

Hver dråpe teller - Blågrønn infrastruktur i byer.

Eksempler på tiltak basert på studietur til Amsterdam og Rotterdam.



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Hver dråpe teller - Blågrønn infrastruktur i byer. Eksempler på tiltak basert på studietur til Amsterdam og Rotterdam.	Løpenummer 7382-2019	Dato 1.5.2019
Forfatter(e) B.C. Braskerud, S.Q. Azhar, L.J. Barkved, K. de Bruin, A.F. Christiansen, A.K. Fleig, E.B. Isager, H. Iversen, K. Kristensen, H. Li, I. Seifert-Dähnn, T. Skaugen, E.U. Sjødahl og E.P. Volden	Fagområde Klima	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Amsterdam og Rotterdam, Nederland	Sider 48

Oppdragsgiver(e) Prosjektet New Water Ways (NWW), finansiert av Norges Forskningsråd	Oppdragsreferanse
Oppdragsgivers utgivelse:	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 17283

<p>Sammendrag</p> <p>En studietur til Amsterdam og Rotterdam høsten 2018 viste oss to byer som forberedte seg på å møte klimaendringene ved å bruke grønn infrastruktur. I praksis betød det relativt omfattende anlegning av smarte, blågrønne tak og regnvannstønner, regnbed og areal som kan stå oversvømt og dermed holde store vannmengder midlertidig. Tiltakene var designet flerfunksjonelle, dvs. de kan både dempe styrtregn og gi glede for mennesker og dyr. For å få dette til var god planlegging nødvendig. Offentlig støtte til private, og egne byggeprosjekter der befolkningen hadde blitt inkludert i planleggingen, var arbeidskrevende og interessante suksesskriterier. En forutsetning for å få de gode løsninger etablert var at etatene i byene kunne samarbeide for felles måloppnåelse. Dette hadde vært krevende i praksis, men gav gode løsninger når det fungerte. Som demonstrert i Amsterdam og Rotterdam er nedbør en ressurs som kan gjøre kjedelige byer i stål, glass og betong til spennende blå-grønne oaser. Naturen og matproduksjonen kan tas tilbake til byen, og skape «grønn glede».</p>
--

Fire emneord	Four keywords
<ol style="list-style-type: none"> Klimatilpasning Overvannshåndtering Blå-grønne løsninger Studietur Nederland 	<ol style="list-style-type: none"> Climate change adaptation Stormwater management Blue-green solutions Study tour Netherlands

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Isabel Seifert-Dähnn

Prosjektleder

Sindre Langaas

Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7117-1
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

Hver dråpe teller - Blågrønn infrastruktur i byer.
Eksempler på tiltak basert på studietur til
Amsterdam og Rotterdam.

Forord

En by er ikke bare veier og bygg. Her bor også mennesker som bruker mye av tida si på arbeid og fritidsaktiviteter. Byene har imidlertid store utfordringer: Tap av grønnstruktur og lukking av bekker har pågått i flere tiår. Nå ser denne trenden ut til å ha snudd. Byen er mer. *Urban natur* er blitt et begrep, og i dette ligger bruk av det grønne – vegetasjonen - og det blå – vannforekomster -til å skape gode byrom. Ved rett design og bruk gir dette en ekstra fordel; byene blir i bedre stand til å håndtere store vannmengder når skybrudd skjer. Det er mulig å skape vann-vinn situasjoner. Dette synet på hva den gode byrom er, preger mange vesteuropeiske byer. Nederland har spesielt store utfordringer med høy by- og befolkningstetthet, men har også kommet langt i å implementere den blå-grønne byen i praksis. Som en av flere utenlandske partnere i New Water Ways prosjektet, var det derfor naturlig å besøke nettopp de to store byene Amsterdam og Rotterdam for å se hvilke grep de har gjort i møte med utfordringene mange byer står ovenfor. Hva kan norske byer og tettsteder lære fra Nederland?

Studieturen ble organisert i samarbeid mellom Karianne de Bruin (WENR), Isabel Seifert-Dähnn (NIVA), Henk Wolfert (AMS Institute) og Paulien Hartog (Waternet).

Vi takker dem for et utmerket program og dessuten alle som var engasjert til å holde foredrag for våre kolleger og viste oss mange spennende eksempler i Amsterdam og Rotterdam.

En takk rettes også til deltakerne på studieturen som har sammenfattet kunnskapen i denne rapporten, særlig til Bent Braskerud (Oslo kommune) som har hatt oppgaven som redaktør, og til Norges forskingsråd som finansierer prosjektet.

Oslo, mai 2019

Isabel Seifert-Dähnn
Prosjektleder New Water Ways
Seksjon Vann og samfunn
NIVA



Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo
The Oslo School of Architecture and Design



Norsk institutt for vannforskning



BERGEN
KOMMUNE



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Oslo

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	9
2	Metode	10
2.1	Utarbeidelse av rapporten	10
2.2	Bruk av foto og bilder	10
3	Lokal overvannsdiskonering i Amsterdam	11
3.1	Amsterdams tilnærming til å bli en robust by	11
3.2	Introduksjon til «Urban Living Lab Methods»	13
3.3	Et vitenskapelig innbyggerprogram om vannkvalitet i byer	14
3.4	Å gjøre Amsterdam regnsikker	15
3.5	Smarte blågrønne tak	20
3.6	Regnhage og grønn vegg.....	22
3.7	“Rain beer”	23
3.9	Fra parkeringsplass til regnbed.....	24
4	Lokal overvannsdiskonering i Rotterdam	26
4.1	Rotterdams tilnærming til å bli en robust by.....	26
4.2	Grønn takterrasse på kommunalt bygg	30
4.3	«Klimasikker» bydel - ZOHO	31
4.4	Benthemplein water square: Skolegård tilpasset oversvømmelse	31
4.5	Hofbogen – nedlagt togbane er blitt «skywalk».....	35
4.6	ZOHO smarte regnvannstønner og regnbed	36
4.7	Katshoek Rain(a)way Garden.....	37
4.8	Lunsj på takrestaurant «Op het dak»	38
4.9	Samhandling og å tørre noe nytt - en forutsetning for å lykkes.....	40
5	Diskusjon – Hva tar vi med oss hjem?	43
5.1	Den menneskelige faktoren.....	43
5.2	Tekniske løsninger	44
5.3	Planlegg for vann	45
6	Konklusjoner – Muligheter med overvann	46
7	Referanser	47
8	Vedlegg	48
	Studieturprogram.....	48

Sammendrag

Økt befolkning og endring i klimaet er to store drivere som påvirker norske byer. Urbanisering og flere mennesker i byen krever flere boliger, flere nye arbeidsplasser, flere veier og gater. Både fortetting og utvidelse av byen medfører ofte en økning i andel tette flater, og dermed står mindre areal til rådighet for infiltrasjon av nedbør i bakken. Samtidig vil prognostiserte klimaendringer føre til flere episoder med kraftig nedbør, av og til av skyfalls karakter. En kombinasjon av økt urbanisering og klimaendring vil føre til økt avrenning på overflaten i den bygde byen og det kan forventes flere og større skader på bygg og infrastruktur pga. lokale urbane oversvømmelser i framtiden.

Mange større byer i verden med forventede klimaendringer med økt nedbørsfrekvens står foran lignende utfordringer. Man kan lære mye relevant for egen by ved å se på gode og av og til mindre gode eksempler i andre byer. Derfor gjennomførte vi i oktober 2018 en studietur til Amsterdam og Rotterdam i rammen av forskningsprosjektet New Water Ways (2017-2021; finansiert av Norges Forskningsrådet 270742/E10, www.newwaterways.no). Mer enn 15 personer fra forskjellige norske og nederlandske forskningsinstitusjoner, fra kommunale etater i forskjellige norske byer, og noen norske næringslivsrepresentanter deltok på turen, lot seg inspirere og diskuterte underveis. Denne rapporten er et resultat av studieturen og beskriver det vi har sett, hørt og opplevd og diskuterer relevans for og muligheter for overføring av lignende løsninger til Norge.

Noen av de viktigste hovedpunkter som vi tok med oss hjem er:

- Skybruddskart der den norske *3-trinnstrategien for overvannshåndtering* tegnes inn på arealplaner vil gi innbyggere og utviklere av eiendommer forutsigbarhet og gjør det enklere for kommunen for å stille krav om bruk av tiltak for Lokal OvervannsDisponering (LOD).
- Unngå «silo-tenkning» - klimatilpasning og urbanisering angår alle kommunale etater.
- Demo-anlegg er viktig for læring, høste erfaringer om hva som fungerer bra og hva som må forbedres, men også for senere oppskalering. Kun hvis man klarer å vise at LOD-tiltakene fungerer, kan man overbevise flere aktører om å implementere slike tiltak.
- I tette byer er det viktig å skape *flerfunksjonelle* overvannstiltak, som bidrar positivt på flere områder: sosialt, økt biomangfold og trygghet ved store nedbørshendelser.
- Involvering av sivilsamfunnet f. eks. i Urban Living Lab prosesser er ressurskrevende, men man kan oppnå bedre løsninger og skaper eierskap hos befolkningen.
- Kommuner må bruke sin markedsrett i større omfang. Gjennom kommunale anskaffelser og vedlikeholdsavtaler kan klimatilpasning og overvannshåndtering fremmes og samtidig skape innovasjon og nye forretningsmodeller.
- Tørr å prøve ut nytt: Nye LOD løsninger, nye finansieringsmuligheter, nye samarbeidskonstellasjoner på tvers av etatsgrensene; med forskere, næringslivsaktører og andre samfunnsaktører.

Det er viktig at man ikke venter med klimatilpasning og framtidsrettet byutvikling. Det må være lov å prøve seg fram, lære og forbedre løsninger. Som Charles Darwin har sagt "*It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent that survives. It is the one that is most adaptable to change*".

Vi håper at en del av inspirasjonen som vi har fått kan gis videre gjennom denne rapporten - god fornøyelse!

Extended Summary

Title: Every raindrop counts – Blue-green infrastructure in cities; Examples of measures based on a Study Tour to Amsterdam and Rotterdam

Year: 2019

Author(s): B.C. Braskerud, S.Q. Azhar, L.J. Barkved, K. de Bruin, A.F. Christiansen, A.K. Fleig, E.B. Isager, H. Iversen, K. Kristensen, H. Li, I. Seifert-Dähnn, T. Skaugen, E.U. Sjødahl og E.P. Volden

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7117-1

The challenge

Urban expansion and climate changes are leading to issues like impermeable surfaces, less area for water infiltration, increased surface runoffs and heavy rainfalls. To cope with these challenges many cities are developing strategies including multifunctional approaches to handle surface and rainwater open and locally. "Open" solutions mean that the water's natural hydrological cycle is maintained by setting aside space for open water disposal for infiltration and evapotranspiration.

Aim of the study tour to the Netherlands

The research Project New Water Ways (NWW), funded by the Norwegian Research Council, is aiming to find ways to recover the hydrological cycle in the urban environment and hence gathering information on different solutions from cities and countries. This report describes solutions and examples we have observed on our study trip to the Netherlands which lasted from 17-19 October 2018. Amsterdam and Rotterdam are cities which have tried out a number of different open rainwater solutions. Although the climate is different from many Norwegian cities, the experiences from the Netherlands are inspiring and motivates the development of own customized solutions.

Amsterdam uses its investments to develop new solutions

Amsterdam municipality is already acquainted with the upcoming challenges due to future climate changes. The main goal of the Amsterdam municipality is to develop a greater climate resilience by using sustainable solutions. Every year, the municipality uses 200-250 million euros to maintain its infrastructure and at the same time making the infrastructure robust, climate-adapted and sustainable. They also facilitate bringing together interest groups, demanding customers, research communities, and innovative businesses to develop new solutions (fig. 3). Amsterdam municipality often contributes financially to test new solutions (such as the Smart Roof 2.0 project) and to help the entrepreneurial environment to start new businesses with sustainable and climate-adapted solutions.

Involving the citizens

Urban living lab (ULL) method, is a process in which possible solutions to challenges are shared with the public to enable co-creation. This is further explained in figure 4. The AMS Institute has been working on various ULL projects for several years and has developed a methodology for the process of starting, executing and replicating ULLs.

Good water quality is essential, and Amsterdam has done a lot to make the water in the surrounding areas attractive. In 2017, residents of Amsterdam tested the water in the city. Participants got their "water box" (fig. 5) and selected the test point themselves, where they repeated the sampling several times. Five hundred inhabitants contributed to mapping the water quality of Amsterdam.

Where every raindrop counts – making the city greener and the beer tastier

The Rainproof project in Amsterdam was recognized in 2014 and is a collaboration between Waternet (regional water authority) and Amsterdam city. The purpose of the project is to make Amsterdam robust enough to withstand large rainfall events (60 mm/hour, which is a 200-year rainfall in Oslo with climate factor 1.2). The motto of the project is "every drop counts". It is also very interesting to see how they have used the local garden centers to inform customers about rainwater management. The local garden center collaborates with Rainproof and presents solutions that individual resident can do to delay and use water to also make their garden more beautiful (fig. 14).

In the street Harkstraat an old paved square is now converted into a raingarden. The raingarden can store relatively large amounts of water (100 mm in 1 hour, Fig. 17) and contributes to the prosperity of the surroundings.

Beer made from rainwater is another good example of how precipitation can have a positive outcome (fig. 15). The different beers brewed are named after the amount of rainfall falling for their production.

Smart blue green roofs harvest water until new rain is coming

Several large municipalities in the Netherlands, including Amsterdam and Rotterdam, are collaborating in challenging the industry to develop roof solutions adapted to future climate change. Open solutions such as Smart blue green roof has a water reservoir under the growth medium (fig. 12 and 43). It can hold up to 60 mm (60 l / m²) precipitation and thus increases the water holding capacity of a green roof considerably. Water can be released from the roof according to the amount of forecasted rainfall.

Rotterdam has to pump every drop of rain which is not gone by evapotranspiration

Rotterdam city has been struggling with heavy rainfalls, high groundwater and rivers dividing the city into sectors and thus has long experience with water management. The city's water level is regulated by an ingenious system of 12,000 pumps, canals, waterways and drainage systems. Barriers have been built to protect the city and the harbor from storms. This complex system is robust but not flexible and can make the city vulnerable to extreme weather.

The city has a climate adaptation strategy, which is to make Rotterdam climate safe by 2025. The strategy emphasizes on a mindset with strong involvement of the city's businesses and citizens (fig. 23 and 25). For example, house-builders who install green roofs pay a lower fee to the municipality since less water is transported to the municipality's surface water network.

Rotterdam has continued to work on experimental blue and green infrastructure

The first district that was selected as a pilot to become climate proof was ZOHO which is dominated by office space, cars and little vegetation. Here we saw four installations that help to handle the water during heavy rainfall events (fig. 29):

- Bentheimplein water square,
- Greening Hofbogen (closed rail on «aqueduct»)
- ZOHO rainwater barrels and rain garden
- Katshoek Rain (a) way Garden

Bentheimplein water square is an intensive activity and play area, where the lower ground area can be used for water storage (Fig. 30) during heavy rainfalls. It has a total capacity of 1700 m³ and provides a multifunctional solution to rainwater handling. De Urbanisten, who were responsible for the project, aim for designs and landscapes adapted to the climate. Rotterdam is used as a laboratory where new solutions are tested in close collaboration with authorities and residents. The goal is to create a city where the inhabitants can adapt to climate change (fig. 36).

Hofbogen, a disused railway track, has been turned into a skywalk (fig. 37 and 38), which is now an urban "hotspot". Surface water from the Hofbogen is led underground to the letter Z of an art project forming the word Z-O-H-O in large three-dimensional letters made of wood (fig. 39). These large letters contain 6 rainwater barrels which store and release water ahead of new rainfall. In this way, the rainwater is collected and slowly released into the surrounding garden (fig. 40).

Katshoek rain(a)way garden runs along the road in front of a large block, the Katshoek building. The main purpose of the rain(a)way garden is to reduce the number of impermeable surfaces and to increase both the water retention and the infiltration capability (fig. 41).

The restaurant "Op het dak" (= on the roof) was the first roof top farm in the Netherlands. It is located on the 7th floor of a high block not far from Rotterdam Central Station. At the restaurant building, there is a Smart blue-green roof that among other things provides irrigation water (fig. 45).

