



Naturbaseret forvaltning af vand i byer – hvor langt kan vi nå?

Eksempler fra danske byer og Dar es Salaam

Verdens Vanndag, 22. marts 2018
Forskningsparken, Gaustadalléen 21, Oslo

Marina Bergen Jensen, mbj@ign.ku.dk

KØBENHAVNS UNIVERSITET



In our dreams... "De naturbaserede løsninger redder byerne"



Forhindrer oversvømmelser



Sikrer vandforsyningen

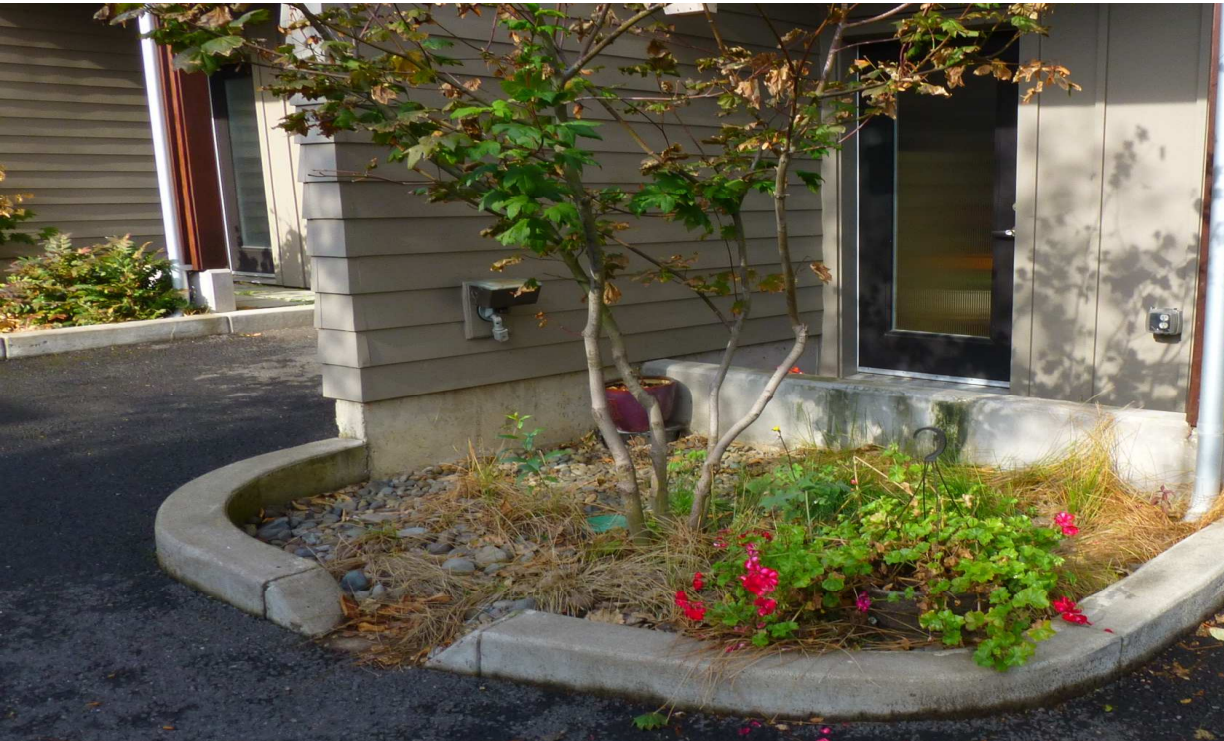


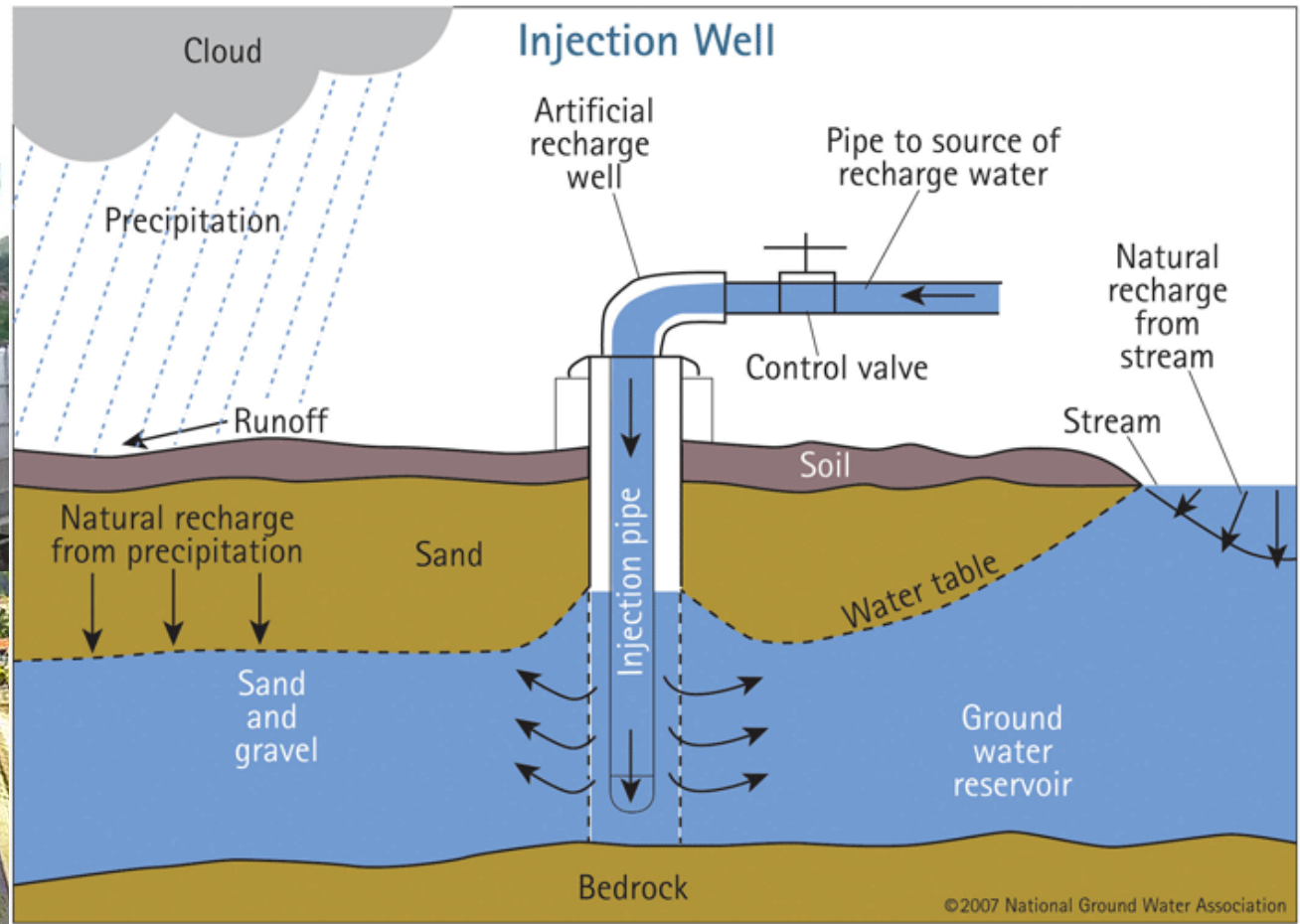
Producerer fødevarer, styrker biodiversitet, dæmper UHI, rensr luft....

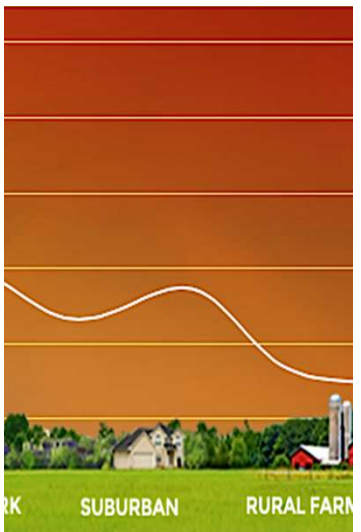


Styrker innovation, samarbejde & sammenhængskraft











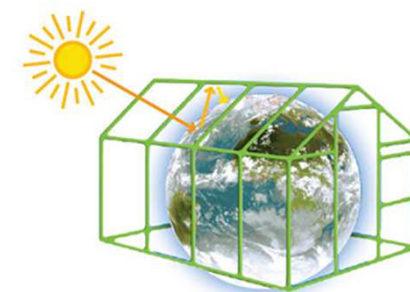
Naturebaserede løsninger kan bidrage til opfyldelsen af FN's Verdensmål
Men er bidraget signifikant? Dokumentation og innovation afgørende!

VERDENSMÅL for bæredygtig udvikling

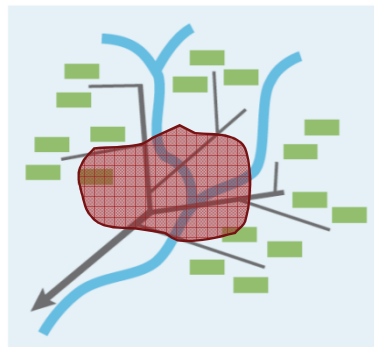


Kan byens afvanding baseres på naturens metoder?

