



Waterdoorlatende bestratingen *revisited*: hoe correct ontwerpen en uitvoeren om problemen te voorkomen?

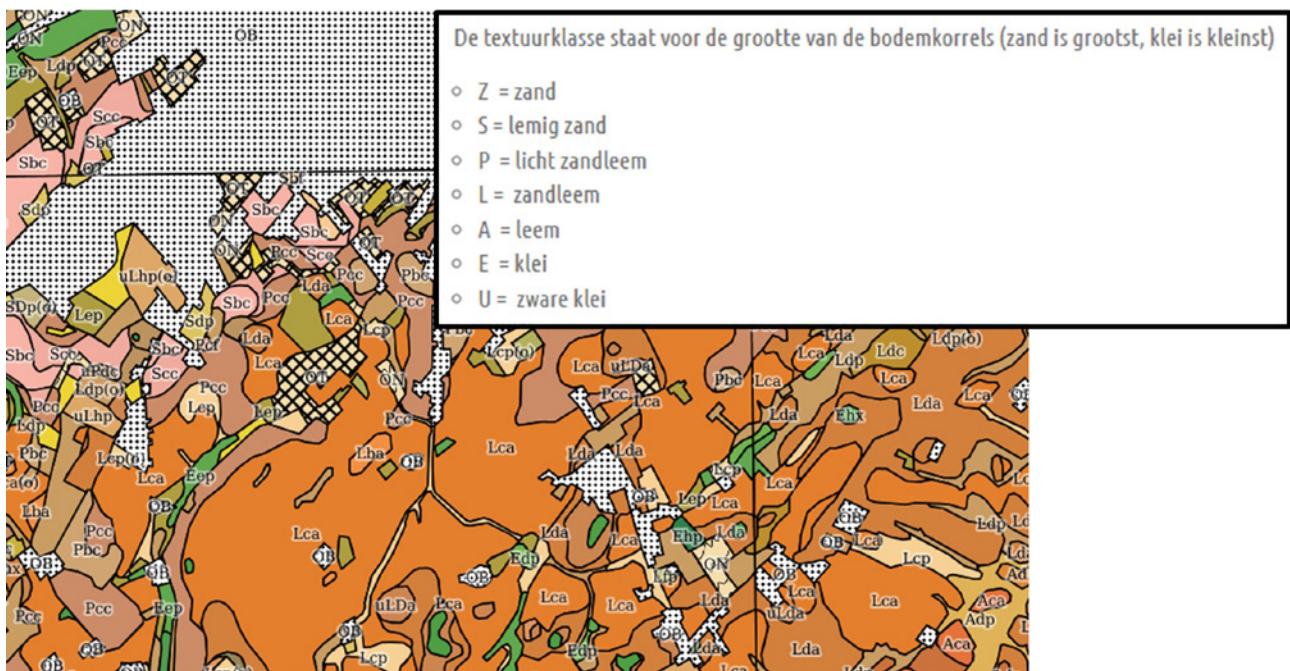
De laatste jaren zijn er in het nieuws meer en meer berichten rond het beheer van hemelwater, problemen met lage grondwaterstanden of extreme klimatologische omstandigheden. Denk maar aan de betonstop, de overstromingen in de zomer van 2021, berichten over droogteschade aan huizen in bepaalde regio's, enz. Het "waarom?" van de nood aan waterdoorlatende verhardingen in het algemeen hoeft geen verder betoog, dat is intussen welbekend en begint ook meer en meer algemeen te worden aanvaard. Zeker in het dichtbebouwde Vlaanderen is dit thema al een tijdje een heet hangijzer, en dat zal ook de komende jaren zo blijven (Aquafin & Infopunt Publieke Ruimte, s.d.).

We worden dus met de neus op de feiten gedrukt. Er is echt nood aan voldoende en correct bufferen en infiltreren van hemelwater, voornamelijk in stedelijke gebieden of zones met een hoog verhardingspercentage. Doorlatende verhardingen met voldoende buffercapaciteit en een duurzaam infiltratievermogen zorgen ervoor dat de grondwaterstand beter op peil kan worden gehouden, dat de rioleringen tijdens intense buien worden ontlast en dat mogelijke bodemerosie of verzakkingen kunnen worden voorkomen (Beeldens e.a., 2008).

