

## Bilag 6.9

Kjærgaard, C. 2018. Matrice-minivådområder. Indlæg ved workshop for oplandskonsulenter. Fredericia, d. 1. november 2018

## **Hotel Postgården, Oldenborggade 4, 7000 Fredericia**

### **09:00-09:30 Ankomst og morgenbuffet**

- 09:30-10:00 Status på minivådordrårådeordningen, std. omkostninger, fejlretning af kort, frigivelse af betingede arealer (SIBJ)
- 10:00-11:30 Status på ansøgte 2018 projekter, evt. opgivne, kommunal sagsbehandling, igangsætning, identifikation af barrierer (Oplandskonsulenterne, enten en samlet opgørelse for hvert team hver oplandskonsulent for sig – i alt 15 minutter pr. team)
- 11:30-12:00 Brug af SCALGO-analyse, herunder vurdering af drænafrænsning (SIBJ), I hvilket omfang kan by, skov, udrænet topografisk opland bortskæres? (CHKJ)

### **Kl.12:00-13:00 Frokostbuffet**

- 13:00-14:00 Initiativer og positive/negative erfaringer og barrierer ifht. uopfordrede henvendelser og anden forberedelse af 2019 projekter, herunder mails, breve, telefonisk kontakt og brug af planteavlkskonsulent-kolleger (Oplandskonsulenternes oplæg – 10 minutter pr team)
- 14:00-14:30 Status på inddragelse af lokale følgegrupper/folkevalgte (Oplandskonsulenternes oplæg – 5 minutter pr team)

### **Kl.14:30-15:00 Eftermiddagsbuffet**

- 15:00-15:45 Filtermatricer (CHKJ)
- 15:45-16:00 Status på nitratmåling (CHKJ)
- 16:00-16:30 Status på Kollecto, herunder ønsket brug (FLG)
- 16:30-16:45 Kommunikation om indsatsen (FLG)
- 16:45-17:00 Regneark til Lgd:Brd forhold (SEZA)
- 17:00-17:15 Brug af MiljøGIS (SEZA)
- 17:15-17:30 Overvejelser om GPS-udstyr fra 2019 (SIBJ)

### **18:00-19:00 aftenbuffet**

# Matrice-minivådområder

- Hvad, hvordan og hvor meget
- Design, konstruktion og vedligehold
- Perspektiver

Charlotte Kjærgaard, Chefforsker Miljø, SEGES,  
E-mail: [chkj@seges.dk](mailto:chkj@seges.dk)

**SEGES**



# Hvad er et matrice-minivådområde?



# Hvad er et matrice-minivådområde?

- Kulstofbaseret kvælstoffilter hvor drænvandet gennemstrømmer matricen
- I DK anvendes pile-flis som kulstofmedie – testet mellem 10-20 flistyper
- Pile-flis kan opblandes med mineralisk materiale (ikke et krav)
- I drænindløb- og udløbsområdet anvendes et grov porøst mineralisk materiale med høj ledningsevne
- Krav til højdeforskel på indløbskote og udløbskote (hydraulisk gradient)
- Matrice-minivådområder kan beplantes

Filtralite



Woodchips



Seashells



Hoffmann, C.C. & Kjærgaard, C. 2017. Kvælstoffjernelse i matricevådområder. S.93-96. Vand & Jord, nr. 3, 2017

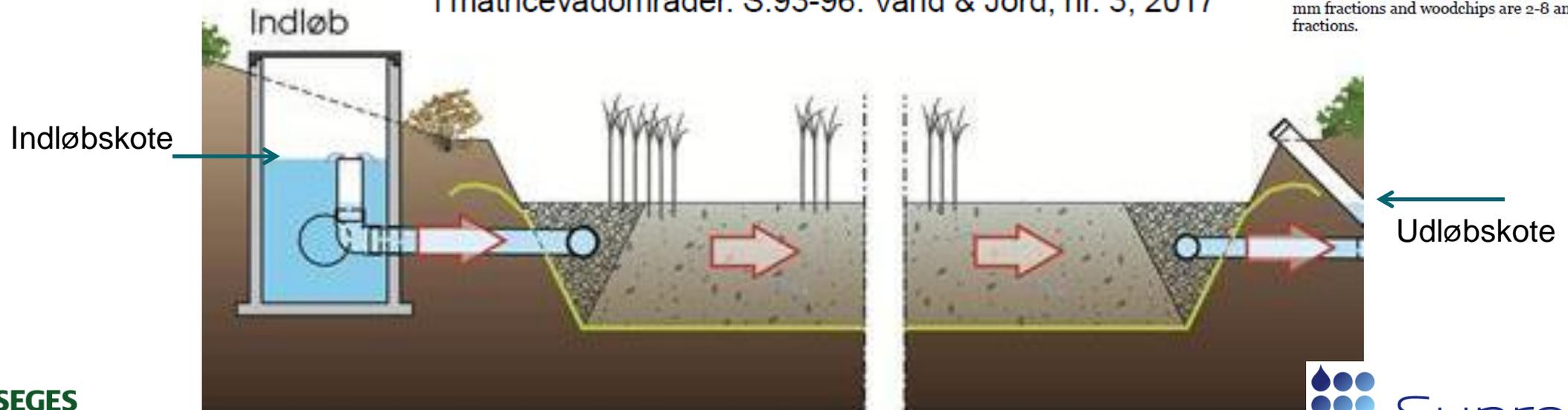


Figure 3. Filter materials. Filtralite and Seashells are 2-5 mm fractions and woodchips are 2-8 and 8-32 mm fractions.

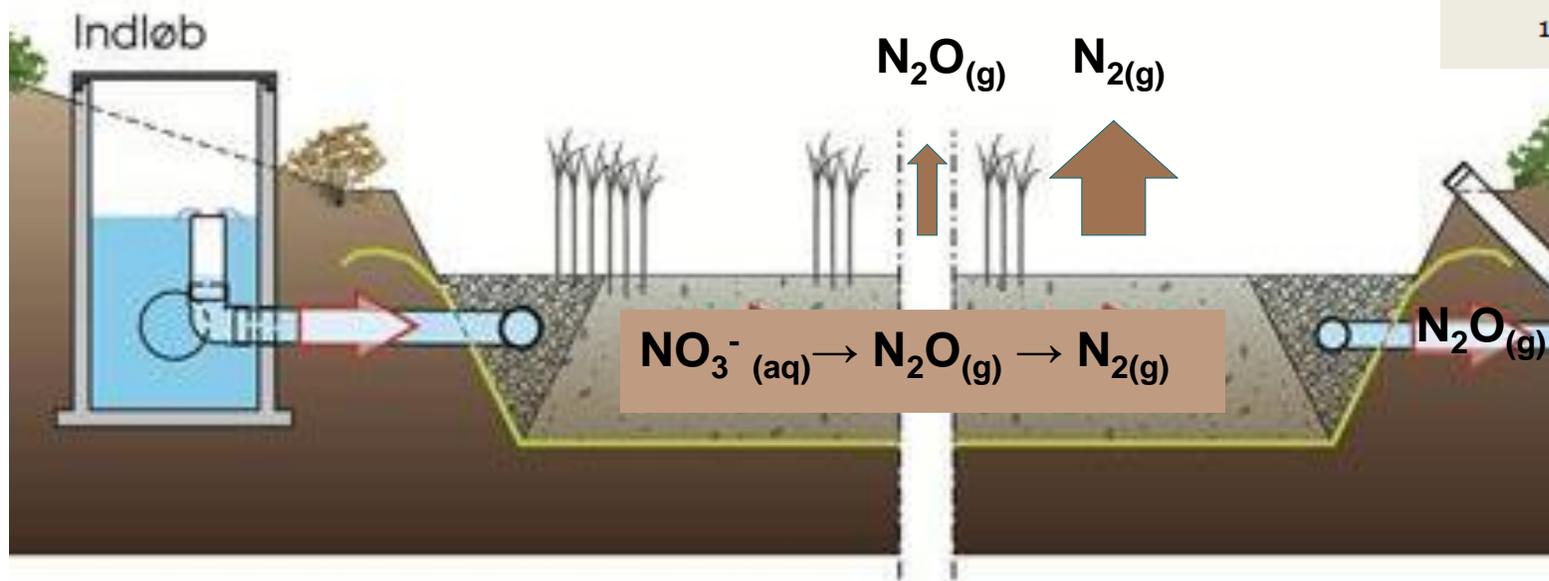
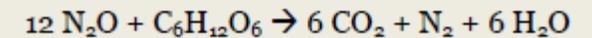
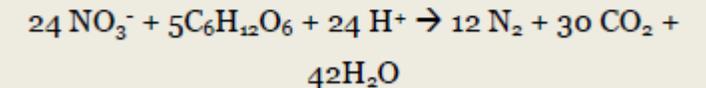
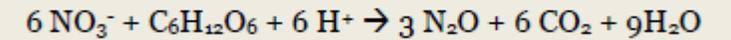
# Hvordan virker et matrice-minivådområde?

