beton GOED OP WEG

ONTWERP RICHTLIJN

Halteren op beton

Cement&BetonCentrum

Inhoud

Voorwoord 3

Inleiding 4

Principes en uitgangspunten 5
- Eisen en kenmerken van de bus en de halteplaats
- De plaats van de halte
- De kunst van het halteren
- Het aanrijden van de bushalte
- Ideale vorm van een halteplaats

Halteplaatsen van bussen 8

Halteplaatsen in beton 9
- Ontwerp
- Ongewapend beton
- Vezelversterkt beton
- Doorgaand gewapend beton

Dimensionering 10
- Uitgangspunten
- Ongewapend beton
- Veelversterkt beton
- Doorgaand gewapend beton

Detaillering 12
- Op de rijbaan, Oberhausen
- In haltekom, zaagtandvorm
- In haltekom, trapeziumvorm

Afwatering 15

Variaties in de praktijk 16

Halteplaatsen op busstations 17

Algemene besteksomschrijvingen 18

Extra aandachtspunten ontwerp 19

Literatuur 20

Bijlagen 21
- Bijlage 1 Voegbreedten bij koude voegvullingen
- Bijlage 2 Besteksposten voor bushalte in ongewapend beton
- Bijlage 3 Besteksposten voor bushalte in vezelversterkt beton

Colofon 26

Voorwoord

Om de toegankelijkheid van het openbaar busvervoer te vergroten zijn in 2006 afspraken gemaakt tussen overheden en opdrachtgevers om het merendeel van de bushaltes in Nederland aan te passen vanuit uniforme uitgangspunten. CROW speelde daarop in met de uitgave Handboek Halteplaatsen, waarin naast verkeerstechnische zaken ook de nadere detaillering en mogelijke inrichting van bushaltes worden beschreven. Verder wordt beperkt aandacht besteed aan de mogelijke verhardingsconstructies voor de halteplaats zelf.

Een belangrijk kenmerk van halteplaatsen is dat de bussen altijd in hetzelfde spoor rijden en dat spoorvorming op de loer ligt. Daarmee komt de gewenste aansluiting tussen de in en uitstap van de bus en het perron in gevaar. Een betonverharding is prima bestand tegen spoorvorming, ook bij bushaltes en busstations. Opdrachtgevers en beheerders kiezen er mede daarom steeds vaker voor om bushaltes in beton te laten uitvoeren.

Deze ontwerprichtlijn reikt oplossingen aan om bushaltes in beton aan te leggen, zowel wat betreft dimensionering als detaillering en zowel voor uitvoering in ongewapend beton als in vezelversterkt beton. Gemakshalve zijn hiervan ook de besteksposten volgens de RAW-systematiek opgenomen.

'Halteer meer op beton'.

's-Hertogenbosch, oktober 2013
Cement&BetonCentrum

Ing. W.A. Kramer

Halteren: het stoppen van een bus of trein bij een halte of op een station.

Inleiding

Strak halteren

In 2006 hebben de overheden afspraken gemaakt over het toegankelijk maken van een aanzienlijk deel van de bushaltes. Het afgesproken einddoel is dat 46% van de bushaltes in 2015 toegankelijk zal zijn voor alle typen reizigers, met name voor minder valide reizigers. Nederland telt circa 50.000 bushaltes. Een halte is daarnaast ook wachtruimte, informatiepunt, schakel in de verplaatsingsketen, herkenningspunt en etalage.

Haltes zijn er in allerlei vormen en maten. Sommige zijn nog van jaren-vijftig-beton, rijp voor het museum, andere zijn puur hi-tech. Er zijn haltes direct gelegen aan de rijbaan en er zijn er met een haltekom.
De basiscriteria voor (volledig) toegankelijke (bus)haltes zijn:

- hoogte perron: minimaal 18 cm in combinatie met een lage vloerbus of oprijplaat.
- afstand tussen halte en voertuig: horizontaal aanbevolen maximaal 5 cm en verticaal aanbevolen maximaal 5 cm. Alleen wanneer de bus strak langs de perronband kan halteren, kan deze ruimte tussen perron en instap van de bus worden bereikt. Daarbij is ook de vorm van de perronband van belang.
- perronbreedte: minimaal 1,50 meter zonder obstakels.
- markeringen perron:
  - geleidelijnen, met ribbelprofiel (speciale tegels of opgespoten);
  - attentiemarkeringen, bijvoorbeeld met klanktegels en noppen-profiel;
  - visuele blokmarkering 30 cm vanaf perronrand.

In een aantal CROW-publicaties (zie Literatuurlijst) worden zowel de gewenste minimale afmetingen als de gehele inrichting en detaillering van halteplaatsen beschreven.

Markering op perron

Principes en uitgangspunten

Eisen en kenmerken van de bus en de halteplaats
Het overgrote deel van het wagenpark voor openbaar busvervoer bestaat uit de 12 meter lange autobus (de standaardwagen). Bij grote aantallen reizigers worden gelede wagens ingezet. Deze hebben een lengte van 18 meter. Op een tweetal Utrechtse stadslijnen is het aanbod van reizigers zo groot, dat hier zelfs dubbelgelede autobussen ingezet worden. Deze wagens hebben twee geledingen (harmonica's) en zijn ongeveer 24 meter lang. Een gelede bus kent één harmonica. Daarnaast exploiteren de streekvervoerders ook nog wagens met een dubbele achteras. De lengte van deze wagens bedraagt ongeveer 15 meter. Daarvan is de achterste as een zogeheten meesturende as omdat daarmee de draaibeweging vloeiender kan worden uitgevoerd.

Bij een beperkt reizigersaanbod of als de verkeerskundige structuur de inzet van standaardwagens niet toelaat worden ook wel kortere bussen ingezet met een lengte van 10,5 meter.

Voor het ontwerpen van bushalten en busstations is het uiteraard belangrijk rekening te houden met de afmetingen van de bus.

Samenvattend wordt dus onderscheid gemaakt in de volgende typen:
- bussen met twee assen: deze zijn maximaal 13,50 m lang;
- bussen met meer dan twee assen die niet langer mogen zijn dan 15,00 m;
- gelede bussen met een maximale lengte van 18,75 m;
- dubbelgelede bussen hebben een maximale lengte van 24,00 m.

Voor afwijkende lengtematen is een ontheffing verplicht. Bij het aanrijden van een halte is behalve de lengte van de bus ook de manoeuvreerruimte van belang in combinatie met de bodemvrijheid.

De voertuiglengte is bepalend voor de afmetingen van de halteplaats. Naast een voldoende diepe haltekom is een voldoende lengte van de haltekom van essentieel belang om te voldoen aan de eisen voor de toegankelijkheid van de bus. In tabel 1 staan de standaardafmetingen vermeld per voertuiglengte met de minimale lengte van de in- en uitrijruimte.

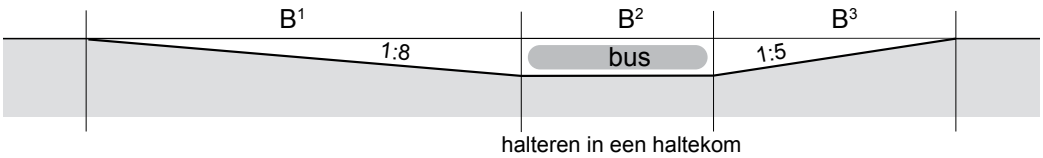
De gewenste breedte van de haltekom is 3 m met een minimale breedte van 2,80 m.
De in- en uitrijhoeken zijn bepalend voor een optimale aansluiting tussen het perron en de bus. Halteplaatsen worden verder afhankelijk van de locatie ingedeeld naar halteplaats in:
- buitengebied;
- grote of kleine kern;
- voorstad of buitenwijk;
- centrum van een stad.

