

# BUSBANEN IN BETON

INFRASTRUCTUUR | OKTOBER 2009

1225	(94)	f2	(A)(B)
------	------	----	--------

BB/SfB

- EISEN EN MATERIAALKEUZE
- STANDAARDONTWERP VOOR EEN BUSBAAN IN BETON
- UITVOERINGSASPECTEN
- VOORBEELDEN UIT BINNEN- EN BUITENLAND





Wereldwijd worden de grote steden geconfronteerd met problemen van dichtslubbend verkeer, zowel in de centra en de stedelijke agglomeratie als op de toegangswegen. In dicht bevolkte landen zoals België is dit fenomeen niet alleen stedelijk maar ook interstedelijk. De nadelen van de files zijn door iedereen gekend : tijdverlies, economische en maatschappelijke kosten, luchtvervuiling,... Voor vele weggebruikers en zeker ook voor de inwoners van de steden is deze situatie niet langer houdbaar. Daarboven komt nog het groeiend bewustzijn voor milieu en in het bijzonder voor de klimaatproblematiek. Voor de stedelijke leefomgeving zijn onder andere de uitlaatgassen (NOx,..) en de fijne roetdeeltjes erg nefast. Voor de algemene opwarming van de aarde is de CO<sub>2</sub> uitstoot bepalend.

De beleidsmakers kiezen daarom algemeen voor een duurzame mobiliteitspolitiek door de terugdringing van het autoverkeer in en rond de steden. Voor korte verplaatsingen is er aandacht voor de zachte weggebruikers door bij voorbeeld de inrichting van autovrije zones en van fietsroutes. Voor de verdere verplaatsingen binnen en buiten de stad wordt vooral de kaart van het openbaar vervoer gespeeld door nieuwe of verhoogde capaciteiten te voorzien van bus-, tram- en treinverbindingen. Om deze vervoersmodi te optimaliseren is aangepaste infrastructuur nodig, met name vrijliggende banen die een vlotte doorgang van bus en/of tram mogelijk maken.

Dit bulletin is gewijd aan de aanleg van infrastructuur voor busverkeer, hetzij specifieke busbanen hetzij delen van het wegennet waar overwegend of zeer veel bussen passeren. De gecombineerde tram-busbanen, met hun specifieke problemen van inbouw van rails en trillingen, worden hier niet behandeld.

Bij een duurzaam mobiliteitsbeleid hoort een infrastructuur die voldoet aan de principes van duurzaam bouwen. Verder in deze publicatie zal duidelijk worden dat busbanen en bushaltes in beton hier volledig aan beantwoorden.

# 1. EISEN EN MATERIAALKEUZE

Een busbaan moet weerstaan aan een uitzonderlijke combinatie van sollicitaties. Bussen vallen onder de categorie zwaar verkeer met hun specifieke aslasten, eigen aan het type van bus (openbaar vervoer, toerisme, dubbeldek, harmonika,...). Op busbanen en zeker nabij busstations kan de frequentie oplopen tot meerdere passages per minuut en de dagelijkse verkeersbelasting tot meer dan 500 bussen per dag.

In de stad verloopt het busverkeer meestal aan relatief lage snelheid en gekanaliseerd, d.w.z. dat de banden steeds in hetzelfde spoor rijden. Deze omstandigheden zijn zeer nadelig voor spoorvorming in soepele wegdekken. Ook de rem- en wringkrachten op het wegdek vormen een extra belasting met rafeling, onthechting of ribbelforming als mogelijke schadelijke gevolgen.

Omwille van de specifieke belasting door de autobussen is niet om het even welke verharding geschikt voor een busbaan. Meestal volstaat het dan ook niet om eenvoudigweg een nieuwe markering aan te brengen om een busbaan te creëren. Een busbaan in beton is de enige ernstige oplossing die weerstaat aan spoorvorming en voldoet aan de eisen van gebruiks zekerheid, economische rentabiliteit, veiligheid en comfort.

De criteria waar een weg in het algemeen en een busbaan in het bijzonder dienen aan te voldoen zijn de volgende :

## GEBRUIKSZEKERHEID

Een vervoersmaatschappij wenst een infrastructuur, in casu een busbaan, waarvan het gebruik in de best mogelijke omstandigheden gegarandeerd kan worden gedurende de voorziene dienstperiodes. Dit heeft immers een rechtstreekse invloed op de betrouwbaarheid en de stiptheid van het openbaar vervoerssysteem en bijgevolg op de tevredenheid van de reizigers. In de eerste plaats dient de baan vrij te blijven van schade zodat herstellingen, meestal met bijhorende verkeersonderbrekingen, niet aan de orde zijn. In de tweede plaats betekent een weg waar nauwelijks of geen onderhoud aan nodig is, een belangrijke troef voor de beheerder. Tenslotte is het van belang dat de weg lang meegaat en belangrijke renovaties of structureel onderhoud kunnen vermeden worden.

