

Passaqua

De waterpasserende kleiklinker

Adviesnota

1. Passaqua, de duurzame Wienerberger oplossing

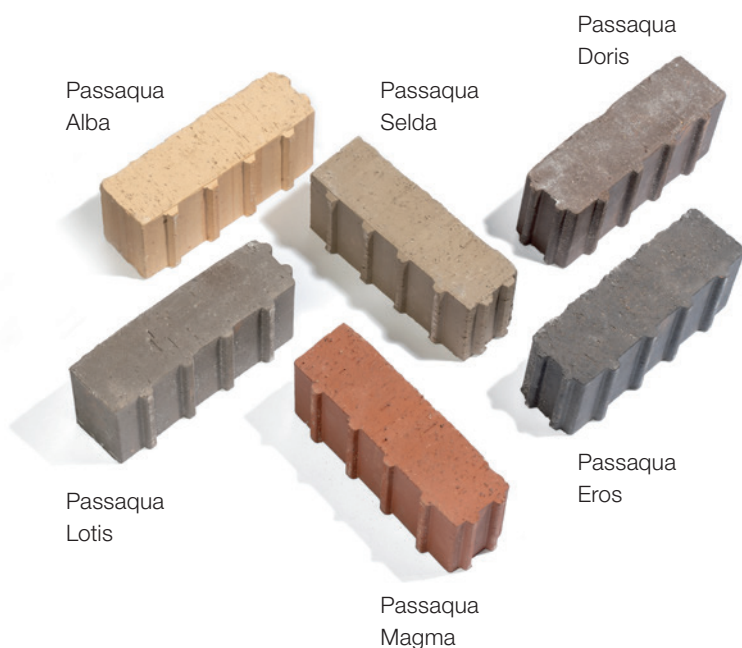
Passaqua is een strengpers kleiklinker met nokken die zorgen voor een waterpasserende voeg van ongeveer 6 mm breed.

Op een kleiklinker van 59 mm breed zorgt dit voor een voegaandeel van ruim 10%. Dat is minimaal vereist voor een waterpasserende verharding.

De Passaqua is 80 mm hoog waardoor deze bijzonder geschikt is voor residentiële en collectieve woonsites, verharde evacuatiewegen voor de brandweer en verhardingen van openbare ruimtes zoals parkings, pleinen, voet- en fietspaden...

De Passaqua kleiklinkers zijn verkrijgbaar in 6 kleuren.

Passaqua is een onbezande strengpers kleiklinker en is verkrijgbaar in 6 kleuren: Doris (bruin), Lotis (grijs), Eros (zwart), Magma (rood) Selda (grijs) en Alba (beige).



2. Eigenschappen Passaqua

Formaat	WDF
	189 x 59 x 80 mm Inclusief afstandhouders: 195 x 65 x 80 mm
Kleuren	Doris - Lotis - Eros - Magma Selda - Alba
Textuur	Strengpers, onbezand
Toepassingen	Verkeersklasse III (B10, opritten, parkeerplaats) Verkeersklasse IV (BF, tuinpaden, terrassen, verharding rondom woning) Concreet, belasting toegelaten: • Onbeperkt: fietsers, voetgangers, bromfietzers • Lichte voertuigen (< 3.5 t): < 500/dag • Zware voertuigen (> 3.5 t): < 20/dag
Toelaatbare afwijking fabricagematen	R1
Vorst/dooi-weerstand	FP100
Glijweerstand	U3
Dwarse breukweerstand	T4
Slijtweerstand	A2

Waterdoorlatende verharding wordt best niet toegepast in gebieden waar grondwater wordt gewonnen of waar regelmatig dooizouten worden gebruikt, dit om te vermijden dat het grondwater wordt verontreinigd. Dooizouten kunnen immers via de voegen infiltreren in de bodem.

3. Eisen waterdoorlatendheid

Om van een waterdoorlatende verharding te spreken, wordt een doorlatendheidscoëfficiënt k van minimaal $5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s geëist (OCW, 2008). De mogelijkheid tot infiltratie en/of buffering hangt echter ook af van de waterdoorlatendheid van de ondergrond (Tabel 1).