Het voorzieningenniveau van een halteplaats is afhankelijk van het aantal instappers omdat die ervan gebruiken maken op de halteplaats.

Tabel 1 *Standaardmaten halteerplaatsen* *(Bron: CROW publicatie 233, addendum Handboek Halteplaatsen*

Voertuiglengte	Inrijruimte	Halteerplaats	Uitrijruimte	Totale lengte
12 m	24 m (1:8)	12 m	15 m (1:5)	51 m
15 m	24 m (1:8)	15 m	16 m (1:5)	55 m
18 m (geleed)	24 m (1:8)	18 m	17 m (1:5)	59 m
24 m (dubbel geleed)	24 m (1:8)	24 m	18 m (1:5)	66 m

Figuur 1 *Principe van afmetingen halteplaats*



Het voorzieningenniveau per locatie en gebruik is weergegeven in hoofdstuk 1 van CROW-publicatie 233 'Handboek Halteplaatsen'.

De plaats van de halte

De voorkeur van het OV-bedrijf voor de plaats van de halte gaat uit naar een bushalte op de rijbaan. Dat geeft het minste oponthoud voor de bus om weer in de verkeersstroom in te voegen. De wegbeheerder daarentegen kan uit veiligheidsoverwegingen en afhankelijk van de functie van deze weg (grote verschillen in snelheid tussen het verkeer en de stoppende en vertrekkende bus) de voorkeur hebben voor de aanleg van een bushalte buiten de rijbaan.

Voor wegen waar het regime van maximaal 80 km/h geldt, zal de wegbeheerder andere voorwaarden stellen aan een ontwerp van een bushalte dan aan het ontwerp binnen de bebouwde kom. Het gevolg van het eerste voorbeeld is dat de bus een lange uitvoegstrook en een lange invoegstrook nodig heeft om veilig uit en in te voegen.

De kunst van het halteren

Elke bestuurder wordt beïnvloed in zijn rijden op de openbare weg. Voertuigen rijden nooit, als gevolg van onder andere de verkeerssituatie en de weersomstandigheden, in een strakke rechte lijn in het midden van een rijstrook. Zij rijden met een zogeheten 'vetergang'.

Omdat de chauffeur van de bus vóór de vooras zit en de achteras van een standaardwagen een starre as (een niet stuurbare as, die met 'vertraging' de vooras volgt) is, moet bij het nemen van de bocht de vooras altijd een scherpere draai maken; de achteras volgt met vertraging

Dubbelgelede bus in Utrecht - De Uithof

de vooras en draait dan eerder mee naar binnen. Daarom rijdt een bus die rechtsaf slaat, iets verder door vóórdat de chauffeur de zijweg inslaat. Als de boogstraal ten minste 12 m bedraagt, volgt de achteras netjes de rechterbocht. De benodigde ruimte voor het schadevrij uitvoeren van deze manoeuvre noemt men de bestreken baan ofwel manoeuvreerruimte van dat voertuig. En verkeerd geplaatste lantaarnpaal / verkeersbord / vluchtheuvel, een verzakt weggedeelte, scheve afwatering of optredende spoorvorming beperken de manoeuvreerruimte van dat voertuig. De bestreken baan van alle typen autobussen langer dan de standaardwagen komt vrijwel overeen met die van de standaardwagen.

Het aanrijden van de bushalte

Elke chauffeur houdt een zekere afstand tot de kant van de weg. Om bij de halte te komen, moet de buschauffeur een uitvoegende beweging maken en wijkt hij af van zijn denkbeeldige middenrijlijn. Omdat de rijbeweging vanaf die middenrijlijn de vorm heeft van een slinger

Gecombineerde bus- tramhalte met metalen buisgeleiding voor de bus

Voordat de Wet Personenvervoer 2000 in werking trad, zag het streekvervoer in Nederland er geel uit. Alle streekbussen en halteborden voerden die kleur. Daarmee was de herkenbaarheid groot. Deze eenduidigheid in het gehele streekvervoer is nu echter verlaten. Nu heeft elke vervoerder zijn eigen kleur, al dan niet voorgeschreven door de concessieverlener. Weg éénduidigheid en herkenbaarheid in het Streekvervoer! Terwijl in het wegennet door de komst van Duurzaam Veilig de eenduidigheid juist bevorderd wordt. De weggebruiker weet bij elk type weg welk verkeersgedrag er van hem verwacht wordt.

Perronband met rijstrook voor rechterwielen als één betonelement

van rechts en een correctie daarop, zal het niet lukken om zowel de voordeur als de achterdeur 'strak en evenwijdig' aan het halteperron te manoeuvreren.

Bij het aanrijden van de bushalte geldt dat de boogstralen van in- en uitrijden in overeenstemming moeten zijn met de bestreken baan van het voertuig en dienen deze volledig obstakelvrij te zijn. Een goed gebruik van de halte vereist een goede vormgeving: een essentiële voorwaarde voor een gerieflijk in- en uitstappen voor alle reizigers. Omdat de buschauffeur de bushalte *vooruit* inrijdt, heeft hij géén mogelijkheden tot correctie van zijn inrijbeweging. Die beweging moet in één keer goed zijn. Mocht de beweging niet geheel goed gaan, dan betekent dit dat de gewenste afstand tot het halteperron niet bereikt wordt.

De eisen en maatvoering waaraan een bushalte moet voldoen zijn uitvoerig beschreven in de CROW-publicatie 233 (inclusief Addendum). Uit oogpunt van de buschauffeur wordt daarbij nog aandacht gevraagd voor:

- een volledig obstakelvrije ruimte over de volle lengte van dat halteperron met een breedte van ten minste 0,90 m, gerekend vanaf de rand van het halteperron;
- een stabiele ondergrond die niet verzakt: een deel van de halteband, de afwatering en een strook wegdek waar de rechterwielen van het voertuig altijd stil staan, dienen bij voorkeur uit één geheel te bestaan;
- zo mogelijk een gesloten metalen buis over de volle lengte van het halteperron, waar de wangen van de rechterbanden van het voertuig langs geleid kunnen worden.

