



Oslo kommune



Examples of good practice for water management in urban built-up areas



Bent Braskerud

March 21st 2019

1st Conf. on landscape recovery and rehabilitation

Kosice - Slovakia



«Copenhagen rain»

Summer 2011
150 mm in 2 hours

Ved Lyngbyvejen (Foto: Kenneth Meyer)



Copenhagen summer 2011

Damage approx. 1 billion Euro
+ loss of cultural heritage

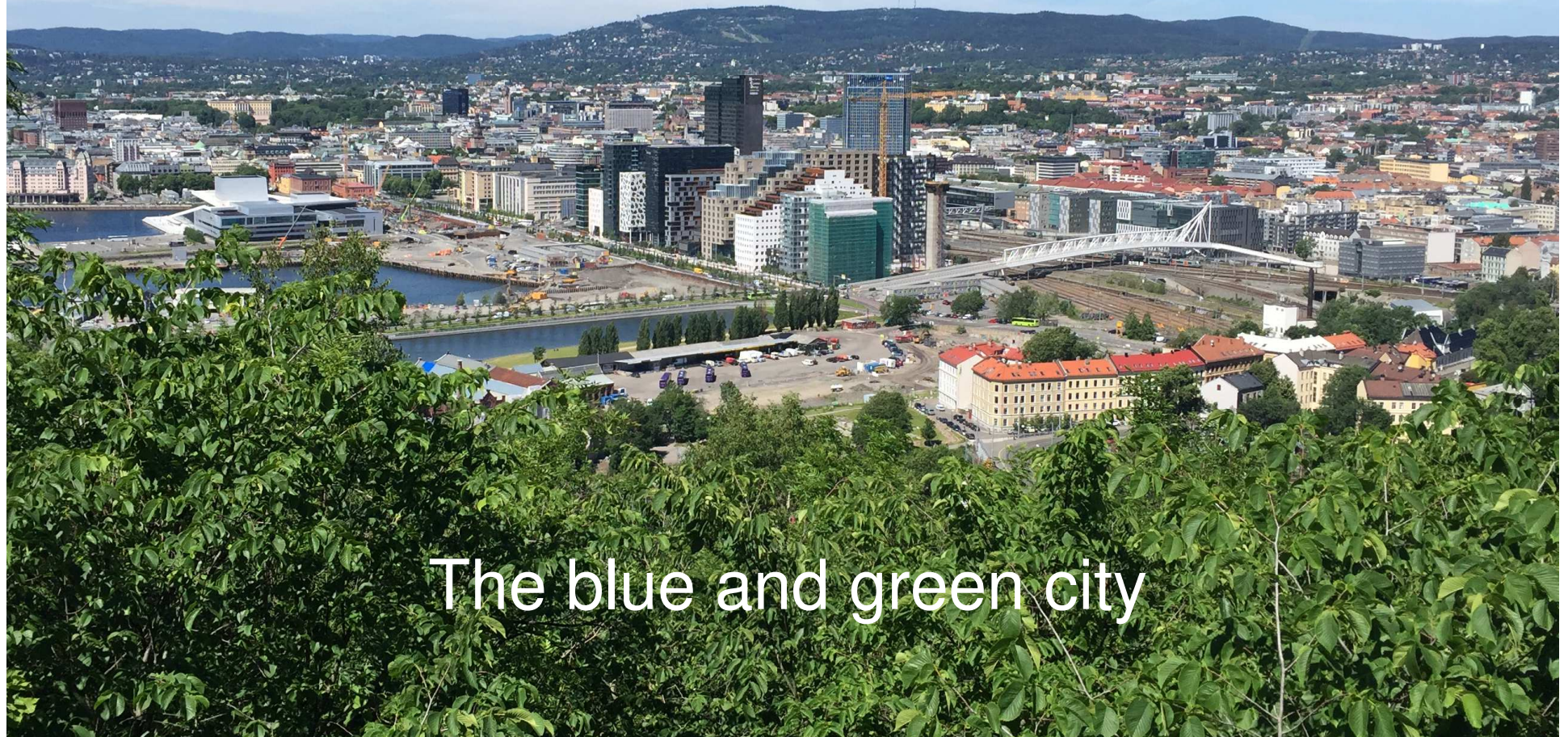


Antje Backhaus
Vand i byer



Oslo – The capital of the kingdom of Norway

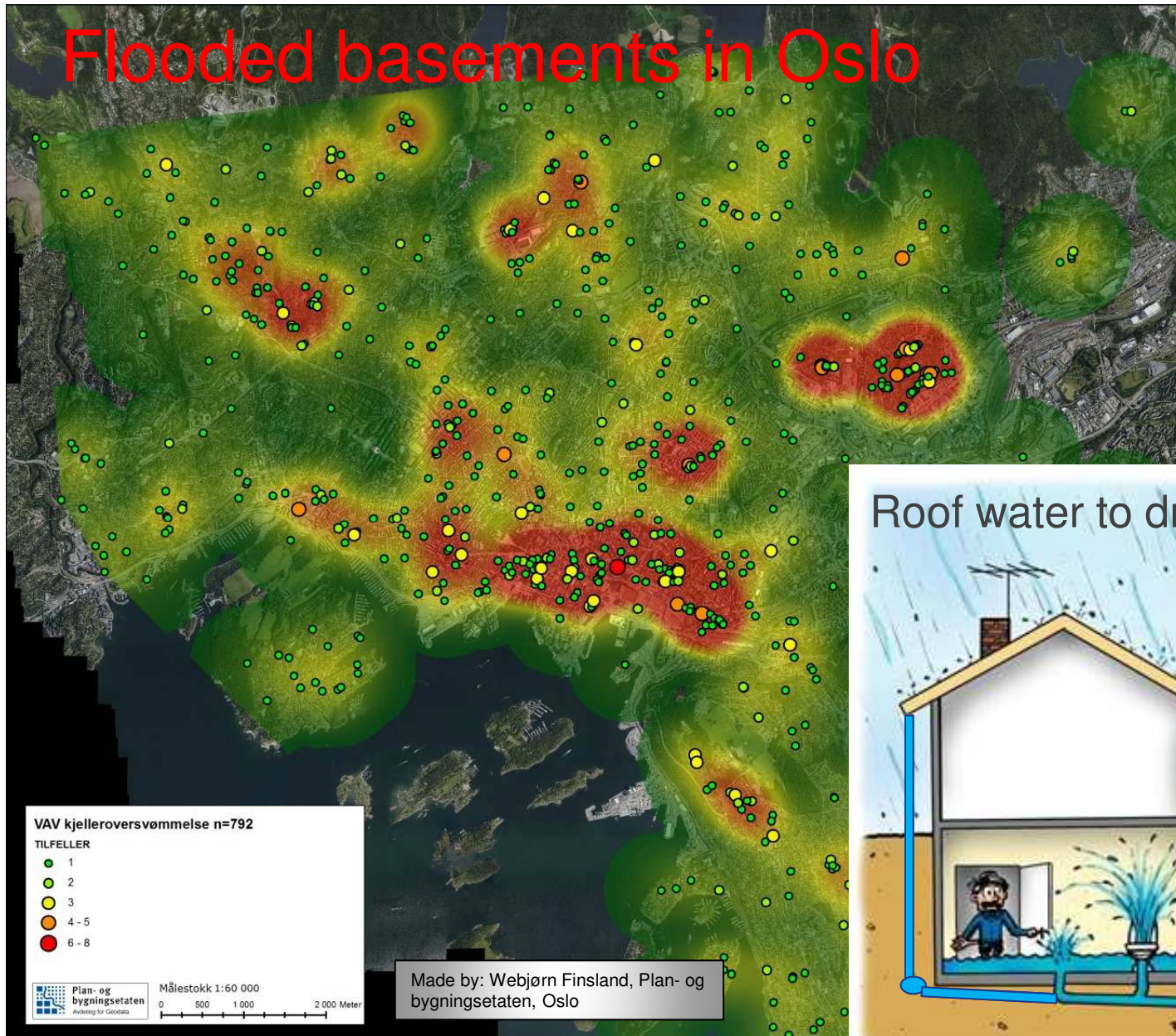
Population 640.000 and increasing



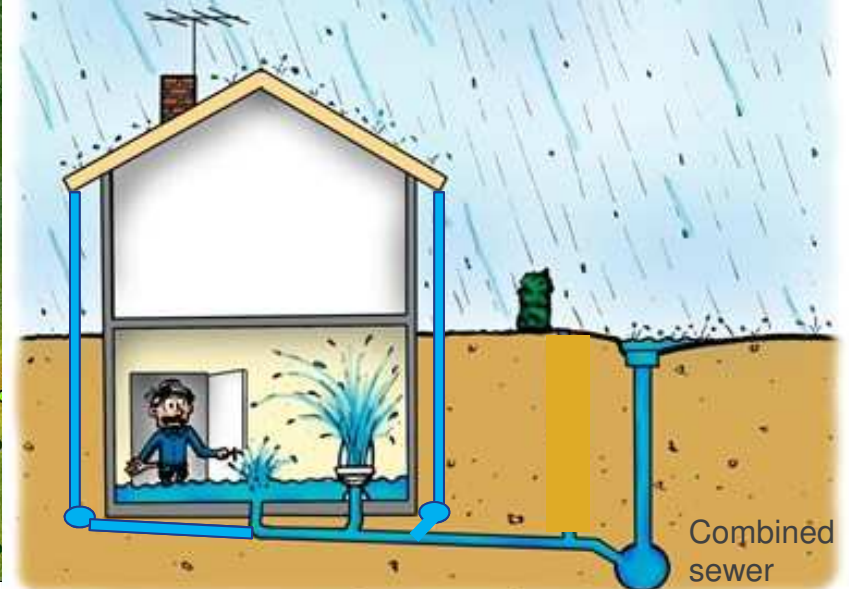
The blue and green city

City goal: Keep houses dry

Flooded basements in Oslo



Roof water to drainage = problem

