



Op og ned på rensning af regnafstrømning

Fra A til Åen, 8. maj 2018
Marina Bergen Jensen

UNIVERSITY OF COPENHAGEN



Pointer

1. Med indførslen af LAR og med øget opmærksomhed på miljøfremmede stoffer stiger behovet for renseløsninger
2. Vi er bekymrede for om regnafstrømning kan forhindre opfyldelse af miljømål
3. Forureninger kan forekomme på opløst og/eller partikulær form

Total forurening = opløst + partikulært bundet

4. Selv om regnafstrømning bliver betydeligt renere hvis det suspenderede stof fjernes kan den opløste fraktion stadig være problematisk
5. Husk på at høj %-vis fjernelse ikke siger noget om absolut koncentration. Forlang absolutte værdier.
6. De mest oplagte rensmekanismer er baseret på sedimentation, filtrering og sorption
7. Husk at renseløsninger kan testes under feltforhold ved måling på "cocktail"



Hvordan renses byens regnafstrømning i dag?

50% går til
fælleskloak



+ kontrolleret kloakoverløb

25% går til
regnvandsledning med
direkte udledning



Anlæg fra 1960-1970'erne

25% går til
regnvandsledning med
udledning via bassin



Anlæg fra 1970'erne og senere
Våde bassiner er mest benyttet
1) Udjævning 2) Rensning



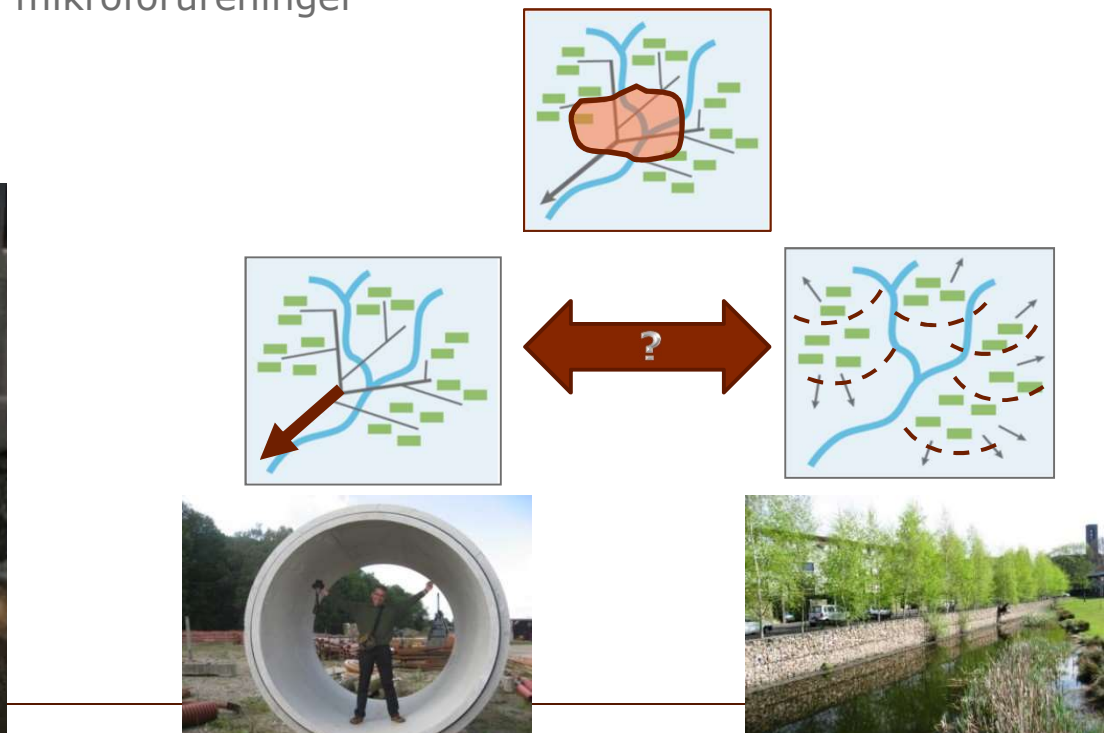
Det vurderes at LAR står for under
1 % af den samlede håndtering
(Vejafvanding via grøfter/trug ikke medtaget)