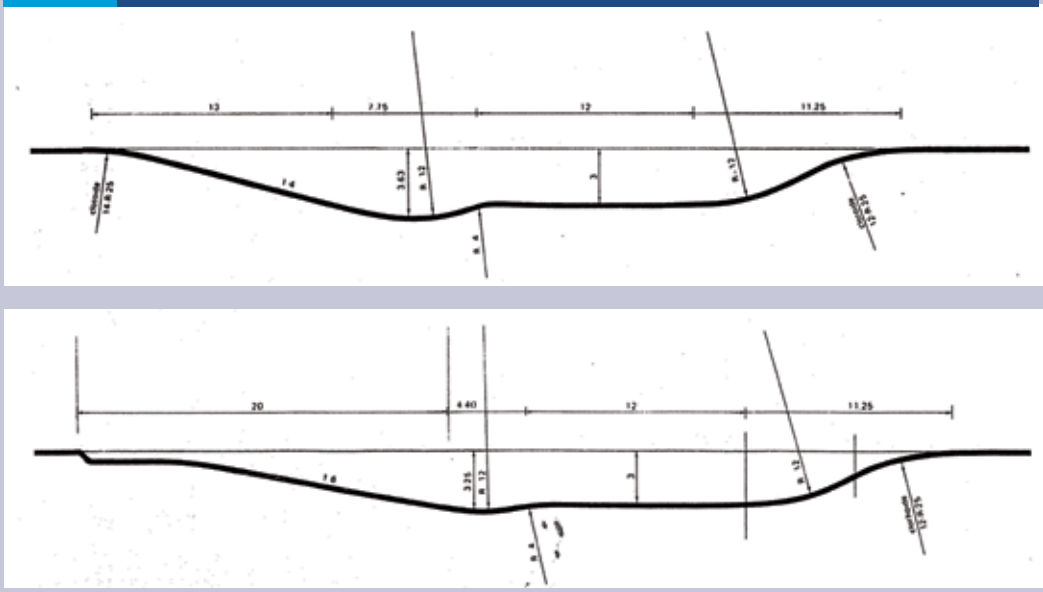
Bus rijdt gedeeltelijk over stoep om strak te kunnen halteren

Ideale vorm van een halteplaats

De heer G. Aberson is in 1980 afgestudeerd aan de TU-Delft met als onderwerp voor zijn afstudeerproject een nieuw ontwerp van een bushaltehaven.
Zijn onderzoek richtte zich speciaal op het verkeerstechnische ontwerp van die halte: het in- en uitrijden en het halteren zelf. In het artikel in het Tijdschrift Openbaar Vervoer jaargang 13 van 1980 nummer 5 beschrijft hij zijn ontwerp uitgebreid. Dat ontwerp gaat uit van de draaicirkels van de toenmalige standaardautobus en de bestreken baan van dit type voertuig.

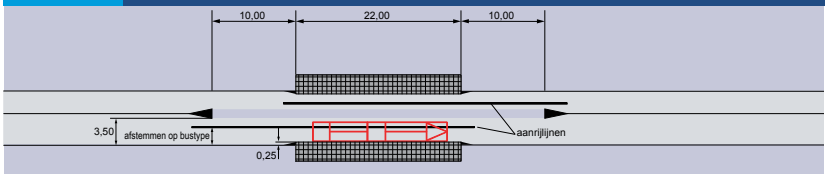
Het bijzondere in het ontwerp is het toepassen van de zogeheten 'contraboog'. Daarmee wordt bedoeld dat bij het inrijden van de haltehaven de buschauffeur een boog naar rechts rijdt en bij de nadering van het halteperron een beperkte tegenboog naar links rijdt (terugsturen).
Door het aanbrengen van deze contraboog aan het einde van de inrijhoek en vóór het begin van het halteperron, ontstaat er ruimte voor een teruggaande stuurbeweging. Zonder toepassing van de contraboog zal de buschauffeur een langere haltehaven nodig hebben om zowel met de voordeur als de achterdeur 'strak en evenwijdig' langs het halteperron stil te komen staan.

Figuur 2 *Ontwerp bushalte volgens Aberson*

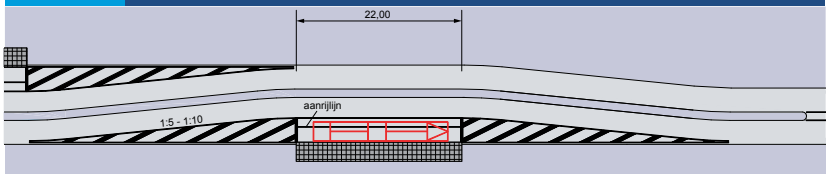


Halteplaatsen van bussen

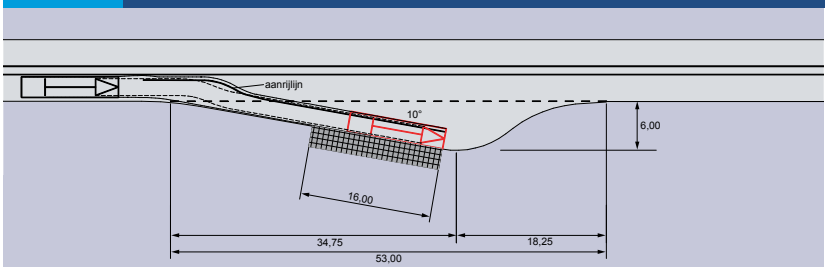
Figuur 3 *Op de rijbaan (type Oberhausen) (bron: CROW-219c) Bij dit type halteplaats is het perron aan kant van de rijbaan 25 cm naar voren gehaald, waardoor de chauffeur de halteplaats rechtlijnig kan naderen. Deze vorm is met name geschikt voor speciaal daarvoor ingerichte busbanen.*



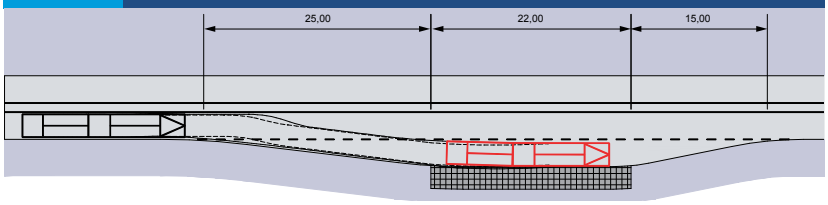
Figuur 4 *Principe van halteren in semi-haven. De bus rijdt met ontheffing over het verdrijvingsvlak en kan daardoor rechtlijnig halteren, terwijl het overig verkeer kan doorstromen. (bron: CROW-219c)*



Figuur 5 *Halteren in zaagtandvorm. Dit principe wordt ook wel eens toegepast bij (kleinere) busstations. (bron: CROW-219c)*



Figuur 6 *Halteren in trapeziumvormige haltekom. Dit is de meest toegepaste vorm voor bushaltes. (bron: CROW-219c)*



De meest voorkomende situaties en vormen van halteplaatsen voor bussen zijn:

- langshalteren op de rijbaan of in een semi-haven;
- halteren in een haltekom met de vorm van een zaagtand of een trapezium.

Voor het halteren langs stroomwegen en gebiedsontsluitingswegen waar de toegestane snelheid hoger is dan 60 km/uur moet een haltekom worden aangelegd. In overige situaties kan de bus in principe op de rijbaan halteren.

In de figuren 3 t/m 6 zijn de verschillende vor men schematisch uitgewerkt.

Verdiepte haltevorm in busbaan te Parijs voor TZEN–L1 volgens type Oberhausen

Halteplaatsen in beton

Ontwerp

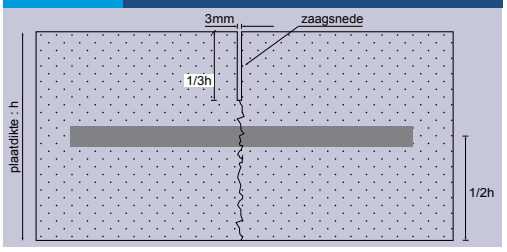
In Nederland kunnen betonverhardingen worden uitgevoerd in ongewapend beton, vezelversterkt beton en doorgaand gewapend beton. Ieder type betonverharding heeft zijn bestaansrecht en hier doet zich de vraag voor welk type betonverharding het meest op zijn plaats is wanneer het bushaltes en busstations betreft.

Beton is net als alle stoffen en dus ook verhardingsmaterialen onvermijdelijk onderworpen aan vervormingen. Deze vervormingen kunnen zowel een natuurkundige als een chemische oorsprong hebben. Kijken we naar de natuurkundige aspecten dan zal een temperatuurverlaging of uitdrogen leiden tot een verkorting. Een temperatuurverhoging zal daarentegen weer leiden tot een verlenging. In het geval van chemische krimp (reactie tussen cement en water) zal de ontstane krimp blijvend zijn. Voor de bewegingen van de betonplaat (-platen) zijn de eerste twee aspecten van belang, waarbij de temperatuur de dominerende van de twee is. Dit betekent dat rekening moet worden gehouden met de beweging van het beton aan de plaateinden en de voegen hierop gedimensioneerd moeten zijn.

Ongewapend beton

De meest eenvoudige en veelvoorkomende toepassing, ook voor bushaltes, is de ongewapend beton versie. Hier wordt de aangelegde betonverharding door middel van zaagsneden in platen verdeeld. De zaagsneden voorkomen ongecontroleerde scheurvorming als gevolg van de krimpverkorting. De dwarsvoegen worden ten behoeve van de lastoverdracht voorzien van deuvels en voor de afdichting van een voeg-kamer, die met een elastisch voegvulmateriaal wordt afgedicht (figuur 7).

Figuur 7 *Principe van dwarsvoeg met deuvels in ongewapend beton (nog met ongevulde voeg)*



Bij een plaatlengte van 4,5 m en een ΔT = 35 °C bedraagt de beweging in de voegen 2 mm. Voordeel van de ongewapend betonverharding is dat deze vanuit kostenoogpunt gunstig is. Een nadeel is dat de voegen, afhankelijk van het voegvulmateriaal, om de circa 10 à 12 jaar onderhoud vergen. Daar het om relatief kleine oppervlakken gaat, is het goed mogelijk dit onderhoud uit te voeren in de laagfrequente uren van de dienstregeling.

Vezelversterkt beton

Vezelversterkt beton is een goed alternatief voor locaties waar minder voegen wenselijk zijn. Er zijn weliswaar scheurvrije plaatlengten van ruim 80 m onder zeer gunstige temperatuuromstandigheden gerealiseerd, maar uitgaan van plaatlengte van circa 20 à 25 m voorkomt teleurstellingen. Bij een ΔT = 35 °C en een plaatlengte van 25 m wordt de beweging van de voegen 11 mm.

Doorgaand gewapend beton (DGB)

Bij de toepassing van DGB worden geen voegen aangebracht. Daar het beton natuurlijk wel zal scheuren, is het noodzakelijk om wapening in de neutrale lijn of iets daarboven toe te passen. De wapening voorkomt weliswaar niet de scheurvorming, maar reguleert deze. De scheurafstanden en de scheurwijdte zijn in de CROW-publicatie 160 vastgelegd. De toepassing van DGB voor bushaltes is zowel qua kosten als constructie-technisch niet interessant. De grote bewegingen aan de uiteinden als gevolg van temperatuurfluctuaties, daar het geheel zich als één betonplaat gedraagt, betekent dat bij een bushalte van 63 m (inrijruimte + halteerplaats + uitrijruimte) en een ΔT = 35 °C de beweging aan beide uiteinden 13,5 mm groot is.

Dimensionering

Uitgangspunten

De uitgangspunten voor de dimensionering van de betonverharding voor bushaltes zijn:

- samengesteld beddinggetal direct onder de betonverharding van 0,102 N/mm³;
- betonkwaliteit C35/45;
- plaatafmetingen van 3 x 4,5 m;
- levensduur van 20 jaar (275 dagen/jaar);
- sporend verkeer;
- verkeer op beide plaatranden 100%;
- aantal assen 2,5 stuks;
- verkeersgroei van 2%;

Tabel 2 *Aslastenspectrum voor dimensionering*

Volgnr	Aslast-klasse [kN]	Gem. aslast [kN]	Percentage [%]
1	20-40	30	1
2	40-60	50	25
3	60-80	70	48
4	80-100	90	25
5	100-120	110	1

Voor het ontwerp van de constructiedikte is gebruik gemaakt van de dimensioneringstool VENCON 2.0 en is verder uitgegaan van het aslastenspectrum zoals vermeld in tabel 2.

Ongewapend beton

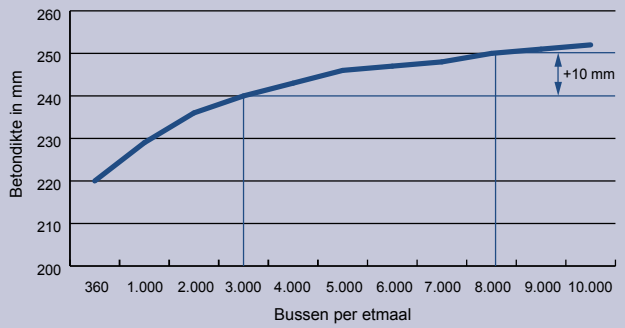
Voor bushaltes met een maximaal aantal stops van 360 stops/dag is een minimale betondikte van 220 mm benodigd. Bij busstations waar meerdere buslijnen gebruik maken van dezelfde aan- en afvoerwegen kunnen beduidend meer voertuigbewegingen plaatsvinden. In figuur 8 is een overzicht weergegeven van de benodigde betondikte (ongewapend beton) bij verschillende etmaalintensiteiten (aantal bussen per etmaal).
In het algemeen is een frequentie van 3000 bussen al zeer hoog. De benodigde dikte is dan 240 mm. Een vergroting van 10 mm van de dikte levert een extra levensduur op van bijna drie keer zoveel voertuigen, ofwel 60 jaar in plaats van 20 jaar en dat voor slechts 10 mm extra beton.

Vezelversterkt beton

Wanneer we vezelversterkt beton toepassen, moet eerst de toegestane lengte van de betonplaten worden bepaald. De lengte hangt af van de toegestane voegbreedte. Als deze op bijvoorbeeld 25 mm wordt gelimiteerd, wordt de maximale plaatlengte bij toepassing van een voegvulling met 35% trek en druk 20,50 m. Bij de toepassing van een voegvulling met 25% trek en druk wordt de maximale plaatlengte 14,75 m.

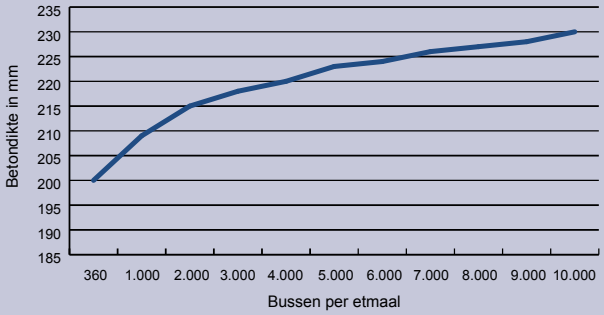
Figuur 8 *Betondikten in mm (= besteksdikte) voor ongewapend beton*

Frequentie bussen per etmaal	Betondikte mm (= bestekdikte)
360	220
1.000	229
2.000	236
3.000	240
4.000	243
5.000	246
6.000	247
7.000	248
8.000	250
9.000	251
10.000	252



Figuur 9 *Betondikten in mm (= besteksdikte) voor vezelversterkt beton*

Frequentie bussen per etmaal	Betondikte mm (= bestekdikte)
360	200
1.000	209
2.000	215
3.000	218
4.000	220
5.000	223
6.000	224
7.000	226
8.000	227
9.000	228
10.000	230



Voor bushaltes met een maximaal aantal stops van 360 stops/dag is een minimale betondikte(vezelversterkt) van 200 mm benodigd. Bij busstations waar meerdere buslijnen gebruik maken van dezelfde aan- en afvoerwegen kunnen beduidend meer voertuigbewegingen plaatsvinden. In figuur 9 is een overzicht weergegeven van de benodigde betondikte (vezelversterkt beton) bij verschillende etmaalintensiteiten.