Summing up

Rainfall events leading to damage have occurred and will occur again. We need to prepare cities and towns for the changing climate and increase the awareness and knowledge about surface water solutions. By involving the citizens and the industry good solutions can be created. Planning also requires that municipal agencies cooperate on common goals, legal barriers must be reduced, and economic stimuli introduced where it provides social benefits.



Studieturdeltakerne, inkl. våre nederlandske verter, på *Dakakker rooftop farm*; ombygd tak for urbant landbruk i Rotterdam (se fig. 43-46). Denne rapporten er utarbeidet av ansatte ved NIVA, SoCentral, DNV GL, Univ. i Oslo, NVE, Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo, Bergen kommune og Oslo kommune.

1 Innledning

Det er to store drivere som påvirker mange norske byer i vesentlig grad: Økt folketall og endringer i klimaet.

I det først tilfellet øker gjerne andelen tette flater, fordi folk trenger boliger og nye arbeidsplasser. Urbaniseringen kan skje gjennom fortetting som ved «eplehageutbygging», eller ved at byggegrensa utvides. I begge tilfeller reduseres arealet for infiltrasjon (nedsiving) av nedbør i jorda. Det betyr at en større andel av nedbøren må renne på overflata på sin vei til nærmeste vassdrag.

I det andre tilfellet øker temperaturen. Varm luft kan holde mer nedbør enn kald, noe som gir oss stadige nye rekorder i nedbørintensitet.

Kombinasjonen av økt urbanisering og et varmere klima gir økt avrenning på overflaten i den bygde byen. Dette er byene våre i liten grad tilpasset. Som et resultat skades bygg og infrastruktur i stadig større grad (NOU 2015:15).

For å forebygge skade og gjøre byene hyggelige å leve i, har flere kommuner utarbeidet «overvannsplaner». Oslo kommune (2015) krever f.eks. i *kommuneplanen* at overvannet skal tas hånd om åpent og lokalt, og at flerfunksjonelle løsninger skal tilstrebes. Utbygger skal også ta hensyn til flomveiene (§4.2). I tillegg skal det settes av plass til infiltrasjon og åpen lokal overvannsdisponering (LOD) når nye bygg skal settes opp (§6.2).

Utfordringen byene står ovenfor gir også muligheter. Krav om god disponering av overvannet i åpne løsninger vil påvirke byrommet. «Åpne» løsninger betyr at den hydrologiske syklusen opprettholdes: nedbøren infiltreres, renner som grunnvann til vassdrag og havet, eller tas opp av vegetasjonen. I begge tilfeller fordampes vannet og legger til rette for ny nedbør. Denne naturlige syklusen blir lett brutt ved urbanisering. «Lukkede» løsninger er i praksis tette, underjordiske tanker/magasin som mottar overvannet, og lagrer det midlertidig før det renner via kommunenes rør til renseanlegg eller vassdrag. Slike løsninger lager en snikstrøm i den hydrologiske syklusen, og er *ikke* flerfunksjonelle; dvs. de gir ikke noe tilbake utover å håndtere overvannet.

Forskningsprosjektet *New Water Ways* (NWW), finansiert av Norges Forskningsråd, har som mål å arbeide for at det hydrologiske kretsløpet tilbakeføres og opprettholdes i det urbane miljøet. For å få det til må «verktøykassa» fylles med LOD-tiltak som er aktuelle for bruk i en norsk kontekst. En måte å vinne erfaring på er studieturer til land og byer som har prøvd ut forskjellige systemer. Amsterdam og Rotterdam er to Nederlandske byer som prøver ut en rekke overvannsløsninger. Selv om klimaet er forskjellig fra mange norske byer, vil erfaringen de har gjort kunne inspirere oss til å utvikle våre, tilpassede versjoner. Denne rapporten viser tiltak og tanker vi gjorde oss basert på besøket. Vi håper den kan inspirere norske lesere til å utvikle LOD-tiltak tilpasset våre forhold.

I Oslo kommunes strategi for overvannshåndtering (2014) står det: «Å tørre og teste nye løsninger, og ta lærdom er viktig for overvannsframtida». Dette er en sterk oppfordring til å prøve.

Ved bevisst bruk av lokal overvannsdisponering (LOD), kan byene skinne i blått og grønt i solskinn, og være trygge når det bøtter ned. Det er også et bidrag til å oppfylle Oslo kommunes arealplan fra 2015: Smart, trygg og grønn.

2 Metode

2.1 Utarbeidelse av rapporten

Programmet for studieturen, samt navn på våre informanter, er gjengitt i vedlegg, kap. 8.1. Studieturen pågikk 17. til 19. oktober 2018, inklusive reisedager. Deltakerne ble fordelt to og to på de enkelte programdelene slik at de fleste hadde minst to steder å rapportere fra. Det er ofte krevende å motta informasjon på studieturer der en vesentlig del foregår ute: Gruppas størrelse, værforhold, fotogene objekter kan dra oppmerksomheten bort fra omviseren. Ved å la to ta hovedansvaret for rapporteringen på de enkelte programpostene, mener vi det som er rapportert er rimelig korrekt og godt forstått, selv om garantier ikke kan gis. Hele gruppa har fått mulighet til å lese gjennom rapporten og gi innspill til deler de selv ikke har hatt ansvar for.

2.2 Bruk av foto og bilder

Mange av deltakerne tok bilder. Disse ble samlet i en fotodatabase for bruk i rapporteringen. For å gjøre arbeidet enklest mulig, blir ikke fotograf oppgitt når det er en av deltakerne som har tatt bildet. Bildene gruppa har tatt, og som er publisert i rapporten, er fritt tilgjengelige for annen bruk, men vi ber om at de merkes med «NIVA rapport nr. XXXX» som fotograf.

Rapporten inneholder også bilder fra Power Point foredrag vi hørte på. Disse kan kun brukes etter avtale med foredragets opphavsperson (f.eks. fig. 1).

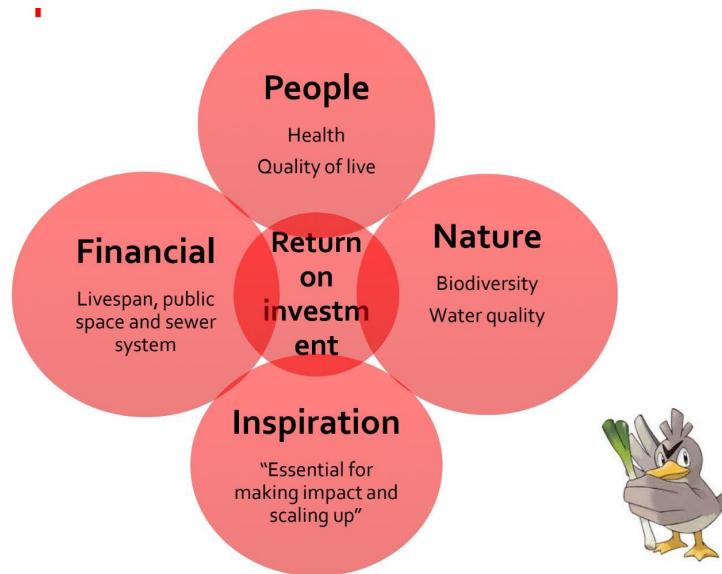


Figur 1. En betydelig del av Nederland ligger under havets overflate. Dette gir en komplisert og avansert form for byutvikling. All nedbør som ikke fordampes må pumpes ut (Slide fra D. Goedbloeds foredrag).

3 Lokal overvannsdiskonering i Amsterdam

3.1 Amsterdams tilnærming til å bli en robust by

Sacha Stolp er direktør for “future proof assets” i Amsterdam kommune. Stillingsbetegnelsen viser at Amsterdam tenker på fremtiden, og skal gjøre hele infrastrukturen, som f.eks. parker, trær, broer, kabler, rør, osv., klimasikkert (climate-proof). For å lykkes med endringen, må det skapes engasjement for saken (Figur 2).



Figur 2. Merverdi for flere interessegrupper skaper inspirasjon (Slide fra S. Stolp).

Amsterdam kommune er bevisst endringer et framtidig klima vil bringe og utfordringene det medfører for byen. Samtidig føler de et ansvar for å bidra til økt bærekraft i byen. Sacha henviste i denne sammenheng til en vitenskapelig artikkel som sammenlignet alle lands ressursinnsats for å tilfredsstille innbyggernes elementære behov¹. Hovedmålene til Amsterdam kommune er å utvikle en større klimarobusthet ved hjelp av bærekraftige løsninger.

Et viktig aspekt Sacha fremhevet er at Amsterdam ønsker å bli bedre til å *gjennomføre bærekraftige og klimarobuste anskaffelser* (procurements). Hvert år bruker Amsterdam kommune 200-250 millioner Euro for å vedlikeholde sin infrastruktur og det ligger et stort potensial i dette ved å kreve at disse arbeidene, som uansett må utføres, skal gjøre infrastrukturen bedre klimatilpasset og på en bærekraftig måte. Amsterdam kommune utfordrer sine samarbeidspartnere til å komme opp med nye og bedre løsninger enn det som vanligvis blir gjort, f.eks. ved utføring av faste vedlikeholdsavtaler.

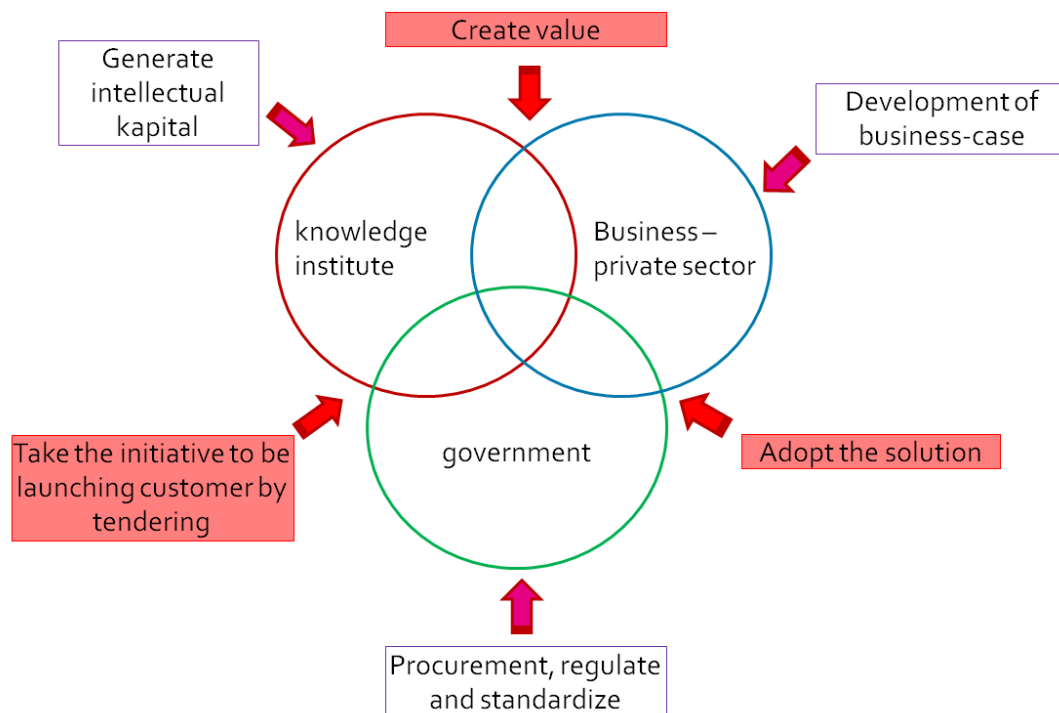
Kommunen ser sin *rolle som «megler for innovasjon»* dvs. de legger til rette for å bringe sammen interessegrupper (f.eks. den lokale vannadministrasjon), en «krevende kunde»/pilotkunde (launching customer), forskningsmiljøer og innovative bedrifter som skal utvikler nye løsninger (Figur 3). Ofte har Amsterdam kommune også rollen som «krevende kunde» og de bidrar med finansielle midler for å teste ut nye løsninger (som f. eks. Smart Roof 2.0 prosjektet) og å hjelpe gründermiljøet for å starte

¹ En fri tilgjengelig versjon av artikkelen finnes her:

http://eprints.whiterose.ac.uk/127264/1/GoodLifeWithinPB_AuthorAcceptedVersion.pdf

nye bedrifter. Oppsummert: *Kommunen kombinerer i sterk grad økonomisk støtte for næringslivet med utvikling av bærekraftige og klimatilpassete løsninger. Tilleggsfinansiering for forskningspartnere kommer ofte fra nasjonale eller internasjonale forskningsmidler (f.eks. EU).*

Sacha fremhevet også at det er viktig å *begynne med mindre testprosjekter som – hvis vellykket – kan oppskaleres til større prosjekter* eller områder. Som nye prosjekter nevnt hun prosjektet RESILIO hvor smarte grønne tak skal etableres på sosialboliger² og et prosjekt hvor nye løsninger for vannlagring under sportsplasser med naturlig eller kunstgress vil testes ut.



Figur 3. Samspill mellom Amsterdam kommune, næringslivet og forskningsmiljøer (Slide fra Sacha Stolp)

Den største virkning oppnår bærekraftige og klimarobuste løsninger, hvis de skaper *en merverdi for flere interessegrupper*. Og det er viktig å fremheve disse merverdiene og at *pilotprosjekter skaper inspirasjon for gjentakelse* (Figur 3).

La deg inspirere og sjekk videoen om klimaendring og Amsterdam: <https://www.youtube.com/watch?v=6Q47rStaFQ0&t=3s>

² Noe mer informasjon om prosjektet finnes på nettsidene til forskningspartnerne: <https://ivm.vu.nl/en/news-and-agenda/news/2018/okt-dec/resilio-project-smart-blue-green-roofs-on-Amsterdam-social-housing-buildings.aspx>

og

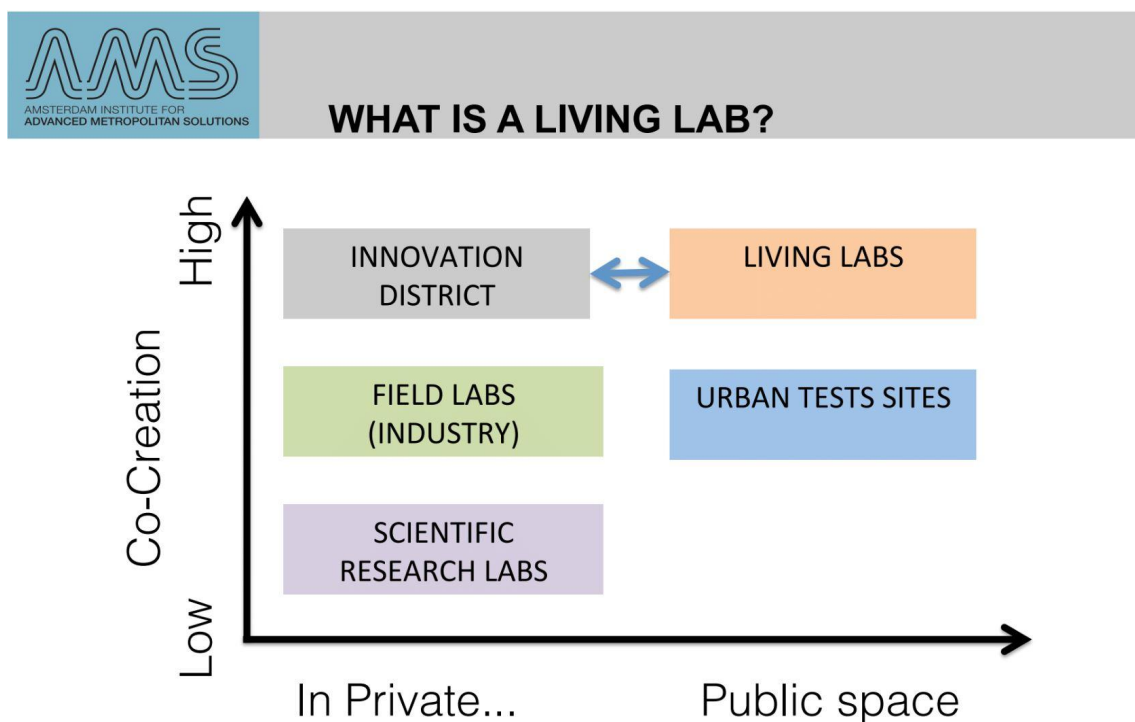
<http://www.amsterdamuas.com/content/news/news/2018/10/uas-researchers-to-make-amsterdam%E2%80%99s-rooftops-climate-adaptive.html>

3.2 Introduksjon til «Urban Living Lab Methods»

Presentert av Leendert Verhoef, Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions (AMS)

AMS Institute er et samarbeid mellom Wageningen University and Research, Delft University of Technology and the Massachusetts Institute of Technology (Boston).

