Intro til SWAT+ model og mulige virkemiddel-scenarier for oplandet til Vejle Fjord

SEGES INNOVATION

WateriTech

AARHUS UNIVERSITY

Baggrund

WateriTech i samarbejde med Aarhus Universitet og SEGES:

- Et oplandsanalysenotat (baggrundsnotat)
- Opsætning af oplandsmodel (SWAT+) (model-protokol/notat)
  - Indarbejdelse af detaljeret landbrugspraksis
  - Indarbejdelse af spildevandsdata
- Design og kørsel af en række virkemiddel-scenarier med SWAT+ model (scenarie-notat)

Aarhus Universitet:

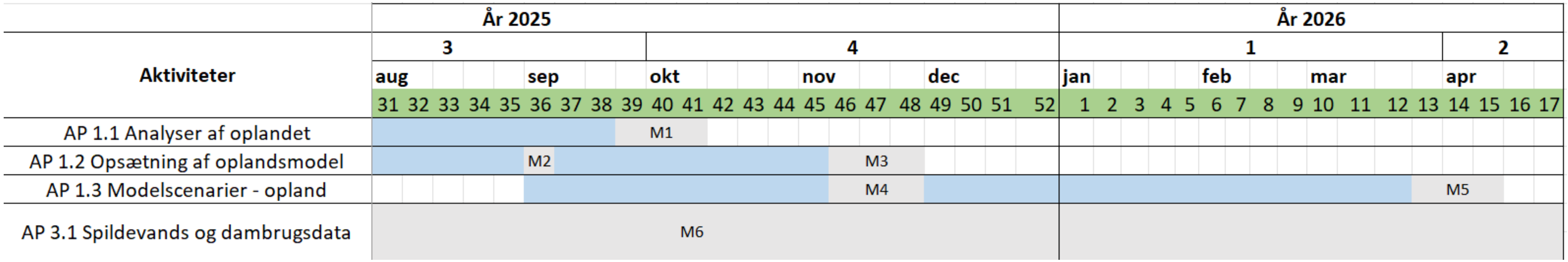
- Design og kørsel af en række virkemiddel-scenarier fokuseret på fosfor

Formål med denne præsentation

- At give en grundlæggende forståelse for konceptet bag SWAT+ modellen
- At give en grundlæggende forståelse for det lokale data der ligger til grund for SWAT+ modellen for Vejle Fjord oplandet
- At give indsigt i de forskellige muligheder der findes for at simulere en række forskellige typer af virkemiddel-scenarier med SWAT+ modellen
- At give mulighed for spørgsmål og åben diskussion af både model-konceptet og datagrundlaget

Tidsplan

WateriTech



M1 Notat med en beskrivelse af oplandets karakter, herunder næringsstoftransporter.

M2 Kort notat, som beskriver modelinputs, datatyper og kilder.

M3 Notat med modelbeskrivelse og -dokumentation.

M4 Scenarieworkshop.

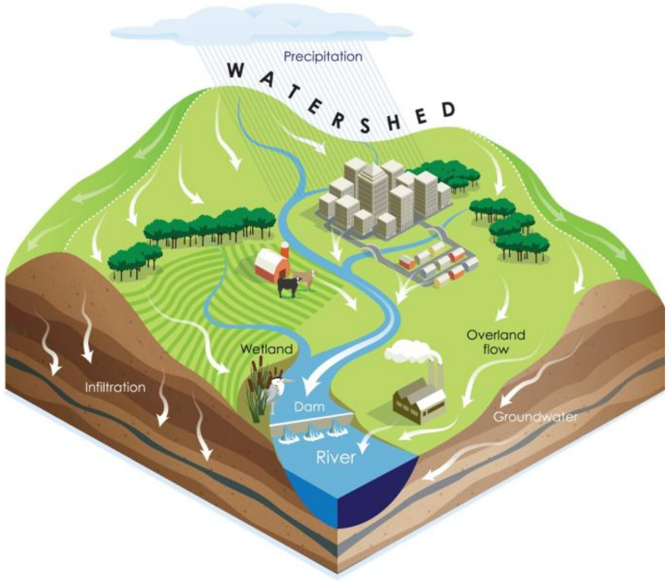
M5 Notat og GIS filer med scenarieresultater for op til max. 10 scenarier. Evt. udestående scenarier (ud af de max. 10) kan køres senere i 2026.

M6 Løbende kommunikation, hvor der præsenteres og diskuteres mulige metoder og data formater for forbedrede spildevandsdata fra de vigtigste forsyningsselskaber og dambrug. Første version af input data er klargjort.

Hvad er SWAT+

WaterTech

SWAT Soil & Water Assessment Tool



- SWAT+ er en procesbaseret agro-hydrologisk oplandsmodel
- Modellen er holistisk og omfattende med mange procesinteraktioner
- Open source og med et kæmpestort netværk af forskere og brugere, som løbende tester og forbedrer modellen
- Et af modellens hovedformål er at simulere mængden og kvaliteten af overfladevand, og herudfra at forudsige de miljømæssige konsekvenser af ændringer i arealanvendelser, landbrugspraksis samt effekter af klimaforandringer

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....

Historien bag SWAT+

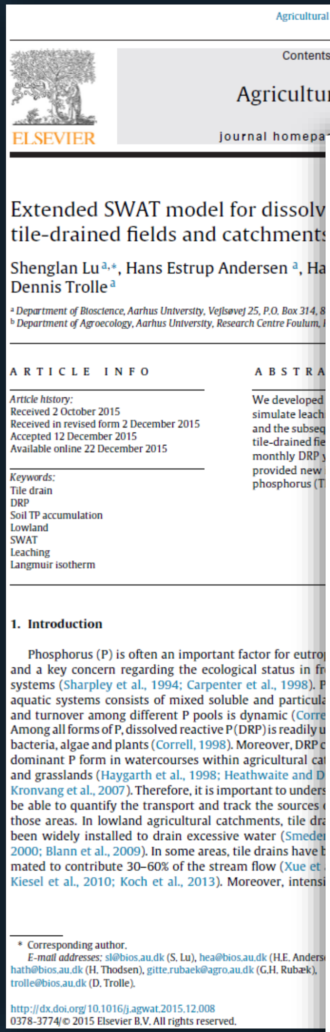
SWAT Soil & Water Assessment Tool

- 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 > 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

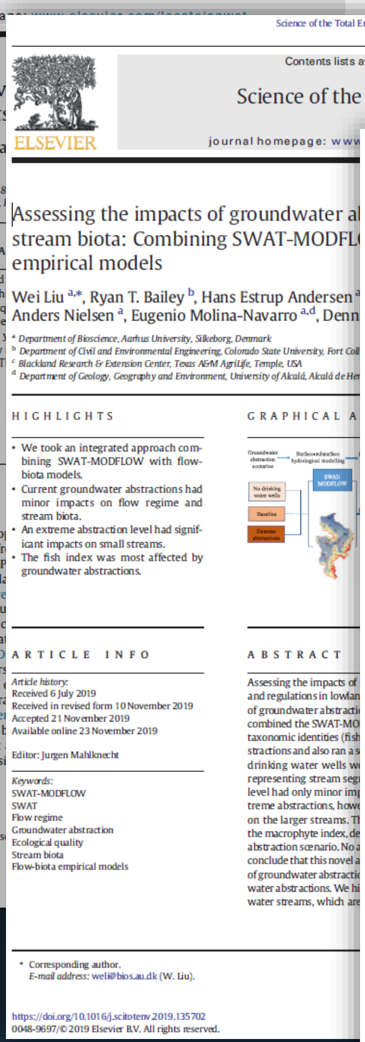
Hvorfor: fordi 1) den simulerer både kvælstof og fosfor, 2) den er open source og under løbende udvikling af stærke forskningsgrupper, 3) den har en stærk landbrugskomponent, og 4) den kan simulere effekter af både ændret klima og arealanvendelse

Vi har en internationalt anerkendt gruppe af SWAT+ eksperter i Danmark

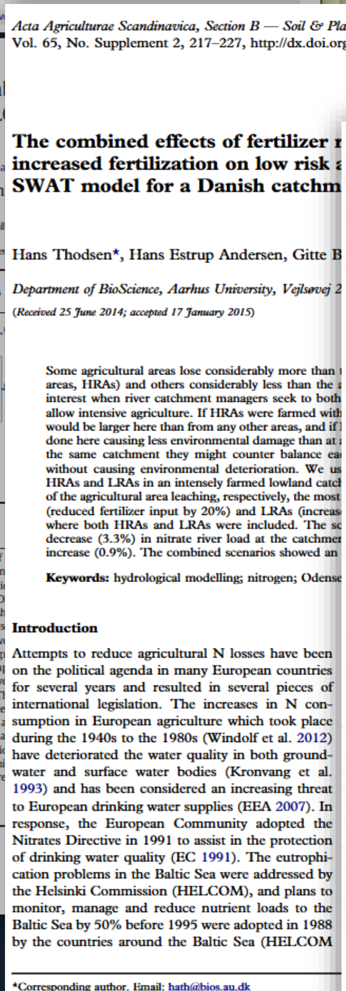
Nogle forsknings-eksempler fra Danmark



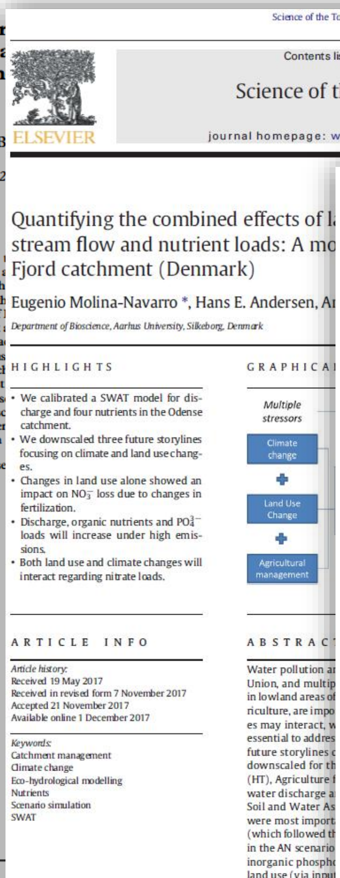
Hvilken rolle spiller dræn i transporten af opløst og partikelbundet fosfor til vandmiljøet?



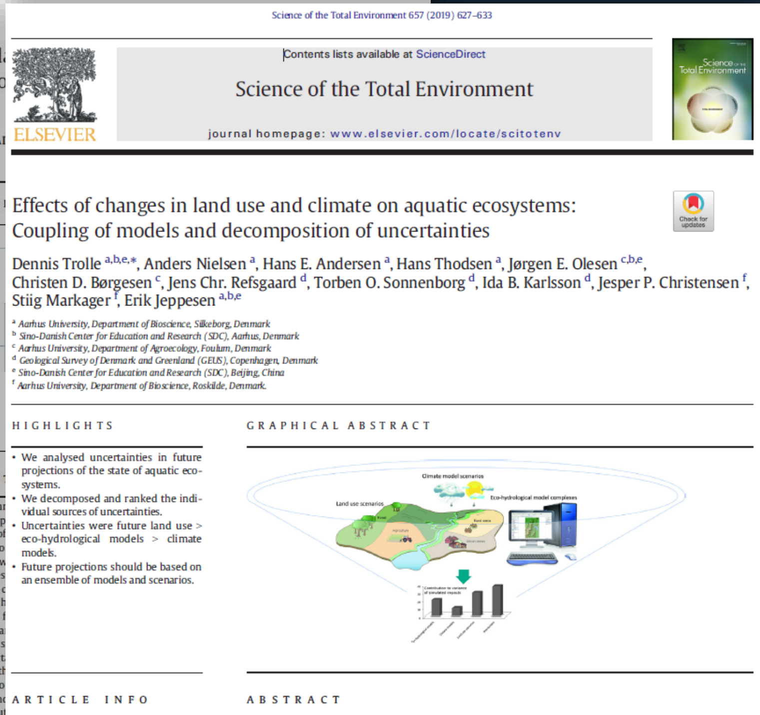
Har niveauet af grundvandsindvinding betydning for vandløbsbiologien?



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 landbrugs-praksis og ændret klima?

SWAT+ og kystvandråd

WateriTech

SWAT Soil & Water Assessment Tool

I kystvandrådsregi arbejdes der parallelt med opsætninger af SWAT+ oplandsmodellen for:

- Vejle Fjord
- Kolding Fjord
- Holckenhavn Fjord
- Haderslev Fjord
- Roskilde Fjord
- Isefjord
- Odense Fjord (første generation af KVR)
- Ringkøbing Fjord (første generation af KVR)

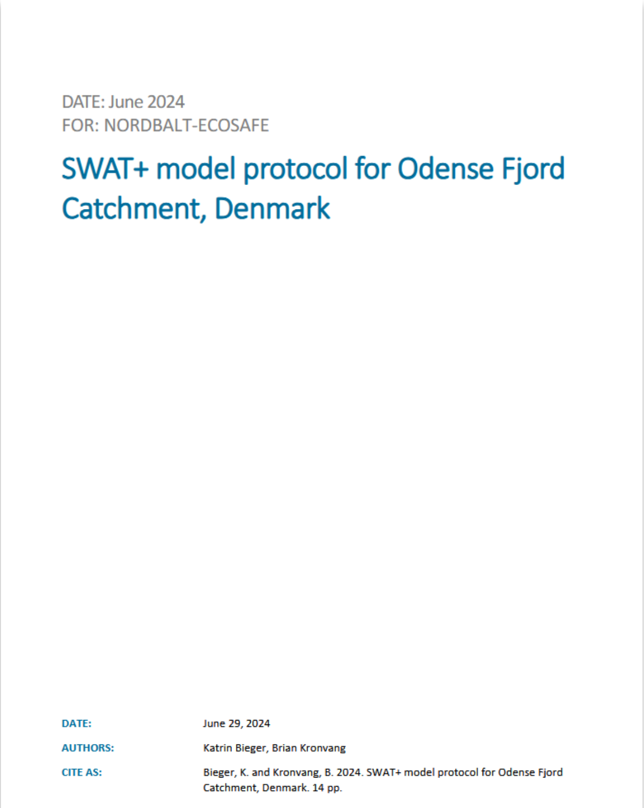

LONGLINE ENVIRONMENT

Modelling of Ringkøbing Fjord to support policy-makers for compliance with the EU Water Framework Directive

DRAFT REPORT

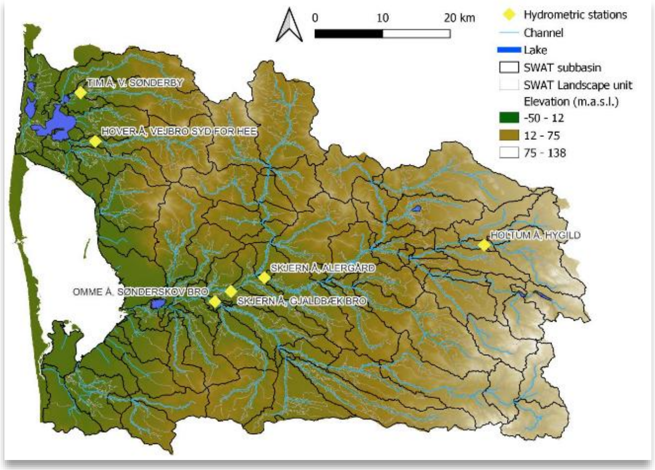
DECEMBER 2023

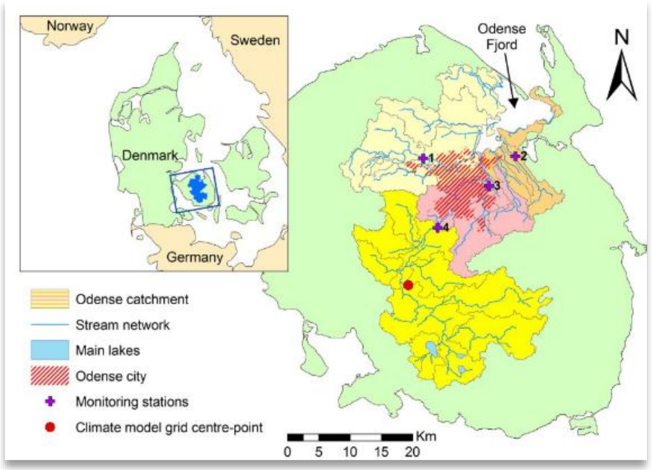
Leonard Bernard-Jannin, Joao G. Ferreira, Joao Lencart e Silva, Alhambra M. Cubillo, Gerhardus Diedricks


DATE: June 2024
FOR: NORDBALT-ECOSAFE

SWAT+ model protocol for Odense Fjord Catchment, Denmark

DATE: June 29, 2024
AUTHORS: Katrin Bieger, Brian Kronvang
CITE AS: Bieger, K. and Kronvang, B. 2024. SWAT+ model protocol for Odense Fjord Catchment, Denmark. 14 pp.

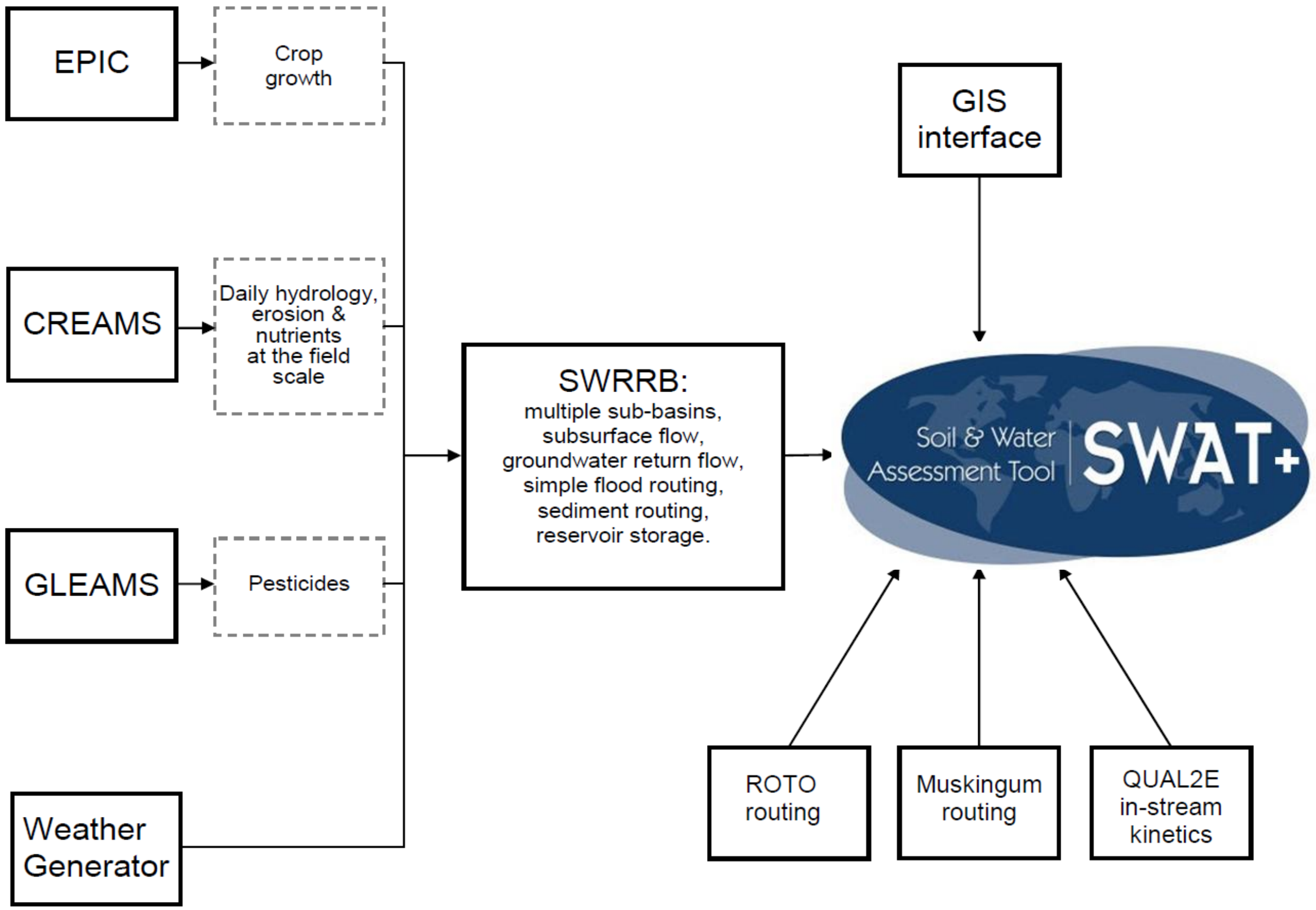




Komponenterne i SWAT+

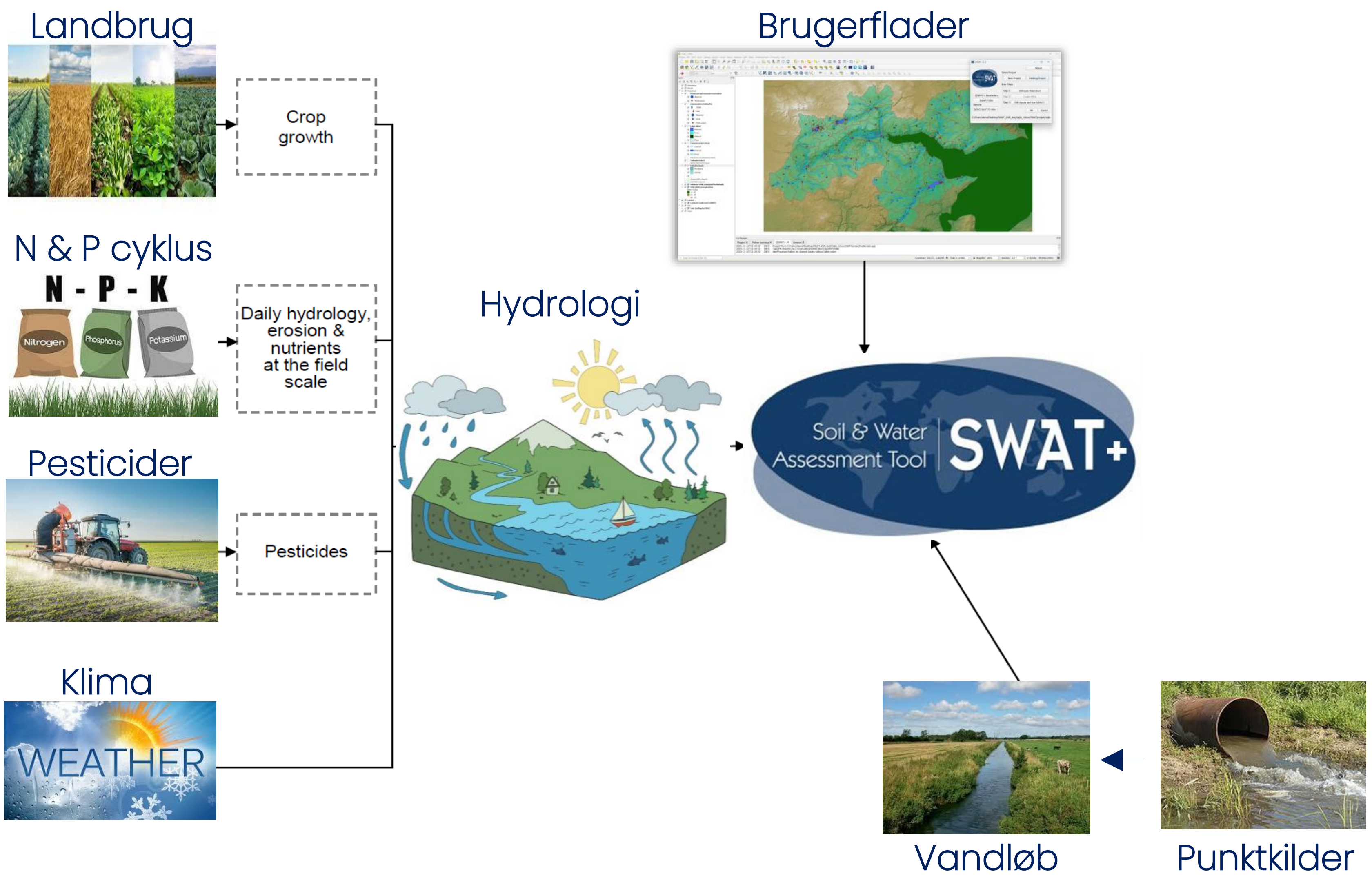
Soil & Water Assessment Tool SWAT+

Komponenterne i SWAT+



Krysanova and Arnold (2008)

Komponenterne i SWAT+



Krysanova and Arnold (2008)