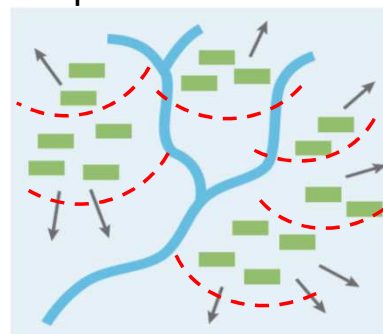




Problemet



Opstrøms kontrol



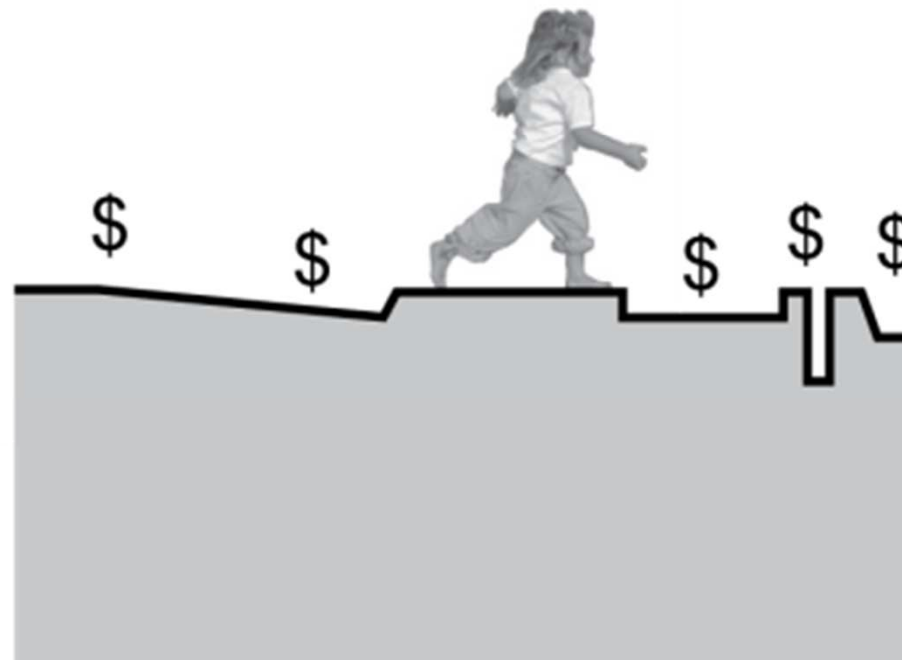
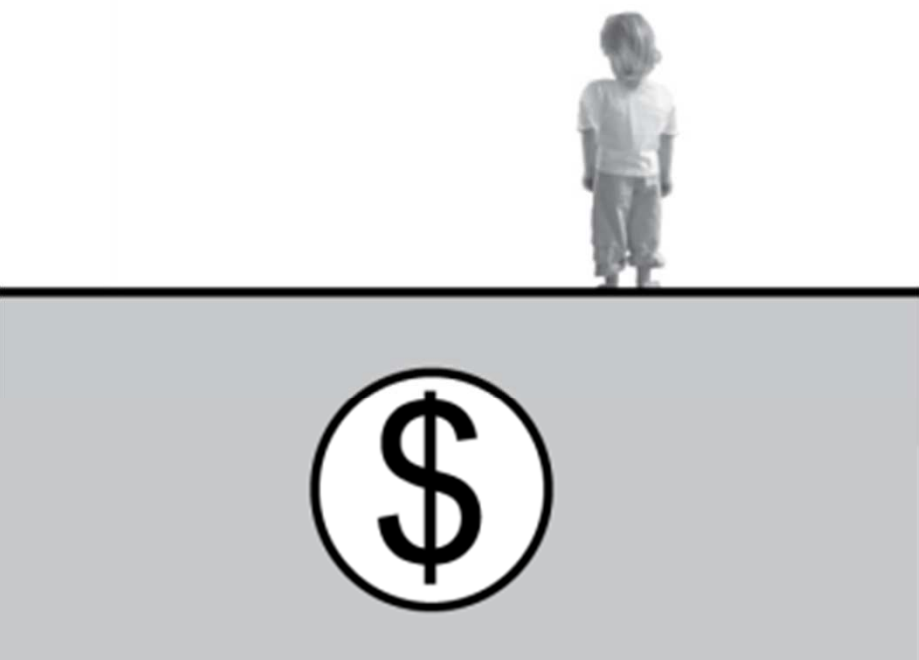
Nedstrøms kontrol



Konventionel tilgang



Naturbaseret tilgang (LAR)

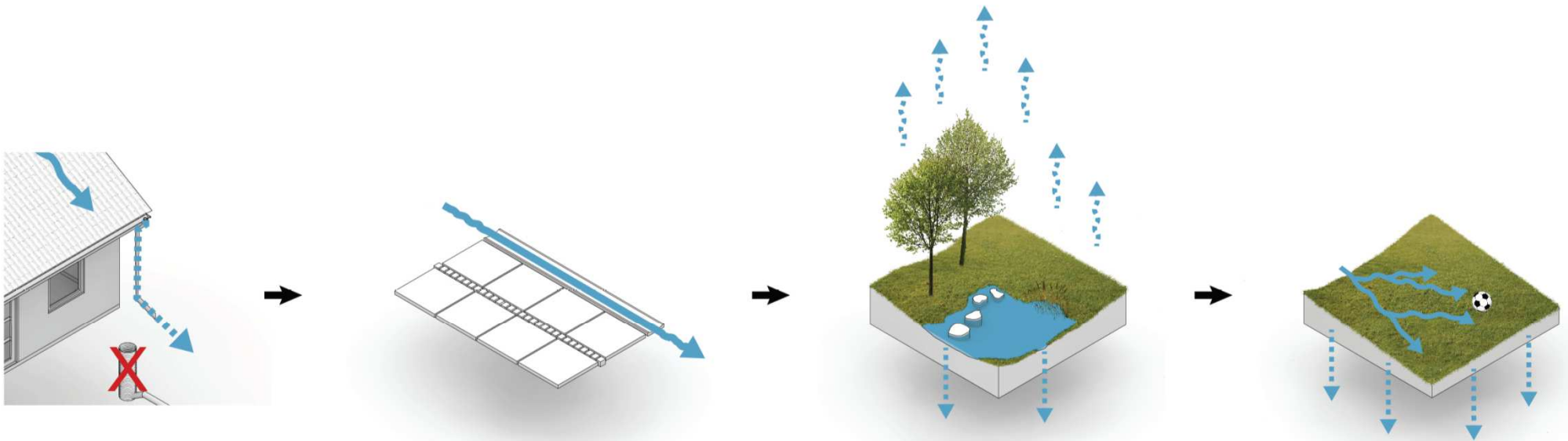


Naturvidenskab + tekniske discipliner
*Biologi, geologi, hydrologi, kemi,
ingeniørkundskab*