De voorbije jaren zijn er dan ook al veel van dergelijke verhardingen aangelegd, vaak gebruik makend van verschillende types van waterdoorlatende straatstenen. OCW ontvangt echter ook vaak verzoeken om technische bijstand naar aanleiding van problemen met deze verhardingen enige tijd nadat ze in gebruik zijn genomen. Tijd dus om de goede praktijken nog eens op te frissen, zoals destijds vastgelegd in OCW-richtlijnen (Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw, 2009).

Ondergrond

Een waterdoorlatende verharding aangelegd met gebruik van betonstraatstenen moet altijd bekeken worden als een totaalpakket, van onder tot boven. Dat wil zeggen dat er eerst aandacht moet worden besteed aan de ondergrond waarop deze verharding zal worden aangebracht. Het grootste gedeelte van de ondergrond in Vlaanderen is niet doorlatend genoeg om een duurzame waterdoorlatende verharding aan te leggen zonder bijkomende drainage in de structuur te voorzien. Een eerste indicatie van het bodemtype kan men terugvinden via de site van Geopunt Vlaanderen (<https://www.geopunt.be/kaart>) of Database Ondergrond Vlaanderen (<https://www.dov.vlaanderen.be/page/bodemkaarten>) (figuur 1). Zandgrond bestaat uit de grofste korrels en is dan ook het type bodem met de hoogste waterdoorlatendheid. De korrels van kleigrond zijn dan weer het kleinst, waardoor dit bodemtype de laagste waterdoorlatendheid heeft.



Figuur 1 - Voorbeeld bodemtypes + legende (Vlaamse Overheid, Database Ondergrond Vlaanderen, s.d.)

Om zeker te zijn van de waterdoorlatendheid van de ondergrond waarop een waterdoorlatende verharding gaat worden aangelegd, is het aangeraden om de ondergrond te testen. Er zijn verschillende methoden om dat te doen (Vlaamse Overheid, Vlaamse Milieumaatschappij, s.d.).

Een zeer eenvoudige manier is de zogenaamde “putmethode”. Hierbij wordt er een put gegraven (50 cm op 50 cm) tot op de geplande diepte van de opbouw. Er wordt eerst een dunne steenlaag aangebracht op de bodem en vervolgens wordt er 5 liter water overheen gegoten. De tijd die nodig is om het water volledig te laten verdwijnen is een maat voor de doorlatendheid. Deze methode is echter niet zo nauwkeurig en wordt dan ook slechts zelden toegepast. Een andere, bij OCW beschikbare meetmethode is de *Open-end test* (Vlaamse Milieumaatschappij et al., 2016) (figuur 2).



Figuur 2 - *Open-end test*

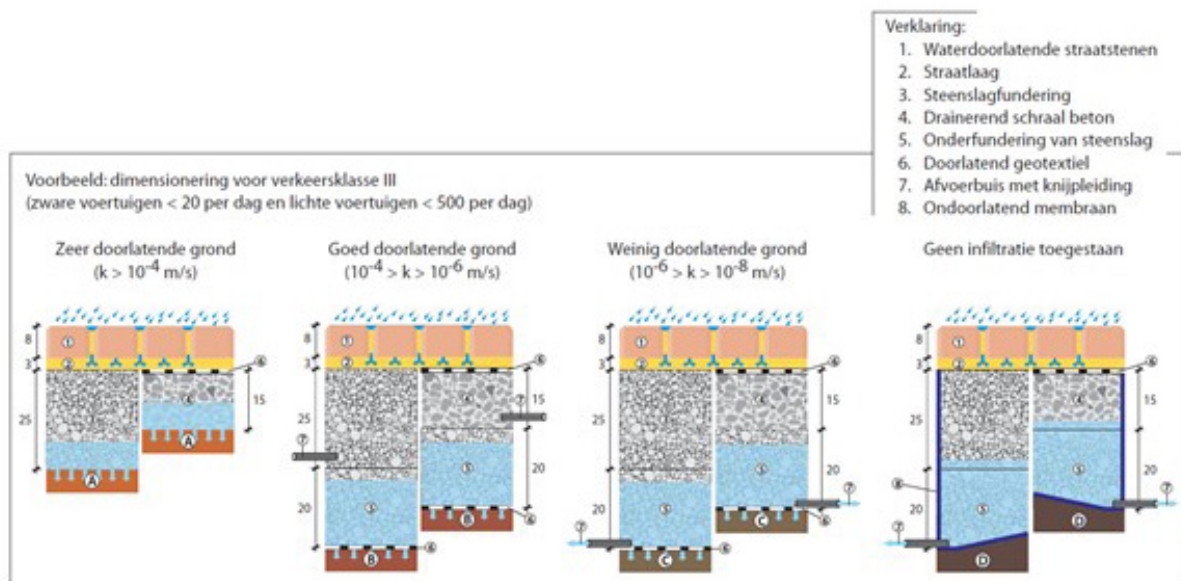
Bij de *Open-end test* wordt een buis verticaal in een put geplaatst die tot op de geplande diepte van de voorziene structuur is uitgegraven. In deze buis wordt door een gecontroleerde toevoer van water het waterniveau constant gehouden. De hoeveelheid water die wordt toegevoerd als functie van de tijd geeft dan via bepaalde mathematische formules een doorlatendheid (k -waarde in m/s) van de bodem op deze plek. Deze test wordt standaard door OCW gebruikt. Om een goed beeld te hebben van de algemene doorlatendheid is het aangeraden om minstens 4 punten per $1000 m^2$ oppervlakte te meten. De doorlatendheid van de ondergrond kan in verschillende categorieën worden ingedeeld, zoals aangegeven in figuur 3.