Vi trenger mer kunnskap om hvordan vi kan samarbeide på tvers av fag, bransjer og sektorer om steds- og byutvikling. Urban Living Lab (ULL) er en tilnærming for å lykkes med dette, og virker best der prosjektene er litt kompliserte. Prosessen bygger på folk stoler på hverandre.



Adapted on: Maas, T., J. van den Broek & J. Deuten, Living labs in Nederland, Rathenau Instituut, 2017

Figur 4. Living Lab er en prosess der mulige løsninger på kompliserte utfordringer tas ut i det offentlige rom for å muliggjøre samskapning. Det er viktig å bestemme seg for «ruta en vil følge» tidlig, for å unngå «blindveier».

Et mål er å få en mer sirkulær og smart byutvikling. AMS Institute har i flere år arbeidet med ulike ULL-prosjekter, og har utviklet en metodikk for prosessen med å starte, gjennomføre og gjenbruke ULLs, med sikte på å forbinde erfaringer med teori. Viktige tema i metodikken er inkludering, holdninger og utbytte (oppnå at deltakerne deler samme visjon).

AMS Institute er ivrige i å bruke metodikken i praksis, og var glad for å høre at vi bruker metodikken deres i NWW. De var veldig positive til ideen om å dele våre erfaringer med dem.

Deres erfaring har vært at både prosessen og innholdet av ULL har endret seg gjennom årene. De har lært at ULL er spesielt nyttig for å løse kompliserte storbyutfordringer.

AMS har anvendt ULL på 6 forskjellige forskningstemaer. En av dem er å finne nye måter å håndtere overvannsutfordringer på. Amsterdam er kanskje den mest modne ULL-byen i verden, med totalt 90 ULLer. Oslo er ikke på ULL-kartet i det hele tatt.

Vi ble presentert for noen suksesskriterier som er viktige å vurdere når vi setter opp en ULL:

- Prosessen:
 - Metodisk streng og fleksibel: Velg prosess/gjennomføringsvei på forhånd, vær ikke for snar til å forlate valgt opplegg
 - Kombiner konvensjonell prosjektgjennomføring med innovativ prosessledelse
 - Bruk verktøy og virkemidler (... smart)
- Partnere:
 - Velg bredde i folk og institusjoner som inviteres
 - Verdsett behov og kapasiteter fra alle
- Resultater:
 - Fra resultat til effekt
 - Gjenbruk av både prosess og løsning

3.3 Et vitenskapelig innbyggerprogram om vannkvalitet i byer

Presentert av Gerben Mol, Amsterdam inst. for Advanced Metropolitan solutions, WENR

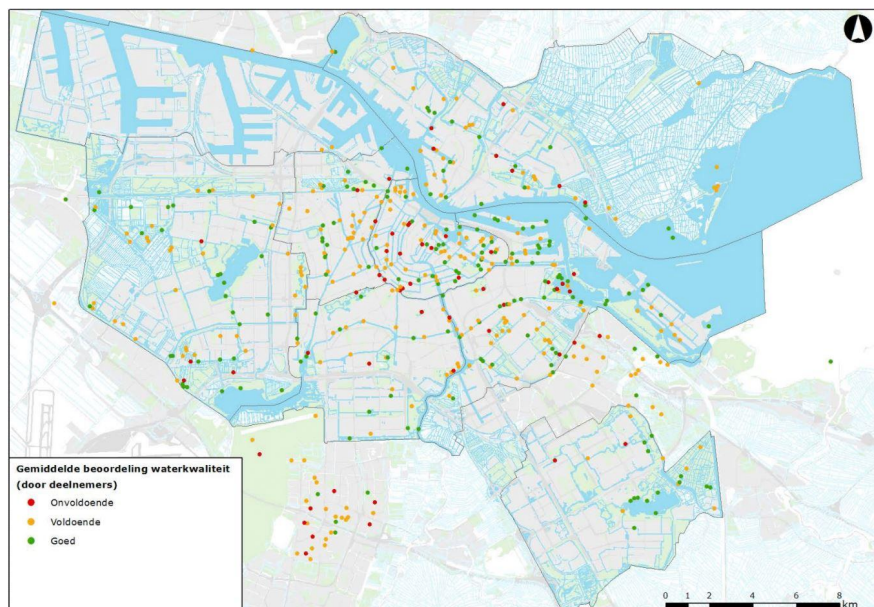
God vannkvalitet er viktig, og Amsterdam har gjort mye for at vannet i nærområdene skal være attraktivt. Men hvor god er vannkvaliteten egentlig? I 2017 testet innbyggere i Amsterdam vannet i byen. Interesserte fikk hver sin «vannkasse» for å teste vannkvaliteten (figur. 5). Deltakerne valgte prøvepunkt selv og gjentok prøvetakingen flere ganger. For å få interesse for opplegget ble det gjennomført arrangementer i byen, bl.a. med deltakelse fra kunstnere. 500 innbyggere var interessert i å delta i å kartlegge Amsterdams vannkvalitet.



Figur 5. En håndbok som er laget i UK for involvering av innbyggere i samfunnsaktiviteter³. Profesjonelt opplegg skaper interesse: «Vannkasse» med utstyr for å måle alger og bakterier, vekst av vannplanter, vannfarge og -dybde og hvilke stoffer som forekom i vannet. Den blå vesten som fulgte med, ble svært populær og bæreren viste med den et samfunnsengasjement (Slide: G. Mol).

³ <http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/20678/1/N020678BK.pdf>

Over 50% av deltakerne var i aldersgruppen 36-55 år, men både skoleelever og pensjonister var også med. Deltakerne fylte inn resultatene på en nettside via mobiltelefonen. Dette eksperimentet er et eksempel på «Citizen Science» - folkeforskning, hvor beboere samler inn funn – og forskerne bruker det som blir samlet inn.



Figur 6. Amsterdam består av 25% vann. Innbyggere gjorde vannkvalitetsmålinger for å kartlegge statusen. Mange steder er det badevannskvalitet (grønne punkter), så selv dronningen har vært på svømmetur (Slide: G. Mol).

Erfaringen fra denne typen innbyggerinvolvering er:

- Mye moro
- Øker samspillet mellom innbyggere og organisasjoner/etater
- Kan ikke være for komplisert
- Dette er ikke en billig måte å innhente informasjon.
- Forskere mister noe kontroll over hvordan metodikken gjennomføres i praksis.
- Ta prosjektet seriøst; inviter til å delta i noe som er ekte og viktig.
- Det kan ikke bli for mye kommunikasjon til de involverte.

3.4 Å gjøre Amsterdam regnsikker

Presentert av Daniel Goedbloed (fig 7), Amsterdam Rainproof⁴

Rainproof prosjektet i Amsterdam har pågått i 4.5 år og er et samarbeid mellom Waternet⁵ som er den regionale vannmyndigheten, og Amsterdam by. Rainproof ble til etter en erkjennelse i 2014 av at det var generelt liten bevissthet rundt overvann; ikke bare blant byens innbyggere, men også innen forvaltningen. Prosjektet har et 10 års perspektiv.

Hensikten med prosjektet er å gjøre Amsterdam robust nok til å tåle store nedbørshendelser (60 mm/time, som er et 200-års regn i Oslo med klimafaktor 1,2). Mottoet til prosjektet er «every drop

⁴ <https://amsterdamsmartcity.com/projects/amsterdam-rainproof>

⁵ <https://www.waternet.nl/en/>

counts», og hypotesen er at summen av tilstrekkelig mange småskala tiltak vil gi et storskala resultat; byen skadefri for store nedbørshendelser (fig. 8).



Figur 7. Daniel Goedbloed, prosjektleder for Rainproof.

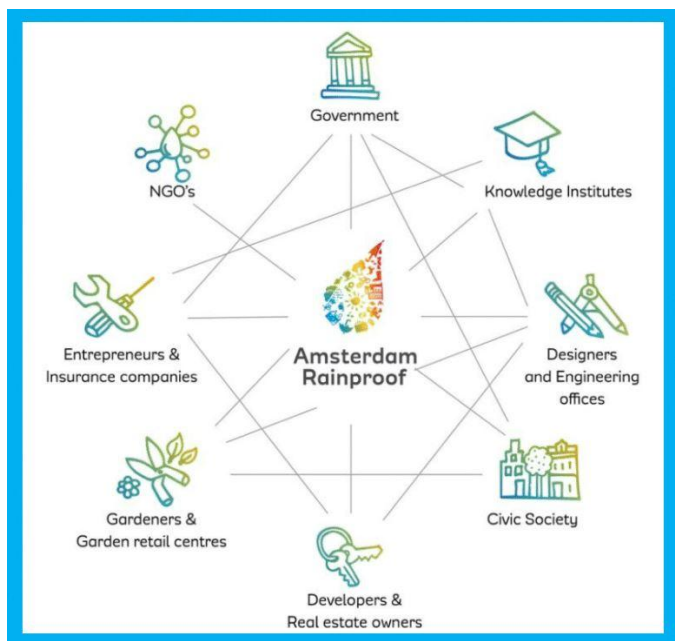
Rainproof ble opprettet som en erkjennelse av at tiltakene som må gjennomføres i byen, ikke ligger innenfor det arealet Waternet har råderett over. Det er interessant å merke seg hvordan Rainproof er organisert. De ansatte er betalt av Waternet, som bidrar til forankring, men Rainproof fungerer som en egen ekstern enhet med egen identitet og logo. Goedbloed fortalte at det gir frihet til å handle og agere friere enn det man kan når man representerer Waternet som sådan. De har også en «community manager», Irene Poortinga, som jobber med alle stakeholdere og interessenter. Hun var vår guide på sykkelturen rundt i Amsterdam for å se på noen av tiltakene i regi av programmet.



Figur 8. Amsterdam Rainproof er organisert som en egen ekstern enhet, men er finansiert av «gebyrmidler» (Slide fra D. Goedbloed).

Goedbloed beskriver Rainproof som en nettverkstilnærming til å gjøre byen «regnsikker» (fig. 9). Rainproof har ikke budsjett til å finansiere fysiske tiltak, men driver med målrettet utarbeidelse og spredning av informasjon og tilrettelegging. De har lagt vekt på informasjonsmateriell med eksempler, tips og informasjon, og å dra rundt og informere. Gjensidig nytte skal legges til grunn i samarbeidet. Dette har etter hvert gitt resultater. De har identifisert og sett nytten av «mellomaktører», som f.eks. hagesentre, for å nå og spre informasjon til private aktører som kan omsettes til handling (se fig. 14).

Skal byen gjøres «regnsikker» må de koble klimatilpasning til allerede planlagt urbant arbeid eller visjoner. Urban overvannshåndtering kan ikke sees på som en separat aktivitet. Det er viktig å lenke urbant design og vedlikehold; ta vedlikehold inn som et element som vurderes når løsninger designes. Når nye tiltak etableres er det fint å ha en «plan B» i tilfeller hvor forhold oppstår der de blågrønne strukturene ikke fungerer.



Figur 9. Å knytte ulike interessenter sammen er en viktig brikke i Rainproofs arbeid (slide fra D. Goedbloed).

Rainproof forsøker å mobilisere relevante institusjoner i byen (hagesentre, boligbyggelag, sameier) og den enkelte innbygger og tilrettelegger for små og store løsninger som kan fordrøye (og fordampe) store nedbørmengder slik at byen unngår skader, men også at vannet kan brukes til å forskjønne byen og heve livskvaliteten til innbyggere (fig. 10).

Welke plekken in de stad zijn al rainproof gemaakt?
Deze projecten zijn er al om onze stad rainproof te maken

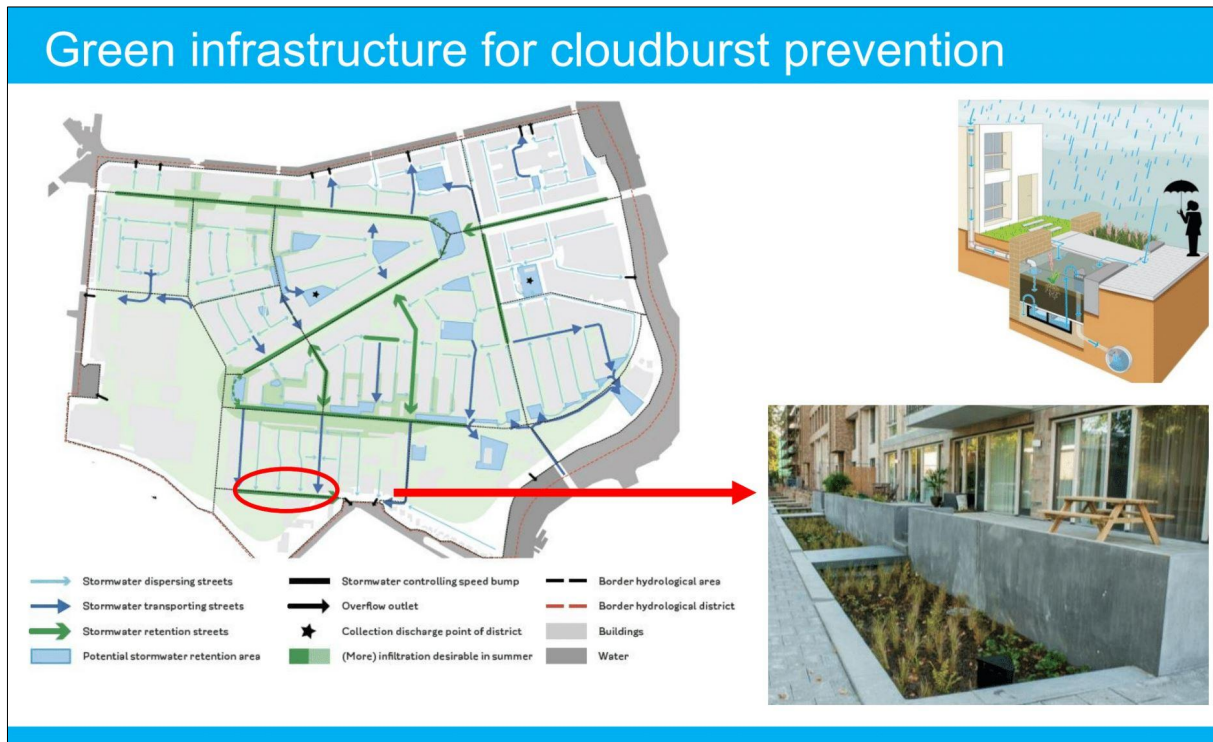
Make your neighbourhood rainproof.
How? Use these tips!

Green / blue roof **Small front garden**

Tegels eruit, groen erin **Infiltratiekratten** **Regenton** **Greppels** **Wadi's**

Figur 10. Rainproof legger stor innsats i informasjon. En nettside med kart over bygde prosjekter, tips, etc. finnes på <https://www.rainproof.nl/> (riktignok på nederlandsk).

Monsterregent i København 2. juli 2011 ble også en vekker for Amsterdam (se Braskerud m.fl., 2017 for bilder og detaljer). På lignende måte har de laget en skybruddsplan for Amsterdam. 70 delnedbørfelt mellom kanalene er laget: Når folk kjenner flomveiene og mulige steder å ha overvannstiltak, er det mulig å planlegge individuelle prosjekter (fig 11).



Figur 11. Kart fra skybruddsplan som viser flomveier (blå pil), områder for infiltrasjon og forsinkelse (grønn pil og områder), og områder for tilrettelagt oversvømmelse (blå felt) (Slide fra Goedbloed).

Ved å ha god oversikt over problemområdene, og «Cloudburst retaining maps (CRM)» er det mulig å planlegge lokal håndtering av overvannet. Fagetatene i byen, sammen med andre fagmiljøer satt sammen og brukte 3-4 dager for å etablere grunnlaget for en CRM (fig 11).

Erfaringen var at informasjon og tilrettelegging var en vesentlig og viktig del av prosjektet. Dette arbeidet hadde medført at svært mange innbyggere nå kjente behovet for å gjøre tiltak.