+

Design & Planning
*Fra det enkelte sted til løsninger, der dækker
hele byen*

Stormwater treatment train



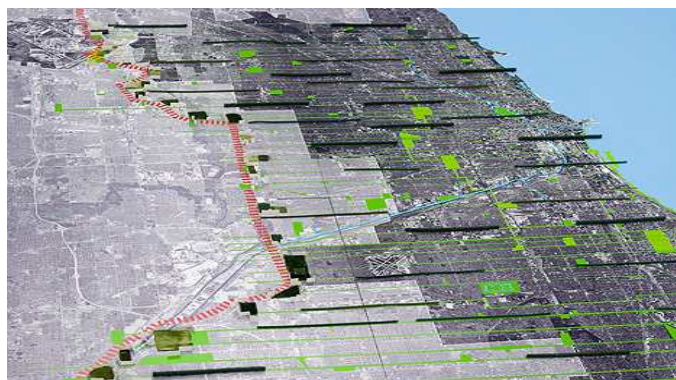
Bygning



Enkelt-elementer

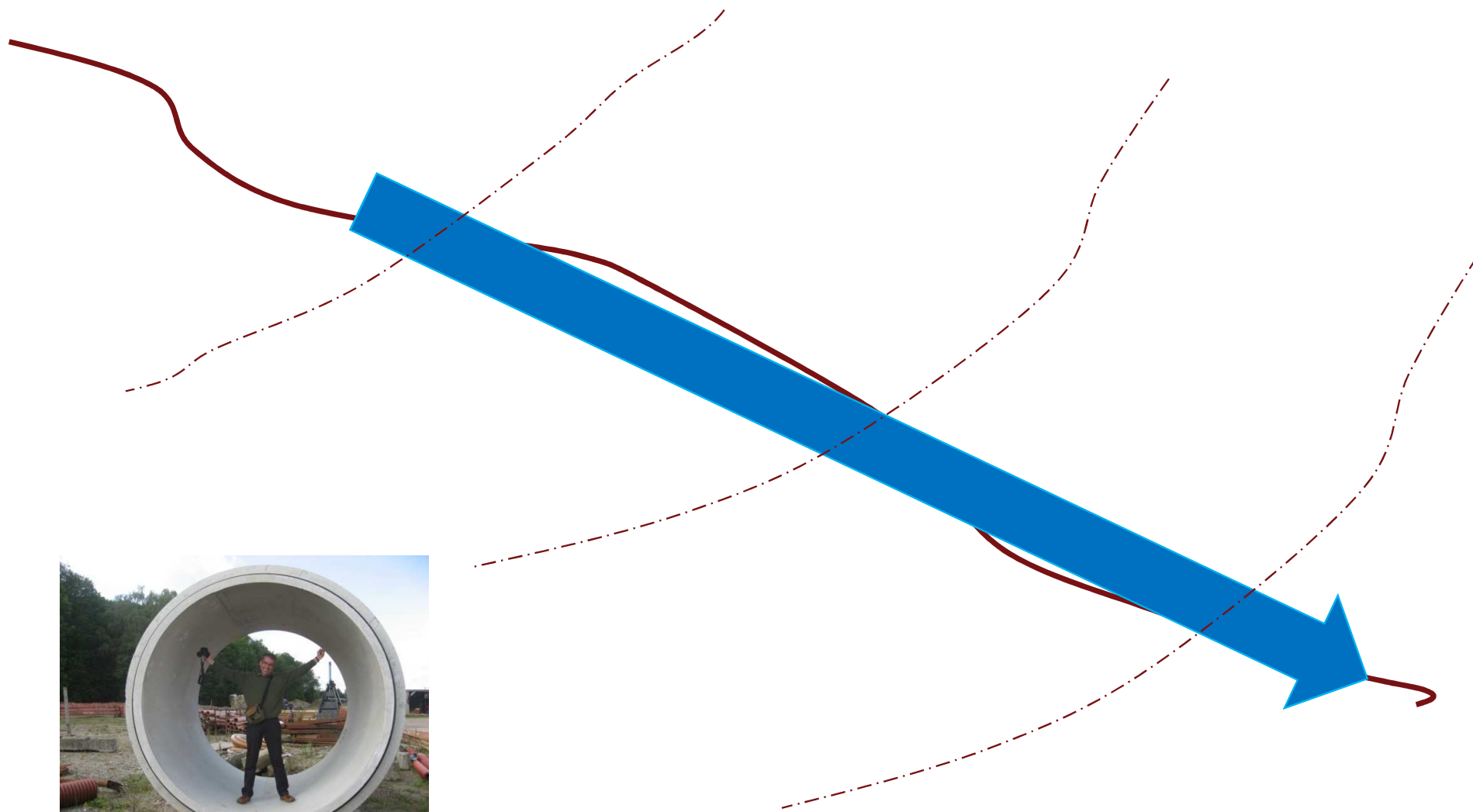


Byniveau

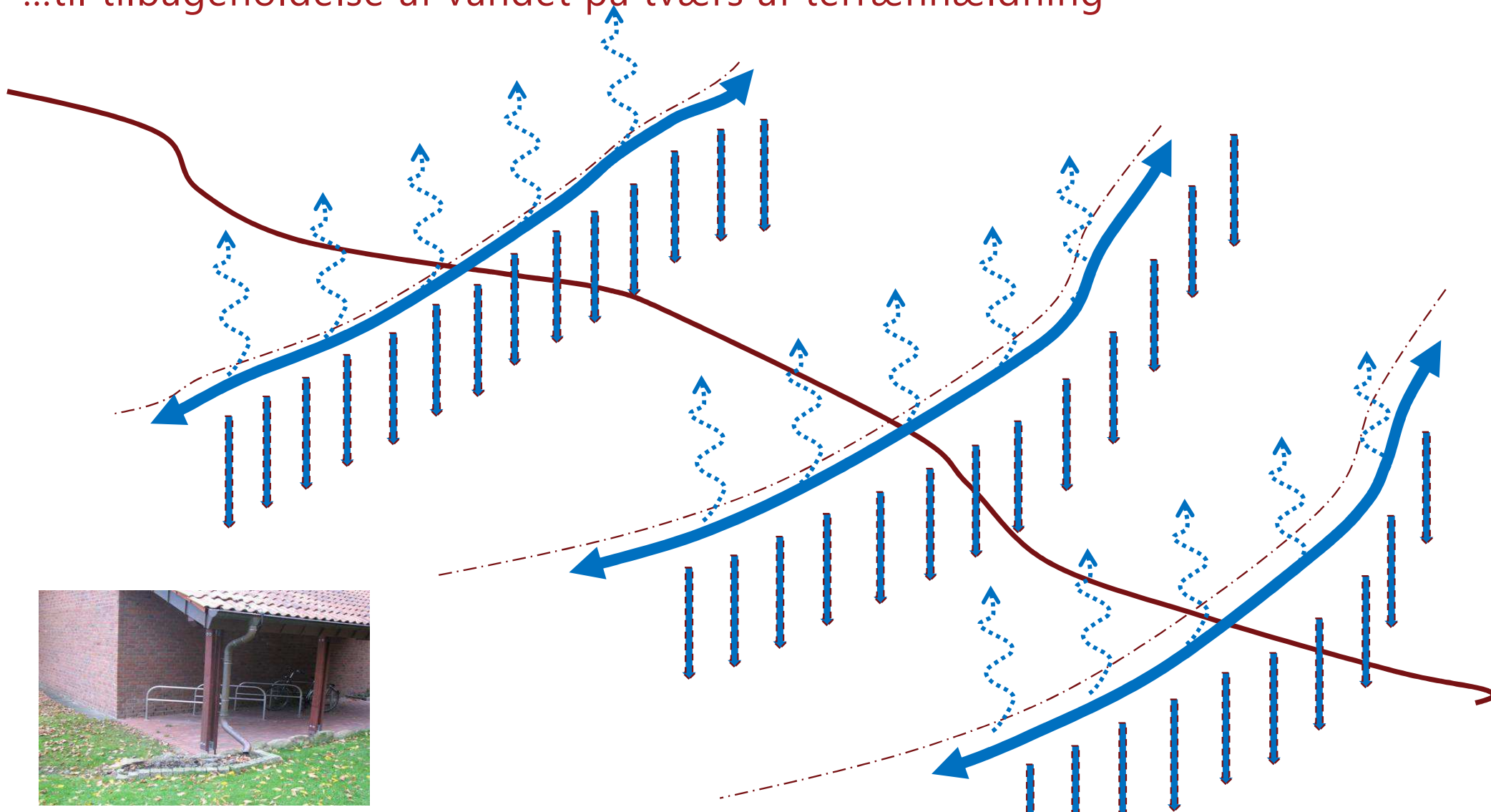


Grøn infrastruktur

Kræver et 90° skift i strømningsretning: Fra hurtig transport ud af byen....



...til tilbageholdelse af vandet på tværs af terrænhældning



Kan grupperes efter hydraulisk funktion:

- Grønne tage
- Permeable belægninger
- Reduktion af befæstet areal

- Ethvert volumen der kan holde vand
 - Før retention
 - Før detention
 - (Før brug)

- Infiltrationsplæner
- Regnbede
- Vejbede
- Infiltrationsrender (I jordoverfladen eller under jorden)
- Infiltrationsbrønde
- Faskiner

Fra planter og jord
(evapotranspiration)

- Alle vegetations-dækkede elementer
- "Grøn klimaskærm"

(droslet afledning)

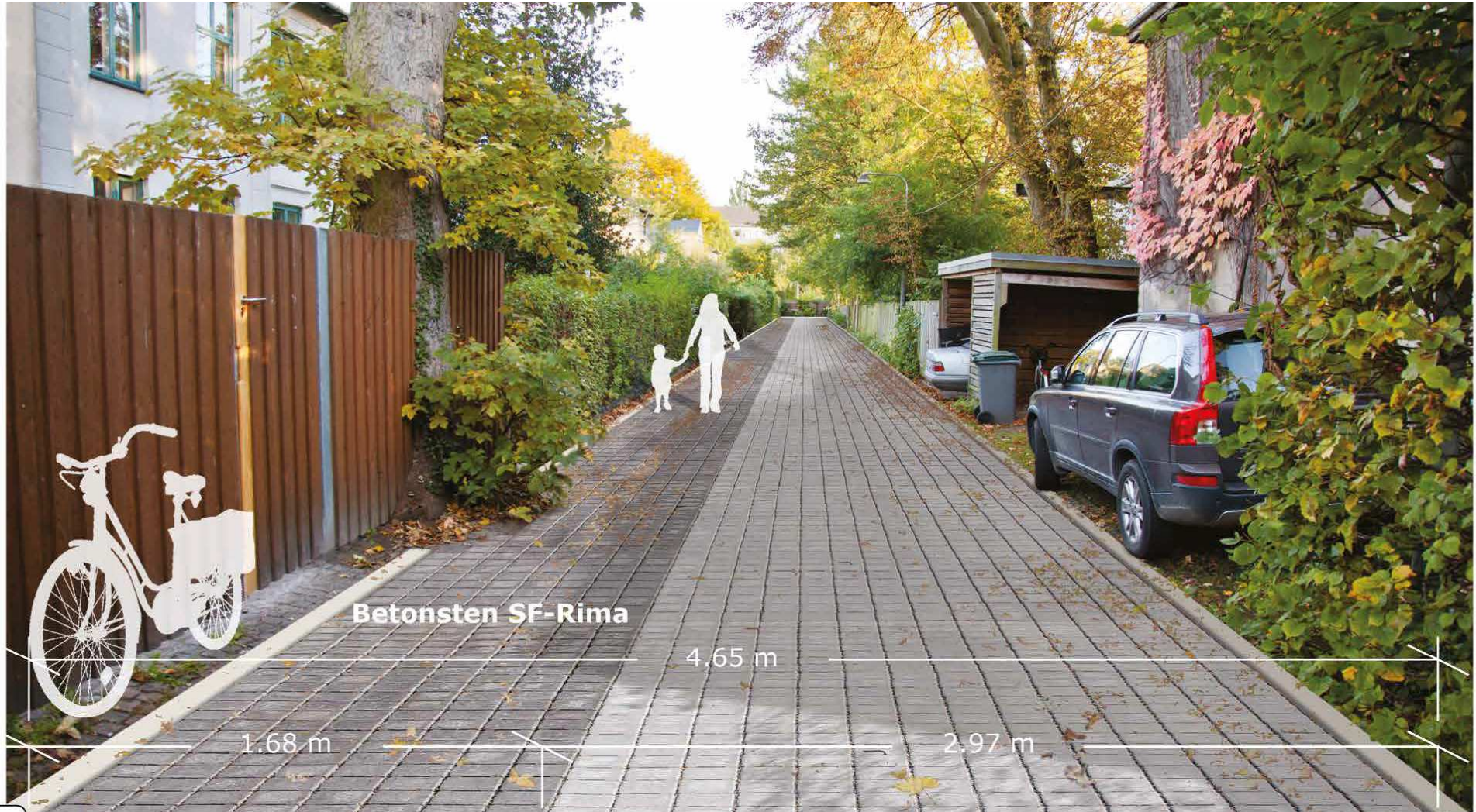
- Vådt bassin
- Tørt bassin (over eller under jorden)

Desuden diverse transportelementer (trug, kanaler, render)

De fleste elementer har mere end en funktion. Her er de opstillet under deres primære funktion.

Permeabel belægning (kildekontrol)
Helenevej, Frederiksberg





Betonsten SF-Rima

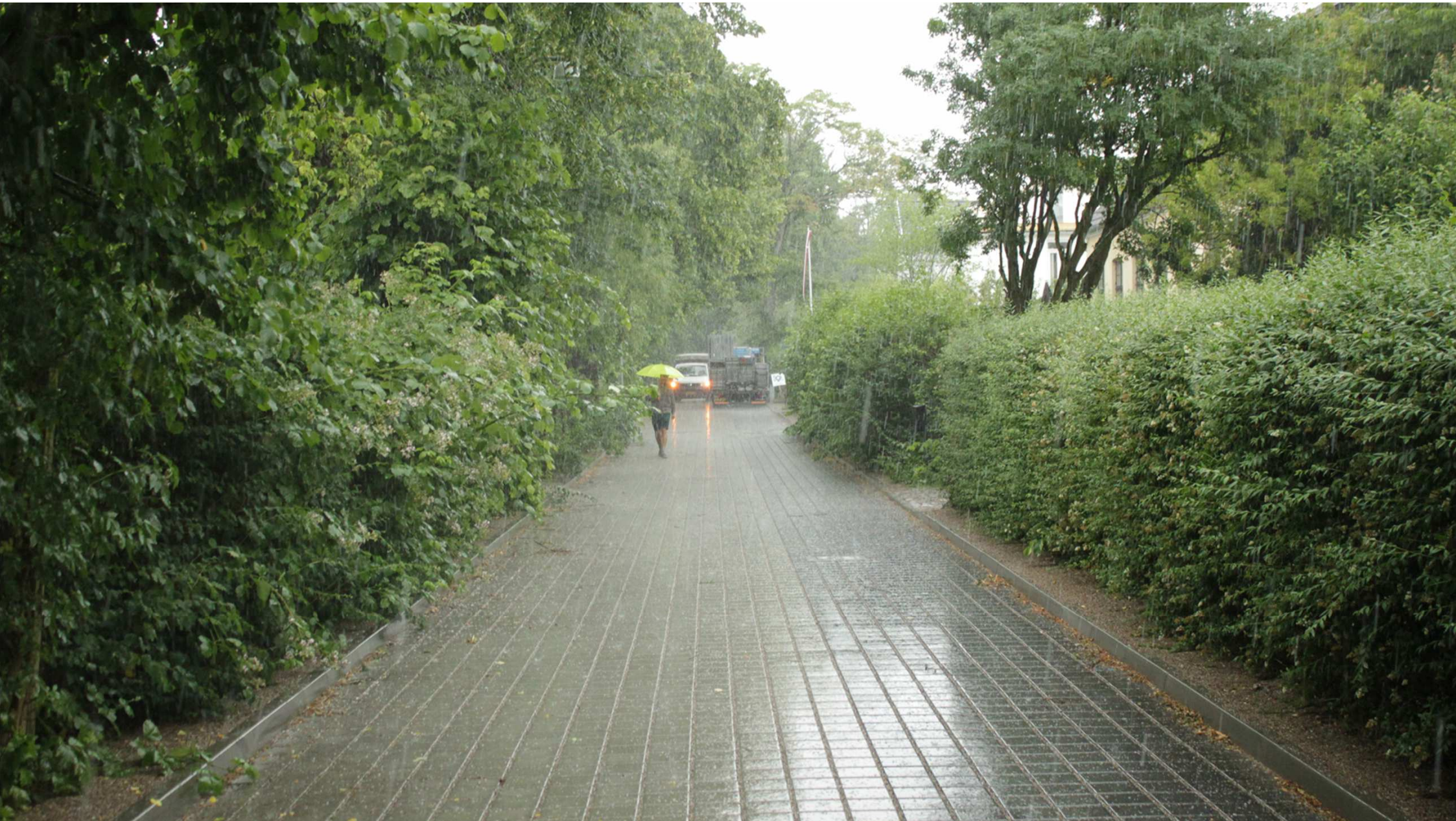
4.65 m

1.68 m

2.97 m

Afretningslag og fuger af DrænAf

DrænStabil



Reduktion af befæstet areal (kildekontrol) Lørenskogvej, Rødovre

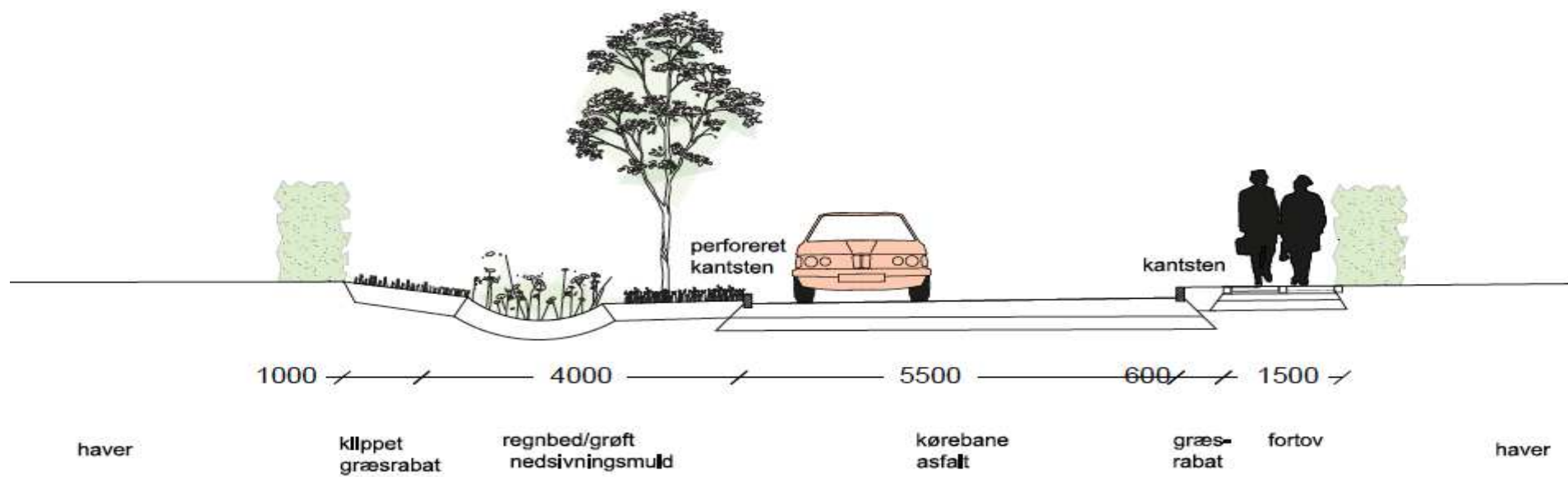


© 2016 Google

© 2016 Google

© 2016 Google

Google earth

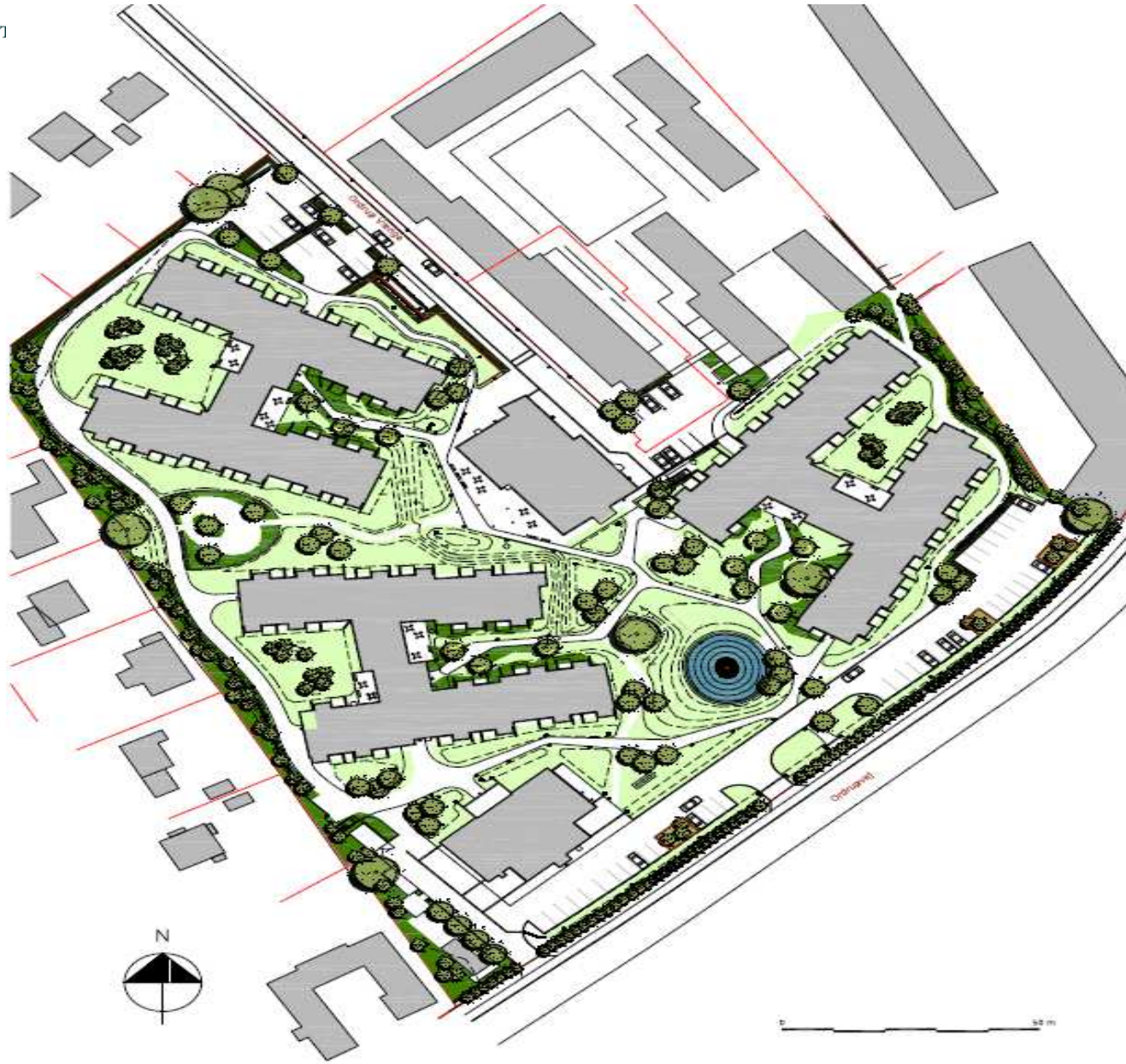


Principsnit B-B bred vej 1:100



Infiltrationsplæner & Regnbed (retention via nedsivning) Holmegårdsparken, Gentofte









Vejbede (retention via nedsivning)
Møllebakken, Brønshøj i København



© 2018 Google

Google Earth



Vådt bassin (detention)
Hothers Plads Karré, Nørrebro i København





N. Lützens





N. Lützens

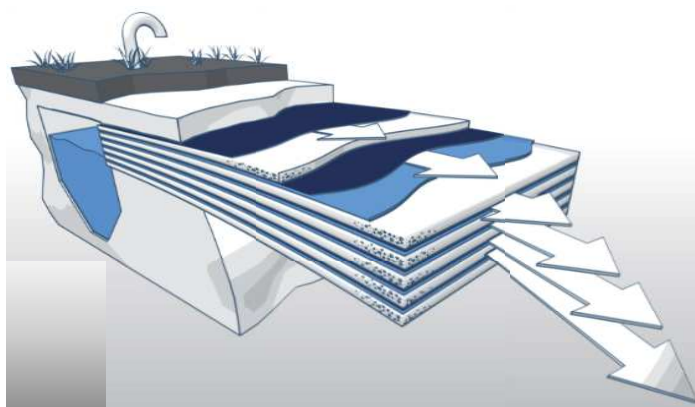
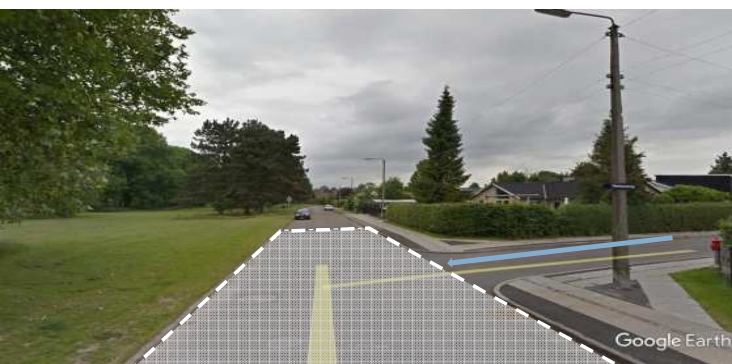
Sted og dato
Placering

