

www.WateriTech.com

“Actionable insights from state-of-the-art models, sensors and data analysis for a **sustainable water future”**

Om os

- **WateriTech** er specialister i udvikling og anvendelse af state-of-the-art hydrologiske og økologiske modeller, IoT sensor monitoring, data analyser samt visualiseringer for private, offentlige og akademiske kunder.
- WateriTech blev etableret i 2019, og er en forskningsbaseret virksomhed baseret i Skanderborg, som tilbyder R&D og konsulent ydelser.
- WateriTech og partnere har udviklet **WaterWebTools** platformen, der tilbyder digitale værktøjer som SaaS løsning.

www.WateriTech.com

WateriTech offers digital solutions through the **WaterWebTools** data and forecasting portal.



Vi arbejder med tre centrale udfordringer med vand

- både i et kort perspektiv (varsling & drift) og et langt perspektiv (planlægning & klima) -



Oversvømmelse



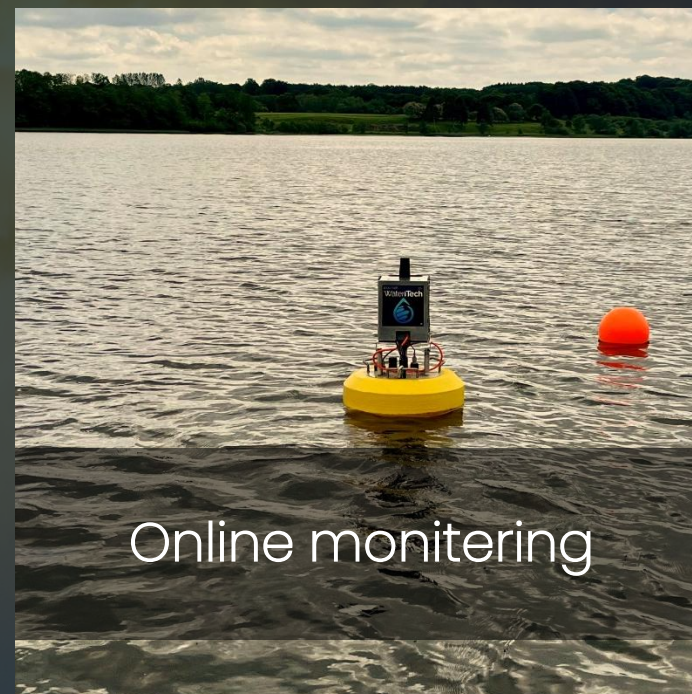
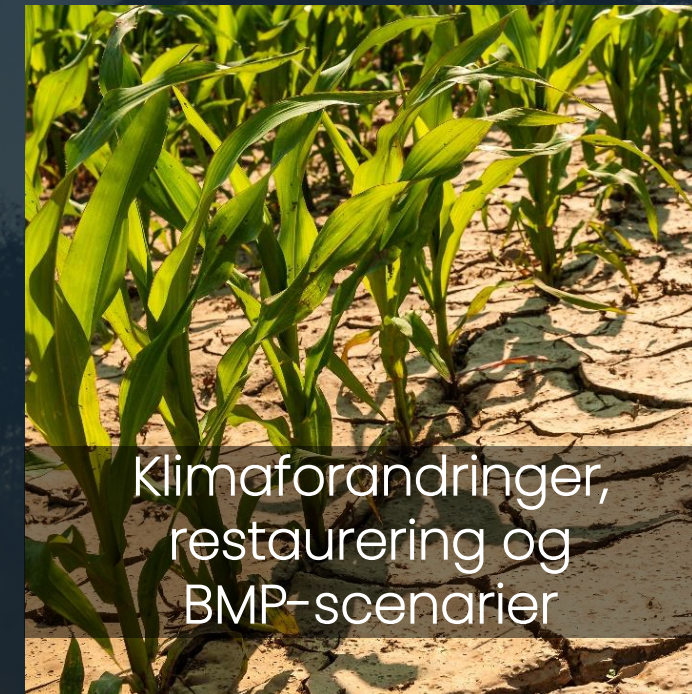
Tørke



Vandkvalitet

Hvad vi laver

- Vi arbejder med digitale løsninger ift vandkvalitet, oversvømmelse og tørke – dvs. sensorer, computer modeller og data analyser
- Vi leverer **realtime data** og **korte prognoser (dage)** til kommuner, forsyningsselskaber og private via **WaterWebTools platformen**
- Vi leverer **langtidsprognoser (år)** på hydrologi og vandkvalitet baseret på nyeste klimaprognoser og avancerede modeller
- Vi transformerer **data** til **indsigter** der kan danne **grundlag** for beslutninger, kommunikation og handling



Hvor vi arbejder

Oplande

Agro-hydrologisk modellering,
sediment og
næringsstofbelastning

Vandløb

Oplandsmodellering,
oversvømmelse fra vandløb,
klima- og forvaltnings-scenarier

Realtids data

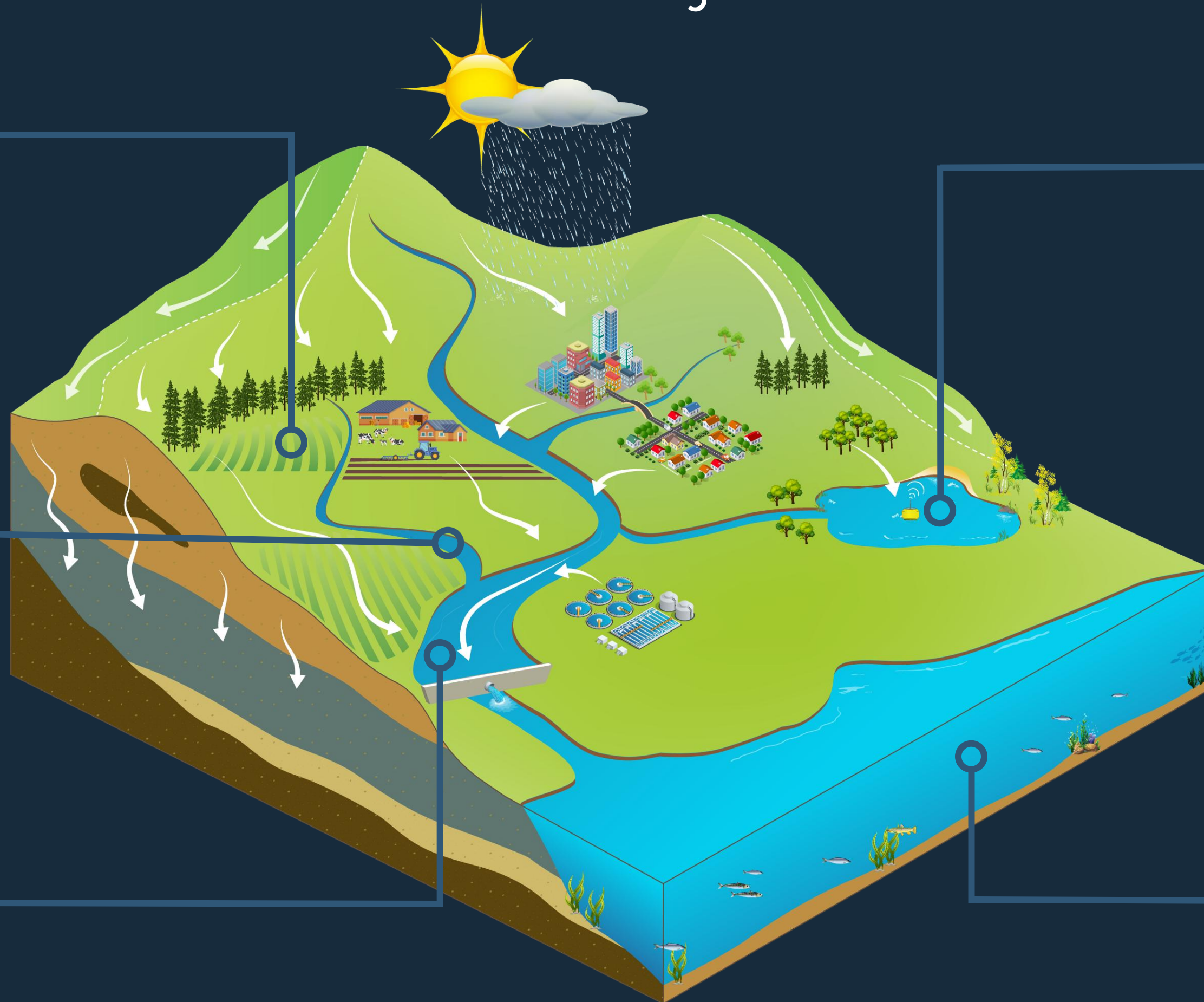
Realtids data fra vandløb, søer,
bassiner, kloakoverløb m.m.

Søer og regnvandsbassiner

Sø og bassin modellering, digitale
tvillinger, klima- og forvaltnings-
scenarier

Marine områder

Modellering af
næringsstofbelastning,
data-bøjer til fjorde



WateriTech's rolle i kystvandråd for Vejle fjord

Oplandsmodellering – i samarbejde med AU og SEGES

- Kort indledende oplandsanalyse (*notat*)
- Opsætning af avanceret oplandsmodel (SWAT+) (*notat*)
- Workshop og indarbejdelse af spildevandsdata i SWAT+ model (*workshop og møder*)
- Design og kørsel af en række virkemiddel-scenarier med kalibreret SWAT+ model
(SEGES er tovholder på scenarie-workshop, som tilsigter at forskellige inputs og ideer inddrages i scenarierne) (*notat*)

Rands Fjord – data bølge

- Databølge der måler temperatur, salinitet og iltvind i realtid, samt danner datagrundlag for metabolisme beregninger (*data bølge, data og analyser*)

Hvad er SWAT+

SWAT Soil & Water
Assessment Tool



- SWAT+ er en proces-baseret agro-øko-hydrologisk oplandsmodel
- Et af modellens hovedformål er at simulere mængden og kvaliteten af overflade- og grundvand, og at forudsige de miljømæssige konsekvenser af forskellige arealanvendelser, landbrugspraksis og klimaforandringer
- Holistisk og omfattende – mange procesinteraktioner
- Meget fleksibel (tillader f.eks. både semi- og fuldt distribueret modellering)
- Open source og med et kæmpestort netværk af forskere som løbende tester og forbedrer modellen

