

VIDENSKABELIG OPDATERING PÅ N- OG P-VIRKEMIDLER I LANDSKABET, STATUS OG FREMTID

Brian Kronvang, Ecoscience, Aarhus Universitet



AARHUS
UNIVERSITET
DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG
ENERGI

6. SEPTEMBER 2022

VIRKEMIDLER

Virkemidler på marken

Skovrejsning
Efterafgrøder,
Tidlig såning
Osv.

N-input
(husdyrgødning,
kunstgødning)

N-udvaskning
fra rodzonen

N-omsætning
i grundvand

N-retention i vandløb

N-retention i søer
og vådområder

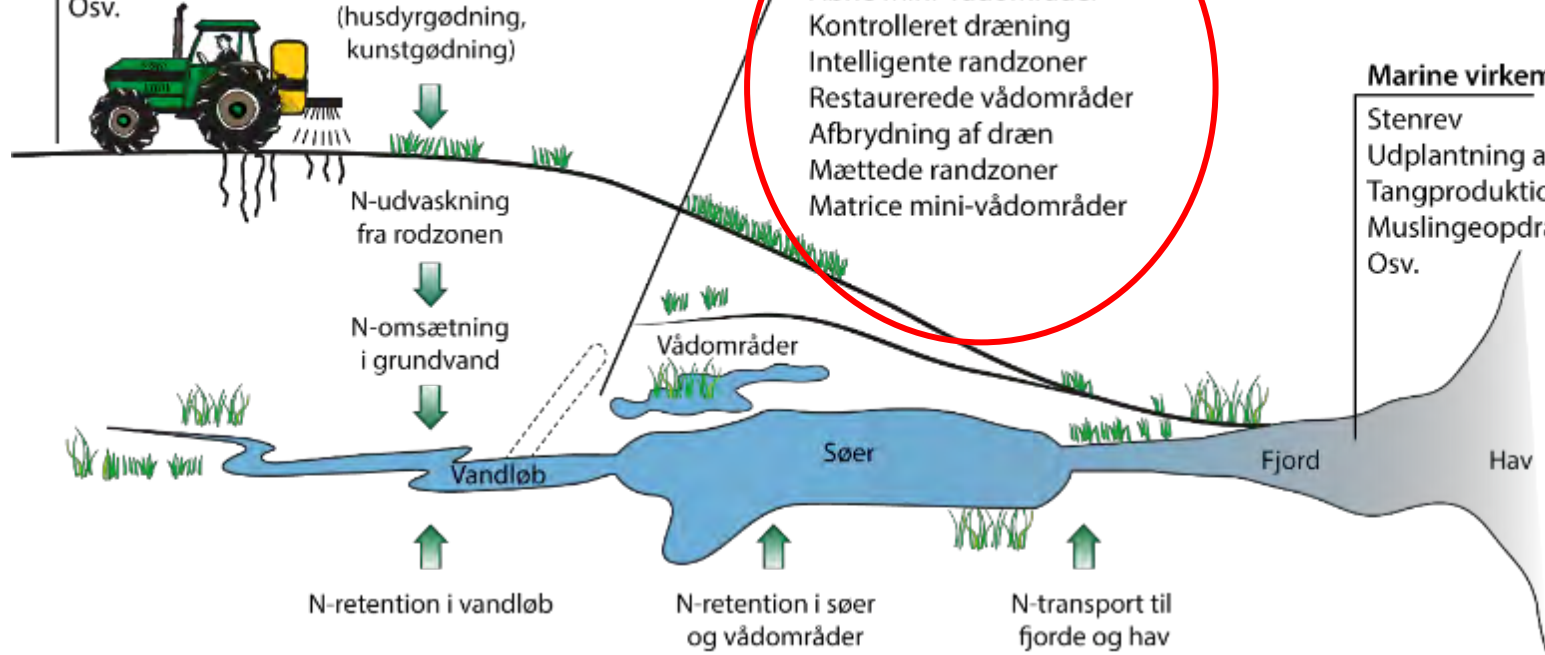
N-transport til
fjorde og hav

Transport virkemidler

Åbne mini-vådområder
Kontrolleret dræning
Intelligente randzoner
Restaurerede vådområder
Afbrydning af dræn
Mættede randzoner
Matrice mini-vådområder

Marine virkemidler

Stenrev
Udplantning af ålegræs
Tangproduktion
Muslingeopdræt
Osv.