Model-inputs

WateriTech

SWAT Soil & Water Assessment Tool

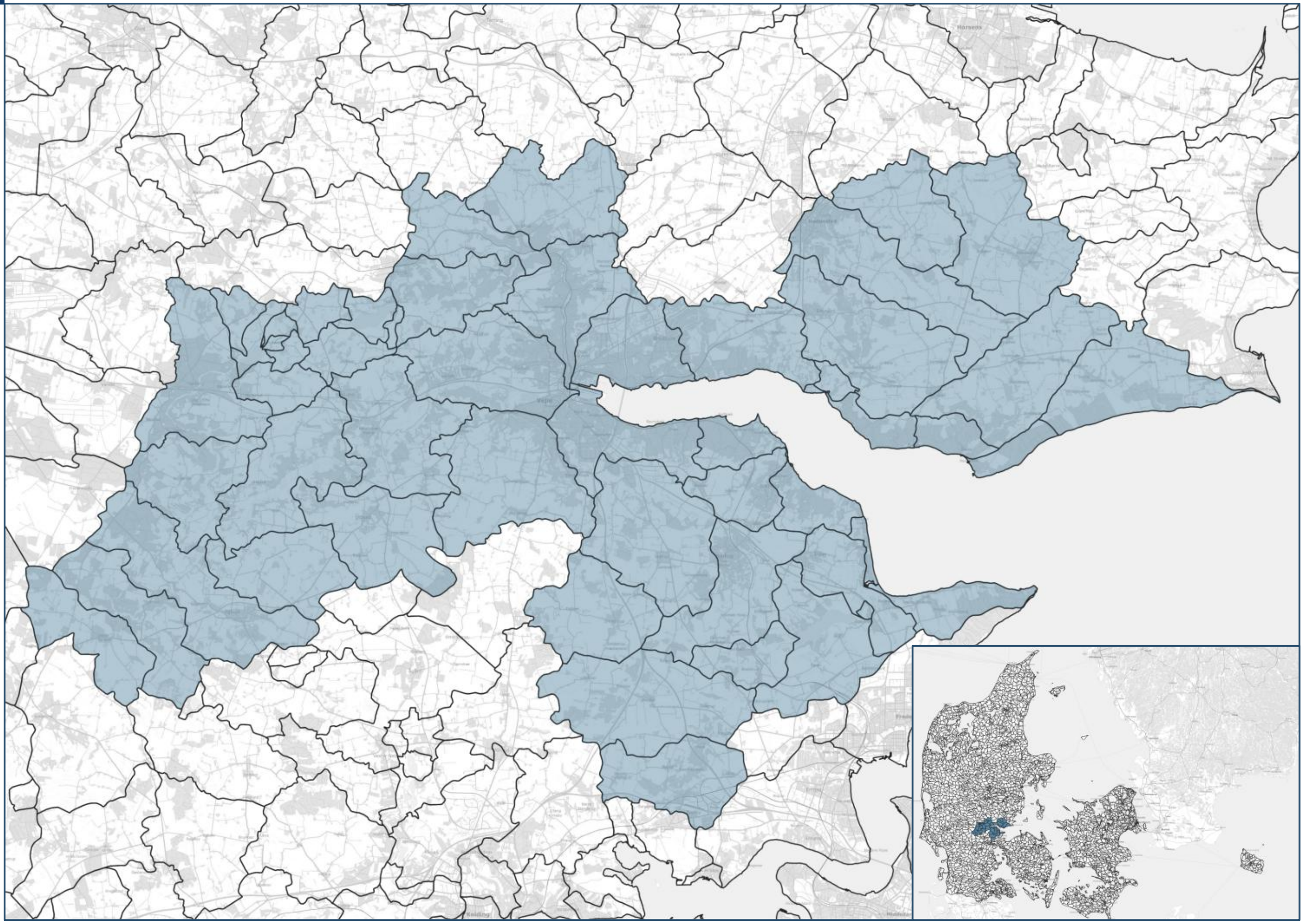
Grundlæggende inputs

- Højdemodel (terrænkort)
- Arealanvendelseskort
- Jordtypekort
- Vejrdata

Supplerende inputs

- Nationale oplandsgrænser og deloplande
- Stationsobservationer
- Punktkilder
- Landbrugpraksis og rotationer
- Afgrødedatabase

ID15 oplande til Vejle Fjord

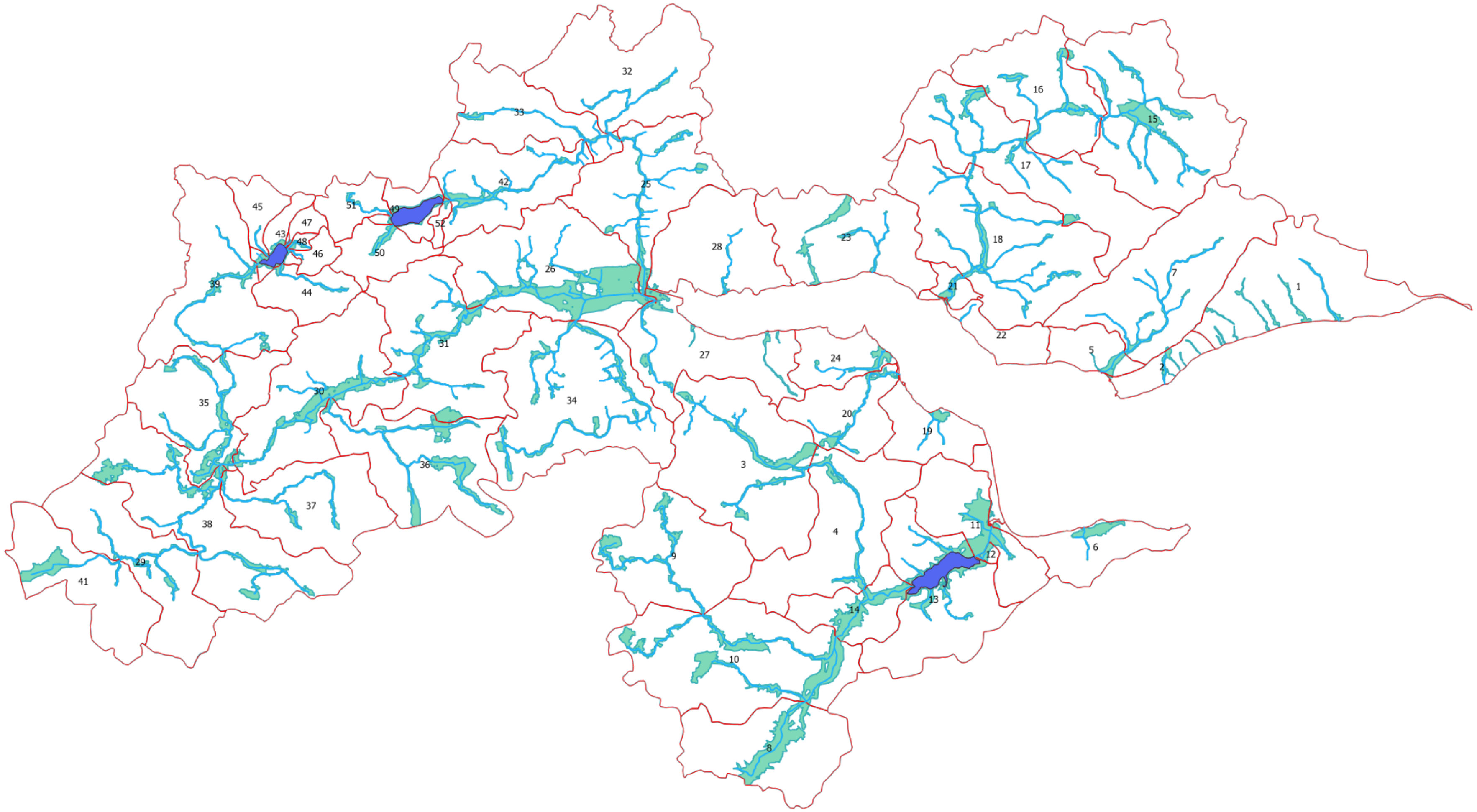


Status for SWAT+ modellen for Vejle Fjord oplandet

- ☑ Modelopsætning
- ☐ Kalibrering og validering (stadig i proces)
- ☐ Forberedelse, kørsel og analyse af virkemiddel-scenarier (f.eks. punktkilder, vådområder, arealomlægning)

Model-inputs: højdemodel og oplandsgrænser

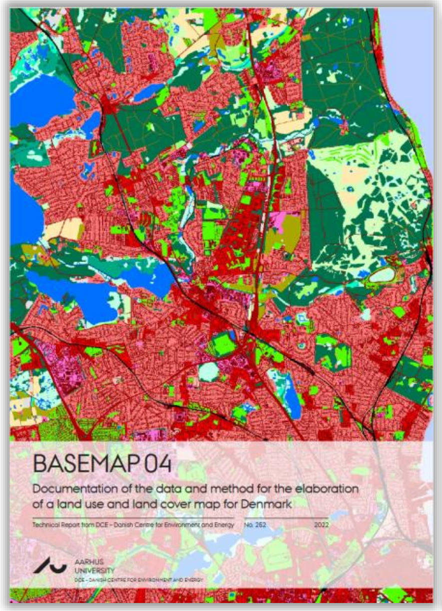
- Seneste nationale højdemodel fra dataforsyningen.dk
- Officielle id15 deloplande og vandløb
- Ådale afgrænsning beskrevet af Sechu m.fl. 2021 (AU og GEUS)



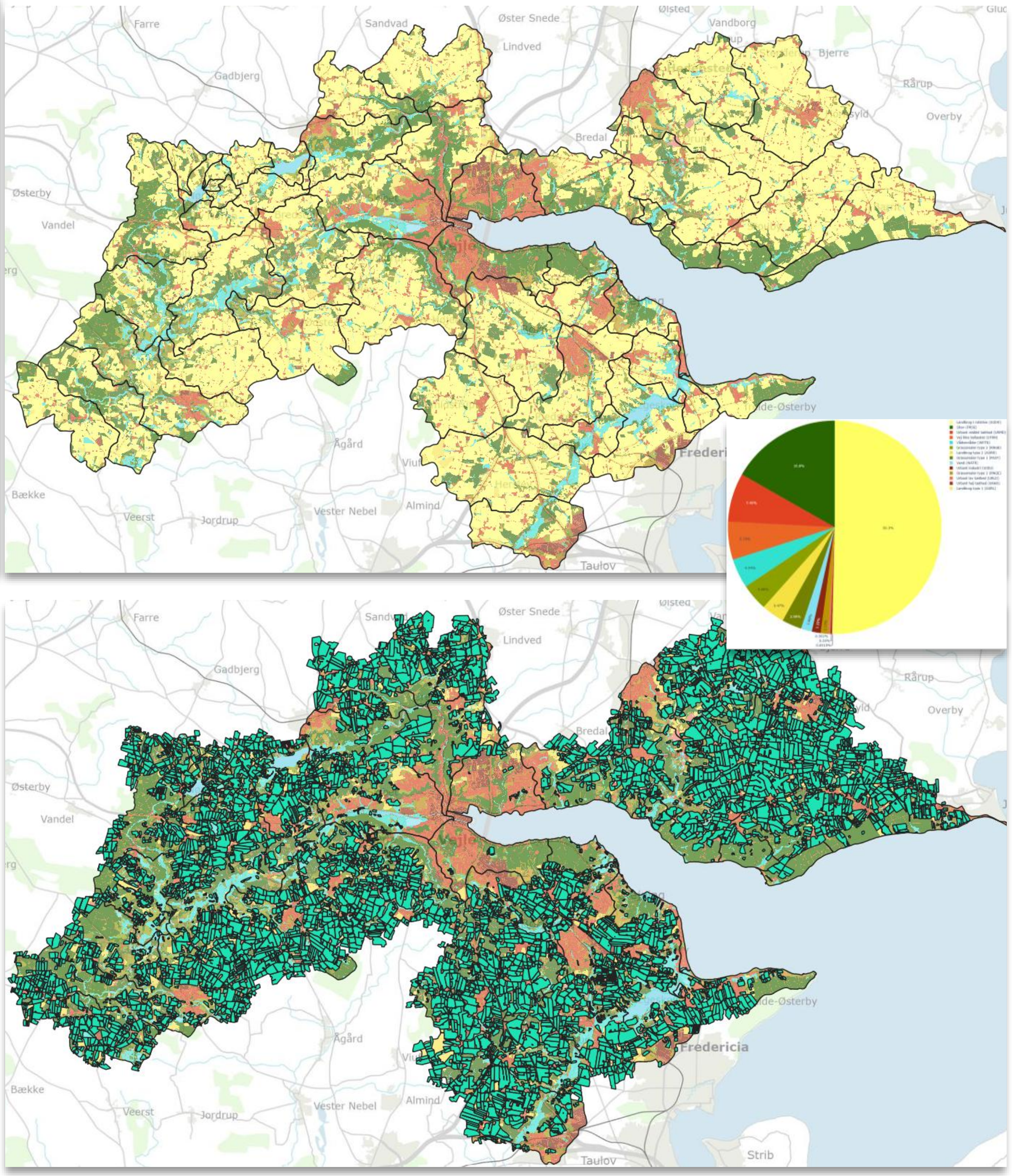
Model-inputs: arealanvendelse

Arealanvendelse

- Baseret på **Basemap4** (2022) fra Aarhus Universitet med supplerende informationer om arealer i omdrift fra SEGES.



