

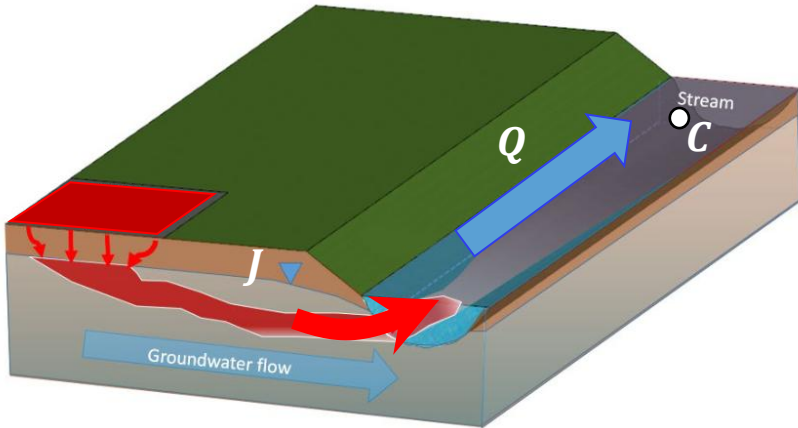
ATV møde 2025

G. Lemaire ¹, G. Verreydt ², N. van Putte ², K. Mosthaf ¹, C. F. Ottosen ¹, M. M. Broholm ¹, P.L. Bjerg ¹

¹ DTU Sustain , ² iFLUX

Ny metode til kontinuerlig kvantificering af grundvands- og forureningsudsivning til vandløb

Baggrund



- Jordforurening kan udgøre en potentiel **risiko overfor overfladevand**

- Anbefalinger for feltundersøgelse (Miljøstyrelsen # 2050, 2018):

” Vandprøvetagning skal ske i periode med lavest vandføring, hvilket typisk er i sommerperioden:”



Koncentration i åvand (fuld opblanding) $\rightarrow C = \frac{J}{Q}$

Forureningsflux $\leftarrow J$

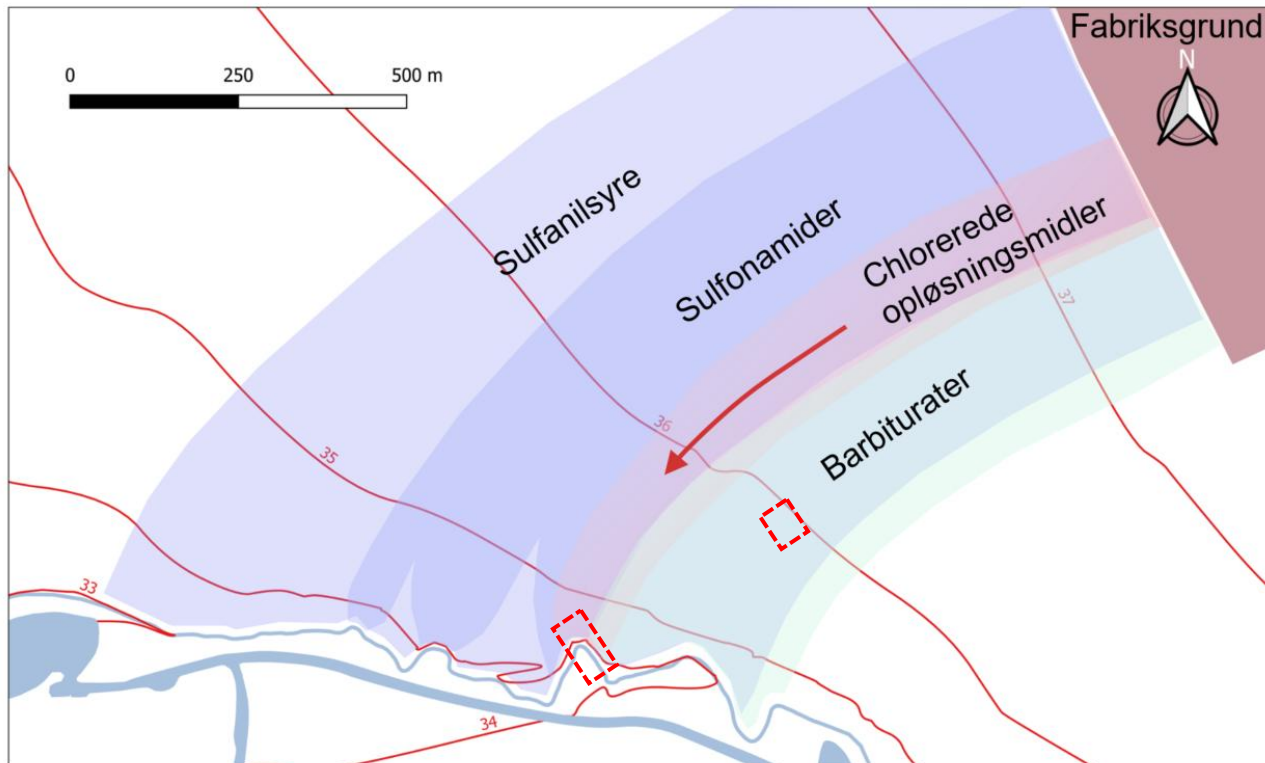
vandføring $\leftarrow Q$

Grindsted



Kemisk produktion af bla. medicinalstoffer

Stor skala forureningsfane, kompleks sammensætning



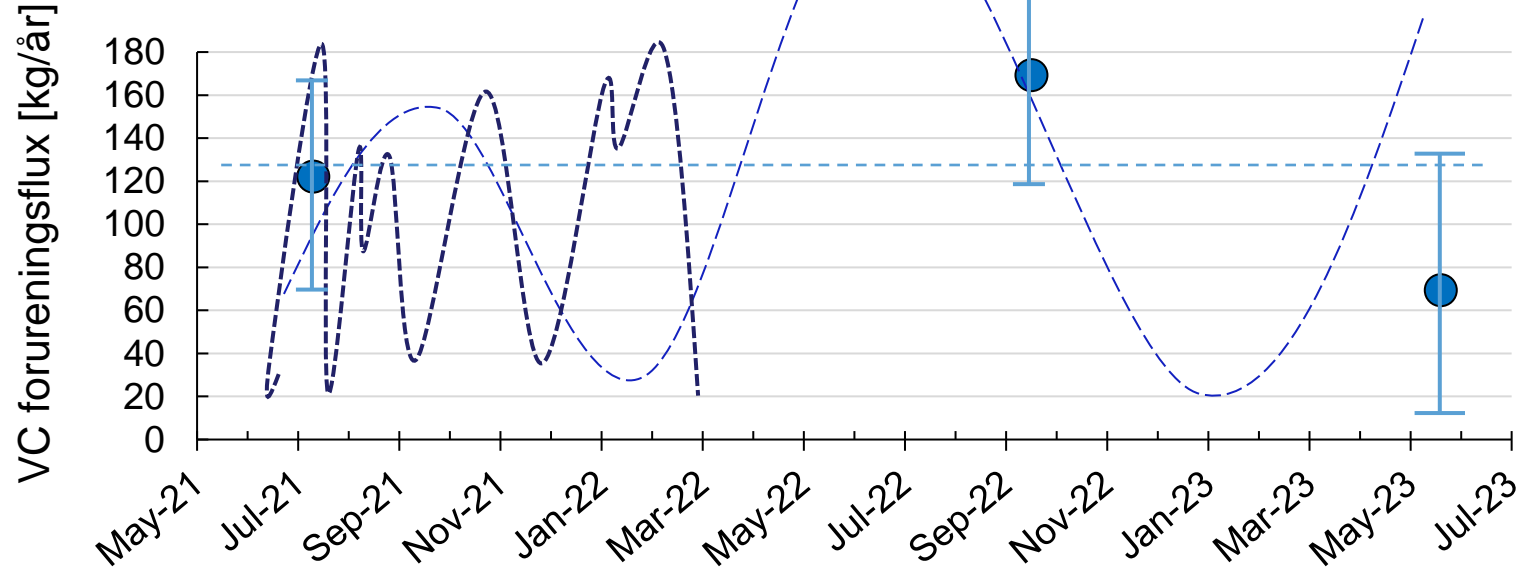
Isopotential, terrænnært magasin (Okt 22)



Grindsted factory 1975, luftfoto, Det Kgl. Bibliotek

Forureningsflux til Grindsted å: Dynamisk eller ej?

