

8

DOORLATENDE VERHARDING

Doorlatende verharding is een samenspel van wegdek en fundering dat waterdoorlatend is en een zuiverende en bergende functie kan hebben. De systemen zijn verdeeld afhankelijk van de manier waarop het water de voorziening passeert. De volgende systemen zijn te onderscheiden: nokkenstenen (passerende verharding), poreuze stenen (doorlatende verharding) en halfverhardingen. Er zijn ook ontwikkelingen waarbij het wegdek niet doorlatend is, maar het regenwater rechtstreeks (b.v. via kolken) in de bergingslaag onder het wegdek wordt gebracht.

De investeringskosten per m² infiltrerend oppervlak varieert zeer sterk: van 23 EUR/m² tot 70 EUR/m²; dit is afhankelijk van de opbouw en materialen die gehanteerd worden door de leveranciers.

Het systeem welke toegepast wordt bepaald het theoretisch te behalen rendement, in de praktijk zijn weinig metingen hiernaar verricht. .

Voor de waterbelasting wordt soms uitgegaan van een neerslaggebeurtenis met een herhalingsstijd van 10 jaar. Voor de ontwateringsdiepte is een maximale GHG van 0,6 m onder de bergingslaag voor primaire wegen een veilige marge, bij secundaire wegen wordt hiervoor wel 0,3 m onder de bergingslaag aangehouden. Infiltreren bij voorkeur alleen in een ondergrond met een k-waarde groter dan 1 m/dag. De verharding kan het beste vlak, dus zonder afschot, worden aangelegd zodat het regenwater op een groot oppervlak kan infiltreren. Het beheer van de verharding bestaat uit het vegen en zuigen ter voorkoming van dichtslibbing.

8.1 DEFINITIE

Onder doorlatende verharding wordt verstaan:

Doorlatende verharding is een samenstel van een al of niet doorlatende verharding met een daaronder gelegen bergende en/of zuiverende en/of transporterende laag.

FIGUUR 8.1

WEERGAVE DOORLATENDE VERHARDING [41]



8.2 WERKING

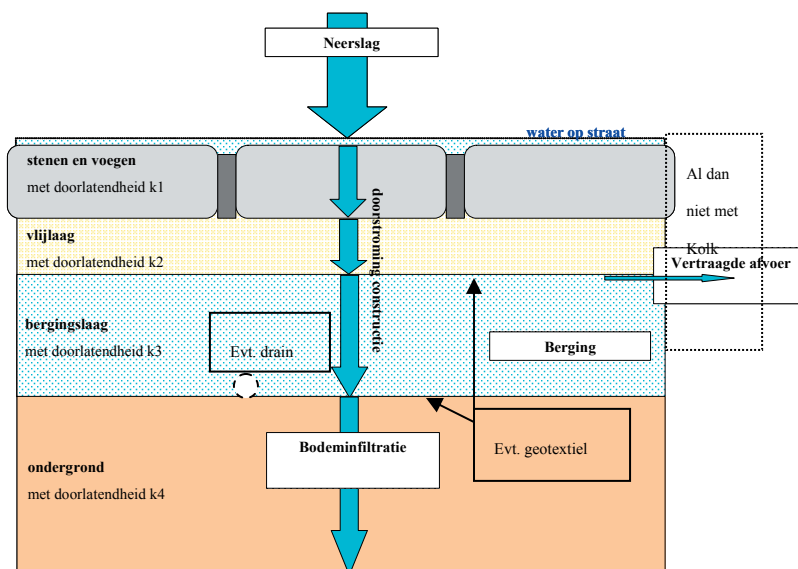
Doorlatende verharding bestaat uit een wegdek dat waterdoorlatend of waterpasserend is. Deze is zodanig waterdoorlatend/waterpasserend dat het water snel naar de onderliggende laag wordt gevoerd. Vanaf de onderliggende laag kan het water in de bodem infiltreren. Er kan ook een drain in de bergingslaag worden aangebracht zodat het water vertraagd wordt afgevoerd. Daarnaast bestaan er ook varianten waarbij het wegdek niet doorlatend is, maar er wel een waterbergende laag onder het wegdek aanwezig is. De werking van de bergingslaag blijft het zelfde.



Deze onderliggende laag is zo opgebouwd dat deze voldoende water kan bergen. Voor waterdoorlatende verhardingen worden diverse systemen gebruikt. Belangrijk aandachtspunt bij waterdoorlatende verharding is de funderingslaag. Deze moet voldoende stabiel zijn voor bijvoorbeeld zwaar verkeer maar ook voldoende poreus zijn om water te kunnen bergen. Traditioneel gebruikt zand voldoet niet aan deze eisen.

FIGUUR 8.2

WATERSTROMING [52]



De volgende processen bepalen de zuiverende werking van doorlatende verharding:

- Filterende werking van de doorlatende verharding en funderingslaag
- Adsorptie aan reactieve deeltjes in de fundering en de ondergrond (met name organisch stof, metaaloxides en kleideeltjes)
- Afbraak door microbiële omzettingsprocessen

8.3 SYSTEMEN

Onderstaand volgt een beschrijving van verschillende systemen.

Waterpasserende verharding: zijn stenen met speciale voegen waardoor het water via de voegen weg kan lopen naar de funderingslaag. Voor nokkenstenen dient speciaal vulmiddel voor de voegen gebruikt te worden. Te fijn materiaal leidt tot verstoppingen.

