

 Hogeschool van Amsterdam

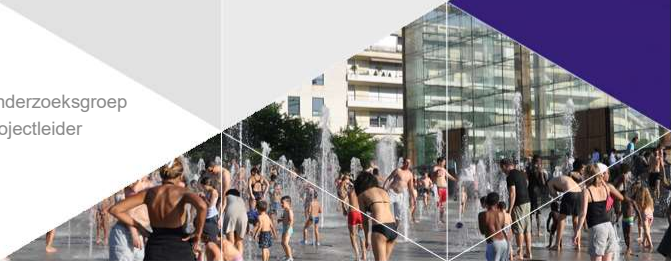

www.buitenruimte.info

KLIMAATWERK IN UITVOERING

En nu aan de slag!

Jeroen Kluck – lector onderzoeksgroep
Tom Schoenmaker – projectleider
27 september 2018
MKB-Infra Veenendaal

CREATING TOMORROW



 Hogeschool van Amsterdam

WAAR GAAN WE HET OVER HEBBEN?

Onderzoeksprogramma klimaatbestendige stad
Hogeschool van Amsterdam:

- de klimaatbestendige stad
- de infiltrerende stad

PAUZE

- de hittebestendige stad
- klimaatbestendig aanbesteden (KAMVI)

2

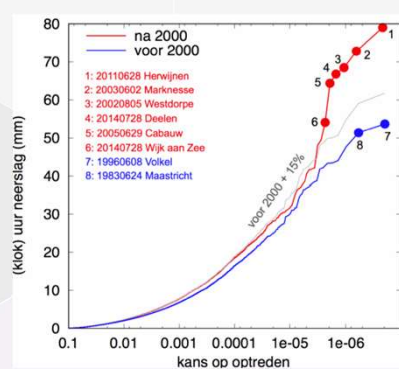
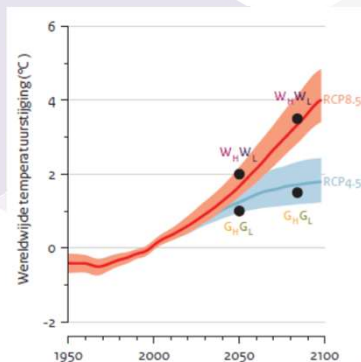
DE KLIMAATBESTENDIGE STAD



