

Teknisk gennemgang

- funktion og effekt /afledte effekter
- krav til dimensionering / udformning
- afvandingsforhold
- udpegningskortet

Charlotte Kjærgaard, Chefforsker Miljø, SEGES
(tidligere seniorforsker Aarhus Universitet)

E-mail: chkj@seges.dk

SEGES

STØTTET AF
Promilleafgiftsfonden for landbrug

ERFA møde minivådområder
Vissenbjerg d. 8/1-2020



Minivådområder

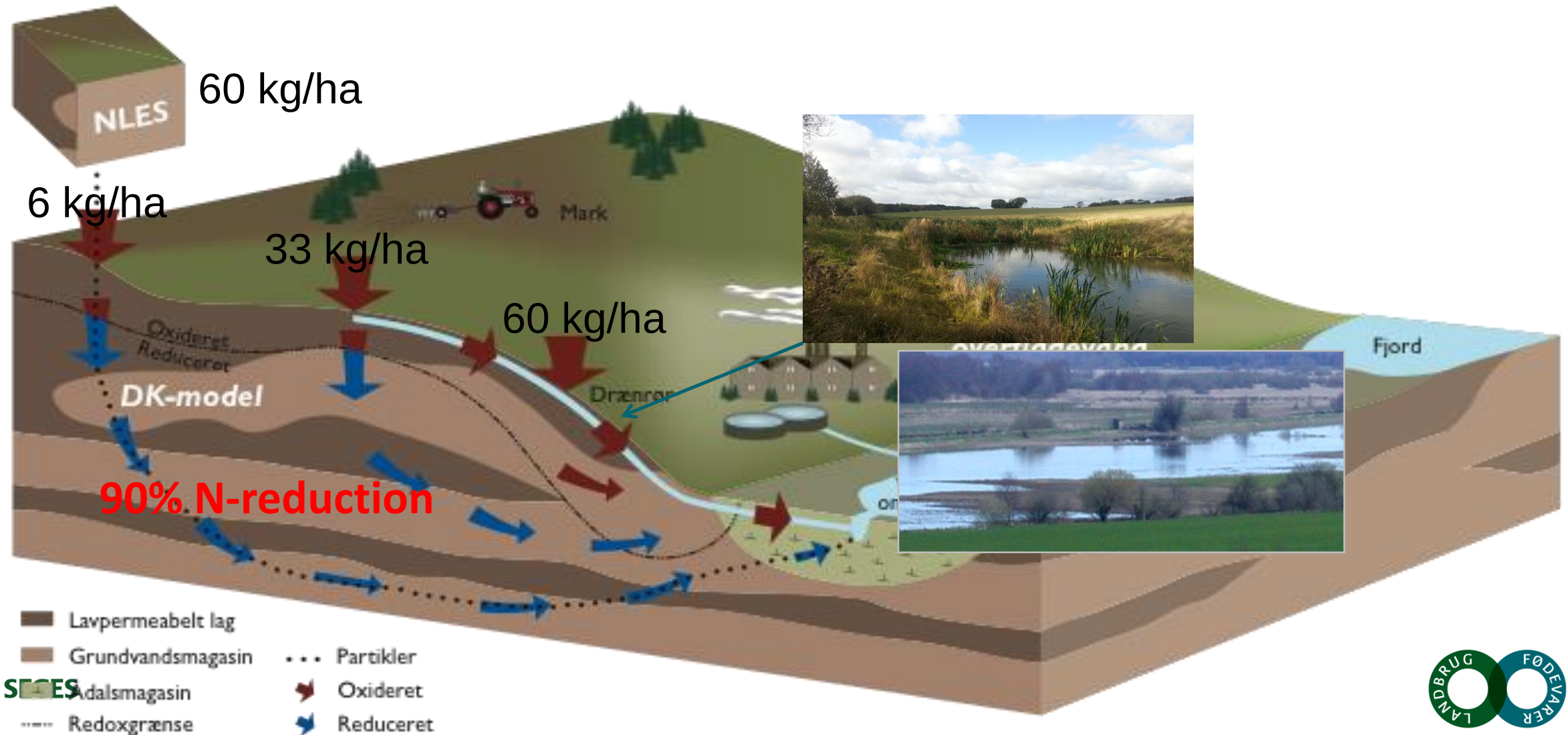
- Minivådområder - nationalt godkendt virkemiddel
- Konstruktion og udformning følger teknisk vejledning fra AU
 - Krav jf. bekendtgørelsen for minivådområde, LBST
- Landbrugsstyrelsen kontrolmyndighed



Overvejelser - spørgsmål

- Konstruktion og dimensionering
 - Konstruktionsdetaljer
 - Beplantning
 - Vedligeholdelse
- Afledte effekter
 - Ilt (BI_5)
 - Temperatur
 - Vandføring
- Placering i landskabet
 - Udpegningskort
 - Omkostningseffektivitet

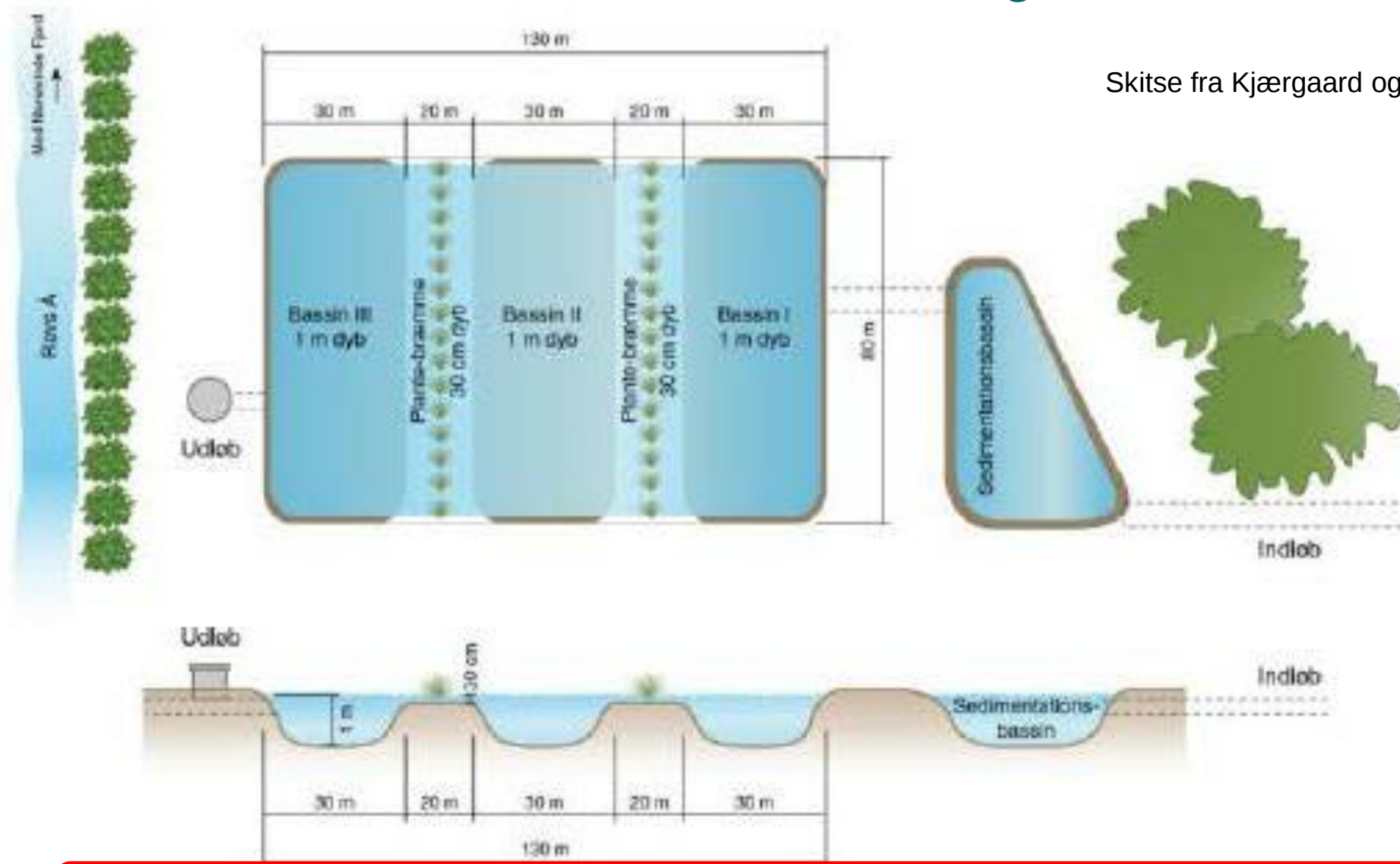
Drænvirkemidler som en del af den målrettede virkemiddelsindsats



I. Konstruktion og dimensionering af minivådområder

Minivådområde med overfladestrømning

Skitse fra Kjærgaard og Hoffmann, 2013

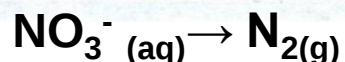
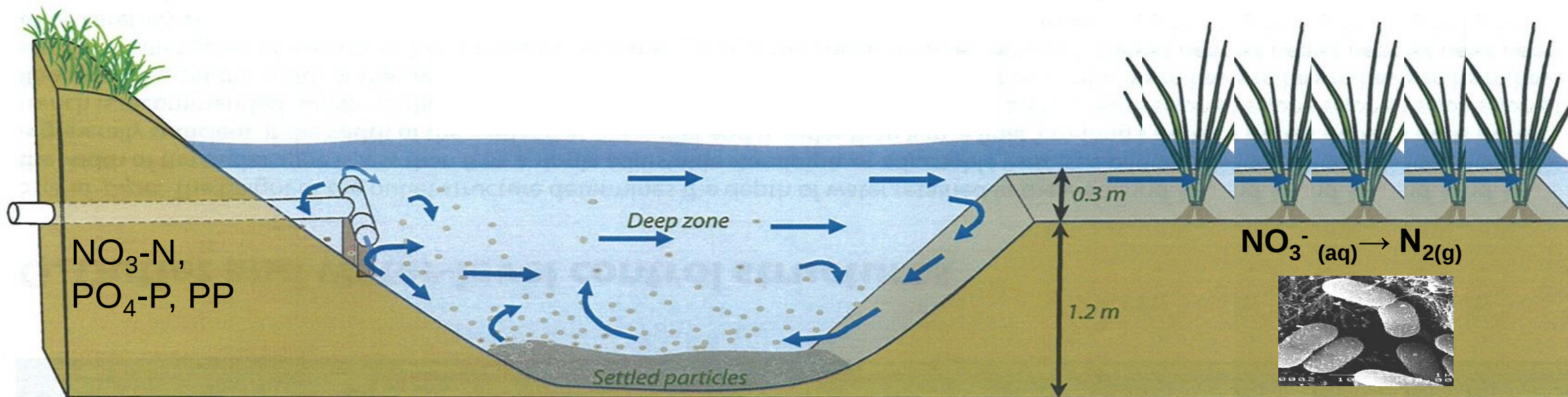


Minivådområder skal konstrueres så funktionen optimeres

- Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) fjernes vha bakterier i sedimentet
- Fosfor fjernes ved sedimentation af partikelbundet P samt ved binding til sediment

Konstruktionen bør sikre:

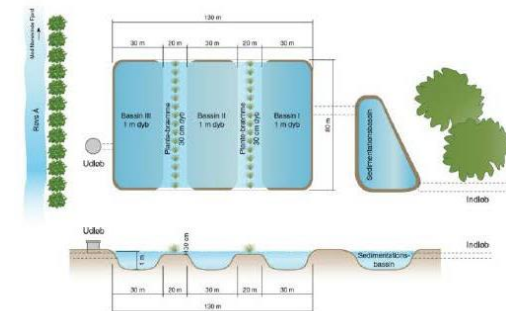
- Maksimal hydraulisk opholdstid -> volumen og hydraulisk effektivitet (hele vandvolumenet bruges)
- Maksimal vertikal opblanding (nitrat fjernes i bundsedimentet)
- Planter leverer kulstof og filtrerer (partikulært-P)



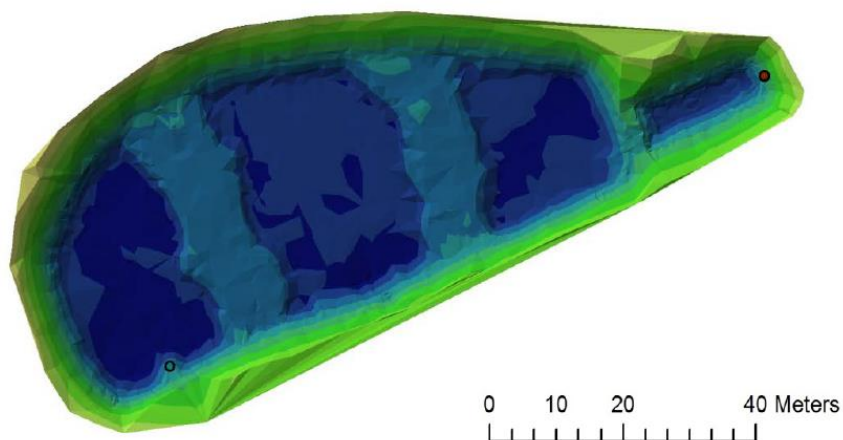
Krav til udformningen jf. bekendtgørelsen

Konstruktionsdetaljer

- Længde:bredde forholdet bør være mellem 3:1 til 7:1
- Arealforholdet mellem dybe og lavvandede zoner bør være mellem 1,5:1 og 2:1
- Dybe zoner skal etableres med en dybde på 0,85-1,15 m
- Lavvandede vegetationszoner skal etableres med en dybde på 0,25-0,4 m
- Skråningsanlæg jf. regler, anbefales opbygget med lav hældning (-> øger sedimentoverfladen)

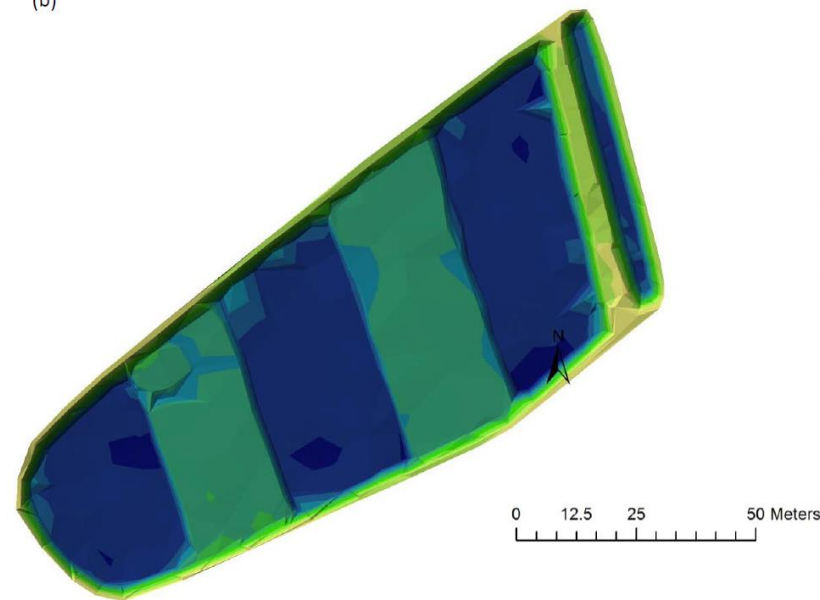


(a)

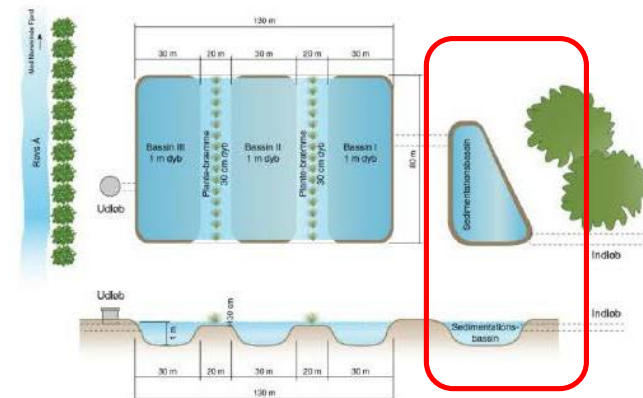


SEGES

(b)



Sedimentationsbassinet



1. Sedimentationsbassinet etableres med én vanddybde på 0.8-1 m.
2. Overfladearealet af vandspejlet i sedimentationsbassinet anbefales til 5-10% af det samlede minivådområdeareal.
3. Dræntilløbet til minivådområdet kan etableres via en fordelerbrønd i hoveddrænet, hvor det oprindelige hoveddræn bevares som nødoverløb, der kan benyttes i forbindelse med en eventuel oprensning af minivådområdet.
4. Faldhøjden på drænindløbet etableres så der ikke staves vand bagud i drænsystemet. Drænindløbet kan etableres som fritløbende dræn. Dette vil være en fordel i tilfælde, hvor der ønskes prøvetagning. Sedimentationsbassinet skal etableres, så der er mulighed for oprensning af sediment i forbindelse med vedligeholdelse.

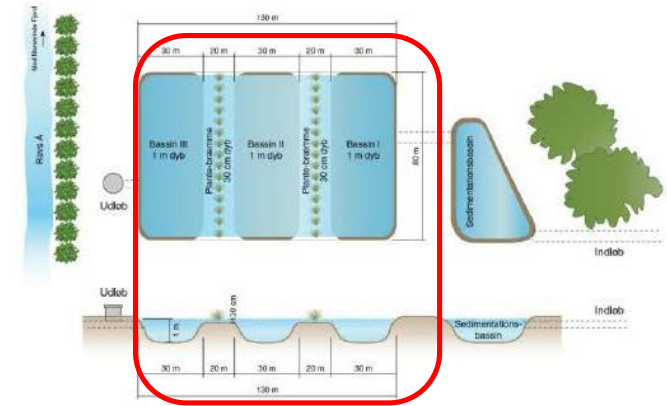
Vådområde med dybe og lavvandede zoner

Lermembran

- Bassinet må ikke drænes tørt i sommer halvåret
- Bassinet skal hindre grundvandsindtrængning
- Ingen krav om lermembran ved lerindhold $\geq 12\%$
- Ved lerindhold $< 12\%$ anbefales altid lermembran på 0,05-0,1 m tykkelse

Beplantning

- Planter er afgørende for kvælstofeffekten (kulstof til bakterier) – ikke krav til plantetype (dog ikke invasive arter)
- Et tyndt lag muldjord (0,05 m) kan evt udlægges på de lavvandede zoner
- Det anbefales at de lavvandede zoner beplantes, men ikke et krav til anlæg



Etablering af indløb fra sedimentationsbassin til vådområde

Uhensigtsmæssig placering af ind- og udløb kan bidrage til præferentielle strømningszoner, reduceret hydraulisk effektivitet og dermed en mindre renseeffekt.

12. Drænindløb fra sedimentationsbassinet skal placeres, så de bidrager til en fordeling af indløbsvandet i hele minivådområdets bredde. Der kan med fordel etableres flere rørføringer mellem sedimentationsbassin og vådområde. På basis af danske og internationale erfaringer anbefales forskellige indløbstyper afhængigt af vådområdets bredde (Tabel 2).
13. Rørdiameter på den samlede rørføring bør være identisk med eller større end hoveddrænet med henblik på at sikre tilstrækkelig hydraulisk kapacitet.

Tabel 2. Anbefaling til indløbs- og udløbsstruktur afhængigt af vådområdets bredde

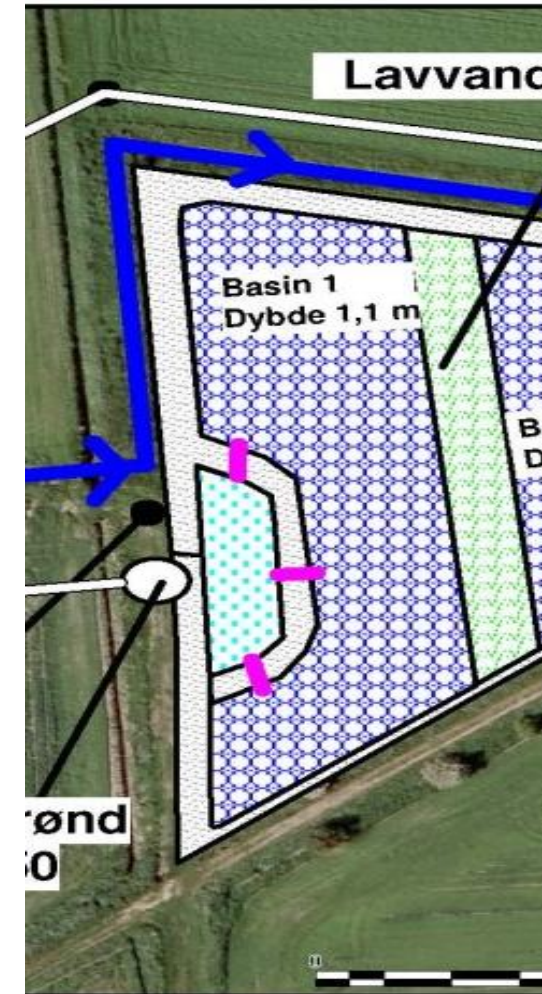
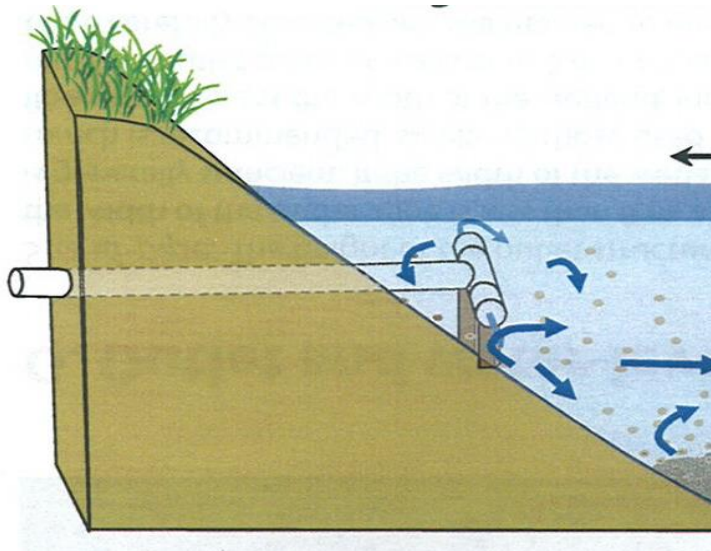
Vådområde bredde	Indløbstype
≤ 8 m	Beplantet bræmme eller et enkelt neddykket rør
8 - 30 m	Neddykket T-stykke eller flere neddykkede rørføringer
>30 m	Flere neddykkede rørføringer eller evt. en opdeling af vådområdet i flere enheder

Beplantet bræmme

5. Overgangen mellem sedimentationsbassin og vådområde kan etableres som enten overrisling af en beplantet bræmme (Fig. 4a,b,C), eller ved rørføring via ét eller flere rør.