Oliefang påbudt ved visse arealanvendelser



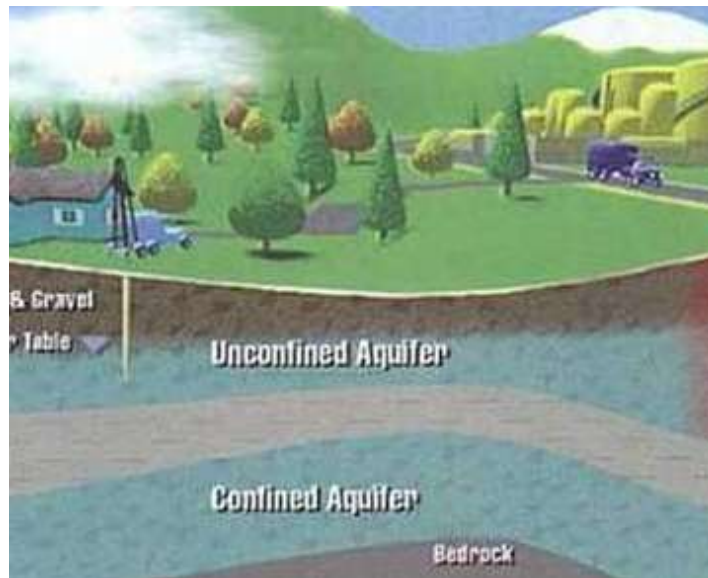
Hvor bekymrede er vi for forurening via regnafstrømningen?

- Hidtil lille bekymring for udledning af regnafstrømning
- Stået i skyggen af udledninger fra husholdninger, industri og landbrug (N, P, organisk stof, pesticider)
- Situationen omkring regnafstrømning idag:
 - Fortsat fokus på reduktion af kloakoverløb
 - Med LAR ryger mere regnafstrømning til grundvandet, og mere udledes til søer og vandløb
 - Stigende bekymring for mikroforureninger



Det kritiske spørgsmål: Kan LAR forhindre opfyldelse af miljømål?

Grundvand:



Tungmetaller, organiske mikroforureninger

Vandløb og søer



P, tungmetaller, organiske mikroforureninger



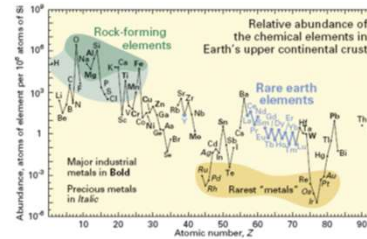
Forurening i regnafstrømning



Suspenderet stof (SS)



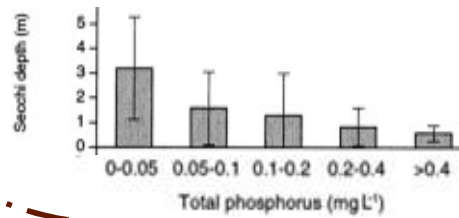
Organiske mikroforureninger
(PAH'er, pesticider, blødgørere, m.v.)



Tungmetaller (Cu, Zn, Pb, Cr)



Vejsalt



Næringsalte (N og P)