- Nitrat-N fjernes ved anaerob (iltfri) mikrobiel denitrifikation
- Lattergas ( $N_2O$ ) er en uønsket metabolit ved denitrifikation (begrænset emission, Bruun et al., 2017)

## Main anaerobic biochemical processes in constructed reactive systems

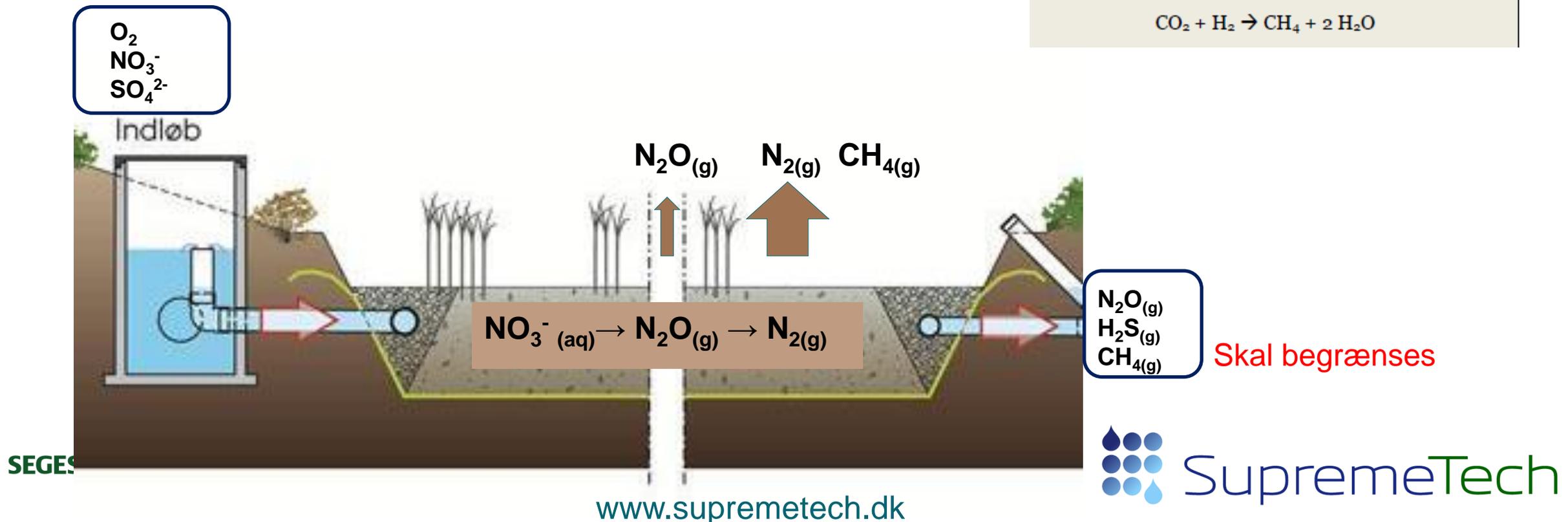
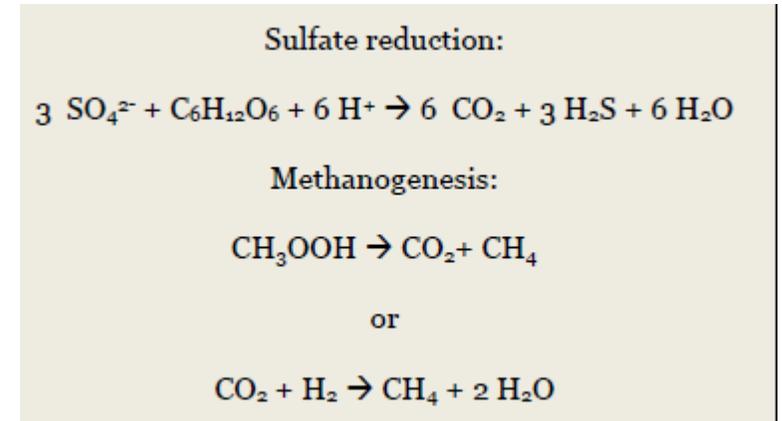
Ordered by most thermodynamically favourable reactions (Ready and Delaune, 2008)

Denitrification:



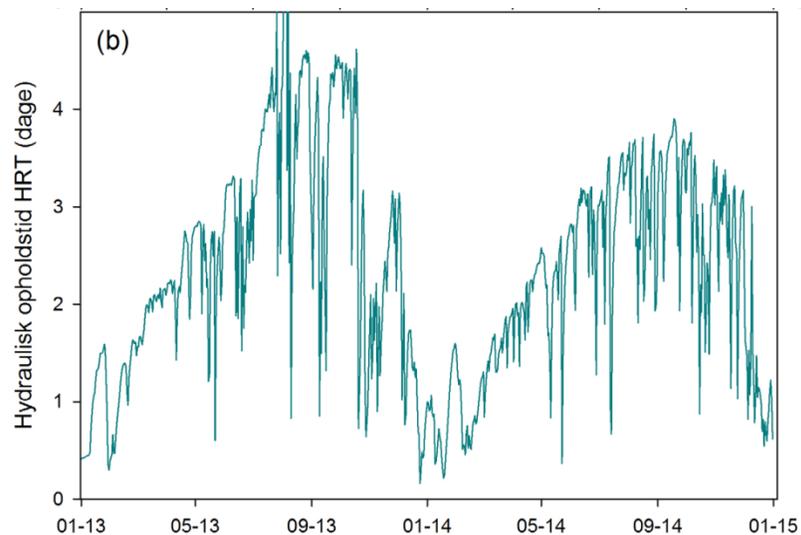
# Hvordan virker et matrice-minivådområde – afledte effekter

- Iltforbrug -> ingen/begrænset ilt i udløb – BI<sub>5</sub> lav (**geniltning**)
- Denitrifikation -> lattergas (N<sub>2</sub>O) produktion / emission
- Sulfat-reduktion -> produktion af svovlbriende (H<sub>2</sub>S) (**geniltning**)
- Metan-produktion (**krav til aerobt grænselag → metan oxidation**)
- Ingen udledning af kulstof (DOC / TOC)