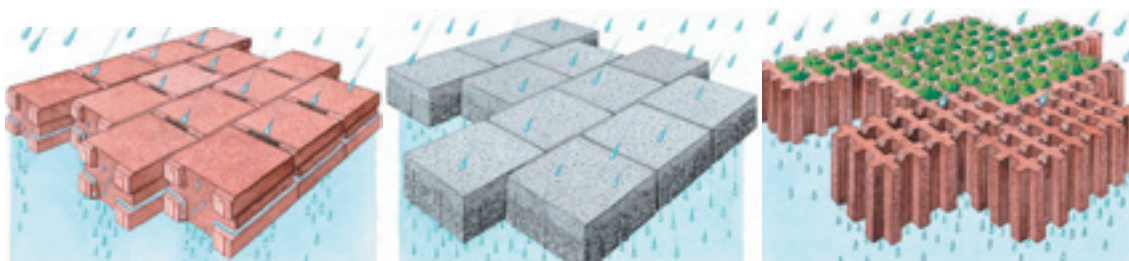
Waterdoorlatende verharding: deze stenen laten water door. Ze zijn waterdoorlatend door een speciaal mengsel met bijvoorbeeld grind erin.

Halfverhardingen: lijken in grote lijnen op poreuze stenen. Onder halfverhardingen vallen grind en gebroken puin.

Doorgroeibareverharding: Zijn elementen zoals graskeien, kunststofplaten en –tegels. Deze elementen zijn vaak in kunststof of beton uitgevoerd. Deze elementen kunnen dichtgroeien met gras of gevuld worden met grind. De elementen moeten zorgen voor voldoende draagvlak zodat zij bijvoorbeeld toegepast kunnen worden op parkeerplaatsen [52].

Waterbergende verharding: Dit is verharding met een dichte toplaag met daaronder een waterbergende laag.

FIGUUR 8.3 WATERPASSEERBARE STEEN (LINKS), POREUZE STEEN (MIDDEN), DOORGROEIBAREVERHARDING (RECHTS)



Naast de systemen is er ook een onderverdeling te maken in de manier waarop het regenwater wordt afgevoerd.

- Rechtstreekse infiltratie vanuit de buffer naar de bodem
- Vertragende afvoer (via drain) naar oppervlaktewater

8.4 CRITERIA

Om de verschillende voorzieningen met elkaar te vergelijken zal bij de elk van de voorzieningen gekeken worden naar dezelfde criteria.

8.4.1 INVESTERINGSKOSTEN EN EXPLOITATIEKOSTEN

- De investeringskosten per m² infiltrerend oppervlak varieert zeer sterk: van 23 EUR/m² tot 70 EUR/m². De bedrijven hanteren afschrijvingstermijnen van 5 tot 30 jaar voor deze verhardingen. Dit resulteert in sterk verschillende BTJK. De Bruto Totale Jaarlijkse Kosten (BTJK) in EUR/jaar/m² doorlatende verharding, varieert van 2 tot 15 EUR/jaar/m² doorlatend oppervlak. De bedrijven gaan ervan uit dat er geen onderhoud is aan deze voorzieningen¹⁵. Waterpasserende en waterdoorlatende verharding moeten met enige regelmaat worden gereinigd om de doorlatendheid in stand te houden. Er is nog weinig ervaring, maar naar verwachting moet dit met een frequentie van 1 x 5-10 jaar met een ZOAB-cleaner of speciale zuigwagen.

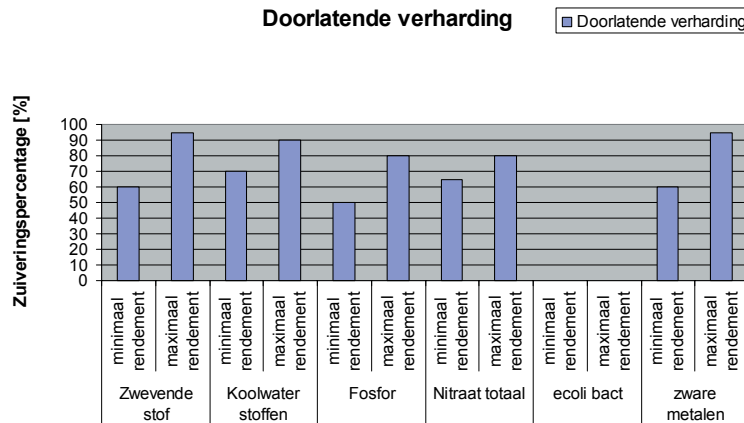
¹⁵ Grontmij Belgroma (2004), Hergebruik, buffering, infiltratie en verdamping van hemelwater van bedrijfsgebouwen en –oppervlakken: praktijkervaringen, Vlaams Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken (Vito) in opdracht van het Vlaams Gewest

8.4.2 RENDEMENT

In figuur 8.4 zijn de rendementen gegeven afkomstig van diverse internationale onderzoeken samengebracht in het handboek “Sustainable drainage systems, hydraulic, structural and water quality advice” over SUDS, uitgebracht door CARIA in Groot-Brittannië. Het rendement is o.a. afhankelijk van het aangesloten oppervlak, vandaar dat er een bandbreedte zit in het rendement. De ecoli-bacterie is niet geanalyseerd bij doorlatende verharding.

