

EVA temadag: Oversvømmelse eller gummistøvler  
Torsdag d. 27. maj 2010  
Hotel Nyborg Strand



# Håndtering af store mængder regnvand i bymiljøer ved LAR

Jan Jeppesen<sup>1,2</sup>

Ph.d. studerende  
i 2BG projektet ([www.2bg.dk](http://www.2bg.dk))

<sup>(1)</sup> ALECTIA A/S

<sup>(2)</sup> Geologisk Institut, Århus Universitet

# Disposition

- **Introduktion til LAR\***
- Vandkredsløbet i byområder
- Model koncept
- Model demonstration - kalibreringsprincipper
- Model demonstration – LAR-scenarium
- Diskussion
- Konklusion
- anbefalinger

\*Lokal Afledning af Regnvand

## Hydrologiske principper bag LAR

- Nedsivning
- Fordampning
- Forsinkelse
- Forbrug

# Infiltrationsareal



Et græsdækket infiltrationsareal. Foto A. Backhaus

# Vadi

M.B. Jensen



A. Backhaus

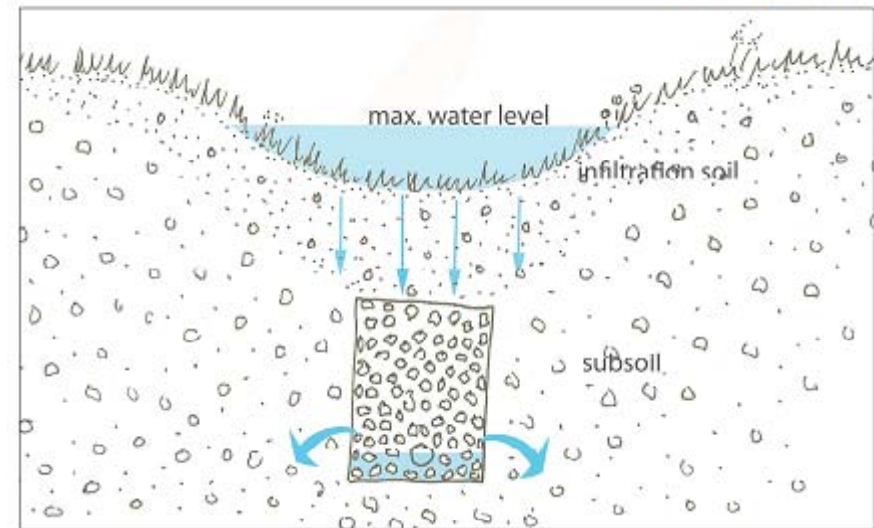


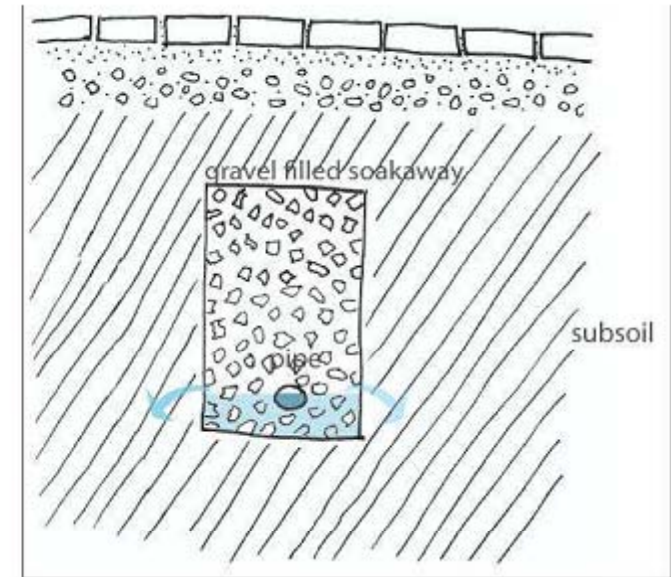
Figure 13: En vadi i et boligområde. Skitsen viser en vadi under regn.

# Infiltrationsrende



<http://www.gc-wa.de/bilder>

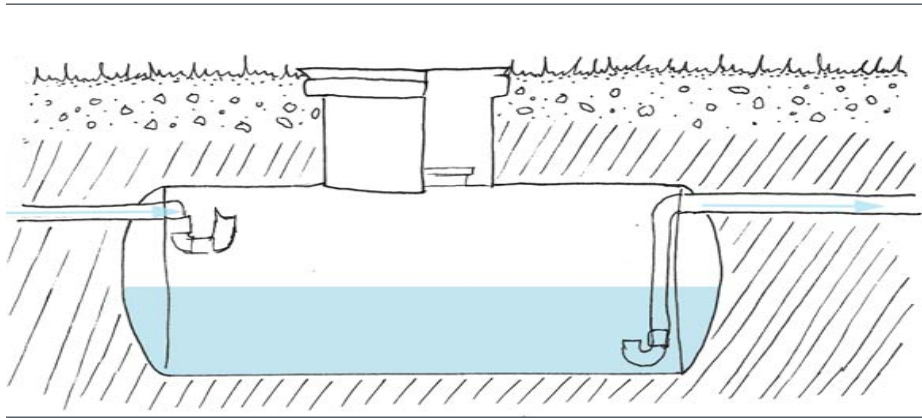
A. Backhaus



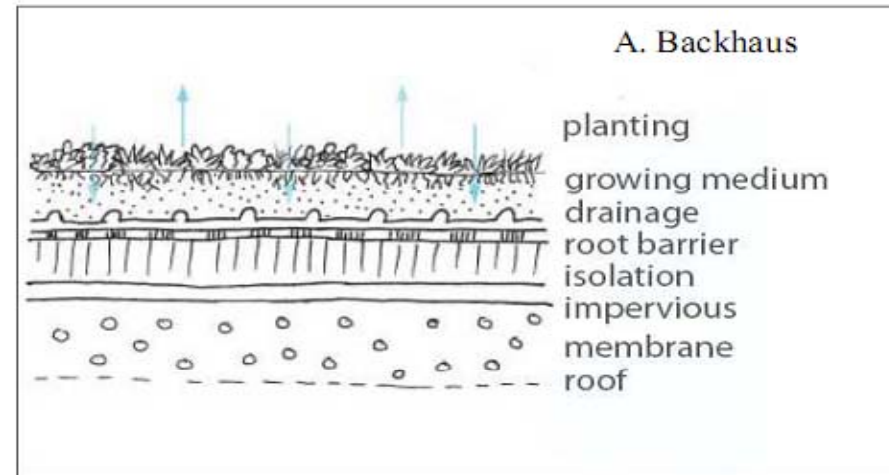
Figur 12: Rendefaskine med regnvandskassetter. Skitsen viser rendefaskine med sten.



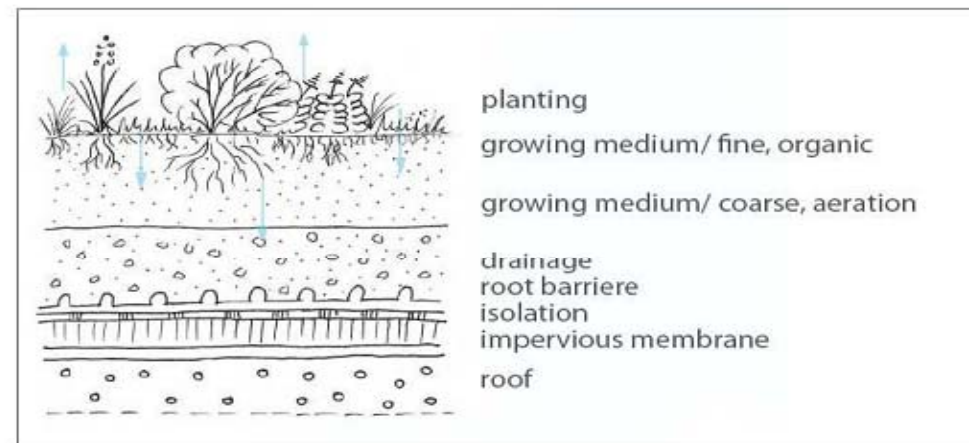
# Regntank



# Grønt tag



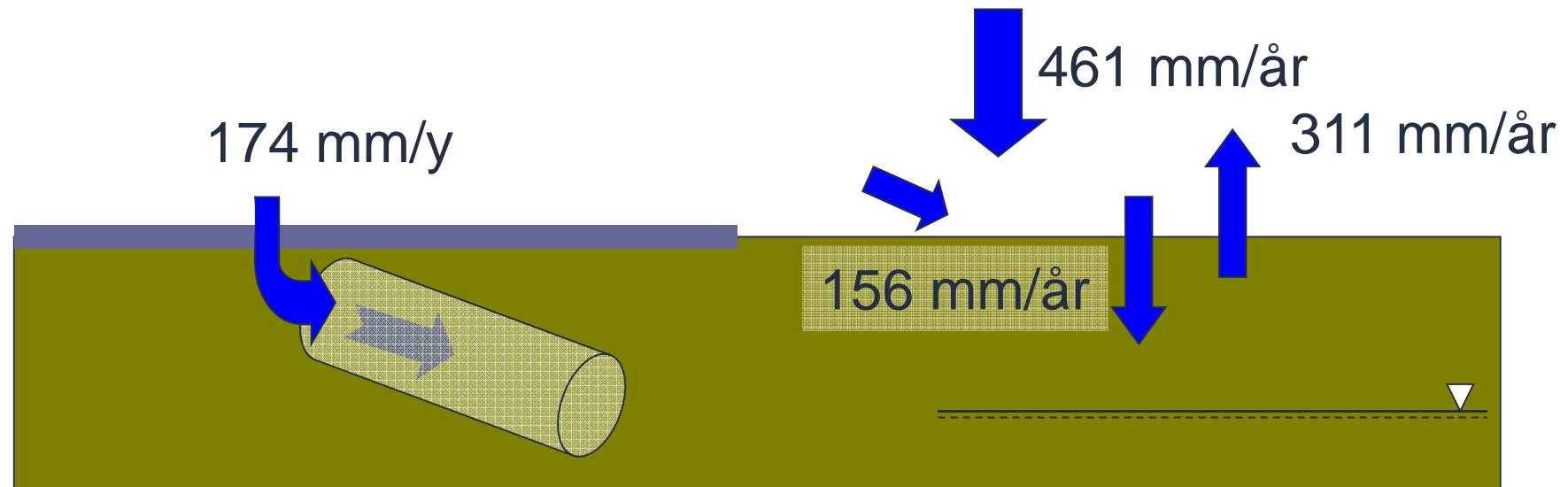
Figur 15: Sedumtaget er den mest udbredte form for ekstensive grønne tage (Foto A. Backhaus).