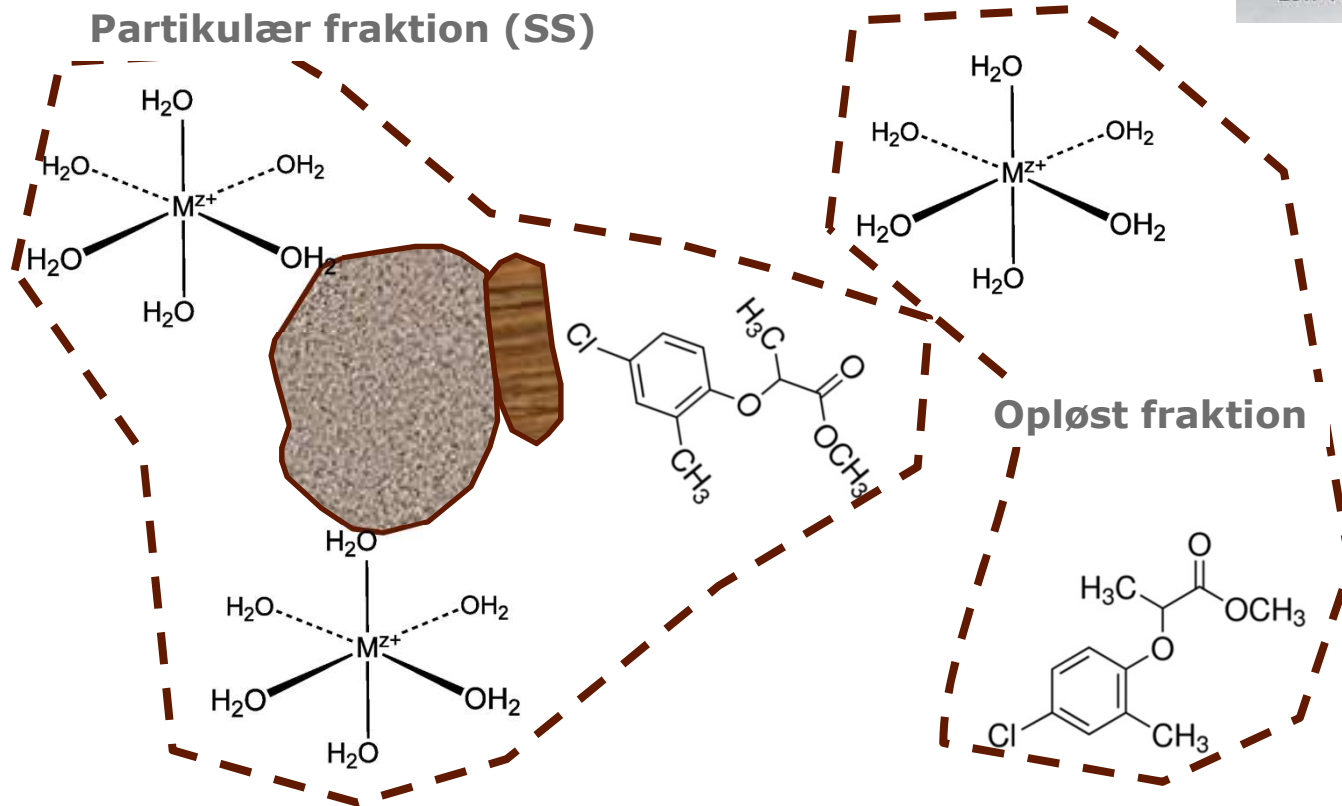
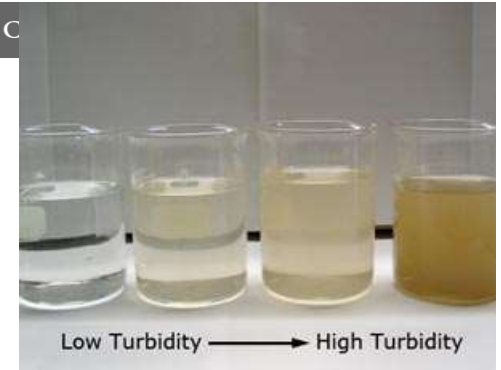
Smitstoffer