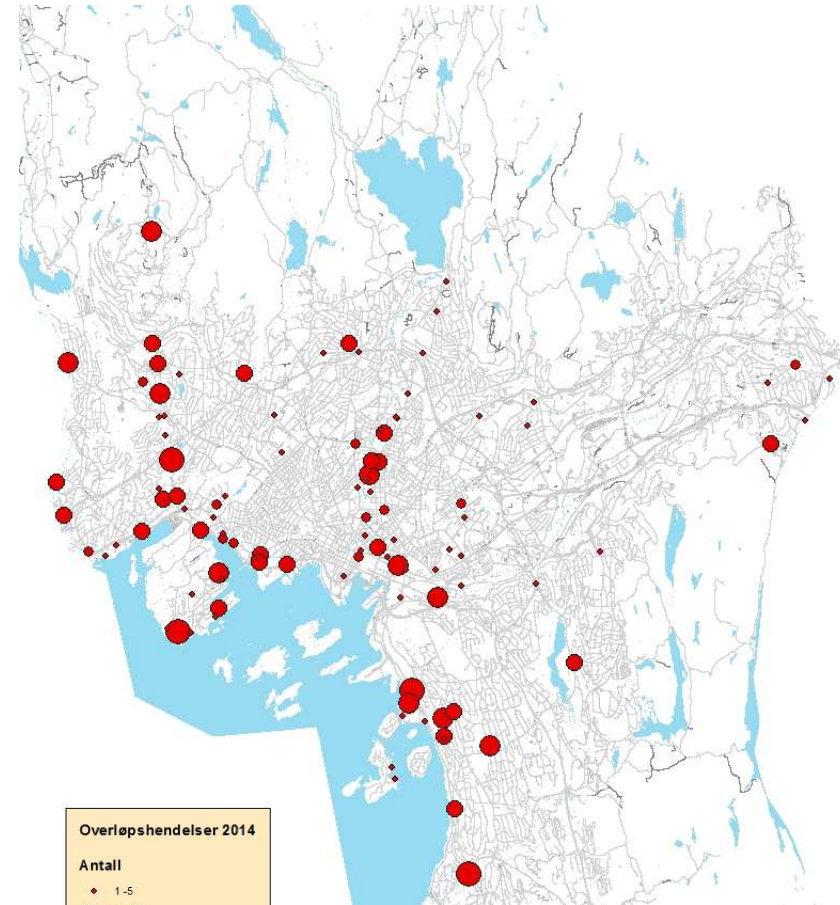


City goal: Good water quality in rivers and the fjord



City goal: Good water quality in rivers and the fjord

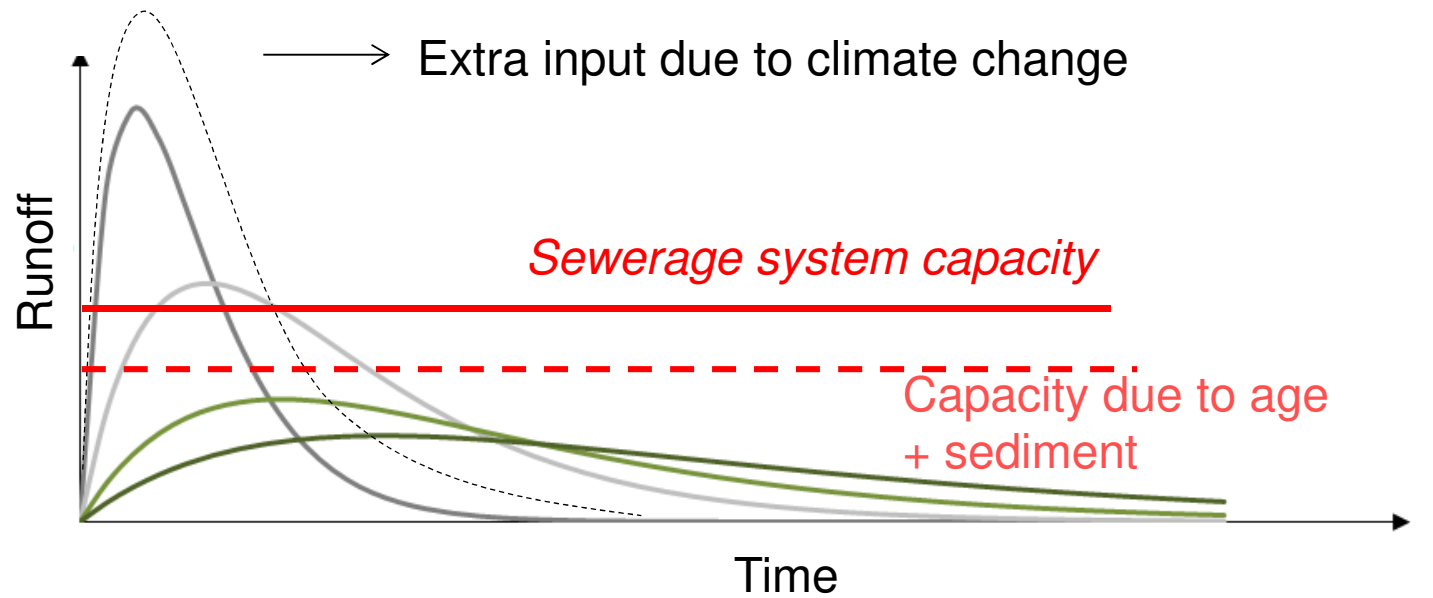
Combined sewer overflow in Oslo 2014



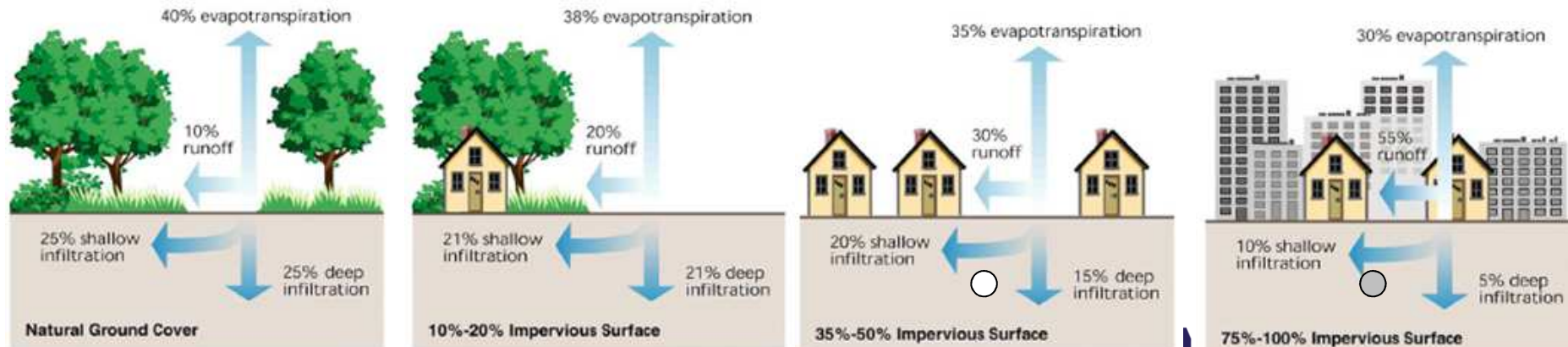
Oppdatert: 06.03.2015



Urbanization and climate change => runoff



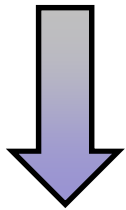
Increased urbanization



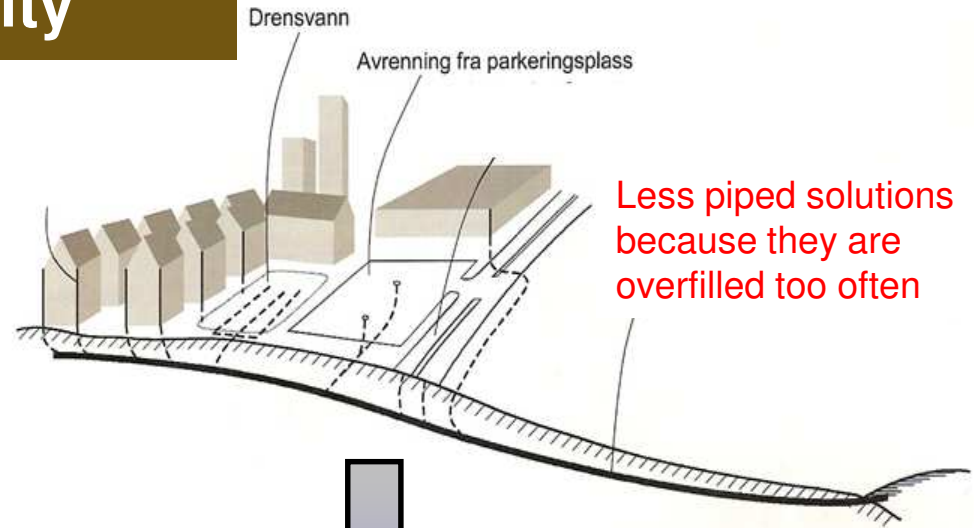
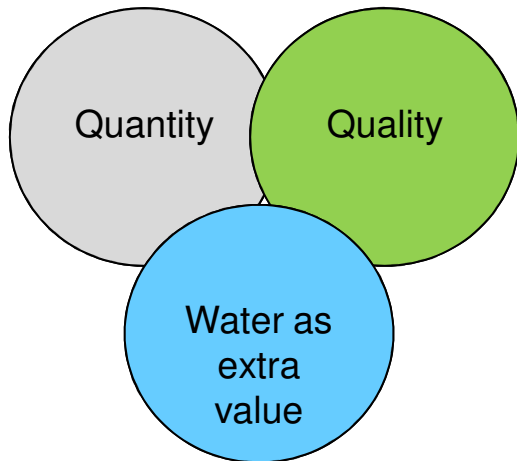
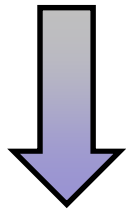
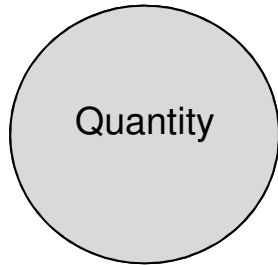
Figur fra Stream Corridor Restoration Principles, processes, and Practices (2001) USDA-Natural Resources Conservation Service