FIGUUR 8.4

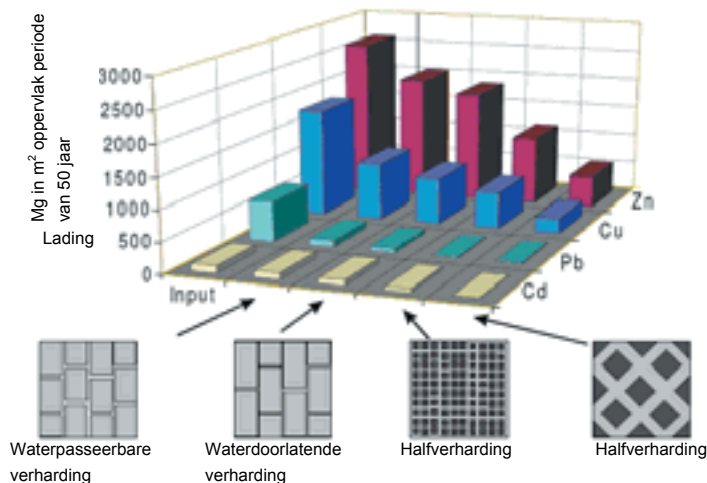
ZUIVERINGSRENDEMENT DOORLATENDE VERHARDING [47]



Bij een laboratorium studie in Duitsland zijn verschillende soorten doorlatende verhardingen getest op hun kracht om zware metalen vast te leggen. De resultaten hiervan zijn in figuur 8.5 weergegeven. De doorlatende verharding is berekend met een bekende concentratie zware metalen in het kunstmatige regenwater, dit is in de figuur aangegeven als input. Nadat het “regenwater” is gevallen gaat het door de verharding heen en de constructie die eronder is aangebracht, uiteindelijk wordt het uitstroomde water opgevangen en geanalyseerd op de concentratie aan zware metalen. Deze concentraties zijn weergegeven aan de rechterkant van de input, in milligram per vierkanten met per 50 jaar. Uit de figuur kan geconcludeerd worden dat doorgroeibareverharding het best in staat is om zware metalen vast te houden [54].

FIGUUR 8.5

VASTLEGING VAN ZWARE METALEN DOOR VERSCHILLENDE DOORLATENDE VERHARDING [54]



8.4.3 BEHEERSASPECTEN

Het beheer van de verharding bestaat uit het vegen en zuigen ervan. Bij het zuigen van de verharding wordt altijd een deel van het voegmateriaal verwijderd omdat hier de verontreinigingen zitten. Bij het schoonzuigen van de verharding dient rekening gehouden met de zuigkracht, bij een te grote zuigkracht worden de stenen opgetild en wordt materiaal vanuit de vlijlaag meegezogen waardoor verakkingen kunnen ontstaan.

8.4.4 ROBUUSTHEID

Schommeling in de debieten (piekbuien) kunnen goed opgevangen worden door doorlatende verharding. Het afstromende hemelwater moet alleen niet te veel fijne deeltjes bevatten anders bestaat de kans dat de doorlatende verharding dichtslibt.

8.4.5 RUIMTEBESLAG/INPASBAARHEID

Doorlatende verharding is, met uitzondering van wegen waar met hoge snelheid en zeer zwaar verkeer overheen gereden wordt, overal toepasbaar.

Er zijn geen beperkingen aan de ruimtebeslag van doorlatende verharding. Het is toepasbaar in open en dichtbebouwd gebied. Er dient wel opgelet te worden voor bladval en beschaduwdeplekken (mosgroei).

8.4.6 OVERLAST

Doorlatende verharding zorgt, net zoals andere voorzieningen voor problemen wanneer het niet goed functioneert. De overlast zal dan met name bestaan uit water op straat. Deze problemen kunnen worden voorkomen door goed en regelmatig onderhoud en/of door het toepassen van een buffervoorziening (bijvoorbeeld het plaatsen van kolken met een hoge inlaat of een bodempassage).

Doorlatende verharding functioneert in normale omstandigheden net zoals “ouderwetse bestrating”.

8.5 RICHTLIJNEN

8.5.1 ONTWERP

- Voor de ontwateringsdiepte is, een maximale GHG van 0,6 m onder de bergingslaag voor primaire wegen en 0,3 m onder de bergingslaag voor secundaire wegen een veilige marge die flexibiliteit biedt
- Bepaal vooraf de doorlatendheid van de bodem en de gemiddelde hoogste grondwaterstand.

Infiltrateur bij voorkeur alleen in een ondergrond met een k-waarde groter dan 1 m/dag. Indien $k < 1$ m/dag is, dan moet er een afvoerdrain worden toegepast richting het oppervlaktewater. Het is veelal onwenselijk om grondwater in de voorziening te krijgen, aangezien dit voor uitvloeking van ijzer, bacteriologische aangroei en pH-fluctuatie kan zorgen. De hoogste grondwaterstand dient dus op voldoende afstand onder de voorziening te liggen, zeker bij ijzerhoudend grondwater. Bij dergelijke hoge grondwaterstand komt ook de draagkracht en vorstgevoeligheid in gevaar.

- Leg de ontwerp- en aanleggegevens van de voorziening goed vast.

