

Luca Vezzaro, Karsten Arnbjerg-Nielsen, Peter Steen Mikkelsen

# DANVAs Hvidbog om udledninger af vand fra byer *mulige løsninger i fremtiden*

# Hvidbogens formål



*...at skabe en fælles reference for offentlig debat omkring emnet...*

*..diskussionen ikke er for eller imod kloakker, men derimod et spørgsmål om hvorvidt og hvordan vi kan opnå samme eller bedre sundhedstilstand og miljø, selv om vi fremover vælger andre løsninger end dem vi har valgt indtil nu*

## Indhold

Fremtidens udfordringer

Hvorfor står vi i denne situation?

- Kort historisk baggrund

- Principper bag dimensionering af systemer til håndtering af regn og spildevand

- Hovedtræk af vandets infrastruktur

- By- og samfundsvækst, klimaændringer og udledninger - hvordan hænger det sammen?

Hvad der virkelig har betydning for miljøet

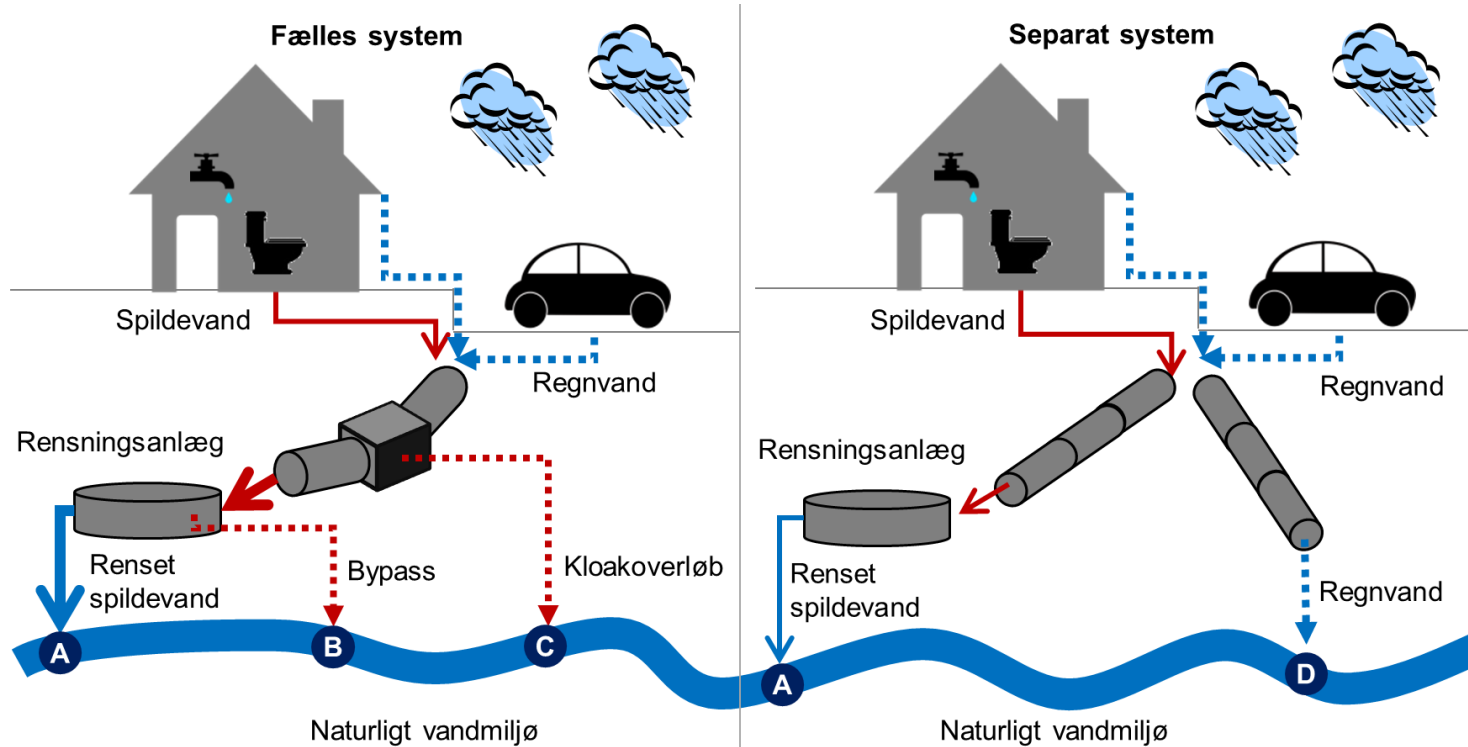
- Hvad er spildevand og hvad er regnvand?

- Regnbetingede udledninger – hvorfor er de så svære at håndtere?

- Recipienteffekter i ferskvand og saltvand – herunder badevand

## Mulige løsninger

# Vi kigger på alle udledningner



- 1 Spildevand renselanlæg
- 2 Bypass
- 3 Overløb fra fællessystemer
- 4 Separate regnvandssystemer

# Udfordringer

- 1 Reduktion af udledning af drivhusgasser
- 2 Tilpasning til et ændret klima
- 3 Cirkulær økonomi/grøn omstilling
- 4 Miljøfremmede stoffer og mikroplastik
- 5 Samfundets voksende forventninger

# Udfordringer og mulige løsninger

- 1 Reduktion af udledning af drivhusgasser
- 2 Tilpasning til et ændret klima
- 3 Cirkulær økonomi/grøn omstilling
- 4 Miljøfremmede stoffer og mikroplastik
- 5 Samfundets voksende forventninger

## Teknologiske indgrebsmuligheder

*Rensning ved udledningspunkt (end-of-pipe)*  
*Decentral rensning ved udledningspunkt*  
*Cirkulære vandsystemer*  
*Kloakseparering*  
*Kildekontrol*  
*Optimering af den eksisterende infrastruktur*

## Bedre datagrundlag

*Indsats over for de store overløb/bypass*  
*Definitioner og incitamenter for at reducere overløb*  
*Indsats over for kemiske stoffer ifm. Kloakseparering*  
*Digitalisering og integration på tværs af sektoren*

## Regulering og helhedsplanlægning

*Helhedsorienteret planlægning*  
*Centralisering vs. decentralisering*  
*Vandkvantitet og -kvalitet i ét harmoniseret regelsæt*  
*Vandoplands perspektiv*  
*Klare regler for renseteknologier og kildekontrol*  
*Skræddersyet regulering om regnbetingede udledninger*

# Udfordringer og mulige løsninger

- 1 Reduktion af udledning af drivhusgasser
- 2 Tilpasning til et ændret klima
- 3 Cirkulær økonomi/grøn omstilling
- 4 Miljøfremmede stoffer og mikroplastik
- 4 Samfundets voksende forventninger

## Teknologiske indgrebsmuligheder

*Rensning ved udledningspunkt (end-of-pipe)*  
*Decentral rensning ved udledningspunkt*  
*Cirkulære vandsystemer*  
*Kloakseparering*  
*Kildekontrol*  
*Optimering af den eksisterende infrastruktur*

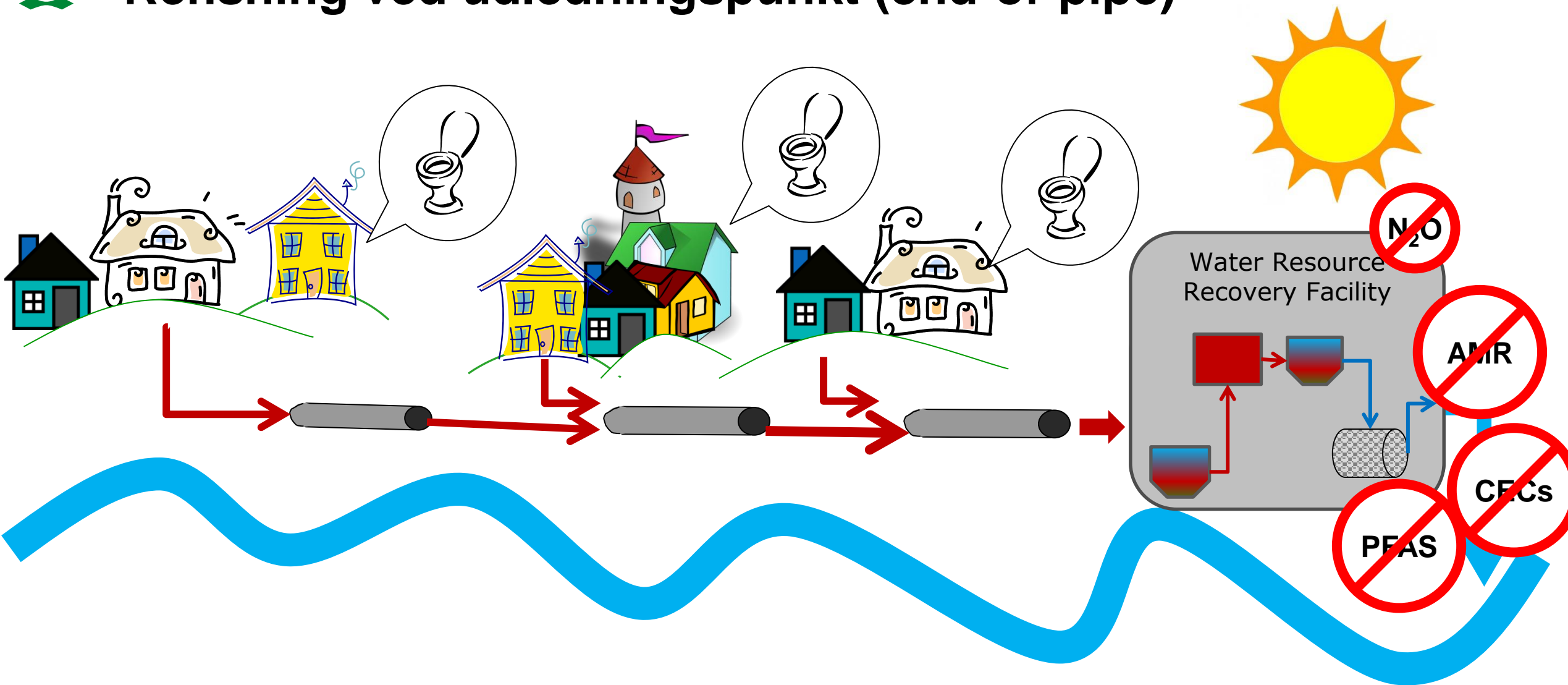
## Bedre datagrundlag

*Indsats over for de store overløb/bypass*  
*Definitioner og incitamentter for at reducere overløb*  
*Indsats over for kemiske stoffer ifm. Kloakseparering*  
*Digitalisering og integration på tværs af sektoren*

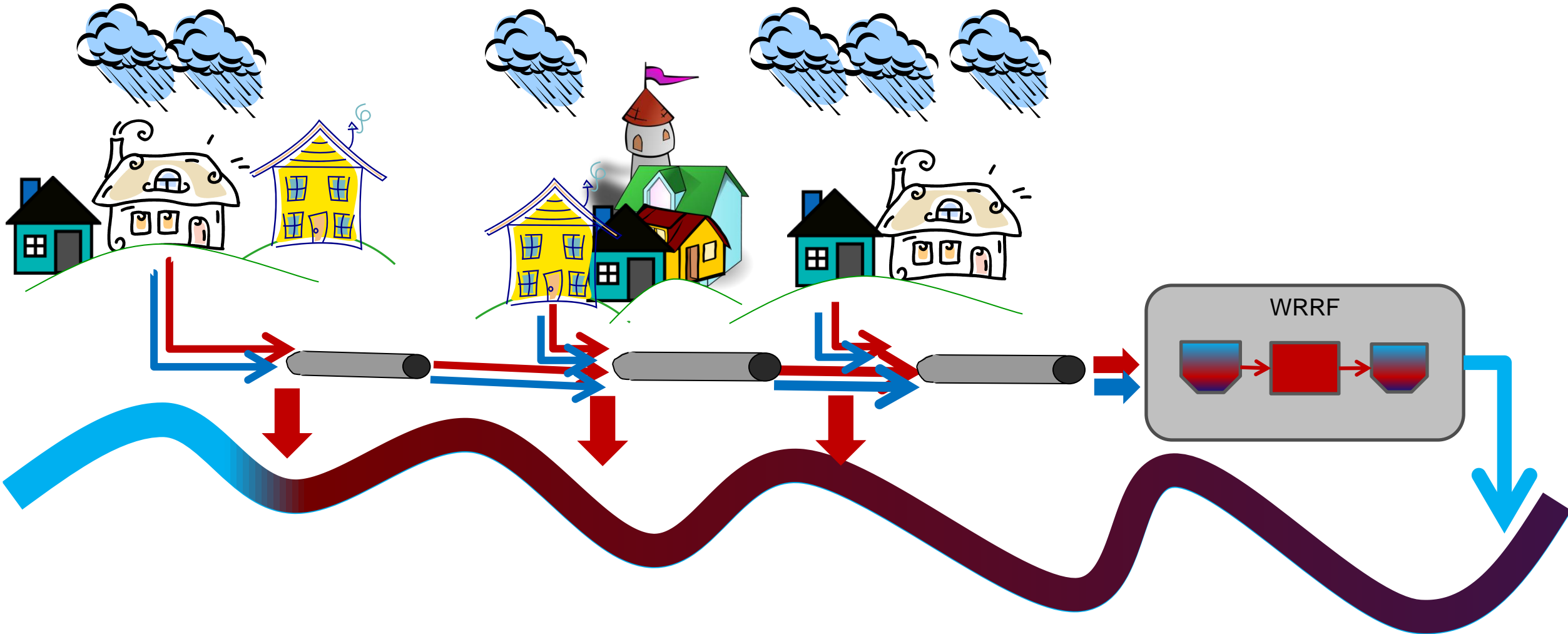
## Regulering og helhedsplanlægning

*Helhedsorienteret planlægning*  
*Centralisering vs. decentralisering*  
*Vandkvantitet og -kvalitet i ét harmoniseret regelsæt*  
*Vandoplands perspektiv*  
*Klare regler for renseteknologier og kildekontrol*  
*Skræddersyet regulering om regnbetingede udledninger*