<u>Categorieën Grond (k-waarde)</u>	<u>Grondsoorten</u>
▪ <u>Zeer doorlatend</u> $k > 10^{-4} m/s$	▪ <u>Zand/grind</u> $10^{-3} - 10^{-5} m/s$
▪ <u>Goed doorlatend</u> $10^{-4} > k > 10^{-6} m/s$	▪ <u>Zand/leem</u> $10^{-4} - 10^{-8} m/s$
▪ <u>Matig tot slecht doorlatend</u> $10^{-6} > k > 10^{-8} m/s$	▪ <u>Leem</u> $10^{-6} - 10^{-9} m/s$
▪ <u>Nagenoeg ondoorlatend</u> $k < 10^{-8} m/s$	▪ <u>Klei</u> $10^{-9} - 10^{-11} m/s$

Figuur 3 - *Overzicht van doorlatendheid van de ondergrond (Beeldens et al., 2008)*

De drempelwaarde van $5,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ voor waterdoorlatende bestratingen, die in elk onderdeel van de opbouw wordt gevraagd, komt voort uit een omrekening van een bui die volgens de statistische gegevens van het KMI destijds slechts 1 keer per 30 jaar voorkwam (16 mm water in 10 minuten tijd of 270 l/s/ha maal een veiligheidsfactor van 2) (OCW, 2009). Volgens de huidige piekintensiteiten komt dit tegenwoordig wellicht eerder overeen met een T10-bui (Vlaamse Overheid, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, 2012), maar gezien de veiligheidsfactor van 2, blijft dit zeker nog een relevante waarde.

Als functie van de doorlatendheid van de ondergrond moet de totale opbouw dan ook worden aangepast (OCW, 2009), zoals geïllustreerd in figuur 4.



Figuur 4 - Voorbeeld van dimensionering van waterdoorlatende verharding volgens verkeersklasse III (naar OCW, 2009)

Figuur 4 geeft een typische opbouw weer voor een verharding in betonstraatstenen volgens verkeerscategorie III van OCW-handleiding A80/09. In perioden van waterbuffering in de structuur zal de draagkracht van het geheel afnemen. Hierdoor wordt het gebruik van waterdoorlatende bestrating beperkt tot verkeerscategorieën II, III en IV (OCW, 2009). In de praktijk betekent dit dat het aantal passerende zware voertuigen (>3,5 ton) per dag beperkt is tot 100 stuks (figuur 5).