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG
ENERGI

6. SEPTEMBER 2022

PROJEKTER MED DRÆNFILTERLØSNINGER SENESTE 15 ÅR - 'THE GOLDEN ERA' !

Projekt	Periode	Type®	Sted	Institut
BUFFALO-P	2006-2009	Drænoverrisling	Fyn	Landbruget som Arealforvalter, DMU
SUPREMETECH	2010-2015	Filtermatrice P-filtre	Skannerup	INNO; KU Life
iDRÆN	2011-2015	Mini-vådområder Filtermatrice	Fillerup, Skannerup	GUDP, AU Agro
Kontrolleret dræning	2011-2015	Kontrolleret dræning	Odder Hofmansgave	GUDP, SEGES
MONITECH	2009-2014	Restored wetlands	Odderbæk, Lyngbygaard's å, mv.	INNO, AU ECOS
BUFFERTECH	2014-2019	Intelligente Bufferzoner (IBZ)	Fillerup, Sillerup, Lillerup	INNO og NIFA, AU ECOS
MMM-projektet	2016-2021	Filtermatricer	6 steder – Skannerup, Skovly, Spjald, Fyn, Saltø Å,	NIFA, AU Agro
Innovations Platform for drænfiltre løsninger	2018-2023	Mættede randzoner Mini-vådområder Filtermatricer	Odder området	Promilleafgifts Fonden, SEGES
NOVADRAIN (Det hemmelige projekt)	2021-2025	Kvælstof drænfiltre	Østjylland	INNO, Charlotte Kjærgaard

Drænvirkemidler – hvor naturlige er de?

Natural (NBS)



- *Overrisling med drænvand/små vådområder*
- *Styret dræning*
- *Mættede randzoner*
- *Intelligente BufferZoner*
- *Mini-vådområder*
- *Filtermatricer*
- *Avancerede kemoelektriske reaktorer*

Drænvirkemidler

Engineered

Drænvirkemidler oversigt – litteratur grundlag (Opsamlinger – der er meget mere litteratur om de individuelle løsninger)

- **Eriksen et al., 2020** *Virkemidler til reduction af kvælstofbelastningen af vandmiljøet. DCA rapport Nr. 174, 452 s.*
- **Andersen, H. E. & Heckrath, G. (redaktører) 2020** *Fosforkortlægning af dyrkningsjord og vandområder i Danmark.. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 338 s. - Videnskabelig rapport nr. 397.*
- **Carstensen et al., 2020:** *'Efficiency of mitigation measures targeting nutrient losses from agricultural drainage systems: a review' AMBIO 49*
- **Hoffmann et al., 2020:** *'An overview of nutrient transport mitigation measures for improvement of water quality in Denmark' Ecological Engineering 155.*

Drænvirkemidler

Mini-vådområder

Drænvand ledes gennem et sedimentationsbassin og 3 bassiner adskilt af vegetationsrige laguner

TN effektivitet

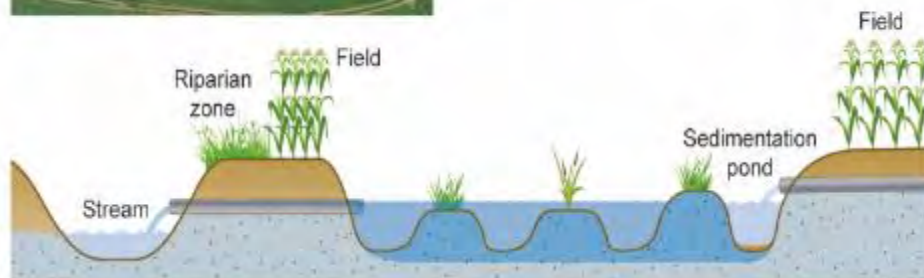
Internationalt: $41\% \pm 22\%$ (-8-63%, $n=14$)

Danmark: $23\% \pm 10\%$ (15-37%, $n=13$)

TP effektivitet

Internationalt: $33\% \pm 28\%$ (-102-68%, $n=15$)
(P source: 4 sites)

Danmark: $45\% \pm 20\%$ (26-54%, $n=13$)



Udrullet

Afsluttede projekter: 20,5 ton N

Godkendte projekter: 211,5 ton N

Drænvand ledes gennem et sedimentationsbasin og derefter et basin fyldt med træflis