## ECONOMISCHE KOSTEN

De beperktheid van de budgetten, waarmee de meeste wegenbesturen en vervoersmaatschappijen geconfronteerd worden, noopt hen tot een economisch-rendabele investering. Een verstandige beheerder zal hierbij niet alleen rekening houden met de initiële kosten – eventuele onteigening, aanleg van de volledige structuur – maar ook met de kosten over de volledige levensduur, inclusief alle onderhoud, herstellingen, structurele

verbeteringen en opbraak bij het einde van de levensduur.

Van betonverhardingen is geweten dat ze een erg lange levensduur kunnen bereiken met een minimum aan onderhoud. Een hogere investeringskost wordt daarom gemakkelijk gecompenseerd gedurende de gebruiksfase.

## VEILIGHEID

Op het vlak van veiligheid zijn bij een wegdek de stroefheid en de dwarse vlakheid van groot belang. De stroefheid bepaalt in welke mate een voertuig grip heeft op het wegdek en staat in direct verband met de remafstand. Door een goede keuze van harde en niet polijstbare granulaten aan het oppervlak kunnen duurzaam stroeve wegdekken bekomen worden. In België wordt meestal gebruik gemaakt van hier beschikbare gesteenten : porfier, zandsteen of gebroken grind. Aan de hand van technische fiches (CE-markering en BENOR-label) kan worden nagegaan of ze voldoen aan de karakteristieken vereist volgens de typebestekken.

Bij de dwarse vlakheid denken we vooral aan de spoorvorming, die voor busbanen een belangrijke factor is. Spoorvorming is een probleem voor de stabiele wegligging van het voertuig en in geval van regen is het de oorzaak van aquaplaning.

Een goed ontworpen betonnen wegdek biedt vanaf dag één een zeer goede stroefheid die gedurende tientallen jaren behouden blijft. Spoorvorming is volledig uitgesloten voor betonnen busbanen.

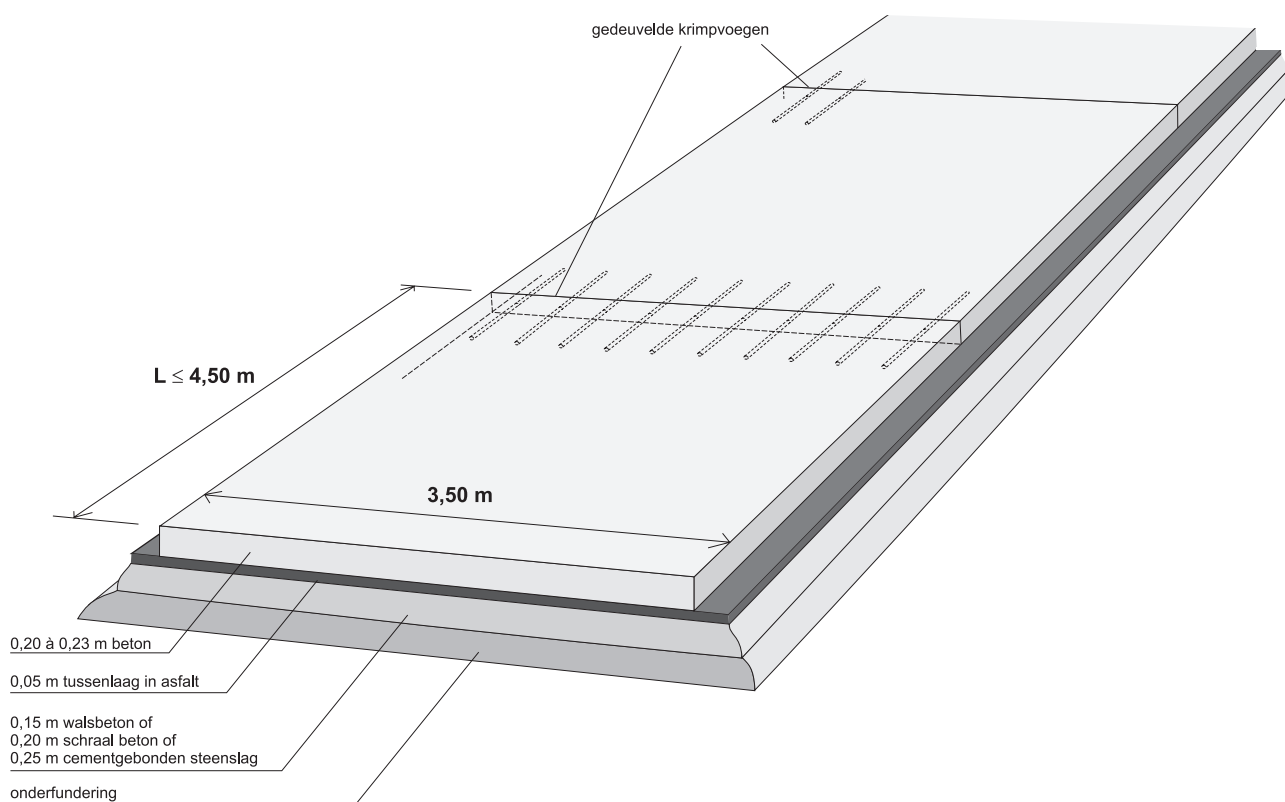
## COMFORT

De meest relevante factor voor een comfortabel wegdek is de langse vlakheid. Golvingen, ribbels, uitgerafelde oppervlakken of bruuske trappen zijn immers zeer goed voelbaar door de weggebruiker en in het bijzonder door reizigers in een autobus. Voor een betonbaan komt het erop aan om door een vakkundige uitvoering van bij de aanleg een vlak oppervlak te bekommen dat dan onveranderd zal blijven gedurende de hele levensduur. Ter hoogte van de voegen moet trapvorming vermeden worden door de nodige maatregelen te voorzien in het ontwerp (gebonden fundering, tussenlaag in asfalt, gedevelde krimpvoegen).