Forureningsflux
vurdering (åvand)
periode: 2021 - 2023



Tidsvariationer i forureningsflux → dynamisk system

Begrænset antal af fluxestimerer → "øjebliksbillede"

Hvordan varierer forureningsfluxen ?
Hvad driver variationer ?

Flux til åvand : oversigt over (nogle) metoder



Fluxkammer



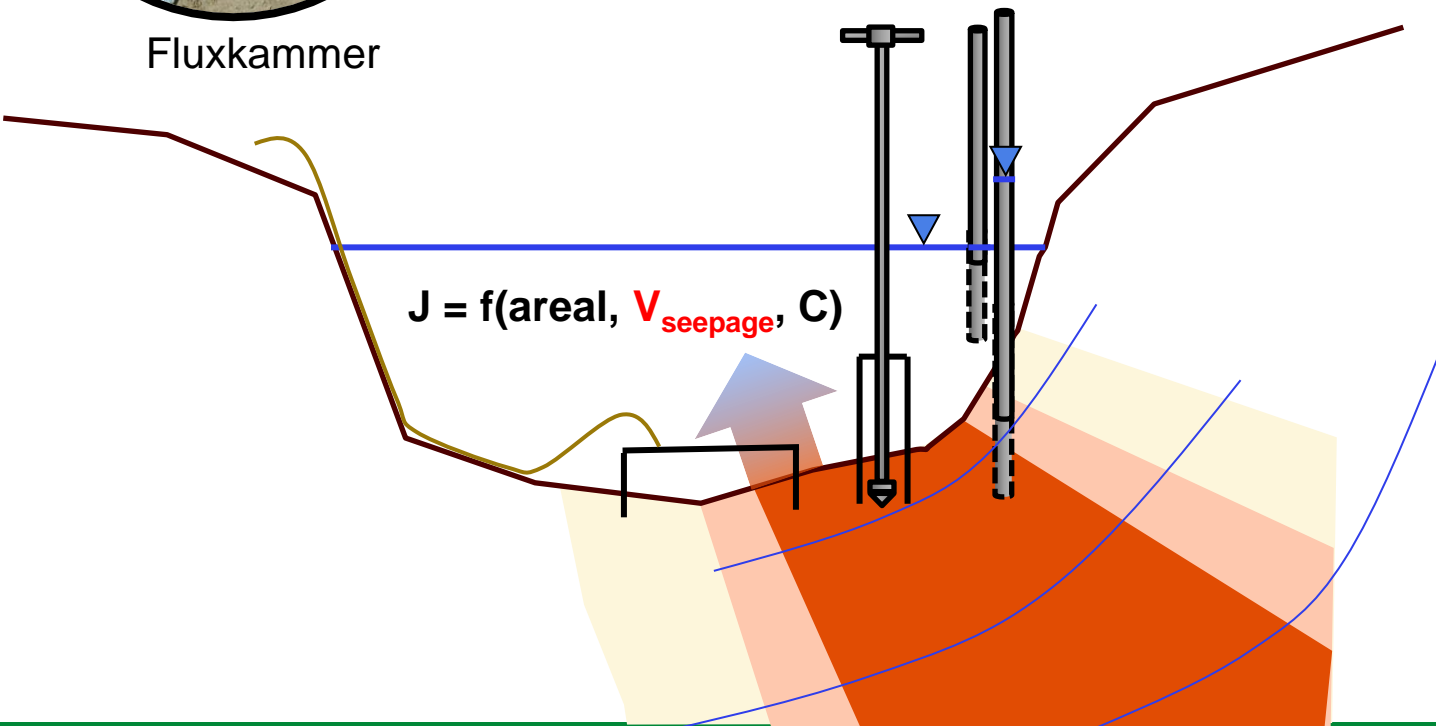
Piezometres / Diverer – Darcys lov



Temperaturprofilering



Streambed Point Velocity Probe (SBPVP)

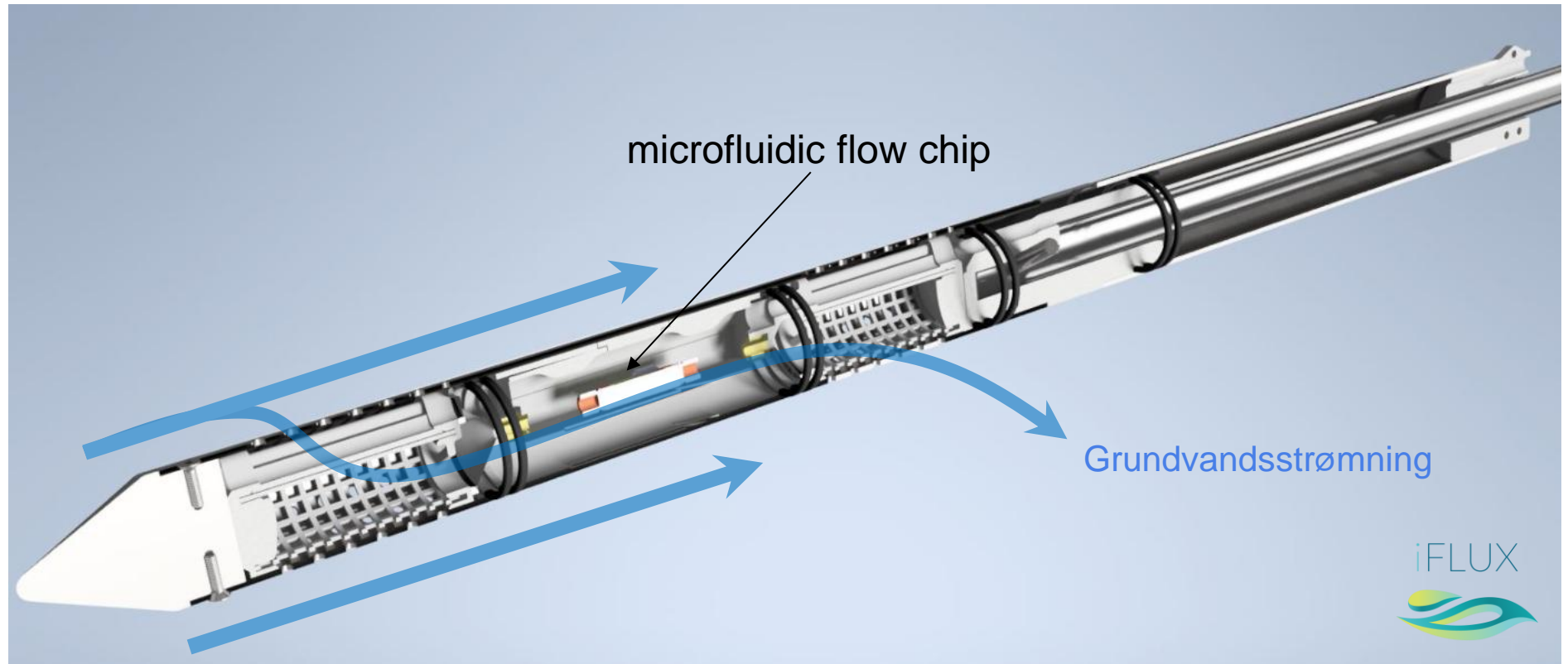
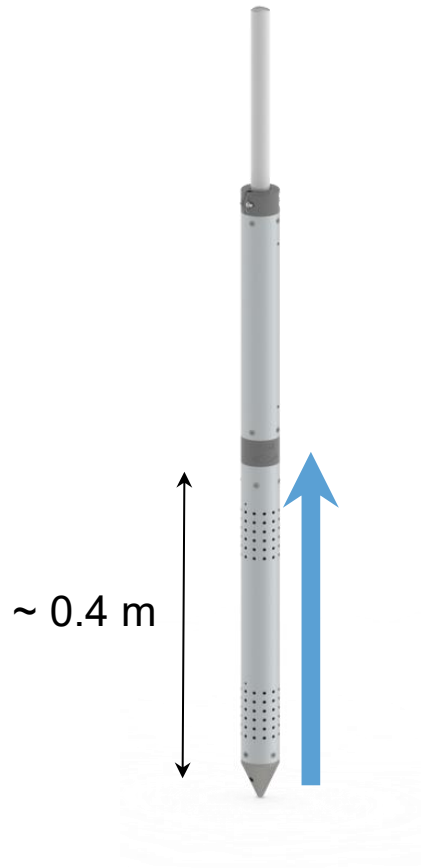