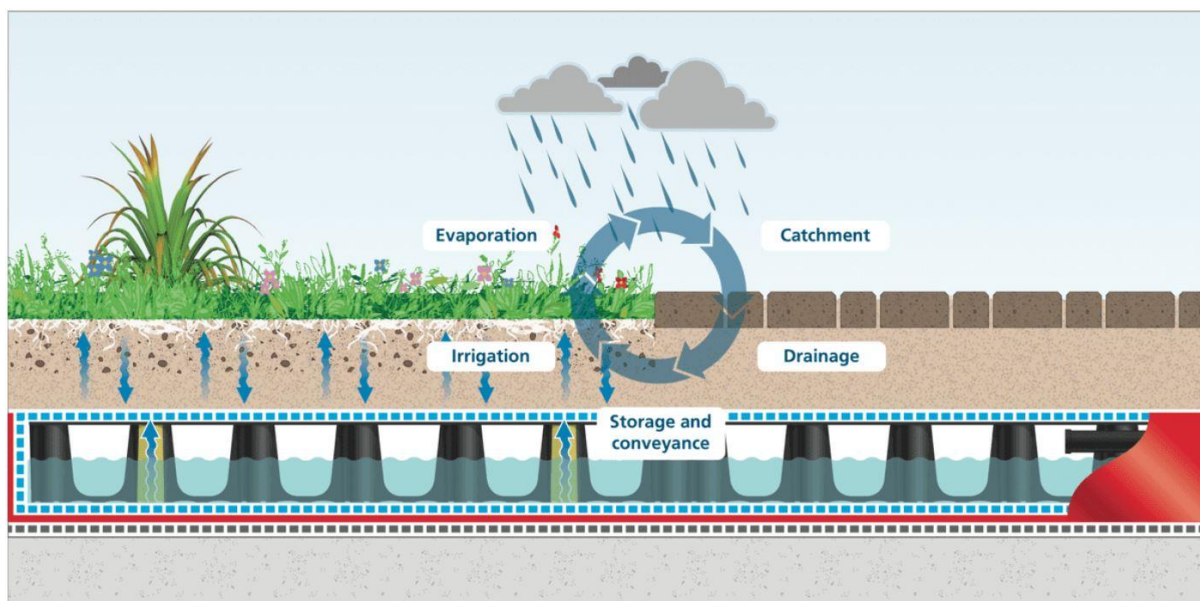
Amsterdam samarbeider med Rotterdam og en annen stor kommune om å utfordre leverandørbransjen til å utvikle takløsninger som er tilpasset fremtidens klimaendringer. Økt markedsrett og noe offentlig finansiering av oppstartsfasen oppfattes som viktig og nødvendig for å komme videre i denne utviklingen. Holdningen til disse utviklingsprosessene er jordnær, for eksempel er de svært bevisst verdien av å innhente informasjon fra utviklingsprosjekter som ikke lykkes.

Det ble nevnt pågående prosjekter med blågrønn utvikling av 100.000 kvm med tak på kommunale boliggårder, utvikling av kunstgressbaner der overvann brukes for å kjøle ned gressflaten.

3.5 Smarte blågrønne tak

Sacha Stolp, som jobber i Amsterdam kommune, fortalte oss om *Smarte*, blågrønne tak. På vanlige ekstensive og relativt tynne, grønne tak er vekstmediet ofte 3-8 cm tykt i Norge, med begrenset plass til å holde nedbør. Johannessen m.fl. (2018) målte at tilbakeholdelsen i typiske, ekstensive grønne tak i 4 norske forsøksfelt kunne være fra 5,5 til 15,5 mm under gode forhold.

Blågrønne tak har et vannmagasin under vekstmediet (fig. 12). Det kan f.eks. holde på 60 mm (60 l/m²) nedbør. Dette er en måte å utvide et grønt taks evne til å holde på store nedbørmengder midlertidig; i løpet av timer dreneres vannet umiddelbart ut fra taket gjennom et strupet utløp. Denne løsningen er på god vei inn i Norge.



Figur 12. Et blågrønt tak kan lagre vann under vekstmediet (her i plastkassetter, men annet materiale kan også benyttes). Så lenge det er vann i magasinet kan det forsyne vekstmediet gjennom kapillær stigning hvis det er lagt til rette for det (ill. fra Project Smartroof 2.0)

I et *smart* blågrønt tak blir vannet stående i vannmagasinet til sensorteknologien og «datamaskinen» i taket bestemmer at vannet skal dreneres ut (fig. 13). Det gjøres i forkant av en varslet nedbørhendelse via værradarer. For å utvikle et slikt smart blågrønt tak inntok Amsterdam kommune rollen som «megler av innovasjon» og initierte et samarbeid mellom forskningsmiljøer og næringslivsaktører som vist i figur 2 og 3.

Forsøktaket i fig. 13 ble bygd i 2017. Det er målt en tilbakeholding på inntil 19 mm på den tradisjonelt oppbygde ekstensive delen og fra 49-72 mm på den smarte blågrønne delen. Vannet i magasinet under plantene gir vegetasjonen rik tilgang på vann, slik at evapotranspirasjon kan pågå kontinuerlig. Vanlige grønne tak tørker ut i løpet av en uke, og fordampningen stopper opp: Fordampningen fra det ekstensive taket med tradisjonell oppbygging, var ca. 18 mm ved 2 ukers tørke, mens det smarte blågrønne taket hadde en fordampning på ca. 43 mm. Den smarte løsningen økte fordampningen 2,4 ganger.

Sedumartene hadde samme fordampning som gress så lenge det var tilgjengelig vann. Tørkesommeren 2018 døde imidlertid noe av sedumartene ut. Tørkeresistente gressarter tok over. Trolig er sedum der fortsatt, men blir undertrykket av gressartene. De har ellers funnet at i tørkeperioder trenger planter

3 mm vann per døgn for å overleve og at takplantene trives bedre hvis de vannes med gråvann (vann fra dusj, vask ol), enn med overvann. Det er mulig det ble gjort for å spare drikkevann. Gjennom tellinger er det konstatert over 40 insektstyper på et nyetablert grønt tak.



Figur 13. Et eldre kontorbygg har fått ettermontert et smart blågrønt tak for forsøk. Taket er utstyrt med nedbørmålere og forskjellige sensorer for å kunne måle vanninnholdet i vekstmediet og i magasinet under. Magasinet tømmes automatisk hvis nedbør er ventet. Sjekk video: <https://www.youtube.com/watch?t=5s&v=Lldv6NVGiGA>

Magasinetes størrelse var på 60 mm på taket i fig. 13. Det skyldes takets bæreevne. Det var imidlertid ønskelig med magasin som kunne inneholde 100 mm.

Før vinteren tømmes magasinet, og avrenningen står åpen. Dermed frigjøres vekt til å bære snølast. Nedbør i den frosne delen av året blir da håndtert som om det smarte blågrønne taket er et vanlig grønt tak.

3.6 Regnhage og grønn vegg

Det er svært interessant hvordan Rainproof Amsterdam har brukt hagesentrene gjennom kursing av ansatte og utstillinger av overvannsutformede hager mm, for å informere kundene om overvannshåndtering gjennom bruk av naturen. Det lokale plantesenteret samarbeider med Rainproof og presenterer løsninger som den enkelte innbygger kan gjøre for å fordrøye vann og gjøre egen hage penere (fig. 14). Tilsvarende ble forsikringselskapene informert om gode løsninger som de igjen kan gjøre tilgjengelig for kundene.



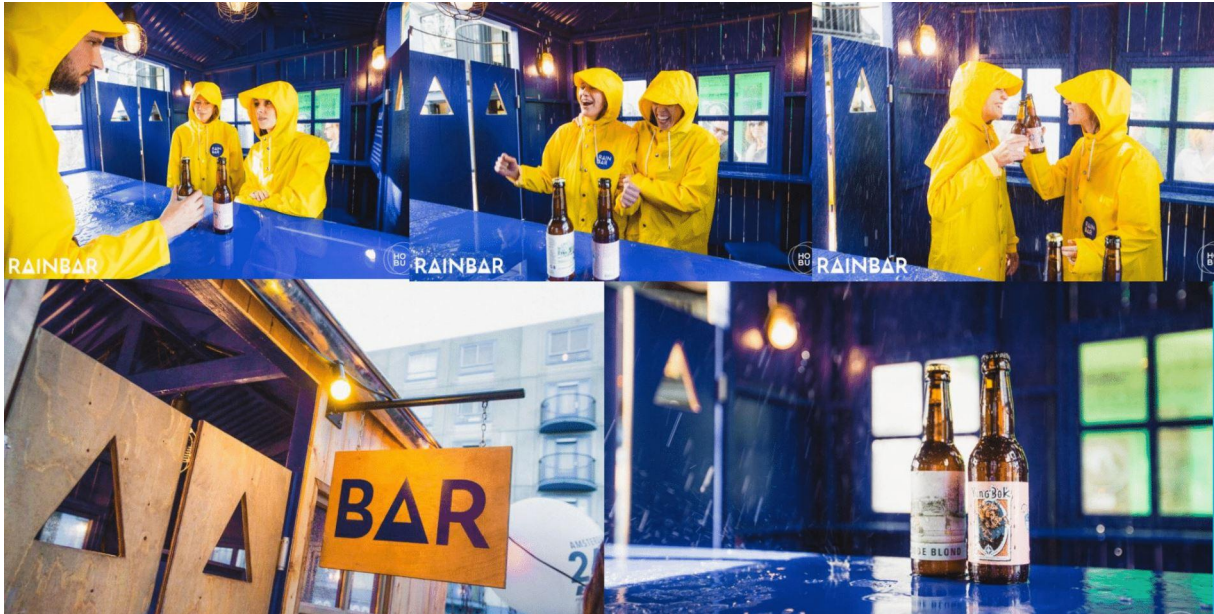
Figur 14. Regnhage og grønn vegg som mottar regnvann som fordeles vi rør og pumpe.

Rainproof hadde laget en spørreundersøkelse der de spurte hageeiere om hva de tenkte om bruk av vann i hagen. Bevisstgjøring og ønske om å redusere at flere tette flater ble anlagt var et mål for undersøkelsen. Basert på svarene bestemte de seg for å involvere hagesentre i veiledningen. Hagesenterkjeden Intratuin på fig 14, har satt opp demonstrasjonsanlegg og konkrete forslag til «vannvennlige hager». Betjeningen er også kurset i å gi veiledning til kunder som er interessert.

Senteret samler for øvrig opp nedbør til egen vanning gjennom å samle opp takvann, og er med på å produsere Rain beer!

3.7 “Rain beer”

Nedbør kan ha mange positive vinklinger (fig. 15 og 16) og det finnes morsomme forretningsmodeller knyttet til regn og overvann. Øl laget av regnvann; enkeltproduksjonene er navnsatt etter nedbørmengden brygget ble laget av. Tørkesommeren 2018 ble imidlertid en utfordring for produsenten.



Figur 15. En bar har happy hour når det regner, og serverer for øvrig i et bygg der taket er lekk! (slide fra D. Goedbloed).



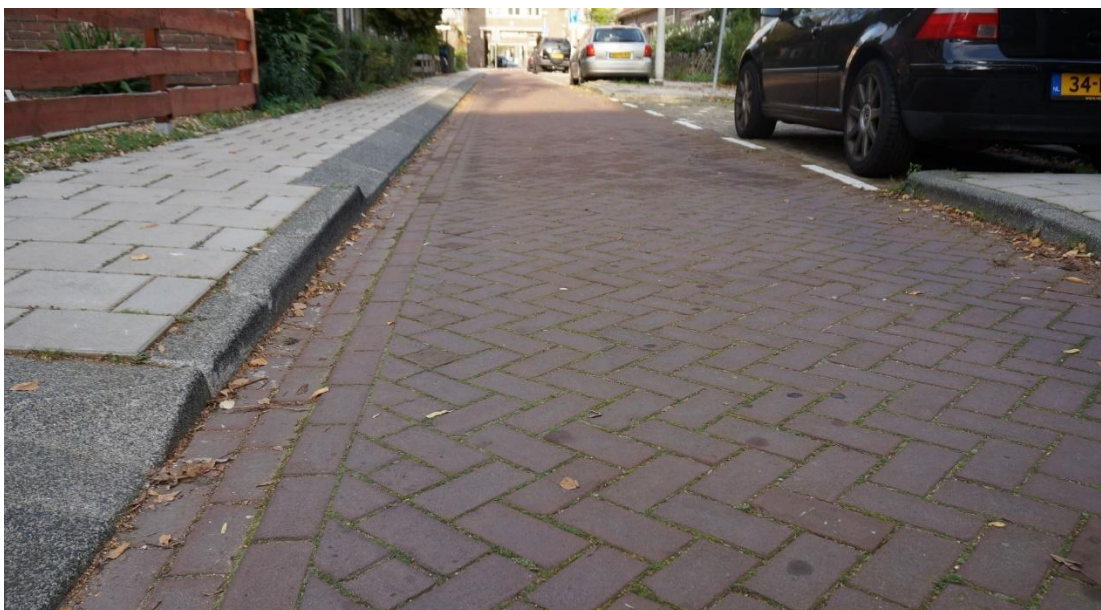
Figur 16. Rain beer er et eksempel på en aktør som samarbeider med Rainproof.

3.9 Fra parkeringsplass til regnbed

En fordums asfaltert plass i et boligområde i Amsterdam er omgjort til et regnbed. Regnbedet er i utløpspunktet plassert i et lite nedbørsfelt og kan magasinere relativt store mengder vann. Nå bidrar vannet til planters velvære og folks trivsel, mens det tidligere kunne gjøre skade på omkringliggende hus. Irene Poortinga fortalte at regnbedet kunne håndtere nedbør på mer enn 100 mm på 1 time (Fig. 17). Taknedløp var imidlertid ikke frakoblet og takvann gikk fortsatt til det lokale avløpssystemet.



Figur 17. I 2017 ble et regnbed anlagt ved å skifte ut jordmasser med sandig jord og beplantet (fra Goedbloed's presentasjon).



Figur 18. Gate med ensidig fall og en grunn vannrenne langs fortauet, leder vann til regnbedet.



Figur 19. Stort regnbed som er etablert på tidligere P-plasser samler og infiltrerer overvann fra et boligområde (Harkstraat, Amsterdam).



Figur 20. Regnbedet ble en lokal park, der overvannet samlet seg fra flere gater.

4 Lokal overvannsdisponering i Rotterdam

4.1 Rotterdams tilnærming til å bli en robust by

Vår kontaktperson var Karmijn van den Berg, som jobber som rådgiver innen klimatilpasning i Rotterdam kommune.

Rotterdam med sine 615 000 innbyggere ligger strategisk plassert i provinsen Sør-Holland i deltaet til Rhinen og Münster. Via Nieuwe Waterweg (New Waterway) har byen åpen tilgang til Nordsjøen (Figur 21). Rotterdam havn, som er Europas største, fungerer som et «lokomotiv» i byens økonomi og sysselsetter ca. 70 000 mennesker. Havnen er 40 km lang og ligger sammen med store deler av byen i de ytre diker. Indre deler av byen ligger under vann med laveste punkt mer enn 6,7 meter under havets overflate.

Rotterdam ble hardt bombet under andre verdenskrig, og det meste av byens bebyggelse ble ødelagt. Dette innebærer at dagens bebyggelse i stor grad består av etterkrigstidens moderne bygninger med flatt tak (75 % av byggene). Å utnytte de flate takene er en viktig del av byens overvannsstrategi.



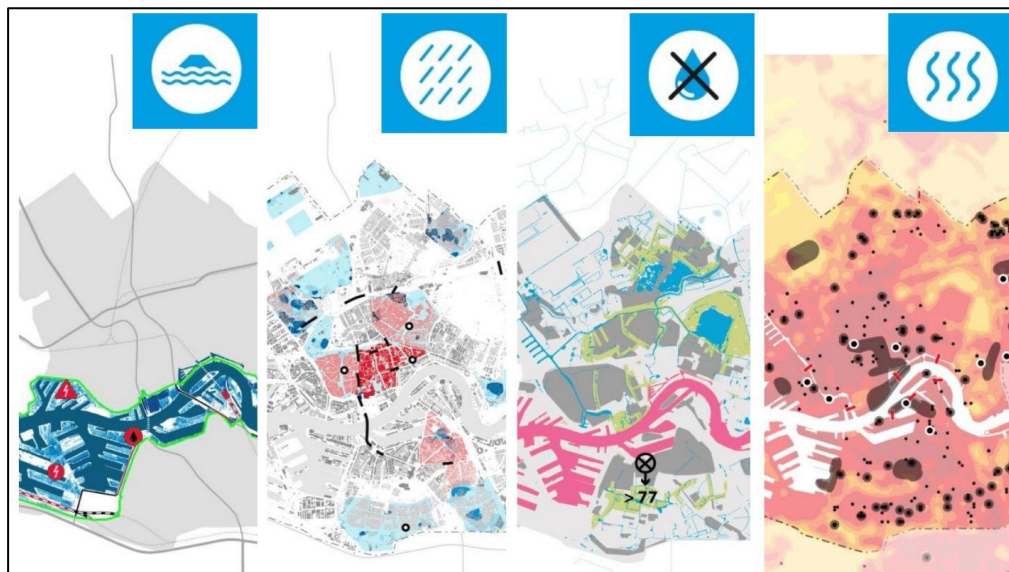
Figur 21. Rotterdam har Europas største havn. Store porter skal hindre at stormflo skader byen (Slide fra K. van den Berg).