Olie og benzin



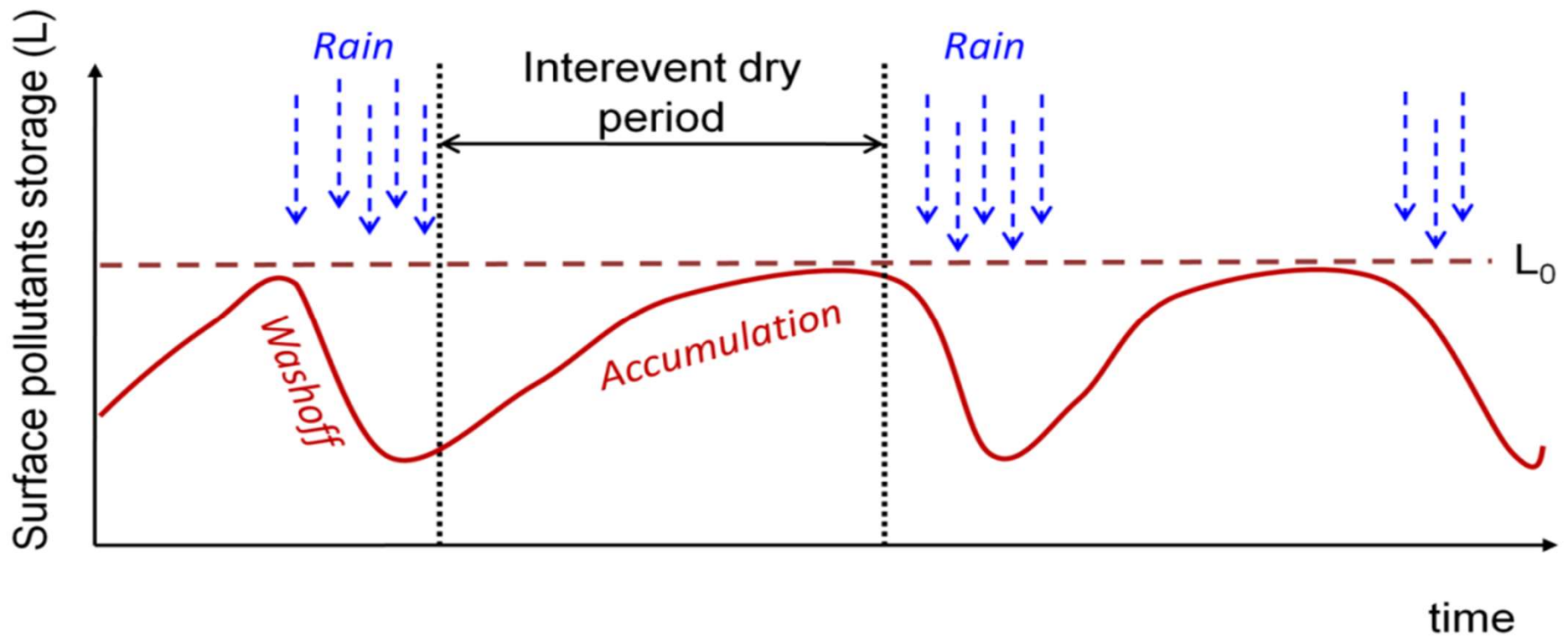
Partikulær fraktion versus opløst



Total = partikulærbunden + opløst



Demonstration

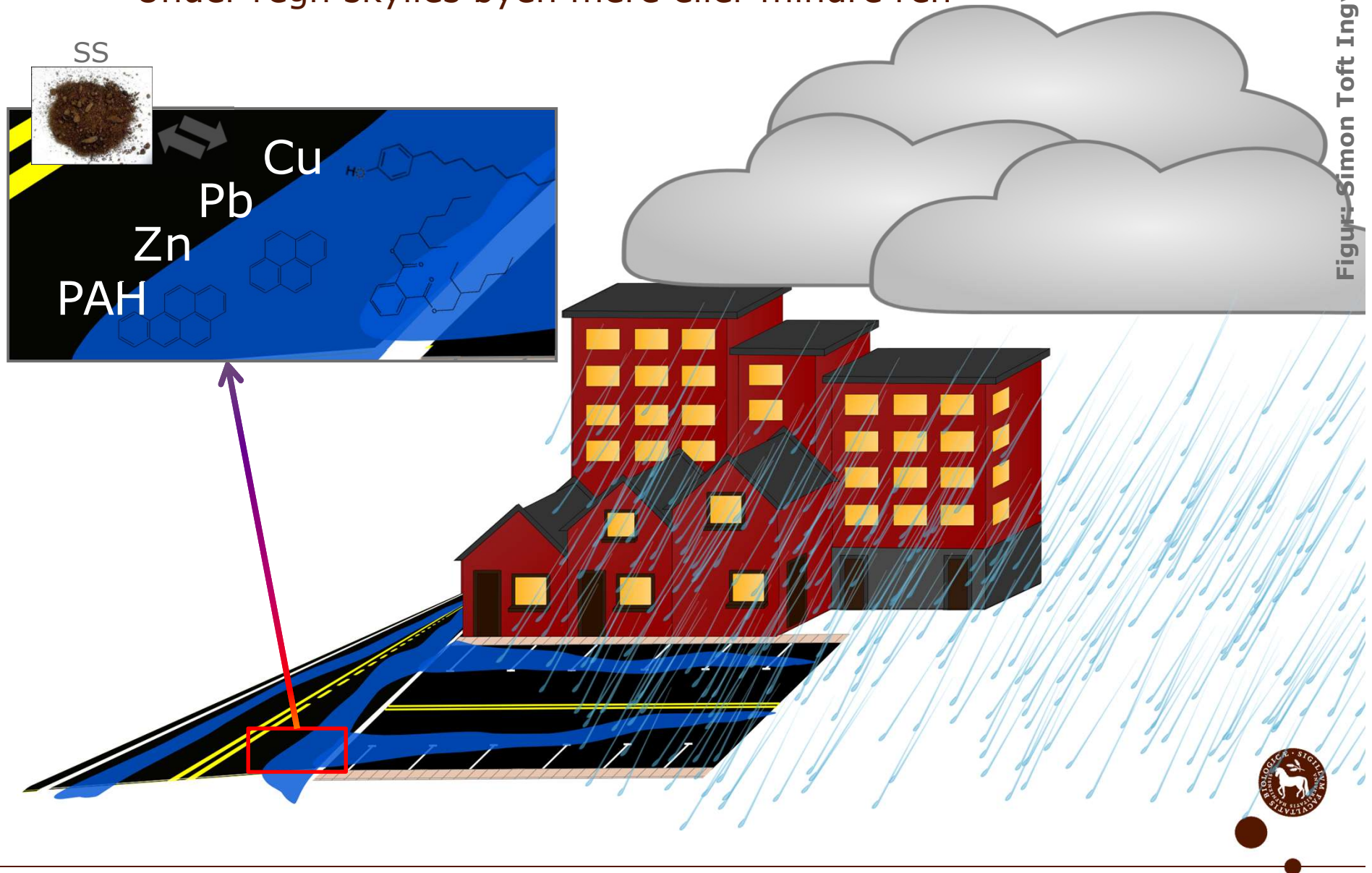


Forureningen opbygges i tørvejrperioden mellem regn



Figur: Simon Toft Ingvertsen

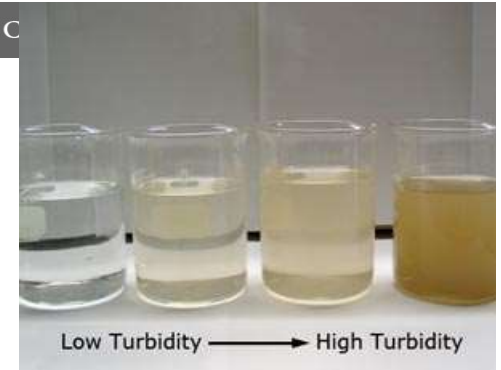
Under regn skylles byen mere eller mindre ren