N effektivitet

Internationalt: 40%±27% (6-79%, $n=12$)

Danmark: 50%±13% (40-69%, $n=3$)*

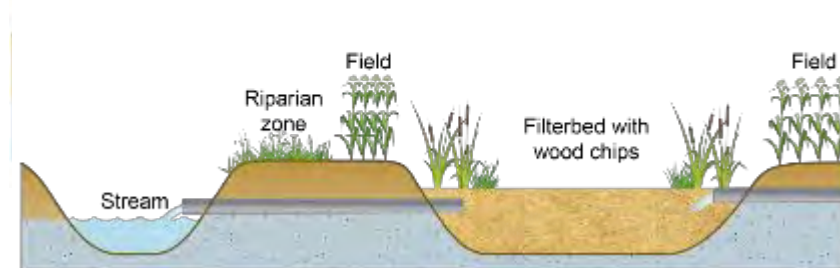
*Nye upublicerede data fra MMM projektet viser en lavere effektivitet (34%) pga. lukning af anlæg i sommerperioden (Plauborg et al.)

TP effektivitet

Internationalt: -50%±136% (-208-30%, $n=3$)
(P source: 1 site)

Danmark: 12%±4% (8-16%, $n=2$)

Nye data fra MMM projektet viser stor frigivelse af fosfor fra anlæg især i det første år (Plauborg et al.)



Udrullet

Få projekter ansøgt

Drænvirkemiddel

Styret dræning

Grundvandsspejlet i marken hæves ved en opsat kontrolstruktur på hoveddræn

TN effektivitet

Internationalt: 50%±20% (19-83%, n=19)

Danmark: 33%±13% (20-54%, n=4)

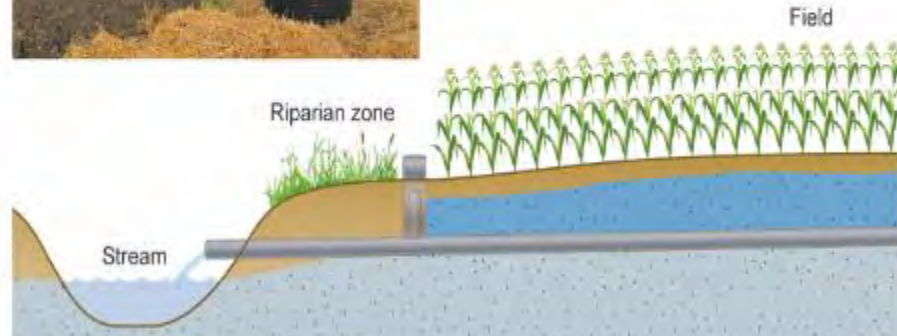
TP effektivitet

Internationalt: 34%±32% (2-72%, n=7)

Danmark: 5%±29% (-43-34%, n=4)
(P source: 1 site)

En udfordring:

Hvad sker der med N og P efter nedsivning?



Ikke udrullet - behov for
yderligere forskning

Drænvands overrisling/Små vådområder

Dræn er afskåret i ådalskanten og med fordeler rende ved stor hældning

TN effektivitet

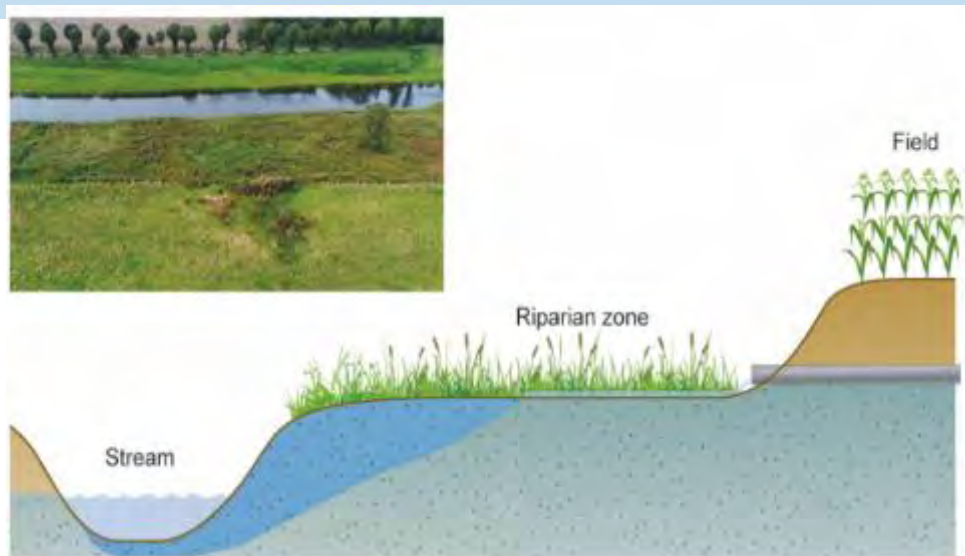
Danmark: $45\% \pm 22\%$ (1-75%, $n=10$)