Doorgaand gewapend beton

Doorgaand gewapend beton is uitsluitend geschikt voor locaties met veel verkeer. In Nederland is doorgaand gewapend beton toegepast bij onder meer autosnelwegen, busbanen en ook busstations. Hiervoor dient dan echter per situatie een specifiek ontwerp te worden gemaakt.
Zoals eerder vermeld is doorgaand gewapend beton niet bij voorbaat geschikt voor reguliere bushaltes. Desalniettemin wordt in figuur 10 een overzicht (tabel en grafiek) weergegeven van de benodigde betondikte (doorgaand gewapend beton) bij verschillende etmaalintensiteiten.

Resumé dimensionering

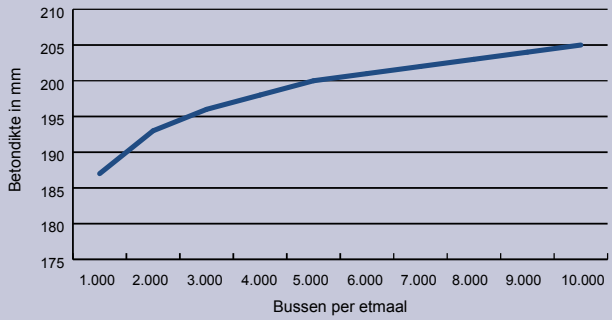
Betondikte in mm bij 3.000 bussen per etmaal

- ongewapend: 240
- vezelversterkt: 218
- doorgaand gewapend: 196

Tot op heden zijn berekeningen voor vezelversterkt beton met VENCON 2.0 uitgevoerd. Daar de buigtreksterkte c.q. treksterkte van dit materiaal hoger ligt dan bij ongewapend beton kan men met een fictief hogere C-kwaliteit rekenen, waardoor de hogere buigtreksterkte c.q. treksterkte is geïntegreerd.

Figuur 10 *Betondikten in mm (= besteksdikte) voor doorgaand gewapend beton*

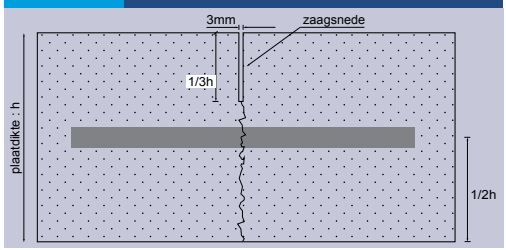
Frequentie bussen per etmaal	Betondikte mm (= bestekdikte)
1.000	187
2.000	193
3.000	196
4.000	198
5.000	200
6.000	201
7.000	202
8.000	203
9.000	204
10.000	205



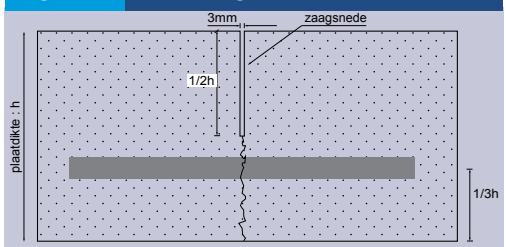
Detaillering

Voor verschillende typen halteplaatsen is de detaillering van de betonverharding verder uitgewerkt voor een uitvoering in zowel ongewapend als vezelversterkt beton. Daarbij zijn de afmetingen voor de verschillende typen halteplaatsen gehanteerd, zoals vermeld in CROW-publicatie 219c.

Figuur 11 *Dwarsvoeg bij ongewapend beton*



Figuur 12 *Dwarsvoeg bij vezelversterkt beton*



Voor de weergegeven oplossingen in *ongewapend beton* geldt:

- dwarsvoegen voorzien van deuvels (lengte 0,50 m, kernmiddellijn 25 mm) h.o.h. 0,25 m; ligging in de aslijn van de constructie (1/2 dikte). Dwarsvoegen uitvoeren volgens figuur 11 en voorzien van voegkamer met afdichting van elastisch voegmateriaal;
- schuin toelopende eindplaten afsnuiten tot minimaal 0,25 m;
- platen met ongunstige plaatsafmetingen voorzien van een dubbel wapeningsnet van ø 10 mm #150 mm;
- de 'dwarsvoeg' tussen beton en asfalt uitvoeren als uitzetvoeg over de gehele dikte (bijvoorbeeld met ethafoam).

Voor de weergegeven oplossingen in *vezelversterkt beton* geldt:

- bij de bepaling van het voegenpatroon voor vezelversterkt beton geldt als uitgangspunt dat de plaatlengte maximaal 15 x de breedte mag bedragen met een maximum van 25,00 m;
- dwarsvoegen uitvoeren volgens figuur 12 en voorzien van voegkamer met afdichting van elastisch voegmateriaal. Deuvels (lengte 0,5 m, kernmiddellijn 25 mm) h.o.h. 0,25 m plaatsen op 1/3 van de dikte vanaf onderzijde constructie en de voeg inzagen tot minimaal 45% van de dikte van de constructie;
- schuin toelopende eindplaten afsnuiten tot minimaal 0,25 m;
- de 'dwarsvoeg' tussen beton en asfalt uitvoeren als uitzetvoeg over de gehele dikte (bijvoorbeeld met ethafoam).

Afsnuiten van eindplaat: 'fout'

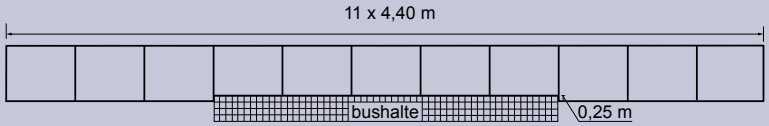
Afsnuiten van eindplaat: 'goed'

Op de rijbaan: Oberhausen

Ongewapend beton

Het haltegedeelte van 22 m lengte opdelen in vijf platen van 4,40 m lengte; de delen voor en na de halte opdelen in twee platen van 4,40 m of in drie platen van 4,40 m. Het hanteren van dezelfde plaatlengtes voorkomt uitvoeringsfouten.

Figuur 13 *Type Oberhausen in ongewapend beton*



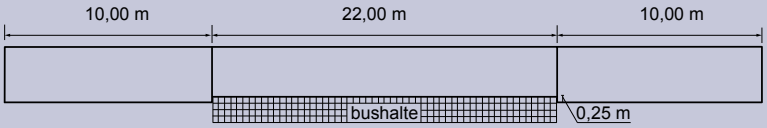
Zaagtandvorm op busstation Gieten

Vezelversterkt beton

De oplossing in vezelversterkt beton die voor deze haltevorm de voorkeur verdient, is die met twee plaatlengtes van 21 m. De voeg komt dan in het hart van de bushalte. De 25 cm verbreding aan de uiteinden van het perron komt dan bijna in beide plaatmiddens te liggen en hier vindt dan nauwelijks een verplaatsing plaats en leidt dan ook niet tot schade aan het perron. De voegbreedte moet dan theoretisch 25,4 mm bedragen ofwel afgerond 26 mm.

