

Onderzoek waterpasserende en doorgroeibare verharding



Onderzoek waterpasserende en doorgroeibare verharding

Auteur(s)

Daan Rooze

Reinder Brolsma

Onderzoek waterpasserende en doorgroeibare verharding

Opdrachtgever	Gemeente Leiden
Contactpersoon	Sofia van Holsteijn

Documentgegevens

Versie	0.1
Datum	14-06-2022
Projectnummer	11206353-000
Document ID	11206353-000-BGS-0001
Pagina's	54
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Daan Rooze	
	Reinder Brolsma	

Inhoud

1	Inleiding	5
1.1	Aanpak	5
1.2	Definities	5
1.2.1	Waterpasserende verharding	6
1.2.2	Waterdoorlatende verharding	6
1.2.3	Halfverharding	6
1.2.4	Doorgroeibare verharding	7
1.3	Onderzoeksvragen	7
2	Interviewresultaten	9
2.1	Samenvatting van interviews	9
2.1.1	Interview gemeente Delft	9
2.1.2	Interview gemeente Rotterdam	9
2.1.3	Interview gemeente Utrecht	10
2.1.4	Interview gemeente Almere	11
2.2	Synthese van interviews	12
3	Workshopresultaten	13
4	Systemen & praktijkmetingen	15
5	Conclusies & Aanbevelingen	20
5.1	Waterpasserende en waterdoorlatende verharding	20
5.2	Halfverharding	21
5.3	Doorgroeibare verharding	21
5.4	Algemene aanbevelingen	22
A	Overzichtstabel	24
B	Referentieafbeeldingen van systemen	27
C	Interviewverslagen	34
D	Mentimeter resultaten	49

1 Inleiding

De gemeente Leiden verkent mogelijkheden om meer doorgroeibare verharding, waterdoorlatende en waterpasserende verharding toe te passen met als doel om wateroverlast op straat te beperken en hitte tegen te gaan. Daarnaast heeft de stadsecoloog het advies uitgebracht om waar mogelijk gebruik te maken van halfverharde (of open) verharding om biodiversiteit en spontane vegetatie te bevorderen. De genoemde verhardingstypen kunnen worden samengevat onder de noemer *klimaatadaptieve verharding*. De ervaring met klimaatadaptieve verharding in de praktijk loopt sterk uiteen. Deltares is daarom gevraagd in samenwerking met de gemeente een quick scan uit te voeren naar goede oplossingen die ook passen bij de beheermethodiek en het straatbeeld van Leiden.

Het doel van deze quick scan is: een genuanceerd beeld te bieden welk type verhardingen in praktijk werkt, welk type niet werkt, wat hierin mis kan gaan en wat succes factoren zijn. Een kanttekening hierbij is dat het een snelle studie betreft. Uitgebreider onderzoek is nodig om tot gedetailleerde meetresultaten en ontwerpadvies te komen.

1.1 Aanpak

Om meer inzicht te krijgen in de toepassing van verschillende klimaatadaptieve verhardingen zijn er interviews afgenomen bij gemeenten die voorop lopen in de toepassing van klimaatbestendige verharding, namelijk de gemeenten Delft, Rotterdam, Utrecht en Almere. Tijdens deze interviews worden de gemeenten uitvoerig bevraagd over hun bevindingen met de verschillende typen klimaatadaptieve verharding. Ook is er een workshop georganiseerd met verschillende afdelingen binnen de gemeente Leiden, om de eigen positie met betrekking tot klimaatadaptieve verharding duidelijker in beeld te brengen. Aanvullend is er voor geselecteerde typen verharding een technische analyse uitgevoerd op basis van metingen.

Leeswijzer

Dit rapport heeft de volgende opbouw:

- Interviewresultaten.....p. 4
- Workshopresultaten.....p. 7
- Analyse praktijkmetingen.....p. 8
- Conclusies & aanbevelingen.....p. 10

1.2 Definities

Om een gedegen onderzoek te kunnen uitvoeren, wordt hier een definitie gegeven van de overwogen typen klimaatadaptieve verharding Deze definities komen van RIONED (<https://www.riool.net/begrippen-en-definities>).

1.2.1 Waterpasserende verharding

Bij waterpasserende verharding infiltreert overtollig regenwater via de voegen tussen de stenen naar het ondergelegen substraat. De stenen elementen zijn dus zelf niet doorlatend, maar dit wordt in de voeg opgelost. Meestal heeft waterpasserende verharding brede voegen om een hoge infiltratie van regenwater mogelijk te maken.



Figuur 1: Voorbeeld waterpasserende verharding (bron: StruykVerwo).

1.2.2 Waterdoorlatende verharding

Bij waterdoorlatende verharding infiltreert overtollig regenwater door de steen naar het substraat eronder. De voegen van waterdoorlatende verharding kunnen smal zijn, aangezien het totale infiltrerende vermogen rust op de stenen.



Figuur 2: Voorbeeld waterdoorlatende verharding (bron: Klostermann Beton).

1.2.3 Halfverharding

Een halfverharding bestaat uit onsaamenhangend materiaal dat is verdicht. Deze verharding is waterdoorlatend; het doel is het voorkomen van plasvorming. Daarnaast wordt dit type verharding toegepast om de groei van onkruid te voorkomen.



Figuur 3: Voorbeeld halfverharding (bron: Nobre Cál).

1.2.4 Doorgroeibare verharding

Bij doorgroeibare verharding bestaan er tussen en/of in de stenen openingen waardoor vegetatie kan groeien. Het aandeel onverhard oppervlak en het type vegetatie kunnen naar wens worden ingevuld, afhankelijk van het beoogde gebruik. Vaak wordt een grassoort gebruikt als vegetatie.



Figuur 4: Voorbeeld doorgroeibare verharding (bron: opritaanleggen.net).

1.3 Onderzoeksvragen

De gemeente Leiden heeft de volgende concrete onderzoeksvragen geformuleerd, waarop in dit rapport antwoord wordt gegeven. Deze vragen worden niet apart in de conclusie behandeld; in de relevante onderdelen wordt aangegeven op welke onderzoeksvraag een antwoord gegeven wordt.

Wat zijn de verschillen en kenmerken van doorgroeibare verharding, halfverharding, waterdoorlatende verharding, waterpasserende verharding (qua doelmatigheid, onderhoudsregime, fundering, kosten)?

- a) Wat is het onderhoudsregime en wat is de lifecycle-cost van de verschillende typen en materiaalkeuzes? Op welke manier verschilt dit van traditionele bestrating?
- b) Welke fundering is nodig en heeft een goede waterdoorlatendheid?
- c) Op welke locaties in Leiden zijn de verschillende soorten klimaatbestendige verharding het beste toepasbaar (rekening houdend met functionaliteit, bodemtypologie, grondwaterstand)?
- d) Kan er berging van water plaatsvinden onder de waterdoorlatende verharding?
- e) Is er een onderscheid in wat er mogelijk is in de gebakken omgeving of betonnen omgeving?
- f) Welke vormen van klimaatbestendige verharding scoort het hoogste voor klimaatadaptatie (regenwateroverlast, hitte, droogte) en biodiversiteit?
- g) Zijn er ook circulaire vormen/nog duurzamere van bestrating in deze klimaatbestendige verhardingen?

Wat zijn de (lange-termijn) ervaringen met klimaatbestendige verhardingen van andere steden?

- h) Zijn de adviezen uit de handleiding van Deventer (2015) toepasbaar op Leiden?
- i) Wat is de ervaring met split opgevulde stenen m.b.t. eventueel eruit los komen door verkeer of door onderhoudsmaterieel?
- j) Welke pilots met waterdoorlatende verharding zijn er geweest binnen gemeente Leiden, en wat zijn de ervaringen daarmee?
- k) Er loopt momenteel een evaluatie van 3 typen toegepaste halfverhardingen: Padvast, Koersmix en Stabilizer. Met name hoe deze zich in het gebruik houden en hoe de uitstraling er van is afgezet tegen de kosten van het aanbrengen. Resultaat van deze evaluatie medio oktober.
- l) Wat zijn ervaringen met HydroLineo stenen van StruyckVerwo en het onderhoud hiervan? Wat is het type beheer dat nodig is voor, hoe vaak en welk type materieel? (HydroLineo gevuld met aarde/gras, HydroLineo gevuld met split)
- m) Wat zijn de ervaringen met Aquaflo?

Welke typen klimaatbestendige verhardingen (die momenteel op de markt beschikbaar zijn) kunnen voldoen aan de eisen van Leiden, op basis van onderhoudsregime, life cycle costs, locatiemogelijkheden, gewenste beeldkwaliteit van bepaalde gebieden?

- n) Op welke manier verschillen deze van traditionele verharding (kosten, onderhoudsregime)?

2 Interviewresultaten

Hier wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag a, b, d, e, f, g, i, l, m, n.

In deze sectie wordt een korte samenvatting gegeven van de interviews van de verschillende gemeenten. De volledige verslagen zijn te lezen in Bijlage 3. Enkele gegevens zijn nagevraagd intern bij de gemeenten en zijn later aangevuld.

2.1 Samenvatting van interviews

De referentieafbeeldingen van alle genoemde systemen in dit onderdeel zijn opgenomen in Bijlage 2.

2.1.1 Interview gemeente Delft

Ervaring met:	Waterpasserend: Aquaflow (drie locaties, verschillende constructies) Waterdoorlatend: - Halfverharding: Hier is geen antwoord op verkregen Doorgroeibaar: Hier is geen antwoord op verkregen
Voornaamste doel:	Wateroverlast voorkomen.
Onderhoud:	Regulier onderhoud met bestaande veeg/zuigwagen.
Life Cycle Costs:	Onbekend. Was geen overweging, motivatie was innovatie.
Voortschrijdend inzicht / tips:	<ol style="list-style-type: none">1. Installeer altijd kolken als back-up bij de toepassing van waterpasserende verharding. Op deze manier kan je zware buien goed afvoeren.2. Kolken hoeven niet aangesloten zijn op het riool; aansluiten op het zandcunet is voldoende.3. Woningen kunnen ook afgekoppeld worden naar het cunet.

2.1.2 Interview gemeente Rotterdam

Ervaring met:	Waterpasserend: HydroLineo, Aquaflow, H2O steen, Drainsteen, Porodrain Waterdoorlatend: - Halfverharding: Padvast, Stabilizer, Grauwacke Doorgroeibaar: Hier is geen antwoord op verkregen
Voornaamste doel:	<ul style="list-style-type: none">• Wateroverlast voorkomen• Hitte/droogteadaptatie
Onderhoud:	Regulier onderhoud met bestaande veeg/zuigwagen.
Life Cycle Costs:	(nog in te vullen)

Voortschrijdend inzicht / tips:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bij doorgroeibare verharding houdt gras zich niet goed. Dit is waarschijnlijk te wijten aan een te druk bereiden weg. 2. Waterpasserende verharding op drukke wegen werkt niet. Installeer dit op rustige wegen. De exacte reden is niet benoemd. 3. Het gebruik van lavakoffers bij waterpasserende verharding is niet optimaal; de doorlatendheid van een zandcunet is voldoende. 4. Tot nu toe presteert de waterpasserende verharding met kolken goed, zelfs zonder periodiek onderhoud. Dit is echter niet gemeten, het kan ook zijn dat het overtollig regenwater wordt afgevoerd door kolken.
---------------------------------	--

2.1.3 Interview gemeente Utrecht

Ervaring met:	<p>Waterpasserend: HUWA (beton/gebakken), De Hamer, Klosterman, Van de Zande, Drainflow</p> <p>Waterdoorlatend: Maas en Waal beton, Geostone</p> <p>Halfverharding: Stabilizer</p> <p>Doorgroeibaar: Grasbetonstenen</p>
Voornaamste doel:	<ul style="list-style-type: none"> • Wateroverlast voorkomen • Water lokaal vasthouden • Verbeteren waterkwaliteit
Onderhoud:	Onderhoud met bestaande veeg/zuigwagen. Norm van 90 l/s/ha wordt niet meer gecontroleerd/getest; er wordt nu van calamiteiten/meldingen uitgegaan.
Life Cycle Costs:	De volgende gegevens zijn geldig voor waterdoorlatende en waterpasserende verharding: Zonder periodiek onderhoud: ~20% duurder dan traditioneel. Met periodiek onderhoud: ~250% duurder dan traditioneel.
Voortschrijdend inzicht / tips:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Installeer altijd kolken als back-up bij waterpasserende en waterdoorlatende verharding. 2. Pas geen waterpasserende verharding toe op rijbanen met meer dan 500 voertuigen per etmaal. 3. Het gebruik van lavakoffers voor waterpasserende en waterdoorlatende verharding is niet optimaal. 4. Gebruik geen kalkhoudend split (wordt ondoorlatend) 5. Het formuleren en testen van een norm (90 l/s/ha) is beheerstechnisch lastig, nu ligt de focus op calamiteitenbeheer. 6. Bij doorgroeibare verharding (grasbeton) groeit het gras zeer slecht. 7. Bij de aanleg van waterpasserende verharding moet ervoor gezorgd worden dat de voegen goed gevuld zijn. Anders gaan de stenen klapperen.



