

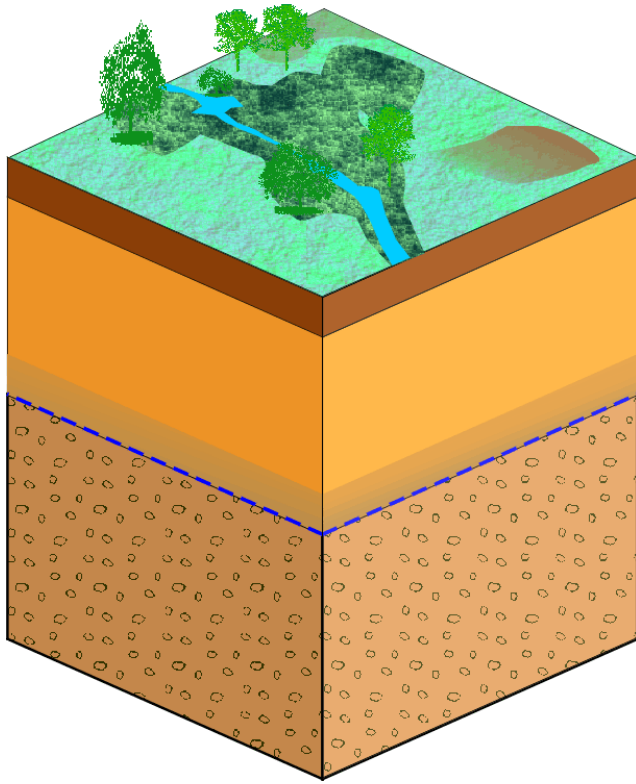
Poul L. Bjerg

Ursula McKnight, Anne Sonne, Vinni Rønde og Giovanni Bigi

DTU Miljø

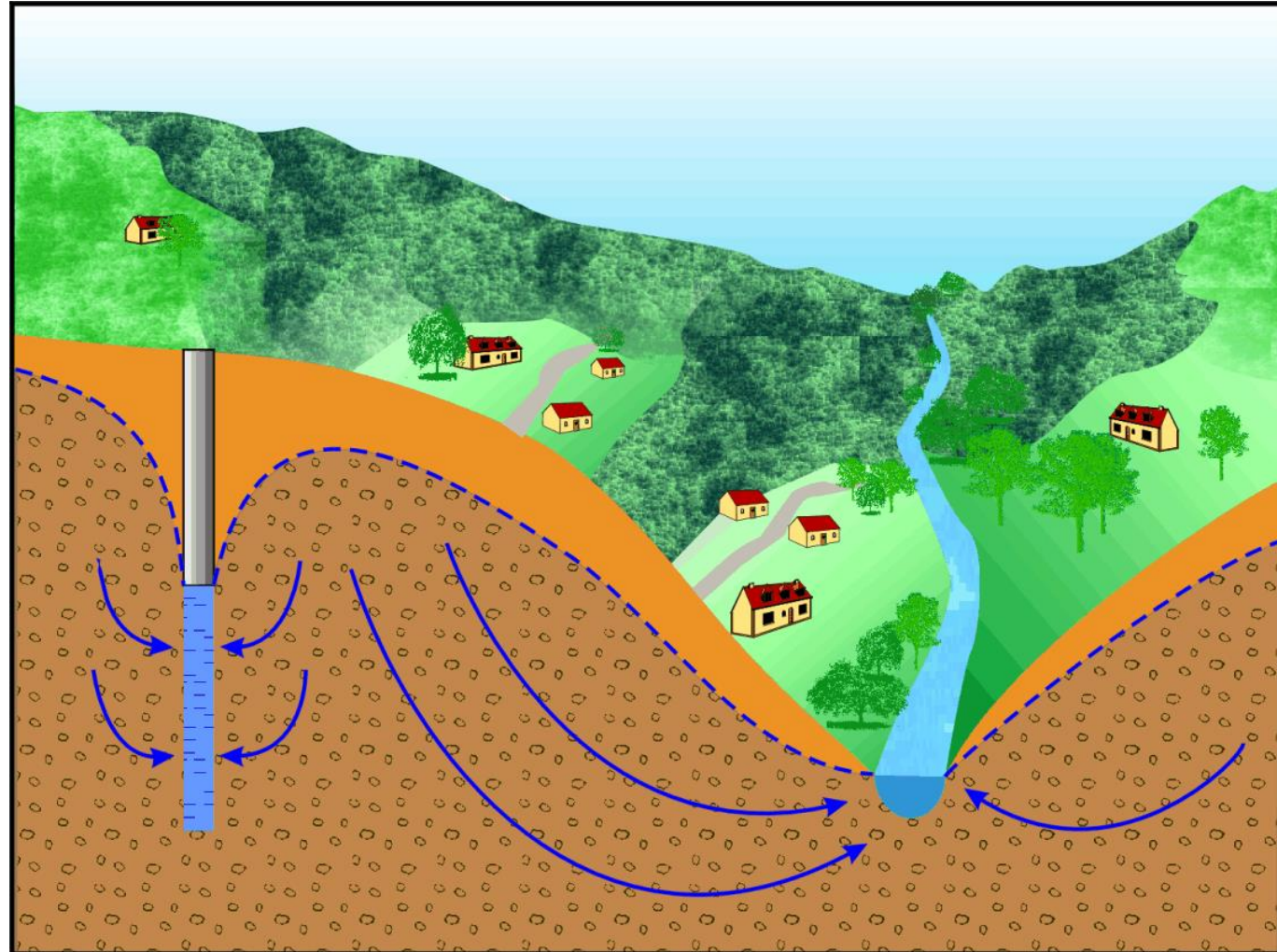
Hvordan kan man risikovurdere og beslutte eventuelle indgreb for overfladevand i områder med flere forureningskilder?

Vandressourcer: kvantitet og kvalitet → skal håndteres som et system



**EU Water Framework
Directive (EU-WFD)
2000/60/EC**

**God kemisk og
økologisk status**



Danske regioners opgave i Vandrammedirektiv perspektiv

- Med ændring af **jordforureningsloven** 1. januar 2014 skal regionerne systematisk finde frem til de jordforureninger, der kan true vandløb, søer, fjorde og kystvande samt de internationale naturbeskyttelsesområder.
- Opgaven skal være gennemført inden **1. januar 2019** og løses ved hjælp af en screeningsundersøgelse.
- De jordforureninger, der her udpeges, vil danne grundlag for regionernes videre indsats, hvor jordforureninger undersøges og **ryddes op**, hvis de truer dyre- og plantelivet.
- Den videre **indsats** i vandområdeplanerne igangsættes derfor i perioden fra **2021 til 2027**, efter regionernes screeningsundersøgelser mv., og er rettet mod **opfyldelse af miljømålene i den tredje planperiode**.