From a gray to a bluegreen city

Gray solutions



Bluegreen solutions



Less piped solutions because they are overfilled too often

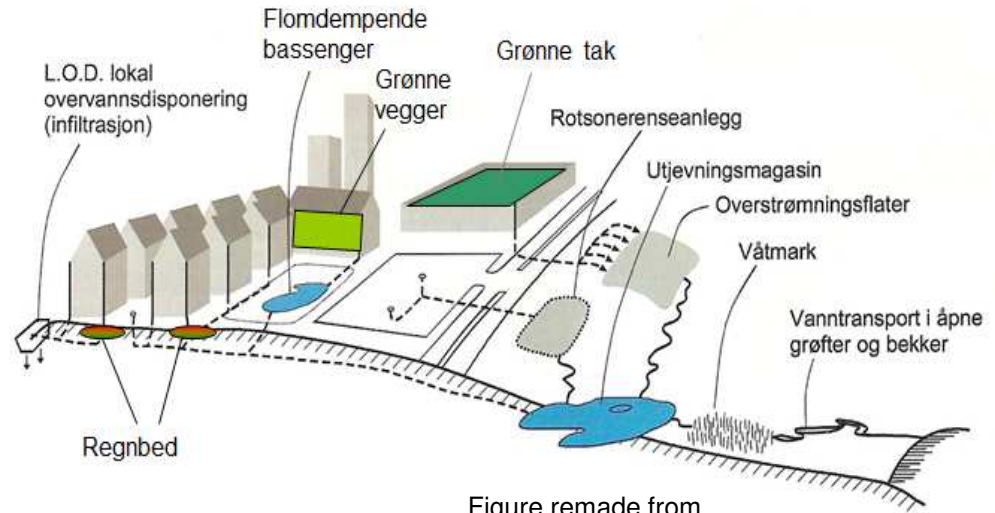
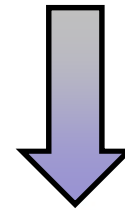
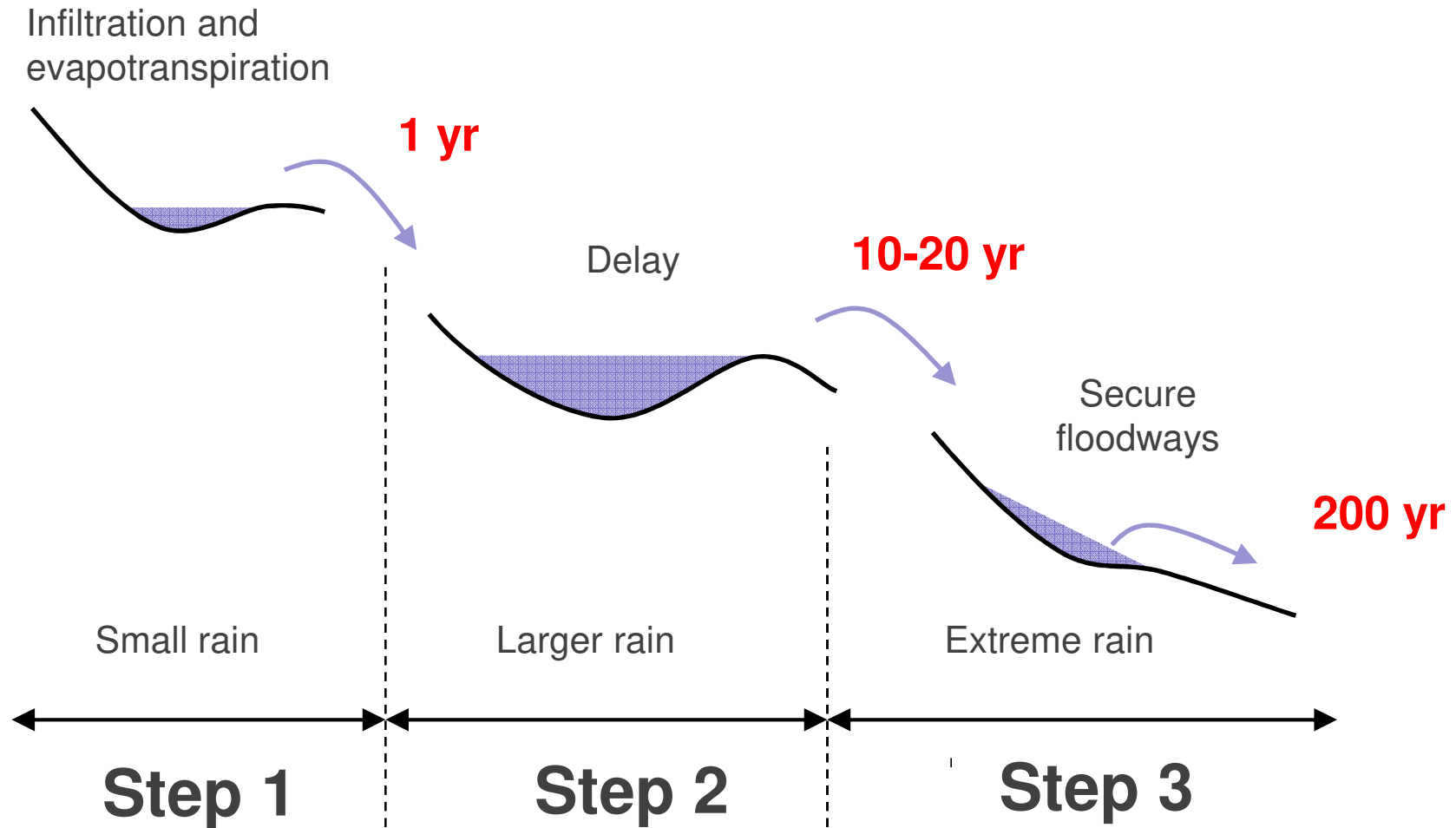


Figure remade from Norsk Vann Rapport 162/2008



The stormwater 3-step approach



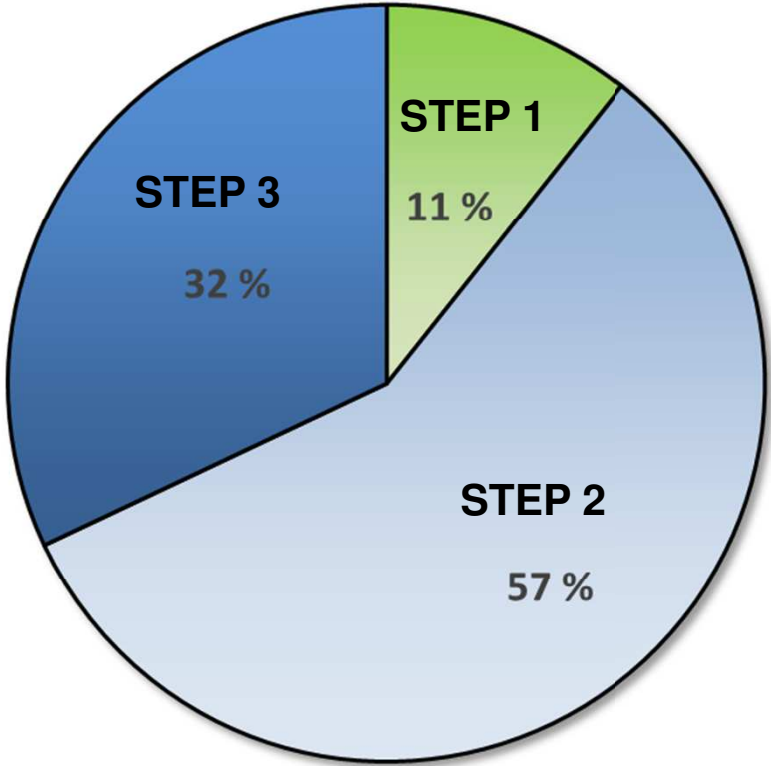
Oddvar Lindholm, Norsk vann
Kim H. Paus, Asplan Viak



How is the stormwater taken care of in the 3 steps?

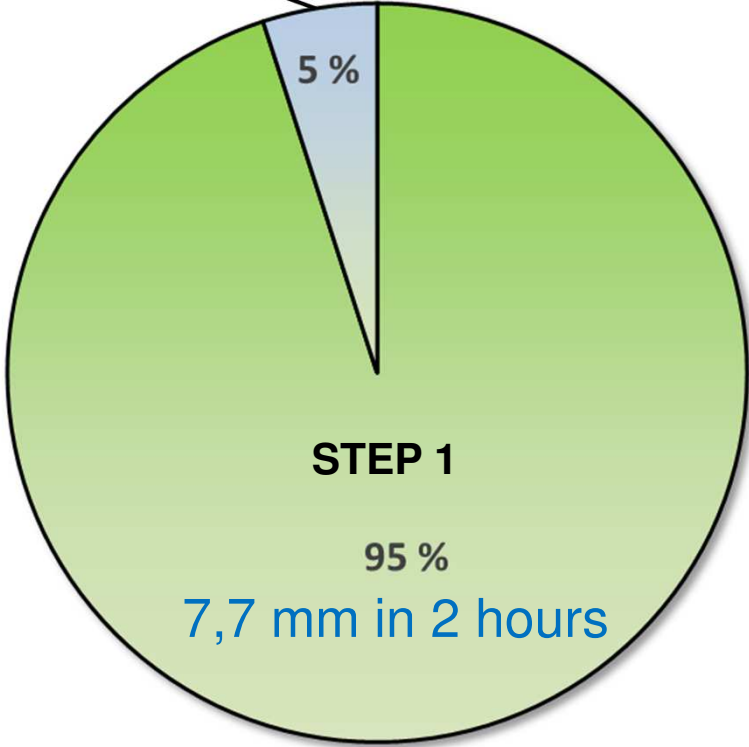
70 mm in 2 hours

Extreme events
(200 yr and $C_F = 1,50$)



Annual
precipitation

STEP 2



From Kim H. Paus



We have to plan for the water to use it right

For new buildings:
The spatial city plan – legal binding

- § 4.2 Have to use "open" stormwater solutions. Multi-function systems: win - win.
- § 6.2 Every project have to set aside enough area for Step 1 and 2 solutions.

The city will in its own projects try new solutions to learn



Helping developers and citizens: Fact sheets

TESTEDE TILTAK
Oslo kommune
BLÅGRØNNE OVERVANNSLØSNINGER
Forholdet av trykk og overtrykk gjør det nødvendig å ferdigstille overvann før det løslates. Faktiskene viser løsninger, utvalg og mulige tiltak.
Januar 2016, versjon 1.1

IDERANK
Oslo kommune
BLÅGRØNNE OVERVANNSLØSNINGER
Et godt overvannsløsningsalternativ er å bruke grønne områder som blågrønne overvannsløsninger. Dette er en effektiv og miljøvennlig måte å håndtere overvann på.
Juni 2017, versjon 1.1

REGNBED FOR LOKAL FLOMDEMPING
Forklarer hva regnbed er og hvordan de fungerer til å redusere flom og forbedre vannkvaliteten. Inneholder bilder av regnbed i ulike miljøer.

FLERFUNKJONELLE LØSKOMRÅDER
I klimatilpassingsrammen kan flerfunksjonelle løskområder brukes som områder som både gir plass til lek, transport og håndtering av regnvann. I mange tilfeller er dette en vinn-vinn-situasjon.

UTFORING AV BYER OG KONTORBYER
Et regnbed er en effektiv måte å håndtere overvann på. Det kan brukes i mange ulike miljøer, og det er en effektiv måte å håndtere overvann på. Dette er en effektiv og miljøvennlig måte å håndtere overvann på.

UTFORING AV BYER OG KONTORBYER
Et regnbed er en effektiv måte å håndtere overvann på. Det kan brukes i mange ulike miljøer, og det er en effektiv måte å håndtere overvann på. Dette er en effektiv og miljøvennlig måte å håndtere overvann på.

OVERTITTEL
Vadi-drenerte gresdekkede vannveier
Vadi-drenerte gresdekkede vannveier er en effektiv måte å håndtere overvann på. De kan brukes i mange ulike miljøer, og de er en effektiv og miljøvennlig måte å håndtere overvann på.

TESTEDE TILTAK
Oslo kommune
BLÅGRØNNE OVERVANNSLØSNINGER
Forholdet av trykk og overtrykk gjør det nødvendig å ferdigstille overvann før det løslates. Faktiskene viser løsninger, utvalg og mulige tiltak.
Januar 2016, versjon 1.0

GRØNNE TAK FOR FLOMDEMPING
Forklarer hvordan grønne tak fungerer til å redusere flom og forbedre vannkvaliteten. Inneholder bilder av grønne tak i ulike miljøer.

TESTEDE TILTAK
Oslo kommune
BLÅGRØNNE OVERVANNSLØSNINGER
Forholdet av trykk og overtrykk gjør det nødvendig å ferdigstille overvann før det løslates. Faktiskene viser løsninger, utvalg og mulige tiltak.
Januar 2016, versjon 1.0

UTFORING AV OVERVANNSHÅNDTERING PÅ VEI
Kommunens ansvar for håndtering av regnvann på vei har stort potensiale. Det er viktig å ta hensyn til både miljø og sikkerhet når man planlegger håndtering av overvann på vei.

TESTEDE TILTAK
Oslo kommune
BLÅGRØNNE OVERVANNSLØSNINGER
Forholdet av trykk og overtrykk gjør det nødvendig å ferdigstille overvann før det løslates. Faktiskene viser løsninger, utvalg og mulige tiltak.
Januar 2016, versjon 1.0

REGNBED SOM RENSELØSNING FOR FORURENET VANN
Regnbed er et effektivt tiltak for lokal disponering av overvann. Det kan brukes i mange ulike miljøer, og det er en effektiv og miljøvennlig måte å håndtere overvann på.

TESTEDE TILTAK
Oslo kommune
BLÅGRØNNE OVERVANNSLØSNINGER
Forholdet av trykk og overtrykk gjør det nødvendig å ferdigstille overvann før det løslates. Faktiskene viser løsninger, utvalg og mulige tiltak.
Januar 2016, versjon 1.0

BELEGINGSSTEIN SOM HÅNTERER OVERVANN
Permeable dekker med belegningsstein (PDB) er et tiltak for infiltrasjon og forbygning av overvann. PDB består av tette lestongstrukturer og luger / åpninger som fylles med stormvannet uten filtereffekt. Infiltrasjonskapasiteten på PDB kan være meget stor og påkomsjonen under et permeabelt dekke kan normalt magasinere mye vann og dempe fremstøtet. Det finnes flere typer permeabelt belegningsstein, dette faktaarket vil ta for seg.

TESTEDE TILTAK
Oslo kommune
BLÅGRØNNE OVERVANNSLØSNINGER
Forholdet av trykk og overtrykk gjør det nødvendig å ferdigstille overvann før det løslates. Faktiskene viser løsninger, utvalg og mulige tiltak.
Januar 2016, versjon 1.0

NORSK BELEGINGSSTEIN
Byggeteknikker

www.oslo.kommune.no/overvann





Green roofs




Oslo kommune

BLÅGRØNNE
OVERVANNSLØSNINGER

Fortetting av byen og mer styrtregn gjør det nødvendig å håndtere overvann i åpne løsninger. Faktarkene viser løsninger, anlegg og mulige tiltak.

TESTEDE TILTAK Januar 2016, versjon 1.0

Grønne tak for flomdemping

Forfatter: Bjarne C. Braskerud (Vann- og avløpsetaten, Oslo Kommune)

Fortetting av byer og utbygging av tettsteder øker andelen av tette flater i nedbørsteltene. Tette flater øker avrenningen fordi muligheten for tilbakeholdning av vann i jord og vegetasjon avtar. Bruk av vegetasjon på takene vil kunne erstatte noe av den tapte infiltrasjonen til grunnen, og dempe avrenningen fra tak etter styrtregn. Grønne tak vil i tillegg være et supplement til byens grønnsstruktur og øke den estetiske opplevelsen og kvaliteten med å bo i by.

Grønne tak (eng. green roofs) er en eldgammelt teknologi i Norge. Taktetning med torv og gress går hånd i hånd av år tilbake i norsk byggetradisjon. I moderne tid er det allment utbredt å bruke torv, og vi deler i dag grønne vegetasjonsdekkede tak i tre hovedgrupper:

Ekstensiv tak er ofte dominert av sedumarter (bergplukkingsfamilie), som tåler mye tørke og tørregring jordvekstmedier. Videre til ekstensive tak kan være fra 40-130 kg/m² i vektmediet tilstand. Tykkelsen på vekstmediet er opp til 10 cm. Vedfuktigheten er lav, 1-3 ettersyn årlig (foto 1-3).

Semio-ekstensiv tak eller takager, kan i prinsippet inneholde de fleste arter, og krever mye vann, slik som park- og baganlegg på bakkeplan. Vikta varierer fra 240-500 kg/m², avhengig om løst og tett beplantning. Takager vil i praksis kun anlegges på nybygg tilpasset bruk og vekt.

Semio-intensiv tak kommer i en mellomstilling. Tykkelsen på vekstmediet er ofte 10-20 cm, og anleggskostnaden er større enn på ekstensive tak. Torvtak tillater denne gruppen.



Foto 1. Hvitbergbygg. Sett fra vandre nærstående planter.

 Vann- og avløpsetaten

140.000 m²
green roofs today (1%).

Oslo green roofs and walls strategy:
More than 35 % of existing roofs can be vegetated.



Green roofs



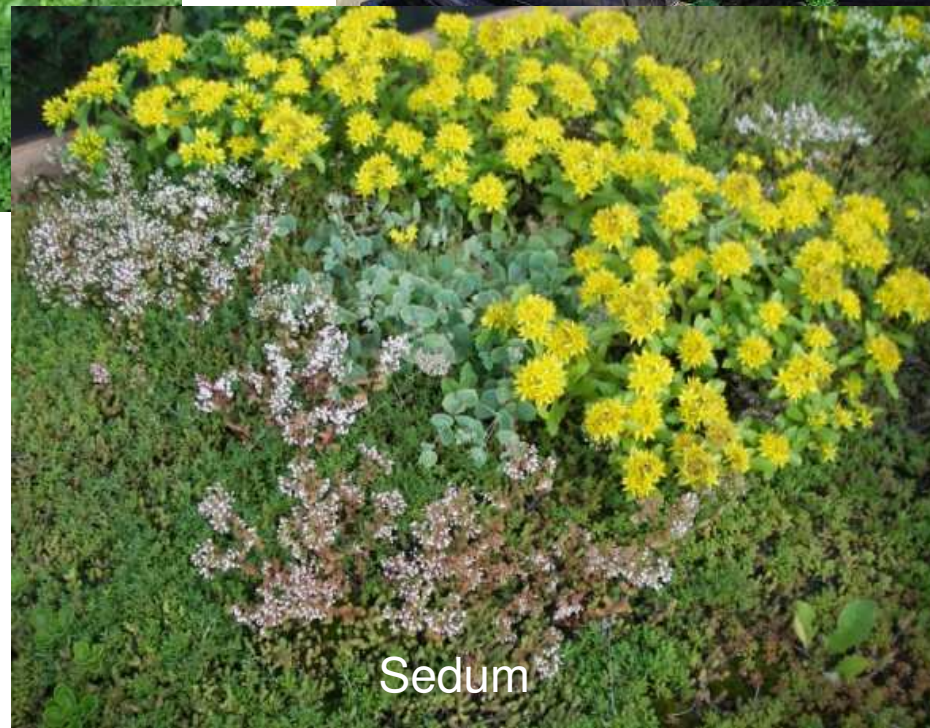
Sweden

Retention
50 - 70 %



Germany

Intensive
Semi-intensive
Extensive



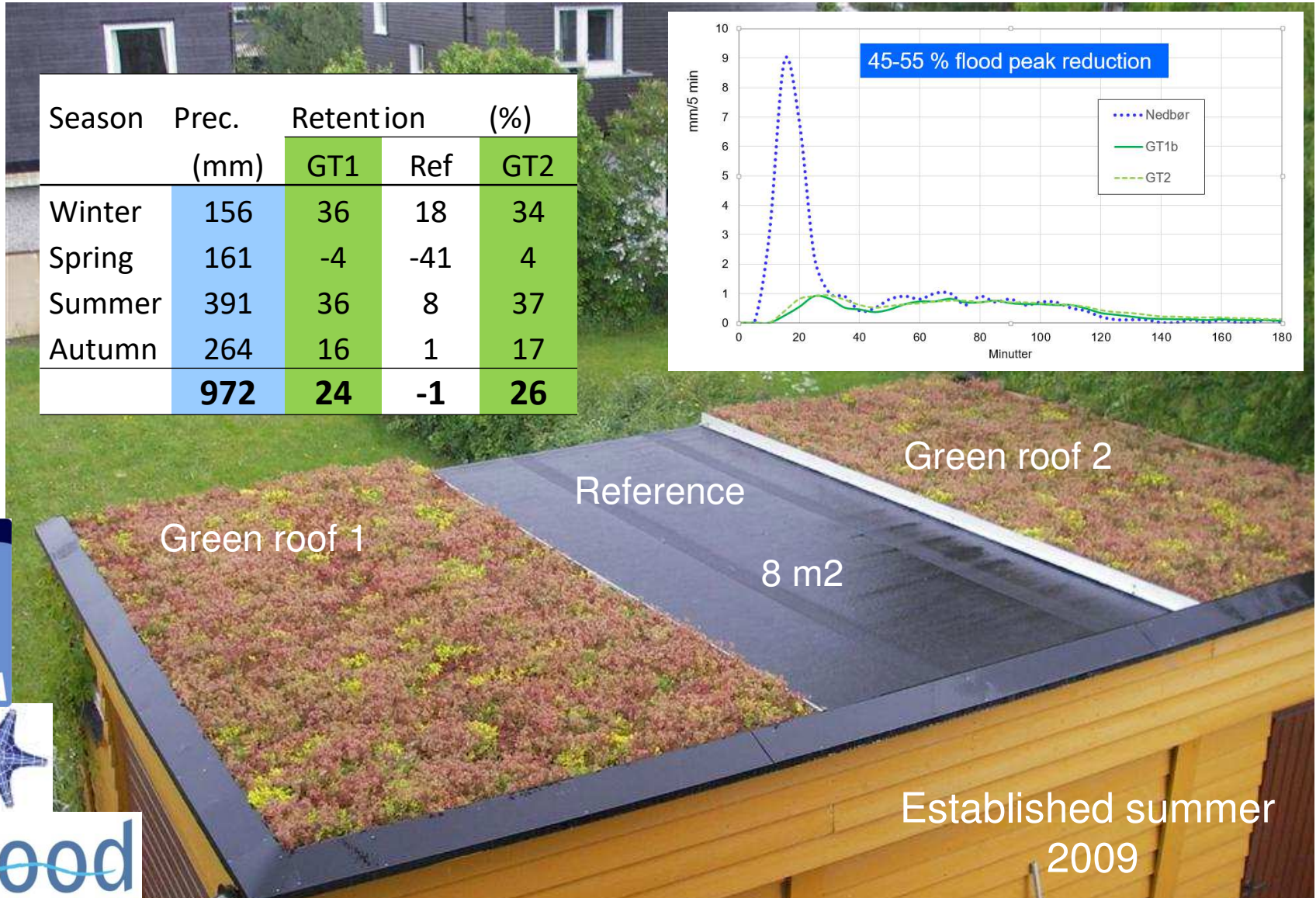
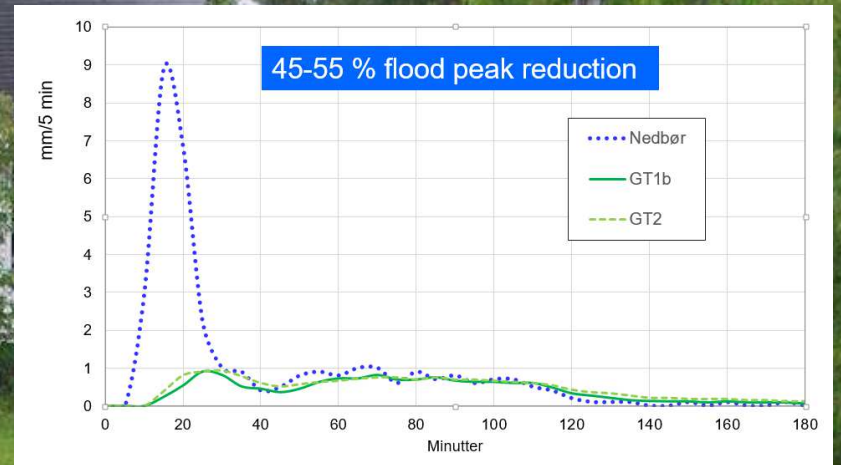
Sedum



Green roofs

How much water can an extensive roof keep?

Season	Prec. (mm)	Retention (%)		
		GT1	Ref	GT2
Winter	156	36	18	34
Spring	161	-4	-41	4
Summer	391	36	8	37
Autumn	264	16	1	17
	972	24	-1	26



Green extensive roofs

Roofs need to look beautiful!

17th July 2011

Green roof 1

Drought

Green roof 2

Roofs are very
dry places

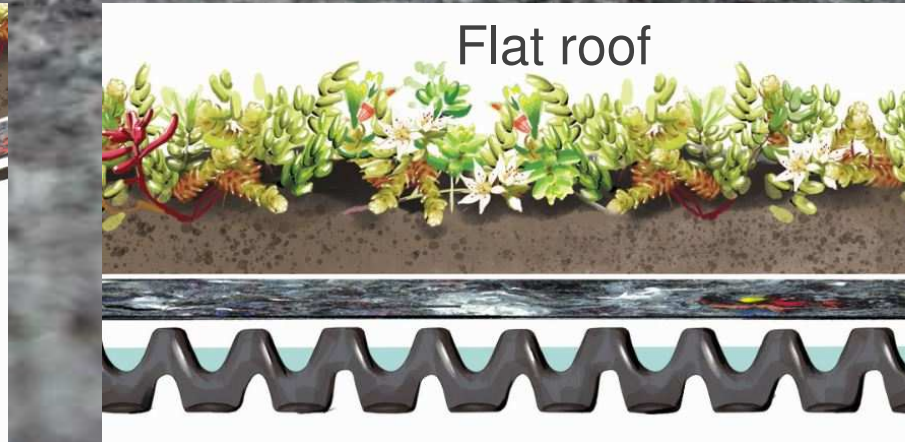


Green extensive roofs



Tilted roof

Flat roof



Green extensive roofs on schools



Green roofs
cool buildings.
Less need for
air-condition.



Green roofs: Compulsory on barcode buildings in Oslo



Green intensive roofs: Roof garden



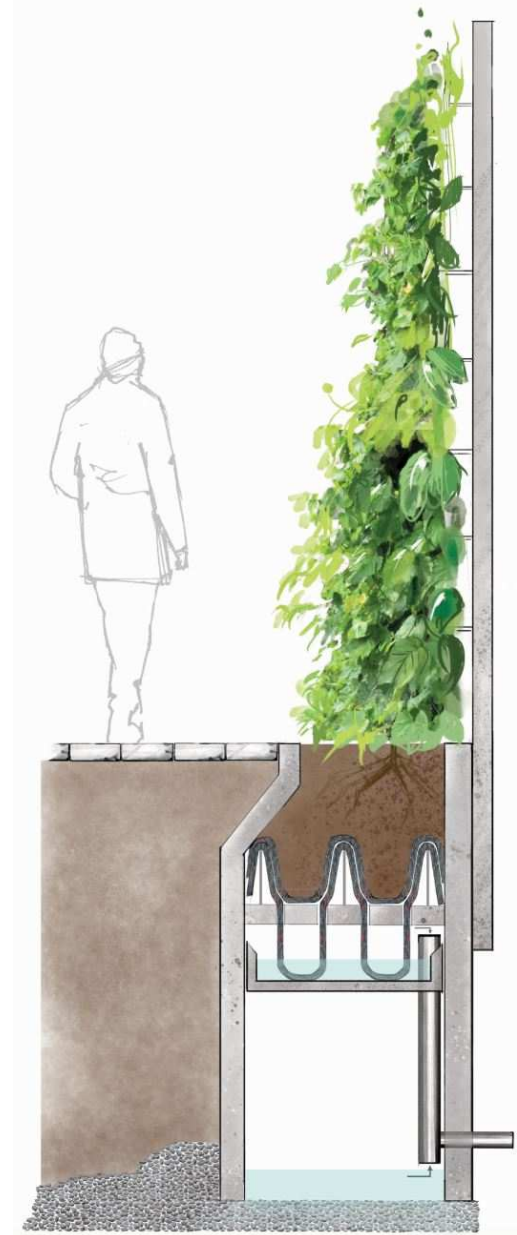
Green intensive roofs: Roof garden



From green roofs to green walls



Green walls



Permeable street stones




Oslo kommune

BLÅGRØNNE
OVERVANNSLØSNINGER

Fortelling av byen og mer styrtegn gjør det nødvendig å håndtere overvann i åpne løsninger. Faktaarkene viser testede, arlagte og mulige tiltak.

Januar 2016, versjon 1.0

ANLAGTE TILTAK

Belegningsstein som håndterer overvann

Forfattere: Kjell Myhr (Aalvedt Betong), Stina Lintho Lippestad (Lintho Steinmiljø)

Permeable dekker med belegningsstein (PDB) er et tiltak for infiltrasjon og fordøyning av overvann. PDB består av tette betongenheter og fuger / åpninger som fylles med steinmaterialer uten finstoff. Infiltrasjonskapasiteten på PDB kan være meget stor og pukkmassene under et permeabelt dekke kan normalt magasinere mye vann og dempe flomtopper. Det finnes flere typer permeabel belegningsstein, dette faktaarket vil ta for seg belegningsstein i betong.

Permeable dekker: 3 ulike prinsipp
Permeable dekker med belegningsstein bygges opp med masser f1 for 0- stoffer dvs. knuste masser uten fraksjonen 0-2 mm. Fugene fylles med knuste masser 2-5 mm, disse fugene / hulrommene vil være dimensjonerende for infiltrasjonskapasiteten til dekket.

Ved planlegging av PDB må en huske å vurdere følgende forhold:
- Erosjons og rasfare i grunnen
- Effekter av evt økt grunnvannstand på nærliggende konstruksjoner
- Løsningen kan være mindre egnet i gater med sporet kjøring med store aksellaster, og mye tilførsel av finstoff som jord, sand, gress og løv.



Foto: Stina Lintho Lippestad

NORSK BELEGNINGSSTEIN



- Suitable in P-places and low speed streets
- Purify stormwater



www.oslo.kommune.no/overvann



Permeable surfaces for infiltration



Pervious interlocking concrete pavers

Permeable surfaces for infiltration



Raingarden – local infiltration



Oslo kommune


BLÅGRØNNE
OVERVANNSLØSNINGER

Hinder flooding

Fortetting av byen og mer styrtregn gjør det nødvendig å håndtere overvann i åpne løsninger. Faktaarkene viser testede, anlagte og mulige tiltak.

TESTEDE TILTAK

Januar 2016, versjon 1.1



Oslo kommune

BLÅGRØNNE
OVERVANNSLØSNINGER

Purify stormwater

Fortetting av byen og mer styrtregn gjør det nødvendig å håndtere overvann i åpne løsninger. Faktaarkene viser testede, anlagte og mulige tiltak.

TESTEDE TILTAK

Januar 2016, versjon 1.0

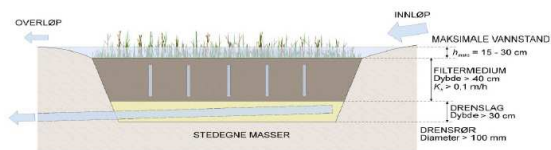
Regnbed for lokal flomdemping

Forfattere: Bent Braskerud (Vann- og Avløpssetaten), Kim H. Paus (Asplan Viak)

Regnbed er et fleksibelt tiltak for lokal disponering av overvann. Anlegget fremstår som en beplantet forsenking i terrenget der vann lagres på overflaten og infiltrerer til grunnen eller overvannsnettet. Gjennom fordøyning og reduksjon av avrenningen hindres skadelig oversvømmelse. Dette faktaarket gjennomgår grunnprinsippene for utforming av regnbed basert på internasjonale og norske erfaringer av slike, og mulige fordeler og ulemper.

Et regnbed (eng. *Rain gardens* og *bioretention*) er et LOD-tiltak (*Lokal OvervannsDisponering*), der hovedhensikten er å holde overvann tilbake helt eller midlertidig. Overvann kan komme fra hustak, gårds plasser, P-areal og veier. Anlegget er utformet som en vegetert/beplantet forsenkning i terrenget der vann holdes tilbake

på regnbedoverflaten før det infiltrerer ned gjennom ett filtermedium. Et regnbed er ikke en transportvei for overvann, har ikke et permanent vannspeil (som en våtmark), og har et rikt vegetativt arts mangfold. Figur 1 viser generell oppbyggingen av et regnbed.



asplan viak Vann- og avløpssetaten

Regnbed som renseløsning for forurenset vann

Forfatter: Kim H. Paus (COWI AS)

Regnbed er et fleksibelt tiltak for lokal disponering av overvann. Anlegget fremstår som en beplantet forsenking i terrenget der vann lagres på overflaten og infiltrerer til grunnen eller ledes til overvannsnettet. I tillegg til å fordøye overvann og avlaste nedstrøms overvannssystem, vil naturlige prosesser i regnbedet bidra til å tilbakeholde forurensninger fra overvannet. Dette faktaarket gjennomgår prosessene for rensing, samt grunnprinsippene for utforming av regnbed mht. rensing av ulike typer forurensning.

Et regnbed (eng. *Raingardens* og *bioretention*) er et LOD-tiltak (*Lokal Overvanns Disponering*), der hovedhensikten er å holde overvann tilbake helt eller midlertidig, samt fjerne forurensning fra overvannet.

Regnbed som renseløsning utnytter fysiske, kjemiske og biologiske prosesser som naturlig foregår i jorden. Forskningen viser at filtermediet spiller en betydelig rolle for hvilke typer forurensning som blir tilbakeholdt samt forventede renseseffekter. Eksempelvis, for overvann med høyt innhold av tungmetaller har det blitt rapportert at vegetasjonen vil ta opp mellom 0.2 til 7.0 %, mens over 80 % blir normalt tilbakeholdt i filtermediet. Dette faktaarket gjennomgår ulike typer forurensning samt utformingsforslag til hvordan rensesprosesser i regnbed kan optimaliseres. For hydrologisk virkning og anleggelse av regnbed, henvises det til faktaarket "Regnbed".