Figuur 5: Tests op volledige schaal van waterpasserende verharding in Utrecht (bron: Boogaard & Lucke, 2019).

2.1.4 Interview gemeente Almere

Ervaring met:	Waterpasserend: Aquaflow Waterdoorlatend: - Halfverharding: Padvast Doorgroeibaar: Grasbetonstenen
Voornaamste doel:	<ul style="list-style-type: none"> • Wateroverlast voorkomen • Water lokaal vasthouden • Grondwater aanvullen in tijden van droogte. • Bewustwording • Biodiversiteit
Onderhoud:	Geen concreet beheersplan
Life Cycle Costs:	Ondanks reductie in schade door wateroverlast is waterpasserende/doorlatende verharding duurder dan traditionele verharding.
Voortschrijdend inzicht / tips:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Installeer altijd kolken als back-up bij waterpasserende en waterdoorlatende verharding. 2. Waterpasserende en waterdoorlatende verhardingen presteren op termijn zeer slecht. Doorgroeibare verharding is een betere oplossing omdat hier de waterdoorlatendheid behouden blijft. 3. Gebruik geen kalkhoudend split/puingranulaat (wordt ondoorlatend).



Figuur 6: Links: dichtgeslibde doorlatende verharding in Almere (bron: Rus M, presentatie RIONED)
 Rechts: Tests op volledige schaal van waterpasserende verharding (bron: TU Delft TV: <https://www.youtube.com/watch?v=R14BajCwU6w>).

2.2 Synthese van interviews

Geen van de gemeentes vertrouwt op de waterpasserende werking van de verharding alleen. Alle gemeentes hebben een back-up systeem voor het voorkomen van overlast bij extreme neerslag, maar ook wanneer de waterpasserende werking van de verharding afneemt. Dit kunnen kolken, maar ook een afschot naar oppervlaktewater of groenvoorziening zijn.

Het valt op dat de geïnterviewde gemeentes vaak meerdere systemen gebruiken. Er is een wens om niet van een enkel systeem afhankelijk te zijn, maar kennis te ontwikkelen over meerdere systemen. Veel gemeentes zijn nog zoekende; er is weinig concrete informatie beschikbaar over de prestaties van klimaatadaptieve verharding.

Als belangrijkste doel wordt genoemd het voorkomen van wateroverlast. Genoemde secundaire doelen zijn het beperken van hitte-overlast, het verbeteren van biodiversiteit en waterkwaliteit, en tenslotte het creëren van bewustwording onder bewoners.

Opvallend is dat de geïnterviewde gemeentes hun conclusies en aanbevelingen baseren op eigen ervaringen en dat onderlinge informatie-uitwisseling nauwelijks plaatsvindt. Dit resulteert in dat verschillende gemeentes tot verschillende conclusies komen over de effectiviteit en het onderhoud van bepaalde systemen. Echter, er zijn ook voorbeelden waarbij verschillende aanvliegroutes uitkomen op dezelfde bevindingen. Voorbeelden hiervan zijn de toepassing van kolken als back-up bij waterpasserende en waterdoorlatende verharding, en de voorkeur voor klimaatadaptieve verharding op plaatsen waar ruimtegebrek een probleem is.

Een ander opvallend punt is dat de life cycle costs, inclusief het onderhoud, nog niet uitvoerig worden meegenomen in de beslissing voor een bepaald type systeem. Vaak wordt gekozen voor klimaatadaptieve systemen vanuit het oogpunt van innovatie, waarbij onderhoud en de kosten hiervan op lange termijn ondergeschikt zijn. Als resultaat onderhouden gemeentes hun klimaatadaptieve verharding met bestaand materieel, en wordt er vanuit kosten oogpunt geen periodiek onderhoud uitgevoerd. Daarbij komt dat de ervaringen met bijvoorbeeld een ZOAB reiniger niet positief zijn; de originele infiltratiecapaciteit van waterpasserende en waterdoorlatende kan niet hersteld worden.

Het is lastig voor gemeentes om doorgroeibare verharding onder te brengen in een afdeling. Vaak liggen de verantwoordelijkheden bij de wegbeheer of groenbeheer afdeling.

Een interessant punt van de gemeentes Utrecht, Rotterdam en Almere is dat er geëxperimenteerd wordt met een opstaande rand bij de kolken, om afstroming in de kolken zo veel mogelijk te voorkomen. Deze maatregel creëert bergingscapaciteit op maaiveld, en zorgt ervoor dat het water lokaal kan infiltreren. Dit effect kan ook bereikt worden door de kolk 1-2 cm hoger dan het wegdek te plaatsen. Voorwaarde is wel dat het wegdek vlak moet liggen; bij een te grote helling stroomt het te snel af.

3 Workshopresultaten

Hier wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag c, f, j.

Op maandag 7 december 2020 heeft een workshop plaatsgevonden met de gemeente Leiden, waarin vertegenwoordigers van diverse afdelingen binnen de gemeente aanwezig waren. Het doel van deze workshop was om de positie van de gemeente Leiden met betrekking tot klimaatadaptieve verharding te verduidelijken.

De Mentimeter resultaten van de workshop zijn opgenomen in Bijlage 4.

Wat is het belangrijkste doel voor de gemeente Leiden om te kiezen voor klimaatadaptieve verharding?

Op de vraag wat het belangrijkste doel is voor de gemeente Leiden om te kiezen voor klimaatadaptieve verharding kwam een divers antwoord naar voren. Het beperken van wateroverlast was het meest genoemde antwoord, maar ook kansen voor (ecologisch) vergroenen is een duidelijk doel.

Tegelijkertijd wordt gezien dat waterpasserende verharding onder extreme neerslag condities niet altijd volstaat. Bij kleinere neerslaghoeveelheden volstaat de waterpasserende verharding wel en kan naar verwachting alsnog 70-90% van de jaarlijkse neerslag infiltreren wat een positief effect heeft op de waterbeschikbaarheid en het voorkomen van droogte.

In hoeverre zijn de life cycle costs bepalend voor de keuze voor een systeem?

De life cycle costs, inclusief onderhoud, worden gezien als een belangrijke, maar niet de meest bepalende factor voor de keuze van een systeem.

Wat zijn de belangrijkste voordelen van klimaatadaptieve verharding

Meervoudig ruimtegebruik wordt gezien als een belangrijk voordeel van klimaatadaptieve verharding. Dit type verharding is daarom geschikt om te gebruiken op locaties waar ruimtegebrek een probleem is. Hoewel de buffercapaciteit niet zo hoog is als die van bijvoorbeeld een wadi, zijn het lokaal infiltreren van regenwater en toevoegen van groen belangrijke overwegingen bij de keuze voor klimaatadaptieve verharding.

Wat zijn de belangrijkste nadelen van klimaatadaptieve verharding

Als belangrijkste nadeel van klimaatadaptieve verharding wordt genoemd dat de prestaties over tijd relatief onbekend zijn in vergelijking met conventionele afvoer via kolken. Dit betreft de bergings- en infiltratiecapaciteit, alsmede de life cycle costs. Met name de noodzaak tot duur periodiek onderhoud in relatie tot afnemende prestaties is onduidelijk. Daarmee komen direct twee kennisleemtes naar boven waar de gemeente Leiden meer informatie over vraagt: de prestaties van diverse typen klimaatadaptieve verharding over tijd, en meer inzicht in de beheerskosten.

Op basis van de ervaringen van andere gemeenten, zou je de volgende typen verharding toepassing?

Type verharding	Ja	Nee
Waterpasserende verharding:	6	4
Waterdoorlatende verharding:	3	6
Halfverharding:	9	0
Doorgroeibare verharding:	10*	0

*Tijdens de workshop waren er nog relatief weinig positieve en negatieve kenmerken van doorgroeibare verharding bekend.

4 Systemen & praktijkmetingen

Hier wordt antwoord gegeven op onderzoeksvraag b, d, e, f, g, l, m.

In aanvulling op de lange termijn ervaringen van gemeenten met diverse soorten klimaatadaptieve verharding, zijn de prestaties van een aantal concrete systemen gevraagd.

Op basis van een database met praktijkmetingen kunnen de prestaties van diverse typen klimaatadaptieve verharding in kaart gebracht worden. In dit onderdeel wordt er een technische analyse uitgevoerd van de door de gemeente Leiden gevraagde systemen: *Aquaflow, Aquabase, HydroLineo, Greenbrick, Padvast, Koersmix, Stabilizer.*

Aanvullend op bovenstaande selectie, zijn er een aantal systemen waar een grote hoeveelheid data over beschikbaar is. Deze systemen worden ook meegenomen in de analyse:

Klostermann, Drainvast (Drainvoeg), Drainmix, Drainflow.

De volledige tabel met de technische analyse is opgenomen in Bijlage 1.

De referentieafbeeldingen van alle hierboven genoemde systemen zijn opgenomen in Bijlage 2.

Uitleg tabel praktijkmetingen¹:

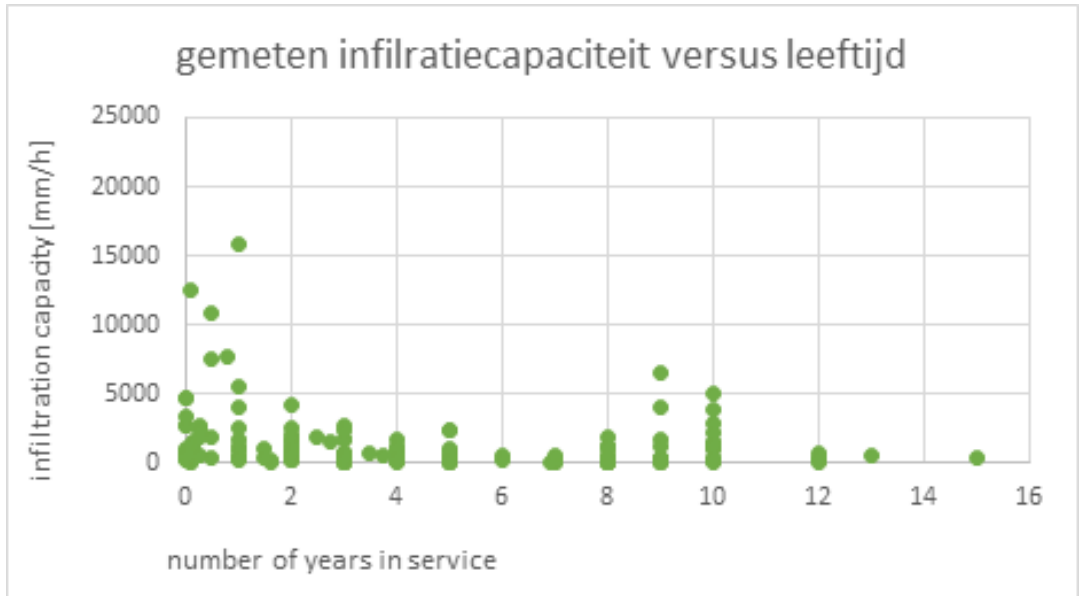
Er is voor dit project en het project 'Infiltrerende stad'² een database doorlatende verharding opgezet waarin alle metingen aan klimaatadaptieve verhardingen zijn toegevoegd en eerste analyses zijn gemaakt. Dit is nog niet gepubliceerd maar de eerste bevindingen zijn tijdens de workshop met Leiden gepresenteerd. Er zijn in diverse gemeenten verschillende vormen van infiltrerende verharding aangelegd, maar er zijn geen metingen van doorgroeibare verharding gevonden in literatuur en interviews van gemeenten. De database heeft dus alleen metingen over waterpasserende en waterdoorlatende verharding. Er zijn meer dan 100 infiltratieproeven uitgevoerd in meer dan 20 gemeenten, waarbij het hydraulisch functioneren is onderzocht met full-scale testen. De eerste resultaten van de analyse van deze database:

- Gemiddelde gemeten infiltratiesnelheid ligt in de orde van 500 mm/uur; het minimale is 20 mm/uur.
- Bij circa de helft van de metingen ligt de gemeten infiltratiesnelheid hoger dan 194 mm/uur (wordt vaak als norm toegepast).
- Er blijkt weinig verschil in infiltratiesnelheid tussen waterpasserende en waterdoorlatende verharding.
- Een relatie tussen systeemkenmerken (ondergrond, hoogte maaiveld, type wegprofiel) is alleen bij type wegprofiel gevonden: Infiltrerende verharding is effectiever op een vlak profiel.