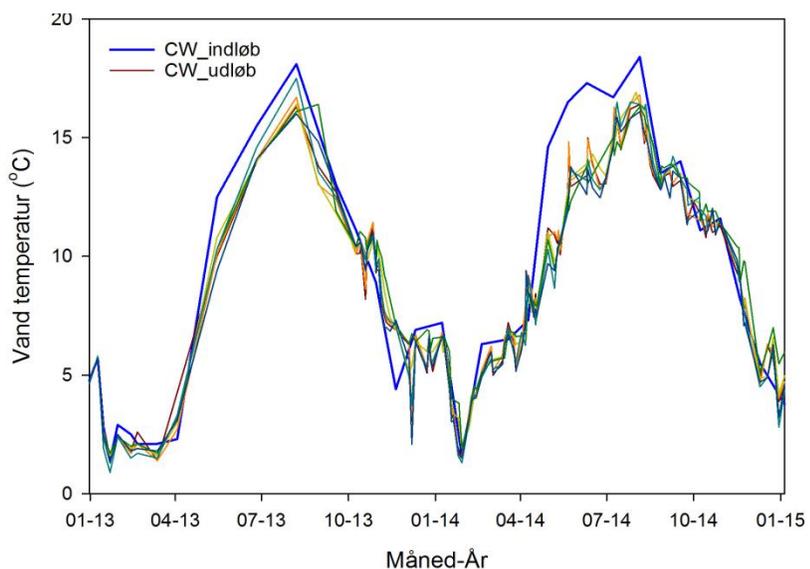


# Hvad kontrollerer kvælstofeffekten?

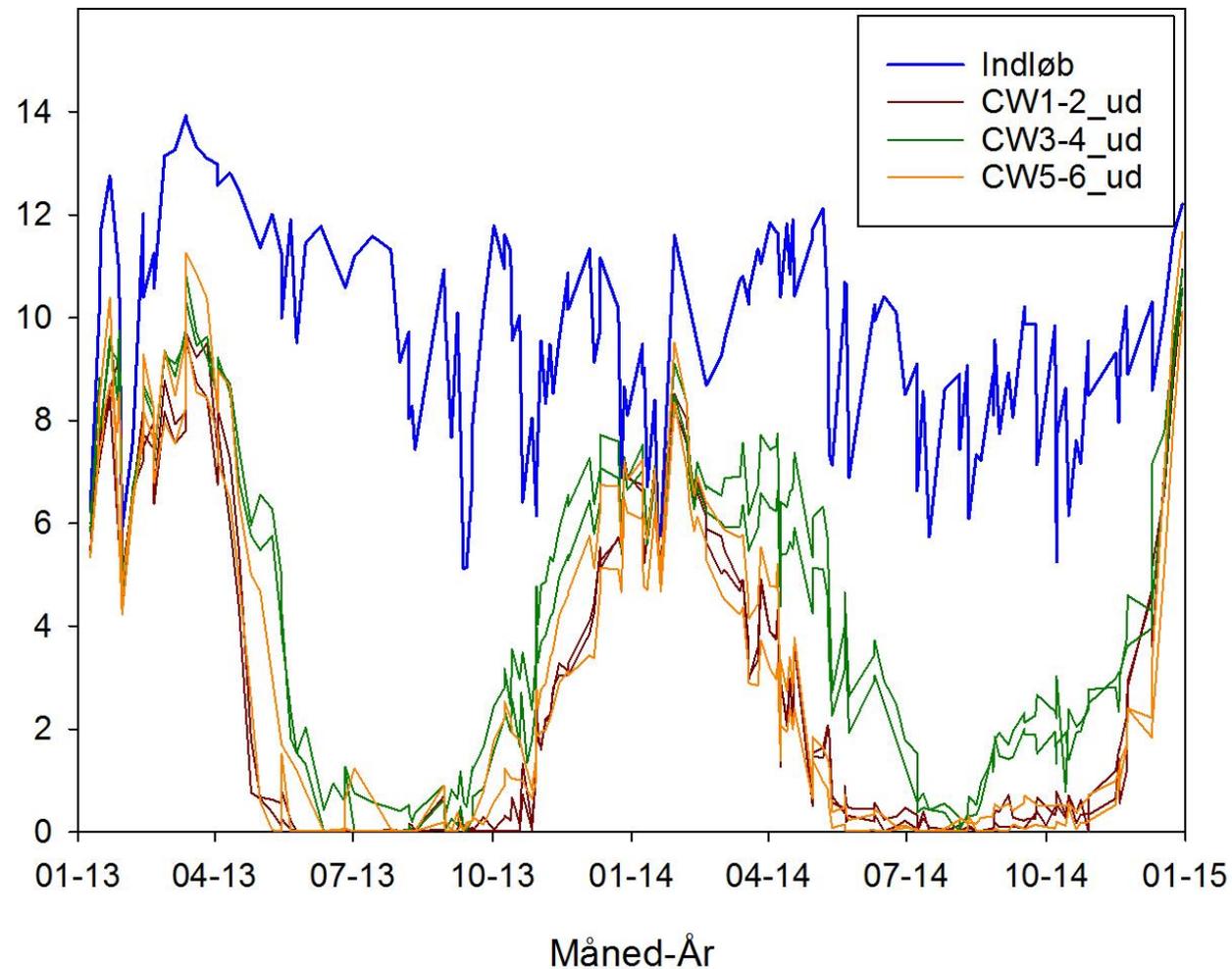
HRT



Vandtemperatur



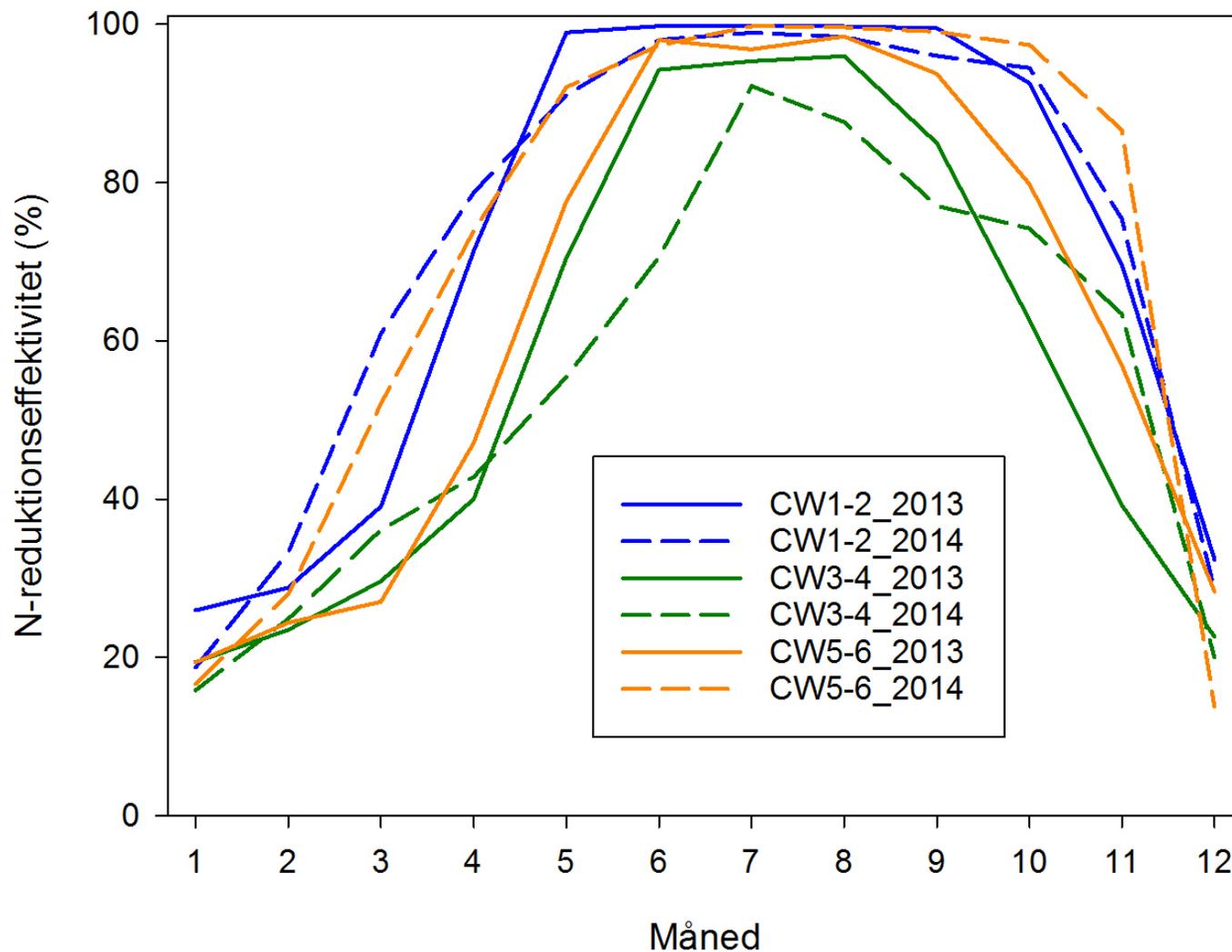
NO<sub>3</sub>-N koncentration (mg L<sup>-1</sup>)



Hoffmann, C.C. & Kjærgaard, C. 2017. Kvælstoffjernelse i matricevådområder. Vand & Jord, nr. 3:93-96.