# Rensning ved udledningspunkt (end-of-pipe)

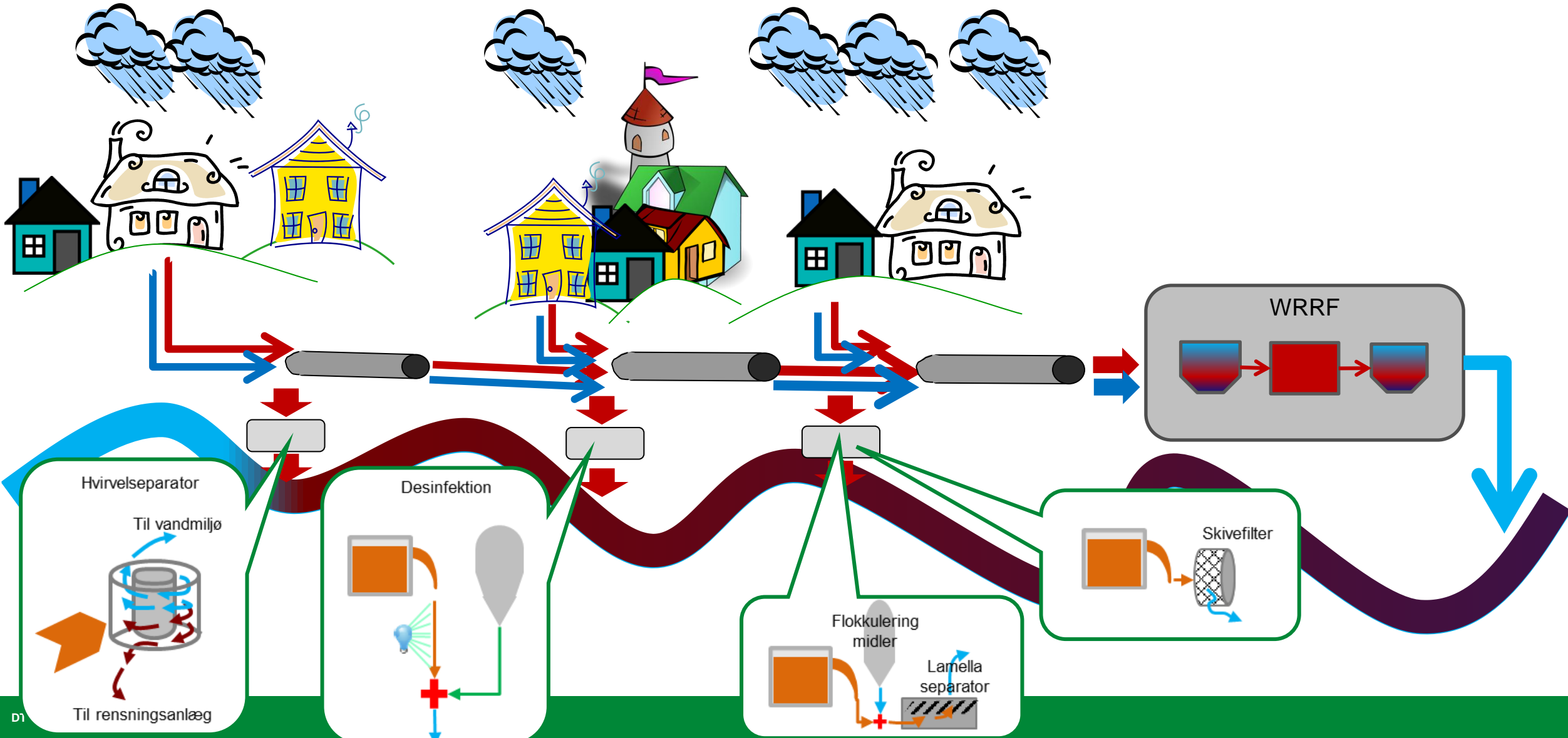


# Decentral rensning ved udledningsspunkt



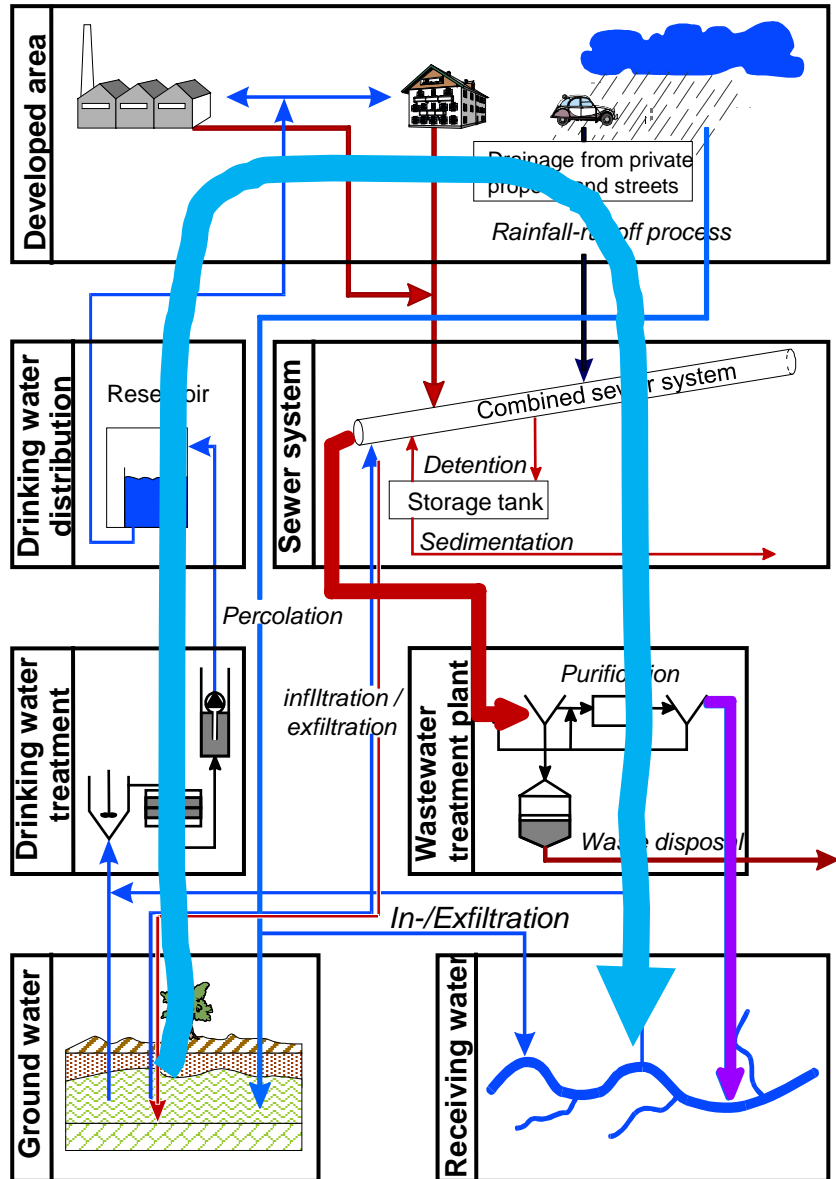


# Decentral rensning ved udledningsspunkt

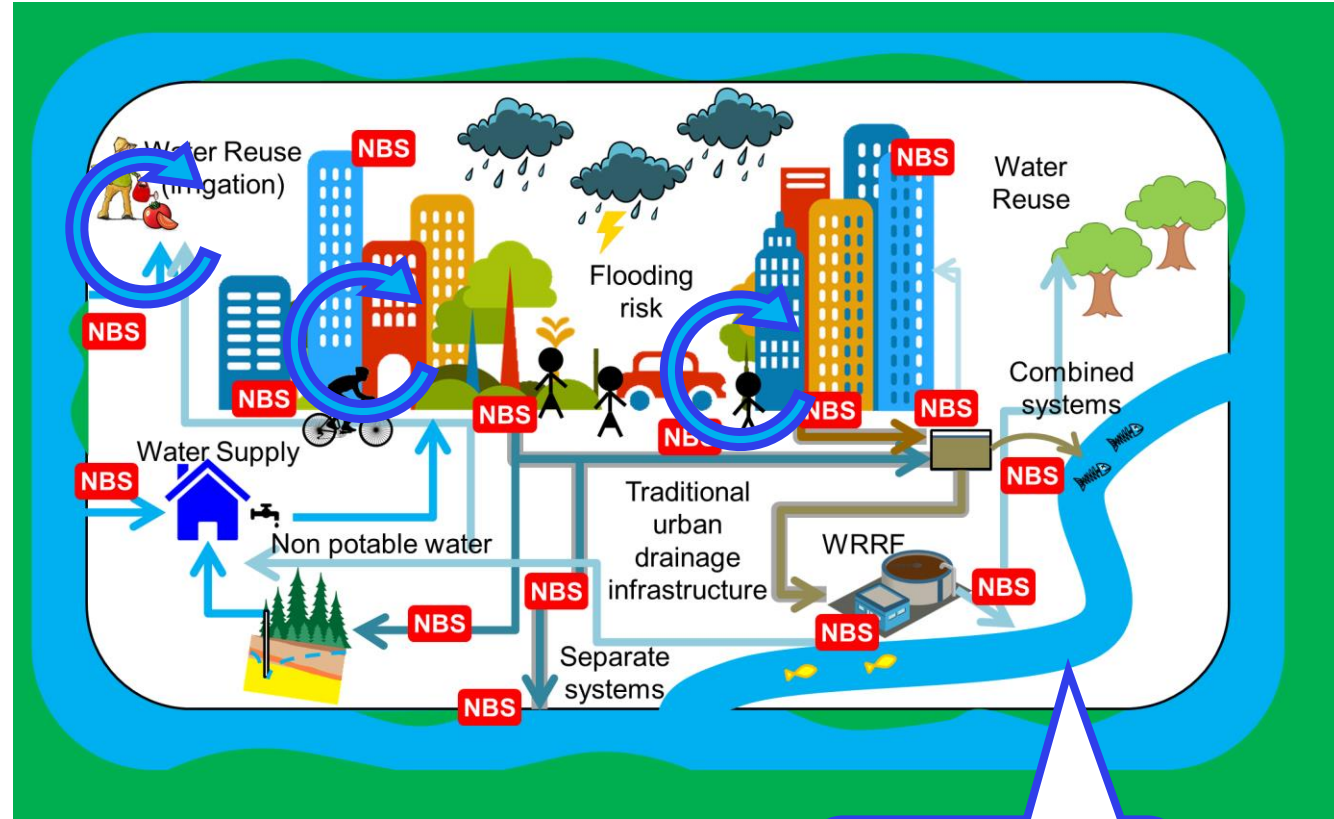


# Cirkulære vandsystemer

Fra Linært

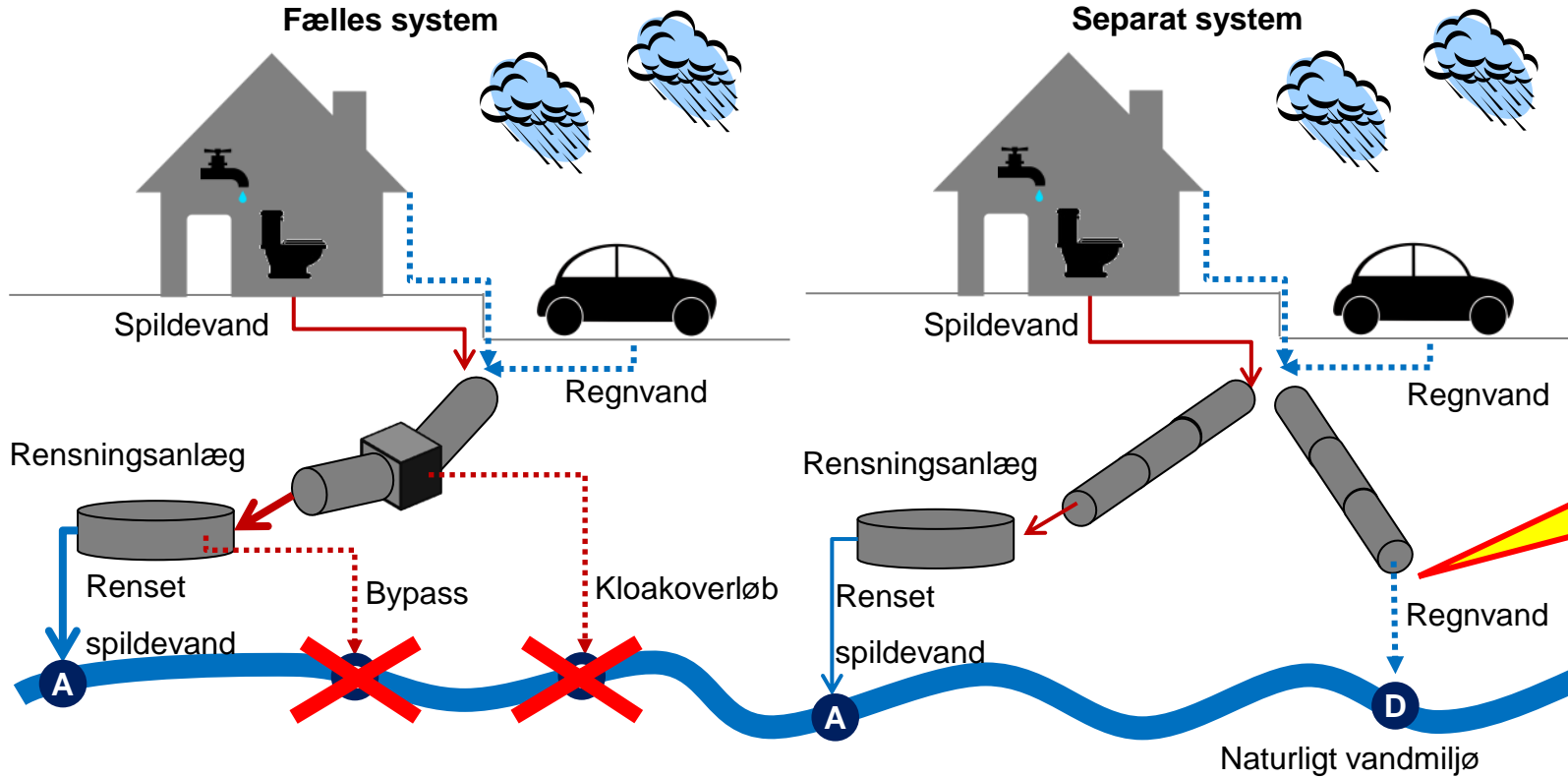


Til Cirkulært

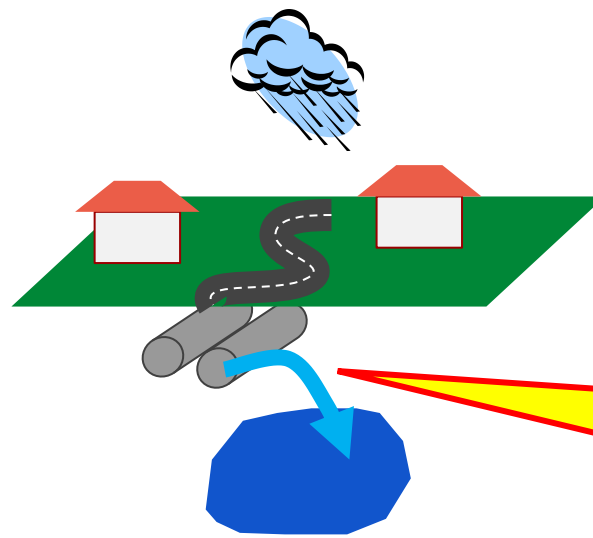
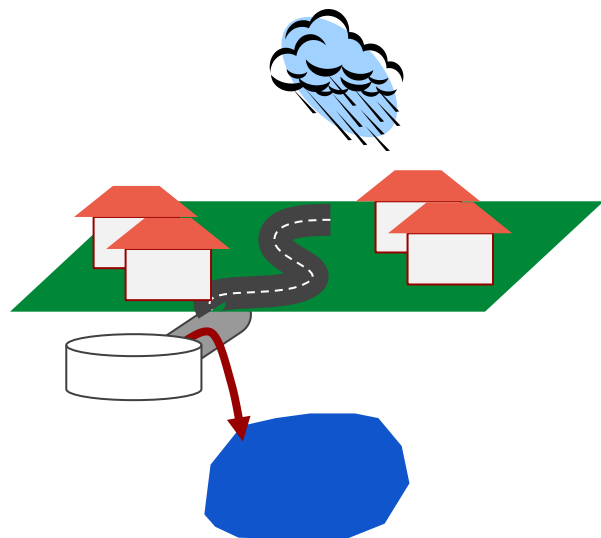


Mere genbrug –  
mindre  
udledning