Projektets formål

- **Karakterisering af udsivningshastigheden** af vand fra å-bunden til Grindsted Å i høj opløsning (minutter / timer).
- **Kvantificering af spændet i grundvandets udsivningshastighed** for at understøtte design af mulige afværgeløsninger.
- **Integration af data i en 2D numerisk strømningssmodel** for at identificere de potentielt styrende processer for forventede tidlige variationer i udsivningshastighed og forureningsflux for fanen fra Fabriksgunden til åen

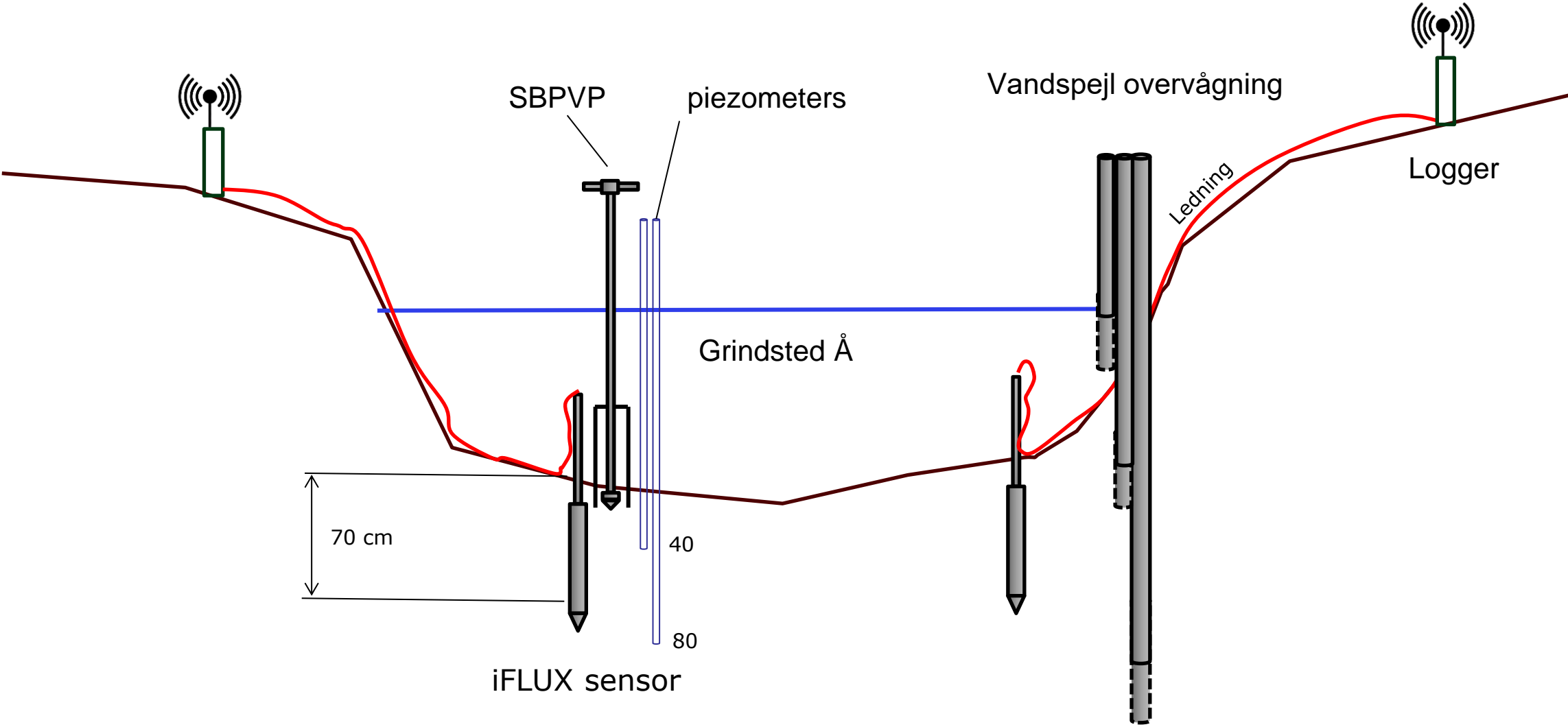
Testområde : Strømlinjen fra fabriksgrund til Grindsted Å (primære udsivningsområde)

Test af nyudviklet sensor

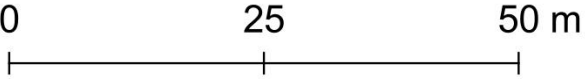


- Høj frekvens (< 1 time) real time autonom sensor
- Vertikal grundvandhastighed (begge retninger)

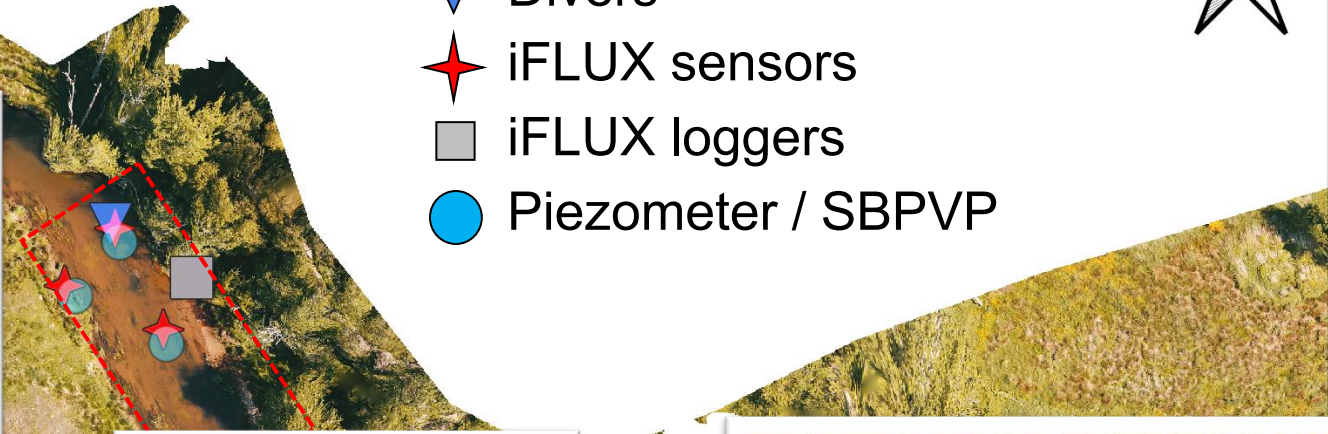
Princip for instrumentering (transekt)