Categorie	Type van verkeer		
	Voetgangers, fietsers, bromfietzers	Lichte voertuigen (<3,5 t)	Zware voertuigen (>3,5 t)
I	Onbeperkt	Beperkt tot 5000 per dag	Beperkt tot 400 per dag
II	Onbeperkt	Beperkt tot 5000 per dag	Beperkt tot 100 per dag
III	Onbeperkt	Beperkt tot 5000 per dag	Beperkt tot 20 per dag
IV	Onbeperkt	Occasioneel	Geen

Figuur 5 - Verkeerscategorieën ingedeeld als functie van de verkeersbelasting (naar OCW, 2009, Tabel 1.1, p. 2)

Onderfundering

Net zoals bij een verharding met standaard betonstraatstenen is de onderfundering vooral een drainerende laag die ook voor bijkomende draagkracht kan zorgen. Daarnaast zorgt de onderfundering ook voor bescherming van de ondergrond tegen de inwerking van vorst. Het grootste verschil voor een onderfundering in geval van waterdoorlatende bestratingen is de buffercapaciteit die nodig is om het indringende hemelwater de kans en de tijd te geven om te infiltreren in de ondergrond. Deze capaciteit wordt bepaald door de infiltratiesnelheid van de ondergrond enerzijds en door de watertoegankelijke porositeit van het verdichte materiaal in de onderfundering anderzijds. De buffercapaciteit die nodig is voor een bepaald type ondergrond valt goed samen met de vorstindringingsdiepte die in de zones met dit type ondergrond overeenstemt. Slecht doorlatende ondergrond is met andere woorden gevoeliger voor vorst en heeft dus een ruimere onderfundering nodig.

Als materiaal voor een dergelijke onderfundering worden er in SB 250 korrelverdelingsgrenzen beschreven waaraan dit materiaal moet voldoen (Vlaamse Overheid, Agentschap Wegen en Verkeer, 2021, §6-3.6.3.1, tabel 5-3-2). Er mag gekozen worden voor een betonpuingranulaat met als minimum ondermaat 4 mm, indien er tijdens de plaatsing niet te veel fijne bestanddelen ontstaan die de buffercapaciteit weer doen afnemen. Om deze reden is mengpuin of metselwerkpuin dan ook ten stelligste afgeraden. Hierbij is er immers te veel kans op vergruizing bij verdichting. Tot slot is ook aan te raden de onderfundering op een geotextiel en geogrid (geogrid op geotextiel) aan te leggen voor een verbeterd draagvermogen in geval van verzadigde ondergrond.

Fundering

Voor een waterdoorlatende structuur heeft de fundering naast het leveren van het nodige draagvermogen ook nog een andere functie, met name het afvoeren van het infiltrerende water naar de onderfundering of de ondergrond. Als er water in de fundering blijft staan, zorgt dat namelijk voor een vermindering van het draagvermogen en gevaar voor schade onder verkeersbelasting. In extreme gevallen kan de fundering ook voor bijkomende buffercapaciteit zorgen, maar dat dient het best in de tijd beperkt te blijven.

Het gebruikte funderingsmateriaal hangt vooral af van de te verwachten verkeersbelasting. Voor een zone met een aanzienlijk aantal passages van zwaar verkeer per dag kiest men het best voor drainerend schraal beton. In andere gevallen kan er worden gekozen voor ongebonden steenslag, zoals vermeld staat in Vlaamse Overheid, AWW, 2021, §5-4.13. Een discontinue verdeling zou te moeilijk te verdichten zijn om een mooi vlak resultaat en voldoende draagvermogen te krijgen, vandaar dat een continue korrelverdeling hier de voorkeur heeft. Een andere factor waar ook rekening mee moet worden gehouden in de keuze van de verschillende materialen is de onderlinge filterstabiliteit. Zo kan er worden voorkomen dat de bovenliggende fijnere materialen zouden verdwijnen in grovere, onderliggende lagen met mogelijk verlies aan doorlatendheid, maar ook aan stabiliteit van de wegstructuur. Aan deze eis kan simpel worden voldaan door de kalibers van de verschillende materialen goed op mekaar af te stemmen.

Straatlaag en voegvulling

In de mate van het mogelijke wordt er voor de straatlaag en de voegvulling voor hetzelfde materiaal gekozen. Dit materiaal moet wel aangepast zijn aan de gebruikte betonstraatstenen en is dus afhankelijk van de voorziene voegbreedte tussen de stenen. De doorlatendheid van dit materiaal moet voldoende zijn (minimaal $5,4 \cdot 10^{-4}$ m/s indien gerekend wordt met een voegpercentage van 10 %) om het hemelwater snel genoeg af te voeren naar de fundering en onderliggende lagen. De weerstand tegen vergruizing onder verkeersbelasting is ook erg belangrijk. Daarom moet het gebruikte materiaal minimaal voldoen aan categorie 3 volgens PTV 411 (BE-CERT, 2014). Dit houdt in dat de Los Angeles-waarde (weerstand tegen verbrijzeling) niet groter mag zijn dan 20 en de Micro-Deval-coëfficiënt (weerstand tegen afslijting) niet groter dan 15.