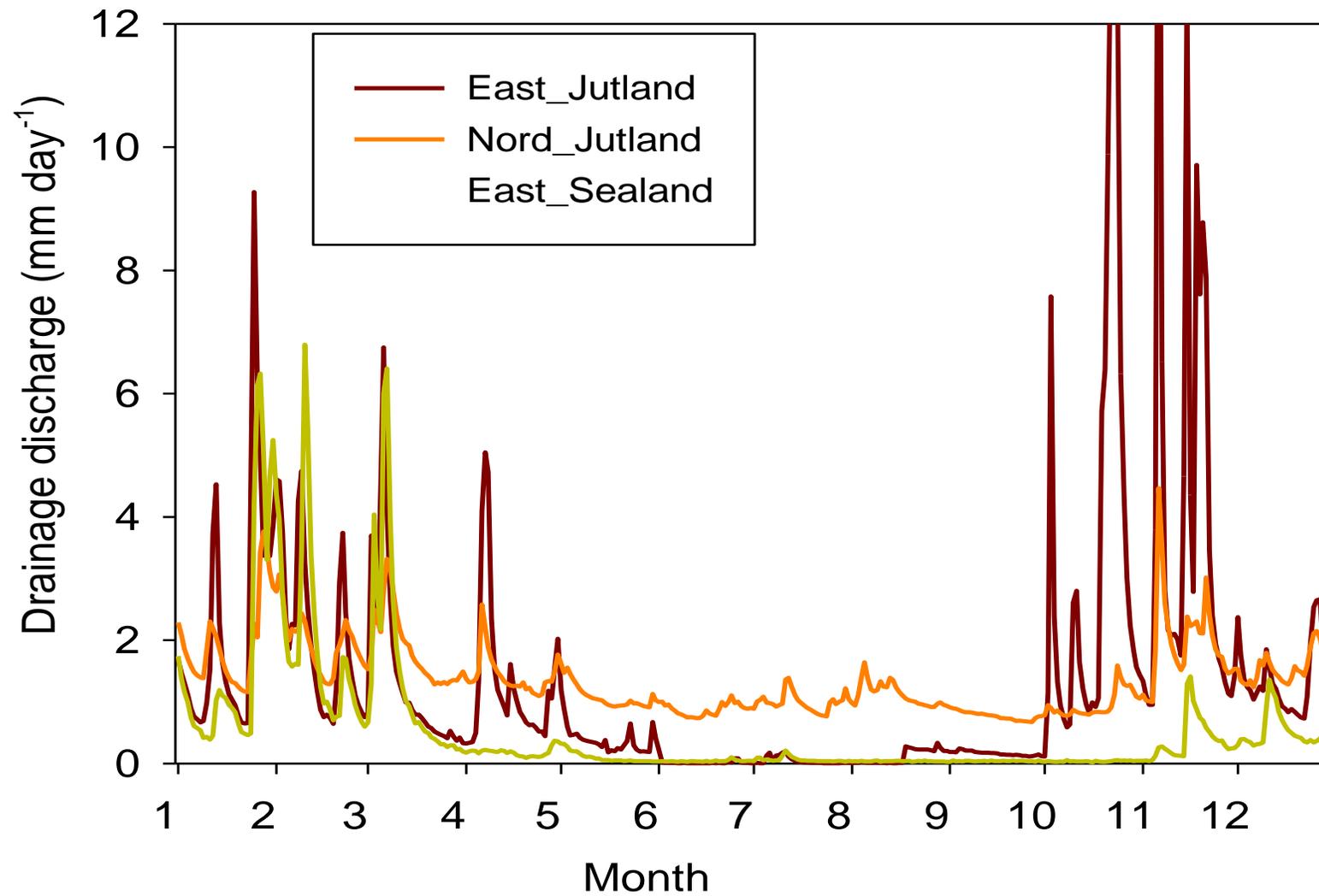
# Kvælstofreduktionseffektivitet

TN removal (%) = f (HRT, Water temperature),  $R^2=0.85-0.88$



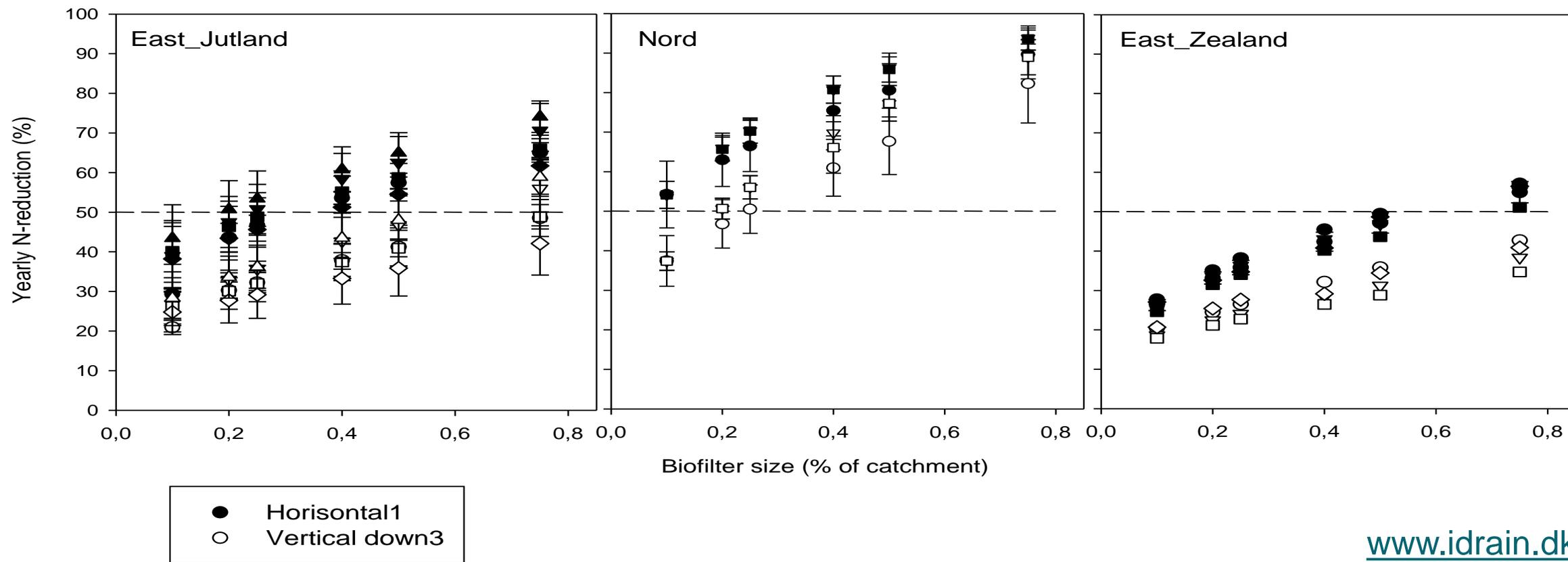
Hoffmann, C.C. & Kjærgaard, C. 2017.  
Kvælstoffjernelse i matricevådområder.  
Vand & Jord, nr. 3:93-96.

