

# 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](mailto:chkj@seges.dk)

# Minivådområder

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

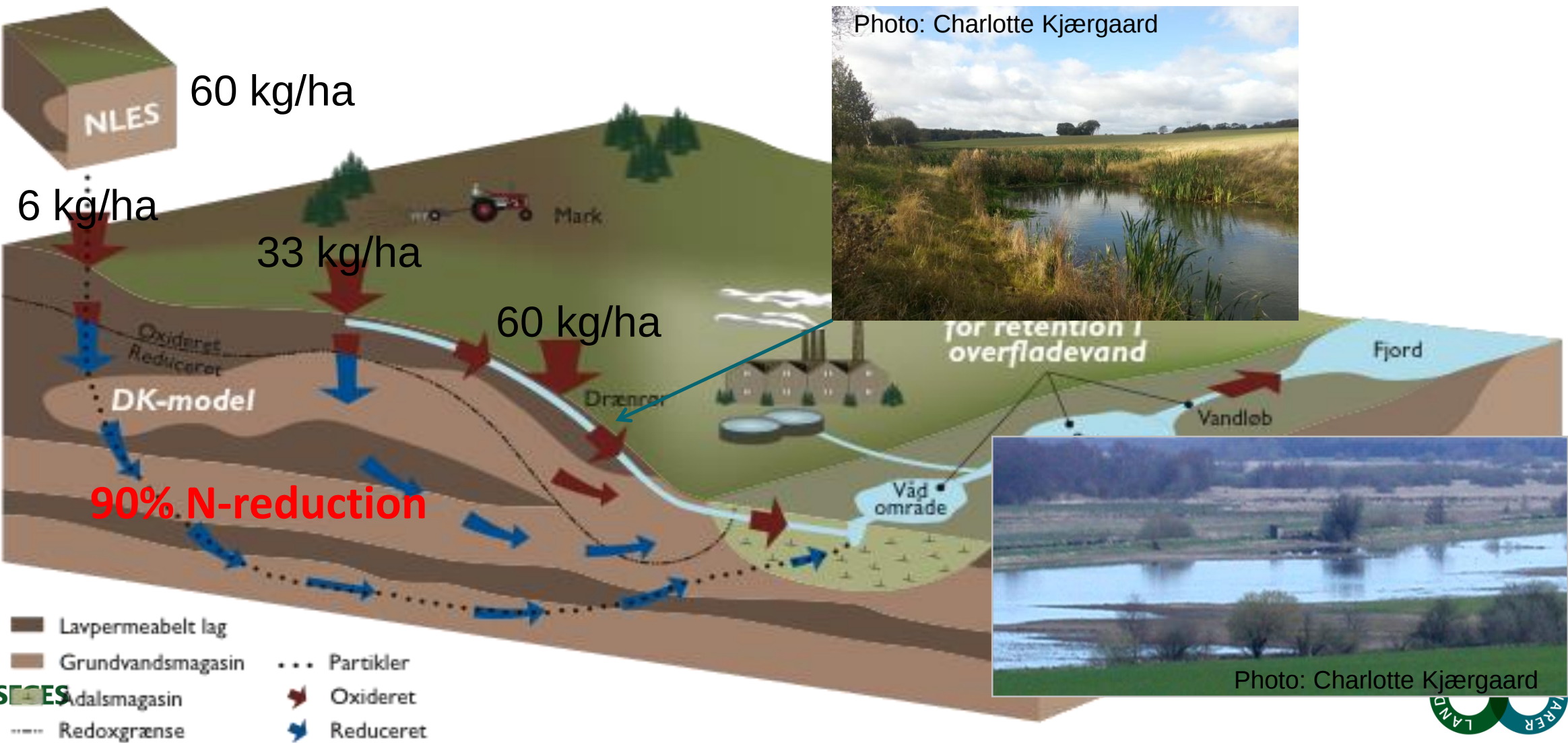


Photo: SEGES

# Overvejelser - spørgsmål

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

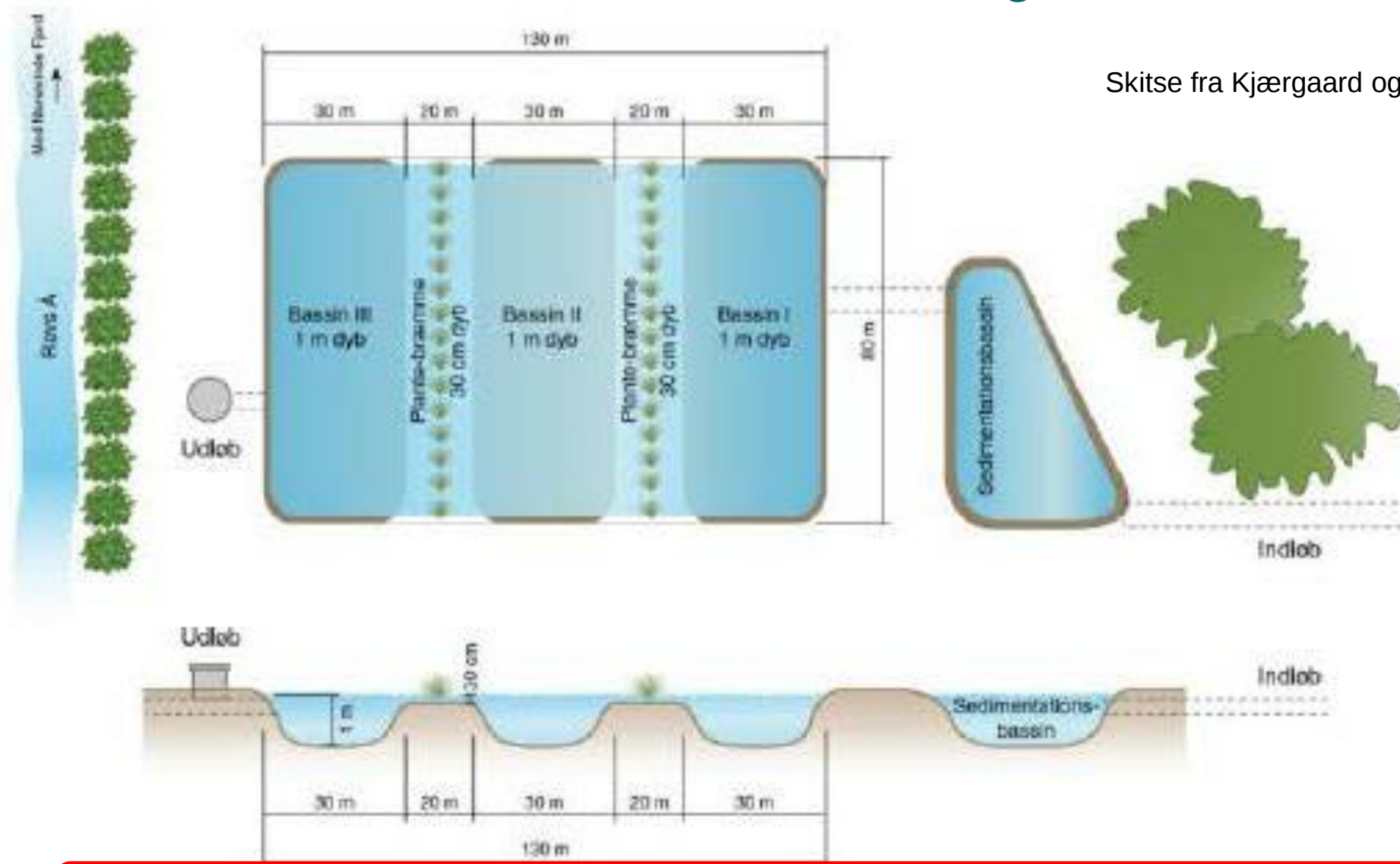
# Drænvirkemidler som en del af den målrettede virkemiddelsindsats



# I. Konstruktion og dimensionering af minivådområder

# Minivådområde med overfladestrømning

Skitse fra Kjærgaard og Hoffmann, 2013

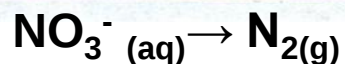
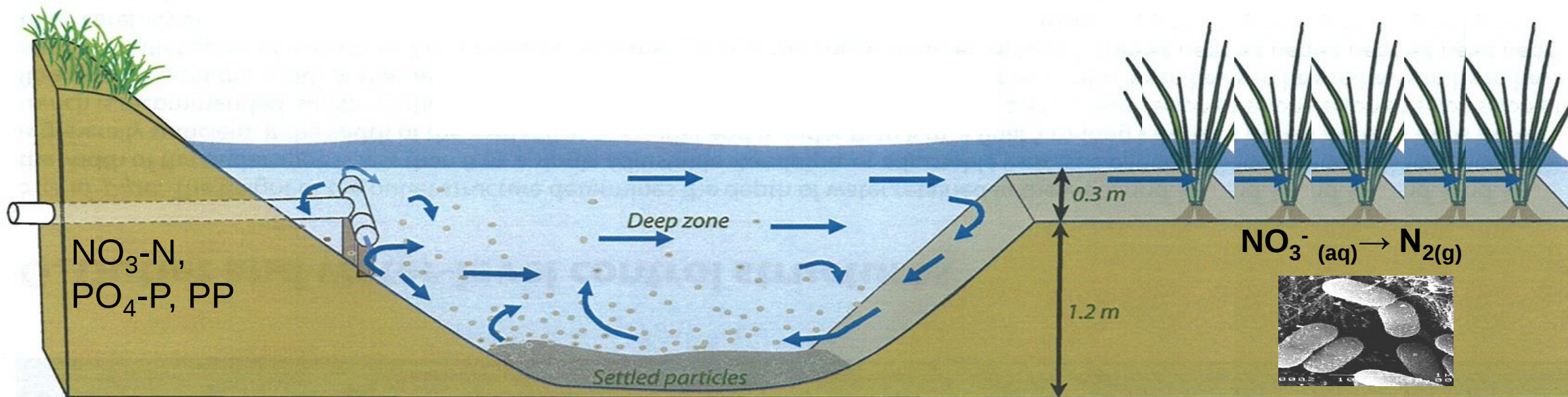


# Minivådområder skal konstrueres så funktionen optimeres

- 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:

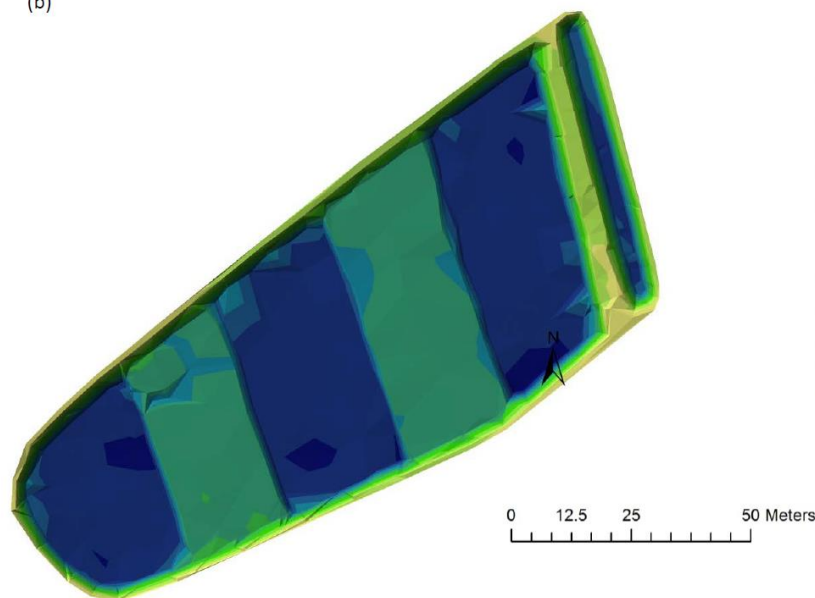
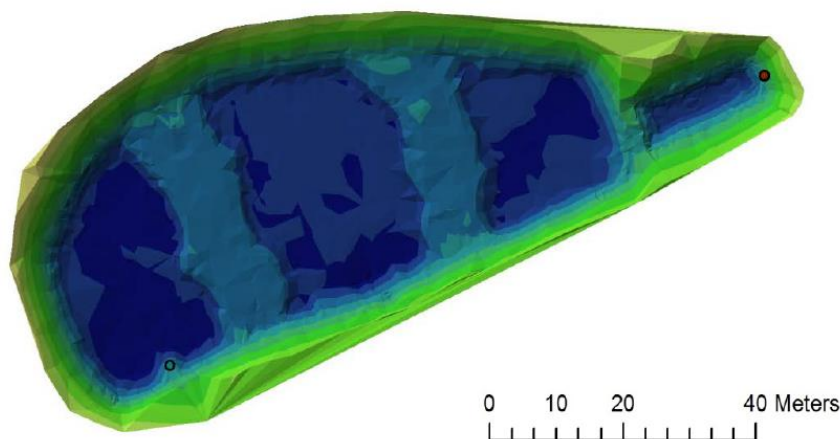
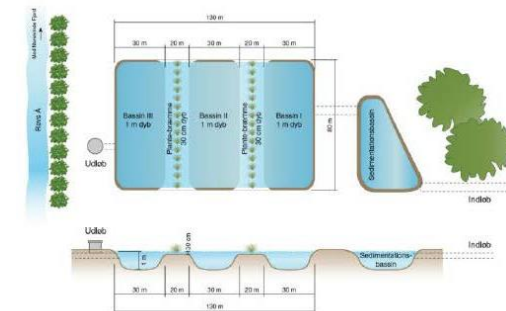
- Maksimal hydraulisk opholdstid -> volumen og hydraulisk effektivitet (hele vandvolumenet bruges)
- Maksimal vertikal opblanding (nitrat fjernes i bundsedimentet)
- Planter leverer kulstof og filtrerer (partikulært-P)



# Krav til udformningen jf. bekendtgørelsen

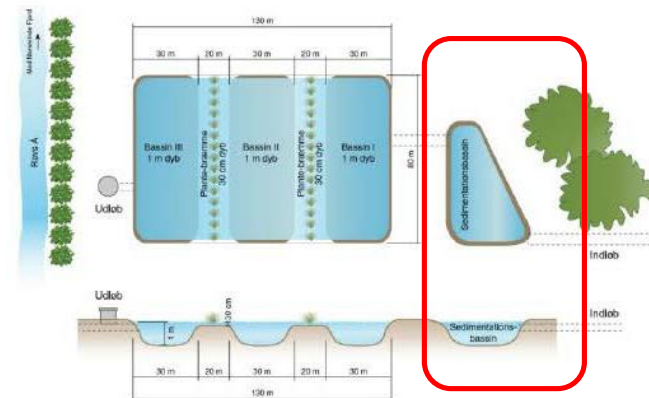
## Konstruktionsdetaljer

- 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)



# 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 stuves 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.



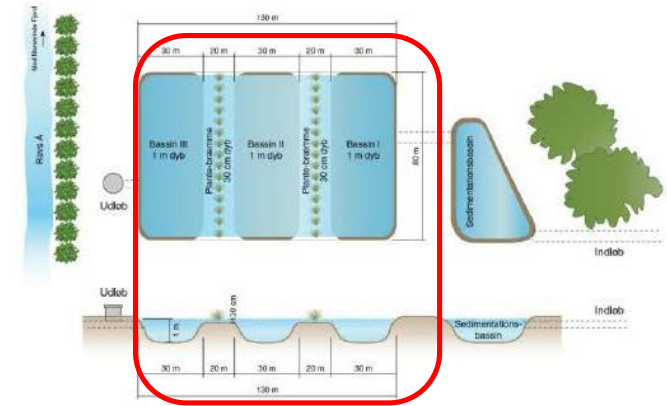
# Vådområde med dybe og lavvandede zoner

## 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

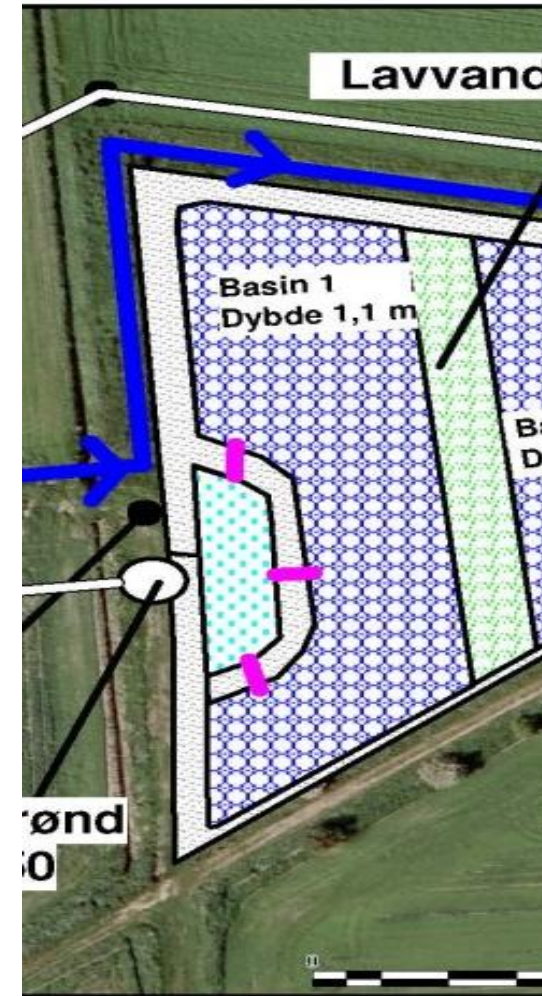
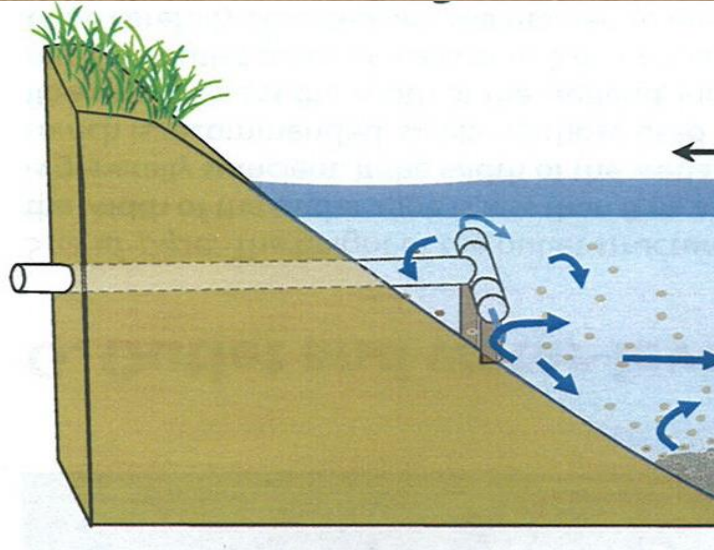
| Vådområde bredde | Indløbstype                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ≤ 8 m            | Beplantet bræmme eller et enkelt neddykket rør                                    |
| 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



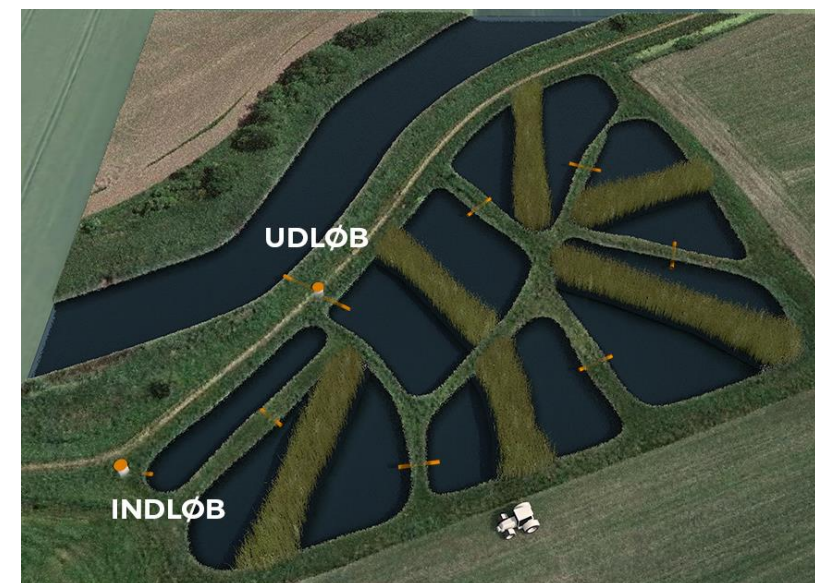
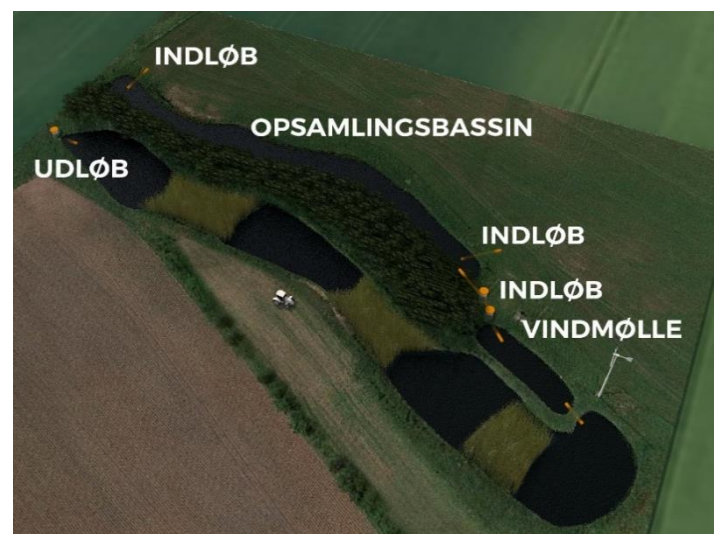
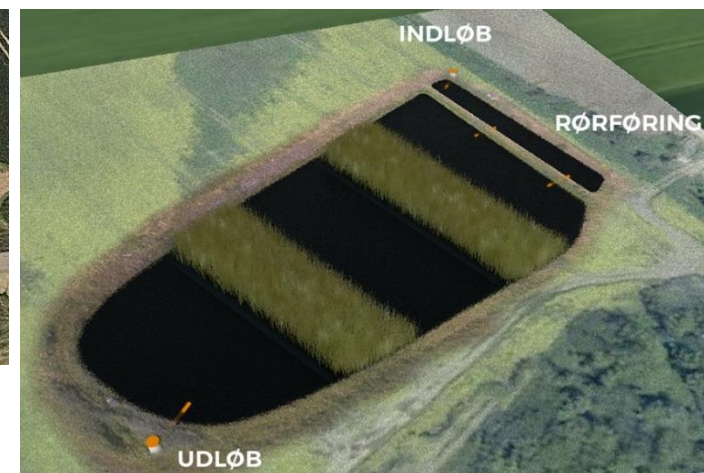
# Eablering af udløb

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.