Danmark er nået langt siden 2010 (hvor de første danske LAR-anlæg kom)

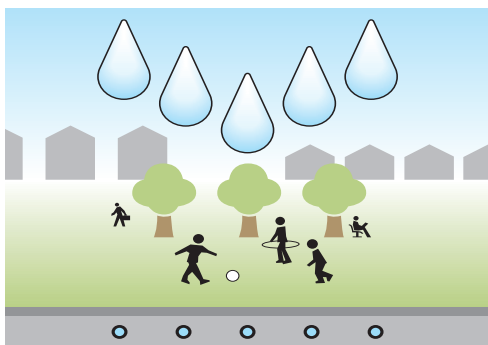
- DK er nu på omgangshøjde med de lande vi først kopierede

Danmark er nået langt på 10 år

- DK er nu på omgangshøjde med de lande vi først kopierede
- Vi har udviklet vores eget LAR-DNA:
 - Nedsivning i lerjord
 - Nye transportelementer
 - Fokus på vandkvaliteten
 - Udfolde egne merværdier
 - Stærk dokumentation, innovation og videndeling

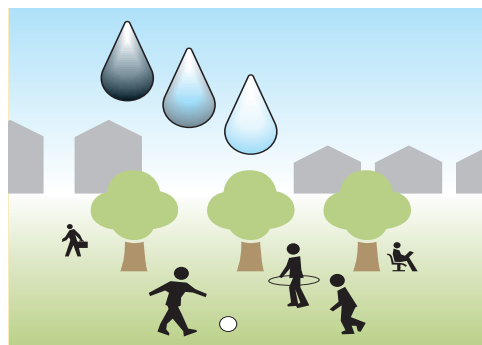


Fælles forståelse af følgende tre aspekter:



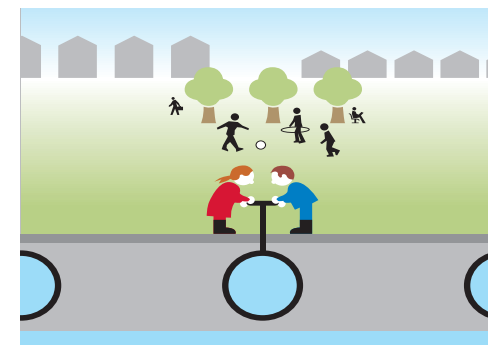
Kvantitet

Hvor er magasin-volumenet?
Hvordan tømmes hurtigt nok?
Hvordan kobles til dræning?
Hvordan kobles til forsyning?



Kvalitet

Hvordan fastsættes krav?
Hvordan renses tilpas effektivt?
Hvordan dokumenteres effekten?



Vandet i byen

Hvordan lykkes det tvær-professionelle samarbejde?
Hvordan involveres borgerne?
Hvordan sikres og dokumenteres løsningernes merværdi?

Udviklingen i DK følger idag to spor

2005 – 2011: LAR vinder frem

- Stor interesse for LAR siden ca. 2005
- Inspiration hentet i udlandet
- Mange projekter, båret frem af mange aktører
- KK Klimatilpasningsplan udgives 2011. Heri står LAR centralt





“Aldrig mere 2. juli 2011”

→ Ekstra servicekrav i KK:

1. Kloakken skal klare $T=10$ år
2. Skybrudsruterne skal klare $T \geq 10$
– 100 år med max. 10 cm vand på
terræn



Overborgmester Frank Jensen

Udviklingen følger idag to spor

2005 – 2011: LAR vinder frem

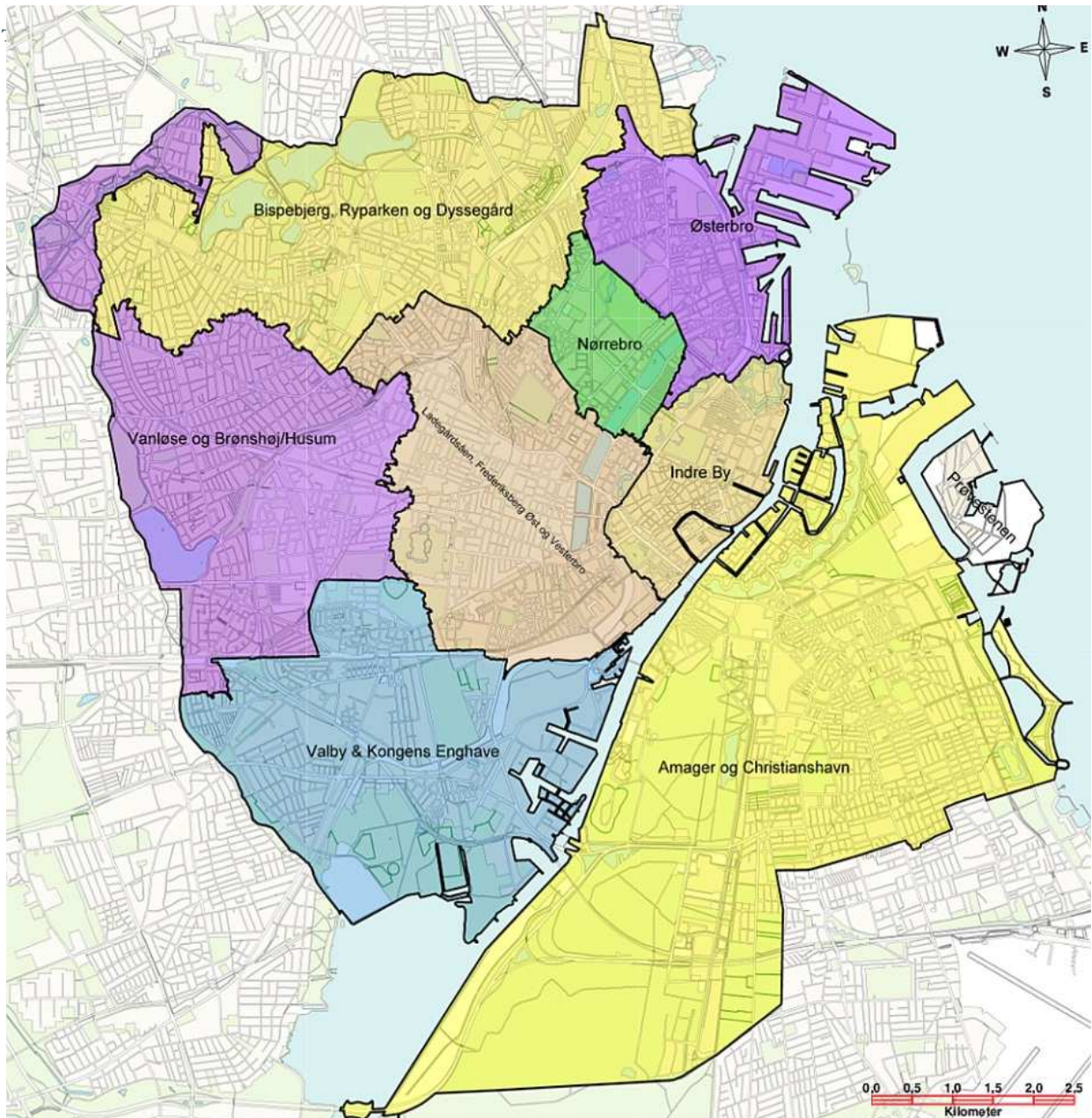
- Stor interesse for LAR siden ca. 2005
- Inspiration hentet i udlandet
- Mange projekter, båret frem af mange aktører
- KK Klimatilpasningsplan udgives 2011. 30 % afkobling. Heri står LAR centralt.



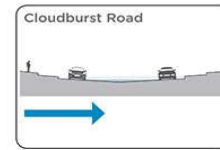
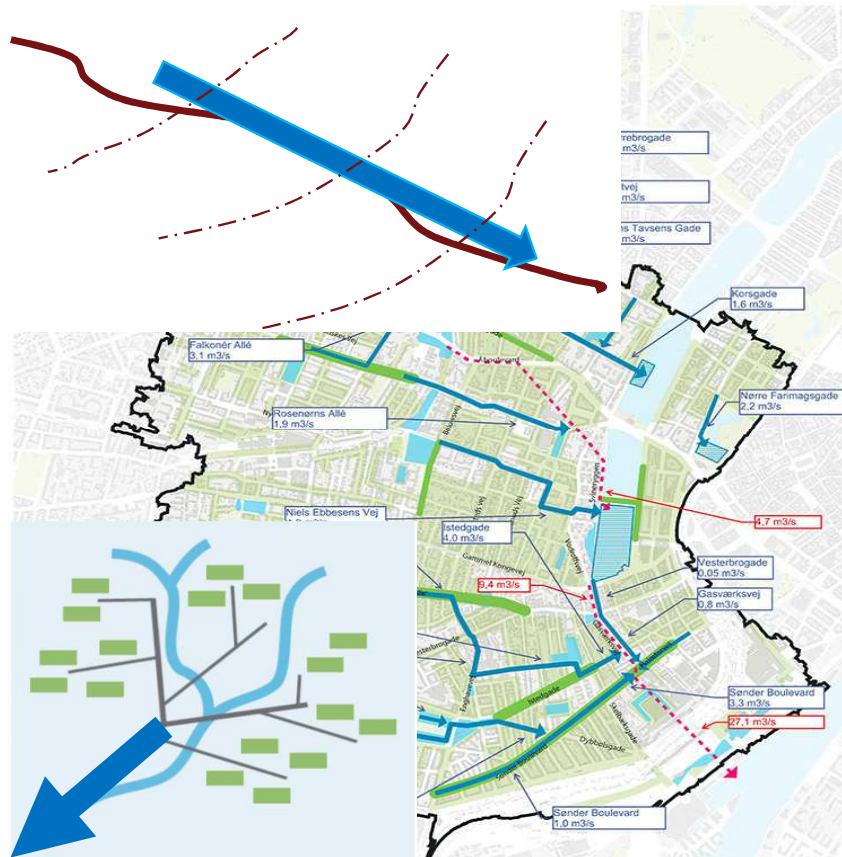
2012 – idag: Skybrudsplanen sætter ny dagsorden