# Geografisk analyse af minivådområde effektivitet



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

# Geografisk analyse af minivådområde effektivitet



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

Kjærgaard, C. & Hoffmann, C.C. 2018. Fagligt grundlag og retningslinjer for etablering af konstruerede matrice-minivådområder, version 1. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, J. nr. 2017-760-000494

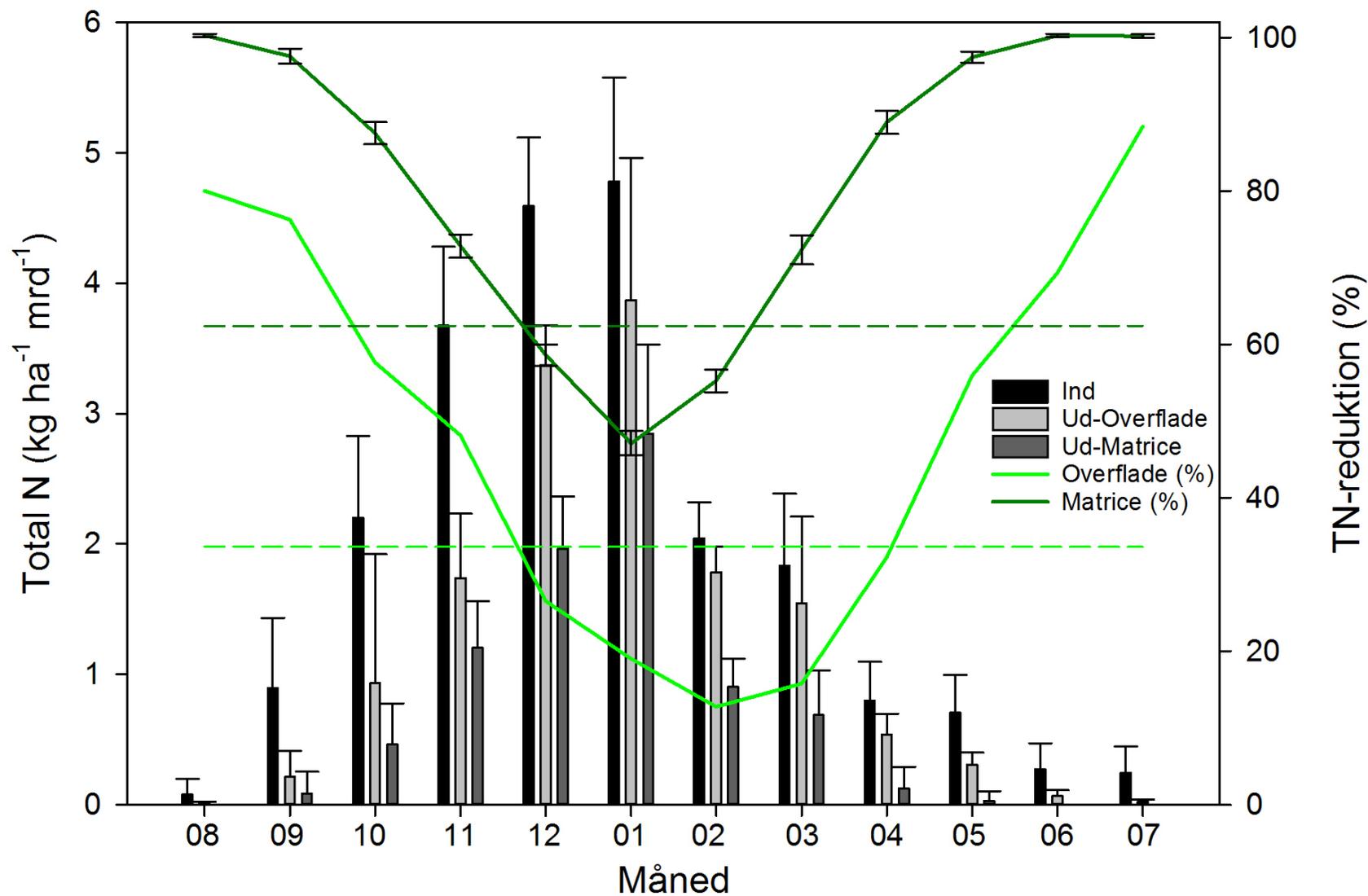
# Geografisk analyse af minivådområde effektivitet

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

Geo region	Monitoring Year	Catchment ha	TN-drain kg/ha	TN-load ton/ha filter	Yearly TN-reduction ton N/ha filter	%
East_Jutland	4	45	22.5	7.5	4.2	47
East_Jutland	4	50	22.0	7.1	4.4	50
East_Jutland	3	30	31.9	9.7	6.2	45
East_Jutland	3	30	40.3	16.1	7.3	46
East_Jutland	3	8,4	27.6	7.6	4.3	54
Nord_Jutland	4	230	31.9	12.8	6.1	50
Nord_Jutland	3	130	13.5	5.4	3.0	56
Nord_Jutland	2	54	16.0	6.4	3.5	55
Nord_Jutland	2	34	60.8	24.3	9.9	41
Nord_Jutland	2	130	15.3	6.1	2.8	69
Mid_Jutland	3	58	10.5	4.2	1.9	69
Mid_Jutland	3	50	12.2	4.9	1.1	66
Mid_Jutland	1	50	12.7	5.1	0.7	43
East-Zealand	1	46	22.0	8.8	3.6	41
East-Zealand	1	49	6.2	2.3	8.9	39
East-Zealand	1	120	8.1	1.2	0.4	35
East-Zealand	1	34	13.1	7.1	2.5	36

Kjærgard, C. & Hoffmann, C.C. 2018. Fagligt grundlag og retningslinjer for etablering af konstruerede matrice-minivådområder, version 1. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, J. nr. 2017-760-000494

# Matrice- vs. åbent minivådområde



# Design matrice-minivådområde?



## Væsentlige anlægsparametre

- Hydraulisk kapacitet  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
- Hydraulisk effektivitet (placering af ind- og udløb)
- Stuvningsbassin (udjævne peak flow, sedimentationsbassin)

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



# Hydraulisk kapacitet af filtermatrice

$$Q = K_{sat} A \left( \frac{\Delta H}{L} \right)$$

Afstrømning af vand (Q) gennem en filtermatrice afhænger af 4 parametre

- $K_{sat}$  mættet hydraulisk ledningsevne afhænger af filter/kornstørrelsesfordeling (specifikationer)
- **A** indløbstværsnitsareal
- **$\Delta H$**  er højdeforskellen mellem ind- og udløbskote
- **L** er længden af transportvejen

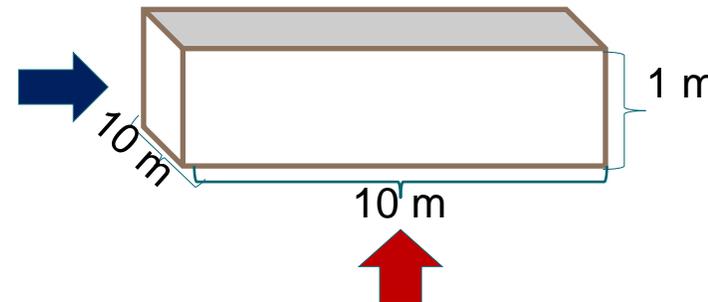
# Hydraulisk kapacitet af filtermatrice – horisontal vs vertikal

**Tabel 1.** Dimensioneringsparametre anvendt ved beregningseksempel i figur 8

	Horisontal strømning	Vertikal strømning
Bassin dybde (m)	1	1
Længdexbredde (m <sup>2</sup> )	10×10	10×10
A: Indløbsareal (m <sup>2</sup> )	10	100
L: Transportlængde	10	1
K <sub>sat</sub> : Matrice ledningsevne (cm/dag)*	0,45×10 <sup>6</sup>	0,45×10 <sup>6</sup>
ΔH: Hydraulisk gradient (m)	0,15; 0,25; 0,5	0,15; 0,25; 0,5