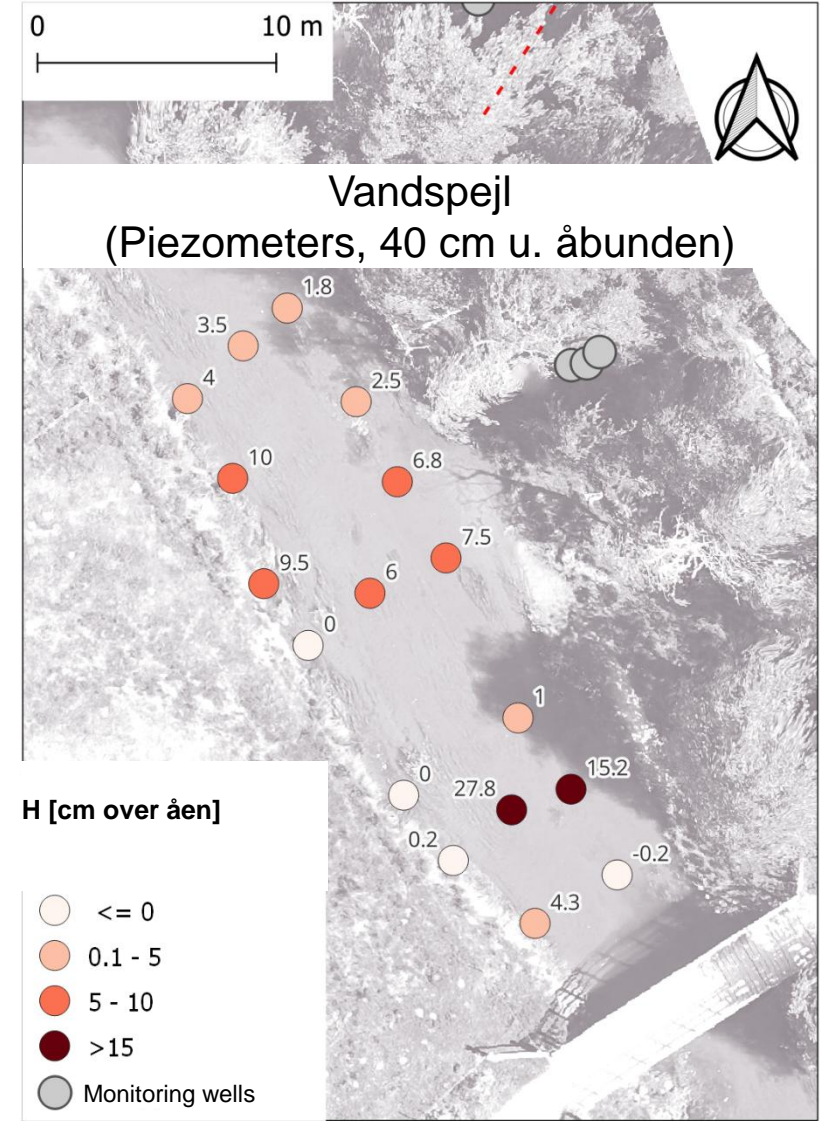
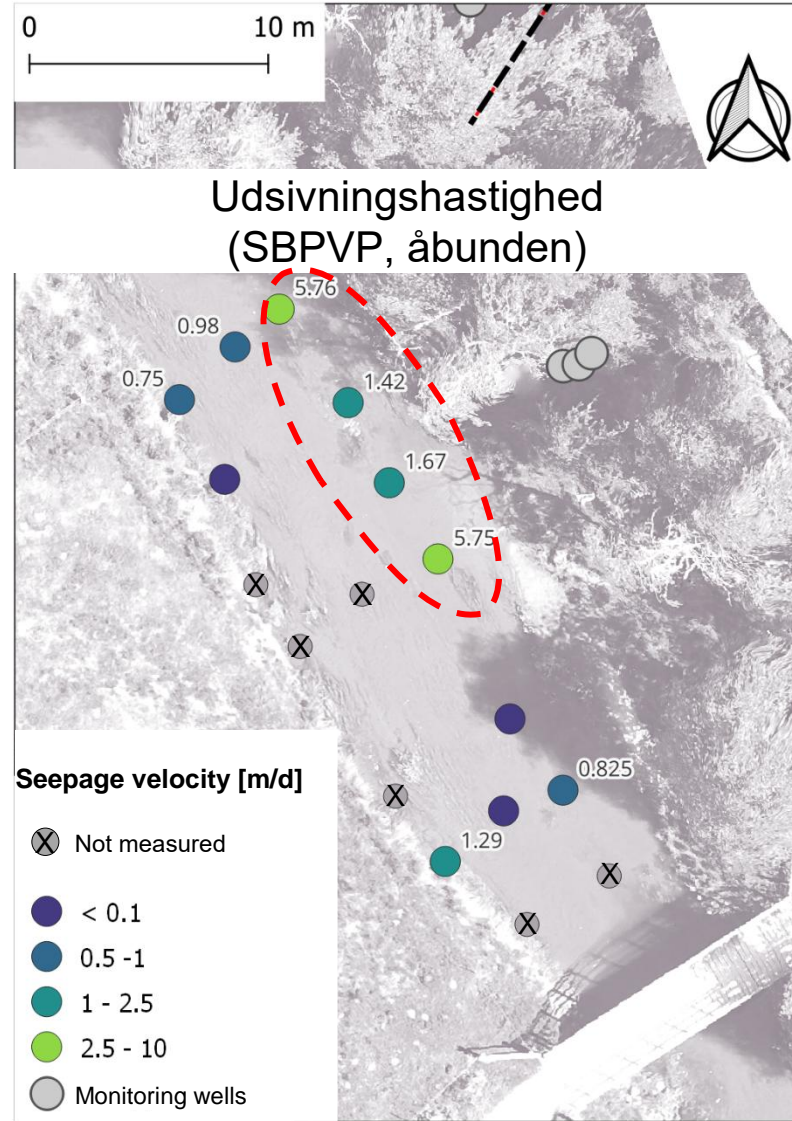
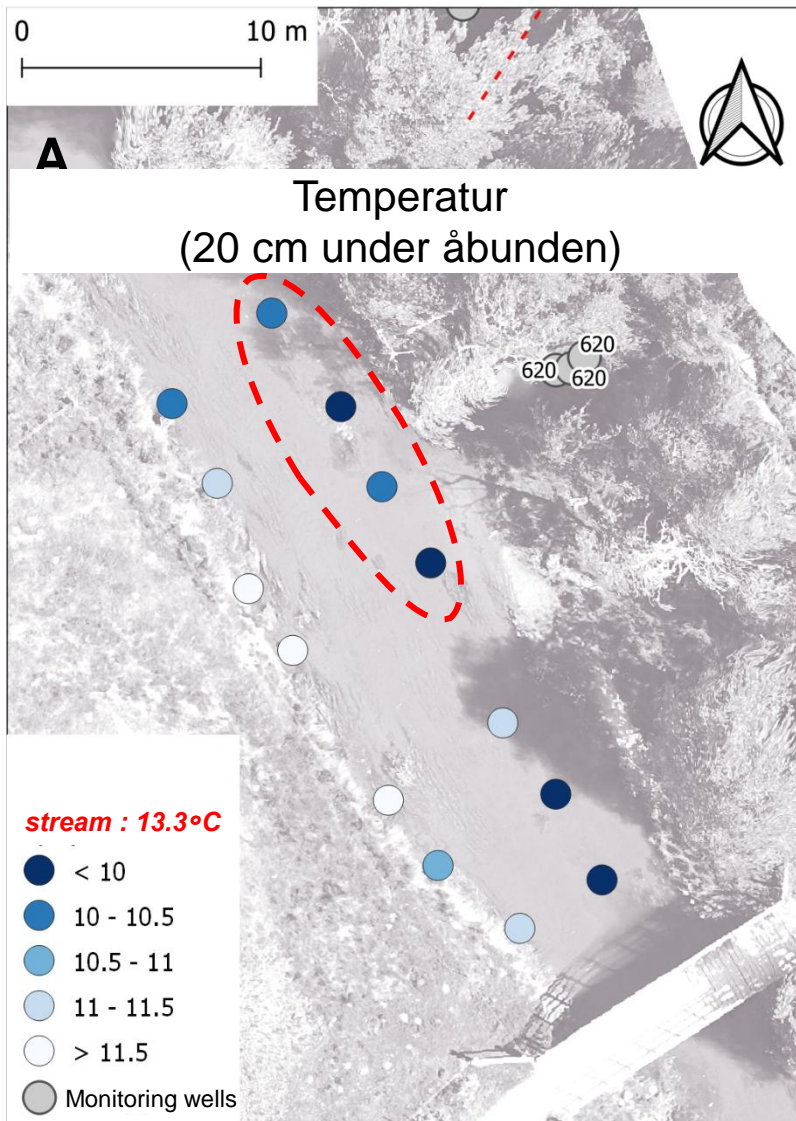
Instrumentering i transektet