Regnbed som fanger opp overvann fra parkeringsplass ved University of Minnesota, St.Paul, USA. Tønnet infiltrerer ned til grunnen mens forurensningen forblir i filtermediet.

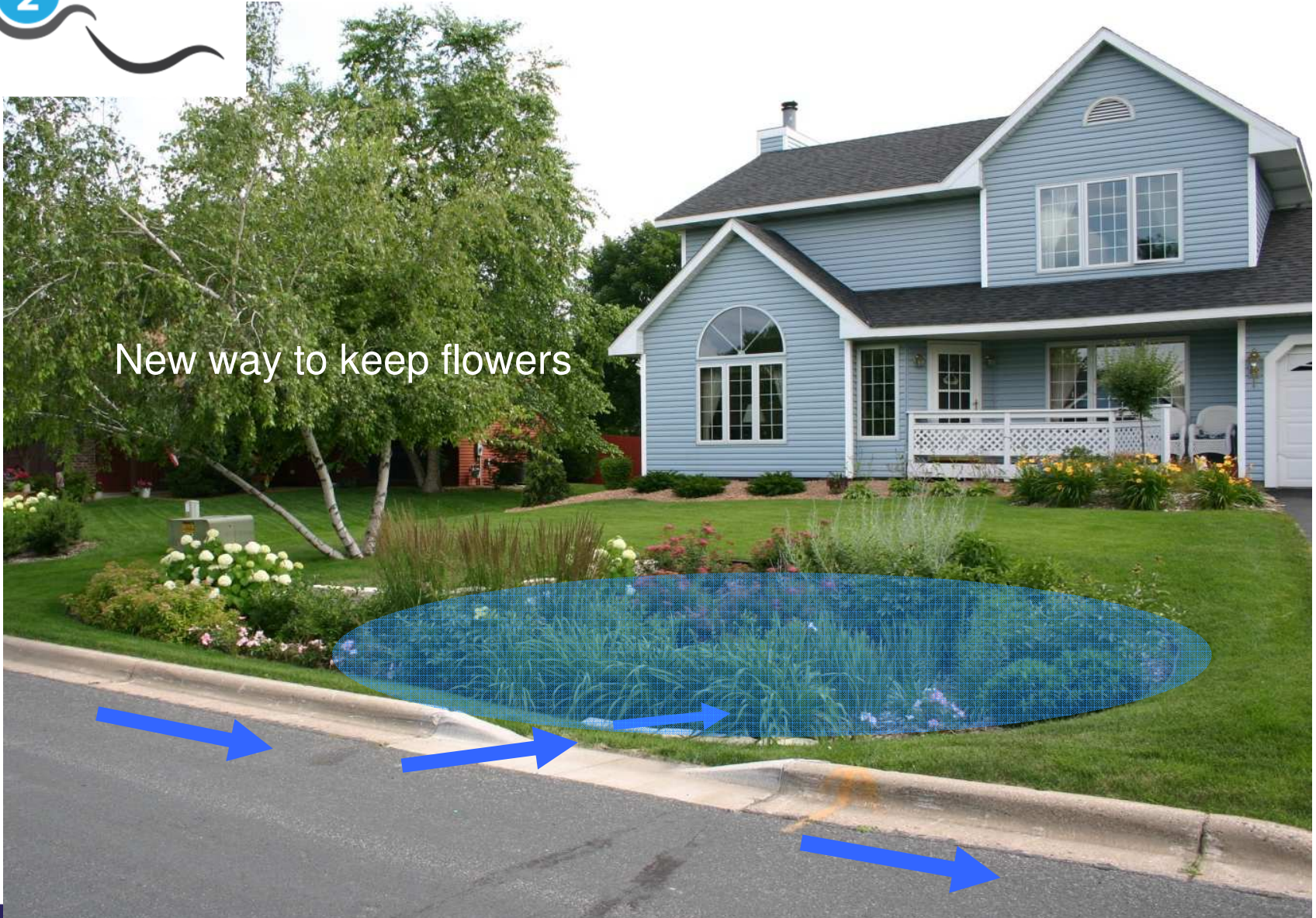
COWI

Raingardens in USA

1

2

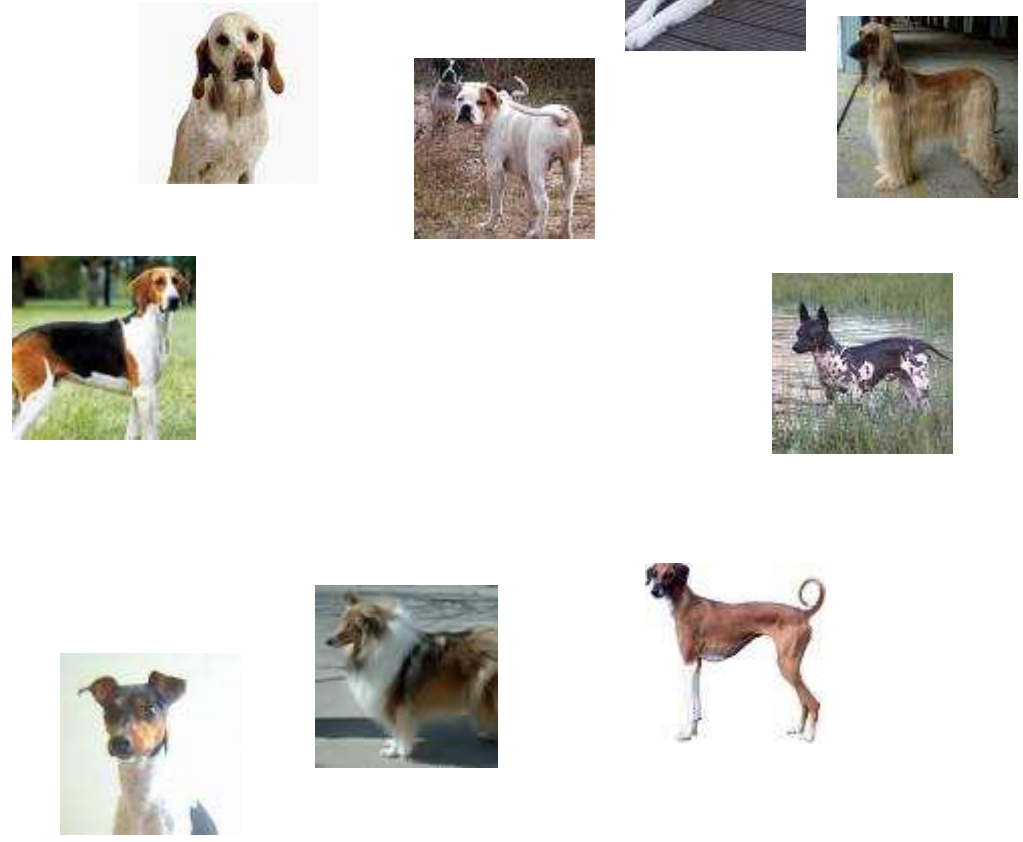
New way to keep flowers



Concept raingarden



Concept dog



Raingardens

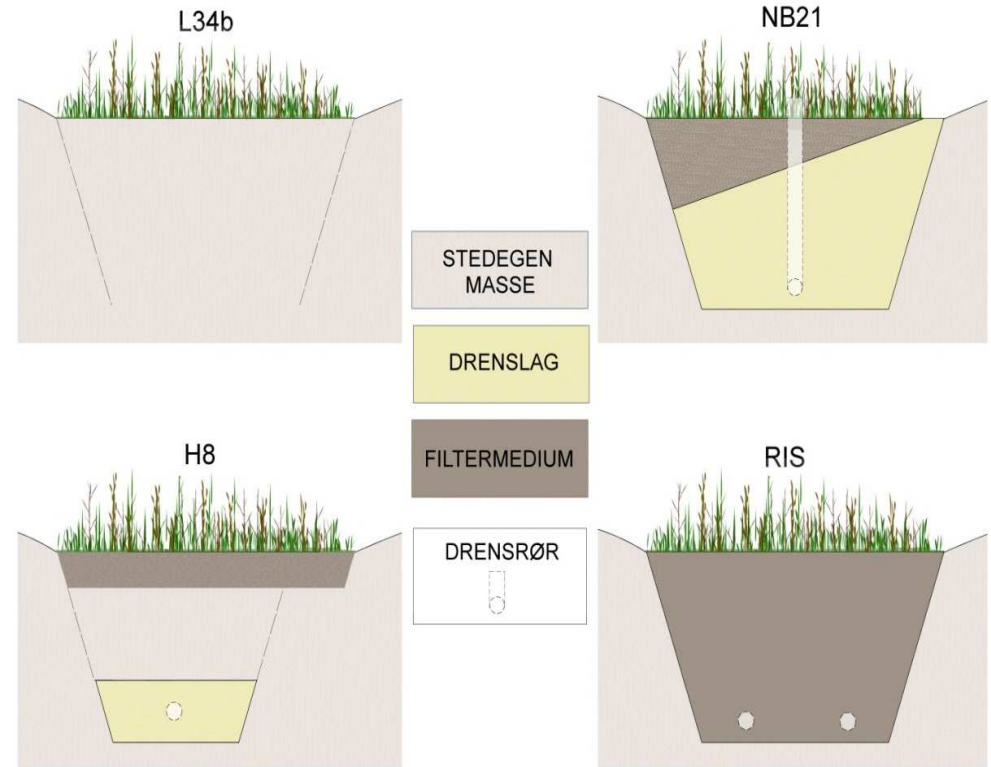


Testing 4 in Norway

Example
Reduction of flow peak

IN: 24 mm in 20 min

OUT: 77 % reduction



Raingardens in streets



Flood peak reduction and
stormwater purification

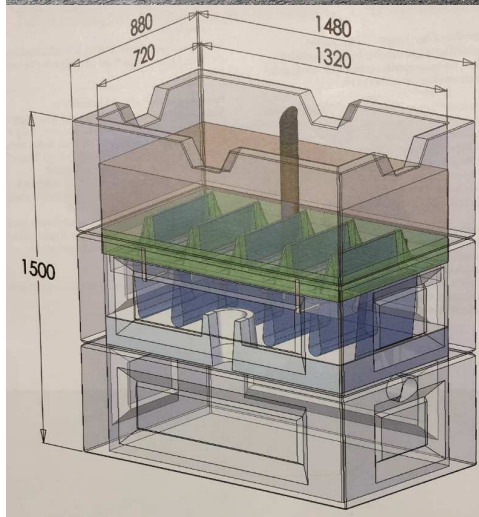
Copenhagen

Road
drain



Raingardens in streets

The new road drain?