¹ Tussenresultaten project Infiltrerende stad en update van database doorlatende verharding,

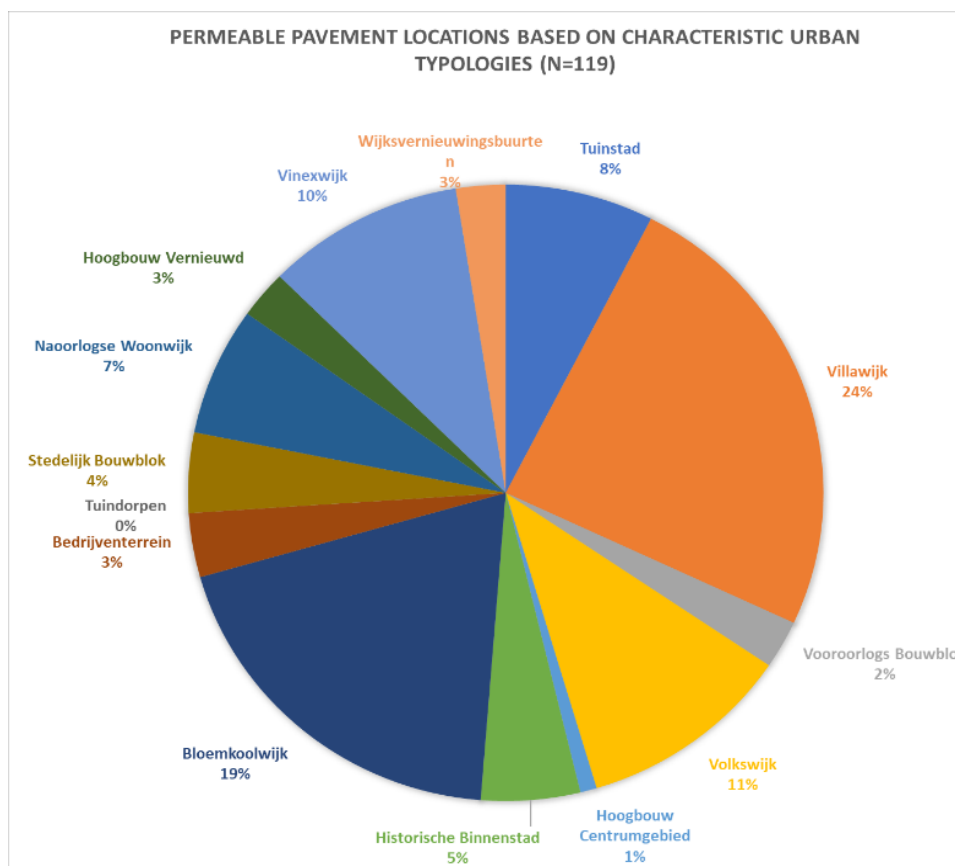
² <https://www.hogeschoolrotterdam.nl/onderzoek/projecten-en-publicaties/duurzame-havenstad/Water/Infiltrerendestad/resultaten/#flex>

- Bij waterdoorlatende als waterpasserende verhardingen loopt de infiltratiesnelheid terug met de tijd, heel grof gezegd gemiddeld met 75 mm/uur per jaar (zie Figuur 7). De onderhoudsfrequentie hangt af van de eisen, maar een redelijke schatting is elke 5 jaar.



Figuur 7: Gemeten infiltratiecapaciteit van waterdoorlatende verharding in de tijd.

- Omgevingsfactoren spelen een rol zoals de aanwezigheid van bomen en struiken en verkeersintensiteit, de invloed wordt nog nader gespecificeerd en gepubliceerd.
- Diverse methoden en effectiviteit afhankelijk van type reiniging: hogedruk lucht lijkt voor waterpasserende verharding effectief, ZOAB-reiniger bij waterdoorlatende verharding.
- Uit een eerste analyse van de in praktijk al geïmplementeerde klimaatadaptieve verharding (bron: climatescan.nl) blijkt: doorlatende verharding wordt met name in Vinex, volks-, villa en bloemkoolwijken toegepast. Dit geeft indicatief aan waar in Leiden ook kansen liggen of case studies met ervaring voor inspiratie en data.



Figuur 8: Toegepaste doorlatende verharding in relatie tot wijk typologieën (bron: climatescan.nl)

Hieronder wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste algemene kenmerken van de verhardingen. **De volledige tabel is weergegeven in Bijlage 1.** Een gedeelte van de informatie is afkomstig van praktijkmetingen; de overige informatie komt van de leverancier en literatuuronderzoek.

- De prestaties nemen af in verloop van tijd bij alle gemeten waterpasserende en waterdoorlatende verhardingen (Figuur 7)
- Alleen doorgroeibare verharding biedt de mogelijkheid om positief bij te dragen aan het verbeteren van de biodiversiteit. Dit is een wens die uitgesproken is door de gemeente Leiden.
- Deze meerwaarde voor biodiversiteit wordt niet door elke gemeente onderkend en hangt af van de specifieke locatie en product. Hier zijn geen onderzoeksresultaten van; dit behoeft verder onderzoek.
- Met het onderhoud zijn kosten, kunde en capaciteit nodig dat niet bij elke gemeente na aanleg beschikbaar is
- Er zijn diverse onderhoudsmethoden beschikbaar waarvan de resultaten sterk verschillen en de effectiviteit afhankelijk lijkt van het soort doorlatende verharding

Informatie in zware tekst is afkomstig van veldmetingen; informatie in **blauwe tekst** is afkomstig van de leverancier of literatuuronderzoek.

Waterpasserende verharding

Kenmerk				
Substraat	Aquaflow	Aquabase	-	-
Straatlaag	-	-	Drainflow	HydroLineo
Berging	40-150 mm/uur	70 mm/uur	90 mm/uur	(niet bekend)
Materiaal	Beton / gebakken	Beton / gebakken	Gebakken	Beton
Effectief hitte	Nee	Nee	Nee	Nee
Effectief biodiversiteit	Nee	Nee	Nee	Nee
Circulair	Hergebruik oude straatstenen	Hergebruik oude straatstenen	Nee	100% recyclebaar
Onderhoud	Niet bekend	Niet bekend	Niet bekend	Niet bekend

Waterdoorlatende verharding

Kenmerk			
Substraat	Aquabase	Drainmix	-
Straatlaag	ZOAK Tilesystems	ZOAK Tilesystems	Klosterman
Berging	700 mm/uur	900 mm/uur	60-150 mm/uur
Materiaal	Beton / gebakken	Beton / gebakken	Gebakken
Effectief hitte	Nee	Nee	Nee
Effectief biodiversiteit	Nee	Nee	Nee
Circulair	Nee	Nee	Nee
Onderhoud	Periodiek onderhoud	Periodiek onderhoud	Periodiek onderhoud

Halfverharding

Kenmerk			
Substraat	-	-	-
Straatlaag	Padvast	Koersmix	Stabilizer
Berging	Niet bekend	Niet bekend	1.5 mm/uur
Materiaal	Anders	Anders	Anders
Effectief hitte	Beperkt	Beperkt	Beperkt
Effectief biodiversiteit	Nee	Nee	Nee
Circulair	Nee	Herbruikbaar	Herbruikbaar
Onderhoud	Niet bekend	Niet bekend	Niet bekend

Doorgroeibare verharding

Kenmerk		
Substraat	-	-
Straatlaag	HydroLineo (gevuld met gras)	Greenbrick
Berging	Niet bekend	Niet bekend
Materiaal	Beton	Beton
Effectief hitte	Ja	Ja
Effectief biodiversiteit	Ja	Ja
Circulair	100% recyclebaar	100% recyclebaar
Onderhoud	Regulier groenonderhoud (maaieren/bosmaaier)	Regulier groenonderhoud (maaieren/bosmaaier)

5 Conclusies & Aanbevelingen

Harde aanbevelingen en conclusies kunnen niet worden getrokken op basis van de interview resultaten en analyses. De ervaringen en resultaten van de analyses lopen daartoe te ver uiteen en opgegeven waarden van fabrikanten zijn verkregen onder gecontroleerde omstandigheden die afwijken van praktijksituaties.

5.1 Waterpasserende en waterdoorlatende verharding

Waterpasserende en waterdoorlatende verharding kan kleine buien infiltreren, maar is zonder back-up systeem niet geschikt voor het bergen van zware buien.

Een belangrijke afweging die de gemeente Leiden moet maken is wat het voornaamste doel is van de waterpasserende en doorlatende verhardingen. Is dit voorkomen van wateroverlast of het bergen van water in de ondergrond om effecten van droogte te beperken.

Waterpasserende en doorlatende verhardingen functioneren goed genoeg voor gemiddelde neerslag omstandigheden. Hierdoor kan het grootste deel van de jaarlijkse neerslag worden geborgen in de bodem; dit help ook met het voorkomen van droogte. De werking van waterpasserende en waterdoorlatende verharding bij extreme neerslag kan onvoldoende zijn, waardoor de aanleg van een back-up systeem aan te raden is.

Waterpasserende en waterdoorlatende verharding is vooral geschikt voor wegen met een lage verkeersdruk.

Een aanbeveling is om waterpasserende en waterdoorlatende verharding aan te leggen op wegen met een lage verkeersdruk en liefst beperkte rijsnelheid (tot 30 km/uur). De gemeente Utrecht hanteert een norm van maximaal 500 voertuigen per etmaal. Voor toepassing in parkeerstroken zijn onderhoudsarme varianten het meest geschikt, gezien deze vakken vaak bezet zijn door auto's.

Pas een opstaande rand toe bij de kolken.

Door een opstaande rand van 1-2 cm bij kolken toe te passen, wordt er extra buffercapaciteit op maaiveld gecreëerd. Hierdoor kan regenwater infiltreren en wordt alleen bij hevige buien neerslag afgevoerd via het regenwaterstelsel. Ditzelfde kan bereikt worden door de kolken verhoogd aan te leggen.

Zelfs met goed onderhoud is het niet mogelijk om de prestaties terug te brengen naar het initiële niveau.

Goede aanleg en onderhoud lijken essentieel voor het goed functioneren van de water passerende verhardingen. In praktijk vindt onderhoud maar beperkt plaats en met standaard veegmateriaal. Dit lijkt onvoldoende om waterdoorlatendheid of waterpasserend vermogen te waarborgen. Ervaringen uit Almere laten zien dat reiniging met ZOAB reiniger na een aantal jaar de infiltratiecapaciteit wel vergroot, maar niet tot de oorspronkelijke infiltratiesnelheid.

De prestaties van waterpasserende en waterdoorlatende verharding nemen af over tijd.