Omdat het ontwerp van doorlatende verharding tot op heden niet gestandaardiseerd is, en het ontwerp bovendien afhankelijk is van de locatie, moeten beheerders ontwerpgegevens, de revisie van de aanleg, eventuele nulmetingen, opleveringsinspecties en uitgevoerd onderhoud goed vastleggen. Alleen op basis van die gegevens kunt u het functioneren van een voorziening beoordelen

- Vraag garantie bij leveranciers.
Omdat de kennis van en de ervaring met bepaalde materialen of nieuwe technieken nog beperkt is, kunt u er bewust voor kiezen om de leverancier om garantie te vragen. Bijvoorbeeld door een doorlatend-verhardingsproject als een Design & Construct-project uit te laten voeren met een onderhoudsverplichting voor een aantal jaren
- Stem het ontwerp af op het beheer. Doorlatende verharding moet bij voorkeur zo ontworpen worden dat de voorziening goed kan worden onderhouden. Stem uw ontwerp af op het aanwezige materieel en op het gebruikelijke beheerregime
- Kies het juiste geotextiel, stem een geotextiel af op de omliggende grondslag. Overweeg of een meerlaags filterdoek nodig is. Vooral de korrelverdeling van de grondslag is van belang. Een 'standaard' geotextiel kan door dichtslibbing op termijn tot problemen leiden. Eenmaal dichtgeslibd, kan het textiel zonder ingrijpende maatregelen niet of nauwelijks meer goed doorlatend worden [36]
- Er wordt geadviseerd om uit te gaan van een neerslaggebeurtenis met een herhalingsstijd van 10 jaar ($T=10$). Dit betekent dat ten minste 210 l/(s.ha) verwerkt moet kunnen worden. Bij toepassing van een correctiefactor 2 voor een goede werking in zowel een verzadigde, als een onverzadigde situatie, moet de initiële doorlatendheid van de constructieonderdelen minimaal 420 l/s.ha bedragen. Dit is vooral van belang voor de top laag. Dit omdat vervuiling al deels door de top laag wordt afgevangen en omdat de poriën in de overige constructieonderdelen groter zijn dan in de top laag
- De doorlatendheid van de ondergrond (uitgedrukt in k [m/d]) is niet direct bepalend voor het wel of niet kunnen toepassen van een waterdoorlatende constructie. Wel bepaalt de doorlatendheid de benodigde bergingsruimte in de constructie en is daarmee een belangrijke parameter bij het ontwerpen en dimensioneringen. De k -waarde moet worden bepaald aan de hand van doorlatendheidsmetingen. Als bij een bepaalde infiltratie- en afvoercapaciteit niet de benodigde berging kan worden gerealiseerd, kunnen drainage-middelen worden toegepast, of kan de bodem worden opgehoogd. Drainage kan ook andere doelen dienen, zoals het voorkomen van grondwateroverlast
- De eisen voor draagkracht en stabiliteit die gelden voor traditionele wegconstructies, kunnen ook worden toegepast op waterdoorlatende wegconstructies
- Zettingen kunnen de werking van een waterdoorlatende constructie verminderen en moeten daarom worden voorkomen. In zettingsgevoelige gebieden is onderzoek noodzakelijk. Hiervoor kunnen dezelfde normen worden toegepast als bij traditionele wegverharding
- Boomwortels kunnen de constructie aantasten en daarmee de werking ervan. Hiermee dient bij het ontwerp rekening te worden gehouden. Bij de aanleg van de waterdoorlatende constructie kunnen bijvoorbeeld speciale wortelzones worden gecreëerd, die worden begrensd door wortelwerend doek. Als de verharding naast een onverhard deel wordt aangelegd, kan inspoeling van grond en dergelijke worden voorkomen door voorzieningen als boomroosters en opstaande randen [52]
- Een belangrijk aandachtspunt bij doorlatende verharding is de ondergrond die water afvoert, buffert en tevens een goede fundering dient te verschaffen voor de bovenbelasting. Bij doorlatende verharding kan een drain worden toegepast, die dienst doet als overloop als de bergingscapaciteit of ontwateringseis overschreden wordt
- Verricht een goed geohydrologisch onderzoek om inzicht te krijgen in de mogelijkheden en beperkingen betreffende de infiltratie van hemelwater
- Voor waterdoorlatende verharding geldt dat er bij voorkeur een overloopvoorziening aanwezig moet zijn om water op straat te voorkomen. En overloop hoeft niet altijd wel dient te worden nagegaan waar bij falen van de voorziening, door flinke bui en/of dichtslibbing

van de voorziening, het water heen stroomt of weg kan. In noodgevallen kunnen er ook een aantal stenen worden losgetrokken

- Er dient extra aandacht besteed te worden aan het onderhoud op locaties waar veel fijne en organische delen kunnen vrijkomen. Dit vanwege mogelijke verstopping van de top-laag. Een dergelijke locatie kan een straat met veel bomen zijn. Gebieden met veel bomen vormen een risico. De bladeren van de wilg, populier, es en els verteren gemakkelijk en kunnen voor verstopping zorgen. De betreffende beheerder moet de bladeren verwijderen in de periode dat de bladeren vallen
- In woonwijken kunt u de doorlatende verharding beter alleen in de rijweg aanleggen. Het regenwater van de parkeervakken stroomt dan af naar de rijbaan. De rijbaan is eenvoudiger schoon te maken dan de parkeervakken (door geparkeerde auto's). Daarnaast krijgt u dan ruimte om kabels, leidingen en wortelzones van bomen in te passen
- Pas waterinfiltrerende verharding bij voorkeur niet toe als er nog regelmatig bouwverkeer overheen rijdt. Dit vergroot de kans op schade en doet het onderhoud sterk toenemen
- Denk na over de plaats van kabels en leidingen, betrek hierbij de NUTS-bedrijven. Voor de kabels en leidingen dienen extra voorzieningen getroffen worden in de constructie
- Informeer gebruikers, bewoners, aannemer et cetera. over het speciale aan dit type verharding en de omgangseisen die het met zich meebrengt [53]
- Stem de voegvulling af op de onderliggende vlijlaag.