# Kloakseparering

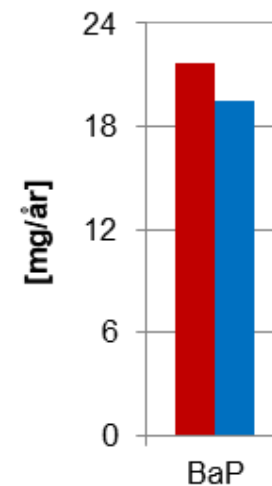
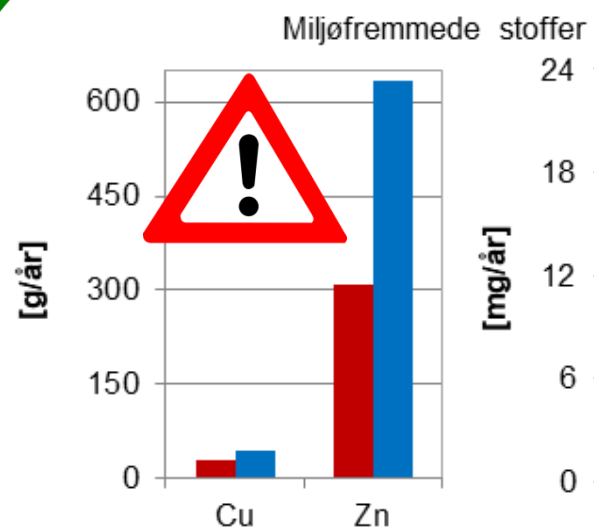
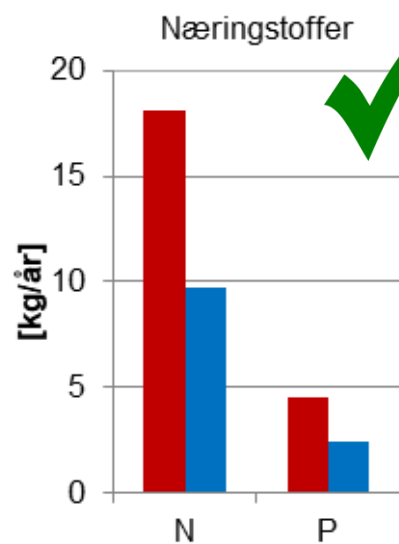
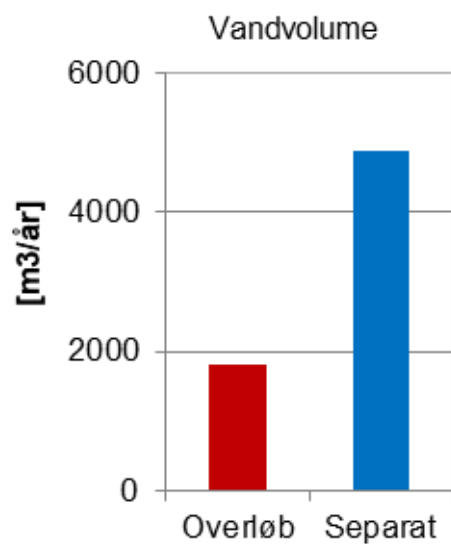


**Der skal være noget rensning!**



1 ha opland

Typetal fra Miljøstyrelsen (samme brugt i PULS afrapportering)



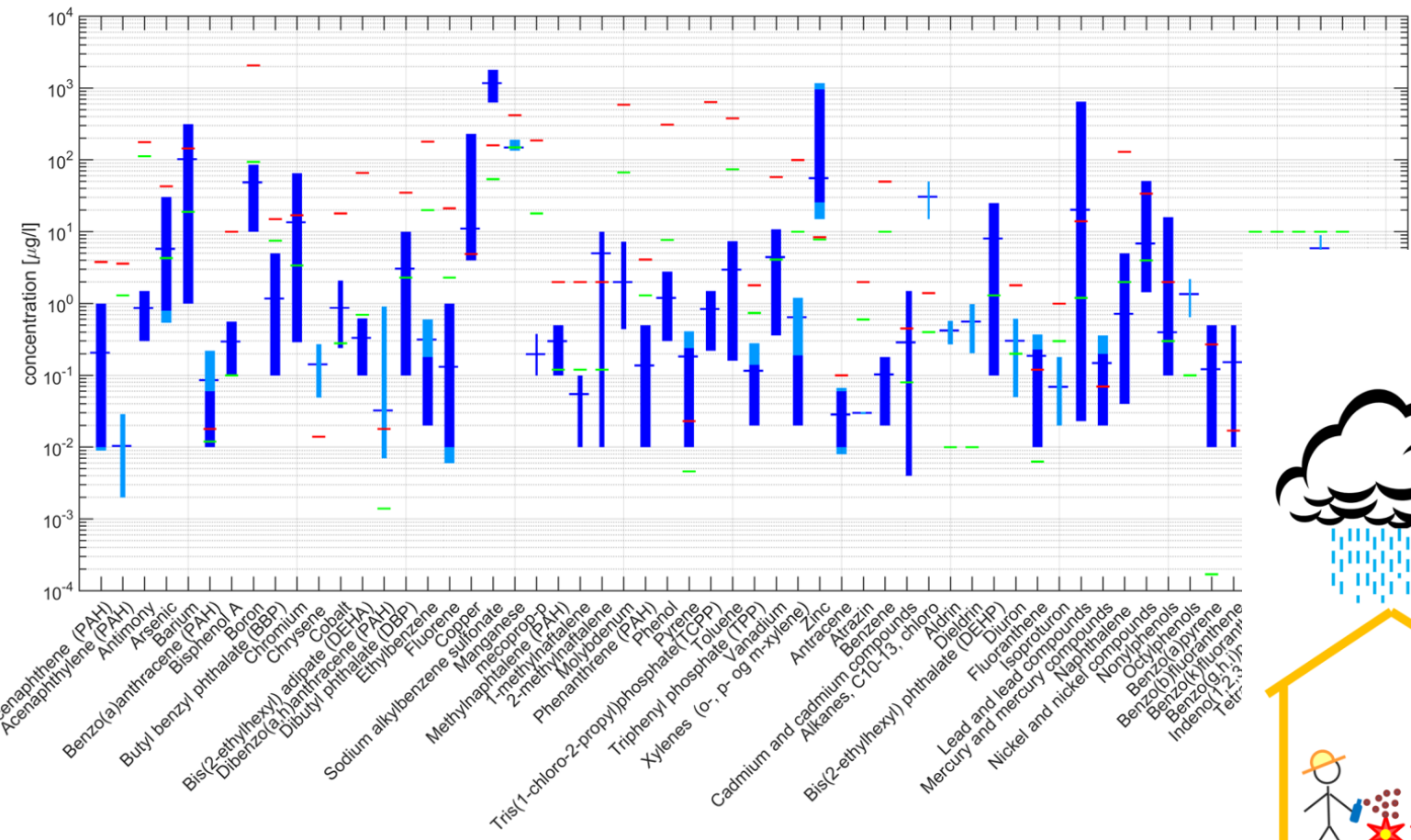
Der skal være noget rensning!



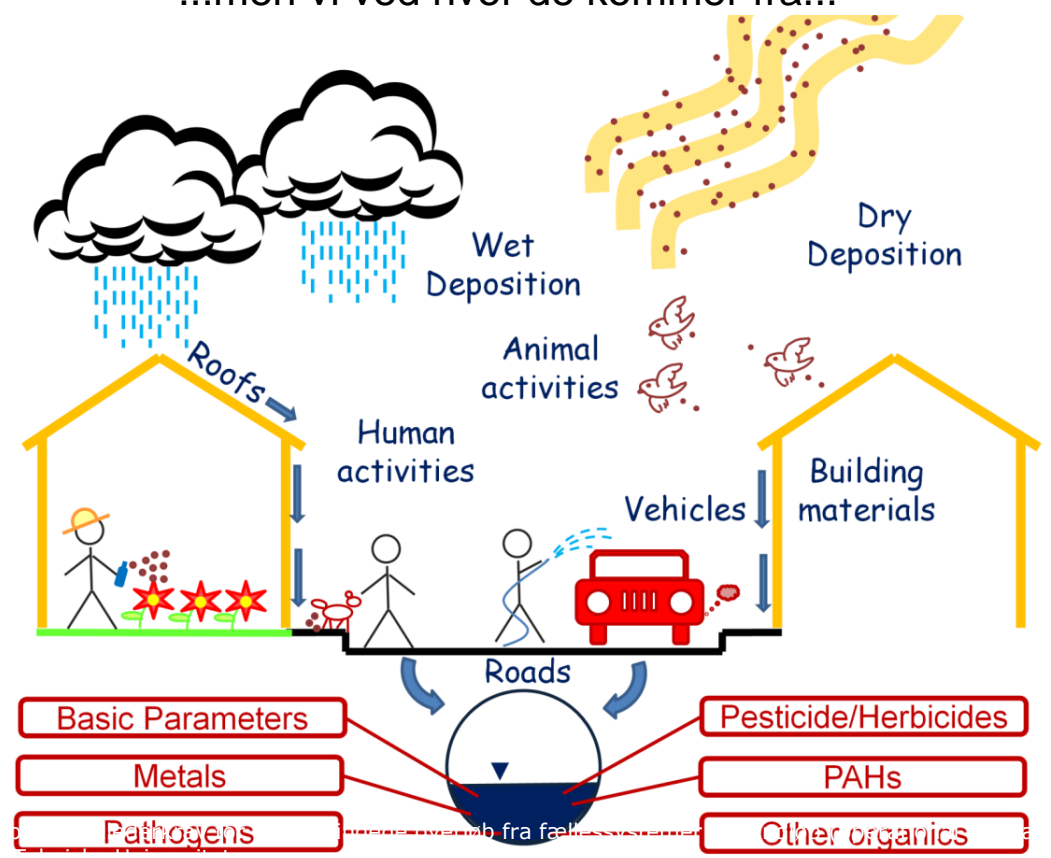
# Kildekontrol

...de er svære at fjerne...

Mange stoffer i spildevand/regnvand...



...men vi ved hvor de kommer fra...