Etablering af indløb fra sedimentationsbassin til vådområde



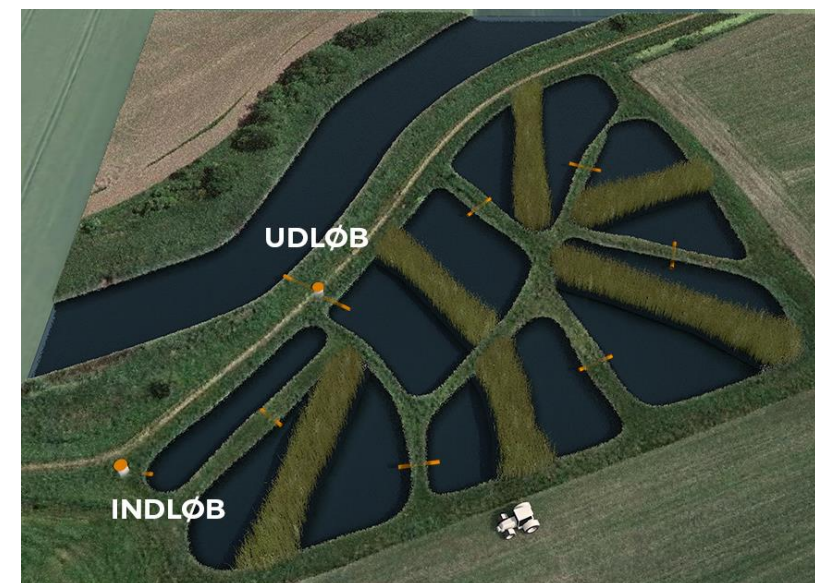
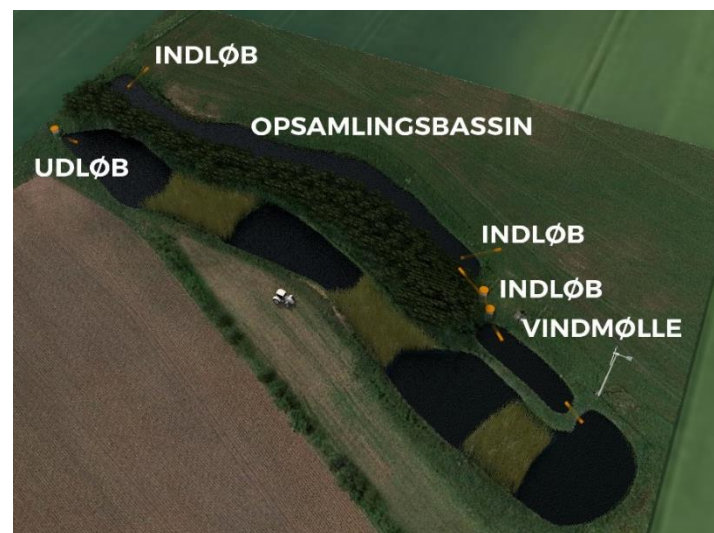
Etablering af udløb

14. Drænuddløb og vandspejlskontrol. Højden på udløbsrøret bestemmer højden på vandspejlet i vådområdet. Drænuddløb skal monteres med neddykket rør eller T-stykke med henblik på at undgå afstrømning af grøde og algebiomasse (Tabel 2).
15. Diameter på drænuddløbet skal være samme dimension eller større end det samlede indløb til minivådområdet.
16. Under etablering af vådbundsvegetation bør vandhøjden i de lavvandede vegetationszoner i de første 6 måneder maksimalt være 0.15 m, hvorefter vandhøjden kan øges til de anbefalede 0.3 m.
17. Det kan anbefales at have et udløb med justerbar højde, der muliggør lavere vandstand under etablering af vådbundsvegetation eller sænkning af vandspejl i forbindelse med en evt. tømning/rensning af minivådområdet.

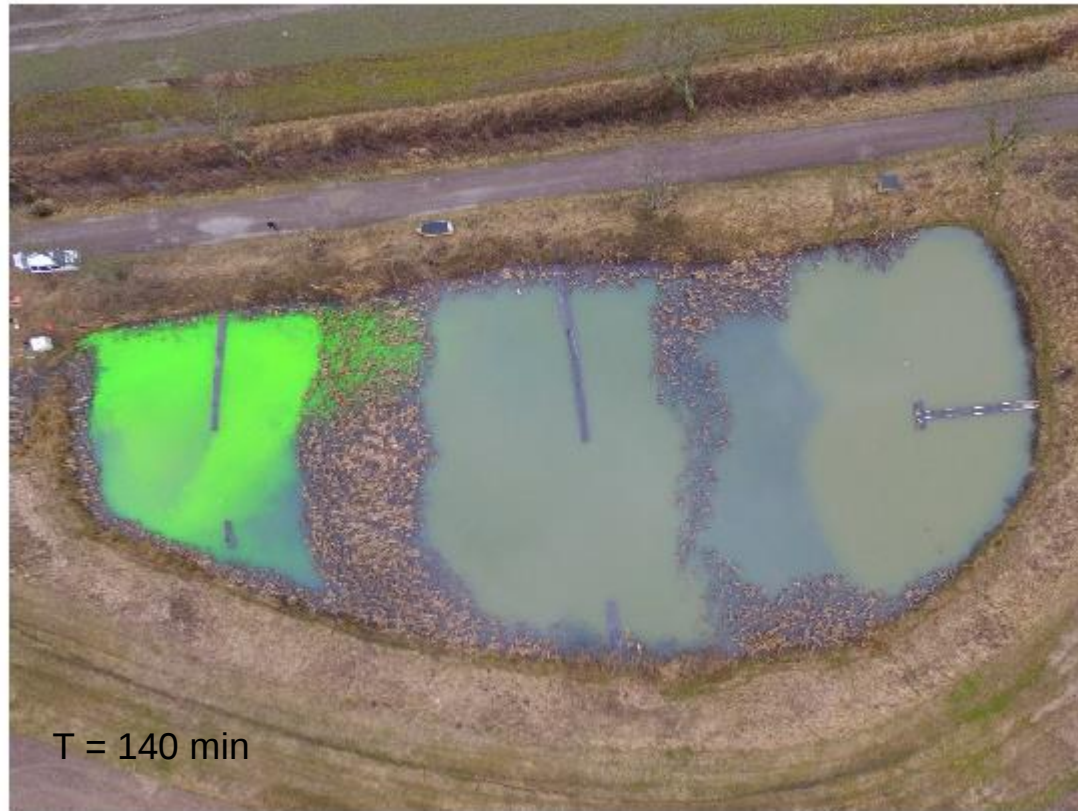
Tabel 2. Anbefaling til indløbs- og udløbsstruktur afhængigt af vådområdets bredde

Vådområde bredde	Indløbstype	Udløbstype
≤ 8 m	Beplantet bræmme eller et enkelt neddykket rør	Enkelt neddykket rør
8 - 30 m	Neddykket T-stykke eller flere neddykkede rørføringer	Neddykket T-stykke (5 m)
>30 m	Flere neddykkede rørføringer eller evt. en opdeling af vådområdet i flere enheder	Neddykket T-stykke (5 m)

Variation i udformningen af minivådområder (samme effekt)



Vigtigt: Lavvandede zoner optimerer vertikal opblanding



Farve-tracerforsøg marts 2016.

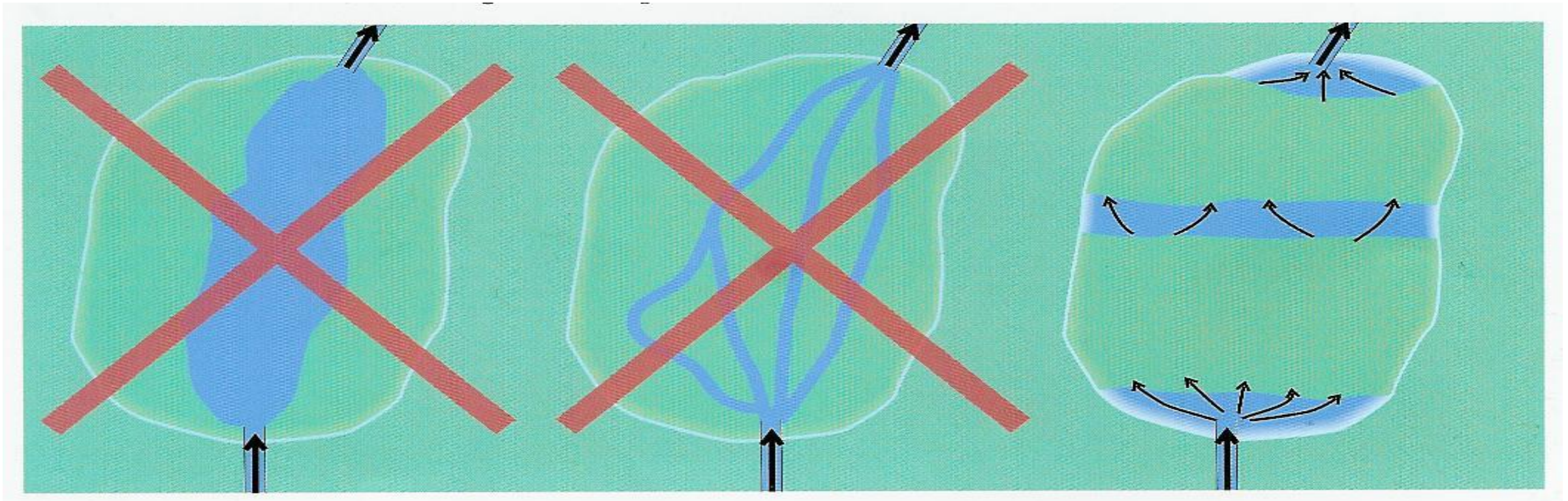


Fotos: Mathias Kusk

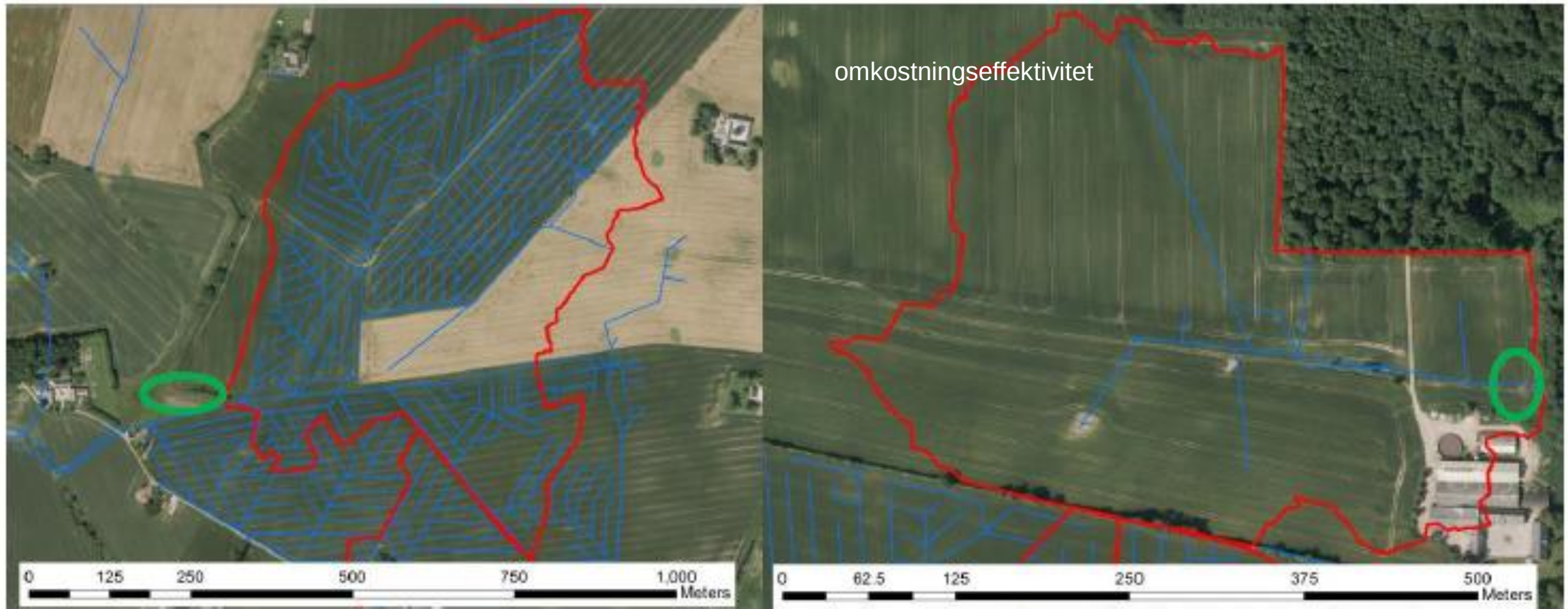
Gengivet fra: Kusk, M. 2016. Nitrat og intern hydrodynamik i et konstrueret minivådområde med overfladestrømning der modtager drænvand – en rumlig analyse. Specialeprojekt maj 2016, Aarhus Universitet. Finansieret af iDRÆN, 2011-2017, j. nr. 3405-10-0142 (<http://idraen.dk>)

Vigtigt: Beplantning og hydraulisk effektivitet

- Ingen specifikke krav til beplantning
- Krav om grødeskæring i de dybe bassiner, hvis de gror til

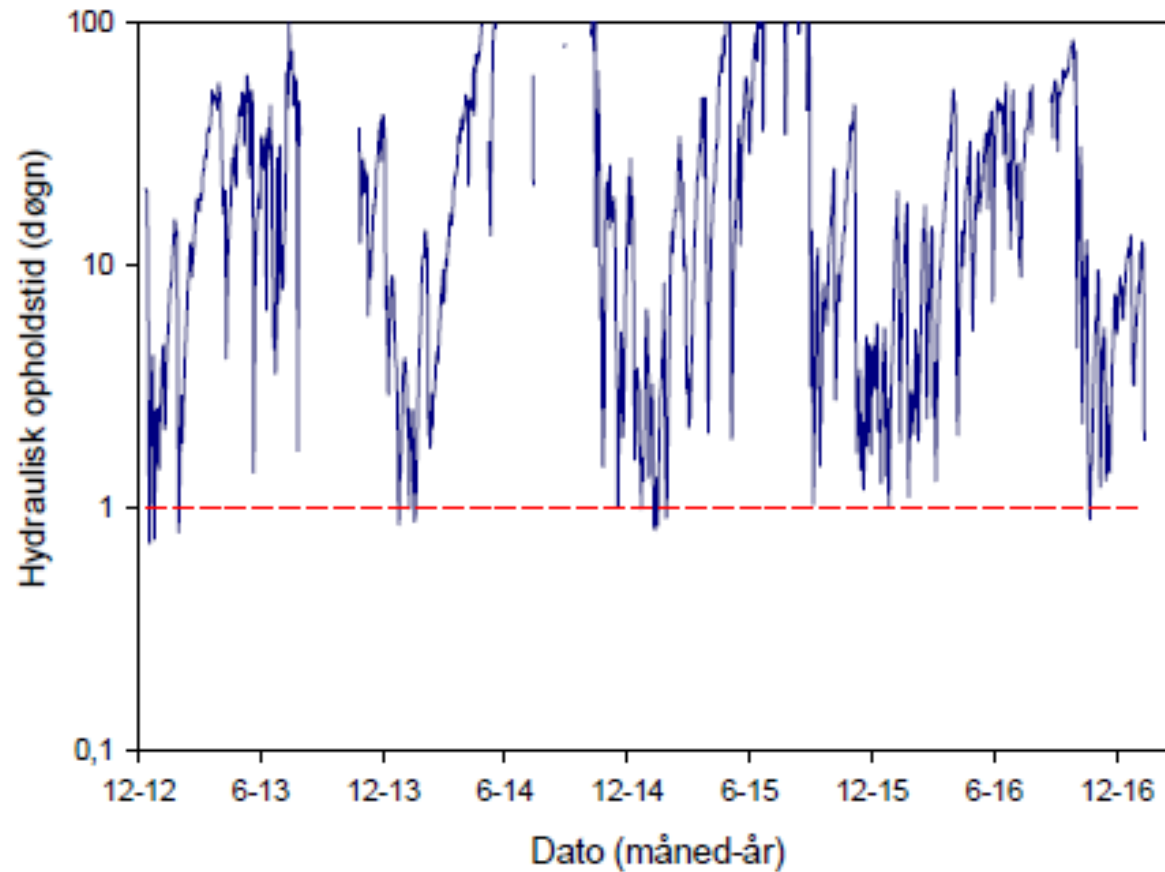


Dimensionering af minivådområde - dænoplandsafgrænsning



Figur 1. Eksempler på afgrænsning af drænopland for henholdsvis et systemdrænet drænopland (a) og et punktdrænet opland (b) (Iversen, 2016 www.idraen.dk). De grønne cirkler marker hvor der er placeret et minivådområde.

Dimensionering af minivådområde med overfladestrømning



Vandoverfladen på minivådområdet skal udgøre min. 1% af drænoplansarealet

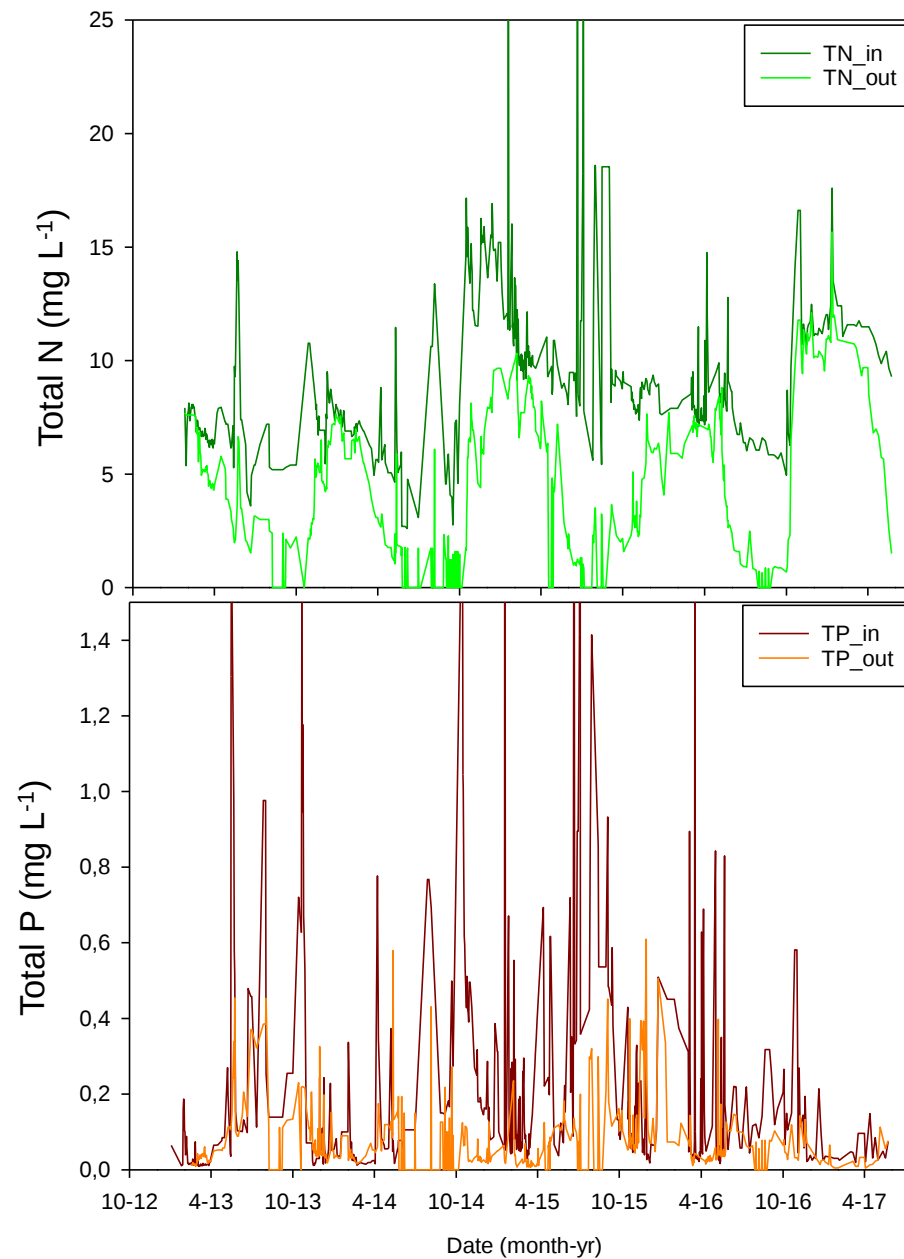
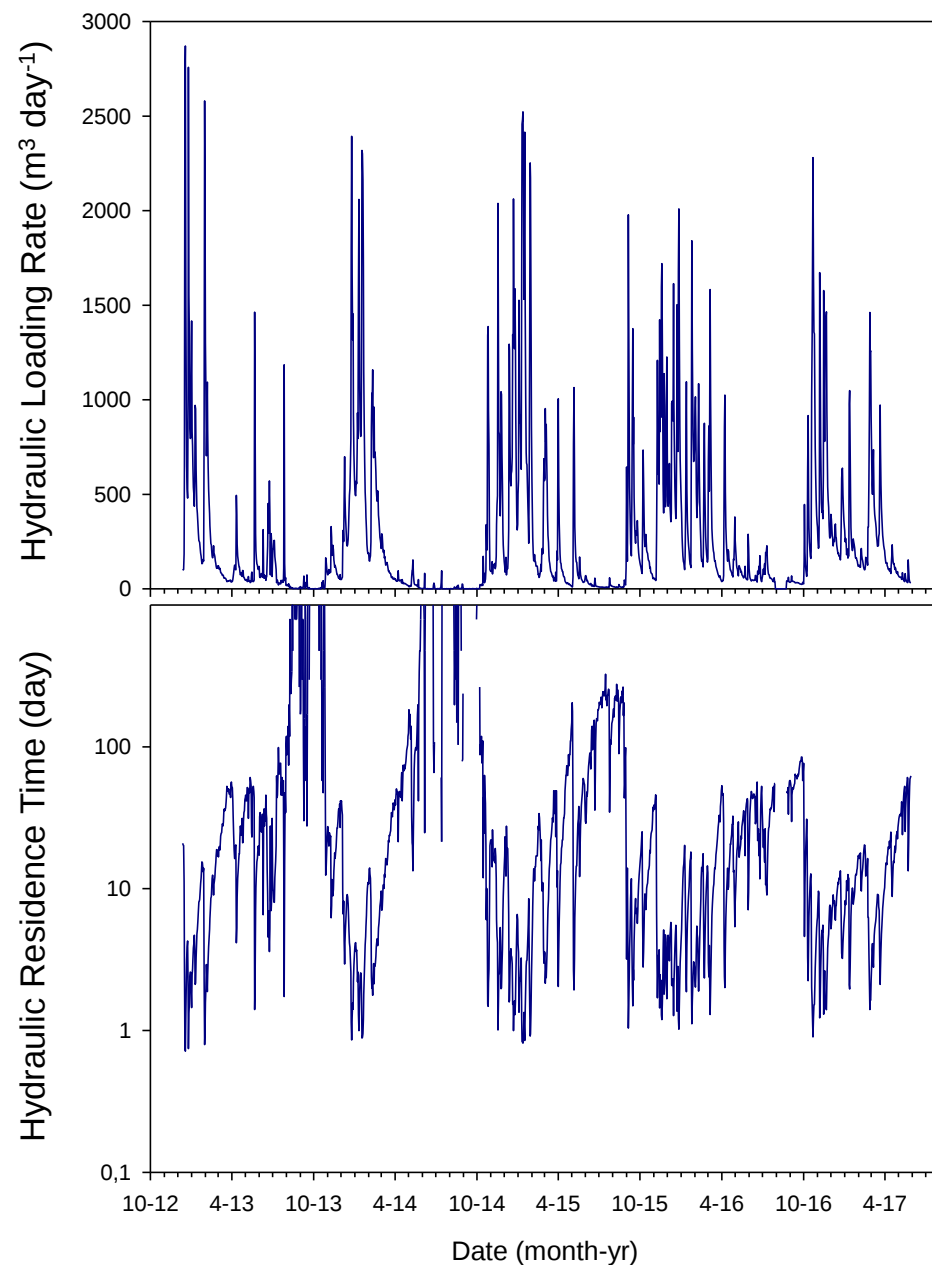
Tabel 1. Sammenhæng mellem drænoiland og minivådområdeareal.