Een goed alternatief is om het verhardingsgedeelte voor het perron uit te voeren als één plaat met een lengte van 22 m en het gedeelte voor en na het perron met een plaat van elk 10 m lengte (figuur 14).

Figuur 14 *Type Oberhausen in vezelversterkt beton*

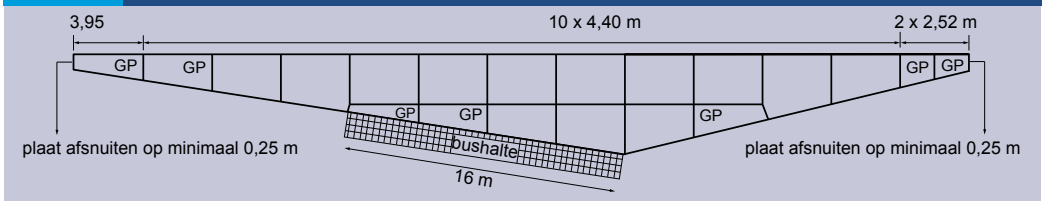


In haltekom: zaagtandvorm

Ongewapend beton

Het voegenpatroon voor de zaagtandvorm kan worden uitgevoerd zoals in figuur 15 .

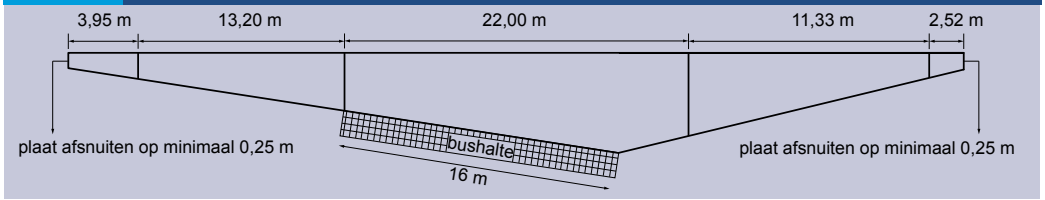
Figuur 15 *Type zaagtand in ongewapend beton (GP= gewapende plaat; dubbel net)*



Vezelversterkt beton

Bij een eerste variant kan de betonverharding in drie platen worden verdeeld van circa 17,70 m (53/3 = 17,667 m). Bij het begin en het einde moet de plaatbreedte minimaal 0,25 m bedragen. Een tweede oplossing is weergegeven in figuur 16.

Figuur 16 *Type zaagtand in vezelversterkt beton*

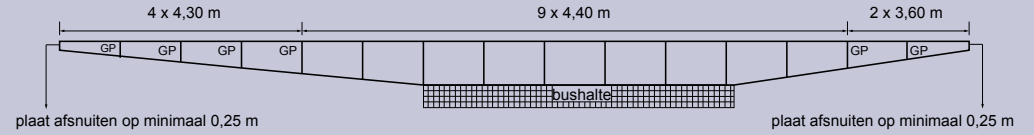


In haltekom: trapeziumvorm

Ongewapend beton

Het haltegedeelte van 22 m lengte kan worden opgedeeld in vijf platen van 4,40 m. Het inrijgedeelte van circa 25 m opdelen in vier platen van 4,30 m (met dubbel net) en nog twee platen van 4,40 m lengte. Het uitrijgedeelte met een totale lengte van 15 m kan dan worden uitgevoerd met twee platen van 4,40 m en vervolgens met twee platen van 3,60 m (met dubbel net).

Figuur 17 *Type trapeziumvorm in ongewapend beton*

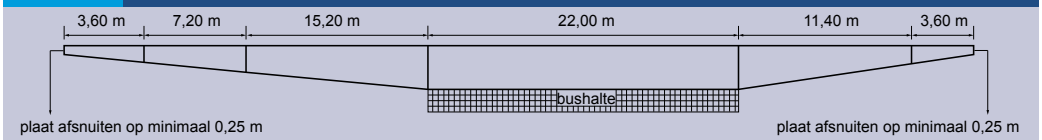


Vezelversterkt beton

De totale lengte van de halte van 63 m kan met vezelversterkt beton worden verdeeld in drie platen van circa 20,65 m. Een 25 mm brede voeg voldoet dan nog net.

Een tweede variant is weergegeven in figuur 18. Daarbij wordt ter plaatse van het perrongedeelte een plaat aangebracht van 22 m, zodat op dat gedeelte geen voeg aanwezig is.

Figuur 18 *Type trapeziumvorm in vezelversterkt beton*



Halteplaats trapezium in ongewapend beton

Halteplaats trapezium in vezelversterkt beton

Afwatering

Afwatering ter plaatse van bushaltes is mogelijk door lijngoten of kolken. Het afschot kan lopen naar de perronband toe of naar de weg. Het nadeel bij het plaatsen van een lijngoot tussen de perronband en de betonverharding is dat de bus altijd zowel met de wielen op de lijngoot als op de rand van de verharding rijdt. De voorkeur voor afwatering gaat naar geïntegreerde kolken in de perronband en bij voorkeur aan het begin en het einde van de perronband. Bij grotere lengtes wordt veelal een extra kolk in de perronband geplaatst. Voor verschillende typen perronbanden zijn geïntegreerde kolken beschikbaar.

Bij afschot naar de weg toe worden kolken geplaatst in een gootoplossing tussen de weg en de halte.

Perron met stalen rand en lijngoot

Afwatering naar goot langs weg

Geïntegreerde kolk

Kolk ter plaatse van dwarsvoeg

Kolk in einde perronband

Variaties in de praktijk

Beëindiging betonverharding ter hoogte van perronband

Uitvoering bushalte als rechthoekige plaat met markering voor chauffeur

Halteren op beton in de rijbaan

Bus by-pass met betonverharding ter hoogte van perron

Halteplaatsen op busstations

De algemene uitgangspunten en randvoorwaarden voor halteplaatsen gelden uiteraard ook voor halteplaatsen op busstations. Om de toegankelijkheid van het busstation voor de reizigers te vergroten, worden de halteplaatsen waar mogelijk verdiept aangelegd. De inrichting van het busstation en de bijbehorende verharding worden afgestemd op de specifieke situatie. Inmiddels zijn mooie voorbeelden van busstations met een betonverharding in zowel ongewapend als doorgaand gewapend beton gerealiseerd.

Busstation Houten Molenhoek

Busstation Holendrecht te Amsterdam, met verdiepte halteplaatsen en drempelloze toegang tot perrons

Algemene bestek-omschrijvingen

In de CROW-publicatie 233 'Handboek Halteplaatsen' is in bijlage V een volledig voorbeeldbestek voor halteplaatsen opgenomen conform de RAW-systematiek.

Ter aanvulling hierop zijn voor een betonverharding voor halteplaatsen zowel voor de toepassing in ongewapend als vezelversterkt beton de nadere omschrijvingen uitgewerkt. Deze omschrijvingen staan vermeld in bijlage 2 en 3. Deze zijn tevens te vinden als digitale bestanden op de website van het Cement&BetonCentrum (www.cementenbeton.nl) en van BetonInfra (www.betoninfra.nl).