Figur 14: Intensivt grønt tag. Skitsen viser de forskellige konstruktionslag. (Photo from [http://jetsongreen.typepad.com/jetson\\_green/images](http://jetsongreen.typepad.com/jetson_green/images))



## Indførelse af LAR i stor skala



Hvad er betingelserne for og konsekvenserne af at bruge en bestemt LAR-strategi?

Hvilken LAR-strategi er optimal?

# Nuværende grundlag for vurdering af LAR-implementering

- Nuværende retningslinjer:
  - Skriningskriterier (24)
    - Kun her vurderes stabilitet af øverste jordlag
  - LAR-Projekthåndbøger (Københavns Kommune, 2009)
    - Kote > 3 meter: .
    - Kote < 3 meter: Neds.

... fordi implementering af LAR i stor skala influerer på vandkredsløbet

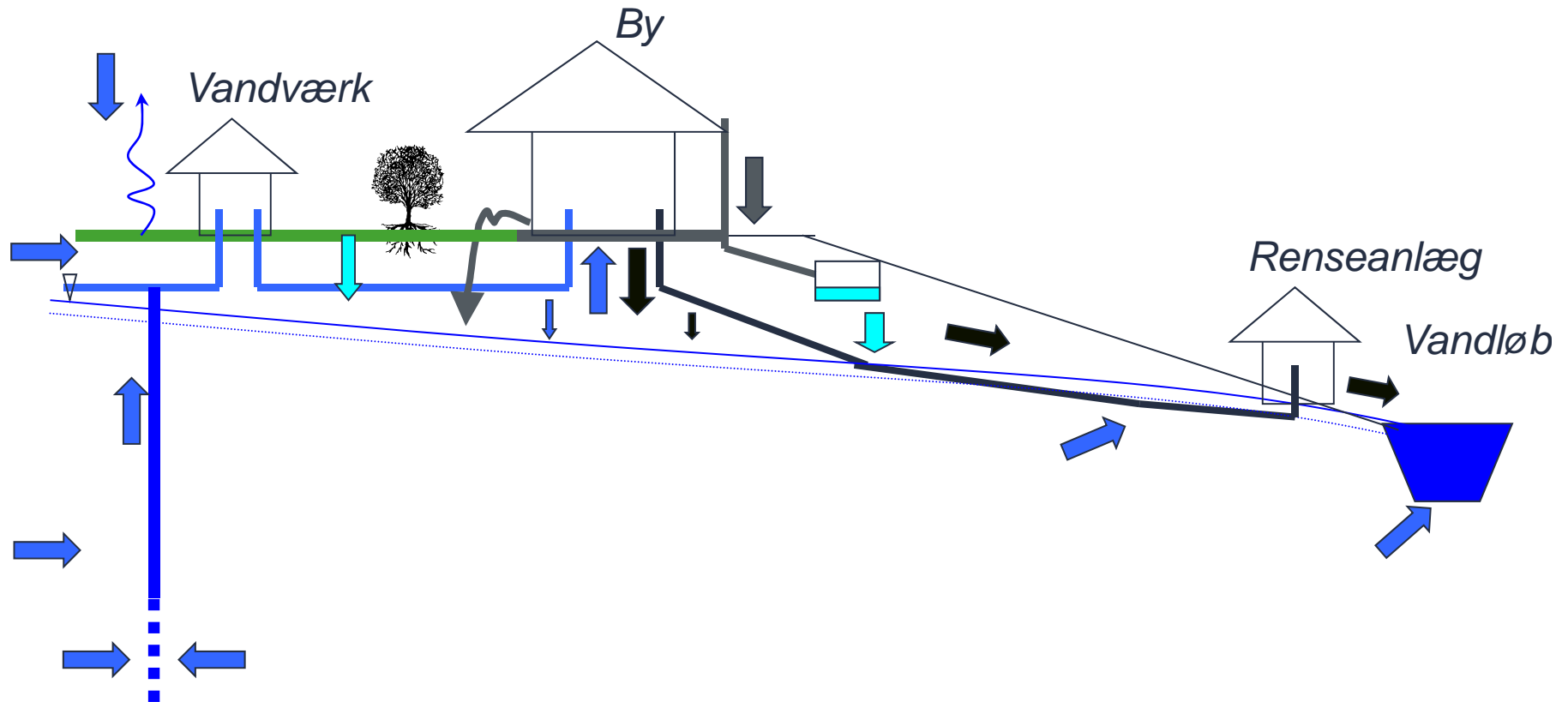
... nedsivning af regnvand kan mindske nuværende (acceptable) afstand til grundvandsspejlet!

# Disposition

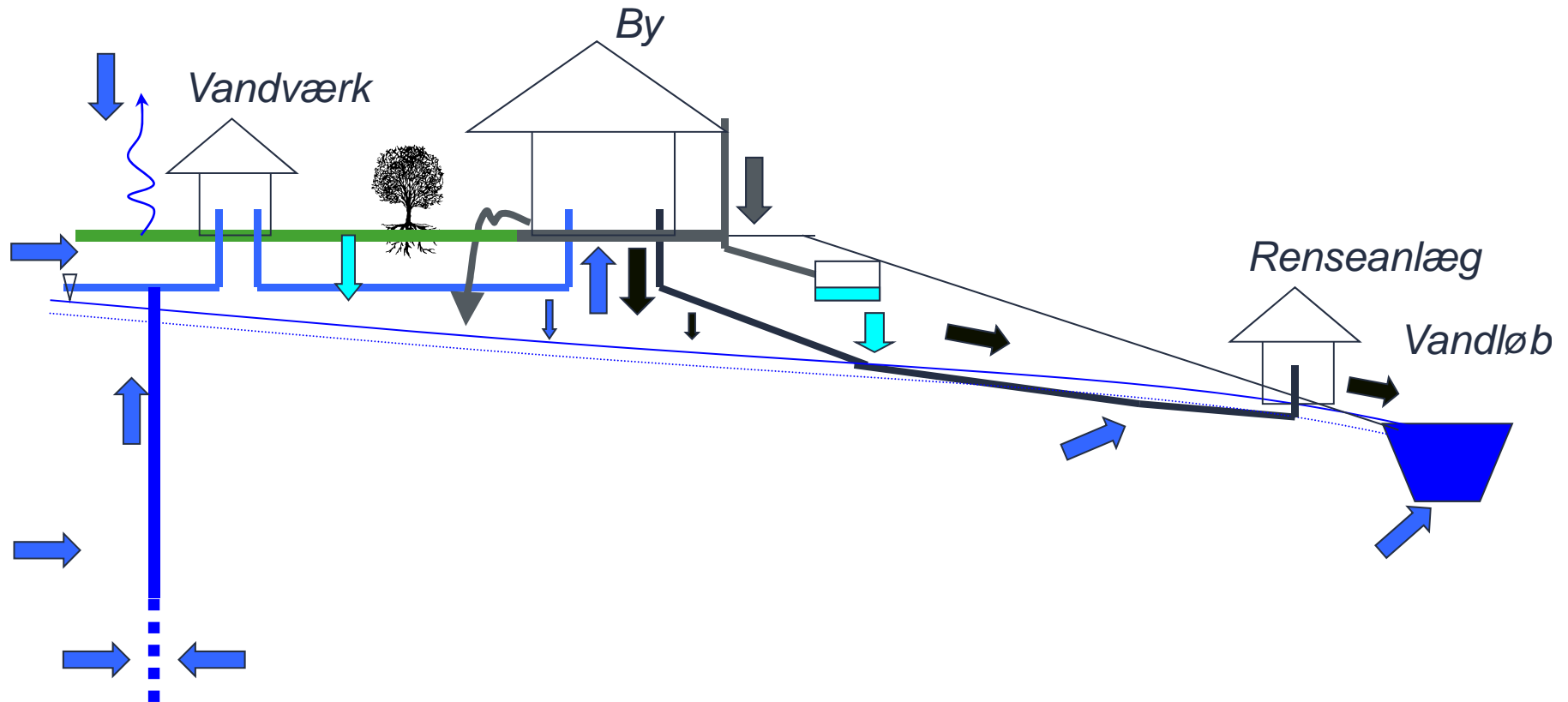
- Introduktion til LAR\*
- **Vandkredsløbet i byområder**
- Model koncept
- Model demonstration - kalibreringsprincipper
- Model demonstration – LAR-scenarium
- Diskussion
- Konklusion
- anbefalinger