Historien bag SWAT+



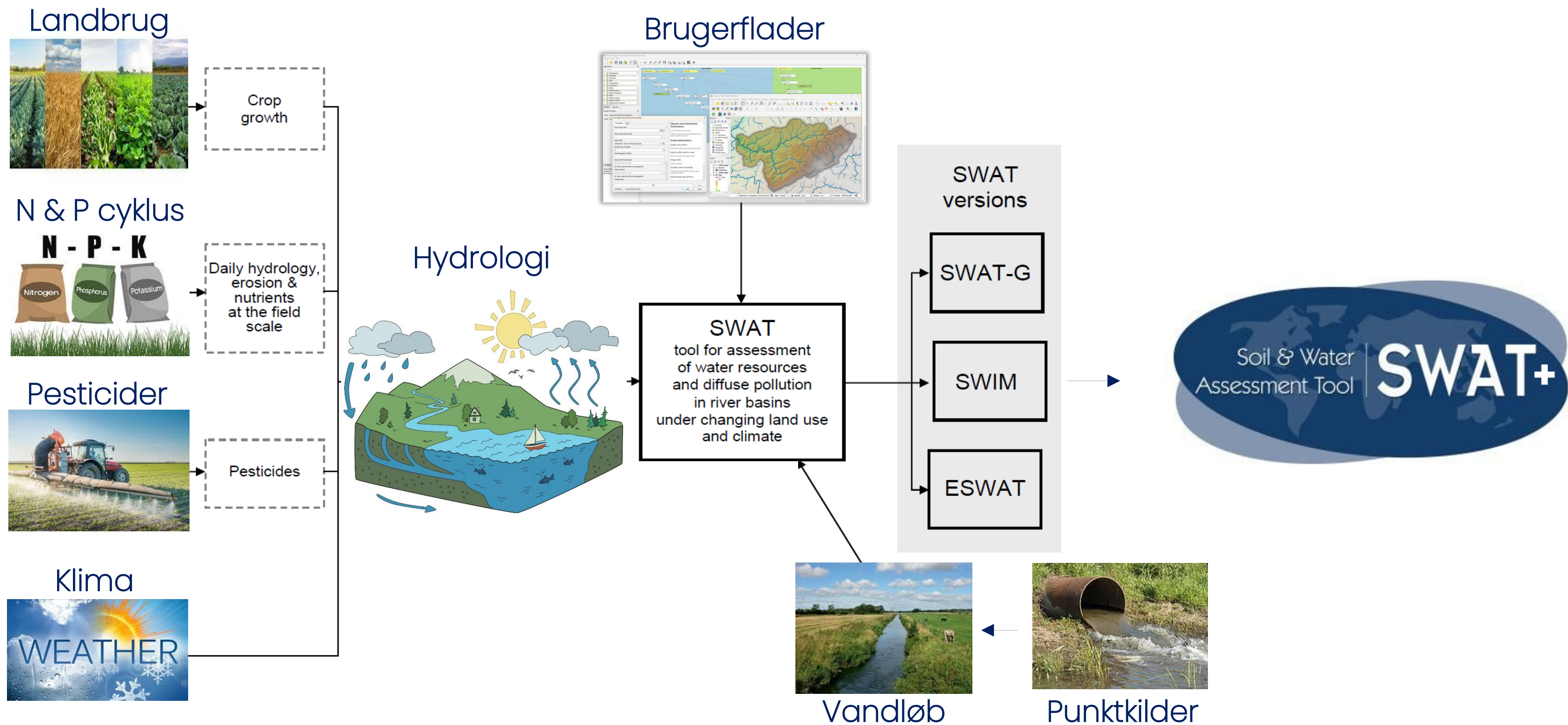
- SWAT+ er udviklet af USDA i samarbejde med Texas A&M University, og en lang række internationale samarbejdspartnere
- Første version udgivet i begyndelsen af 90erne (Arnold et al. 1998 er citeret ca. 6000 gange)
- Blandt verdens mest gennemtestede og publicerede modeller (>6500 publikationer)
- Løbende under udvikling igennem forskning, som tilsigter at model altid er state-of-the-art
- Har været anvendt i forskellige forskningsprojekter i Danmark igennem de seneste 10-15 år

Hvorfor: fordi 1) den simulerer både kvælstof og fosfor, 2) den er open source og under løbende udvikling af stærke forskningsgrupper, 3) den har en stærk landbrugskomponent, og 4) den kan simulere effekter af både ændret klima og arealanvendelse

Komponenterne i SWAT+



Komponenterne i SWAT+

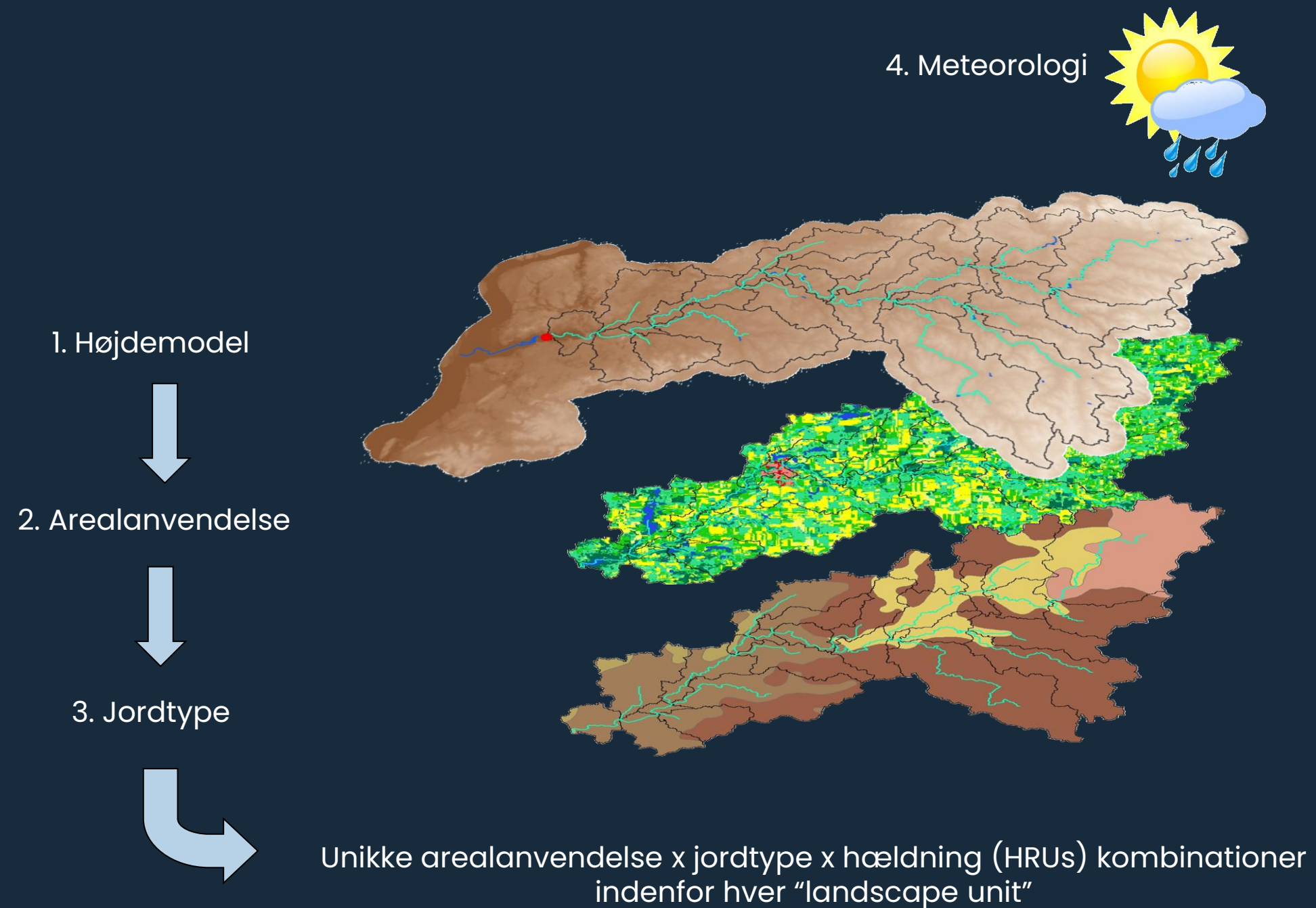


Eksempler på spørgsmål som typisk søges besvaret med SWAT+

- Hvad er effekten af et ændret klima på tilgængeligheden af vand?
- Hvad er effekten af reduktion i punktkilder sammenlignet med effekten af ændret arealanvendelse og landbrugspraksis på tabet af kvælstof og fosfor til vandmiljøet?
- Hvordan kan afgrødeproduktionen ændre sig under fremtidige klimaforhold?
- Hvilke virkemidler kunne være mest effektive ift. at reducere transporten af N og P?
- og mange flere spørgsmål....

SWAT Soil & Water Assessment Tool

Model input data



Punktkilder



Landbrugspraksis



Observationer af vandføringer og N og P transporter i vandløb (til kalibrering)

SWAT

Soil & Water
Assessment Tool

Model output

Komponenter

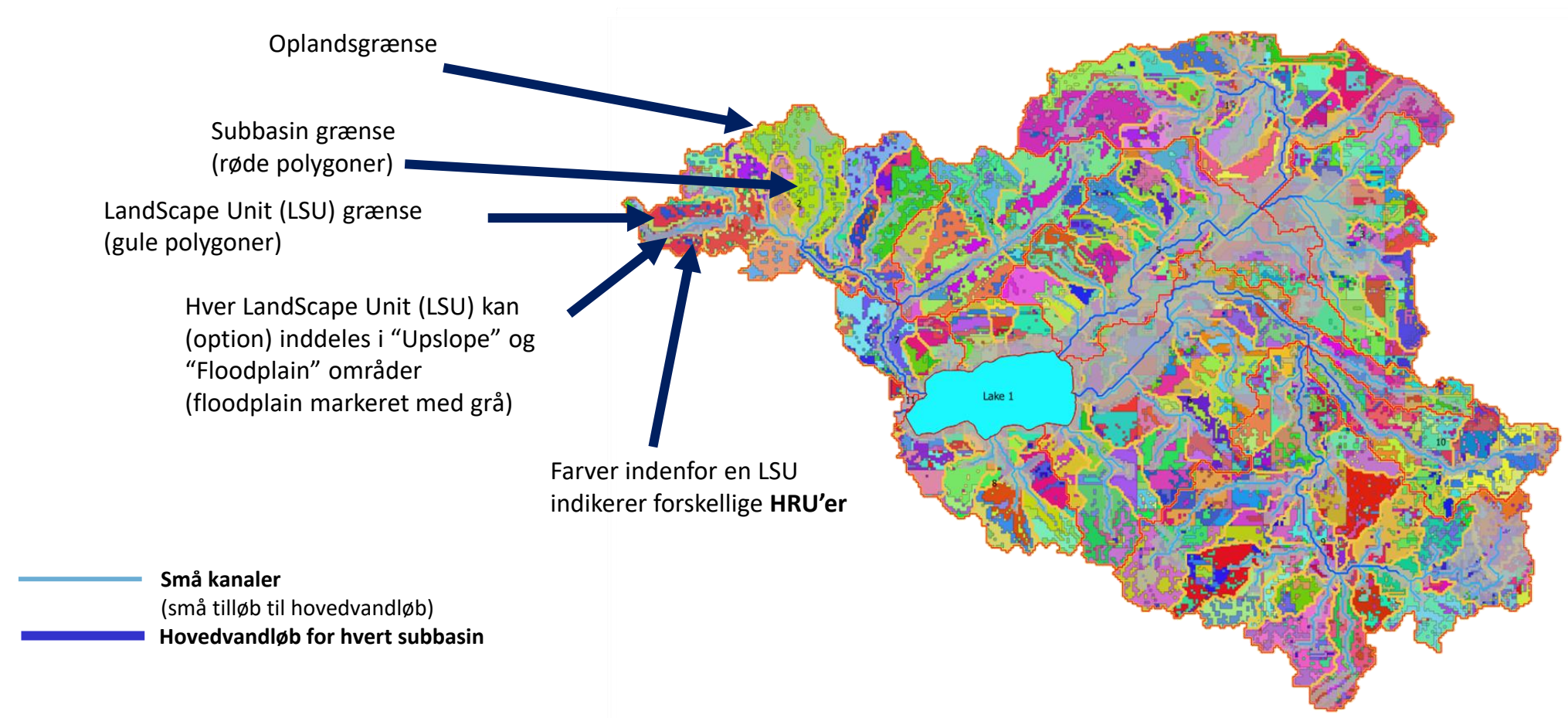
- Vand
- Sediment
- Udbytter
- Næringssalte (forskellige fraktioner af N og P)
- Kulstof
- Pesticider
- Patogener