- KK Skybrudsplan udgives 2012. Budget ca. 10 milliarder DKK
- Alle store rådgivere involveres
- LAR fylder marginalt i skybrudsplanen
- Dog indgår 'grønne veje', der er mindre veje, der skal afkobles permanent (også regn < 10 år)

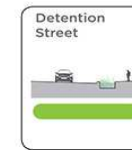




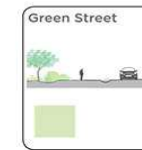
Skybruds-grene i Vandopland Ladegårdsåen, Frederiksberg Øst og Vesterbro



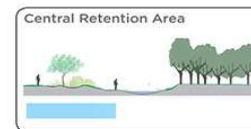
Cloudburst Road
Cloudburst roads are used to channel and direct cloudburst water. These streets can be formed with a unique V-shaped profile and raised kerbs to ensure water will flow in the middle of the road, away from the buildings - contrary to standard engineering practice. Channels and swales can be established along road edges so that water runs in urban rivers or green strips. Cloudburst roads may also be combined with Cloudburst piping below the surface to create tool synergies.



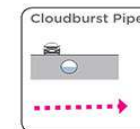
Detention Street
Detention streets are streets that are typically located slightly upstream of vulnerable low-points. In these streets there should be a detention volume established to handle stormwater before reaching the more vulnerable points downstream.



Green Street
Green streets are proposed as upstream connections to all Cloudburst roads. The green streets should be established with a combination of small-scale channels and stormwater planters or permeable paving. Stormwater should be collected, delayed and then channeled towards the Cloudburst roads.



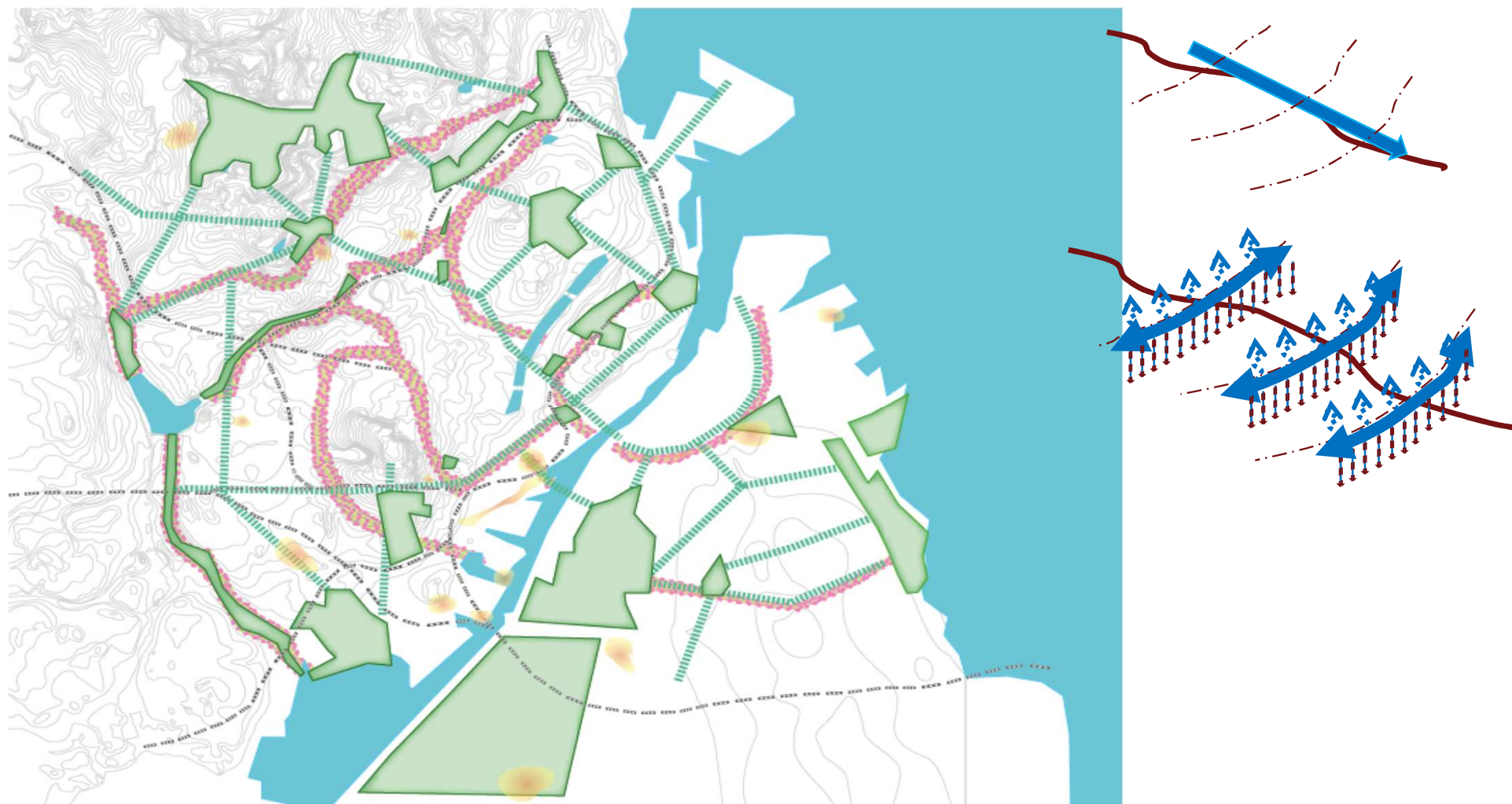
Central Retention Area
Central retention areas are proposed in the squares and parks where it is possible to delay stormwater, so that Cloudburst roads can be established in smaller dimensions. The central retention elements can be, for example, open depressions in the parkland or lowered seating areas. Alternatively, they can be established as underground storage such as soak-away crates or rain gardens. Central retention elements will typically be placed in connection with adjacent Cloudburst roads.



A Cloudburst pipe



En LAR-baseret skybrudsplan ville kræve en anden læsning af byens terræn



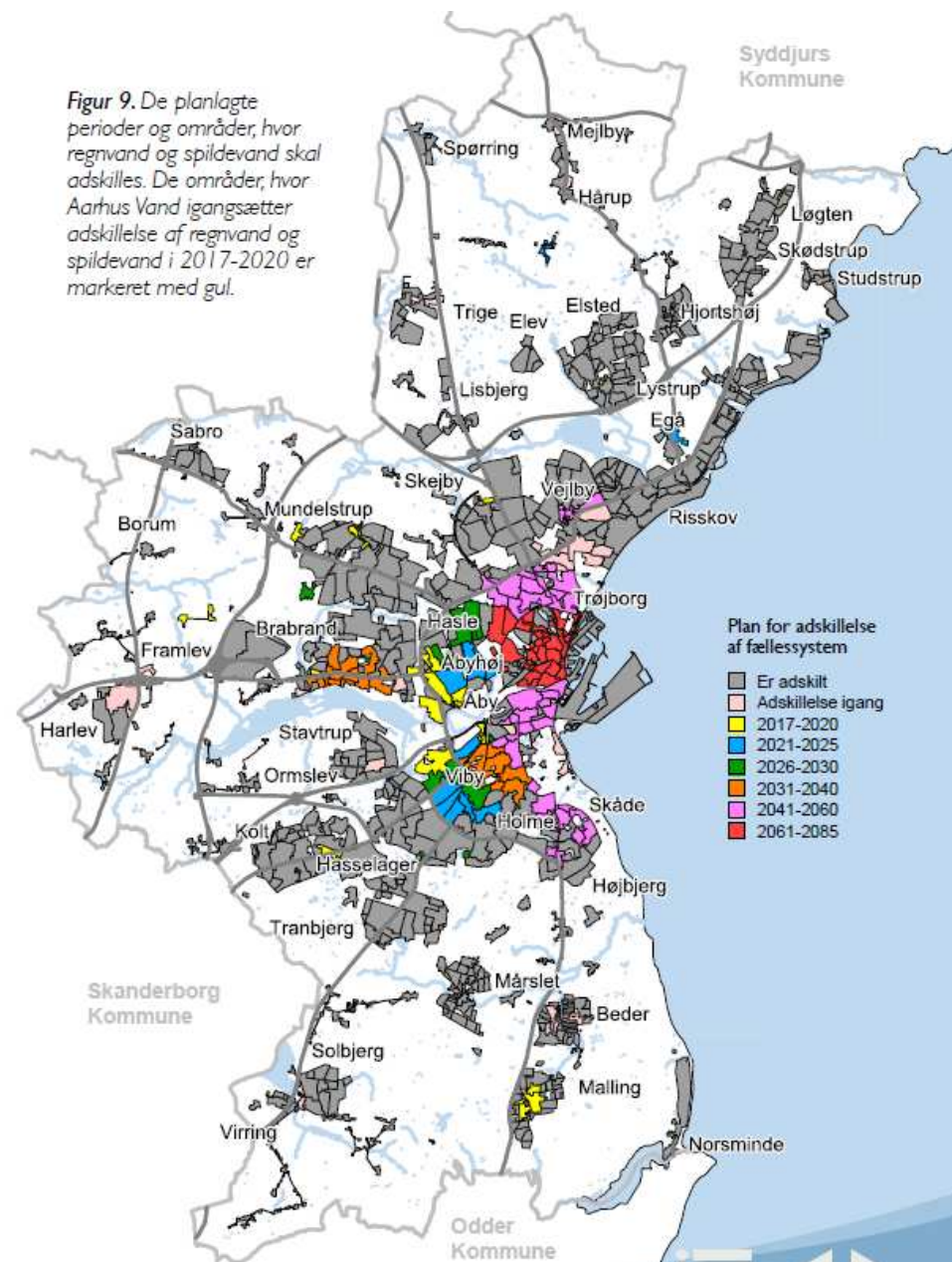
Men innovation og dokumentation af nye løsninger tager tid, og det er netop det vi ikke har for meget af klimatilpasningen