Uit de praktijk blijkt dat als de voegvulling fijnkorrelig is en de vlijlaag een grovere korrel heeft, de voegvulling in de vlijlaag zakt. Dit gebeurt bijvoorbeeld door trillingen. Hierdoor kunnen de stenen los gaan liggen; dit leidt tot 'klapperende' stenen en tot een verhoogde kans op beschadigingen van de stenen [36]

8.5.2 AANLEG

- De verharding kan het beste vlak, dus zonder afschot, worden aangelegd zodat het regenwater op een groot oppervlak kan infiltreren. Bij een teveel aan water dient het mogelijk te zijn het water af te voeren om wateroverlast te verminderen
- Bij de opslag van de materialen zorgen dat ze niet vervuilen en/of beschadigen [52]
- Voorkom verdichting van de ondergrond.

Tracht bij ontgraven de bestaande ondergrond zo min mogelijk te roeren en te verdichten, zodat de waterdoorlatendheid behouden blijft. Aanleg tijdens natte perioden kan leiden tot versmering van de bodem, waardoor een ondoorlatende laag ontstaat. Ook een geotextiel dient bij voorkeur droog en schoon aangebracht te worden, om verminderde doorlatendheid door dichtslibbing te voorkomen

- Zorg voor een vlakke onderzijde van het ontgraven cunet.
Verwijder stenen en andere scherpe objecten om beschadiging van het geotextiel en andere materialen en daarmee van grondinspoeling, te voorkomen. Graaf de sleuf dieper uit dan de ontwerpdiepte en breng op de bodem een laag (drain)zand aan. Zeker bij gronden met een lage k-waarde ontstaat zo enige extra berging en een geleidelijke overgang naar de ongeroerde grond [36]
- Technische eisen, zoals het aftrillen van de bestrating met een rubberen trilplaat en het direct na aanleg verwijderen van overtollig zand en vuil, dienen te worden opgenomen in het bestek. Een goed toezicht op de juiste naleving hiervan is zeer belangrijk [53]

8.5.3 BEHEER

- Waterdoorlatende verharding kan zowel met een veeg-zuigwagen als met een zoab-reiniger worden schoongemaakt. Hiermee wordt de doorlatendheid verhoogd, soms tot dichtbij de aanvankelijke waarde. Het type verharding blijkt hierbij een rol te spelen. Bij infiltratie via de voegen wordt bij reiniging een deel van het voegmateriaal verwijderd, wat uiteraard een groot positief effect heeft. Als te veel van het materiaal is verdwenen, kan het worden aangevuld, waarbij dus wel het juiste split moet worden toegepast. Bij infiltratie via poriën kunnen hardnekkige verontreinigingen achterblijven na reiniging
- Het is belangrijk om direct na aanleg de verharding al te reinigen. Aanbevolen wordt een onderhoudsprogramma te koppelen aan monitoring van de doorlatendheid van de toplaag. Hierbij kan de verharding in eerste instantie worden opgenomen in het reguliere onderhoud. Op basis van de monitoringsgegevens kan het onderhoudsprogramma zonodig worden bijgesteld [52]
- Onkruidbestrijding door middel van staalborstels wordt in combinatie met poreuze stenen bij voorkeur niet toegepast aangezien deze manier slijtage kan veroorzaken
- Het beheer is sterk afhankelijk van de soort verharding (zuigen, vegen, maaien). Inlichtingen kan men inwinnen bij de producent van de infiltratietechniek
- De infiltratiecapaciteit wordt behouden door adequaat beheer en onderhoud van de voorziening. Beheer is afhankelijk van de voorziening en kan bestaan uit vegen en zuigen. Het vegen dient met een frequentie in de orde van 2 keer per jaar te gebeuren. Bij locaties waar markten, evenementen en dergelijke plaatsvinden, zal er een hogere frequentie gehanteerd moeten worden. Het zuigen 1 keer per vijf à tien jaar
- Een hogere onderhoudsfrequentie leidt tot een hogere doorlatendheid. Het is echter niet altijd nodig om een heel hoge doorlatendheid te behouden. Bij het ontwerp wordt gerekend met een doorlatendheid die groter is dan noodzakelijk. In de praktijk blijkt dan ook, dat bij normaal onderhoud de doorlatendheid na jaren vaak nog steeds voldoende is [53]