Drænoplans areal ha	Minivådområde andel af opland %	Minivådområde overfladeareal m ²
25	1	2.500
50	1	5.000
100	1	10.000

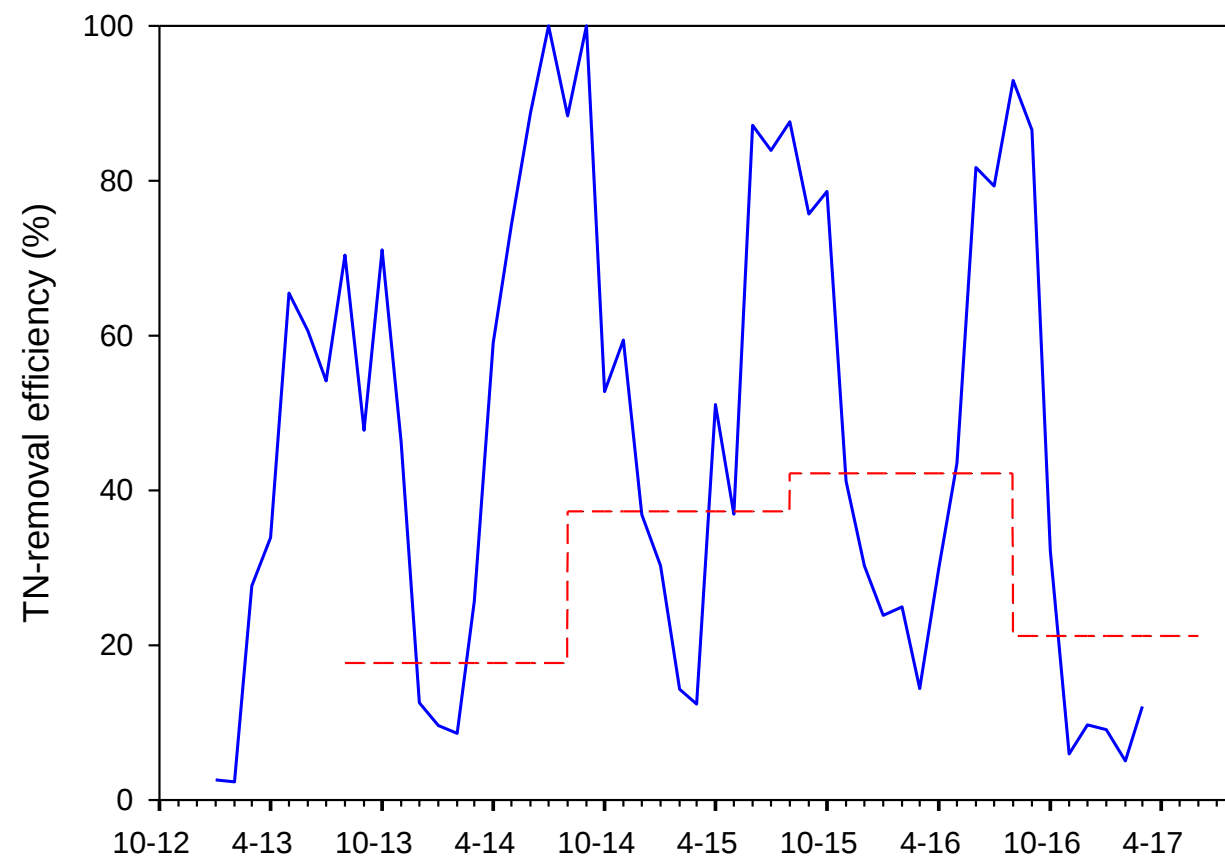
Figur 2. Eksempel på variationen i hydraulisk opholdstid (døgn) ved ét minivådområdeareal på 1% af drænoplansarealet. Den stiplede røde linje angiver den opholdstid på ét døgn (fra Kjærgaard et al., 2017).

II. Minivådområdets effekt

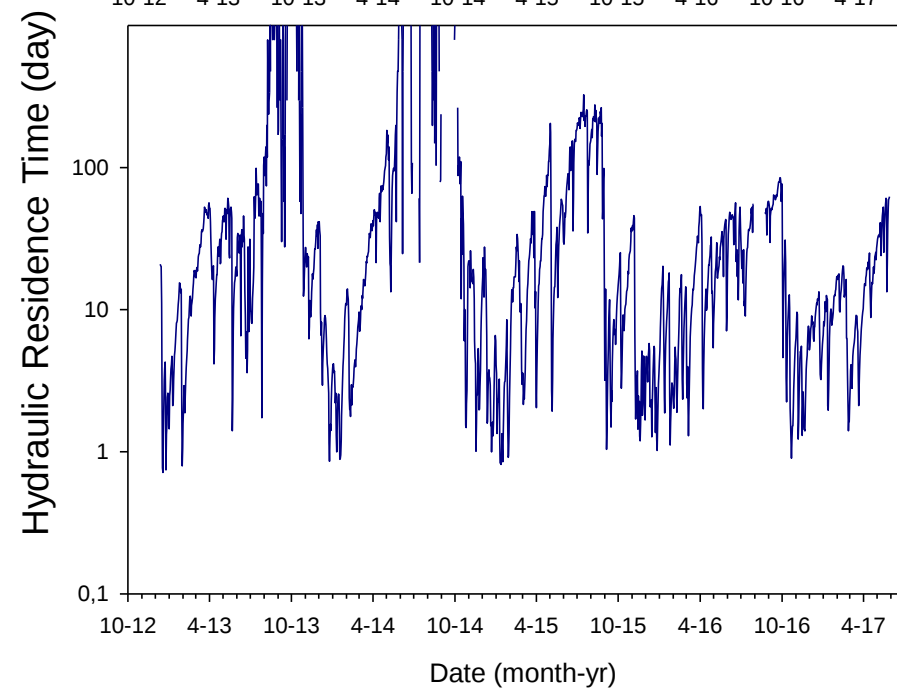
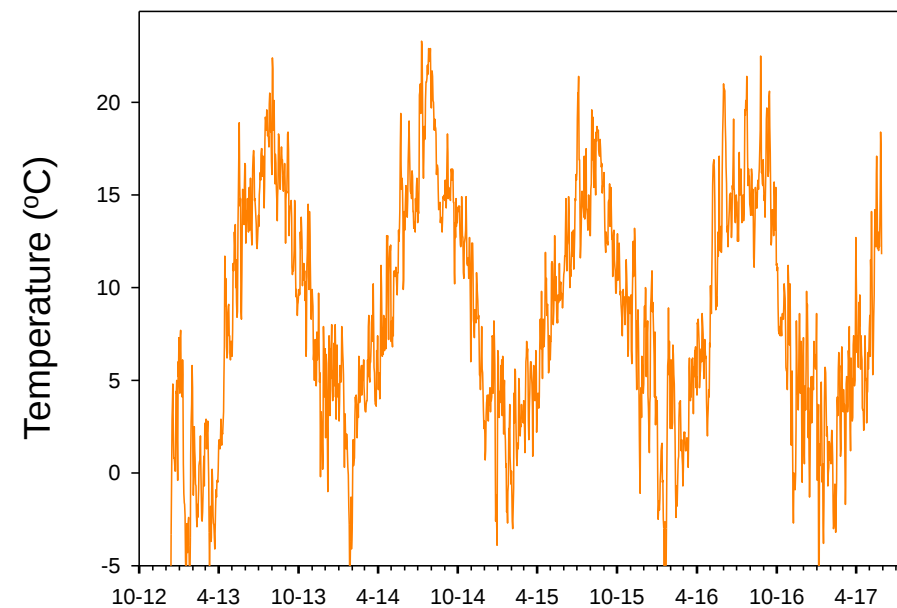
Minivådområders kvælstofeffekt



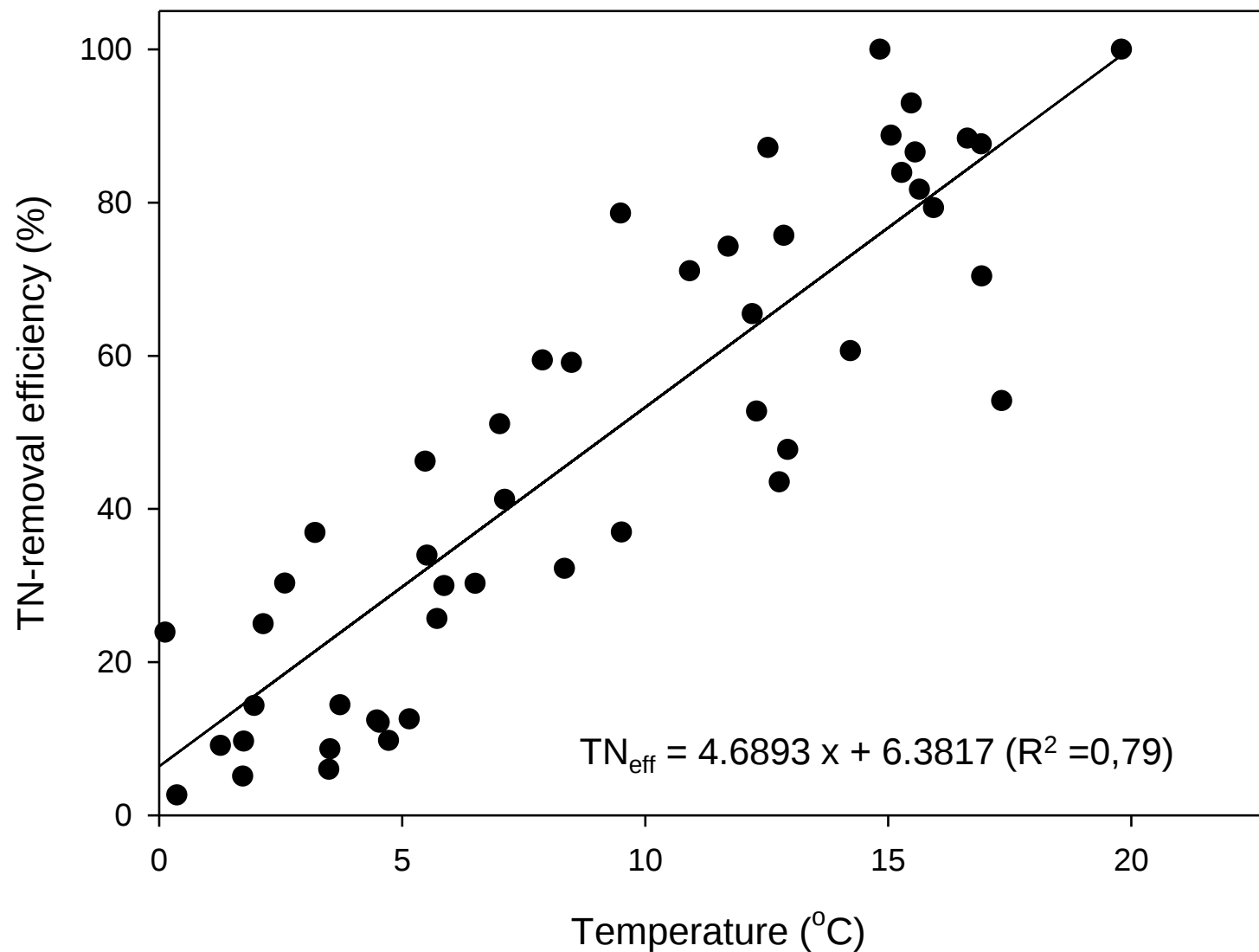
Variation i kvælstofreduktionseffektiviteten



Red dotted line is the yearly average in the four years

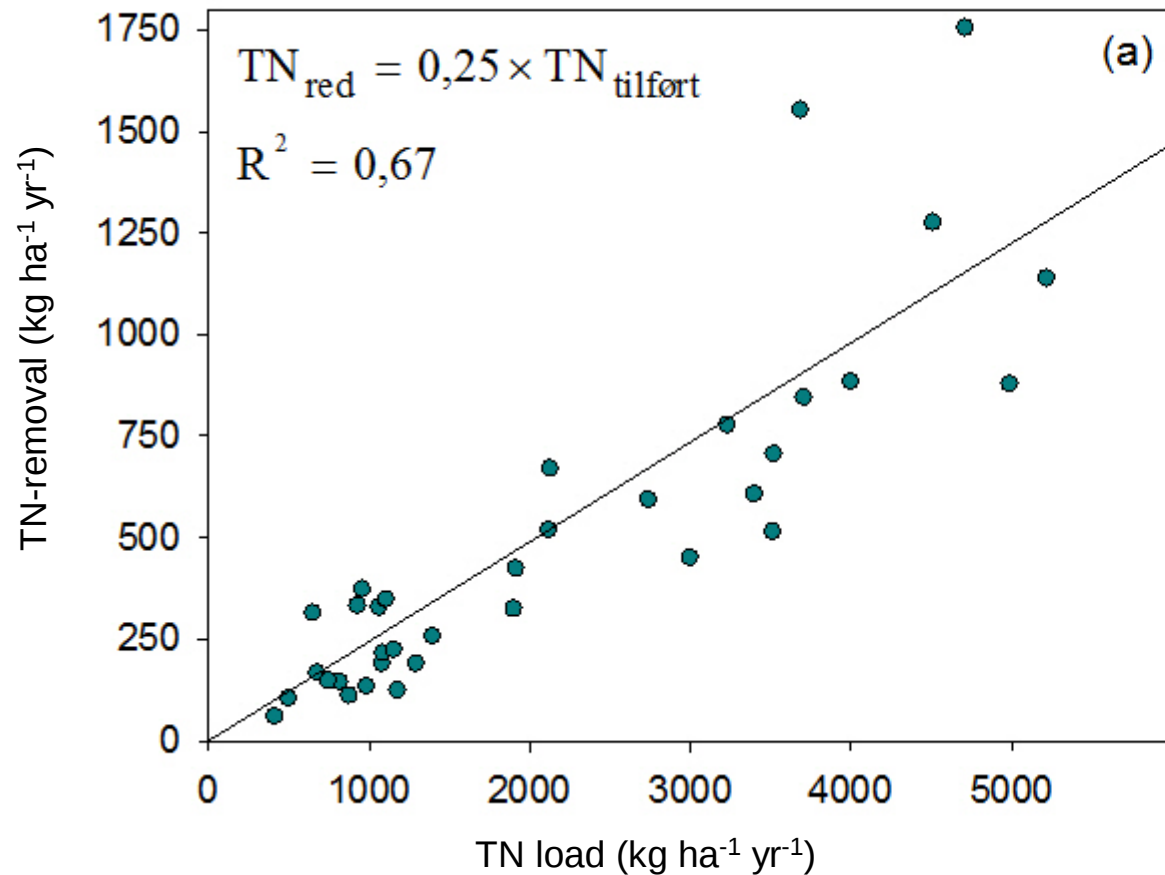


Temperatur er primær styrende parameter for N-effektiviteten

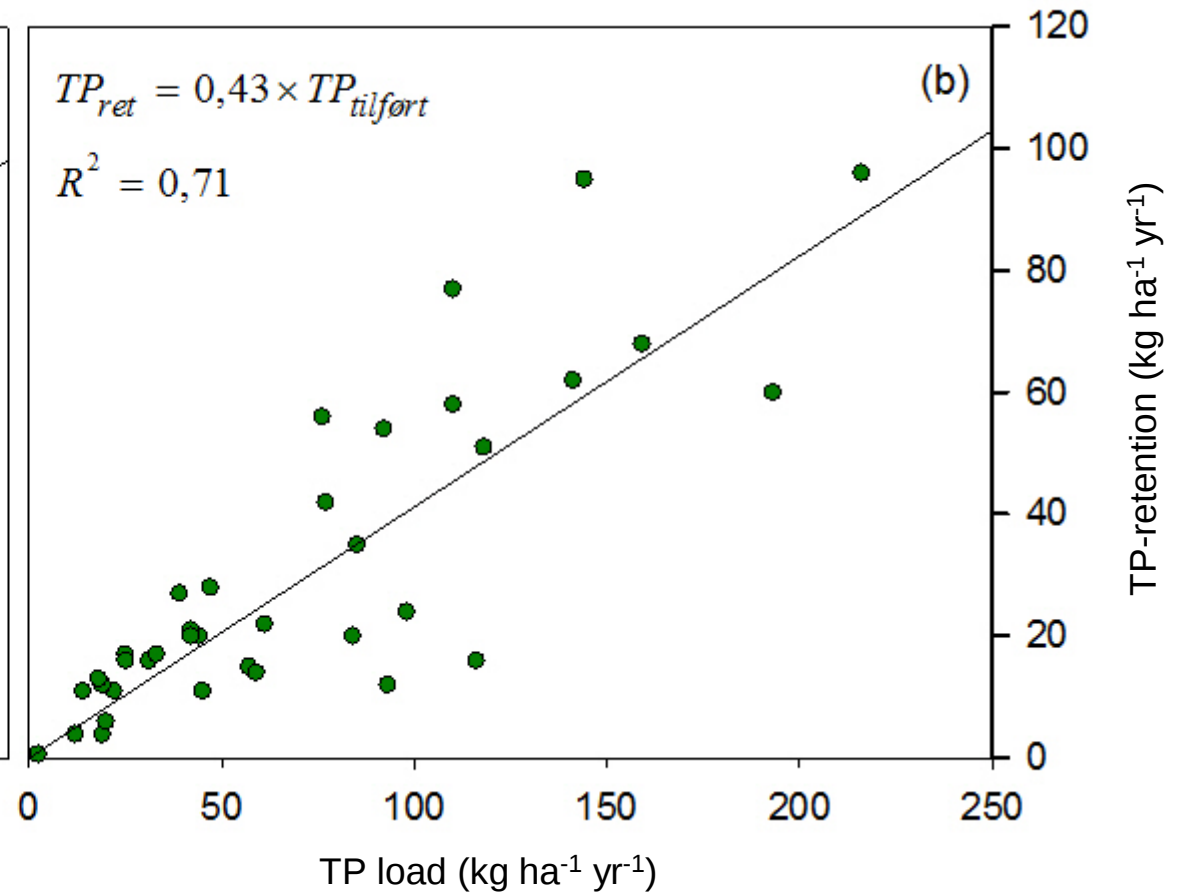


Resultater danske minivådområder (2013-2017)

TN-reduction average 25%



TP-retention average 43%

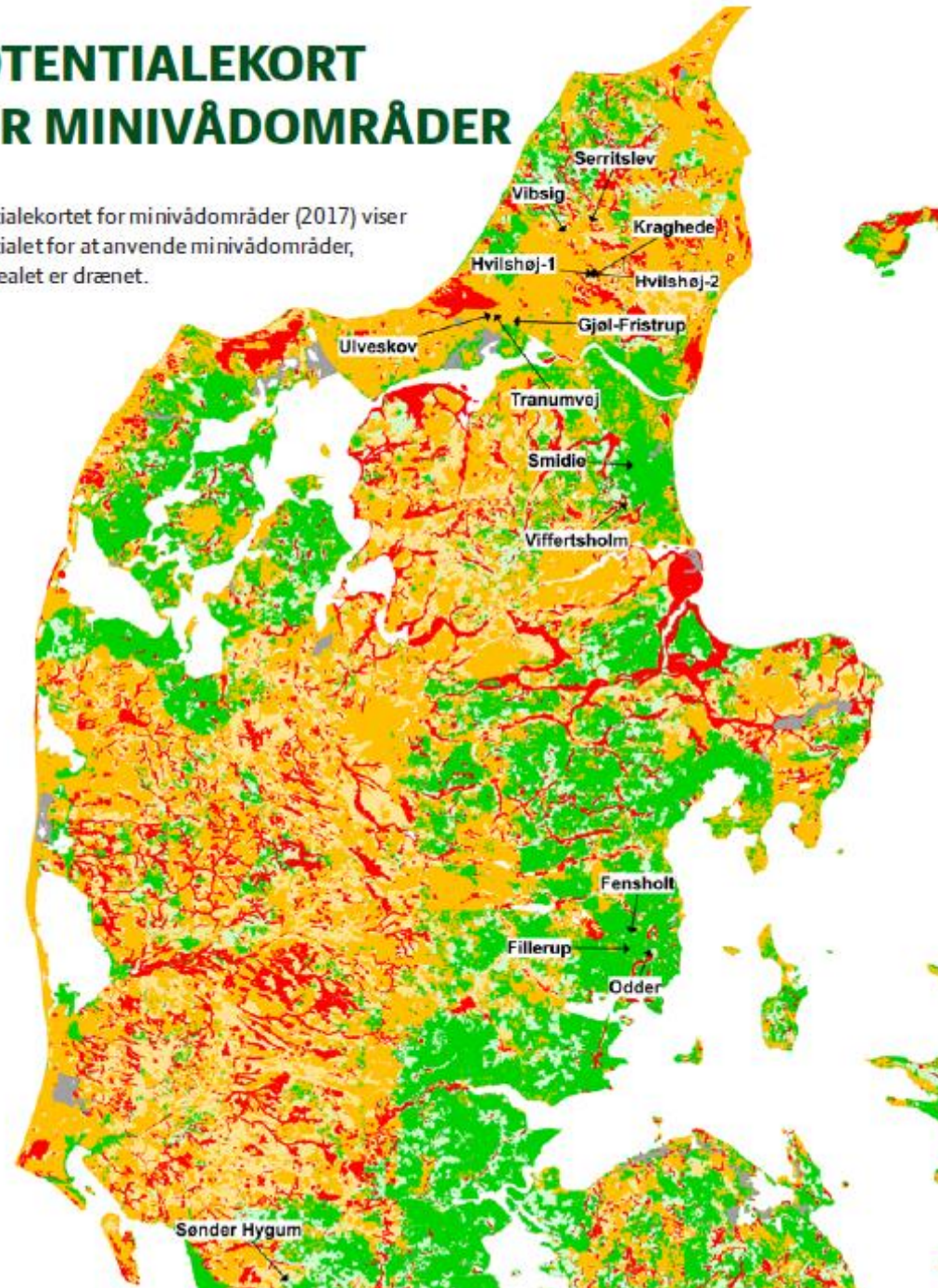


Afledte og øvrige effekter

- ☐ Vandføring – minivådområdets påvirkning
- ☐ Vandtemperatur, iltindhold, vandkemiske parametre
- ☐ Sediment transport
- ☐ Klima-sikring (udjævning af vandføringsrater ved stuvning)
- ☐ Plante og fauna-diversitet

POTENTIALEKORT FOR MINIVÅDOMRÅDER

Potentialekortet for minivådområder (2017) viser potentialet for at anvende minivådområder, hvis arealet er drænet.