Århus' klimatilpasningsstrategi

- 2820 km kloakledninger (KK med omegnskommuner: 2554 km)
- Mål: Adskilte systemer i 2085:
 - Der arbejdes fra periferien (opstrøms) mod centrum (nedstrøms)
 - Regnvandsløsningen dimensioneres til T=5 år
 - Løsning baseres på enten rør eller LAR. LAR på privatgrund T=10 år
- Tilpasning til ekstremregn efter lokalt fastsatte mål, i forbindelse med øvrige adskillelses- og fornyelsesarbejder (10 mio DKK/år)
 - Oversvømmelse af parker m.v. med dobbeltfunktion
 - Underjordiske detentionsvolumener
 - vandtransportveje til mindst sårbare område

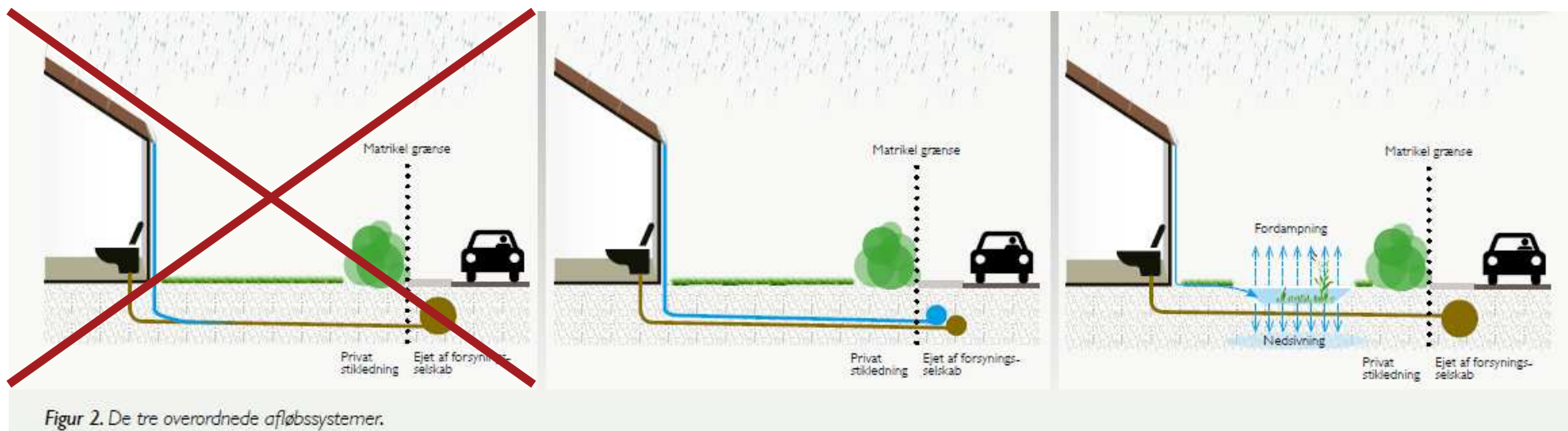
Fra Århus Spildevandsplan 2017-2020



Århus opererer med tre typer af afløbssystemer

Udfases i løbet af 75 år

Vurderes fra opland til opland



Fra Århus Spildevandsplan 2017-2020

Skybrud: Kontrollerede oversvømmelser, fordelt i oplandet

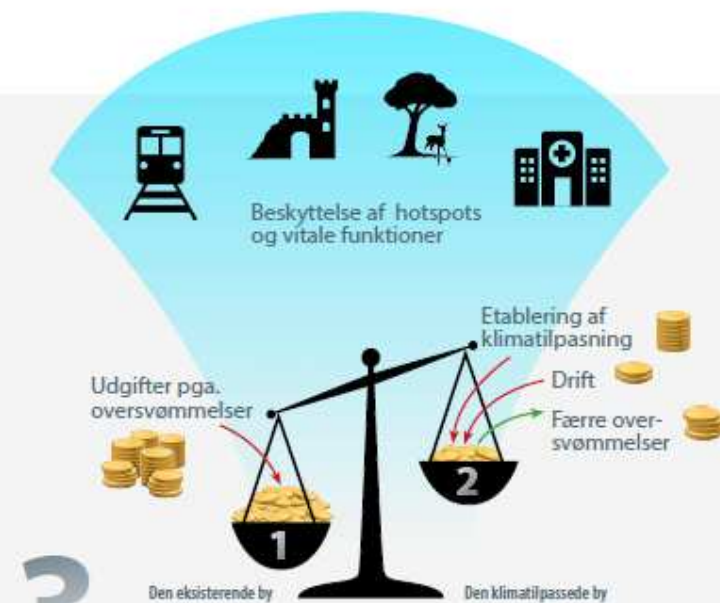
Figur 15. Koncept for at fastlægge lokale mål for vand på terræn.



Omfang, hyppighed og geografisk placering af oversvømmelserne i den eksisterende by fastlægges. Ud fra dette bliver de samlede omkostninger ved oversvømmelserne beregnet for forskellige regnhændelser (op til en 100 års hændelse).



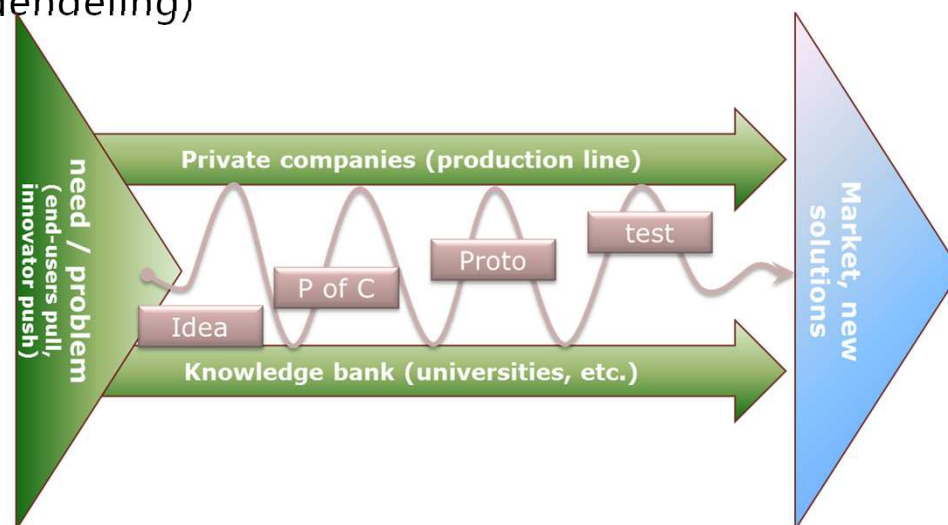
Der laves en vurdering af egnede klimatilpasninger i oplandet, som kan reducere oversvømmelserne. Udgifter til etablering og drift af klimatilpasningerne samt reducerede skadesomkostninger beregnes for de forskellige regnhændelser (op til en 100 års hændelse).



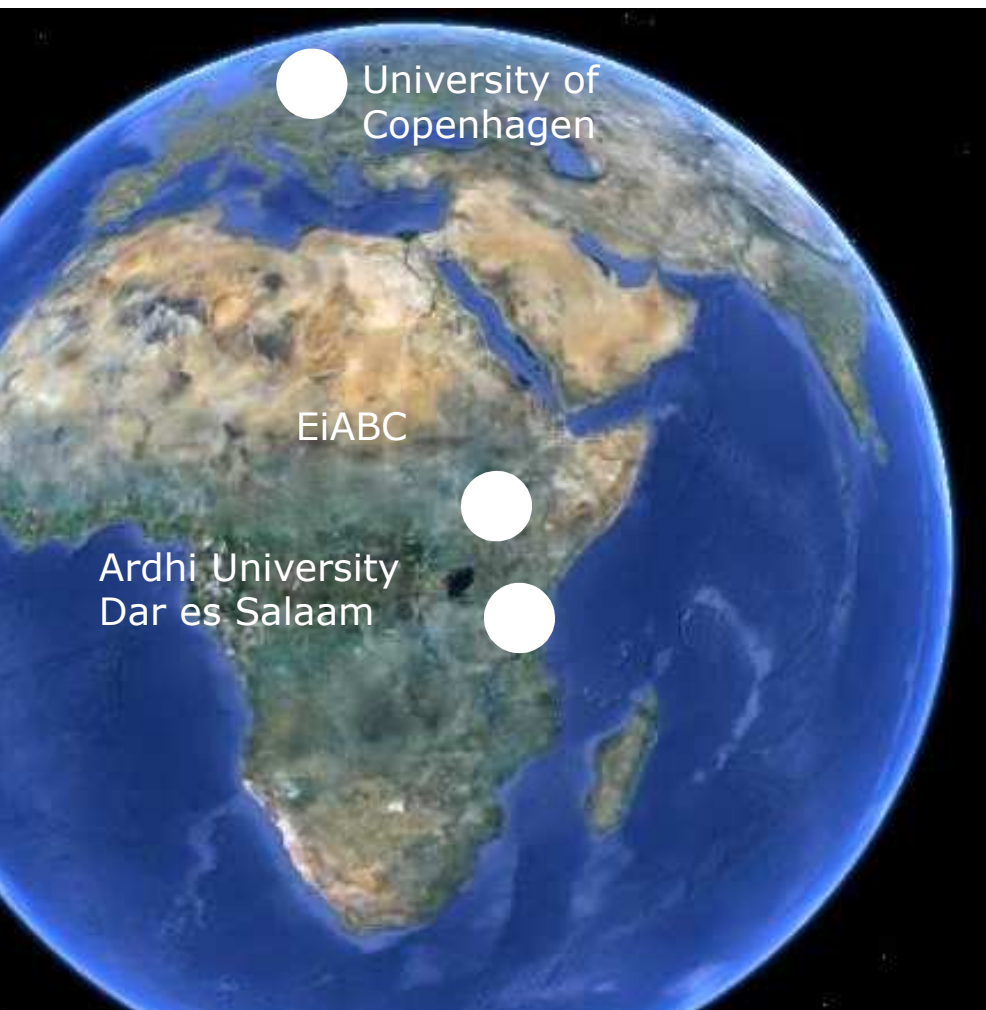
Punkt 1 og 2 vejes op imod hinanden i forhold til, om der er økonomisk grundlag for at udføre klimatilpasninger. Derudover lægges der vægt på beskyttelsen af vitale funktioner og bygninger eller områder, der er udpeget som hotspots i *Klimatilpasningsplan 2014*.