Vannet kommer fra alle kanter

Rotterdams innbyggere har i flere hundre år kjempet mot naturen for å gjøre byen beboelig. Byen er utsatt for store nedbørsmengder, grunnvannet står høyt (ca. 2 m under marknivå), og elver deler byen i sektorer. Rotterdam har lang erfaring med vann og måten vannet blir håndtert på anses for å være et mesterverk i nederlandsk ingeniørkunst. Byens vannnivå reguleres av et sinnrikt system med 12 000 pumper, kanaler, vannveier og dreneringssystemer. For å beskytte byen og havnen mot stormer er det bygget barrierer mot havet. Dette komplekse systemet er robust, men lite fleksibelt og kan gjør byen sårbar for ekstremvær.

Mange analyser og planer for å håndtere et endret klima

Rotterdam står overfor flere klimarelaterte farer; havnivåstigning, ekstrem nedbør, tørke og urban varmeøy effekt (mye tette flater gjør byen varm pga. manglende kjøling ved fordampning fra vegetasjon). Det har blitt utførte ulike analyser hvor risikokart for disse farene har blitt utarbeidet (se figur 22). I 2001 utarbeidet byen sin første *Waterplan*, i 2010 kom strategien for *Connecting Delta Cities* og i 2013 forelå *Climate Change Adaptation strategien*. Senere har det blitt utarbeidet en *Resilience strategi*. Vann har vært et gjennomgående tema for alle disse strategiene, mens klima har fått en større plass i senere tid. I dag fokuserer byen på hvilke muligheter som klimaendringene skaper. Det er imidlertid en utfordring med «silotenking» mellom etater for god gjennomføring.



Figur 22. Risikokart har blitt utarbeidet for havnivåstigning, ekstrem nedbør, tørke og urban varmeøy effekt. Det kreves en god analyse av området før strategier for overvannshåndtering legges frem. Bilde nr. 3 viser for eks. områder det ikke bør/kan infiltreres overvann (Slide fra K. van den Berg).

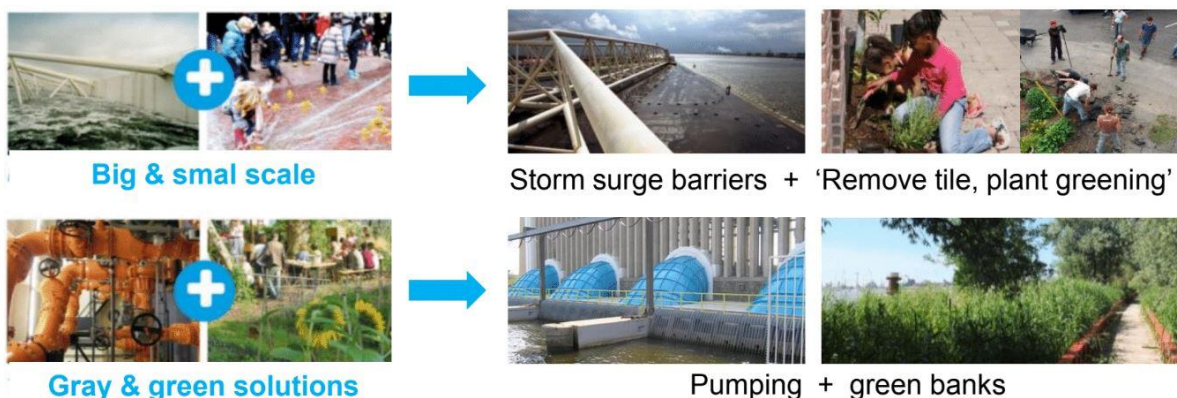
Rotterdams klimatilpasningsstrategi

Rotterdams klimatilpasningsstrategi skal gjøre byen «klimasikker» innen 2025. Strategien vektlegger et helhetlig tankesett med sterk involvering fra byens næringsliv og innbyggere. Fire pilarer fremheves: *miljø, samfunn, økologi og økonomi* (fig. 23) Strategien påpeker behovet for å integrere arbeidet med å redusere klimagassutslippet med klimatilpasningsarbeidet. Arbeidet med å tilpasse byen til et endret klima skaper en rekke arbeidsplasser. Det er estimert at 3500 arbeidsplasser er skapt innen konstruksjon, IT og konsulentbransjen. Skal man lykkes i klimatilpassingsarbeidet må man kunne ha flere tanker i hodet samtidig (fig. 24).



1. **Appreciate:** maintain en strengthen our robust waterinfrastructure
2. **Adapt:** extend our options → make use of the public & private space in the city
3. **Engage:** Cooperate and link in
4. **Add value:** for environment, society, economy and ecology

Figur 23. Klimatilpasningsstrategien vektlegger pilarene *miljø, samfunn, økologi og økonomi*. Kommunen vektlegger arbeidet med nasjonale myndigheter og «Waterboards⁶» for å skape robuste ingeniør systemer. Det er viktig at systemet også er fleksibelt. Derfor vektlegges et tett samarbeid med byens innbyggere og næringsliv (Slide fra K. van den Berg).



Figur 24. For å lage en robust og fin by tenkes det både stort og smått, «grått» og «grønt». De store interiørmessige anleggene, og de mindre og lokale der infiltrasjonen av nedbør og fordamping fra vegetasjon stimuleres (Slide fra K. van den Berg).

Grønne tak og økonomiske subsidier

Å utnytte de flate takene blir nå en del av byens overvannsstrategi⁷. Det er utført et arbeide for å avklare de viktigste føringene for utviklingen av disse takene. Dvs forhold som brann, rømning og maksimal statisk lastpåføring: Inntil 170 liter vann kan lagres pr kvm. Lagring av overvannet på denne måten har vært aktuell siden 2005. Sorte tak har mao. mulighet til å bli tak med vegetasjon, som holder tilbake overvannet og kan brukes til dyrkning av mat eller produksjon av solenergi (fig. 25). Lokale enheter som er selvforsynte av energi, holder nå på å ta form.

⁶ Waterboard er regionale etater som har i oppgave å holde havet unna fast land, og er veldig gamle institusjoner

⁷ <https://www.rotterdam.nl/english/urban-roofs/> og http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?docType=pdf&fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=6341



Figur 25. Rotterdam ønsker å utvikle multifunksjonelle tak som bidrar til å håndtere overvann, samt å nå byens bærekrafts mål (Slide fra K. van den Berg).

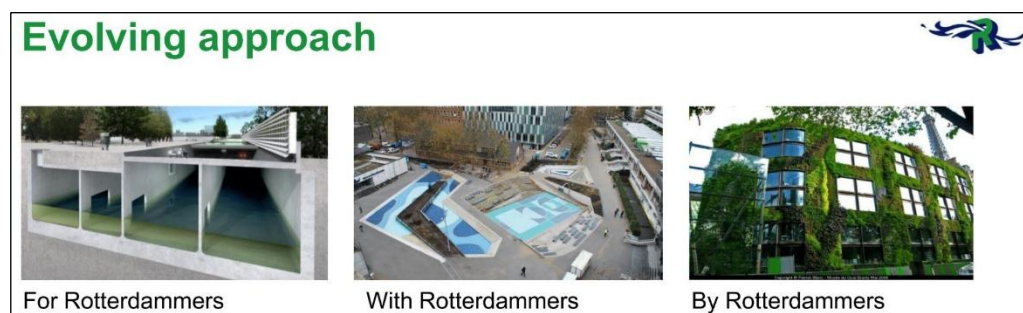
Aktørene som installerer grønne tak får lavere gebyr fra kommunen siden mindre vann tilføres kommunens overvannsnett. Kommunen bygger ikke selv tak, men tilrettelegger gjennom subsidiering; utbygger får 20 euro pr. kvm grønt tak som bygges. I oppstartsfasen var lagringskravet 17 liter/m² (17 mm vannlagring) og tilskuddet 25 euro/m², senere økte kravet til 25 liter og tilskuddet redusert til 20 euro.

Så langt er erfaringene at disse takene bidrar positivt til regulering av temperaturen i byen. Men tørkeperioder er en ny utfordring. På grunn av muligheten for tørke avventes det med å tømme de *smarte* grønne takene til behovet er umiddelbart (fig. 12 og 43), ved for eksempel behov for økt vannlagringskapasitet før ekstrem nedbør eller fare for isutvikling pga. lave temperaturer.

Offentlig støtte til denne type overvannstiltak møtte mye skepsis i starten, men etablering av demotak var overbevisende. Rotterdam har fortsatt arbeidet med eksperimentelle tak.

Hvordan få saken gjort?

I dag har Rotterdam etablert 19 under- og overjordiske overvannsanlegg. Noen skal vi se i de neste kapitlene. Det er 270.000 m² grønne tak og 60.000 m² gater med permeabel overflate. Det er laget et ukjent antall kvadratmeter nye grønne flater (fig. 26).



Figur 26. Fordeling av arbeidsoppgaver mellom kommunen og innbyggerne, og eksempler for forskjellige typer flerbruksløsninger (Slide fra K. van den Berg).

Utfordringer på prosjektnivå er:

- Klare å kombinere forretning og sosiale mål
- Få nok penger fra mange kilder
- Det eksisterende juridiske rammeverket har ikke støttet behovet for endringer.

På det strategiske nivået har utfordringen vært å:

- Få tilrettelagt privat eiendom for å løse fellesskapets utfordringer
- Ha fokus på multifunksjon og ikke kun «trygg by» etter sterk nedbør
- Involvere alle nødvendige etater i klimatilpassingsarbeidet («unngå silotenking»).

4.2 Grønn takterrasse på kommunalt bygg

Siden jord og vegetasjon holder tilbake overvann, kan avløpsgebyrer delfinansiere grønne takløsninger (fig. 27 og 28).



Figur 27. Takhage som uteareal for kommunalt ansatte bestod av gress og steinheller på golvnivå og oppbygde kasser for busker og mer jordkrevende arter.



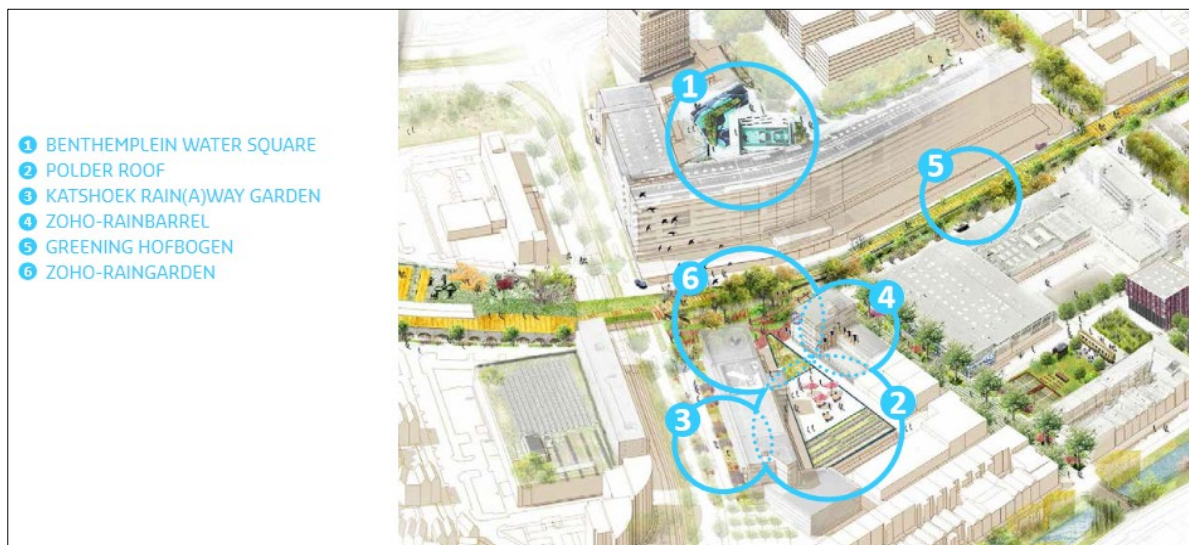
Figur 28. Stedstilpassing av tiltak er viktig, og bruk av insekshotell øker det biologiske mangfoldet.

4.3 «Klimasikker» bydel - ZOHO

Rotterdam bestemte seg for å gjøre byen 'klimasikker' (climate proof) og ferdigstilte sin Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy (RAS) i 2013. Første bydelen som ble plukket ut som pilot til å bli klimasikker var ZOHO. Bydelen er dominert av kontorlokaler, mange veier og biler og lite grønt.

Her så vi tre installasjoner som bidrar til å håndtere vannet under styrtregnhendelser (figur 29):

- Bentheimplein water square,
- Greening Hofbogen (Nedlagt jernbane på «aquadukt»)
- ZOHO regnvannstønner og regnbed,
- Katshoek Rain(a)way Garden.



Figur 29: Tiltak for å håndtere styrtregn i bydelen ZOHO.⁸

I flere av prosjektene ble innbyggerne involvert i planlegging og utførelse. De som deltok var mer opptatt av det hverdagslige grønne enn av overvannshåndtering.

I følge Dirk van Peijpe i *De Urbanisten*, er blå-grønne løsninger godt forstått og akseptert av lokalbefolkningen som leverandører av «økosystemtjenester».

4.4 Bentheimplein water square: Skolegård tilpasset oversvømmelse

Bentheimplein water square er et omfattende aktivitets- og lekeområde, der forsøkningsene brukes for vannlagring (Fig. 30). Her startet prosessen med involvering av nærområdet/lokalmiljøet med skoler, kirke, barn mm. Løsningene skulle være multifunksjonelle (Fig. 31 og 36). Firmaet *De urbanisten* prosjekterte og var vesentlige drivere for gjennomføringen av tiltaket. Dirk van Peijpe fremhevet viktigheten av plassering i et område med overvannsutfordringer, og at en viss områdestørrelse er vesentlig for å oppnå funksjonelle løsninger innenfor gjennomførbare prosjektkostnader.

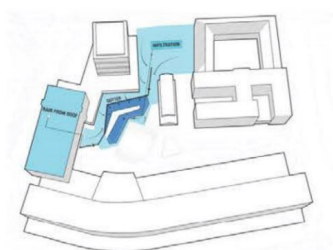
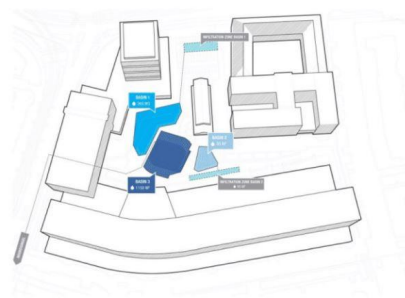
⁸ https://www.urbanadapt.eu/wp-content/uploads/2016/01/URBANISTEN_climate_adaptive_ZOHO_lr-strippresentatie.pdf

Prosjektgjennomføringen av Benthemplein water square, fra oppstart med ideen til ferdigstilling, tok 5 år. Kostnadsfordelingen var ca. 60% fra byens Vann- og avløpsetat. Dette var mulig siden tiltaket reduserte overvanntilføringen til kommunens nett. Ellers bidro andre kommunale etater med 40%, der mye ble dekket gjennom at kommunen fikk tilskudd fra Staten og EU (fig. 32).

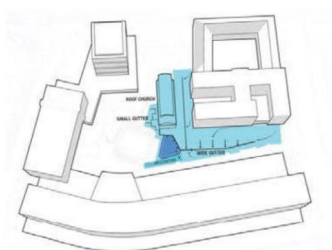
Organiseringen av prosjektet i kommunene var tverretattlig for å unngå silotenkning, de startet med tre workshops der innbyggerne var godt involvert (fig 51). Videre var det viktig og hendig å ha en «verktøyboks» med grønne, blå og grå tiltak i planleggingsfasen, uten dette ville planleggingsfasen oppleves som tung og vanskelig, og sannsynligvis resultere i dårlige løsninger (fig. 35).



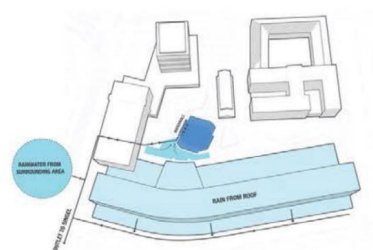
total capacity 1700 m³



catchment area of basin 1



catchment area of basin 2



catchment area of the deep basin 3

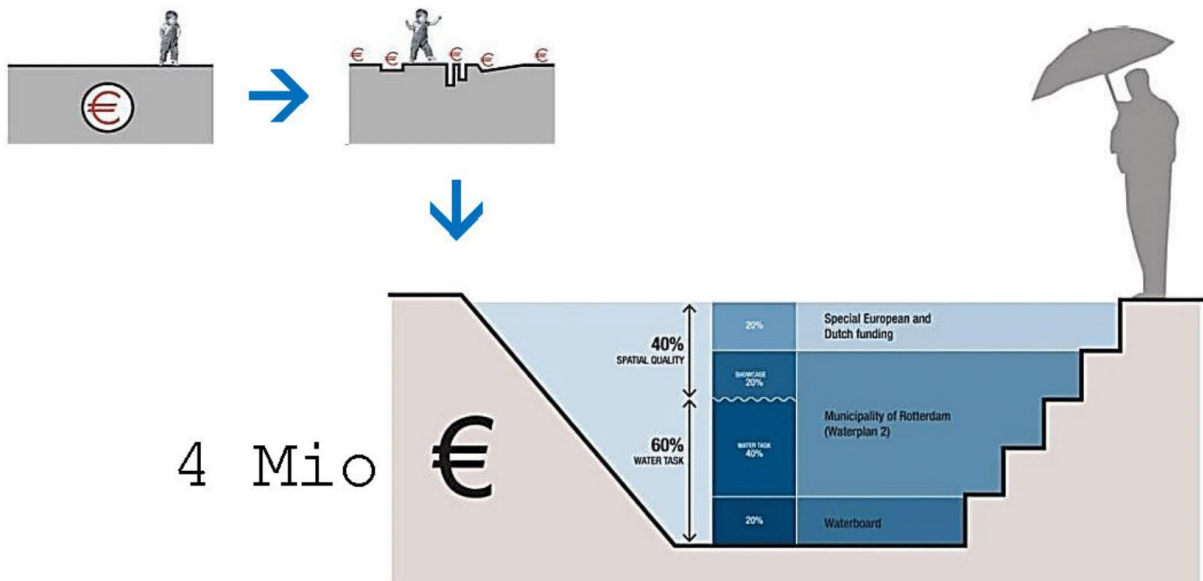
DE URBANISTEN

Figur 30. Oversiktsbilde av Benthemplein water square og tre av nedbørfeltene som har avrenning til areal som er tilpasset oversvømmelse (slide fra Dirk van Peijpe).

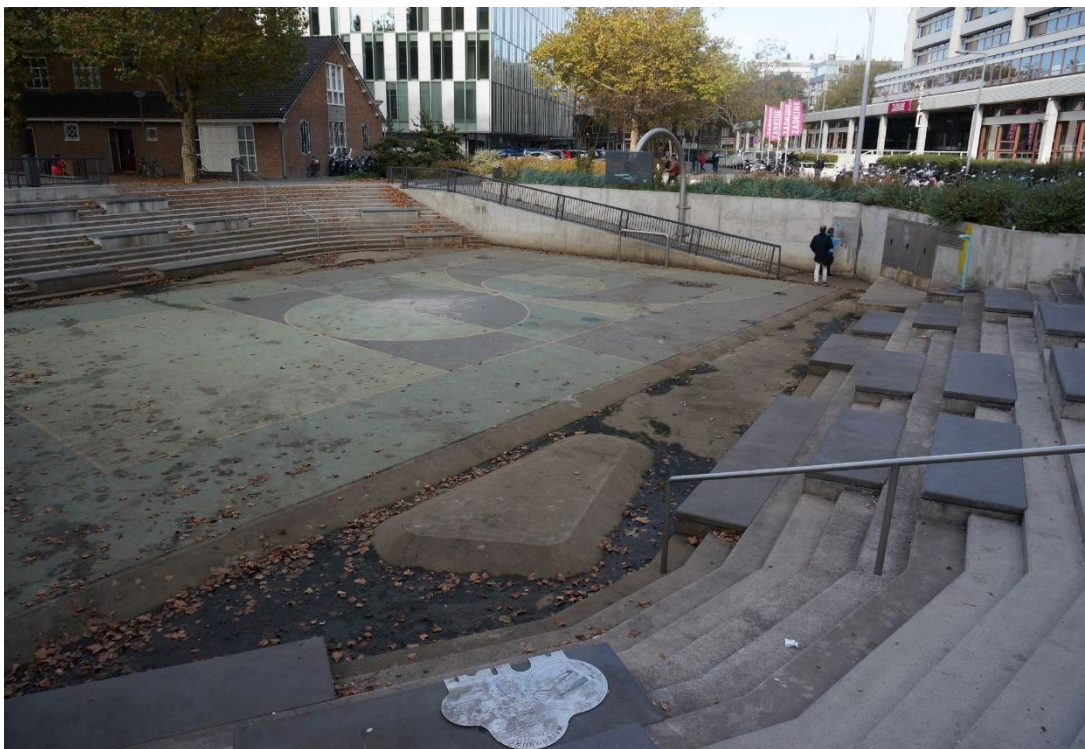


Photo: Jeroen Musch

Figur 31. LOD med multifunksjon: Overvannshåndtering ved styrtregn + ballspill, dans, skating og opphold når det ikke regner (slide fra Dirk van Peijpe).



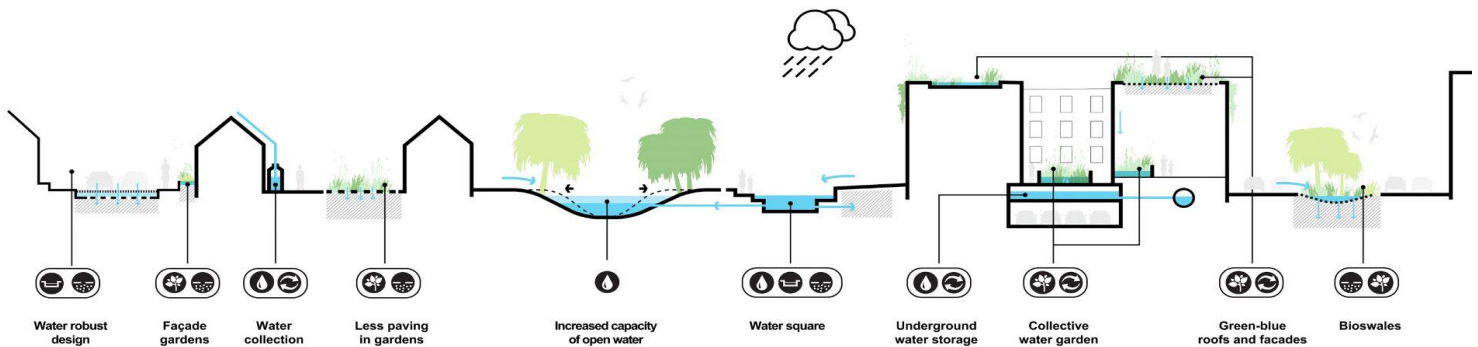
Figur 32. Investeringer gjort på overflata fremfor i nedgravde løsninger. «Vanntorget» ble finansiert gjennom avløpsgebyr (60%), bykassa, staten og EU (slide fra Dirk van Peijpe).



Figur 33. Det erfares at vedlikeholdet etter sterkt regn og påfølgende oversvømmelse, er noe komplisert og dyrt. Nye tilsvarende anlegg tilrettelegges i større grad for effektivt vedlikehold.



Figur 34. «Vannplassen» samler takvann fra byggene i nærheten, samt fra oppholdsarealet på gateplan. De første mm av nedbøren («first flush») blir sendt til rensanlegget. Ved 10 mm over 2 timer begynner anlegget å fylles. Dette skjer flere ganger per år.



Figur 35. Aktuelle LOD-tiltak for bruk i by. En god «verktøykasse» letter planlegging og gjennomføring av god overvannshåndtering (slide fra Dirk van Peijpe).



Figur 36. Overvannsanlegg for flerbruk; skating, avslapping og friluftsgudstjeneste. Et av bassengene kan brukes til dåp (slide fra Dirk van Peijpe).

4.5 Hofbogen – nedlagt togbane er blitt «skywalk»

New York har sin skywalk, utviklet av en nedlagt toglinje. Rotterdam har sin noe kortere versjon i ZOHO. Et stoppested har blitt en kombinasjon av urbant landbruk og «villpark» (fig. 37 og 38); en møteplass for folk i bydelen. I buegangene under stasjonen er det forretninger⁹. Selve toglinja utvikles videre til gangvei.



Figur 37. Nedlagt stasjon er blitt park. Det var lite lyd i sauene av plast!



Figur 38. Det er også tilrettelagt for parselldyrking; urbant landbruk.

⁹ <http://www.hofbogen.nl/english-2/>

4.6 ZOHO smarte regnvannstøtter og regnbed

Installasjonen av bydelsnavnet ZOHO har 6 regnvannstøtter i bokstavene O-H-O (fig. 39). Nedbør fra den nedlagte togbanen ledes i rør under bakken og til bokstaven Z, og fordeles videre derfra. Regnvannstøtterne er «smarte», fordi de «lytter» på værmeldingen og frigjør vann fra regnvannstøtterne i forkant av ny nedbør. På den måten samles nedbøren og frigjøres langsomt etter hvert som vegetasjonen i regnbedet kan utnytte den (fig. 40).



Figur 39. I bokstavene gjemmer det seg regnvannstøtter som mottar vann fra Hofbogen «skywalk». Vannet ledes ut i regnbedet som bokstavene er en del av¹⁰.

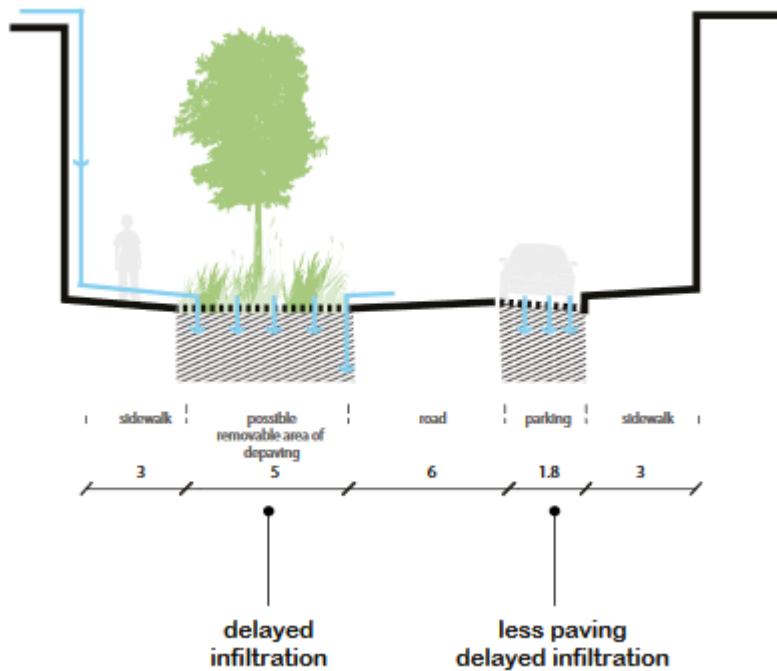


Figur 40. ZOHO regnbed med trær, gangvei, areal for oversvømmelse og informasjonsskilt. Den nedlagte jernbanen, Hofbogen, sees til høyre.

¹⁰ Mer informasjon på www.smartrainbarrel.nl

4.7 Katshoek Rain(a)way Garden

Katshoek rain(a)way garden¹¹ går langs veien foran en stor blokk, Katshoek bygningen. Hovedformålet med rain(a)way garden er å redusere mengde tette overflater og å øke både tilbakeholdningsevnen for vann og infiltrasjonsevnen. Dette ble gjort under parkeringsplassene og som en grønn stripe langs veien (figur 41). Samtidig ønsket man å øke bevissthet om utfordringen med overvann bl.a. ved å synliggjøre vannet. Rain(a)way bruker fliser for å holde vann tilbake på overflaten på en pen måte og sikre sakte infiltrasjon (fig 42).



Figur 41: Tversnitt av veien foran Katshoek bygningen med rain(a)way garden.



Figur 42: Flisebunnen er laget av permeable betong. Veggene på flisen er ikke permeable. Hvis man vil kunne gå på flisene kan de også fylles med grus e.l. (Foto: <http://rainaway.nl/english/>) .

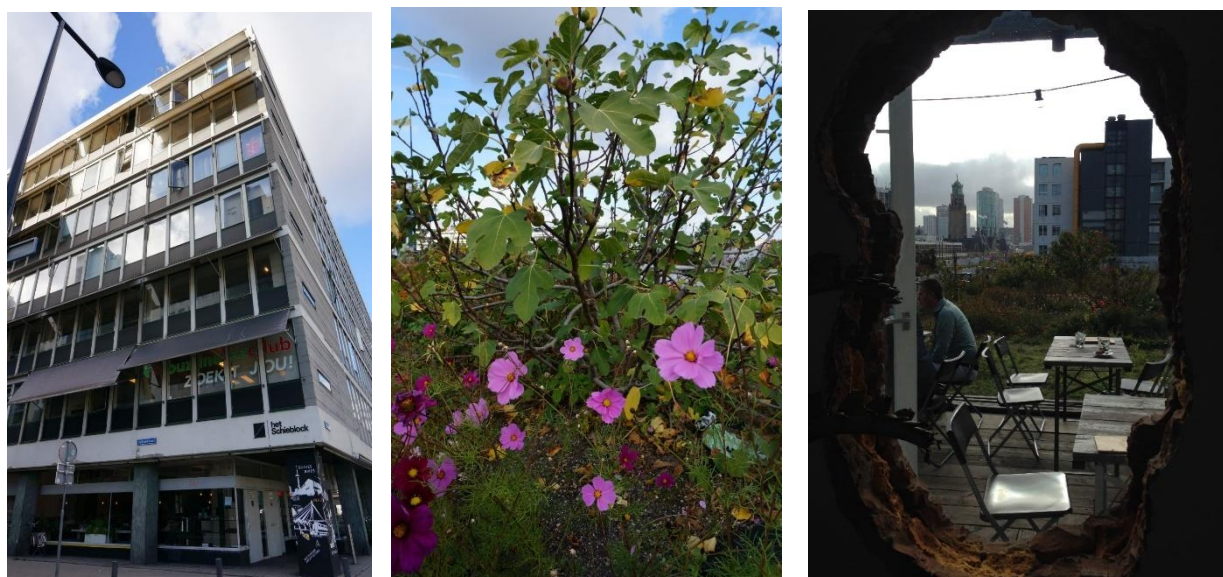
¹¹ Denne gata fikk vi ikke sett. Med vår store fasinasjon av ZOHO-regnvannstønnene gikk tida fra oss.

4.8 Lunsj på takrestaurant «Op het dak»

Restaurantet «Op het dak» (= på taket) har lokaler på taket av 7. etasje av en høyblokk ikke langt unna Rotterdam sentralstasjon, og er omgitt av Nederlands første takfarm «DakAkker»¹². På restaurantbygget er det et «smart» blågrønt tak som bl.a. gir vanningsvann (fig. 43).



Figur 43. Restaurant med særpreg: urbant landbruk kombinert med spisested. 10 m³ vanningsvann samles på det «smarte», blågrønne taket.



Figur 44. På taket av et gammelt, rivningstruet kontorbygg serveres vegetarmat omgitt av blomster og med god utsikt over byen.

¹² <https://dakakker.nl/site/>



Figur 45. Ved bra vær kan man sitte ute mellom plantene som vokser på taket. Dette er et vellykket eksempel på en ny forretningsmulighet i en grønnere by.