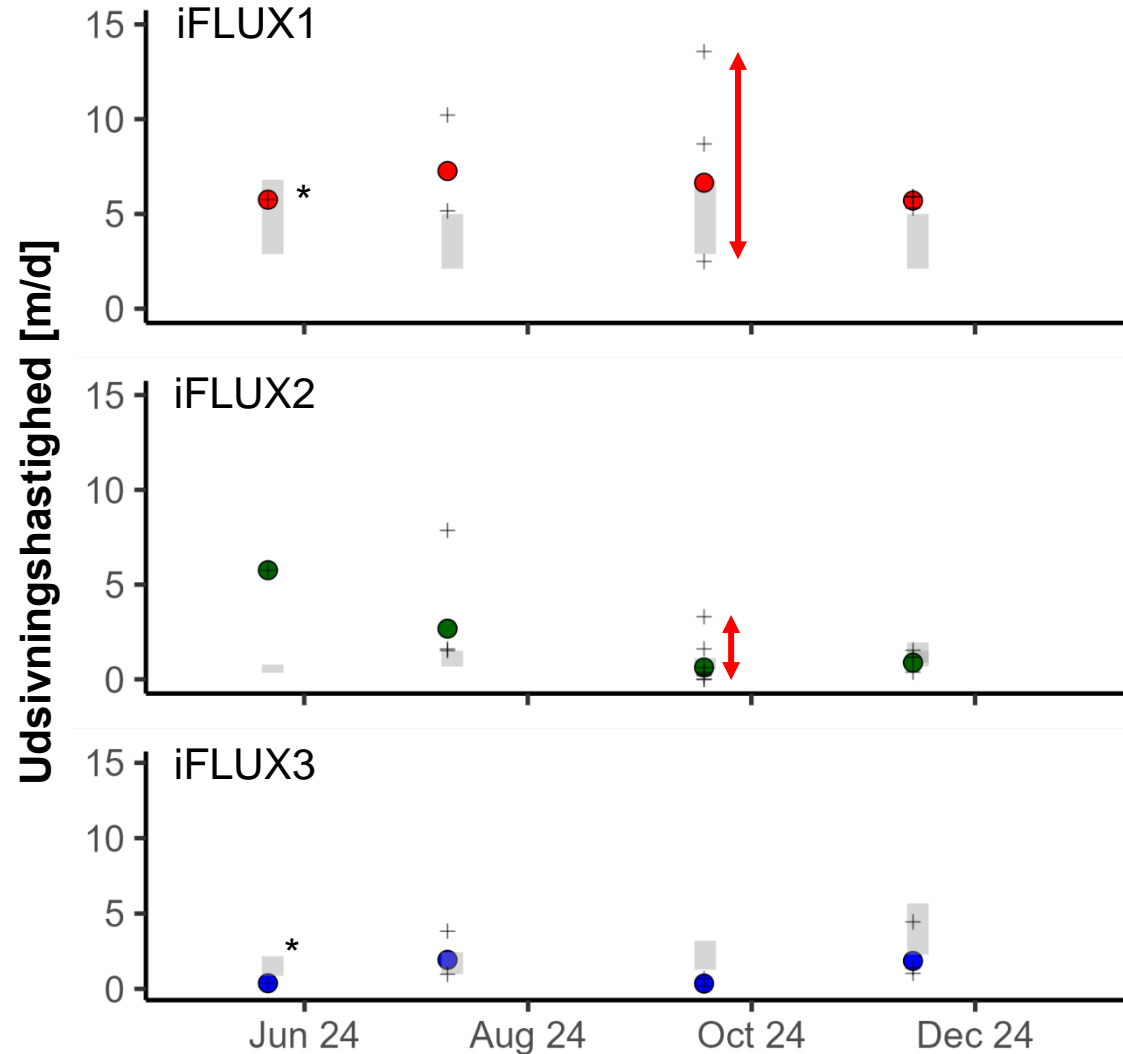
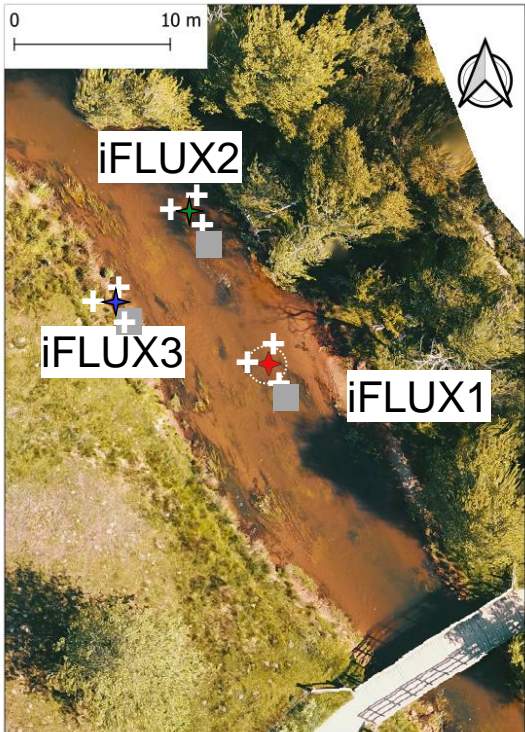
- ▼ Divers
- ★ iFLUX sensors
- iFLUX loggers
- Piezometer / SBPVP