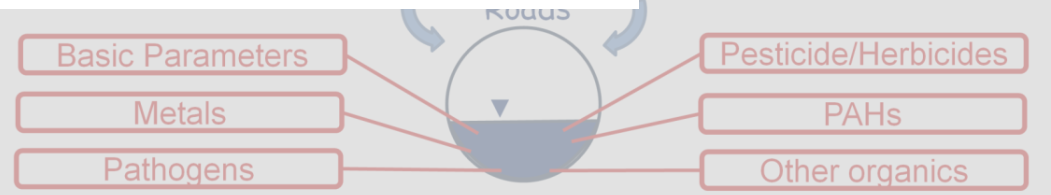
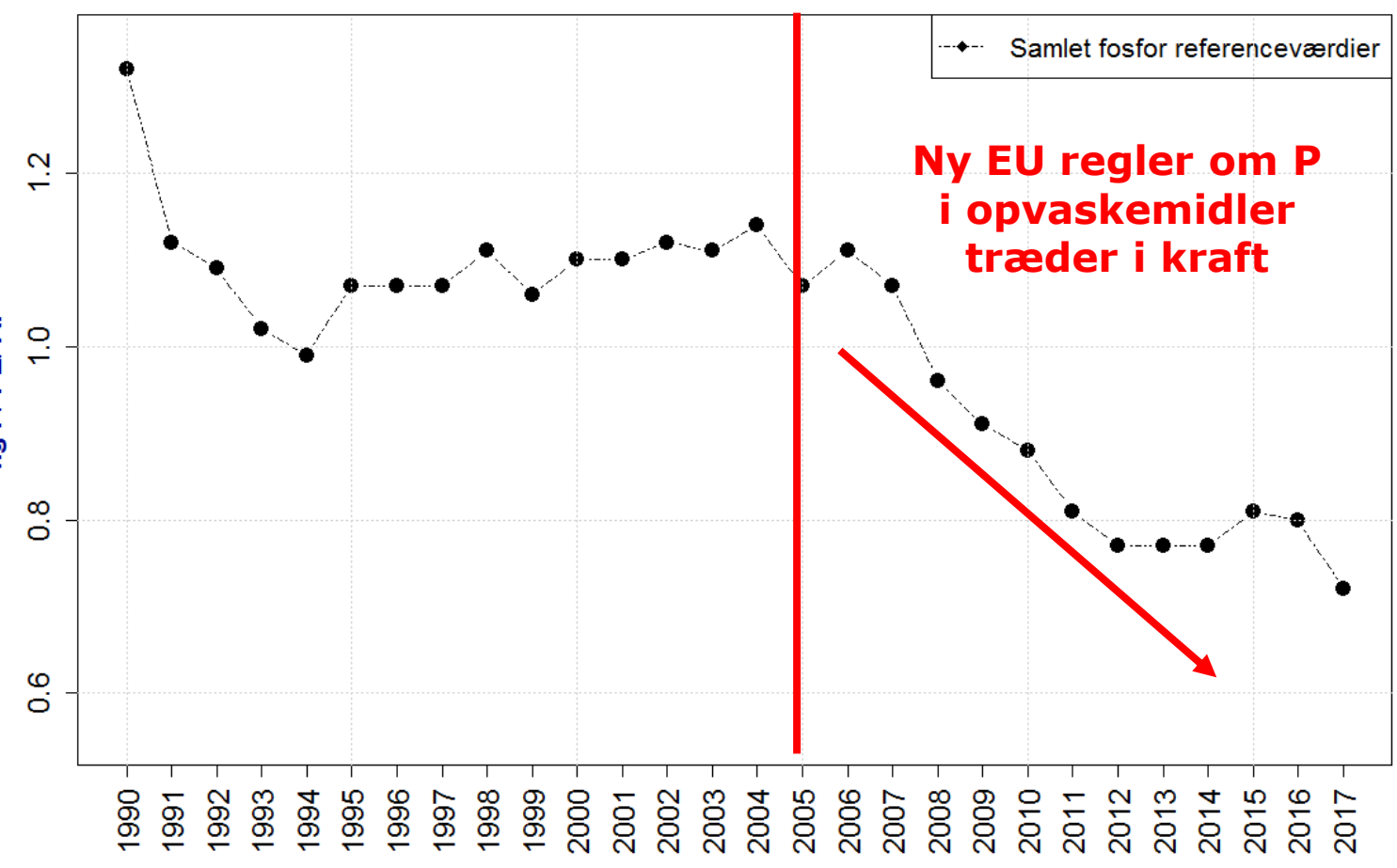
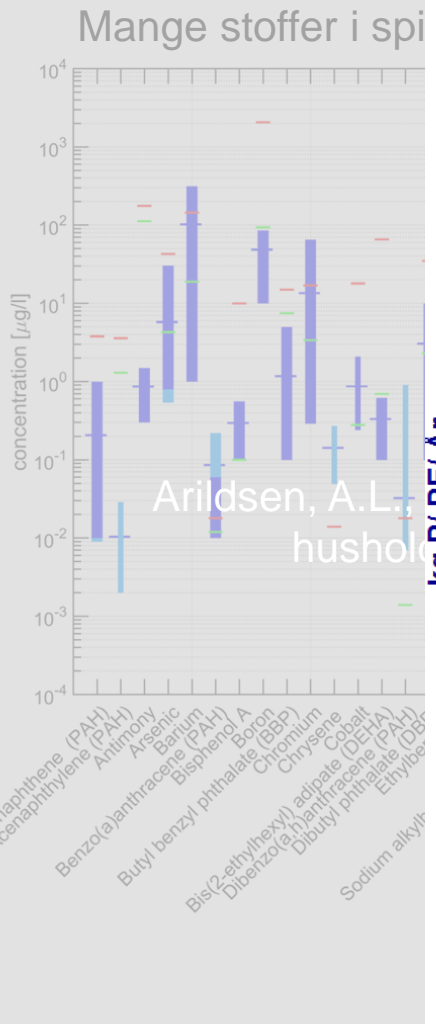




# Kildekontrol

## Målinger fra Danske renselanlæg 1990-2017

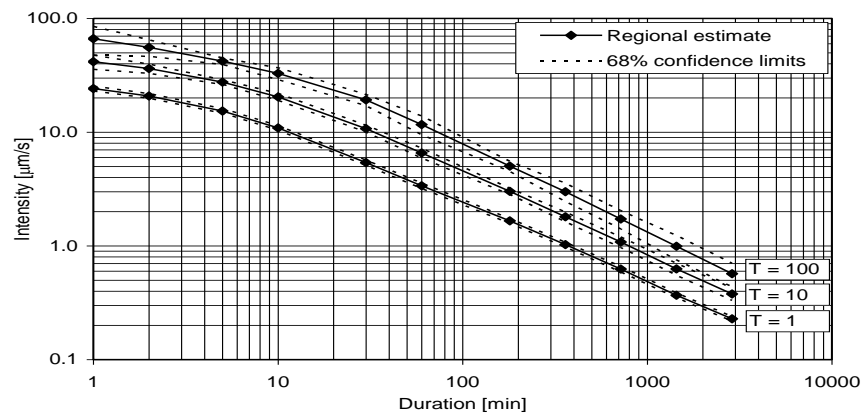
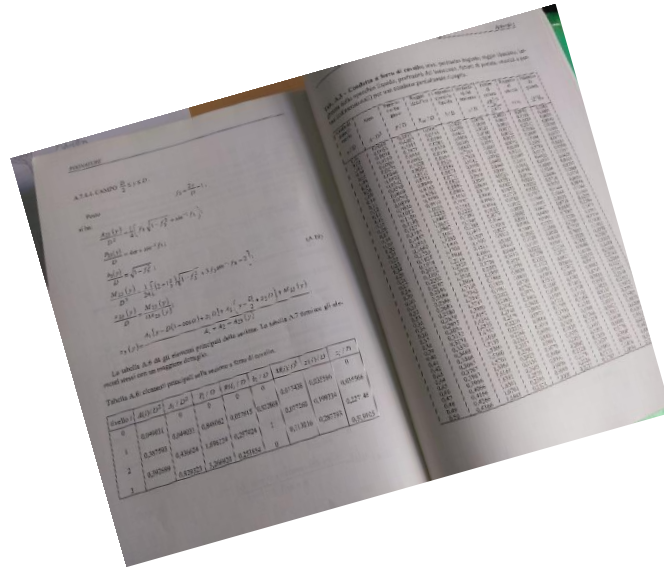
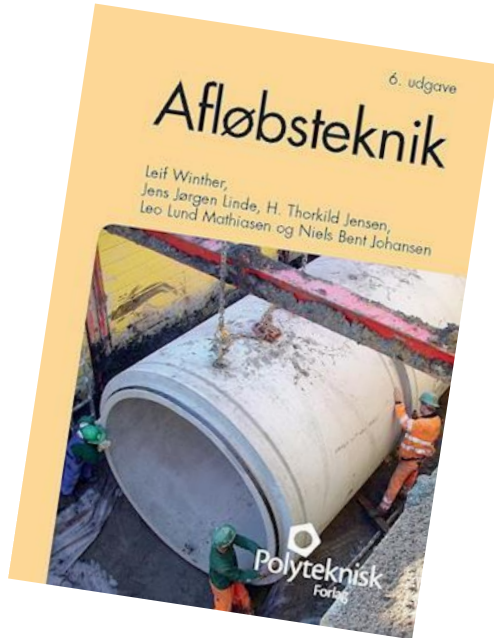
### Fosfor referenceværdier



# Optimering af den eksisterende infrastruktur

Vi bygger en stor statisk infrastruktur...

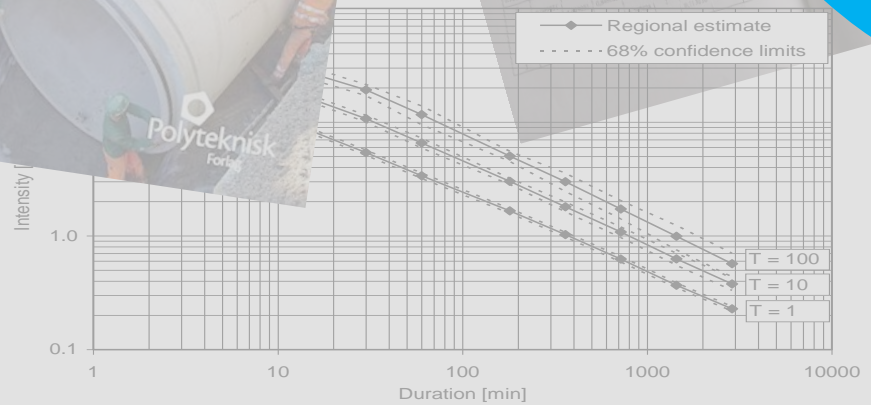
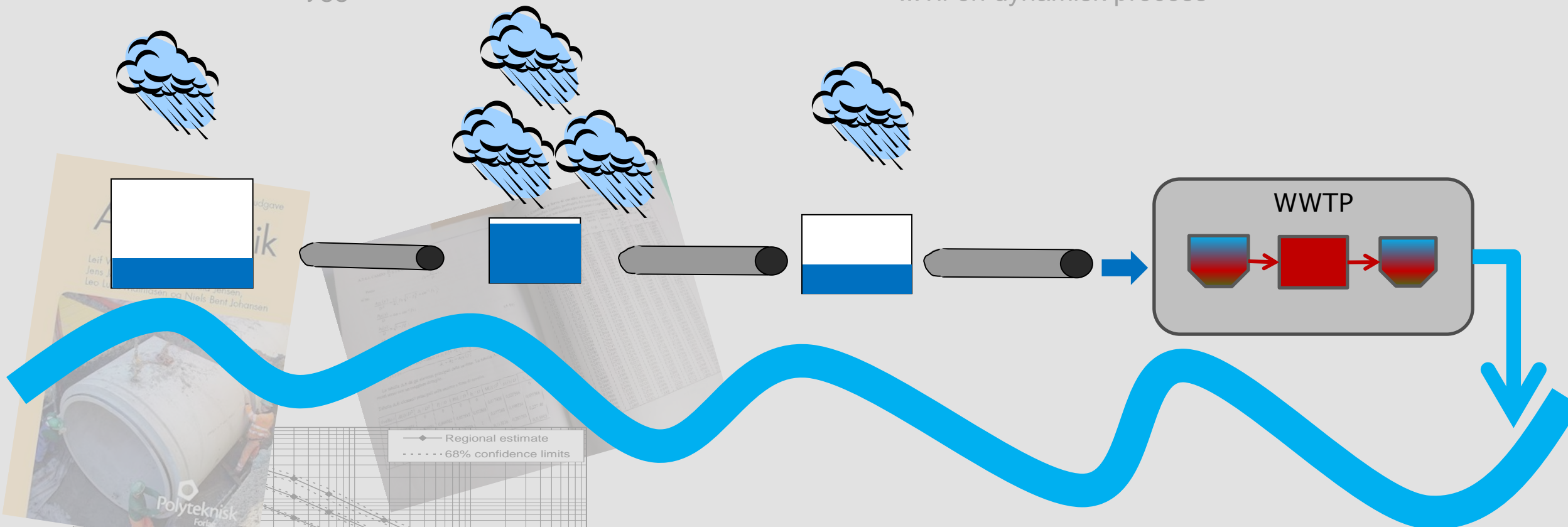
...Til en (meget) dynamisk process



# Optimering af den eksisterende infrastruktur

Vi bygger en stor statistisk infrastruktur...

...Til en dynamisk process

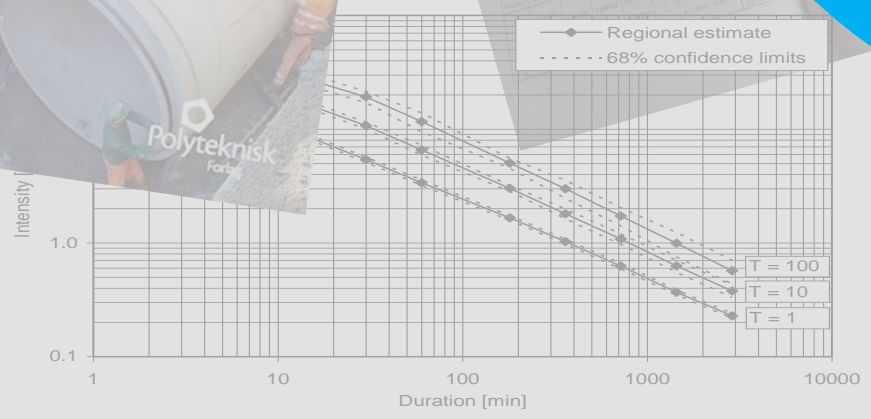
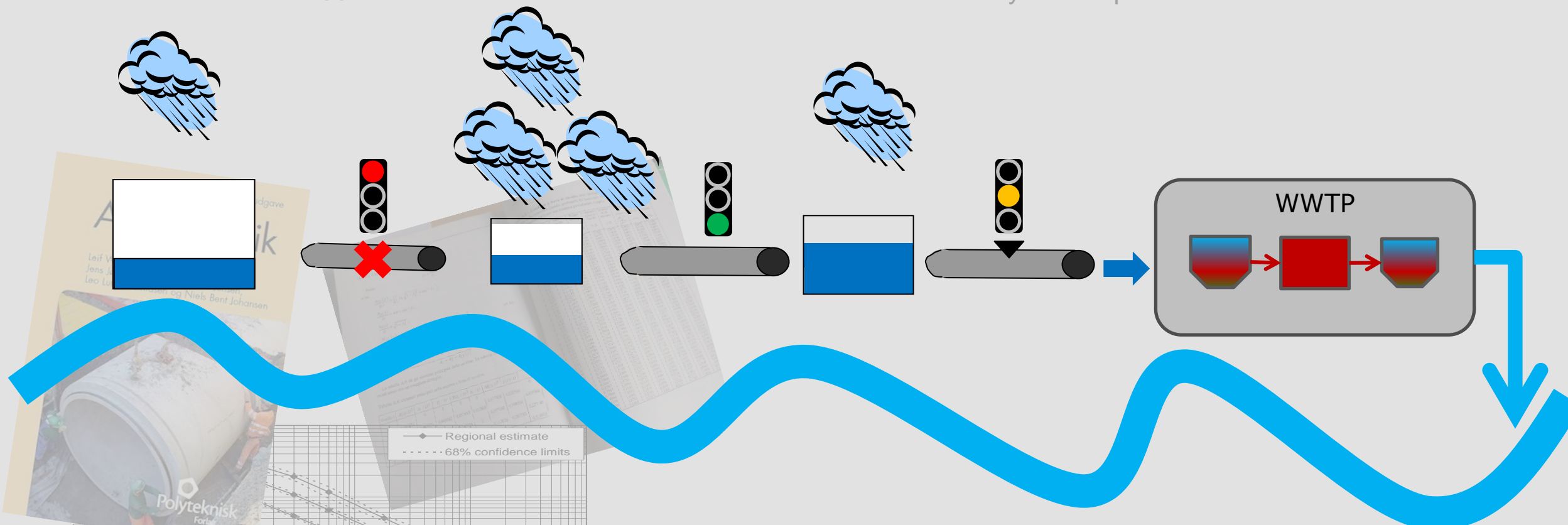




# Optimering af den eksisterende infrastruktur

Vi bygger en stor statistisk infrastruktur...