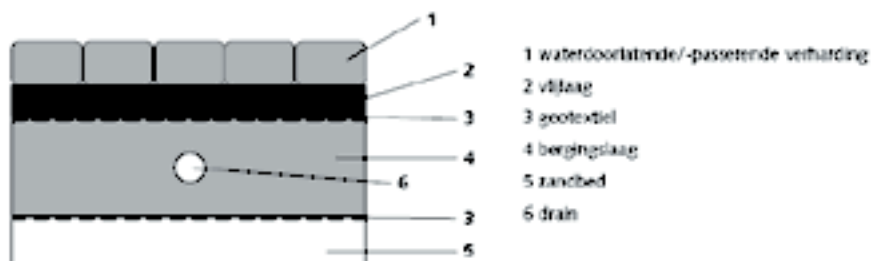
FIGUUR 8.6

STANDAARD ONDERHOUD MET EEN VEEG- EN ZUIGMACHINE (LINKS), ZOAB-CLEANER (RECHTS) [53]



- Bij het beheer wordt er een onderscheid gemaakt tussen waterdoorlatende-/waterpasseerbare verharding en halfverharding (zie figuur 8.5 en 8.6). Waterpasseerbare stenen hebben dezelfde opbouw van de constructie als de waterdoorlatende verharding heeft. De waterpasseerbare stenen hebben alleen een brede voeg waardoor het water de bergingslaag bereikt. De steen zelf is niet of veel minder doorlatend [48]

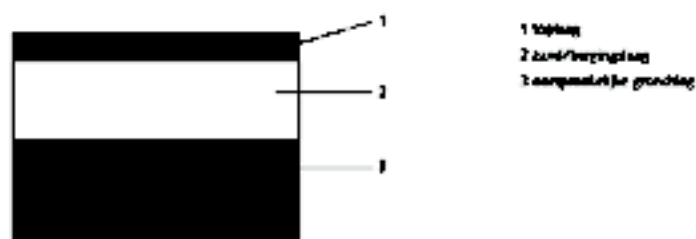
FIGUUR 8.7 DWARSDOORSNEDE VAN WATERDOORLATENDE EN WATERPASSERENDE VERHARDING [48]



TABEL 8.1 BEHEER WATERDOORLATENDE EN WATERPASSERENDE VERHARDING

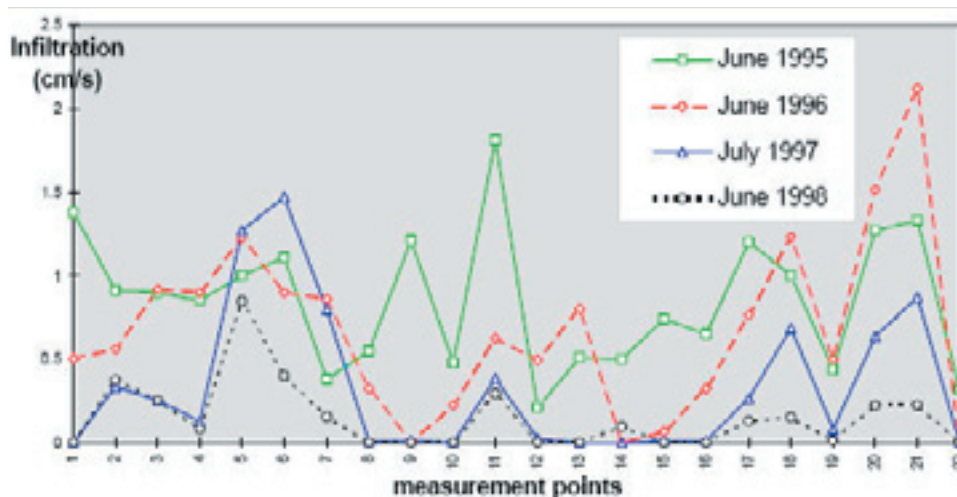
Aansturing maatregel	Aanbevolen frequentie	Onderdeel	Aspect	Maatregel	Aanbevolen frequentie
Tijdsafhankelijk		Verharding	Dichtslibben	Bouwverkeer, zand- en grondtransporten en zandopslag beperken	
		Gehele systeem	Verzakking	Zwaar verkeer en veelvuldig draaien op de verharding beperken	
		Gehele systeem	Bodemkwaliteit	Vervuiling bij de bron voorkomen	
Periodiek		Verharding	Dichtslibben, bodemkwaliteit	Straat vegen	4-12/j
		Drain	Dichtslibben, afzetting, verstopping	Drain doorspuiten	1/j
Visuele inspectie	1/j	verharding	Verzakking	Verzakking herstraten	Door inspectie
Doorlatendheid meten	1/ 2-5 j	Gehele systeem	Afzetting, dichtslibben	Vegen/zuigen verharding en voegen	Door inspectie
		Gehele systeem	Dichtslibben	Onkruid bestrijden met heet water	Door inspectie
Bodemmonster	1/5 j	Verharding	Bodemkwaliteit	Vegen/zuigen verharding voegen	Door inspectie
monster bergingslaag	1/5 j	Gehele systeem	Bodemkwaliteit	Vervuiling bij de bron beperken	Door inspectie
monster grondwater	1/5 j	Drain	Waterkwaliteit	Vegen/zuigen verharding voegen	Door inspectie
monster drainwater	1/5 j	bergingslaag	Bodemkwaliteit	Bergingslaag (deels) vervangen	Door inspectie

FIGUUR 8.8 DWARSDOORSNEDE VAN EEN HALFVERHARDING (LEIDRAAD C3200)