Buslus bij de Uithof in Utrecht

Extra aandachts-punten ontwerp

Voor het aanrijden van een bushalte maakt het geen verschil of de bushalte in of buiten de rijbaan ligt. De chauffeur zal bij het naderen van die bushalte afwijken van zijn denkbeeldige rijlijn en wil zijn voertuig strak en evenwijdig aan het halteperron tot stilstand brengen.

Extra aandachtspunten voor het ontwerp van bushaltes zijn:

- een locatie waar de bus de minste 'slingers' behoeft te maken, in samenspraak met de vervoerder;
- inzicht hebben op met welke typen voertuigen en in welke frequentie (hoe vaak per uur) de bewuste halte wordt aangedaan, in samenspraak met de vervoerder;
- de perronband is van glad materiaal om de levensduur van de banden van de bus te verlengen;
- de perronband steekt iets naar binnen de rijbaan op;
- de perronband vormt over de totale lengte één geheel met het rechterdeel van de rijweg voor de bus;
- bij elke bushalte standaard aanbrengen van een getrokken streep op de rijbaan die recht onder de stuurkolom van de bestuurder doorvoert en begint voordat de bus de halte bereikt heeft en doorloopt tot en met de haltepaal en op een zodanige afstand tot het halteperron aangebracht is, dat de afstand tussen wagenvloer en halteperron minimaal is;
- het gebruik van digitale ontwerpprogramma's voor bushaltes altijd in de praktijk toetsen;
- elk ontwerp altijd met een kunststofmal op de juiste schaal toetsen.

Halteplaats in vezelversterkt beton

Literatuur

- CROW-publicatie 233 ‘ Addendum Handboek halteplaatsen, juli 2010
- CROW-publicatie 233 ‘Handboek halteplaatsen, september 2006
- CROW-publicatie 219c ‘Toegankelijkheid collectief personenvervoer – bussen’; oktober 2005
- CROW-publicatie 184 ‘Toegankelijkheid openbaar busvervoer – aanbevelingen voor een gelijkvloerse in- en uitstap, december 2003
- Beton in de buurt - Betonverhardingen in stedelijke gebieden; ENCI, 2002
- HOV in de versnelling; ENCI, 2001
- G. Aberson; ‘Bushalte vraagt om nieuw ontwerp’; Openbaar Vervoer 13 (1980) 5

Busstation Hengelo

Bijlagen

Bijlage 1: Voegbreedten bij koude voegvullingen

Bijlage 1 *Voegbreedten bij koude voegvullingen*

Verandering van voegbreedte	Voegbreedte belastingsklasse A/B/C/D (klasse 25) ZGV 25%	Voegbreedte belastingsklasse A/B/C/D (klasse 25) ZGV 35%	Voegdiepte	Zaagdiepte
mm	mm	mm	mm	mm
tot 2,0	8	8	26	8 ± 2
tot 3,0	12	9	26	8 ± 2
tot 3,5	15	10	26	8 ± 2
tot 4,0	20	12	31	10 ± 2
tot 5,0	-	15	38	12 ± 2
tot 6,0	-	17	51	15 ± 2
tot 7,0	-	20	51	15 ± 2

132	.....	**HALTEPLAATS IN ONGEWAPEND BETON**	
1321	.....	**LEVEREN EN AANBRENGEN LAAG BETON**	
132010 313111	.....	Aanbrengen verhardingslaag van beton in 1 laag.	m^2
	.....	Situering: betreft bushalte Betonstraat (zie teknr. X)	
	1.....	Ongewapende betonverharding	
	.9....	Breedte verlopend van 0,25 tot 3.00 m, in 1 keer aanbrengen	
	..6...	Op een funderingslaag van menggranulaat	
	...5..	Laagdikte 0,24m.	m^3
	.....	Betonspecie voor grindbeton:	
	.....	Milieuklasse XC4-XD3-XF4	
	.....	Consistentieklasse S2	
	.....	Maximum korrelafmeting: 31,5 mm.	
	.....	Druksterkte van het verharde beton, gemeten aan	
	.....	cilinders: 45 N/mm2 (K-waarde).	
	.....	Druksterkteklasse: C35/45.	
	.....	Cementtype: Portlandvliegascement CEM-II/B-V	
	.....	32,5 R.	
132020 313201	.....	Aanbrengen textuur betonoppervlak.	m^2
	.....	Situering: op de ingevolge het bestekpostnr.	
	.....	132010 aangebrachte betonoppervlak t.p.v.	
	.....	bushalte.	
	1.....	Betonspecie-oppervlak zodanig afwerken dat een	
	.....	textuurdiepte gemeten volgens proef 76 van de	
	.....	Standaard RAW Bepalingen 2010 wordt verkregen van ten	
	.....	minste 0.4 mm en ten hoogste 0.6 mm	
	.1....	Het betonspecie-oppervlak met een bezem	
	.....	afstrijken, dwars op de rijrichting	
	.....	Type bezem ter keuze aannemer.	
132030 313299	.....	Aanbrengen nabehandelingsmiddel	m^2
	.....	Het gehele oppervlak afdekken met een laag	
	.....	curing-compound, kleur wit.	
	.....	Hoeveelheid ca. 0,20 kg/m2	kg
132040 313301	.....	Aanbrengen dwarsvoegen	
	9.....	Verdeuvelde dwarsvoeg volgens goedgekeurd plan	
	.....	Deuvels: lengte 0,50 m, kernmiddellijn 25 mm	st
	.1...	Afstand deuvels h.o.h. 0,25 m	
	...9.	Door middel van zagen: zaagbreedte 3 mm	
	.....	De voeg inzagen tot een hoogte van tenminste	
	.....	1/3 hoogte van de aan te brengen betonverharding	
132050 300131	.....	Aanbrengen kantvoorziening bij contactvlakken van	m
	.....	asfalt tegen beton in lengterichting	
	.....	Situering: t.p.v. betonverharding van bushalte	
	1....	Bitimineuze afdichtingstrip: Denso TOK Band SK	m
	.....	afm 40x10 mm, in combinatie met TOK-Primer SK	
	.....	Aanbrengen c.q. verwerken volgens voorschriften	
	.....	van de leverancier	
	.1...	Breedte contactvlak: 0,04 m	

132060 301199	.....	Lev+aanbr voegvulmiddel	m
	.....	Situering: in de voeg, gezaagd volgens	
	.....	bestekpostnr. 132040	
	.....	Materiaal bitumineus voegvulmiddel.	m^3
132070 313199	.....	Lev+aanbr+verwijderen afplakfolie	m
	.....	Situering: t.p.v. scheiding beton en asfalt.	
	.....	Voor het aanbrengen van beton, afplakfolie	m
	.....	aanbrengen ter bescherming van de asfaltlaag.	
	.....	Na gebruik afplakfolie verwijderen en afvoeren	
	.....	naar een erkende verwerkende installatie.	
132080 313399	.....	Lev+aanbr ethafoam	m
	.....	Situering: t.p.v. aansluiting op asfalt, rond de	
	.....	kolken en trottoir-/perronbanden.	
	.....	Soort: ethafoam.	
	.....	Wijze van bevestigen ter keuze aannemer.	
	.....	Voeg vullen met polyurethaanvoegvulling.	
132080 313499	.....	Lev+aanbr hulpwapening	m
	.....	Situering: rond alle sparingen, in scherpe hoeken en	
	.....	kolken.	
	.....	Soort: rondstaal naar keuze aannemer	
	.....	Wijze van bevestigen ter keuze aannemer.	
132080 313599	.....	Lev+aanbr afdekking	m
	.....	afhankelijk van de weersinvloeden	
	.....	Situering: gehele oppervlak	m
	.....	Soort: natte Jute en/of PE-folie 0,25mm.	
	.....	Wijze van borgen ter keuze aannemer.	
132090 427199	.....	Waken over betonverharding	EUR
	.....	Betreft het waken over de net aangebrachte	
	.....	betonverhardingen.	