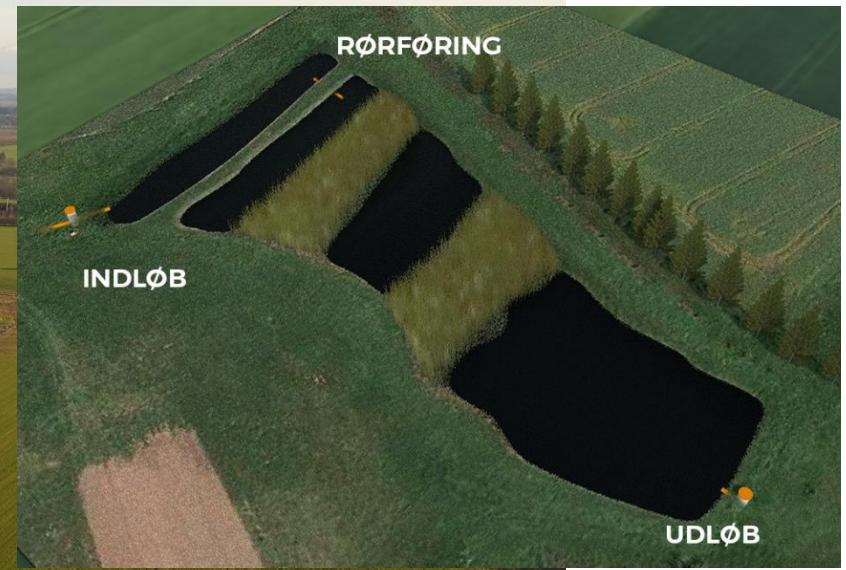


Serritslev, Limfjorden

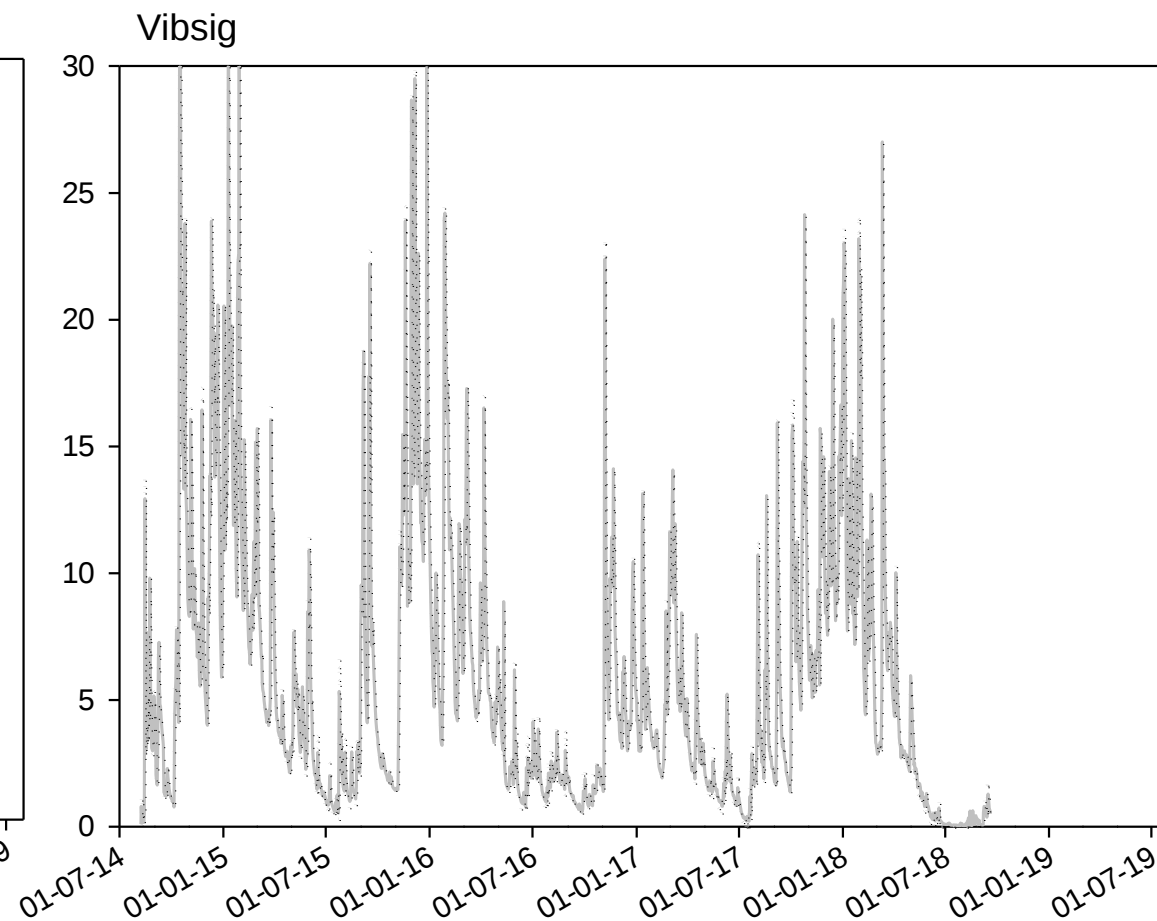
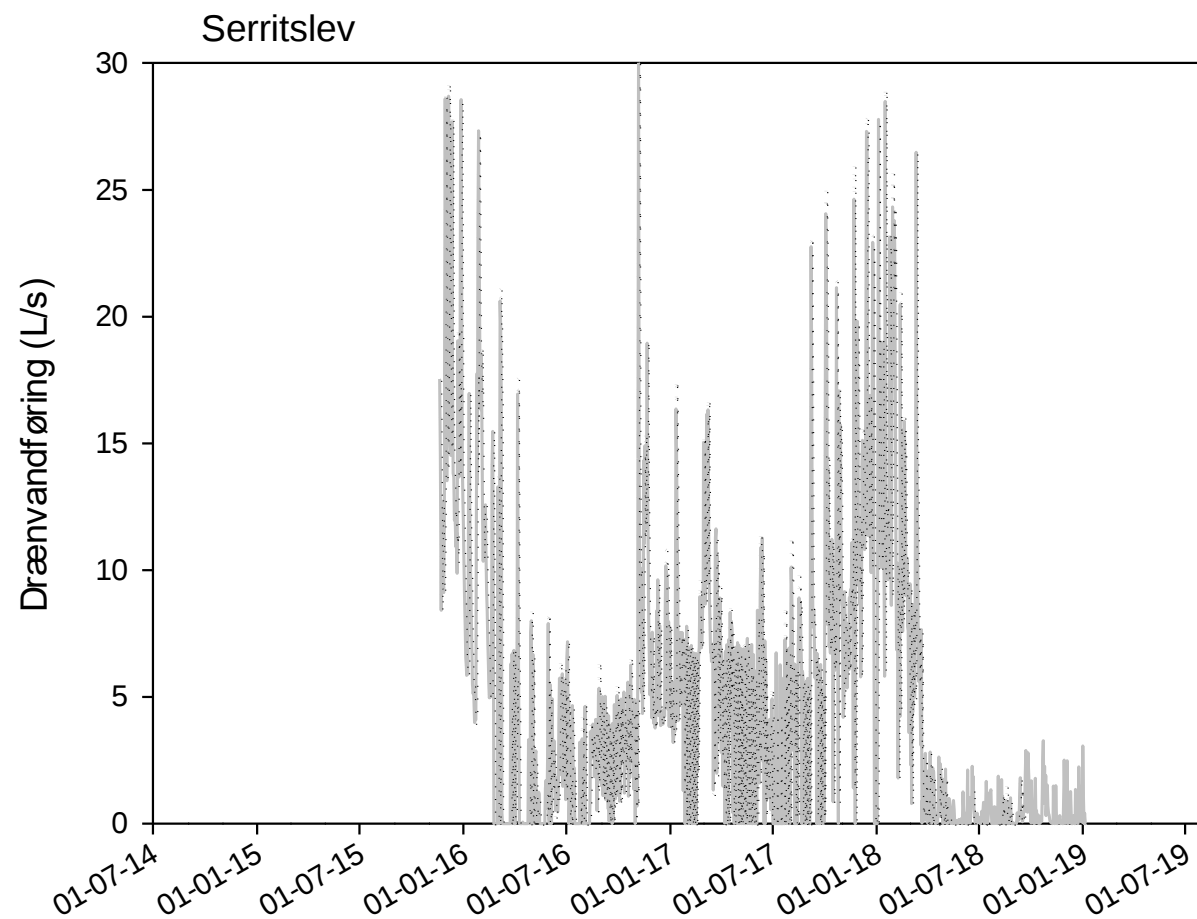


Dronefoto: SEGES

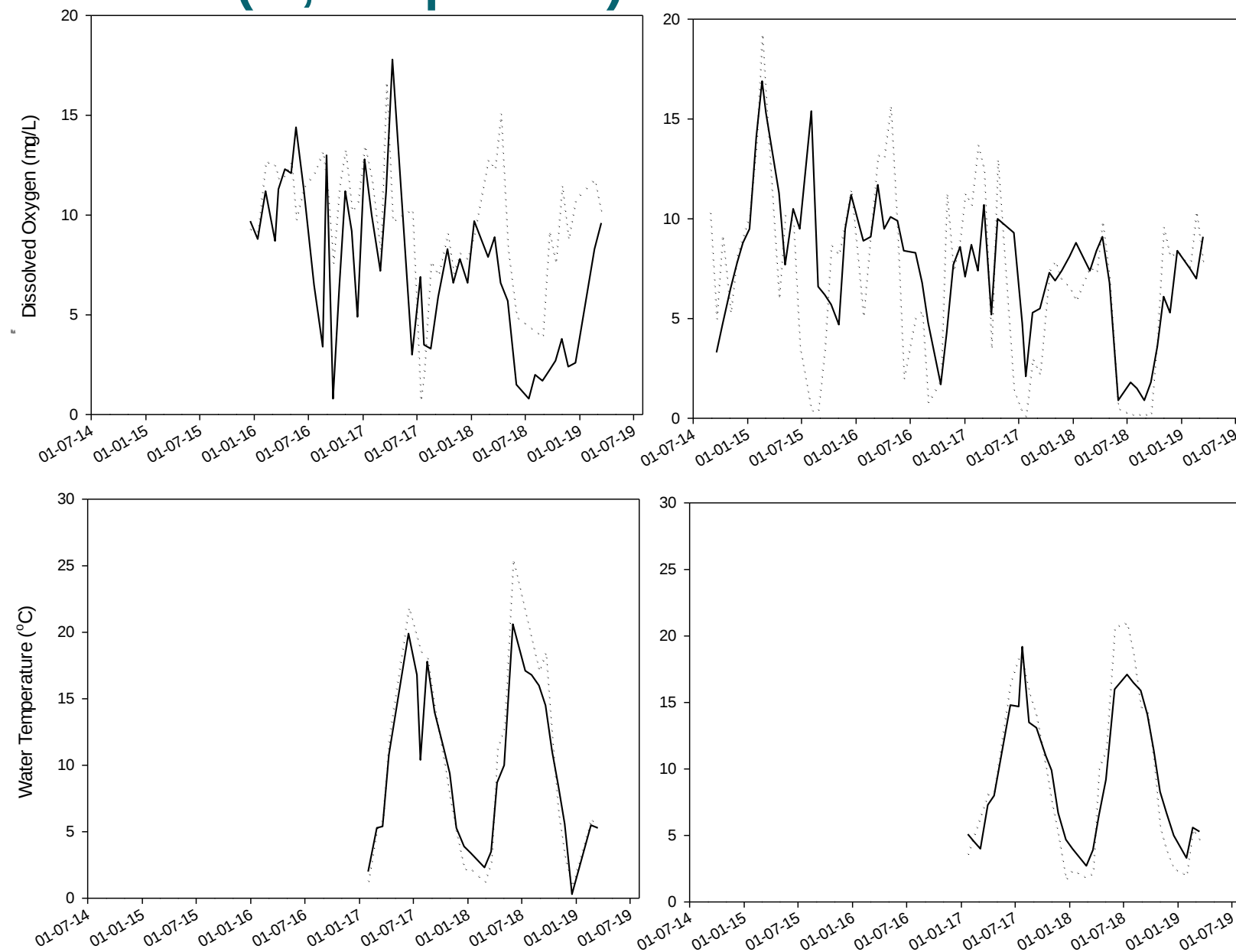
Vibsig, Limfjorden



II. Afledte effekt - vandføring

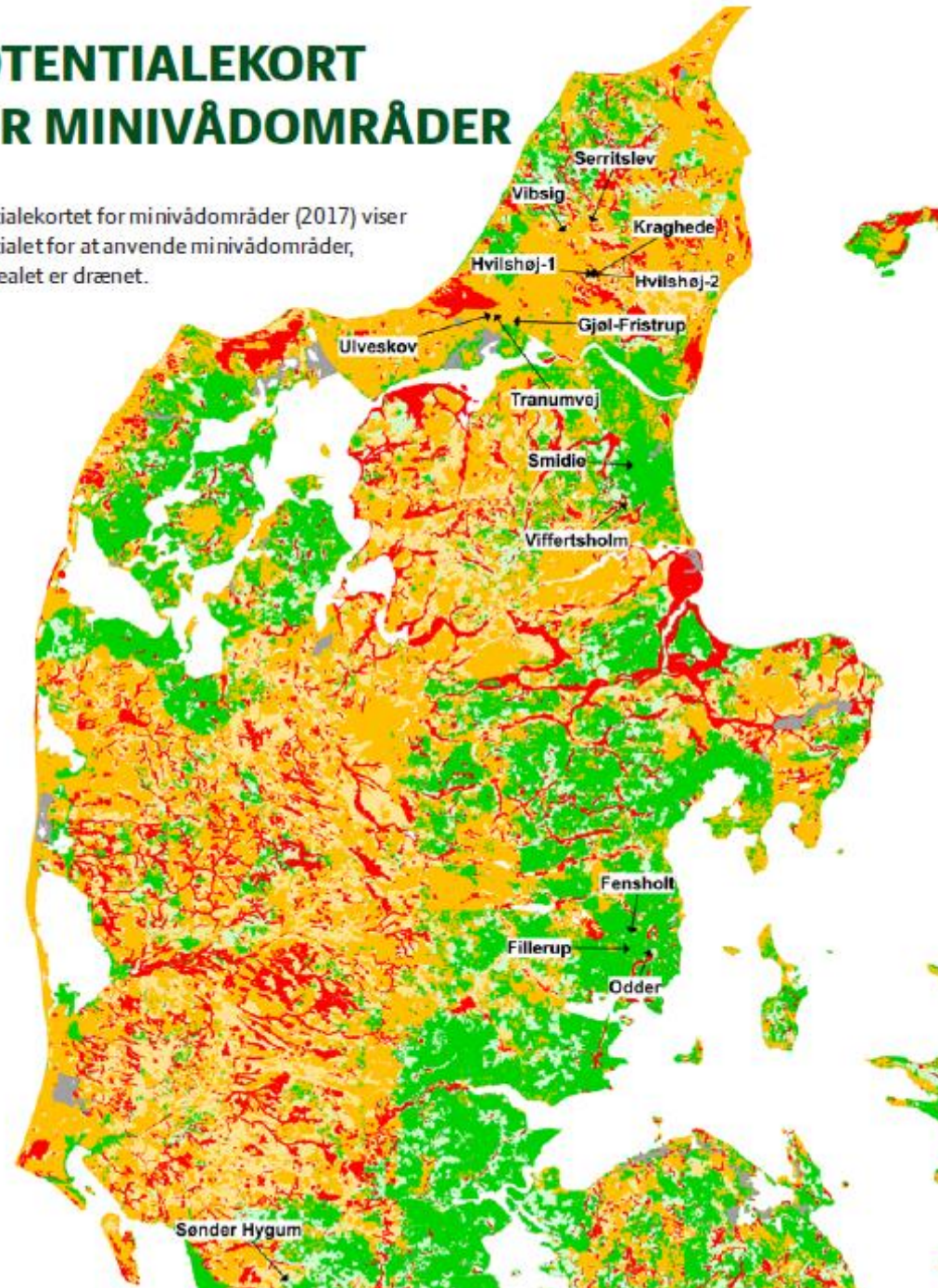


II. Afledte effekt (ilt, temperatur)



POTENTIALEKORT FOR MINIVÅDOMRÅDER

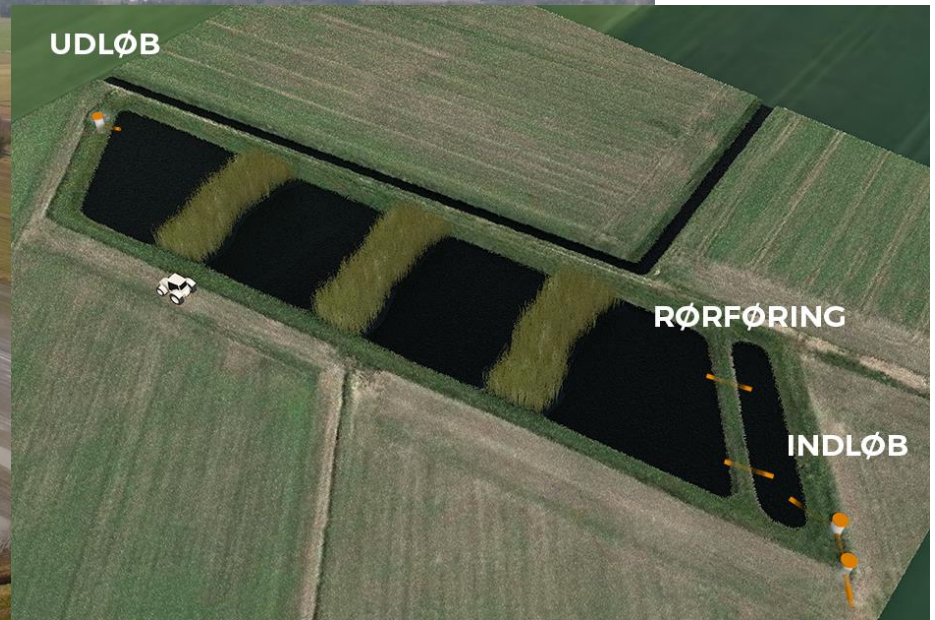
Potentialekortet for minivådområder (2017) viser potentialet for at anvende minivådområder, hvis arealet er drænet.



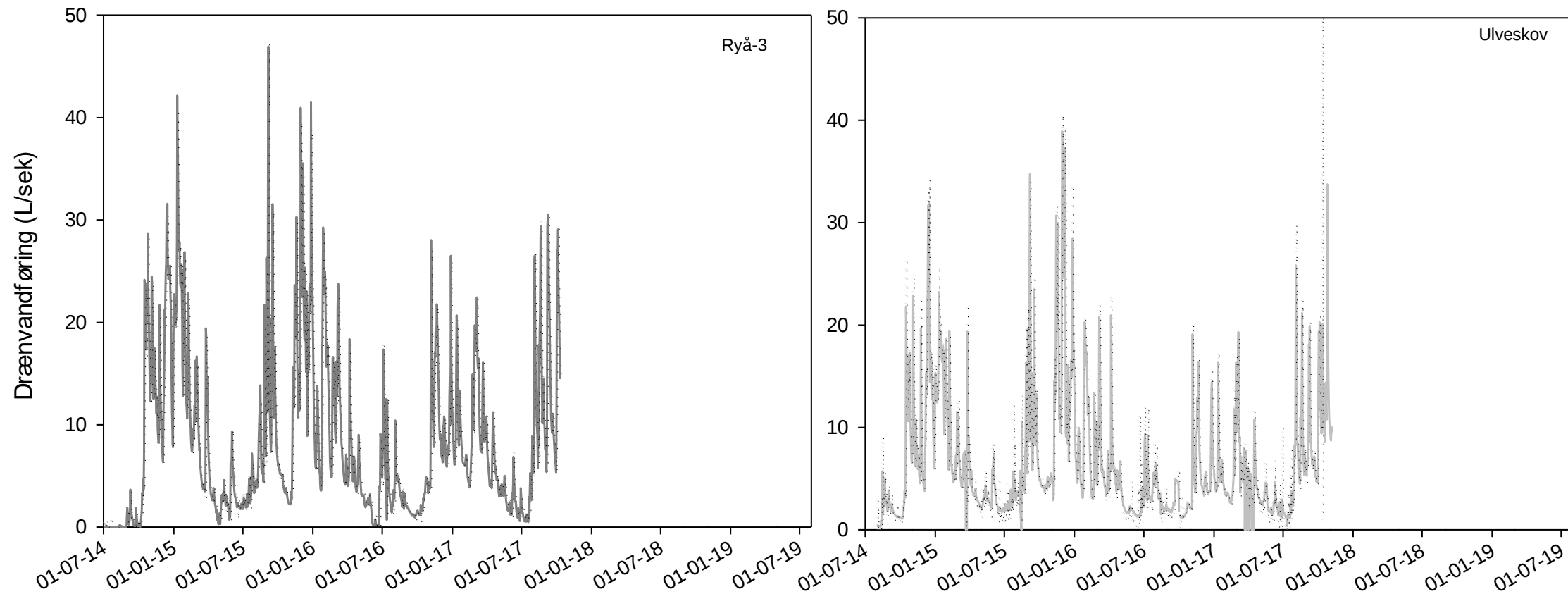
Aabybro-1, Limfjorden



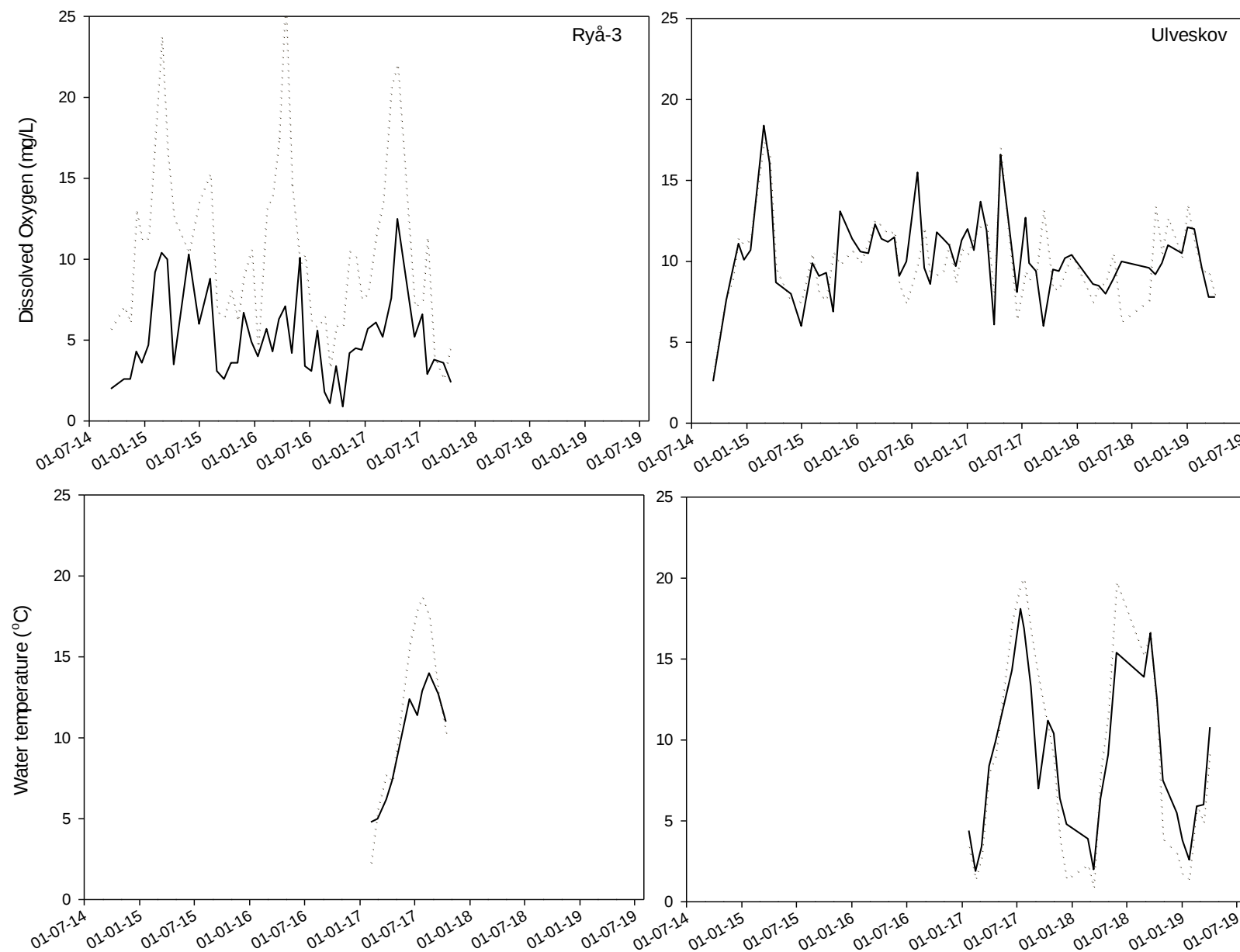
Ulveskov, Limfjorden



II. Afledte effekt - vandføring



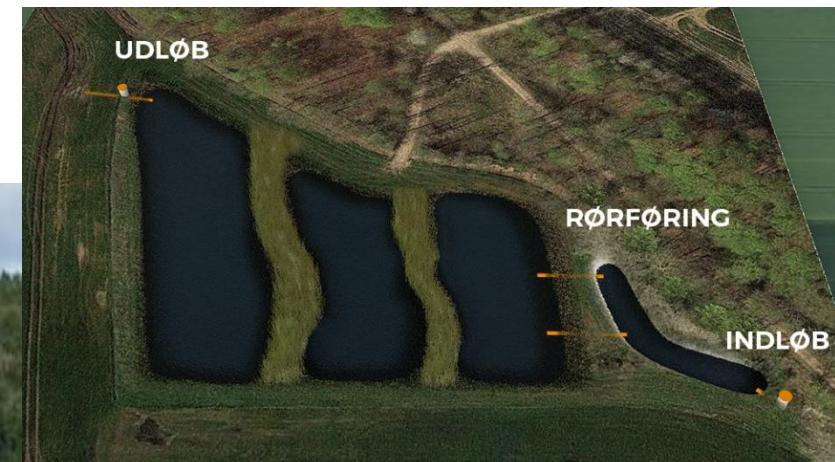
II. Afledte effekt (ilt, temperatur)