Metingen tonen aan dat de prestaties van waterpasserende en doorlatende verhardingen in de tijd afneemt. Niet alle verhardingen hebben na 10 jaar nog steeds een doorlatendheid die voldoende is voor het opvangen van een T=10 bui. Dit is echter niet bij alle bemeten verhardingen het geval en het is nog niet goed voorspelbaar waarom en bij welke verhardingen dit de doorlatendheid teveel terugloopt gezien er diverse factoren zijn die dit kunnen beïnvloeden. Hieromtrent is meer onderzoek nodig. Van doorgroeibare verhardingen is relatief weinig bekend en kunnen geen conclusies worden getrokken.

Teveel verschillende systemen kan onderhoudbaarheid bemoeilijken. Veel gemeenten hebben meerdere typen systemen aangelegd. Hoewel niet opgemerkt in de interviews, kan een overdaad aan verschillende systemen het beheer en onderhoud op lange termijn bemoeilijken. Een beperkt aantal verschillende systemen lijkt wenselijk.

Gebruik van basalt split beperkt kans op dichtslibben en losliggende stenen.

Voor zowel waterpasserende als waterdoorlatende verharding wordt het gebruik van basalt split aangeraden, omdat dit (in tegenstelling tot bijvoorbeeld kalkhoudende split) niet snel dichtslib of vergruisd.

5.2 Halfverharding

Halfverharding wordt door veel gemeenten vooral aangelegd in groenvoorzieningen. Hierbij kan neerslag eventueel afstromen naar het groen. Half verhardingen worden dan ook niet toegepast als infiltrerend oppervlak. Ook zijn de bijdragen aan hittestressreductie en vergroten van biodiversiteit verwaarloosbaar. Vanuit klimaatadaptatie en ecologie is er op dit moment geen noodzaak om de kennis over deze verhardingen te vergroten.

5.3 Doorgroeibare verharding

Vanuit de gemeente Leiden komt de voorkeur naar boven voor het meer toepassen van (ecologisch) groene verharding. Daarmee is doorgroeibare verharding een geschikte kandidaat voor toepassing in Leiden.

Op intensief gebruikte wegen/parkeerplekken groeit vegetatie niet goed.

Het gebruik van doorgroeibare verhardingen op parkeervakken die intensief worden gebruikt wordt door sommige gemeentes afgeraden. Dit omdat de vegetatie slecht aanslaat onder de geparkeerde auto's en het maaien wordt bemoeilijkt door de geparkeerde auto's. Echter, dit lijkt niet op alle locaties het geval en waarschijnlijk afhankelijk van meer factoren als product, bovenlaag etc. Op extensief gebruikte parkeerplaatsen kan doorgroeibare verharding wel succesvol zijn.

Het is onduidelijk welke typen vegetatie succesvol zijn.

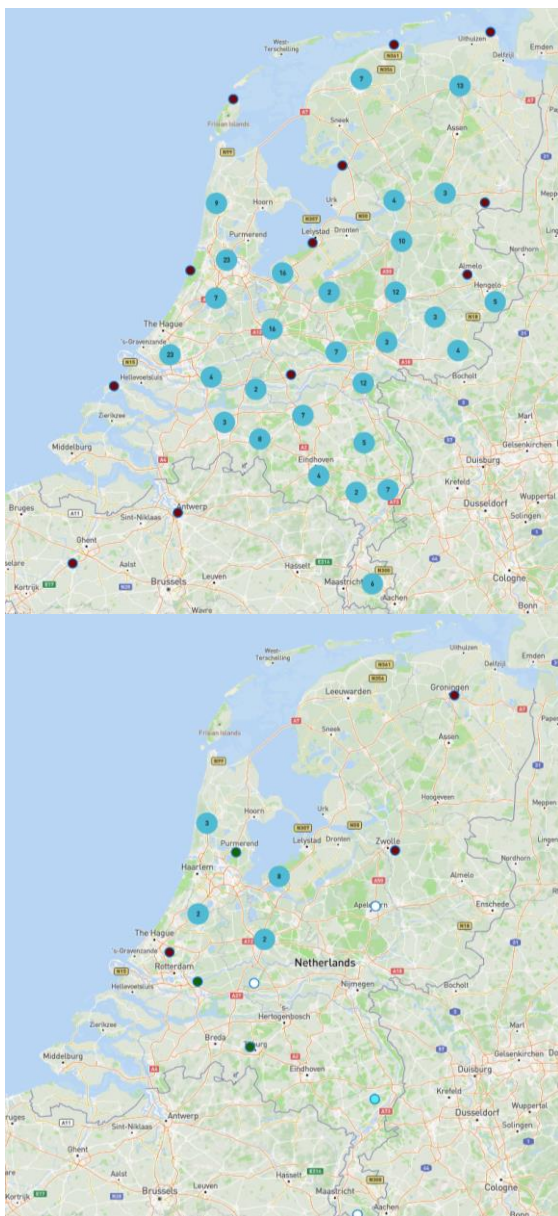
Het is in dit onderzoek nog niet duidelijk welke soorten vegetatie er zijn toegepast op de doorgroeibare verhardingen. Het is zinvol om dit in beeld te brengen om te achterhalen welke soorten wel en niet succesvol zijn, maar ook te bepalen welke soorten er optimaal bijdragen aan de biodiversiteit. Gras is de meest toegepaste vegetatie, maar niet per se de meest ecologisch waardevolle vegetatie.

De prestaties van doorgroeibare verharding zijn grotendeels onbekend.

Er ontbreekt kennis over het waterbergend vermogen, de kwaliteit van het groen in relatie tot de opbouw, het type verharding, het type grond en de vegetatie. Hier kan middels veldonderzoek een beter beeld van opgebouwd worden. De invulling van het niet-verharde gedeelte heeft invloed op de infiltratiecapaciteit en de (positieve) bijdrage aan de biodiversiteit.

5.4 Algemene aanbevelingen

Klimaatadaptieve verharding is vooral geschikt indien ruimtegebrek een probleem is. Het is namelijk een voorbeeld van meervoudig ruimtegebruik: verkeer, waterberging en mogelijk ecologie. Echter, indien veel ruimte beschikbaar is en berging infiltratie in de omgeving mogelijk kunnen bijvoorbeeld wadi's of bergingsvijvers een goed alternatief zijn. Een andere belangrijke aanbeveling is om altijd een back-up systeem te installeren al dan niet met een afvoer die enkele centimeters hoger ligt om een groot deel van kleine buien te laten infiltreren. Een overloop kan uitgevoerd worden met kolken, of een overloop in de nabijgelegen berm. Voorbeelden hiervan zijn gegeven in Figuur 9 en Figuur 10.



Links: diverse voorbeelden doorlatende verharding in Nederland

(bron: <https://www.climatescan.nl/#filter-1-3>)

Rechts: doorgroeibare verharding

(bron: <https://www.climatescan.nl/#filter-1-3-108>)



Figuur 10: Een voorbeeld van doorgroeibare verharding in de Aquamarijnstraat (Almere) met overloop naar de nabijgelegen berm in dit geval een wadi (bron: <https://www.climatescan.nl/projects/5364/detail>).

A Overzichtstabel

In de overzichtstabel is informatie in zware tekst afkomstig van veldmetingen; informatie in **blauwe tekst** is afkomstig van de leverancier of literatuuronderzoek.

	Substraat: Aquaflo Categorie: <i>Waterpasserend</i> Merk:	Aquabase <i>Waterdoorlatend</i>	Aquabase <i>Waterpasserend</i>
Wegoppervlak:		ZOAK <i>Tile systems</i>	
Doelmatigheid Kan er berging van water plaatsvinden onder de waterdoorlatende verharding?	Laag NL: 40 mm/uur Hoog NL: 150 mm/uur	Hoog NL: 700 mm/uur (direct na constructie)	Hoog NL: 70 mm (Enschede)
Materiaal	Ja	Ja	Ja
Effectief voor droogte	Beton & gebakken	Beton / gebakken	Beton / gebakken
Effectief voor wateroverlast	Ja	Ja	Ja
Effectief voor hitte	Nee	Nee	Nee
Vergroot biodiversiteit	Nee	Nee	Nee
Circulair	Geschikt om oude straatstenen te hergebruiken	Nee	Geschikt om oude straatstenen te hergebruiken
Onderhoud	(niet bekend)	Periodiek onderhoud	(niet bekend)
Fundering	Hardsteen 8-32 mm type MHK53	Aquabase A5 8/32	(niet bekend)
Geotextiel	Ja		(niet bekend)
Voegbreedte	8 mm	3 mm	(niet bekend)
Voegmateriaal	Split 1/3	Basalt split 0-2	(niet bekend)

Aquabase	Drainmix	Waterpasserend	Waterpasserend	Doorgroeibaar
<i>Traditioneel</i>	<i>Waterdoorlatend</i>	<i>Van der Sanden</i>	<i>Struyk/Verwo</i>	<i>Struyk/Verwo</i>
	ZOAK Tilsystems	Drainflow	Hydrolineo gevuld met split	Hydrolineo gevuld met aarde/gras
Laag NL: 130 mm (Amsterdam)	Hoog NL: 900 mm/uur (direct na constructie)	Laag NL: 90 mm/uur (na 4 jaar)	(niet bekend)	(niet bekend)
Ja	Ja	Nee	Nee	Nee
Beton / gebakken	Beton / Gebakken	Gebakken	Beton	Beton
Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Nee	Nee	Nee	Nee	Ja
Nee	Nee	Nee	Nee	Ja
Nee	Nee	Nee	Nee	Ja
Geschikt om oude straatstenen te hergebruiken	Nee	Nee	100% recyclebaar	100% recyclebaar
Regulier vegen	Periodiek onderhoud	(niet bekend)	(niet bekend)	Regulier groenonderhoud (maaien/bosmaaiër)
(niet bekend)	Drainmix 4/16	Split 2/6	Ongebonden steenslagen fractiegrootte 4 - 40 mm	Ongebonden steenslagen fractiegrootte 4 - 40 mm
(niet bekend)	3 mm	Nee	Nee	Nee
(niet bekend)	Basalt split 0-2	10 mm	(niet bekend)	(niet bekend)
(niet bekend)		Split 1/3 of Split 2/6 of Vilt incl. zand	(niet bekend)	Graszaadmengsel, zaaidichtheid 20 gram/m ²

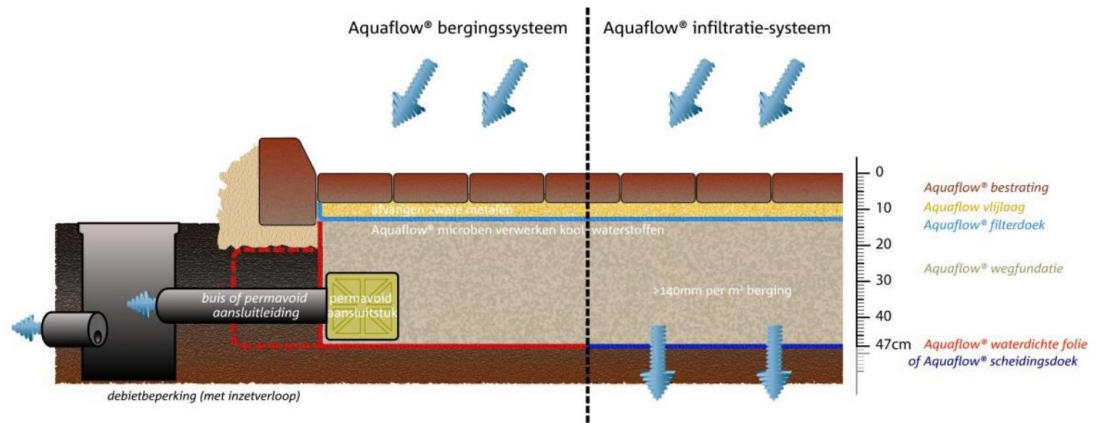
Doorgroeibaar Struik/Verwo	Halfverharding Infrarology	Halfverharding Koersmix	Halfverharding ecodynamie	Waterdoortend Klosterman	Waterpasserend Drainvast (Drainvoeg)
Greenbrick	Padvast	Koersmix	Stabilizer		
(niet bekend)	(niet bekend)	(niet bekend)	1.5 mm/uur	Hoog NL: 150 mm/uur (na 3 jaar) Hoog NL: 60 mm/uur (na 8 jaar)	Hoog NL: 1250 mm/uur (direct na constructie) Laag NL: 3800 mm/uur (direct na constructie); 500 mm/uur (na 3 jaar)
Nee	Nee	Nee	Ja	Nee	Ja
Beton	Anders	Anders	Anders	Beton	Beton / gebakken
Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Ja	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee
Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee
100% recyclebaar	Nee	Herbruikbaar	Herbruikbaar	Nee	Geschikt om oude straatstenen te hergebruiken
Regulier groenonderhoud (maaien/bosmaier)	Minimaal onderhoud	Minimaal onderhoud	Minimaal onderhoud Opbouw:	(niet bekend)	(niet bekend)
Ongebonden steenslagen fractiegrootte 4 - 40 mm	0/5, 0/8, 0/14, 0/20, 0/31.5	Afhankelijk van mengsel	Menggranulaat 16/31.5, lava 0/16, Stabilizer 50 mm	(niet bekend)	Gebroken hardsteen 6/32
Nee (niet bekend)	Nee	Nee	Nee	(niet bekend)	Nee
Graszaadmengsel, zaaidichtheid 20 gram/m ²	-	-	-	(niet bekend)	4-8 mm Drainvoeg witjes, ingeveegd met split 1-3 niet kalkhoudend