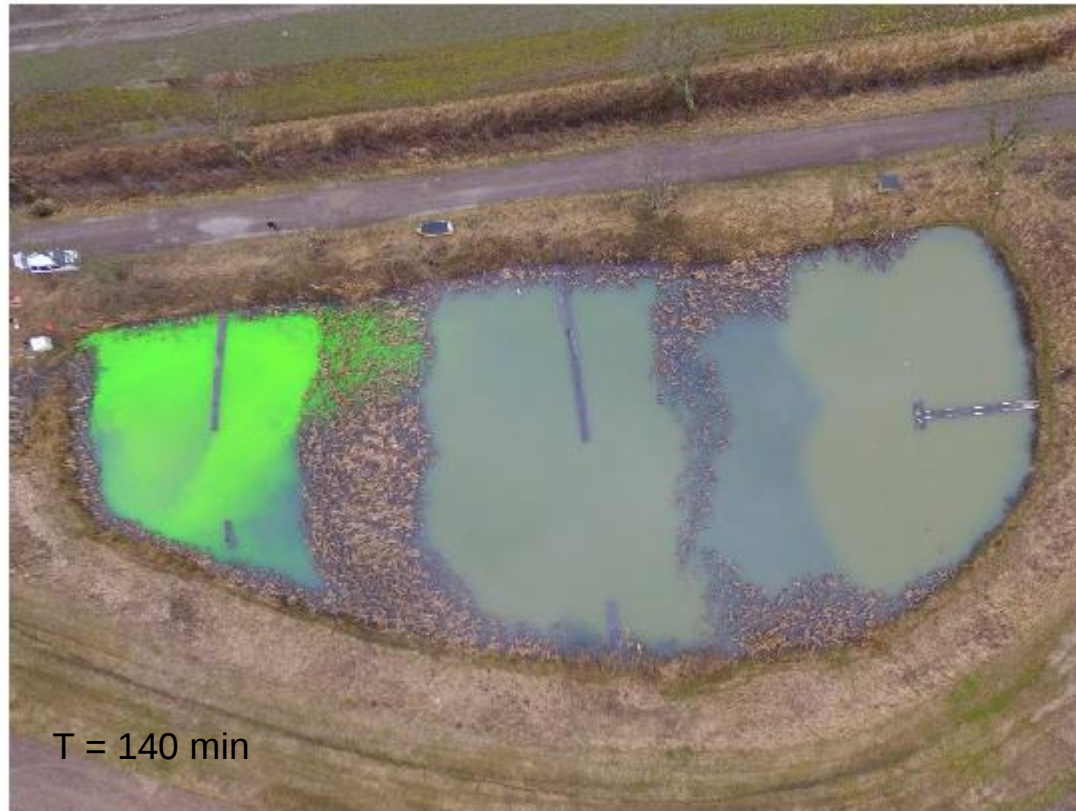
**Tabel 2.** Anbefaling til indløbs- og udløbsstruktur afhængigt af vådområdets bredde

| 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



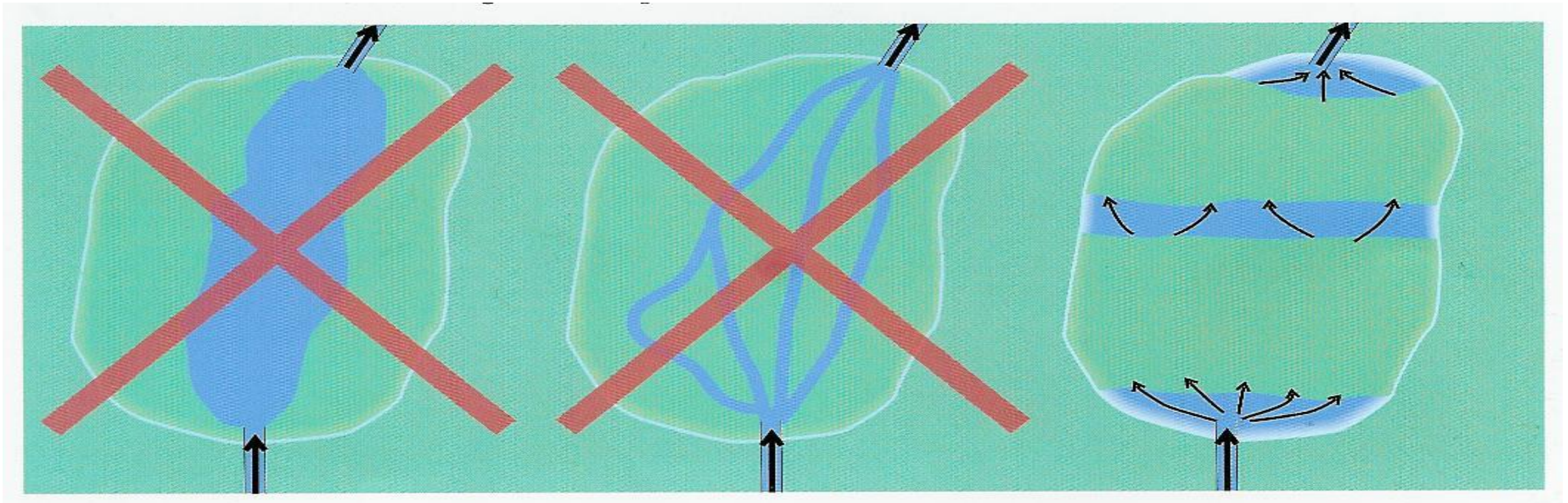
Farve-tracerforsøg marts 2016.

Fotos: Mathias Kusk

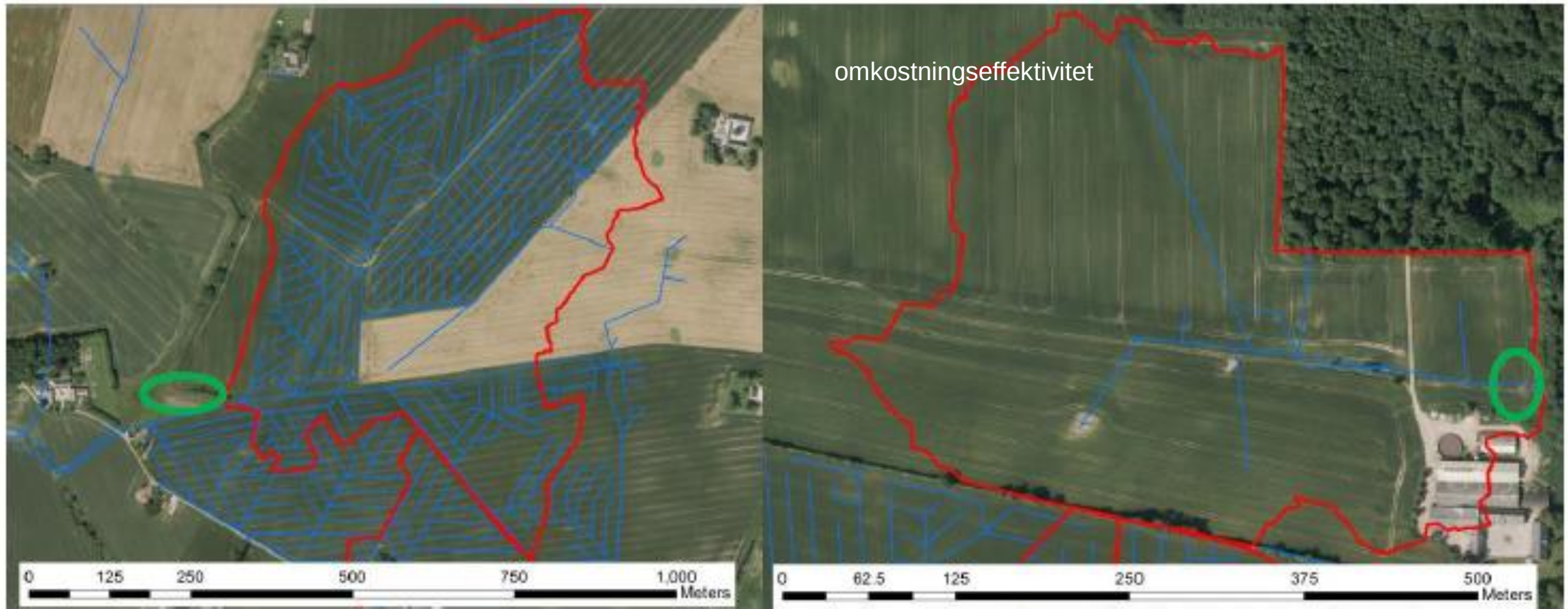
Gengivet fra: Kusk, M. 2016. Nitrat og intern hydrodynamik i et konstrueret minivådområde med overfladestrømning der modtager drænvand – en rumlig analyse. Specialeprojekt maj 2016, Aarhus Universitet. Finansieret af iDRÆN, 2011-2017, j. nr. 3405-10-0142 (<http://idraen.dk>)

# Vigtigt: Beplantning og hydraulisk effektivitet

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

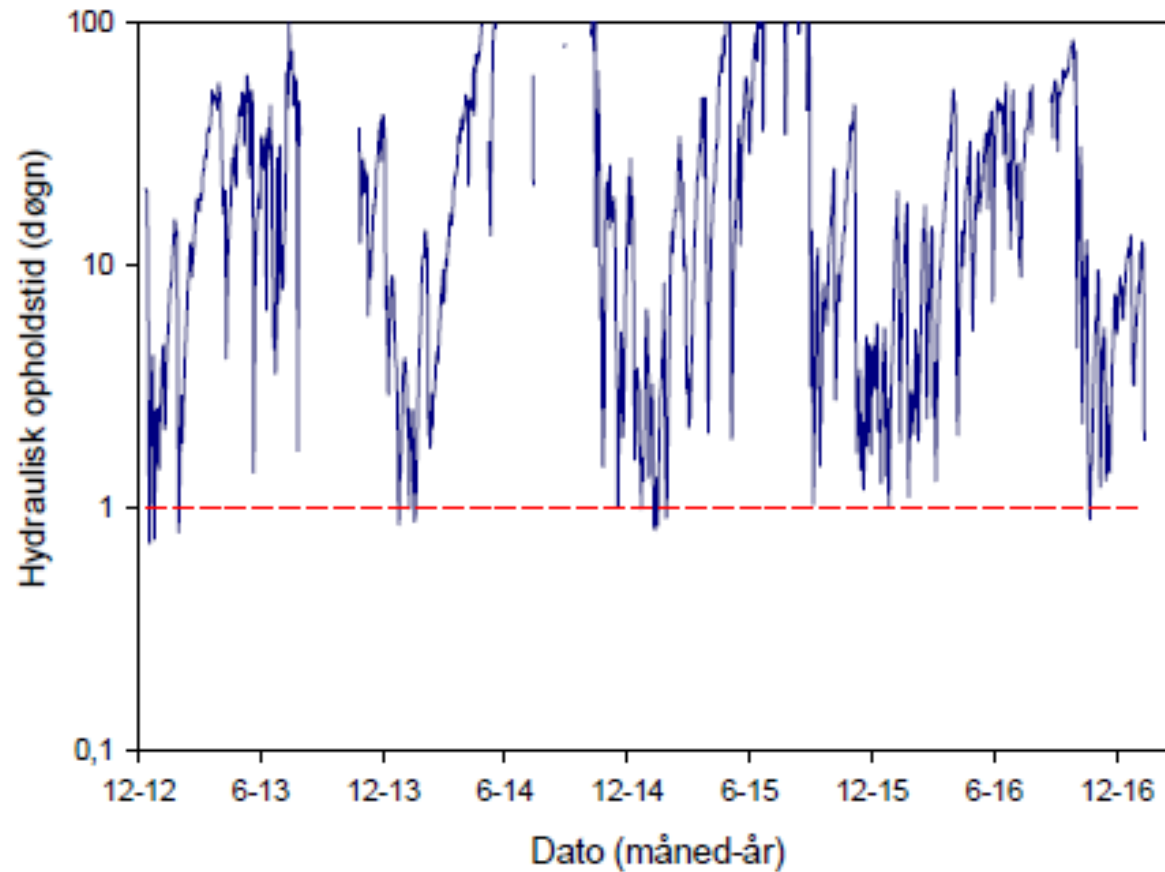


# Dimensionering af minivådområde - dænoplandsafgrænsning



Figur 1. Eksempler på afgrænsning af drænopland for henholdsvis et systemdrænet drænopland (a) og et punktdrænet opland (b) (Iversen, 2016 [www.idraen.dk](http://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

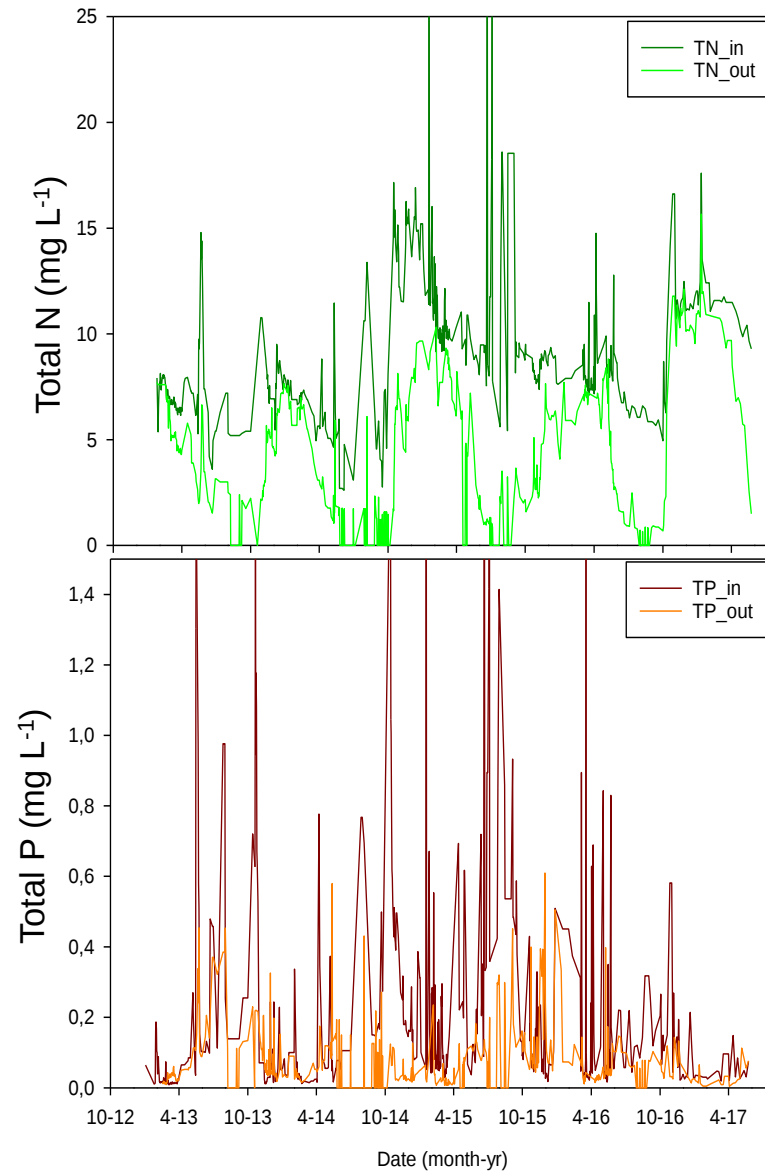
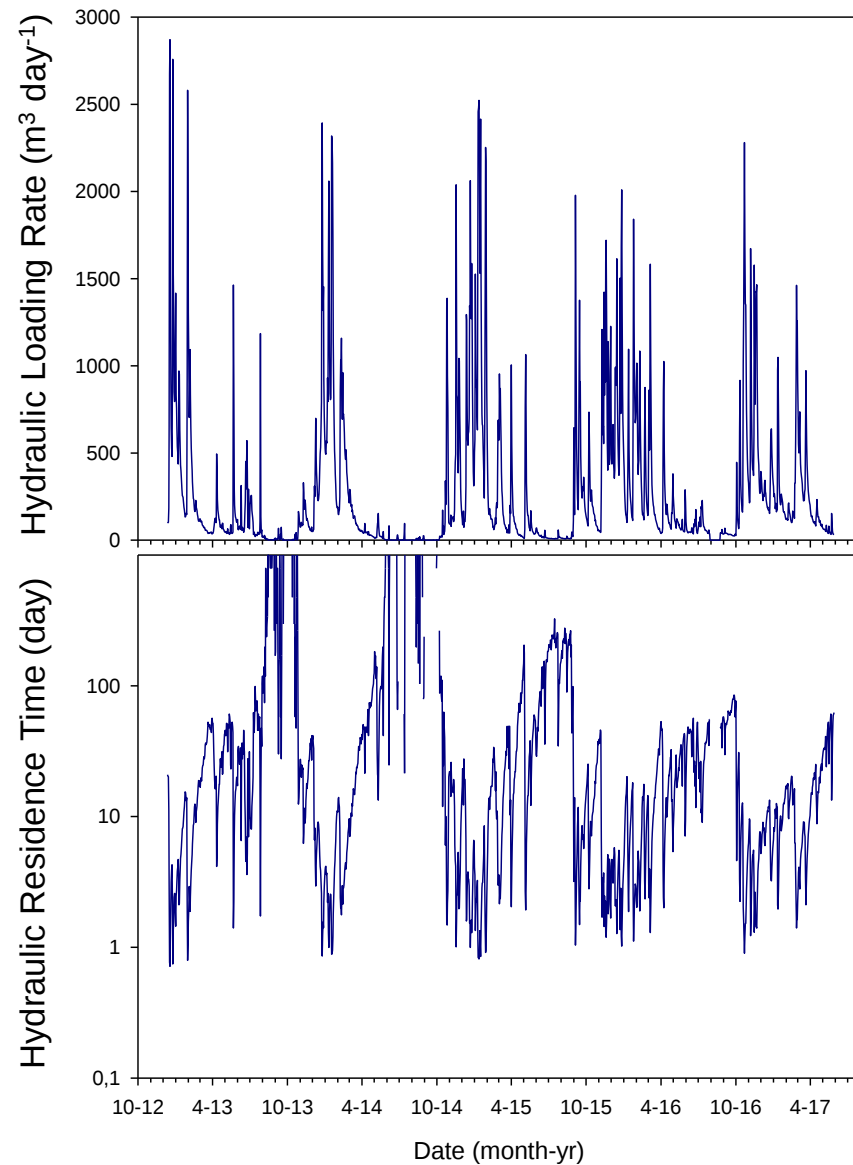
Tabel 1. Sammenhæng mellem drænoiland og minivådområdeareal.

| Drænoplans<br>areal<br>ha | Minivådområde andel<br>af opland<br>% | Minivådområde<br>overfladeareal<br>m <sup>2</sup> |
|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 25                        | 1                                     | 2.500                                             |
| 50                        | 1                                     | 5.000                                             |
| 100                       | 1                                     | 10.000                                            |

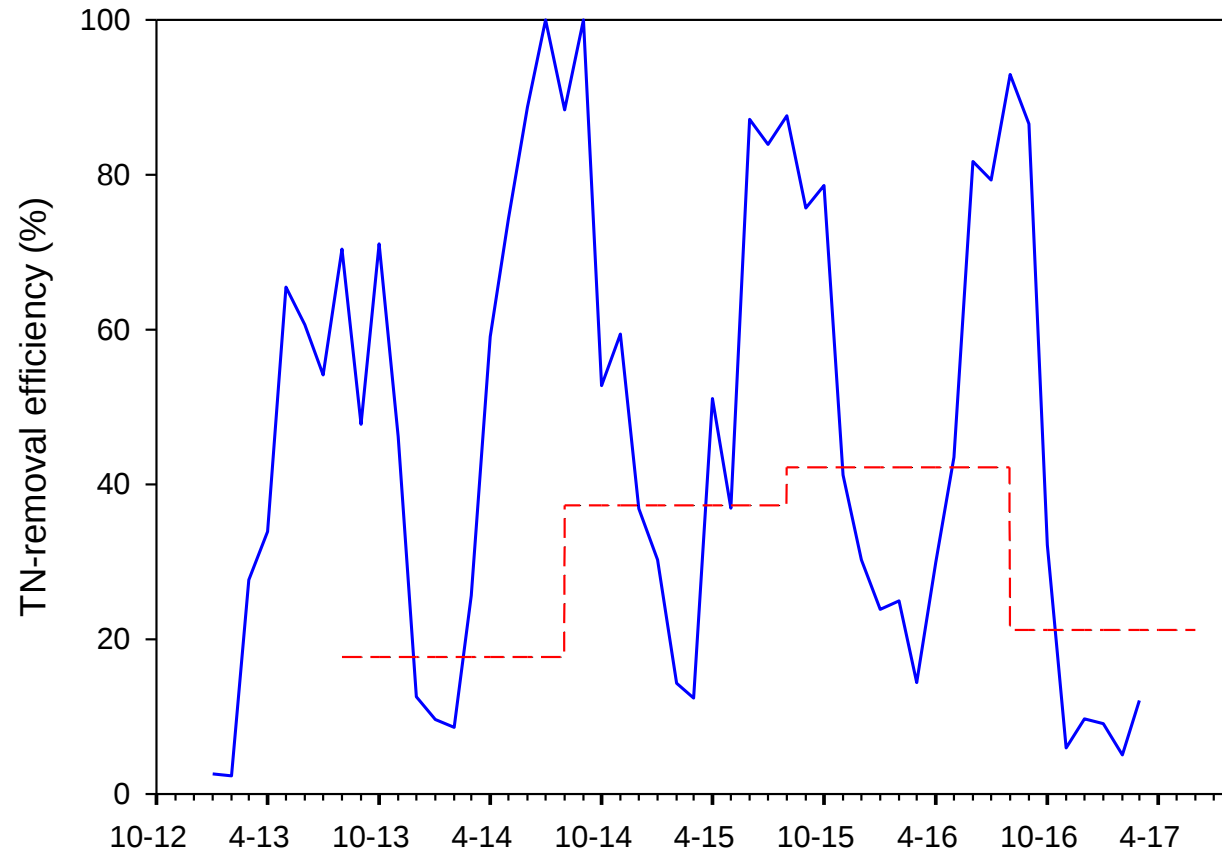
Figur 2. Eksempel på variationen i hydraulisk opholdstid (døgn) ved ét minivådområdeareal på 1% af drænoplansarealet. Den stiplede røde linje angiver den opholdstid på ét døgn (fra Kjærgaard et al., 2017).

