

Handvest van de verhardingen voor voetgangers- voorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



© Gemeente Sint-Gillis



BRUSSEL MOBILITEIT

GEWESTELIJKE OVERHEIDSDIENST BRUSSEL

be
good
move
be.brussels



Dit 'Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest' werd op 28 november 2019 goedgekeurd door de Regering.

Het is het referentiewerk voor alle administraties die werken aan de openbare ruimte en de wegen en het principe van universeel design moeten naleven, ook voor de bestrating, en de uitvoering ervan moeten uniformiseren om te beantwoorden aan de vereisten van het GPDO voor alle stedenbouwkundige projecten betreffende de voetgangersvoorzieningen.

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Inhoud

1. Context	4
2. Doel van het handvest	5
3. Gebruikskwaliteit als keuzecriterium voor voetgangersverhardingen	6
3.1. Vlakheid	6
3.2. Stroefheid	8
3.3. Gebruikskwaliteit	10
3.4. Kleur van voetgangersverhardingen	11
4. Gebruikskwaliteit in de openbare ruimten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest	13
5. Technische voorschriften voor de verhardingen	14
5.1. Inleiding	14
5.2. Verhardingen van asfalt / doorgaand beton	15
5.3. Elementenverhardingen van beton	16
5.4. Elementenverhardingen van natuursteen	18
5.4.1.1. Ontwerp en dimensionering	19
5.4.1.2. Prestatie-eisen aan natuurstenen bestratingselementen	21
5.4.1.3. Materiaalkeuze voor de straatlaag	21
5.4.1.4. Leggen van keien	22
5.4.1.5. Keuze van het type en de uitvoeringswijze van de voegen	22
5.4.1.6. Specifiek geval: tegels en onderaan en op de zijanten gezaagde straatkeien	24
5.4.1.7. Onderhoud	24
5.4.2. Technische informatiebladen per type van beschouwd materiaal	26



1. Context

Sinds de ordonnantie van 6 december 2016 betreffende de integratie van de handicapdimensie in de beleidslijnen van het Gewest, die bepaalt dat alle overheidsopdrachten rekening moeten houden met handistreaming, zijn de toegankelijkheid voor PBM's en de gebruikskwaliteit vaste waarden in ons regelgevend kader.

Het GPDO voorziet van zijn kant in een vervoerwijzeverschuiving naar een stad die meer op voetgangers is gericht. Het legt de nadruk op toegankelijkheid van de openbare ruimte voor PBM's, met tegelijk bijzondere aandacht voor verkleining van het areaal van ondoorlatende oppervlakten. Daarnaast streeft het naar een hoger voetgangerscomfort in de lokale identiteitskernen.

De Gewestelijke Mobiliteitscommissie heeft, op voorstel van haar sectie PBM, op 27 november 2017 een motie aangenomen met het verzoek om werk te maken van een handvest voor de toegankelijkheid van verhardingen voor PBM's.

Op 25 mei 2018 vond voor de gewestelijke overheidsdiensten een "inspiratie"-workshop plaats. Deze vormde een gelegenheid om te luisteren naar de vraag van de PBM's, een stand van zaken te maken voor de verschillende soorten van verhardingen waarop metingen waren uitgevoerd met nieuwe uitrusting ontwikkeld door het Opzoekingscentrum voor de wegenbouw (OCW), en het debat uit te breiden met de goede praktijken van Lyon en Vlaanderen.

Op basis van deze verschillende elementen heeft Leefmilieu Brussel, met technische en wetenschappelijke ondersteuning van het OCW, dit handvest opgesteld. Het geeft een overzicht van de verschillende soorten van voetgangersverhardingen (behalve podotactiele verhardingen¹) en de uitvoeringswijzen om tot een gegarandeerde toegankelijkheid voor PBM's en een aanvaarde gebruikskwaliteit te komen.

¹ Deze verhardingen zijn uitvoerig besproken in het Voetgangersvademecum BHG nr. 1

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

2. Doel van het handvest

Het handvest beschrijft de voorwaarden voor de uitvoering van toegankelijke verhardingen bij elke aanleg van nieuwe voetgangersvoorzieningen.

Wanneer de aanleg betrekking heeft op uitgestrekte voetgangersruimten (bv. een plein, een voetgangerszone), zijn deze voorwaarden van toepassing op de verhardingen van de natuurlijke looproutes: langs de gevels met een breedte die is afgestemd op de behoeften van deze gebruikers (cf. cahier voetgangerstoegankelijkheid, GSV), en langs de wenslijnen van de voetgangers. De ruimten hierbuiten kunnen worden benut voor doorlatende structuren die de infiltratie van regenwater bevorderen.

Voordat een voetgangersverharding wordt aangebracht, moet worden nagegaan of ze toegankelijk is, met andere woorden of ze vlak en slipvrij is, en wel op een objectieve en dus meetbare manier. Er bestaat een hele reeks materialen die van nature toegankelijk zijn. Andere materialen vereisen een oppervlakbehandeling of moeten op een speciale manier worden uitgevoerd om toegankelijk te zijn voor PBM's en te voldoen aan de gebruikskwaliteit die door de regelgeving wordt geëist. Met de uitrusting die het OCW heeft ontwikkeld, is het vandaag mogelijk de gebruikskwaliteit van een verharding te controleren, om indien nodig correcties aan te brengen. Zo kunnen oneffenheden worden weggevoerd of kan een verharding worden opgebroken en correct terug worden aangebracht voordat de werkzaamheden worden opgeleverd.

Vandaag zou elke voetgangersverharding een voldoende hoge toegankelijkheid en gebruikskwaliteit moeten bieden om te voldoen aan de ambities van een voetgangersvriendelijke stad die worden uitgedragen door het GPDO. Dit plan bepaalt immers dat het Gewest tegen 2030 een modaal aandeel van minstens 50 % voetgangersverplaatsingen wil bereiken en dat de kwaliteit van de voetgangersvoorzieningen daartoe moet worden verbeterd. Het Gewest wil verplicht maken dat voetgangersruimten worden beoordeeld op naleving van de natuurlijke looproutes, aangename voorzie-

ningen, toegankelijkheid voor PBM's en maximaal comfort. Deze procedure maakt het mogelijk op objectieve wijze tegemoet te komen aan klachten van particulieren die corrigerende maatregelen eisen, doordat de niet-toegankelijkheid van een voorziening gemeten zal kunnen worden.



"Vandaag zou elke voetgangersverharding een voldoende hoge toegankelijkheid en gebruikskwaliteit moeten bieden"



Dit handvest is een consensusdocument tussen de gewestelijke overheidsdiensten, om de projectontwerpers te begeleiden en de uitvoerders van voorzieningen te helpen bij de goede uitvoering van werkzaamheden voor het creëren van inclusieve openbare ruimten die voor iedereen toegankelijk zijn. Het zal in tweede instantie bij de gemeenten worden verspreid, om het idee van gebruikskwaliteit en toegankelijkheid voor PBM's bij alle wegbeheerders te promoten. Tot slot is dit handvest een tool die beantwoordt aan de nieuwe Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening, die toegankelijke voorzieningen zal voorschrijven, en aan het Gewestelijk Mobiliteitsplan, dat voetgangerstoegankelijkheid tot de gulden regel voor alle voetgangersvoorzieningen zal maken.

3. Gebruikskwaliteit als keuzecriterium voor voetgangersverhardingen

De **gebruikskwaliteit** van een verharding voor een voetgangersvoorziening wordt gedefinieerd als het vermogen van deze verharding om te voldoen aan de behoeften en verwachtingen van alle gebruikers: valide en mindervalide voetgangers (bv. rolstoelgebruikers), gebruikers van steps en rollerskates, bezorgers, enz. Om rekening te houden met de gebruikskwaliteit van een verharding moet dus worden nagedacht over de kwaliteit van deze verharding, niet alleen op basis van technieken en normen, maar ook en vooral uitgaand van de behoeften van de gebruiker. Hoe hoger de gebruikskwaliteit van een verharding in een openbare ruimte (voetpad, plein, enz.), hoe meer de gebruiker geneigd zal zijn deze ruimte te benutten.

De belangrijkste twee behoeften van de voetgangers op het vlak van verhardingen² zijn vlakheid en stroefheid.

3.1. Vlakheid

De vlakheid van de verharding bepaalt grotendeels het comfortgevoel van de gebruiker. Dit comfort wordt beïnvloed door een aantal parameters zoals het type van materiaal, de aanwezigheid en de breedte van voegen, het bestratingsverband in het geval van elementenverhardingen, de kwaliteit van de uitvoering, het onderhoud, enz.



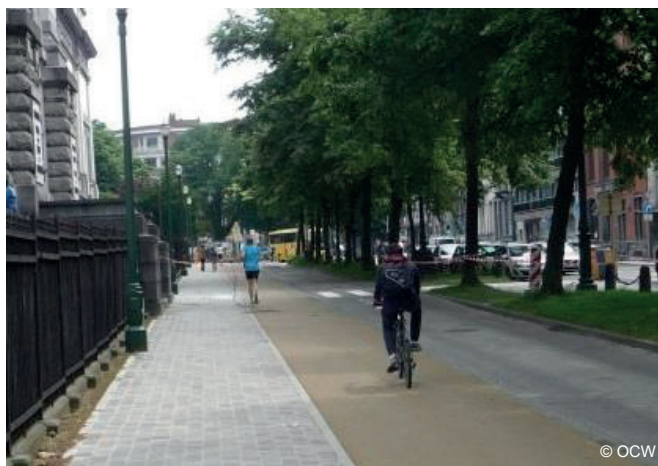
Nieuwe, door het OCW ontwikkelde uitrusting meet het comfort van voetgangersverhardingen

Om de vlakheid van elke soort voetgangersverharding snel en continu te kunnen meten, heeft

het OCW in 2018 nieuwe uitrusting ontwikkeld, in overleg met de gebruikers en in samenwerking met Brussel Mobiliteit. Deze uitrusting bestaat in een rolstoel waarop diverse meetuitrusting is gemonteerd. Bij een constante snelheid van 1 m/s meet deze uitrusting (of elk equivalent dat vooraf door het OCW is goedgekeurd) de verticale versnellingen die het verhardingsoppervlak in de rolstoel, en dus ook bij de gebruiker, opwekt. Deze versnellingen worden vervolgens getransponeerd naar een comfortschaal van 0 tot 10. Op basis van verschillende tests met gebruikers en de kwaliteitsdoelen die Brussel Mobiliteit heeft gesteld, wordt het comfort als volgt beoordeeld:

- < 6/10: oncomfortabele verharding;
- ≥ 6/10 en < 8/10: comfortabele verharding;
- ≥ 8/10: heel comfortabele verharding.

Op grond van een analyse van meer dan 150 voetgangersverhardingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (het volledige verslag kan worden aangevraagd bij Brussel Mobiliteit) werden de technische voorschriften van § 5 (zie verderop) opgesteld, om de beheerder zo goed mogelijk te informeren over de goede praktijken die moeten worden nageleefd om een comfortabele verharding te garanderen.



De actieve weggebruiker kiest altijd de comfortabelste verharding

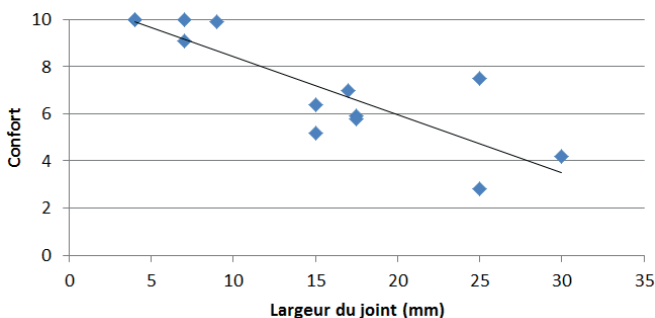
Bij voetgangersvoorzieningen die naast fietsvoorzieningen liggen, moet worden opgemerkt dat de verharding voor de voetgangers even comfortabel moet zijn als die voor de fietsers. De voetganger zal immers altijd de comfortabelste verharding kiezen.

² Alle behoeften van voetgangers op het vlak van verhardingen zijn uitvoerig beschreven in cahier 1 van het Voetgangersvademecum van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, dat gewijd is aan verhardingen voor voetgangersvoorzieningen.

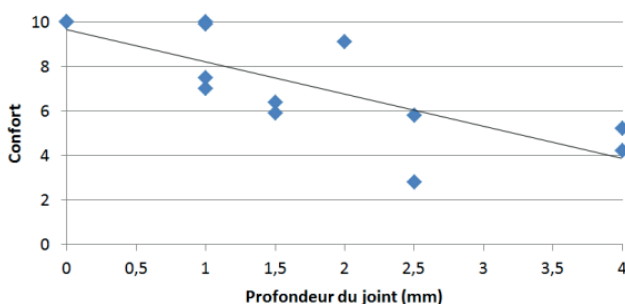
Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Specifiek geval: voegen

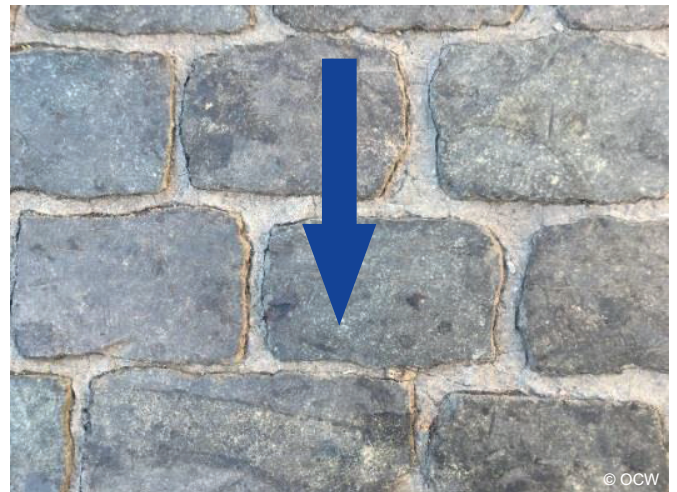
Voegen beïnvloeden het comfort van verhardingen. De resultaten van comfortmetingen op de verschillende verhardingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest tonen in het algemeen aan dat het algemene comfort van de verharding afneemt naarmate de voegbreedte toeneemt. Als de voegen meer dan **2 cm** breed zijn, daalt het comfort doorgaans tot onder 6/10. Hetzelfde geldt voor de diepte van de voegen: hoe dieper de voegen, hoe meer het comfort erop achteruitgaat. Als de voegen meer dan **2,5 mm** diep zijn, daalt het comfort doorgaans tot onder 6/10. Het is echter gevaarlijk nauwkeurige comfortwaarden uit de diepte en breedte van de voegen af te leiden, aangezien deze parameters nauw samenhangen en ook andere elementen een invloed kunnen hebben op het comfort, zoals de samenstelling van de voeg, het type en het oppervlak van de aanwezige bestratingselementen, enz. Voegen moeten dus steeds met de nodige aandacht worden uitgevoerd.



Hoe breder/dieper de voegen, hoe slechter het comfort



Op pleinen en in voetgangerszones die met rechthoekige bestratingselementen zijn verhard, moeten metingen met de rolstoel vanwege het effect van de voegen dwars over de straatstenen worden uitgevoerd, omdat er in die richting meer voegen zijn dan in de lengterichting.



De metingen moeten dwars over de straatstenen worden uitgevoerd

In voetgangerszones die geregeld machinaal worden geveegd (bijvoorbeeld openbaar plein met markt) moet de beheerder voor aangepaste voegen kiezen (cf. § 5), om te voorkomen dat de voegen worden uitgehold – waardoor het comfort erop achteruit zou gaan.



Gezaagde porfierstenen met een identiek oppervlak maar een verschillend comfort (gemeenteplein in Molenbeek): links voegen van ± 4 mm diep, comfort = 5,6/10; rechts: voegen van ± 1 mm diep, comfort = 7,5/10





Natuursteenverharding met een vlak oppervlak en hoog opgevulde voegen in Lyon

3.2. Stroefheid

De stroefheid van de verharding, en dus de grip op het wegdek, beïnvloedt de manier waarop de gebruiker zich verplaatst: verhardingen met weinig grip dwingen de voetganger zich langzamer te verplaatsen, omdat hij zich onstabiel en onveilig voelt. Omgekeerd verhogen verhardingen met een goede stroefheid de grip en dus het comfort van de gebruiker. De beheerder moet dus verhardingen toepassen die steeds, en vooral bij regen, een stroefheid bieden die is afgestemd op de behoeften van de gebruikers.



De stroefheid van het wegdek beïnvloedt de manier waarop de gebruiker zich verplaatst

De stroefheid van een voetgangersoppervlak wordt onder meer door de voegen beïnvloed. Om bij elementenverhardingen hiermee rekening te houden, kan een meetapparaat worden gebruikt: de PFT³ (Portable Friction Tester). Dit toestel wordt

op een nat oppervlak gebruikt en meet continu de stroefheid van een bepaalde verharding. Verschillende metingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest tonen aan dat het risico op uitglijden toeneemt onder een PFT-waarde van 0,55. Indien een dergelijke waarde wordt verkregen op een voetgangersverharding, moet een aanvullende meting worden uitgevoerd met behulp van genormaliseerde apparatuur: de SRT-slinger (Skid Resistance Tester). Deze uitrusting (testnorm NBN EN 13036-4) meet puntgebonden de weerstand tegen uitglijden van een bepaald oppervlak. Aan de slingerarm wordt een stijf meetrubber (nr. 96) bevestigd, om het glijden van een schoenzool te simuleren. De wrijving van het meetrubber op het vooraf natgemaakte oppervlak wordt gemeten. De verkregen waarden bevestigen of ontkrachten het risico op gladheid van het oppervlak:

- SRT < 25: hoog risico;
- $25 \leq \text{SRT} \leq 35$: matig risico;
- SRT > 35: laag risico.



Continue stroefheidsmeting met PFT-toestel

³ Meer informatie op http://www.brrc.be/nl/artikel/n1301_06

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



Meting van de stroefheid van een voetgangersoppervlak met behulp van de SRT-slinger

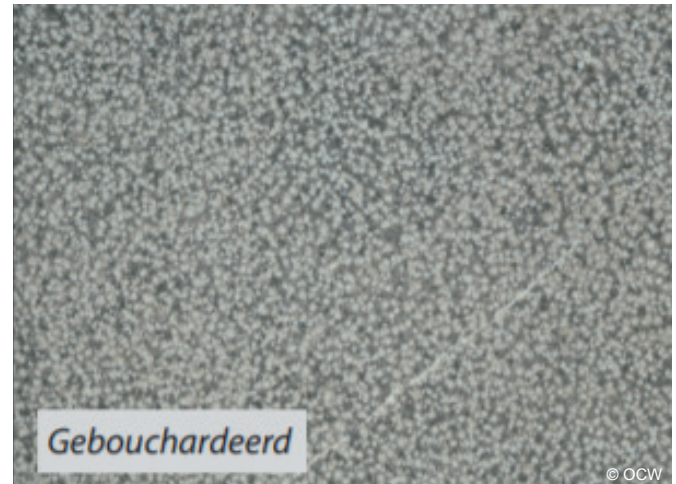


Het OCW heeft de stroefheid van meer dan 150 voetgangersverhardingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gemeten met behulp van het PFT-toestel. Voor een vijftiental werd ook een aanvullende SRT-meting uitgevoerd. De resultaten van deze metingen zijn verwerkt in de informatiebladen van § 5.

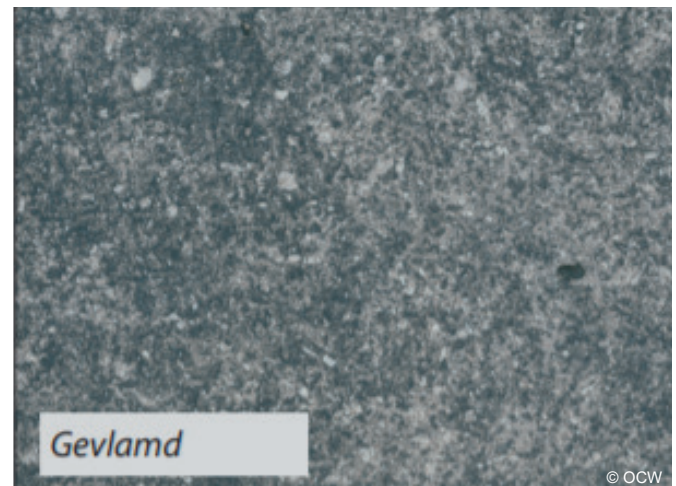
De weerstand tegen uitglijden hangt ook nauw samen met de geleidelijke slijtage en het onderhoud van het materiaal. Bepaalde verhardingen van natuursteen (bv. blauwe steen) vertonen bijvoorbeeld een hogere slijtagegraad dan andere (bv. graniet). De wegbeheerder moet er dus op toezien dat de stroefheid van de voetgangersverharding gedurende de hele levensduur blijft voldoen aan de behoeften van de gebruiker. Indien dit niet zo is, moeten verhardingen van natuursteen een bepaalde oppervlakafwerking krijgen. De belangrijkste afwerkingen om de stroefheid

van natuurstenen oppervlakken te verhogen, zijn:

- gebouchardeerde of gehamerde afwerking: het oppervlak wordt beslagen met hand- of elektrische hamers waarvan de punten putjes maken in de steen, zodat deze ruwer wordt;



- gezandstraalde afwerking: over het oppervlak van de steen worden schurende korrels gespo-ten;
- gevlamde afwerking: het oppervlak van het materiaal krijgt een thermische schok door een vlamstraal te richten op een gezaagd stuk steen;



- gegritstraalde afwerking: projectie van straalgrit op het steenoppervlak;
- ijsbloemen: dit is een mechanische bewerking met behulp van vijf beitels, elk voorzien van vier lamellen, die rond zichzelf draaien en tegelijk ronddraaien op de steen. Het ruwe oppervlak dat zo ontstaat, ziet er als ijsbloemen uit;
- enz.

Bij sommige realisaties wordt voorgesteld onbewerkte natuursteenkeien met gepolijste keien af te wisselen, maar dit biedt niet altijd een oplossing om de stroefheid van de verharding te verbeteren. Alles hangt immers van de resterende gepolijste oppervlakken af, die zo beperkt mogelijk moeten blijven.

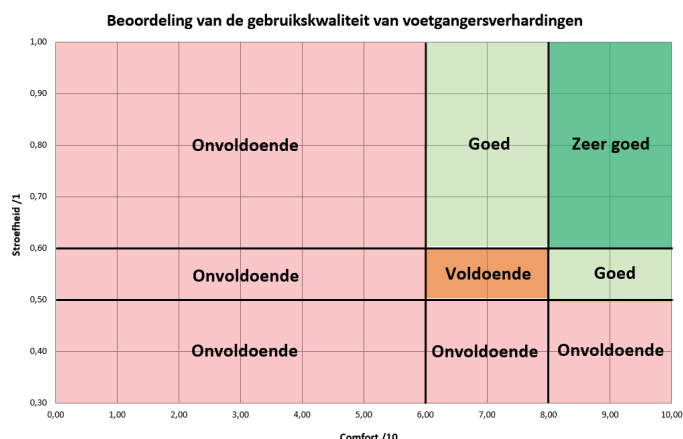


Natuursteenbestrating met afwisselend gepolijste en onbewerkte straatkeien (links). Aan de gepolijste oppervlakken te zien, is het gevaar om uit te glijden links hoger dan rechts, waar er minder gepolijste stenen tussen de granietstenen liggen



3.3. Gebruikskwaliteit

De gebruikskwaliteit van een verharding, gekenmerkt door de vlakheid (comfortniveau tussen 0/10 en 10/10, gemeten met de rolstoel van het OCW) en de stroefheid (tussen 0,3 en 1, gemeten met het PFT-toestel), wordt bepaald aan de hand van de hiernavolgende grafiek.



Concreet kunnen voetgangersverhardingen naar

gebruikskwaliteit in vier categorieën worden ingedeeld:

- zeer goed (**ZG**): de verharding heeft een zeer goede stroefheid en biedt de voetganger een zeer goed comfort;
- goed (**G**):
 - ofwel is de verharding heel comfortabel en is de stroefheid minder, maar toch nog aanvaardbaar;
 - ofwel is de verharding heel stroef en is het comfort minder, maar toch nog aanvaardbaar;
- voldoende (**V**): de verharding is minder stroef en minder comfortabel, maar blijft aanvaardbaar voor gebruik door voetgangers;
- onvoldoende (**O**): een van de twee criteria (stroefheid of comfort), of zelfs allebei, ligt onder de drempelwaarden. De verharding is dus niet geschikt voor voetgangerstoepassingen.

Indien deze verhardingen onvoldoende gebruikskwaliteit bieden, moet de wegbeheerder maatregelen treffen:

- $PFT < 0,55$ en $SRT < 35$: er een oppervlakafwerking nodig om de stroefheid te verhogen: boucharderen, vlambehandeling, zandstralen, enz.;
- $comfort < 6/10$: de oneffenheden in het oppervlak moeten worden weggewerkt. Vooral op elementenverhardingen kunnen verschillende technieken worden toegepast:
 - opvullen van uitgeholde voegen;
 - zagen van langwerpige straatstenen;
 - afschuren van het oppervlak;
 - enz.

Opgelet: schuren of zagen kan de stroefheid van het oppervlak aantasten. Bij toepassing van een dergelijke techniek moet de wegbeheerder erop toezien dat de stroefheid aan de gestelde criteria blijft voldoen!

Deze behandelingen moeten worden uitgevoerd in de hele voetgangersruimte, of minimaal langs de wenslijnen van de voetgangers. Een voorafgaande visuele analyse kan nodig blijken om deze wenslijnen in overleg met de voetgangers te bepalen.

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



Behandeling van oneffenheden in het oppervlak: (links) comfortstrook met gezaagde straatkeien in een rijbaan met klassieke straatkeien in Bazel; (rechts): betonnen verharding in Lyon, na aanbrenging op verzoek van de gebruikers afgeschuurd om oneffenheden en het ervaren ongemak weg te nemen



Sommige ingrepen kunnen zeer hoge kosten meebrengen. Een voorafgaande beoordeling van de gebruikskwaliteit van de verharding die in een nieuwe voorziening zal worden uitgevoerd, kan dus nuttig zijn. Deze beoordeling kan met behulp van de eerder vermelde uitrusting in een testzone worden uitgevoerd, in de reële omstandigheden van de bouwplaats. Deze testzone kan ook ter beschikking worden gesteld van gebruikers, om hun eventuele aanvullende voorstellen/opmerkingen te vragen.

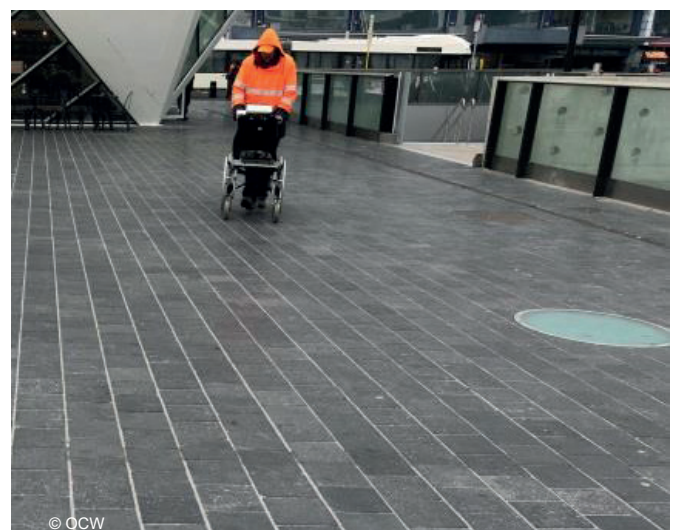


Testzones met verschillende verhardingen, voorafgaand aan de uitvoering van verschillende voetgangersvoorzieningen in Lyon



3.4. Kleur van voetgangersverhardingen

De kleur van de verharding voor een voetgangersvoorziening in een openbare ruimte kan het comfort van de gebruiker beïnvloeden. De kleur heeft een effect op:



Verharding van basaltsteen, waarvan de temperatuur bij zonschijn sterk toeneemt

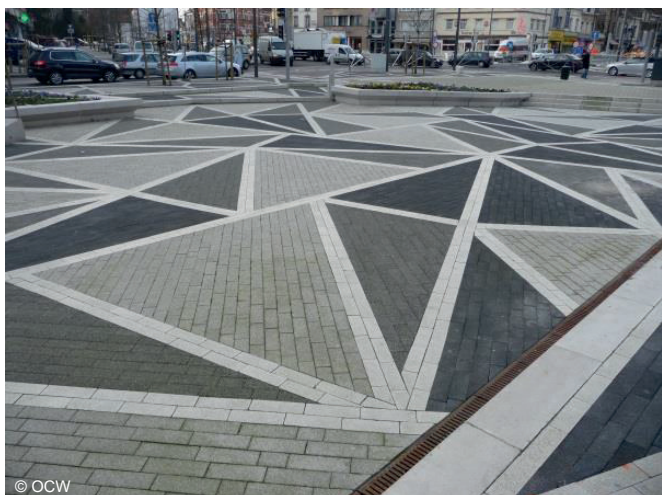
- **stedelijke warmte-eilanden:** deze stedelijke microklimaten worden gekenmerkt door plaatselijk hogere temperaturen overdag en 's nachts in vergelijking met de omliggende landelijke gebieden. Dit verschijnsel wordt een uitdaging op het vlak van volksgezondheid, omdat het leidt tot meer sterfte in de zomer, de verontreiniging doet toenemen en bijdraagt aan het ongemak van iedereen. Om deze problematiek te verkleinen, wordt aanbevolen met lichtgekleurde verhardingen te werken (niet te lichtgekleurd, zie hierna), die weinig zonne-energie opslaan;

- **duidelijkheid van de openbare ruimte:** een afwisseling van sterk contrasterende verhardingen kan de openbare ruimte verwarrend maken voor de gebruiker. De inrichting moet duidelijk zijn. Kleur kan gebruikers in het algemeen en personen met een visuele beperking in het bijzonder helpen hun weg te vinden in specifieke ruimten zoals voorzieningen voor fietsers en voetgangers (type D9), door een gedifferentieerd contrast tussen gebruikers.



Een te lichtgekleurde verharding verblindt de gebruiker

- **verblinding van de gebruiker:** te lichtgekleurde (bv. witte) verhardingen kunnen de gebruiker verblinden en zijn verplaatsingen oncomfortabel maken.



Deze afwisseling van contrasterende verhardingen verstoort de duidelijkheid van de openbare ruimte voor de gebruiker

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

4. Gebruikskwaliteit in de openbare ruimten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Sinds enkele jaren legt het Brussels Hoofdstedelijk Gewest nieuwe openbare ruimten aan met een gebruikskwaliteit van voetgangersverhardingen die vaak voldoet aan ieders verwachtingen en behoeften. Deze keuze voor kwaliteit in het algemeen en gebruikskwaliteit in het bijzonder wordt door de meeste betrokken actoren onderschreven.



Koningin Astridplein (Jette): voetgangersverhardingen van graniet met een zeer hoge gebruikskwaliteit



Sint-Gillisvoorplein (St-Gillis): voetgangersverhardingen van graniet met een gevlamde afwerking (grotendeels) afgewisseld met gezoete blauwe steen, met een goede gebruikskwaliteit voor de voetgangers



Sint-Lambertusplein (Sint-Lambrechts-Woluwe): voetgangersverhardingen van graniet met een zeer goede gebruikskwaliteit



Dumonplein (Sint-Pieters-Woluwe): voetgangersverhardingen van gekleurde betonstraatstenen met een zeer goede gebruikskwaliteit



Elsensesteenweg (Elsene): voetgangersverhardingen van gekleurde betonstraatstenen met een zeer goede gebruikskwaliteit

Jammer genoeg bestaan er nog (her)aanlegprojecten waarin deze kwaliteit ontbreekt. Elk verhardingsmateriaal voor voetgangersvoorzieningen kan echter een goede gebruikskwaliteit bieden. Voor sommige zijn er geen specifieke technische vereisten, behalve een kwaliteit van uitvoering volgens de bestaande goede praktijken. Andere toepassingen daarentegen vereisen bijzondere aandacht.



5. Technische voorschriften voor de verhardingen

5.1. Inleiding

De technische voorschriften in dit hoofdstuk moeten de wegbeheerders, architecten, adviesbureaus, aannemers, enz. helpen om voorzieningen te ontwerpen met een voetgangersverharding waarvan de gebruikskwaliteit voldoet aan de terechte verwachtingen van de gebruikers.

De hiernavolgende tabel geeft een overzicht van de verhardingsmaterialen die in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest het meest voor voetgangersvoorzieningen worden toegepast. Naast de gebruikskwaliteit die op verschillende locaties verspreid over het grondgebied van het Gewest is gemeten, verwijst ze ook naar de bestaande technische voorschriften waarmee de wegbeheerder en zijn aannemer een optimale gebruikskwaliteit kunnen bereiken.

Materiaal	Formaat	Gebruikskwaliteit gemeten op verschillende locaties in het BHG	Technische voorschriften (aanvullend bij TB2015)
Asfalt	/	ZG	Cf. § 5.2 + Voetgangersvademecum BHG nr. 1: pagina's 21 tot 28 + OCW-handleiding A78/06
Beton	Door-gaand	ZG	Cf. § 5.2 + Voetgangersvademecum BHG nr. 1: pagina's 19 tot 21 + OCW-handleiding A75/85

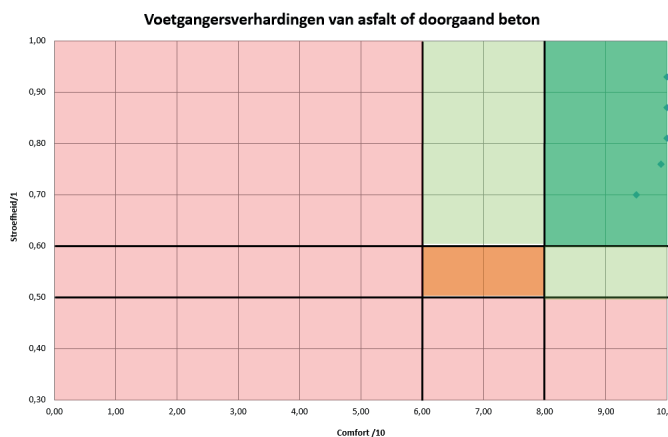
Materiaal	Formaat	Gebruikskwaliteit gemeten op verschillende locaties in het BHG	Technische voorschriften (aanvullend bij TB2015)
Beton	Tegels	ZG	Zie § 5.3 + Voetgangersvademecum BHG nr. 1: pagina's 10 tot 13 + OCW-handleiding A80/09 + A97 + Waterdoorlatende verhardingen met betonstraats-tenen, OCW Dossier 5
Beton	Straat- stenen	ZG	
Zand- steen	Plati- nestraat- keien	O tot G (! voegen en vlakheid oppervlak)	Zie § 5.4 + infoblad 5.4.2.1 + OCW-handleiding A95/17
Porfier	Gezaag- de straat- keien met oppervla- kafwer- king	O tot G (! voegen en oppervlakaf- werking)	Zie § 5.4 + infoblad 5.4.2.2 + OCW-handleiding A95/17
Blauwe hardsteen	Gezaag- de straat- keien met oppervla- kafwer- king	O tot G (! oppervlakaf- werking)	Zie § 5.4 + infoblad 5.4.2.3 + OCW-handleiding A95/17
Blauwe hardsteen	Gezaag- de straat- keien met oppervla- kafwer- king	O tot G (! oppervlakaf- werking)	Zie § 5.4 + infoblad 5.4.2.5 + OCW-handleiding A95/17
Graniet	Gezaag- de straat- keien met oppervla- kafwer- king	ZG	Zie § 5.4 + infoblad 5.4.2.4 + OCW-handleiding A95/17

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

D'autres matériaux non repris dans cette liste peuvent également présenter une bonne qualité d'usage mais n'ont pas fait l'objet d'une analyse spécifique vu leur faible présence sur le territoire régional comme par exemple le basalte (Place Rogier). Les pavés oblongs ne sont volontairement pas repris dans cette liste puisqu'aucun des 3 sites mesurés en Région de Bruxelles-Capitale n'a présenté une qualité d'usage au minimum satisfaisante (confort mesuré : -2.9/10, -4/10, 0.3/10).

5.2. Verhardingen van asfalt / doorgaand beton

Doorgaande verhardingen van beton of (warm bereid) asfalt die volgens de bestaande goede praktijk zijn uitgevoerd en regelmatig worden onderhouden, **stellen geen problemen op het vlak van gebruikskwaliteit voor voetgangers.**



De grafiek hiernaast toont de gemeten gebruikskwaliteit van vijf verhardingen van asfalt of doorgaand beton, gemeten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.



Doorgaande voetgangersverhardingen van gekleurd asfalt (links - Keizerinlaan) en beton (rechts - Steenkoolkaai), met een uitstekende gebruikskwaliteit voor de voetgangers



Bij de uitvoering van voetgangersverhardingen van doorgaand beton moet de wegbeheerder onder meer op het volgende letten om een zeer goede gebruikskwaliteit te bieden:

- het structurele ontwerp moeten worden afgestemd op de situatie op het terrein (bijvoorbeeld minstens 16 cm beton voor een voetgangerszone met geen/weinig verkeer);
- constructie-/uitzetvoegen moeten zorgvuldig worden behandeld (1 tot maximaal 2 cm breed, gevuld);
- een oppervlakafwerking is nodig (gebezemd beton, uitgewassen beton). Bij printbeton moet aandacht worden besteed aan het printmotief, dat de gebruikskwaliteit van het verkregen oppervlak sterk kan beïnvloeden.

Meer informatie via de volgende links:

- Voetgangersvademecum nr. 1 Brussels Hoofdstedelijk Gewest (pagina's 19 tot 21);
- Handleiding voor het uitvoeren van cementbetonverhardingen – OCW, A75/85
- Handleiding voor verhardingen met tegels, grootformaattegels en geprefabriceerde betonplaten, OCW, A97

Ook bij voetgangersverhardingen van warm bereid asfalt gelden enkele aandachtspunten:

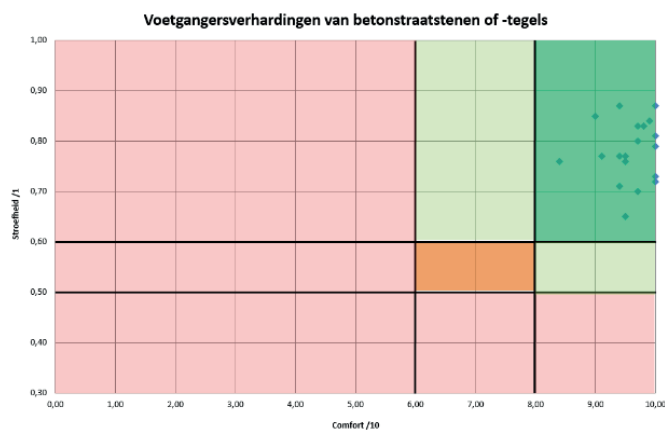
- voor voetpaden gaat de voorkeur naar asfaltbeton (AC), omdat een dergelijk mengsel een goede stroefheid biedt en een goede vlakheid voor de voetgangers;
- het structurele ontwerp moet worden afgestemd op de situatie op het terrein (standaard bouwklasse BF, maar aan te passen bij aanwezigheid van voertuigen).

Meer informatie via de volgende links:

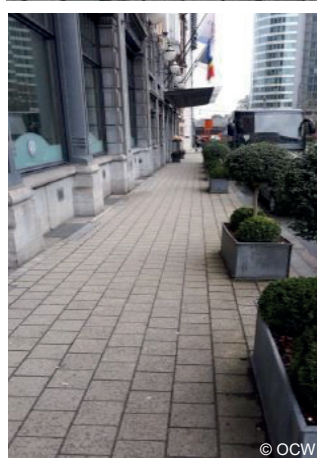
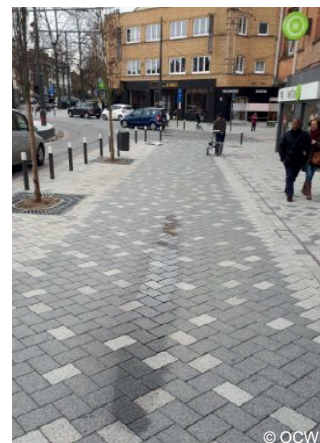
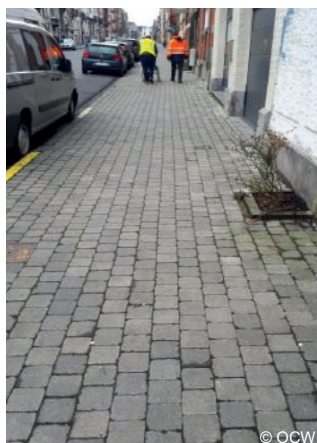
- Voetgangersvademecum nr. 1 Brussels Hoofdstedelijk Gewest (pagina's 21 tot 28);
- Handleiding voor de keuze van de asfaltverharding bij het ontwerp of onderhoud van wegconstructies, OCW, A78/06

5.3. Elementenverhardingen van beton

Elementenverhardingen (straatstenen of tegels⁴) van beton **bieden een zeer goede gebruikskwaliteit voor voetgangers**. Om deze gebruikskwaliteit over langere termijn te garanderen, moeten de technische voorschriften worden nageleefd voor het ontwerp en de uitvoering van deze verhardingen, en moeten ze correct worden onderhouden.



De grafiek hiernaast toont de gemeten gebruikskwaliteit van negenentwintig elementenverhardingen van beton in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.



Elementenverhardingen van betonstraatstenen met een zeer goede gebruikskwaliteit voor voetgangers

Bij de uitvoering van elementenverhardingen van beton op voetpaden en in andere voetgangersruimten moet de wegbeheerder onder meer op de volgende elementen letten om een zeer goede gebruikskwaliteit te garanderen:



Een reuzenrad wordt door een grote vrachtwagen ter plaatse gebracht. De inrichting van de openbare ruimte is hier niet altijd op voorzien

⁴ Het criterium dat tegels onderscheidt van straatstenen is de verhouding tussen lengte en dikte: als $L/d > 4$, is het een tegel; als $L/d \leq 4$, is het een straatsteen.

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

- de dikte van de straatstenen, de fundering en de onderfundering moet worden bepaald naargelang van de mogelijke verkeersbelasting aan de oppervlakte (cf. de hiernavolgende diagrammen en § 5.4.1.1). Doorgetrokken trottoirs of berijdbare inritten vormen gevoelige punten, waaraan de beheerder de nodige aandacht moet besteden. Opgelet: op pleinen of in openbare ruimten waar verkeer mogelijk is, komen soms onverwacht zware lasten voor, die structurele schade veroorzaken;
- geen betontegels toepassen zodra de kans bestaat dat er gemotoriseerd verkeer in de voetgangerszone komt, zelfs als dit heel sporadisch is;
- de voegen mogen niet breder zijn dan 2 mm;
- de bestratingselementen moeten altijd zijdelings worden opgesloten



Het structurele ontwerp moet worden afgestemd op de mogelijke verkeersbelasting

Categorie I Zware voertuigen < 400 per dag Lichte voertuigen < 5 000 per dag	Categorie II Zware voertuigen < 100 per dag Lichte voertuigen < 5 000 per dag	Categorie III Zware voertuigen < 20 per dag Lichte voertuigen < 500 per dag	Categorie IV Geen zware voertuigen Occasioneel lichte voertuigen
1. Betonstraatstenen 2. Straatlaag 3. Walsbeton 4. Schraal beton 5. Drainerend schraal beton	6. Hydraulisch gebonden steenslag 7. Zandcement 8. Steenslag 9. Onderfundering d Dikte fundering (cm)		

Bron: OCW

Meer informatie via de volgende links::

- Voetgangersvademecum nr. 1 Brussels Hoofdstedelijk Gewest (pagina's 10 tot 13);
- Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen, OCW, A80/09

Specifiek geval: waterdoorlatende betonstraatstenen

Waterdoorlatende betonstraatstenen worden gebruikt als tijdelijke buffer en als drainagesysteem. Door het water ter plaatse op te vangen, het op te slaan en het te laten infiltreren of het vertraagd af te voeren, kan overbelasting van rioleringsstelsels worden vermeden en kan de grondwaterstand worden verhoogd.

Waterdoorlatende straatstenen kunnen, gezien het verminderde draagvermogen van de fundering (in waterverzadigde toestand), enkel worden toegepast op plaatsen waar het verkeer beperkt blijft. Dat zijn bijvoorbeeld:

- (bedrijfs-)parkings voor personenwagens;
- winkelcentra;
- woonstraten;
- parkeerplaatsen;
- terrassen;
- enz.



Over de volle dikte waterdoorlatende betonstraatstenen in een nieuwe openbare ruimte in Vorst

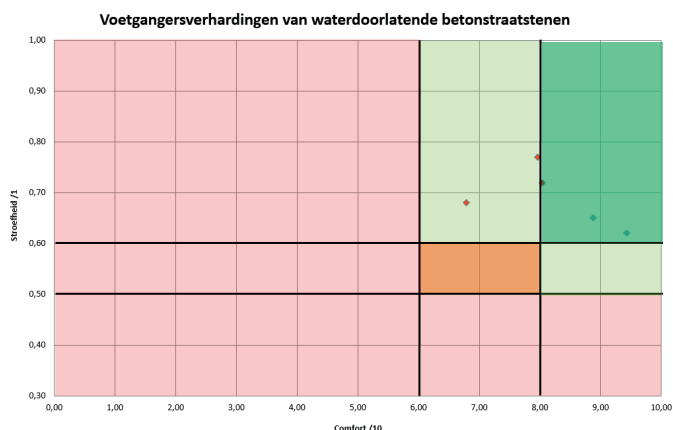
Waterdoorlatende straatstenen kunnen ook worden gebruikt op voetpaden en in voetgangersruimten met alleen invallend regenwater. Bij aanwezigheid van oude gebouwen met kelders en/of wanneer meer water dan alleen het invallende regenwater moet worden opgevangen, moeten deze verhardingen op een voldoende grote afstand van de gevels liggen (bijvoorbeeld op een afstand die overeenkomt met de diepte van de funderingen) en/of moeten andere maatregelen worden getroffen om infiltratie van water in het gebouw te vermijden.

Bij toepassing van waterdoorlatende betonstraats-
tenen in waterwingebieden of in zones waar strooizout wordt gebruikt, is bijzondere aandacht vereist om verontreiniging van het grondwater te voorkomen (specifieke bodembeschermingsmaatregelen).

Er bestaan verschillende soorten van waterdoorlatende betonstraats-
tenen. De grafiek hiernaast toont de resultaten van de metingen door het OCW (meetstoel en PFT-toestel) op drie verhardingen van betonstraats-
tenen met drainage-openingen (in het rood) en twee verhardingen van poreuze betonstraats-
tenen (in blauw).

**Poreuze betonstraats-
tenen bieden een zeer goede gebruikskwaliteit en genieten dus de voorkeur voor toepassing in voetgangers-
zones.** Straats-
tenen met drainage-openingen bieden een hoog comfortniveau, maar moeten in voetgangerszones worden vermeden als de

openingen groter zijn dan 2 cm.

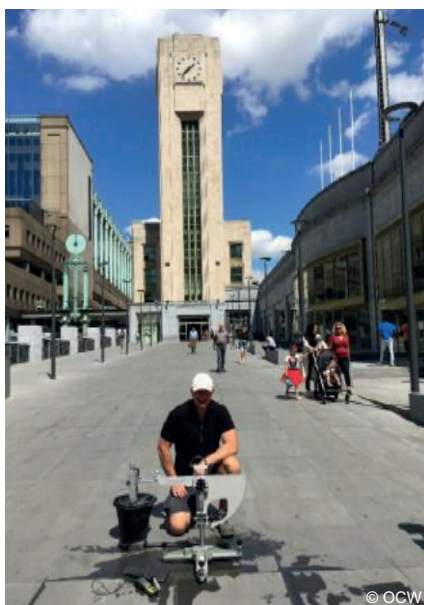


Meer informatie via de volgende links:

- Voetgangersvademeccum nr. 1 Brussels Hoofdstedelijk Gewest (pagina's 16 tot 18);
- Waterdoorlatende verhardingen met betonstraats-
tenen, OCW Dossier 5.

5.4. Elementenverhardingen van natuursteen

Elementenverhardingen van natuursteen bieden een gebruikskwaliteit die bijzondere aandacht vereist. Om technische voorschriften voor te stellen waarmee de wegbeheerders en aannemers verhardingen met een goede gebruikskwaliteit kunnen realiseren, heeft het OCW in 2018 metingen uitgevoerd van de vlakheid (met behulp door het OCW ontwikkelde rolstoel) en de stroefheid (met het PFT-toestel) van tal van elementenverhardingen van natuursteen op het grondgebied



Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest



van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Vijftien daarvan werden vervolgens onderworpen aan een gedetailleerde analyse: SRT-meting en meting met een rei van 3 m, wijze van aanbrengen, herkomst en type van gebruikte materialen, samenstelling en breedte/diepte van de voegen, enz.

Bij elk project voor de aanleg van een nieuwe voorziening wordt de betrokken actoren (architecten, adviesbureau, wegbeheerders, aannemers) gevraagd om, afhankelijk van het type van elementenverharding van natuursteen dat wordt voorgesteld, de specifieke voorschriften per betrokken materiaalsoort na te leven (cf. § 5.4.1, maar ook de technische informatiebladen van § 5.4.2). Deze informatie, die van toepassing is op de elementenverhardingen van natuursteen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, is rechtstreeks geïnspireerd op de Handleiding voor natuursteenverhardingen die het OCW in 2018 heeft opgesteld.

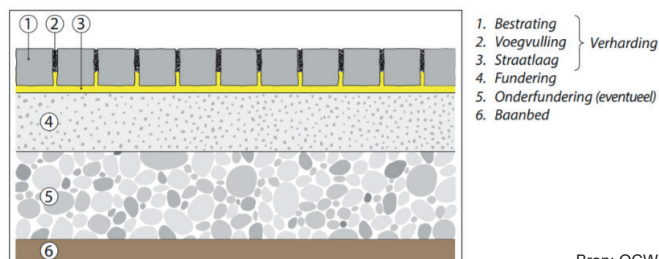
Let op: naleving van deze technische voorwaarden is geen 100% garantie voor een optimale gebruikskwaliteit voor de gebruiker. Om problemen tijdens werkzaamheden te vermijden, is een voorafgaande uitvoeringstest op de locatie stellig te bevelen (in een testzone), of moet ten minste een en ander worden nagegaan bij aanvang van de aanbrenging van de voetgangersverharding.

De evolutie in de tijd (bv. slijtage van het oppervlak, werken van nutsbedrijven, machinale reiniging van de oppervlakken, enz.) kan eveneens de gebruikskwaliteit van de verharding wijzigen. Tijdens de levenscyclus van de verhar-

ding moeten dus puntgebonden analyses worden gepland (cf. § 5.4.1.7).

5.4.1. Technische voorschriften

5.4.1.1. Ontwerp en dimensionering



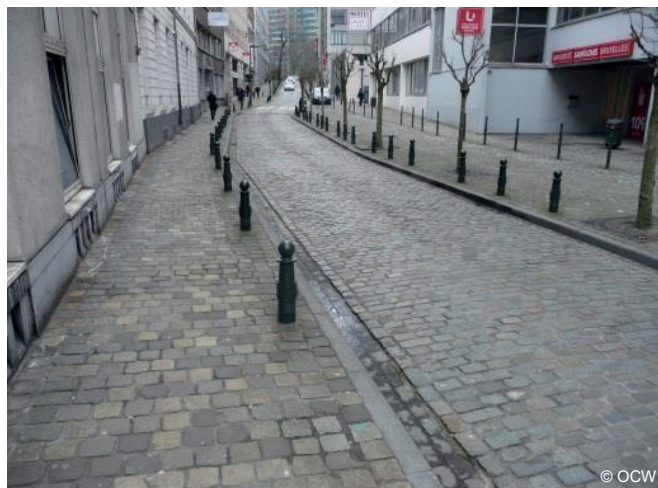
Bron: OCW

Opdat de verharding voor een voetgangersvoorziening gedurende de hele levensduur (die in het algemeen **voor bestratingen op 20 jaar wordt geraamd**) een hoge gebruikskwaliteit biedt, moet ze zo worden ontworpen en gedimensioneerd dat ze onverwachte lasten kan dragen. De vier categorieën in de hierna volgende tabel zijn gedefinieerd voor belasting door een dagelijks aantal lichte en zware voertuigen in beide rijrichtingen.

Categorie	Soort verkeer			Indicatieve "bouwklasse"-aanduiding volgens SB 250 (Hfdst.2, § 8.3)	Indicatieve "réseau"-aanduiding volgens CCT Qualiroutes (§ 8.1)
	Voetgangers, fietsers, bromfietzers	Lichte voertuigen (< 3,5 t)	Zware voertuigen (> 3,5 t)		
I	Onbeperkt	< 5 000/dag	< 200/dag	B6-B7	IIIa
II	Onbeperkt	< 5 000/dag	< 100/dag	B8-B9	IIIa
III	Onbeperkt	< 500/dag	< 20/dag	B10	IIIa
IV	Onbeperkt	Occasioneel	Geen	BF	IIIb

Verkeerscategorieën voor natuursteenverhardingen
Bron: OCW

Categorie IV: voetgangersruimte die niet toegankelijk is voor voertuigen (behalve garage-inritten van particulieren)



Niet voor voertuigen toegankelijk voetpad, dat kan worden ingedeeld in categorie IV

Deze categorie stemt overeen met ruimten met uitsluitend voetgangers- of fietsverkeer (bijvoorbeeld: verhoogd voetpad). Indien er geen enkel risico is dat ze door zwaar verkeer (> 3,5 t) worden ingenomen/bereden, kan dit principe worden toegepast. Het geldt ook bij occasioneel licht verkeer (inrit van een garage van een particulier).

Categorie III: voetgangersruimte die toegankelijk is voor voertuigen

Deze categorie stemt overeen met voetgangersruimten waar verkeer van lichte voertuigen mogelijk is (bv. inritten van openbare parkeergelegenheden, opritten van winkels, enz.), en zeer occasioneel zwaar verkeer.

Categorie II: marktplaats

Op een plein waar een markt of andere activiteiten worden georganiseerd (concerten, kermis, enz.) moet deze categorie worden gebruikt om de structuur te dimensioneren.

Categorie I: weg met druk verkeer

Wanneer twijfel blijft bestaan over de mogelijke belasting ter plaatse van een voetgangersvoorziening, is het stellig aan te bevelen een

categorie te kiezen die een hogere belasting kan dragen, om mogelijke vervormingen tijdens de levensduur te voorkomen.



Sint-Gillisvoorplein ingenomen door de markt en bij de heraanleg in categorie II ingedeeld

Naargelang van de verkeerscategorie die moet worden overwogen, gelden voor de dimensionering van de lagen voor een verharding met straatkeien de voorschriften van de hiernavolgende tabel.

Tegelverhardingen zijn in het algemeen niet geschikt voor toepassingen in de categorieën I, II en III.

Verkeerscategorie		I	II	III	IV
Minimale nominale staartheogte straatkeien (cm) ⁽¹⁾		12	10	8	8 of 6 ⁽²⁾
Dikte straatlaag <u>onder</u> straatkeien, na verdichting (cm)		5-8	4-6	3-5	2-4
		Hoogstens de helft van de staartheogte			
Aard en dikte (cm) van de fundering	Walsbeton	20	15	-	-
	Schraal beton	25	20	15	-
	Drainerend schraal beton	-	20	15	-
	Hydraulisch gebonden steenslag	-	25	15	-
	Zandcement	-	-	20	15
	Steenslag	-	35	25	15
Onderfundering: zie § 3.1.3.					
⁽¹⁾ Voor een tegelbestrating gelden de regels van PTV 841 [9]. ⁽²⁾ 6 cm volstaat als de bestrating uitsluitend voor voetgangers is bestemd; als er ook voertuigenverkeer mogelijk is (bijvoorbeeld garage-inritten), dienen de straatkeien minimaal 8 cm dik te zijn.					

Dimensionering van de lagen naargelang van de verkeerscategorieën voor verhardingen met straatkeien

Bron: OCW

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

5.4.1.2. Prestatie-eisen aan natuurstenen bestratingselementen

Natuurstenen bestratingselementen worden gekozen op grond van esthetisch aanzien, gebruiksgeschiktheid en duurzaamheid. Aan keibestratingen en bestratingen van natuursteentegels worden verschillende prestatie-eisen gesteld. Het gaat meer bepaald om:

- de druksterkte voor straatkeien;
- de buigsterkte voor tegels;



Buigsterkteproef (bron: WTCB)

- de vorst-dooibestendigheid;
- de slijtweerstand;
- de weerstand tegen uitglijden;
- de gevoeligheid voor bevulling door porositeit;
- de naleving van de maattoleranties.

De waarden die voor deze verschillende eisen gelden, zijn uitvoerig beschreven in TB2015 van Brussel Mobiliteit (hoofdstuk C.22.2 voor straatkeien en hoofdstuk C27.2 voor tegels). De wegbeheerder moet deze eisen vermelden in zijn bestek. Let op: het geleverde materiaal moet aan alle eisen voldoen om te worden aanvaard.

De maattoleranties, meer bepaald degene die verband houden met de oneffenheid van het oppervlak, moeten zo strikt mogelijk zijn. Net als de voegen hebben oneffenheden in het oppervlak immers een directe invloed op de gebruikskwaliteit van de verharding. **Concreet wordt voor straatkeien stellig aanbevolen dat de wegbeheerder in zijn bestek verwijst**

naar klasse 2 van norm EN1342 (§ 4.2.2.3).

Deze klasse beperkt de toegestane oneffenheden (verschillen tussen holten en hobbels) in het oppervlak tot:

- ± 5 mm voor gekloofde oppervlakken;
- ± 3 mm voor oppervlakken die een oppervlakbehandeling hebben ondergaan (boucharderen, vlamstralen, enz.) (cf. § 3.2).

Voor tegels moet de wegbeheerder verwijzen naar norm EN1341 (§ 4.2.2.3) (er hoeft geen klasse te worden gekozen).

5.4.1.3. Materiaalkeuze voor de straatlaag

Er zijn twee wijzen van bestraten, die het type van voeg rechtstreeks beïnvloeden (cf. TB2015 – F.3.1.1.2.8):

- “stijf”: een waterondoorlatende straatlaag met een stijve voegvulling;
- “flexibel”: een waterdoorlatende straatlaag met een doorlatende voegvulling.

Vanwege de invloed van de voegen op de gebruikskwaliteit (cf. § 3.1) is het stellig aan te bevelen een stijve voeg toe te passen, en dus ook een stijve wijze van bestraten.



Straatlaag van zandcement

De materialen die in het geval van een stijve bestrating voor de straatlaag (cf. TB2015 - F3.1.1.2.4) kunnen worden gebruikt, zijn zandcement (voor alle verkeerscategorieën) of cementmortel (uitsluitend voor categorie IV). In beide gevallen moeten de straatkeien/tegels worden gelegd en vastgezet voordat de straatlaag gaat binden (bij zandcement bijvoorbeeld is dat na 2 tot 3 h).

Bovendien is het van het grootste belang dat wordt gewerkt op een fundering waarvan het oppervlak evenwijdig loopt met dat van de afgewerkte bestrating (geen oneffenheden van meer dan 1 cm in het oppervlak!).

5.4.1.4. Leggen van keien

Een belangrijke succesfactor bij het leggen van straatkeien (het leggen van tegels wordt behandeld in § 5.4.1.6) ligt in de knowhow en ervaring van de stratenmakers die bij het project betrokken zijn.



Inbedden van straatkeien in een straatlaag

De aanbrengingstechniek verschilt weinig naargelang van het gekozen bestratingsverband. De straatkeien worden door middel van inkloppen één per één in de straatlaag gebed, waarbij de voegen verspringen of het gewenste bestratingsverband⁵ wordt gevolgd. Let op: hakstukken kleiner dan een halve straatkei mogen niet worden verwerkt.

Het is belangrijk dat de bovenzijden van de straatkeien in eenzelfde vlak worden gelegd, zowel in de dwars- als in de lengterichting,

bijvoorbeeld met behulp van een koord. **Het hoogteverschil tussen twee straatkeien naast elkaar mag nooit groter zijn dan de maattolerantie voor oneffenheden in het oppervlak, zoals bepaald in de normen EN1341 en 1342 (cf. § 5.4.1.2).**

5.4.1.5. Keuze van het type en de uitvoeringswijze van de voegen

De gebruikskwaliteit van de natuurstenen voetgangersverhardingen wordt beïnvloed door de diepte en de breedte van de voegen (cf. § 3.1). Daarom is het belangrijk dat deze correct worden uitgevoerd en niet ververen na verloop van tijd. In deze context genieten stijve voegen de voorkeur boven flexibele voegen.

Er kunnen verschillende typen van stijve voegen kunnen worden toegepast (cf. TB2015 – F.3.1.1.2.6), maar **cementmortel is het meest aan te bevelen**. Het is zelfs raadzaam de samenstelling van deze mortel te wijzigen door een additief (polymeren) toe te voegen, om de hechtsterkte en de mechanische eigenschappen te verbeteren (**“gemodificeerde mortel”**). Zandcement daarentegen wordt sterk afgeraden, omdat de mechanische sterkte ruim onvoldoende is. Specifieke eisen voor de kwaliteit van de cementmortel staan in het document “Prestatie-eisen voor voegvullingsmaterialen in bestratingen met kleinschalige elementen”, dat in 2018 door het OCW werd opgesteld.

De voegbreedte en de vulhoogte zijn afhankelijk van de verkeerscategorieën die de constructie moet dragen, zoals aangetoond in de hiernavolgende tabel.

Verkeerscategorie	I	II	III	IV
Breedte l bij gebonden voegmateriaal (mm) ⁽¹⁾	$8 \leq l \leq 25$	$5 \leq l \leq 20$	$5 \leq l \leq 20$	$5 \leq l \leq 15$
Breedte l bij ongebonden voegmateriaal (mm)	Breedte zo klein mogelijk, maar te verenigen met de $D_{\max}$ van het zand of het steenslag			
Minimale vulhoogte van de voegen (mm) ⁽¹⁾	50	40	40	30
⁽¹⁾ Afhankelijk van de verwerkbaarheid van het materiaal en de maattolerantie voor de straatkeien				

Afmetingen van de voegen en vulhoogte

Bron: OCW

⁵ Het bestratingsverband is de manier waarop straatkeien of tegels ten opzichte van elkaar worden gelegd.

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Tussen het leggen van de straatkeien en het opvullen van de voegen moet voldoende tijd verstrijken (bijvoorbeeld zeven dagen), om zetting van de straatkeien en eventuele krimp van de onderlaag te laten plaatsvinden.

Het voegwerk met al dan niet gemodificeerde cementmortel op een bestrating gebeurt in twee fasen.

Fase 1 :

- Aantrillen van de in de straatlaag van zand-cement gebedde straatkeien om het profiel vlak te maken, de straatlaag te verdichten en de keien vast te zetten.
- Uitblazen van de voegen, om alle onzuiverheden te verwijderen.
- Vullen van de voegen **tot gelijk met het oppervlak van de keien of de vellingkant**, indien aanwezig. Het materiaal wordt op het oppervlak gestort en met vloertrekkers in de voegen gewerkt.
- Wachten om te laten verharden en drogen.



Vullen van de voegen met gemodificeerde mortel in Schaarbeek (Pelletierstraat)

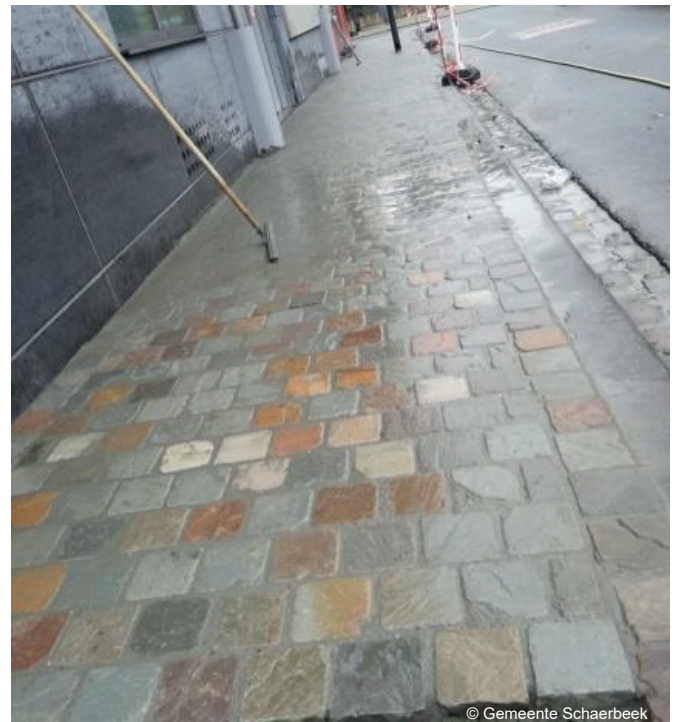
Fase 2 :

- Schoonmaken van de bestrating met een sponsmachine of een spuitlans, om alle cementsporen op de straatkeien te verwijderen. In het geval van een spuitlans is

het stellig aan te bevelen een straalbreker (bijvoorbeeld: verstuifkop) met een kromming te gebruiken, zodat het water bijna evenwijdig met het oppervlak van de bestrating kan worden gespoten, wat uitwassen van de voegen door de waterdruk vermindert. Deze fase moet worden uitgevoerd vanaf het moment dat de mortel in de voeg is “ingeklemd” en een zekere weerstand biedt.



Reiniging van de bestrating met behulp van een straalbreker, zodat het water bijna evenwijdig met het oppervlak van de bestrating kan worden gespoten (bron: gemeentebestuur van Schaarbeek)



In een bestrating volgens het stijve concept moeten op welbepaalde afstanden (doorgaans om de 10 tot 20 m) uitzetvoegen worden gemaakt, om de thermische bewegingen van de straatkeien gedurende een warme periode te compenseren. Deze voegen moeten met specifieke materialen (cf. TB2015 – C.15) worden dichtgestopt tot aan het bovenzvlak van de straatkeien, om negatieve gevolgen voor het gebruikscomfort van de gelegde verharding te vermijden.

5.4.1.6. Specifiek geval: tegels en onderaan en op de zijkanten gezaagde straatkeien

In tegenstelling tot straatkeien **worden natuursteentegels op de straatlaag gelegd of gevlijd (en dus niet ingedrukt)**, waarna ze met een hamer worden vastgetikt. De vlakheid van deze straatlaag is dus van het grootste belang om een vlak oppervlak te verkrijgen. In principe is er geen verdichting door afrillen, om het oppervlak niet te beschadigen.

De straatlaag van zandcement of cementmortel (cf. § 5.4.1.3) wordt in dit geval enkel geëffend en geprofileerd om de voorgeschreven en gelijkmatige dikte na verdichting te verkrijgen. De voegen worden gevuld met (gemodificeerde) cementmortel (cf. § 5.4.1.4).



Profileren en effenen van een mortelbed voor natuursteentegels



Aanbrengen van gezaagde natuurstenen straatkeien met een "hechtlaag" tussen straatlaag en straatkei

Straatkeien van natuursteen met een gladde, gezaagde afwerking onderaan en op de zijkanten worden op een gelijksoortige manier als natuursteentegels aangebracht (vlijen op de straatlaag en niet afrillen met een plaat). Om de hechting tussen straatkei en straatlaag te verbeteren, is het in dit geval echter aangegeven een **hechtlaag** tussen beide aan te brengen.

5.4.1.7. Onderhoud

Zoals alle wegverhardingen behoeven voetgangersverhardingen van natuursteen regelmatig onderhoud. Dit onderhoud wordt ingepland via **inspecties die minstens tweemaal per jaar (waarvan eenmaal na de winter) door de wegbeheerder moeten worden verricht**. De verharding zal op langere termijn onvermijdelijk schade oplopen als ze niet regelmatig preventief onderhouden wordt. Dit preventieve onderhoud kan bestaan uit:

- hervullen van lege voegen;

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

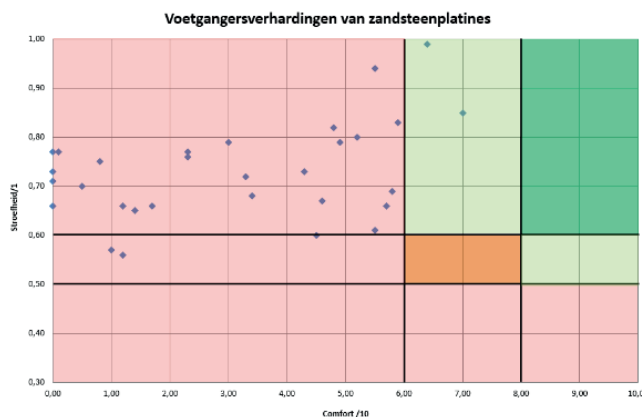
- wegwerken van lokale verzakkingen;
- vervangen van beschadigde elementen;
- herstellen van oppervlakkenmerken, zoals de stroefheid van de verharding (cf. § 3).



Verminderde gebruikskwaliteit door werkzaamheden van een nutsbedrijf, waardoor opbreken en correcte heraanbrenging vereist zijn

Bij werkzaamheden door nutsbedrijven waarbij een voetgangersverharding (natuursteen of ander materiaal) gedeeltelijk moet worden opgebroken en opnieuw worden aangebracht, moeten dezelfde regels van goede praktijk worden nageleefd. De reparaties moeten zorgvuldig worden uitgevoerd, zodat de bestrating niet vroegtijdig in slechte staat geraakt. **In alle gevallen geldt dat de gebruikskwaliteit van de nieuwe verharding** niet lager mag zijn dan die van de oorspronkelijke verharding. Indien dat toch zo is, moet deze verharding worden opgebroken op de juiste manier opnieuw worden aangebracht.

5.4.2. Technische informatiebladen per type van beschouwd materiaal

 BRUSSEL MOBILITEIT GEWESTELIJKE OVERHEIDSDIENST BRUSSEL	5.4.2.1 Zandsteenplatinen	 Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw Uw partner voor duurzame wegen
■ Algemene beschrijving van het materiaal Bestratingselementen vervaardigd door het kloven van producten uit zandsteenwinningen (gevarieerd kleurgamma). Steen gewonnen in België, maar ook ingevoerd uit India ("Kandla"-keien, die in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest veel worden gebruikt) en China. ■ Specifieke technische voorschriften • Naleving van klasse 2 van norm NBN 1342 (oneffenheden in het oppervlak!). • Stijve straatlaag van zandcement of cementmortel (uit te voeren door ervaren stratenmakers!). • Stijve voeg van 1 tot 2 cm, gevuld met gemodificeerde cementmortel. • Schoonmaak met een waterstraal die evenwijdig met het oppervlak van de bestrating wordt gespoten. ■ Verwachte prestaties (oppervlakkenmerken) De meeste verhardingen van zandsteenplatinen voor voetgangers-voorzieningen bieden een lage gebruikskwaliteit. Door de technische voorschriften van § 5.4.1 strikt na te leven, zou een toereikende gebruikskwaliteit moeten worden bereikt. Comfort: gevoelige parameter voor dit verhardingsmateriaal. Een goed comfort kan worden bereikt indien de voeg hoog opgevuld en het oppervlak zo vlak mogelijk is. Stroefheid: het risico op uitglijden is laag. ■ Mogelijke schade • Breuk evenwijdig met het laagjespatroon, aan het oppervlak of dieper in de straatkei (versterkt door het gecombineerde effect van verkeer en vorst). • Verbrokkeling. • Plaatselijk bruin-worden (veeleer een probleem van aanblik dan van kwaliteit). ■ Goede voorbeelden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest • Coosemansstraat, Pelletierstraat en Louis Scutenairestraat (Schaarbeek)	  Coosemansstraat en Pelletierstraat in Schaarbeek, met een goede gebruikskwaliteit (comfort respectievelijk 7/10 en 6,4/10) Voetgangersverhardingen van zandsteenplatinen  	

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

5.4.2.2 Gezaagde porfierkeien



Algemene beschrijving van het materiaal

Dit materiaal is afkomstig van het behouwen van producten uit Belgische porfiergroeven. Op dit moment wordt geen porfier meer gewonnen, maar porfierkeien worden steeds meer hergebruikt. Bij hergebruik voor voetgangersvoorzieningen **moet de straatkei worden gezaagd** en moet een oppervlakafwerking worden aangebracht als er een probleem is met de stroefheid.



Graaf van Vlaanderenstraat (Molenbeek) met een goede gebruikskwaliteit
(comfort = 7,5/10; stroefheid (PFT) = 0,53)

Specifieke technische voorschriften

- Stijve straatlaag van zandcement of cementmortel (uit te voeren door ervaren stratenmakers!).
- Stijve voeg van 1 tot 2 cm, gevuld met gemodificeerde cementmortel.
- Schoonmaak met een waterstraal die evenwijdig met het oppervlak van de bestrating wordt gespoten.
- Oppervlakafwerking indien nodig.

Verwachte prestaties (oppervlakkenmerken)

Verhardingen van gezaagde porfierkeien bieden een zeer uiteenlopende gebruikskwaliteit, die volgens metingen op tien zulke verhardingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in het algemeen laag is. Door de technische voorschriften van § 5.4.1 strikt na te leven, zou een toereikende gebruikskwaliteit moeten worden bereikt.

Comfort: een goed comfortniveau kan worden bereikt indien de voeg niet is uitgehold bij de uitvoering ervan.

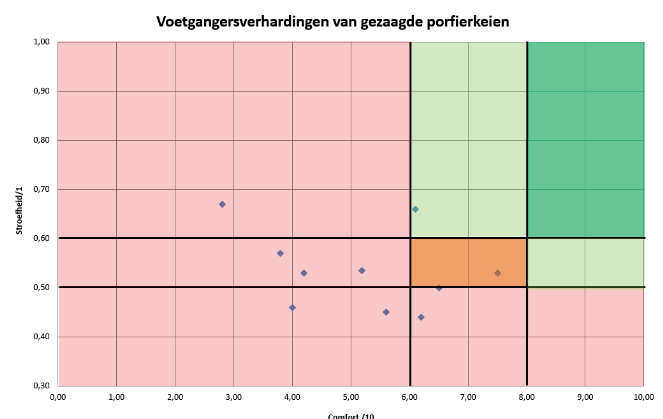
Stroefheid: moet worden getest (PFT-SRT) om te bepalen of een oppervlakafwerking (cf. § 3) nodig is (dus niet systematisch).

Mogelijke schade

/

Goede voorbeelden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

- Kleerkopersstraat, deel met verkeer van de Papenveststraat (Brussel-Stad), Graaf van Vlaanderenstraat (Molenbeek)



5.4.2.3 Straatkeien van blauwe hardsteen met oppervlakafwerking

■ Algemene beschrijving van het materiaal

Betratingselementen afkomstig van het verzagen van producten uit winplaatsen van blauwe hardsteen. Blauwe hardsteen is een carbonaathoudend sedimentair gesteente dat ontstaat door opeenstapeling of opbouw van kalkhoudende skeletten of schelpen, en is dus vaak rijk aan fossielen.

De zijkanten van de straatkeien zijn gezaagd; de bovenkant is gezaagd met een oppervlakafwerking, om het risico op uitglijden te verkleinen. Deze steen wordt gewonnen in België, maar ook ingevoerd uit Ierland, China, Vietnam en India.



Gezaagde straatkeien van gebouchardeerde blauwe hardsteen op een voetgangersvoorziening in Brussel, met een zeer goede gebruikskwaliteit (comfort = 9,5/10, stroefheid (PFT) = 0,85)

■ Specifieke technische voorschriften

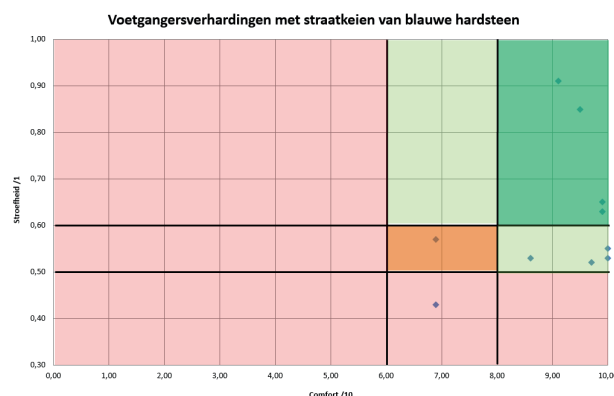
- Stijve straatlaag van zandcement of cementmortel.
- Stijve voegen, gevuld met gemodificeerde cementmortel.
- Gelijksortige uitvoering als tegels (vlakke straatlaag!).
- Hechtlaag tussen straatkei en straatlaag is aan te bevelen.
- Oppervlakafwerking nodig.

■ Verwachte prestaties (oppervlakkenmerken)

Verhardingen van blauwe hardsteen bieden een variabele gebruikskwaliteit, die in het algemeen goed tot zeer goed is.

Comfort: behalve in het geval van ruwe oppervlakken die een ontoereikend comfortniveau bieden, bieden de gezaagde oppervlakken een goed comfortniveau. De voegen zijn in het algemeen niet zo breed, wat de negatieve effecten ervan beperkt, zelfs bij uitgeholde voegen.

Stroefheid: het risico op uitglijden is hoog, zodat systematisch een oppervlakafwerking nodig is die de stroefheid verhoogt. Blauwe steen is per definitie een polijstbare steen. De weerstand tegen uitglijden moet voor de hele levensduur van de verharding worden gegarandeerd.



■ Gevoeligheid voor bevulling

- Opletten voor zuren en vetten

■ Mogelijke schade

- Slijtage van het oppervlak, waardoor oppervlakbehandeling nodig is.
- Scheurvorming in hergekristalliseerde kalksteen.

■ Goede voorbeelden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Vlaamsepoort, Muntplein en Anspachlaan (Brussel-Stad)

Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

5.4.2.4 Gezaagde granietkeien met oppervlakafwerking



Algemene beschrijving van het materiaal

Bestratingselementen afkomstig van het verzagen van producten uit winplaatsen van graniet. Graniet is een magmatisch gesteente met uiteenlopende kleuren dat wordt gewonnen in België, maar ook onder andere in China.

De zijanten van de straatkeien zijn vaak gezaagd; het bovenvlak is gezaagd met een oppervlakafwerking (bv. vlambehandeling), om het risico op uitglijden te verkleinen.



Gezaagde en gevlamstraalde granietkeien op het Spiegelplein (Jette), met een zeer goede gebruikskwaliteit (comfort = 10/10, stroefheid (PFT) = 0,69)

Specifieke technische voorschriften

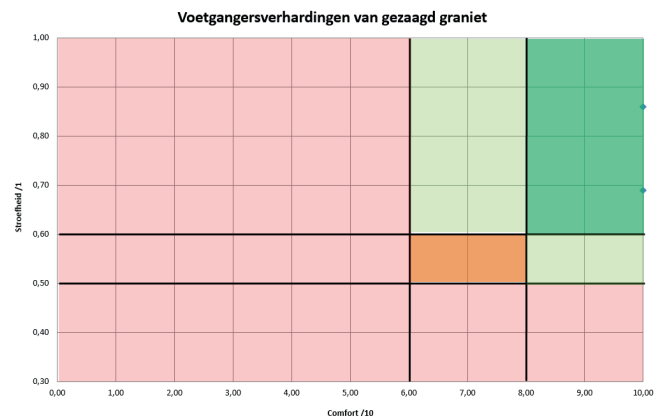
- Stijve straatlaag van zandcement of cementmortel.
- Gelijksortige uitvoering als tegels (vlakke straatlaag!).
- Stijve voegen, gevuld met gemodificeerde cementmortel.
- Oppervlakafwerking nodig (bv. vlambehandeling).
- Hechtlaag tussen straatkei en straatlaag is aan te bevelen.

Verwachte prestaties (oppervlakkenmerken)

Verhardingen van gezaagd graniet bieden doorgaans een zeer goede gebruikskwaliteit.

Comfort : de gezaagde oppervlakken bieden een zeer goed comfortniveau. De voegen zijn in het algemeen niet zo breed in het geval van rechthoekig gezaagd straatkeien, wat negatieve effecten beperkt, zelfs bij uitgeholde voegen.

Stroefheid: zonder oppervlakafwerking kan het risico op uitglijden een probleem zijn. Deze behandeling moet dus systematisch worden uitgevoerd.



Mogelijke schade:

/

Goede voorbeelden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Anspachlaan (voor het gemeentebestuur) (Brussel-Stad), Sint-Lambertusplein (Sint-Lambrechts-Woluwe), Spiegelplein (Jette)

5.4.2.5 Tegels van blauwe hardsteen met oppervlakafwerking



■ Algemene beschrijving van het materiaal

Bestratingselementen afkomstig van het verzagen van producten uit winplaatsen van blauwe hardsteen. Blauwe hardsteen is een carbonaathoudend sedimentair gesteente dat ontstaat door opeenstapeling of opbouw van kalkhoudende skeletten of schelpen, en is dus vaak rijk aan fossielen.

De zijkanen van de tegel zijn gezaagd; het bovenvlak is gezaagd, met een oppervlakafwerking om het risico op uitglijden te verkleinen. Deze steen wordt gewonnen in België, maar ook ingevoerd uit Ierland, China, Vietnam en India.



Tegels van blauwe hardsteen met oppervlakafwerking in de buurt van het Noordstation, met een zeer goede gebruikskwaliteit (comfort = 10, stroefheid (PFT) = 0,77)

■ Specifieke technische voorschriften

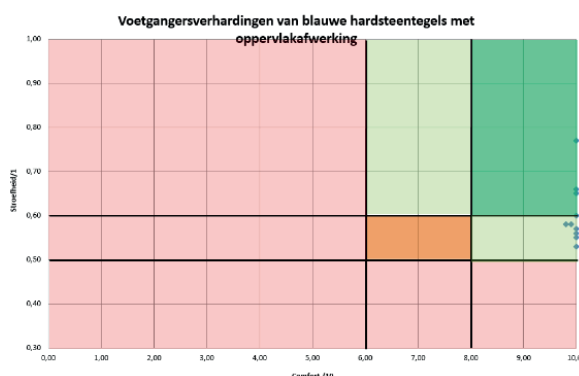
- Stijve straatlaag van zandcement of cementmortel.
- Stijve voegen, gevuld met (gemodificeerde) cementmortel.
- Oppervlakafwerking nodig.
- Hechtlaag tussen tegel en straatlaag is aan te bevelen.
- Specifieke uitvoering (vlakke straatlaag!)

■ Verwachte prestaties (oppervlakkenmerken)

Verhardingen van blauwe hardsteen bieden een goede gebruikskwaliteit indien een oppervlakafwerking is uitgevoerd.

Comfort: de gezaagde oppervlakken bieden een zeer goed comfortniveau. De voegen zijn in het algemeen niet zo breed, wat negatieve effecten beperkt, zelfs bij uitgeholde voegen. Door het formaat van de tegels zijn er ook minder voegen.

Stroefheid: het risico op uitglijden is hoog, zodat systematisch een oppervlakafwerking nodig is die de stroefheid verhoogt. Blauwe steen is per definitie een polijstbare steen. De weerstand tegen uitglijden moet voor de hele levensduur van de verharding worden gegarandeerd.



■ Gevoeligheid voor bevuilding en mogelijke schade

Cf. informatieblad 5.4.3.2.

■ Goede voorbeelden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Kreupelenstraat, Broekstraat en Sint-Goriksplein (Brussel-Stad), Vooruitgangstraat en De Lochtstraat (Schaarbeek)



Samenstelling van de redactiewerkgroep :

- Pierre-Jean Bertrand, Brussel Mobiliteit, Directie Beleid.
- Grégory Moors, Brussel Mobiliteit, Directie Beleid.
- Benoît Dupriez, Brussel Mobiliteit, Directie Beleid.
- Olivier Van Damme, Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw.
- Nino Peeters, CAWAB.
- Pieter Dudal, Beliris.
- Jérôme Noël, Beliris.
- Eric Debroe, Brussel Mobiliteit, Directie Beleid.
- Renaud Prioux, Brussel Mobiliteit, Directie Beleid.
- Françoise Beirens, Brussel Plaatselijke Besturen.
- Anne-Claire Dewez, Leefmilieu Brussel.
- Mathieu Angelo, CAWAB.
- Rien Van De Wall, Perspective Brussels.
- Fabienne Lontie, Team Bouwmeester.
- Julie De Bruyne, Urban Brussels.
- Martial Resibois, Urban Brussels.
- Elia Boonen, Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

© TRIDEE



BRUSSEL MOBILITEIT

GEWESTELIJKE OVERHEIDSDIENST BRUSSEL