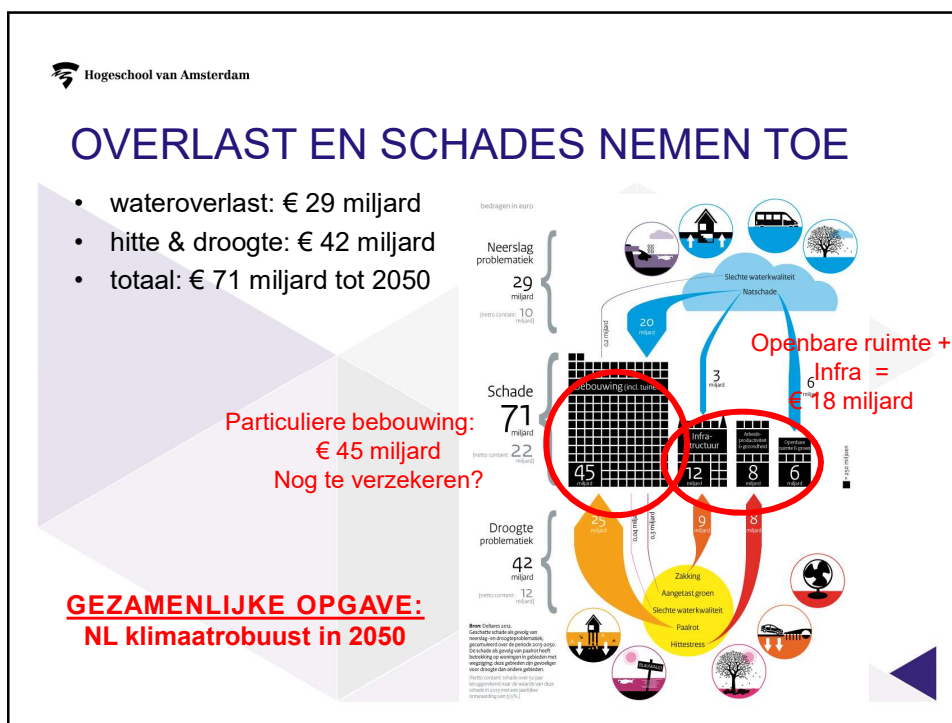
3

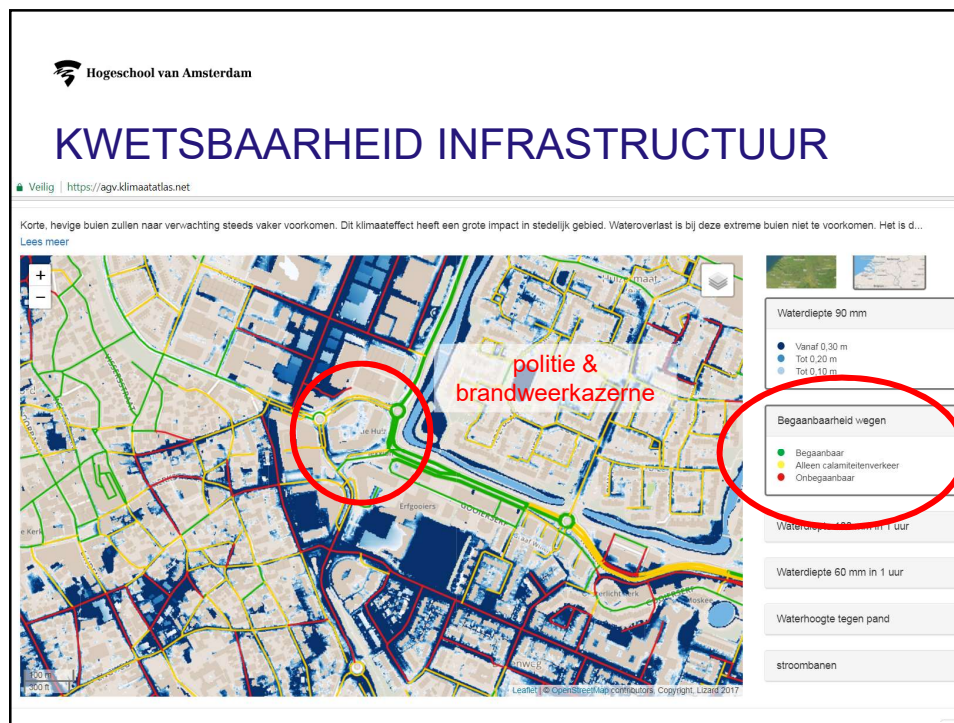
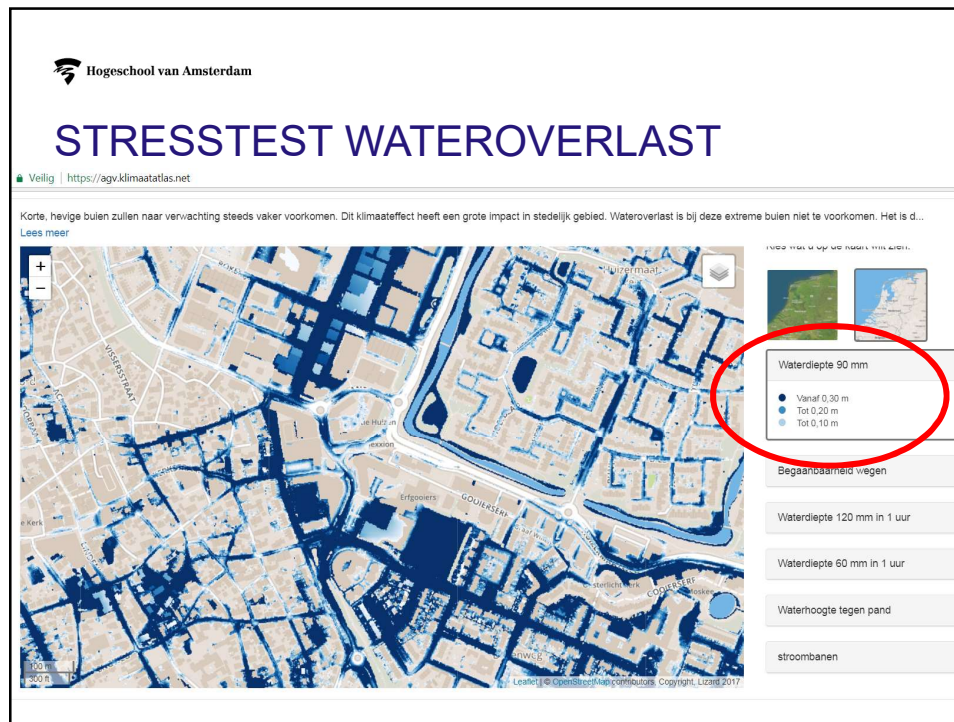
HET KLIMAAT VERANDERT

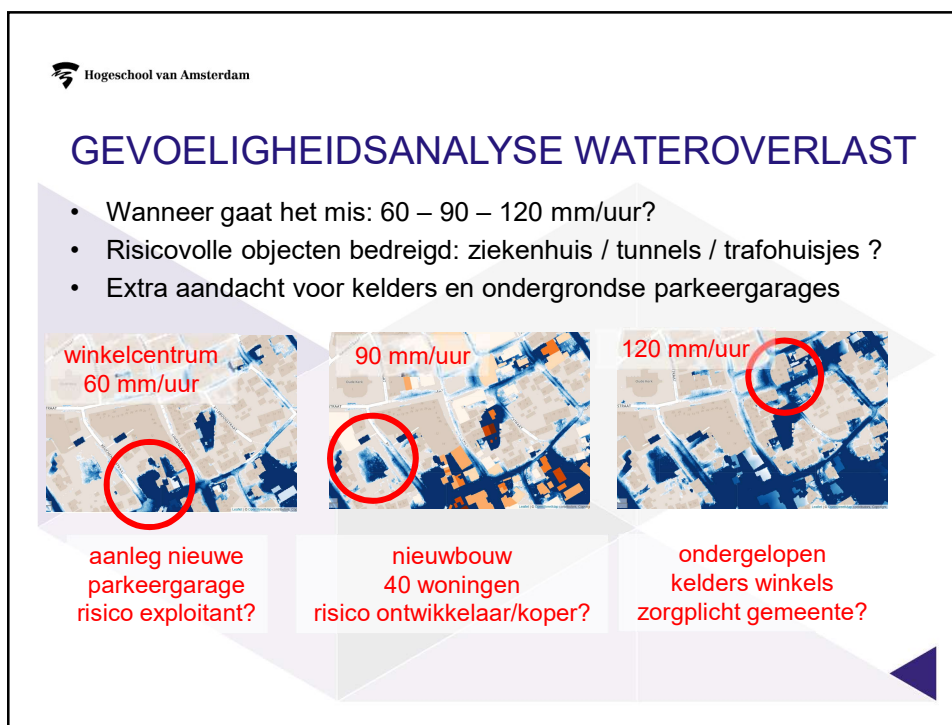
- het wordt natter, heter en droger
- de extremen nemen toe



4

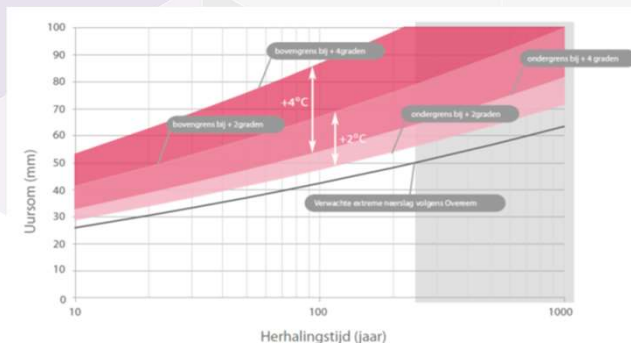






HOE GROOT ZIJN DE RISICO'S?

