

# Praktische handleiding

Aanleg van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Verkeersplateaus, verkeersdrempels en rijbaankussens



## Dankwoord

De auteurs danken iedereen die bijgedragen heeft tot de opstelling van deze gids, waaronder (in alfabetische volgorde): Mohamed Aarab (Brussel Mobiliteit), Pierre-Jean Bertrand (Brussel Mobiliteit), Erik Caelen (Brulocalis), Didier Close (MIVB), Julien Colard (Brussel Mobiliteit), Anne Collard (MIVB), Vincent de Vadder (Gemeente Etterbeek), Carine Defosse (urban.brussels), Frederik Depoortere (Brussel Mobiliteit), Benoît Dupriez (Brussel Mobiliteit), Isabelle Garcia-Hidalgo (Brussel Mobiliteit), Françoise Godart (Brussel Mobiliteit), Amelie Gregoire (Gemeente Schaarbeek), Isabelle Janssens (Brussel Mobiliteit), Claude Maertens (Gemeente Evere), Jean-Marie Ndambi Mulambula (Brussel Mobiliteit), Pierre Obsomer (Brussel Mobiliteit), Davide Pinto (Brussel Mobiliteit), Déborah Pletinckx (Brussel Mobiliteit), Maxence Pouillard (Gemeente Schaarbeek), Martial Resibois (urban.brussels), Jean-Laurent Simons (Leefmilieu Brussel) en Joëlle Vandevoorde (Brussel Mobiliteit).

# Inhoud

1	Voorwoord .....	5
2	Inleiding .....	6
3	De verschillende soorten van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen.....	8
3.1	Algemeen.....	8
3.2	De verkeersplateaus.....	9
3.3	De verkeersdrempels .....	10
3.4	De rijbaankussens.....	10
4	De keuze van de inrichting .....	12
4.1	Elementen die bepalend zijn bij de keuze van het type van verhoogde snelheidsbeperkende inrichting en de geometrische kenmerken ervan .....	12
4.1.1	De functie van de weg, het volume en het type verkeer .....	12
4.1.2	Het openbaarvervoernet.....	15
4.1.3	De hulpdiensten .....	16
4.1.4	Het fietsnet.....	18
4.1.5	Het voetgangersnet.....	20
4.1.6	De snelheidslimiet en de toegepaste snelheden op het overwogen wegdeel .....	20
4.1.7	De breedte van de rijbaan.....	22
4.1.8	Het parkeren.....	25
4.1.9	De aanwezigheid van een kruispunt .....	30
4.1.10	De aanwezigheid van een voetgangersoversteekplaats of het voornemen om er een aan te leggen .....	31
4.1.11	Helling van de weg .....	31
4.1.12	Doeltreffendheid van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen .....	32
4.1.13	Kosten en tijd om de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen aan te leggen.....	35
4.2	Keuze van het type verhoogde snelheidsbeperkende inrichting.....	36
4.2.1	Voorwoord.....	36
4.2.2	Keuze van het type verhoogde snelheidsbeperkende inrichting.....	37
5	De verkeersplateaus.....	39
5.1	Het gebruik van de inrichting .....	39
5.2	De aanleg van de inrichting .....	39
5.2.1	Toepassingsgebieden van een verkeersplateau ter hoogte van het weggedeelte.....	40
5.2.2	Aanleg van een verkeersplateau op een kruispunt.....	40
5.2.3	Aanleg van een verhoogde inrichting op de kruising met een zijstraat.....	42

5.3	De geometrische kenmerken van de plateaus.....	46
5.4	Signalisatie en markering .....	49
5.4.1	Signalisatie van de verkeersplateaus .....	49
5.4.2	Markering van de verkeersplateaus.....	50
5.5	Voorbeelden van een inrichting.....	51
5.5.1	Aanleg van een verkeersplateau op de kruising van de Stephensonstraat en de Joseph Jacquetstraat in Schaarbeek.....	51
5.5.2	Aanleg van een verkeersplateau in een erfgoedcontext op de kruising van de Blauweregelaan en de Gustave Latinislaan in Schaarbeek .....	53
6	De verkeersdrempels .....	54
6.1	Het gebruik van de inrichting .....	54
6.2	De aanleg van de inrichting .....	54
6.3	De geometrische kenmerken .....	56
6.4	Signalisatie en markering .....	57
6.4.1	Signalisatie van de verkeersdrempels.....	57
6.4.2	Markering van de verkeersdrempels .....	57
6.5	Voorbeeld van een inrichting .....	58
6.5.1	Aanleg van verkeersdrempels langs de Stephensonstraat .....	58
7	De rijbaankussens.....	59
7.1	Het gebruik van de inrichting .....	59
7.2	De geometrische kenmerken .....	60
7.3	De aanleg van de inrichting.....	60
7.4	Signalisatie en markering .....	66
7.5	Voorbeeld van een inrichting - Fictief geval van de plaatsing van rijbaankussens op wegen met meerdere rijstroken .....	67
8	Ontwerp- en uitvoeringselementen voor de aanleg van duurzame verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen.....	69
8.1	Gebruikte types verhardingen.....	69
8.1.1	Bitumineuze materialen .....	69
8.1.2	Bestratingen .....	70
8.1.3	Elementen in prefabbeton .....	70
8.1.4	Ter plaatse gestort beton.....	71
8.2	Belangrijkste te confronteren uitdagingen .....	71
8.2.1	De uitgeoefende belasting .....	71
8.2.2	De vorm van de inrichtingen .....	72
8.2.3	Belemmering van de waterafvoer.....	72