Konklusion for DK forhold

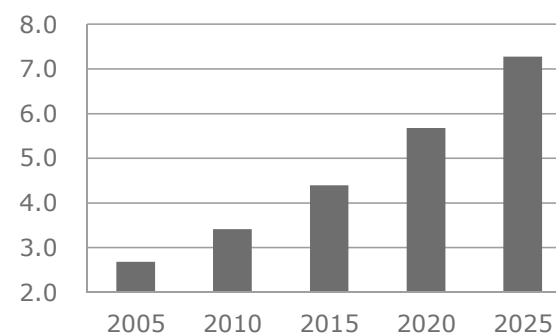
- Fundamental forskel på tilgang mellem Danmarks to største byer:
 - **København:** Fastholde fælleskloak, etablere skybrudsruter inkl. detentionsbassiner udformet som nye byrum og 4 nye tunnelrør i løbet af 20-30 år, afkoble 30 % pr. 2100, bl.a. via grønne veje
 - **Århus:** Adskille regn og kloakvand over 75 år, tilpasse regnvandsledning til 5 år, balancere gråt og grønt fra opland til opland, sikre fornuftig skybrudsløsning opland for opland
- Fortsat fremgang for naturbaserede løsninger:
 1. Stærk innovation og praksis for dokumentation (videndeling)
 2. Politikere med is i maven



Dar es Salaam, Tanzania



“Water resilient green cities in Africa, 2013-2017”



Voldsom
urbanisering

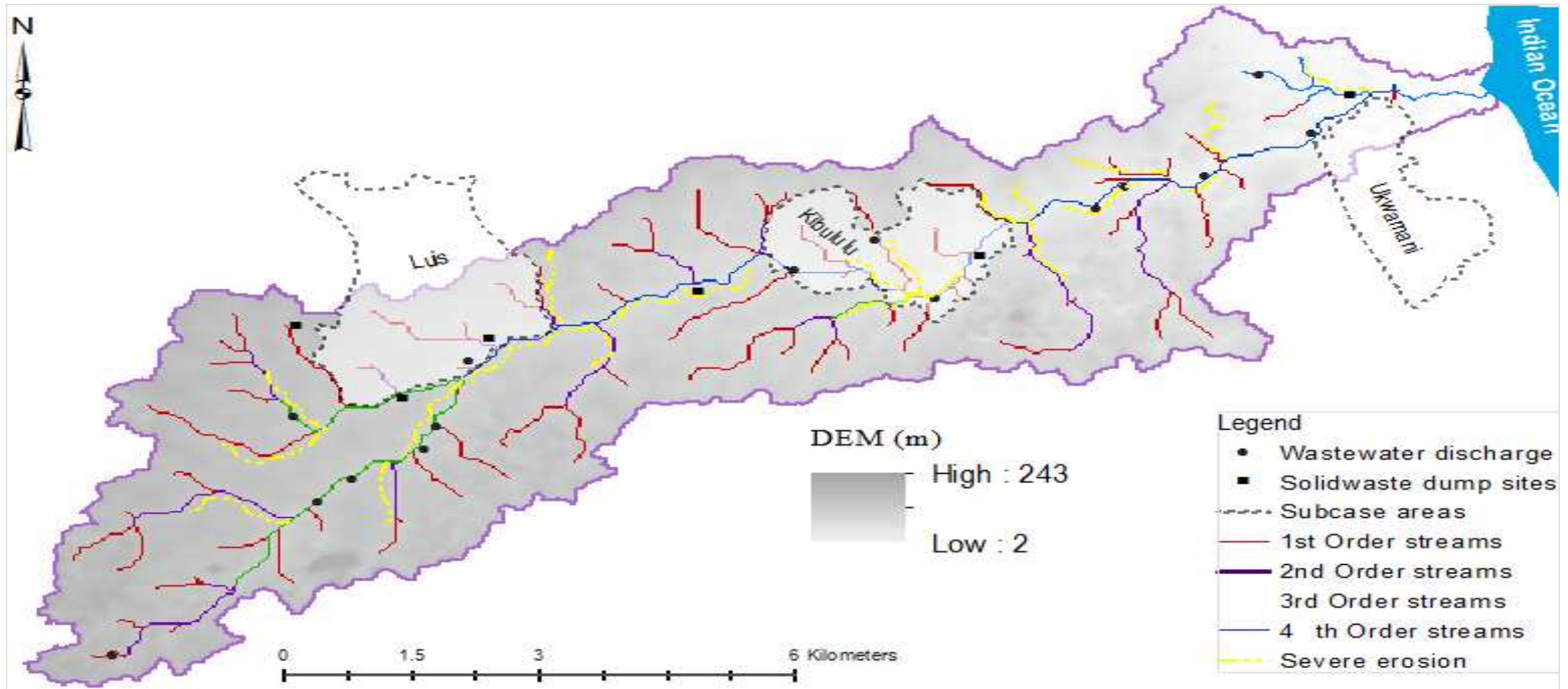


Urbanisering i
fattigdom





Case-område: Mbezi River catchment, Dar es Salaam



2003/7

Luis



Kibululu

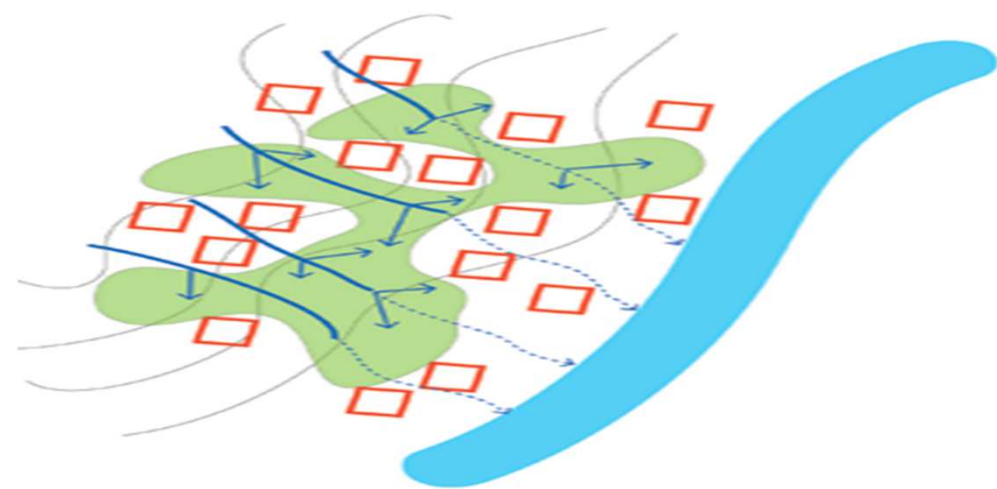


Ukwamani



Idea: Drop ideen om grå infrastruktur, der alligevel aldrig kommer, og gå direkte til en grøn infrastruktur

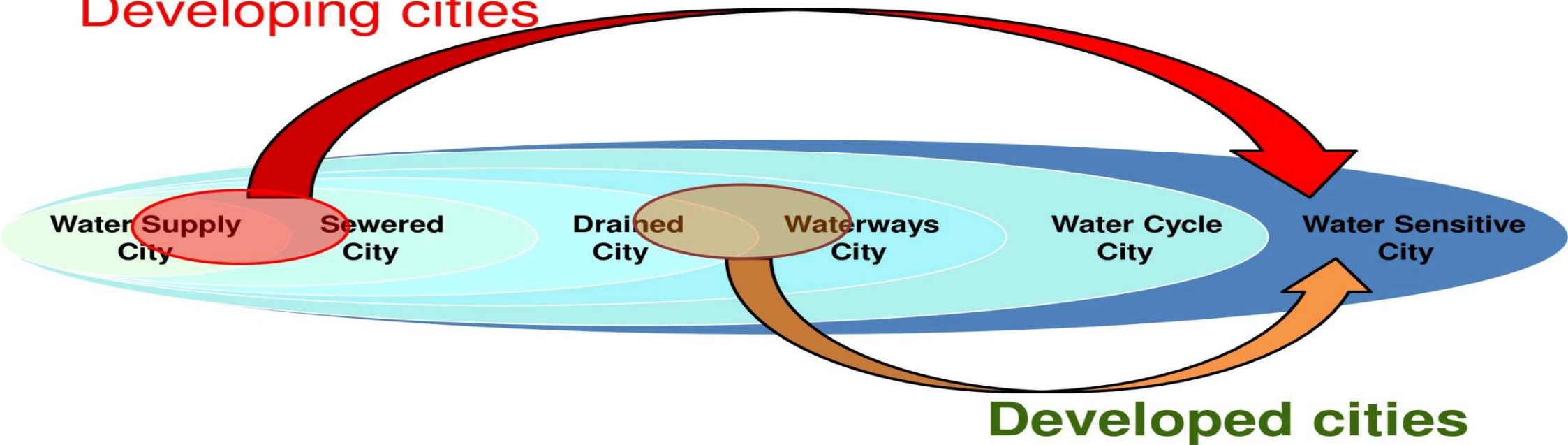
- 1) Lav en plan for hele oplandet, der viser at grøn infrastruktur er OK
- 2) Faciliter nytænkning og ændring af hverdagens praksis
- 3) Fang energien i urbaniseringebølgen og påvirk vandforvaltningen





Leapfrogging to Water Sensitive Cities

Developing cities



Developed cities

Developing cities have better chance of becoming water sensitive since they have not heavily invested into old single-purpose systems

Source: WSC CLIP Presentation in Monash University, 14-02-2016 (Ana Deletic, Rebekah Brown, Hadi Susilo Arifin, Maria Anityasari, Anisa Santoso)

Vimeo: <https://vimeo.com/229110589>

Produceret af Candofilm, for Danida, og målrettet Folkeskolens 9. klasser