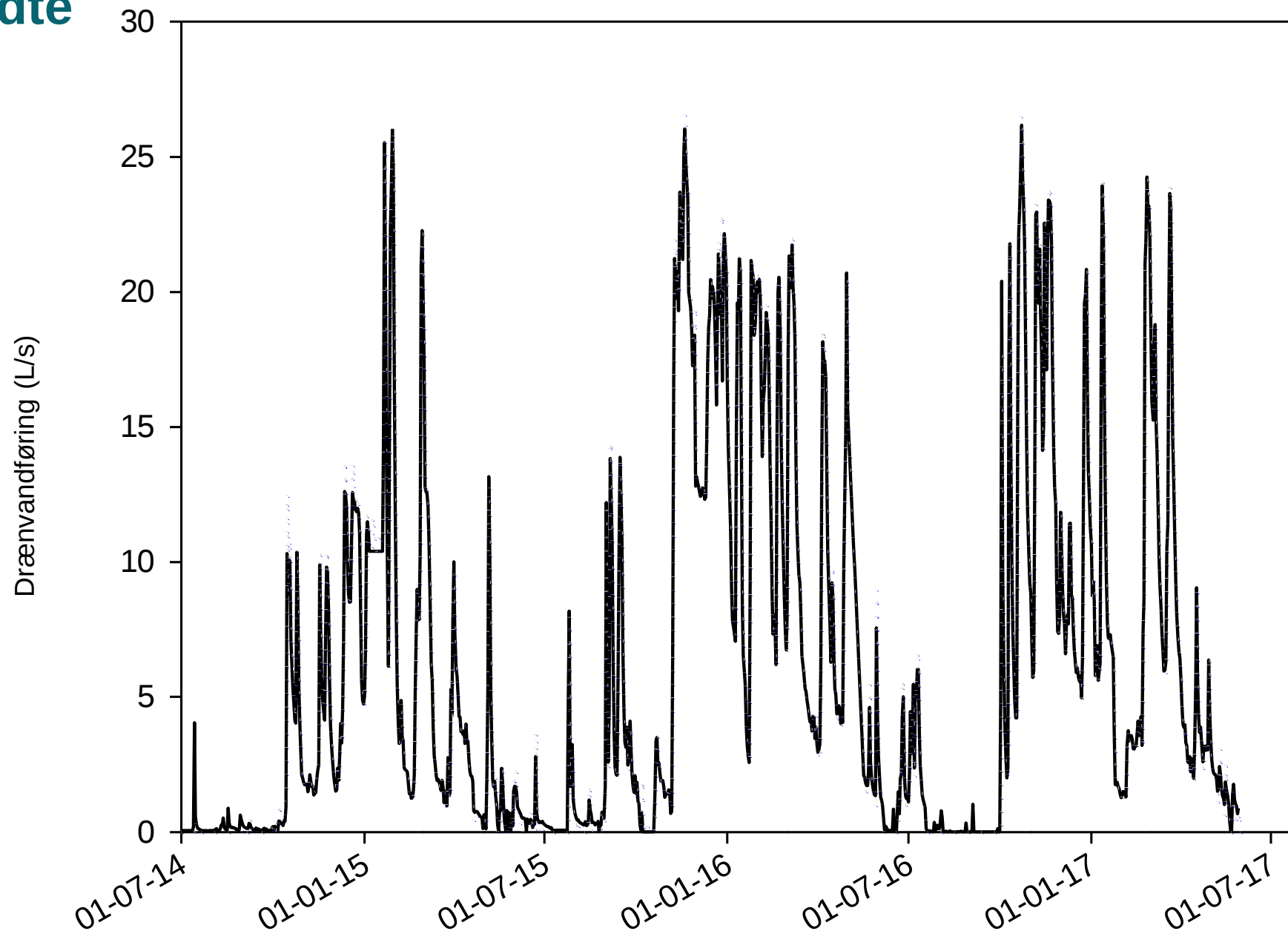
Odder, Norsminde Fjord



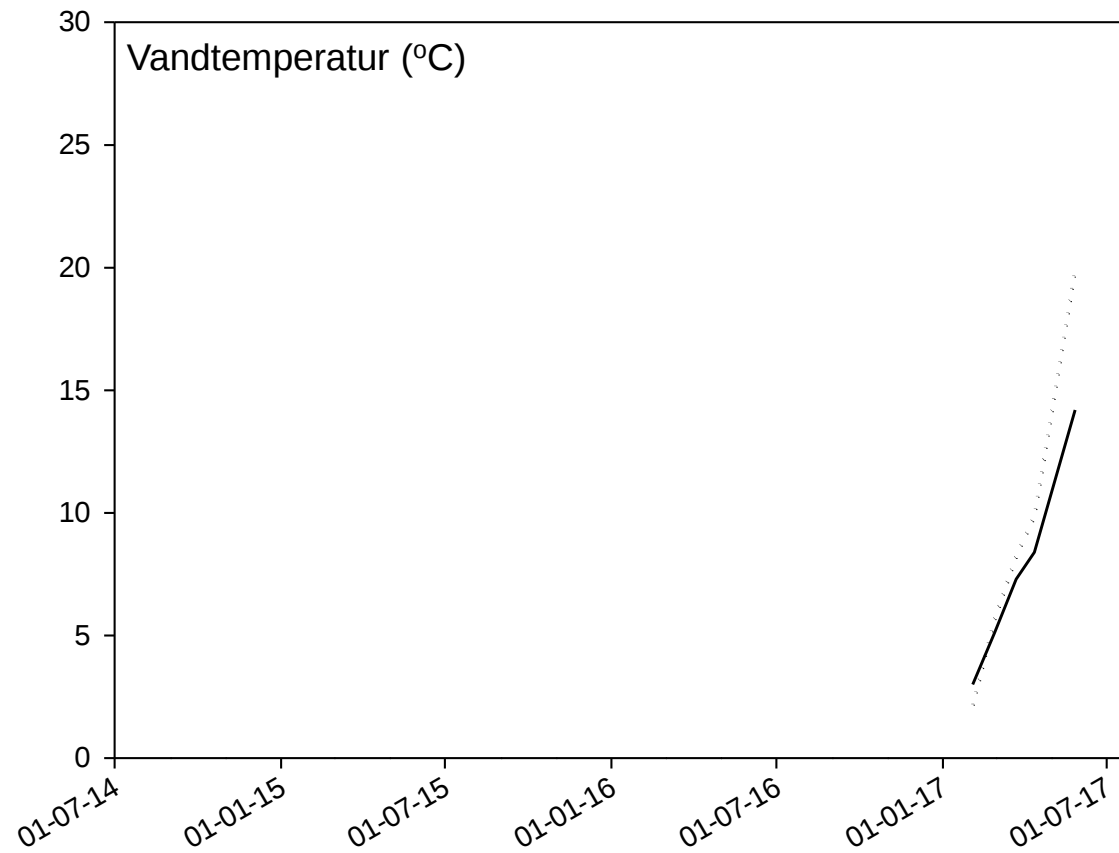
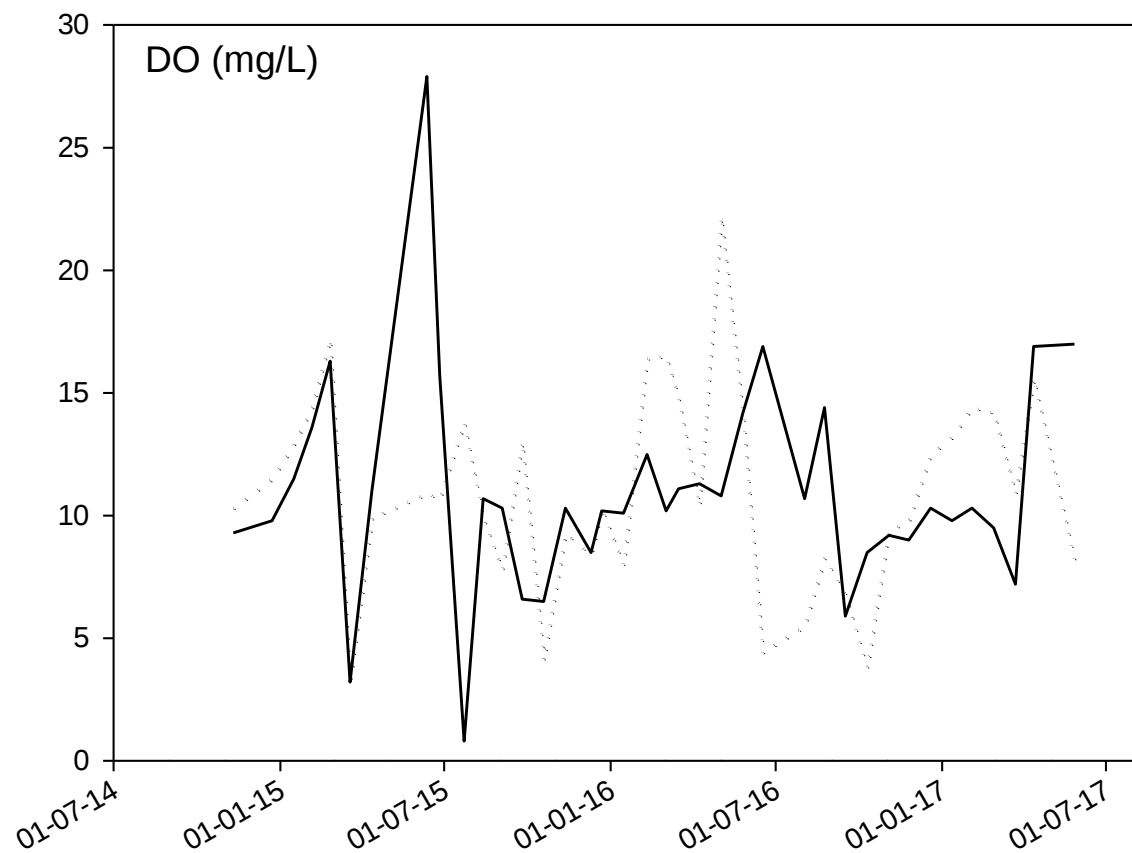
Foto: Charlotte Kjærgaard



II. Afledte



II. Afledte effekt (ilt, temperatur)

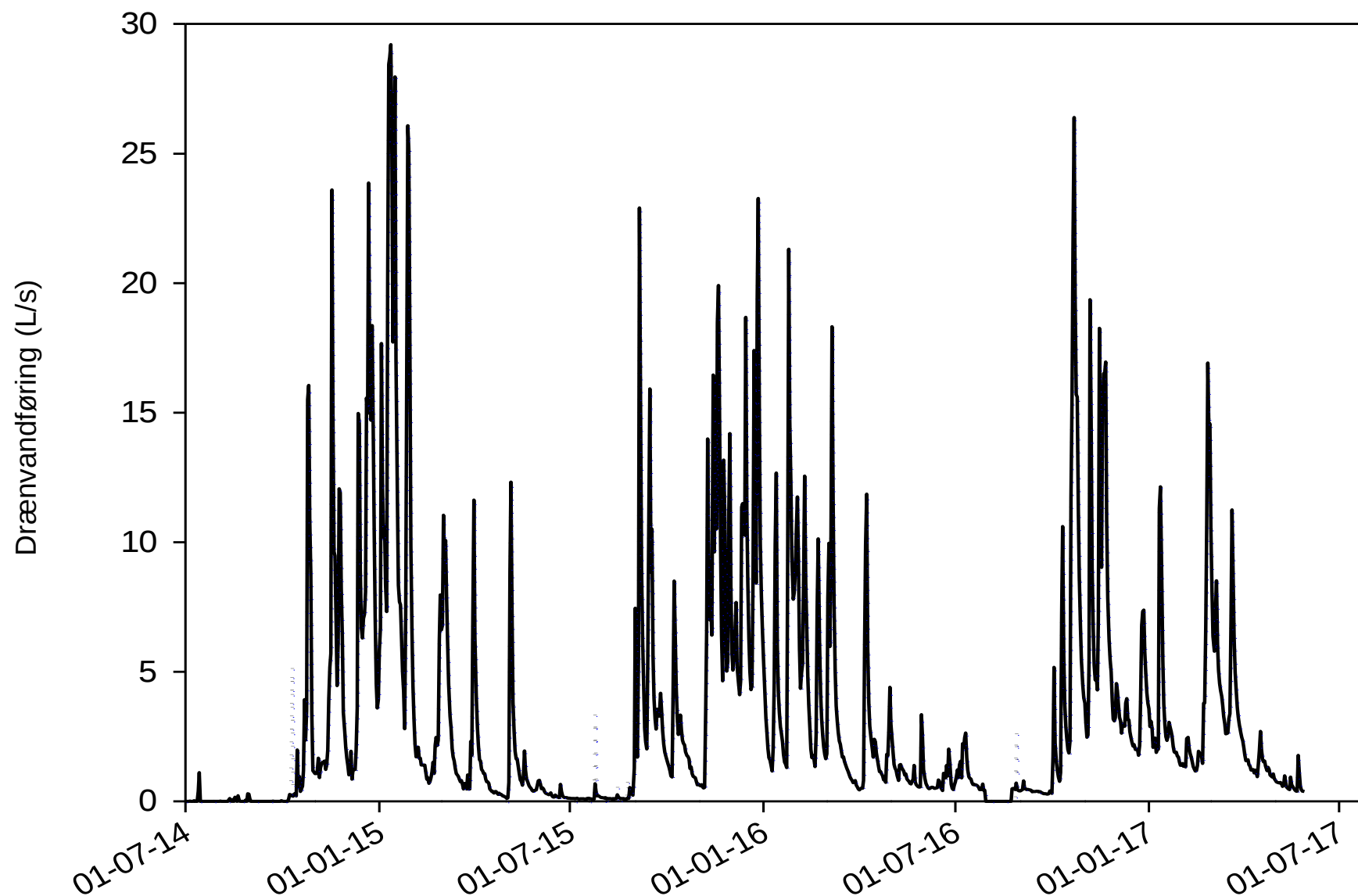


Fillerup, Odder, Norsminde Fjord

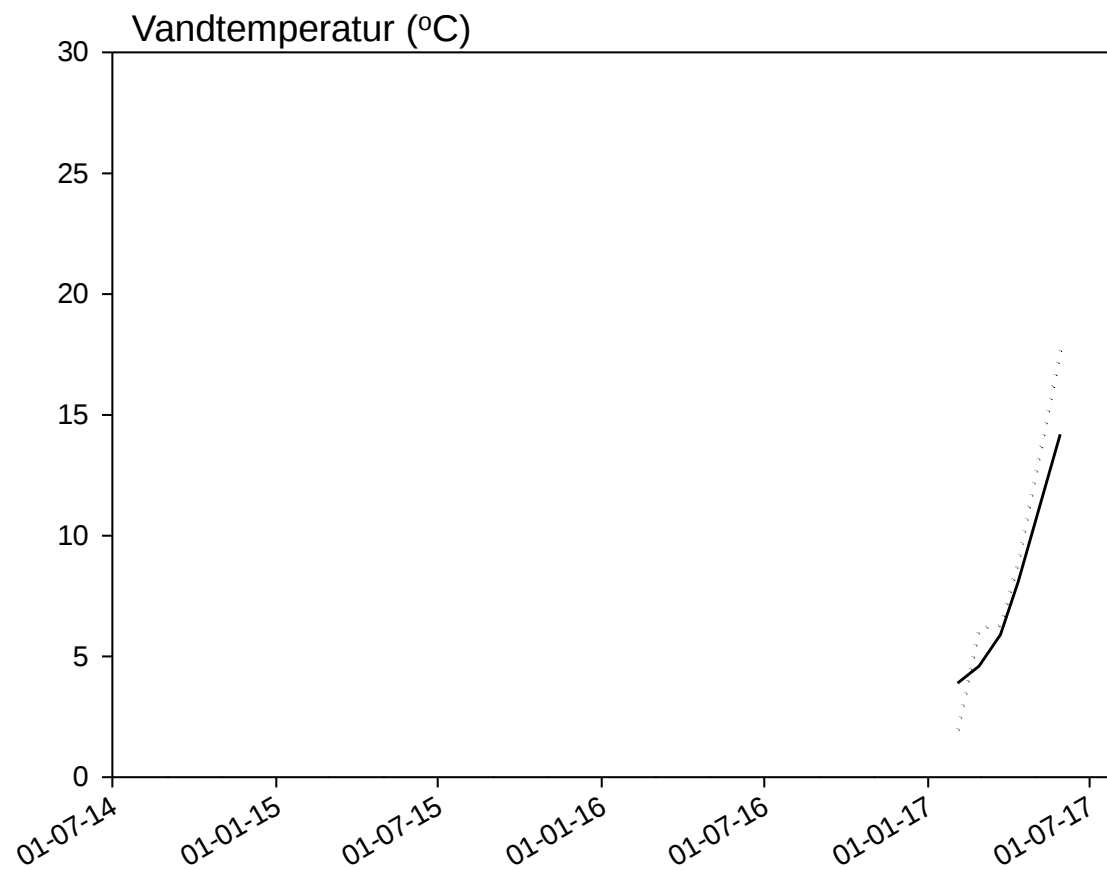
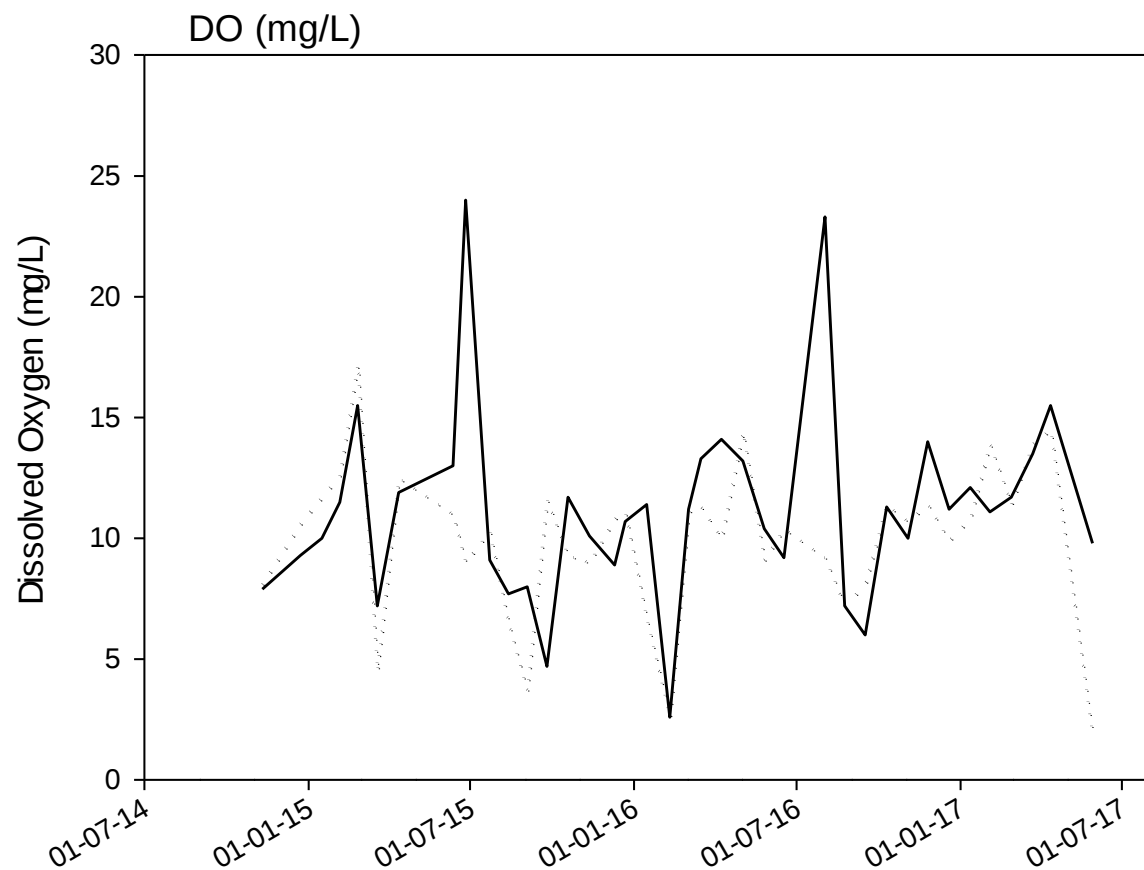


Dronefoto: SEGES

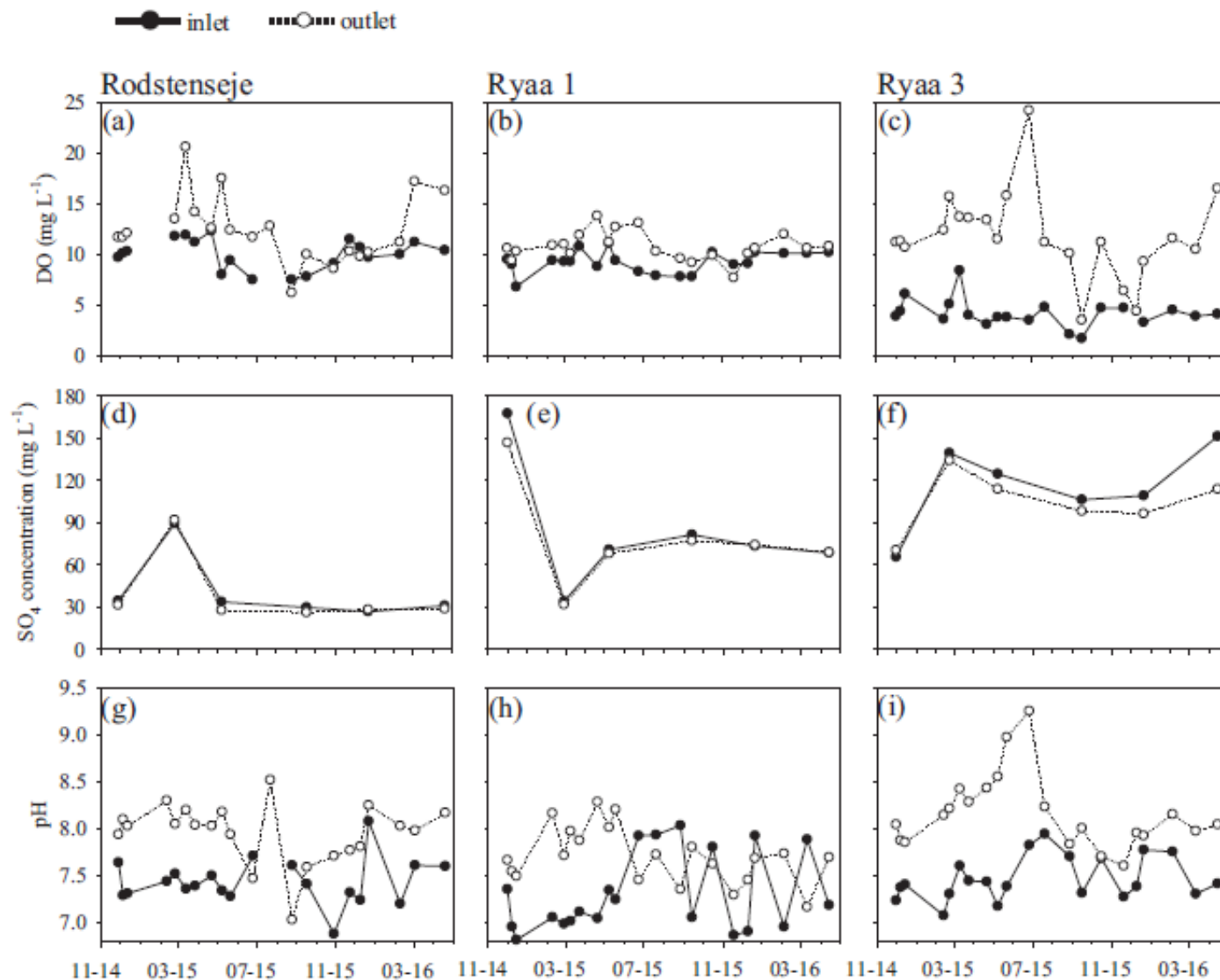
II. Afledte effekt - vandføring



II. Afledte effekt (ilt, temperatur)



Målinger af ilt og vand-kemiske parametre i ind- og udløb



Tilbageholdelse af sediment, total-P og jern (Fe)