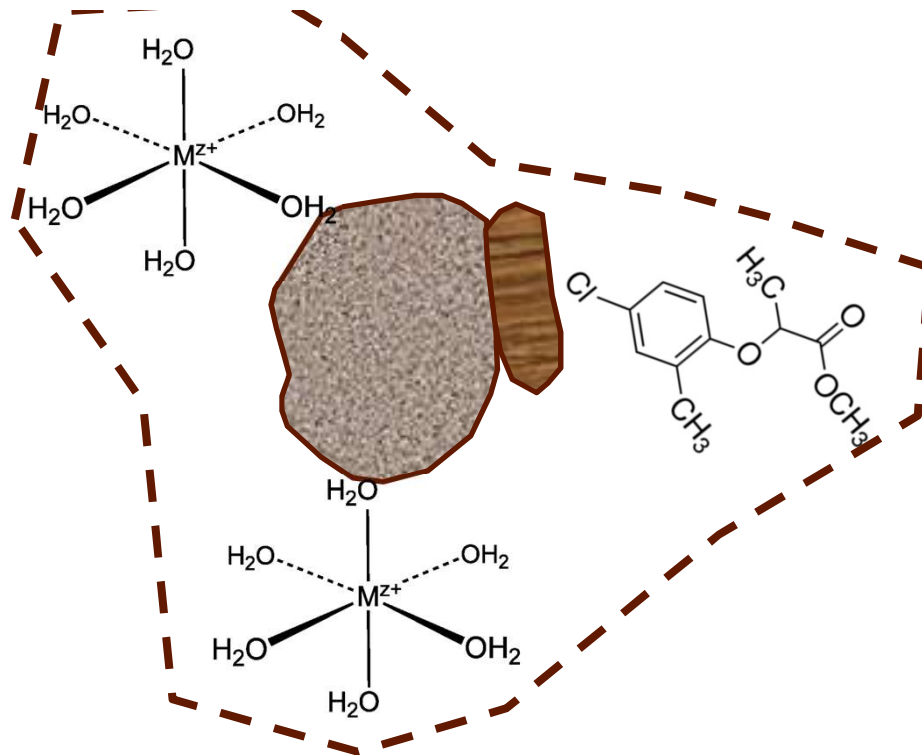
Figur: Simon Toft Ingvertsen



Partikulær fraktion versus opløst

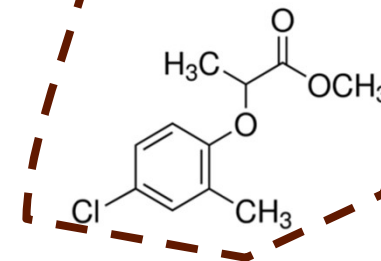


Partikulær fraktion (SS)



>0,45 my

Opløst fraktion



<0,45 my

Vi skelner mellem partikulær og opløst ved at filtrere prøven over et filter
Typisk porestørrelse i filteret er 0,45 my-meter



Max. 0,04 mg P til Københavns Indre Søer

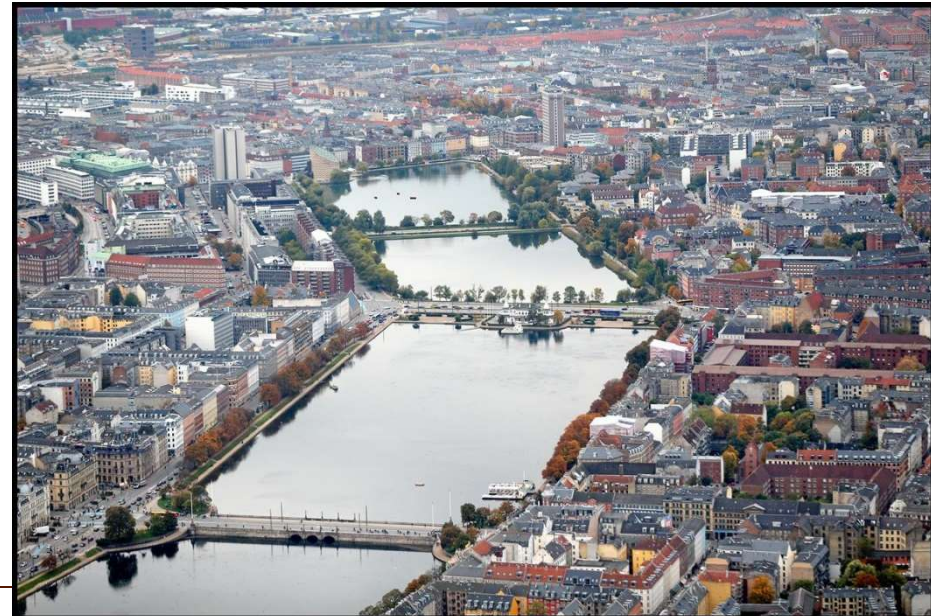
Er det nok at fjerne partikel-bundet P?