Ook hier is de filterstabiliteit van groot belang, zodat de straatlaag niet te diep in de fundering kan doordringen. Bij een fundering van drainerend schraal beton is het ook verplicht om een geotextiel aan te brengen om te voorkomen dat de holtes in het beton verstopt raken door de fijnere deeltjes van de straatlaag.

Types waterdoorlatende betonstraatstenen

Er zijn tegenwoordig veel verschillende types van waterdoorlatende betonstraatstenen beschikbaar op de markt.

Poreuze betonstraatstenen



Figuur 6 – Poreuze betonstraatstenen (Parking Brico Plan-it - Ternat) (Stradus, s.d.)

Poreuze betonstraatstenen (figuur 6) zijn meestal met dezelfde afmetingen als standaard betonstraatstenen vervaardigd, maar dan in beton met een poreuze structuur. Een deel van de zandfractie wordt weggelaten om zo een open structuur doorheen de steen te creëren. De aanleg hiervan gebeurt praktisch op dezelfde manier als standaard betonstraatstenen, maar om te voorkomen dat de kleine openingen in de steen dichtslibben, is het aangewezen om een aangepast voegvullingsmateriaal te gebruiken. Dat wil zeggen dat hier om verstopping te voorkomen geen fractie 0/0,5mm in mag zitten. De voegen zijn standaard 1 tot 2 mm breed, waardoor de verharding makkelijk begaanbaar is. Wel zijn ze minder bestand tegen gebruik van dooizouten.

Betonstraatstenen met verbrede voegen/drainageopeningen

Voor deze types van betonstraatstenen worden er uitsparingen voorzien die een minimum van 10 % van de totale oppervlakte bedragen (Probeton, 2021). Op die manier kan het water langs deze uitsparingen in de wegstructuur doordringen. De uitsparingen kunnen op verschillende manieren worden aangebracht. Een eerste voorbeeld is gebruikmaken van verbrede voegen door het aanbrengen van nokken of afstandshouders op de zijdes van de betonstraatstenen. De vorm van de stenen is bij deze versie vrijwel gelijkaardig aan de vorm van standaard betonstraatstenen.



Figuur 7 – Betonstraatstenen met verbrede voegen (Parking Ziekenhuis Maas & Kempen - Maaseik) (Stradus, s.d.)

In plaats van voor verbrede voegen kan er ook voor drainageopeningen worden gekozen. Hierbij worden er openingen voorzien in het oppervlak van de verharding door de vorm van de steen zo aan te passen dat er bij het aanleggen van de verharding open zones ontstaan om het water makkelijk te laten infiltreren. Deze openingen worden gevuld met steenslag met een beperkt gehalte aan fijn materiaal om de waterdoorlatendheid te garanderen. Door de grotere openingen in de verharding zijn deze types iets minder goed begaanbaar en dus ook minder aangewezen voor zones met veel voetgangers of fietsers. Voor parkeerzones is dit wel een goede toepassing.