CW	Zone	Thickness ^a	Sediment ^a	TP ^a	Fe _{CBD} ^a
		mm	kg m ⁻² yr ⁻¹	g m ⁻² yr ⁻¹	
Rodstenseje	SP	22 (19) ^b	– ^c	–	–
	1D	18 (4)	1.0	0.4	9.4
	1S	11 (9)	1.3	1.4	16
	2S	25 (17)	2.9	3.7	29
	3D	9 (2)	0.4	0.2	4.2
	Overall		1.0	0.9	11
Ryaa 1	SP	75 (16)	15	14	244
	1D	28 (6)	4.7	5.8	88
	1S	6 (2)	2.5	1.1	9.6
	2S	10 (0)	3.4	7.2	46
	3D	6 (0)	0.5	0.7	6.6
	Overall		3.4	4.1	49
Ryaa 3	SP	78 (20)	29	97	635
	1D	32 (25)	13	5.5	44
	1S	43 (22)	17	10	73
	2S	38 (8)	12	7.3	55
	3D	23 (7)	8.7	5.5	41
	Overall		13	8.7	63

Plante- og faunadiversitet i minivådområder



Figur 7. Planterne hjortetrøst (*Eupatorium cannabinum*) (foto til venstre), eller sump-kællingetand (*Lotus uliginosus*) (foto til højre) er et oplagt valg til bassin 3, hvis man vil understøtte sommerfugle, bier og andre blomsterbesøgende insekter. Det er sommerfuglen kejserkåbe (*Argynnis paphia*), der besøger hjortetrøst, og dukatsommer-



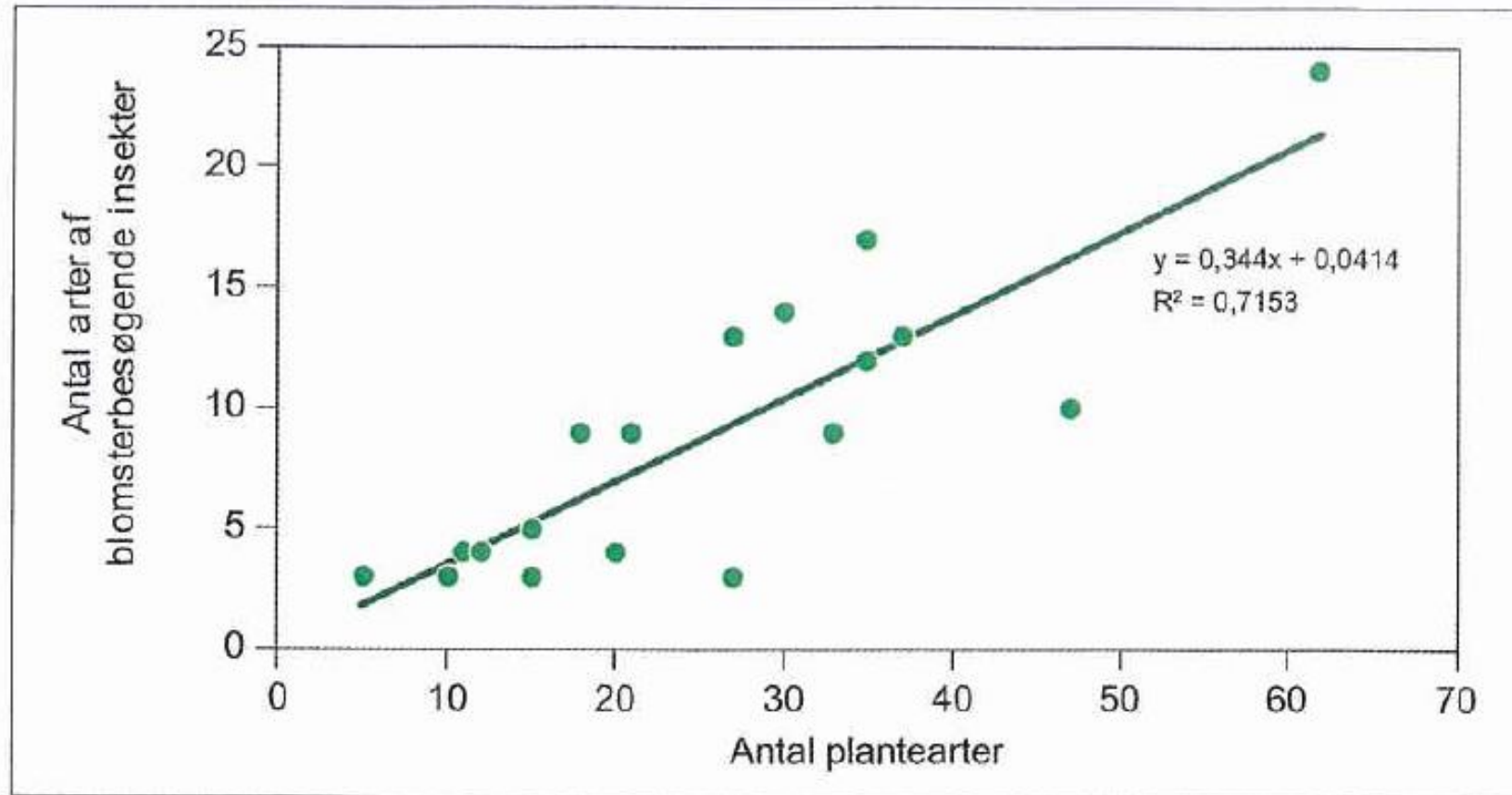
fugl (*Lycaena virgaureae*), der besøger sump-kællingetand. Begge arter tiltrækker rigtig mange forskellige sommerfugle og bier. Foto af hjortetrøst og kejserkåbe: Jane Dietzel. Foto af sump-kællingetand og dukatsommerfugl: Beate Strandberg.

Plante- og faunadiversitet i minivådområder

Tabel 1. Plantediversiteten i bassin 3 i 9 jyske minivådområder angivet som antal arter, Shannon diversitets indeks og evenness. Det samlede artsantal er baseret på et areal på 3 m² og diversitetsindeks og evenness er beregnet på baggrund af forekomsten (dækning) af arterne i 6 tilfældigt udlagte Raunkjær cirkler inden for prøvefladen.

	Antal plantearter	Shannon diversitets indeks	Evennes
Ryå 3	21	1,5	0,2
Ryå 4	27	1,6	0,2
Hvilshøj 2	30	1,6	0,3
Hvilshøj 3	35	1,7	0,6
Vesterlund Præstegård	35	3,0	0,8
Odderbækvej, lok. 10	62	3,2	0,9
Vesterlundvej, lok. 3	37	2,9	0,7
Horsbjergvej, lok. 7	47	2,9	0,6
Fillerup	33	1,8	0,2

Plante- og faunadiversitet i minivådområder

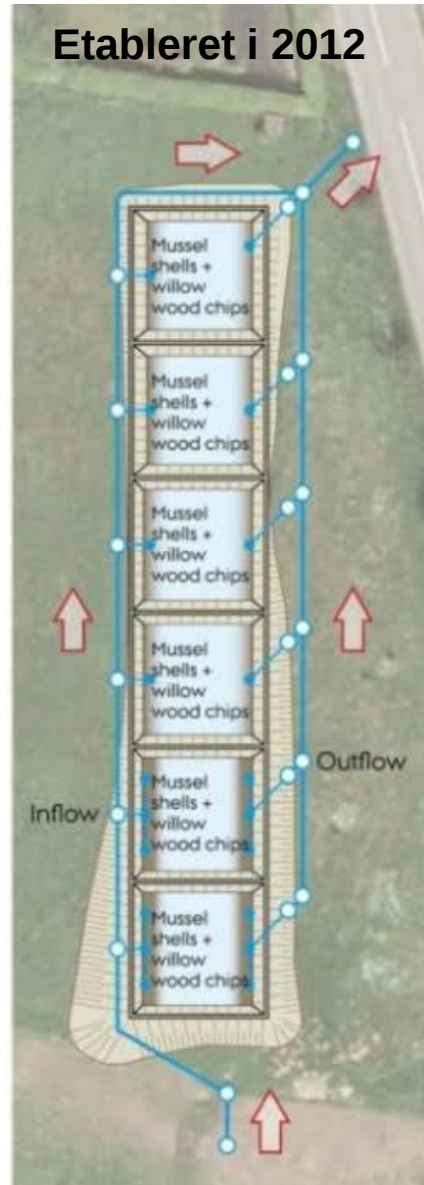


Figur 6. Sammenhæng (lineær regression) mellem antal plantearter og antallet af blomsterbesøgende insektarter (honningbi, humlebier, enlige bier, svirrefluer og sommerfugle) undersøgt for et samlet prøveareal på 3 m² i 9 jyske minivådområder.

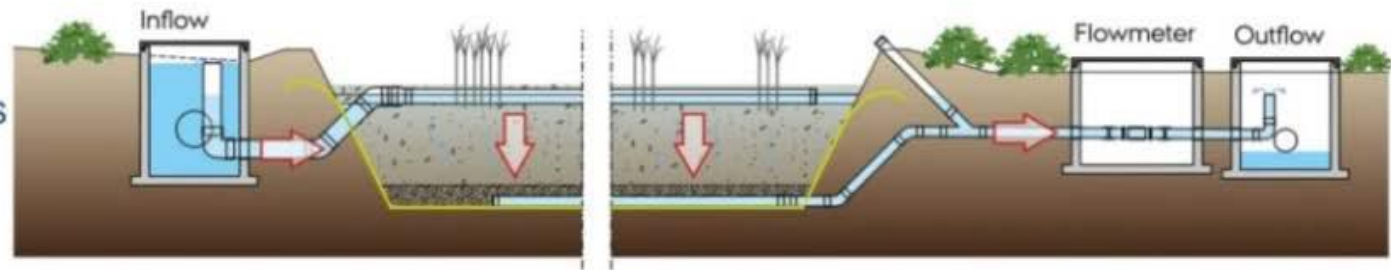
Spørgsmål – diskussion minivådområder med overfladestrømning



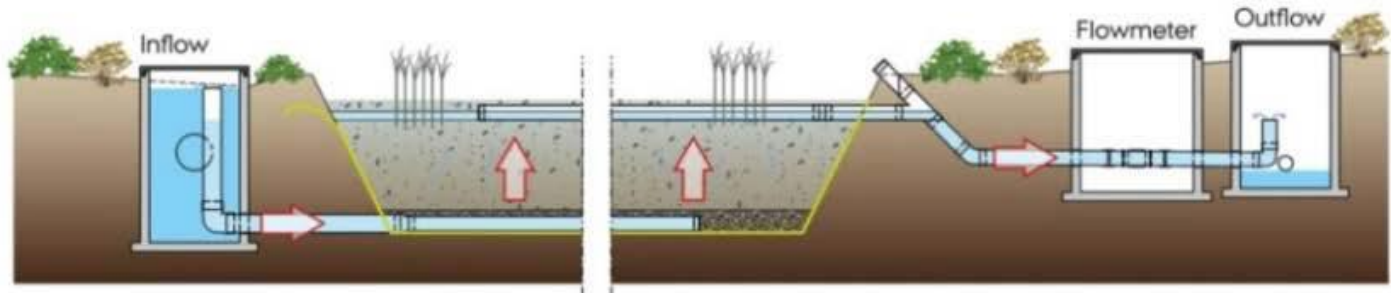
Matrice-minivådområder (flis-baserede bioreaktorer)



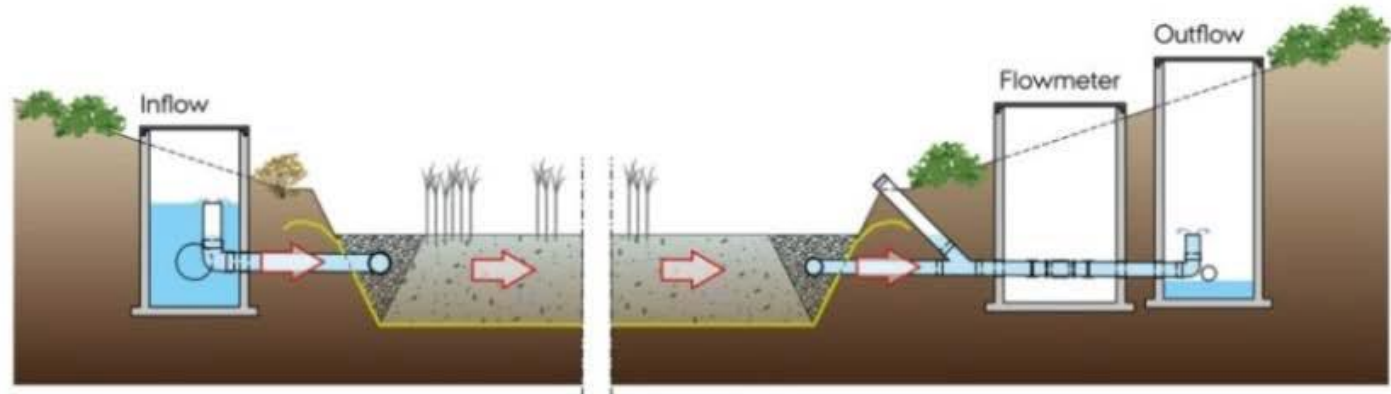
Vertical
downwards
flow



Vertical
upwards
flow



Horizontal
flow

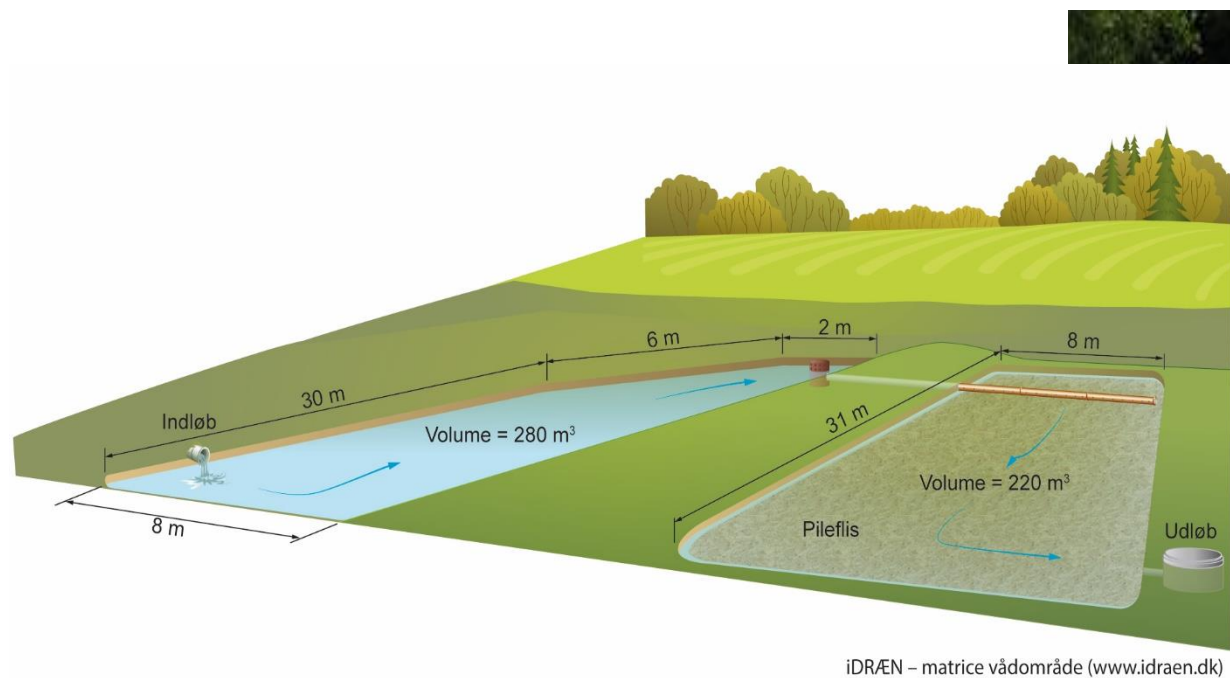


Cost-effective filter technologies targeting P-retention and N-removal in agricultural drainage discharge

www.supremetech.dk

Hoffmann & Kjaergaard, 2019

Matrice-minivådområde med stuvningsbassin - prototype (godkendt LBST)



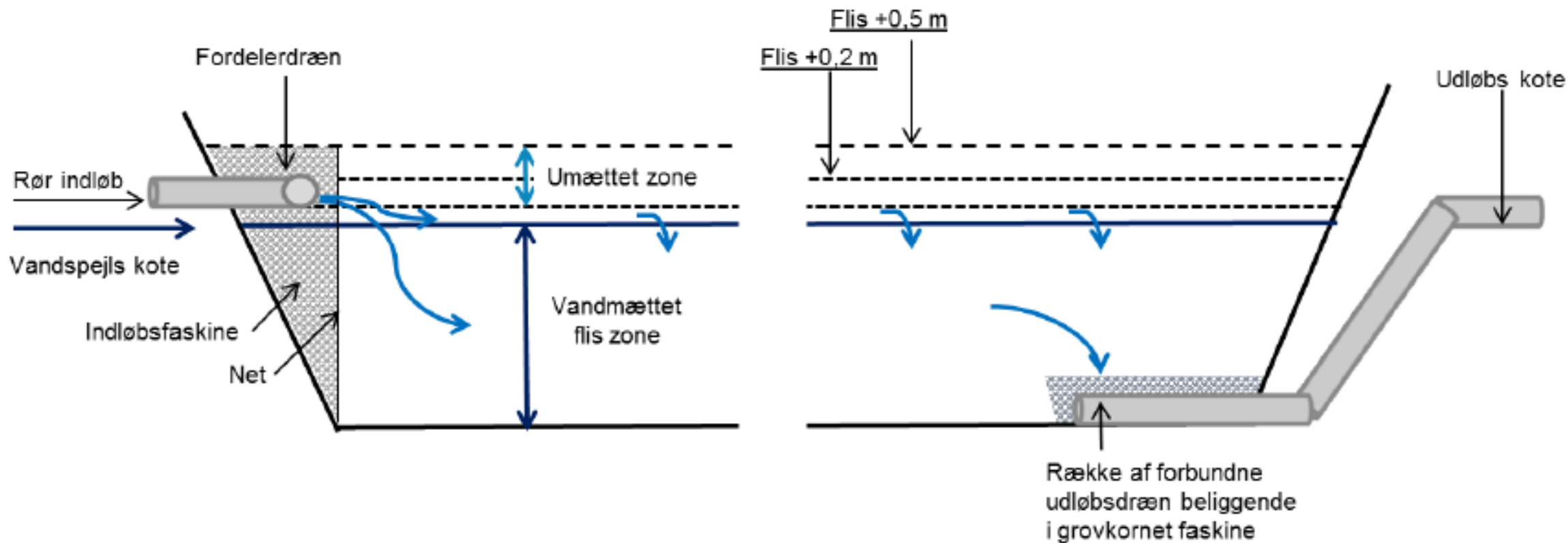
Woodchips filter-bed with storage pond
Size: 0,2-0,25% of drained catchment

Hoffmann & Kjaergaard, 2017

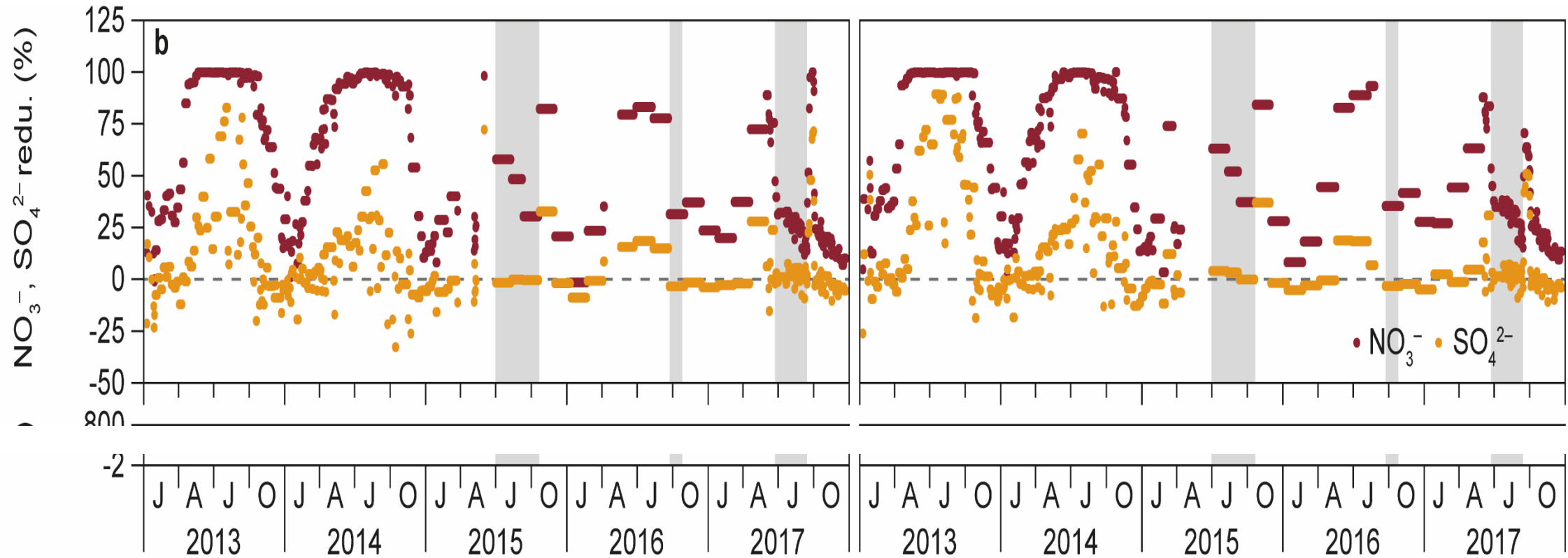


- Guidelines for the Danish Ministry (Hoffmann & Kjærgaard, 2018)
- Guidelines for advisers and constructors (Kjærgaard, 2019)