10x10m opløsning

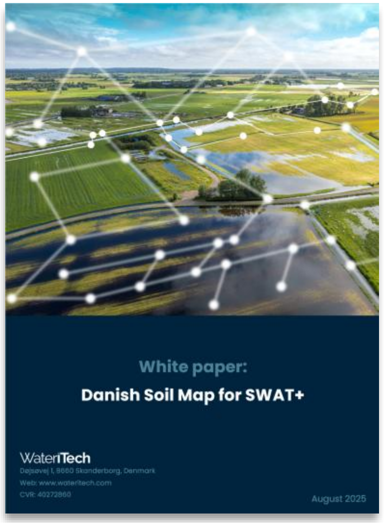


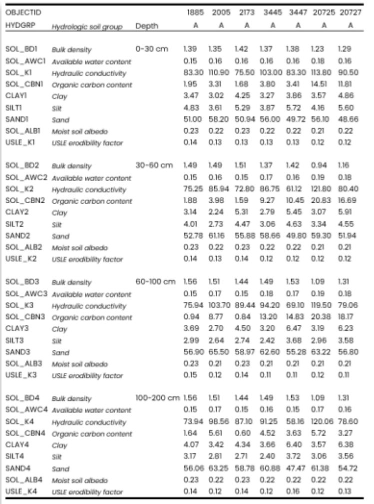
Model-inputs: jordtype

WateriTech

Jordtypekort

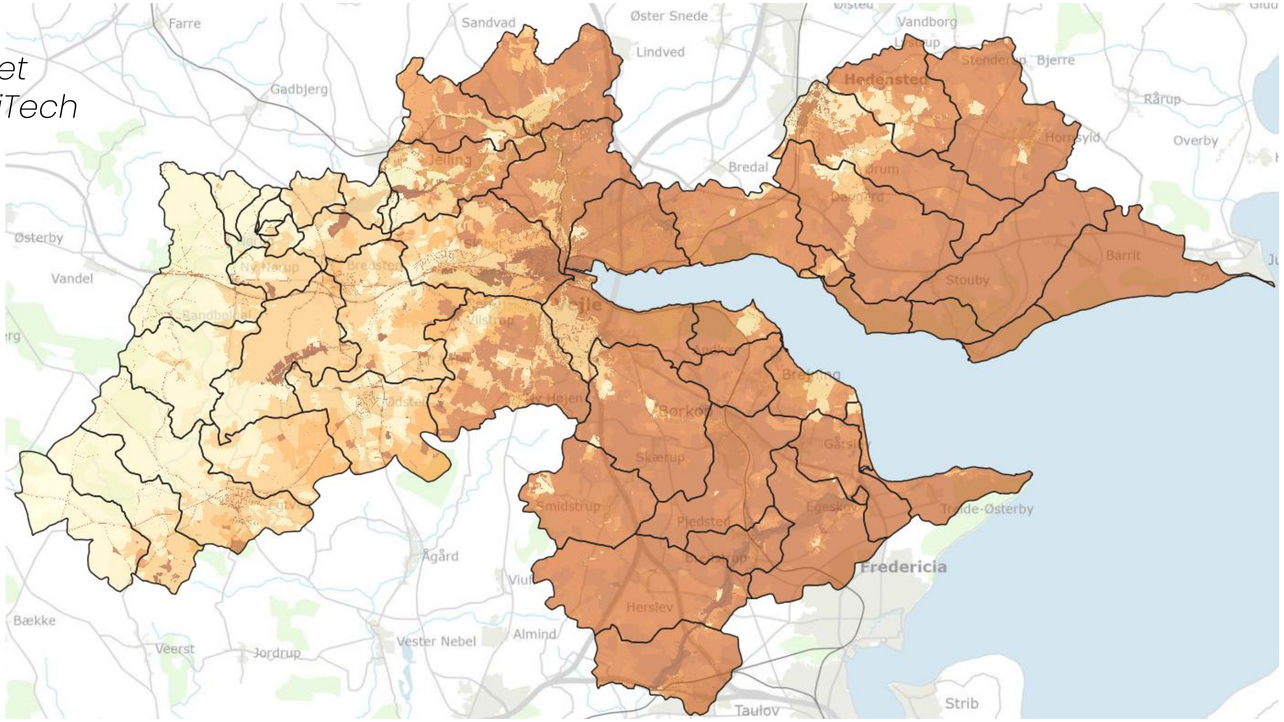
- *Baseret på "Tekstur2024" fra Aarhus Universitet*
- *Hydrologiske egenskaber beregnet af WateriTech*

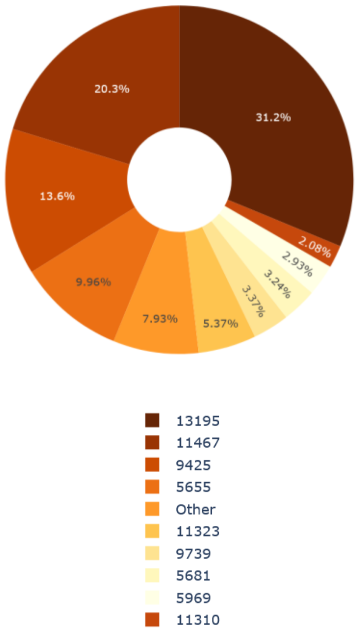


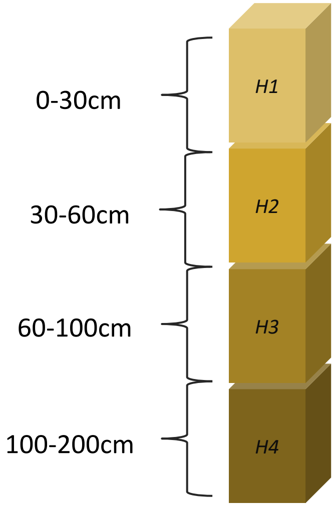


OBJECTID			1885	2005	2173	3445	3447	20725	20727
HYDGRP	*Hydrologic soil group*	Depth	A	A	A	A	A	A	A
SOL_BD1	*Bulk density*	0-30 cm	1.39	1.35	1.42	1.37	1.38	1.23	1.29
SOL_AWC1	*Available water content*		0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.18	0.16
SOL_K1	*Hydraulic conductivity*		83.30	110.90	75.50	103.00	83.30	113.80	90.50
SOL_CBN1	*Organic carbon content*		1.95	3.31	1.68	3.80	3.41	14.51	11.81
CLAY1	*Clay*		3.47	3.02	4.25	3.27	3.86	3.57	4.86
SILT1	*Silt*		4.83	3.61	5.29	3.87	5.72	4.16	5.60
SAND1	*Sand*		51.00	58.20	50.94	56.00	49.72	56.10	48.66
SOL_ALB1	*Moist soil albedo*		0.23	0.22	0.23	0.22	0.22	0.21	0.22
USLE_K1	*USLE erodibility factor*		0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12
SOL_BD2	*Bulk density*	30-60 cm	1.49	1.49	1.51	1.37	1.42	0.94	1.16
SOL_AWC2	*Available water content*		0.15	0.16	0.15	0.17	0.16	0.19	0.18
SOL_K2	*Hydraulic conductivity*		75.25	85.94	72.80	86.75	61.12	121.80	80.40
SOL_CBN2	*Organic carbon content*		1.88	3.98	1.59	9.27	10.45	20.83	16.69
CLAY2	*Clay*		3.14	2.24	5.31	2.79	5.45	3.07	5.91
SILT2	*Silt*		4.01	2.73	4.47	3.06	4.63	3.34	4.55
SAND2	*Sand*		52.78	61.16	55.88	58.66	49.80	59.30	51.94
SOL_ALB2	*Moist soil albedo*		0.23	0.22	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21
USLE_K2	*USLE erodibility factor*		0.14	0.13	0.14	0.12	0.12	0.12	0.12
SOL_BD3	*Bulk density*	60-100 cm	1.56	1.51	1.44	1.49	1.53	1.09	1.31
SOL_AWC3	*Available water content*		0.15	0.17	0.15	0.18	0.17	0.19	0.18
SOL_K3	*Hydraulic conductivity*		75.94	103.70	89.44	94.20	69.10	119.50	79.06
SOL_CBN3	*Organic carbon content*		0.94	8.77	0.84	13.20	14.83	20.38	18.17
CLAY3	*Clay*		3.69	2.70	4.50	3.20	6.47	3.19	6.23
SILT3	*Silt*		2.99	2.64	2.74	2.42	3.68	2.96	3.58
SAND3	*Sand*		56.90	65.50	58.97	62.60	55.28	63.22	56.80
SOL_ALB3	*Moist soil albedo*		0.23	0.21	0.23	0.21	0.21	0.21	0.21
USLE_K3	*USLE erodibility factor*		0.15	0.12	0.14	0.11	0.11	0.12	0.11
SOL_BD4	*Bulk density*	100-200 cm	1.56	1.51	1.44	1.49	1.53	1.09	1.31
SOL_AWC4	*Available water content*		0.15	0.17	0.15	0.16	0.15	0.17	0.16
SOL_K4	*Hydraulic conductivity*		73.94	98.56	87.10	91.25	58.16	120.06	78.60
SOL_CBN4	*Organic carbon content*		1.64	5.61	0.60	4.52	3.63	5.72	3.27
CLAY4	*Clay*		4.07	3.42	4.34	3.66	6.40	3.57	6.38
SILT4	*Silt*		3.17	2.81	2.71	2.40	3.72	3.06	3.56
SAND4	*Sand*		56.06	63.25	58.78	60.88	47.47	61.38	54.72
SOL_ALB4	*Moist soil albedo*		0.23	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22
USLE_K4	*USLE erodibility factor*		0.14	0.12	0.14	0.12	0.16	0.12	0.13