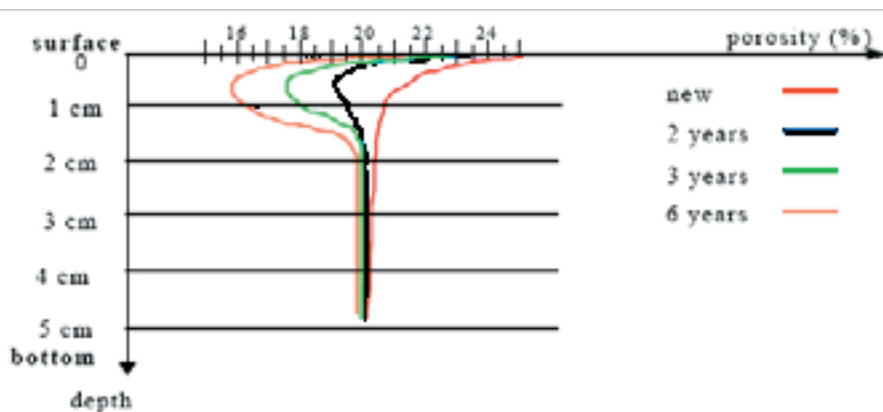
- De belangrijkste beheervereisten van waterdoorlatende verhardingen zijn gerelateerd aan het risico van het dichtslibben van de bovenste poreuze laag. De resultaten die in figuur 8.9 worden getoond, werden verkregen tijdens de monitoring van een 700 m lange weg die in 1988 is bestraat met een poreuze bestrating. De eerste metingreeks werd uitgevoerd zeven jaar na aanleg, onmiddellijk na het schoonmaken van de bestrating (Raimbault et al, 1999). De diepte van de infiltratie, gezien in tijd, heeft een waardevermindering van gemiddeld 0,85 cm/s naar gemiddeld 0,15 cm/s tijdens de drie jaar durende monitoringsperiode [47]

FIGUUR 8.9 VARIATIE IN DICTSLIBBING OP VERSCHILLENDE LOCATIES [47]



In een afzonderlijke studie, zijn er van doorlatend asfalt monsters genomen, afkomstig uit een autosnelweg en geanalyseerd met een gamma straalsonde om de variatie in dichtheid en diepte (Pichon, 1993) te bepalen. Figuur 8.10 geeft de resultaten weer. Daaruit blijkt dat alleen de bovenste twee centimeter van het asfalt minder doorlatend is geworden. Uit de resultaten van beide studies kan men concluderen dat het dichtslibben/vervuild raken van de verharding voornamelijk voorkomt in bovenste laag van het materiaal.

FIGUUR 8.10 DE LOCATIE EN GROOTTE VAN DICTSLIBBING VAN OPEN ASFALT IN DE TOPLAAG [47]



8.6 VOOR- EN NADELEN

VOORDELEN

- Waterdoorlatende verharding kan zowel worden toegepast in gebieden met een goed doorlatende ondergrond als gebieden met een slecht doorlatende bodem
- Bij een goed doorlatende ondergrond maximaliseert waterdoorlatende verharding de infiltratie van regenwater, waardoor het grondwater wordt aangevuld
- Bij een slecht doorlatende ondergrond zorgt de berging in de constructie ervoor dat het oppervlaktewater niet ineens al het regenwater te verwerken krijgt
- De filterende werking van de constructie (soms versterkt door biologische afbraak door micro-organismen) beperkt/voorkomt verontreiniging van bodem en grondwater
- Bij het afkoppelen van verhard oppervlak neemt de hydraulische belasting van de rioolwaterzuiveringsinstallatie af en de vuilgraad van het afvalwater toe zodat een beter zuiveringsrendement bij de RWZI ontstaat [52]
- Verharding met een open structuur kan geluidsabsorberend zijn (reducties in de orde van enkele dB's ten opzichte van traditionele verharding)
- Eenvoudige aanleg zowel in bestaand gebied als bij nieuwbouw
- Weinig extra ruimtebeslag nodig
- Meervoudig ruimtegebruik
- Achterwege laten van HWA-riool
- Goed te combineren met bestaande bestrating
- Duurzame oplossing (vasthouden, bergen, vertraagd afvoeren)
- Gelijke of lagere aanlegkosten dan traditioneel HWA (bij totale infiltratie) [53]

NADELEN

- Zonder adequaat onderhoud en beheer kan de infiltratiecapaciteit snel afnemen tot die van reguliere verharding
- De draagkracht is vaak kleiner ten opzichte van reguliere verharding
- Hoge aanlegkosten (afhankelijk van lokale omstandigheden kunnen de kosten voor extra maatregelen en voorzieningen hoog zijn)
- Afname draagkracht constructie bij verzadiging
- Onbekende hydraulische levensduur [53]
- Omdat in regenwater opgeloste stoffen via de constructie in bodem en grondwater terecht kunnen komen, is waterdoorlatende verharding niet zonder meer toepasbaar in alle situaties (bijvoorbeeld bij overslag van gevaarlijke stoffen)
- Tijdens aanleg en gebruik moet rekening worden gehouden met de speciale eigenschappen van een doorlatende constructie. Zo is het bijvoorbeeld niet wenselijk om bouwverkeer over een waterdoorlatende verharding te laten rijden [52]