## II. Minivådområdets effekt

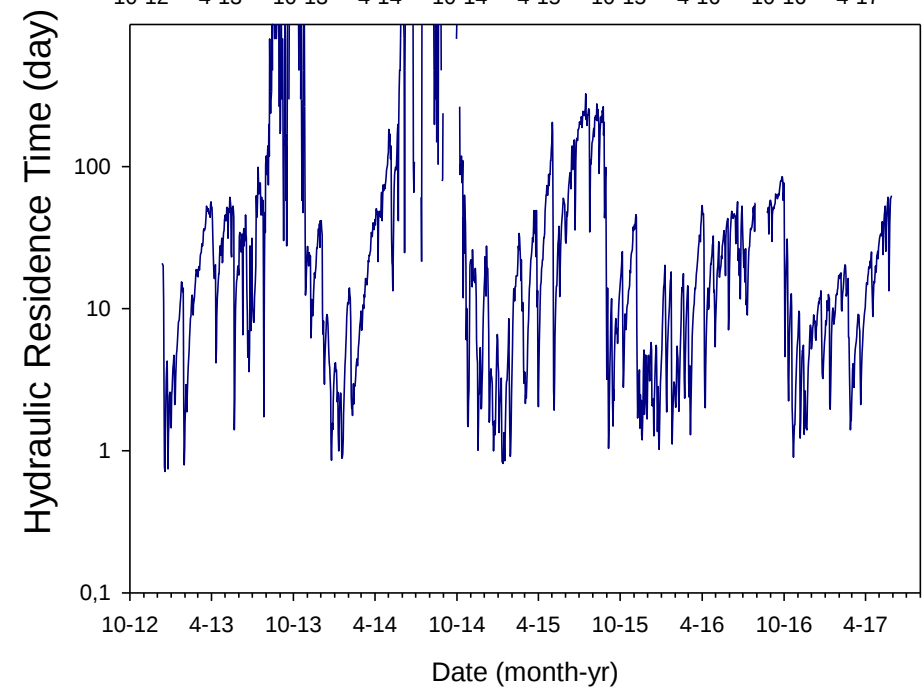
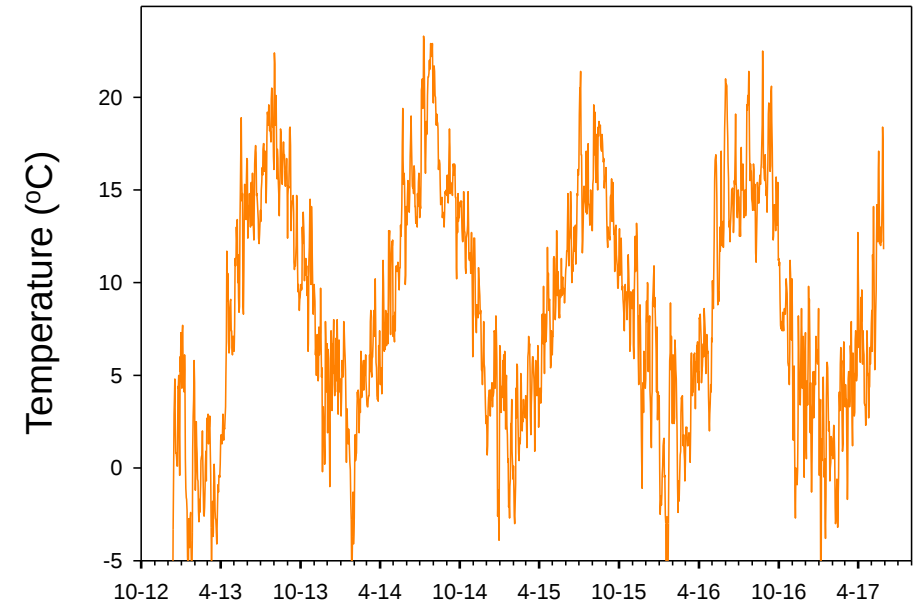
# Minivådområders kvælstofeffekt



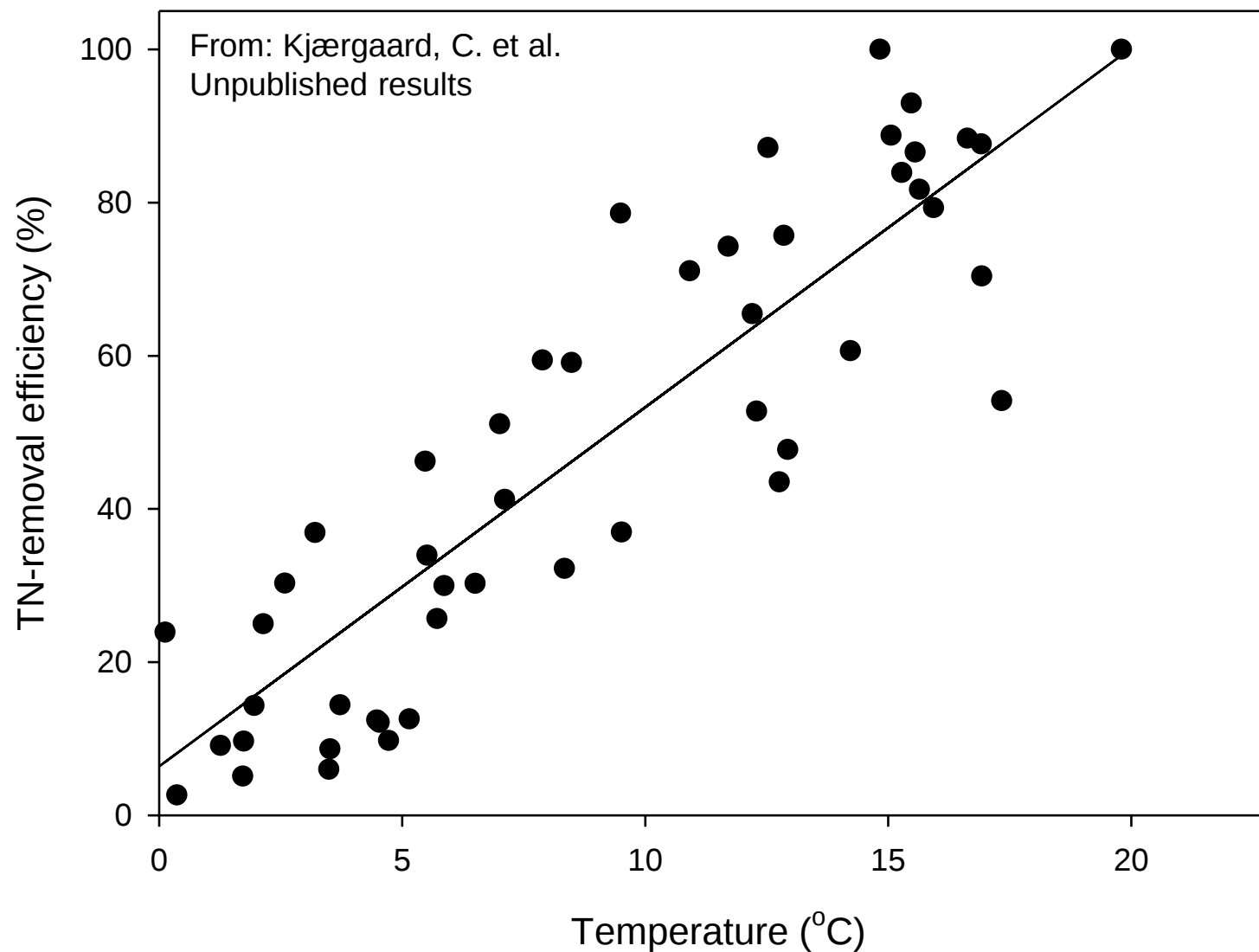
# Variation i kvælstofreduktionseffektiviteten



Red dotted line is the yearly average in the four years

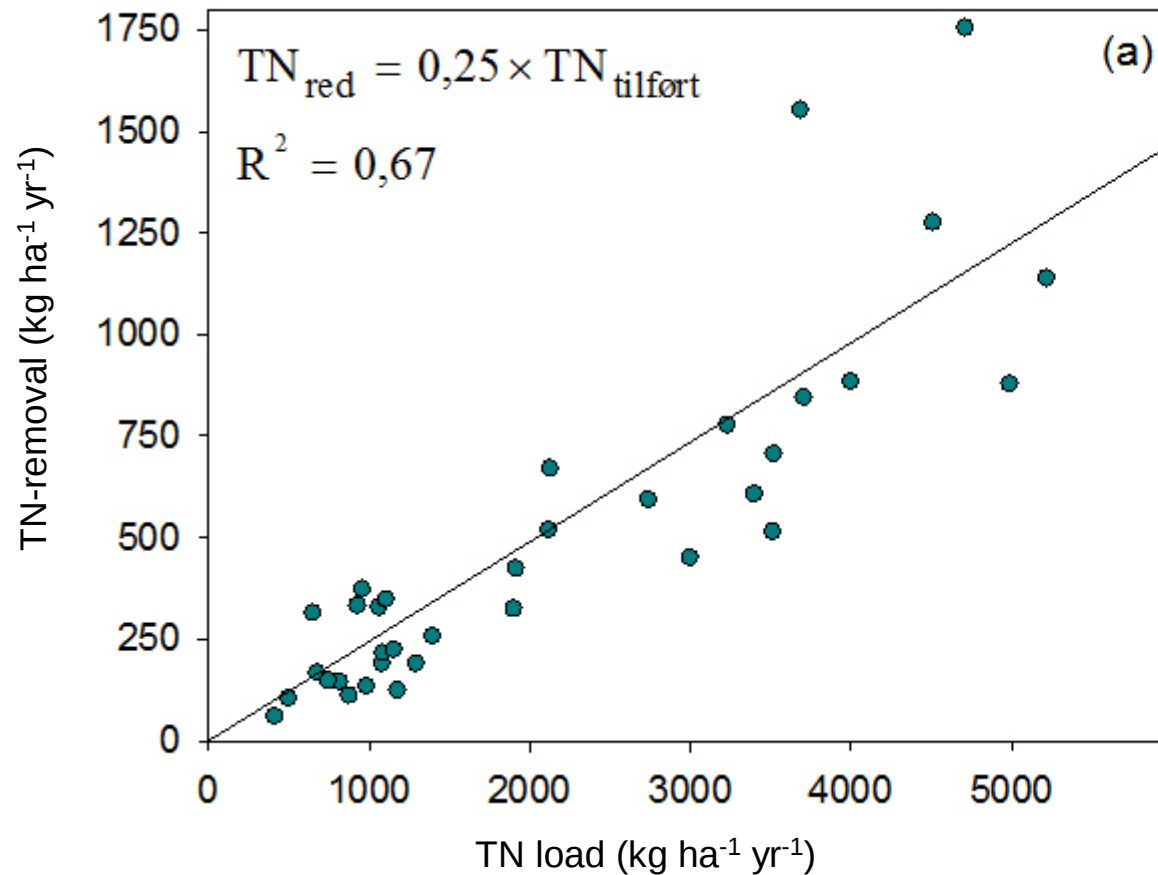


# Temperatur er primær styrende parameter for N-effektiviteten

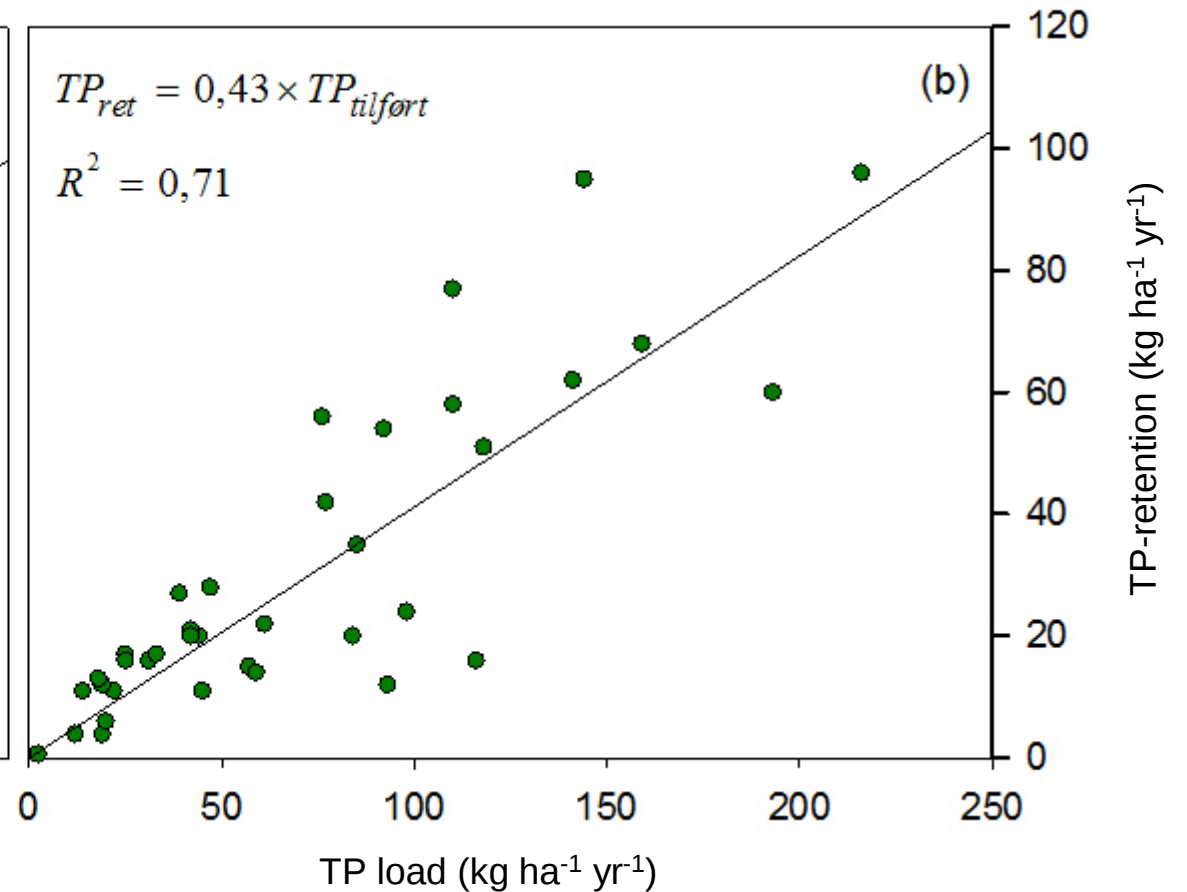


# Resultater danske minivådområder (2013-2017)

TN-reduction average 25%



TP-retention average 43%

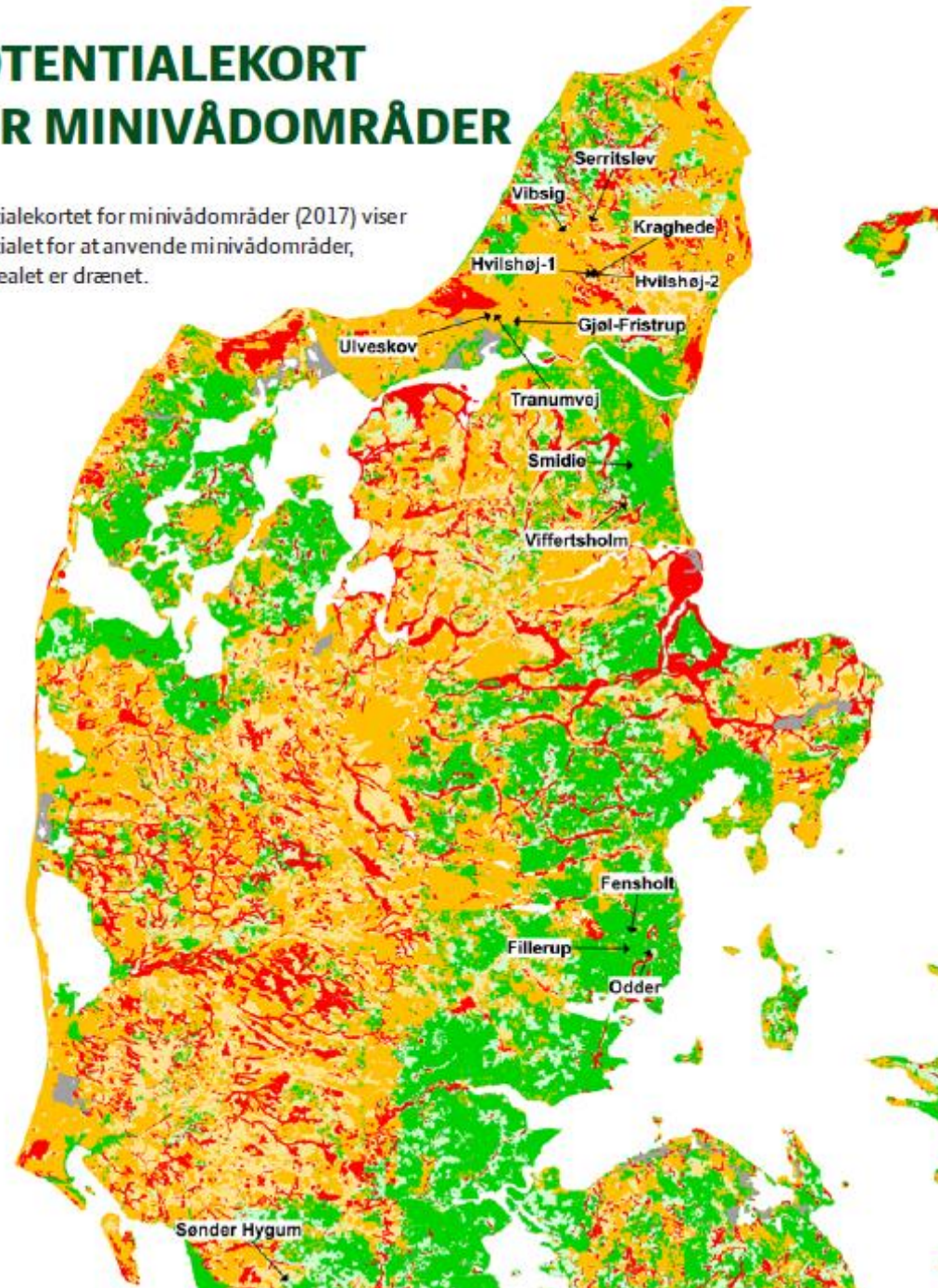


## Afledte og øvrige effekter

- ☐ 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.