- Wateroverlast op straat okay, schade binnen voorkomen!
- Extreme regenbuien: schade eens in de honderd jaar acceptabel?
- T=100: 50-90mm/uur, maar morgen kan er 150mm/uur vallen.
- Risicobenadering nodig! Kosten versus vermeden kosten (baten)
- Risicodialoog: welke restrisco's vinden we acceptabel/verzekerbaar?



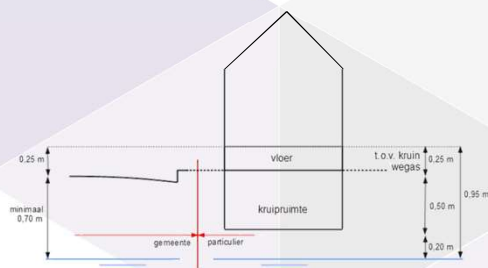
KLIMAATBESTENDIGE OPLOSSINGEN

- ruimtelijke adaptatie =
 1. bouw niet op kwetsbare plekken;
 2. maak een robuuste en toekomstbestendige inrichting!



KLIMAATBESTENDIGE OPLOSSINGEN

- vloerpeil nieuwbouw hoger leggen: minimaal 25 cm boven kruin van de weg
- tuinen lager leggen voor tijdelijke berging regenwater

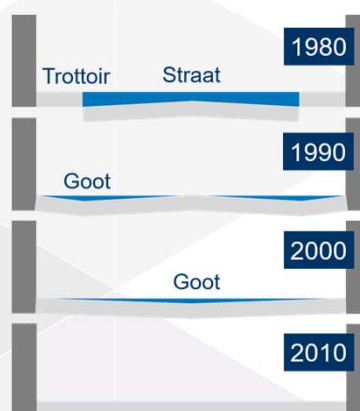


grotere rioolbuizen
=
veel duurder €€€

KLIMAATBESTENDIGE OPLOSSINGEN

Berging op straat vergroten:

- hoge stoepranden toepassen
Back to the eighties!
- holle wegen toepassen
- verzakte gebieden minder ophogen
- tijdelijk water op straat accepteren



KLIMAATBESTENDIGE OPLOSSINGEN

- water zoveel mogelijk lokaal vasthouden en bergen
- meer groen, minder verharding = minder afstroming
- water bergen in bermen, wadi's, regentuinen, waterpleinen



KLIMAATBESTENDIGE OPLOSSINGEN

Berging in het groen vergroten:

- bermen hol leggen = geen afstroming naar riool
- verlaagde banden toepassen = afstroming naar berm



KLIMAATBESTENDIGE OPLOSSINGEN

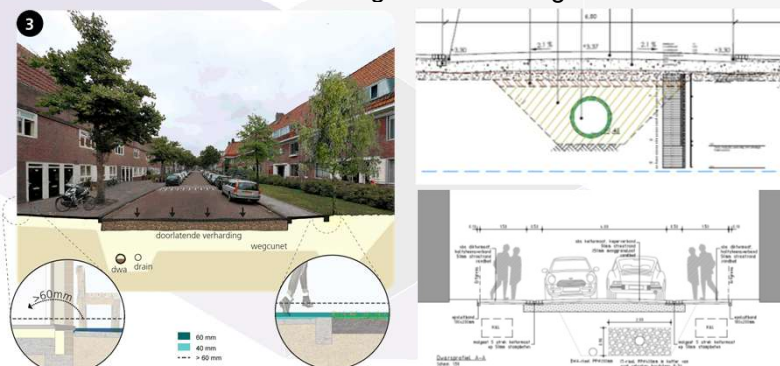
- afvoeren regenwater over straat: kolkloze weg



KLIMAATBESTENDIGE OPLOSSINGEN

Berging in het wegcunet toepassen:

- waterpasserende verharding (kolkloze weg)
- waterdoorlatend cunet met gestuwd drainage-/infiltratieriool



KLIMAATBESTENDIGE OPLOSSINGEN

- Regenwater afkoppelen van vuilwater riool
- Bij nieuwbouw infiltreren op eigen terrein



MEEKOPPELKANSEN KLIMAATADAPTATIE

- groene en aantrekkelijke openbare ruimte



Hogeschool van Amsterdam

MEEKOPPELKANSEN KLIMAATADAPTATIE

- Bewonersparticipatie verhogen: alle tuinen groen

TEGELS ERUIT, PLANTEN ERIN!

• meer groen =
 • minder wateroverlast
 • koeler en aangenamer
 • levendig en gezonder
 • beter en leuker!

☒ **GESCHIKT**
☐ **ONGESCHIKT**

operatie steenbreek

Hogeschool van Amsterdam

MEEKOPPELKANSEN KLIMAATADAPTATIE

- gasloze & klimaatbestendige wijk
alles in 1 keer op de schop

12 De straat

slimme systemen

DE KLIMAATBESTENDIGE STAD

- RAAK Onderzoeksprogramma: klimaatbestendige inrichting van wijken



23

HET KLIMAAT PAST OOK IN UW STRAATJE

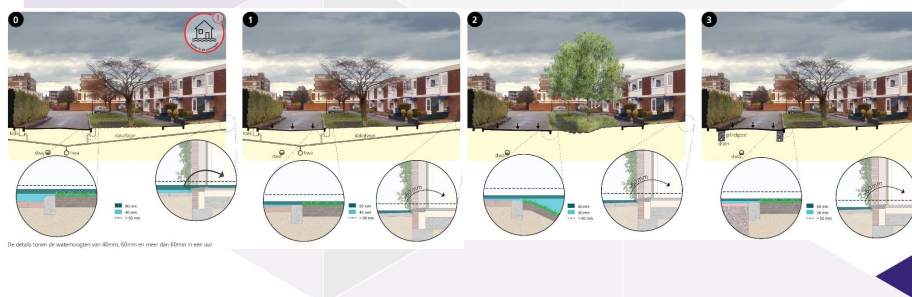
- Toont de mogelijkheden van eenvoudige en haalbare klimaatbestendige inrichtingen van woonstraten.
 - Voor veelvoorkomende straatbeelden.
 - Hoeft voor vlakke gebieden niet duurder te zijn.
- Wij willen u inspireren door de voorbeelden, zodat u hiermee ook aan de slag gaat, want *Het klimaat past ook in uw straatje!*