Waar nodig dient ook rekening te worden gehouden met het rolgeluid dat ontstaat door het contact band-wegdek. Voor busbanen is dat vooral van toepassing op interstedelijke verbindingen aangezien in de drukke stadsomgeving het motorgeluid meestal bepalend is, zeker tijdens het afremmen en versnellen. De techniek van het geluidsarm uitgewassen beton biedt hiervoor een adequate oplossing zonder afbreuk te doen aan andere duurzaamheidseisen.

## ESTHETIEK

Voor in stedelijke omgeving is het vaak gewenst om de verharding op esthetische wijze te integreren in het stadsbeeld. Geleerde of gefigureerde oppervlakken bieden hier heel wat mogelijkheden. Een andere reden om voor een geleerd oppervlak te kiezen kan ook de herkenbaarheid van de baan zijn. In dat geval wordt voor een opvallende, contrasterende kleur gekozen. Dikwijls is de natuurlijke lichtgrijze kleur van beton al een opvallend gegeven tussen andere verhardingen in asfalt en kleinschalige elementen.



## 2. STANDAARDONTWERP VOOR EEN BUSBAAN IN BETON

Voor lange ononderbroken busbanen, op interstedelijke verbindingen of op auto-snelwegen, kan gekozen worden voor een ontwerp in doorgaand gewapend beton. Door de afwezigheid van dwarsvoegen biedt dit immers een comfortabel wegdek met bijzonder lange levensduur. Een dergelijk ontwerp vereist wel de nodige kennis terzake, o.a. over het gehalte en schikking der wapeningen, de ligging der langsvoegen en de verankeringslandhoofden. Omdat doorlopende ononderbroken lengtes meestal beperkt blijven voor busbanen is een oplossing in doorgaand gewapend beton echter zelden aangewezen. Als typeoplossing kiezen we daarom voor een verharding in platenbeton. De platen hebben een aanbevolen lengte van 4,5 m en worden gescheiden door gedevelde krimpvoegen. De deuvels zijn gladde gecoatete staven die de krimp en buiging van de platen toelaten ter hoogte van de voeg maar die tegelijkertijd zorgen voor een lastoverdracht van de ene plaat naar de andere. Op die manier voorkomen ze trapvorming ter hoogte van de voegen en spelen ze dus een cruciale rol in het comfort van de busbaan.

De breedte van een busbaan bedraagt meestal 3,5 m. In geval van traag rijdende of van geleide bussen kan de breedte beperkt worden tot 3 m. Indien het een tweerichtingsbusbaan is, moet vanaf een breedte groter dan 4,5 m een langse buigingsvoeg gezaagd worden, uitgerust met ankerstaven.

De dimensionering van de structuur is de bepaling van de aard en de dikte van de verschillende samenstellende lagen (wegdek, fundering, onderfundering) in functie van het verwachte verkeer, van de ondergrond en van de klimatologische omstandigheden. Voor vrijliggende busbanen is het verkeer vrij uniform hoewel er toch grote variaties bestaan in de types van autobussen. De stadsbussen voor het openbaar vervoer zijn erg verschillend van de touringcars op vlak van toegelaten massa, aslasten en gewichtsverdeling. Ook gearticuleerde en dubbeldekbussen hebben andere kenmerken dan de normale enkelvoudige bussen.

Uit de voorschriften voor standaardwegstructuren van de Vlaamse Overheid en uit berekeningsprogramma's zoals DimMET of VENCON blijkt dat een dikte van 20 cm platenbeton quasi steeds voldoet voor klassieke busbanen, zelfs tot 300 bussen per dag en een ontwerplevensduur van minstens 30 jaar. In sommige gevallen is het toch aangewezen om de dikte te verhogen (21, 22 of 23 cm) : als de breedte beperkt wordt tot 3 m en de baan dus meer belast wordt aan de randen, met hogere spanningen tot gevolg, of ook wanneer ander zwaar verkeer kan gebruik maken van de busbaan.