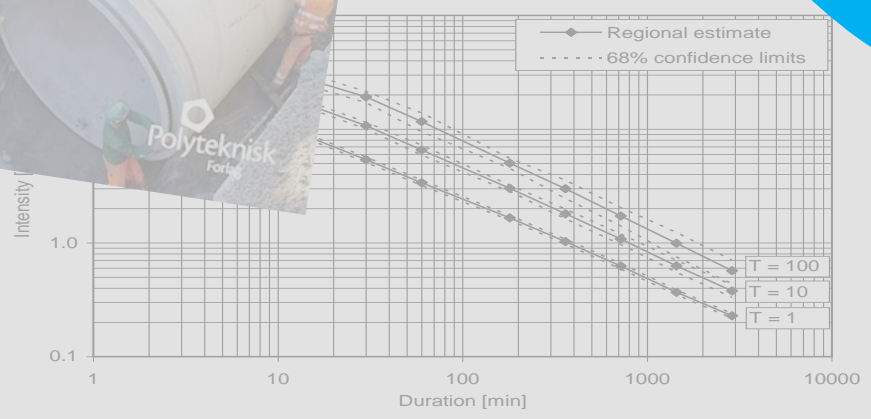
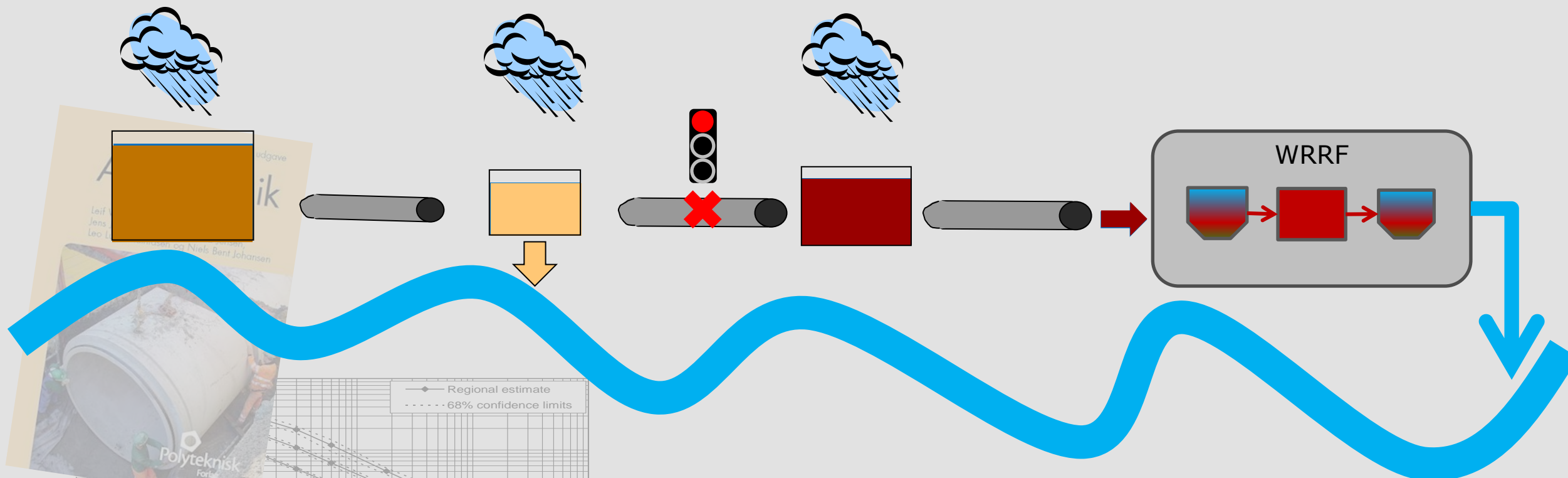
...Til en dynamisk process



# Optimering af den eksisterende infrastruktur

Vi bygger en stor statisk infrastruktur...

...Til en dynamisk process



# Udfordringer og mulige løsninger

- 1 Reduktion af udledning af drivhusgasser
- 2 Tilpasning til et ændret klima
- 3 Cirkulær økonomi/grøn omstilling
- 4 Miljøfremmede stoffer og mikroplastik
- 4 Samfundets voksende forventninger

## Teknologiske indgrebsmuligheder

*Rensning ved udledningspunkt (end-of-pipe)*  
*Decentral rensning ved udledningspunkt*  
*Cirkulære vandsystemer*  
*Kloakseparering*  
*Kildekontrol*  
*Optimering af den eksisterende infrastruktur*

## Bedre datagrundlag

*Indsats over for de store overløb/bypass*  
*Definitioner og incitamenter for at reducere overløb*  
*Indsats over for kemiske stoffer ifm. Kloakseparering*  
*Digitalisering og integration på tværs af sektoren*

## Regulering og helhedsplanlægning

*Helhedsorienteret planlægning*  
*Centralisering vs. decentralisering*  
*Vandkvantitet og -kvalitet i ét harmoniseret regelsæt*  
*Vandoplands perspektiv*  
*Klare regler for renseteknologier og kildekontrol*  
*Skræddersyet regulering om regnbetingede udledninger*

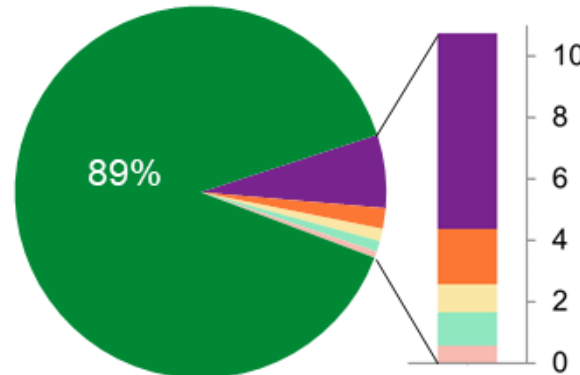
# Indsats over for de store overløb/bypass

Type udledning	Vandmængde	Udledte NPO stoffer		
		BI-5	Total-N	Total-P
Bypass	6.9%	13%	10%	10%
Kloakoverløb	3.2%			
Bypass	2.5%			
Kloakoverløb	2.2%			
Bypass	1.8%			
Kloakoverløb	1.8%			
Bypass	1.4%			
Kloakoverløb	1.3%			
Bypass	1.0%			
Bypass	0.8%			
Alle bypass	37 (12,634)			
Samlet fra fællesystemer	10 (34,188,9)			

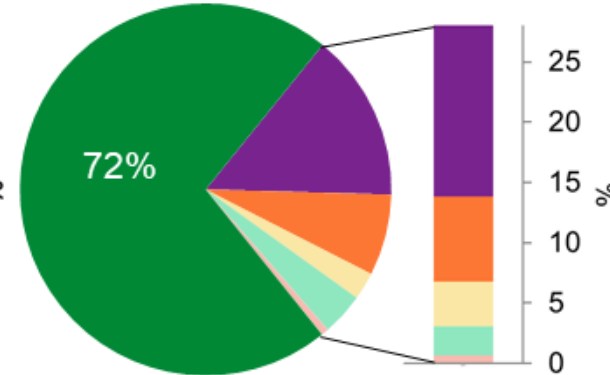


Fint, men husk at vi snakker om en brokdel af Danmarks udledning

Kvælstof



Fosfor



- Rensningsanlæg
- Regnbetingede udledninger
- Ferskvandsdambrug
- Spredt bebyggelse
- Særskilte industrielle udledninger
- Diffuse kilder

# Indsats over for de store overløb/bypass

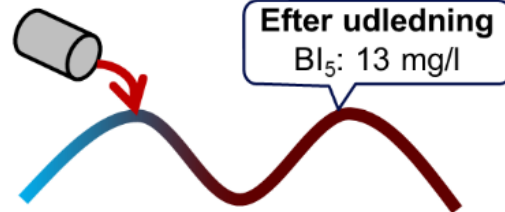
Type udledning	Vandmængde	Udledte NPO stoffer		
		BI-5	Total-N	Total-P
Bypass	6.9%	13%	10%	10%
De 10 største udledningspunkter	Kloakoverløb	3.2%		
	Bypass	2.5%		
	Kloakoverløb	2.2%		
	Bypass	1.8%		
	Kloakoverløb	1.8%		
	Bypass	1.4%		
	Kloakoverløb	1.3%		
	Bypass	1.0%		
	Bypass	0.8%		
	Hele DK	Alle bypass	37%	
Samlet fra fællesystemer		(12,634)		
		(34,188,9)		



## Size (af recipienten) matters!

**Udledning:**

Flow: 500 l/s  
BI<sub>5</sub>: 30 mg/l

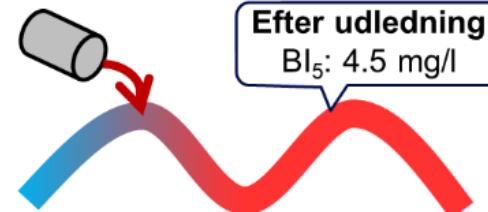


**Lille Vandløb**

Flow: 750 l/s (f.eks. Mølleå)  
BI<sub>5</sub>: 2 mg/l

**Udledning:**

Flow: 500 l/s  
BI<sub>5</sub>: 30 mg/l

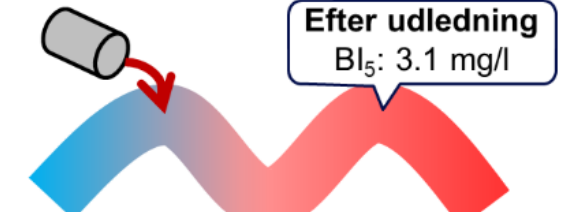


**Mellem vandløb**

Flow: 5000 l/s (f.eks. Odense Å)  
BI<sub>5</sub>: 2 mg/l

**Udledning:**

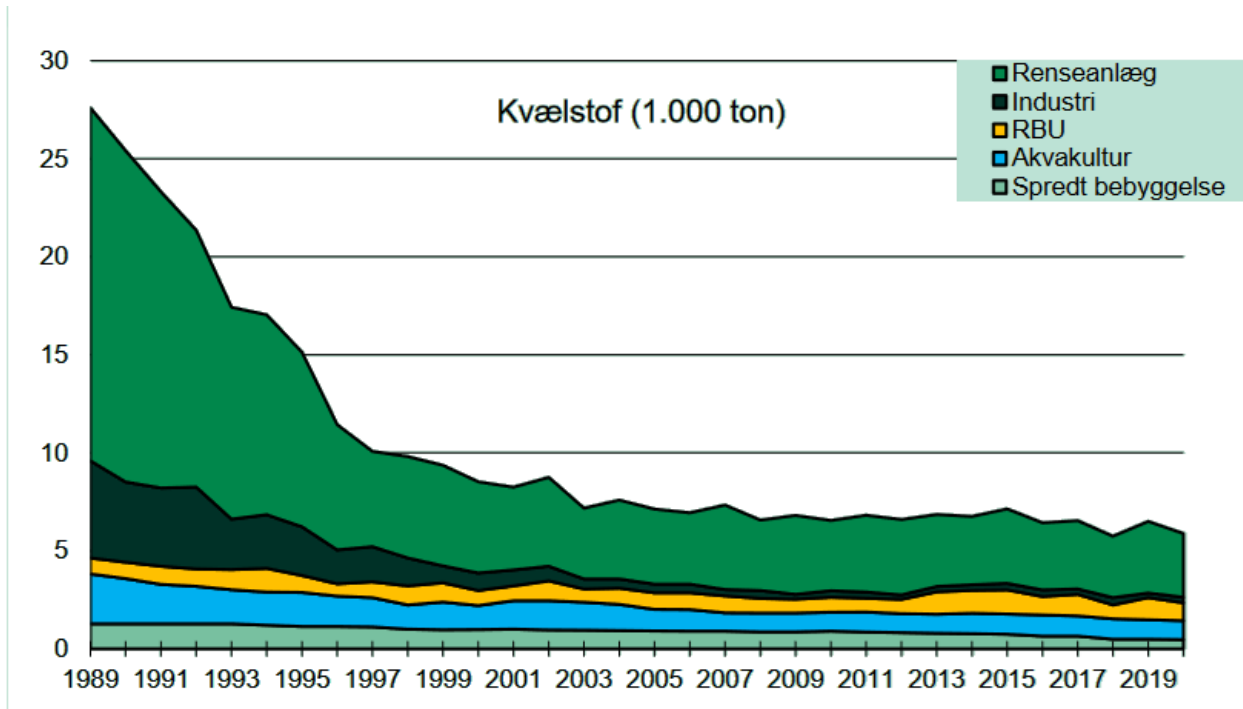
Flow: 500 l/s  
BI<sub>5</sub>: 30 mg/l



**Stort vandløb**

Flow: 12000 l/s (f.eks. Ribe Å)  
BI<sub>5</sub>: 2 mg/l

# Definitioner og incitamentter for at reducere overløb



**Hvorfor ikke noget lignende for regnbetingede udledninger?**



Hvordan definerer man en overløb hændelse?