8.7 ERVARINGEN

8.7.1 UTRECHT

Om te bepalen welke manier van toepassing van waterdoorlatende verharding in onder meer de nieuwbouwwijk Leidsche Rijn in Utrecht het meest geschikt zou zijn, heeft er een onderzoek plaatsgevonden. In zes proefvakken zijn diverse types waterdoorlatende verharding uitgetest op vooral hun infiltratievermogen. Aandacht aan het kwalitatieve functioneren is er niet geweest. Uiteindelijk is gekozen voor waterdoorlatende verharding van Maas & Waal, Geostone, die volgens een normaal straatpatroon gelegd kunnen worden. De onderliggende

funderingslaag is zelf uitgedacht. Tien jaar na aanleg functioneert de waterdoorlatende verharding nog steeds goed en is er in weinige mate sprake van verstopping en spoorvorming. Het onderzoeksrapport van dit onderzoek is op te vragen bij het ingenieursbureau van de gemeente Utrecht [113].

8.7.2 ALMERE

In Almere zijn verschillende typen waterdoorlatende verharding gedurende een jaar gemonitord, op hun werking, in een aantal proefvakken. Voor deze monitoring is Europese subsidie verkregen en is er een rapportage verschenen in 2004 [93].

Doel van het onderzoek was om proefvakken met waterdoorlatende verharding in Almere Buiten gedurende een jaar te monitoren en daarbij op basis van de resultaten advies te geven over welke waterdoorlatende verharding geschikt is voor de parkeerplaatsen op het bedrijventerrein Stichtse Kant en eventueel andere delen van Almere.

Er zijn 4 proefvakken met waterdoorlatende- en 1 proefvak met normale verharding (ter referentie) aangelegd:

- Proefvak 1: 100 % Aquaflow volgens voorgeschreven opbouw
- Proefvak 2: een deel Aquaflow (20 %) volgens voorgeschreven opbouw, overige deel normale betonstraatstenen
- Proefvak 3: 100 % Ecodrain met voorgeschreven opbouw
- Proefvak 4: 100 % Ecodrain met afwijkende fundering van grof steen (25 cm in plaats van 40 cm)

Er is zowel kwalitatief als kwantitatief onderzoek verricht. Over het algemeen blijft de waterdoorlatende verharding bij een bui droger dan bij traditionele bestrating. Bij Ecodrain is het regenwater het snelst in de bodem verdwenen. Na een jaar is de doorlatendheid afgenomen (onder invloed van bouwactiviteiten). Op de bereden stukken heeft Ecodrain een hogere doorlatendheid dan Aquaflow. Geadviseerd wordt om bij gecombineerde verharding (proefvak 2) in plaats van 20 % doorlatende 50 % doorlatend te realiseren om te zorgen voor een snelle afvoer. Doorlatende verharding is zeer goed bestand tegen spoorvorming (met uitzondering van Ecodrain met 25 cm fundering), beter dan de traditionele verharding.

Uit metingen blijkt dat berging van alle vakken voldoende is, zelfs ten tijde van een extreme bui, de pieken worden bij waterdoorlatende verharding afgevlakt.

Kwalitatieve metingen zijn verricht aan de vakken met Aquaflow en van de neerslag. De metingen vertonen tegenstrijdigheden waardoor er geen conclusies aan verbonden kunnen worden. De problemen zijn te vinden bij de monsternamen.

Het eindoordeel is dat waterdoorlatende verharding goed toepasbaar is. Bijkomend voordeel zou kunnen zijn dat door het bergend vermogen er minder oppervlaktewater op het (bedrijven)terrein nodig is. Hierdoor zou er meer terrein uitgeleverd kunnen worden, wat een economisch voordeel biedt.

8.7.3 ERVARINGSONDERZOEK

In 2004 is door Tauw onder 37 gemeenten een onderzoek gehouden naar de ervaringen met doorlatendeverharding. Dit zijn de belangrijkste conclusies:

- De bekendheid c.q. toepassing van waterdoorlatende verharding is relatief klein (26 %)
- Dit heeft tot gevolg dat er nog steeds relatief weinig praktijk informatie beschikbaar is
- Er zijn duidelijke voor- en tegenstanders bij gemeenten te onderscheiden voor het toepassen van waterdoorlatende verharding (44 % is niet van plan het toe te passen)

- Gemeenten waar verhardingen zijn toegepast, zijn overwegend positief over de toegepaste constructies
- Tegenstanders zien problemen in gladheidbestrijding en beheer van waterdoorlatende verhardingen. Dit wordt echter tegengesproken door de gemeenten waar verhardingen al zijn toegepast

Ervaringen die hieruit naar voren kwamen zijn:

- Bouwverkeer verbieden over doorlatende verharding te rijden. Dit was in het geval van een parkeerplaats nog wel te regelen, maar wordt moeilijk wanneer alle woonstraten doorlatend worden uitgevoerd
- De berging van de doorlatende verharding is ruim voldoende bij een fifty-fifty verdeling doorlatend-ondoorlatend. Met andere woorden, 1 m² doorlatende verharding kan het regenwater van 2 m² verharding verwerken
- Om verontreiniging van de doorlatende verharding tijdens het bouw- en woonrijp maken te voorkomen, is een juiste bouw- en opleveringsvolgorde van belang

FIGUUR 8.11