Screening før installation



Udsivningshastighed ved åbunden: PVP og Darcys approach



Hastighed estimer

- SBPVP (rumligt gennemsnit)
- + SBPVP (enkelt måling)
- Piezometers (Darcys lov)
(- 40 cm → SW)

Betydelig rumlige variationer
(40 cm radius)

Udsivningshastighed ved åbunden: alle metoder

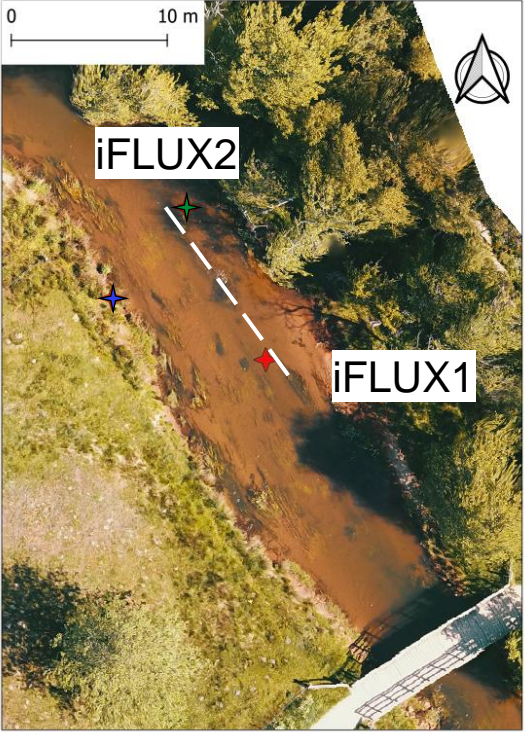
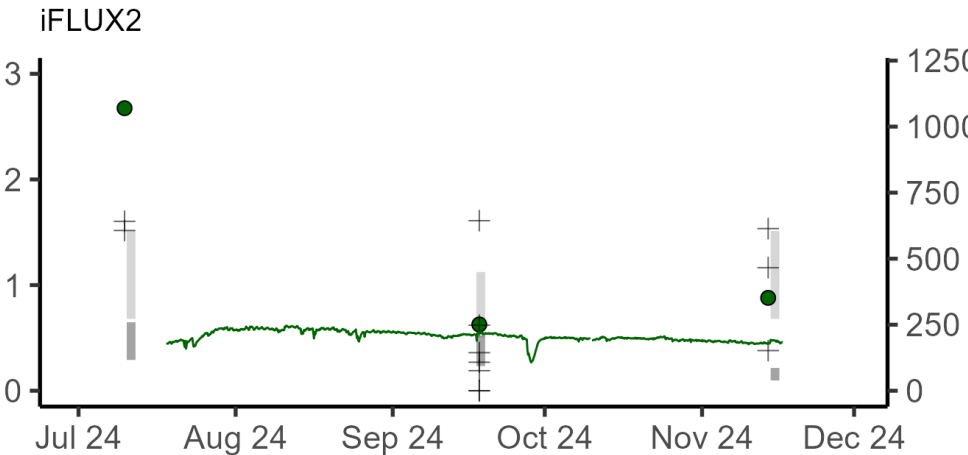
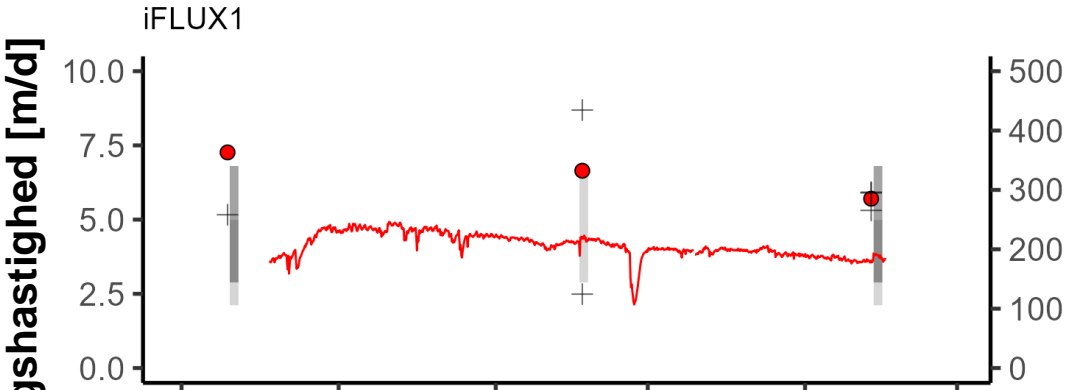
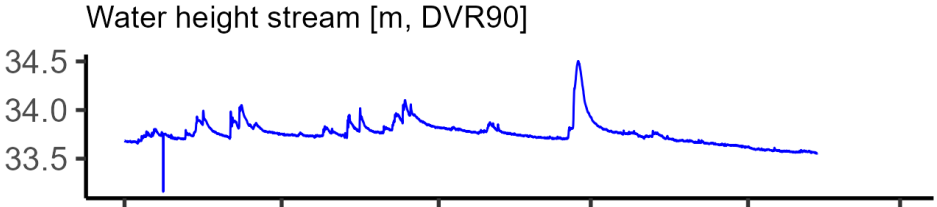
Hastighed estimerer

- SBPVP (rumligt gennemsnit)
- + SBPVP (enkelt måling)
- Darcys lov fra piezometres
 - (- 40 cm → SW)
 - (- 80 cm → - 40 cm)