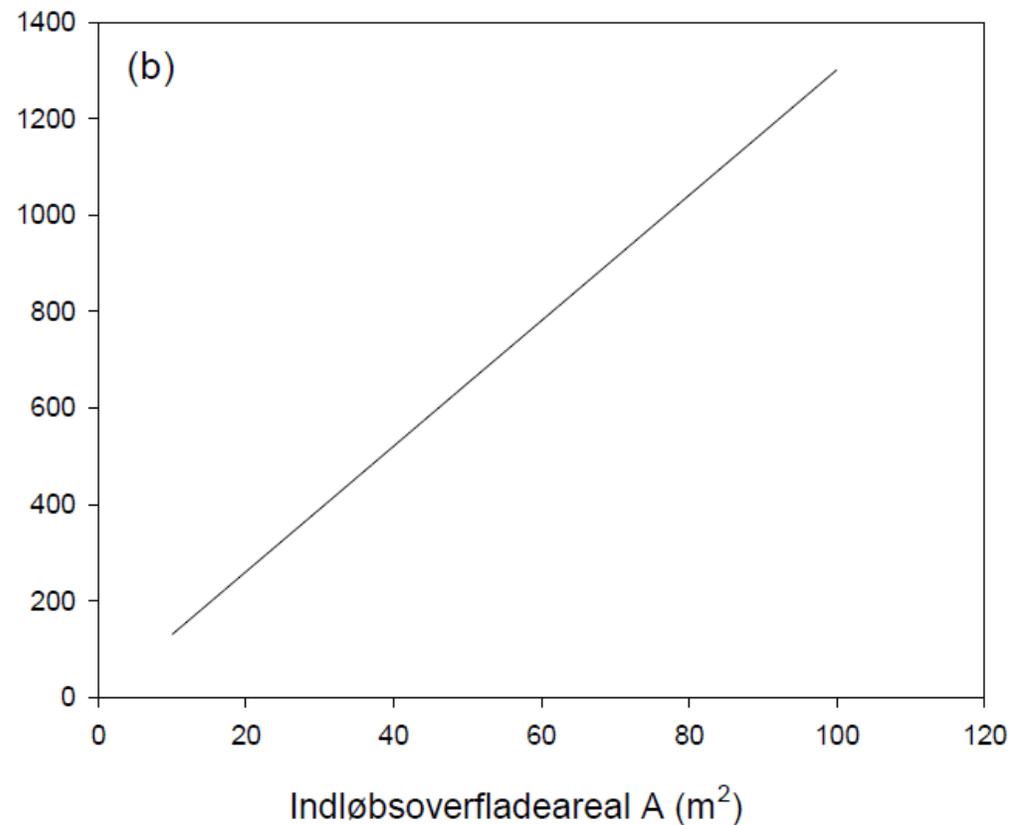
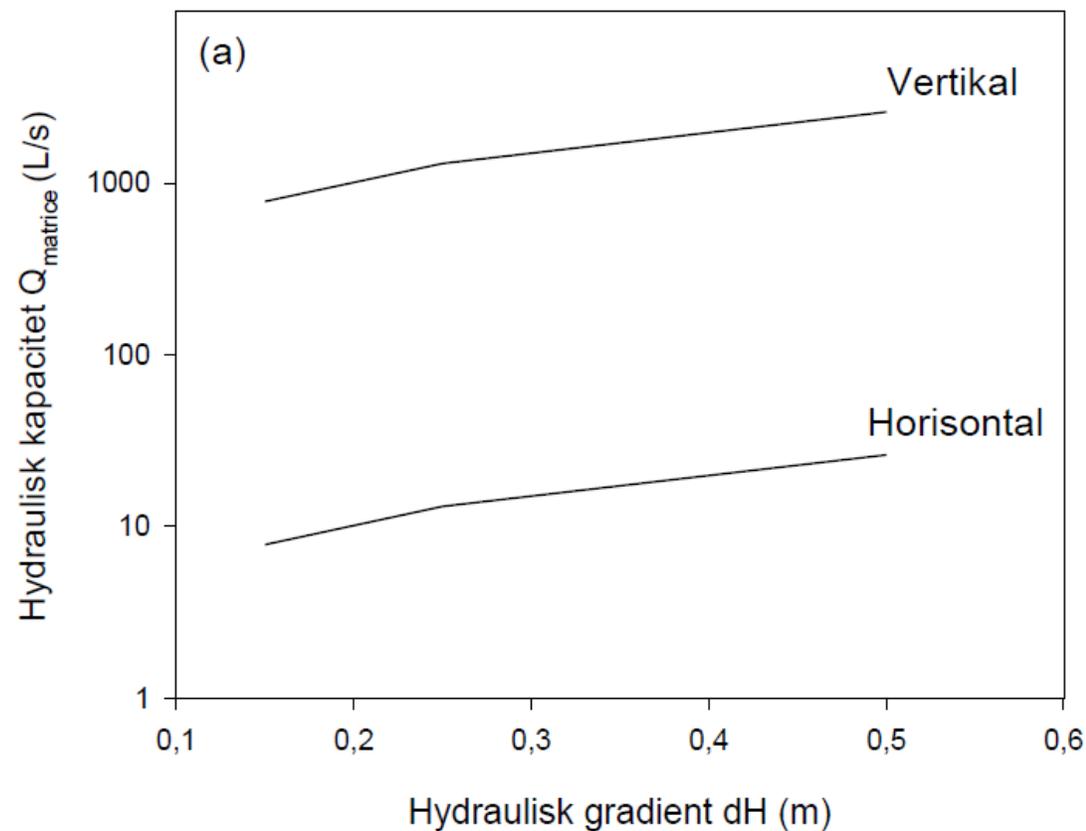
\* Baseret på målinger af Canga, E. (2014). Upublicerede resultater

$$Q = K_{sat} A \left( \frac{\Delta H}{L} \right)$$



# Hydraulisk kapacitet af filtermatrice – horisontal vs vertikal

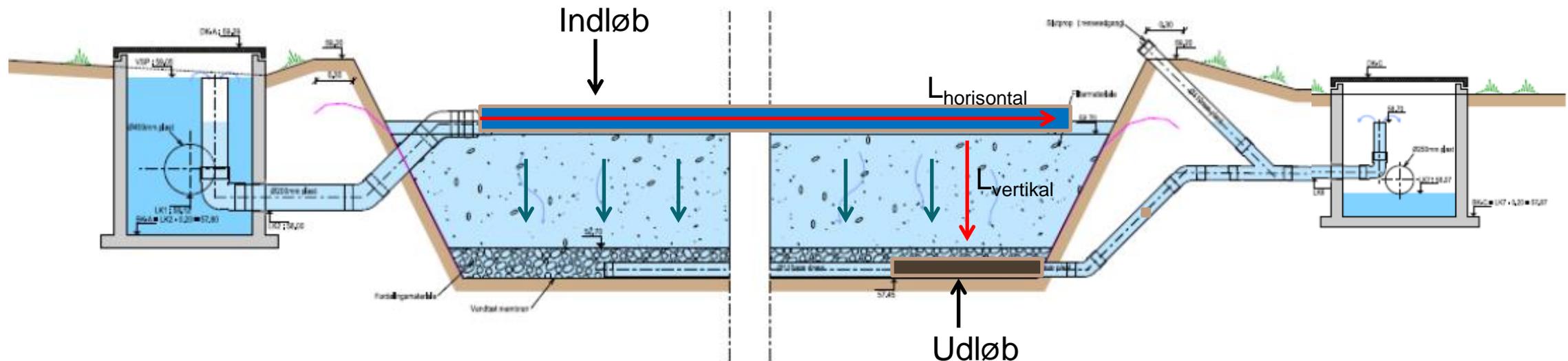
- Typisk vinter drænvandsføring moræneler  $\sim 1$  l/s/ha  $\rightarrow$  ved 100 ha  $\sim 100$  l/s
- Peak-flow 2-3 l/s/ha  $\rightarrow$  200-300 l/s