24

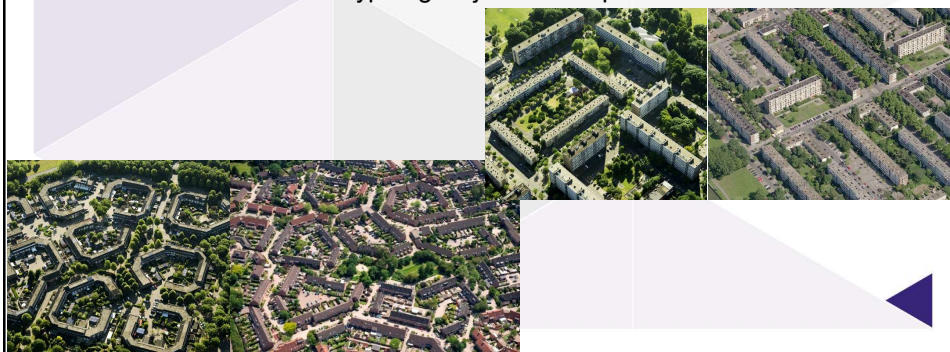
AANPAK

- Uitwerking praktijkvoorbeelden
- Inzicht in kosten voor aanleg / beheer / onderhoud
- Inzicht in baten (minder waterschade, groenbaten)
- Wijktypologieën



AANPAK: WIJKTYPOLOGIEËN

- Straat: vaak ontworpen volgens een filosofie die typerend is voor een bepaalde tijd.
- Straat: typerende kenmerken -> typologie.
- Straten van dezelfde typologie lijken veel op elkaar.



AANPAK: WIJKTYPOLOGIEËN



Bloemkoolwijk



Naoorlogse tuinstad hoogbouw



Vooroorlogs bouwblok

VOORROORLOGS BOUWBLOK (VLAK)



Hogeschool van Amsterdam

VOORROORLOGS BOUWBLOK (VLAK)

Vlak terrein:

- Vasthouden water relatief makkelijk.
- Extreme neerslag: water stroomt niet weg, maar verzamelt zich op de laagste punten.



- 362m straatlengte
- 55 woningen op de begane grond
- Circa 90% van de openbare ruimte is verhard
- Verharding bestaat uit klinkers en betontegels
- Geen hoogteverschil in straatpeil
- 37 bomen in de straat
- Circa 25m afstand tussen gevels

29

Hogeschool van Amsterdam

VOORROORLOGS BOUWBLOK (VLAK)

Traditionele herinrichting
Bij circa 40mm in een uur verwachten we bij een traditionele herinrichting water in woningen. Deze afbeelding illustreert een dergelijke situatie.



bomen geven schaduw en verkoeling op warme dagen

bomen zijn relatief klein en geven nog weinig schaduw voor verkoeling op warme dagen

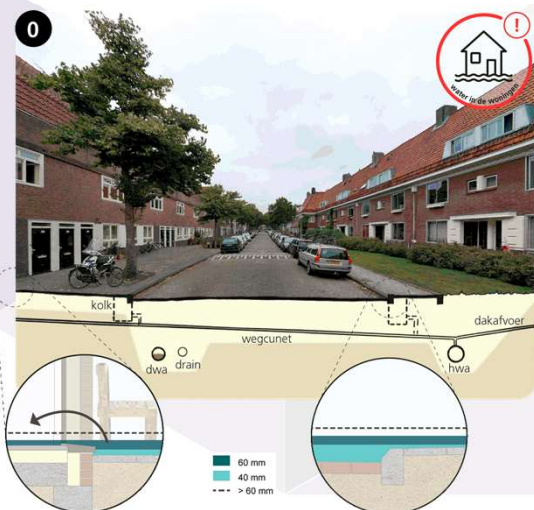
wateroverlast in woningen

straatprofiel kan de neerslag niet bergen

riolering is berekend op een regenbui van 20 mm in één uur

30

VOORROORLOGS BOUWBLOK (VLAK)

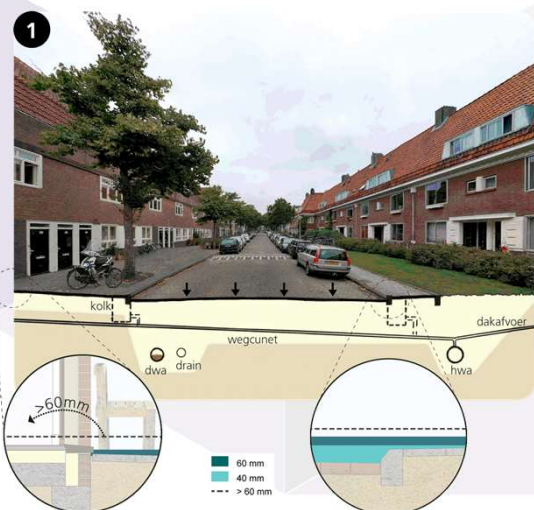


Traditionele herinrichting

- Openbare ruimte: ophogen.
- Beetje ruimte voor water op straat.
- Bestaande gescheiden riolering en verharding: vernieuwen.
- Riolering: ontwerp T=2.
- Extreme neerslag: water in woningen.
- Groenstrook: hoger dan de weg.