\*Lokal Afledning af Regnvand

# Respons på nedsivning?



# Respons på nedsivning og klimaændringer?





# Disposition

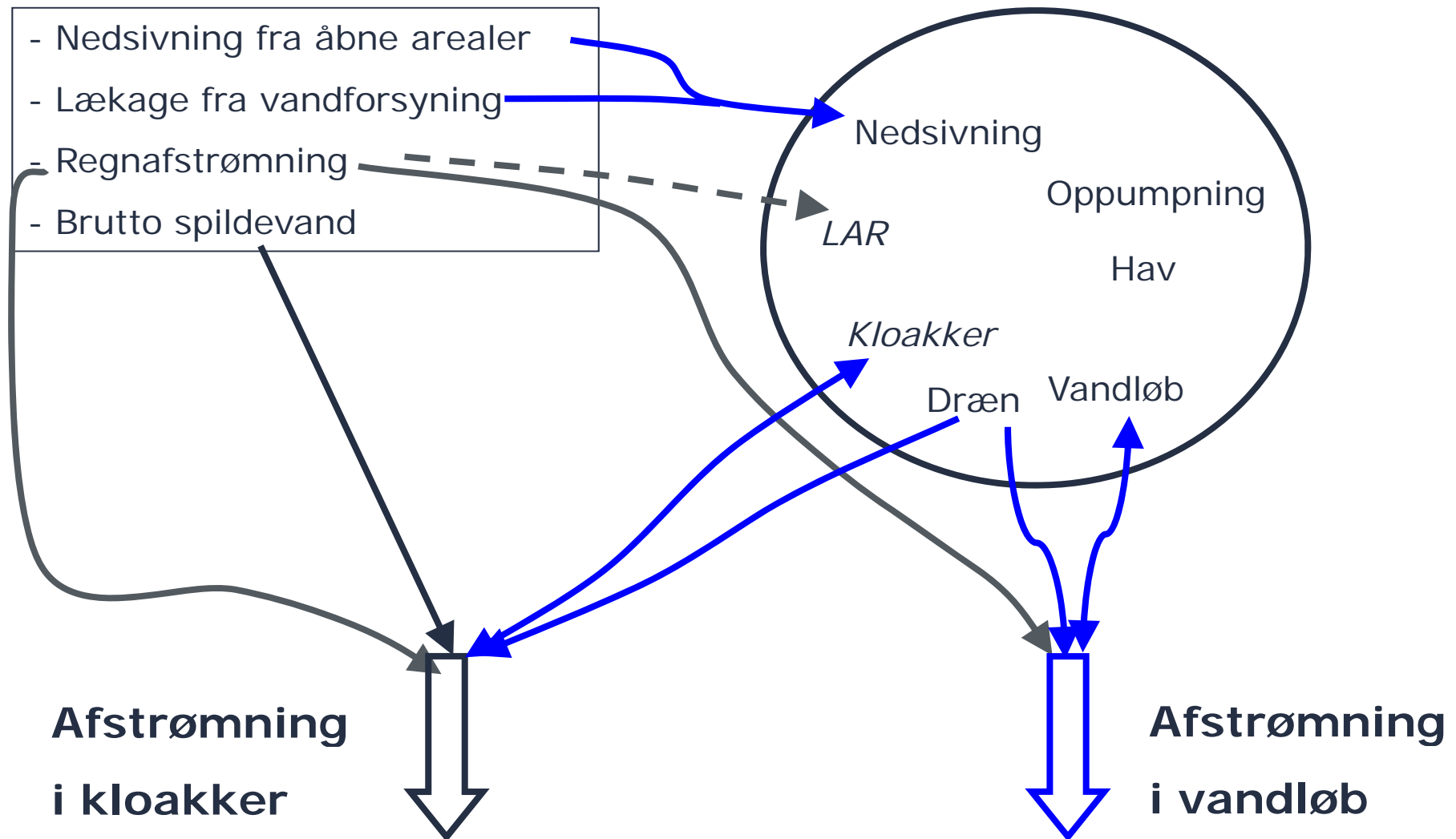
- Introduktion til LAR\*
- Vandkredsløbet i byområder
- **Model koncept**
- Model demonstration - kalibreringsprincipper
- Model demonstration – LAR-scenarium
- Diskussion
- Konklusion
- anbefalinger