B Referentieafbeeldingen van systemen

Aquaflow

Fabrikant: Aquaflow

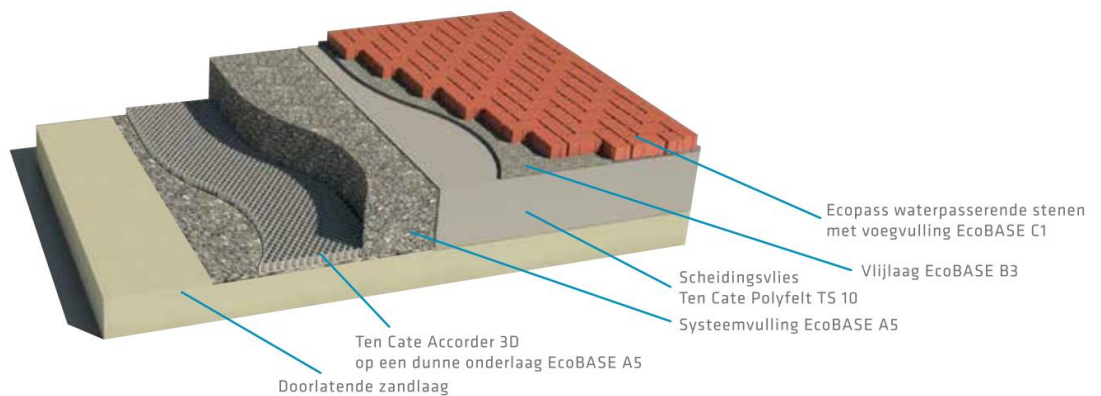
Substraat.



Aquabase

Fabrikant: Aquabase

Substraat.





HydroLineo

Fabrikant: StruykVerwo

Waterpasserend:



Doorgroeibaar:



Greenbrick

Fabrikant: StruykVerwo

Doorgroeibaar:



Padvast

Fabrikant: Infranology

Halfverharding:



Koersmix

Fabrikant: Koersmix

Halfverharding:



Stabilizer

Fabrikant: ecoDynamic

Halfverharding:



Klostermann

Fabrikant: Klostermann

Waterdoorlatend:



Drainvast (Drainvoeg)

Fabrikant: Drainvast

Waterpasserend:



Drainmix

Fabrikant: Drainmix

Substraat.



Drainflow

Fabrikant: Van der Sanden

Waterpasserend:



C Interviewverslagen

In deze bijlage staan de volledige verslagen van de interviews met alle gemeenten.

Verslag interview Delft

1. Welke type waterpasserende, waterdoorlatende en doorgroeibare verharding heeft u liggen in de gemeente? Hoe lang ligt het er al?

In Delft zijn verschillende soorten aquaflow toegepast. Vooral ter compensatie van oppervlaktewaterberging. Bij de toepassing zijn er elke keer iets andere principes gebruikt, niet exact hetzelfde ontwerp.

Waterdoorlatende verharding in Delft:

- Drukkerijlaan: traditioneel Aquaflow met geotextiel (is ook door Floris getest³).
- Hof van Delft: Aquaflow.
- Op de campus: Doorgroeibare verharding, zijn goede ervaringen mee. Dit valt onder het beheer van de gemeente Delft, wordt navraag gedaan.

2. Wat is het doel van deze verhardingen? Beperken wateroverlast, droogte, hitte, biodiversiteit...

Waterberging is het belangrijkste doel, om oppervlaktewater te compenseren. Het achterliggende doel is om wateroverlast te voorkomen. De droogtecomponent zit hier niet bij. In het project op de Drukkerijlaan kwamen de eisen voor de aanleg van het Waterschap, bij de andere projecten kwamen deze van de gemeente.

Er is vanwege ruimtegebrek niet gekozen voor traditionele verharding.

3. Welke type funderingen zijn gebruikt onder de verhardingen? Bij voorkeur per type waterdoorlatende verharding (met onderscheid tussen enkel open bestrating, en open bestrating met groen).

In alle gevallen is gekozen voor dolomiet (steengruis).

Bij het project op de Drukkerijlaan is gebruik gemaakt van een ondoorlatend geotextiel, om vervuiling vanuit de ondergrond (mobiele verontreiniging van oude drukkerij) tegen te gaan. Bij Hof van Delft is ook een ondoorlatend geotextiel gebruikt. Echter, hier om waterberging te creëren. Het geotextiel is ondoorlatend om te voorkomen dat het water naar de woningen loopt.

Bij het project Loden Vloer is geen geotextiel gebruikt.

4. Heeft u ook additionele maatregelen geïnstalleerd voor het geval van zeer extreme neerslag, of niet functioneren van de 'infiltratie' in de verharding?

Nee, er is geen back-up system. Dan stroomt het over het oppervlak af.

5. Wat zijn uw lange termijn ervaringen met waterpasserende, waterdoorlatende en doorgroeibare verharding? Graag aangeven na welke termijn:

- Waterpasserende verharding niet meer voldeed
- Of bekend is waarom deze niet meer voldeed
- Welke herstellende maatregelen zijn genomen
- Wat u anders zou doen

Goede ervaringen, met uitzonderingen van laatste jaar toen de voegen verstopten.

Toen zijn er extra kolken geplaatst om het water naar het watervoerend pakket te brengen. De kolken wateren af op het pakket onder de bestrating.

Bij het project in Hof van Delft is gewerkt met traditionele klinkers en traditionele kolken.

³ <https://www.climatescan.org/projects/58/detail>

Op de Drukkerijlaan ging mos groeien. Dit is er met spuiten uit gehaald, maar in het afgelopen jaar zijn er toch kolken (met afvoer naar onderliggend pakket) geplaatst omdat het water te lang bleef staan. Deze kolken zijn niet aangesloten op riolering.

De gebruikte fractiegrootte is ...?

Wat zou je anders doen?

Het veegregime kreeg ik bij beheerders niet goed tussen de oren. Ook is mosgroei een probleem.

Door afspoelen van teelaarde naar bestrating krijg je altijd mos. Door opnieuw aan te leggen is dit te verwijderen. Dit kan niet verwijderd worden met beheersmaatregelen. Dit is bij de aanleg al misgegaan, hierdoor slibden de voegen dicht.

Hoe kan onderhoud goed gebeuren?

Door te vegen met een hoge zuigkracht reiniger, en goed langs de randen. Minimaal 2x per jaar.

Ik zou niet meer met waterpasserende stenen werken, maar wel in combinatie met kolken.

6. Wat is uw ervaring met half verhardingen (specifiek op gebied van onderhoud, gebruik en uitstraling) (zijnde: Padvast, Koersmix, Stabilizer, of andere).

Dit kan ik nog niet antwoorden. Wordt doorspeeld naar collega van groenbeheer.

Doorgroeibare verharding ervaringen zit ook bij groenbeheer.

Er moet voldoende zand onder de verharding liggen (niet op klei/veen) om water te kunnen afvoeren.

Groene verhardingen: waarom?

Bij Delft Campus station: Omdat het anders een groot parkeerplein zou worden. Dus nu hebben parkeerplaatsen geen groene verharding, alleen de rijbanen ertussen. Op de parkeervlakken staan bijna 24/7 auto's, dus alleen op de rijbanen is gras aangelegd, omdat hier maaien mogelijk is. Mogelijkheid tot onderhoud (maaien) was de enige reden voor deze keuze van indeling.

Stroomt parkeerplakken af naar rijbaan?

Ja, stroomt naar rijbaan en er zijn ook een beperkt aantal kolken aan de spoorzijde. Dit ligt er nu 1 jaar.

We hebben nog niks wat er langer ligt. De ervaringen tot nu toe zijn positief.

7. Wat is het onderhoudsregime (beheerplan) van de verschillende systemen? En hoe is periodiek onderhoud verwerkt in het onderhoudsschema in uw gemeente? Met welk materieel wordt dit uitgevoerd, en is hier extra materieel voor aangeschaft?

Er is geen extra materieel aangeschaft. Er wordt gewoon gebruik gemaakt van bestaande straatvegers.

Er komt nu een nieuw systeem in de binnenstad met Hydroblocks (beton). Dat bedrijf wilde een project uitvoeren in de historische binnenstad. Over dit systeem komen gebakken stenen te liggen. De ontwatering gaat via kolken. *Ontwerp wordt toegestuurd.*

Er wordt geen gebruik gemaakt van geotextiel. Er ligt een drain naast, maar die is ook voor de ontwatering van de panden. Dit is gedaan ter voorkoming van wateroverlast op het Begijnhof. Dit wordt nu een afgekoppeld systeem, maar gebouwen krijgen we niet afgekoppeld. De gemeentelijke riolering wordt daar niet vervangen (ligt er nog maar 10 jaar).

8. Wat zijn de Life Cycle Costs van de systemen die u heeft liggen in uw gemeente?

Hebben we nog geen ervaring mee. Er is wel een berekening vooraf gedaan, maar kosten speelden geen grote rol in deze beslissing. De belangrijkste motivatie is innovatief zijn. En politiek wil Delft zich profileren als kennisstad. Afgezien hiervan is het onduidelijk of deze bestratingstypen nog steeds toegepast zouden worden.

9. Hoe verschillen Life Cycle Costs met traditionele bestrating?

Nog geen ervaring.

10. Wat voor split gebruikt u, en waarvoor (indien van toepassing bij het vullen van grote openingen in waterpasserende verharding, zoals bij HydroLineo indien gras geen optie is)?

- Welke fractie is daarbij toegepast?

Niet bekend.

11. Heeft u ervaring met het loskomen van split door verkeer of onderhoudsmaterieel en het voorkomen hiervan?

Dit is heel gering. Stenen zijn ook niet gaan wiebelen, liggen er nog strak in.

12. Heeft u ervaring met een van de volgende producten, en zo ja, wat zijn uw ervaringen met het onderhoud van deze systemen? Hydrolineo (StruykVerwo), Aquaflow, Padvast, Koersmix, Stabilizer. Aquabase, Greenbrick, (Olivijn)?

- Hydrolineo: nee
- Aquaflow: Ja, in 2 locaties/systemen (Hof van Delft en Drukkerijlaan)
- Padvast: -
- Koersmix: -
- Stabilizer: -
- Aquabase: nee
- Greenbrick: nee
- Olivijn: nee

13. Heeft waterpasserende verharding in uw gemeente last van boomwortelopdruk of andere ongemakken? Heeft u nog tips en of informatie voor de gemeente Leiden in het kader van 'bezint voor men begint' en kansen voor klimaatadaptatie?

Nee, bomen hebben eigen cunet gekregen, met een eigen groeipakket. Ik weet niet of er minder/meer boomwortelopdruk is door waterpasserende verharding. De meeste boomwortelopdruk vindt plaats als de grondwaterstand te hoog is.