# Matrice-minivåd område med kombineret horizontal-vertikal strømning

Anbefalet model for filtermatrice

$$Q = K_{sat} A \left( \frac{\Delta H}{L} \right)$$



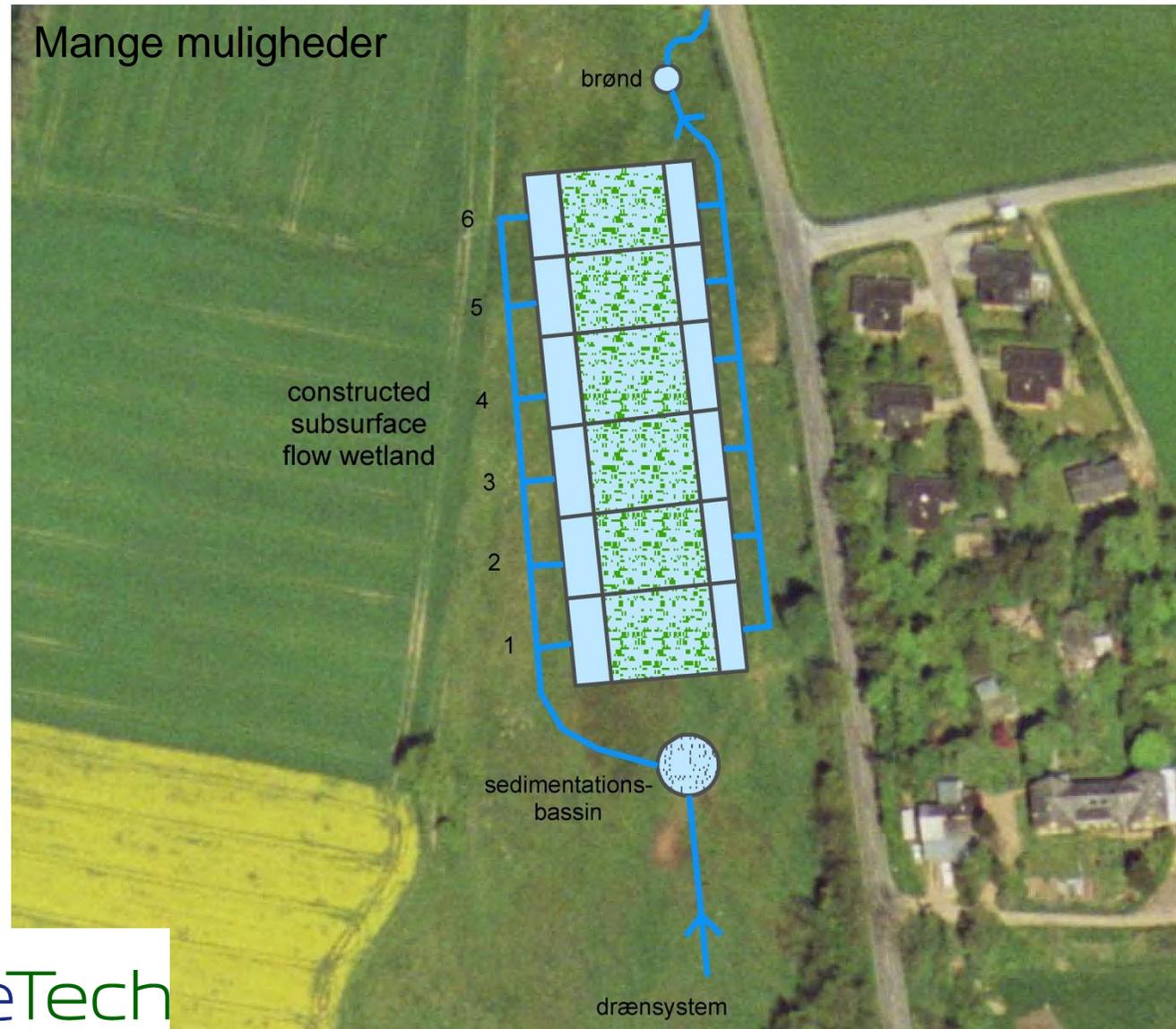
## Eksempel: Mark på 100 ha

- Overfladeareal (A): 0,2-0,25% af drænopland = 2.000-2.500 m<sup>2</sup>
- Hydraulisk gradient ( $\Delta H$ ) = højdeforskel mellem ind- og udløb (0.1-0.25 m)
- Længde (L) =  $L_{horizontal}$  xx m,  $L_{vertikal}$  1 m

# Konstruktion af matrice-minivådområder



# Design af matrice-minivådområder – et eller flere bassiner



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









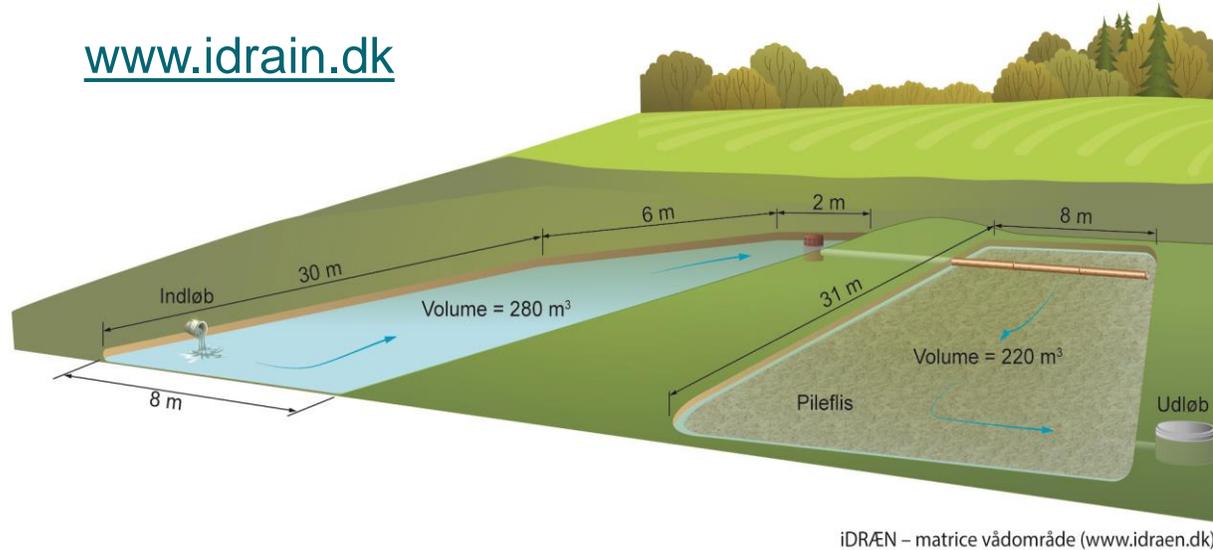






# Matrice-minivådområde med stuvningsbassin

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



## Operational SSF-CW

- Storage pond
- Woodchips filter-bed
- Size: 0,2-0,25% of drained catchment
- 50-70% yearly N-removal

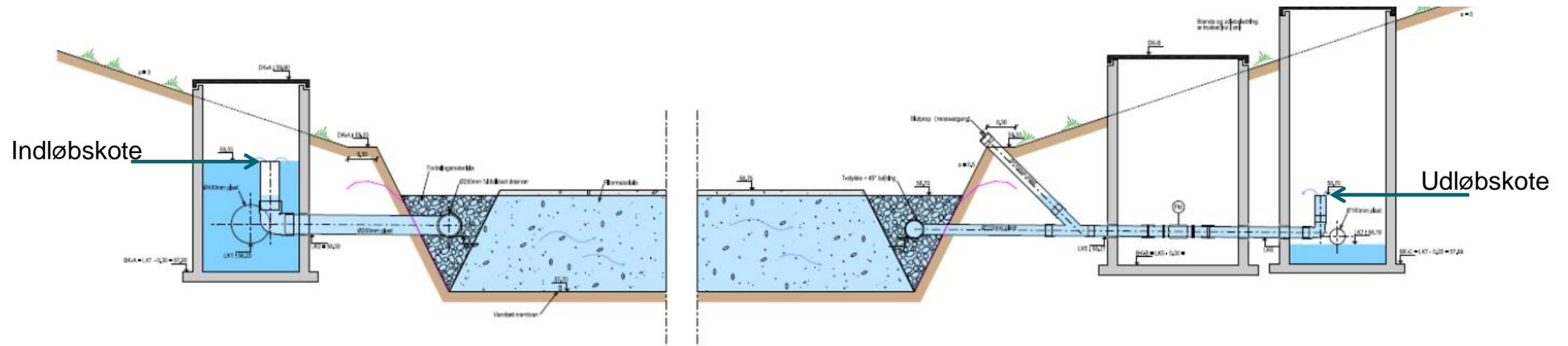
Hoffmann, C.C., Kjærgaard, C. 2017. Optimeret kvælstoffjernelse i matricevådområde. Vand & Jord, nr 3, s. 101-105.