TP effektivitet

Danmark: $-51\% \pm 49\%$ (-127-6%,
 $n=5$)

(P source: 4 sites)

Har siden 1998 været anvendt i forbindelse med restaurering af vådområder, som enkel delløsning, med en selvstændig beregning af effekt



Pilotprojekter måske på vej – små
vådområder

Intelligente randzoner

Drænvand ledes gennem en dam med infiltration af vand gennem en zone beplantet med f.eks. Elletræer (*Alnus glutinosa*) med efterfølgende infiltration gennem randzonen.

TN effektivitet

Danmark: 45%±12 (26-55%, n=3)

TP effektivitet

Danmark: 29%±60% (-74-69%, n=3)
(P source: 1 site)

Multi-funktionaliteten af IBZ er blevet analyseret for 11 sites in Danmark, Scotland og Sverige (Zak et al., 2019)



Ikke udrullet – nye testresultater fra
Slesvig-Holsten

Erprobung einer Integrierten Pufferzone (IBZ) als geeignetes Instrument des Gewässerschutzes

-Entwurf- Zwischenbericht:

Ergebnisse November 2018- März 2022



Kirsten Rücker, Joachim Schrautzer, Thomas Zakel

Institut für Ökosystemforschung, Angewandte Ökologie

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Im Auftrag des

WBV Schwartau und LKN SH

Fjernelse af total kvælstof

2019: 19 %

2020: 60 %

2021: 42 %

Tilbageholdelse af total fosfor

2019: -148 %

2020: -30 %

2021: 27 %

Mættede randzoner

Drænvand ledes til en nedgravet drænledning, der løber parallelt med randzone og vandløb

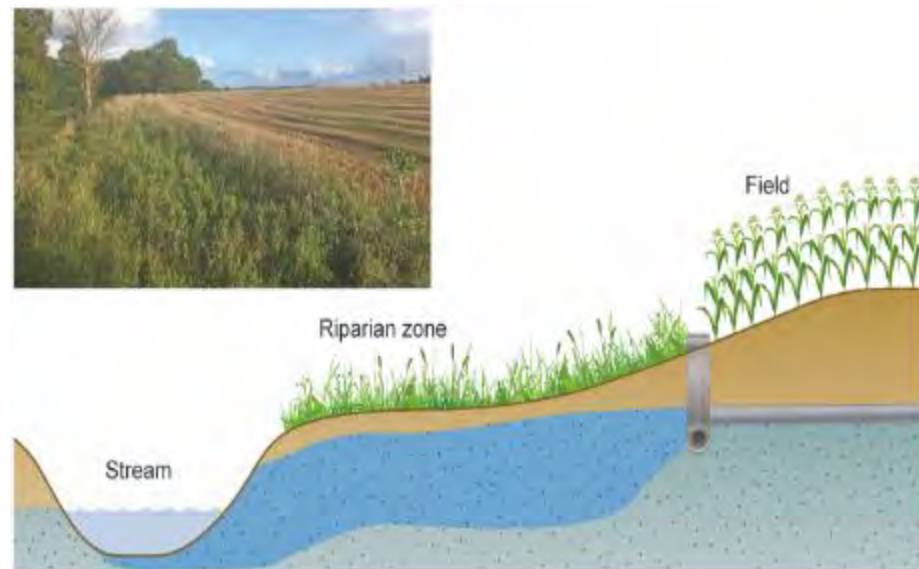
Nitrate effektivitet

Internationalt: 68%±39% (38-98%, n=6)
37%±25% (alt vand fra mark)

Danmark: 87% (N=1; one year)
(unpubl. results Zak et al.)

TP effektivitet

Internationalt: No results
Danmark: 76% N=1; one year)
(unpubl. results Zak et al.)