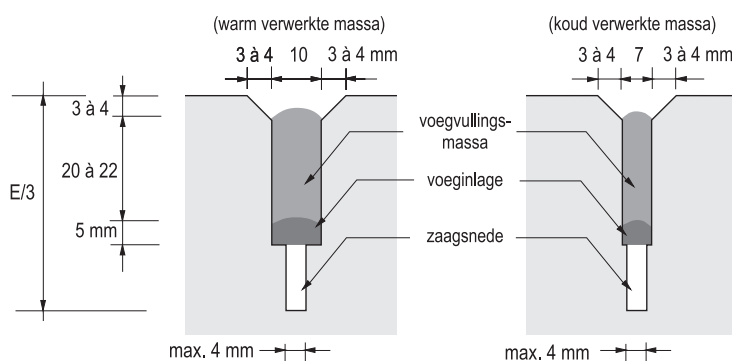
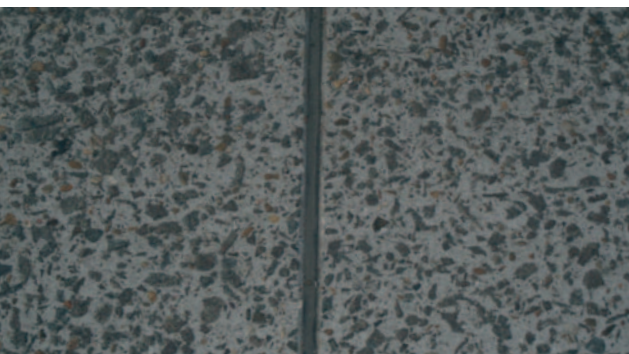
In hogervermelde berekening werd steeds uitgegaan van een structuur bestaande uit een betonnen wegdek, een tussenlaag in asfalt en een cementgebonden fundering. De tussenlaag in asfalt (5 cm) is een absolute noodzaak voor busbanen omdat die verhindert dat er erosie optreedt onder de voegen en dus dat er trapjes kunnen ontstaan. Samen met de deuvels is dit dus de garantie op een blijvend stabiel en comfortabel wegdek. Als fundering worden volgende standaardoplossingen voorgesteld :

- 25 cm cementgebonden steenslagmengsel (steenslag met toevoegsel type Ia of IIa volgens standaardbestek 250) ;
- 20 cm schraal beton ;
- 15 cm walsbeton.

Een hydraulisch gebonden fundering draagt bij tot de lastoverdracht tussen de platen en is bestand tegen water en vorst.

In alle omstandigheden is een goede oppervlakafwatering te voorzien door een verkanting van minimum 1,5 %. In bepaalde gevallen is ook een langse drainage aanbevolen. Zeker in het geval van een inlay, waar de betonnen busbaan in een bestaande verharding wordt ingewerkt, is het nodig om een ondergrondse waterafvoer te voorzien ter hoogte van de langsvoegen.

De voegen worden uitgevoerd als gezaagde krimpvoegen met sponning en afgeschuinde randen. De verschillende types voegvulling (warm gegoten, koud aangebracht of voorgevormde profielen) zijn mogelijk.



Als oppervlakafwerking worden het dwars bezemen en het chemisch uitwassen als standaardoplossingen voorgesteld. Beide texturen voldoen aan eisen van stroefheid. Met uitgewassen beton kan door een aangepaste betonsamenstelling een geluidsarm oppervlak bekomen worden.

Soms wordt er om esthetische redenen gekozen voor gefigureerd beton of « printbeton » waarbij een bepaald motief – kasseien, straatstenen, natuursteen,... – met mallen in het verse beton wordt gedrukt. Dit gaat dan wel ten nadele van andere eisen van o.a.comfort. Verder zullen enkele voorbeelden getoond worden.

Op vlak van betonsamenstelling dient aan volgende eisen voldaan te worden:

Dwars gebezemd oppervlak	Chemisch uitgewassen oppervlak
Water-cementfactor $W/C \leq 0,45$	Water-cementfactor $W/C \leq 0,45$
Minimum cementgehalte $\geq 400 \text{ kg/m}^3$	Minimum cementgehalte $\geq 400 \text{ kg/m}^3$
Steenslag voor cementbetonverhardingen volgens SB250 III (eisen voor vlakheidscoëfficiënt, Los Angeles, Polishing Stone Value,...)	Steenslag voor cementbetonverhardingen volgens SB250 III (eisen voor vlakheidscoëfficiënt, Los Angeles, Polishing Stone Value,...)
<p><b>Verwerking met glijbekistingsmachine :</b> Maximum nominale diameter van de granulaten = 32 mm. Er wordt gebruik gemaakt van minstens drie gescheiden fracties (bv. 4/14 – 14/20 – 20/32).</p> <p><b>Manuele verwerking (trilbalk,...) :</b> Maximum nominale diameter van de granulaten = 20 mm. Er wordt gebruik gemaakt van minstens drie gescheiden fracties (bv. 4/6,3 – 6,3/14 – 14/20).</p>	<p>Maximum nominale diameter van de granulaten = 20 mm. Er wordt gebruik gemaakt van drie gescheiden fracties (4/6,3 – 6,3/14 – 14/20). Het gehalte aan steenslag 4/6,3 bedraagt minstens 20 % van de massa van het mengsel van steenslag en zand.</p> <p>Opm. : met het oog op een beperking van het rolgeluid kan de maximum nominale diameter van de granulaten nog verder beperkt worden tot 14 mm of zelfs 10 mm of 6 mm in het geval van een toplaag van tweelaags beton.</p>
Het gebruik van een luchtbelvormer is niet verplicht voor het beton 0/32 verwerkt met de glijbekistingsmachine, maar wel voor het beton 0/20 dat manueel verwerkt wordt.	Het gebruik van een <b>luchtbelvormer is verplicht</b> . Het verse beton heeft op de werf een luchtgehalte van minstens 3 %.