Konstruktion af matrice-minivådområde



Kvælstofeffekt af matrice minivådområder



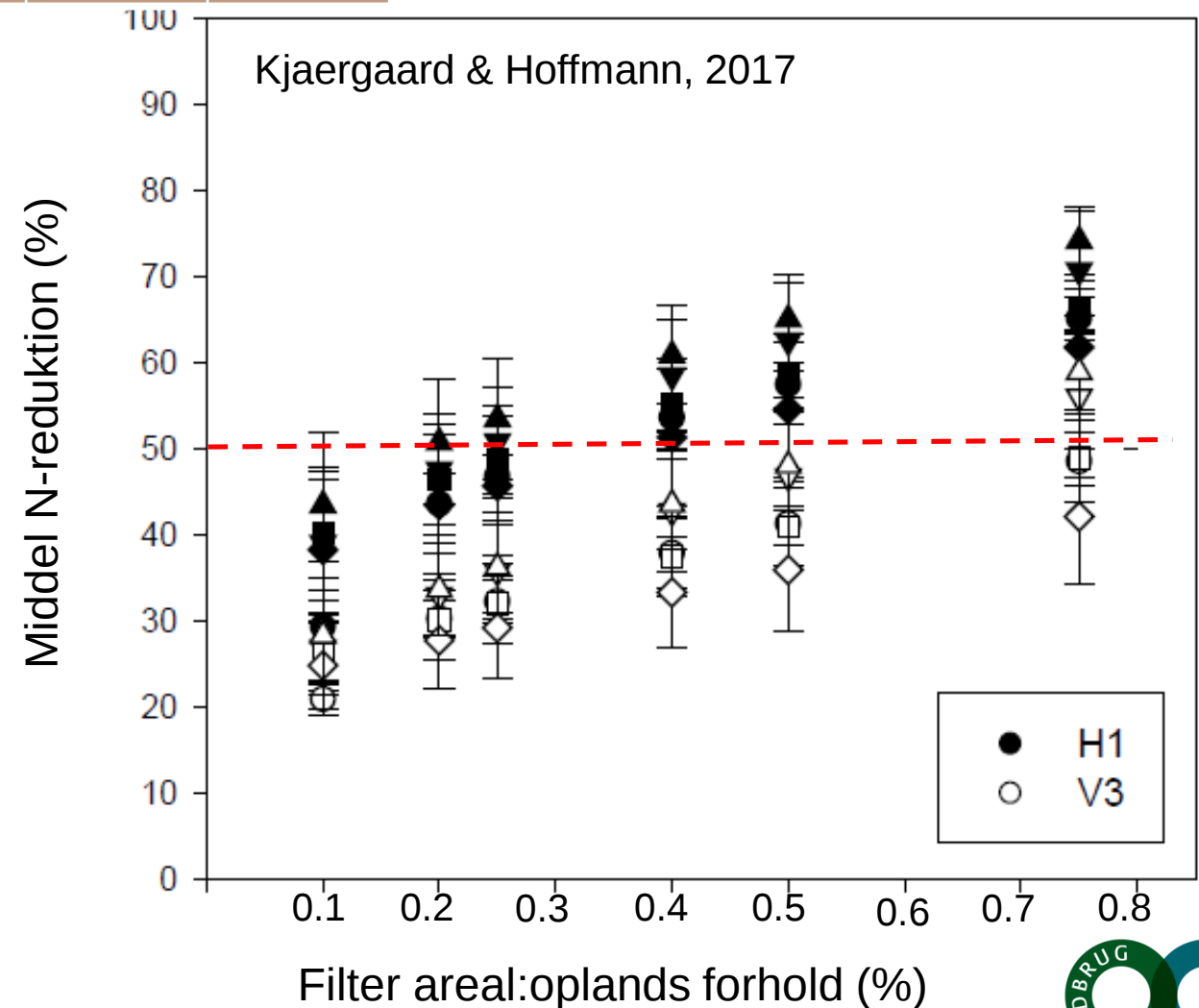
Kvælstof-model for matrice-minivådområder

CW3	$F_{(2,105)}=448.0,$ $P<0.0001$	$\text{NO}_3\text{-N} = -6.946 + 4.325 \times \text{WT} + 11.07 \times \text{HRT}$	0.895	0.15
-----	------------------------------------	--	-------	------

Carl Christian Hoffmann*, Charlotte Kjaergaard**
and Søren Erik Larsen. Accepted may 2019

Nitrogen removal in woodchip-based biofilters of
variable designs treating agricultural drainage
discharges

www.supremetech.dk



Afledte effekter

Vandtemperatur

Minivådområder med filtermatrice bidrager ikke til temperaturændringer i udløbsvandet i forhold til Indløbsvandet på noget tidspunkt af året. I sommerperioden er der fundet 1-2°C lavere vandtemperatur i udløbsvandet fra filtermatricer.

pH

pH i udløbsvandet fra minivådområder med filtermatrice ligger i neutralområdet pH 7-8

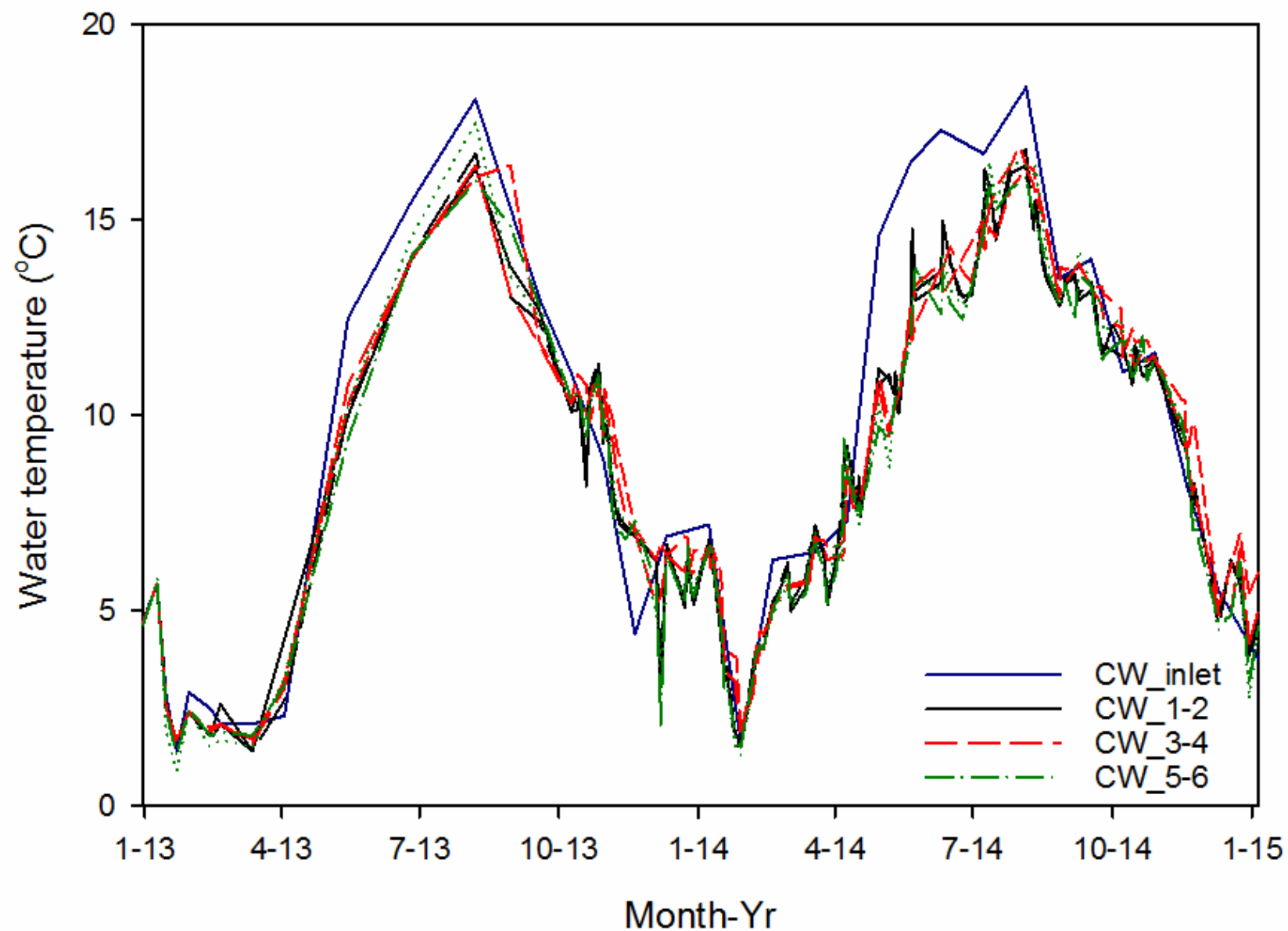
Organisk stof

Der er generelt ikke fundet øget udledning af organisk kulstof (TOC) fra minivådområder med filtermatrice.

Iltindhold

Minivådområder med filtermatrice reducerer indholdet af opløst ilt til ~0. Der er i bekendtgørelsen for minivådområder således stillet specifikke krav til geniltning af udløbsvandet.

Afledte effekter - vandtemperatur



Afledte effekter - vandtemperatur

		HLR <i>L s⁻¹</i>	HRT <i>hour</i>	Temp <i>°C</i>	Oxygen <i>mg L⁻¹</i>	pH	EC <i>μs cm</i>
Inlet	2013			*	11.1±1.7	6.5±0.4	392±51
	2014			9.6±3.2	8.6±2.6	6.7±0.1	417±40
	2015			9.0±2.6	9.2±3.1	6.9±0.5	382±34
	2016			9.1±2.9	9.5±2.2	7.2±0.9	399±18
	2017			8.9±2.8	9.2±2.9	7.2±0.3	392±31
Outlet- CW1	2013	0.44±0.42	60±30	*	0.9±1.9	7.4±0.4	541±85
	2014	0.45±0.36	56±25	9.6±4.1	0.3±0.2	7.5±0.2	544±61
	2015	0.74±0.51	45±52	9.0±3.5	0.6±0.8	7.4±0.3	527±129
	2016	0.66±0.48	38±19	9.2±4.3	1.1±1.7	7.4±0.4	504±47
	2017	0.65±0.41	48±47	9.5±3.3	1.2±1.2	7.4±0.3	491±58
Outlet- CW2	2013	0.46±0.45	59±31	*	0.6±0.7	7.5±0.4	536±82
	2014	0.48±0.40	53±24	9.7±4.0	0.3±0.2	7.5±0.2	546±53
	2015	0.80±0.52	40±47	9.2±3.5	0.7±0.8	7.5±0.3	527±75
	2016	0.61±0.41	41±21	9.2±4.4	0.6±0.8	7.5±0.4	523±46
	2017	0.66±0.41	42±36	9.6±3.7	0.4±0.3	7.5±0.2	500±67

Afledte effekter

Biologisk Iltforbrug (BI5)

Minivådområder med filtermatrice viser en stigning i BI5 i udløbsvandet. Resultaterne antyder, at en øget BI5 efter filtermatricen er et udtryk for iltforbruget ved oxidation af de reducerede forbindelser, idet der ikke er observeret øget udledning af TOC. Krav til geniltning af udløbsvandet løser problemet med BI5 .

Sulfid-dannelse (svovlbrinte)

Svovlbrinte dannes når sulfat i drænvandet under stærkt reducerede forhold reduceres til sulfid (H_2S). Svovlbrinte kendes ved at det lugter som rådne æg, og er således forbundet med lugtgener. Sulfid opløst i udløbsvandet omdannes hurtigt til elementært svovl ved geniltningen og vil være synligt i form af hvide belægninger. Da svovlbrinte er relateret til afstrømning i sommermånederne er der i bekendtgørelsen for minivådområder med filtermatrice stillet konkrete krav om, at drænvandet i sommermånederne ikke må ledes igennem filtermatricen, og i stedet skal ledes udenom filtermatricen via by-pass dræn.

Afledte effekter – sulfid -> svovl



Sulfat->Sulfid->Svovl

Vejledning til konstruktion af matrice-minivådområder

VEJLEDNING TIL KONSTRUKTION AF MINIVÅDOMRÅDER MED FILTERMATRICE



Krav til geniltning



Åben iltningsstrappe



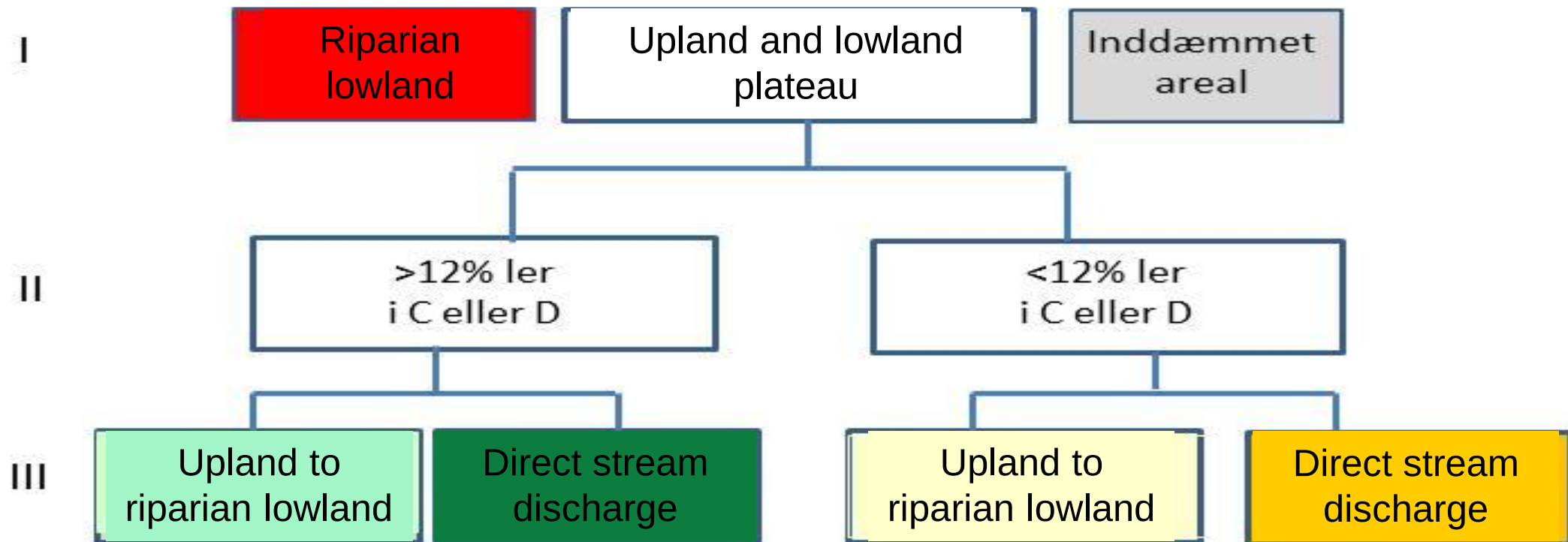
Spørgsmål / diskussion til matrice-minivådområder

Strategi for implementering af målrettede drænvirkemidler

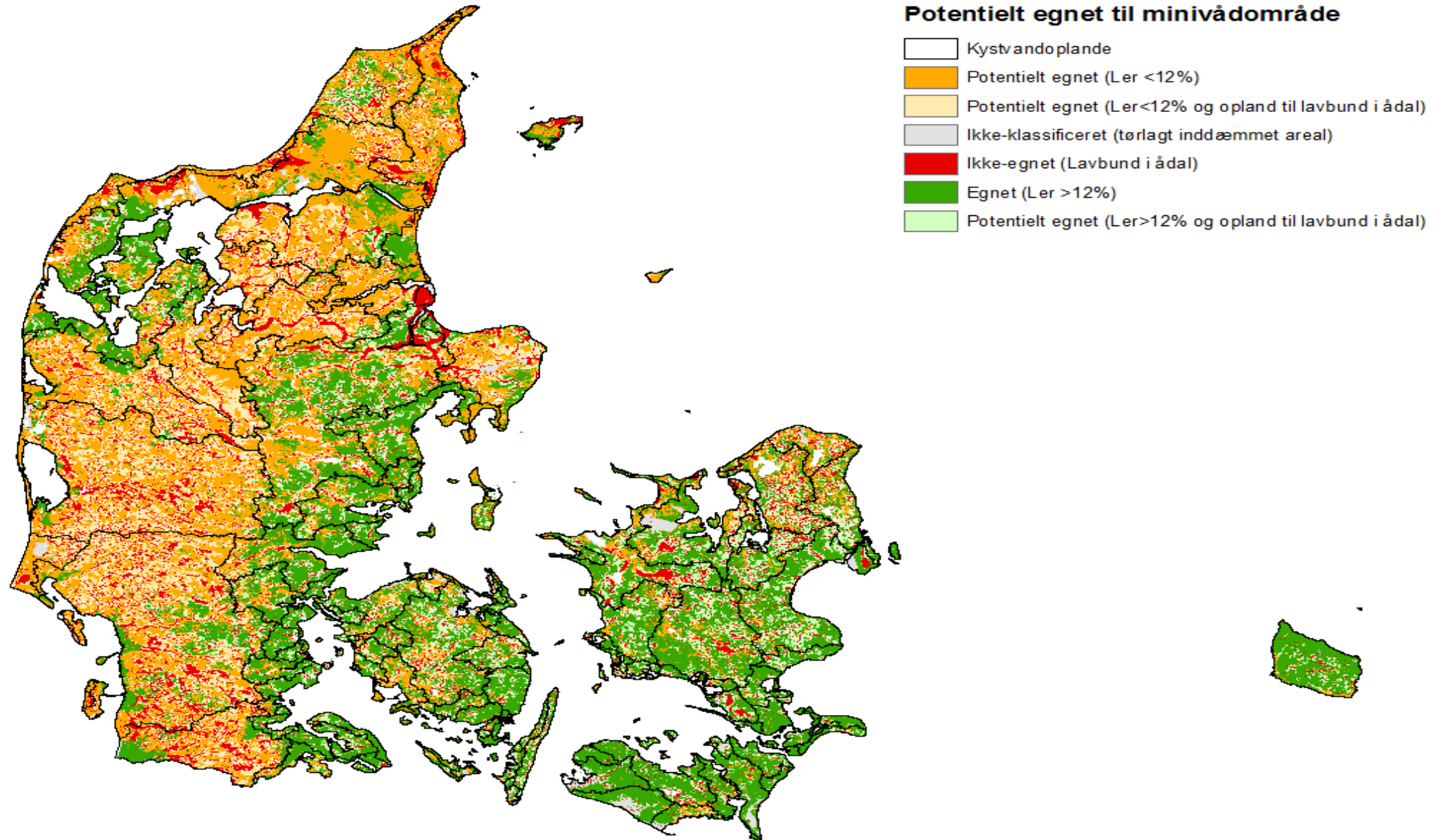
Kriterier for kvælstofvirkemidler

1. Reduktionskrav ved kyst
2. **Arealernes egnethed (drænafstrømnings dominerede)**
3. Kvælstoftab via dræn
4. Kvantitativ effekt på kystbelastningen

Nationalt egnedskort for drænvirkemidler



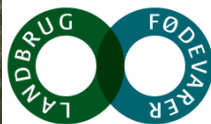
Nationalt egnedskort for drænvirkemidler





SEGES

**Foto: Lene
Gadegaard**

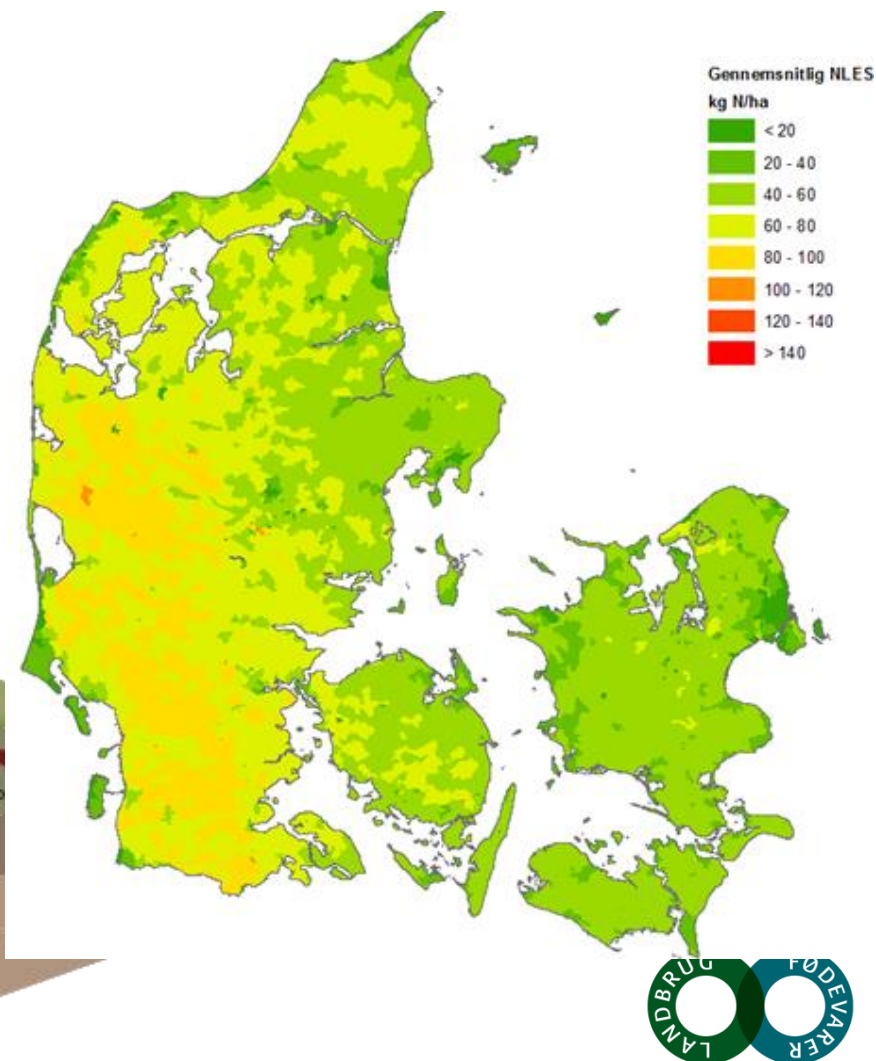
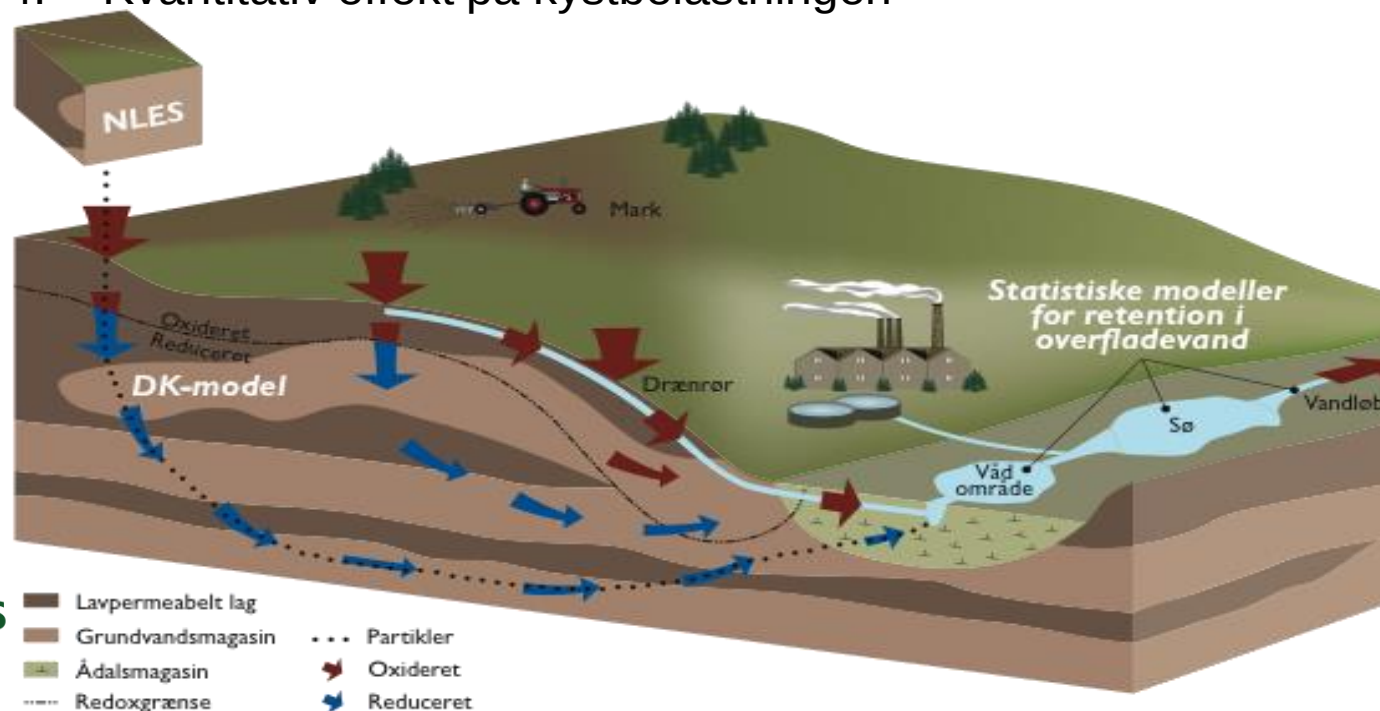