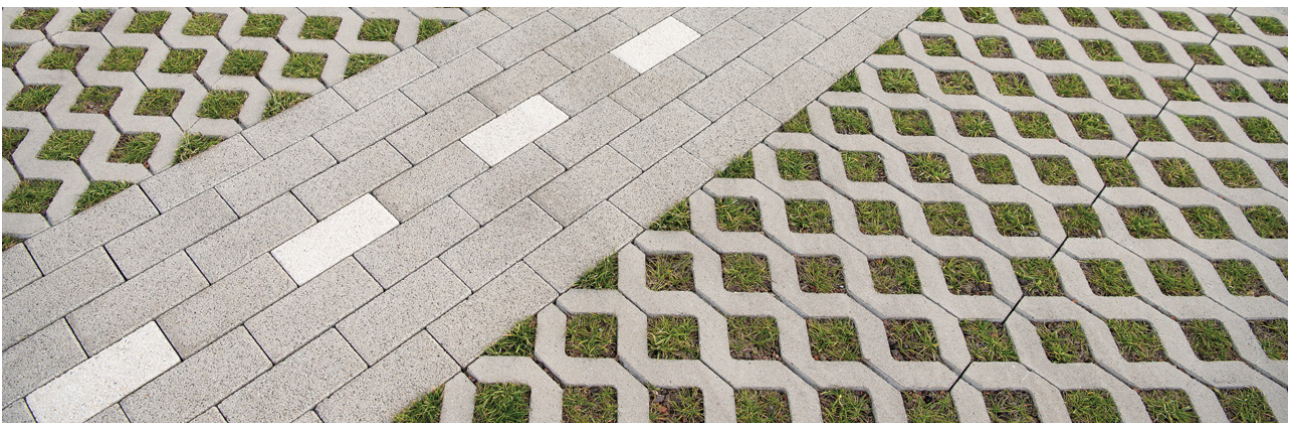


Figuur 8 – Betonstraatstenen met drainageopeningen (Voskenslaan Genk) (Ebema)

Er kan ook een combinatie van verbrede voegen en drainageopeningen worden gebruikt om voldoende open ruimte in het oppervlak te creëren en zo voldoende waterdoorlatendheid te garanderen.

Grasbetontegels

Dit zijn over het algemeen grotere elementen met grote openingen die minimum 25 % van de totale oppervlakte bedragen. Deze worden vaak gebruikt in combinatie met andere stenen, en voornamelijk toegepast als verharding van parkings, brandwegen of wegverbredingen. Ze zijn dan ook enkel geschikt voor occasioneel zwaar verkeer. Als voegvulling zijn er hier twee opties beschikbaar. Men kan de openingen vullen met steenslag en dan zal het water vooral infiltreren in de ondergrond. Men kan echter ook gebruik maken van speciale voegmaterialen op basis van teelaarde en lavagranulaten, waardoor er grasgroei zal ontstaan in de beschikbare openingen. In dit geval zal het indringende water ook verdampen of door het gras worden opgenomen. De doorlatendheid van de ondergrond blijft echter nog steeds belangrijk om een duurzame verharding te garanderen.



Figuur 9 – Grasbetontegels (Parking Brico Plan-it - Ternat) (Stradus, s.d.)

Tegenwoordig zijn er ook heel wat nieuwe ontwikkelingen, en zien nieuwe ontwerpen en speciale vormen van betonproducten voor waterdoorlatende toepassingen het licht (OCW, 2019, Hoofdstuk 7.1). Ze bieden de mogelijkheid speciale accenten inzake vorm, kleur en functionaliteit te leggen. Dezelfde goede praktijken blijven echter gelden voor de structuuropbouw om een functionele waterdoorlatende bestrating te verkrijgen.

Controle bij oplevering

Als controle van de doorlatendheid van de verharding gebruikt OCW de methode van de dubbele-ringproef (COPRO, 2010). Hierbij worden er twee ringen van verschillende diameter op het te testen oppervlak geplaatst, met de nodige aandacht voor de eis dat er geen water in horizontale richting uit deze ringen kan ontsnappen. Deze ringen worden tot op een bepaalde hoogte met water gevuld. Het water in de buitenste ring verhindert zo goed als mogelijk de horizontale verspreiding van het water in de binnenste ring, en vormt als het ware een verticale barrière. Het water in de binnenste ring wordt door een combinatie van een sensor en een elektronisch ventiel op een constante hoogte gehouden. Na een testperiode van minimaal 30 minuten kan er aan de hand van een berekening een k-waarde in m/s bepaald worden die de doorlatendheid van de structuur weergeeft. Deze proef kan zowel op de verharding als op de fundering worden uitgevoerd.



Figuur 10 - Dubbele-ringproef

Onderhoud

Over het algemeen zijn waterdoorlatende verhardingen onderhoudsarm, maar daarom niet onderhoudsvrij. Om de duurzaamheid en de doorlatende werking van de verharding in de tijd te garanderen is een minimum aan inspectie en onderhoud noodzakelijk. Voor verhardingen die uitgevoerd zijn in betonstraatstenen met verbrede voegen of drainageopeningen zal dit vooral neerkomen op degelijk onkruidbeheer. Voor betonstraatstenen in drainerend beton is het voorkomen of verhelpen van verstoppingen het belangrijkste aandachtspunt. Om deze verstoppingen te verwijderen kan er bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van een ZOAB-reiniger die onder hoge druk reinigt, maar ook het vuil terug opzuigt.