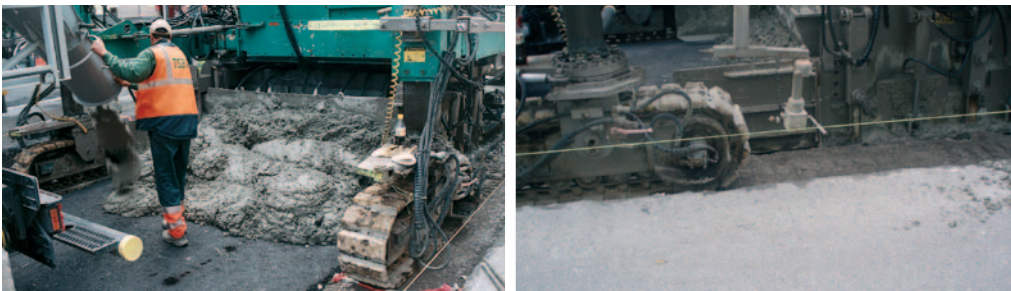
N.B.: Er wordt hier niet verder ingegaan op bijzondere eisen qua samenstelling voor gekleurd uitgewassen beton, voor tweelaags beton met eventuele recyclage in de onderlaag of andere bijzondere toepassingen. Deze komen verder aan bod in de beschrijving van enkele voorbeelden.

### 3. UITVOERINGSASPECTEN

Qua uitvoering zijn er geen bijzondere verschillen ten opzichte van de aanleg van een klassieke rijweg in platenbeton. De voorkeur wordt steeds gegeven aan een verwerking met de glijbekistingsmachine die het beton krachtig verdicht en vlak afwerkt, o.a. met een langse afstrijkbalk (supersmoother).

Voor korte stukken en ter hoogte van kruispunten kan er manueel tussen vaste bekistingen gewerkt worden. In dat geval is het gebruik van een trilbalk en aanvullende trilnaalden langsheen de randen de goede oplossing. De verschillende uitvoeringsfasen worden in de volgende foto's afgebeeld. *(Foto's uitvoering Liège, rue des Guillemins)*

Het beton wordt met kipwagens of truckmixers aangevoerd en gelijkmatig verdeeld vóór de glijbekistingsmachine.



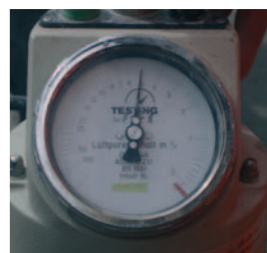
De glijbekistingsmachine of "slipform paver" is voorzien van een reeks trilnaalden die het beton optimaal verdichten. De hoogte van de machine wordt gestuurd via geleidedraden. De rupsbanden dienen een stabiel en effen pad te volgen.



De deuvels worden hetzij vooraf op stoelen geplaatst, hetzij – zoals hier op de foto te zien is – rechtstreeks door de machine in het verse beton getrield. Een merkteken duidt aan waar later de zaagsnede dient aangebracht te worden.



Achter de machine wordt het betonoppervlak afgestreaken en gebeuren de laatste manuele afwerkingen ter hoogte van eventuele inspectieputten



Ondertussen worden monsters genomen om zowel het verse als verharde beton te kunnen beproeven. Van het verse beton worden onder andere de consistentie en het luchtgehalte bepaald. Het verharde beton zal later getest worden op druksterkte en wateropsorping.



Onmiddellijk na het betonneren wordt een bindingsvertrager verstoven op het betonoppervlak. Die verhindert de uitharding van de cementmelk aan het oppervlak.

Het oppervlak wordt vervolgens afgedicht met een plasticfolie. Die verhindert de verdamping van de bindingsvertrager maar biedt bovendien een perfecte bescherming tegen uitdroging door wind en zonneschijn.



Vanaf 6 tot 24 uur na het betonneren, afhankelijk van de temperatuur en dus de uithardingsnelheid, worden voegen gezaagd tot 1/3 van de betondikte. Het beton zal dan in de loop van de volgende dagen verder scheuren onder die zaagsnede zodat de verharding verdeeld wordt in platen tot 4,5 m lengte.



Na het zagen wordt de cementmelk van het betonoppervlak met water weggeborsteld. Zo ontstaat een uitgewassen oppervlak met heel goede eigenschappen van stroefheid en rolgeluid. Dankzij de kwaliteitsvolle samenstelling van wegenbeton kan de busbaan al vier tot zeven dagen na aanleg in dienst worden gesteld, namelijk zodra de drukweerstand op boorkernen gemiddeld 40 MPa bedraagt.