31

VOORROORLOGS BOUWBLOK (VLAK)



Variant 1: berging op straat

- Rijweg 9 cm lager dan in variant 0. De stoepen onder verhang.
- In een gebied met verzakkingen betekent dat minder ophogen -> ruimte om piekbuien op straat te bergen.
- Bestaande riolering en de verharding: vernieuwen.
- Riolering: ontwerp T=2.
- Wolkbreuk > 60 mm in één uur: water in woningen.
- Groenstrook: hoger dan de weg.

32

VOORROORLOGS BOUWBLOK (VLAK)

2



Variant 2: berging in wadi

- Geen regenwaterriool.
- In groenstrook: wadi. Ontwerp 20mm neerslag in één uur.
- Rijkweg onder verhang en verlaagd met 4 cm ten opzichte van variant 0.
- Groenstrook met wadi: verlaagd.
- Wolkbreuk > 60 mm in één uur: water in woningen.

33

VOORROORLOGS BOUWBLOK (VLAK)

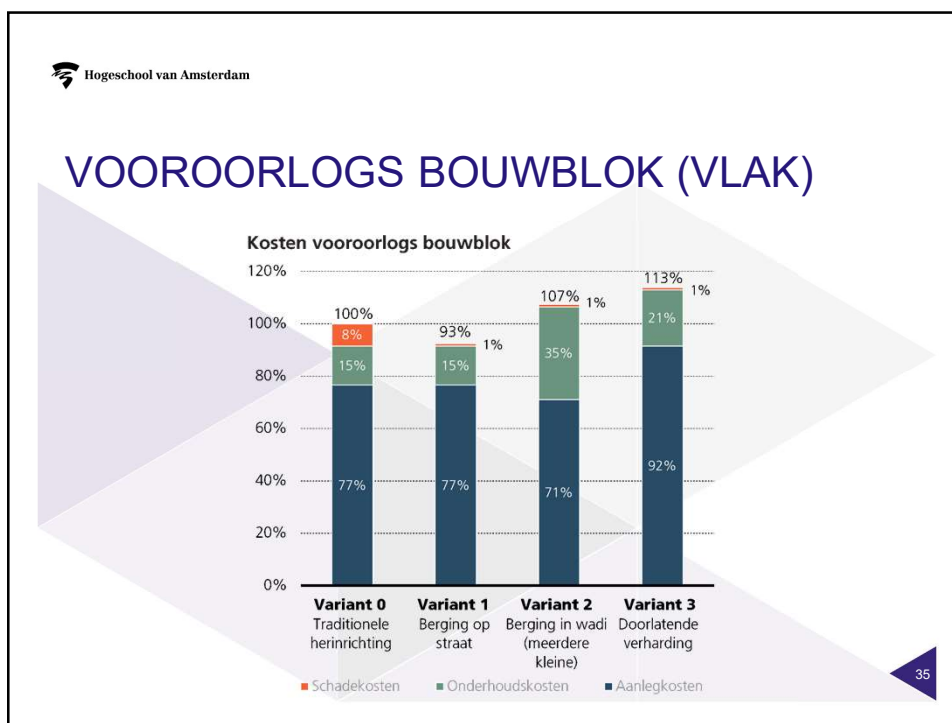
3



Variant 3: waterdoorlatende verharding

- Geen regenwaterriool.
- Rijkweg: doorlatende verharding -> 20mm neerslag in één uur.
- Rijkweg 12 cm lager aan dan in variant 0. De stoepen onder verhang.
- In een gebied met verzakkingen betekent dat minder ophogen -> ruimte om piekbuien op straat te bergen.
- Wolkbreuk > 60 mm in één uur: water in woningen.

34



CONCLUSIE VLAK GEBIED

- Klimaatbestendige inrichting is goed mogelijk.
- Klimaatbestendige inrichting niet duurder dan traditionele inrichting.
- Verlagen van het straatprofiel is eenvoudig en het goedkoopst.
- Vergroenen is multifunctioneel (infiltratie, beperken hittestress, beperken kosten zuivering).
- Meeliften met herinrichtingen en groot onderhoud is essentieel om de meerkosten beperkt te houden.
- Klimaatbestendige inrichting zonder regenwaterriool
 - Ongeveer even duur als traditionele inrichting.
 - Meerkosten zijn ongeveer gelijk aan de uitgespaarde schadekosten.
 - Maar...
 - Meerkosten zijn voor gemeenten.
 - Uitgespaarde schadekosten voor een groot deel bij bewoners.
 - Ook voordelen voor watersysteem en zuivering.

37

DE KLIMAATBESTENDIGE STAD



38

DE INFILTRERENDE STAD

RAAK Onderzoeksprogramma naar waterpasserende verharding (2 jaar)

Fullscale testen naar:

- werking bestaande oplossingen bij gemeenten
- nieuwe producten op de Waterstraat op de TU-Delft

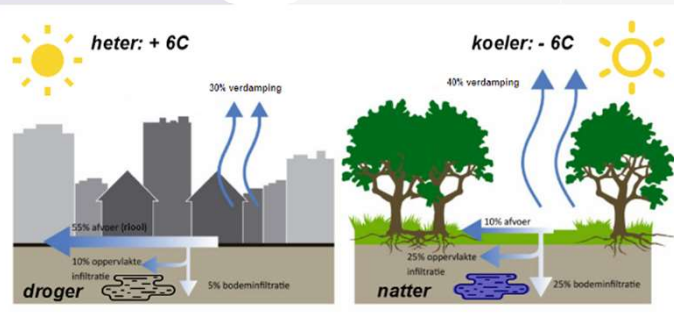
Deelnemers:

- 3 hogescholen: HvA, Hogeschool Rotterdam en Hanze Hogeschool
- Gemeenten: o.a. Amsterdam, Rotterdam
- Aannemers, leveranciers en startups
- Praktijkrichtlijn met voorbeeldenboek (2020)

39

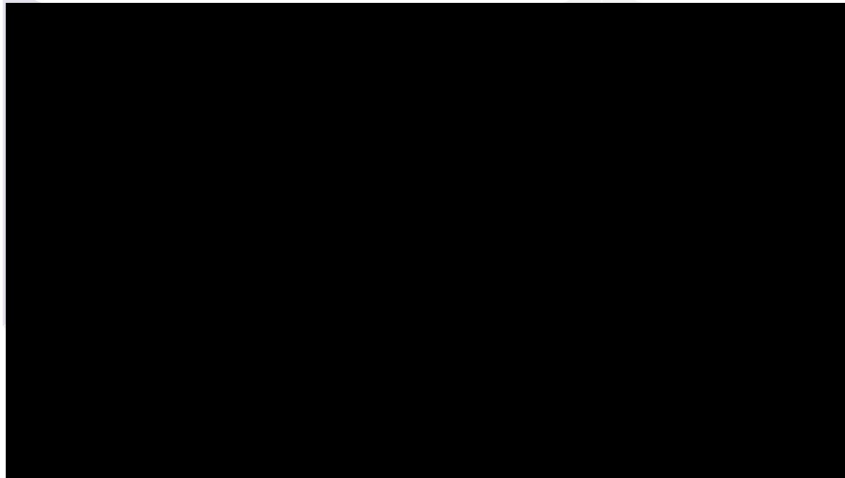
DE INFILTRERENDE STAD

- werkt tegen wateroverlast
- werkt tegen droogte
- Tovermiddel?



40

FULLSCALETEST FILMPJE



41

WATERSTRAAT PROEFTUIN TU-DELFT



42

WATERPASSERENDE VERHARDING

GEBRUIKERSERVARING?

- Positief & negatief
- Verschillende producten
- Constructieopbouw en verkeersbelasting
- Wel of geen kolken toepassen
- In rijbaan, goot of parkeervak toepassen
- Infiltratiecapaciteit en onderhoud
- Aanleg en levensduur

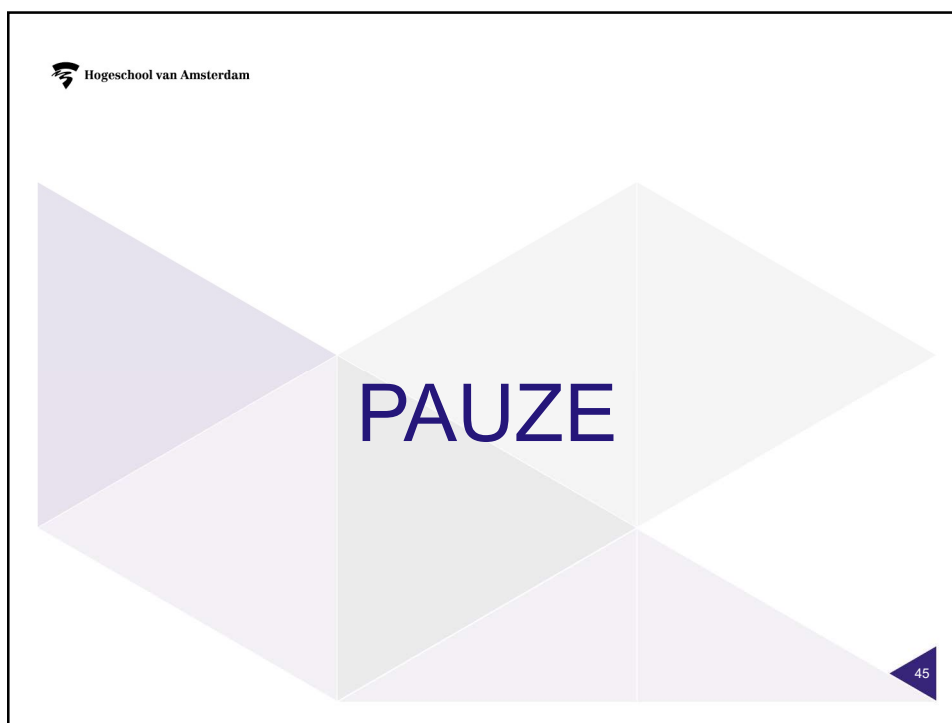
43

STAGEPLEKKEN GEZOCHT!

Onderzoeksstage waterpasserende verharding

- groep van 2 HvA studenten (2e jaars)
- 6 weken bij aannemer
- vervolgstage: momenteel bij gemeente Amsterdam
- interviews en fullscale testen
- 2 dagen in de week
- doorlooptijd november – januari 2019
- wie wil?

44



Hogeschool van Amsterdam

TERUGBLIK ZOMER 2018: LEKKER WEERTJE?

Menu **nrc.nl** Digitaal krant

KNMI: warmste zomer in driehonderd jaar

De voorheen warmste zomers waren 1826 en 2003, schrijft het weerinstituut.

Rik Wassens 31 augustus 2018

Vooraf in juli was het warm.
Foto Jerry Lampen/ANP

Zomer – De Bilt	2018	normaal
Gemiddelde zomertemperatuur	18,9 °C	17,0 °C
Aantal warme dagen (> 20 °C)	76	60
Aantal zomerse dagen (> 25 °C)	37	21
Aantal tropische dagen (> 30 °C)	8	4

Zomermaanden:
juni, juli en augustus

46

NIEUWE NORMAAL: ALLE DAGEN WARM!



47

KLIMAATVERANDERING IS GAANDE

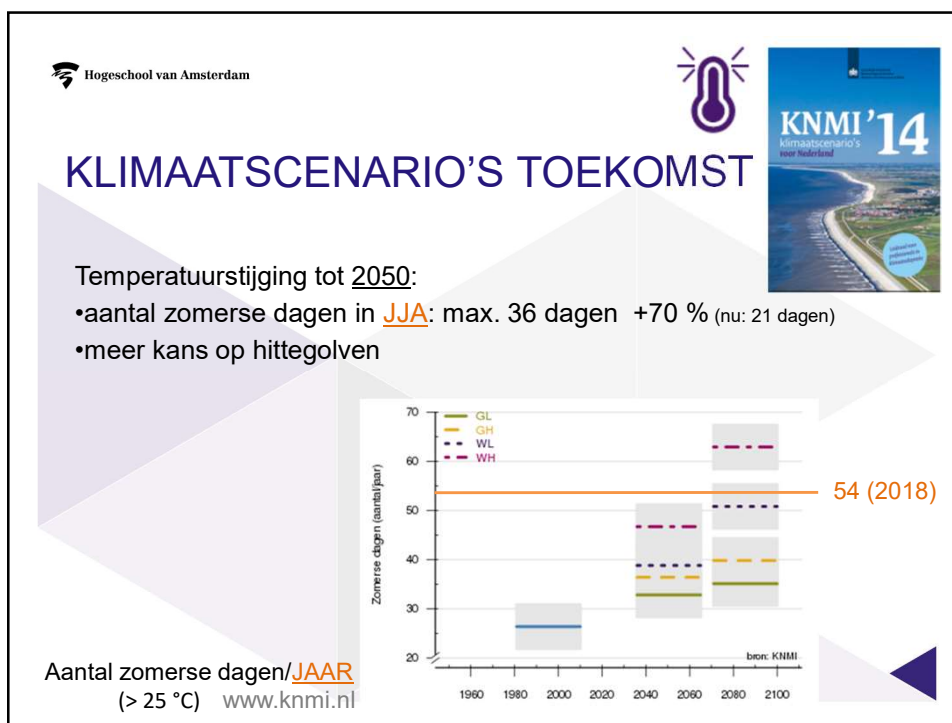


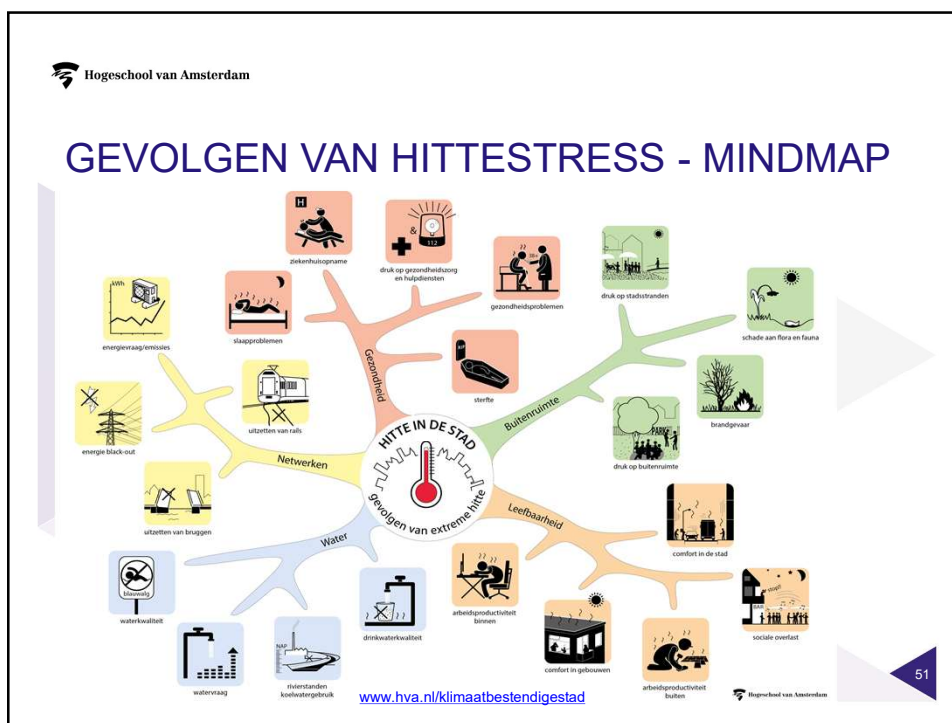
Feiten en cijfers voor Amsterdam:

- Sinds 1950 steeg de gemiddelde temperatuur met 1,6 °C.
- Het aantal zomerse dagen (25 °C of warmer) is sinds 1950 meer dan verdubbeld. Van 9 dagen naar 20 dagen.
- Een stijging tot 40 zomerse dagen wordt verwacht in 2085.
- De hoeveelheid neerslag nam sinds 1901 toe met 25%. Van 768 mm per jaar naar 933 mm per jaar.

Bron: KNMI







DALENDE ARBEIDSPRODUCTIVITEIT

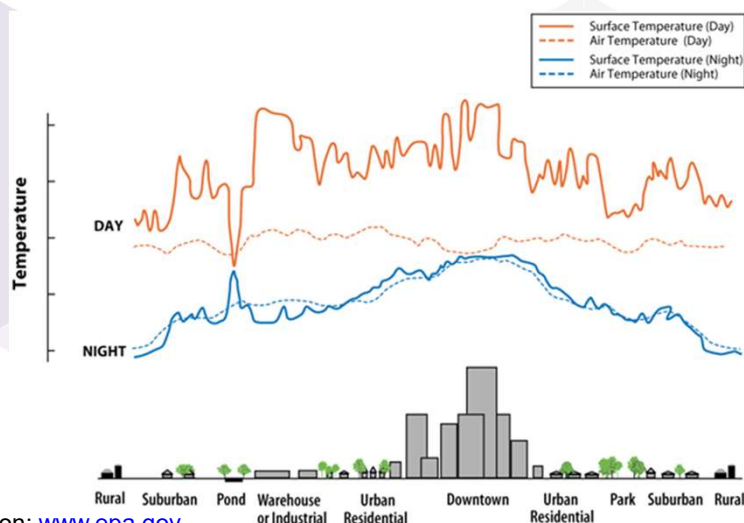


<https://www.klimaatadaptatiebrabant.nl>

COMFORT IN DE STAD NEEMT AF



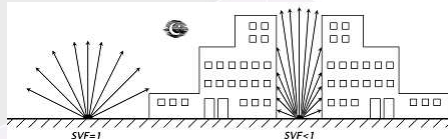
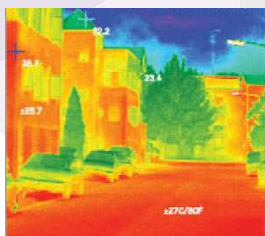
HET STEDELIJK HITTE-EILAND EFFECT