Zijn er uitsparingen gemaakt in cunet?

De bomen staan allemaal op het trottoir. Bij station Campus zijn er wel uitsparingen in de wegfundering.

14. Heeft u verder nog informatie of vragen?

Kom maar eens kijken in Delft.

Belangrijkste is: doe het, en leer van je fouten.

En wees niet te bang om fouten te maken.

Veel klagende bewoners gehad, waren bang dat de diameters van de buis van de regenriolering te klein zou worden.

Systemen zijn gedimensioneerd op bui 8/9. Bij grotere buien staat er wel water op straat. Meestal maximaal een half uur. Maar dan alleen op de rijbaan, het water is nooit de huizen in gestroomd.

Op de Drukkerijlaan zijn de woningen ook afgekoppeld naar het cunet. Bij Hof van Delft helemaal niet.

Verslag interview Rotterdam

1. Welke type waterpasserende, waterdoorlatende en doorgroeibare verharding heeft u liggen in de gemeente? Hoe lang ligt het er al?

We hebben wel Waterpasserende stenen, maar geen waterdoorlatende stenen.

De gebruikte typen zijn:

H2O steen (StruykVerwo) (veruit het merendeel).

Drainsteen van MBI

Porodrain van MBI

Het eerste project ligt al vanaf 2003. In 2004 is de tweede aangelegd. Daarna in 2010 weer enkele projecten. En vanaf 2014 is het in een stroomversnelling gekomen.

Schatting: in totaal 170,000 m2 waterpasserende verharding.

Doorgroeibare verhardingen op één hoop gegooid en verder weinig mee gedaan. Wordt nu groenverharding genoemd. Dit is pas sinds een jaar in beeld, nu wordt er meer mee gewerkt. Dit bestaat nu nog vaak gewoon uit betonstenen op zandcunet met gras ertussen, maar dit gras gaat snel dood.

Onderhoud is een puzzel: bij welke afdeling komt dit terecht? Beluchten, maaien, bemesten. Of bij 'wegen', of bij 'groen'. Dus de stenen bij wegen, het groen bij 'groen'.

Aviva: in Leiden loopt nu onderzoek naar droogteminnende kruiden voor doorgroeibare verharding.

2. Wat is het doel van deze verhardingen? Beperken wateroverlast, droogte, hitte, biodiversiteit...

In eerste instantie om wateroverlast te voorkomen (beperken hoeveelheid water dat naar de zuivering gaat).

Nu komt daar droogte/hitte bij.

Bij biodiversiteit spreken we over doorgroeibare verharding, dan helpt alleen gras niet.

3. Welke type funderingen zijn gebruikt onder de verhardingen? Bij voorkeur per type waterdoorlatende verharding (met onderscheid tussen enkel open bestrating, en open bestrating met groen).

We zijn begonnen met lavakoffers, systeem uit 2003 en 2010.

De problemen met lavakoffers waren: ingewikkeld, duur, lastig met kabels/leidingen. Het resultaat hiervan is dat lavakoffers zijn afgeschaft. Tevens bleek dat een zandcunet voldoende doorlatend is.

Afgelopen 7 jaar hebben we een eigen systeem ontwikkeld: zandcunet, splitlaag, dan waterpasserende steen.

Cunet heeft meestal standaard opbouw, maar in de praktijk zijn er wisselingen.

Case: ten noorden van station centraal:

<https://www.climatescan.nl/projects/1185/detail>

- Waterpasserende gebakken steen.
- 3 typen gebakken steen: eigen opbouw, gevarieerd in voegvulling.

4. Heeft u ook additionele maatregelen geïnstalleerd voor het geval van zeer extreme neerslag, of niet functioneren van de 'infiltratie' in de verharding?

Ja, we doen altijd kolken erbij. Die zijn aangesloten op het DIT riool, en deze staan in verbinding met open water.

5. Wat zijn uw lange termijn ervaringen met waterpasserende, waterdoorlatende en doorgroeibare verharding? Graag aangeven na welke termijn:

- Waterpasserende verharding niet meer voldeed
- Of bekend is waarom deze niet meer voldeed
- Welke herstellende maatregelen zijn genomen
- Wat u anders zou doen

Lastige vraag: wanneer voldoet het niet meer? Is nog een zoektocht.

Tot nu toe voldoet het; het ligt er, het blijft liggen. Geen klachten van water op straat.

Grenswaarden zijn nog onduidelijk: 20 mm/h of 197 mm/h?

Er is wel wat onderzoek gedaan naar plekken waar geen kolken staan, en daar metingen gedaan met de hogeschool. In de reactie van de peilbuizen is te zien dat het wel infiltreert. Het droombeeld is: pas na 20 jaar bij herbestraten zijn de voegen weer schoon, en tot die tijd hoeft u niks te doen.

Deze systemen worden nog steeds aangelegd, met als doel afkoppelen.

ZOAK steen, doorlatende klinker (7 cm dik). die worden toegepast zodra de 7 cm dikke stenen beschikbaar zijn.

Anders doen:

Zoeken naar robuustere systemen (goed gevoel bij ZOAK). Aquaflow met kratten zijn ook goed.

Kolken functioneren ook goed.

ZOAK zou de eerste waterdoorlatende steen zijn in Rotterdam.

Landschapsarchitecten willen graag gebakken; waterbeheerders willen waterpasserend.

6. Wat is uw ervaring met half verhardingen (specifiek op gebied van onderhoud, gebruik en uitstraling) (zijnde: Padvast, Koersmix, Stabilizer, of andere).

- Padvast: Kennen we, zijn we tevreden over. Het is geen ingewikkeld systeem. Alleen geschikt voor heel lage belastingen.
- Koersmix: Kennen we niet.
- Stabilizer: Kennen we. Zit veel fijne fractie in. Kan iets meer belasting hebben dan Padvast.
- Grauwacke: Split van natuursteen.

Zowel Padvast en Stabilizer voldoen goed.

Er start nu een proef om Padvast, stabilizer en grauwacke te testen.

7. Wat is het onderhoudsregime (beheerplan) van de verschillende systemen? En hoe is periodiek onderhoud verwerkt in het onderhoudsschema in uw gemeente? Met welk materieel wordt dit uitgevoerd, en is hier extra materieel voor aangeschaft?

Pas sinds kort halfverharding goed op het netvlies, tot nu toe doen we weinig aan onderhoud.

Ervaringen met Padvast: Gaat heel goed, na 2 jaar nog geen onkruid.

Ervaringen met Stabilizer: Randen worden een beetje groen, maar houden zich ook goed.

Verder is er geen speciaal materieel aangeschaft voor onderhoud.

8. Wat zijn de Life Cycle Costs van de systemen die u heeft liggen in uw gemeente?

Daar is naar gekeken, maar die gegevens heb ik niet.

9. Hoe verschillen Life Cycle Costs met traditionele bestrating?

Daar is naar gekeken, maar die gegevens heb ik niet.

10. Wat voor split gebruikt u, en waarvoor (indien van toepassing bij het vullen van grote openingen in waterpasserende verharding, zoals bij HydroLineo indien gras geen optie is)?

- Welke fractie is daarbij toegepast?

Waterpasserende verharding: split 3-6 (morenen split).

Het is nog de moeite waard om basalt split te onderzoeken.

Het gevoel is dat bij zwart split minder onkruid groeit dan bij lichtere split:

<https://www.crow.nl/getmedia/5d1a0b79-55aa-4871-a869-829cd9d72a90/Eindrapport-Onkruidwerende-en-waterzuiverende-verhardingen.aspx>

11. Heeft u ervaring met het loskomen van split door verkeer of onderhoudsmaterieel en het voorkomen hiervan?

Geen last van. In 30-km gebied nooit hoeven bijvullen (gebruik van split 2-6).

Alleen in het havengebied wel, maar dat komt door extreme belastingen van vrachtwagens.

12. Heeft u ervaring met een van de volgende producten, en zo ja, wat zijn uw ervaringen met het onderhoud van deze systemen? Hydrolineo (StruykVerwo), Aquaflo, Padvast, Koersmix, Stabilizer, Aquabase, Greenbrick, (Olivijn)?

- Hydrolineo: nog maar enkel project, dus nog geen ervaring mee.
- Aquaflo: In IJsselmonde. Wordt nauwelijks aangelegd.
- Padvast: goed.
- Koersmix: -
- Stabilizer: goed.
- Aquabase: Nog nooit toegepast. Goede verhalen gehoord, maar nog niet toegepast.
- Greenbrick: -
- Olivijn: -

Belangrijke overweging voor producten: past het in het normale zandcunet.

Op grote wegen: aquabase, aquaflo, bufferblocks.

Rotterdam wil zich niet richten op 1 product, maar kunnen aanbesteden.

13. Heeft waterpasserende verharding in uw gemeente last van boomwortelopdruk of andere ongemakken? Heeft u nog tips en of informatie voor de gemeente Leiden in het kader van 'bezint voor men begint' en kansen voor klimaatadaptatie?

Nee, niet bekend.

Tip: installeer altijd een kolk.

Tip: plaats een stripje voor de kolk om waterberging op straat te realiseren. Ook geschikt om amfibieën te beschermen.

14. Heeft u verder nog informatie of vragen?

-

Verslag interview Utrecht

1. Welke type waterpasserende, waterdoorlatende en doorgroeibare verharding heeft u liggen in de gemeente? Hoe lang ligt het er al?

- Waterdoorlatende verharding: maas en waal beton, geostone.
- Waterpasserend beton: HUWA, De Hamer,
- Waterpasserend gebakken: Klosterman, HUWA, Van de Zande (nieuw -> Rijnsweerd: keiformaat drainflow straatbaksteen)
- Grasbetontegel (geen vast type)
- Oude gebakkenstenen

In de loop der jaren: Er zit een evolutielijn in. Maar het ei van Columbus hebben we nog niet (**zie onderaan voor best practice!**). We zijn nog steeds uitvoerig aan het testen, maar gaat wel steeds beter.

1996 in Leidsche Rijn: met waterdoorlatende stenen, split 2-6 en puinfundering. Hier zijn we mee gestopt omdat het split uithardt. Daardoor gaan stenen klapperen. Maar ook bij traditionele verharding is dit het geval. Grootste uitdaging is een weg aan te leggen die doorlatend is, maar ook constructief is.

Heel veel stenen uitgeteerd, maar nu gebruiken we vooral de lijst hierboven. Betonstraatstenen, oud gebakken materiaal of drainflow hebben de volgende opbouw:

- straatlaag van 5cm basaltsplit 2-5 mm
- fundering van 30 cm open menggranulaat 4/40 gevuld met 15% drainzand
- zand voor zandbed tot doorlatende laag of drainage systeem

Open menggranulaat (uitgevuld met drainzand) werkt goed.
Toepassing van zeer grof zand moet nog onderzocht worden.

Altijd waterpasserende verharding uitvoeren met een dubbel systeem (backup met kolken).

Uitgangspunt van afkoppelen: 90% van jaarlijkse neerslag moet per plekke infiltreren.

2. Wat is het doel van deze verhardingen? Beperken wateroverlast, droogte, hitte, biodiversiteit...

Beperken wateroverlast.
Vasthouden van water.
Verbeteren waterkwaliteit.

3. Welke type funderingen zijn gebruikt onder de verhardingen? Bij voorkeur per type waterdoorlatende verharding (met onderscheid tussen enkel open bestrating, en open bestrating met groen).

Behoorlijk verschillend. Vroeger vooral puin en lava gebruikt. Tegenwoordig:

- Puin 4/40
- Natuursteen 4/40
- Natuursteen 4/31,5 + drainzand (werken niet met doeken, voorkomt straatlaag verloop)
- Zand
- Menggranulaat 4/31,5 + drainzand

4. Heeft u ook additionele maatregelen geïnstalleerd voor het geval van zeer extreme neerslag, of niet functioneren van de 'infiltratie' in de verharding?