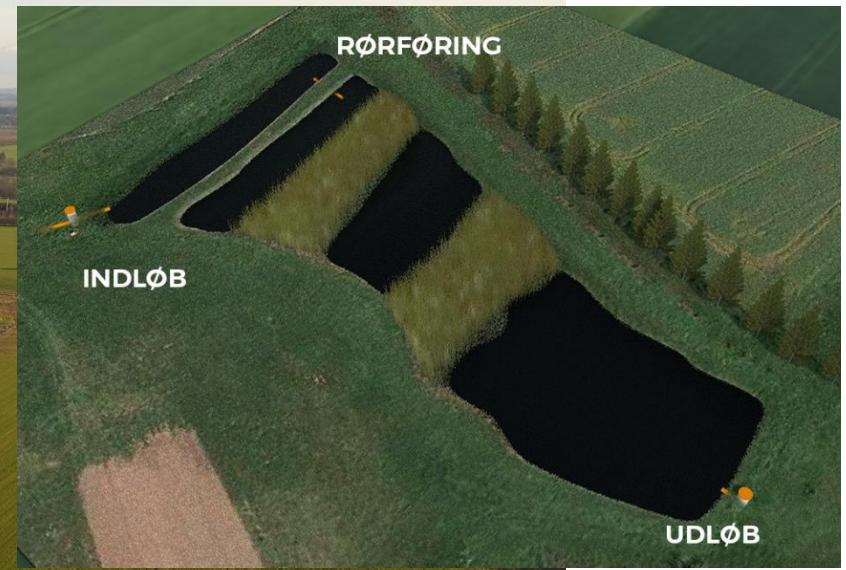


# Serritslev, Limfjorden

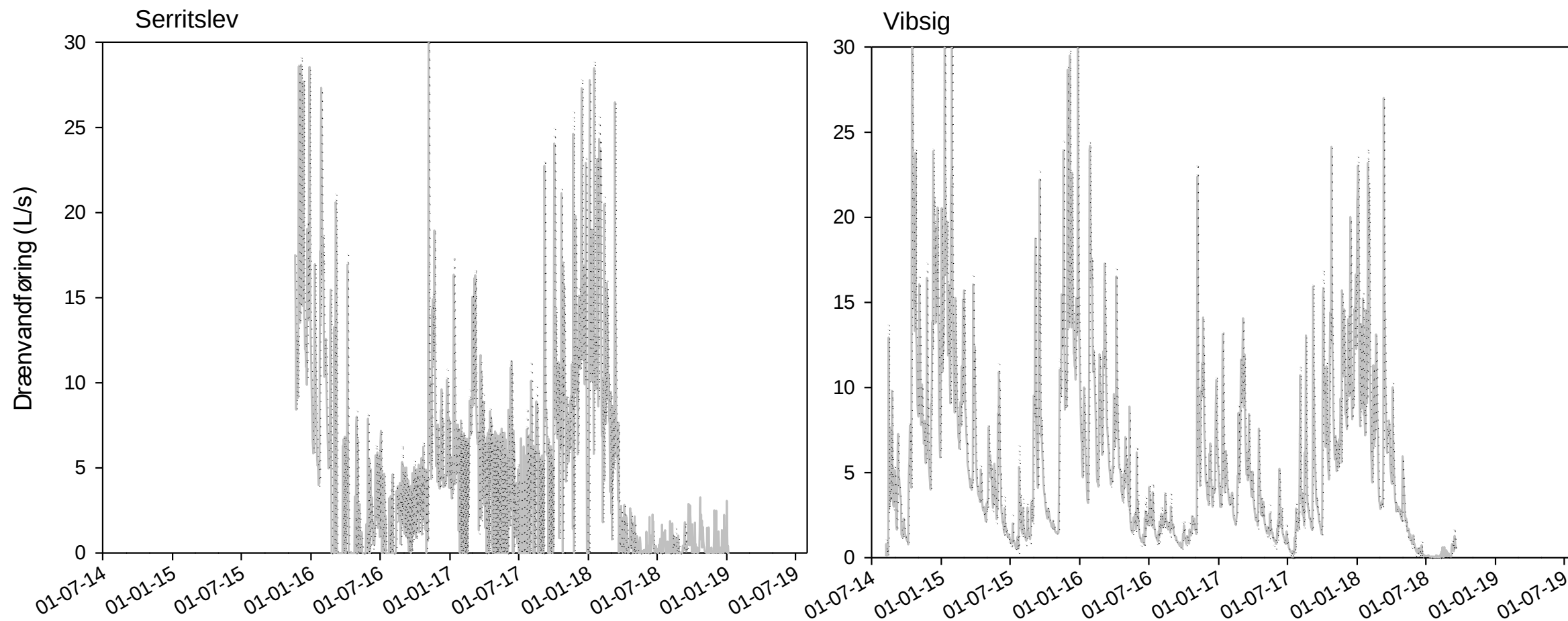


Dronefoto: SEGES

# Vibsig, Limfjorden



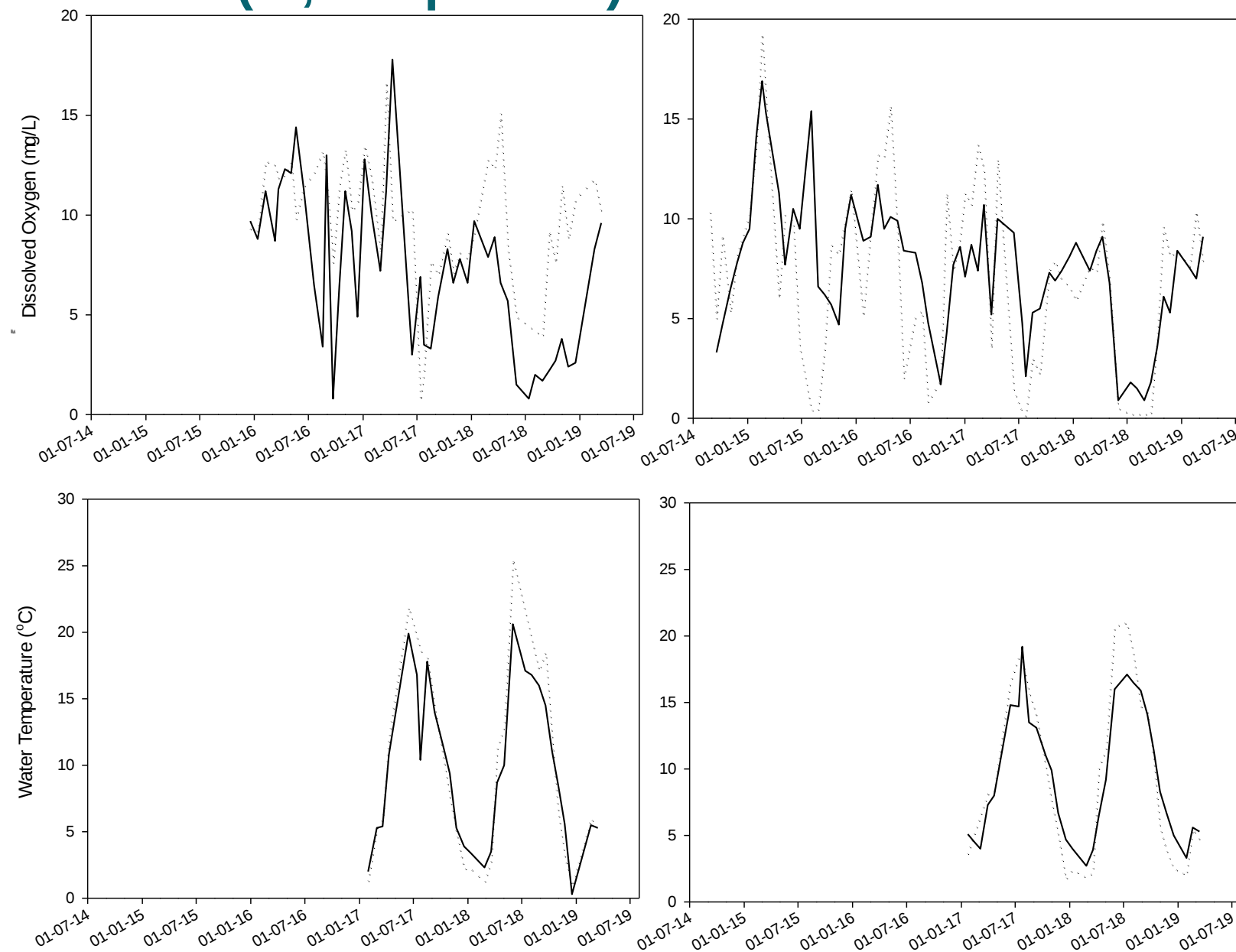
## II. Afledte effekt - vandføring



From: Kjærgaard, C. et al. Unpublished results

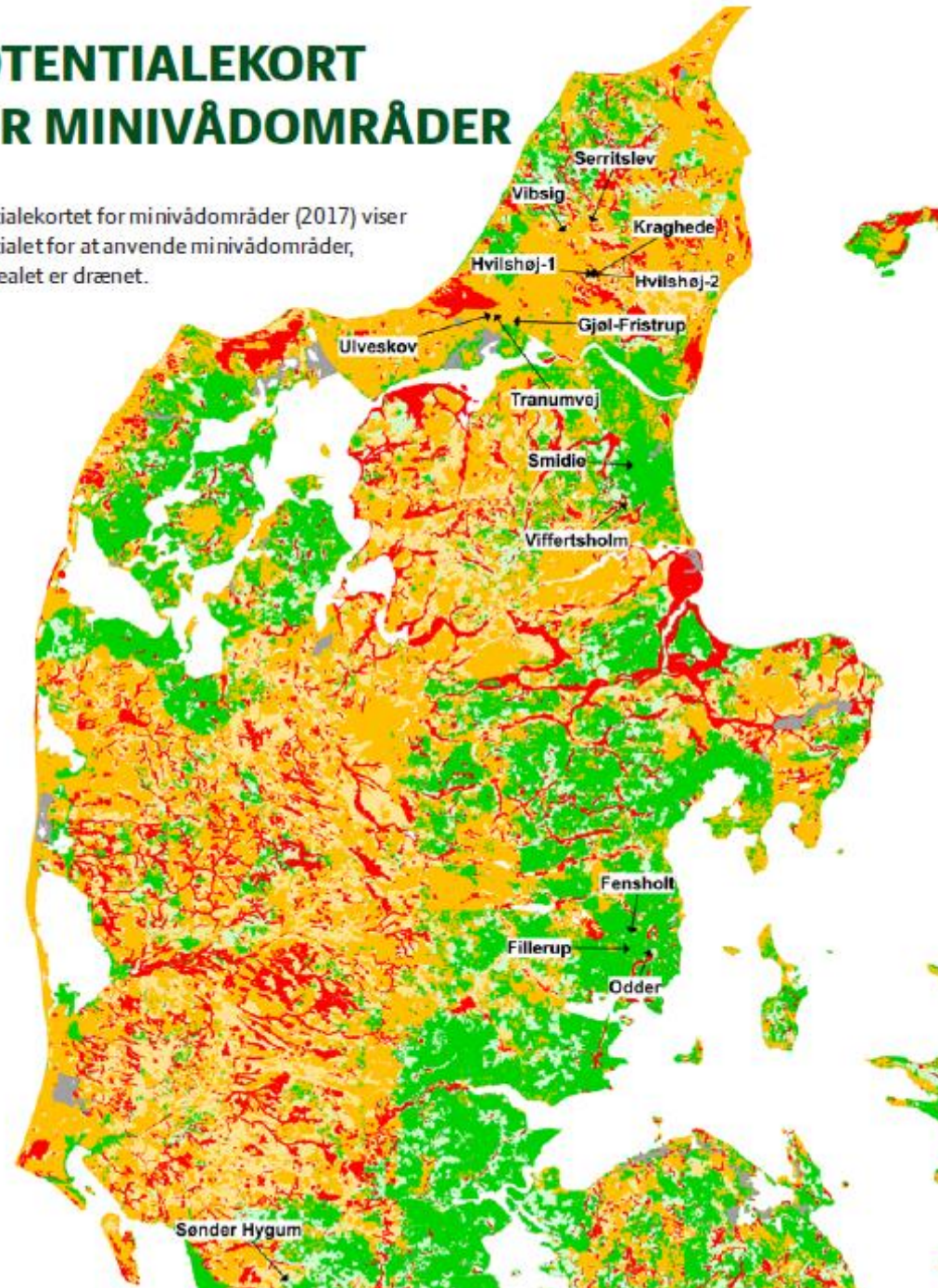
## II. Afledte effekt (ilt, temperatur)

From: Kjærsgaard, C. et al. Unpublished results



# POTENTIALEKORT FOR MINIVÅDOMRÅDER

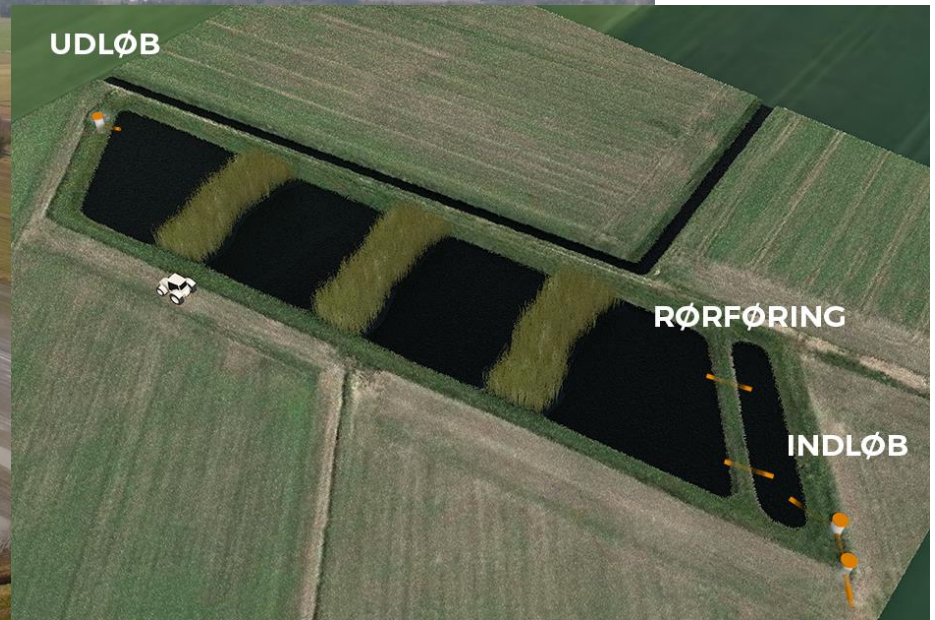
Potentialekortet for minivådområder (2017) viser potentialet for at anvende minivådområder, hvis arealet er drænet.