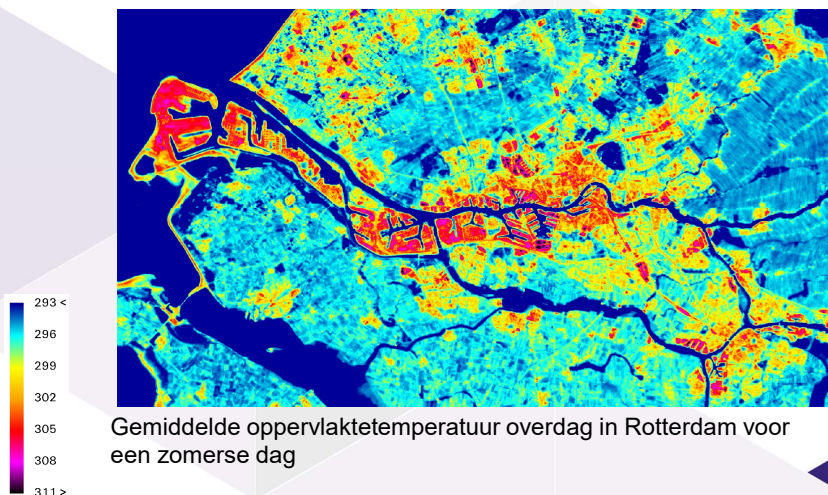
Bron: www.epa.gov

OORZAKEN STEDELIJK HITTE-EILAND

1. Minder vegetatie en meer verharding
2. Eigenschappen stedelijke materialen
3. Bebouwing en geometrie
4. Warmte-uitstoot door verkeer, huishoudens en industrie



HITTE-EILAND ROTTERDAM



Bron: Klok et al., 2012

HvA HITTE ONDERZOEK IN AMSTERDAM

- Hoe heet wordt het in de stad tijdens hete dagen?
- Hoe wordt de hitte ervaren?
- Welke inrichtingsvormen zijn het meest aangenaam?
 - Water
 - Groen/gras
 - Schaduw gebouwen
 - Schaduw bomen



Mobiel weerstation

Meet:

- luchttemperatuur
- stralingstemperatuur
- windsnelheid
- luchtvochtigheid

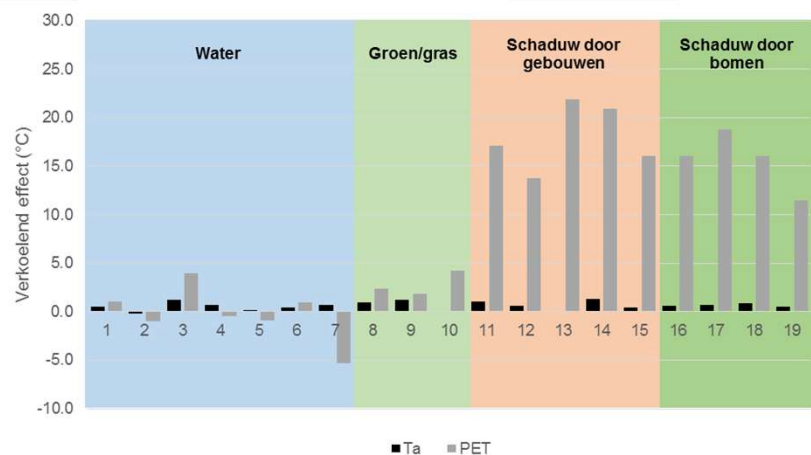
Berekent:

- gevoelstemperatuur
PET

12 DAGEN, 16 LOCATIES, 2000 INTERVIEWS

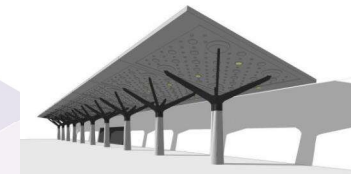


VERKOELEND EFFECT VAN WATER, GROEN/GRAS EN SCHADUW



KOELENDE MAATREGELEN- STEDELIJKE INRICHTING

- **Schaduw**
- **Groen**
- Water
- Ventilatie



SCHADUW



GROEN



63

WATER?? NIET AANGETOOND!



MAATREGELEN TEGEN HITTESTRESS FEITEN EN FABELTJES

- | | |
|---------------------------------|-----|
| • MINDER VERHARDING, MEER GROEN | ++ |
| • SCHADUWRIJKE BOMEN | +++ |
| • SCHADUWRIJKE GEBOUWEN | +/- |
| • GROENE GEVELS | ++ |
| • GROENE DAKEN | + |
| • WATERPARTIJEN | 0 |
| • FONTEINEN | ++ |

65

KLIMAATBESTENDIG AANBESTEDEN

Hoe ver is de aannemerij? Een marktverkenning aan de hand van 6 stellingen.



66

KLIMAATBESTENDIG AANBESTEDEN

Stelling 1

Naar **klimaatadaptieve oplossingen** wordt nog niet vaak gevraagd.

67

KLIMAATBESTENDIG AANBESTEDEN

Stelling 2

Voor klimaatadaptieve bouwplannen zijn **nieuwe en slimmere oplossingen** nodig.

68

KLIMAATBESTENDIG AANBESTEDEN

Stelling 3

Gemeenten zijn verantwoordelijk om maatregelen voor klimaatadaptatie in het contract op te nemen.

69

KLIMAATBESTENDIG AANBESTEDEN

Stelling 4

Voor klimaatadaptieve bouwplannen zijn **uniforme normen** nodig.

70

KLIMAATBESTENDIG AANBESTEDEN

Stelling 5

Aannemers moeten zich kunnen onderscheiden met maatregelen voor klimaatadaptatie.

71

KLIMAATBESTENDIG AANBESTEDEN

Stelling 6

In plaats van EMVI zouden we **KAMVI** criteria moeten hanteren bij aanbestedingen.

KAMVI = Klimaat Adaptief Meest Voordelige Inschrijving.

Welke criteria zouden werken?

72