Photo: Charlotte Kjærgaard

# Konstruktion af matrice-minivådområder

1. Konstruktion – kombinationsmodellen, overfladeareal proportionalt med drænoiland (0,2-0,25%)
2. Fordelerbrønd med by-pass dræn -> krav til lukning af matrice i sommerhalvåret
3. Højdeforskel mellem ind- og udløbskote (xx cm) - gennemgang



## Konstruktion – indløbsbrønd (kote indløb, by-pass dræn)



# Konstruktion af matrice-minivådområder

1. Konstruktion – kombinationsmodellen, overfladeareal proportionalt med drænopland (0,2-0,25%)
2. Fordelerbrønd med by-pass dræn -> krav til lukning af matrice i sommerhalvåret
3. Højdeforskel mellem ind- og udløbskote (xx cm) - gennemgang
4. Flis-matricen skal etableres og opretholdes med ≥20 cm flis højde i forhold til vandspejl

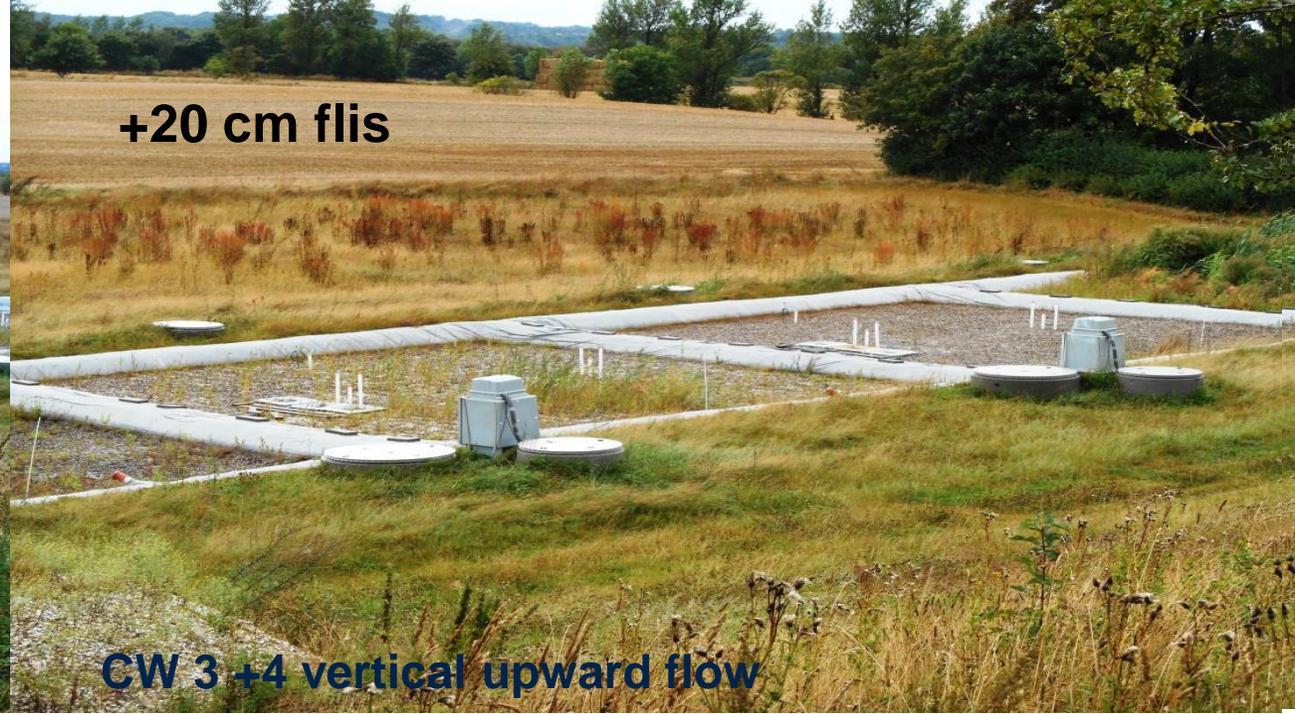
## Tilskudsordning til løbende påfyldning af flis undervejs (LBST)

1. Beplantning – skal etableres før etablering af +20 cm flislag

# Beplantning



CW 1 +2 horizontal flow



+20 cm flis

CW 3 +4 vertical upward flow



CW 5 vertical down



CW 6 vertical down

Foto: Charlotte Kjærgaard

# Konstruktion af matrice-minivådområder

1. Konstruktion – kombinationsmodellen, overfladeareal proportionalt med drænopland (0,2-0,25%)
2. Fordelerbrønd med by-pass dræn -> krav til lukning af matrice i sommerhalvåret
3. Højdeforskel mellem ind- og udløbskote (xx cm) - gennemgang
4. Flis-matricen skal etableres og opretholdes med ≥20 cm flis højde i forhold til vandspejl

## Tilskudsordning til løbende påfyldning af flis undervejs (LBST)

1. Beplantning – skal etableres før etablering af +20 cm flislag
2. Drænudløb
  - Iltningsbrønd eller iltningstrappe (ved iltning af vand i brønd kan opnås ≥60% geniltning)
  - Afstandskrav til vandløb (tidskinetik af fældning) – afstandskrav / sommerlukning

## Iltningsbrønd

- Geniltning af drænvand (50-65%)
- Svovlbrinte – ved geniltning oxideres sulfid til elementært svovl

### Praksis

- Perforerede riste – store overflader, sekvens af riste
- Faldrør - faldhøjde



# Perspektiver drænvirkemidler

**Tabel 1a.** Effekt på kvælstofudledningen (kg N pr ha pr år) og arealkrav (ha) til virkemidler i forhold til 2021 og 2027 målsætningen med den nuværende reguleringen (2019).c

	Måår	ID15 N-indsatskrav kg N år <sup>-1</sup>	Virkemiddelseffekt i rodzonen kg N ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	Nuværende N-effekt på udledningen kg N ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	Arealkrav ved nuværende regulering ha
Efterafgrøder	2021	2.594	30	11,4	228
	2027	3.791			333
Udtagning	2021	2.594	50	19,0	137
	2027	3.791			200
Minivådområder	2021	2.594	13,5	6,75	384 (3,84)*
	2027	3.791			562 (5,62)*
Matrice- minivådområder	2021	2.594	27	13,5	192 (0,38)*
	2027	3.791			281 (0,56)*

## Økonomiske perspektiver drænvirkemidler

**Tabel 4.** Omkostninger ved målopfyldelse med den nuværende (2019) regulering for de fire virkemidler hhv. efterafgrøder, udtagning, minivådområder og matriceminivådområder for indsatsårene 2021 og 2027

	Indsatsår	Omkostning virkemiddel kr ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	ID15 arealkrav ha	Omkostning ID15 opland kr år <sup>-1</sup>	Udbredelsesareal arealkrav ha	Omkostning ved udbredelsesarealkrav Mio kr år <sup>-1</sup>
Efterafgrøder	2021	700	228	159.250	195.000	137
	2027	700	333	232.750	285.000	200
Udtagning	2021	4000	137	546.000	117000	468
	2027	4000	200	798.000	171.000	684
Minivådområder	2021	650*	384 (3,84)*	249.744	329.333	214
	2027	650*	562 (5,62)*	365.011	481.333	313
Matrice- minivådområder	2021	380**	192 (0,38)*	73.002	164.667	63
	2027	380**	281 (0,56)*	106.696	240.667	92

\*Omkostning ved minivådområder er opgjort som etableringsomkostninger afskrevet over 10 år

\*\* Omkostningen ved matriceminivådområder er opgjort som etableringsomkostninger afskrevet over 5 år