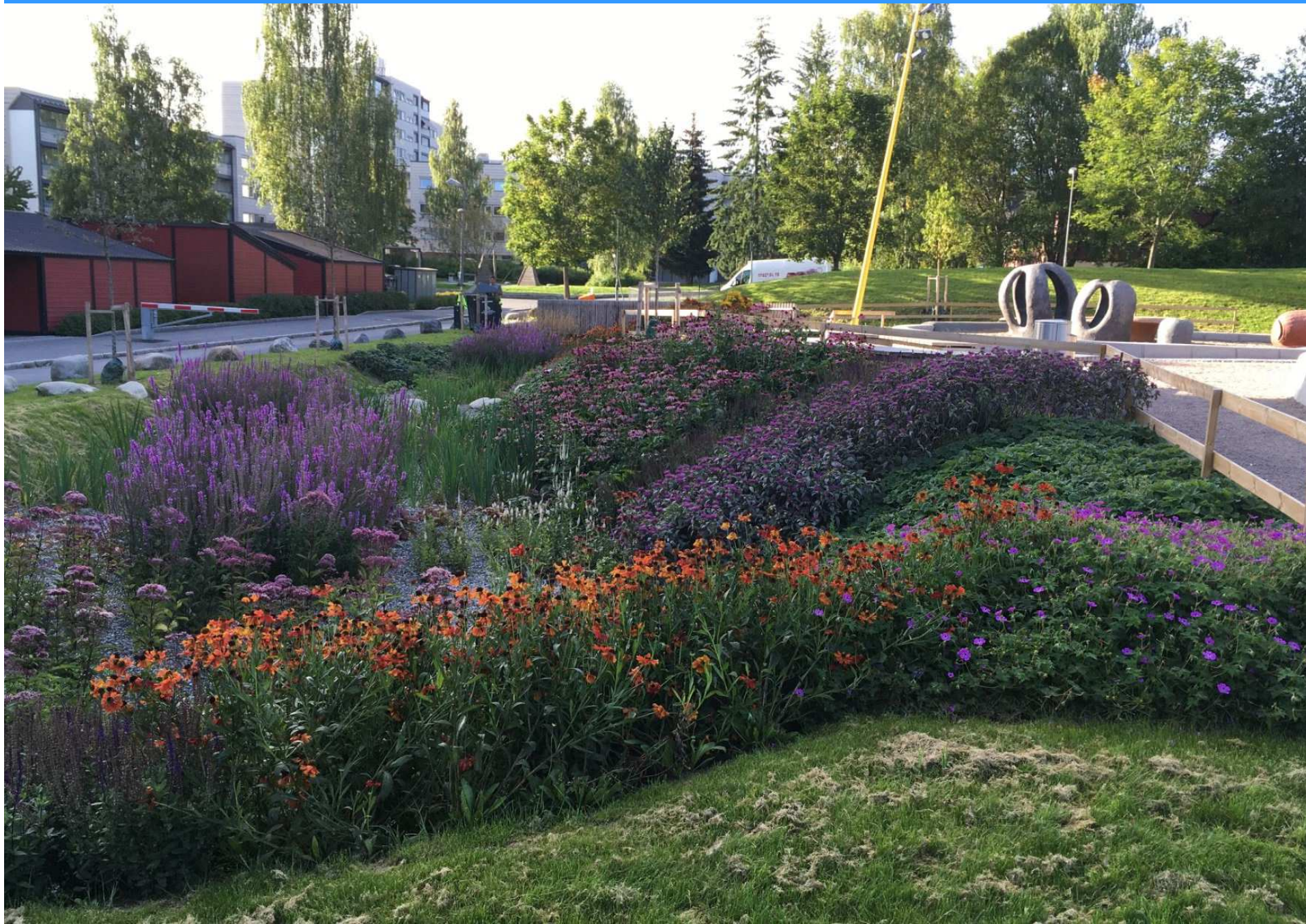
www.skjeveland.no



Raingardens in streets



Raingarden in parks

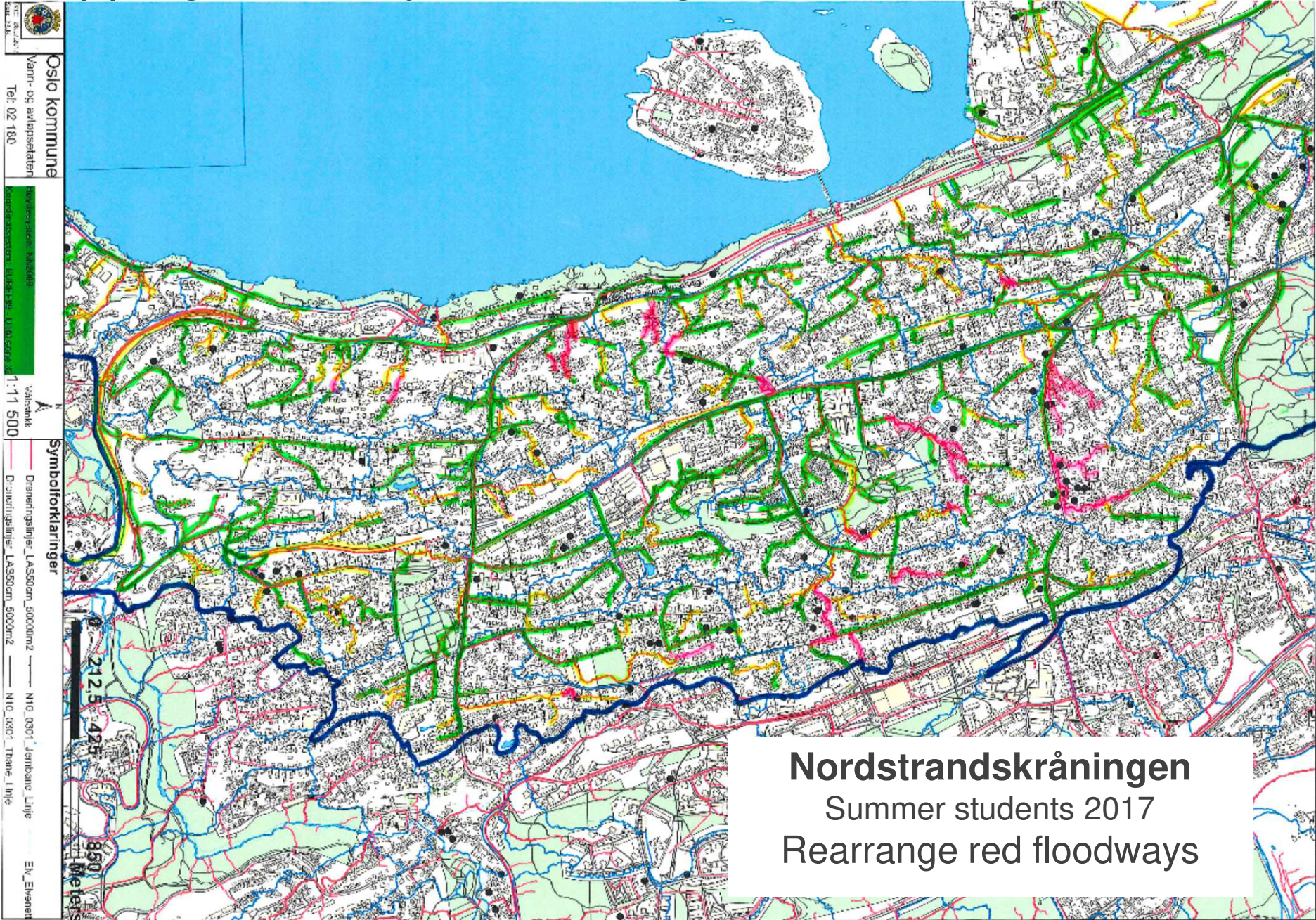


Step 3 - the floodways

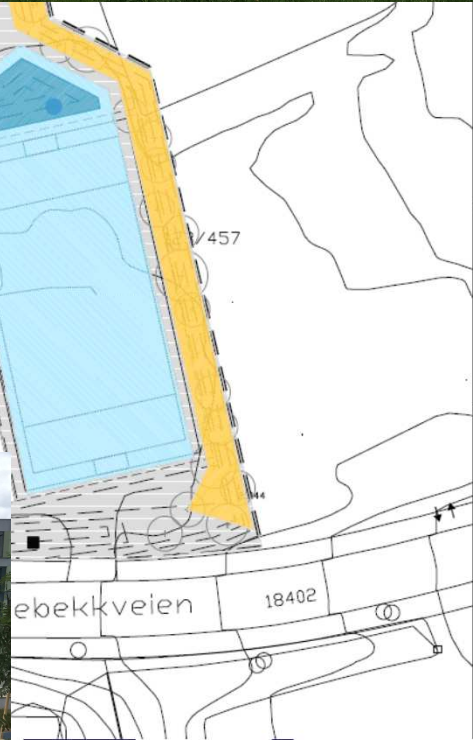
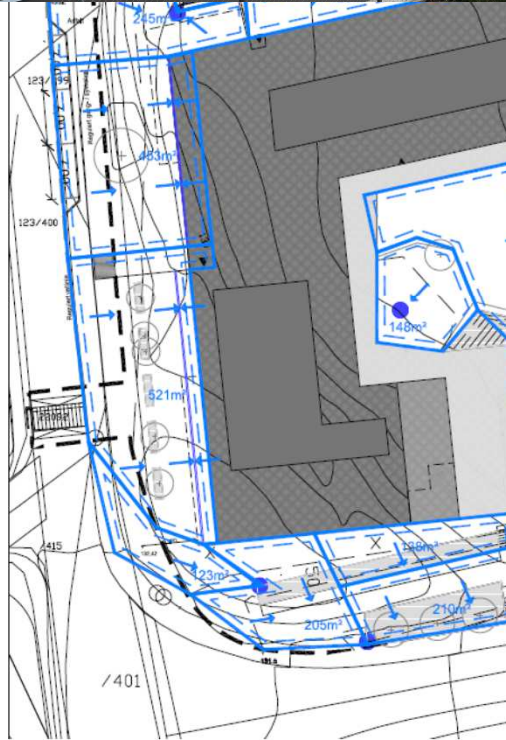
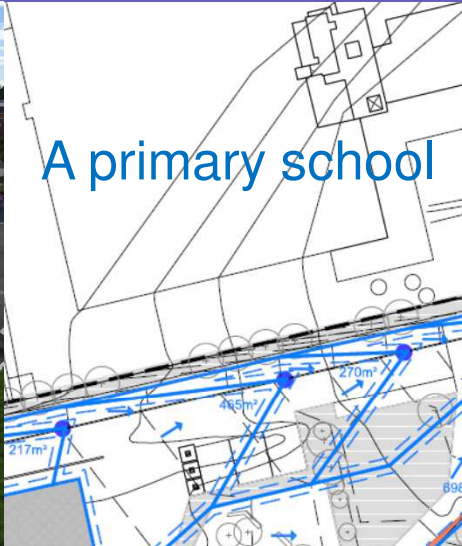


Where are they?