Ikke udrullet

Fire udvalgte resultater (2019-2021)

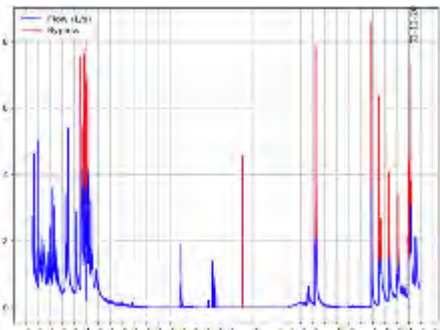


Fig. 1. Water inflow and outflow

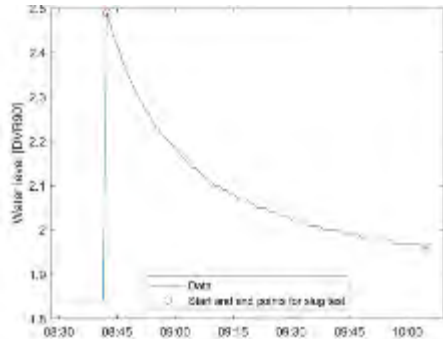


Fig. 2. Soil water fluxes

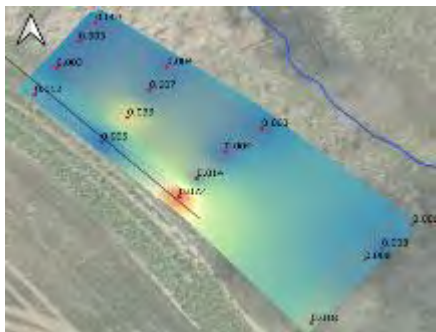
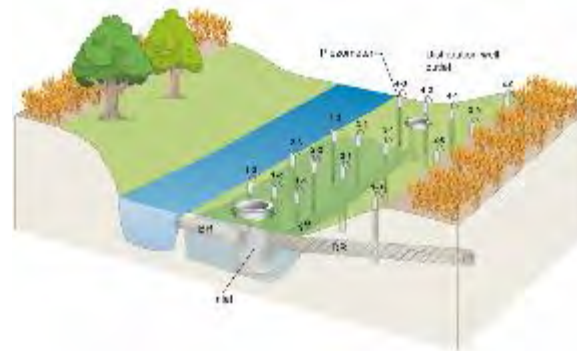


Fig. 3. Nutrient removal



Fig. 4. Plant uptake



- 1) Høj variation i dræntilstrømning (0-8 L/s) med udtørring om sommeren. Kun ca. 30% af buffezonen var vandmættet i afvandingsperioden.
- 2) Mættet hydraulisk ledningsevne varierede en faktor 50. Der var i randzonen derfor stor rumlig variation i strømning med tydelig præferentielle horisontale strømninger.
- 3) Total kvælstof input over 2 måleår var på 130 kg N og for fosfat var input 0,9 kg P. Over de to måleår blev 105 kg nitrat-N and 0.7 kg fosfat--P tilbageholdt svarende til en fjernelsesprocent på 87% and 76%.
- 4) Næringsstofoptag i plantebiomassen var i gennemsnit på 14.9 g N/m² and 1.6 g P/m², dvs. Den udgjorde ca. 30% af N-fjernelsen og hele P fjernelsen

STØTTET AF

Nye løsninger som er undervejs

- P filtre af forskellige slags undersøges i GUDP (Goswin Heckrath, AU) og Nifa projekt (Dominik Zak, AU) (Lecanødder, sandfang, drænfiltre til fangst af P)
- Nyt virkemiddel mod brinkerosion til anvendes ved restaurering af vådområder og egentlige vandløbsrestaurerings projekter – er på vej med en rapport og en manual fra MST.
- Nye målinger af denitrifikation i vandløb og oversvømmede enge (NKM2024) – kan give ny viden om betydning af restaurering af vandløb