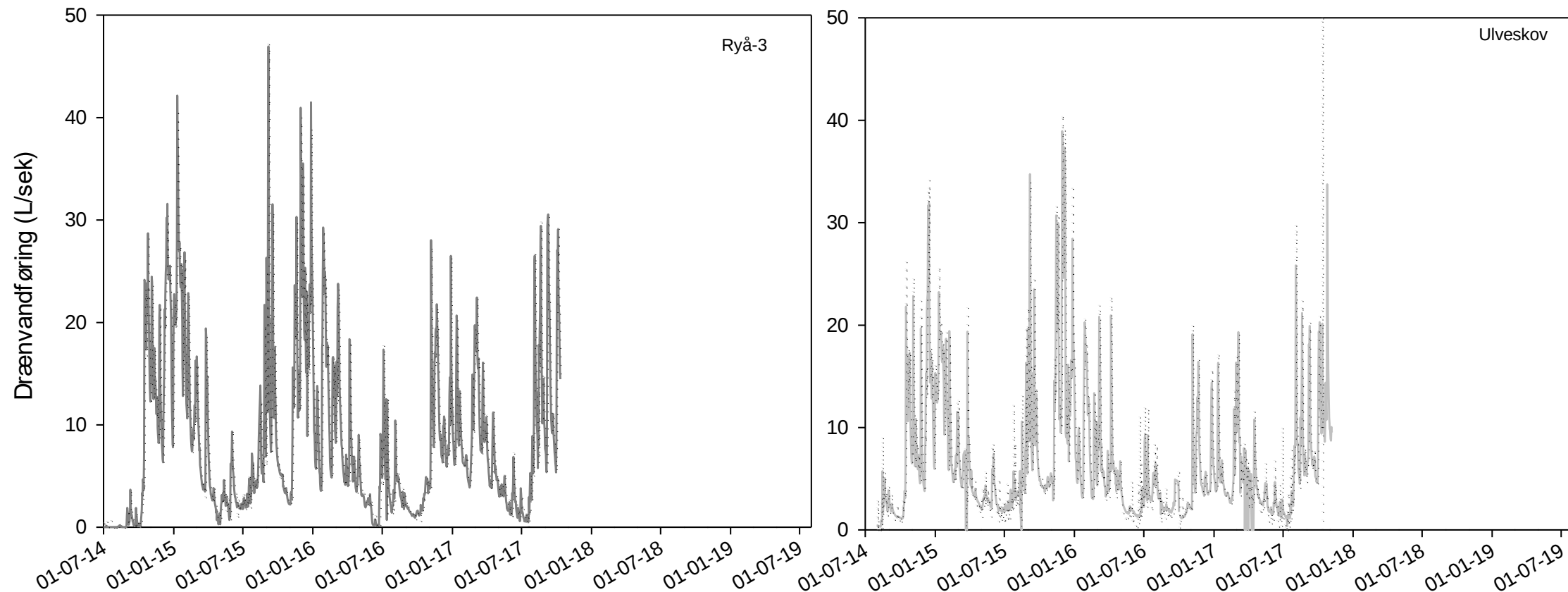
# Aabybro-1, Limfjorden



# Ulveskov, Limfjorden



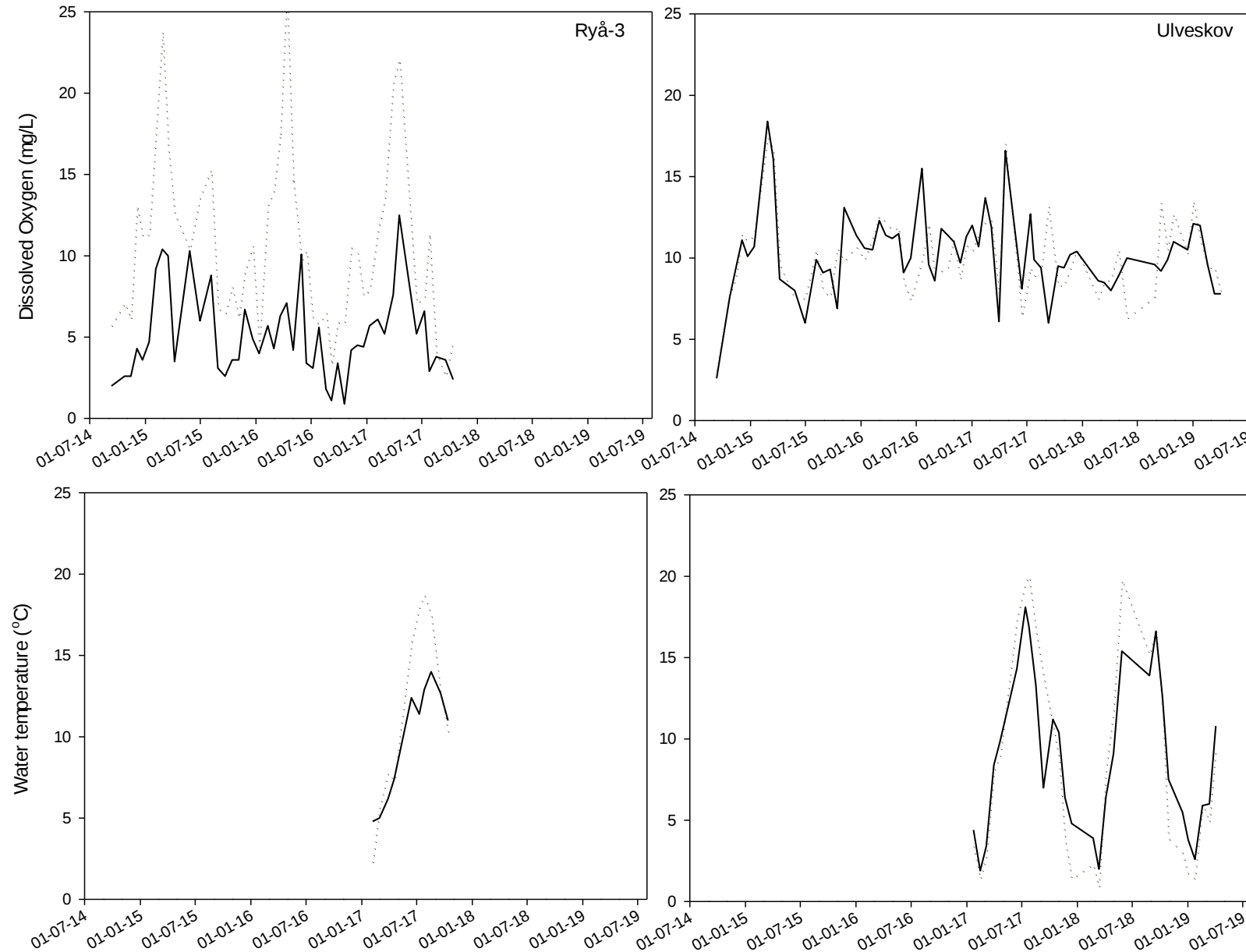
## II. Afledte effekt - vandføring



From: Kjærgaard, C. et al. Unpublished results

## II. Afledte effekt (ilt, temperatur)

From: Kjærgaard, C. et al. Unpublished results



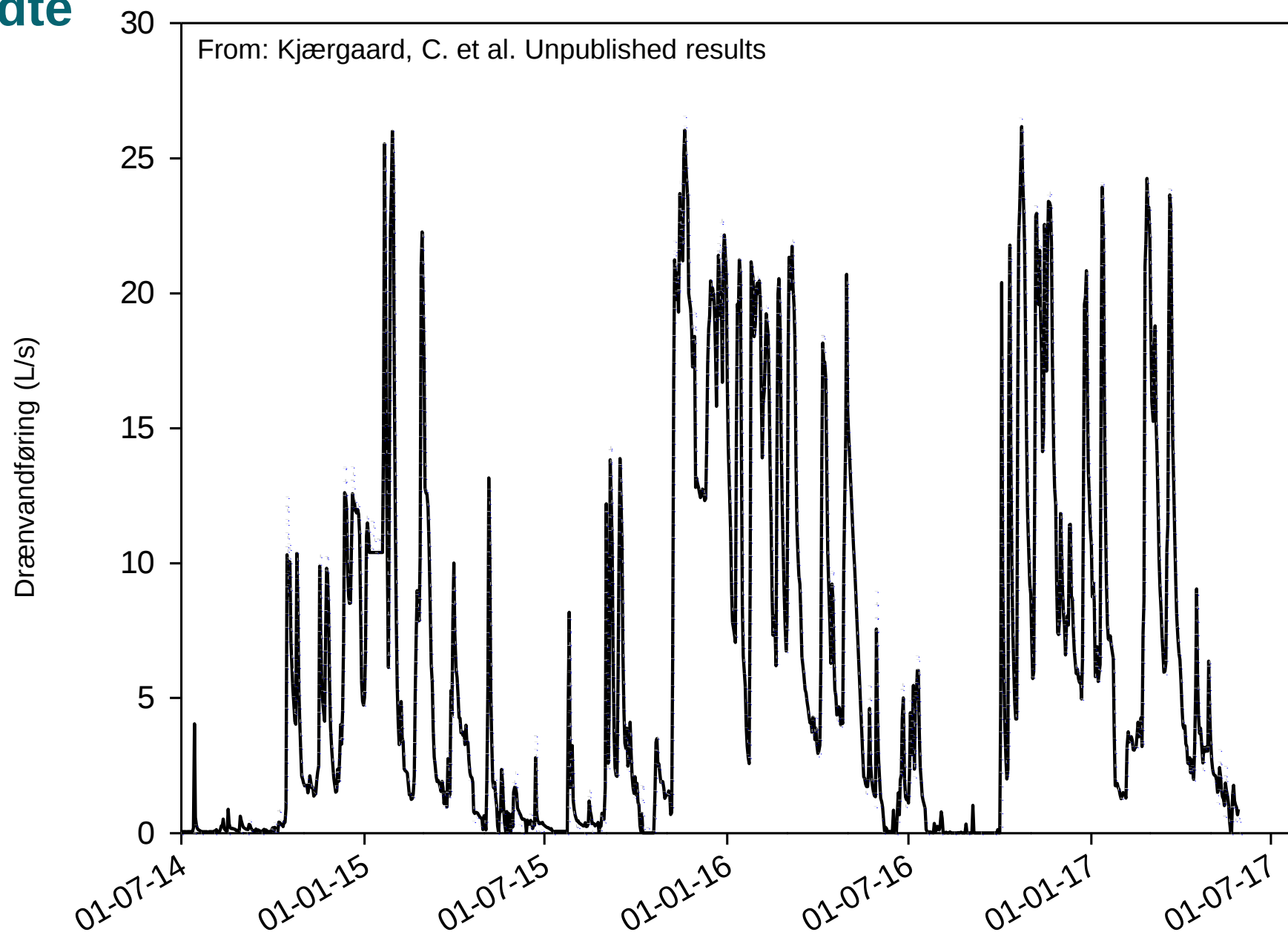
# Odder, Norsminde Fjord



Photo: Charlotte Kjærgaard

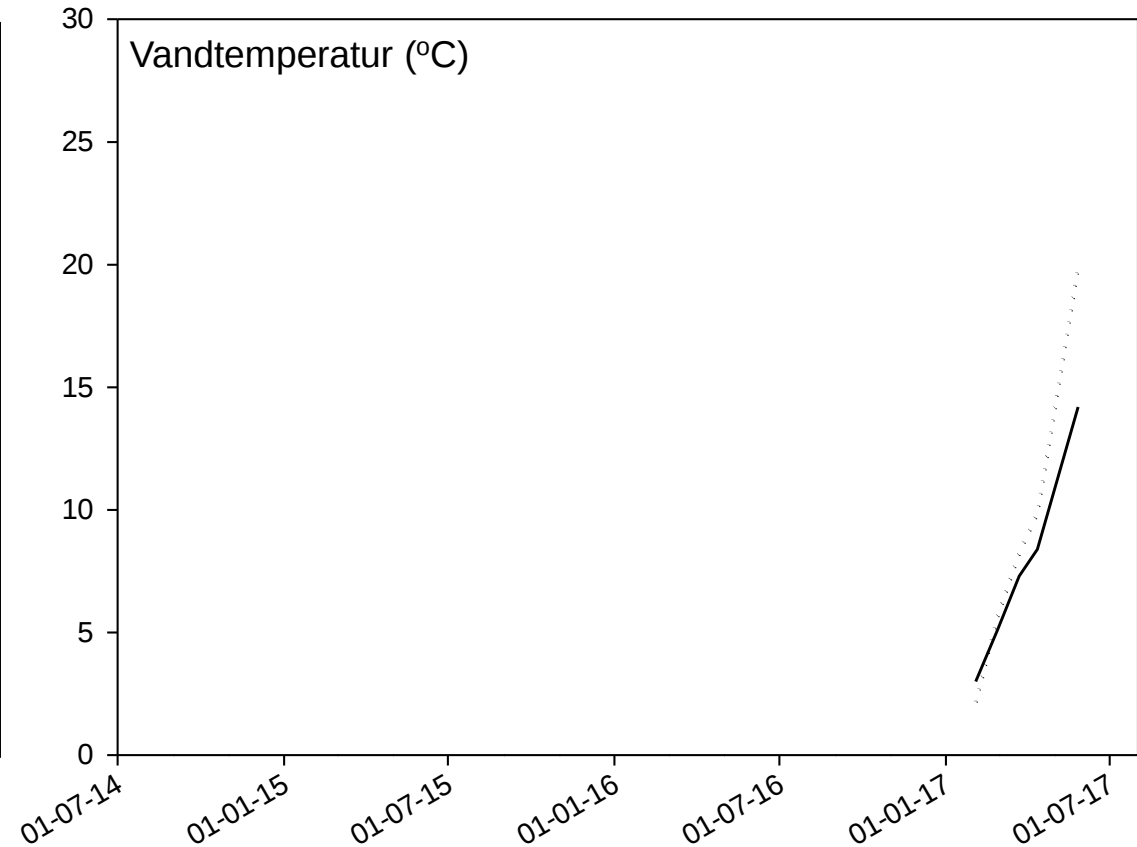
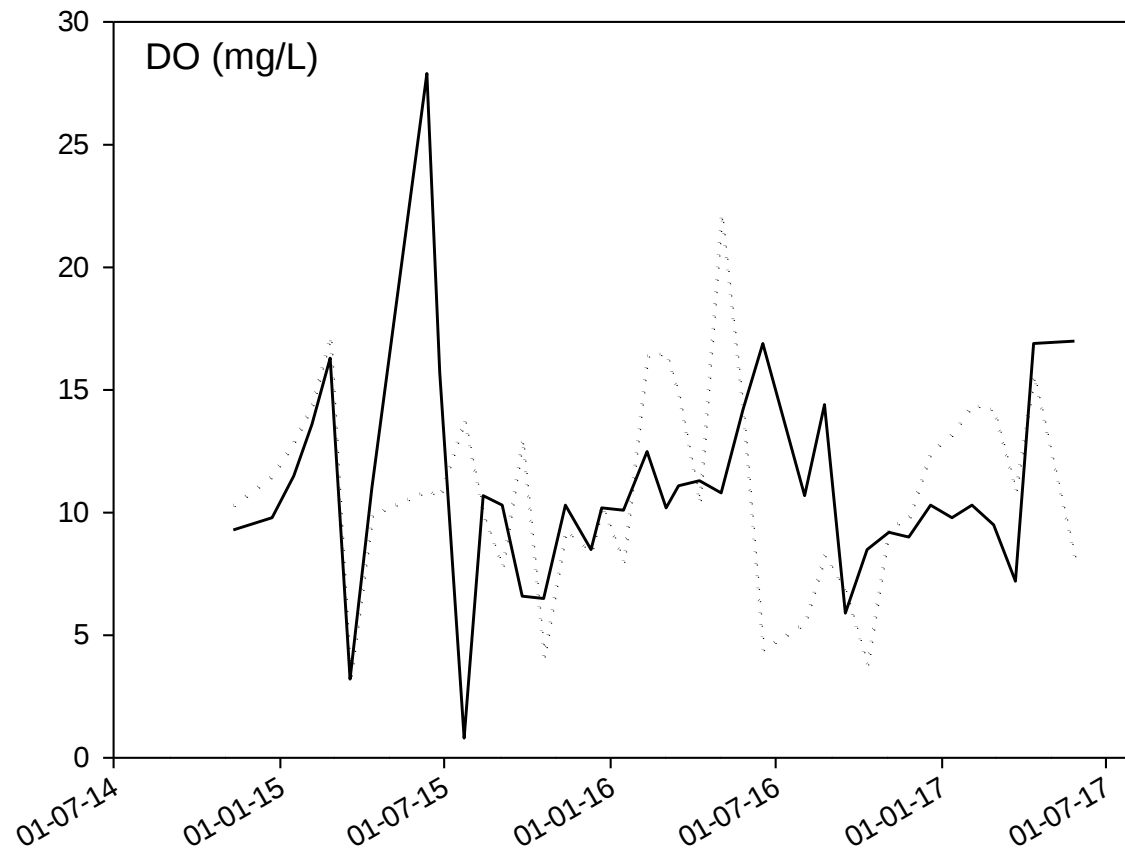


## II. Afledte



## II. Afledte effekt (ilt, temperatur)

From: Kjærgaard, C. et al. Unpublished results

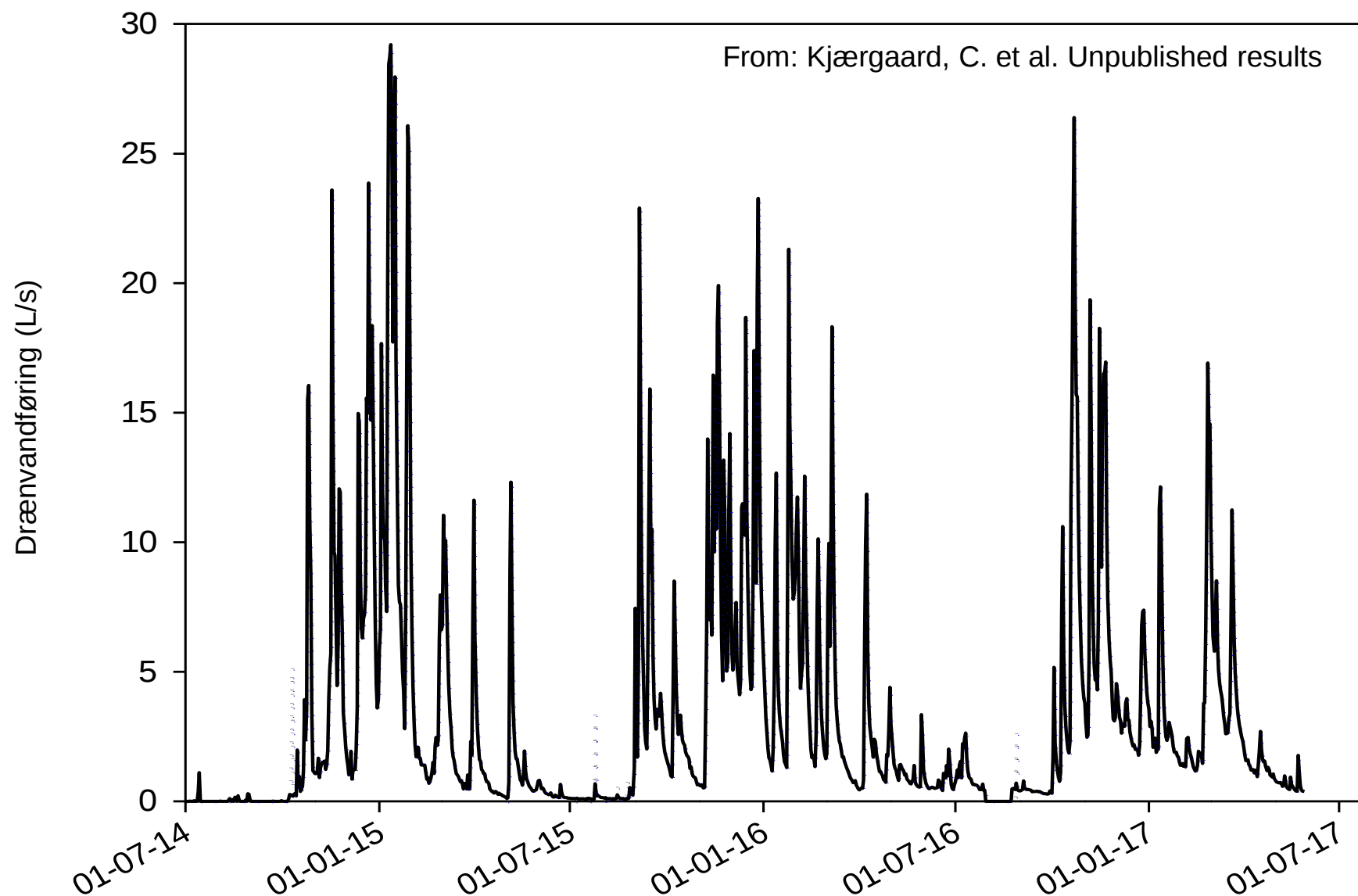


# Fillerup, Odder, Norsminde Fjord



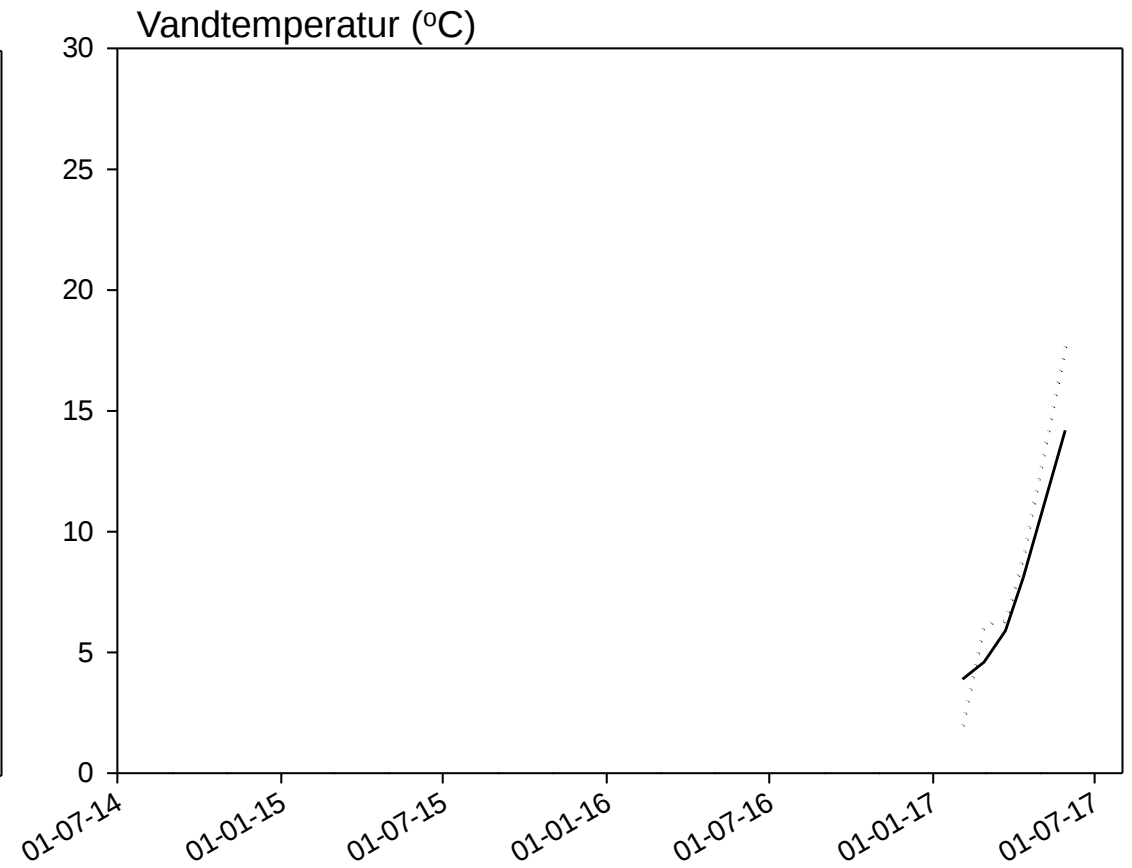
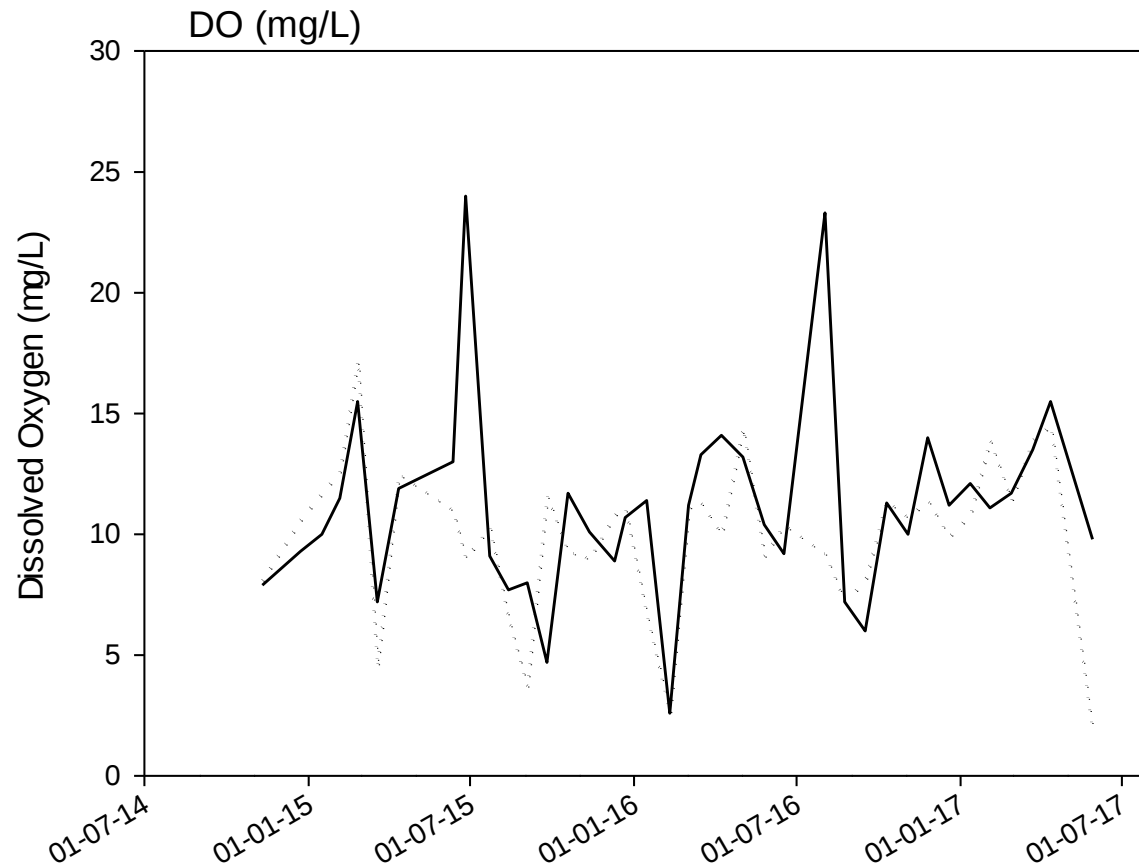
Dronefoto: SEGES

## II. Afledte effekt - vandføring

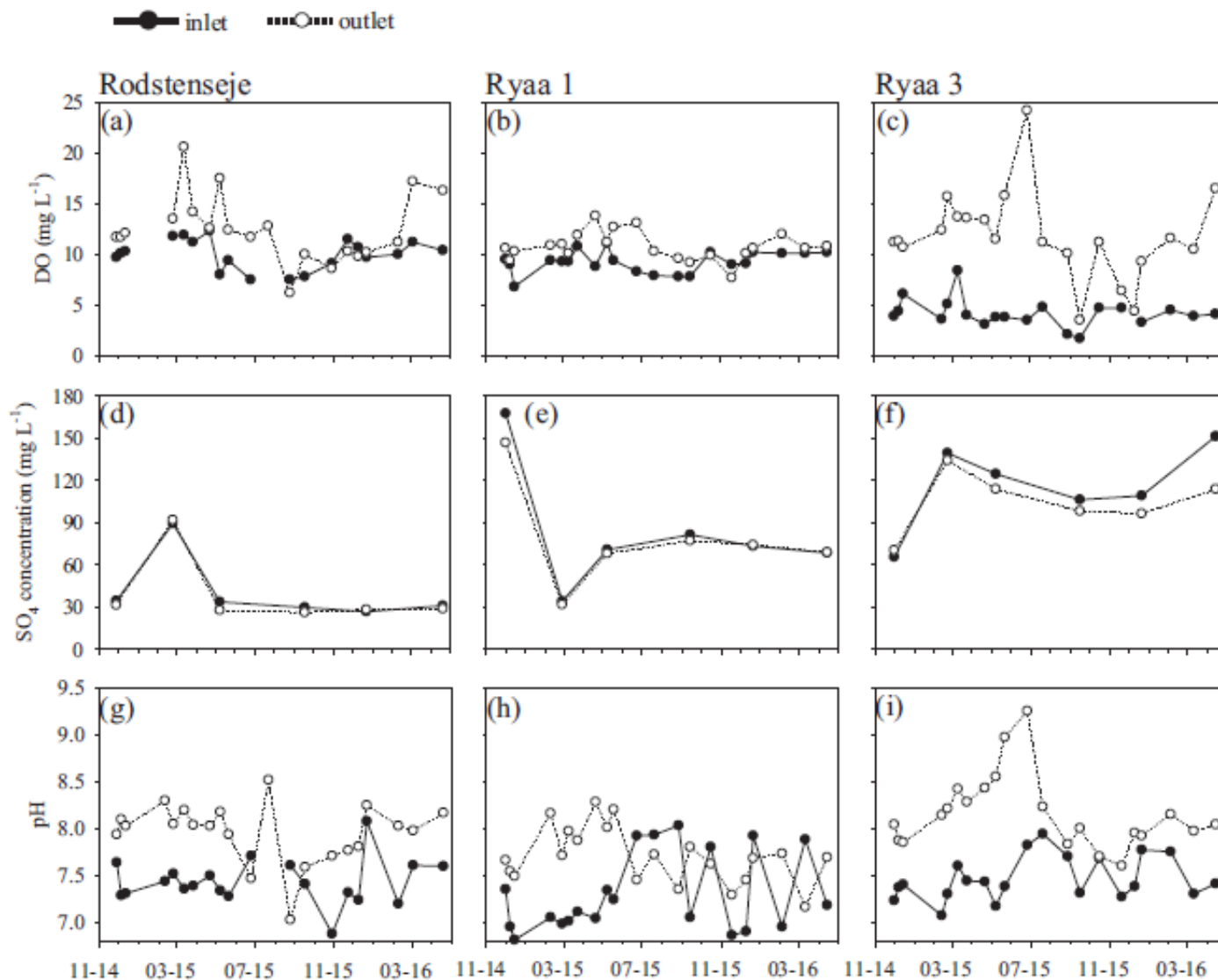


## II. Afledte effekt (ilt, temperatur)

From: Kjærgaard, C. et al. Unpublished results



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



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

| CW          | Zone    | Thickness <sup>a</sup> | Sediment <sup>a</sup>               | TP <sup>a</sup>                    | Fe <sub>CBD</sub> <sup>a</sup> |
|-------------|---------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|             |         | mm                     | kg m <sup>-2</sup> yr <sup>-1</sup> | g m <sup>-2</sup> yr <sup>-1</sup> |                                |
| Rodstenseje | SP      | 22 (19) <sup>b</sup>   | – <sup>c</sup>                      | –                                  | –                              |
|             | 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                             |

Mendes, L.R.D., Tonderski, K., Kjærgaard, C. 2018. Phosphorus accumulation and stability in sediments of surface-flow constructed wetlands. *Geoderma* 331:109-120.