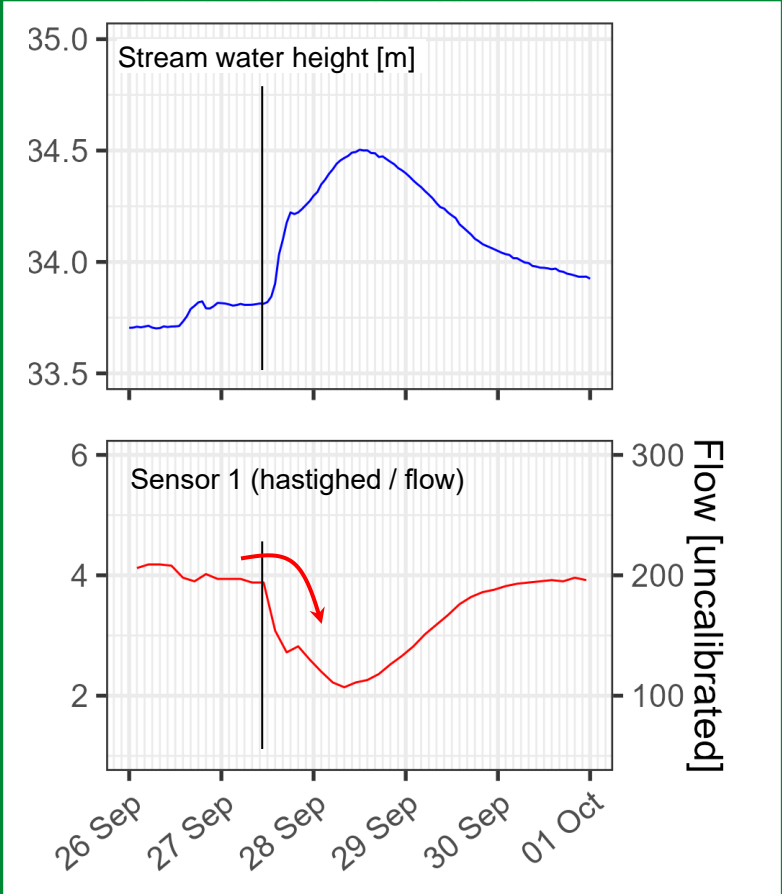
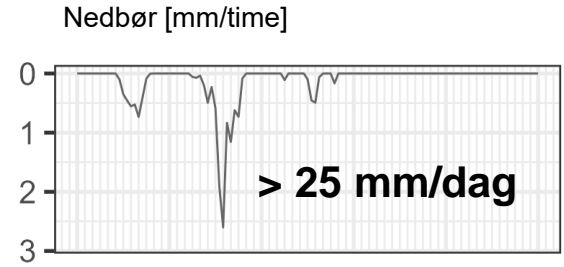
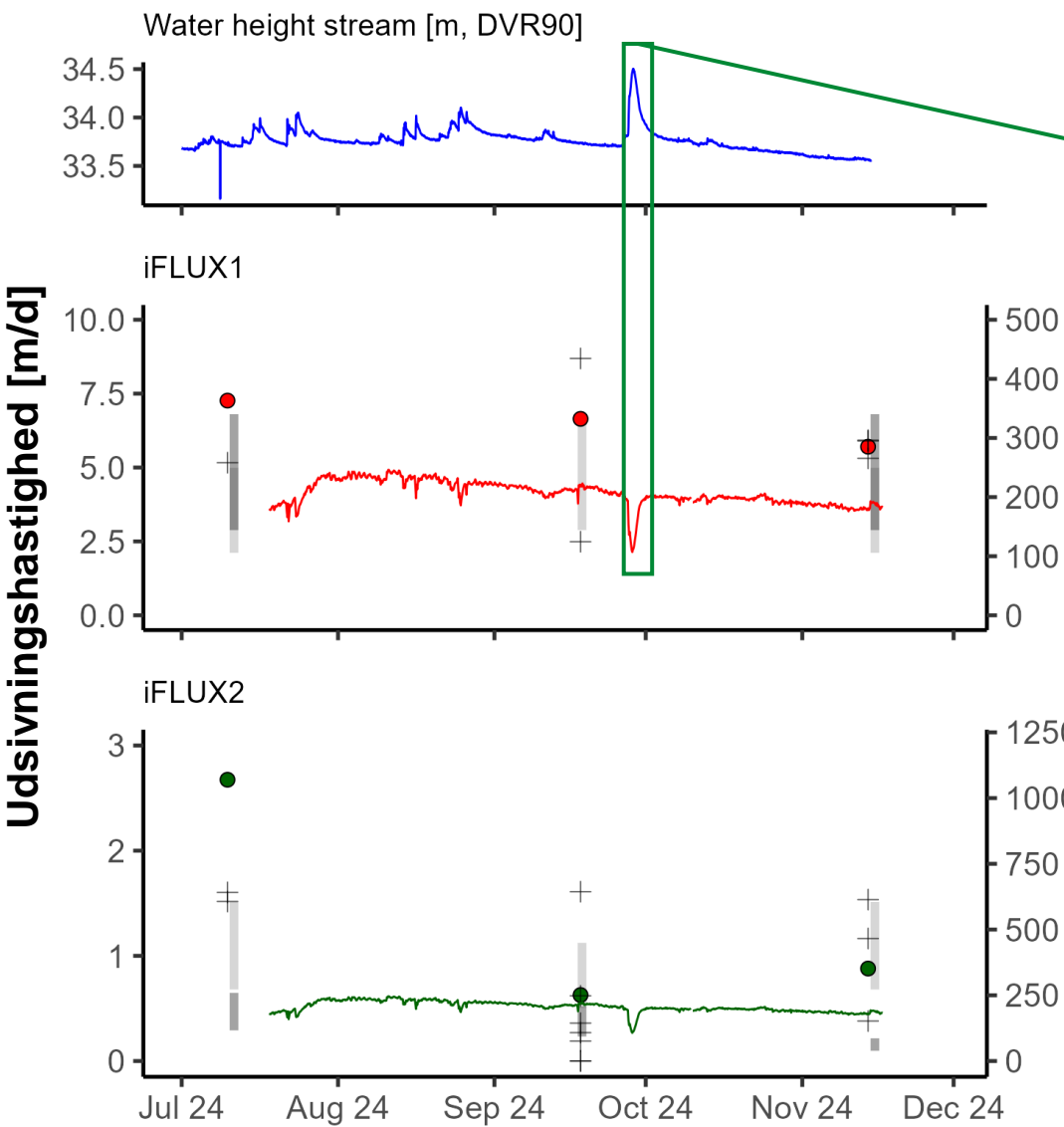
iFLUX sensor flow (ukalibreret)

Flow i sensor [ukalibreret]

sammenhængende
langsigtet tendens

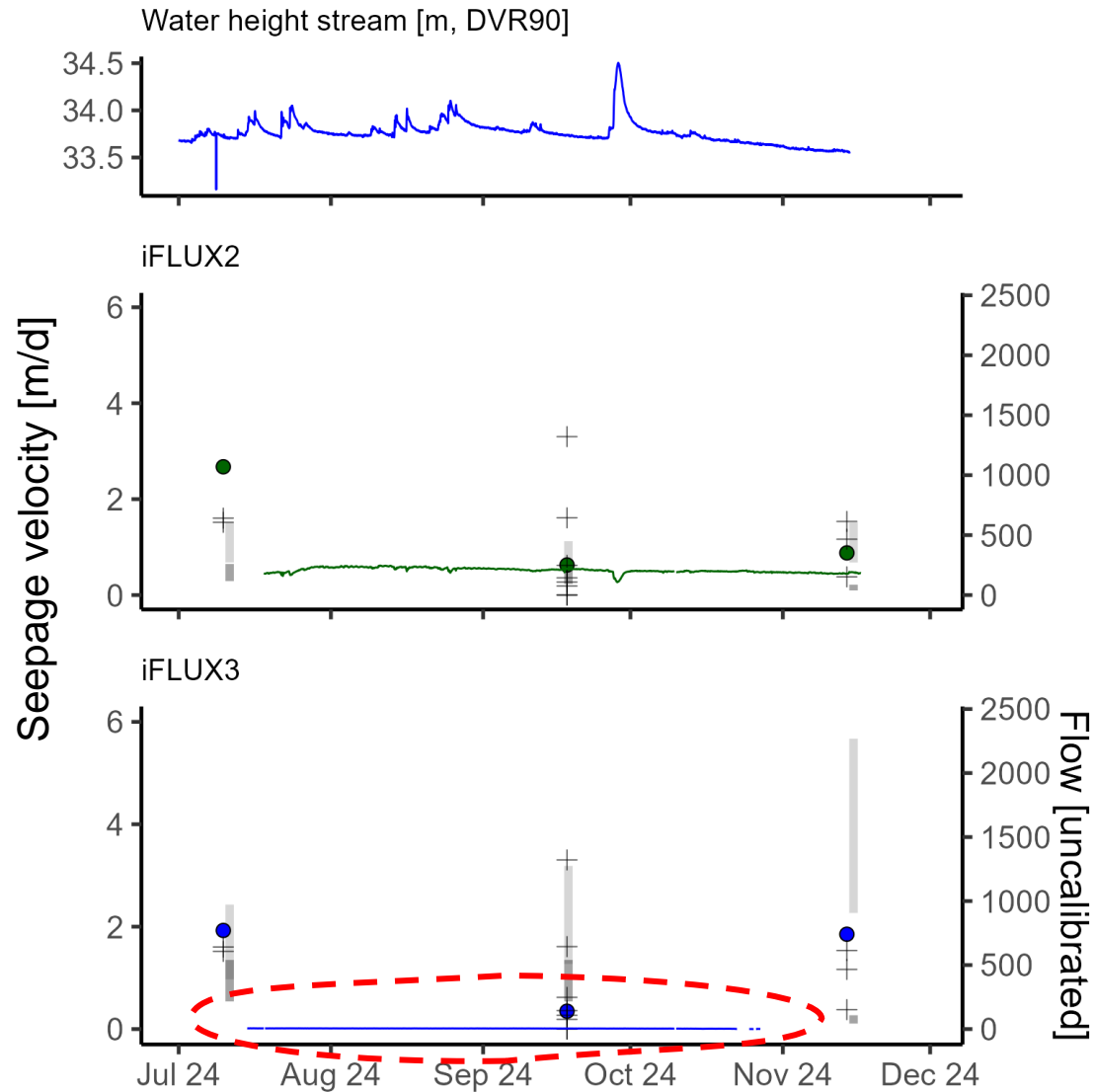
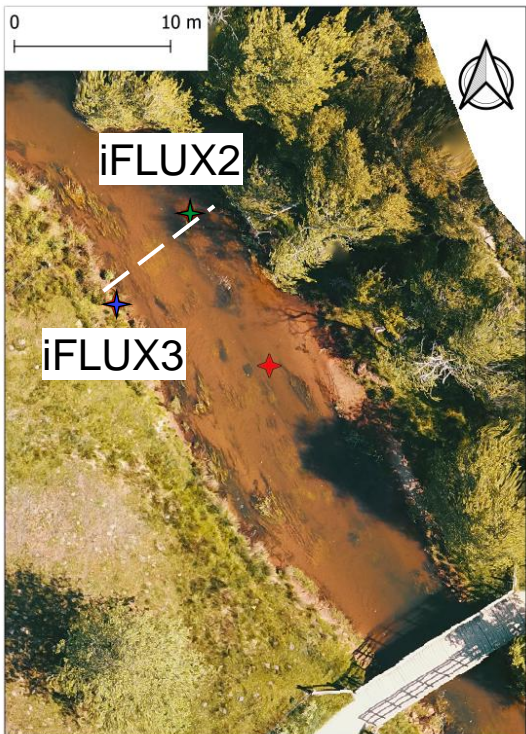