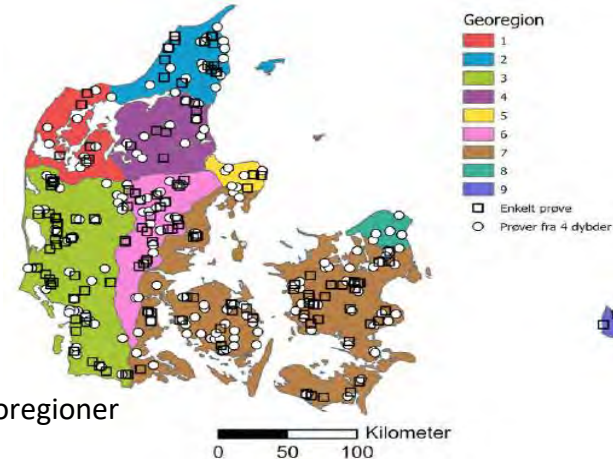
NYT VIRKEMIDDEL OM BRINKEROSION VED RESTAURERINGSPROJEKTER

BRINKEROSION I FORSKELLIGE TYPER AF VANDLØB

	Udrettede vandløb (sinuositet 1,0-1,1)	Slyngede vandløb (sinuositet > 1,1)
	Gennemsnitlig brinkerose (mm m ⁻¹ år ⁻¹) [95% konfidens interval]	
Strahler 1 & 2 ordens vandløb: Moræne (målt)	17,0 [14,4-20,0]	18,0 [14,3-22,7]
Strahler 1 & 2 ordens vandløb: Hedeslette (målt)	35,5 [28,3-44,4]	40,1 [28,9-55,5]
Strahler orden 3 & 4 vandløb: Moræne (målt)	17,4 [14,6-20,7]	27,6 [21,7-35,0]
Strahler orden 3 & 4 vandløb: Hedeslette og bakkeø (estimeret)	36,3	61,5
Strahler orden > 4 vandløb: Moræne (målt)	21,7 [18,3-26,1]	19,8 [15,4-25,5]
Strahler orden > 4 vandløb: Hedeslette og bakkeø (estimeret)	45,3	44,1

BETYDNING AF TRÆER I BRÆMMEN FOR BRINKEROSION – ET SUPER EFFEKTIVT VIRKEMIDDEL

	Vandløb (uden høj vegetation)	Vandløb (med høj vegetation)
	Gennemsnitlig brinkerosion (mm m ⁻¹ år ⁻¹) [95% konfidensinterval]	Gennemsnitlig brinkerosion (mm m ⁻¹ år ⁻¹) [95% konfidensinterval]
Strahler orden 1 & 2 vandløb: Moræne (målt)	20,2 [16,7-24,3]	14,8 [12,7-41,1]
Strahler orden 1 & 2 vandløb: Hedeslette (målt)	55,0 [43,0-70,3]	25,6 [20,3-32,
Strahler orden 3 & 4 vandløb: Moræne (målt)	27,1 [22,2-33,0]	15,5 [12,8-18,9]
Strahler orden 3 & 4 vandløb: Hedeslette (estimeret)	73,8	26,8
Strahler orden > 4 vandløb: Moræne (målt)	27,6 [22,3-34,1]	17,1 [14,2-20,7]
Strahler orden > 4 vandløb: Hedeslette (estimeret)	75,1	29,6



Tabel 5: Gennemsnitligt fosforindhold i brinkmaterialet fra udtagne brinkprøver i de ni georegioner af landet. Data fra Andersen og Heckrath, 2020.

Georegion	Antal brinkprøver udtaget	Gennemsnitligt fosforindhold i brinkmateriale (kg P m ⁻³) (± 95 konfidens interval)
1	14	0,656 ± 0,316
2	26	0,825 ± 0,182
3	75	0,874 ± 0,214
4	19	0,559 ± 0,122
5	9	0,412 ± 0,136
6	44	0,803 ± 0,268
7	115	0,817 ± 0,064
8	6	1,311 ± 0,832
9	4	0,359 ± 0,120

Udfordringer og forskningsbehov

Implementering

At få løftet drænvirkemidler i TRL niveau til anvendelse i praksis:

- ▶ Intelligente Bufferzoner (IBZ)
- ▶ Afbrydning af dræn med overrisling - 'små vådområder'
- ▶ Styret dræning – nødvendigt at få dette virkemiddel i spil – semi-naturlig hydrologi

Side-effekter i miljøet – påvirkning på små vandløb- hvad er bærekapaciteten?

Distribuering af virkemidler i et opland – hvad er optimalt – også i forhold til multifunktionalitet – N, P, CO₂e, biodiversitet, vand

Sikring af anlæg ift. effektivitet ved klimaforandringer, ekstreme hændelser

Mere smidig udrulning af kollektive og målrettede virkemidler



AARHUS
UNIVERSITET