Lokaliteter

- Fra hele oplandet
- Fra hvert subbasin
- Fra hver LSU
- Fra hver HRU
- Fra hvert vandløb
- Fra hvert reservoir

Tider

- For hver dag
- For hver måned
- For hvert år
- Nogle elementer subdaglig (e.g. hver time)



Nogle forsknings-eksempler fra Danmark

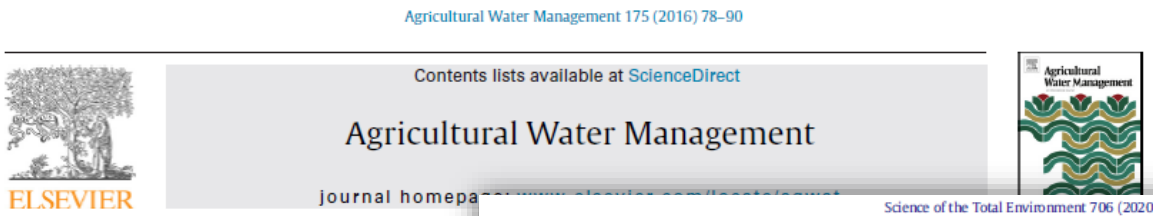
Hvilken rolle spiller dræn i transporten af opløst og partikelbundet fosfor til vandmiljøet?

Har niveauet af grundvandsindvinding betydning for vandløbsbiologien?

Hvilke områder er hotspots ift. næringssalttransport?

Hvad betyder fremtidens klima for N & P transporter?

Hvor er de største kilder til usikkerheder når der simuleres både ændret landbrugspraksis og et ændret klima?



Extended SWAT model for dissolved and particulate phosphorus in tile-drained fields and catchments

Shenglan Lu^{a,*}, Hans Estrup Andersen^a, Hans Thodsen^a, Dennis Trolle^a

^a Department of Bioscience, Aarhus University, Vejløvej 25, P.O. Box 314, 8000 Århus C, Denmark

ARTICLE INFO

Article history:
Received 2 October 2015
Received in revised form 2 December 2015
Accepted 12 December 2015
Available online 22 December 2015

Keywords:

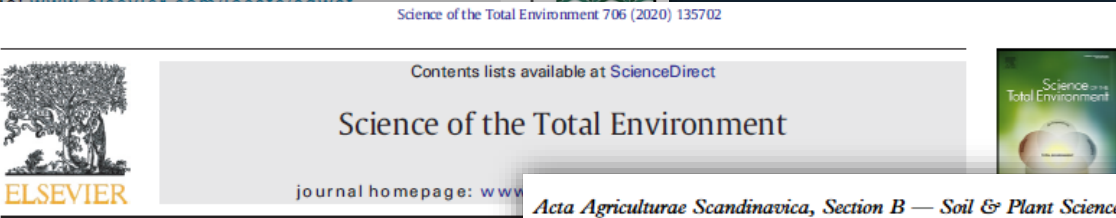
Tile drain
DRP
Soil TP accumulation
Lowland
SWAT
Leaching
Langmuir isotherm

1. Introduction

Phosphorus (P) is often an important factor for eutrophication and a key concern regarding the ecological status in freshwater systems (Sharpley et al., 1994; Carpenter et al., 1998). P in aquatic systems consists of mixed soluble and particulate forms, and turnover among different P pools is dynamic (Correll, 1998). Among all forms of P, dissolved reactive P (DRP) is readily available for bacteria, algae and plants (Correll, 1998). Moreover, DRP is the dominant P form in watercourses within agricultural catchments and grasslands (Haygarth et al., 1998; Heathwaite and Dronkers, 2007). Therefore, it is important to understand the transport and track the sources of P in those areas. In lowland agricultural catchments, tile drains have been widely installed to drain excessive water (Smedley et al., 2000; Blann et al., 2009). In some areas, tile drains have been estimated to contribute 30–60% of the stream flow (Xue et al., 2010; Koch et al., 2013). Moreover, intensive

* Corresponding author.
E-mail addresses: sl@bios.au.dk (S. Lu), hea@bios.au.dk (H.E. Andersen), hth@bios.au.dk (H. Thodsen), gitte.rubaek@agro.au.dk (G.H. Rubæk), trolle@bios.au.dk (D. Trolle).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2015.12.008>
0378-3774/© 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.



Assessing the impacts of groundwater abstraction and regulations in lowland of groundwater abstraction combined the SWAT-MODFLOW taxonomic identities (fish taxonomic identities)

Wei Liu^{a,*}, Ryan T. Bailey^b, Hans Estrup Andersen^a, Anders Nielsen^a, Eugenio Molina-Navarro^{a,d}, Dennis Trolle^a

^a Department of Bioscience, Aarhus University, Silkeborg, Denmark
^b Department of Civil and Environmental Engineering, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA
^c Blackland Research & Extension Center, Texas A&M AgriLife, Temple, USA
^d Department of Geology, Geography and Environment, University of Alcalá, Alcalá de Henares, Spain

ABSTRACT

We developed a model to simulate leaching and the subsequent tile-drained fields monthly DRP, and provided new insights into phosphorus (P) transport in

HIGHLIGHTS

- We took an integrated approach combining SWAT-MODFLOW with flow-biota models.
- Current groundwater abstractions had minor impacts on flow regime and stream biota.
- An extreme abstraction level had significant impacts on small streams.
- The fish index was most affected by groundwater abstractions.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:
Received 6 July 2019
Received in revised form 10 November 2019
Accepted 21 November 2019
Available online 23 November 2019

Editor: Jürgen Mahlknecht

Keywords:

SWAT-MODFLOW
SWAT
Flow regime
Groundwater abstraction
Ecological quality
Stream biota
Flow-biota empirical models

* Corresponding author.
E-mail address: weil@bios.au.dk (W. Liu).

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135702>
0048-9697/© 2019 Elsevier B.V. All rights reserved.

The combined effects of fertilizer and increased fertilization on low risk areas: A SWAT model for a Danish catchment

Hans Thodsen^{a,*}, Hans Estrup Andersen^a, Gitte B. Petersen^a

^a Department of BioScience, Aarhus University, Vejløvej 25, P.O. Box 314, 8000 Århus C, Denmark

Quantifying the combined effects of land use change and climate change on stream flow and nutrient loads: A model-based study of the Odense Fjord catchment (Denmark)

Eugenio Molina-Navarro^{a,*}, Hans E. Andersen^a, Anders Nielsen^a, Hans Thodsen^a, Jørgen E. Olesen^{a,b,c}, Christen D. Børgesen^c, Jens Chr. Refsgaard^d, Torben O. Sonnenborg^d, Ida B. Karlsson^d, Jesper P. Christensen^f, Stiig Markager^f, Erik Jeppesen^{a,b,e}

^a Department of Bioscience, Aarhus University, Silkeborg, Denmark
^b Aarhus University, Department of Bioscience, Silkeborg, Denmark
^c Sino-Danish Center for Education and Research (SDC), Aarhus, Denmark
^d Aarhus University, Department of Agroecology, Foulum, Denmark
^e Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS), Copenhagen, Denmark
^f Sino-Danish Center for Education and Research (SDC), Beijing, China

ABSTRACT

Some agricultural areas lose considerably more than others (HRAs) and others considerably less than others (LRAs) when river catchment managers seek to both allow intensive agriculture. If HRAs were farmed with reduced fertilizer input by 20% and LRAs (increased fertilizer input by 20%) were included. The scenario showed a decrease (3.3%) in nitrate river load at the catchment outlet and a 0.9% increase (0.9%). The combined scenarios showed an

Keywords: hydrological modelling; nitrogen; Odense Fjord catchment

Introduction

Attempts to reduce agricultural N losses have been on the political agenda in many European countries for several years and resulted in several pieces of international legislation. The increases in N consumption in European agriculture which took place during the 1940s to the 1980s (Windolf et al., 2012) have deteriorated the water quality in both groundwater and surface water bodies (Kronvang et al., 1993) and has been considered an increasing threat to European drinking water supplies (EEA 2007). In response, the European Community adopted the Nitrates Directive in 1991 to assist in the protection of drinking water quality (EC 1991). The eutrophication problems in the Baltic Sea were addressed by the Helsinki Commission (HELCOM), and plans to monitor, manage and reduce nutrient loads to the Baltic Sea by 50% before 1995 were adopted in 1988 by the countries around the Baltic Sea (HELCOM 1988).

Introduction

Attempts to reduce agricultural N losses have been on the political agenda in many European countries for several years and resulted in several pieces of international legislation. The increases in N consumption in European agriculture which took place during the 1940s to the 1980s (Windolf et al., 2012) have deteriorated the water quality in both groundwater and surface water bodies (Kronvang et al., 1993) and has been considered an increasing threat to European drinking water supplies (EEA 2007). In response, the European Community adopted the Nitrates Directive in 1991 to assist in the protection of drinking water quality (EC 1991). The eutrophication problems in the Baltic Sea were addressed by the Helsinki Commission (HELCOM), and plans to monitor, manage and reduce nutrient loads to the Baltic Sea by 50% before 1995 were adopted in 1988 by the countries around the Baltic Sea (HELCOM 1988).