Næppe, hvis vi ser på erfaringer fra Ørestad (25 vejvandshændelser)

Total-P = 0,05 – 0,65 mg P/L (gns. 0,178 mg P/L)

Opløst P = 0,02 – 0,45 mg P/L (gns. 0,048 mg P/L, ~25 %)

Den opløste fraktion alene er tilstrækkelig til at overskride kravet!



Pas på med %-vis fjernelse

Hvis en teknologi lover f.eks. 80% fjernelse af et stof lyder det imponerende. Men det er ingen garanti for at et absolut rense-niveau kan opnås

Fosfor som eksempel:

Indløb: 0,300 mg P/L

Ved 80 % fjernelse: $0,3 - 0,8 \times 0,3 = 0,06$ mg/L

- Efterspørg dokumentation for renseseffekt ved realistiske koncentrationer
- Acceptér ikke %-fjernelse. Kræv absolutte værdier
- Vær skeptisk overfor dokumentation baseret alene på laboratorietest



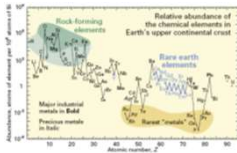
Lidt mere om rensemekanismer



Forurening



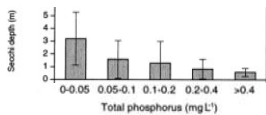
SS



Tungmetaller



Organiske
mikroforureninger



Næringsalte



Vejsalt



Olie og benzin



Smitstoffer

Rensemekanisme

Sedimentation, filtrering, flotation (flydestoffer), flokkulering, mikrobiel nedbrydning (org. andel)

Partikulær del: Sammen med SS

Opløst del: Sorption, fældning

Partikulær del: Sammen med SS

Opløst del: Mikrobiel og fotokemisk nedbrydning

Partikulær del: Sammen med SS

Opløst N: Denitrifikation, (optag i planter)

Opløst P: Sorption (optag i planter)

Altid på opløst form

Kan hverken nedbrydes, udfældes eller sorberes

Partikulær del: Sammen med SS

Opløst del: Mikrobiel og fotokemisk nedbrydning
(Oliefang kun relevant ved spild/ulykker)

Partikulær del: Sammen med SS

Opløst del: Sedimentation, filtrering,
mikrobiel nedbrydning



Rensemekanismer kan inddeles i tre typer

Fysiske

- Sedimentation
- Filtrering
- Fordampning
- Flotation

Fysisk-kemiske

- Sorptions
- Flokkulering
- Udfældning
- Ionbytning
- Fotokemisk nedbrydning (fotolyse)