10x10m opløsning





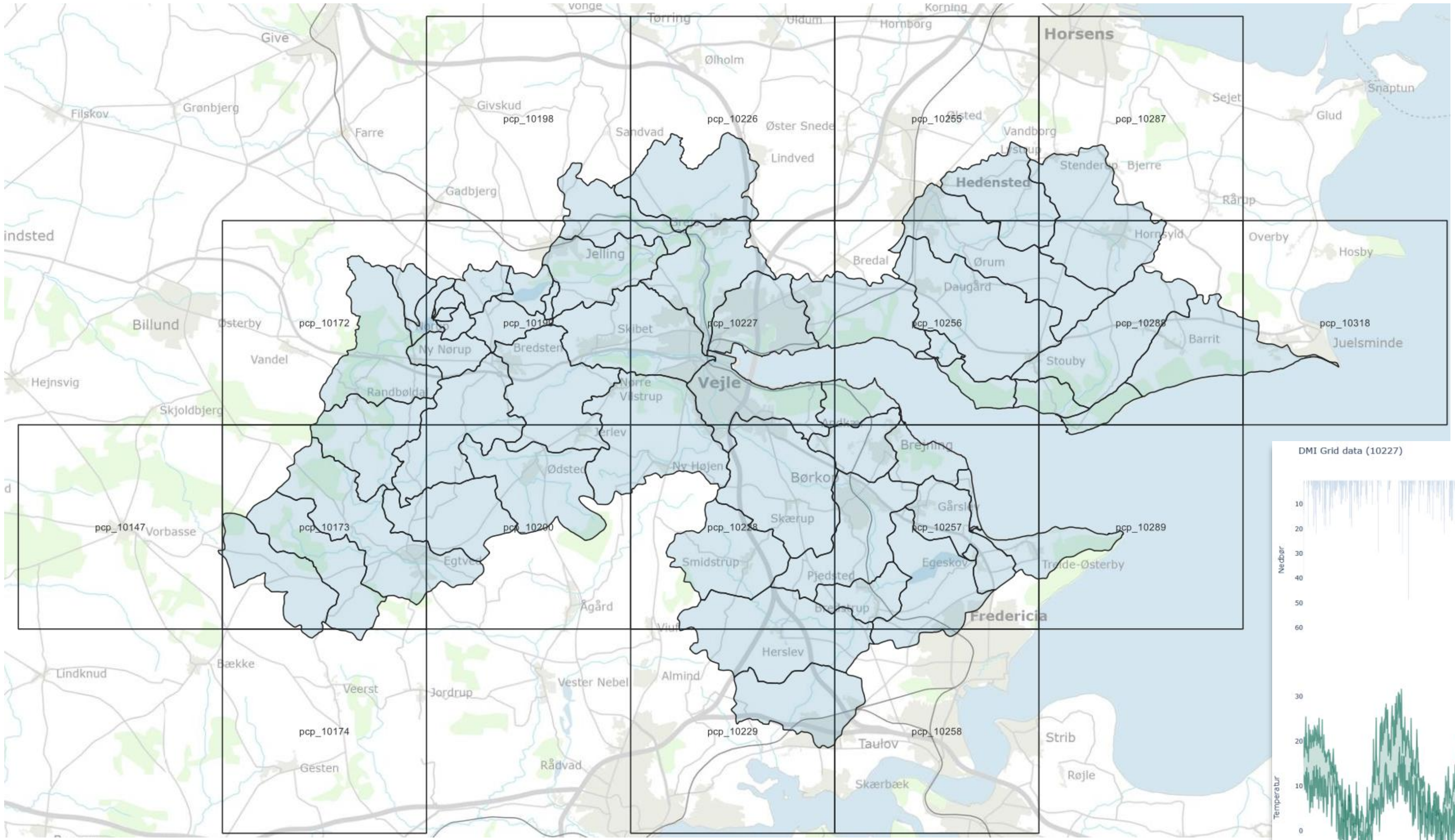


SoilID	Horizon_1	Horizon_2	Horizon_3	Horizon_4
13195	(JB-07) Lerjord	(JB-07) Lerjord	(JB-07) Lerjord	(JB-07) Lerjord
11467	(JB-06) Fin sandblandet lerjord	(JB-07) Lerjord	(JB-07) Lerjord	(JB-07) Lerjord
9425	(JB-05) Grov sandblandet lerjord	(JB-05) Grov sandblandet lerjord	(JB-05) Grov sandblandet lerjord	(JB-05) Grov sandblandet lerjord
5655	(JB-03) Grov lerblandet sandjord	(JB-03) Grov lerblandet sandjord	(JB-03) Grov lerblandet sandjord	(JB-03) Grov lerblandet sandjord
11323	(JB-06) Fin sandblandet lerjord	(JB-06) Fin sandblandet lerjord	(JB-07) Lerjord	(JB-07) Lerjord
9739	(JB-05) Grov sandblandet lerjord	(JB-07) Lerjord	(JB-07) Lerjord	(JB-07) Lerjord
5681	(JB-03) Grov lerblandet sandjord	(JB-03) Grov lerblandet sandjord	(JB-05) Grov sandblandet lerjord	(JB-05) Grov sandblandet lerjord
5969	(JB-03) Grov lerblandet sandjord	(JB-05) Grov sandblandet lerjord	(JB-05) Grov sandblandet lerjord	(JB-05) Grov sandblandet lerjord
11310	(JB-06) Fin sandblandet lerjord	(JB-06) Fin sandblandet lerjord	(JB-06) Fin sandblandet lerjord	(JB-06) Fin sandblandet lerjord
Other	blandet	blandet	blandet	blandet

Model-inputs: vejrdata

Vejrdata: 10km grid

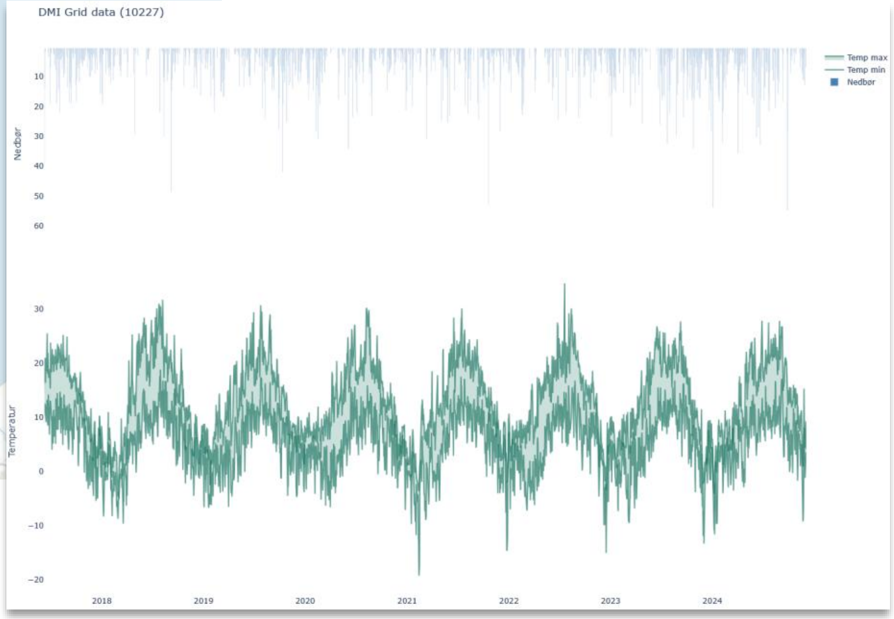
10x10km opløsning



Danmarks Meteorologiske Institut

AARHUS UNIVERSITY

- Nedbør
- temperatur
- Relativ fugtighed
- Vind
- Indstråling

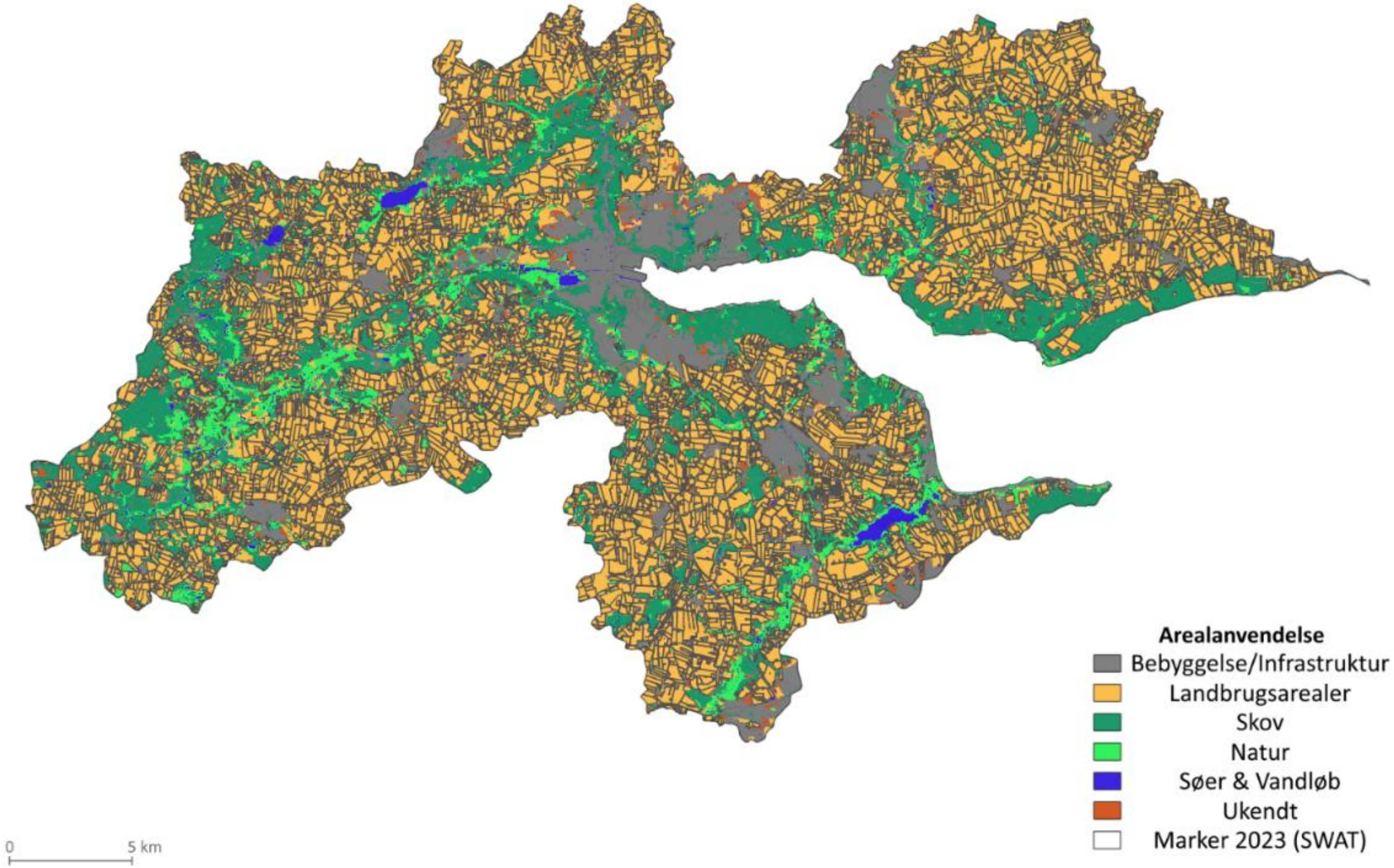


Model-inputs: landbrugspraksis

WaterTech

- +7.000 marker for Vejle Fjord oplandet fra Internet Markkort (IMK).
- Markdata (LandbrugsGIS), gødningsregnskaber og GKEA-data er integreret af SEGES, og anvendt til at lave 5-årige afgrøde-rotationer per mark.
- Inkl. såning af specifikke afgrøder, N & P gødskning, pløjning, efterafgrøder m.m.

till	4	1	0.000	fallplow	null	0.00000
plnt	4	2	0.000	barl	null	0.00000
fert	4	15	0.000	elem_n	broadcast	10.00000
fert	5	1	0.000	elem_n	broadcast	118.49894
fert	5	15	0.000	elem_n	broadcast	34.71024
fert	5	15	0.000	org_n	broadcast	20.40484
harv	8	10	0.000	barl	grain	0.00000
kill	8	10	0.000	barl	null	0.00000
skip	0	0	0.000	null	null	0.00000
till	4	1	0.000	fallplow	null	0.00000
plnt	4	2	0.000	barl	null	0.00000
fert	4	15	0.000	elem_n	broadcast	10.00000
fert	5	1	0.000	elem_n	broadcast	61.45882
fert	5	15	0.000	elem_n	broadcast	78.21989
fert	5	15	0.000	org_n	broadcast	47.83751
harv	8	10	0.000	barl	grain	0.00000
kill	8	10	0.000	barl	null	0.00000
skip	0	0	0.000	null	null	0.00000
till	4	1	0.000	fallplow	null	0.00000
plnt	4	2	0.000	barl	null	0.00000
fert	4	15	0.000	elem_n	broadcast	10.00000
fert	5	1	0.000	elem_n	broadcast	37.81885
fert	5	15	0.000	elem_n	broadcast	55.61875
fert	5	15	0.000	org_n	broadcast	51.88006
harv	8	10	0.000	barl	grain	0.00000
kill	8	10	0.000	barl	null	0.00000
skip	0	0	0.000	null	null	0.00000
till	4	1	0.000	fallplow	null	0.00000
plnt	4	2	0.000	barl	null	0.00000
fert	4	15	0.000	elem_n	broadcast	10.00000
fert	5	1	0.000	elem_n	broadcast	41.27637
fert	5	15	0.000	elem_n	broadcast	67.98206
fert	5	15	0.000	org_n	broadcast	60.89132
harv	8	10	0.000	barl	grain	0.00000
kill	8	10	0.000	barl	null	0.00000