Udsivningshastighed ved åbunden: tidslige variationer



Udsivningshastighed falder med nedbør / stigning i åvandstand

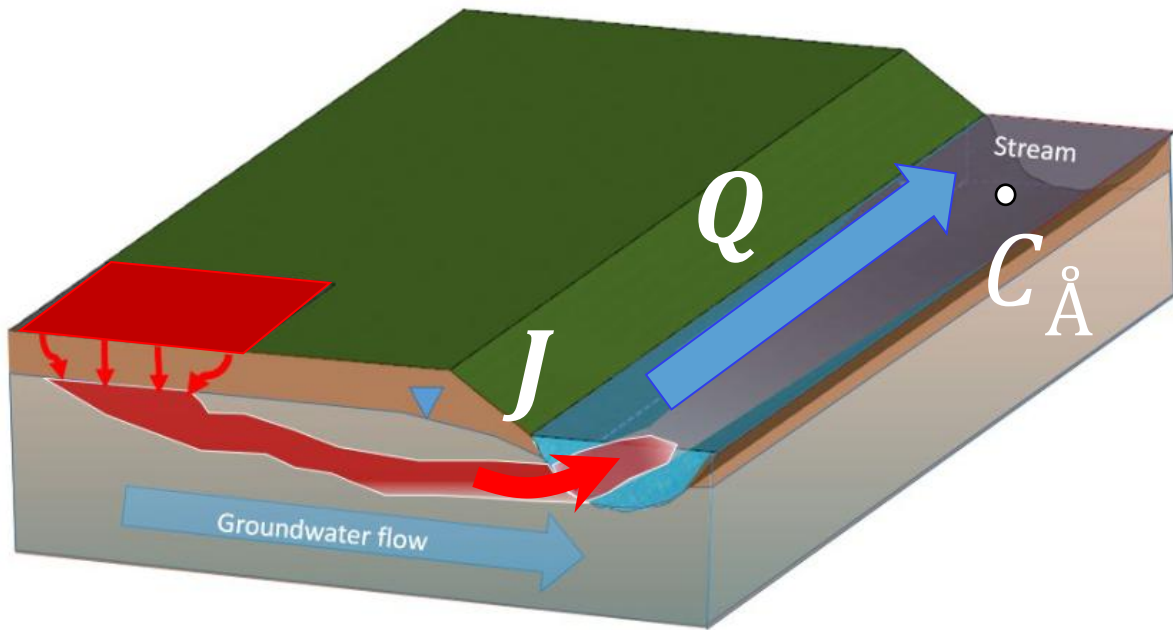
Udsivningshastighed ved åbunden: alle metoder



- SBPVP (rumligt gennemsnit)
- + SBPVP (enkelt måling)
- Darcys lov fra piezometres
 - (- 40 cm → SW)
 - (- 80 cm → - 40 cm)
- iFLUX sensor flow (ukalibreret)

Uheld ... linse med lav permeabilitet?

Opdateret systemforståelse (sommer til vinter 2024)



- Højest i sommer periode
- Hurtigt fald efter kraftig nedbør

$V(t)$

$C_{GV}(t???)$

$$C_{\dot{A}}(t) = \frac{J(t)}{Q(t)}$$

→ Højest i sommer ?

Lav i sommer periode

Opsummering

Anvendelse af iFLUX sensor

Udsivningshastigheden af grundvand fra å-bunden kan overvåges

- Autonom sensorer installeret med succes. Relativ enkel installation
- Tidserier i høj opløsning over lange perioder

Sensorinformation i god overensstemmelse med andre metoder (SBPVP, Darcys lov)

- Kræver kalibrering (pågår) og nogen viden om geologi

Potentiale for overvågning af flux (forurening, næringstoffer, osv) og bedre forståelse af hydrologiske forhold i åbunden (stærkt reaktiv zone)



A person is wading in a stream, surrounded by lush green vegetation and trees. Several vertical poles are planted in the water, likely for monitoring purposes. In the background, a residential house is visible through the trees.

Tak for
opmærksomhed

Grindsted å, Maj 24

Anvendelse af iFLUX sensor

Opsummering

Udsivningshastigheden af vand fra å-bunden kan overvåges

- Autonom sensorer installeret med succes. Relativ enkel installation
- Dataflow i høj opløsning over lange perioder

Sensorinformation i god overensstemmelse med andre metoder (PVP, Darcys lov)

- Kræver kalibrering (pågår) og nogen viden om geologi

Potentiale for overvågning af flux (forurening, næringstoffer, osv) og bedre forståelse af hydrologiske forhold i vandløbsbunden (stærkt reaktiv zone)

Anvendelse i Grindsted (Nuværende status, forsætter til sommer 25)

- Estimer af udsivningshastighed : [<0.1 – 13.5] m/dag med betydelige rumlige variationer
- Langsomt fald i grundvand udsivningshastighed (\rightarrow og forureningsflux?) siden sommerperioden
- Hurtige variationer og fald i udsivningshastighed efter kraftig nedbør (> 25 mm/d) og stigning af åvandspejl