*hvordan måler performance?*

Hvordan skal vi måle afgiften?

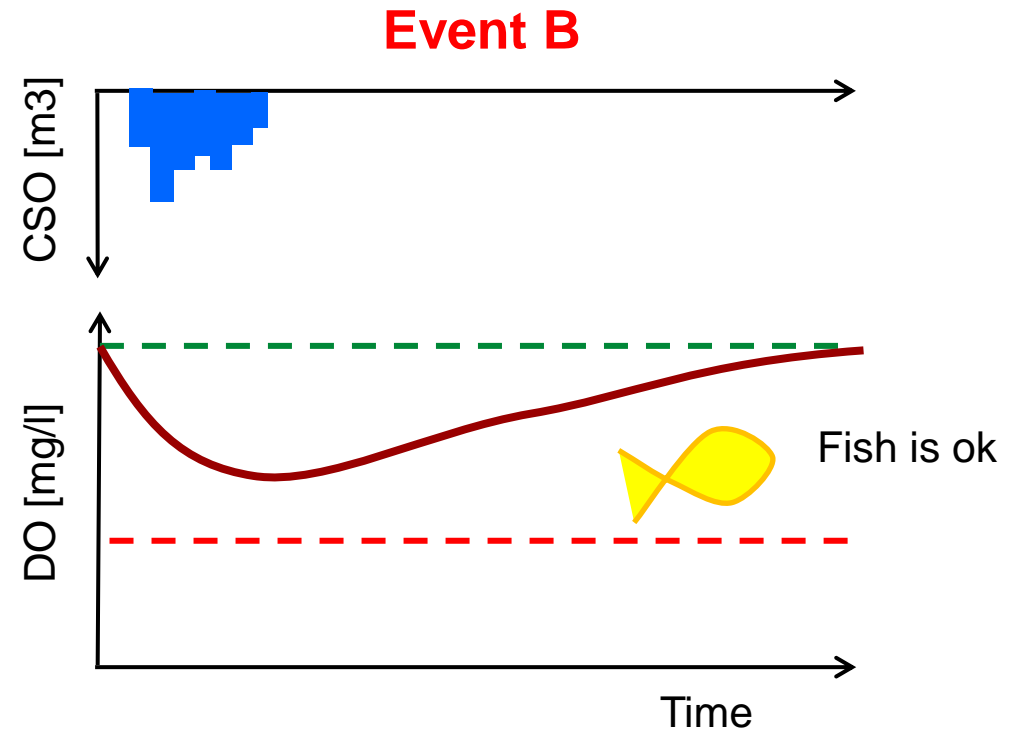
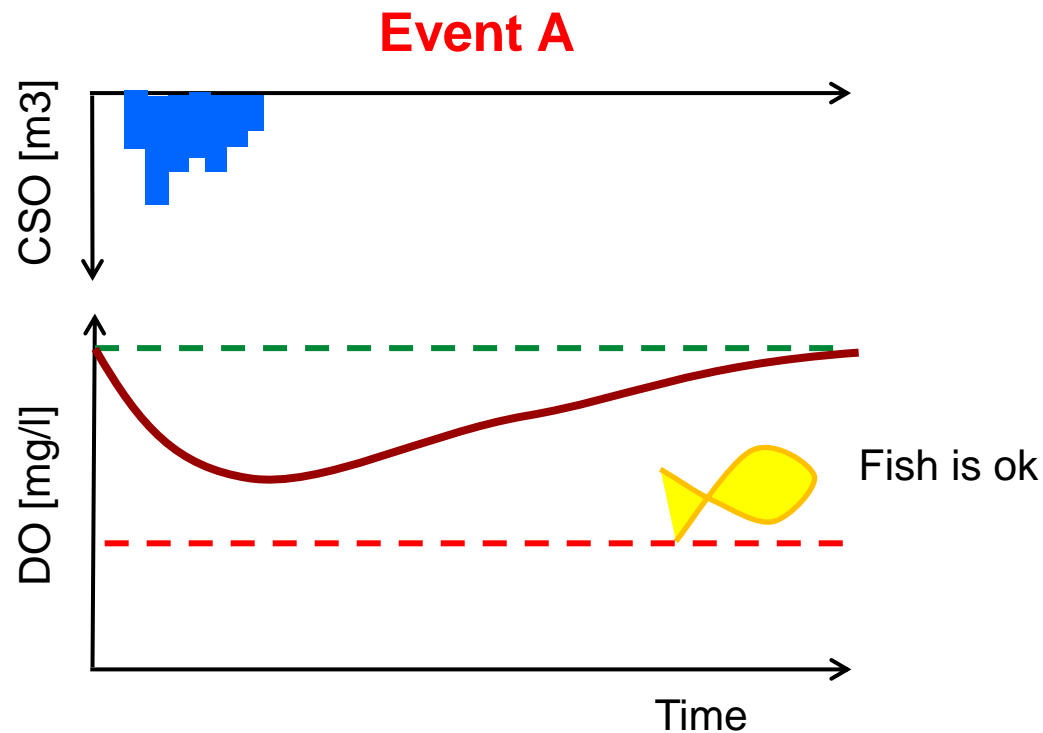
*Hvilket variabel skal beskattes? volumen?*

*Stofmængde? Hyppighed?*

# CSO impact on oxygen depletion

The same 1 m<sup>3</sup> of CSO water has different impacts on oxygen depending on:

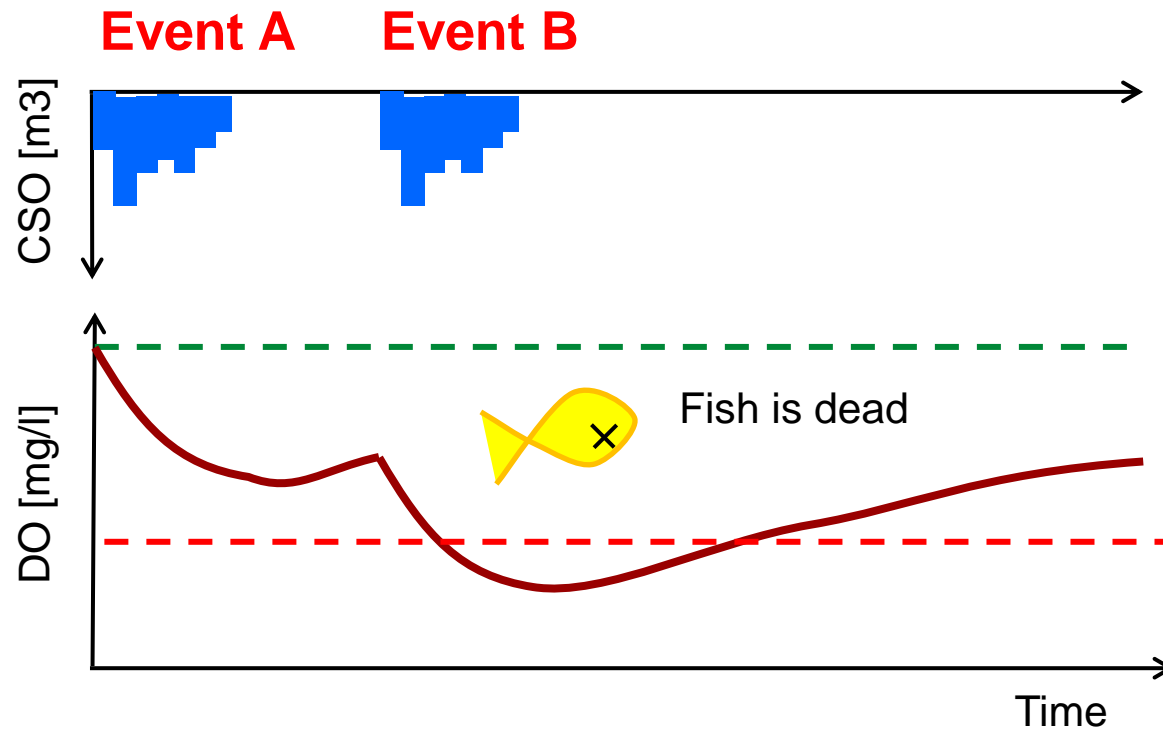
- Which period of the year when CSO happens (winter/summer)
- Which moment of the day the CSO happens (day/night)
- The status of the river in the previous days



# CSO impact on oxygen depletion

The same 1 m<sup>3</sup> of CSO water has different impacts on oxygen depending on:

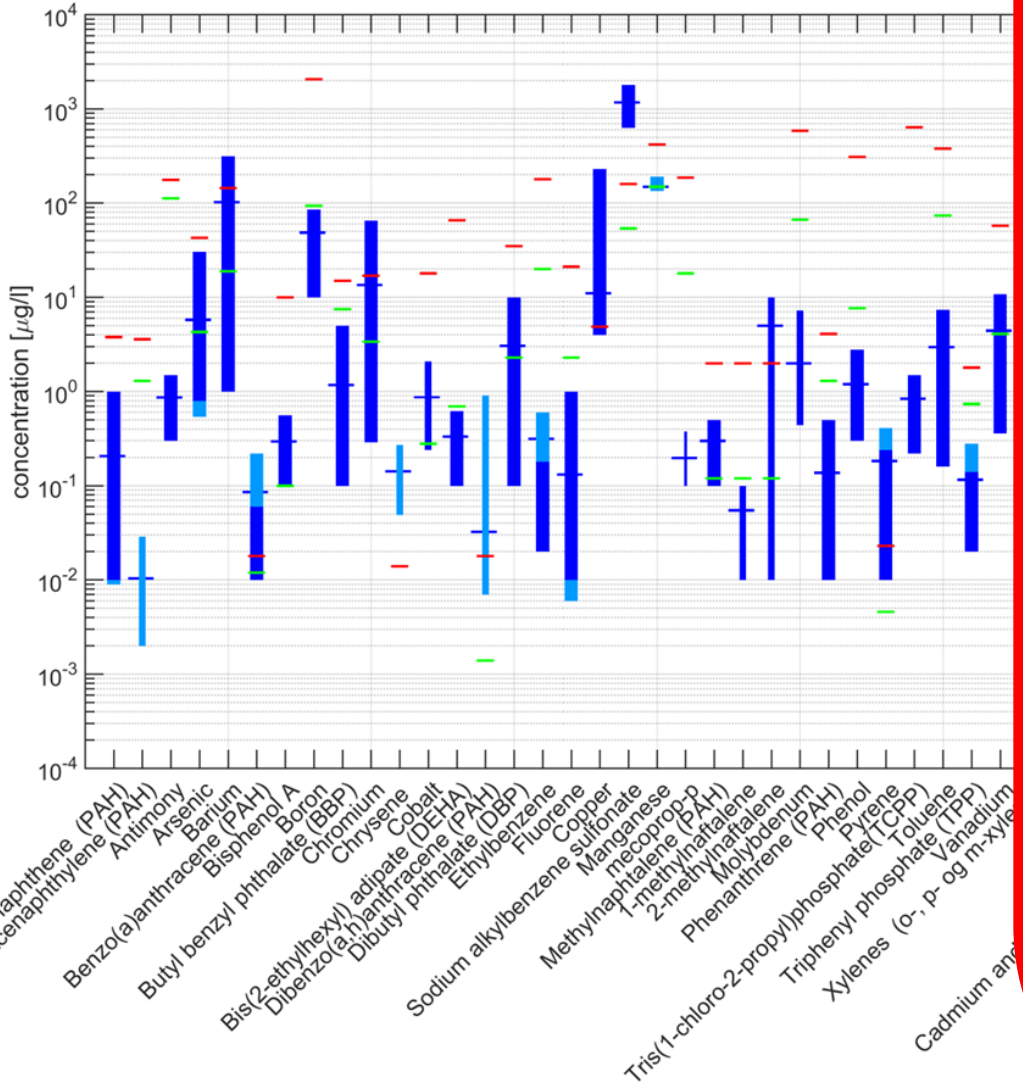
- Which period of the year when CSO happens (winter/summer)
- Which moment of the day the CSO happens (day/night)
- The status of the river in the previous days