*Corresponding author. E-mail: hth@bios.au.dk



Quantifying the combined effects of land use change and climate change on stream flow and nutrient loads: A model-based study of the Odense Fjord catchment (Denmark)

Eugenio Molina-Navarro^{a,*}, Hans E. Andersen^a, Anders Nielsen^a, Hans Thodsen^a, Jørgen E. Olesen^{a,b,c}, Christen D. Børgesen^c, Jens Chr. Refsgaard^d, Torben O. Sonnenborg^d, Ida B. Karlsson^d, Jesper P. Christensen^f, Stiig Markager^f, Erik Jeppesen^{a,b,e}

^a Department of Bioscience, Aarhus University, Silkeborg, Denmark
^b Aarhus University, Department of Bioscience, Silkeborg, Denmark
^c Sino-Danish Center for Education and Research (SDC), Aarhus, Denmark
^d Aarhus University, Department of Agroecology, Foulum, Denmark
^e Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS), Copenhagen, Denmark
^f Sino-Danish Center for Education and Research (SDC), Beijing, China

HIGHLIGHTS

- We calibrated a SWAT model for discharge and four nutrients in the Odense catchment.
- We downscaled three future storylines focusing on climate and land use changes.
- Changes in land use alone showed an impact on NO₃⁻ loss due to changes in fertilization.
- Discharge, organic nutrients and PO₄⁻³ loads will increase under high emissions.
- Both land use and climate changes will interact regarding nitrate loads.

ARTICLE INFO

Article history:
Received 19 May 2017
Received in revised form 7 November 2017
Accepted 21 November 2017
Available online 1 December 2017

Keywords:
Catchment management
Climate change
Eco-hydrological modelling
Nutrients
Scenario simulation
SWAT



Effects of changes in land use and climate on aquatic ecosystems: Coupling of models and decomposition of uncertainties

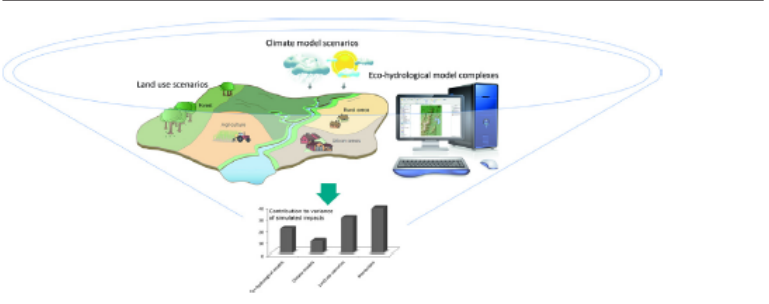
Dennis Trolle^{a,b,e,*}, Anders Nielsen^a, Hans E. Andersen^a, Hans Thodsen^a, Jørgen E. Olesen^{a,b,c}, Christen D. Børgesen^c, Jens Chr. Refsgaard^d, Torben O. Sonnenborg^d, Ida B. Karlsson^d, Jesper P. Christensen^f, Stiig Markager^f, Erik Jeppesen^{a,b,e}

^a Aarhus University, Department of Bioscience, Silkeborg, Denmark
^b Sino-Danish Center for Education and Research (SDC), Aarhus, Denmark
^c Aarhus University, Department of Agroecology, Foulum, Denmark
^d Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS), Copenhagen, Denmark
^e Sino-Danish Center for Education and Research (SDC), Beijing, China
^f Aarhus University, Department of Bioscience, Roskilde, Denmark

HIGHLIGHTS

- We analysed uncertainties in future projections of the state of aquatic ecosystems.
- We decomposed and ranked the individual sources of uncertainties.
- Uncertainties were future land use > eco-hydrological models > climate models.
- Future projections should be based on an ensemble of models and scenarios.

GRAPHICAL ABSTRACT

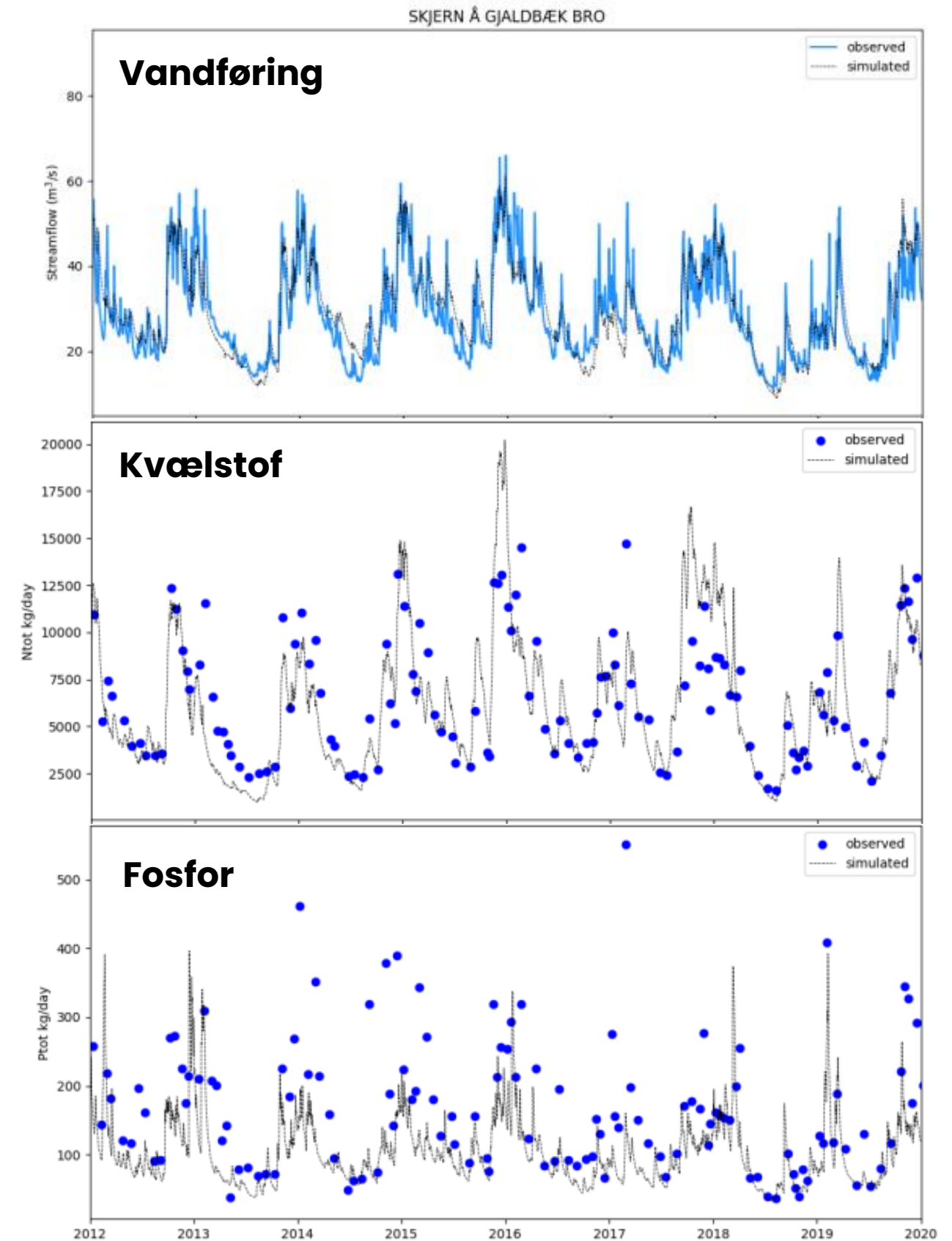
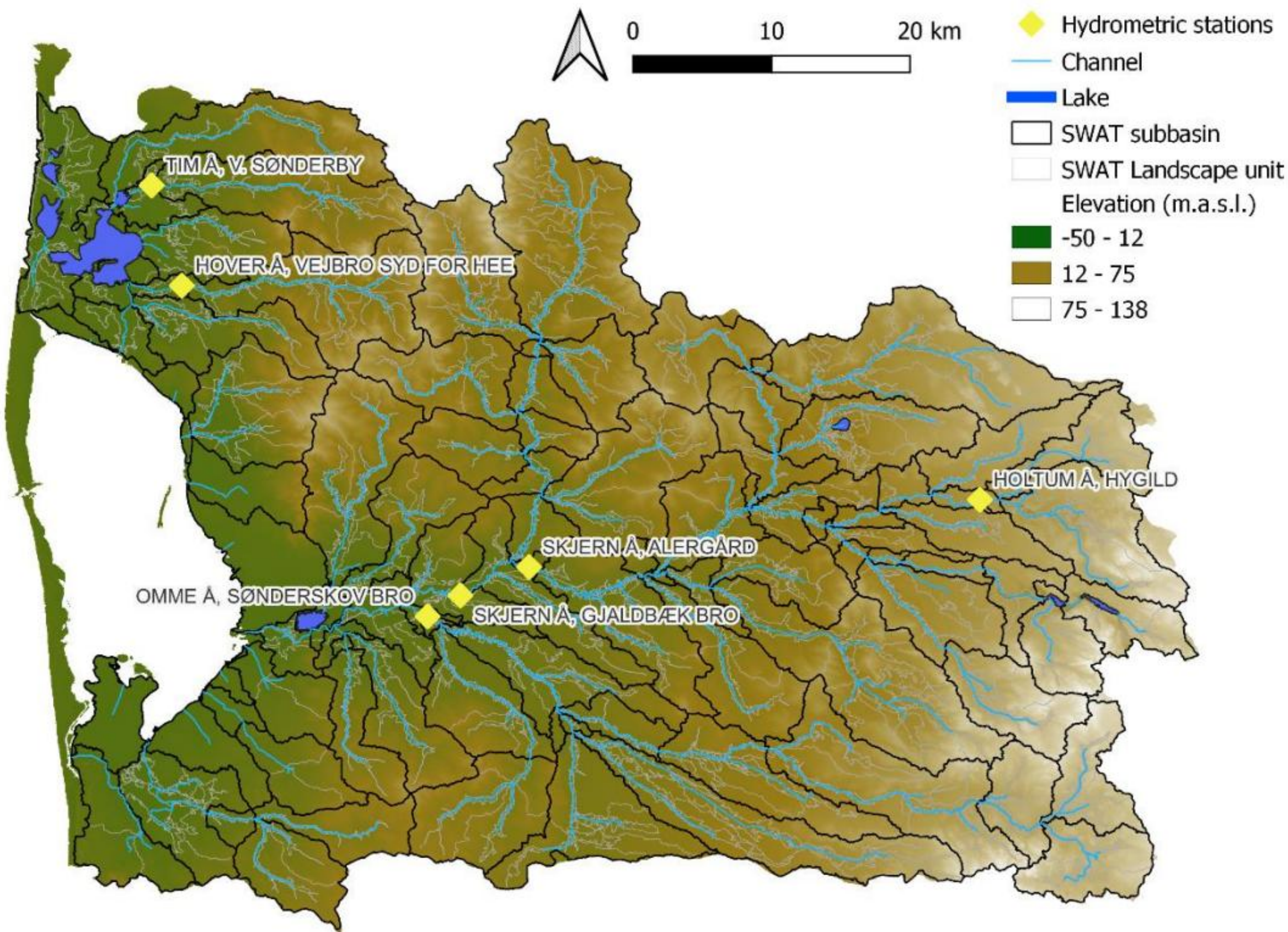