Danish Regions

Citat fra Vandområdeplaner 2016-2021

Grindstedværket



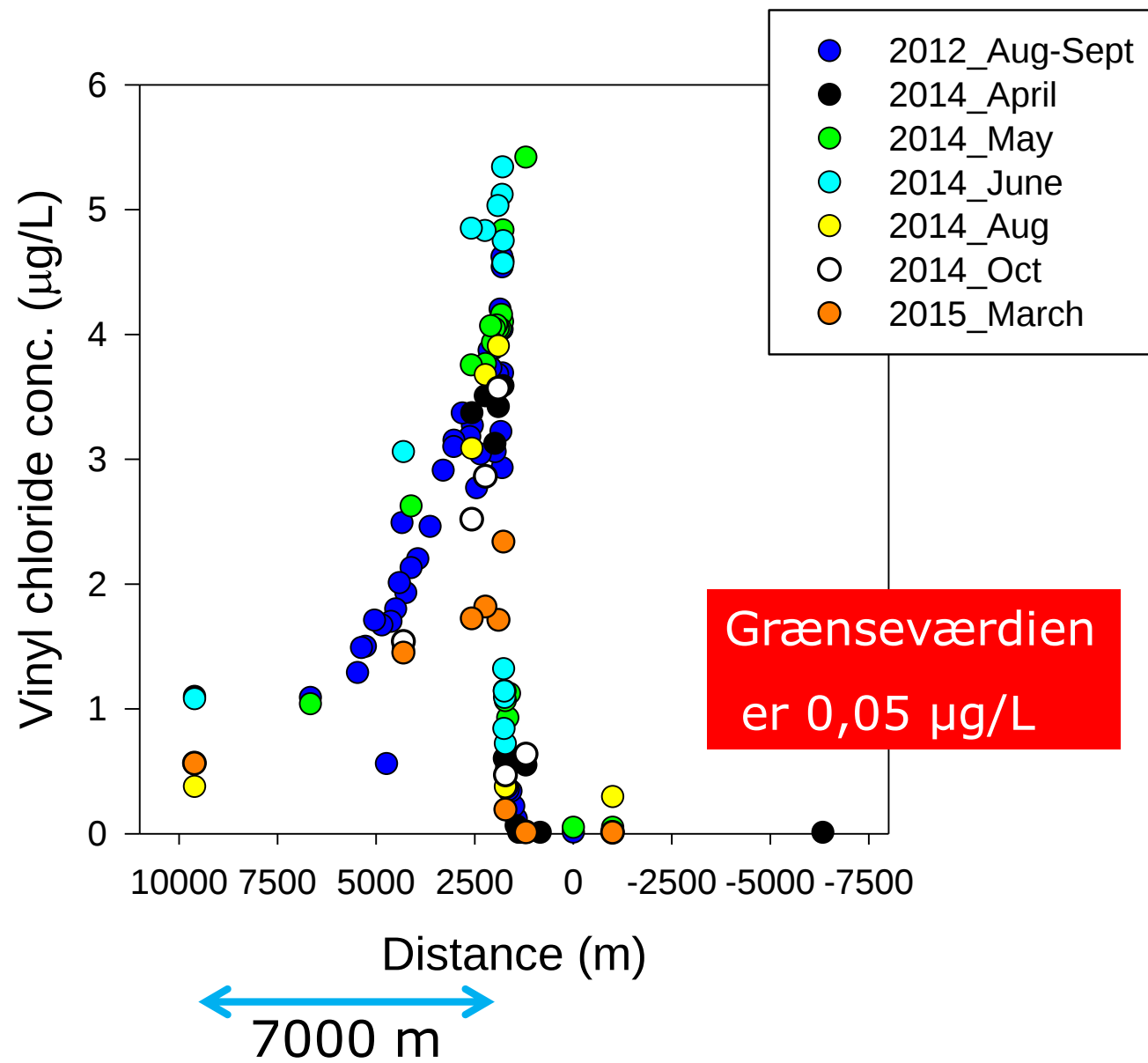
Chlorerede opløsningsmidler

Medicinstoffer

Jordforurening truer overfladevand

- Kraftig grundvandsforurening tæt ved åen
- Koncentreret udsivning af chlorerede opløsningsmidler til Grindsted Å
- Mere end 100 kg/år af vinylchlorid
- Kompliceret udsivningsmønster
- Udsivning af medicinstoffer over en længere strækning
- Grundvandsforureningen er omfattende og svær at gøre noget ved, da den ligger dybt
- Omkostningerne er vanskelig at vurdere, men overstiger Region Syddanmarks budget i mange år

Vinylchlorid koncentrationer i åen



Mange rapporter om metoder og undersøgelser er tilgængelige fra Miljøstyrelsen – Miljøprojekt 2050



- Regneværktøj til at beregne fortynding vandløb:
- DIMICON, udviklet på DTU Miljø
- Kan downloades fra dette link:
<http://www.sara.env.dtu.dk/modelvaerktoejer/risiko-vurdering-af-vandloeb>

dimicon

File Tools Results

En/Da Input file: ----

Calculation parameters

Investigated distance [m] 100

Resolution grid dx [m] 0.25

Resolution grid dy [m] 0.5

Stream parameters

Depth [m] 0.2

Width [m] 1

Slope [-] 0.0005

Flow rate [m³/s] 0.01

Contaminant parameters

Coordinate plume [upstream, m] 0

Plume width [m] 50

Mass discharge [kg/y] 1

C (background) [ug/L] 0

Seepage location: Bank

Results

Calc. mixing zone = 10 m
(10x stream width)

C_{mz} = - ug/L

C_{mix} = - ug/L

L_{mix} = - m

(From upstream edge of plume, based on deviation criteria: +/- 5 %)

C(max) = - ug/L
(at the downstream edge of the plume, dependent on resolution x)

Output

Output file name: result_dimicon .txt Run Cancel

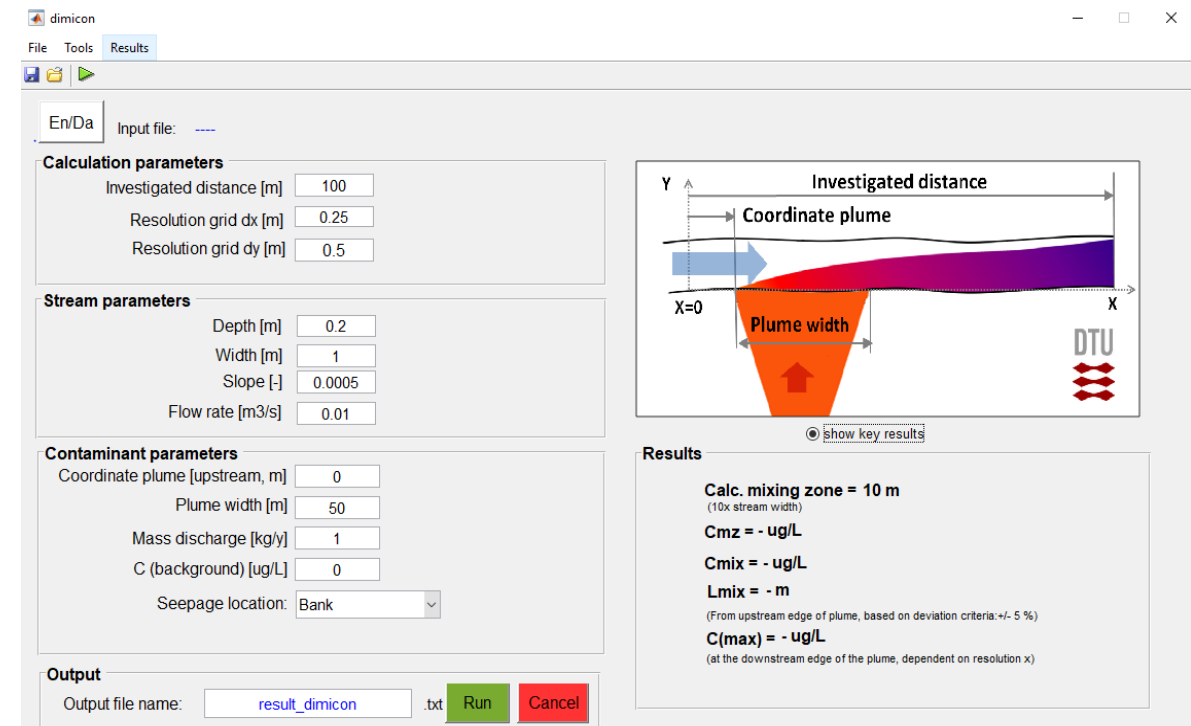
Nye metoder undervejs i Riverscapes

"An eye in the sky"



Billede, tak til Filippo Bandini, Riverscapes

- Regneværktøj til at beregne fortyndning vandløb:
- DIMICON, udviklet på DTU Miljø
- Kan downloades fra dette link:
<http://www.sara.env.dtu.dk/modelvaerktoejer/risiko-vurdering-af-vandloeb>



dimicon

File Tools Results

En/Da Input file: ----

Calculation parameters

Investigated distance [m] 100

Resolution grid dx [m] 0.25

Resolution grid dy [m] 0.5

Stream parameters

Depth [m] 0.2

Width [m] 1

Slope [-] 0.0005

Flow rate [m³/s] 0.01

Contaminant parameters

Coordinate plume [upstream, m] 0

Plume width [m] 50

Mass discharge [kg/y] 1

C (background) [ug/L] 0

Seepage location: Bank

Results

Calc. mixing zone = 10 m
(10x stream width)

C_{mz} = - ug/L

C_{mix} = - ug/L

L_{mix} = - m

C(max) = - ug/L
(at the downstream edge of the plume, dependent on resolution x)

Output

Output file name: result_dimicon .txt Run Cancel

Diagram: A schematic diagram showing a river cross-section with a plume. The plume is represented by a red arrow pointing downstream. The width of the plume is labeled 'Plume width'. The distance from the source to the plume is labeled 'Coordinate plume'. The total distance investigated is labeled 'Investigated distance'. The diagram is labeled 'X=0' and 'X'.