\*Lokal Afledning af Regnvand

# Model koncept

## Grid distribution tool

## Modflow-2000 (grundvandsmodel)

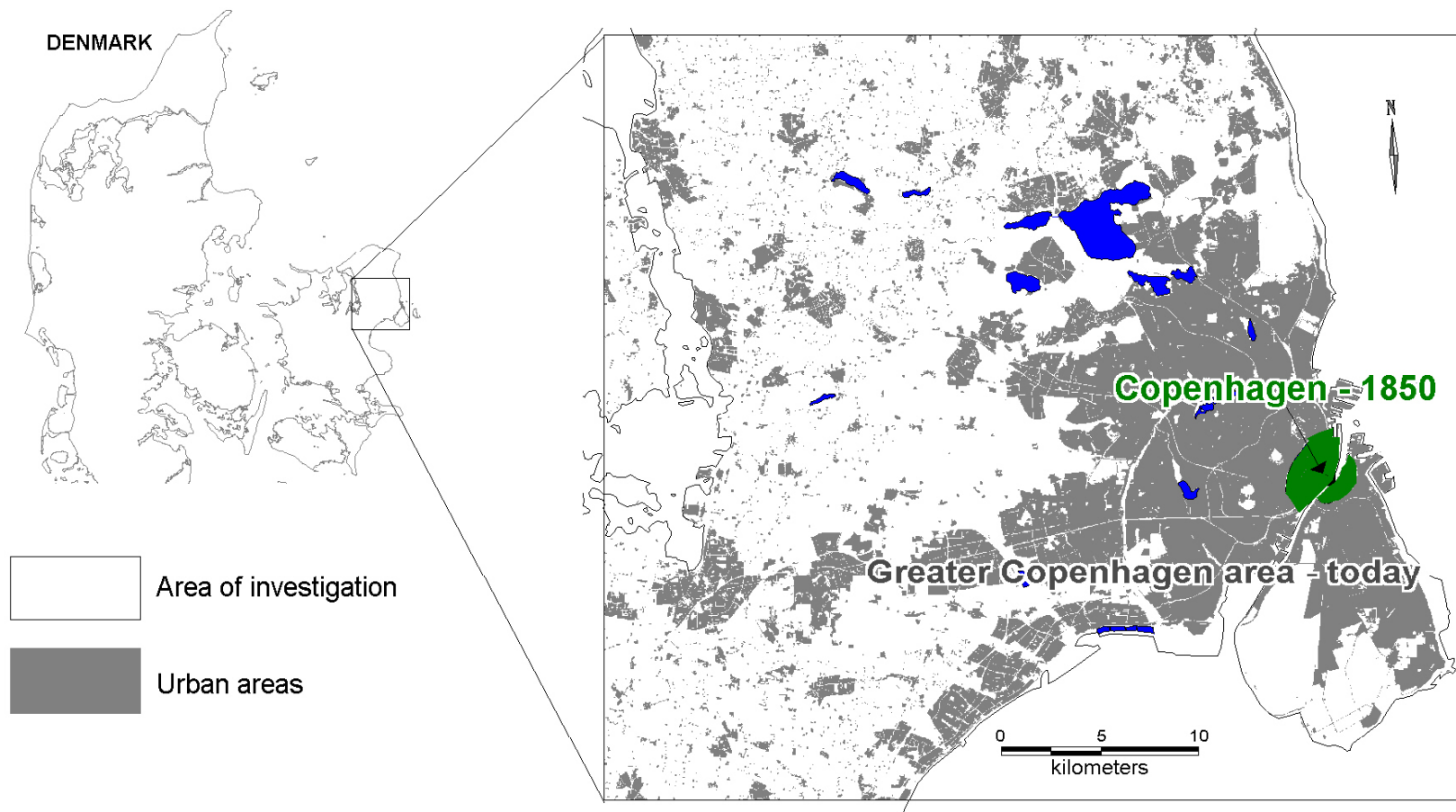


# Disposition

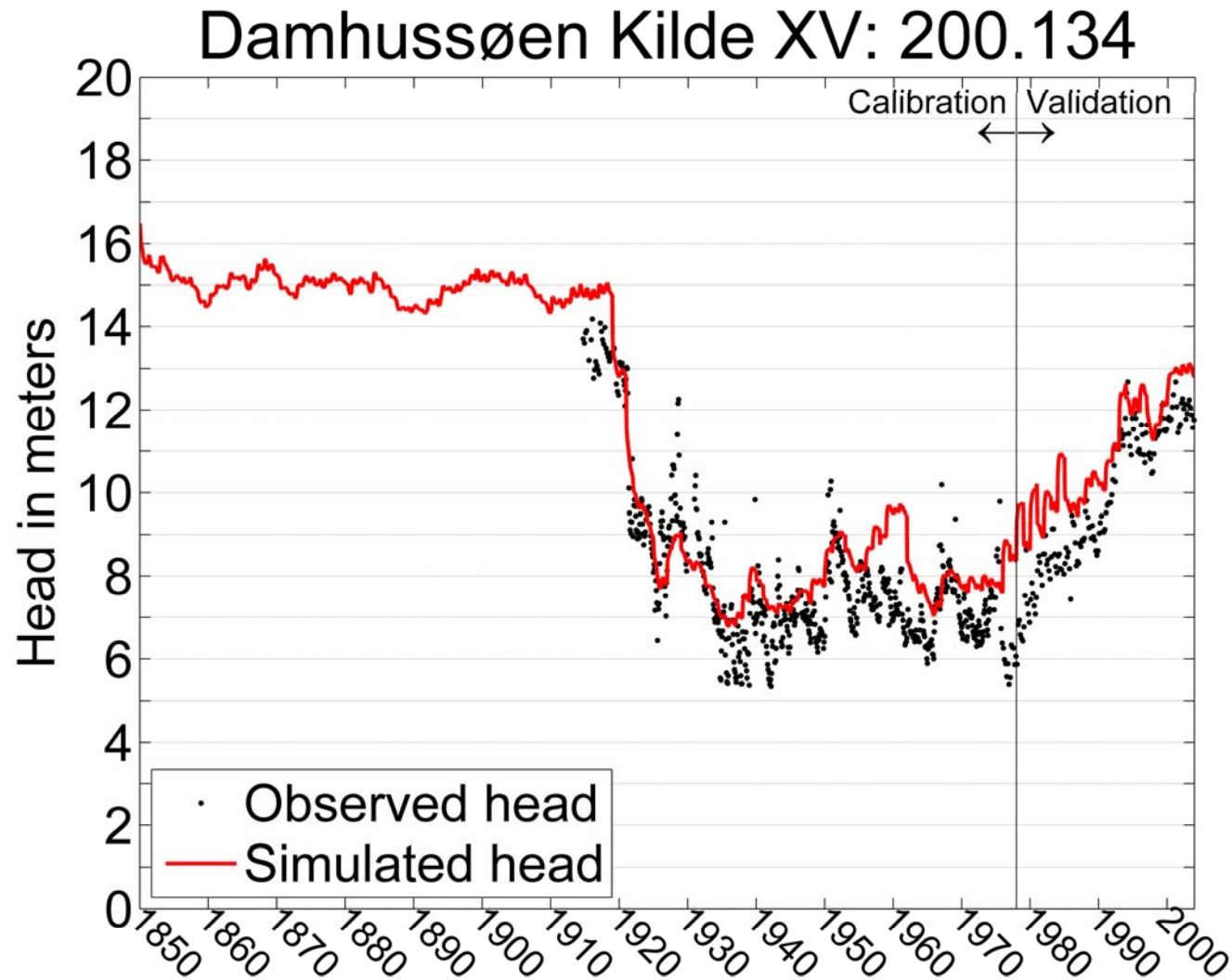
- Introduktion til LAR\*
- Vandkredsløbet i byområder
- Model koncept
- **Model demonstration - kalibreringsprincipper**
- Model demonstration – LAR-scenarium
- Diskussion
- Konklusion
- anbefalinger

\*Lokal Afledning af Regnvand

# Modeldemonstration på Københavnsområdet

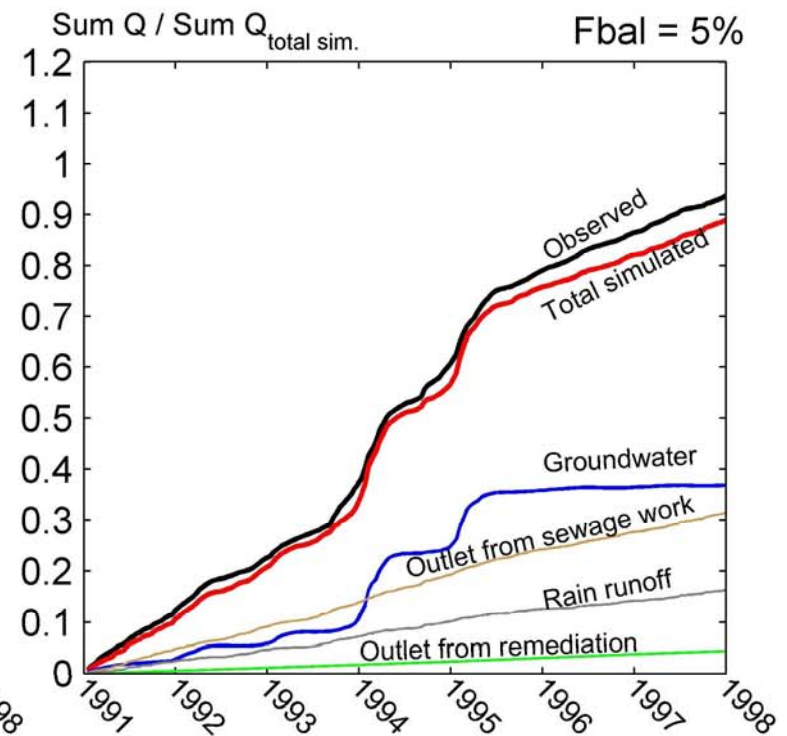
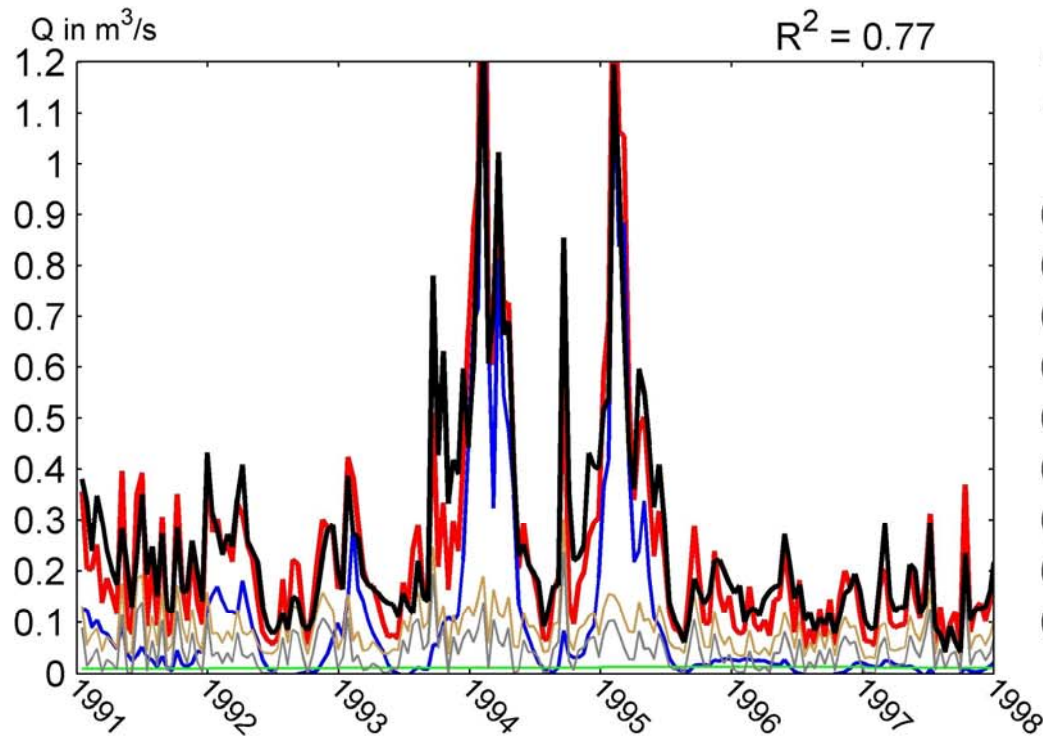


# Simulering af grundvandspotentiale

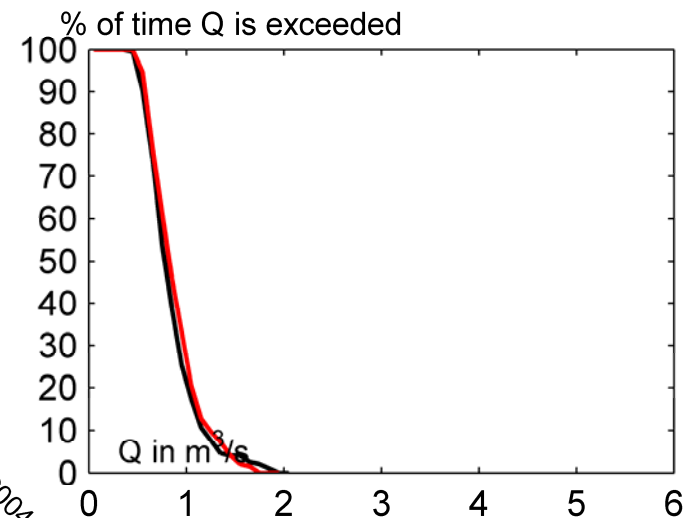
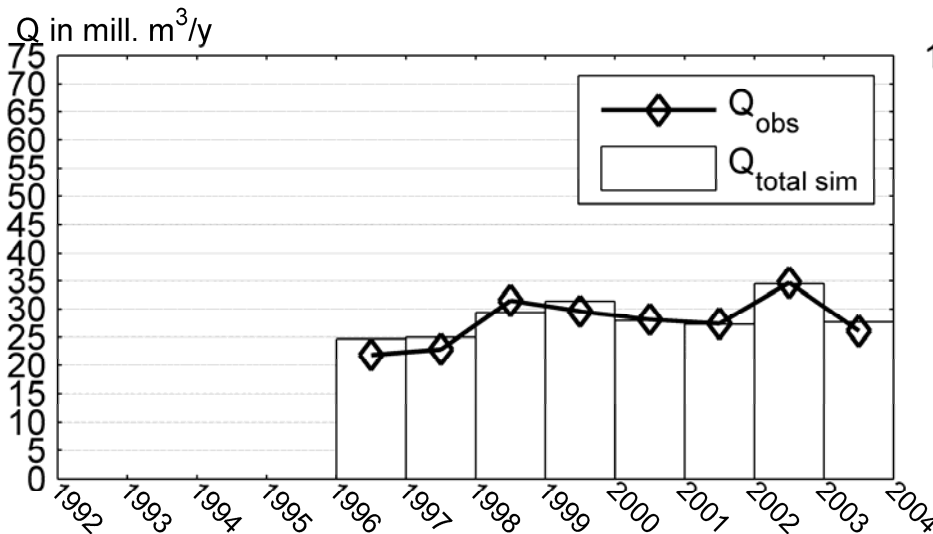
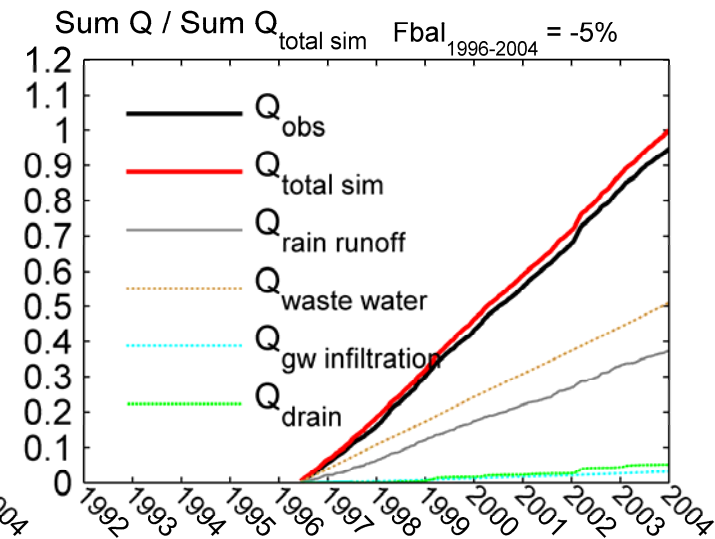
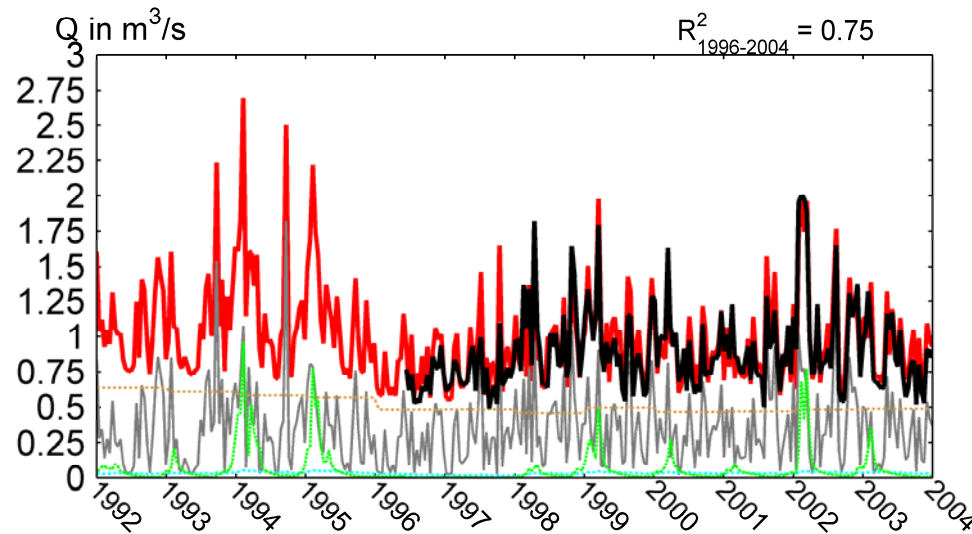




# Simulering af vandføring



# Simulering af indkommende vand på renseanlæg (Damhusåen)

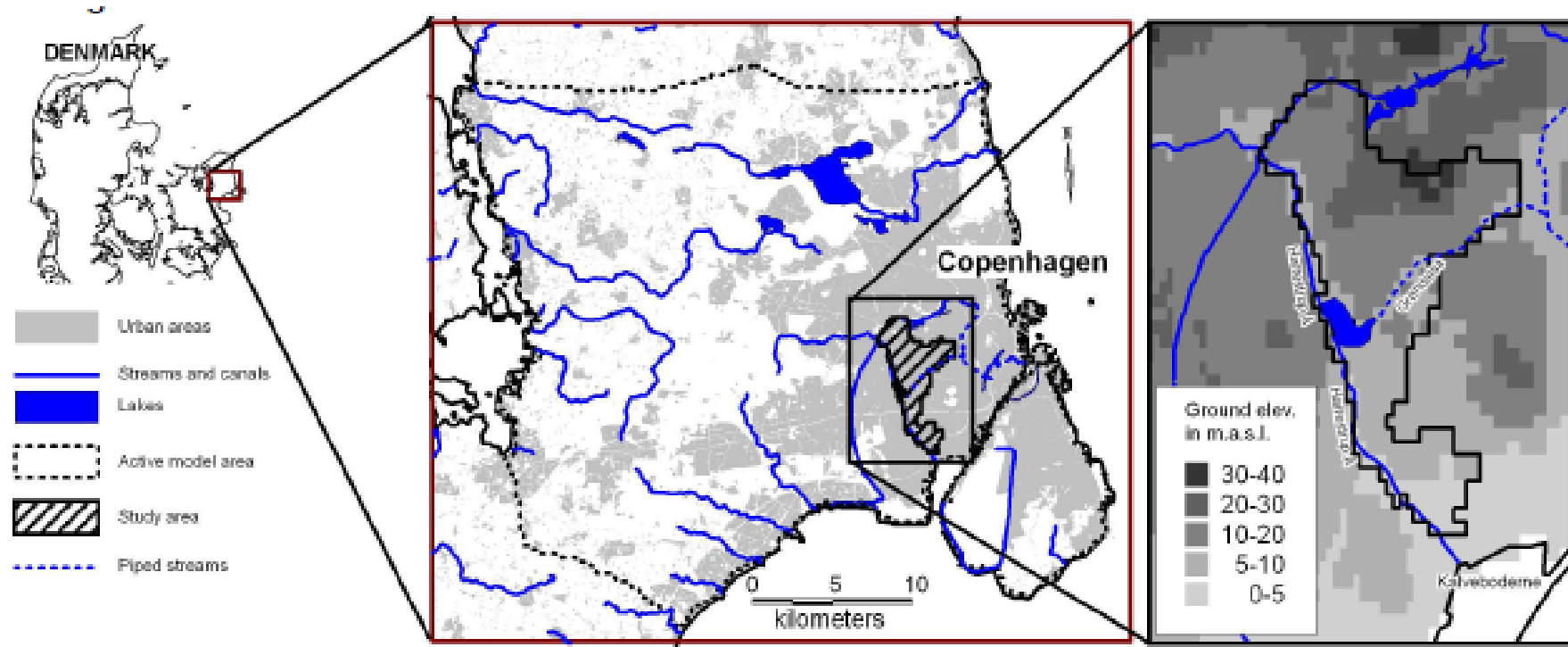


# Disposition

- Introduktion til LAR\*
- Vandkredsløbet i byområder
- Model koncept
- Model demonstration - kalibreringsprincipper
- **Model demonstration – LAR-scenarium**
- Diskussion
- Konklusion
- anbefalinger

\*Lokal Afledning af Regnvand

## Fokusområde – Harrestrup Å



Formål: Undersøg mulighederne for at afkoble 60 % af arealerne (for at minimere overløbene til Harrestrup Å)

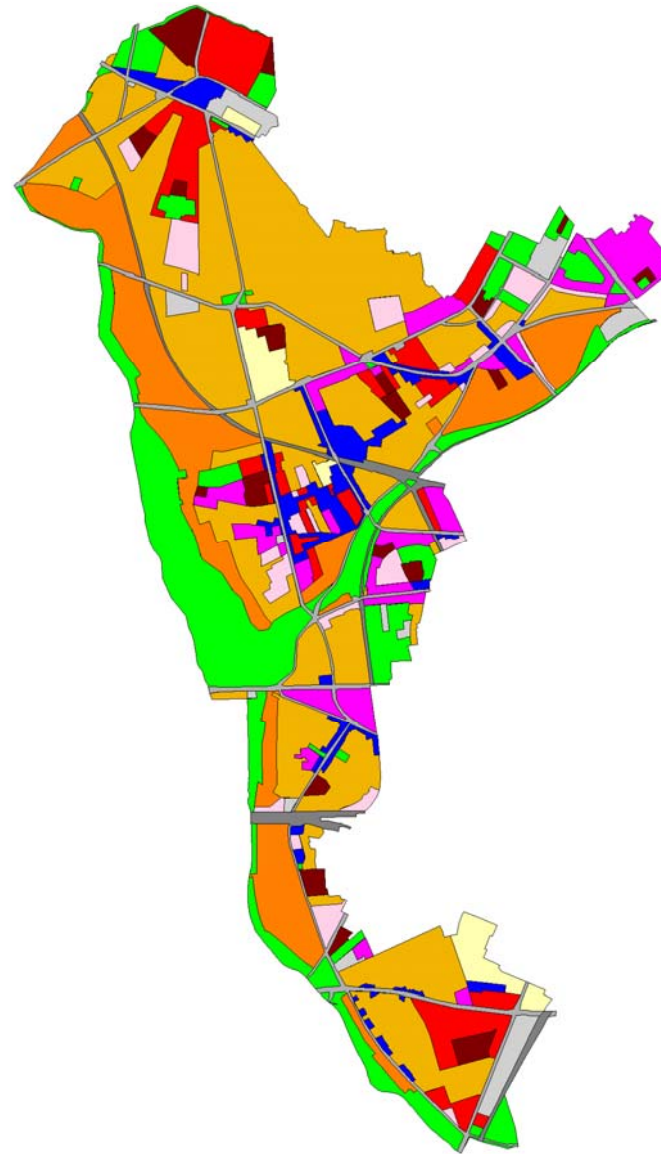
2BG fællesstudie

Tæt samarbejde mellem byplanlægger og hydrolog i udarbejdelsen af bæredygtig LAR-strategi

# Bytypologier

## Land Use Types

- Public Institution
- Transformation Area
- Open High Apartment
- Green Space
- Area Bordering Green Space
- Industry
- Perimeter Block
- Row House
- Single Family House
- Dense Urban
- Railway
- Main Road

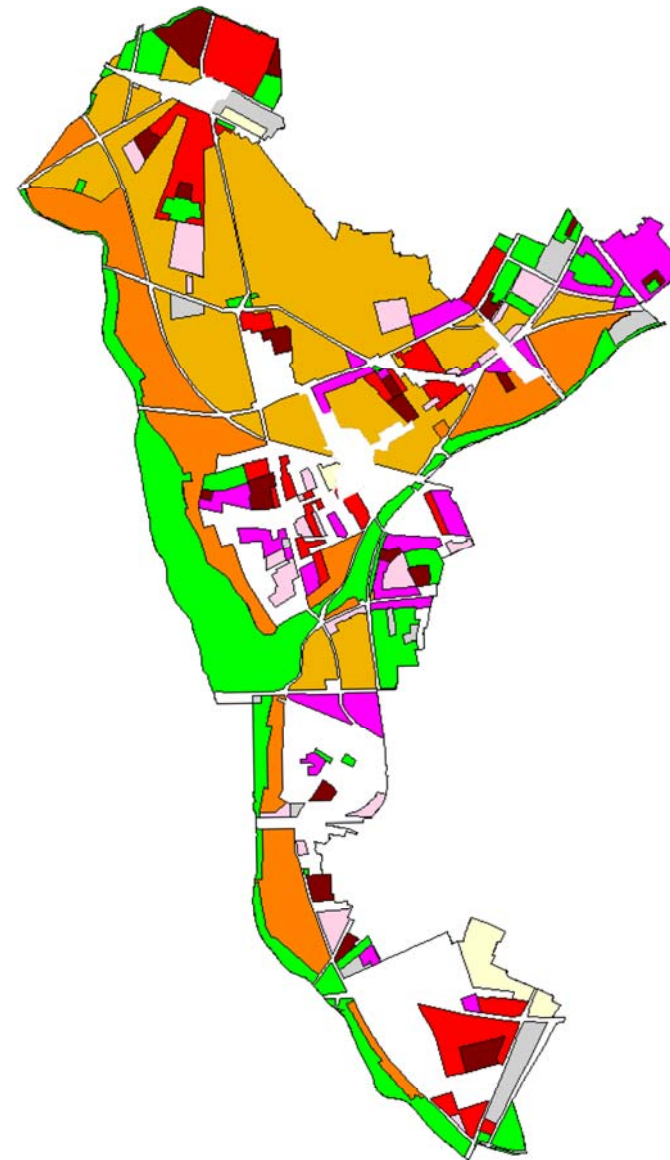




# Afkoblede arealer

## Disconnected areas by land use type

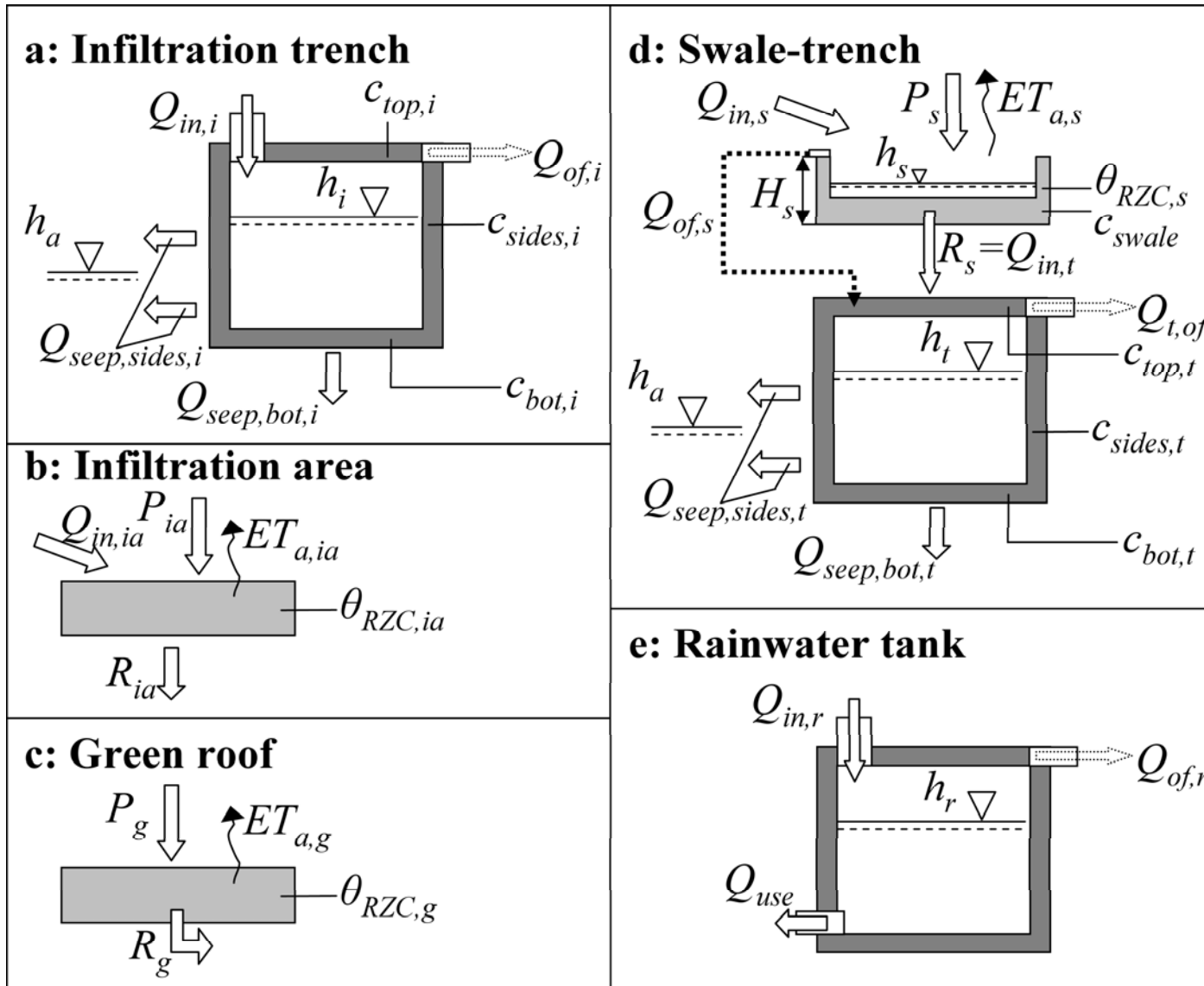
- Public Institution
- Transformation Area
- Open High Apartment
- Green Space
- Area Bordering Green Space
- Industry
- Perimeter Block
- Row House
- Single Family House



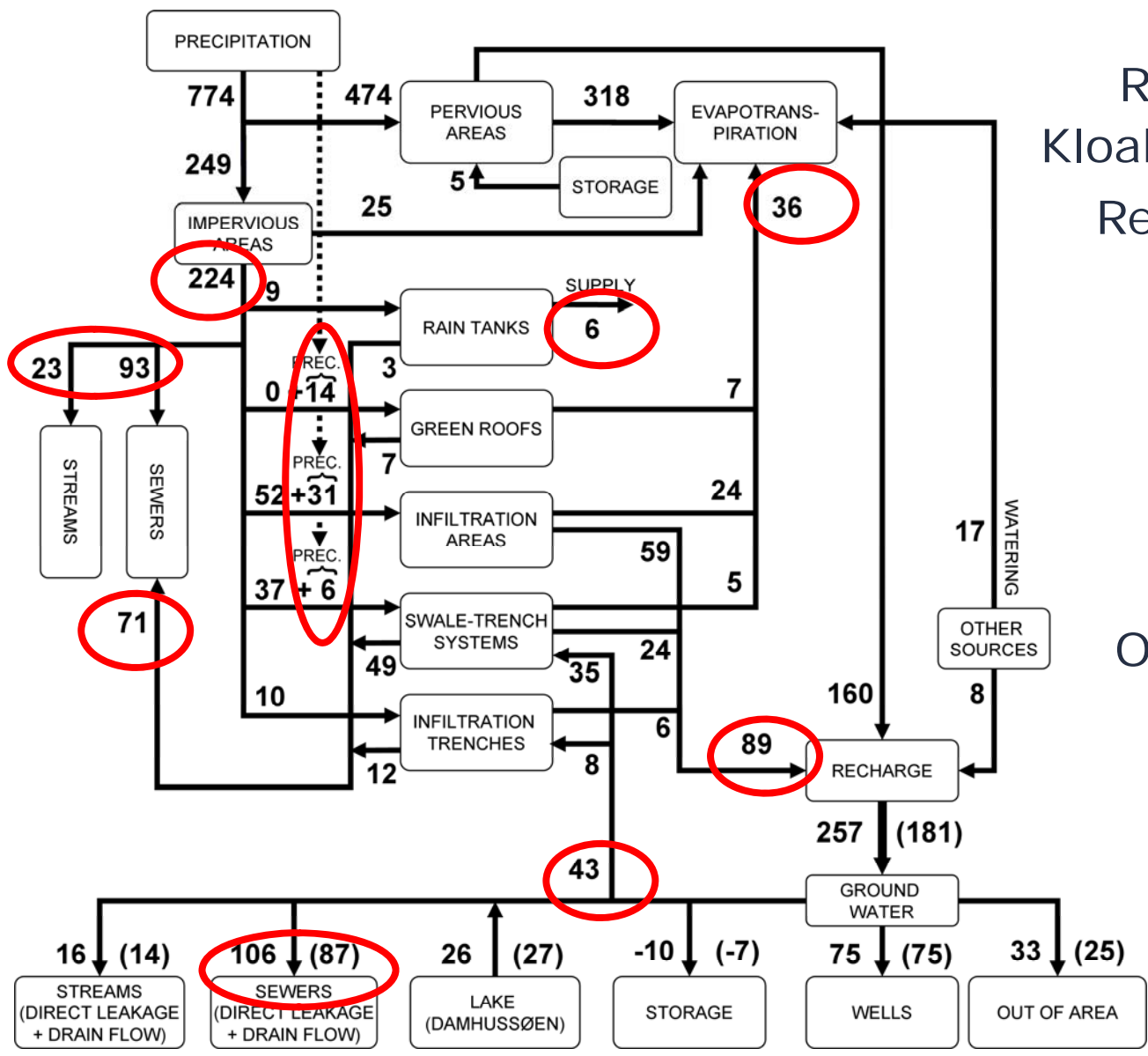
## 60 % afkoblingsscenarium

■ Afkobling til:	
■ Infiltrationsarealer	36 %
■ Vadier	26 %
■ Infiltrations render	8 %
■ Regn tank	6 %
■ Grønt tag	10 %
■ Separering (til vandløb)	<u>14 %</u>
	100 %

# Model koncepter



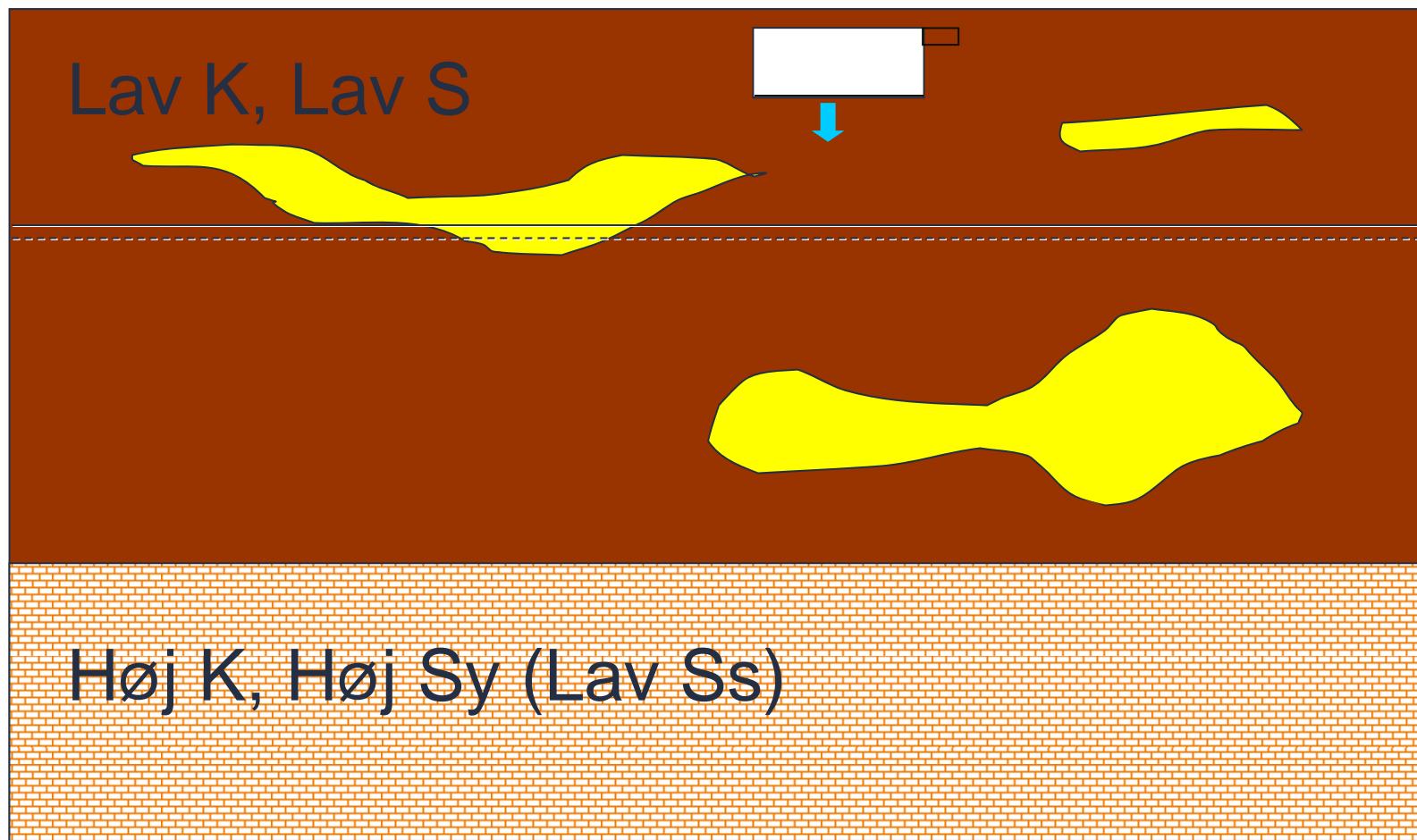
# Simuleret vandbalance i mm/år



Regnafstrømning: 224  
 Kloak/vandløb: - (23+93)  
 Regnafs. til LAR: = 108  
 + 51  
 Til LAR = 159  
 EA: -36  
 Forbrug: -6  
 Til gv. = -89  
 Fra gv. = 43  
 Overløb til kloak = -71