132	.....	**HALTEPLAATS IN VEZELVERSTERKT BETON**	
1321	.....	**LEVEREN EN AANBRENGEN LAAG BETON**	
132010 313111	.....	Aanbrengen verhardingslaag van vezelversterkt beton in 1 laag.	m^2
	.....	Situering: betreft bushalte Betonstraat (zie teknr. X)	
	1....	Wijze van aanbrengen: ter keuze van de aannemer, in overleg	
	.....	met leverancier van de vezels	
	9....	Vezelmixbeton type Fibricon type 145-55W of gelijkwaardig	
	.9...	Breedte verlopend van 0,25 tot 3.00 m, in 1 keer aanbrengen	
	..6..	Op een funderingslaag van menggranulaat	
	...5.	Laagdikte 0,22m	m^3
	.....	Betonspecie voor steenslagbeton:	
	.....	Milieuklasse XC4-XD3-XF4	
	.....	Consistentieklasse C1/S2	
	.....	Maximum korrelafmeting: 31,5 mm.	
	.....	Druksterkte van het verharde beton, gemeten aan	
	.....	cilinders: 45 N/mm2 (K-waarde).	
	.....	Druksterkteklasse: C35/45.	
	.....	Cementtype: Portlandvliegascement CEM-II/B-V 42,5 N,	
	.....	Maximum korreldiameter gebroken toeslagmateriaal Dmax = 22 mm.	
	.....	Bij niet gebroken materiaal kan een Dmax van 32 mm worden toegepast.	
	.....	Eventuele alternatieve cementsoorten voor uitvoering afstemmen leverancier van vezels	
	.....	Luchtbelvormer voor 3½-5% lucht conform NEN-EN 206-1 en NEN 8005.	
132020 313201	.....	Aanbrengen textuur betonoppervlak.	m^2
	.....	Situering: op de ingevolge het bestekpostnr.	
	.....	132010 aangebrachte betonoppervlak t.p.v.	
	.....	bushalte.	
	1.....	Betonspecie-oppervlak zodanig afwerken dat een	
	.....	textuurdiepte gemeten volgens proef 76 van de	
	.....	Standaard RAW Bepalingen 2010 wordt verkregen van ten	
	.....	minste 0.4 mm en ten hoogste 0.6 mm	
	.1....	Het betonspecie-oppervlak met een bezem	
	.....	afstrijken, dwars op de rijrichting	
	.....	Type bezem ter keuze aannemer.	
132030 313299	.....	Aanbrengen nabehandelingsmiddel	m^2
	.....	Het gehele oppervlak afdekken met een laag	
	.....	curing-compound, kleur wit.	
	.....	Hoeveelheid ca. 0,20 kg/m2	kg
132040 313301	.....	Aanbrengen dwarsvoegen volgens goedgekeurd plan	
	9....	Verdeuvelde dwarsvoeg	
	.....	Deuvels: lengte 0,50 m, kernmiddellijn 25 mm	st
	.1...	Afstand deuvels h.o.h. 0,25 m	
	...9.	Door middel van zagen: zaagbreedte 3 mm	
	.....	De voeg inzagen tot een hoogte van tenminste	
	.....	1/2 hoogte van de aan te brengen betonverharding	

132050 300131	. . . . .	Aanbrengen kantvoorziening bij contactvlakken van	m
	. . . . .	asfalt tegen beton in lengterichting	
	. . . . .	Situering: t.p.v. betonverharding van bushalte	
	1. . . .	Bitimineuze afdichtingstrip: Denso TOK Band SK	m
	. . . . .	afm 40x10 mm, in combinatie met TOK-Primer SK	
	. . . . .	Aanbrengen c.q. verwerken volgens voorschriften	
	. . . . .	van de leverancier	
	.1.. . .	Breedte contactvlak: 0,04 m	
132060 301199	. . . . .	Lev+aanbr voegvulmiddel	m
	. . . . .	Situering: in de voeg, gezaagd volgens	
	. . . . .	bestekpostnr. 132040	
	. . . . .	Materiaal bitumineus voegvulmiddel.	m^3
132070 313199	. . . . .	Lev+aanbr+verwijderen afplakfolie	m
	. . . . .	Situering: t.p.v. scheiding beton en asfalt.	
	. . . . .	Voor het aanbrengen van beton, afplakfolie	m
	. . . . .	aanbrengen ter bescherming van de asfaltlaag.	
	. . . . .	Na gebruik afplakfolie verwijderen en afvoeren	
	. . . . .	naar een erkende verwerkende installatie.	
132080 313399	. . . . .	Lev+aanbr ethafoam	m
	. . . . .	Situering: t.p.v. aansluiting op asfalt rond de	
	. . . . .	kolken en trottoir-/perronbanden.	
	. . . . .	Soort: ethafoam.	
	. . . . .	Wijze van bevestigen ter keuze aannemer.	
	. . . . .	Voeg vullen met polyurethaanvoegvulling.	
132080 313499	. . . . .	Lev+aanbr hulpwapening	m
	. . . . .	Situering: rond alle sparingen, in scherpe hoeken en	
	. . . . .	kolken.	
	. . . . .	Soort: rondstaal naar keuze aannemer	
	. . . . .	Wijze van bevestigen ter keuze aannemer.	
132080 313599	. . . . .	Lev+aanbr afdekking	m
	. . . . .	afhankelijk van de weersinvloeden	
	. . . . .	Situering: gehele oppervlak	m
	. . . . .	Soort: natte Jute en/of PE-folie 0,25mm.	
	. . . . .	Wijze van borgen ter keuze aannemer.	
132090 427199	. . . . .	Waken over betonverharding	EUR
	. . . . .	Betreft het waken over de net aangebrachte	
	. . . . .	betonverhardingen.	

voor alle reisinformatie
www.arriva.nl
8067

Colofon

Uitgave
Cement&BetonCentrum
Postbus 3532
5203 DM 's-Hertogenbosch
T. (073) 640 12 50
E. info@cementenbeton.nl
I. www.cementenbeton.nl

Inhoud en samenstelling
Wim Kramer

Basisteksten
George Jurriaans, ECCRA BV
Bram Cazius, De Verknoper

Eindredactie
Anja van den Bogaart

Fotografie
Cement&BetonCentrum
Bram Cazius, De Verknoper
John Clement, Harex

Ontwerp en Vormgeving
Henk Schuurmans

Realisatie
Natasja Steenbergen

Het Cement&BetonCentrum heeft bij het samenstellen van deze publicatie de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht.
Er kan geen aansprakelijkheid worden aanvaard, die mocht voortvloeien uit het gebruik en toepassing van de gegevens uit deze publicatie.

Cement&BetonCentrum
Sint Teunislaan 1
5231 BS 's-Hertogenbosch
Postbus 3532
5203 DM 's-Hertogenbosch
T. (073) 640 12 50
info@cementenbeton.nl
www.cementenbeton.nl