ARTICLE INFO

ABSTRACT

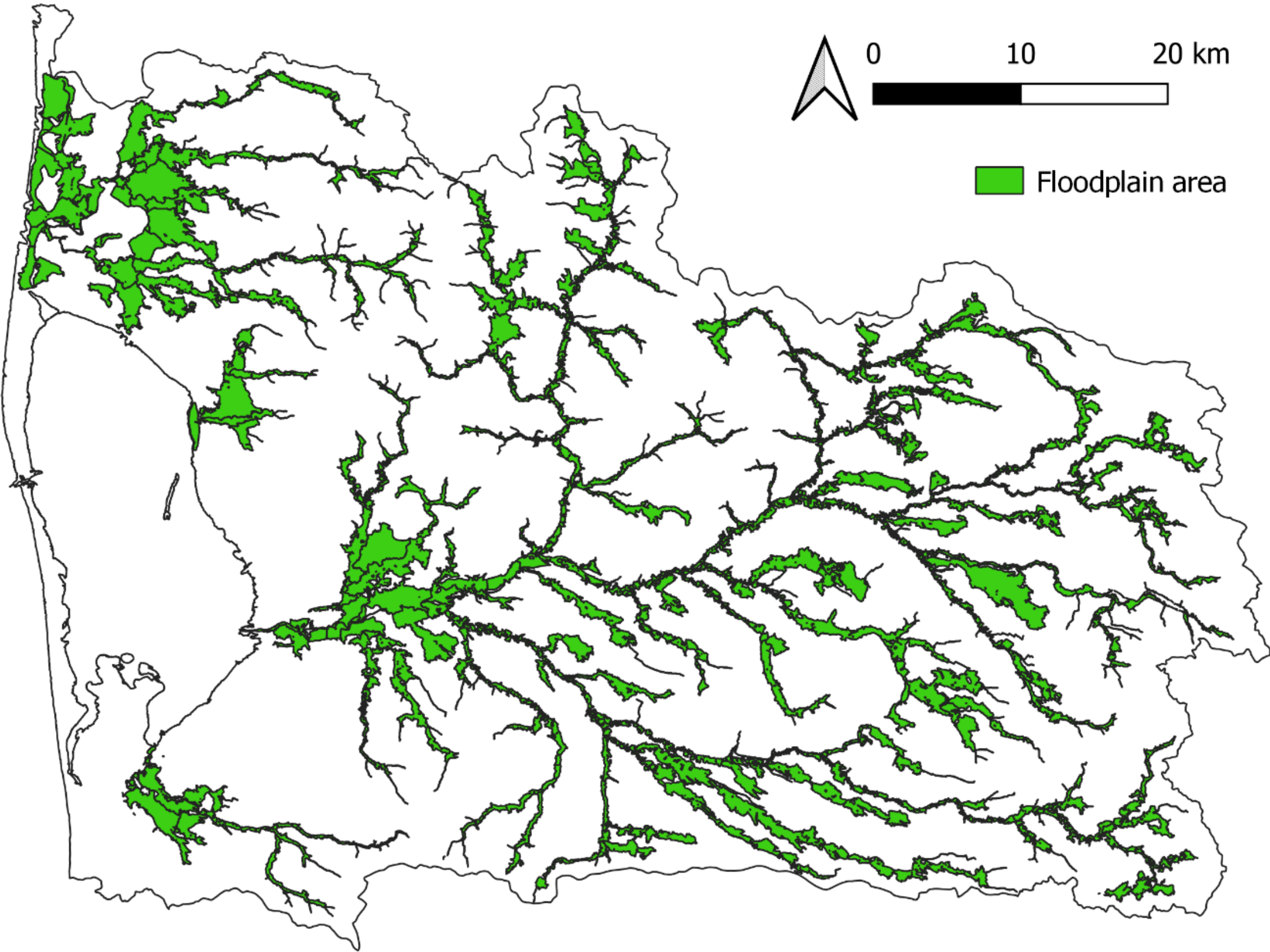
Et SWAT+ eksempel fra kystvandråd-arbejdet

- Ringkøbing Fjord opland (et af fire oprindelige kystvandråd)
- Rapport af Longline tilgængelig på Ringkøbing-Skjern Kommune's hjemmeside



Et SWAT+ eksempel fra kystvandråd-arbejdet

- Ringkøbing Fjord opland (et af fire oprindelige kystvandråd)
- Rapport af Longline tilgængelig på Ringkøbing-Skjern Kommune's hjemmeside



Scenario	Fertiliser inputs	Wastewater discharges	Leaching to groundwater	Removed in groundwater	Removed in wetlands
0 – Baseline	45 485	34	17 769	12 686	101
1 – No farming	0	34	77 42	5 243	51
2 – Full wetland	37 836	34	14 354	10 722	2 470
3 – 60% wetlands	41 005	34	15 839	11 833	1 428
4 – 50% wetlands	41 781	34	16 185	11 992	1 105
5 – 40% wetlands	42 557	34	16 530	12 164	947
6 – No wastewater	45 485	0	17 769	12 691	101

Scenario	Exports with runoff	Exports to Ringkøbing Fjord	Exports reduction compared to baseline (%)	Wetlands area (ha)
0 – Baseline	168	4 518		4 031
1 – No farming	77	2 248	50%	4 031
2 – Full wetland	115	1 191	74%	53 937
3 – 60% wetlands	140	2 425	46%	32 029
4 – 50% wetlands	154	2 797	38%	26 966
5 – 40% wetlands	149	3 158	30%	21 903
6 – No wastewater	168	4 507	0%	4 031

Forventninger til modelarbejdets gang

- Formatering af data og første modelopsætning hen over sommeren 2025
- Kalibrering og validering af model – herunder evt. tilpasninger undervejs i efteråret 2025
- Første scenariekørsler vinter og forår 2026 – herunder inputs af ideer fra scenarieworkshop
- Afrapportering i notat marts/april/maj 2026 (evt. yderligere scenarier senere)

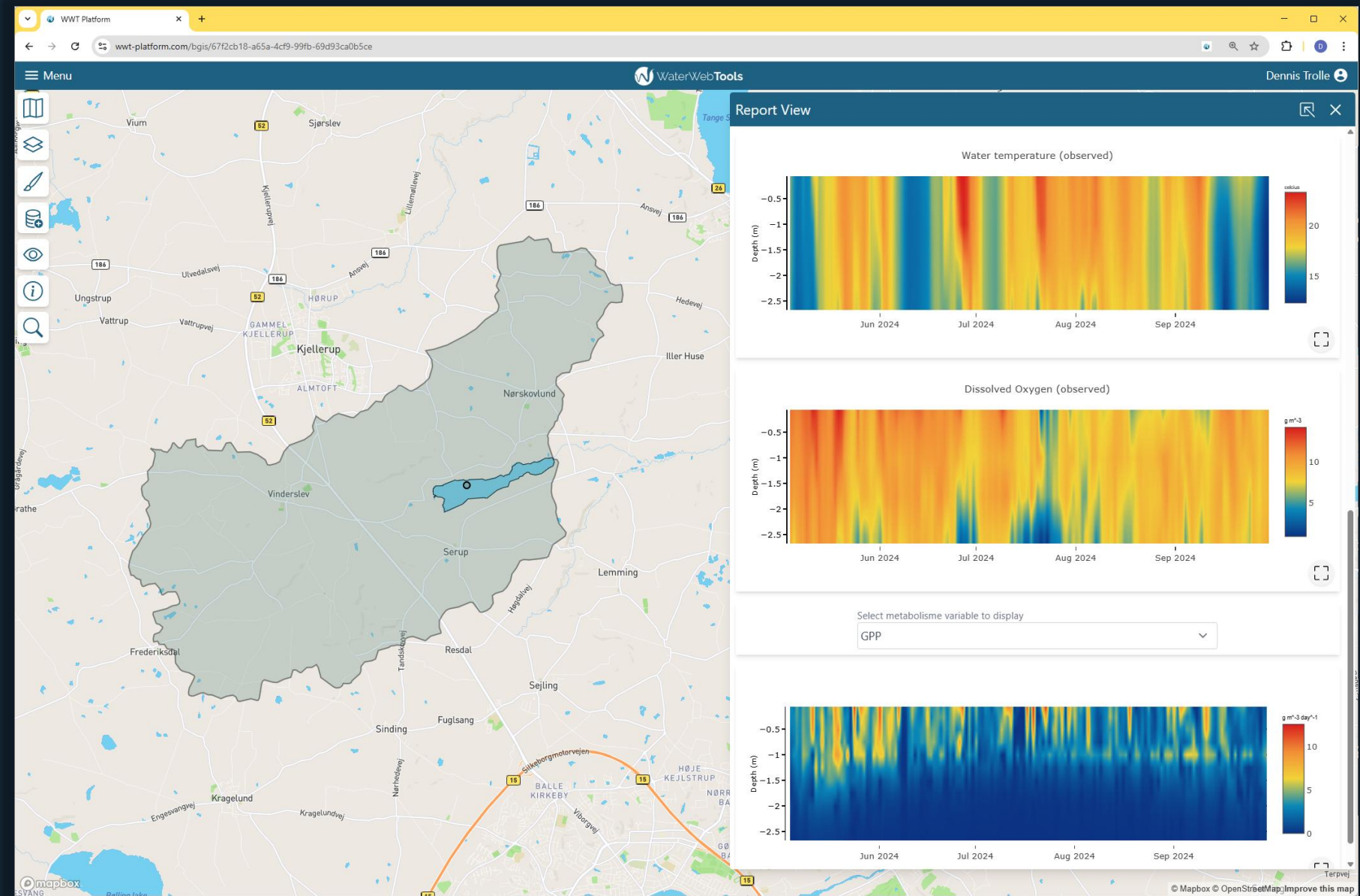
WateriTech's rolle i kystvandråd for Vejle fjord

Oplandsmodellering – i samarbejde med AU og SEGES

- Kort indledende oplandsanalyse (*notat*)
- Opsætning af avanceret oplandsmodel (SWAT+) (*notat*)
- Workshop og indarbejdelse af spildevandsdata i SWAT+ model (*workshop og møder*)
- Design og kørsel af en række virkemiddel-scenarier med kalibreret SWAT+ model
(SEGES er tovholder på scenarie-workshop, som tilsigter at forskellige inputs og ideer inddrages i scenarierne) (*notat*)

Rands Fjord – data bølge

- Databølge der måler temperatur, salinitet og iltvind i realtid, samt danner datagrundlag for metabolisme beregninger (*data bølge, data og analyser*)



Realtids temperatur- og iltsvinds-databøje

- Data nemt tilgængelig for alle i WaterWebTools portal
- Grundlag for metabolisme-beregninger
- Analyse af det metabolske fingeraftryk fra år til år
- Analyse af sammenhænge mellem klorofyl og metabolisme (tidsligt detaljeret tilstandsvurdering)
- Denne løsning er planlagt i flere kystvandråd