# 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-



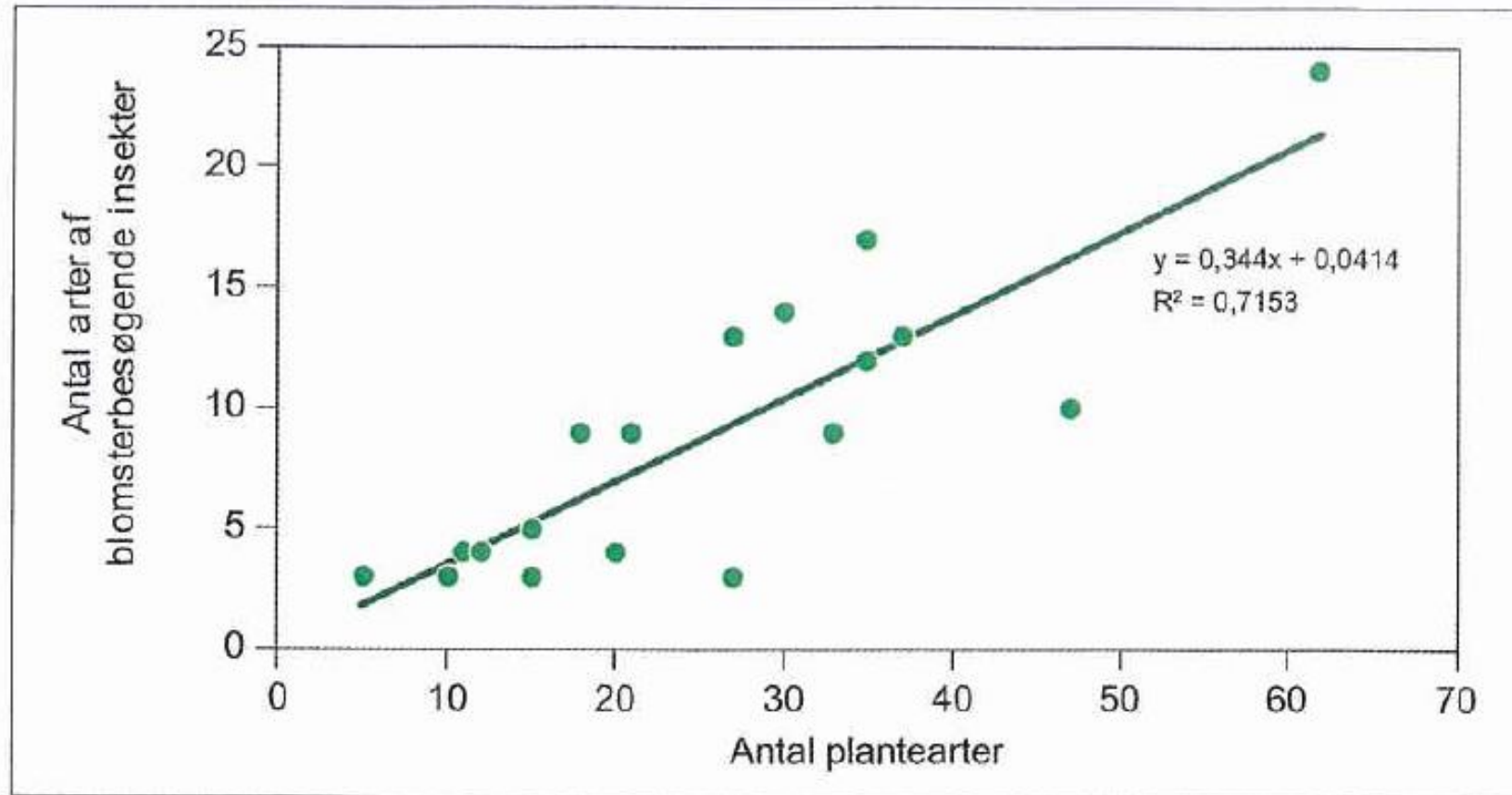
fugl (*Lycaena virgaureae*), der besøger sump-kællingetand. Begge arter tiltrækker rigtig mange forskellige sommerfugle og bier. Foto af hjortetrøst og kejserkåbe: Jane Dietzel. Foto af sump-kællingetand og dukatsommerfugl: Beate Strandberg.

# 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 m<sup>2</sup> og diversitetsindeks og evenness er beregnet på baggrund af forekomsten (dækning) af arterne i 6 tilfældigt udlagte Raunkjær cirkler inden for prøvefladen.*

|                       | <b>Antal<br/>plantearter</b> | <b>Shannon<br/>diversitets indeks</b> | <b>Evennes</b> |
|-----------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| 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 m<sup>2</sup> i 9 jyske minivådområder.



Photo: Charlotte Kjærgaard



Photo: Charlotte Kjærgaard



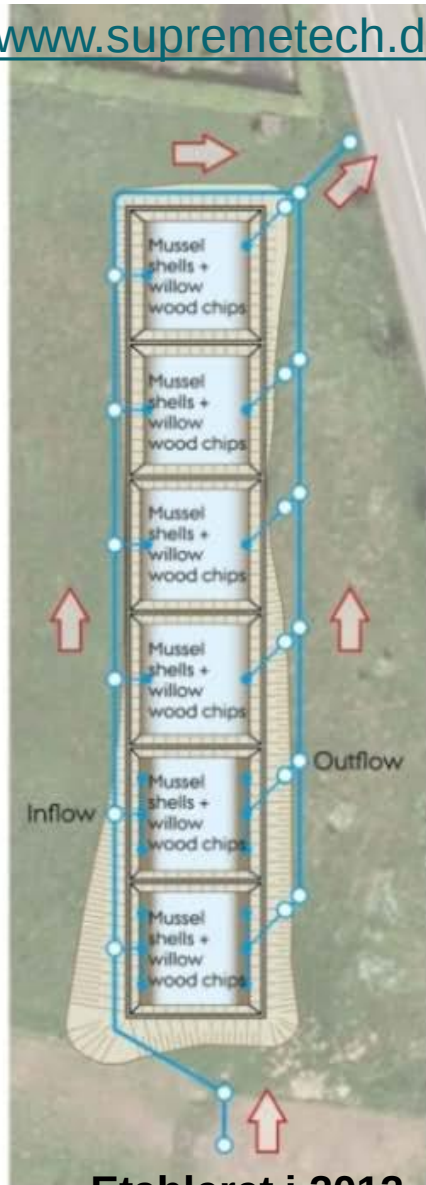
Photo: Charlotte Kjærgaard



Photo: Charlotte Kjærgaard

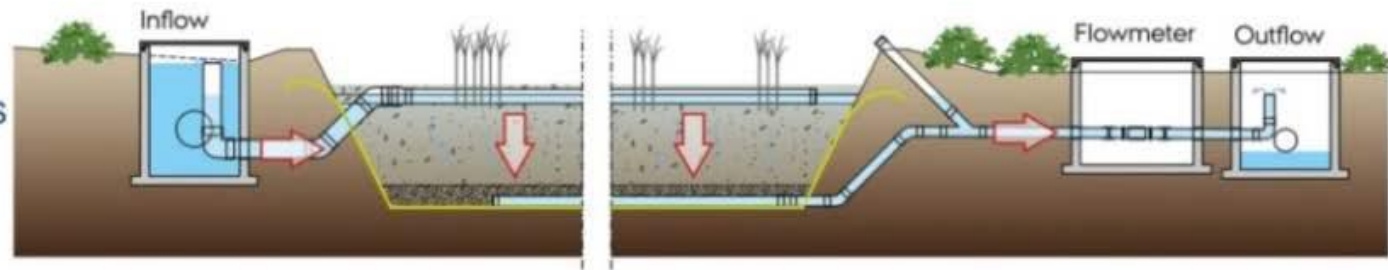
# Matrice-minivådområder (flis-baserede bioreaktorer)

[www.supremetech.dk](http://www.supremetech.dk)

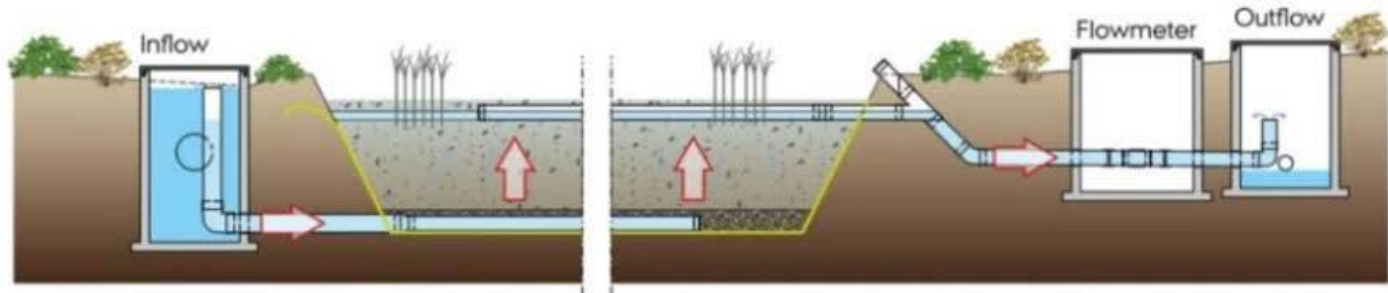


Etableret i 2012

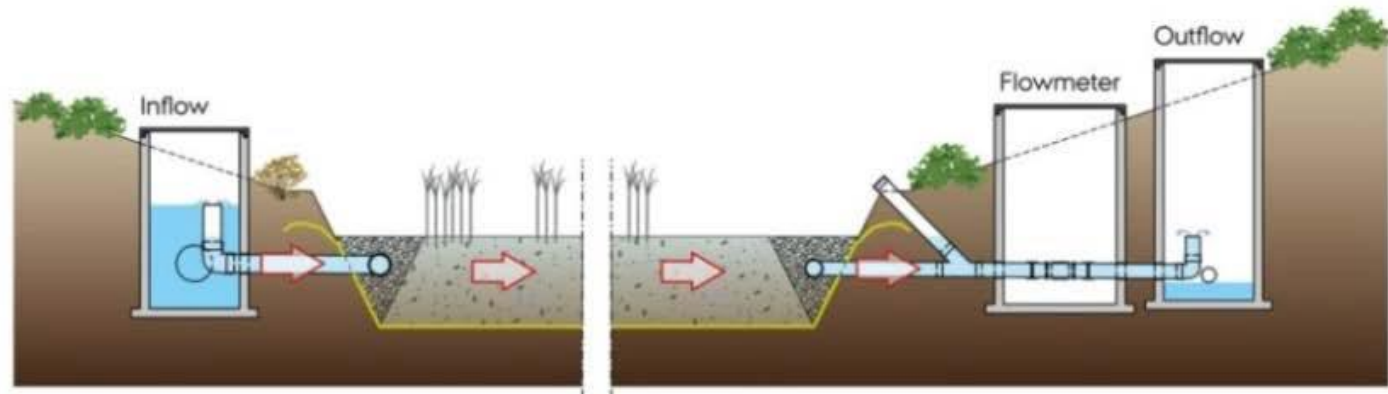
Vertical  
downwards  
flow



Vertical  
upwards  
flow



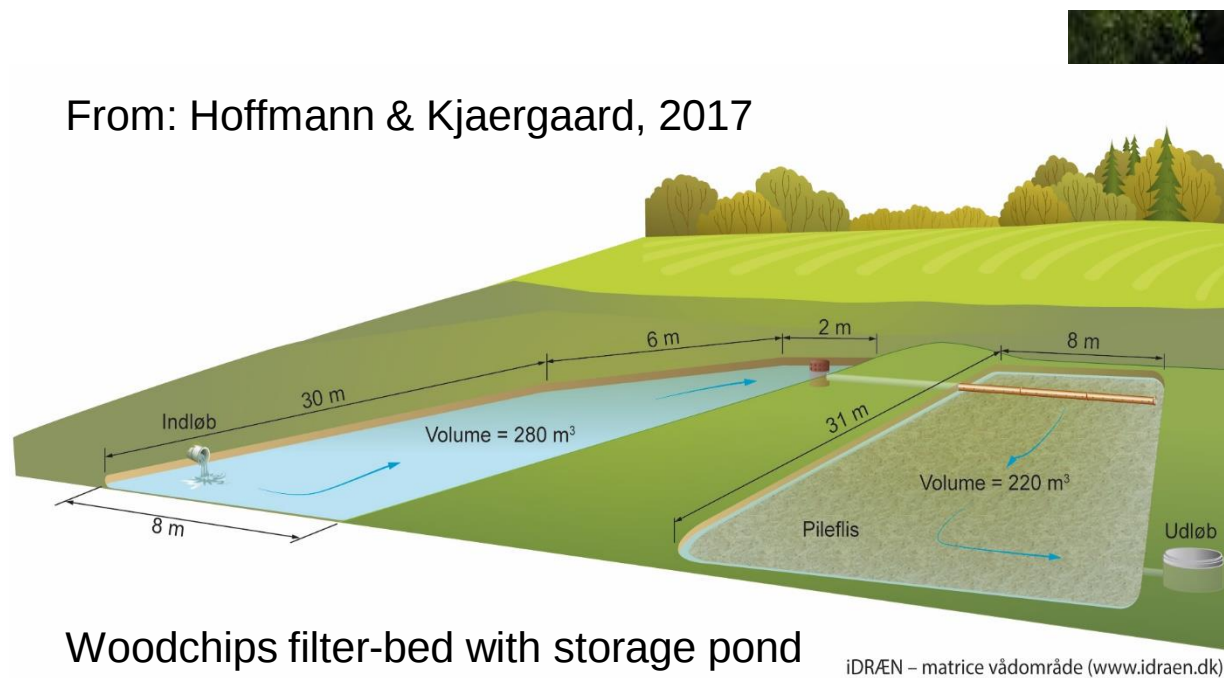
Horizontal  
flow



Hoffmann, C.C., Larsen, S.E. & Kjaergaard, C. 2019. Nitrogen removal in woodchips-based biofilters of variable designs treating agricultural drainage discharges. J. Env. Quality 29: doi:10.2134/jeq2018.12.0442

# Matrice-minivådområde med stuvningsbassin - prototype (godkendt LBST)

From: Hoffmann & Kjaergaard, 2017



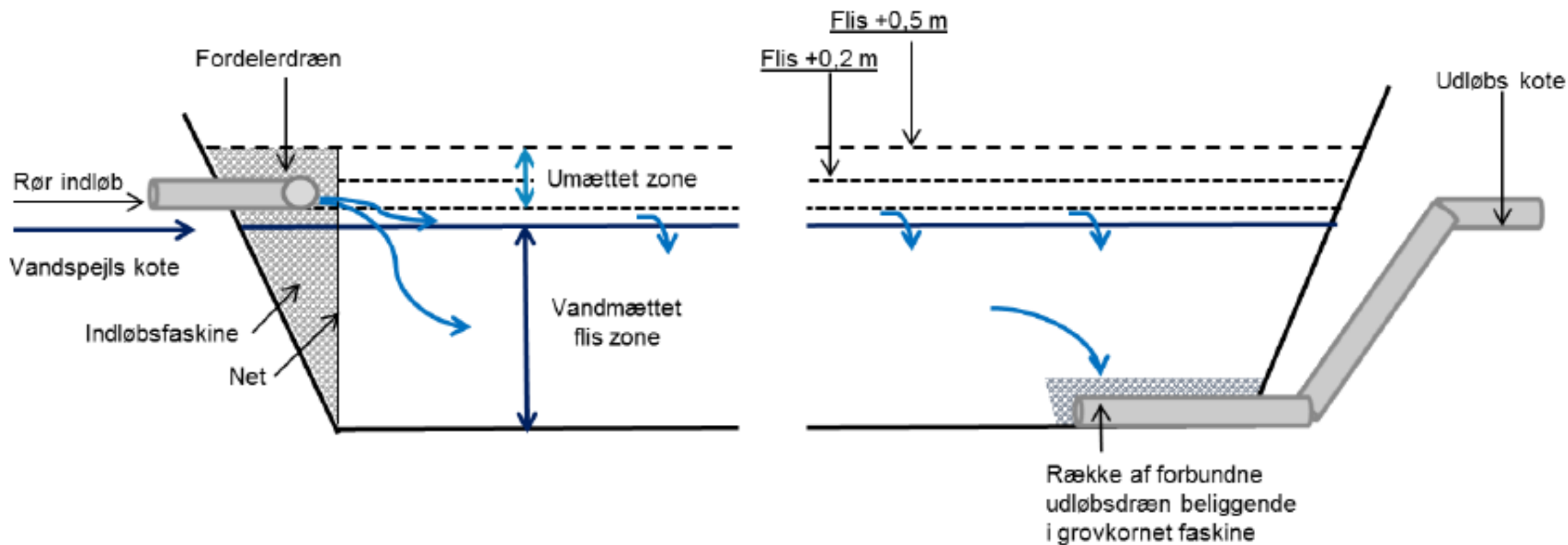
Woodchips filter-bed with storage pond  
Size: 0,2-0,25% of drained catchment

Hoffmann & Kjaergaard, 2017. Optimeret kvælstoffjernelse i matricevådområde. I: Filtre i Landskabet. Vand & Jord 3:101-105



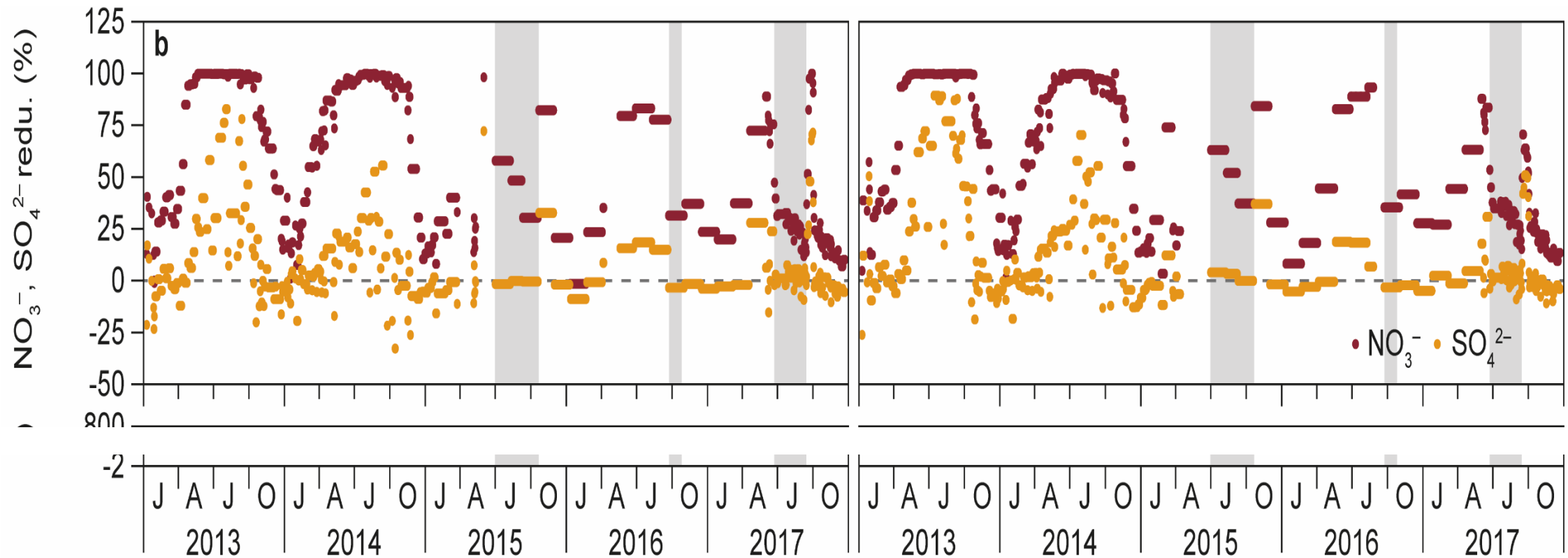
- Guidelines for the Danish Ministry (Hoffmann & Kjærgaard, 2018)
- Guidelines for advisers and constructors (Kjærgaad, 2019)

# Konstruktion af matrice-minivådområde



Skitse fra: Kjærgaard, C. 2019. Vejledning til konstruktion af minivådområder med filtermatrice. Teknisk Vejledning, Landbrug & Fødevarer, SEGES, Agro Food Park, Aarhus

# Kvælstofeffekt af matrice minivådområder



From: Carstensen, M.V., Larsen, S.E., Kjærgaard, C., Hoffmann, C.C. 2019. Reducing adverse side effects by seasonally lowering nitrate removal in subsurface flow constructed wetlands. J. Environmental Management 240:190-197.

# Kvælstof-model for matrice-minivådområder

## Model $\text{NO}_3\text{-N}$ removal†

%

$$\text{NO}_3\text{-N}^{1.5} = -162.8 + 60.14\text{WT} + 132.9\text{HRT}$$

$$\text{NO}_3\text{-N}^2 = -2236 + 655.7\text{WT} + 974.8\text{HRT}$$

$$\text{NO}_3\text{-N} = -6.946 + 4.325\text{WT} + 11.07\text{HRT}$$

$$\text{NO}_3\text{-N} = -1.491 + 4.332\text{WT} + 8.693\text{HRT}$$

$$\text{NO}_3\text{-N}^{1.5} = -173.8 + 56.72\text{WT} + 157.7\text{HRT}$$

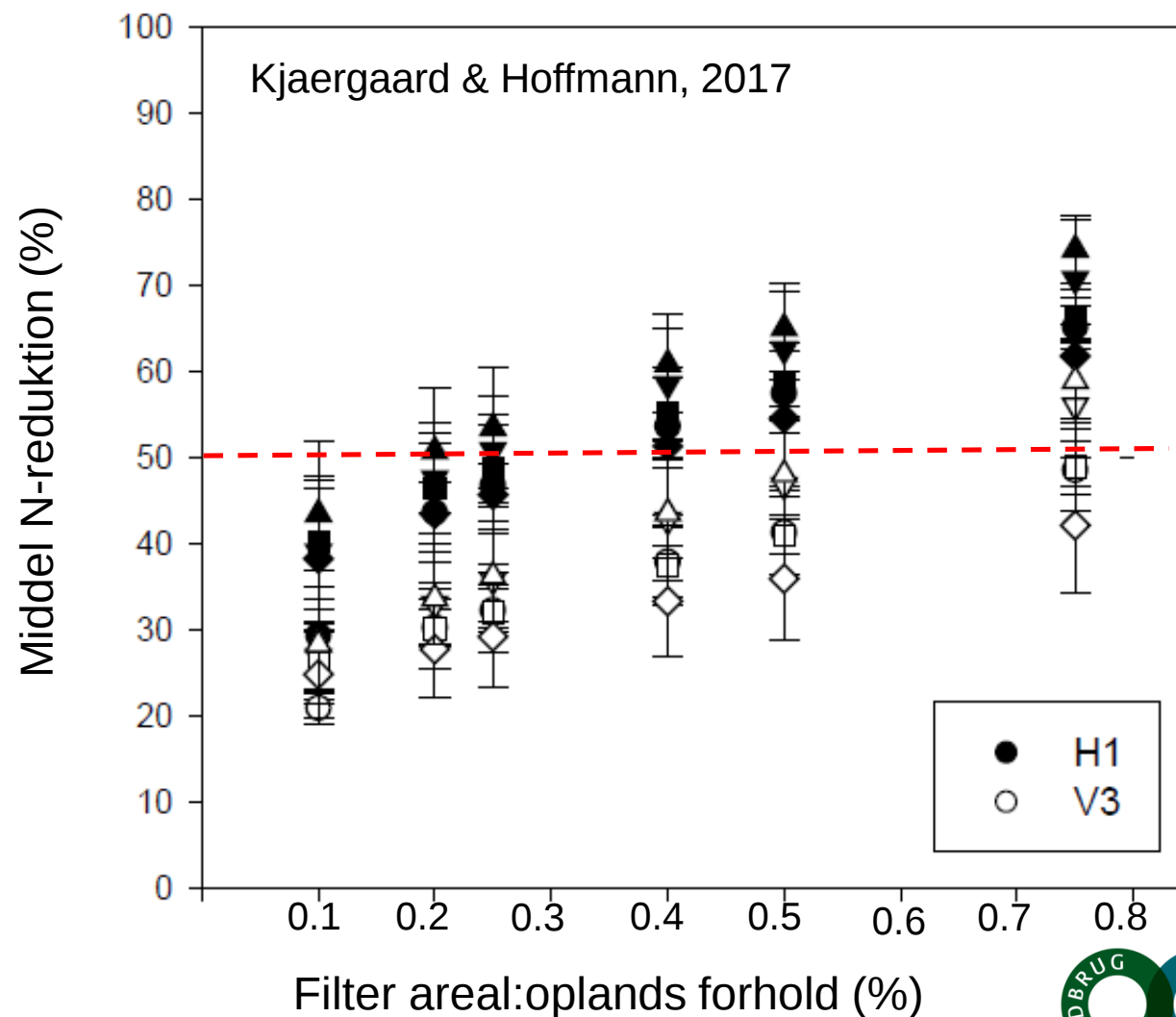
$$\text{NO}_3\text{-N}^2 = -1268 + 796.3\text{WT} + 15.23\text{HRT}$$

Hoffmann, C.C., Larsen, S.E. & Kjaergaard, C. 2019.  
Nitrogen removal in woodchips-based biofilters of variable  
designs treating agricultural drainage discharges. J. Env.  
Quality 29: doi:10.2134/jeq2018.12.0442

[www.supremetech.dk](http://www.supremetech.dk)

SEGES

Modellens anvendelse



# 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

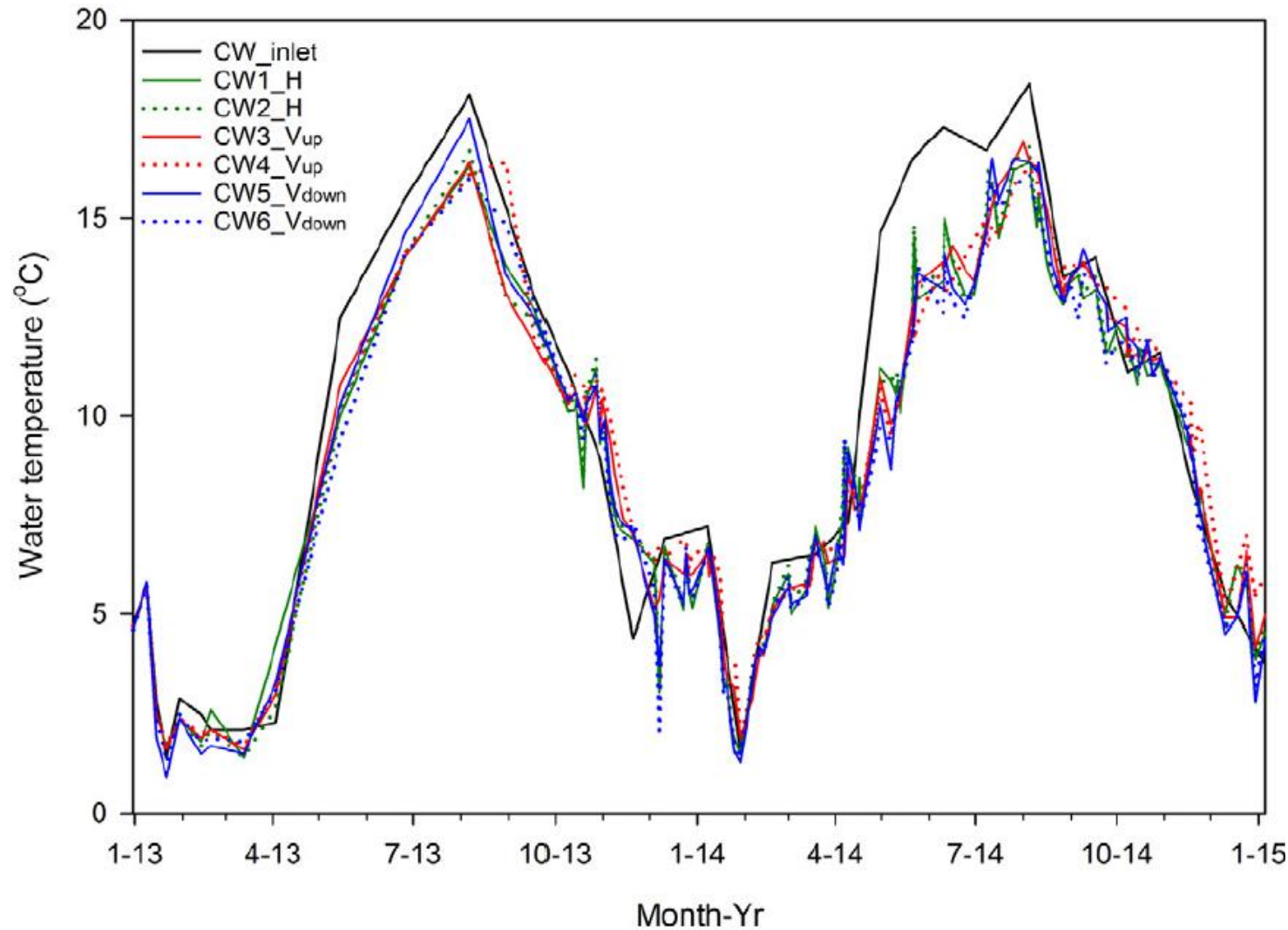
## Organisk stof

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



Hoffmann, C.C., Larsen, S.E. & Kjaergaard, C. 2019. Nitrogen removal in woodchips-based biofilters of variable designs treating agricultural drainage discharges. J. Env. Quality 29: doi:10.2134/jeq2018.12.0442

**SEGES** Fig. 3. Water temperature at inlet and outlet for each constructed wetland (CW) in the 2-yr monitoring period of 2013 to 2014. Abbreviations for each CW: H, horizontal flow; V<sub>up</sub>, vertical upward flow; V<sub>down</sub>, vertical downward flow.

## Afledte effekter - vandtemperatur

|                   |      | <b>HLR</b><br><i>L s<sup>-1</sup></i> | <b>HRT</b><br><i>hour</i> | <b>Temp</b><br><i>°C</i> | <b>Oxygen</b><br><i>mg L<sup>-1</sup></i> | <b>pH</b> | <b>EC</b><br><i>μs cm</i> |
|-------------------|------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|-----------|---------------------------|
| <b>Inlet</b>      | 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                    |
| <b>Outlet-CW1</b> | 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                    |
| <b>Outlet-CW2</b> | 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.



Photo: Charlotte Kjærgaard



# Vejledning til konstruktion af matrice-minivådområder

## VEJLEDNING TIL KONSTRUKTION AF MINIVÅDOMRÅDER MED FILTERMATRICE



Skitse fra: Kjærgaard, C. 2019. Vejledning til konstruktion af minivådområder med filtermatrice. Teknisk Vejledning, Landbrug & Fødevarer, SEGES, Agro Food Park, Aarhus

## Krav til geniltning



Photos: Charlotte Kjærgaard

# Åben iltningsstrappe



Photos: Charlotte Kjærgaard

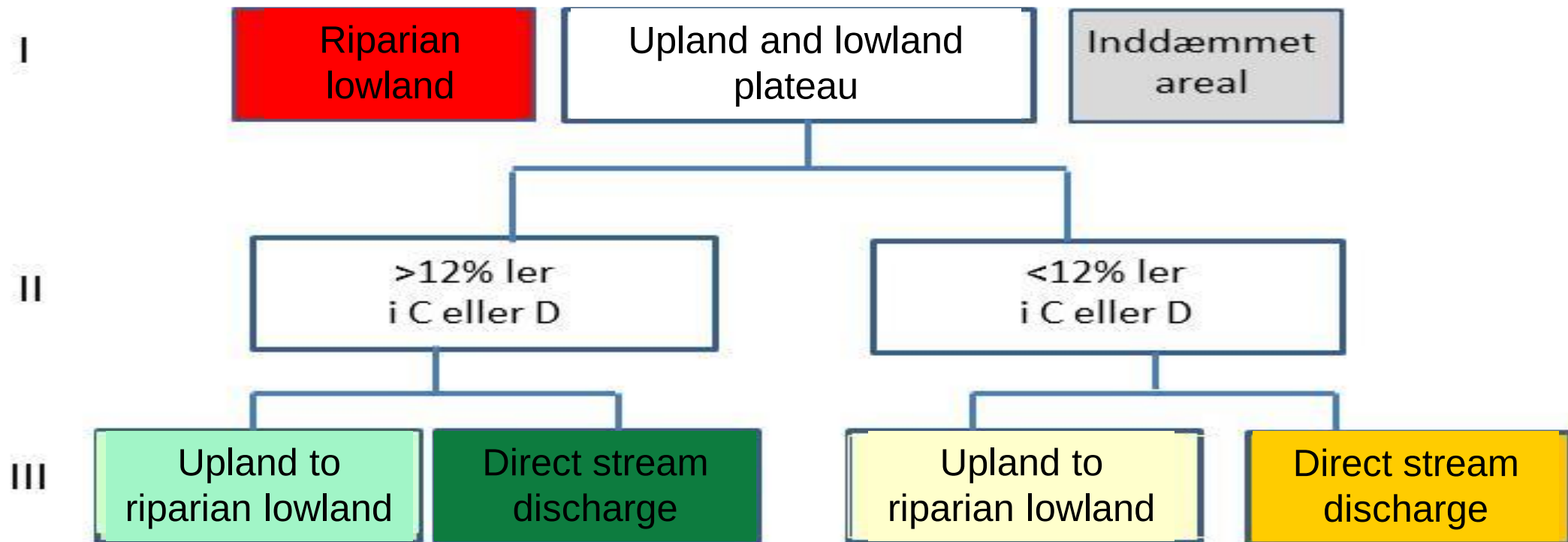
# Spørgsmål / diskussion til matrice-minivådområder

# 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 egnhedskort for drænvirkemidler



Kjærgaard, C., Bach, E., Greve, M.H., Iversen, B.V., Børgesen, C.D. 2017. Kortlægning af potentielle områder til etablering af konstruerede minivådområder.

[https://pure.au.dk/ws/files/116512758/Besvarelse\\_miniv\\_domr\\_deeffekt\\_kg\\_N\\_pr\\_ha\\_miniv\\_domr\\_de\\_002\\_.pdf](https://pure.au.dk/ws/files/116512758/Besvarelse_miniv_domr_deeffekt_kg_N_pr_ha_miniv_domr_de_002_.pdf).

# Nationalt egnedetskort for drænvirkemidler



## Potentielt egnet til minivådområde

- Kystvandomlande
- Potentielt egnet (Ler <12%)
- Potentielt egnet (Ler <12% og opland til lavbund i ådal)
- Ikke-klassificeret (tørlagt inddæmmet areal)
- Ikke-egnet (Lavbund i ådal)
- Egnet (Ler >12%)
- Potentielt egnet (Ler >12% og opland til lavbund i ådal)

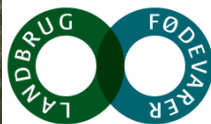
Kjærgaard, C., Bach, E., Greve, M.H., Iversen, B.V., Børgesen, C.D. 2017. Kortlægning af potentielle områder til etablering af konstruerede minivådområder.

[https://pure.au.dk/ws/files/116512758/Besvarelse\\_miniv\\_domr\\_deeffekt\\_kg\\_N\\_pr\\_ha\\_miniv\\_domr\\_d\\_e\\_002\\_.pdf](https://pure.au.dk/ws/files/116512758/Besvarelse_miniv_domr_deeffekt_kg_N_pr_ha_miniv_domr_d_e_002_.pdf).



**SEGES**

**Foto: Lene  
Gadegaard**

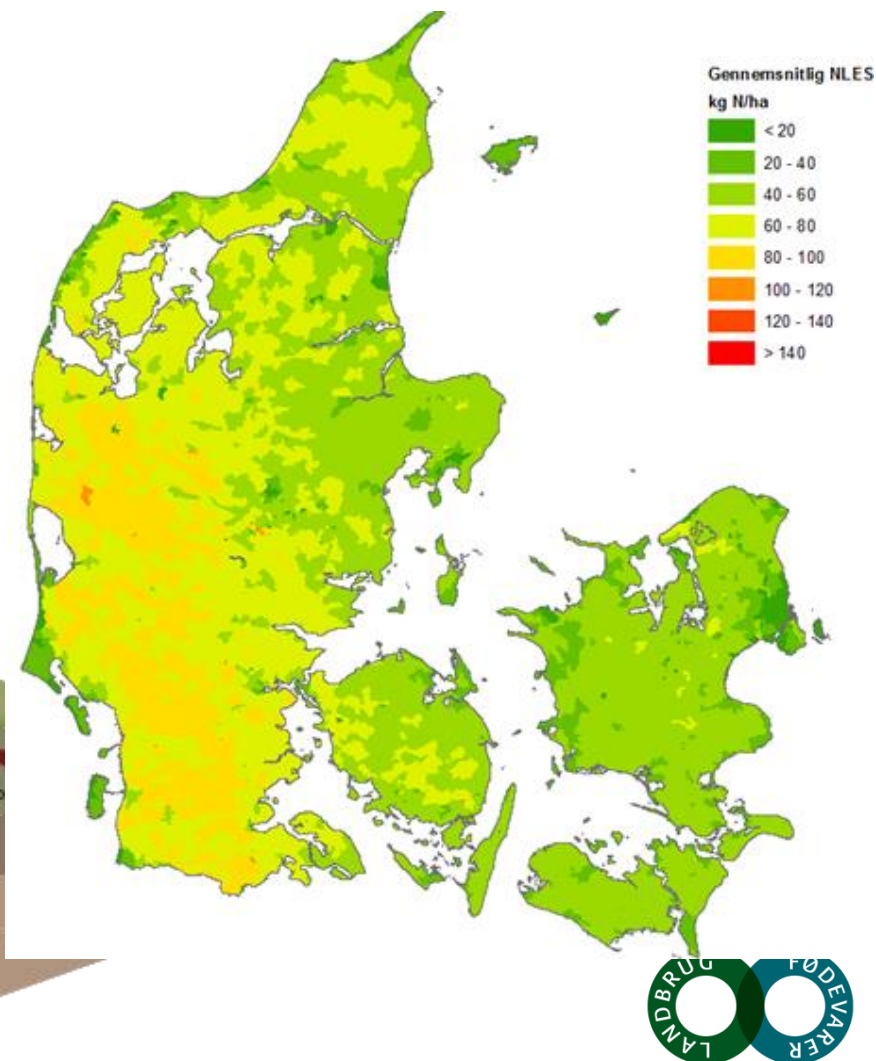
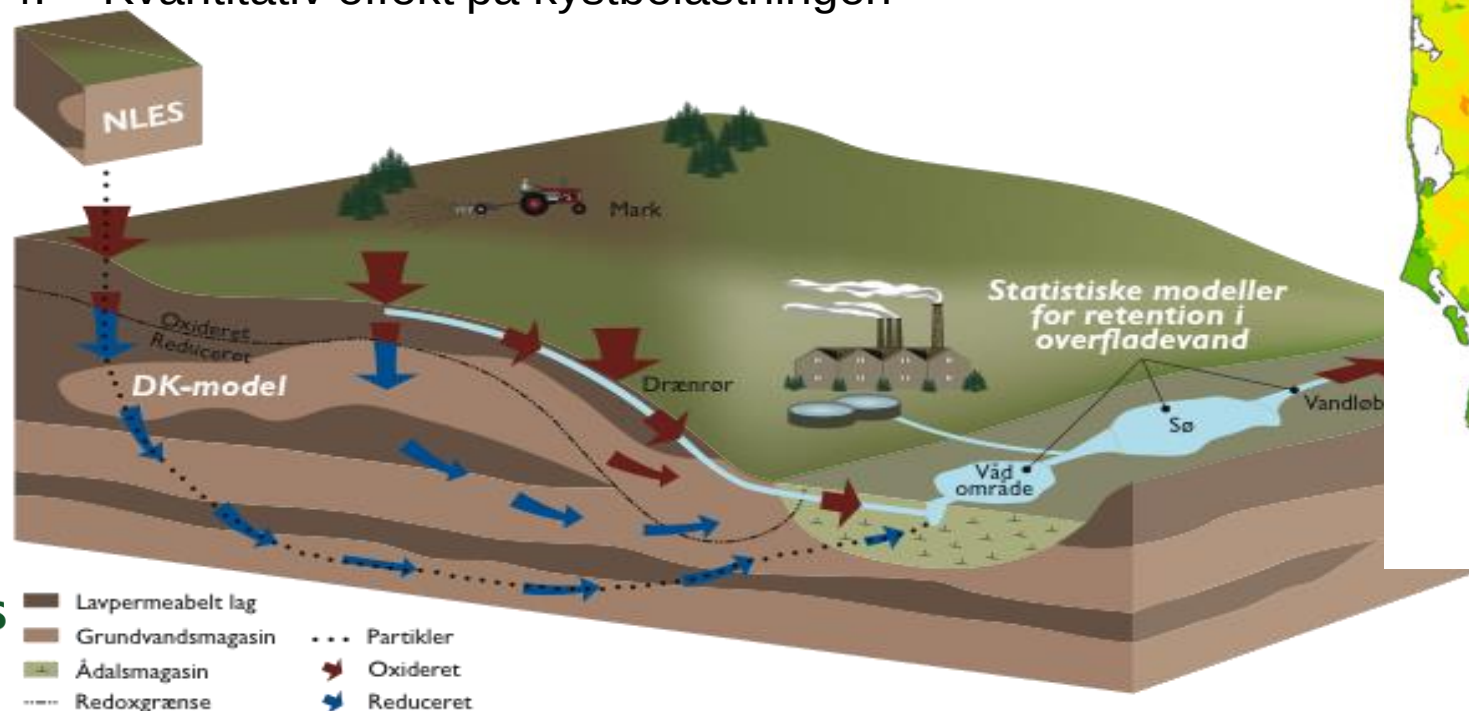