## 4. VOORBEELDEN UIT BINNEN- EN BUITENLAND

### KLASSIEK GEBEZEMD



Deze foto (Brussel – Marcel Thirylaan) toont een standaardoplossing van busbaan in grijze, dwars gebezemde betonplaten. De bescherming van het verse beton gebeurt hier door het verstuiven van een nabehandlungsproduct (*curing compound*), onmiddellijk na het aanbrengen van de gebezemde textuur. Zie coverfoto voor het eindresultaat en let op de volledig afgeschermdde en voorbehouden bedding voor de busbaan. Eenzelfde oplossing werd gekozen voor de busbaan te Erps-Kwerps (foto achtercover).

### GEKLEURD BETON



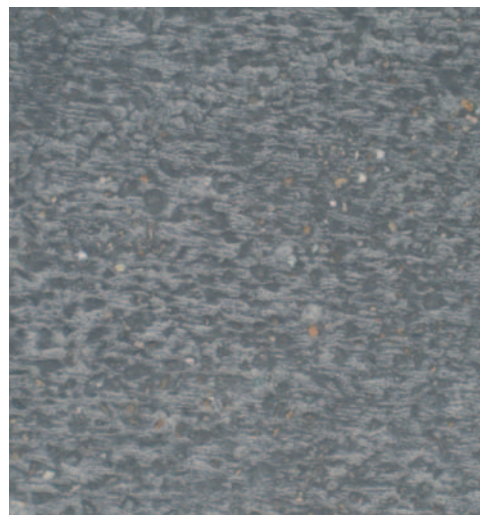
Deze busbaan, gelegen langsheen de Haachtsesteenweg in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werd aangelegd in een rood gekleurd beton. De gedevelde platen zijn 23 cm dik op een tussenlaag van 5 cm asfalt en 25 cm cementgestabiliseerde steenslag. Het oppervlak is dwars gebezemd.

### GEFIGUREERD BETON



De Luxemburgstraat nabij het Europees Parlement in Brussel werd in 2000 heraangelegd in een rood gekleurd printmotief van kasseien omdat de originele verharding in natuursteen-kasseien niet weerstond aan het drukke busverkeer. De meeste voorbijgangers zijn zich er niet van bewust dat het wegdek uit beton is. Ook in Gent, Herk-de-Stad en Hasselt werd voor de aanleg van de busbanen voor gefigureerd beton gekozen.

## UITGEWASSEN BETON



Op de Europalaan in Genk werd een busbaan aangelegd in anthracietkleurig uitgewassen platenbeton met licht gekleurde dwarse stroken die doorlopen in de naastgelegen elementenverharding.

## DOORGAAND GEWAPEND BETON

Hoewel busbanen in doorgaand gewapend beton eerder een uitzondering zijn, is het een zeer duurzame en comfortabele oplossing. Deze foto toont de primaire weg N19 te Zammel-Geel.



## INTERSTEDELIJKE VERBINDINGEN

Het Phileas project (Eindhoven) maakt gebruik van ultramoderne bussen die via magneetspijkers in de betonnen busbaan elektronisch geleid worden over een voorgeprogrammeerd traject. De bestuurder hoeft niet meer te sturen maar is er alleen ter controle en voor de veiligheid.  
(foto : Infracheker, NL)



In Nederland werden al diverse projecten “HOV” – “Hoogwaardig Openbaar Vervoer” – gerealiseerd met vrijliggende comfortabele betonnen busbanen tussen verschillende steden en gemeenten. Enkele van deze projecten zijn Bandstad Twente (omgeving Enschede), het HOV-netwerk van Utrecht, de regio Eindhoven en de Zuidtangent (Haarlem-Hoofddorp-Amsterdam).

## CONCLUSIES

Door te investeren in openbaar vervoer kiezen de overheden voor een vorm van duurzaam verkeer met het oog op het verhogen van de mobiliteit in en rond de steden en op het verbeteren van de leefbaarheid. Om tot een hoogwaardige oplossing te komen dient alles erop gericht te zijn om te voldoen aan eisen van efficiëntie, betrouwbaarheid en klantgerichtheid. Naast een aangepast vervoerssysteem (frequentie, snelheid, stiptheid, opstapplaatsen, comfort, prijs,...) dient een adequate infrastructuur (vrijliggende tram- en busbanen, haltes en opstapplaatsen) te worden voorzien.

Door te kiezen voor beton als verhardingsmateriaal wordt een duurzame manier van transport gekoppeld aan een vorm van duurzaam bouwen. Door zijn samenstelling uit natuurlijke bestanddelen, zijn volledige recycleerbaarheid, zijn onschadelijk karakter voor het milieu, zijn beschikbaarheid in de nabijheid van het werk en vooral door zijn excellente functionele prestaties over een uitzonderlijk lange levensduur scoort een betonnen wegdek immers uitstekend in studies van zowel LCA (*life cycle assessment* – milieutechnische studie) als LCCA (*life cycle cost analysis* – economische analyse).



## MAATVOERING VAN BUSBANEN

Om autobussen op een veilige en comfortabele manier te laten opereren zijn niet alleen de structuur en de verharding van belang maar evenzeer de geometrische kenmerken van de rijweg. We denken hierbij vooral aan de minimaal vereiste breedte, hetzij in rechte lijn, hetzij in bochten of op rotondes in functie van de kromtestraal. Bij de verschillende vervoersmaatschappijen (MIVB-STIB, DE LIJN, TEC-SRWT) bestaan hiervoor richtlijnen of aanbevelingen.