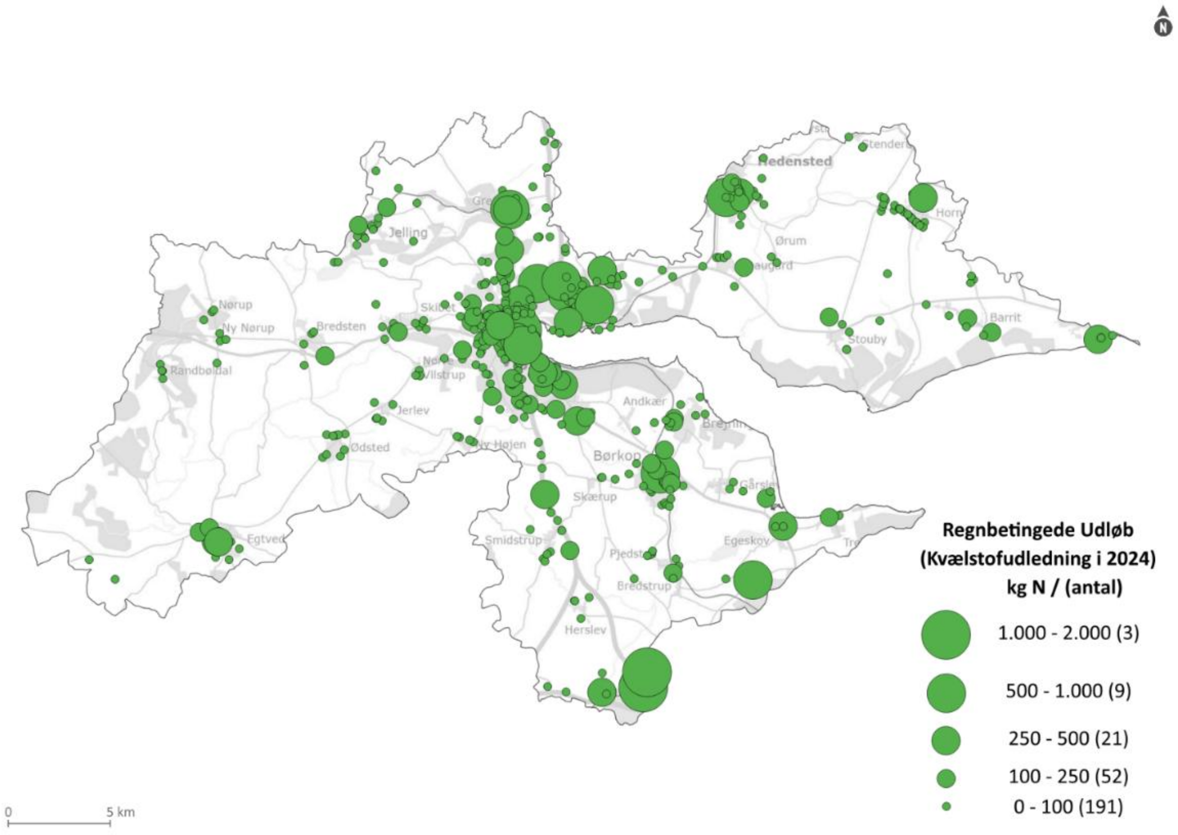


Model-inputs: punktkilder

- Der er rekvireret data fra DCE/AU på punktkilder (alt i PULS er med + estimater på spredt bebyggelse)
  > 2000 individuelle punktkilder for perioden 1990-2024
  (regnvandsbetingede udledninger, renseanlæg, industri og dambrug)

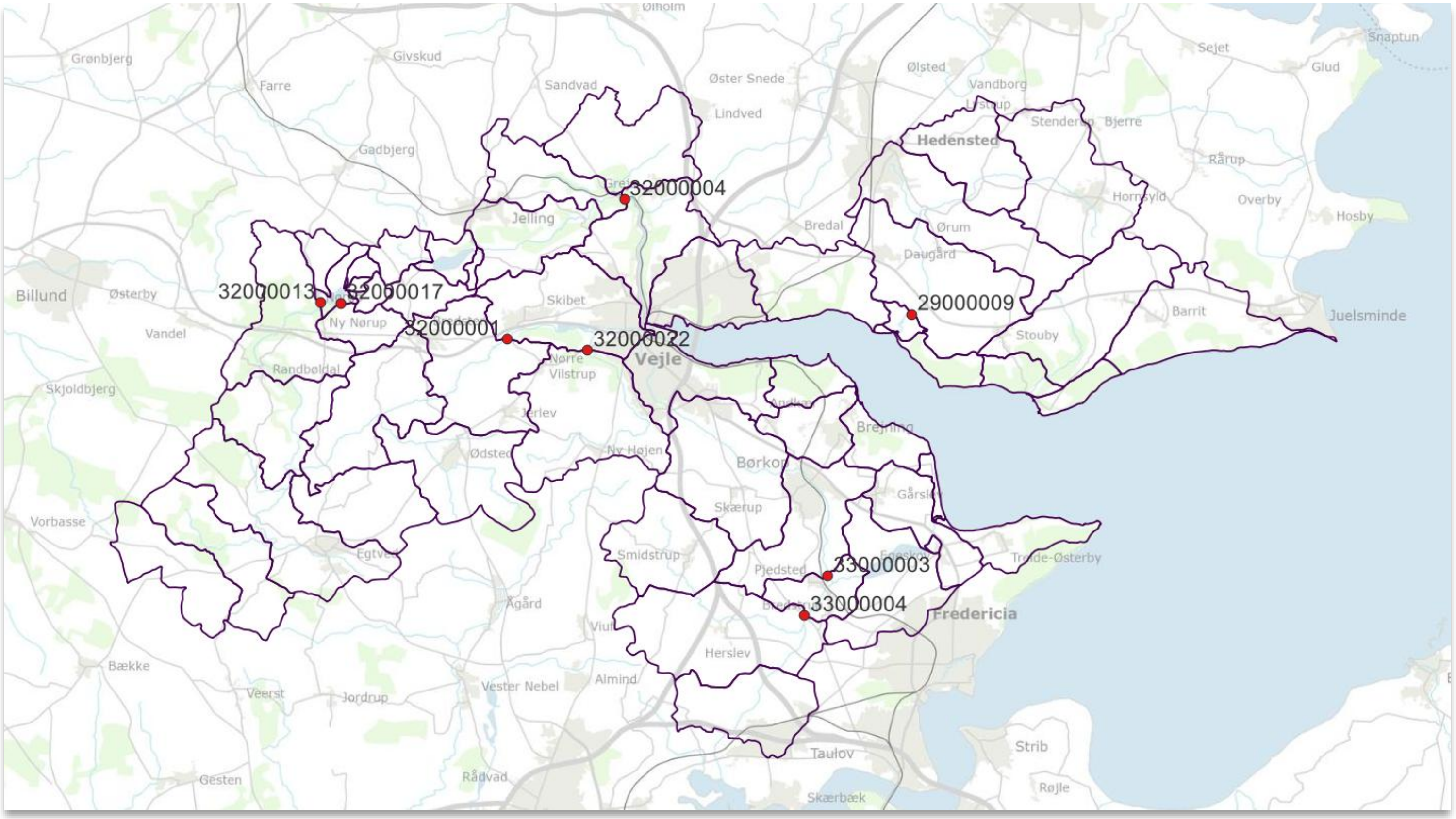
- Der er afholdt flere møder vedr. punktkilder med spildevandsselskaberne

- Der er fremsendt detaljerede (daglige) dataserier for nogle punktkilder (dette arbejde fortsættes)



Model-inputs: observationer fra vandløb

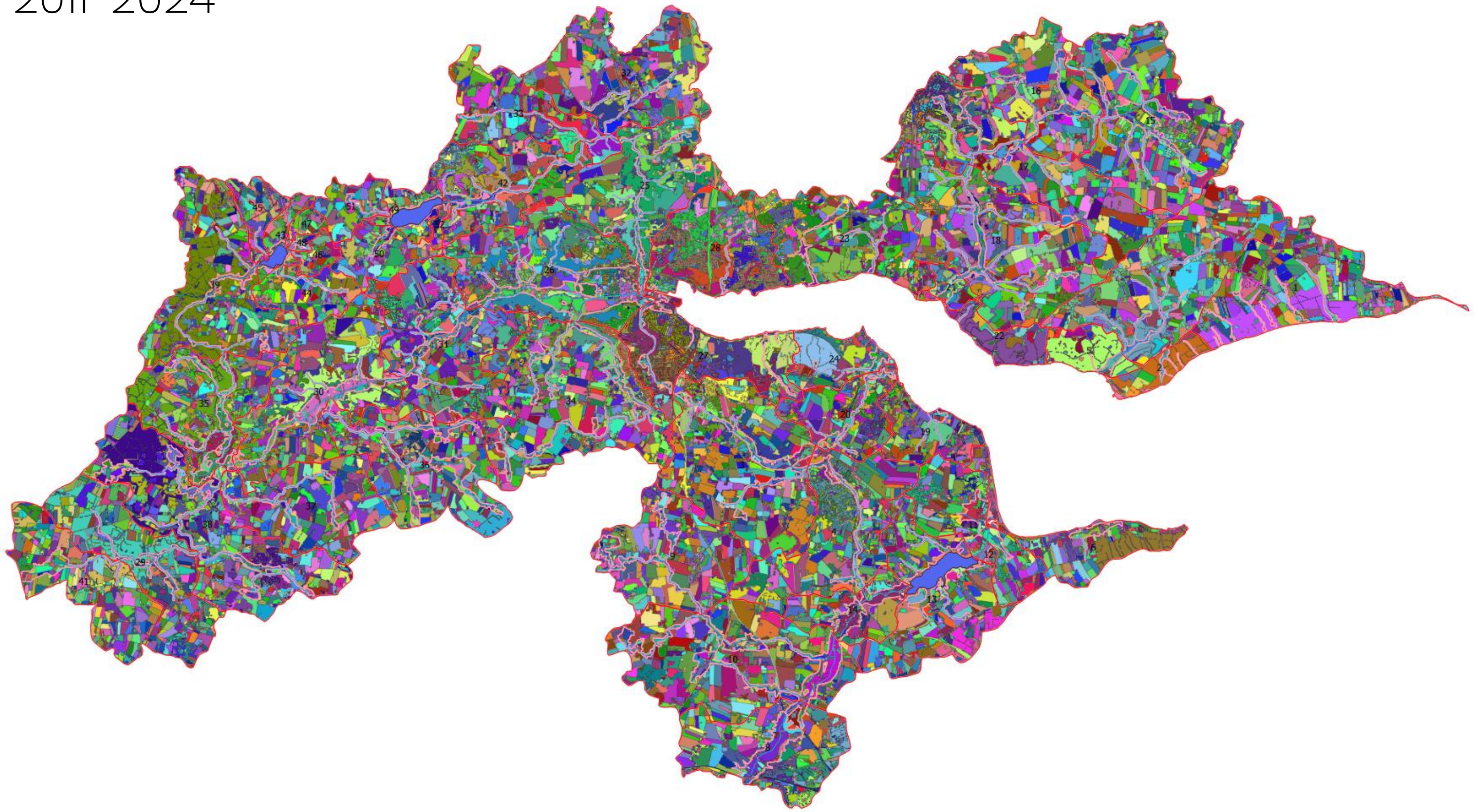
- Observationsdata fra vandløb (fra odaforalle.dk)



Der eksisterer 6-8 stoftransportstationer i ODA data med gode tidsserier. Disse bliver brugt til kalibrering og validering af modellen.

Model konfiguration

- Total areal: 727 km^2
- HRUer: 14.355
- LSUer: 104
- Vandløbsstrækninger: 52
- Modelperiode: 2011-2024



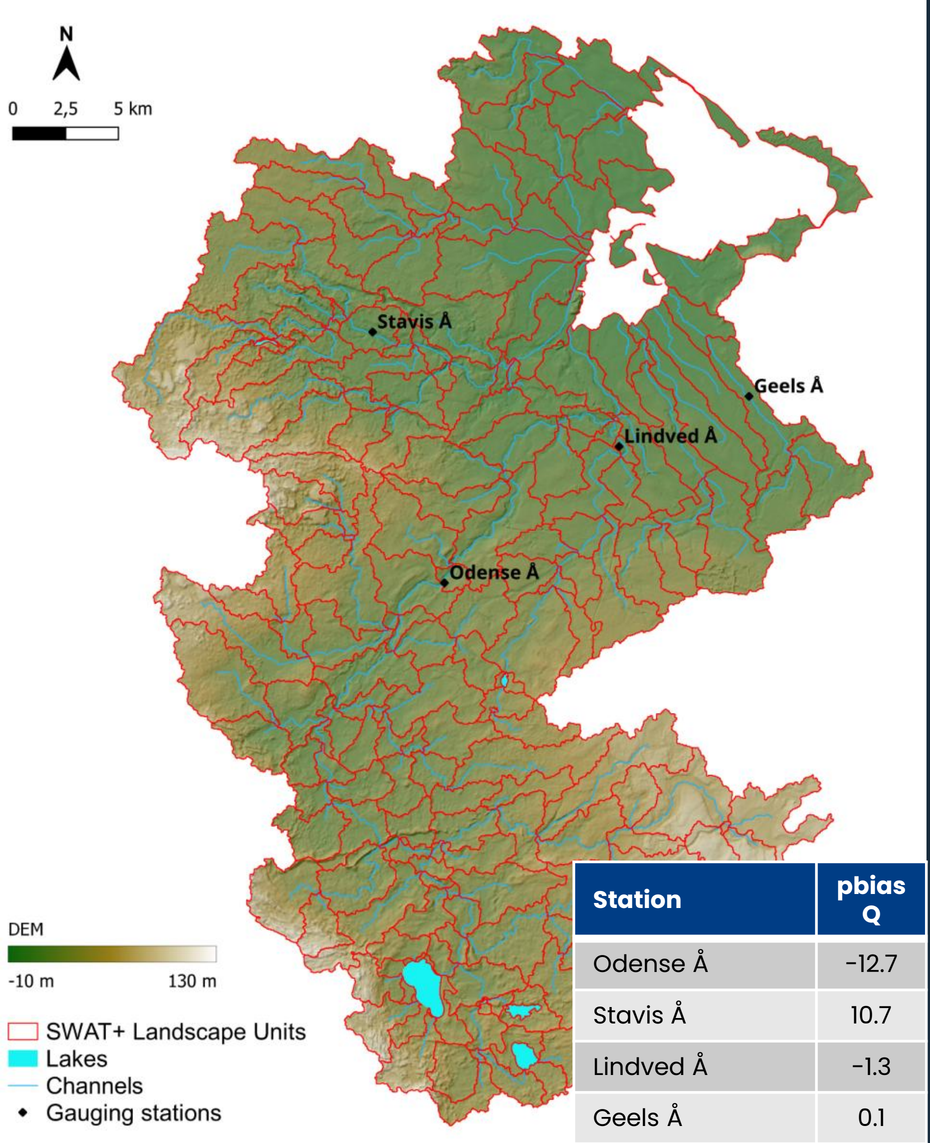
Næste steps

- Modelopsætning
- Kalibrering og validering (stadig i proces)
- Forberedelse, kørsel og analyse af virkemiddel-scenarier (f.eks. punktkilder, vådområder, arealomlægning)