Biologiske

- Mikrobiologisk nedbrydning
- Optagelse i planter og alger

Vådt bassin



Sedimentation

Dobbeltporøs filtrering



Sedimentation, sorption

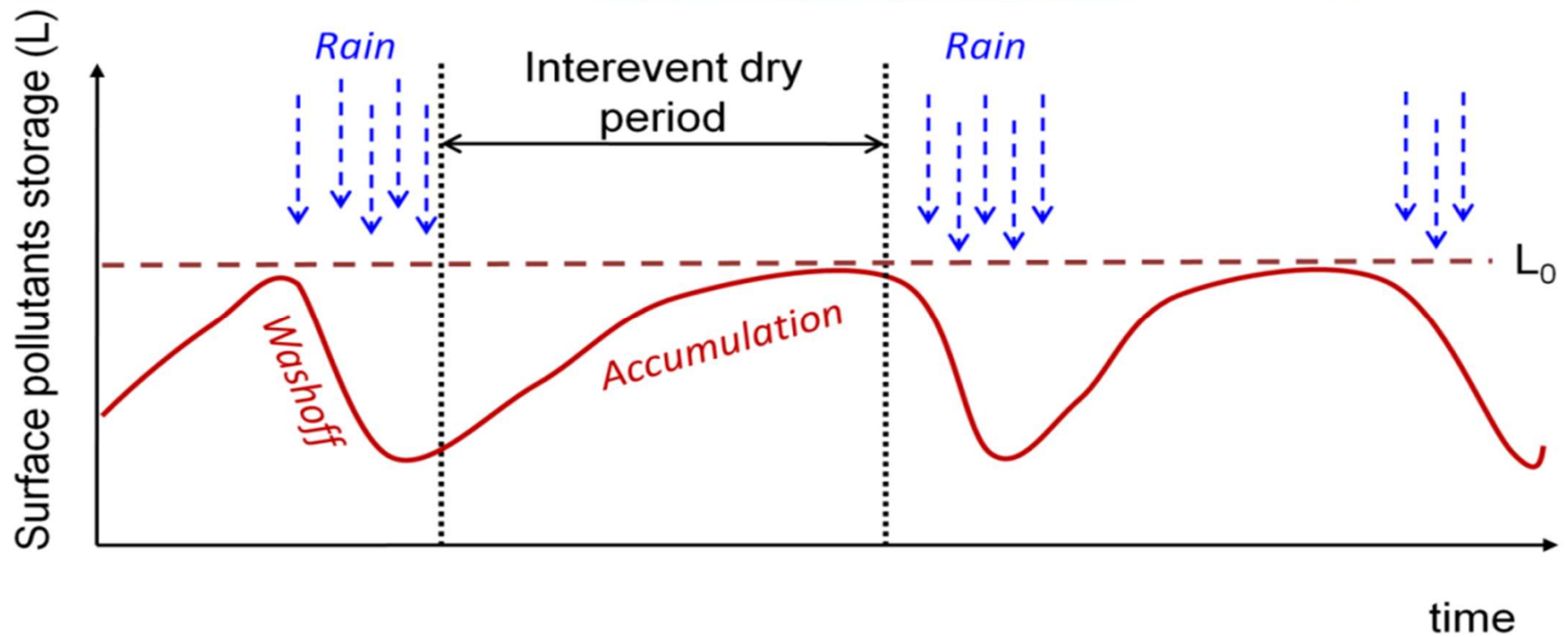
Filterjord



Filtrering, sorption



Test af renseteknologier under feltforhold





Med en "cocktail" kan alle bekymrende stoffer tilsættes i relevante koncentrationer og under relevante flowforhold

- 1) Udvælg relevante stoffer i relevante koncentrationer
- 2) Tilsæt dem på en ordentlig måde til indløbet (dosering)
- 3) Lav testen under mest kritiske flow forhold (kortest mulige opholdstid, al gammel vand udskiftet)
- 4) Inkludér en konservativ tracer (korrektion for andre tab)
- 5) Suspenderet stof kan udelades. Det kan let dokumenteres ved måling på hændelser.

Cocktail tilsættes
til indløbet

Renseenhed

Cocktail genfindes
i udløbet





Eksempel på cocktail-opskrift

| Stamopløsning | Forureningsstof | Opløsningsmiddel og beholdermateriale |
|--|--|---|
| #1 Kationiske metaller, P og Br ⁻ | <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Pb (Pb²⁺) Cd (Cd²⁺) Ni (Ni²⁺) Cu (Cu²⁺) Zn (Zn²⁺) </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> P (PO₄³⁻) </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 5px;"> Br (Br⁻) </div> | Opløses i ionbyttet vand Transporteres i flasker af polyethylene |
| #2 Cr(VI) og detergenter | <div style="border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Cr(VI) (CrO₄²⁻) </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px;"> Linear alkylbenzene sulphonates </div> | Opløses i ionbyttet vand Transporteres i flasker af polyethylene |
| #3: PAH'er | Acenaphthene Naphthalene Phenanthrene | Opløses i methanol Transporteres i borsilikat-flasker |
| #4: Pesticider | Glyphosate MCPA | Opløses i ionbyttet vand Transporteres i borsilikat-flasker |





Vejbed

Interesseret i en cocktail? Snak med Karin!

| Kbh- retnings- linjer vedr. regn- udledning | Marint vand | Søer i Vandplan/ Vandområdeplan eller med tilsvarende tilstand og målsætning | Sø uden for Vandplan/ Vandområdeplan | Sø uden for Vandplan/ Vandområdeplan | Vandløb | Grundvand |
|--|------------------------|---|---|---|----------------|------------------|
|--|------------------------|---|---|---|----------------|------------------|