De maatvoering is functie van de afmetingen en prestaties van de bus of, algemener gesproken, van het type bus. Volgende tabel geeft de basisafmetingen voor verschillende types van bussen (volgens De Lijn – Aanbevelingen i.v.m. draaimogelijkheden bus”).

	Hoogte : 3,28 m	
	Lengte	Breedte
Stadsbus	8,00 m	2,25 m
Standaardbus	11,65 m	2,50 m
Gelede bus	18,20 m	2,55 m
Belbus	6,24 m	2,10 m
	Uitsteek spiegels : 25 cm aan linkerzijde 21 cm aan rechterzijde	

Voor een eenrichtingsbusbaan in rechte lijn gelden de volgende minimumbreedtes:

Snelheidsregime	Minimum breedte zonder markering en/of eenzijdige straatgoot
30 km/u	2,80 m
50 km/u	3,05 m
70 km/u	3,35 m

(bron: Vademecum Veilige Wegen en Kruispunten, Agentschap Wegen en Verkeer, 2009, p. 144)

Wanneer twee bussen elkaar kunnen kruisen wordt een veiligheidsstrook van 0,50 m in acht genomen tussen de twee linkerspiegels. De vereiste straatbreedte, inclusief de weggoten, wordt dan 6,70 m.



(bron: Werkboek Bussen, De Lijn, 2005, p. 3/25)

Bij het doorrijden van een bocht wordt de straatbreedte bepaald door de straal van de binnenbocht. In geval van kruisende bussen wordt een veiligheidsstrook van 1 m voorzien. Dit geeft volgende combinaties van kromtestraal binnenbocht en wegbreedte.

Indien tram en bus elkaar kruisen in eigen bedding wordt de minimumbreedte 6,50 m tussen de boordstenen met een tussenspoorafstand van 3,50 m as op as, zie de figuur hieronder.

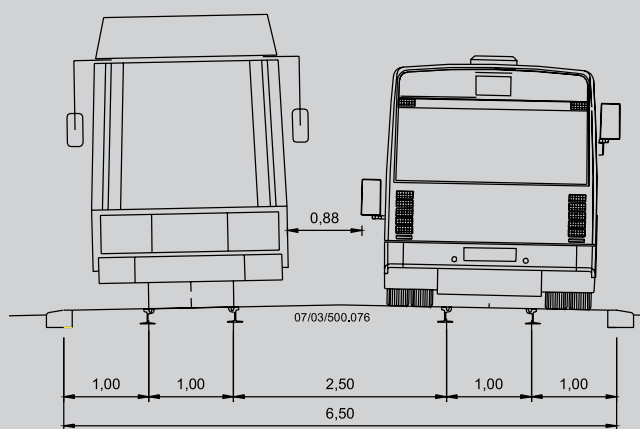
Voor de busstelplaatsen bestaan er afzonderlijke richtlijnen voor de afmetingen van de rijwegen en parkeerplaatsen.

#### Benrichtingsverkeer

R binnenbocht	Wegbreedte (inclusief 1 watergreppel)		
	Standaard of gelede bus	Stadsbus	Belbus
3,50 m	-	-	7,20 m
6 m	6,17 m	4,76 m	
10 m	5,32 m	4,14 m	
12 m	5,03 m	4,17 m	
15 m	4,70 m	3,94 m	
20 m	4,32 m	3,46 m	
30 m	3,60 m		
50 m	3,20 m		

#### Dubbelrichtingsverkeer

R binnenbocht	Wegbreedte (inclusief 1 watergreppel)	
	Standaard of gelede bus	Stadsbus
6 m	11,79 m	9,45 m
10 m	10,61 m	8,56 m
15 m	9,67 m	7,90 m
20 m	9,06 m	7,48 m



(bron: Werkboek Bussen, De Lijn, 2005, p. 7/25)



Voorbeeld van gecombineerde trambusbaan op de Leien te Antwerpen

## BUSHALTES

De meeste eisen die van kracht zijn voor busbanen zijn dit a fortiori voor bushaltes. Deze worden immers per definitie onderworpen aan extra remkrachten. Voor intens belaste haltes kunnen daarom dezelfde ontwerpvoorschriften behouden blijven als voor de busbanen.