Ja, altijd. Ofwel kolken ofwel een berm waar het water in kan stromen.
Uitzondering zijn 3 parkeerplaatsen, omdat het risico daar heel laag is.
Kolken zijn 3 cm hoger; de berm is verlaagd.
In de bestaande stad zijn kolken geplaatst met diepte-infiltratie.

5. Wat zijn uw lange termijn ervaringen met waterpasserende, waterdoorlatende en doorgroeibare verharding? Graag aangeven na welke termijn:

- **Waterpasserende verharding niet meer voldeed**
- **Of bekend is waarom deze niet meer voldeed**
- **Welke herstellende maatregelen zijn genomen**
- **Wat u anders zou doen**

Constructie:

- Zeer wisselend, nu hebben we een modus gevonden.
- Bij intensief belaste rijbanen zijn de grootste problemen. 30km wegen zijn geen probleem, maar bij ontsluitingswegen gaat het fout.
- Op sommige plekken waren de problemen zodanig dat een aantal verhardingen eruit moesten. Vooral waar split gebruikt is, bij oude gebakken materialen.
- Beleid: waar meer dan 500 voertuigen per etmaal passeren, geen waterpasserende verharding toepassen op de rijbaan.

Waterdoorlatendheid:

- Onderhouden niet, alleen maar veeg/zuigwagens. Beheerstechnisch heel lastig om wegen onder water te zetten om te testen.
- Dus nu gebaseerd op calamiteitenbeheer.
- Waren maar 2 wegen waarbij calamiteiten gevonden.

6. Wat is uw ervaring met half verhardingen (specifiek op gebied van onderhoud, gebruik en uitstraling) (zijnde: Padvast, Koersmix, Stabilizer, of andere).

Een paar plekken waar halfverharding op parkeerplaatsen toegepast is, maar ervaringen zijn slecht. Er is veel plasvorming.

De rest (de paden) liggen in parken, en hebben geen infiltrerende functie.

Grasbeton wordt wel toegepast, maar ook in beperkte mate. Gras groeit slecht onder auto's, gebruik dus alleen op extensieve locaties. Parkeerplaatsen van jaarbeursplein werken wel redelijk.

In plaats van gras kan er ook split in, maar daar komen klachten over (veiligheid). Dit kan wel toegepast worden op privé parkeerterreinen bij bijvoorbeeld bedrijven.

7. Wat is het onderhoudsregime (beheerplan) van de verschillende systemen? En hoe is periodiek onderhoud verwerkt in het onderhoudsschema in uw gemeente? Met welk materieel wordt dit uitgevoerd, en is hier extra materieel voor aangeschaft?

Er is geen periodiek onderhoud

Alleen na melding van calamiteiten.

Controle op ongevulde voegen wordt meegenomen bij inspectie

In beheersplan staat: wanneer infiltratiecapaciteit onder de 90l/s/ha komt, moet er onderhoud uitgevoerd worden. Dit werd getest met een infiltrometer, maar dit gaf te positieve resultaten. Daarna zijn metingen uitgevoerd door de straat onder water te zetten. Maar dit wordt niet meer uitgevoerd.

N.B. er zijn anno 2021 wel plannen om dit weer op te starten.

25 cent / m2.

8. Wat zijn de Life Cycle Costs van de systemen die u heeft liggen in uw gemeente?

In het kort: ~20% duurder dan traditionele bestrating. Hierbij wordt periodiek onderhoud niet meegenomen. Je moet iets eerder onderhoud uitvoeren. Het aanleggen is iets duurder, en ook bijvullen van split kost wat geld. Indien wel gekozen wordt voor 'schoonzuigacties', wordt de life cycle costs factor 2 – 2.5 hoger dan traditionele bestrating.

Aanlegkosten zijn ongeveer ~20 – 25% hoger dan traditioneel.

Waterdoorlatend is duurder bij herstraten, die moeten vervangen worden.

9. Hoe verschillen Life Cycle Costs met traditionele bestrating?

Zie 8.

10. Wat voor split gebruikt u, en waarvoor (indien van toepassing bij het vullen van grote openingen in waterpasserende verharding, zoals bij HydroLineo indien gras geen optie is)?

- Welke fractie is daarbij toegepast?

Overgestapt naar basaltsplit, omdat het harder is (2-5 als straatlaag). Lastig in voegen te krijgen.

Om in te vegen wordt de 1-3 gebruikt. Dan loopt het niet weg.

11. Heeft u ervaring met het loskomen van split door verkeer of onderhoudsmaterieel en het voorkomen hiervan?

Niet bij 30 km wegen, wel bij 50 km wegen.

Als de voegen niet genoeg gevuld zijn, krijgen de stenen ruimte om te bewegen. Dus bij de aanleg moet hier op gelet worden.

12. Heeft u ervaring met een van de volgende producten, en zo ja, wat zijn uw ervaringen met het onderhoud van deze systemen? Hydrolineo (StruykVerwo), Aquaflow, Padvast, Koersmix, Stabilizer. Aquabase, Greenbrick, (Olivijn)?

Hydrolineo: -

Aquaflow: -

Padvast: -

Koersmix: -

Stabilizer: gebruikt als wandelpaden in parken.

Aquabase: -

Greenbrick: -

Olivijn: als dakbedekking, om CO2 vast te leggen.

13. Heeft waterpasserende verharding in uw gemeente last van boomwortelopdruk of andere ongemakken? Heeft u nog tips en of informatie voor de gemeente Leiden in het kader van 'bezint voor men begint' en kansen voor klimaatadaptatie?

Het gebeurt wel, maar er is geen link met dit type verharding.

We leggen het vaak in nieuwe gebieden aan, en daar krijgen bomen al meer ruimte en zijn bomen nog jong. Dus we hebben hier geen ervaring mee.

14. Heeft u verder nog informatie of vragen?

Begin met kleine straten.

Gebruik parkeervlakken als 'wadi'.

Hou de wegconstructies stevig.

Circulariteit: hergebruik gebakken stenen.

Dit komt ook in het handboek OR.

Best Practice gemeente Utrecht

- Waterpasserende betonstraatstenen HUWA keiformaat extreem goed en meerdere malen ingeveegd met basaltsplit 1-3 mm (bijvullen 3 maanden na aanleg).
- Straatlaag van 5cm basaltsplit 2-5 mm.
- Fundering van 30 cm open menggranulaat 4/40 gevuld met 15% drainzand.
- Onderfundering van goed doorlatend (bestaand) zand.
- Altijd uitvoeren met back-up kolken.

Alternatief bestratingsmateriaal

Enig alternatief dat we op dit moment in proef hebben is de drainflow gebakken klinker keiformaat in dezelfde constructieopbouw.. deze ligt er nu 2 jaar en lijkt goed te functioneren.

Alternatief voegzand en straatlaag

We doen testen met WD06 zand van Infranology als inveeg en straatlaag zand. Constructief is het erg sterk.. waterdoorlatendheid gaan we testen in 2021.

Verslag interview Almere

1. Welke type waterpasserende, waterdoorlatende en doorgroeibare verharding heeft u liggen in de gemeente? Hoe lang ligt het er al?

Al jaren wordt dit aangelegd. De oudste stukken water passerende verharding zijn 10 jaar oud (in Almere Poort). Er is dus veel ervaring in woonwijken. Waterdoorlatende en waterpasserende verhardingen worden niet meer aangelegd, vanwege slechte ervaringen. Na een aantal jaren neemt de infiltratiecapaciteit steeds verder af, het onderhoud is duur. Dit wordt gezien als 'niet de moeite waard'. Klimaatadaptieve verharding wordt niet meer meegenomen in berekeningen, maar wordt gezien als 'extra'.

Grasbetonstenen worden wel nog veel aangelegd, en steeds vaker.

David Livingstonestraat: tests gedaan van waterpasserende verharding. In het oude gedeelte was de doorlatendheid 40 mm/uur, en in het nieuwe deel was dit al lager dan in het jaar ervoor (aanleg jaar). Onduidelijk of het door foutieve aanleg of door dichtslibben komt. Er zit ook onkunde verwerkt.

De aanleg in Almere Poort is goed aangelegd, maar het onderhoud is onbekend. Daar zit nu evolutie in. Met Hogeschool Amsterdam is er veel gemeten, het is ook heel moeilijk om het met onderhoud weer werkend te krijgen. Eerst nul-meting, daarna met veegwagen (er was geen verbetering), toen met ZOAB cleaner (na 5x over het zelfde stuk te zijn gegaan, bleek de werking niet aanzienlijk verbeterd). Toen een stuk nieuw aangelegd. Niet teruggebracht zoals ooit bedacht was, in de goot was een grindkoffer en een kolk gebracht. De kolken werken wel, maar de doorlatendheid komt niet terug.

Een andere reden om geen waterpasserende verhardingen aan te leggen zijn de onderhoudskosten en aanlegkosten. In een woonwijk niet snel meer doen, maar in een hoogstedelijk gebied is het wel een optie.

De aanleg van kolken kun je bijna niet meer omheen.

2. Wat is het doel van deze verhardingen? Beperken wateroverlast, droogte, hitte, biodiversiteit...

Wateroverlast voorkomen

Water lokaal vasthouden

Grondwater aanvullen in tijden van droogte.

Bewustwording (ook in het gesprek dat je met bewoners moet voeren)

Biodiversiteit (kan ik niet onderbouwen, maar vermoed dit wel).

Doorgroeibare verharding: ziet er wat mooier uit, en kan wat helpen tegen hittestress

3. Welke type funderingen zijn gebruikt onder de verhardingen? Bij voorkeur per type waterdoorlatende verharding (met onderscheid tussen enkel open bestrating, en open bestrating met groen).

In Poort hebben we 2 soorten. 10 jaar geleden zijn deze vooral aangelegd met een zandfundering. Aan de zijkant is gebruik gemaakt van een grindkoffer.

Er zijn verschillende soorten wegfunderingen gebruikt, en dit heeft invloed op de infiltratiecapaciteit. Er is onder andere puingranulaat gebruikt, en het cement is uitgehard waardoor er geen infiltratie meer plaats vond. Hetzelfde geldt voor kalkhoudende funderingen.

Er is dus begonnen met kalk, puingranulaat (dit wordt ondoorlatend). Er mist een duidelijk dwarsprofiel van hoe je dit aanlegt. Er moeten standaardprofielen komen van de toepassing. De uitwerking gebeurt bij de gemeente. Er bestaan bijvoorbeeld wel profielen van wadi's.

4. Heeft u ook additionele maatregelen geïnstalleerd voor het geval van zeer extreme neerslag, of niet functioneren van de 'infiltratie' in de verharding?

Ja, dat zijn de kolken. En grindkoffers.

We zien graag dat de doorlatende verharding het laagste punt is van een straatprofiel, waarbij de kleinste buien de kans krijgen om te infiltreren. Pas bij zwaardere buien (vanaf T2) moet de riolering de capaciteit bieden.

Maar bij de aanleg van de kolk is het belangrijk om ervoor te zorgen dat het niet direct de kolk in stroomt, maar dat het kans krijgt om te infiltreren.

Bij nieuwbouw is het eenvoudiger om een verlaging aan te brengen, maar in een bestaande stedelijke context is het lastiger.

5. Wat zijn uw lange termijn ervaringen met waterpasserende, waterdoorlatende en doorgroeibare verharding? Graag aangeven na welke termijn:

- Waterpasserende verharding niet meer voldeed
- Of bekend is waarom deze niet meer voldeed
- Welke herstellende maatregelen zijn genomen
- Wat u anders zou doen

In eerste instantie zouden we het onderhoudsregime schrijven voordat je het aanlegt. Want je moet er vanaf dag één mee starten om het werkzaam te houden. En bij ons is dat er bij in geschoten. En er kunnen ook fouten in het ontwerp zitten. Dus laat dit controleren.

We zien dat de waterdoorlatendheid van de waterpasserende verharding al na een paar jaar sterk afneemt. Dit kan zijn door fout ontwerp, gebrek aan onderhoud, maar ook dat het systeem gewoon minder goed werkt dan verwacht over langere periode. Dit wordt daarom ook niet meer toegepast.

Tijdens herstelwerkzaamheden is het ontwerp aangepast en zijn er ook straatkolken aangebracht, zodat het water altijd weg kan stromen.

