af fast-track vådområder.

Lokale scenarier omfatter etablering af to fosforvådområder i oplandet til Stevning Dam samt effekten af træplantning mod brinkerosion, også i oplandet til Stevning Dam. Effekten af fosforvådområderne er estimeret til ca. 660 kg P. Effekten af træplantning er 15 kg P, hvis kun de små vandløb omfattes, og 155 - 230 kg P for de større vandløb.

## 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/>

DHI. 2014. Status for okkerrensning. Vurdering af behovene for og effekterne af alternative rensningsmetoder for okker. Teknisk notat, Naturstyrelsen.

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

Kjærgaard, C. & D. Forsmann 2014. Fosforfældningsbassiner. Faglig udregning vedrørende fosforretention i okkerfældningsbassiner som supplerende virkemiddel til P-reduktion. Teknisk rapport fra Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi.

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.

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. Haderslev Amt.

## MULIGHEDER FOR REDUKTION AF DEN DIFFUSE FOSFORTILFØRSEL TIL HADERSLEV FJORD

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