Bushalte in  
gefigureerd beton  
met kasseimotief te  
Doornik  
(foto : TEC-SRWT)

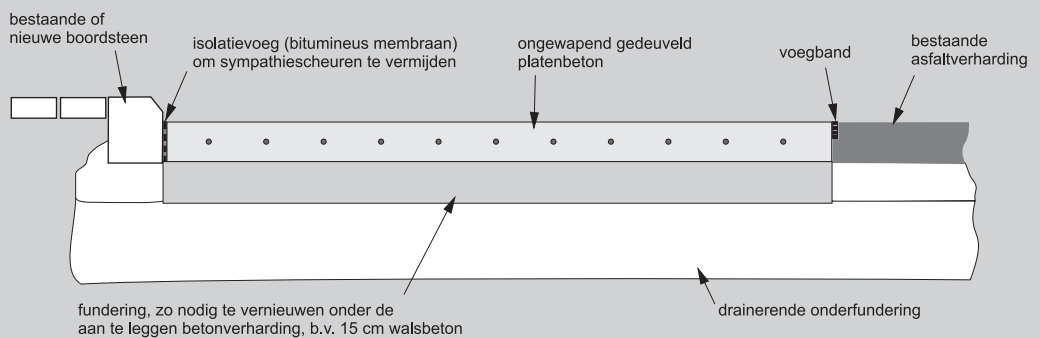


Vaak wordt een bushalte aangelegd ter vervanging van een bestaande asfaltverharding, door een zogenaamde “inlay in beton”. De werkwijze bestaat erin de asfaltverharding over volledige dikte door te zagen en zo nodig de fundering te verlagen om de gewenste dikte van de betonverharding te kunnen stort. Door de herhaalde rand- en hoekbelastingen op deze platen, bij het op- en afrijden van de bussen, is het aangeraden de betondikte te verhogen tot 25 cm.

Het beton wordt tegen de verticale asfaltrand gestort zonder tussenplaatsing van boordstenen. Deze kunnen immers moeilijk verankerd worden, waardoor ze loskomen onder het busverkeer.

De voeg tussen asfalt en beton wordt uitgevoerd met een gezaagde sponning in het asfalt – breedte 10 mm, diepte 30 mm – opgevuld met een warm gegoten voegvulmassa.

Dwarsdoorsnede  
van inlay in beton



Voor drukke busstations is beton ook de aangewezen keuze, zoals geïllustreerd wordt te Jemeppe-sur-Meuse.



Voor weinig belaste haltes, meestal in het buitengebied gelegen, wordt ook vaak gebruik gemaakt van een verharding in betonstraatstenen.

## OPSTAPPLAATSEN

Niet alleen de verharding van de bushalte zelf, maar ook de opstapplaats voor de passagiers verdient de nodige aandacht. Hiertoe werd een prefab betonnen boordsteen ontwikkeld die de halte vlot toegankelijk maakt voor de bussen en gebruiksvriendelijk voor de gebruikers. Door de speciale afgeronde vorm van de betonband wordt de bus geleid en kan deze op een minimale afstand van de stoep halhouden. Het aanloopvlak heeft een gladde structuur en spaart zo de banden van de autobussen.

De hoogte van het profiel is aangepast aan de laagvloerbussen. Door de zeer geringe opstaphoogte kunnen passagiers vlot in- en uitstappen. Dit extra comfort is vooral belangrijk voor mindervaliden, kleine kinderen en minder mobiele gebruikers.

De band is gemaakt uit een wit hoogwaardig beton (C35/45) dat vorst- en dooizoutbestendig is. De antislip reliëfstructuur bovenaan is herkenbaar voor visueel gehandicapten. Deze prefab boordsteen wordt al in tal van Europese steden gebruikt en wordt nu ook door De Lijn systematisch voorgeschreven bij de vernieuwing van bushaltes, met het oog op een attractief openbaar vervoer.



## PARKEERSTROKEN VOOR VRACHTWAGENS

De ontwerpvoorschriften voor busbanen kunnen ook toegepast worden voor parkeerstroken voor vrachtwagens. Deze vinden we o.a. terug op de rustplaatsen langsheen de autosnelwegen zoals bij voorbeeld te

Louhin en Pousset langs de E40 nabij Luik. De parkings werden er aangelegd als inlay ter vervanging van de bestaande asfaltverharding, in gedeuveld platenbeton van 21 cm dik en een tussenlaag in asfaltbeton.





I-2

Dit bulletin is een publicatie van:

**FEBELCEM**

**Federatie van de Belgische Cementnijverheid**

**Vorstlaan 68 – 1170 Brussel**

**tel. 02 645 52 11 – fax 02 640 06 70**

**[www.febelcem.be](http://www.febelcem.be)**

**[info@febelcem.be](mailto:info@febelcem.be)**

**Auteur:**

**ir. L. Rens**

**Cover foto's:**

**A. Nullens**

**Wettelijk depot:**

**D/2009/0280/10**

**V.u.: A. Jasienski**

**BIBLIOGRAFIE**

HOV in de versnelling – Hoofdrol voor beton in Hoogwaardig Openbaar Vervoer  
ENCI, 's Hertogenbosch, 2001

Beton in de buurt – Betonverhardingen in stedelijke gebieden  
ENCI, 's Hertogenbosch, 2002

Chaussées bus – Choix des matériaux et dimensionnement structurel  
CERTU (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques), Lyon, 2006

Wegstructuren – Dimensionering en keuze van de verharding  
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1997

Merkblatt für den Bau von Busverkehrsflächen  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2000

Guided Busway Design Handbook – Guidelines for the design of kerb guided infrastructure in the UK  
Britpave (The British In-Situ Concrete Paving Association), Camberley, 2004

[infobeton.be](http://infobeton.be)