# Strategi for implementering af målrettede drænvirkemidler

Kriterier for kvælstofvirkemidler

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

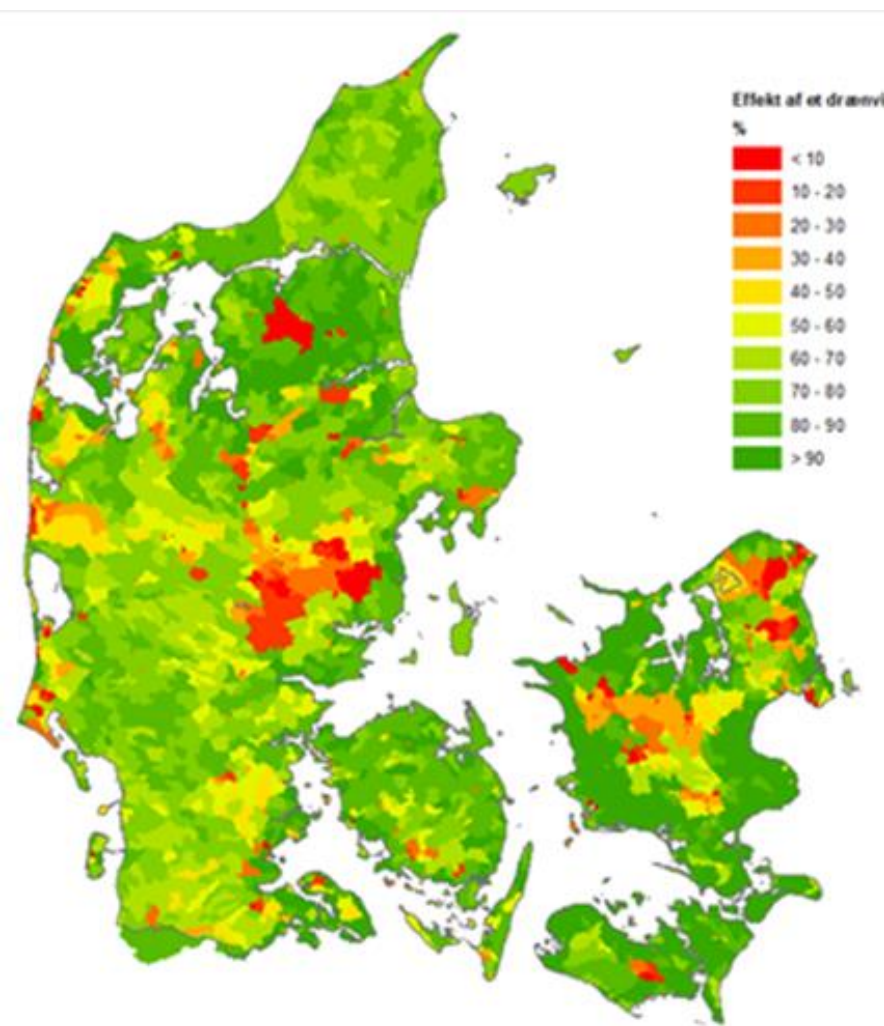
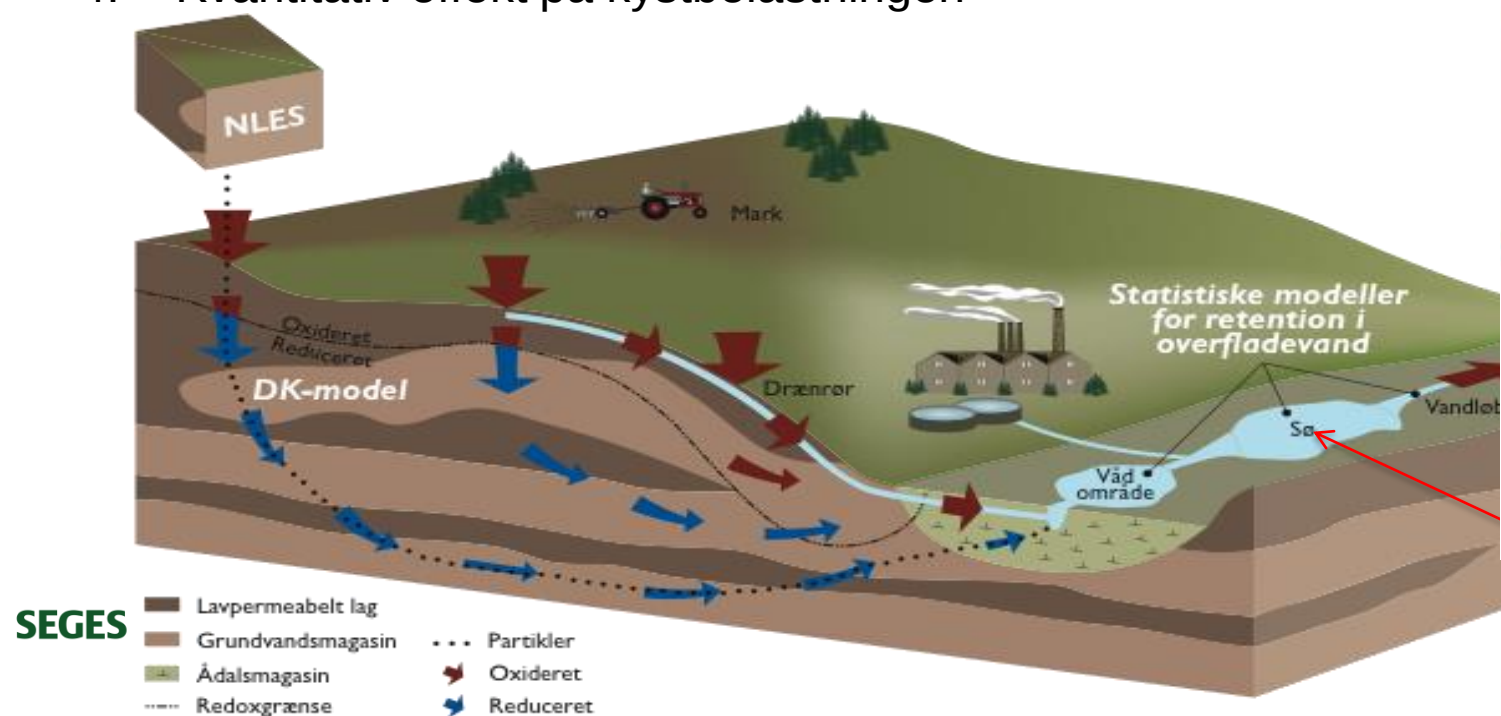
N-tab fra rodzonen korrigeret for dræn-bidrag



# 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

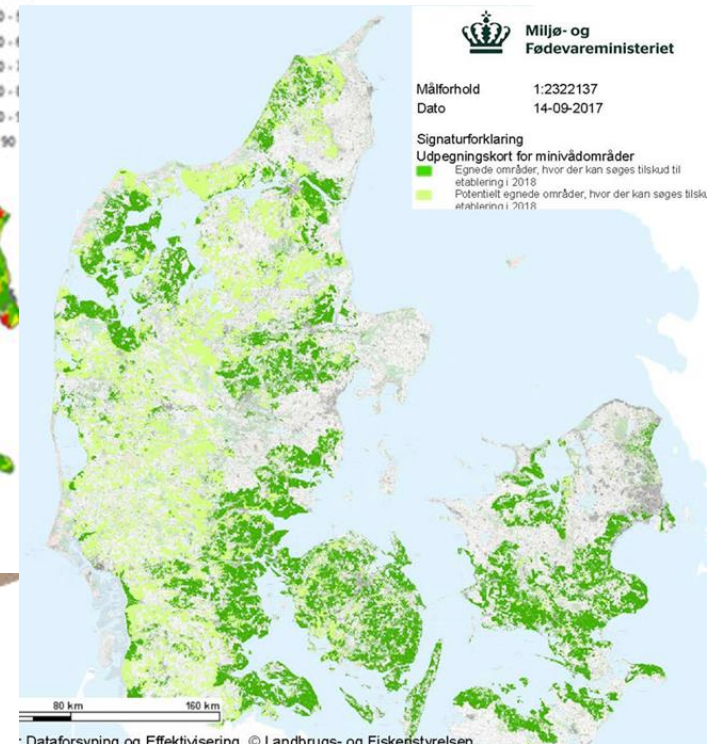
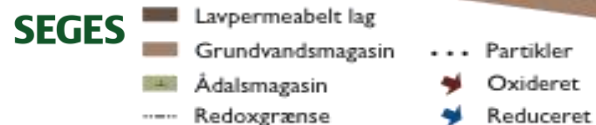
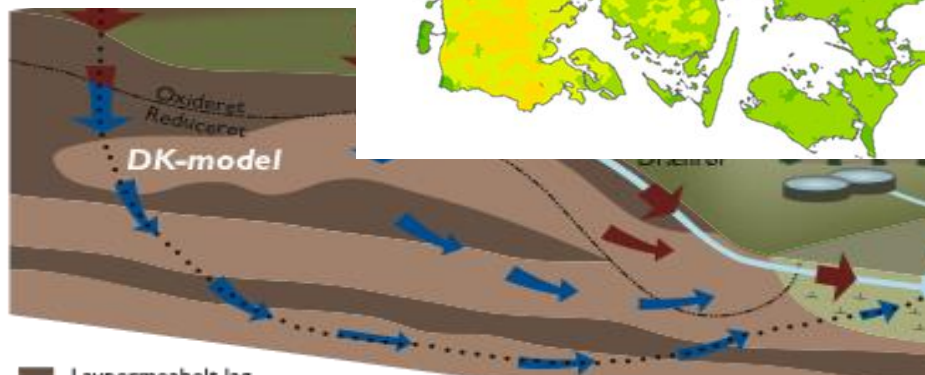
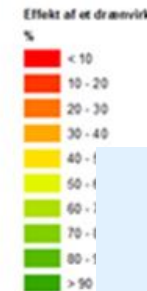
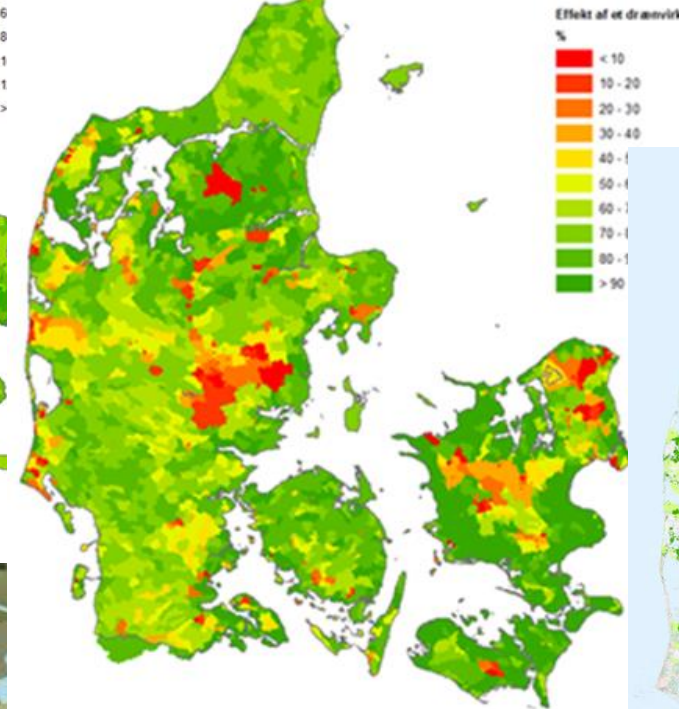
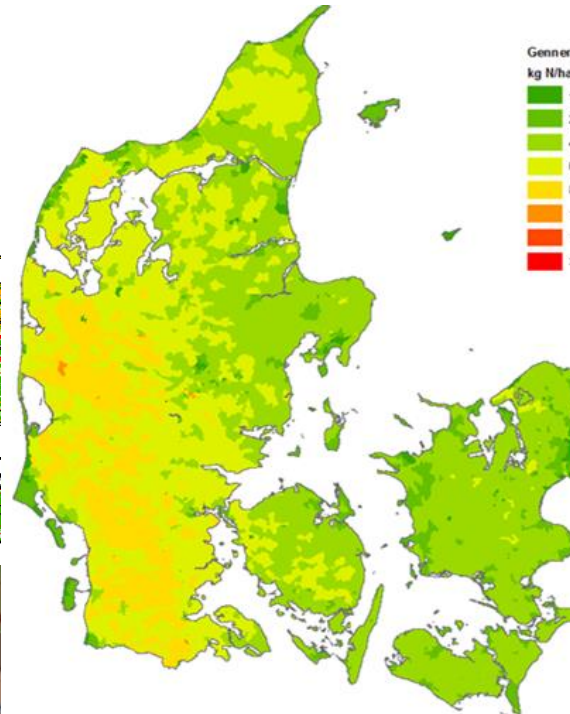
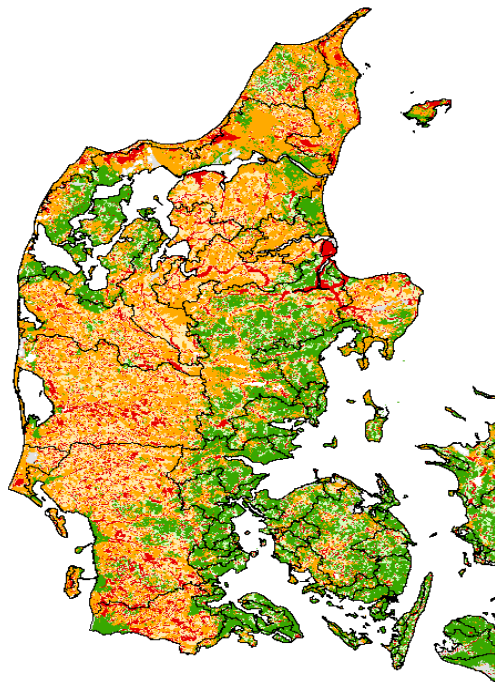


N-reduktion i  
overfladevand fra 0-100%

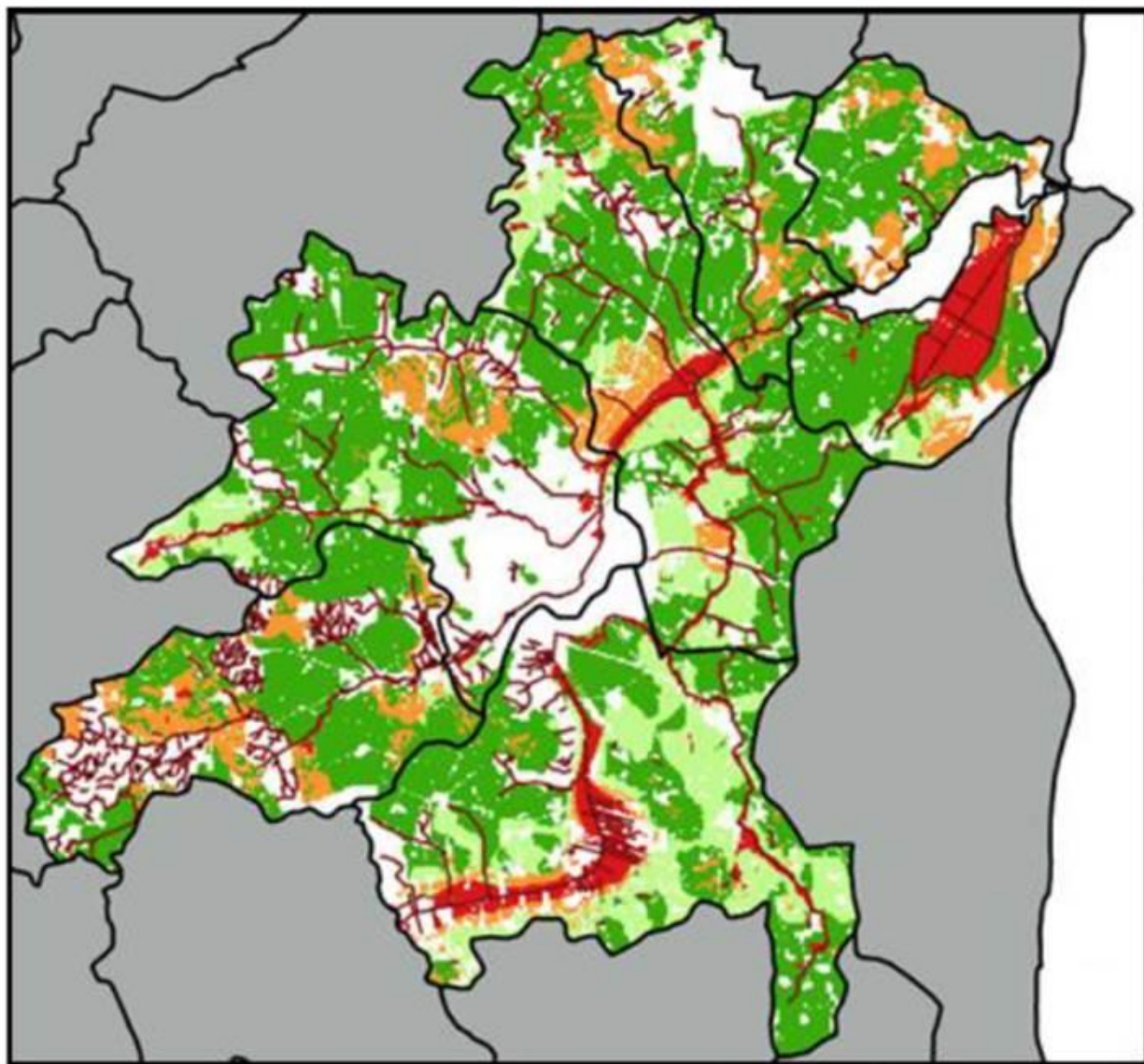


# Nationalt udpegningskort for drænvirkemidler

Kjærgaard, C & Børgesen, C.D. 2017. Udarbejdelse af minivådområdeeffekt (kg N pr. ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau. Revideret version. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, J. nr. 2017-760-000042



## Case: Norsminde Fjord – målrettet indsats



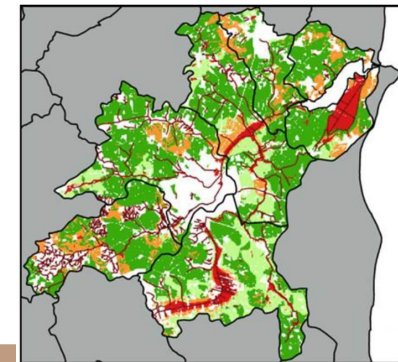
Opland (10.100 ha) med seks ID15 deloplande (1500 ha)

| 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                |
| <b>Total</b> | <b>4.815 (63)</b> | <b>1.224 (16)</b>           | <b>541 (7)</b>     |

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

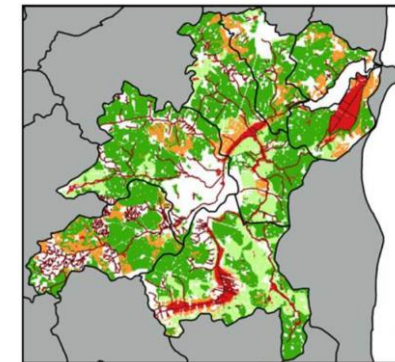


# Case: Norsminde Fjord – målrettet indsats



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

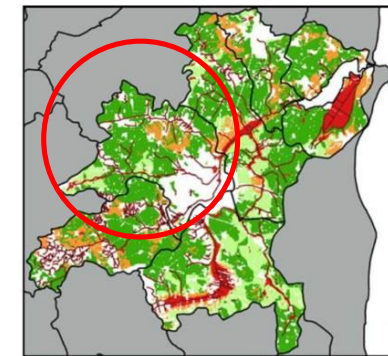
# Case: Norsminde Fjord – målrettet indsats



| 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<br>(N-red. 10-20%)   | Risiko vurdering    |
| Minivåd område   | 4.815         | 48           | 51             | 1.063   | 69-86<br>(N-red. 40-50%)   | 1.9-2.4<br>(43-54%) |
| Matrice-minivåd. | 4.815         | 12           | 95             | 7.917   | 113-130<br>(N-red. 67-75%) | N.D.                |

Kjærsgaard, 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



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

\*Construction cost depreciation in 10 years

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

STØTTET AF

# Promilleafgiftsfonden for landbrug

Photo surface-flow constructed wetland: Carsten Søborg