WaterWebTools platformen



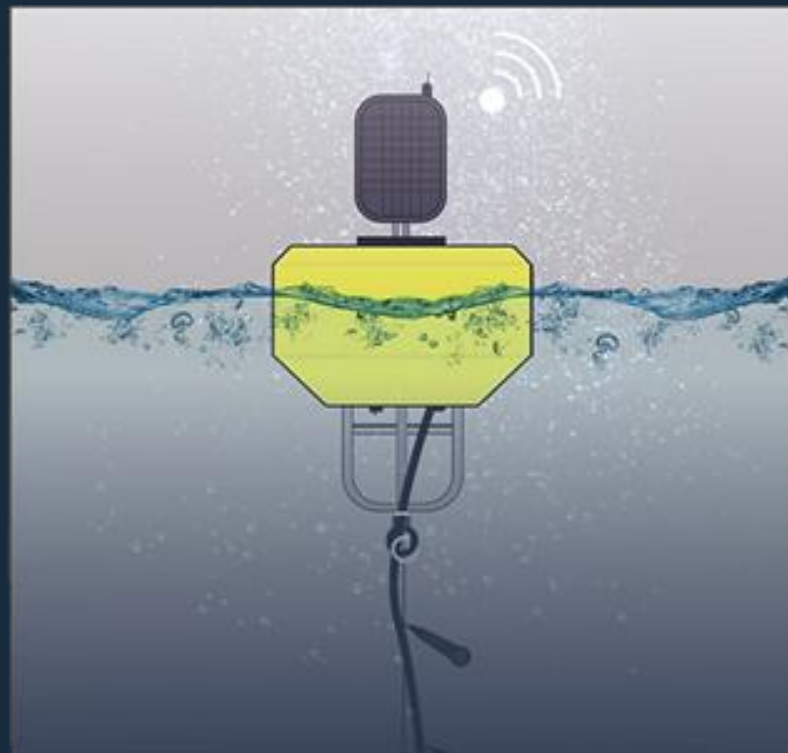
Anerkendt løsning i Danmark (InnoExplorer),
EU (Innovation Radar) og USA (Water Research Foundation)

- En intuitiv platform som giver dig overblik over alt realtids- og prognosedata
- Integrerer alle vores forecast løsninger, IoT realtids sensorer, samt 3. parts data
- En stærk platform til udvikling og operationalisering af digitale tvillinger



Sundhedstjek af søer, vandløb og fjorde via deres metabolisme

- mål pulsen på det akvatiske økosystem med WaterTech's metabolisme station til vandløb eller databøjer til søer og fjorde



- Alge- og næringssalt-sensorer er dyre og kræver meget vedligehold
- Optiske iltmålere er væsentlig billigere og kræver mindre vedligehold
- Højfrekvent måling af ilt muliggør beregning af økosystemets "metabolisme"
- Metabolismen er et udtryk for økosystemets samlede omsætning af organisk stof, og udtrykkes via "brutto-primær-produktion" (BPP) og respiration (R)

Sundhedstjek af søer, vandløb og fjorde via deres metabolisme

– læs mere i Aktuel Naturvidenskab 2024 eller på www.wateritech.com



Aktuel Naturvidenskab

Aktuel Naturvidenskab > ... > Nyeste numre > 5-2024 > Sundhedstjek af søer

Aktuel Naturvidenskab

» Abonnement

» Find artikel

» Søg artikel

» Nyeste numre

» 2-2025

» 1-2025

» 6-2024

» 5-2024

» Statistik og klima

» **Sundhedstjek af søer**

» Fjernelse af fosfor

» Sørobot i undervisningen

» Hvordan smittes vi?

» Vildere natur?

» Smitsomme svampe

» Bagsiden

» 4-2024

» 3-2024

» 2-2024

» 1-2024

» 6-2023

» 5-2023

» 4-2023

» 3-2023

» 2-2023



Med en kombination af iltensorer og avanceret databehandling er det muligt at estimere den biologiske omsætning af stof – dvs. metabolismen – i søer, vandløb og fjorde. Det åbner op for en enkel og billig måde løbende at overvåge et vandmiljøes sundhedstilstand. Foto: Naturvidenskabernes Hus

Sundhedstjek af søer, vandløb og fjorde via deres metabolisme

Med en kombination af iltensorer og avanceret databehandling er det muligt at estimere den biologiske omsætning af stof – dvs. metabolismen – i søer, vandløb og fjorde. Det åbner op for en enkel og billig måde løbende at overvåge et vandmiljøes sundhedstilstand.

Se artiklen: [Sundhedstjek af søer, vandløb og fjorde via deres metabolisme som pdf](#)

Om forfatterne

Dennis Trolle er partner i [WateriTech](#). Han er uddannet miljøingeniør fra Aalborg Universitet og har en ph.d.-grad fra University of Waikato, New Zealand og tidligere professor ved Aarhus Universitet. dt@wateritech.com



Anders Nielsen er partner i [WateriTech](#). Han er uddannet miljøingeniør fra Aalborg Universitet og har en ph.d.-grad fra Aarhus Universitet, hvor han også har arbejdet som seniorforsker. an@wateritech.com



Yderligere læsning

Hvorfor er metabolisme interessant?

1) Fordi metabolismen (BPP og R) er indikator for den overordnede sundhedstilstand for økosystemet i vandløb, søer og fjorde

- BPP og R stiger typisk med stigende niveauer af lys, næringssalte, organisk stof og temperatur (Hoellein et al. 2013)
- Der er i nogle tilfælde også sammenhæng mellem BPP, R og biologiske index (Munn et al. 2020)

2) Fordi metoden er stabil, kontinuerlig, nem og billig sammenlignet med traditionel prøvetagning og analyse

Ilt og metabolisme som forvaltningsværktøj

Eksempler på anvendte grænseværdier for ilt og metabolisme

Grænseværdier for ilt

Ilt ($\text{g O}_2 \text{ m}^{-3}$)	Tilstand
< 6,0	Påvirkning af tidlige livsstadier af fisk*
< 5,5	Påvirkning af senere livsstadier af fisk*
< 4,0	Moderat iltsvind
< 2,0	Kraftigt iltsvind

*Canadian Council of Ministers of the Environment. 1999

Grænseværdier for metabolisme

BPP ($\text{g O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$)	R ($\text{g O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$)	Tilstand
< 3,5	1,6 – 5,8	Ingen tydelig påvirkning af økosystemet
3,5 – 7,0	5,8 – 9,5	Mild påvirkning af økosystemet
> 7,0	> 9,5	Kraftig påvirkning af økosystemet

Young et al. 2008

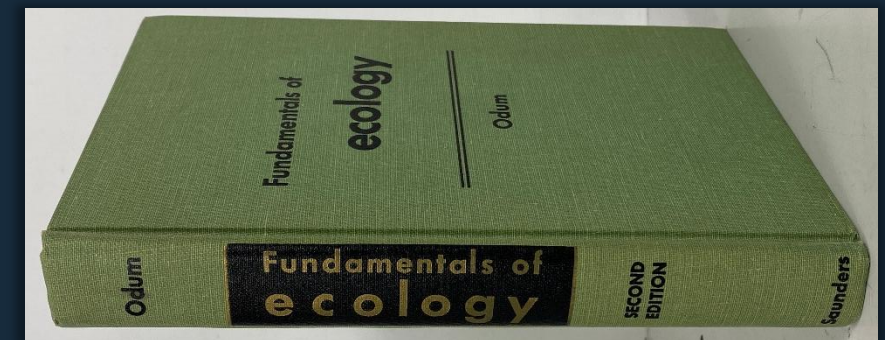
Metoder til bestemmelse af metabolisme er meget veldokumenterede og bredt anerkendte



Fra venstre til højre: Elisabeth Odum, Howard Odum, og Eugene Odum ved "the Swedish Crawford Prize Ceremony" i 1987.

Eugene P. Odum (1913 – 2002)
Howard T. Odum (1924 – 2002)

De amerikanske brødre var pionerer indenfor studier af økosystemers økologi, og forfattede en række vigtige bøger og artikler, bl.a. en af de første artikler omkring metabolisme i vandløb af Howard T. Odum (1956).



Fundamentals of Ecology (1953)

Trophic Structure and Productivity of a Windward Coral Reef Community on Eniwetok Atoll

Howard T. Odum; Eugene P. Odum



Ecological Monographs. Volume 25, Issue 3, July 1955, Pages 291–320.

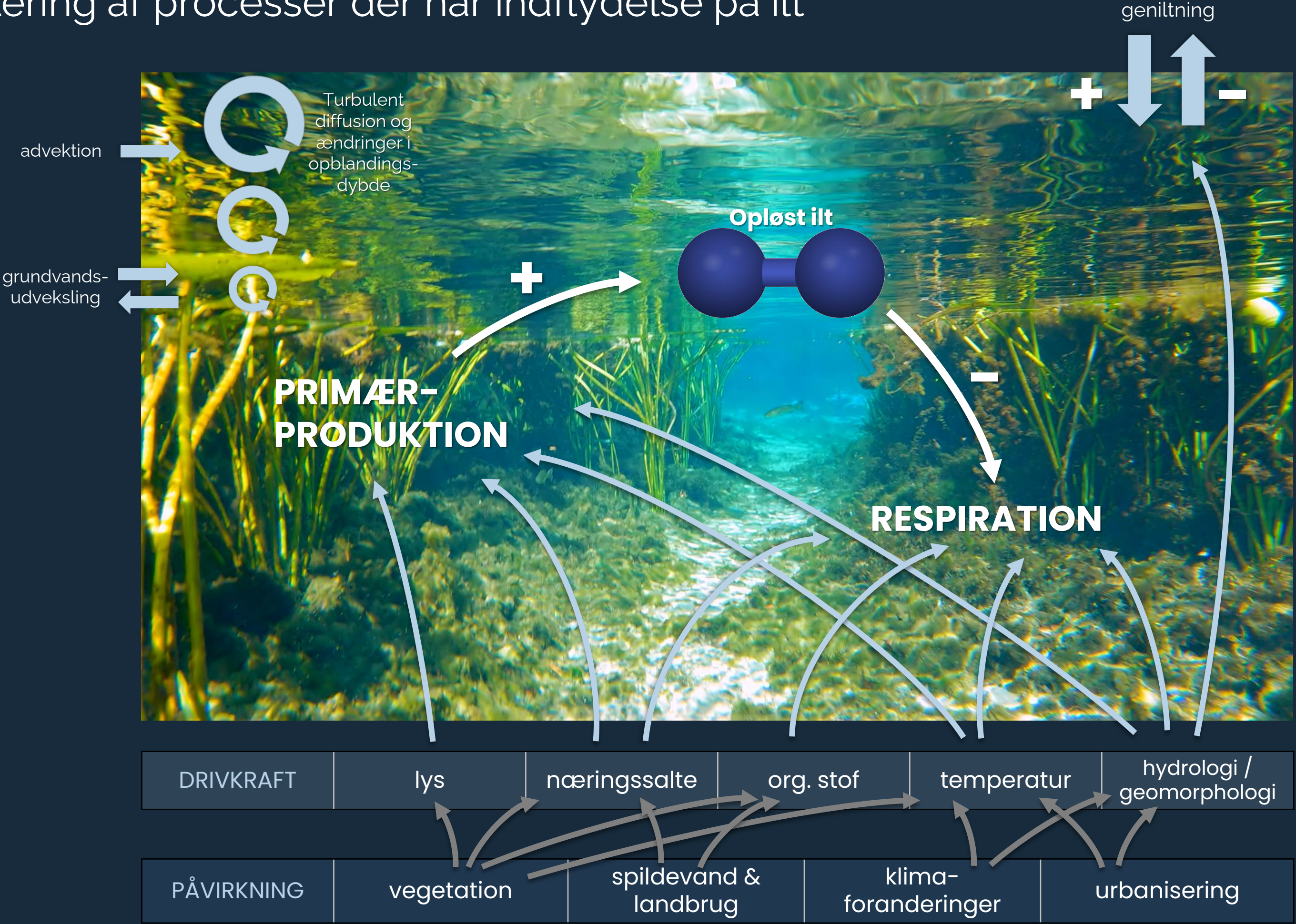
Primary Production in Flowing Waters¹

HOWARD T. ODUM

Department of Zoology, Duke University, Durham, N. C.