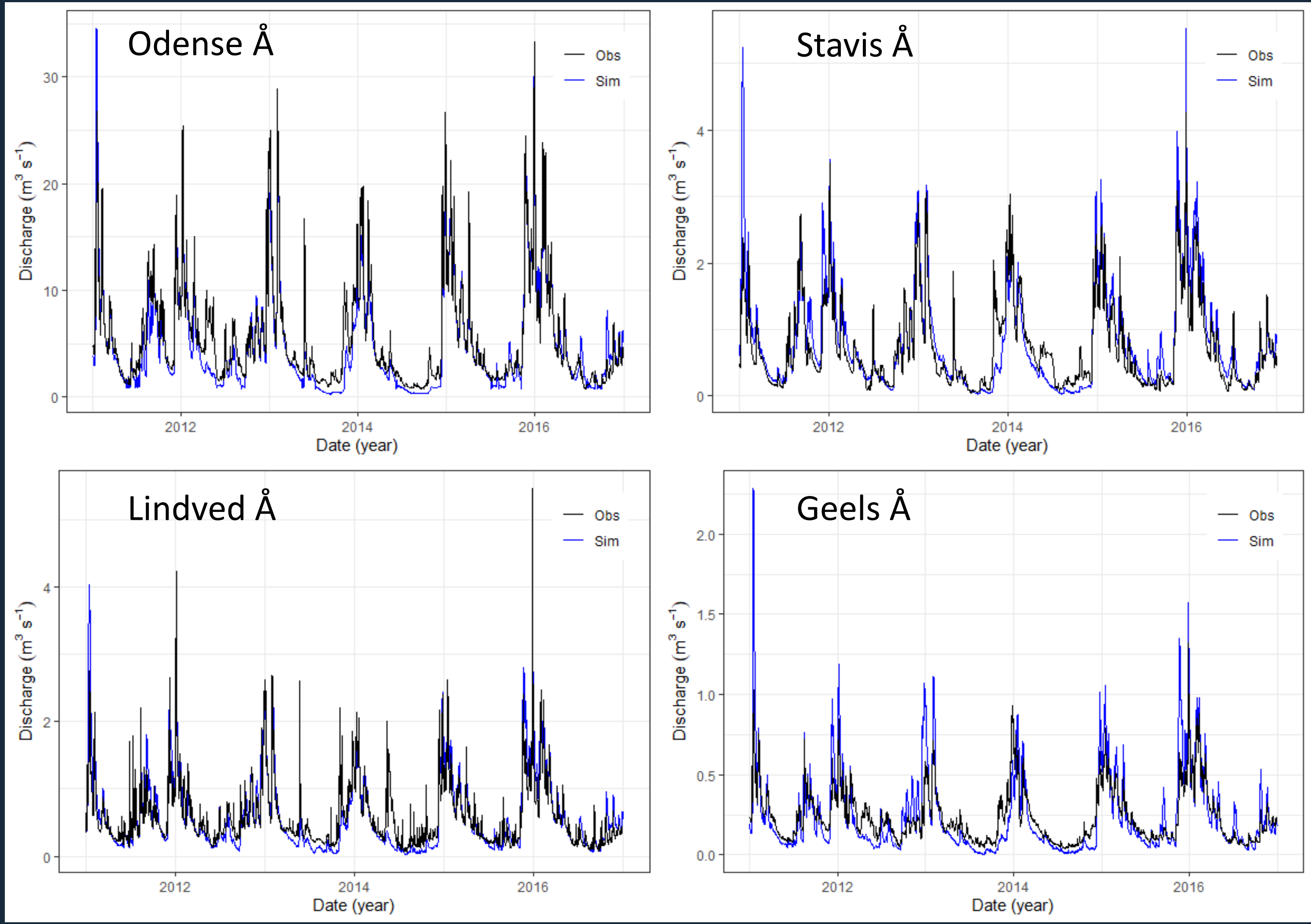
Et SWAT+ eksempel fra kystvandråd-arbejdet

- Odense Fjord (et af fire oprindelige kystvandråd)

- Tak til Katrin Bieger (AU)

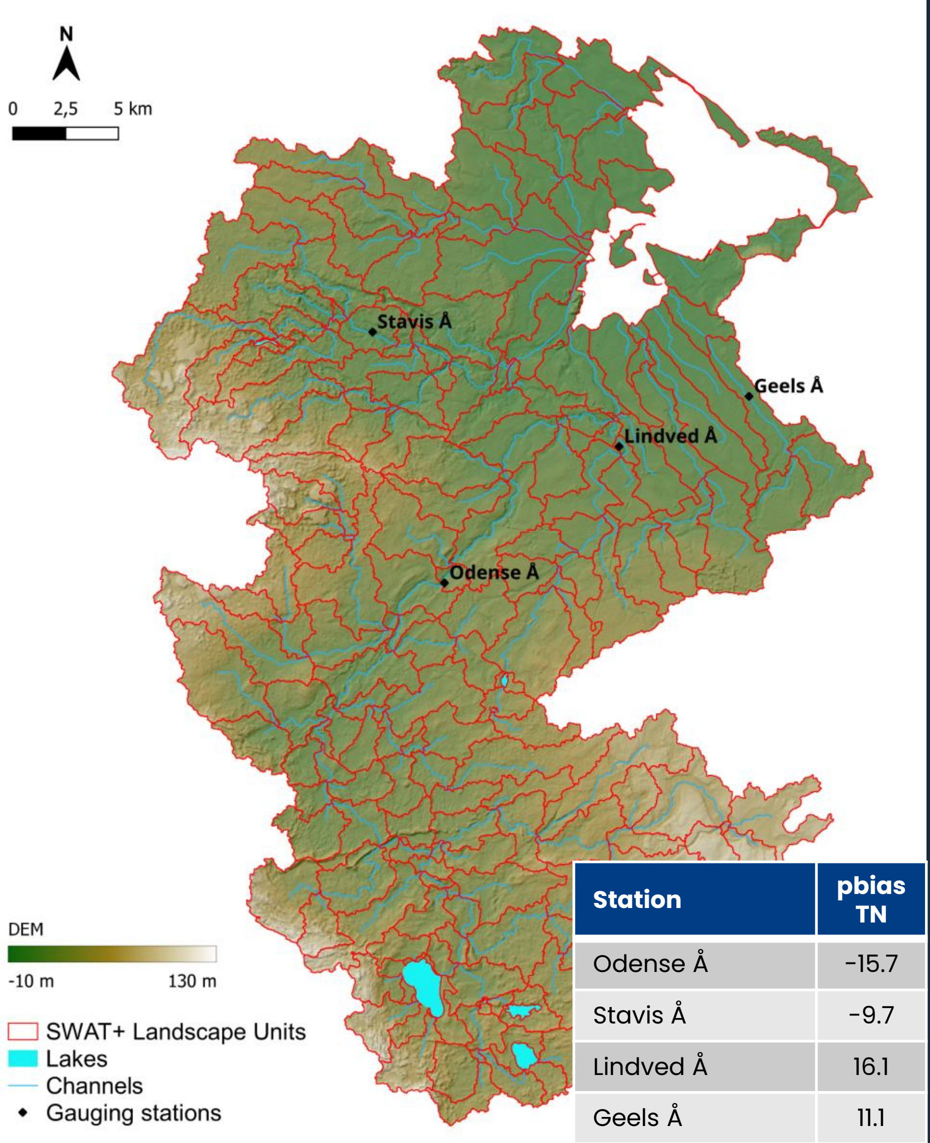


Station	pbias Q
Odense Å	-12.7
Stavis Å	10.7
Lindved Å	-1.3
Geels Å	0.1

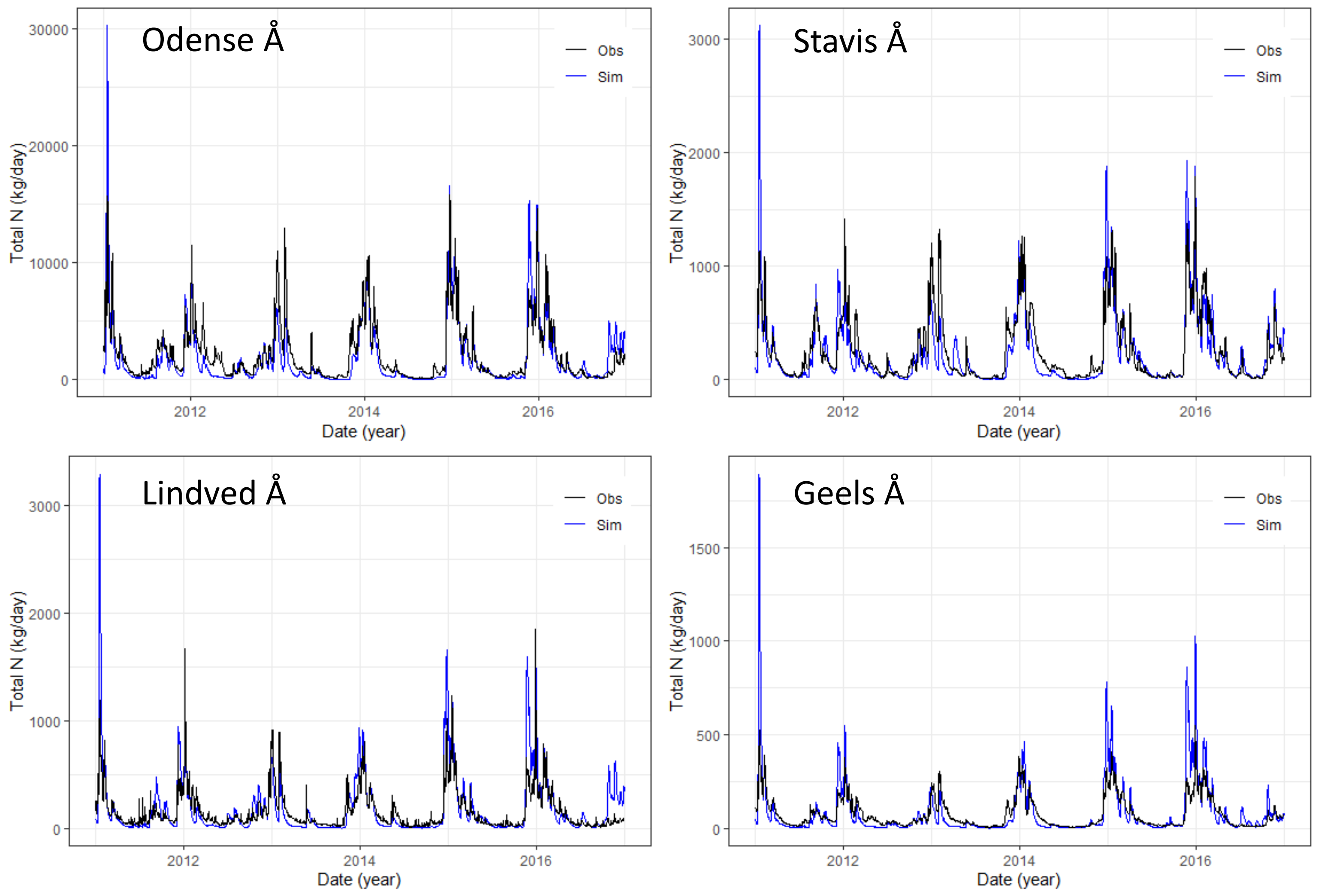


Et SWAT+ eksempel fra kystvandråd-arbejdet

- Odense Fjord (et af fire oprindelige kystvandråd)
- Tak til Katrin Bieger (AU)



Station	pbias TN
Odense Å	-15.7
Stavis Å	-9.7
Lindved Å	16.1
Geels Å	11.1



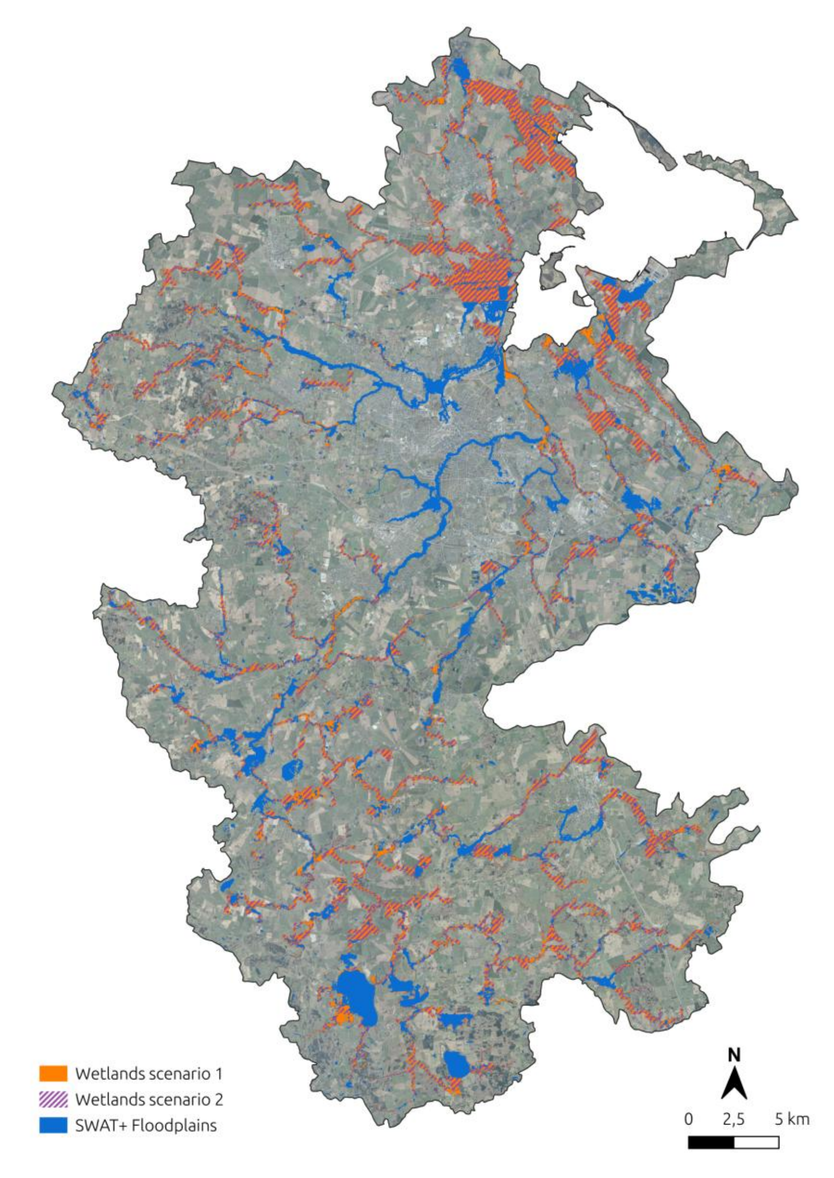
Et SWAT+ eksempel fra kystvandråd-arbejdet

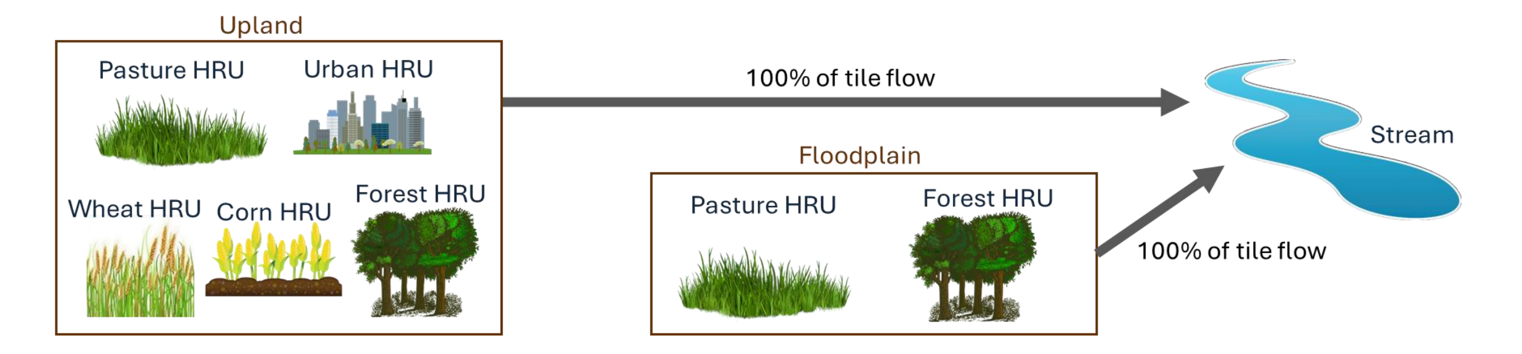
- Odense Fjord (et af fire oprindelige kystvandråd)
- Tak til Katrin Bieger (AU)

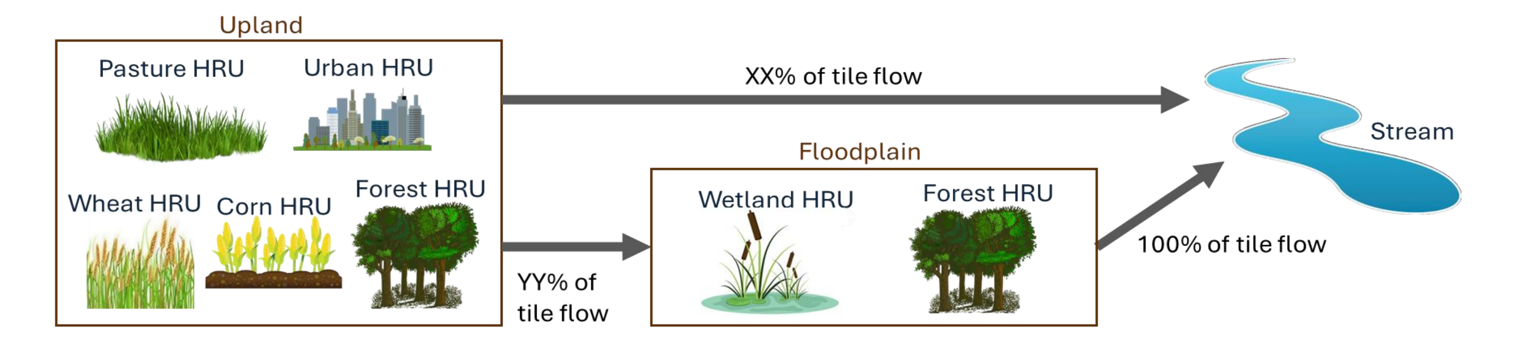
Workshop og diskussion af mulige scenarier i Odense Kystvandråd

Et SWAT+ eksempel fra kystvandråd-arbejdet

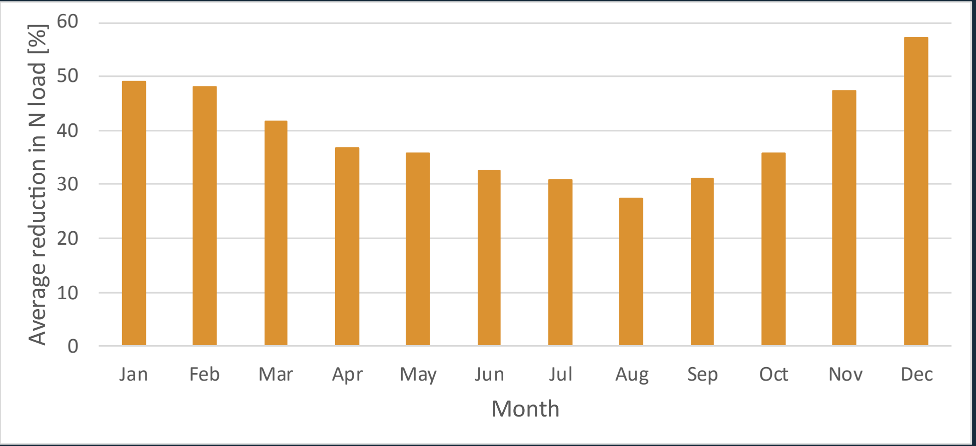
- Odense Fjord (et af fire oprindelige kystvandråd)
- Tak til Katrin Bieger (AU)







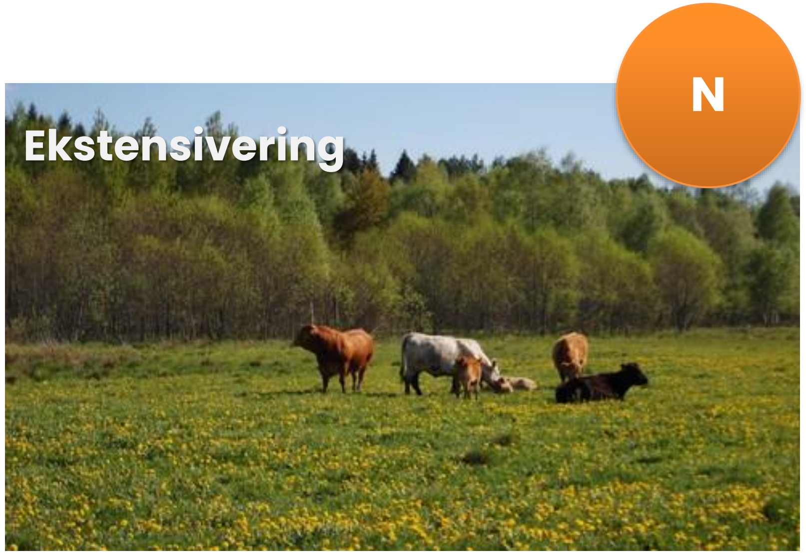
Simuleret effekt på kvælstoftransporten til Odense Fjord



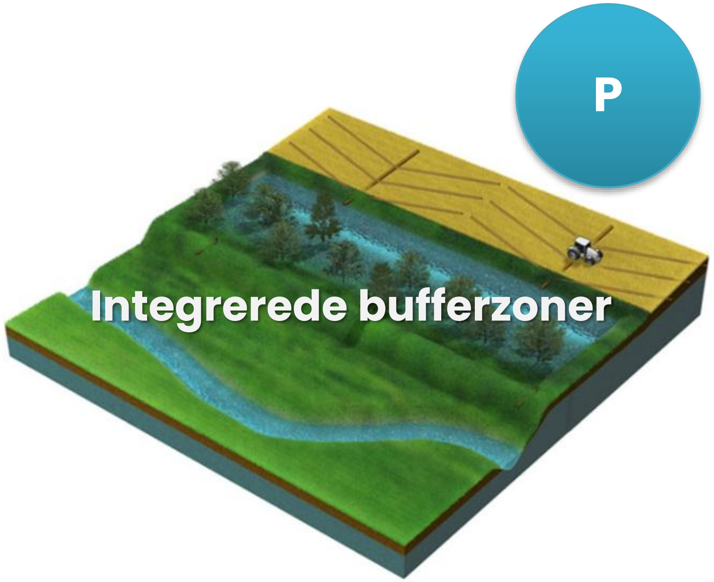
Mulige virkemidler i oplandsscenarier

- Hvilke virkemidler kan analyses igennem SWAT+ og fosfor-modellerne?

Mulige virkemidler i oplandsscenarier



Mulige virkemidler i oplandsscenarier



Scenarie-workshop d. 24. nov: hvad håber vi at få med herfra?

- Give en grundlæggende forståelse for og diskussion af model-tilgangene og datagrundlaget.
- Forståelse for hvilke typer virkemidler der ønskes analyseret.
- En idé om hvor i oplandet virkemidlerne ønskes implementeret i modellerne.