Strategi for implementering af målrettede drænvirkemidler

Kriterier for kvælstofvirkemidler

1. Reduktionskrav ved kyst
2. Arealernes egnethed (drænaforstrømnings dominerede)
3. **Kvælstoftab via dræn**
4. Kvantitativ effekt på kystbelastningen

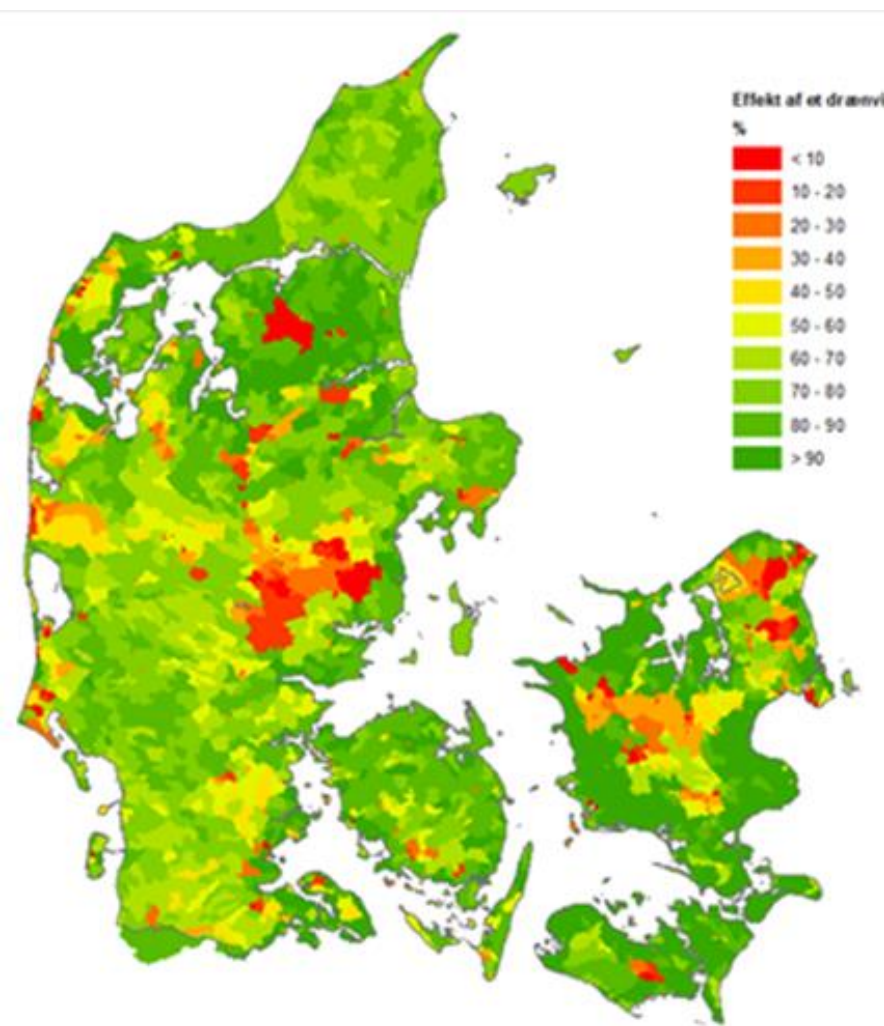
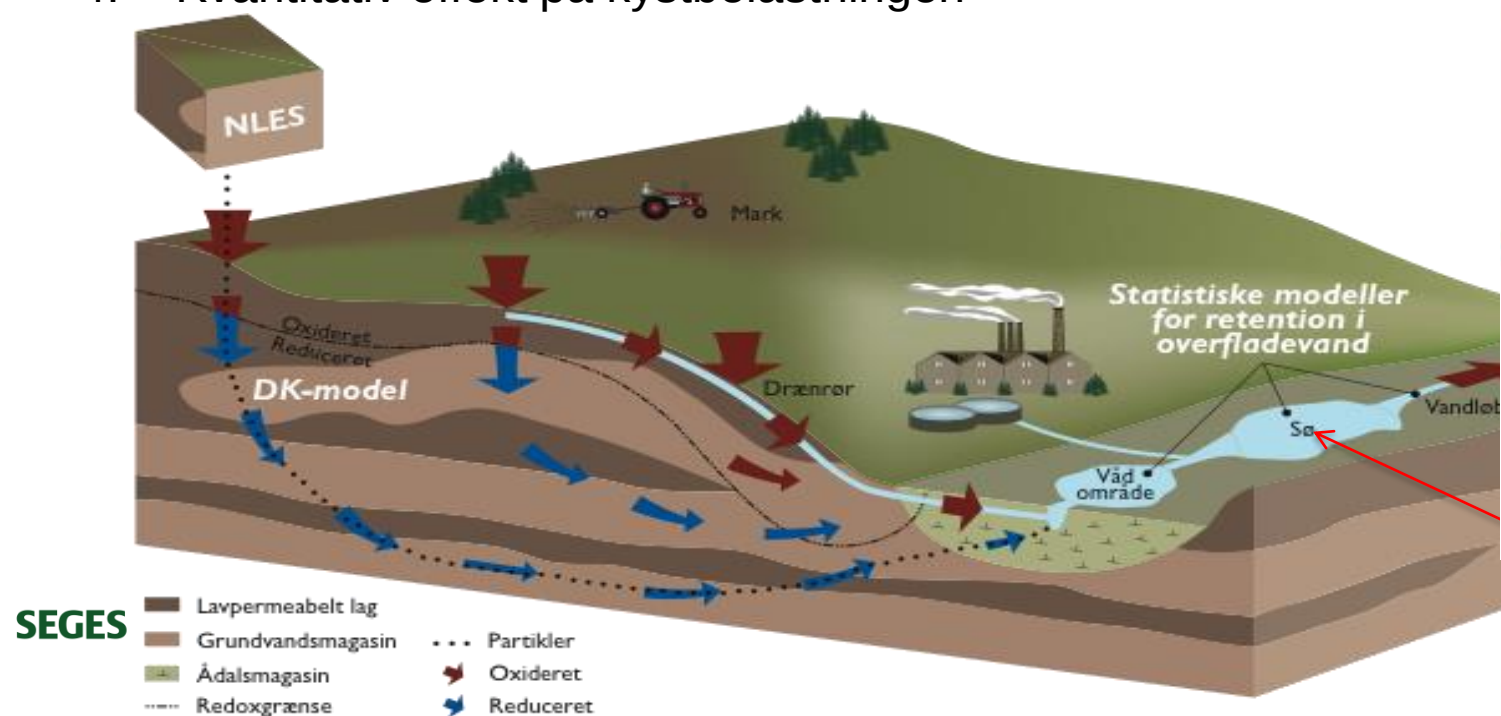
N-tab fra rodzonen korrigeret for dræn-bidrag



Strategi for implementering af målrettede drænvirkemidler

Kriterier for kvælstofvirkemidler

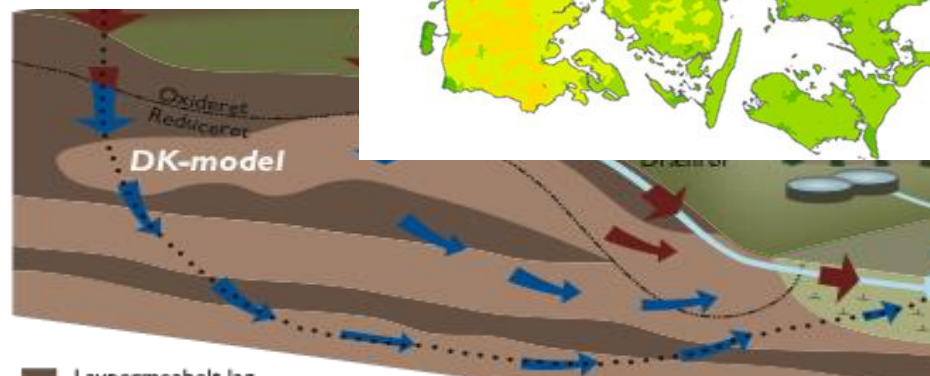
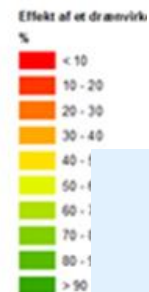
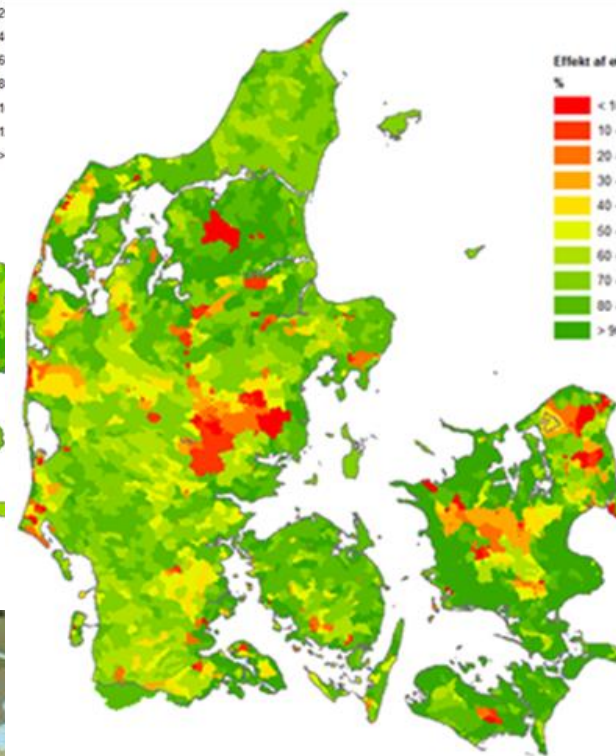
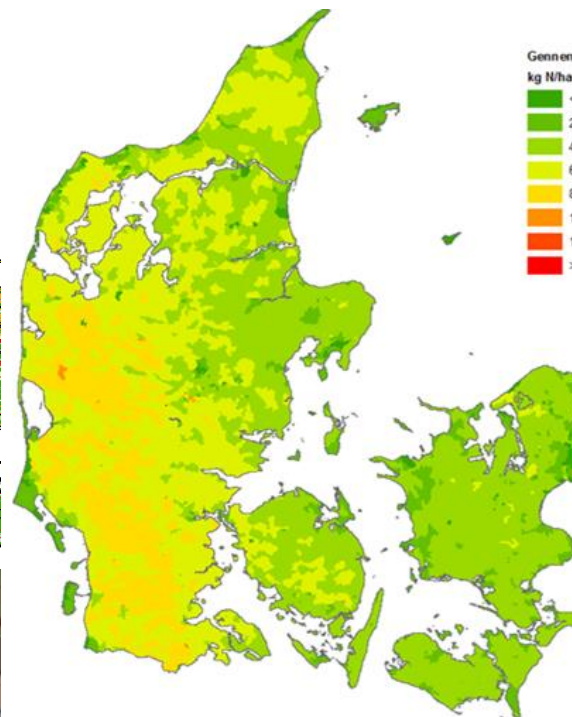
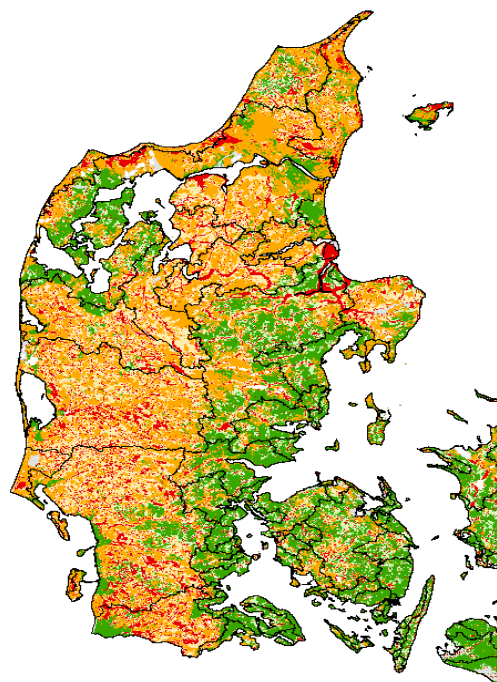
1. Reduktionskrav ved kyst
2. Arealernes egnethed (drænafstrømnings dominerede)
3. **Kvælstoftab via dræn**
4. Kvantitativ effekt på kystbelastningen



N-reduktion i
overfladevand fra 0-100%

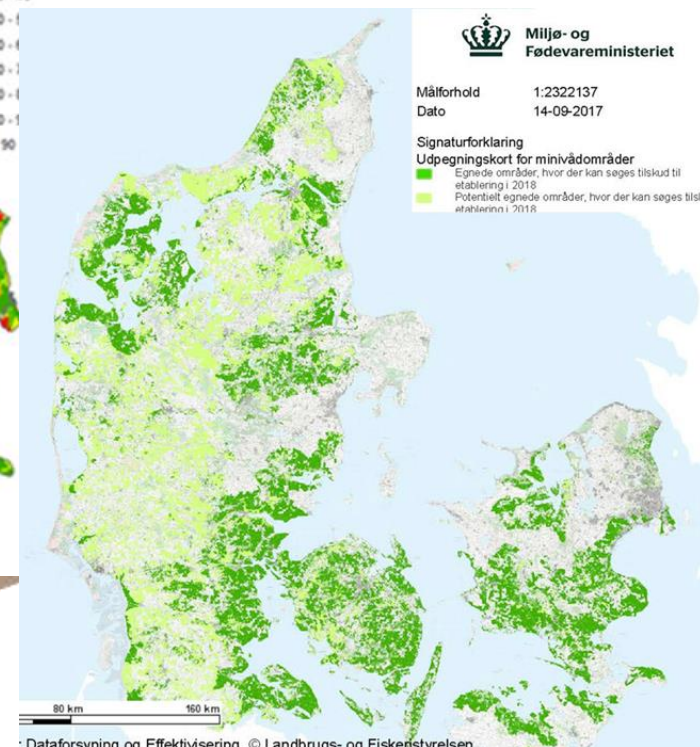


Nationalt udpegningskort for drænvirkemidler

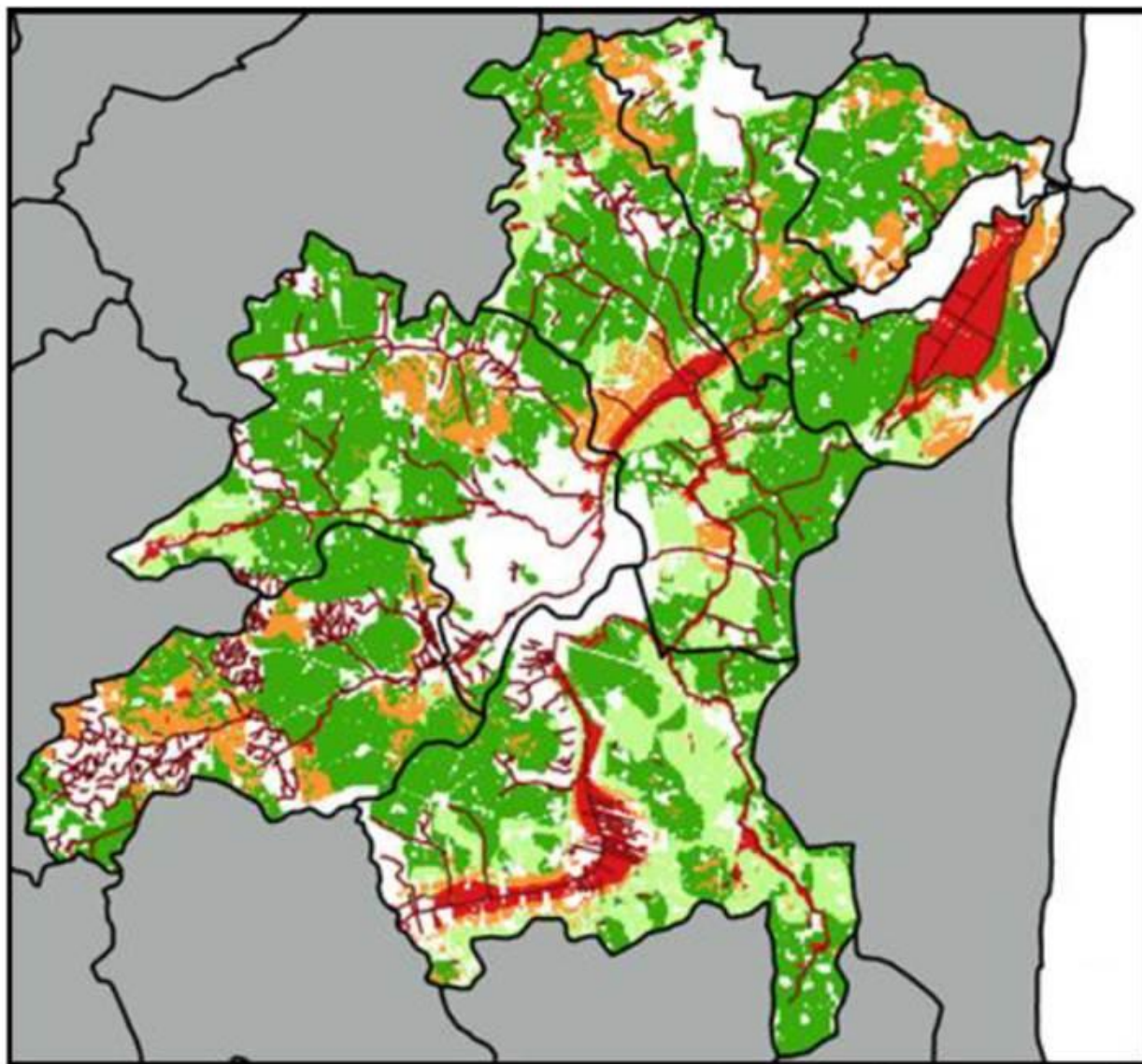


SEGES

- Lavpermeabelt lag
- Grundvandsmagasin
- Ådalsmagasin
- Redoxgrænse
- Partikler
- Oxideret
- Reduceret



Case: Norsminde Fjord – målrettet indsats



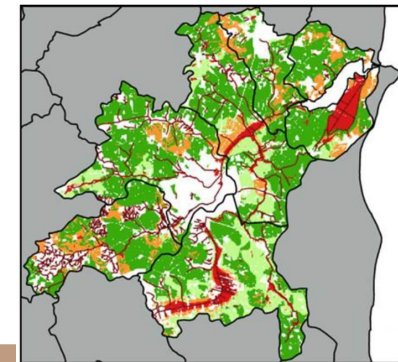
Opland (10.100 ha) med seks ID15 deloplande (1500 ha)

ID15	Egnet CWs (%)	Opland til lavbund-ådal (%)	Lavbund i ådal (%)
43600028	61	4,4	16
43600041	50	33	11
43600042	75	11	2,5
43600043	61	22	6,2
43600051	73	1,1	0,9
43602599	72	5,4	1,1
Total	4.815 (63)	1.224 (16)	541 (7)

Kjærgaard, C., Hoffmann, C.C., Iversen, B.V. 2017. Filtre i landskabet øger retentionen. I: Filtre i landskabet, Vand & Jord, nr. 3, s. 106-110

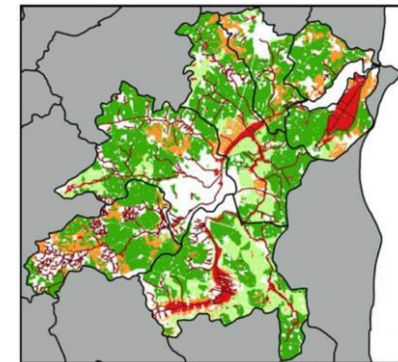


Case: Norsminde Fjord – målrettet indsats



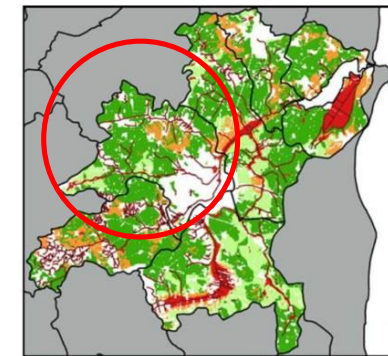
Virkemiddel	Position i landskabet	Areal krav (% af drænopland)	N-red. eff (%)	P-ret. eff (%)
Lavbund ådal / vådområde	Lavbund ådal	10*	20-100	Risiko- vurdering
Minivådområde – overflade strømning	Opland	1	20-30	30-80
Matrice-minivådområde	Opland	0,2-0,25**	50-70**	N.A.

Case: Norsminde Fjord – målrettet indsats



Viremiddel	Oplands-areal	Virke-middel	Årlig N-effekt		Virkemiddelspotential	
			Ton N/år	Kg N/ha	Ton N/år	Ton P/år
Baseline	7.500	7.500	-	-	173	4,7
Lavbund ådal	1.224	122	18-35	148-287	18-35 (N-red. 10-20%)	Risiko vurdering
Minivåd område	4.815	48	51	1.063	69-86 (N-red. 40-50%)	1.9-2.4 (43-54%)
Matrice-minivåd.	4.815	12	95	7.917	113-130 (N-red. 67-75%)	N.D.

Case: Norsminde Fjord – målrettet indsats



Delopland (ID15) N-reduktionsmål i 2021 = 2.594 kg N/år

- Beregning for et ID15 delopland (1500 ha) med 70% landbrug (1050 ha)
- Gennemsnitlig N-udvaskning fra rodzonen ~60 kg N/ha og gennemsnitlig N-retention på 62%

Virke- middel	N-reduktions mål (kg N/år)	N-effekt rodzonen (kg N/ha/år)	N-effekt på kyst (kg N/ha/år)	Areal krav (ha)	Omkostning (€/ha/yr)	Omkostning for et ID15 €/år
Efterafgrøder	2.594	30	11.4	228	94	21.319
Udtagning	2.594	50	19.0	137	535	73.092
SF-CW	2.594	14	6.75	3.84	87*	33.433
Bioreaktor	2.594	27	13.5	0.38	51**	9.773

*Construction cost depreciation in 10 years

** Constuction cost depreciation in 5 years (not including new supply of woodchips every 5 years)

Tak for interessen & tålmodigheden 😊

Photo surface-flow constructed wetland: Carsten Søbog