Conclusies/vooruitzichten

Het aanleggen van duurzame waterdoorlatende verhardingen met betonstraatstenen is zeker mogelijk. Men dient wel de regels van de kunst te volgen, zoals grotendeels beschreven in richtlijnen van OCW (Beeldens e.a., 2008 & OCW, 2009). OCW blijft de nieuwe ontwikkelingen op het vlak van materiaalgebruik en de evolutie van de duurzaamheid van de doorlatendheid in de tijd op de voet volgen. Het staat ter beschikking om zijn leden waar mogelijk met raad en daad bij te staan.



Literatuur

Aquafin & Infopunt Publieke Ruimte. (s.d.). *Operatie perforatie*. <https://www.operatieperforatie.be/>

BE-CERT. (2014). *Codificatie van de granulaten overeenkomstig de normen NBN EN 12620, NBN EN 13043, NBN EN 13139 en NBN EN 13242* (Technische Voorschriften No. PTV 411, uitgave 2.1).

Beeldens, A., Genders, F., Rens, L., Van den Berghe, T., Van den heyning, G. & Vijverman, L. (2008). *Waterdoorlatende verhardingen met betonstraatstenen* (OCW Dossier No. 5, Bijlage bij OCW Mededelingen No. 77). https://brrc.be/sites/default/files/2019-10/dossier05_nl.pdf

COPRO. (2010). *Waterdoorlatende bestratingen: System-, product- en plaatsingseisen* (Technische voorschriften No. PTV 827, Versie 1.0). <https://www.copro.eu/sites/default/files/document/file/Download/Reglementen/Hemelwater/Geldige%20versie/WEB%20PTV%20827%20v%201-0.pdf>

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw. (2009). *Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen* (OCW Aanbevelingen No. A80/09, Hoofdstuk 2.1). <https://brrc.be/sites/default/files/2019-10/a8009.pdf>

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw. (2019). *Handleiding voor verhardingen met tegels, grootformaattegels en geprefabriceerde betonplaten* (OCW Aanbevelingen No. A97). <https://brrc.be/sites/default/files/2019-11/A97.pdf>

Probeton. (2021). *Betonproducten voor waterdoorlatende bestratingen* (Technische Voorschriften No. PTV 126). http://www.probeton.be/uploads/docs/DOC_NL/PTV/TV126.pdf

Stradus. (s.d.). *Inspiratiebank*. https://inspiratiebank.stradus.be/nl_BE/inspiratiebank.html

Vlaamse Milieumaatschappij, International Marine and Dredging Consultants & Bodemkundige Dienst van België. (2016). *Opstellen van richtlijnen voor het meten van de infiltratiecapaciteit en het modelmatig onderbouwen voor de dimensionering van infiltratievoorzieningen* (versie 9.0). Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). <https://www.vmm.be/publicaties/opstellen-van-richtlijnen-voor-meten-van-infiltratiecapaciteit-en-modelmatig-onderbouwen-voor-dimensionering-van-infiltratievoorzieningen>

Vlaamse Overheid, Agentschap Wegen en Verkeer. (2021). *Standaardbestek 250 voor de wegenbouw* [versie 4.1a]. <https://wegenenverkeer.be/zakelijk/documenten/standaardbestek>

Vlaamse Overheid, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid. (2012). *Code van goede praktijk voor het ontwerp, de aanleg en het onderhoud van rioleringsystemen. Deel 5: Ontwerpneerslag* (CIW Rapport). <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/publicaties/code-goede-praktijk-rioleringsystemen/Deel%205%20-%20Ontwerpneerslag.pdf>

Vlaamse Overheid, Databank Ondergrond Vlaanderen. (s.d.). Bodemkaarten. <https://www.dov.vlaanderen.be/page/bodemkaarten>

Vlaamse Overheid, Vlaamse Milieumaatschappij. (s.d.). Infiltratieproeven. <https://www.vmm.be/water/bouwen/regenwater/infiltratieproeven>