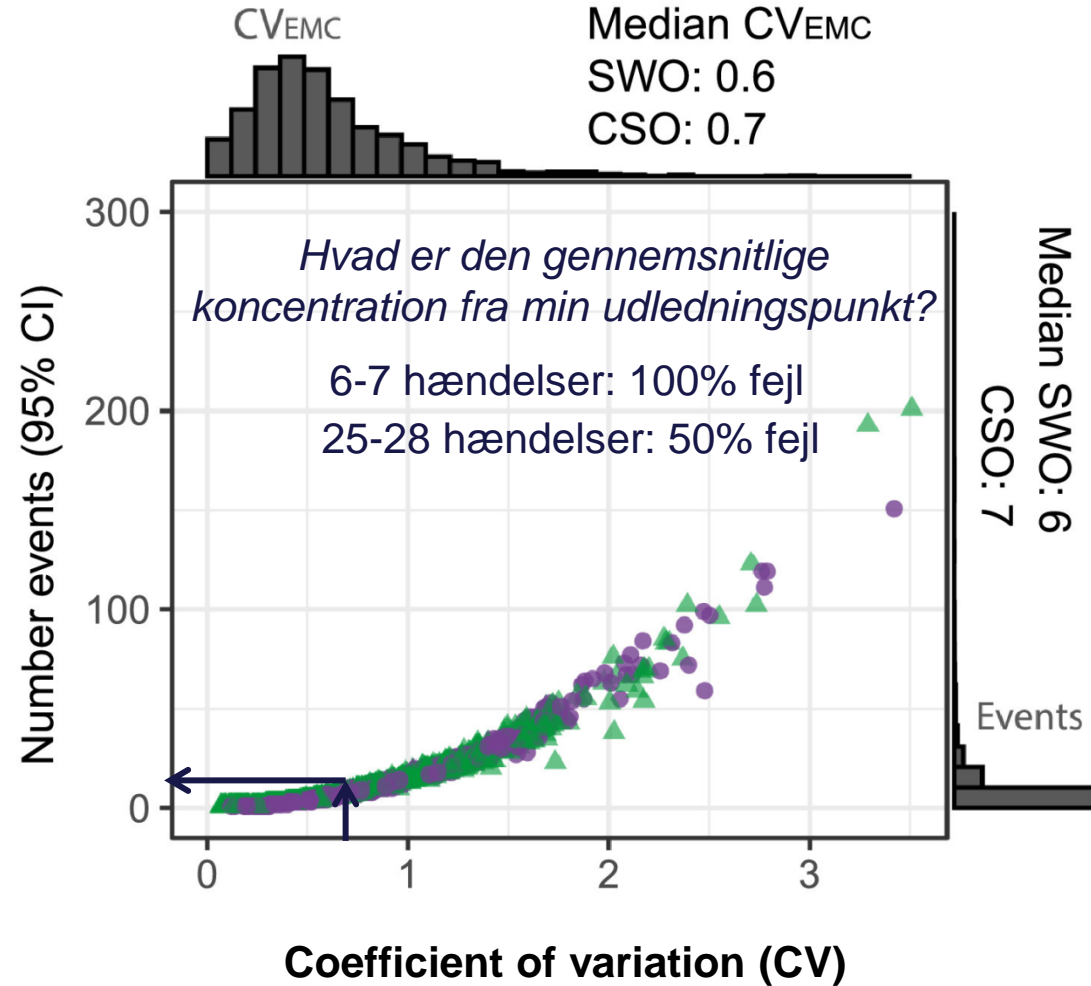
# Indsats over for kemisk

Mindre end 5



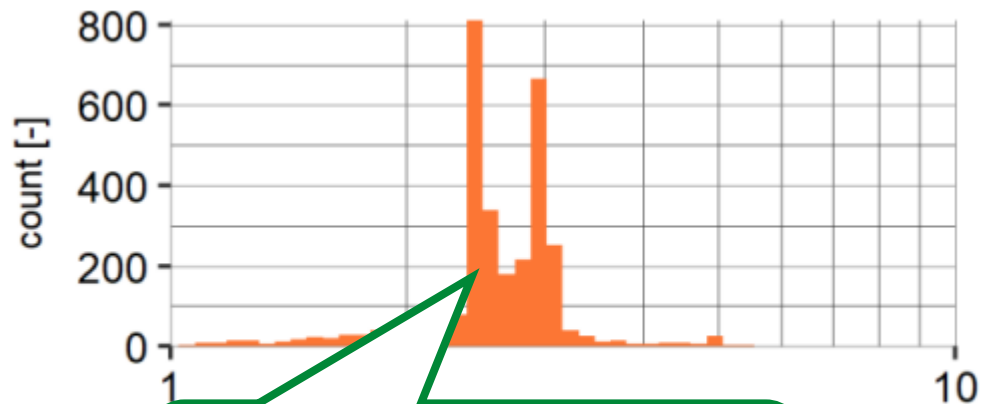
# Man har brug for mange data!

## A1. Error $SMC_n/SMC_{site} = 1$



Mutzner, L., Furrer, V., Castebrunet, H., Dittmer, U., Fuchs, S., Gernjak, W., Gromaire, M.-C., Matzinger, A., Mikkeisen, P.S., Selbig, W.R., Vezzaro, L. (2022). A decade of monitoring micropollutants in urban wet-weather flows: What did we learn?, Water Research, 223, 118968

# Digitalisering og integration på tværs af sektoren



Har Danske overløb en bi-modal fordeling?

Komponent	Overvand Middelbelastr (mg/l)	Spildevand	Overløbsvand Mid- delbelastning (mg/l)
Bl <sub>5</sub>	25		
COD	160		
Tot-N	10	43	12
Tot-P	1,8	7	2,0

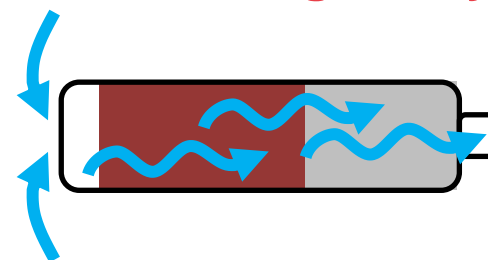
*Næsten ingen måler på vandkvalitet!*

Tabel 1: Typetal for forureningskoncentrationer i overvand, spildevand og overløbsvand. [1]

Miljøstyrelsen, 2021,  
Datateknisk anvisning for  
regnbetingede udløb (RBU)

**Vi har brug for nye måleteknikker!**

Passive  
prøvetager



Robuste  
online måler



Noget nyt!



# Udfordringer og mulige løsninger

- 1 Reduktion af udledning af drivhusgasser
- 2 Tilpasning til et ændret klima
- 3 Cirkulær økonomi/grøn omstilling
- 4 Miljøfremmede stoffer og mikroplastik
- 4 Samfundets voksende forventninger

## Teknologiske indgrebsmuligheder

*Rensning ved udledningspunkt (end-of-pipe)*  
*Decentral rensning ved udledningspunkt*  
*Cirkulære vandsystemer*  
*Kloakseparering*  
*Kildekontrol*  
*Optimering af den eksisterende infrastruktur*

## Bedre datagrundlag

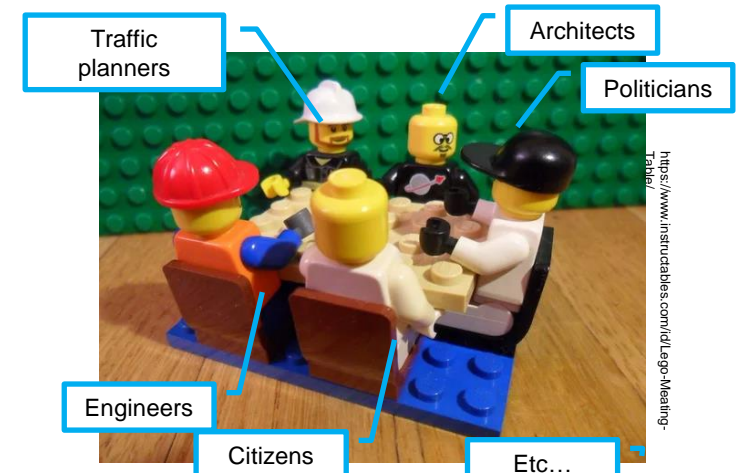
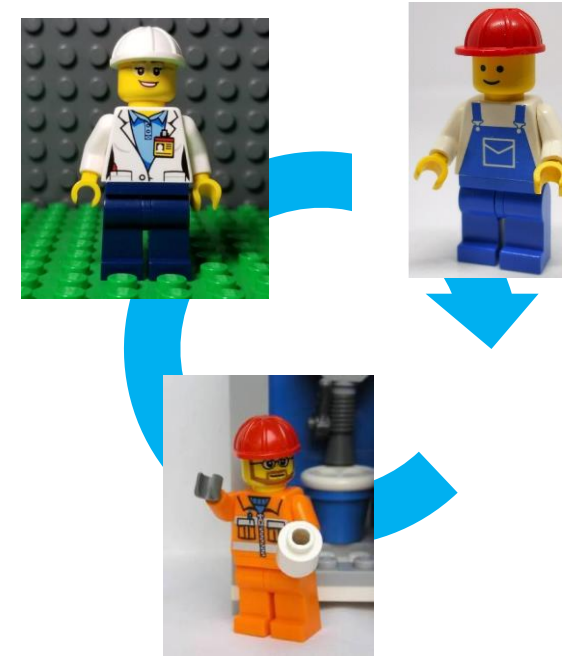
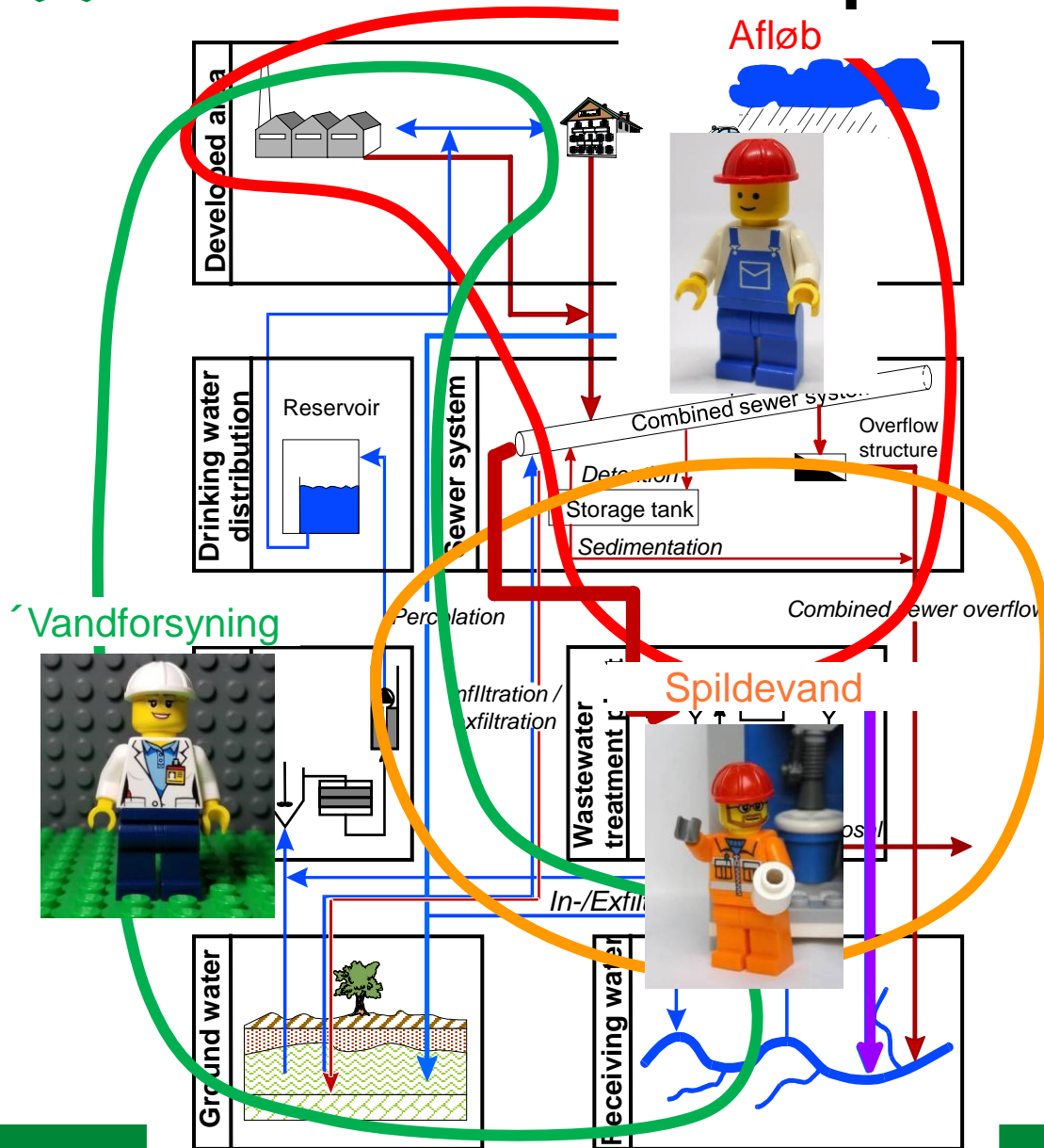
*Indsats over for de store overløb/bypass*  
*Definitioner og incitamentter for at reducere overløb*  
*Indsats over for kemiske stoffer ifm. Kloakseparering*  
*Digitalisering og integration på tværs af sektoren*

## Regulering og helhedsplanlægning

*Helhedsorienteret planlægning*  
*Centralisering vs. decentralisering*  
*Vandkvantitet og -kvalitet i ét harmoniseret regelsæt*  
*Vandoplands perspektiv*  
*Klare regler for renseteknologier og kildekontrol*  
*Skræddersyet regulering om regnbetingede udledninger*