Grondsoort	Doorlatendheid k (m/s)	
Zand/grind	$10^{-3} - 10^{-5}$	Goed doorlatend, geen drainage nodig
Lemig zand	$10^{-4} - 10^{-7}$	
Zandig leem	$10^{-5} - 10^{-8}$	
Leem	$10^{-6} - 10^{-9}$	Slecht doorlatend, drainage nodig
Klei	$10^{-9} - 10^{-11}$	

Tabel 1: Overzicht grondsoorten en doorlatendheid k (OCW, 2008)

Vanwaar $5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s?

De verharding moet voldoen aan een doorlatendheidsfactor $k = 5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s. Concreet betekent dit dat de verharding een regenbui van 270 l/s/ha moet kunnen laten infiltreren. Dit komt overeen met een korte, intense regenbui van 10 minuten die eens om de dertig jaar voorkomt en een neerslaghoogte heeft van 16,3 mm (OCW, 2008).

Er wordt standaard met intense, korte regenbuien gerekend omdat deze overstromingen veroorzaken.

In Vlaams-Brabant eist de Provinciale Verordening Hemelwater dat de doorlatendheid van de verharding minstens even groot moet zijn als die van de bodem (Vlaams-Brabant, 2003). Enkel bij grof zand en lemig zand (zie Tabel 1) is de doorlatendheid hoger dan de standaarddeis ($5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s).

4. Wat moet er onder de Passaqua?

Naast kleiklinkers, spelen voegvulling, straatlaag, fundering en onderfundering een cruciale rol in de waterdoorlaatbaarheid van de verharding. De weg van het water doorheen de verharding verloopt in verschillende stappen:

Passaqua en voegen	Het water infiltreert via de voegen en straatlaag naar de fundering en onderfundering
Straatlaag	
Fundering	Zorgt voor voldoende draagkracht. Deze moet altijd droog blijven staan, anders vermindert de draagkracht
Onderfundering	Is een bufferzone voor het regenwater en wordt geplaatst bij minder doorlaatbare ondergronden
Drainage	Wordt geplaatst bij slecht doorlaatbare ondergronden of bij ondergronden waar infiltratie niet mogelijk is. De drainagebuis voert het overtollige water uit de onderfundering af naar een infiltratievoorziening, bv. een beek, vijver of wadi

4.1 De doorlatendheid van de ondergrond onderzoeken

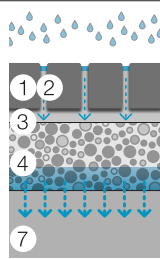
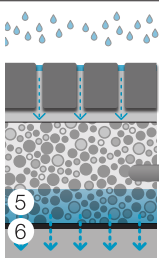
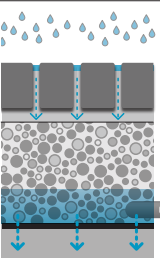
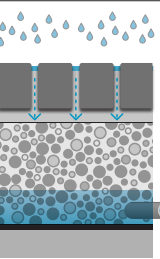
Om de opbouw van de verharding te bepalen, moet de doorlatendheid k (m/s) van de ondergrond gekend zijn. De website www.geopunt.be kan een eerste indicatie geven van het type ondergrond en daaraan gekoppeld de te verwachten doorlatendheid.

Beter is echter om dit ter plaatse te bepalen. Dit kan bv. met een 'open-end-test, waarbij een waterkolom van 1 m hoog op de grond wordt gezet. Gedurende 20 min. wordt er water aangevoerd om de waterkolom van 1 m in stand te houden. Het volume aangevoerde water geeft een indicatie van de waterdoorlatendheid van de grond (OCW, 2008).



Open-end-test (OCW, 2008)

4.2 Er zijn vier verschillende opbouwen mogelijk, afhankelijk van de ondergrond

				
Ondergrond	Zand, grind	Lemig zand	Zandig leem, leem	Leem, klei
	Zeer doorlatend	Goed doorlatend	Slecht doorlatend	Ondoorlatend of infiltratie niet mogelijk
k	$> 10^{-4}$ (m/s)	$10^{-4} > k > 10^{-6}$ (m/s)	$10^{-6} > k > 10^{-8}$ (m/s)	$k < 10^{-8}$ (m/s)

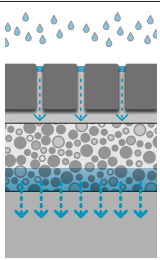
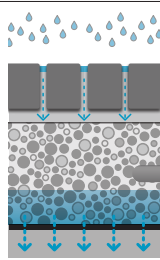
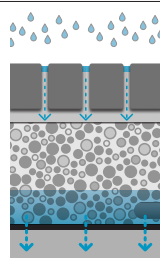
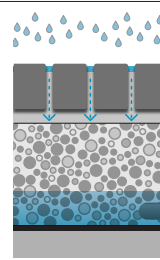
- Legende*:
- 1 Passaqua kleiklinkers
 - 2 Voegvulling
 - 3 Straatlaag
 - 4 Fundering
 - 5 Onderfundering
 - 6 Niet-geweven geotextiel
 - 7 Baanbed

* De dikte van het materiaal voor de verschillende lagen is afhankelijk van de belasting.

Tabel 2: Verschillende opbouwen afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond (Opbouw vanaf voegvulling tot baanbed gebaseerd op (OCW, 2008))

4.3 De opbouw van de verharding bepalen

Om een optimale waterdoorlatendheid te verkrijgen, moeten de voegmaterialen, straatlaag, fundering en eventuele onderfundering uitgevoerd worden in ongebonden materiaal, met een voldoende grote korrelgrootte. De lagendiktes en opbouw hangen af van de ondergrond. U moet dus vooraf weten op welke ondergrond de klinkers geplaatst zullen worden. Tabel 3 vat de totale opbouw onder de Passaqua samen.

				
Verharding	Passaqua (80 mm)			
Voegvulling	Gebroken steenslag met korrelmaat 1/3 of 2/5 mm			
Straatlaag	= korrelmaat als voegvulling (30 mm na verdichten)			
Fundering	Parking, oprit: drainerend schraal beton (150 mm) of ongebonden steenslag (250 mm) Tuinpad, terras: ongebonden steenslag (150 mm)			
Onderfundering		Drainage		
		Ongebonden steenslag (= fundering) (dikte afhankelijk van nodige buffercapaciteit)		
Geotextiel		Niet-geweven geotextiel	Niet-geweven geotextiel	Ondoorlatend membraan
Baanbed				Helling van 2,5% naar drainage

Tabel 3: Aanbevolen opbouw onder Passaqua (Opbouw vanaf voegvulling tot baanbed gebaseerd op (OCW, 2008))

De materiaaleigenschappen en korrelgroottes vereist voor de verschillende lagen zijn eveneens gericht op een maximale waterdoorlatendheid (Tabel 4). Aangezien het voegaandeel van een verharding met de Passaqua ruim 10% is, ligt de eis voor de doorlatendheid (k, (m/s)) van het voegmateriaal maar liefst 10 x hoger.

	Dikte	Wat	Korrelmaat	Aandachtspunt	Doorlatendheid k (m/s)
Voegvulling	80 mm	Porfier	0/63 < 0.063 < 3%	Dezelfde materialen en korrelgrootte voor filterstabiliteit. Granulaten behoren tot categorie Ab (PTV 411)	5,4 · 10 ⁻⁴
Straatlaag	30 mm	Gebroken zand Gebroken steenslag	0/4 of 0/6.3 1/3-2/4-2/5.6-2/6.3		
Fundering	volgens verkeersbelasting	Drainerend schraal beton Ongebonden steenslag	0/32 met continue korrelverdeling en: - fijn materiaal (< 63 µm) < 3% - gewassen zandfractie - fractie 0/2 mm < 25%	Min. gem. druksterkte = 13 N/mm ² k verzadigd min. 4 · 10 ⁻⁴ m/s	5,4 · 10 ⁻⁵
Onderfundering	Volgens buffercapaciteit			Filterstabiliteit met onderfundering (= materiaal en korrelgrootte)	

Tabel 4: Samenvatting materiaaleigenschappen verschillende lagen (OCW, 2008).

4.4 Berekening dikte onderfundering

De onderfundering functioneert als buffer bij minder doorlatende gronden. Deze laag zorgt ervoor dat het water vertraagd wordt afgevoerd naar de ondergrond of een infiltratievoorziening (beek, vijver, etc.). Zo krijgt de ondergrond de tijd om het water te verwerken.

Bij voorkeur worden voor de onderfundering dezelfde materialen toegepast als bij de fundering. Zo wordt de filterstabiliteit verzekerd en verdwijnen er geen fijnere deeltjes uit de funderingslaag naar de onderfundering (OCW, 2008).

Om de dikte van de onderfundering te bepalen, moet het nodige buffervolume en de porositeit van de onderfundering gekend zijn (Formule 1).

- Het buffervolume kan afgeleid worden uit tabel 5 en is afhankelijk van de hoeveelheid water die in de ondergrond kan infiltreren en - indien van toepassing - het afvoerdebiet van de drainage. De Gewestelijke stedenbouwkundige verordening Hemelwater stelt dat het minimale buffervolume min. 25l/m² (250 m³/ha) afwaterende oppervlakte moet bedragen.
- De porositeit is afhankelijk van de korrelgrootte en -verdeling van de steenslag in de onderfundering.

$$\text{Dikte onderfundering (m)} = \frac{\text{Buffervolume [m}^3\text{/m}^2\text{]} \cdot 1,5}{\text{Porositeit}}$$

(Formule 1)

Ledigingsdebiet	Terugkeerperiode overloop			
	2 jaar	5 jaar	10 jaar	20 jaar
30 l/s/ha			180 m ³ /ha	240 m ³ /ha
25 l/s/ha		160 m ³ /ha	200 m ³ /ha	240 m ³ /ha
20 l/s/ha	120 m ³ /ha	170 m ³ /ha	210 m ³ /ha	260 m ³ /ha
15 l/s/ha	140 m ³ /ha	190 m ³ /ha	240 m ³ /ha	290 m ³ /ha
10 l/s/ha	160 m ³ /ha	220 m ³ /ha	270 m ³ /ha	330 m ³ /ha
5 l/s/ha	210 m ³ /ha	280 m ³ /ha	340 m ³ /ha	410 m ³ /ha

Tabel 5: Buffervolumes afhankelijk van het ledigingsdebiet en de terugkeerperiode (OCW, 2008)

4.5 Drainage

In de onderfundering wordt vaak nog een drainagebuis voorzien (Tabel 2). Deze buis leidt het overtollige water naar een nabijgelegen beek, infiltratievoorziening of in het slechtste geval, de riolering. De drainagebuis kan als oplossing dienen als de beschikbare dikte voor de onderfundering beperkt is. Concreet bestaat zo'n drainagebuis uit een met stof omwikkelde, geperforeerde polypropyleendarm omgeven door grind en geotextiel.

5. Aandachtspunten bij aanleg en onderhoud

5.1 Aandachtspunten bij de aanleg

Er zijn belangrijke aandachtspunten bij de aanleg van de Passaqua (OCW, 2008):

- De verdichting van de verschillende lagen blijft belangrijk, net zoals bij een gewone kleiklinkerverharding
- Vermijd tijdens de uitvoering dat de funderingslaag en de straatlaag met fijn materiaal verontreinigd worden
- De voegen moeten steeds volledig gevuld zijn met voegmateriaal. De afstandshouders nemen niet de functie van de voegvulling over; om piekspanning ter hoogte van de afstandshouders te vermijden en plaatwerking te realiseren is een goede voegvulling van belang.
- Reinig enkel wanneer de voegen verstopt zijn.

Onder normale omstandigheden raken enkel de bovenste centimeters van het voegmateriaal verstopt. Het volstaat om met een veeginstallatie of onder hoge druk de poriën in de voegen terug vrij te krijgen.

5.2 Controles na de uitvoering

De doorlatendheid wordt gecontroleerd met een dubbele-ringproef. Hierbij worden twee ringen op de verharding geplaatst, beide met water. In de binnenste ring wordt een constant waterniveau aangehouden, de buitenste ring dient enkel om het water in de binnenste ring te houden. Om het waterniveau binnen aan te houden, is een constant waterdebiet nodig. Dit wordt gedurende 20 min. gemeten om de doorlatendheid te berekenen.



Dubbele ringproef (OCW, 2008)

5.3 Duurzame waterdoorlatendheid

De waterdoorlatendheid is een eigenschap die we ook na x aantal jaar nog steeds willen bezitten. Daarom moet de verharding blijvend voldoen aan een minimale doorlatendheidscoëfficiënt k van $5,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (OCW, 2008). Om dit te verzekeren wordt de Passaqua regelmatig getest in een residentiële omgeving. Zo werd zowel in 2019, 2022 en 2023 een dubbele ringproef uitgevoerd door het OCW op 2 posities op de parkeerplaats van de Duurzame Wijk. De aanleg van Passaqua op deze parkeerplaats gebeurde in 2015.

Waterdoorlatendheidscoëfficiënt [m/s]	feb/2019	jul/2022	okt/2023
Parkeerplaats meetpunt 1	$7,1 \cdot 10^{-5}$	$2,74 \cdot 10^{-3}$	$4,57 \cdot 10^{-4}$
Parkeerplaats meetpunt 2	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5,35 \cdot 10^{-3}$	$9,63 \cdot 10^{-4}$

Deze resultaten tonen aan dat de doorlatendheidscoëfficiënt op de meetpunten op de parkeerplaats 8 jaar na aanleg nog steeds hoger liggen dan de minimale eis van $5,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. Dit garandeert de werking van het systeem en de waterdoorlatendheid naar de ondergrond.



Dubbele ringproef meetpunt 2, juli 2022

6. Overzicht regelgeving

De regelgeving streeft een maximaal hergebruik of infiltratie van regenwater na. Dit gebeurt op verschillende niveaus en met verschillende maatregelen.

- Op Vlaams niveau is de Gewestelijke stedenbouwkundige verordening (GSV) van kracht bij de aanleg van nieuwe constructies en verhardingen groter dan 40 m². Vanaf 2 oktober 2023 treedt Hemelwaterverordening 2023 in werking. Concreet moet een infiltratievoorziening geplaatst worden als het perceel groter is dan 80 m². Ook bij de ontwikkelingen van verkavelingen is een infiltratie- of buffervoorziening verplicht (Departement Omgeving, Vlaams Gewest, 2023).
- In Vlaams-Brabant geldt bijkomend een Provinciale verordening dat het regenwater op eigen terrein in de bodem moet kunnen infiltreren. Dit geldt zowel voor particuliere projecten als voor projectontwikkelingen en parkings. Enkel de openbare rijweg valt buiten deze regels (Vlaams Brabant, 2003).
- In het Waals en Brussels Hoofdstedelijk gewest gelden momenteel geen gewestelijke of provinciale verordeningen, maar gemeenten kunnen altijd maatregelen opleggen via gemeentelijke verordeningen, bijzondere bestemmingsplannen of verkavelingsvergunningen.

Volgens de GSV hoeft een waterdoorlatende verharding niet in rekening gebracht te worden voor het begroten van een infiltratievoorziening (Departement omgeving, Vlaams Gewest, 2016).

7. Besluit

Het is de verantwoordelijkheid van ons allen om duurzaam om te springen met regenwater en zo overstromingen en grondwatertekorten in de nabije toekomst te vermijden. Rechtstreekse bodeminfiltratie via waterpasserende kleiklinkers is de beste en meest natuurlijke manier.

Zo slaat u met de Passaqua twee vliegen in één klap:

- Regenwater kan ter plaatste infiltreren in de bodem waardoor u geen extra infiltratievoorzieningen voor uw verharding hoeft te plaatsen
- Tegelijk geniet u van een comfortabele verharding in een duurzaam en kleurvast materiaal.

Bibliografie

Departement Omgeving, Vlaams Gewest. (2016, September). Technisch achtergronddocument bij de gewestelijke stedenbouwkundige verordening hemelwater. Vlaams Gewest. Opgehaald van <https://www.ruimtelijkeordening.be/Verordeningen/Hemelwater>

OCW. (2008). Waterdoorlatende verharding met betonstraatstenen. Dossier 5. Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW).

Vlaams-Brabant. (2003). Provinciale stedenbouwkundige verordening met betrekking tot verhardingen. 10. Vlaams-Brabant. Opgehaald van https://www.vlaamsbrabant.be/binaries/hemelwater-brochure-2018_tcm5-127981.pdf

(OCW). 2009. Uitgave A80/09. Hoofdstuk 2.1 Specifieke voorschriften bij waterdoorlatende bestratingen. Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW).

Vlaamse regering. (2013, 07 05). Besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van een gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater. Vlaamse Codex. Brussel. Opgehaald van <https://codex.vlaanderen.be/Zoeken/Document.aspx?DID=1023287¶m=inhoud&ref=search&AVIDS=>

Willems, P., Wolfs, V., & Ntegeka, V. (2018, Maart). Impact van de 'betonstop' op rioleringen. Vlaro Overlegplatform. VLARIO.

Wienerberger NV kan in geen geval aansprakelijk gesteld worden voor schade die zou voortvloeien uit de toepassing van het door haar verleende advies indien dit advies niet volledig gevolgd is, indien de gebruikte materialen niet correct toegepast zijn, en indien dit advies niet gevalideerd is door de verantwoordelijke architect en/of ingenieur van dit project. 01/2024