Kan andre miljøhensyn spille ind i håndtering af jordforureninger, der truer overfladevand



Menneskeskabte påvirkninger

Byudvikling - arealanvendelse
Klimasikring og oversvømmelser
Vandindvinding
Landbrug
Udledninger
Jordforureninger

Andre interesser

- Rekreative formål
- Huspriser
- Byudvikling – nye projektsalg
- Turisme

Kan andre miljøhensyn spille ind i håndtering af jordforureninger, der truer overfladevand

Menneskeskabte påvirkninger

Byudvikling - arealanvendelse
Klimasikring og oversvømmelser
Vandindvinding
Landbrug
Udledninger
Jordforureninger

Andre interesser

- Rekreative formål
- Huspriser
- Byudvikling – nye projektsalg
- Turisme

Kan andre miljøhensyn spille ind i håndtering af jordforureninger, der truer overfladevand

JA

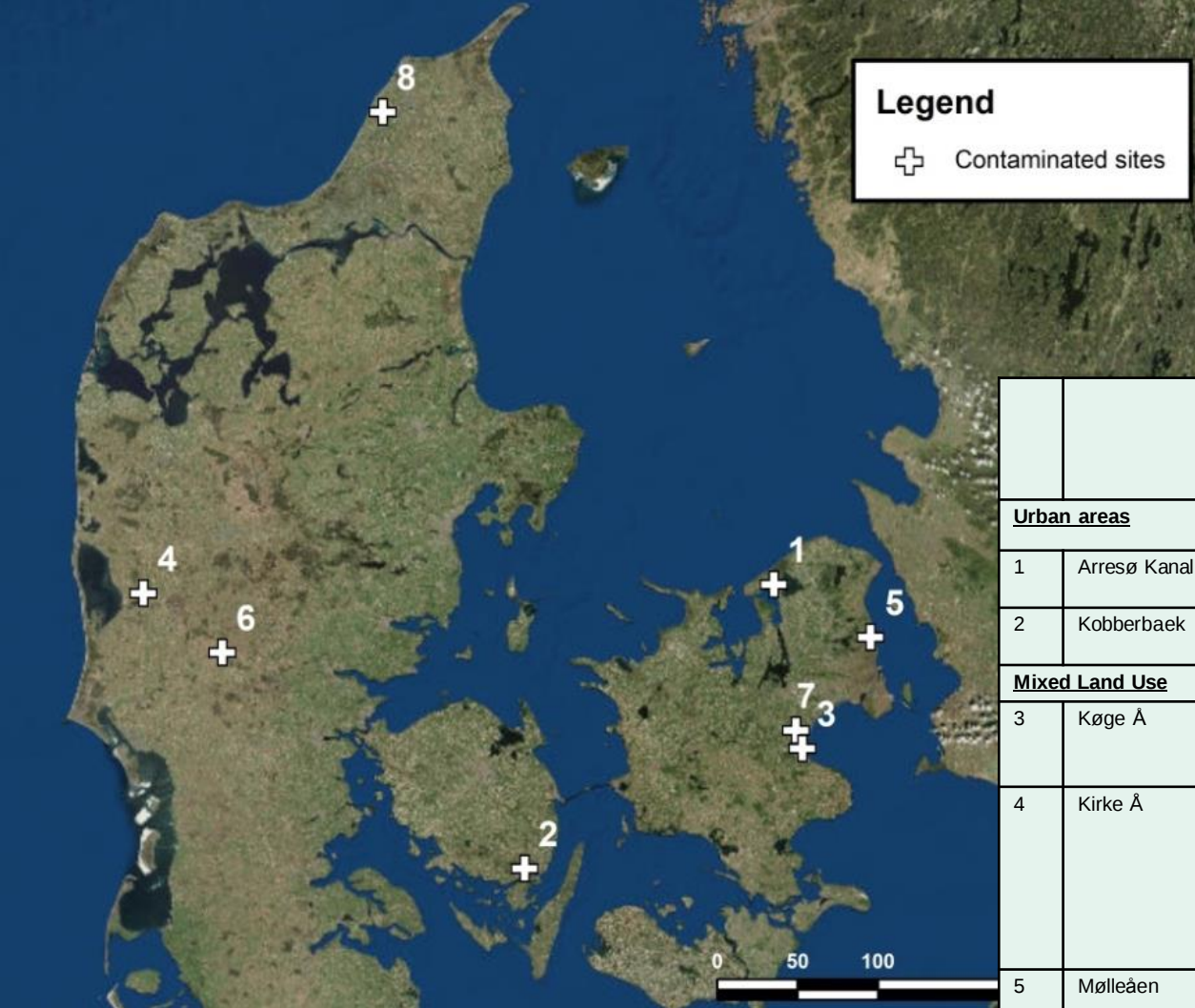
Menneskeskabte påvirkninger

- Byudvikling - arealanvendelse
- Klimasikring og oversvømmelser
- Vandindvinding
- Landbrug
- Udledninger
- Jordforureninger

Andre interesser

- Rekreative formål
- Huspriser
- Byudvikling – nye projektsalg
- Turisme





Påvirkninger fra by og land

Mixed land use

		Contaminated site	Wastewater discharges	Industrial discharges	Fish farms	Agricultural fields	CSO drains	Urban Stormwater drains
Urban areas								
1	Arresø Kanal	X					X	X
2	Kobberbaek	X					X	X
Mixed Land Use								
3	Køge Å	X				X	X	X
4	Kirke Å	X	(X) downstream from the section of interest	(X) downstream from the section of interest			X	X
5	Mølleåen	X	(X) upstream of the section of interest				X	X
6	Grindsted Å	X	X	X	X	X	X	X
Rural Areas								
7	Skensved Å	X	X	X		X	X	X
8	Hundelev Å	X				X		

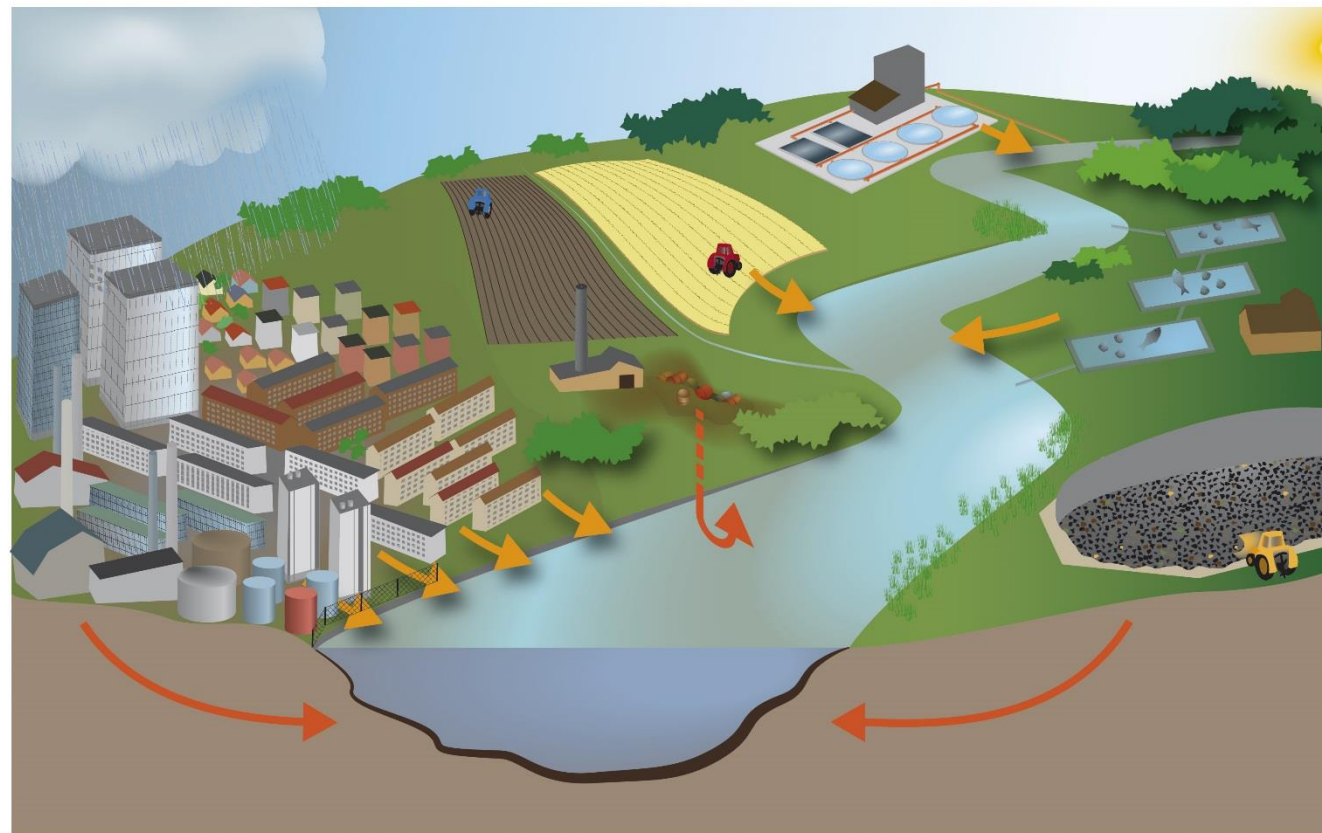
Bigi et al. (2018).
Miljøprojekt nr. 2040

Nogle eksempler på produkter og kemiske stoffer

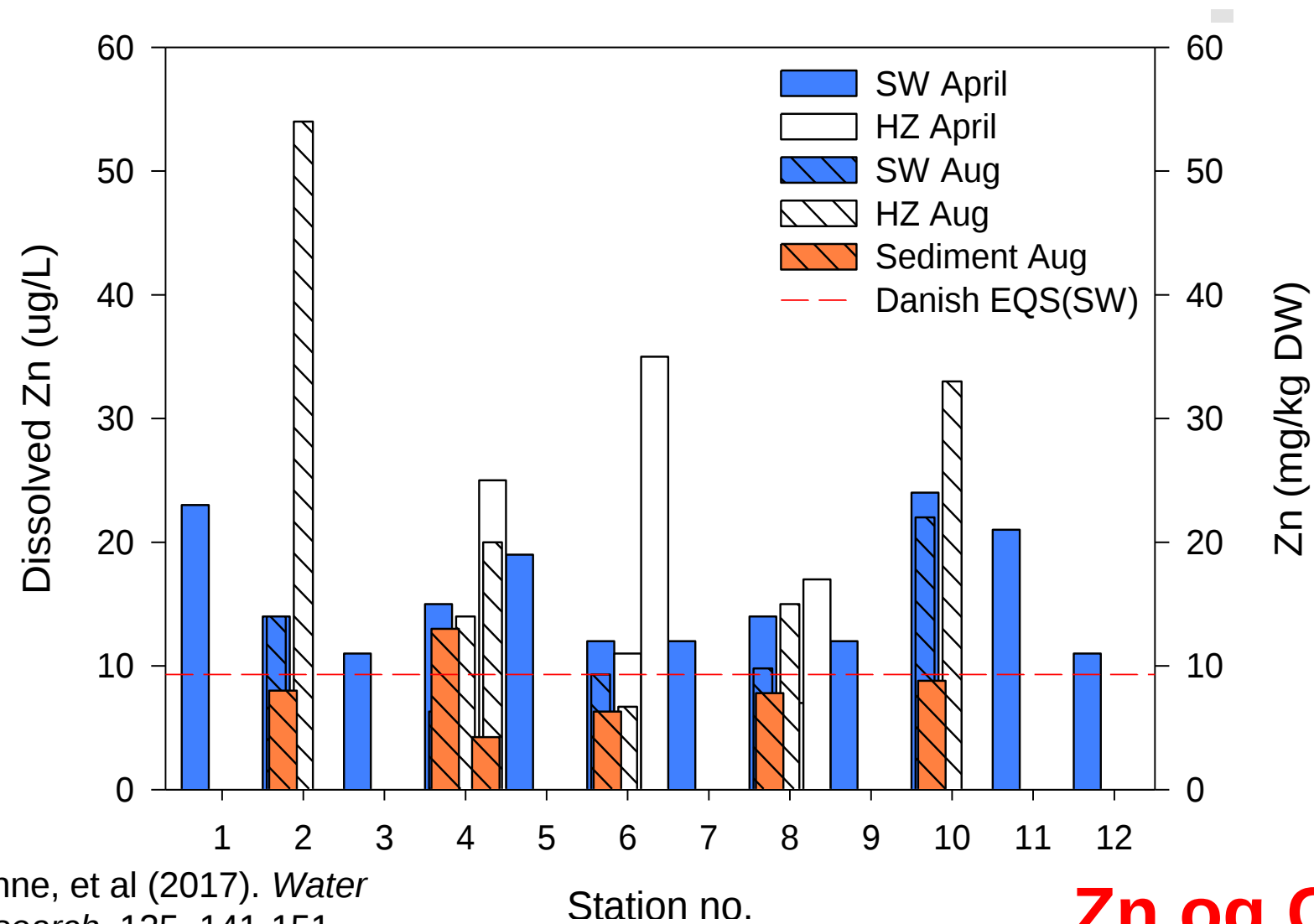
- Medicinstoffer
- Pesticider og biocider
- Polyaromatiske hydrocarboner (PAH'er)
- Personlige "care produkter"
- Chlorerede opløsningsmidler
- Benzinstoffer
- Brandhæmmere (PFOS/PFAS)
- Kvælstof, fosfor, organisk stof (NPO)
- Uorganiske stoffer
- Metaller.

Geogenic
sources

As og Ni

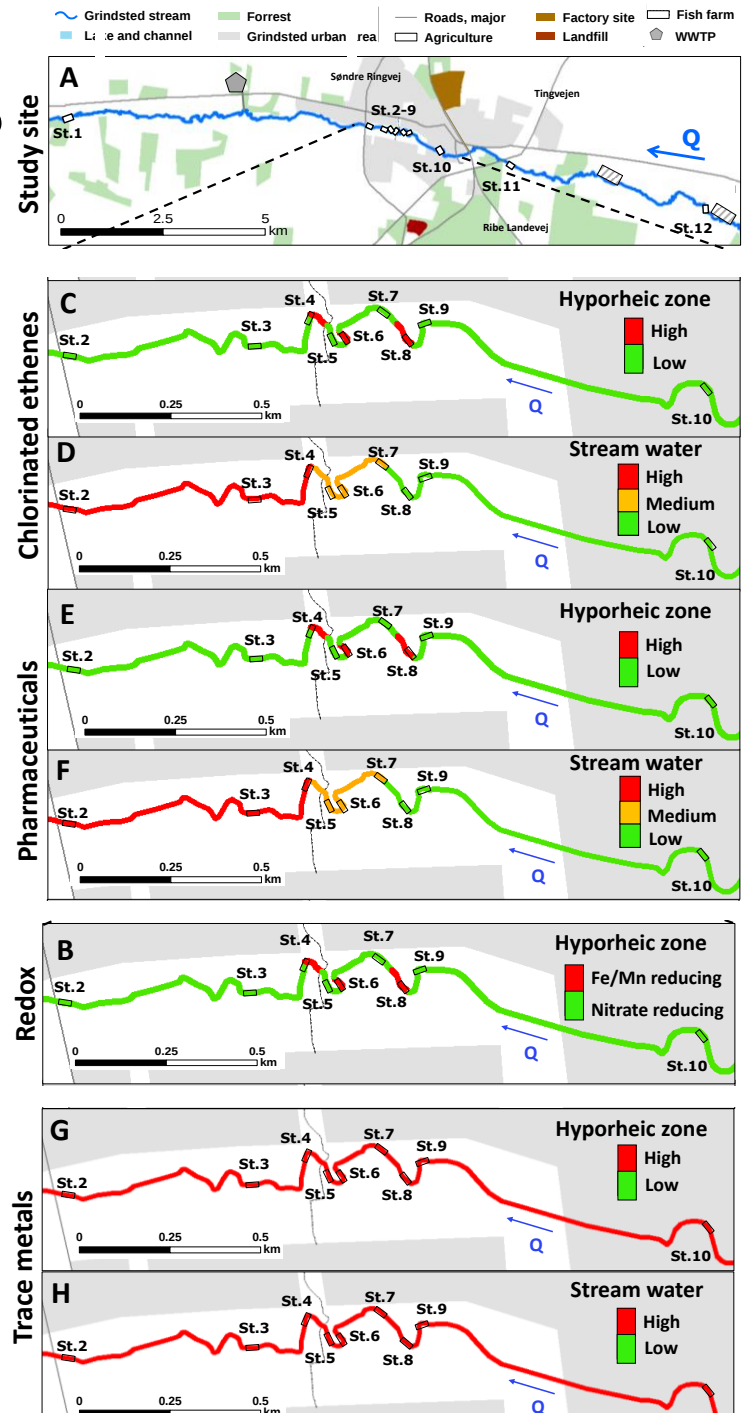


Hvilke stoffer udgør risikoen i Grindsted Å ?



Sonne, et al (2017). *Water Research*, 125, 141-151.

Zn og Cu



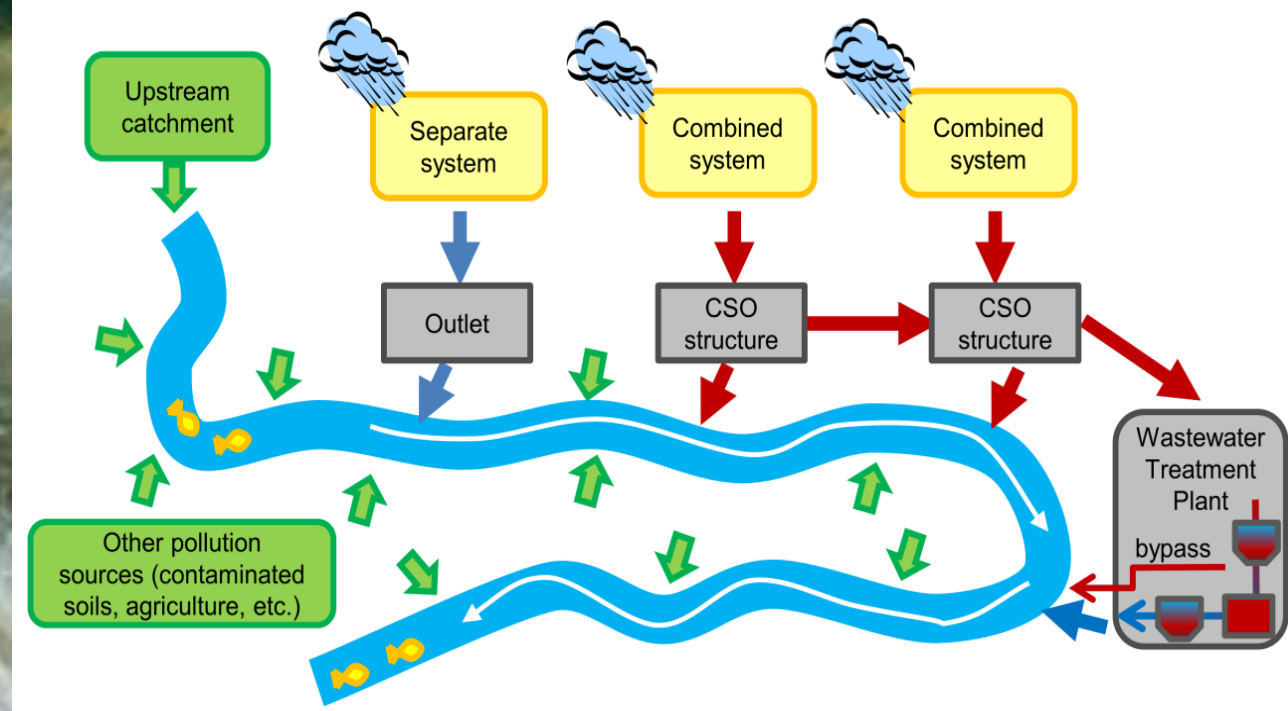
Legacy Pesticides

Modern Pesticides



McKnight, U.S.; Rasmussen, J.J.; Kronvang, B, Binning, P.J.; Bjerg, P.L. (2015). Sources, occurrence and predicted aquatic impact of legacy and contemporary pesticides in streams. *Environmental pollution*, 200, 64-76.

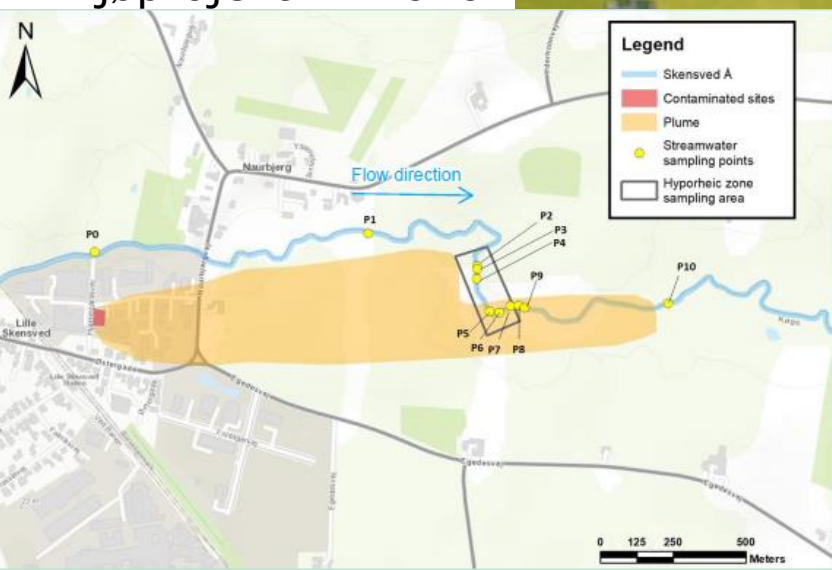




Vezzaro, L., Brudler, S., McKnight, U.S., Rasmussen, J.J., Mikkelsen, P.S., Arnbjerg-Nielsen, K. (2018), Operationelle udlederkrav for regnbetingede overløb fra fællessystemer til vandløb. DTU Miljø, Danmarks Tekniske Universitet, Kgs. Lyngby

Skensved å

Bigi et al. (2018).
Miljøprojekt nr. 2040

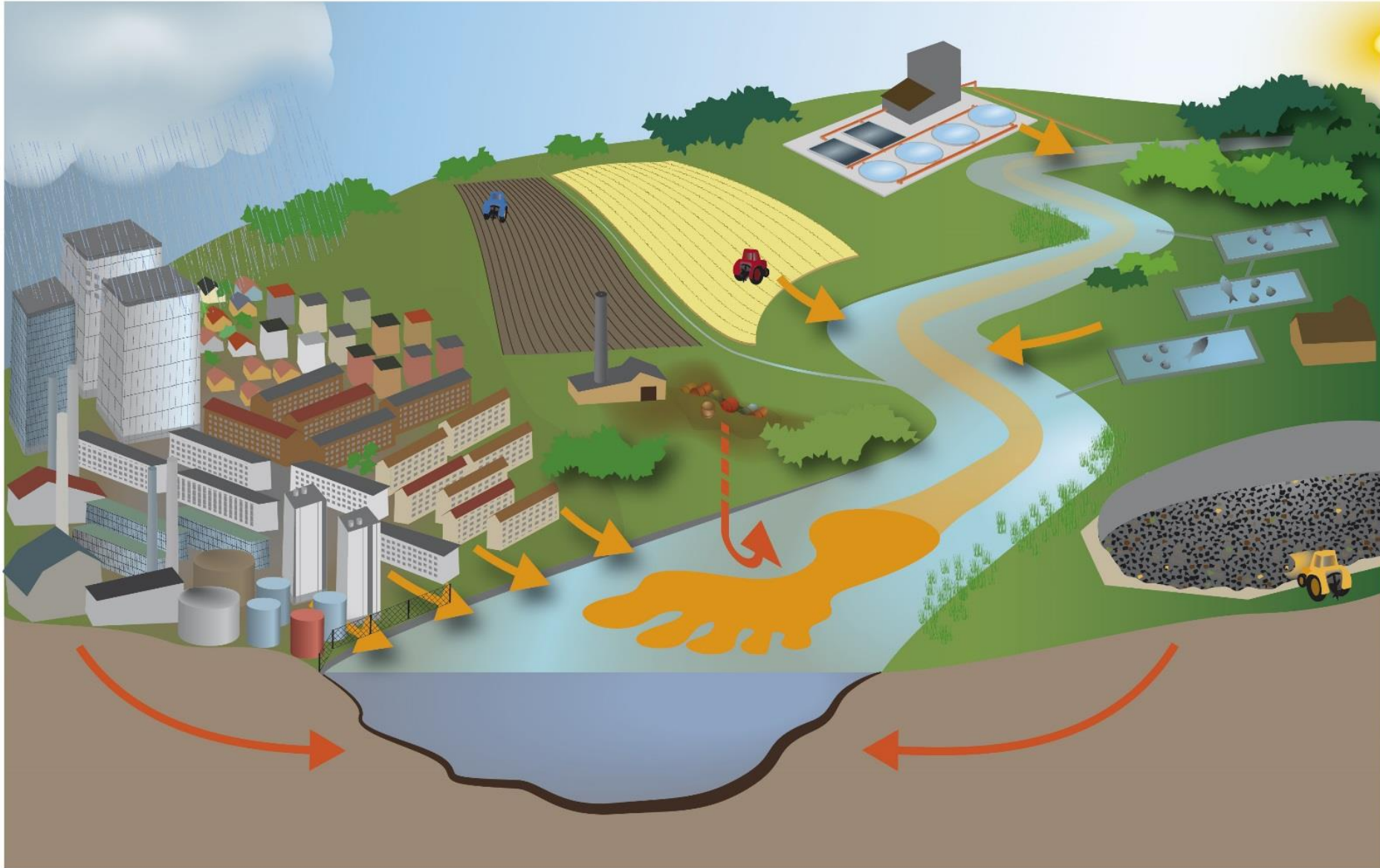


Skensved å

Vurdering af påvirkninger
Beslutningsstøtteværktøj

	Compounds	Expected or known sources	IC	Rum	Tid
Chlorinated compounds	Trichlorethylene (TCE)	Point source Contaminated site(s)			Continuous (CMD= 0,4-1,2 kg/y)
	1,1-dichlorethylene (1,1-DCE)				Continuous (CMD= 0,2 kg/y)
	cis-1,2-dichlorethylene (cis-DCE)				Continuous (CMD= 0,2-0,4 kg/y)
Pesticides	Glyphosate	Diffuse source Agricultural fields			Semi-continuous
	AMPA				Semi-continuous
	Bentazone				Semi-continuous
	Desphenyl-chloridazon				Semi-continuous
PAHs	Naphtalene	Point source direct discharges Stormwater separate systems and CSOs			Pulse
	Acenaphtene				Pulse
	Fluorene				Pulse
	Phenanthrene				Pulse
	Anthracene				Pulse
	Fluoranthene				Pulse
	Pyrene				Pulse
	Benzo(a)anthracene				Pulse
	Chrysene				Pulse

Mange forureningskilder – tid og rum



Oversigt over Væsentlige Vand-forvaltningsmæssige Opgaver på landsplan

VVO'er

De væsentlige vandforvaltningsmæssige opgaver omfatter en liste over de påvirkninger, som har størst indvirkning på miljøtilstanden i Danmarks vandløb, søer, kystvande og grundvand, og som i større eller mindre udstrækning er medvirkende til, at nogle vandområder ikke kan opfylde vandrammedirektivets mål om god økologisk og god kemisk tilstand.

Påvirkninger af vandkvalitet for vandløb

- Dambrug, renseanlæg og regnbetingede udløb
- Spredt bebyggelse
- Okker
- Miljøfarlige forurenende stoffer fra bl.a. husholdninger og erhverv
- *Fosfor*



Forurenede
grunde?

Påvirkninger rapporteret i Vandområdeplaner 2016-2021

Vandplaner og havmiljø

J.nr. NST-4209-00459

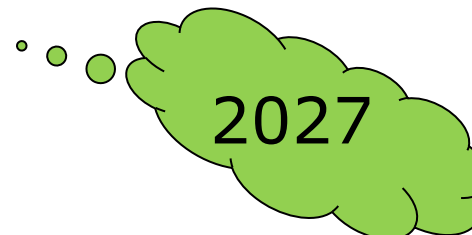
Ref. idaba

Den 15. december 2014

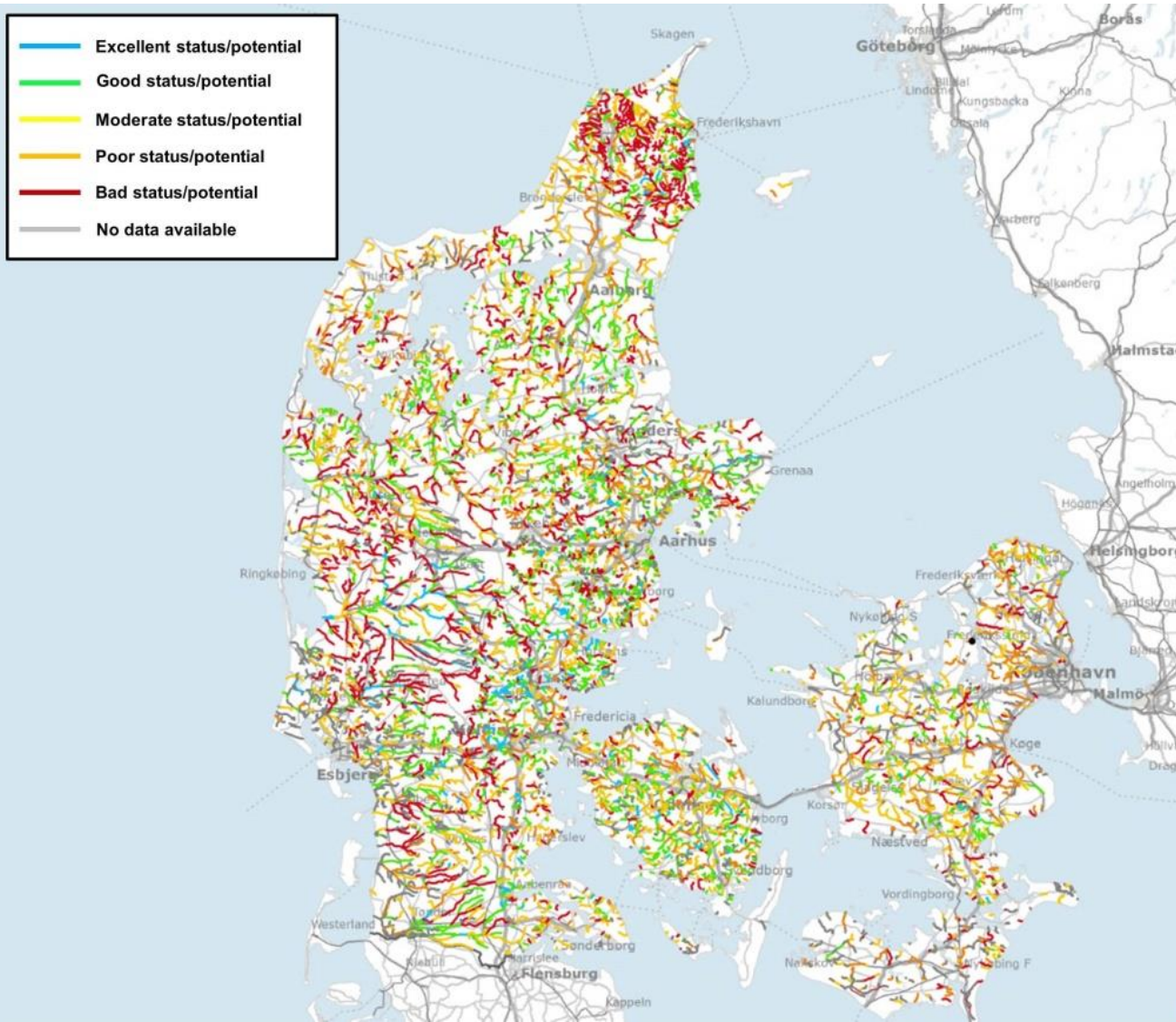
Regionernes opgave

- Med ændring af jordforureningsloven 1. januar 2014 skal regionerne systematisk finde frem til de jordforureninger, der kan true vandløb, søer, fjorde og kystvande samt de internationale naturbeskyttelsesområder.
- Opgaven skal være gennemført inden 1. januar 2019 og løses ved hjælp af en screeningsundersøgelse.
- De jordforureninger, der her udpeges, vil danne grundlag for regionernes videre indsats, hvor jordforureninger undersøges og ryddes op, hvis de truer dyre- og plantelivet.
- Den videre indsats i vandområdeplanerne igangsættes derfor i perioden fra 2021 til 2027, efter regionernes screeningsundersøgelser mv., og er rettet mod opfyldelse af miljømålene i den tredje planperiode.
- Det er på nuværende tidspunkt uvist, hvor stor en kilde jordforureninger er til belastning med miljøfarlige forurenende stoffer af overfladevandområder.
- Det vides derfor heller ikke, hvor stor en virkning indsatsen over for jordforureninger vil have på miljøtilstanden.
- Indsatsen vil dog alt andet lige sikre, at en mulig kilde til belastning med miljøfarlige forurenende stoffer kan bremses.

Citat fra Vandområdeplaner 2016-2021



Økologisk tilstand i vandløb



- Økologisk status vurderer i dag stort set kun påvirkninger fra NPO
- Kemisk tilstand vurderes ud fra prioriterede stoffer og visse andre forurenende stoffer med EU-fastsatte miljøkvalitetskrav.
- Miljøfremmede stoffer med danske krav indgår i økologisk status

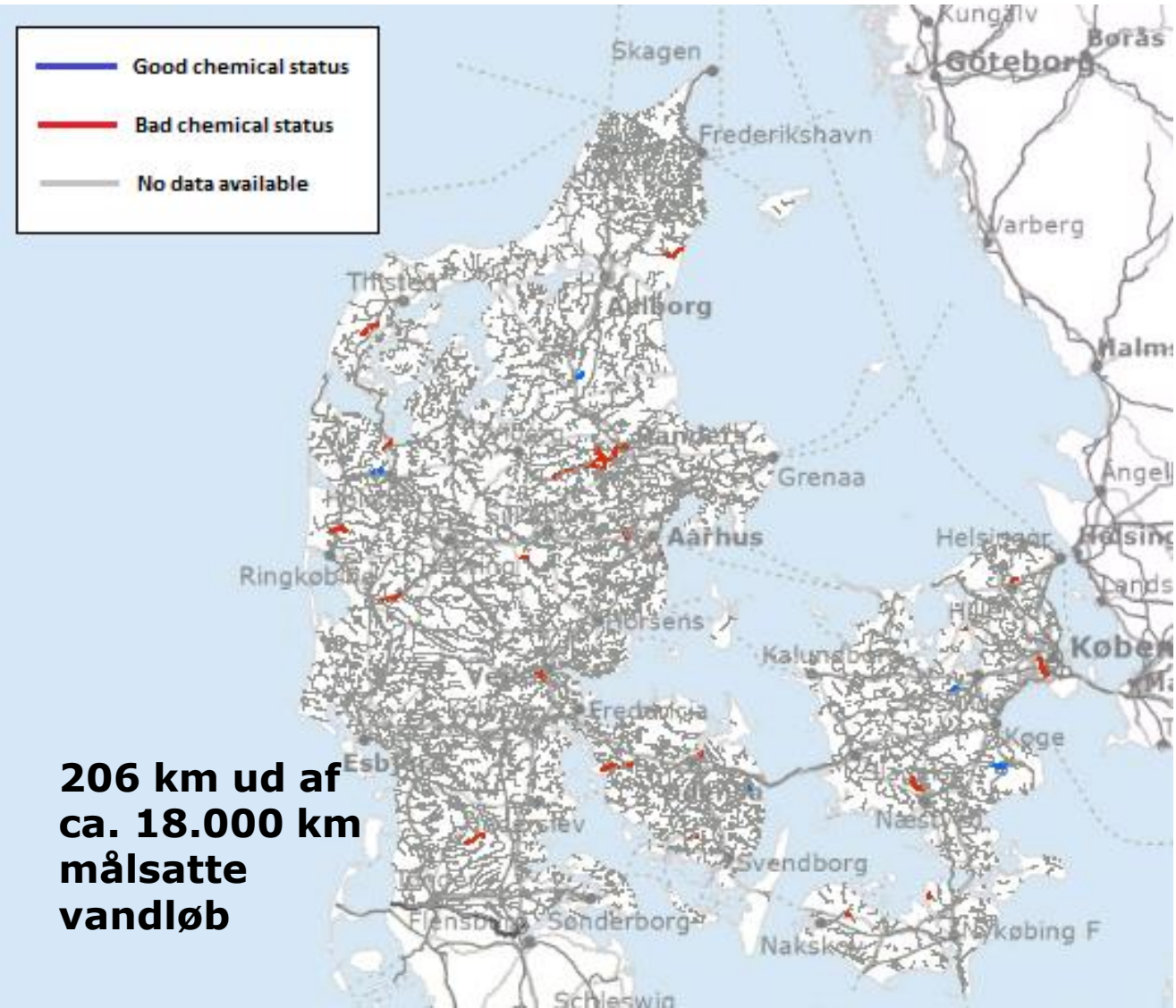
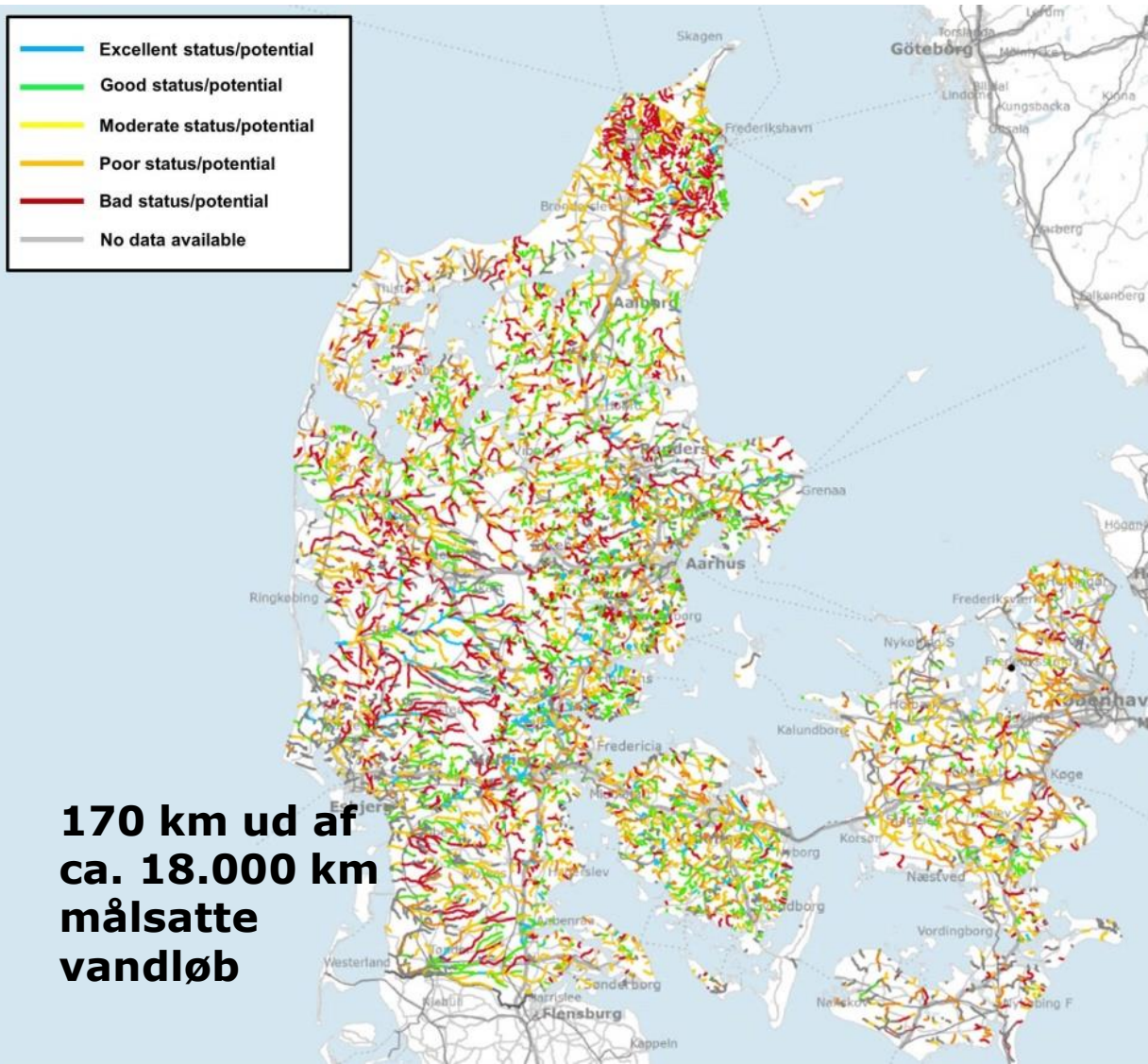


Økologisk tilstand

+ Miljøfremmede stoffer, DK krav

Kemisk tilstand

EU prioriterede stoffer





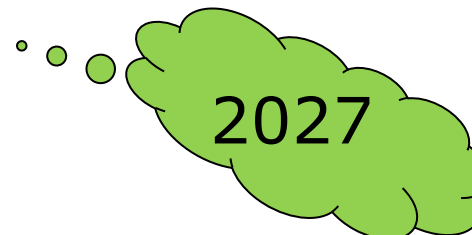
Kemisk tilstand:

Der iværksættes ingen indsats i denne planperiode i relation til grundvandets eventuelle kemiske påvirkning af vandløb, søer, kystvande eller terrestriske naturtyper. Der foreligger ikke et tilstrækkeligt vidensgrundlag til at kunne vurdere eller beskrive kontakten mellem grundvand og overfladevand, - ligesom der ikke findes beregningsmetoder, der med tilstrækkelig sikkerhed kan redegøre for en eventuel påvirkning. Med henvisning til miljømålslovens § 19 udsættes således tidsfristen for målopfyldelsen.

Regionernes opgave

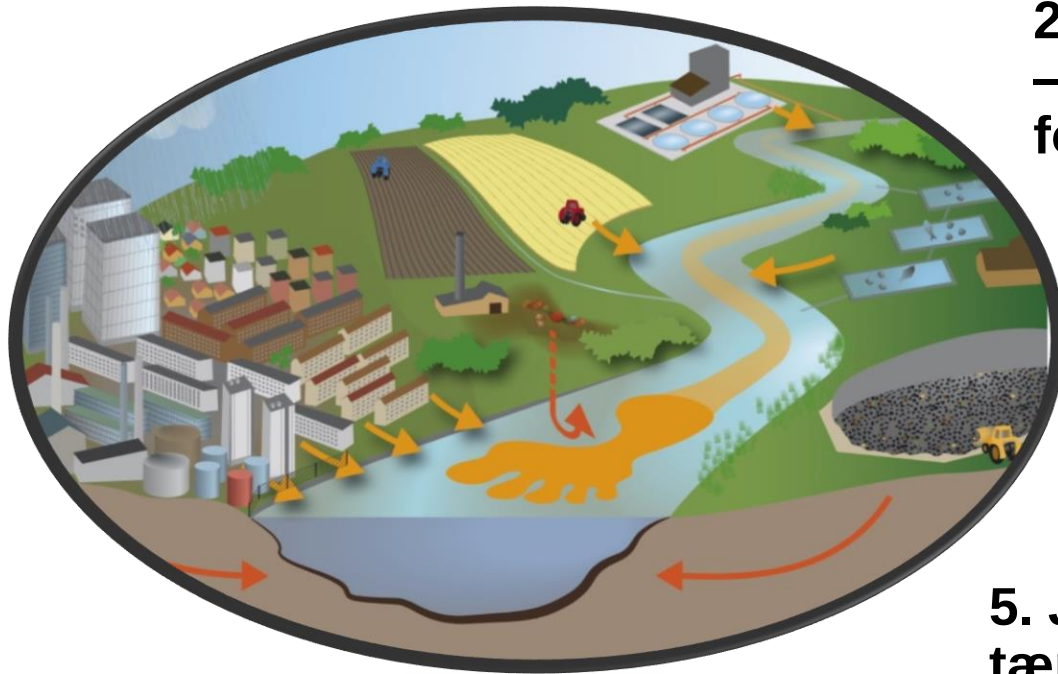
- Med ændring af jordforureningsloven 1. januar 2014 skal regionerne systematisk finde frem til de jordforureninger, der kan true vandløb, søer, fjorde og kystvande samt de internationale naturbeskyttelsesområder.
- Opgaven skal være gennemført inden 1. januar 2019 og løses ved hjælp af en screeningsundersøgelse.
- De jordforureninger, der her udpeges, vil danne grundlag for regionernes videre indsats, hvor jordforureninger undersøges og ryddes op, hvis de truer dyre- og plantelivet.
- Den videre indsats i vandområdeplanerne igangsættes derfor i perioden fra 2021 til 2027, efter regionernes screeningsundersøgelser mv., og er rettet mod opfyldelse af miljømålene i den tredje planperiode.
- Det er på nuværende tidspunkt uvist, hvor stor en kilde jordforureninger er til belastning med miljøfarlige forurenende stoffer af overfladevandområder.
- Det vides derfor heller ikke, hvor stor en virkning indsatsen over for jordforureninger vil have på miljøtilstanden.
- Indsatsen vil dog alt andet lige sikre, at en mulig kilde til belastning med miljøfarlige forurenende stoffer kan bremses.

Citat fra Vandområdeplaner 2016-2021



Hovedpointer

1. Vi ved efterhånden meget hvordan vi skal undersøge jordforureningers påvirkning af vandløb



2. Mange forureningskilder påvirker vandløb – vi skal sammenkæde kilder og påvirkninger for at foretage bæredygtige indgreb

3. Metodik udviklet for at vurdere påvirkning med flere miljøfremmede stoffer

4. Vi ved meget lidt om og påvirkningen fra miljøfremmede stoffer og tungmetaller i vandløb

5. Jordforureninger er i dag stort set ikke tænkt ind i vandområdeplaner

6. Der skal samarbejdes - også med borgere og interessenter - for sikre bæredygtige løsninger. Overfladevand påkalder sig meget mere opmærksomhed end grundvand

Litteratur, danske rapporter

- Miljøstyrelsen (2018). Vandløb påvirket af jordforurening. Tidslig variation i koncentration og vandføring. [Miljøprojekt nr. 2050](#).
- Bigi, G., Bjerg, P.L., McKnight, U.S., Aabling, J. (2018). Investigating stream water quality under conditions of multiple stress. A decision support tool for assessing contaminated sites in relation to other potential sources impacting the stream. 91 p. [Environmental Project No. 2040](#).
- Vezzaro, L., Brudler, S., McKnight, U.S., Rasmussen, J.J., Mikkelsen, P.S., Arnbjerg-Nielsen, K. (2018), Operationelle udlederkrav for regnbetingede overløb fra fællessystemer til vandløb. DTU Miljø, Danmarks Tekniske Universitet, Kgs. Lyngby
- Miljøstyrelsen (2016). Jordforureningers påvirkning af overfladevand - test af screeningsværktøjet for overfladevand, [Miljøprojekt nr.1846, 2016](#).
- Miljøstyrelsen (2015). Guide til indledende undersøgelser af jordforureninger, der udgør en potentiel risiko for overfladevand, [Miljøprojekt 1658, 2015](#)
- Aisopou, A.; Sonne, A. T.; Bjerg, P. L.; Binning, P. J. (2014a). Jordforureningers påvirkning af overfladevand, delprojekt 4: Vurdering af fortynding i vandløb ved påvirkning fra forurenede grunde. København K: Miljøministeriet. Miljøstyrelsen, 69 p. [Miljøprojekt nr. 1572](#).
- Bjerg, P. L.; Sonne, A. T.; Tuxen, N.; Skov Nielsen, S.; Roost, S. (2014b). Risikovurdering af lossepladsers påvirkning af overfladevand. København K: Miljøstyrelsen, 77 p. [Miljøprojekt nr. 1604](#).
- Nielsen, S. S.; Tuxen, N.; Frimodt Pedersen, O.; Bjerg, P. L.; Sonne, A. T.; Binning, P. J.; Fjordbøge, A. S.; Aabling, J. (2014c). Risikovurdering af overfladevand, som er påvirket af punktkildeforurenede grundvand. København K: Miljøministeriet. Miljøstyrelsen, 175 p. [Miljøprojekter; No. 1575](#).

Litteratur, engelske artikler

- Aisopou, A.; Bjerg, P.L.; Sonne, A.T.; Balbarini, N.; Rosenberg, L.; Binning, P.J. (2015). Dilution and volatilisation of groundwater contaminant discharges in streams. *Journal of Contaminant Hydrology*, 172, 71-83.
- McKnight, U.S.; Rasmussen, J.J.; Kronvang, B.; Binning, P.J.; Bjerg, P.L. (2015). Sources, occurrence and predicted aquatic impact of legacy and contemporary pesticides in streams. *Environmental pollution*, 200, 64-76.
- McKnight, Ursula S.; Rasmussen, Jes J.; Kronvang, Brian; Bjerg, Poul L.; Binning, Philip J. (2012). Integrated assessment of the impact of chemical stressors on surface water ecosystems. *Science of the Total Environment*, 427-428, 319–331.
- Milosevic, Nemanja; Thomsen, Nanna I.; Juhler, René K.; Albrechtsen, Hans-Jørgen; Bjerg, Poul L. (2012). Identification of discharge zones and quantification of contaminant mass discharges into a local stream from a landfill in a heterogeneous geologic setting. *Journal of Hydrology*. 446-447, 13-23.
- Rasmussen, J.J.; McKnight, U.S.; Sonne, A.Th.; Wiberg-Larsen, P.; Bjerg, P.L. (2016). Legacy of a Chemical Factory Site: Contaminated Groundwater Impacts Stream Macroinvertebrates. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 70, 2, 219-230.
- Rønde, V.; McKnight, U.S.; Sonne, A.Th.; Balbarini, N.; Devlin, J.F.; Bjerg, P.L. (2017). Contaminant mass discharge to streams: comparing direct groundwater velocity measurements and multi-level groundwater sampling with an in-stream approach. *Journal of Contaminant Hydrology*. 206, 43-54.
- Sonne, A.T.; McKnight, U.S.; Rønde, V.; Bjerg, P.L. (2017). Assessing the chemical contamination dynamics in a mixed land use stream system. *Water Research*, 125, 141-151.
- Sonne, A.T.; Rasmussen, J.J.; Höss, S.; Traunspurger, W.; Bjerg, P.L.; McKnight, U.S. (2018). Linking ecological health to co-occurring organic and inorganic chemical stressors in a groundwater-fed stream system. *Science of the Total Environment*. 642, 1153-1162.

Tak for opmærksomheden

Billede, tak til Filippo Bandini, Riverscape



Acknowledgements



GEOlogical, geophysical and CONtaminant monitoring for contaminated site investigation.



Research institutions

Industry partners



Funding:



InnovationsFonden
FORSKNING, TEKNOLOGI & VÆKST I DANMARK