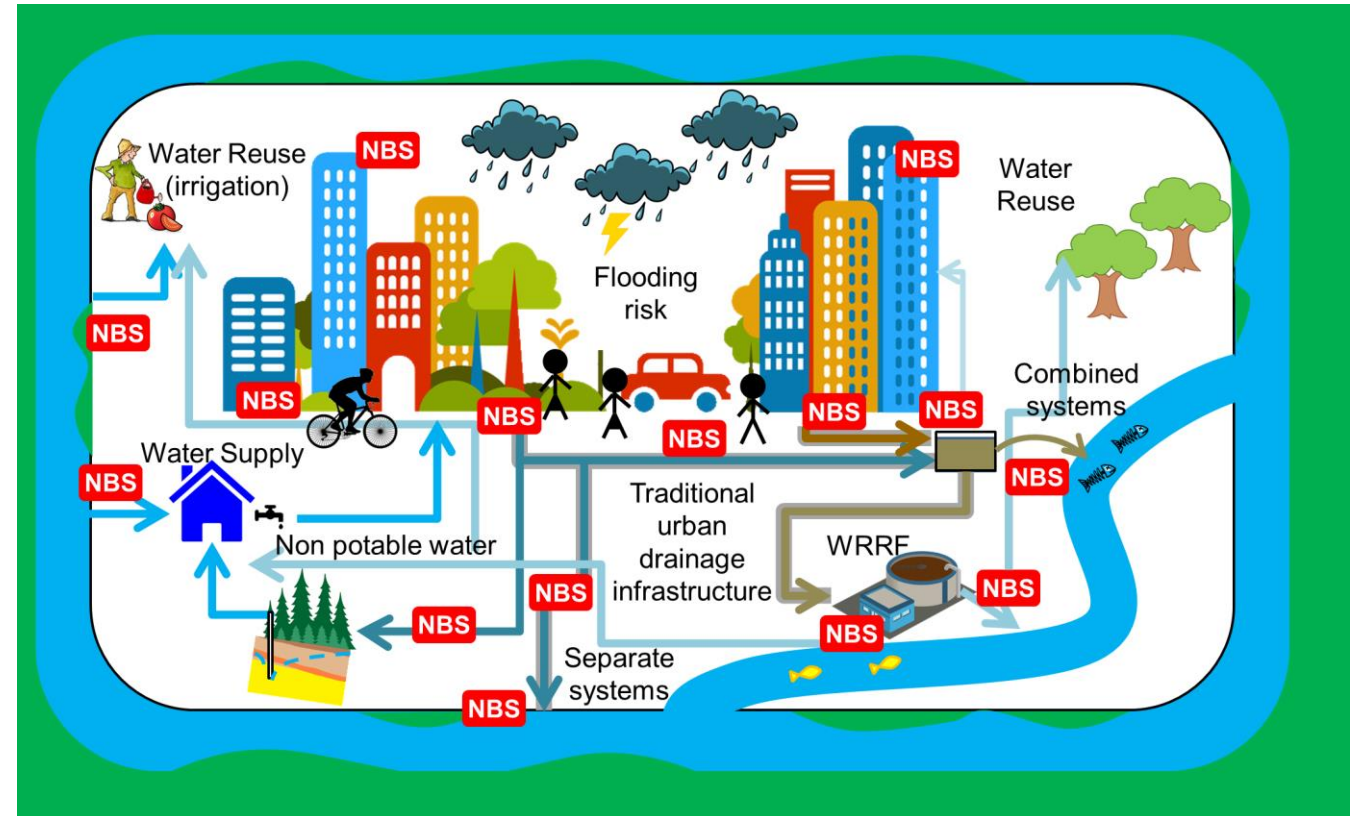
# Helhedsorienteret planlægning



# Centralisering vs. decentralisering

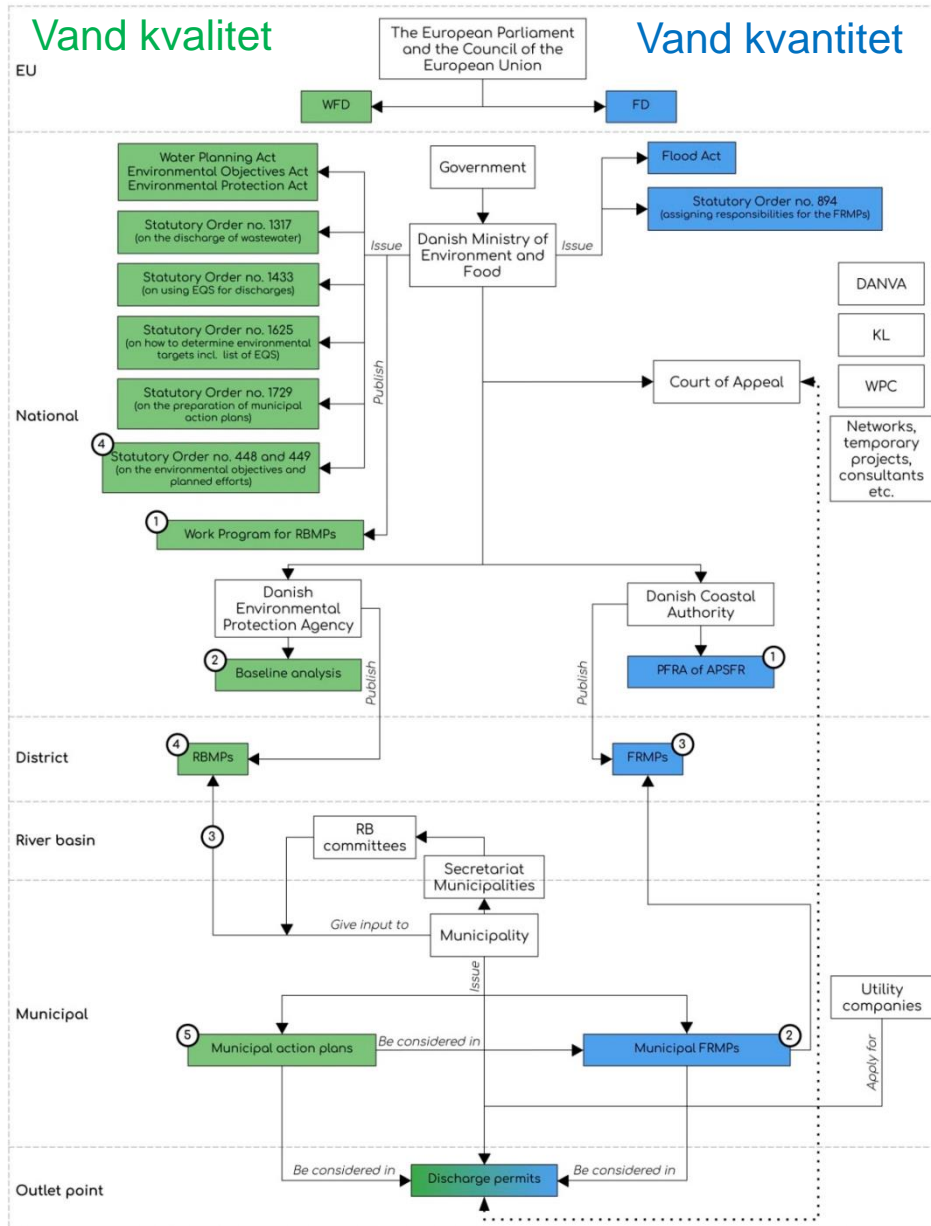
Nyere og større renselanlæg?

Ellers mange små decentrale løsninger?



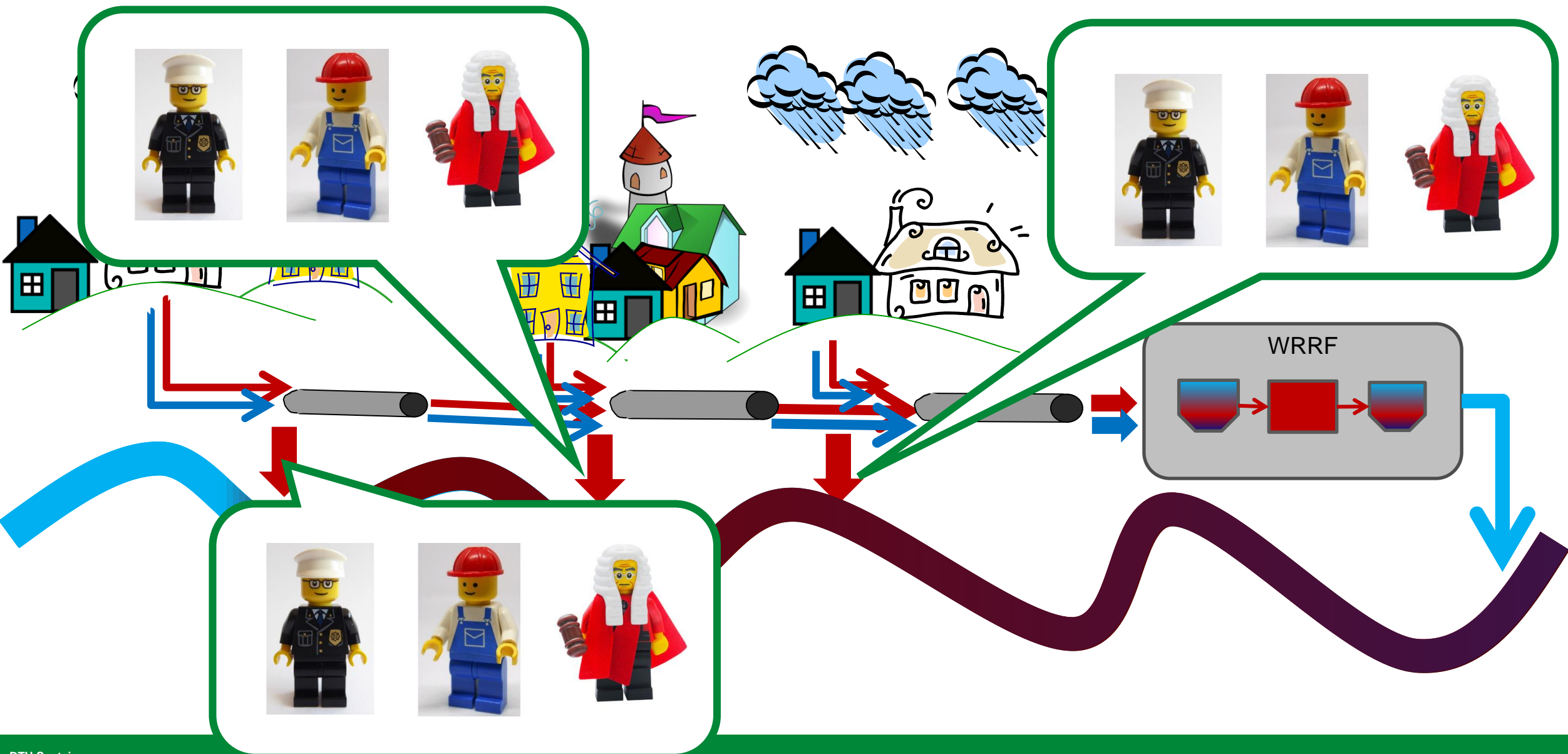
NBS= Nature Based Solutions

# Vandkvantitet og -kvalitet i ét harmoniseret regelsæt



<https://iwa-network.org/publications/the-iwa-principles-for-water-wise-cities/>

# Vandoplands perspektiv



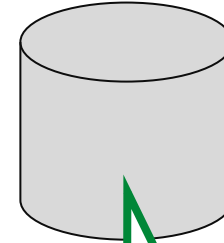
# Klare regler for renseteknologier og kildekontrol

## Hvordan renses man regnvand i Danmark?

**SVAR: med den eneste anerkendte BAT**



Nye teknologi?



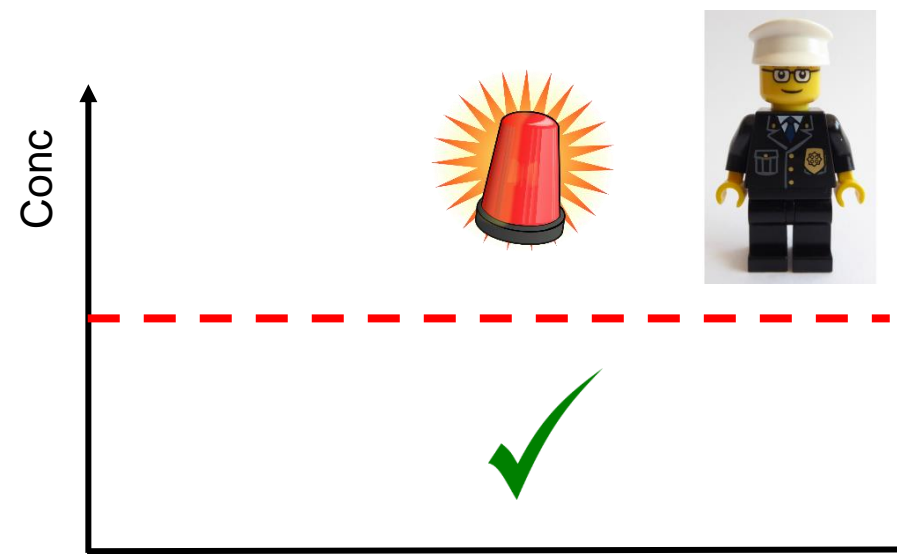
Hvordan sikrer jeg, at den renses nok?  
(lige som bassin?)





# Skræddersyet regulering om regnbetingede udledninger

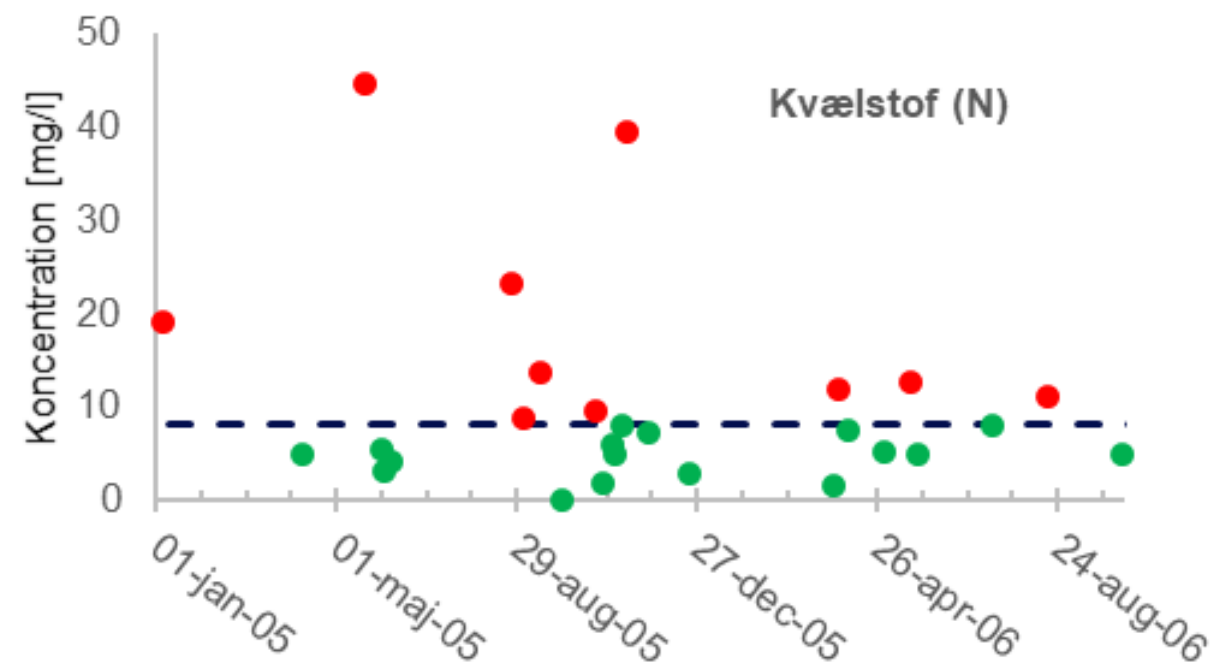
*Koncentrations Grænser*  
*Vandkvalitets krav*



# Skræddersyet regulering om regnbetingede udledninger

*Koncentrationsgrænser*

*Vandkvalitets krav*



Data fra Sulsted NOVANA målested

Der er ingen noget "silver bullet" eller en "one size fits all", men en række forskellige indsats

*Formålet med denne "Hvidbog om udledning af vand fra byer" er at skabe en fælles reference for offentlig debat omkring emnet. Om det er lykkedes, må stå sin prøve baseret på læsernes erfaringer – **forfatterne modtager gerne feedback***

## Spørgsmål/feedback?



En regnbetinget udledning