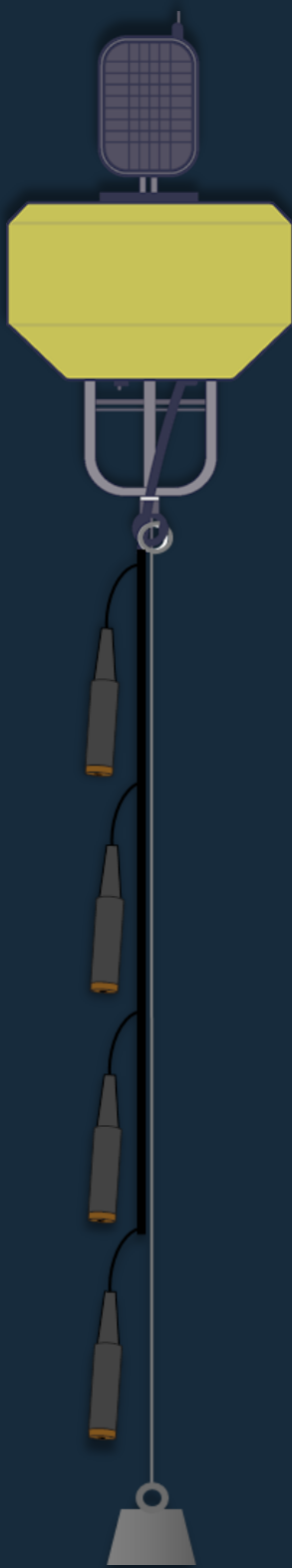
Limnology & Oceanography. Volume 1, Issue 2, April 1956, Pages 102–117.

Metabolismen kan i dag bestemmes ved at kombinere sensor-baserede iltmålinger med modellering af processer der har indflydelse på ilt



(Baseret på Jankowski et al. 2021)

Metoden: "open water diel oxygen method"



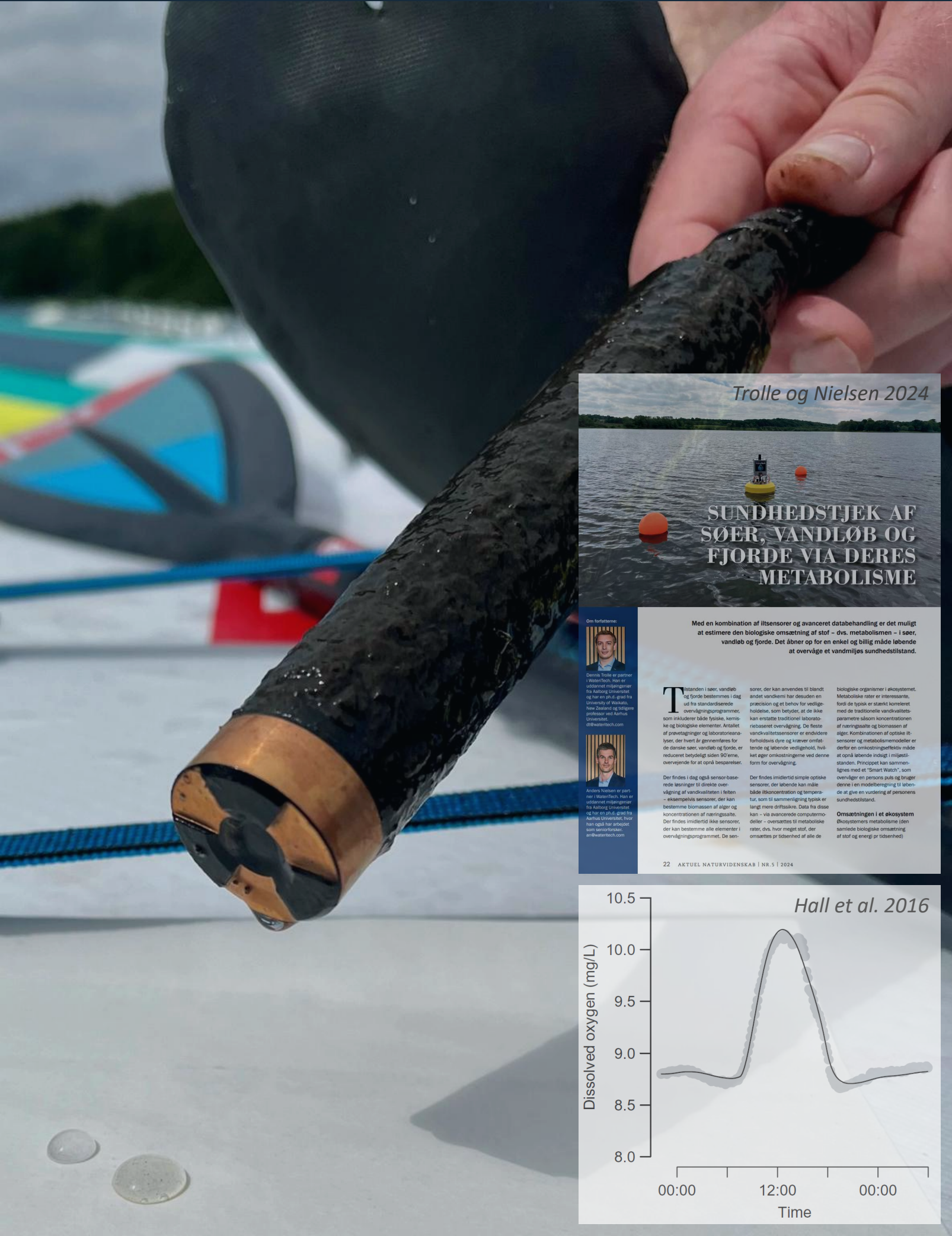
"Open water diel oxygen method" blev først beskrevet for vandløb af Howard Tom Odum (1956), og metoden er løbende forbedret af mange andre f.x. Staehr et al. (2012) og Trolle og Nielsen (2024).

Iltkoncentrationen modelleres ud fra døgnvariationer i observeret ilt:

$$\frac{\Delta O_2}{\Delta t} = BPP - R - D_s - D_v + D_z$$

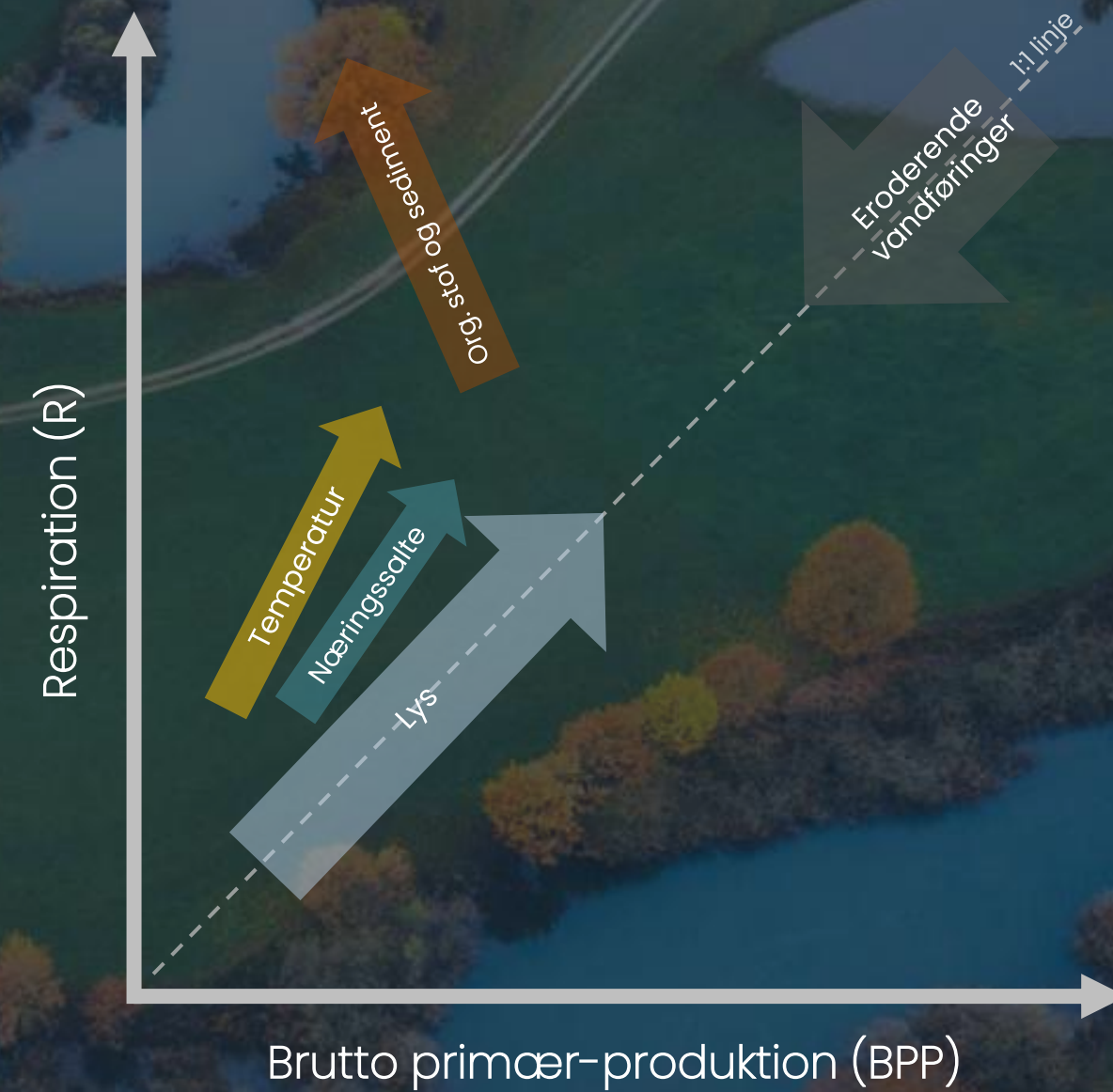
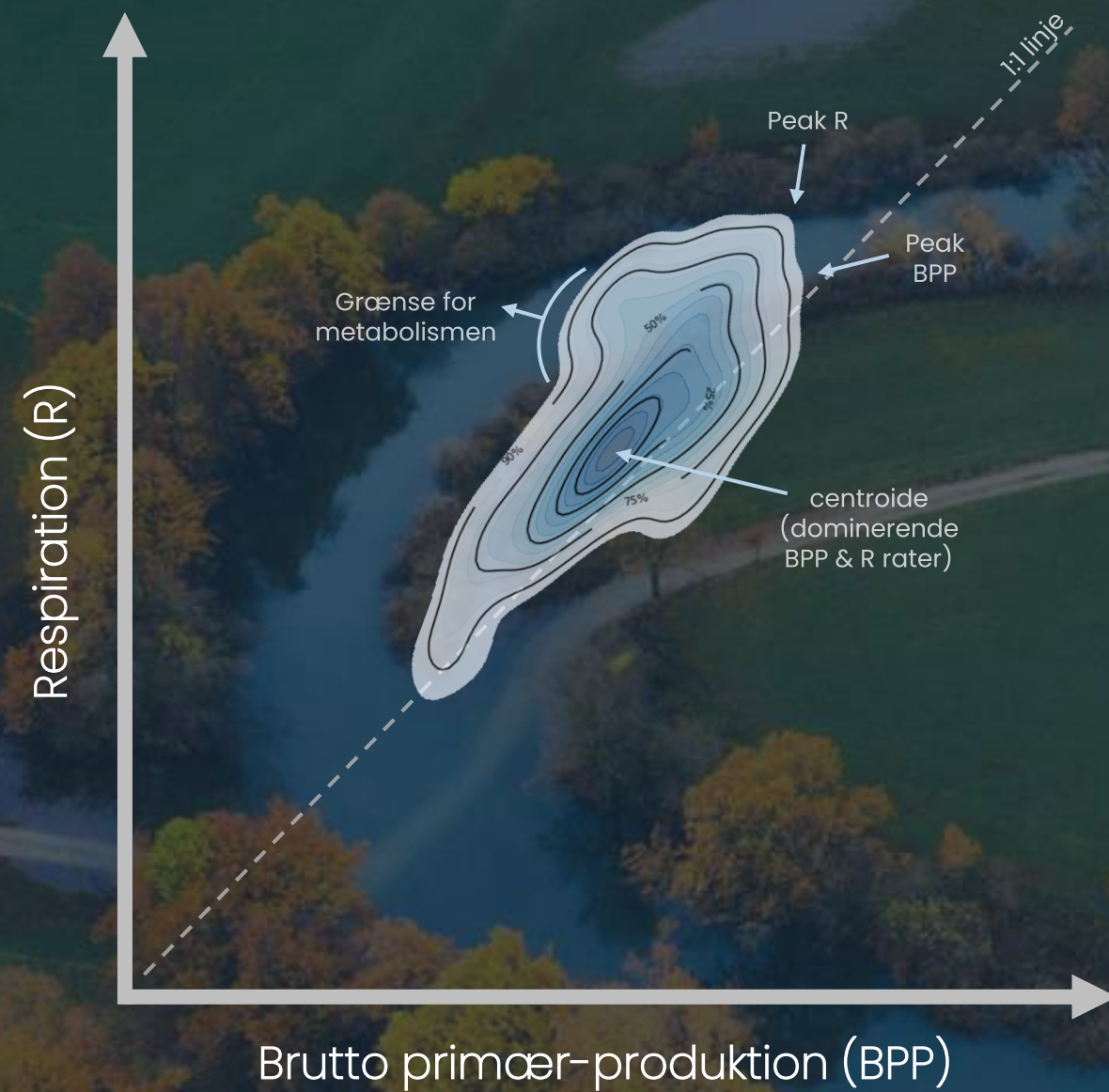
- Hvor:
- **BPP** er brutto-primærproduktion
 - **R** er respiration
 - **Ds** er fluxen drevet af genluftning mellem atmosfæren og vandoverfladen
 - **Dv** er fluxen drevet af turbulens og diffusion (eddy diffusivity)
 - **Dz** er fluxen drevet af ændringer i opblandingsdybde

Primær-produktionen og respirationen kan udledes af den kalibrerede model.

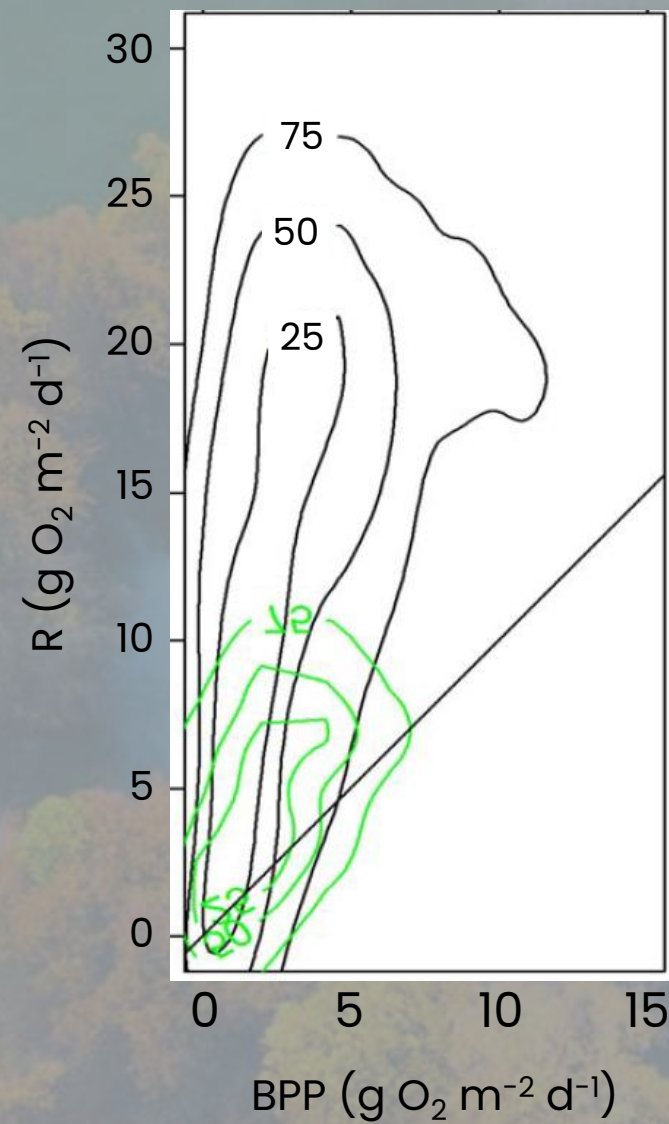


Det metaboliske fingeraftryk – et udtryk for fordelingen af BPP og R værdier

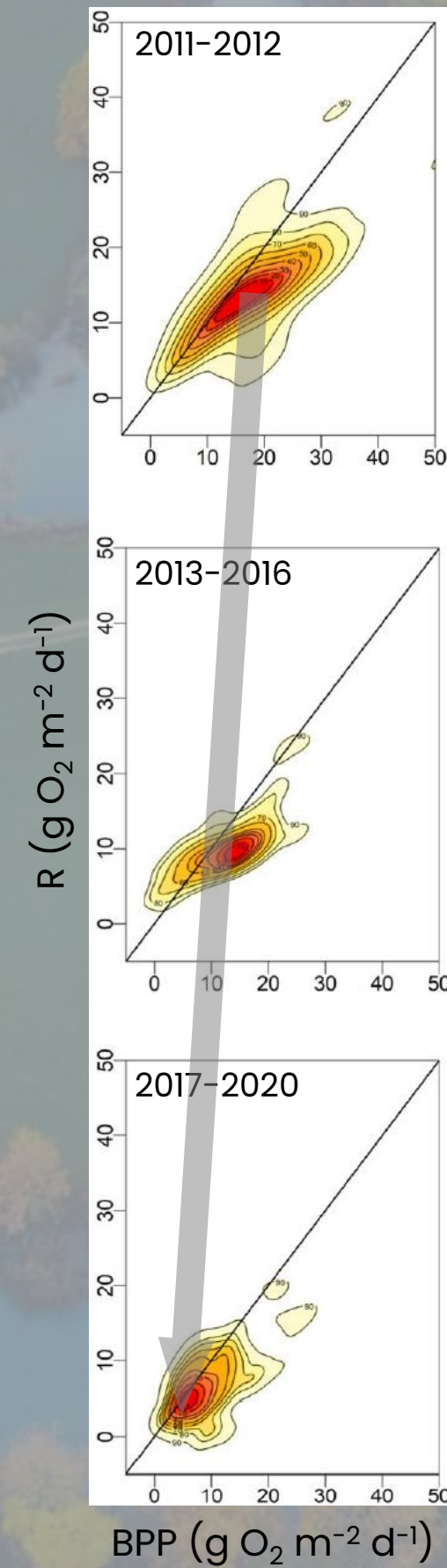
Udviklet første gang af Bernhardt et al. (2018), for at kunne sammenligne forskellige vandløb, og for at kunne kvantificere ændringer i et enkelt vandløb som følge af f.eks. bedre spildevandsrensning



Det metaboliske fingeraftryk – et par eksempler



Fingeraftryk af Oria River i det nordlige Spanien før (sort) og efter (grøn) opførsel af renseanlæg (fra Bernhardt et al. 2018).



Fingeraftryk fra Grand River i Canada, hvor data fra en station ved Brantford bevæger sig væk fra 1:1 linjen (mod autotrofi) med reduktioner i både BPP og R som følge af forbedret spildevandsrensning (fra Jarvie et al. 2022)

Forventninger til databøje arbejdet

- Alle delkomponenter til databøje(r) bestilles hurtigst muligt (gerne i juni)
- Databøje samles og testes over sommeren, og der kommunikeres med myndigheder ift. udlægning
- Databøje udlægges forventeligt i perioden aug-okt 2025, hvorefter realtidsdata vil være tilgængeligt med det samme (med mindre andet ønskes)
- Dataanalyser (bl.a. metabolisme beregninger, og sammenhænge mellem traditionelle vandkemi-prøver) udføres når der er indsamlet mindst et års data, og igen efter 2 og 3 år.



KONTAKT



+45 93937379
+45 93508232



info@wateritech.com



www.wateritech.com