6. Wat is uw ervaring met half verhardingen (specifiek op gebied van onderhoud, gebruik en uitstraling) (zijnde: Padvast, Koersmix, Stabilizer, of andere).

Padvast: Niet toegepast buiten de voetpaden in het bosgebied (daar heeft het geen infiltrerende functie).

Koersmix: -

Stabilizer: Er komt misschien een pad in het centrum van Almere met Stabilizer, dus dat zou een interessante casus zijn.

Baggersteen: nieuwe steentype (circulair)

Dit type passen we niet toe vanuit klimaat, maar wel vanuit vakgroep 'grijs', die zich bezighouden met verhardingen.

7. Wat is het onderhoudsregime (beheerplan) van de verschillende systemen? En hoe is periodiek onderhoud verwerkt in het onderhoudsschema in uw gemeente? Met welk materieel wordt dit uitgevoerd, en is hier extra materieel voor aangeschaft?

Er zijn plannen om dit samen te brengen met de omgevingswet, maar dit laat nog op zich wachten.

Op dit moment bestaat het idee om te werken met schaalniveaus (A, B, C). Verkeersader A, frequentie 5 jaar. Klasse C frequentie 10 jaar. Dit is nooit echt uitgerekend, maar het is wel het doel om dit in het beheersplan te verwerken.

Maar eerst is het natuurlijk belangrijk om te weten waar wat ligt.

8. Wat zijn de Life Cycle Costs van de systemen die u heeft liggen in uw gemeente?

Ondanks potentiële reductie van schadekosten met doorlatende verharding is doorlatende verharding een stuk duurder dan traditionele bestrating. Dit is een afweging die continu gemaakt wordt.

9. Hoe verschillen Life Cycle Costs met traditionele bestrating?

Zie 8.

10. Wat voor split gebruikt u, en waarvoor (indien van toepassing bij het vullen van grote openingen in waterpasserende verharding, zoals bij HydroLineo indien gras geen optie is)?

- Welke fractie is daarbij toegepast?

Op de meeste plekken wordt basaltsplit gebruikt (1-3 tussen de voeg, maar daaronder is waarschijnlijk 4-6).

Bij heraanleg is basalt 1-3 ingeveegd, dat werkte goed. Op een ander stuk hebben we brekerzand ingeveegd, en daar bleek de werking direct na aanleg al onvoldoende was.

Dus advies is om basalt in te veggen.

Idealiter leg je brekerzand op plekken waar je wil bufferen, en basalt op plekken waar het moet doorstromen.

11. Heeft u ervaring met het loskomen van split door verkeer of onderhoudsmaterieel en het voorkomen hiervan?

Nee, daar zijn geen ervaringen van. Bij het reinigen van de verharding haal je al het split uit de voegen, dus dan moet je het daarna opnieuw invegen.

Ook bij inspectie bleek dat er wat zand in de toplaag zat.

12. Heeft u ervaring met een van de volgende producten, en zo ja, wat zijn uw ervaringen met het onderhoud van deze systemen? Hydrolineo (StruykVerwo), Aquaflow, Padvast, Koersmix, Stabilizer, Aquabase, Greenbrick, (Olivijn)?

Hydrolineo: -

Aquaflow: Komt bekend voor (is toegepast in Poort).

Padvast: -

Koersmix: -
Stabilizer: -
Aquabase: -
Greenbrick: -
Olivijn: -

13. Heeft waterpasserende verharding in uw gemeente last van boomwortelopdruk of andere ongemakken? Heeft u nog tips en of informatie voor de gemeente Leiden in het kader van 'bezint voor men begint' en kansen voor klimaatadaptatie?

Ja dat komt wel voor. Maar het is niet bekend is of dit verband houdt met doorlatende verharding. Op zo'n grote schaal hebben we het niet toegepast.

Dicht bij de weg wordt ook gebruik gemaakt van wortelschotten.

Elk ontwerp wordt tegenwoordig beoordeeld door een groenspecialist, en die beoordeelt of een boom te dicht op de weg staat.

14. Heeft u verder nog informatie of vragen?

De verhardingen worden in Almere vooral gezien als een vertragend middel, want je kan er niet vanuit gaan dat het alles infiltreert. Dus altijd aanleggen in combinatie met drainage (kolken).

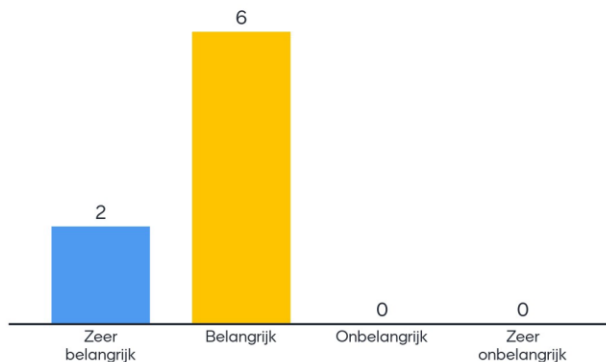
Doorlatende / doorgroeibare verharding wordt niet meegenomen in de berekeningen.

D Mentimeter resultaten

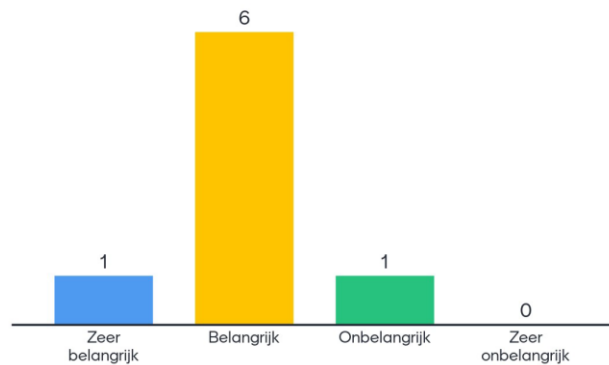
Wat is het belangrijkste doel voor de gemeente Leiden om te kiezen voor klimaatadaptieve verharding?



In hoeverre is het onderhoud bepalend voor de keuze voor een systeem?



In hoeverre zijn de Life cycle costs bepalend voor de keuze voor een systeem?



Wat valt op na het horen van de bevindingen van vier gemeenten?

Verskil in ervaringen	Iedereen is zoekende	Waterdoorlatend nog weinig toegepast
Ik had gehoopt dat ze veel verder waren	Altijd kolk aanleggen	Weinig bekend over specifiek onderhoud
Waterdoorlatendheid voor grote buien valt tegen	Altijd kolken gebruiken, het liefst hoger dan de waterdoorlatende verharding	-veel verschillende ervaringen met dezelfde materialen. -KOLKEN
De diversiteit aan oplossingen voor 1 probleem, bijv. wateroverlast.	Weinig bekend over doorgroeibare verhardingen	Er wordt bijna nergens naar het totale plaatje gekeken
Slechte ervaringen met de groene verharding	Dit onderzoek lijkt heel zonnig, mn als in de tweede fase dieper ingegaan wordt op de oorzaken	Weinig kennis over verschillen bij typen substraat/vegetatie
Niemand weet alles	Doelmatigheid van de waterdoorlatende verharding niet goed gedefinieerd	Beheerkosten zijn dus altijd hoger
Weinig info over invloed van ondergrond: cunet, grondslag, waterstanden	Multifunctioneel gebruik van de zelfde ruimte	Multifunctioneel gebruik van de ruimte

Wat zijn de belangrijkste voordelen van klimaatadaptieve verharding?



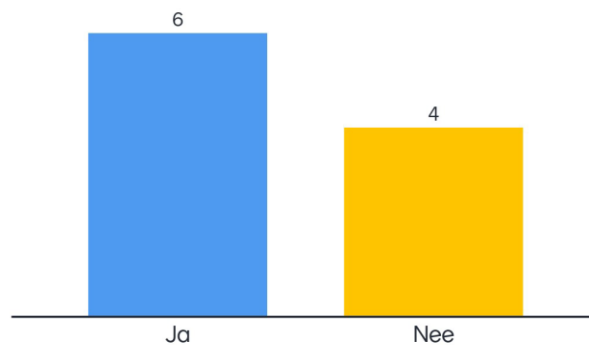
Wat zijn de belangrijkste nadelen van klimaatadaptieve verharding?



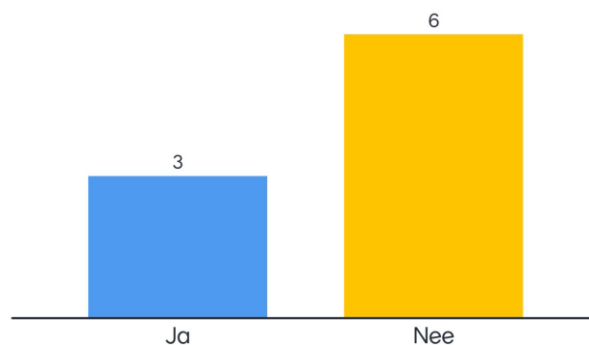
Is deze benadering volledig? Vul aan indien nodig.

Zijn er nog opties is gebakken materiaal?	Is=in	Bestaan er ook doorgroeibare die niet van beton zijn gemaakt?
Doorgroeibare verharding niet inzaaien met gras of anders met bloemmengsel	Worden op enig moment de kosten van aanschaf, aanleg en beheer nog meegenomen?	welk substraat toegepast wordt bij doorgroeibare verharding
Verschillen in fundatie, zand of grof puin	Koppeling nodig met bodemgesteldheid?	Beeldkwaliteit (locatiespecifiek)

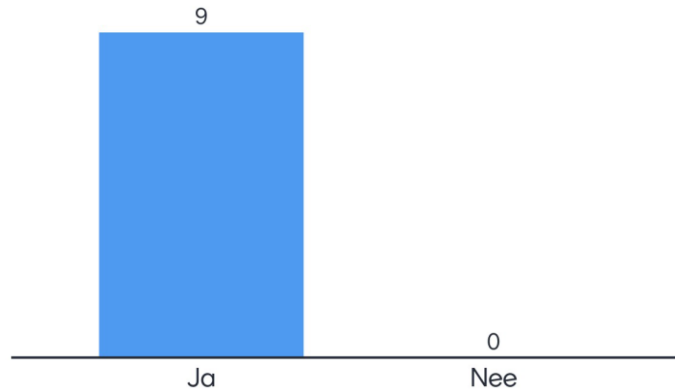
Waterpasserende verharding: zou je dit type toepassen?



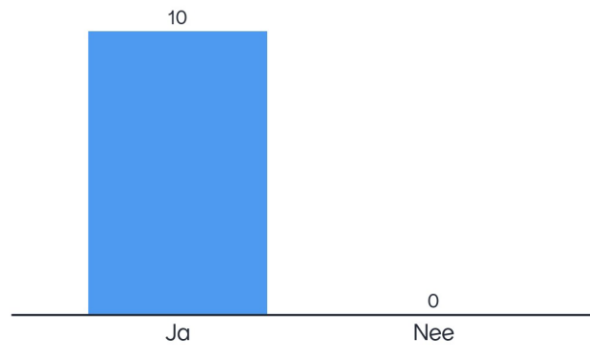
Waterdoorlatende verharding: zou je dit type toepassen?



Halfverharding: zou je dit type toepassen?



Doorgroeibare verharding: zou je dit type toepassen?



Welke informatie is er nog meer nodig om een gemotiveerde beslissing te kunnen nemen?

Welke functionele eisen mag je stellen aan waterdoorlatende verhardingen.	succes type verharding irt (intensiteit) gebiedsgebruik	Merr duidelijkheid over het tupe substraat-opbouw
De efficiëntie van dporgroeibare verharding, zowel in water doorlaten als het aanslaan vd begroeiing	Meer inzicht in de te nemen beheermaatregelen en kosten	Ik denk toch wat pilots in Leiden uitvoeren.
Waterdoorlatendheid van doorgroeibare verharding?	Meer inzicht in onderhoudskosten	sterkte van de stenen
Of en hoe groot het verschil is in doorlatendheid van vulling met beplanting of split bij waterpasserende/doorgroeibare verharding		

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl