Vlaanderen
is wegen en verkeer

Fietspaden

ontwerp en keuze materiaal

(versie mei 2017)

AGENTSCHAP
WEGEN & VERKEER

Koning Albert II-laan 20 bus 4 | 1000 Brussel | **T** 02 553 79 01 | **wegenenverkeer.be**

Deze pagina werd bewust blanco gelaten

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave **2**

1. Inleiding **3**

2. Materialen **4**

2.1 Verhardingen 4

2.2 Funderingen 8

2.3 Onderfunderingen 8

3. Standaardstructuren **10**

3.1 Standaardstructuren voor fietspaden (t.e.m. bouwklasse B10) 10

3.1.1 Fietspaden die volledig belast worden door wegverkeer 10

3.1.2 Fietspaden die occasioneel belast worden door wegverkeer 10

3.2 Standaardstructuren voor vrijliggende fietspaden (bouwklasse BF) 11

3.1 Bitumineuze verharding 11

3.2 Cementbetonverharding 11

3.3 Bestrating met betonstraatstenen 11

3.4 Halfverharding 12

3.3 Onderfundering 12

4. Fietscomfort **13**

5. Keuze **14**

1. Inleiding

De natuurlijke ondergrond is meestal niet geschikt om zonder meer als fietspad gebruikt te worden. Daarom wordt een verhardingsconstructie aangelegd waarop vlot en comfortabel fietsverkeer mogelijk is en die ook de occasionele lasten van bijvoorbeeld onderhoudsvoertuigen kan dragen.

Een verhardingsconstructie bestaat uit drie lagen:

- de verharding: dit is de bovenste laag die in contact komt met het verkeer en heeft een dragende functie, maar zorgt ook voor voldoende (langs)vlakheid om een comfortabel fietsoppervlak te creëren (de relatie tussen langsvlakheid en comfort wordt toegelicht in paragraaf 4)
- de fundering: deze laag zorgt vooral voor voldoende draagvermogen
- de onderfundering: de onderste laag is de laag die in contact komt met de ondergrond en heeft verschillende functies zoals het beschermen van de fundering, het draineren van de structuur en het zorgen voor een vorstvrije structuur

Voor elk van deze lagen zijn verschillende materialen mogelijk. De kenmerken van deze materialen worden beschreven in paragraaf 2. De verschillende materialen worden voor de drie lagen van de verhardingsconstructie gecombineerd tot zogenaamde standaardstructuren met bepaalde diktes voor elke laag. Dit wordt verder beschreven in paragraaf 3. Tenslotte worden in paragraaf 5 de voor- en nadelen van de verschillende standaardstructuren besproken zodat een oordeelkundige materiaalkeuze gemaakt kan worden.

2. Materialen

Voor de technische kenmerken waaraan de verschillende materialen moeten voldoen, wordt verwezen naar het “Standaardbestek 250 voor de wegenbouw” (SB250) en dan in het bijzonder naar het Hoofdstuk 6 voor de verhardingen en het Hoofdstuk 5 voor de funderingen en onderfunderingen.

2.1 Verhardingen

Fietspaden kunnen uitgevoerd worden met een:

- bitumineuze verharding
- cementbetonverharding
- bestrating met betonstraatstenen
- halfverharding

Een **bitumineuze verharding** (cfr. Hoofdstuk 6-2 van het SB250) bestaat uit twee of drie bitumineuze lagen: de bitumineuze toplaag wordt aangelegd op één of twee bitumineuze onderlagen.

Voor de toplaag kan gekozen worden uit asfaltbeton (AB-mengsels) of gietasfalt (GA-mengsels).

In functie van de nominale dikte van de verschillende lagen zijn de volgende toplagen mogelijk:

soort	type	nominale dikte
asfaltbeton	AB-4C	40 mm
	AB-4D	30 mm
	AB-5D	25 mm
gietasfalt	GA-C	40 mm
	GA-D	30 mm

De dunnere lagen, zoals AB-4D of GA-D, hebben als voordeel dat ze een kleinere maximale korrelmaat hebben: dit komt de rolweerstand en het fietscomfort ten goede. Indien een gekleurd

fietspad gewenst is, dan kan de toplaag gekleurd worden door gebruik te maken van pigmenten, eventueel kleurondersteunende granulaten en/of een kleurloos synthetisch bindmiddel.

De bitumineuze onderlaag is een asfaltmengsel van het type APO-A of APO-B.

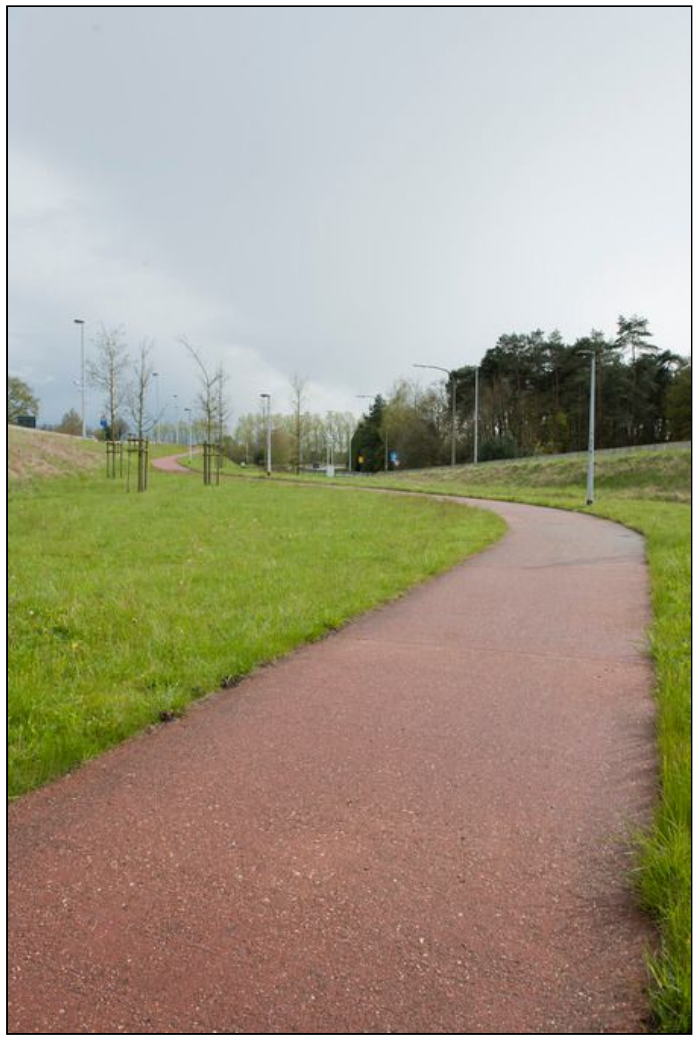
In het SB250 worden nog andere top- en onderlagen beschreven. Deze zijn niet geschikt voor (vrijliggende) fietspaden.

Vrijliggende fietspaden buiten de bebouwde kom kunnen uitgevoerd worden zonder kantopsluiting. In dat geval worden ofwel de buitenranden afgesneden over een breedte van minstens 5 cm, ofwel bewerkt met een kantijzer of naadverdichtingsrol. De vlakken van de buitenranden worden nadien dichtgemaakt met een bitumenemulsie.

Een **cementbetonverharding** (cfr. Hoofdstuk 6-1 van het SB250) is een verharding die in één laag aangelegd wordt als een platenbetonverharding.

In de verharding worden om de 4 m krimpvoegen gezaagd die bestaan uit een zaagsnede zonder sponning en voegvulling. De voegen van vrijliggende fietspaden worden gewoonlijk niet verdeuveld. De oppervlakafwerking bestaat in principe uit langs bezemen.

Indien een gekleurd fietspad gewenst is, dan kan gekleurd beton gebruikt worden. In dit geval moet de volledige betonverharding in de massa gekleurd worden. Ook hier kunnen kleurondersteunende granulaten gebruikt worden.

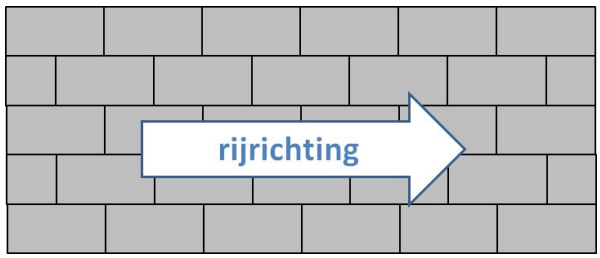


Een **bestrating met betonstraatstenen** (cfr. Hoofdstuk 6-3 van het SB250) bestaat uit twee lagen: de betonstraatstenen worden geplaatst op een straatlaag.

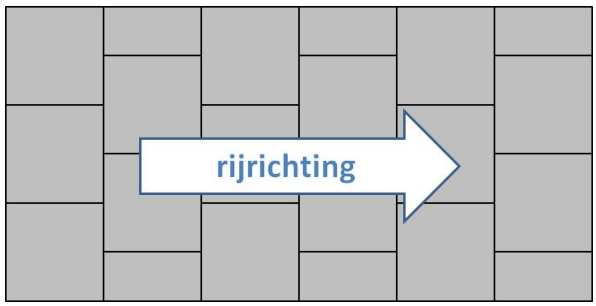
De straatlaag is 3 cm dik en bestaat uit een bed van zand, granulaatmengsel 0/4 of zandcement. Indien waterdoorlatende betonstraatstenen gebruikt worden, dan is de straatlaag 4 cm en bestaat uit een bed van granulaatmengsel 0/6,3 of steenslag 2/6,3.

De betonstraatstenen zijn rechthoekig (220 × 110 mm) of vierkant (220 × 220 mm). Vierkante betonstraatstenen, betonstraatstenen met een kleine velling (2 × 2 mm) en smalle voegen (2 à 3 mm) geven een iets beter rijcomfort. Voor een gekleurd fietspad kunnen betonstraatstenen met een kleurvaste deklaag gebruikt worden.

Rechthoekige betonstraatstenen worden in halfsteensverband gelegd in rijen die evenwijdig zijn met de rijrichting.



Bij een bestrating met vierkanten betonstraatstenen mogen de rijen dwars op de rijrichting gelegd worden.



Om te vermijden dat na verloop van tijd de voegen gaan open staan, is een kantopsluiting onontbeerlijk.

Andere bestratingen zoals kasseien, gebakken straatstenen of betontegels zijn minder geschikt voor fietspaden.

Een **halfverharding** (cfr. Hoofdstuk 6-4 van het SB250) een verharding die structureel tussen een verharding en een fundering valt en kan bestaan uit:

- een steenslagverharding
- een verharding van ternair mengsel
- een dolomietverharding

Een *steenslagverharding* wordt aangelegd met een homogeen mengsel van zand, steenslag, aanmaakwater en cement of calciumchloride. Er bestaan twee types: type I heeft een maximale korrelmaat van 40 mm, type II heeft een maximale korrelmaat van 20 mm. Een verharding waarbij cement als toevoegsel gebruikt wordt (type IA of IIA), geeft een stijvere verharding dan een mengsel met calciumchloride (type IB of IIB). Voor het steenslag zijn zowel natuursteenslag als secundaire grondstoffen toegelaten. Indien een bepaald uitzicht gewenst is, dan kan de keuze van het steenslag beperkt worden tot bijvoorbeeld natuursteenslag of betongranulaat.

Een *ternair mengsel* is een homogeen mengsel van brekerzand, slakkenzand, steenslag, aanmaakwater en kalk. Het ternair mengsel wordt in één laag aangelegd.

Een *dolomietverharding* kan aangelegd worden in één laag 0/15 of in twee lagen. Een tweelaagse dolomietverharding bestaat uit onderlaag 5/15 en een dunne bovenlaag 0/5, de bovenlaag heeft een dikte van 3 cm. Om stofwerking tegen te gaan, kan de dolomietverharding behandeld worden met calciumchloride.

2.2 Funderingen

Voor fietspaden komen de volgende funderingen (cfr. Hoofdstuk 5-4 van het SB250) in aanmerking:

- steenslagfunderingen
- met cement gebonden steenslagfunderingen
- schraalbetonfunderingen

Een **steenslagfundering** is een homogeen mengsel van zand, steenslag en aanmaakwater. De volgende steenslagfunderingen komen in aanmerking:

- een steenslagfundering type I met maximale korrelmaat 40 mm
- een steenslagfundering type II met maximale korrelmaat 20 mm
- een waterdoorlatende steenslagfundering, in combinatie met een bestrating van waterdoorlatende betonstraatstenen

Een met **cement gebonden steenslagfundering** is een homogeen mengsel van zand, steenslag, aanmaakwater en cement. Deze fundering heeft een hogere stijfheid dan een niet-gebonden steenslagfundering. De volgende gebonden steenslagfunderinge komen in aanmerking:

- een met cement gebonden steenslagfundering type IA met maximale korrelmaat 40 mm
- een met cement gebonden steenslagfundering type IIA met maximale korrelmaat 20 mm

Een **schraalbetonfundering** heeft een hoger cementgehalte dan een met cement gebonden steenslagfundering wat een hogere stijfheid en sterkte geeft. In een schraalbetonfundering kunnen krimpscheuren onstaan. Deze fundering is daarom niet geschikt onder een bitumineuze verharding omdat deze krimpscheuren op termijn kunnen doorgroeien tot aan het oppervlak van de verharding. In combinatie met een bestrating van waterdoorlatende betonstraatstenen kan een fundering van drainerend schraal beton voorgeschreven worden.

2.3 Onderfunderingen

De volgende onderfunderingen (cfr. Hoofdstuk 5-3 van het SB250) komen in aanmerking:

- onderfundering type I
- onderfundering type II
- wortelruimte

Een **onderfundering type I** is een onderfundering van zand.

Een **onderfundering type II** is een grofkorrelige onderfundering en bestaat uit een homogeen mengsel van zand en steenslag met een maximale korrelmaat van 56 mm.

Indien een fietspad aangelegd wordt in de buurt van bomen of langsheen een bomenrij, dan bestaat het gevaar dat de boomwortels de verharding opdrukken.

Om dit te vermijden kan **wortelruimte** voorzien worden met skeletbodems uit bomengranulaat. Het bomengranulaat wordt aangelegd in lagen van maximum 20 cm.

De structuur van het fietspad kan ook beschermd worden tegen worteldruk door het plaatsen van een flexibel **anti-wortelscherm**.

Indien aan de andere zijde van het fietspad doorwortelbare ruimte beschikbaar is, dan kunnen ook **groeiplaatsconstructies** of **wortelbruggen** toegepast worden. Eenvoudige wortelbruggen zijn beton- of PVC-buizen die aangelegd worden in de onderfundering en het fietspad dwarsen.

Per boom is een sectie van ca. 1000 cm² nodig: bv. één buis van 35 cm, twee buizen van 25 cm, drie buizen van 20 cm diameter. Buizen met grotere diameter hebben de voorkeur ten opzichte van die met een kleinere diameter. De buizen worden ongeveer voor 3/4 gevuld met teelaarde.

3. Standaardstructuren

Een standaardstructuur is een combinatie van materialen en de overeenkomstige laagdiktes van de verharding en de fundering.

3.1 Standaardstructuren voor fietspaden (t.e.m. bouwklasse B10)

Fietspaden die (al dan niet occasioneel) belast worden door wegverkeer moeten ontworpen worden voor deze verkeersbelasting. Er wordt onderscheid gemaakt tussen fietspaden die volledig belast worden door wegverkeer en fietspaden die occasioneel belast worden door wegverkeer.

3.1.1 Fietspaden die volledig belast worden door wegverkeer

Het betreft hier hoofdzakelijk delen van fietspaden die de rijweg kruisen ter hoogte van kruispunten of rotondes. Deze fietspaden worden belast door hetzelfde verkeer als op de rijbaan die het fietspad kruist. Fietssuggestiestroken vormen een onderdeel van de rijbaan en worden bijgevolg beschouwd als fietspaden die volledig belast worden door het wegverkeer.

Deze fietspaden worden gedimensioneerd voor de volledige verkeersbelasting overeenkomstig dienstorder MOW/AWV/2010/2.

3.1.2 Fietspaden die occasioneel belast worden door wegverkeer

Het betreft fietspaden die op gelijke hoogte liggen met de rijbaan, eventueel gescheiden door een smalle verharde zijstrook. Dit is bijvoorbeeld van toepassing op aanliggende fietspaden in het geval dat er een andere structuur voorzien wordt die verschilt van de verticale opbouw van de rijbaan.

Voor deze fietspaden wordt de bouwklasse van de rijbaan berekend overeenkomstig dienstorder MOW/AWV/2010/2 en wordt de berekende bouwklasse verminderd met het aantal bouwklassen aangegeven in onderstaande tabel, afhankelijk of er zich al dan niet een parkeerstrook rechts van het fietspad bevindt.

breedte van de rijstrook en eventuele tussenruimte	aanliggend fietspad zonder parkeerstrook	aanliggend fietspad tussen rijbaan en parkeerstrook
≤ 2,50 m	-1	-0
≤ 2,75 m	-1	-1
≤ 3,00 m	-2	-1
≤ 3,25 m	-2	-2
≤ 3,50 m	-3	-2
≤ 3,75 m	-3	-3
> 3,75 m	-4	-3

3.2 Standaardstructuren voor vrijliggende fietspaden (bouwklasse BF)

Deze fietspaden zijn volledig gescheiden van de rijbaan door bijvoorbeeld een parkeerstrook, een onverharde berm, een belangrijk niveauverschil, … Fietswegen behoren ook tot deze categorie.

De enige belasting op deze fietspaden bestaat normaal gesproken enkel uit de belasting van onderhoudsvoertuigen en de belasting op de kruisende toegangen tot erven.

3.1 Bitumineuze verharding

De dikte van de bitumineuze verharding bedraagt 9 cm.

De dikte van de fundering bedraagt:

- 20 cm steenslagfundering, of
- 15 cm met cement gebonden steenslagfundering

De standaardkeuze voor de fundering is de steenslagfundering type I.

3.2 Cementbetonverharding

De dikte van de cementbetonverharding bedraagt 16 cm.

De dikte van de fundering bedraagt:

- 20 cm steenslagfundering, of
- 15 cm met cement gebonden steenslagfundering, of
- 12 cm schraalbetonfundering

De standaardkeuze voor de fundering is de schraalbetonfundering.

3.3 Bestrating met betonstraatstenen

De bestrating bestaat uit betonstraatstenen met een dikte van 8 cm op een straatlaag van 3 cm (4 cm in het geval van waterdoorlatende betonstraatstenen).

De dikte van de fundering bedraagt:

- 20 cm steenslagfundering, of
- 15 cm met cement gebonden steenslagfundering, of
- 12 cm schraalbetonfundering

De standaardkeuze voor de fundering is de steenslagfundering type I.

3.4 Halfverharding

De dikte van de halfverharding bedraagt:

- 10 cm steenslagverharding type IIA, of
- 12 cm steenslagverharding type IIB, of
- 12 cm verharding van ternair mengsel, of
- 15 cm dolomietverharding

Er wordt geen fundering voorzien.

3.3 Onderfundering

De dikte van de onderfundering is afhankelijk van de ondergrond en is weergegeven in onderstaande tabel. De classificatie van de grond gebeurt volgens Hoofdstuk 3-3 van het SB250.

classificatie van de grond	**definitie volgens SB250**	**dikte van de onderfundering**
klei	3-3.2.1.1	25 cm
zandhoudende klei	3-3.2.1.2	
leemhoudende klei	3-3.2.1.3	
leem	3-3.2.1.4	20 cm
kleihoudend zand	3-3.2.1.5	
leemhoudend zand	3-3.2.1.6	
weinig-kleihoudend zand	3-3.2.1.7	15 cm
weinig-leemhoudend zand	3-3.2.1.8	
zandhoudende grond	3-3.2.1.9, 3-3.2.1.10, 3-3.2.1.11	
rolgrindhoudende of steenhoudende grond	3-3.2.1.12, 3-3.2.1.13, 3-3.2.1.14	0 cm

De standaardkeuze voor de onderfundering is de onderfundering type I.

Onder een halfverharding wordt een onderfundering type II aangebracht.

Indien de onderfundering uitgevoerd wordt als een wortelruimte van bomengranulaat, dan wordt het bomengranulaat aangebracht tot ca. 1 m onder het maaiveld. Afhankelijk van de keuze van de standaardstructuur komt dit overeen met een dikte van 60 à 70 cm. Op een wortelruimte van bomengranulaat mag geen gebonden fundering aangebracht worden, dus bestaat in dit geval de fundering altijd uit een steenslagfundering.

4. Fietscomfort

Een van de belangrijkste functionele eigenschappen van een fietspad is de langsvlakheid. De langsvlakheid van het fietspad geeft aan in welke mate het oppervlak afwijkt van een perfect horizontaal vlak. Bij lokale of herhaalde onvlakheden ontstaan trillingen die door de fietser als oncomfortabel ervaren worden. De langsvlakheid is dan ook in de eerste plaats een comfortparameter.

De langsvlakheid van een fietspad wordt gemeten met de fietspadprofilometer. Het toestel is ingebouwd in een trailer die getrokken wordt door een scooter. De metingen gebeuren continu met een snelheid van ongeveer 20 km/h.

De fietspadprofilometer bestaat uit een laser, die de afstand tot de verharding meet, en een accelometer, die de eigen beweging van het meetvoertuig meet. Uit deze twee metingen wordt het langsprofiel van de verharding bepaald. Op basis van dit langsprofiel worden de vlakheidscoëfficiënten (VC) berekend bij een golflengte van 0,5 m (VC0.5) en 2,5 m (VC2.5). Hoe groter de vlakheidscoëfficiënt, des te onvlakker het fietspad.

In het SB250 zijn eisen opgenomen voor de langsvlakheid van nieuw aangelegde fietspaden. De eisen zijn onafhankelijk van het soort verharding, er zijn geen eisen voor halfverhardingen. De vlakheidscoëfficiënten worden berekend per vak van 25 m.

Het fietscomfort kan ook gemeten worden met een meetfiets. De meetfiets is uitgerust met een derde wiel waarop een accelerometer gemonteerd is. Er wordt gemeten bij een constante snelheid van 15 km/h. De accelerometer meet de verticale versnelling, per vak van 12,5 m wordt de standaardafwijking berekend. Deze standaardafwijking wordt omgerekend naar een score van 1 tot 10. Een perfect horizontaal fietspad heeft een score van 10/10.

Aangezien de meetprincipes van de fietspadprofilometer verschillen van die van de meetfiets zijn de resultaten niet absoluut vergelijkbaar. Uit vergelijkende metingen blijkt dat er wel een redelijke correlatie bestaat met de vlakheidscoëfficiënt VC0.5, maar een heel zwakke correlatie met de vlakheidscoëfficiënt VC2.5. De eisen van het SB250 voor nieuwe fietspaden komen ongeveer overeen met een score van 8/10.

5. Keuze

Om een keuze te maken tussen de verschillende verhardingen (en funderingen) moeten vaak tegenstrijdige randvoorwaarden tegen elkaar afgewogen worden. De volgende tabel geeft een summiere beoordeling van een aantal parameters in functie van het verhardingstype. Daarbij wordt de volgende legende gebruikt:

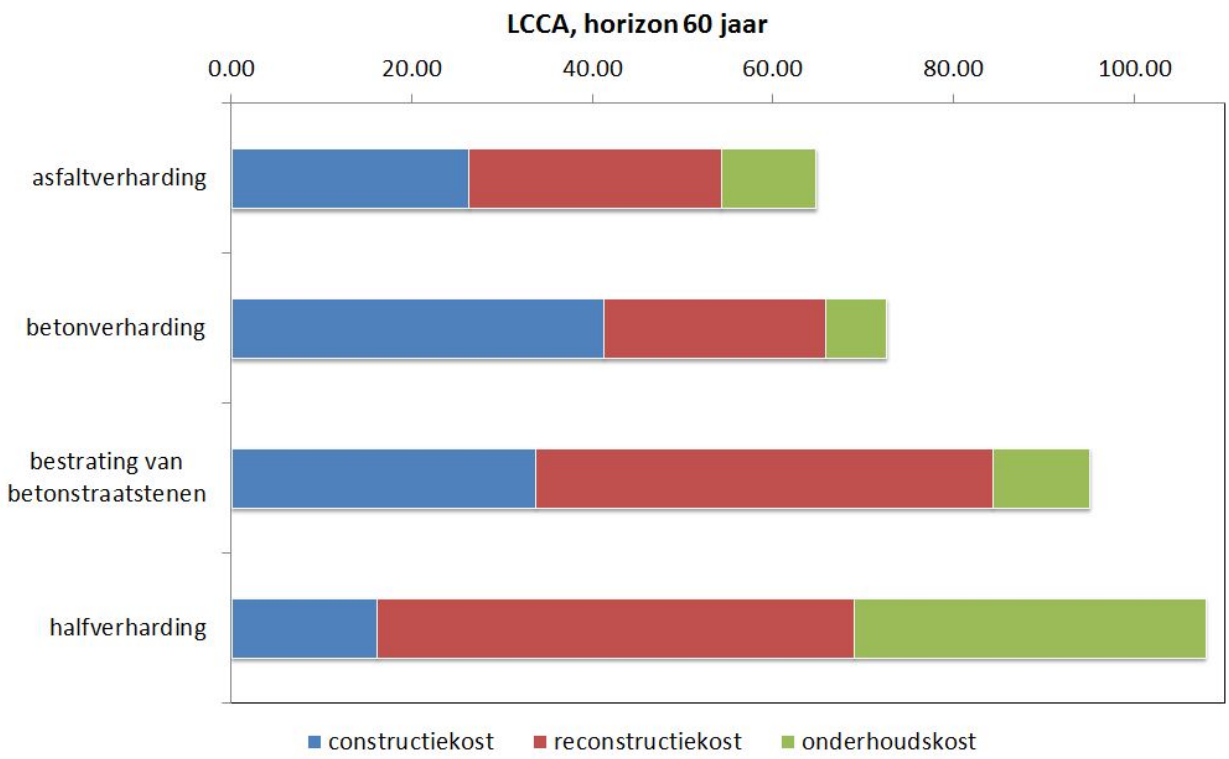
- blauw = gunstig
- geel = neutraal
- rood = ongunstig

parameter	**bitumineuze verharding**	**cementbeton-verharding**	**bestrating met betonstraatstenen**	**halfverharding**
kostprijs				
levensduur				
onderhoud				
draagvermogen				
vlakheid / comfort				
ontwerp / aanleg				
kleur				
waterdoorlatend				

Voor verharde fietspaden is de **kostprijs** van een bitumineuze verharding het gunstigste. Een cementbetonverharding is het duurst, vooral omdat een vrij dikke structuur met een schraalbetonfundering nodig is. De aanleg van een bestrating met betonstraatstenen is vooral duur omwille van het vele handwerk. Een halfverharding is relatief goedkoop.

Een cementbetonverharding heeft de langste structurele **levensduur**. Er kan gerekend worden op ca. 30 jaar, in vergelijking met 20 jaar voor een bitumineuze verharding, 10 à 15 jaar voor een bestrating en ca. 10 jaar voor een halfverharding. Daar staat tegenover dat het **onderhoud** van een bitumineuze verharding eenvoudiger is: het vervangen van de toplaag is meestal voldoende om de levensduur substantieel te verlengen. Herstellingen aan cementbetonverhardingen moeten altijd over de volledige dikte gebeuren en bij bestratingen moet de nodige aandacht geschonken worden aan de straatlaag. Een halfverharding is gevoelig aan vervormingen ten gevolge van gemotoriseerd verkeer of (langdurige) regen waardoor ze een beperkte levensduur heeft en dus veel onderhoud vraagt.

Om de kostprijs, de levensduur en de onderhoudskost van verschillende verhardingen met elkaar te vergelijken, kan gebruikt gemaakt worden van een *life cycle cost analysis* (LCCA). De volgende figuur geeft het resultaat weer voor een bepaalde situatie van een vrijliggend fietspad.



Het **draagvermogen** is sterk afhankelijk van de keuze van de verharding en de fundering. Het draagvermogen een fietspad met een bitumineuze verharding of een bestrating met betonstraatstenen kan verbeterd worden door respectievelijk een met cement gebonden steenslagfundering of schraalbetonfundering te kiezen. Wat de halfverhardingen betreft, is het draagvermogen van een steenslagverharding (en dan vooral het type IIA) beter dan een dolomietverharding of een verharding van ternair mengsel.

De **vlakheid** van bitumineuze verhardingen is reeds bij de aanleg beter dan die van cementbetonverhardingen of bestratingen. Op termijn worden de krimpvoegen van cementbetonverhardingen “voelbaar”. Lokale verzakkingen van bestratingen en halfverhardingen kunnen ook het fietscomfort verminderen.

Bestratingen met betonstraatstenen geven wel een aantal vrijheden tijdens het **ontwerp**. Ingewikkeldere vormen kunnen ontworpen worden, terwijl bitumineuze en cementbetonverhardingen machinaal aangelegd worden en dus het best geschikt zijn voor fietspaden met een constante breedte. Alle verhardingen kunnen ook uitgevoerd worden in een specifieke **kleur** (binnen bepaalde grenzen), alhoewel in het geval van cementbetonverhardingen de verharding over de volledige dikte in de massa gekleurd moet worden. De inkleuring van een fietspad kan ook gebeuren door middel van een gekleurde slemlaag, een oppervlaktecoating of een dunne overlaging met een anti-sliplaag met gekleurde bauxietsteentjes. De keuze van de kleur van halfverhardingen is vrij beperkt en hangt samen met de keuze van de granulaten.

Een **waterdoorlatend** fietspad kan enkel met waterdoorlatende betonstraatstenen of met halfverhardingen gemaakt worden. In dat geval moet wel de volledige structuur (dus ook de fundering) waterdoorlatend zijn.

Een en ander maakt dat een fietspad met een bitumineuze verharding meestal de voorkeur geniet. Een andere verharding kan gekozen worden voor bijvoorbeeld fietspaden in kwetsbare gebieden met een belangrijk milieuaspect (halfverhardingen), zones waar waterbuffering noodzakelijk is (waterdoorlatende betonstraatstenen) of plaatsen waar een groot aantal inritten voor zwaar verkeer het fietspad kruisen (betonverhardingen).