Mapping floodways according to the traffic light method



From plan to reality



From plan to reality

Anine Drageset

Fra plan til ferdigstilling:
Case studie med evaluering av
overvannsløsningene for
17 byggesaker i Oslo

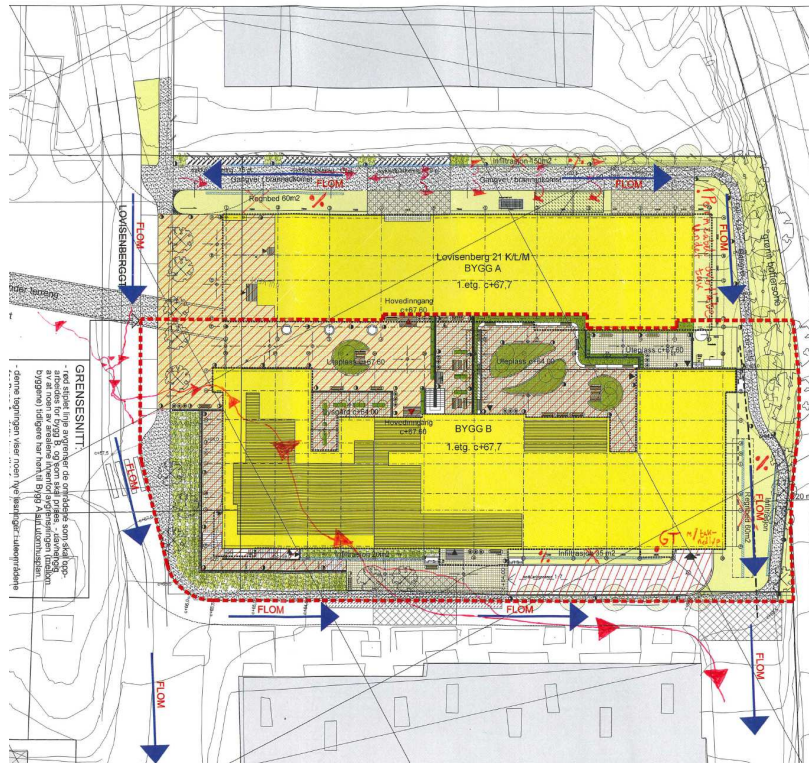
Trondheim, februar 2018

Prosjektoppgave i VA-teknikk ved NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniervitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk



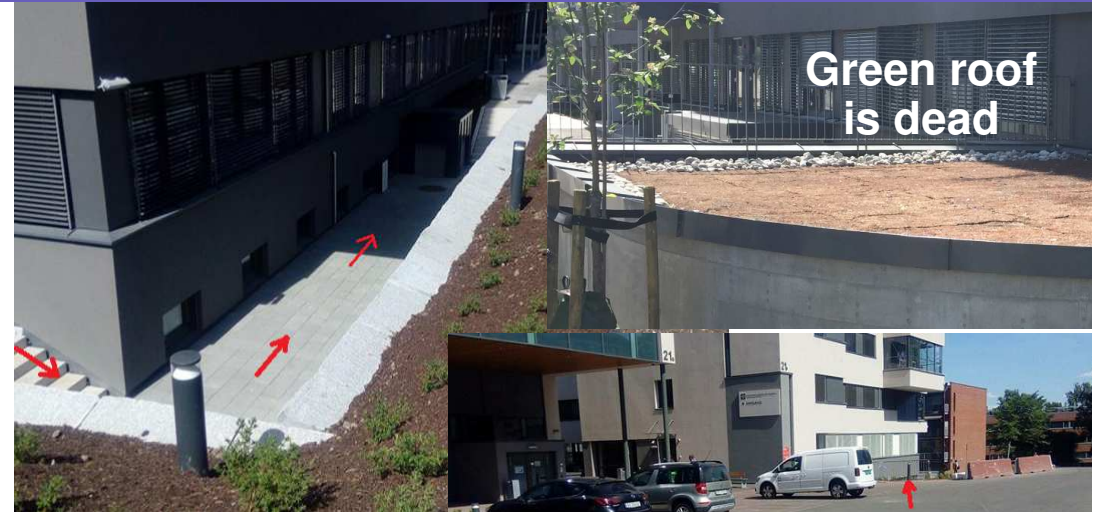
From plan to reality

A hospital



Blue arrows: Planned floodways,
Red arrows: reality

**NB: Errors on the surface can
be repaired!**



From the wetland/pond system
water flows as a stream
in between the houses



«Blue school» project in Oslo: Demo green roofs



What is the difference in runoff from black and **green** roof?

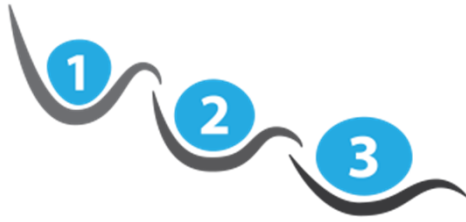


Kinder garden with sandpit



- Infiltration of stormwater
- Moist sand => sand castles
- Fun with water





To sum up:

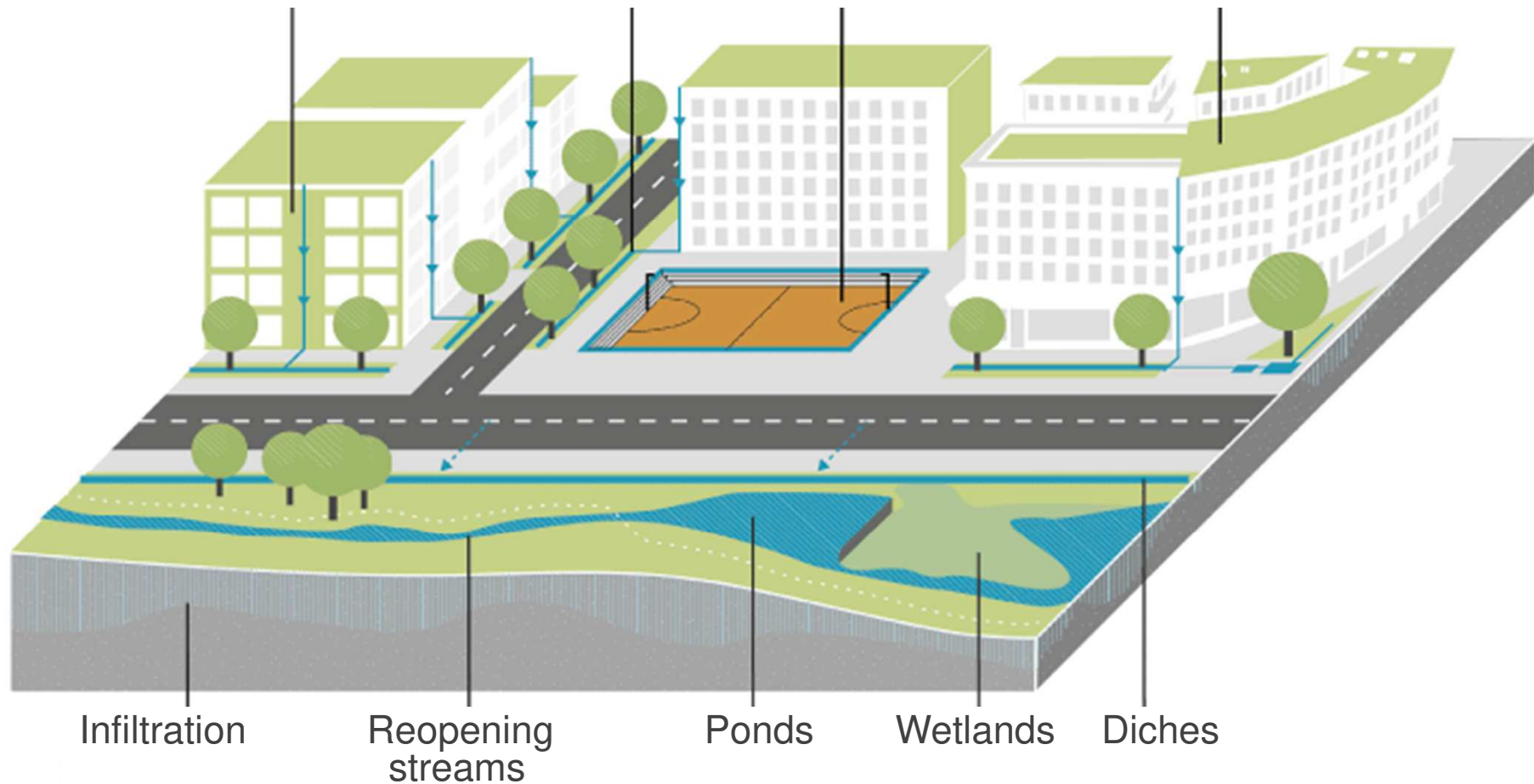
The city of the future is blue-green and safe, and measures have multi-function

Green walls

Raingardens

Areas for inundation

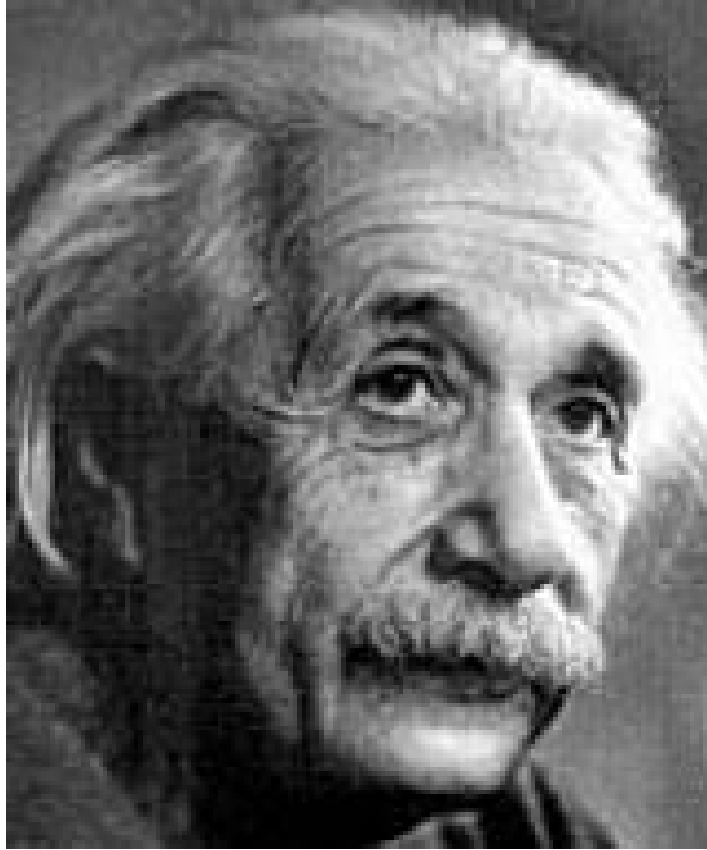
Green roofs



ill: Hanna H. Storemyr



Can stormwater measures give us a better life?



”The problems of today can not be solved if we think similar as when we made them.”

(Albert Einstein)



Think new, think blue and green

bent.braskerud@vav.oslo.kommune.no