Figur 46. Taket er på 1000 m² og ble ferdigstilt i 2012. Siden taket har lav bæreevne er vekstmediet tynt og lett. I sesongen selges bl.a. spiselige blomster til restauranter i nærmiljøet hver fredag. De leveres samme dag som de plukkes. For øvrig dyrkes grønnsaker og fiken (fig. 44; midtbildet).

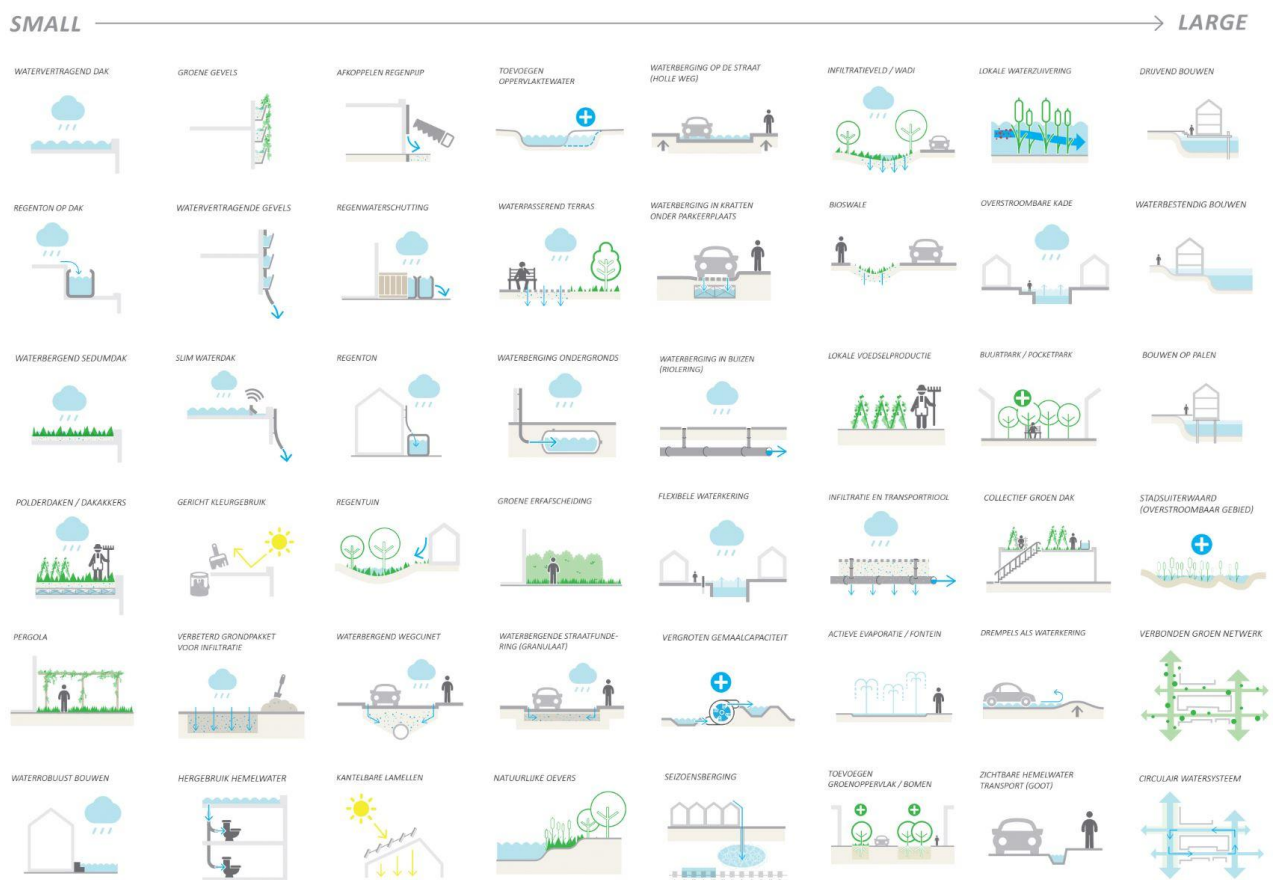
4.9 Samhandling og å tørre noe nytt - en forutsetning for å lykkes

Vår kontaktperson på De Urbanisten var Dirk van Peijpe, som er en av grunnleggerne.

Innledning

De Urbanisten ble grunnlagt i 2008 og er et kontor for forskning, design og landskap. De arbeider over hele verden med det de kaller vannkrevende urbanisme for å dempe og tilpasse seg klimaendringer. Prosjektporteføljen spenner fra sirkulær vannhåndtering til flombarrierer og overvann. Kundene er både privat næringsliv og myndigheter i Nederland, Belgia og Danmark.

Klimatilpasning er et viktig fagfelt for De Urbanisten. Rotterdam fungerer som et laboratorium hvor nye løsninger kan bli testet i nært samarbeid med myndigheter og innbyggere. Her har deres «watersensitive toolbox» vært avgjørende for arbeidet deres (fig. 47).



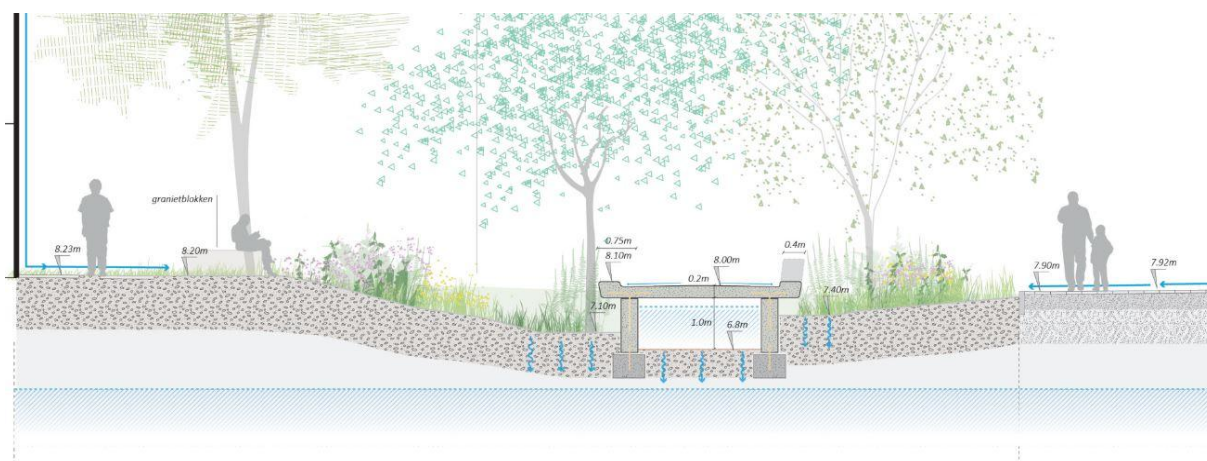
Figur 47. «Verktøykasse» for alternative måter å håndtere overvann i en urban virkelighet. Tiltakene er rangert fra «små skala» til «stor skala» fra venstre til høyre (slide fra Dirk van Peijpe).

Byer som kan håndtere vann

Målet er å skape en by hvor innbyggerne er i stand til å tilpasse seg klimaendringene. Dette konseptet omtales som 'water sensitive city' og fordrer at vannet er integrert i alle deler av det urbane landskapet. Innbyggerne samhandler med den urbane hydrologien slik at risiko for skade og flom reduseres, bruk av vann skaper økonomisk velstand og man skaper offentlige rom som er gode møteplasser (Figur 48 og 49).



Figur 48. Vanntorg slik det er foreslått av De Urbanisten, med regnbed som mottar vann fra takene og flatene i nærheten. Det er viktig at plassen fungerer ved oppholdsvær og ved nedbør.



Figur 49. Snitt av foreslått løsning i fig. 48. Høy grunnvannstand setter sine grenser (slide fra Dirk van Peijpe).

Da Dirk van Peijpe ble spurt om hva han trodde var de største utfordringene for å finne og iverksette gode løsninger, nevnte han offentlig / privat partnerskap, finansiering og det å få slikt arbeid «mainstream». Å skape vinn – vinn konsepter tar tid og er krevende. Det er derfor viktig å få berørte etater, næringsliv og andre interessenter til å samles for å løse oppgaver alle vil få glede av (fig 50).

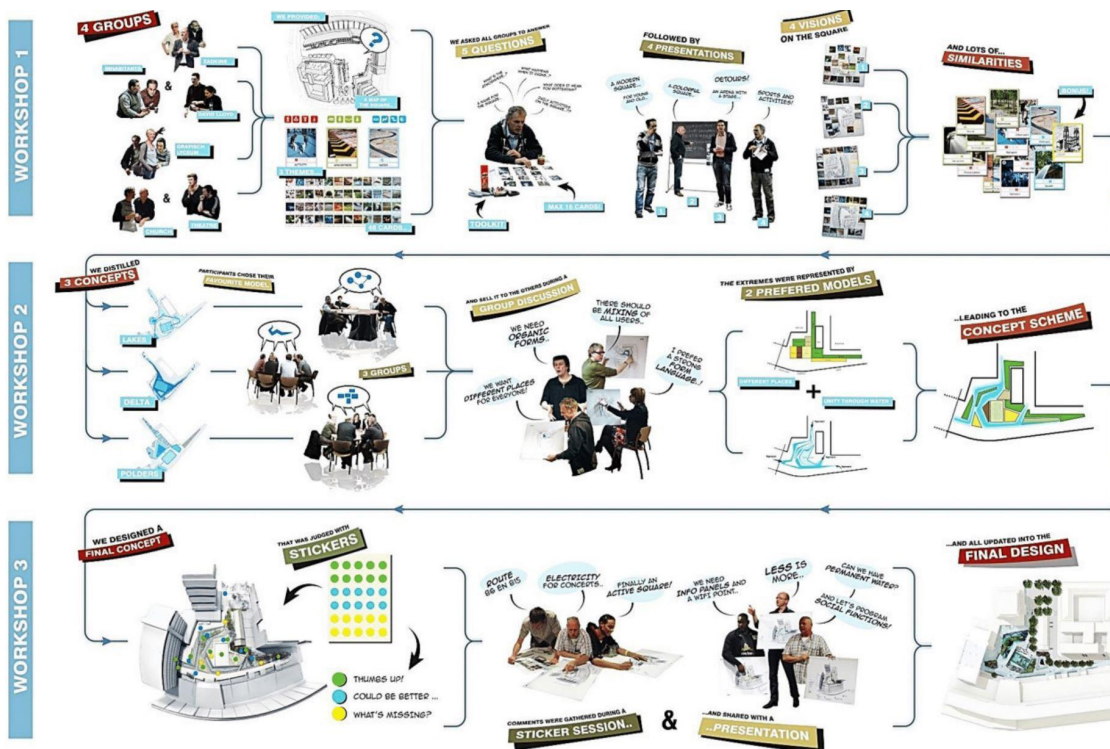
De viktigste suksessfaktorene er: Ingen «siloeer»¹³, godt samarbeid og en åpen designprosess der innbyggerne ble invitert til å delta i utviklingen av ideene og løsningene. Lokale tiltak er avgjørende, da prosjektene som oftest har som hovedformål å forbedre det offentlige rom. Håndtering av overvannet i seg selv oppleves ofte mindre interessant. Involveres befolkningen blir det også viktig å overvåke og dokumentere hva du oppnår underveis.

¹³ «Siloer» er et begrep som benyttes når alle er seg selv nok (som det heter i Peer Gynt). Hver etat, virksomhet og innbygger har nok med seg selv og å håndtere sin hverdag og budsjetter. Fokus er på enkeltdeler framfor helhet og løsninger på tvers.



Watermanagement / Construction / Road works / Health Department
 Geotechnics / Maintenance hard surfaces / Greenery and Maintenance
 Public lighting / Planning Department/ Communication / Design

Figur 50. Felles innsats gir resultater med stor merverdi er erfaringen De Urbanisten har i sine prosjekter. Å invitere sluttbrukerne inn i prosessen har ofte gitt mange gode og kreative forslag.



Figur 51. I utviklingen av Benthemplein (fig. 30-36) ble det gjennomført en omfattende involveringsprosess gjennom 3 workshoper. Resultatet ble et flerfunksjonelt anlegg.

Del 1. Problemstilling og stedsspesifikk informasjon. I den første workshopen utarbeides ønsket for overvannshåndteringen. Ulike typer av tiltak og funksjoner vurderes og problemstillinger for hvert område utarbeides.

Del 2. Konsept fase. I denne fasen utarbeides løsninger på konseptnivå til den spesifikke problemstillingen.

Del 3. Design fase. Den foreslåtte designen diskuteres og beboerne gir tilbakemelding innen prosjektet bygges.

I studien 'Rotterdam Watercity 2035'¹⁴ har De Urbanisten undersøkt vannets framtidige potensial i byen ut fra fem fremtidsperspektiver: beskyttelse mot havnivåstigning, tidevannet benyttes som en mulighet for å bo langs og i elven, sammenkobling av transportnettverket på vann og land, framkoble avløpssystemet og overvannshåndtering fra hverandre og økologisk potensial ved å øke elven Mass sine bredder.

5 Diskusjon – Hva tar vi med oss hjem?

5.1 Den menneskelige faktoren

Både Amsterdam og Rotterdam har tatt grep for å tilpasse byene til klimaet som er i endring. Amsterdam har laget en egen organisasjon, Rainproof, for å øke gjennomføringsevnen. Mye av Rainproofs filosofi ligner på Oslo's strategi; å fange regnvannet hvor det faller, gi rom til vannet, og ikke betrakte det som en byrde, men som en ressurs i byen (Oslo kommune, 2014). Dette fikk mange forskjellige uttrykk: Et av de mer overraskende var et lokalt initiativ der rensert regnvann ble brukt i ølproduksjon (fig. 15) og markedsført som lokalt regnøl!

Begge byer opplevde «silotenking» som en utfordring, men det var mulig å overvinne den, og da ble prosjektene veldig gode (fig. 29). Det er ressurskrevende å involvere mange brukere og ta hensyn til de forskjellige brukerinteressene og byens befolkning, men selv om dette bryter inn i den vante driften av den enkelte etat, skaffer det legitimitet til tiltakene og muligheten for nyvinninger oppstår.

På et tidspunkt måtte byggingen av en nedsenket lekeplass stoppes, årsaken var at innbyggerne lokalt oppfattet det som for usikkert for barna sine. Dette er relevant og interessant for oss, jmfør sikkerhetskrav i plan- og bygningslovens § 28-6 om *Sikring av basseng, brønn og dam*. Det er derfor viktig for de som gjennomfører blågrønne prosjekt å informere om prosjektet ved å legge ut informasjon f.eks. på tilpassede nettsider (fig. 10 og 29).

Innbyggerinvolvering krever god informasjonsflyt, og erfaringen fra Nederland var at informasjon og tilrettelegging var en vesentlig og viktig del av prosjektene (fig. 5). Oppsiden er at informasjonen medfører at svært mange innbyggere kjenner behovet for å gjøre tiltak. Involveres innbyggerne direkte kunne det være utfordrende å rapportere fremdrift i prosjektdelen. Økt innsikt øker innbyggernes vilje til innsats for å oppnå målene. En «krevende befolkning» kan imidlertid være god drahjelp for å få ting gjort!

Bruk av «Urban living lab» (ULL), er en måte å øke samhandlingen (fig. 4). Metoden er egnet der prosjektene har stor grad av kompleksitet og ønske om samhandling er stort. Vi har liten erfaring med ULL-metodikken i Norge, men prøver den ut i New Water Ways prosjektet i Oslo.

¹⁴ <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=watercity-2035>

5.2 Tekniske løsninger

Tak er vanligvis et svært tørt sted. Et vanlig, ekstensivt¹⁵ «sedumtak» er ofte tørt for vann etter ca. en uke med tørke (se f.eks. Braskerud 2014). Fordelen med et stående vannmagasin under vegetasjonen, er at tak med planter kan fordampe vannet via evapotranspirasjon kontinuerlig, så lenge det er vann i magasinet. På den måten vil ikke overvann ledes inn i kommunes fellesledninger og hindre at rent vann sendes til renseanlegget. I tillegg vil vannet som holdes tilbake kunne brukes til vanning. Fordelen med «smarte» grønne tak (fig. 13 og 43) og «smarte» regnvannstønner (fig. 39) er at vannet kan brukes der det er mest bruk for det. For norske forhold, der snølast kan være begrensende for utviklingen av et tyngre, mer artsrikt grønt tak, kan «smarte» tak være et alternativ, fordi vannmagasinet kan tømmes før vintersesongen. Vekta på taket blir da vekta til et ekstensivt grønt tak, mens vannhusholdningen trolig kan gi vekstforhold for mer krevende arter.