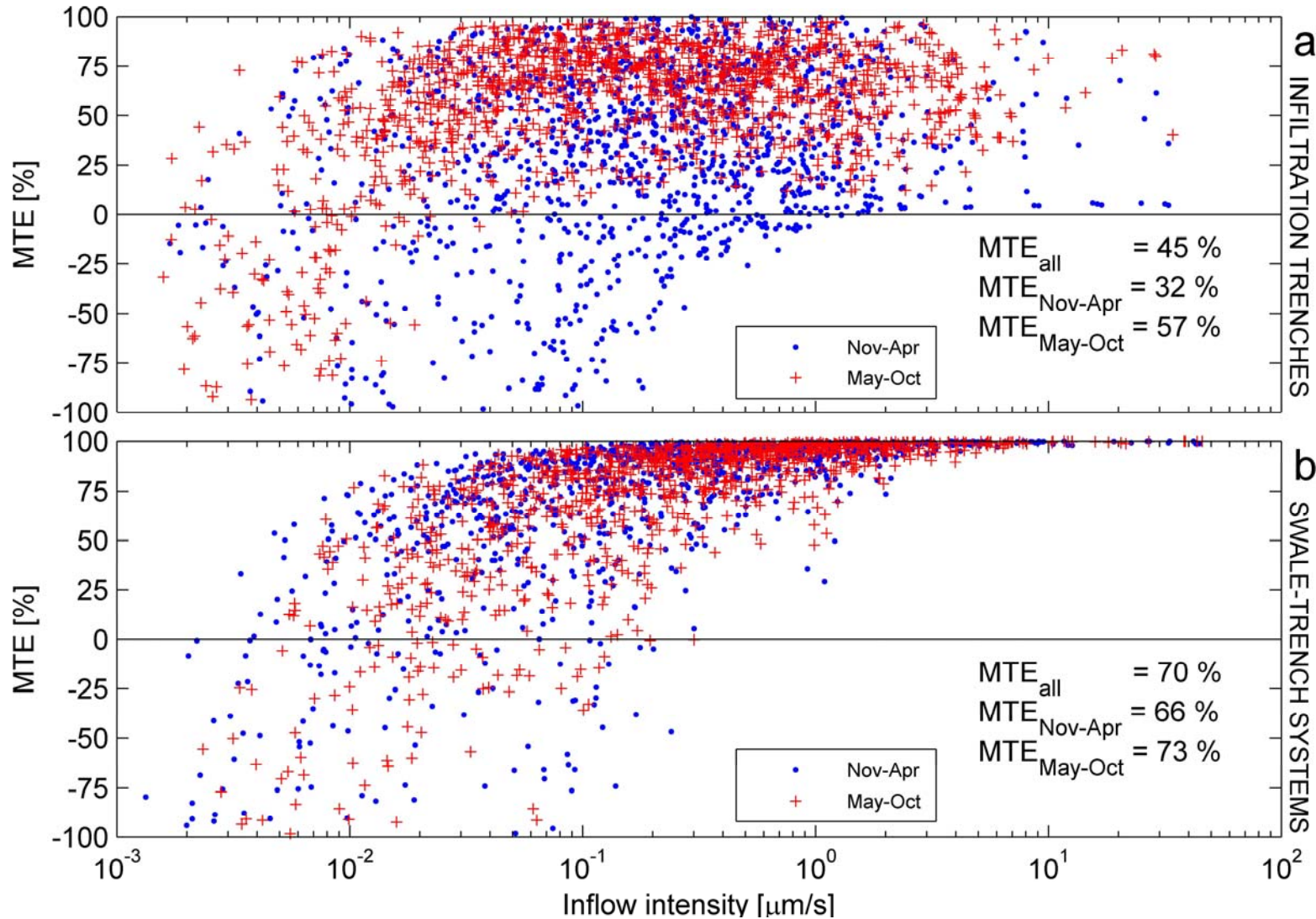
Tilbageløb = 90/108  
 = 83 %

# Hydrologiske konsekvenser ved nedsivning af regnvand



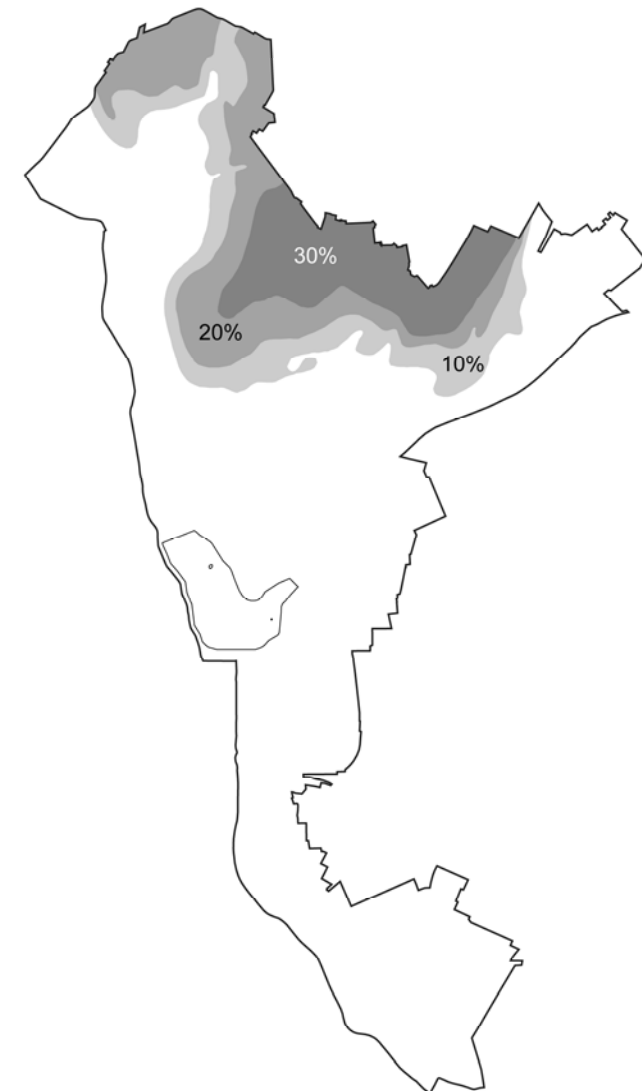
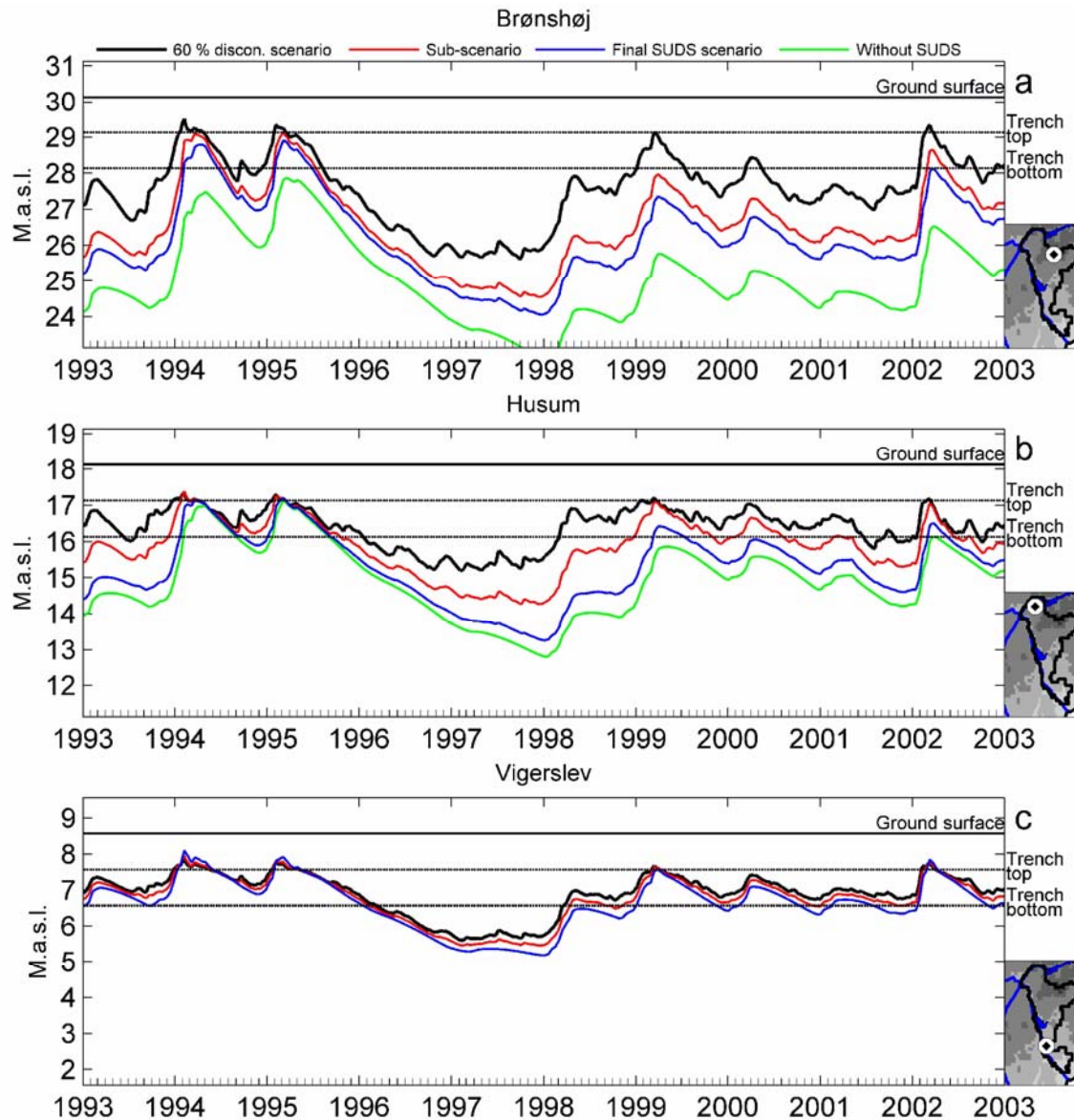
# Betydning af indsvivende grundvand på LAR-performance

$$\text{MTE} = (1 - Q_{\text{ovf}}/Q_{\text{inf}}) \times 100\%$$





# Bæredygtig nedsivning af regnvand (nedsivning uden tilbageløb)





## Hovedresultater

- Storskala implementering af LAR kræver forståelse af vandkredsløbet med og uden LAR-elementer
- ... nærværende modelkoncept muliggør en sådan analyse og dermed valget af den optimale LAR-strategi
- Fordampning af store mængder regnvand er vanskelig
- I København: Nedsivning af regnvand uden tilbageløb til kloak er kun mulig i den nordlige del af området (Brønshøj/Husum)
- Generalisering: Nedsivning af regnvand (uden tilbageløb til kloak) i kystnære eller ånære byområder er vanskelig

# Disposition

- Introduktion til LAR\*
- Vandkredsløbet i byområder
- Model koncept
- Model demonstration - kalibreringsprincipper
- Model demonstration – LAR-scenarium
- **Diskussion**
- Konklusion
- anbefalinger

\*Lokal Afledning af Regnvand

## Diskussion

- Da storskala nedsivning er vanskelig, er konklusionen så at LAR-ideen er død?
- ... NEJ
- ... fordi der er brug for lokale afvandingsløsninger til håndtering af grundvand pga. klimaændringer:
  - Grundvandsspejlet vil i vinterperioder stige signifikant i mange byer
  - Der er perspektiver i at kæde afledning af grundvand (LAG) med afledning af regnvand (LAR)
  - ... om vinteren vil vadien fungere som grundvandsdræn og dermed hindre problemer med højtliggende grundvandsspejl
  - ... om sommeren vil vadien kunne fungere som et konventionelt nedsivningselement

# Disposition

- Introduktion til LAR\*
- Vandkredsløbet i byområder
- Model koncept
- Model demonstration - kalibreringsprincipper
- Model demonstration – LAR-scenarium
- Diskussion
- **Konklusion**
- anbefalinger

\*Lokal Afledning af Regnvand

## Konklusion 1

- Implementering af LAR-strategi kræver kendskab til vandkredsløbet med og uden LAR-elementer ... nærværende modelkoncept muliggør en sådan analyse
- Effektiv fordampning af regnvand kræver STORE arealer ... som kan være svære at finde i eksisterende bymiljøer
- Generalisering: Nedsivning af regnvand (uden tilbageløb til kloak) i kystnære eller ånære byområder er vanskelig

## Konklusion 2

- Dermed virker det umiddelbart svært at afkoble store mængder regnvand ved LAR
- OBS: Klimaændringer vil alligevel medføre problemer med højtliggende grundvand som skal afledes (til kloakken)
- Der er perspektiver i at kæde afledning af grundvand (LAG) med afledning af regnvand (LAR)
  - ... om vinteren vil vadien fungere som grundvandsdræn
  - ... om sommeren vil vadien kunne fungere som et konventionelt nedsivningselement

# Disposition

- Introduktion til LAR\*
- Vandkredsløbet i byområder
- Model koncept
- Model demonstration - kalibreringsprincipper
- Model demonstration – LAR-scenarium
- Diskussion
- Konklusion
- **Anbefalinger**

\*Lokal Afledning af Regnvand



## Anbefalinger

- Indhent flere data på den terrænnære hydrogeologiske variabilitet (pejlinger, prøvebeskrivelser, geofysik)
- Indhent (digitaliser) information omkring omfangsdræn
- ... dermed står vi bedre rustet til at analysere effekten af klimaændringer (grundvandsstigninger)
- Brug nærværende model koncept til at simulere LAR/LAG strategier
- ... i kombination med en konventionel afløbsmodel, hvor input af regn erstattes af overløb fra (grundvandspåvirkede) LAR-elementer