Da Dirk van Peijpe ble spurt om hva han trodde var de største utfordringene for å finne og implementere gode løsninger, nevnte han finansiering og det å få slikt arbeid «mainstream», dvs. at offentlige og private aktører tørr å prøve nytt. I Oslos *Strategi for overvannshåndtering* (Oslo kommune, 2014) står det: «Å tørre og teste nye løsninger, og ta lærdom er viktig for overvannsframtida». At det offentlige bruker sin innkjøpsmakt og mulighet til å prøve nytt er viktig for innovasjon. Mange av prosjektene vi så i Nederland hadde fått slik økonomisk oppmuntring, helt eller delvis (fig. 3).

Demoprojekter må framsnakkes, begynn i det små og la de vokse. Det kan være en fin måte å få folk med seg. Organisering av prosjekter kan gjøres på mange måter. I Amsterdam var «Rainproof» etablert for å redusere den byråkratiske «byrden» tilknytning til store offentlige etater kunne ha. Prosjektet er finansiert av gebyrmidler (fig. 8). Andre alternativer vil være å delta i praktiske forskningsfinansierte prosjekt, slike Oslo kommune Vann- og avløpsetaten (VAV) gjør gjennom prosjekter SURF¹⁶ og New Water Ways (NWW) på Grefsenplatået. Kommunen finansierer demoprojekter, mens NWW følger opp befolkningen i for- og etterkant for å evaluere tiltakene. LOD-tiltak og erfaringene som høstes må videreformidles, for eksempel gjennom faktaark eller online wiki-løsninger som OVase.no, som utvikles til en felles nasjonal kunnskapsportal for overvann. Fordeler og ulemper ved et tiltak og erfaringer ved anlegging og drift må videreformidles, slik at nye anlegg ikke får de samme «barnesykdommene». En godt utrustet «verktøykasse» og erfaring fra tidligere prosjekter vil trolig senke terskelen for å gå i gang med nye prosjekt (fig. 47).

Tiltakene må ha flere funksjoner. Styrregn skjer tross alt sjelden, mens gleden av å passere et flott blågrønt anlegg kan oppleves hver dag. Investeringer forstås best når de dekker flere behov. Folk er mer opptatt av «det grønne» tiltaket enn av sikkerheten det kan gi ved styrregn.

Tak er ofte en uutnyttet ressurs. Det var imponerende å se urbant landbruk kombinert med café drift i Rotterdam (fig. 45). Å kombinere grønne tak med solcellepaneler er mulig, og det grønne taket kan bidra til å øke virkningsgraden til solcellepanelene pga. nedkjøling ved fordamping fra vegetasjonen (Skog m.fl., 2017). Det spørs likevel om ikke tilrettelegging for opphold på taket er enda mer å foretrekke enn produksjon av elektrisitet i en tett by.

¹⁵ Grønne, vegetasjonsdekkede tak deles gjerne i tre kategorier etter vekstjorddybde (vekt) og skjøtselsbehov: Ekstensivt tak er tynnest og krever minst stell, intensive er tykkeste, og kan framtre som takhager. Semi-intensive kommer i en mellomstilling.

¹⁶ Sustainable Urban flood management

5.3 Planlegg for vann

En skybruddsplan av lignende type som i København (Braskerud, m.fl., 2017) er utviklet i Amsterdam (fig. 11). Fordelen er at kommunen viser hvordan arealene er tenkt brukt og på den måten skape forutsigbarhet. Det vil bevisstgjøre befolkningen om at noe kan skje, og motivere for privat og offentlig investeringer som vil påvirke byen i en mer robust retning.

Kjenner man risikoen for oversvømmelse, er det lettere å forebygge (fig. 11). Risikoen kjenner man ikke uten å vurdere den gjennom kartlegging av flomveiene. Er dagens ofte ukjente flomvei potensielt skadelig, eller kan vannet renne trygt? Når flomveiene er kjent, vil motivasjonen for å påvirke terrenget, og lage areal som kan styre og dempe avrenningen øke. Målet må være å få alle tre trinn i *3-trinnstrategien* i funksjon. En forutsetning er god planlegging, også omtalt som *trinn 0* (Paus, 2018).

Hvis LOD-tiltak skal lages må det juridiske rammeverket være på plass. I dag kan ikke kommunene finansiere LOD-løsninger på privat grunn med gebyrmidler, selv om det skulle være samfunnsøkonomisk lønnsomt, noe f.eks. Haugård (2017) fant på Grefsen i Oslo. I NOU 2015:16 *Overvann i byer og tettsteder*, foreslås det at dette gjøres mulig. I Nederland støttet kommunene grønne tak som kunne håndtere et visst antall liter med finansielle midler (fig. 25). I Oslo kommunes (2019) strategi om *Grønne tak og fasader* er det kartlagt ca. 140.000 m² grønne tak i dag. Det tilsvarer ca. 1 % at takarealet. Potensialet er imidlertid over 35 %. For å nå dette, og kanskje få laget smarte grønne tak på eksisterende bygningsmasse må innovasjon, juss og økonomi gå hånd i hånd.

For å lette tilgangen til kunnskap om LOD-tiltak og hvordan de bygges kan involvering av private aktører være en god ide. I Amsterdam hadde de inngått en avtale med hagesentre som kunne formidle informasjon om valg av planter til f.eks. regnbed og grønne vegger (fig. 14). Hagelag og anleggsgartnerbedrifter kan være andre samarbeidspartnere. I NWW-prosjektet er det utviklet et prosjekt der grønne demotak og mini-regnbed prøves ut på Teglvirket skole og i lokale borettslag, i samarbeid med elever og lærere. Foreldre som kommer for å hente barna vil også bli eksponert for denne kunnskapen. Dette ble prøvd ut i stor stil i Slovakia, finansiert av EEA-grant programmet (Norges betaling for å delta i EØS) hvor ca. 65 skoler fikk støtte til å anlegge LOD-tiltak lokalt. Som en del av opplegget ble det laget undervisningsprogram¹⁷. Prosjektet var vellykket og prøves nå ut i andre land. I NWW-prosjektet inngår også en case om samskaping og anlegging av blågrønne løsninger i Sogn Hagekoloni i Oslo. Gjennom samarbeid mellom hagekolonistene, Oslo kommune og forskningsinstitutter (NIVA og NMBU) utredes, designes og anlegges i felleskap ulike løsninger som en demonstrasjons- og læringsarena for blågrønne løsninger for overvannshåndtering og godt bymiljø¹⁸.

Der byen er tett, er overvannshåndteringen ofte en utfordring. Det var imponerende å se hvordan vanntorg samler takvann fra byggene i nærheten, samt fra oppholdsarealet på gateplan (fig. 30). Drift og vedlikehold er alltid en akilleshæl for nye prosjekter. Stadig opprydding etter nedbør blir som et lekk tak, med mindre dette kan gjøres i rimelige intervaller og på en lettvinnt måte. Utvikling av konsepter som kan utnytte naturens egne ressurser til å bryte ned blad og annet biologisk nedbrytbart materiale, vil kunne lette vedlikeholdet. De områdene som er blitt utformet med hardt underlag slik som «Benthemplein water square» trenger mer kontinuerlig vedlikehold (fig. 33). Erfaringene derfra ble imidlertid tatt med videre i nye, tilsvarende prosjekt som ikke hadde samme utfordringene.

Den åpne overvannshåndteringen har for øvrig en fordel fremfor lukkede løsninger og rør; det synes når vedlikehold behøves. I tillegg er det relativt lett tilgjengelig

¹⁷ https://www.eeagrants.sk//data/files/214_nor-brozura_final.pdf, side 17

¹⁸ <https://www.sognhagelab.no>

6 Konklusjoner – Muligheter med overvann

Basert på erfaringene vi gjorde på studieturen til Amsterdam og Rotterdam, trekker vi ut følgende hovedpunkter:

- Styrregn med påfølgende skade har skjedd og kommer til å skje. Vi må forberede byer og tettsteder på klimaet som er i endring.
- Håndtering av store nedbørsmengder er klimatilpasning i praksis. Ved å involvere sivilsamfunnet (både på selskaps- og individnivå) i Urban Living Lab-prosesser kan gode tiltak planlegges og gjennomføres, samtidig som bevisstheten og kunnskapen om overvannsløsninger øker.
- Planlegging krever at kommunale etater kan samarbeide om felles mål. Juridiske hindringer må reduseres og økonomiske stimuli innføres der det gir samfunnsmessig gevinst.
- Overvannstiltak som er *flerfunksjonelle* er lettest å få forståelse for, og bør prioriteres, fordi de gir bidrag på flere områder; sosialt, økt biomangfold og trygghet ved store hendelser. I utformingen av overvannstiltakene er det viktig å ha fokus på hvordan det planlagte området anvendes når det ikke er styrregn og oversvømmelse.
- Plasseringen i nedbørsfeltet og i hvilken urban struktur som tiltaket gjøres, gir ulike strategier om hva som er det mest egnede for innbyggerne på det aktuelle stedet. Planlegging og strategier for overvannshåndtering må gjøres i forhold til hele nedbørsfeltet.
- Utvikling av skybruddsplaner der *3-trinnstrategien* tegnes inn i praksis på arealplaner, vil gi innbyggere og utviklere av eiendommer informasjon om ønsket endring av byer og tettsteder på sikt. Dette gir forutsigbarhet og kan frigjøre ressurser privat og offentlig, som gir en mer robust og trygg retning på byutviklingen.
- Det offentlige må gå foran og lage demoanlegg det kan høstes erfaringer av. For å sitere Albert Schweitzer¹⁹: «Example is not the main thing in influencing others. It is the only thing».
- Grønne tak- og regnbed-konseptene må videreutvikles slik at utbyggere får trygghet for at disse tiltakene fungerer. Nye LOD-løsninger må utvikles. Alle tiltakstyper må dokumenteres og kunnskap om virkingen for de ulike hensyn/formål formidles. Forskningsprosjekter gir gode muligheter å teste ut nye løsninger og skape evidens at LOD-tiltakene fungerer.
- Starte smått og gi mulighet for oppskalering; hvis man klarer å vise frem at et LOD-(demo)tiltak fungerer er sjansen større at ideen tas opp av flere og løsningen blir mainstream.
- Vi må tørre å prøve ut: Nye LOD løsninger, nye finansieringsmuligheter, nye samarbeidskonstellasjoner på tvers av etatsgrensene; med forskere, næringslivsaktører og andre samfunnsaktører.
- Kommuner må bruke sin markedsrett i større omfang. Gjennom kommunale anskaffelser og vedlikeholdsavtaler kan klimatilpasning og overvannshåndtering fremmes slik som det blir gjort i Amsterdam. Kommuner må være en «krevende kunde»!
- Holdningen i «Every drop counts» gjør at det er alles ansvar å få til en god overvannshåndtering uavhengig av hvor i nedbørsfeltet tiltaket gjøres.

“It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent that survives. It is the one that is most adaptable to change”, Charles Darwin, i følge Dirk van Peijpe i De Urbanisten.

¹⁹ Lege, forfatter, filosof, konsertorganist og vinner av Nobel fredspris i 1952.

7 Referanser

Braskerud, B.C. (2014). *Grønne tak og styrtregn. Effekten av ekstensive tak med sedumvegetasjon for redusert avrenning etter nedbør og snøsmelting*. NVE rapport 65/2014 (kan lastes ned på www.nve.no).

Braskerud, B.C., E. Andersson, M.A. Anker-Nilssen, S.T. Asp, C. Bernhus, A.K. Devik, T.Å. Fergus, B.M. Geleta, B. Haneberg, A. Høifødt, J. Kvitsjøen, M. Nyrnes, Å. Rasmussen, A. Røttorp, S. Stenerud, O. Trubacheva, V. Veierød, K. Young, U. Zühlke og A.E. Aasgaard (2017). *Studietur til København og Malmø. Aktuelle tiltak for håndtering av overvann i Oslo*. Rapport nr. 1/2017, Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten. Søktes og finnes på internett.

Birgitte Gisvold Johannessen, B.G., T. M. Muthanna 1 and B. C. Braskerud (2018). *Detention and Retention Behavior of Four Extensive Green Roofs in Three Nordic Climate Zones*. *Water* 2018, 10, 671; doi:10.3390/w10060671; 22 pages.

Haugård, P.Å. (2017). *Analyse av lønnsomhet for overvannstiltak – En casestudie av avløpsnett ved Grefsen, Oslo kommune*. Masteroppgave. Ås. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for matematiske realfag og teknologi.

NOU 2015:16. *Overvann i byer og tettsteder. Som problemer og ressurs*.

Oslo kommune (2014). *Strategi for overvannshåndtering i Oslo, 2013-2030*. Søktes og finnes på internett.

Oslo kommune (2015). *Smart, trygg og grønn*. Kommuneplan 2015, Oslo mot 2030. Del 2; juridisk arealdel. Søktes og finnes på internett.

Oslo kommune (2019). *Strategi for grønne tak og fasader* (høringsutkast, ikke ferdigstilt)

Paus, K.H. (2018). *Forslag til dimensjonerende verdier for trinn 1 i Norsk Vann sin tre-trinnstrategi for håndtering av overvann*. Vann nr. 1; 66-77.

Skog, A.P., J. Malmberg, T. Emilsson, T. Jägerhök och C-M. Capener (2017). *Växtbädd och vegetation*. *Grönatakhåndboken*, Vinnova. Leses på: www.gronatakhandboken.se

8 Vedlegg

Studieturprogram

Final programme – NewWaterWays study tour – the Netherlands – 17-19 October 2018

Wednesday 17/10	
Time	What
10:10	Arrival time SAS SK821 flight from Oslo - Karianne will pick-up group at Arrival Hall 1
10:30 – 11:15	Train Schiphol-Amsterdam CS + Walk to AMS Institute to drop-off luggage Walk to IJfontein location (next door)
11:15 – 11:30	Short introduction to study tour and report writing tasks [Karianne, Isabel, Bent]
11:30 – 12:30	- Short introduction to NewWaterWays [Isabel Seifert, NIVA] - Presentation Introduction to Urban Living Lab Methods [Leendert Verhoef, AMS Institute] - Presentation Het Schone Waterexperiment: A citizen science project on urban water quality [Gerben Mol, AMS Institute, WENR]
12:30 – 13:30	Lunch, informal
13:30 – 14:00	Introduction presentation Rainproof [Daniel Goedbloed, Waternet]
14:00 – 17:30	Cycle excursion Rainproof by Daniel Goedbloed (Waternet)
17:30 – 18:00	Back at IJfontein, for bicycle drop-off and collect luggage at AMS Institute, walk to Scheepskameel
18:00 – 20:00	Dinner at Scheepskameel, Amsterdam
20:00 – ...	Travel to Rotterdam
Thursday 18/10	
When	What
09:00 – 10:00	Meeting with Rotterdam municipality, presentation by Karmijn van den Berg on Rotterdam Adaptation Strategy
10:00 – 11:30	City walk to - Bentheimplein water square - ZOHO regentuin which includes the smart rain-barrel (hidden in the letters) - Rain-away Garden
11:30 – 13:00	Lunch at the rooftop-restaurant Op het dak
13:00 – 14:00	Guided tour on the Dakakker rooftop farm, with explanations for the smart roof: Slimdak
14:00 – 14:30	Travel to Urbanisten
14:30 – 16:00	Visit "De Urbanisten" - Short introduction round + 10 min talk about NWW - De Urbanisten -presentation about ongoing projects, experiences with past projects, citizen engagement processes
16:00 – 18:30	Spare time to walk around in Rotterdam
18:30/19 – ...	Dinner at Restaurant Dertien
Friday 19/10	
When	What
08:30	Meet in the lobby of hotel, check-out done
08:30 – 09:00	Travel to Rotterdam CS
09:12 – 10:25	Train Rotterdam CS – Amsterdam CS
10:25 – 11:00	Walk to AMS Institute, drop-off luggage, walk to IJfontein
11:00 – 12:00	Presentation and Excursion Smart Roof 2.0 – by Sacha Stolp, Amsterdam municipality
12:00 – 13:00	Lunch + wrap-up of study tour at IJfontein
13:00	Pick up luggage at AMS Institute
13:30	Optional afternoon programme: Canal boat tour

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no