8.2.4	Discontinuïteiten met betrekking tot het naast elkaar plaatsen van verschillende materialen .....	73
8.3	Aanbevelingen voor het ontwerp en de uitvoering van duurzame verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen .....	77
8.3.1	Algemene aanbevelingen .....	77
8.3.2	Belangrijkste aanbevelingen voor de uit straatstenen vervaardigde verkeersplateaus en -drempels.....	79
8.3.3	Belangrijkste aanbevelingen voor de uit geprefabriceerde elementen vervaardigde verkeersplateaus en -drempels .....	82
8.3.4	Belangrijkste aanbevelingen voor de uit bitumineuze mengsels vervaardigde verkeersplateaus en -drempels .....	85
8.3.5	Belangrijkste aanbevelingen voor de uit ter plaatste gestort beton vervaardigde verkeersplateaus en -drempels .....	87
8.3.6	Belangrijkste aanbevelingen voor de rijbaankussens .....	89
9	Mogelijke overlast en onderhoud van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen .....	94
9.1	Akoestische impact van een verhoogde snelheidsbeperkende inrichting op de nabije omgeving .....	94
9.1.1	Globale en lokale impact van verschillende types verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen.....	94
9.1.2	Invloed van de bestrating.....	96
9.1.3	Aanbevelingen .....	96
9.2	Overlast door eventuele trillingen .....	96
9.3	Algemene aanbevelingen .....	99
10	Bibliografie .....	100

# 1 Voorwoord

Overdreven of onaangepaste snelheid is een van de voornaamste oorzaken van ongevallen en een factor voor de verhoging van de ernst van de gevolgen. Verschillende gedetailleerde studies die in het buitenland werden uitgevoerd, tonen aan dat snelheid een doorslaggevende rol speelt bij 20 tot 35% van de ongevallen. Daarnaast is gebleken dat een lagere snelheid steeds leidt tot een daling van het aantal slachtoffers en een afname van de ernst van hun verwondingen. De stedelijke omgeving is bijzonder gevoelig op dat vlak omdat het er complexer rijden is en actieve vervoerswijzen en automobilisten er de weg moeten delen. Zoals in het Actieplan Verkeersveiligheid 2011-2020 van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wordt aangegeven is de vermindering van de rijsnelheid in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest dus een grote uitdaging.

Bovendien is Brussel op 1 januari 2021 een bebouwde kom geworden waar 30 km/u de algemene regel is. Het hoofddoel van deze 'Stad 30' is om de veiligheid van alle gebruikers te verhogen, niet enkel die van de voetgangers en de fietsers, maar ook die van de bestuurders en hun passagiers. Deze algemene maatregel zorgt ook voor een verkeersluwere stad, met name in de wijken, en zal gunstigere voorwaarden creëren voor de modal shift, het bevorderen van fietsen en stappen bij korte afstanden en niet te vergeten minder milieuhinder, in het bijzonder verkeerslawaaï en vervuilende uitstoot.

In toepassing van het Actieplan Verkeersveiligheid 2011-2020 en meer bepaald van de strategische doelstelling 1 'De snelheid verminderen' en met het oog op de goede uitvoering van 'Stad 30' moet het Gewest, net als alle gemeentelijke wegbeheerders, nieuwe duurzame voorzieningen ontwerpen om een snelheidsniveau te garanderen dat in overeenstemming is met de limieten die ze zelf hebben vastgelegd. Hoewel deze maatregel 'globaal' is en in wezen verband houdt met het hiërarchische niveau van de weg en het profiel ervan kunnen specifieke snelheidsbeperkende maatregelen wenselijk of zelfs onontbeerlijk blijken in een bepaalde context (rechte lokale wegen, wegen met een hoge verkeersdichtheid of wegen die worden bediend door geregelde openbaarvervoerlijnen, nabijheid van scholen, winkels, multimodale knooppunten, enz.).

In dat verband is het de verantwoordelijkheid van de beheerder om na te gaan of er behoefte is aan een of meerdere snelheidsbeperkende maatregelen en om de mogelijke maatregelen te onderzoeken die moeten worden genomen afhankelijk van de specifieke context waarbinnen ze moeten worden uitgevoerd. Het is ook belangrijk dat elke ingevoerde snelheidsbeperkende maatregel de verkeersveiligheid van de gebruikers, in het bijzonder die van de gebruikers van al dan niet gemotoriseerde tweewielers, niet in gevaar brengt als gevolg van het slecht aanleggen van de inrichting en geen ongewenste neveneffecten voor de omgeving van die inrichting veroorzaakt.

Met betrekking tot de snelheid en de daaraan verbonden risico's wordt de beheerder vaak gevraagd in te grijpen op bestaande inrichtingen door middel van spoedeisende beveiligingsmaatregelen. Om aan deze urgentie tegemoet te komen of om zelfs bij een gebrek aan middelen meer structurele en duurzame maatregelen te nemen maakt de beheerder steeds vaker gebruik van snelheidsbeperkende inrichtingen, waaronder de Berlijnse kussens (rijbaankussens).

De aanleg van verhoogde inrichtingen en rijbaankussens wordt geregeld door verschillende koninklijke besluiten en ministeriële omzendbrieven. Het gaat om 'algemene' bindende voorschriften. In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest rijzen regelmatig specifieke vragen over deze inrichtingen (beperkingen die eigen zijn aan de stedelijke omgeving, zeer frequente aanwezigheid van geregelde buslijnen, klachten van omwonenden, ...).

Deze handleiding is gewijd aan de verkeersdrempels, verkeersplateaus en rijbaankussens (die hierna worden aangeduid onder de term 'verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen'). Het hoofddoel van deze handleiding is te helpen bij de keuze van de te gebruiken inrichting op basis van de lokale context, de aanlegcriteria, de goede uitvoeringspraktijken voor elke inrichting en de aanbevelingen in verband met de duurzaamheid en het onderhoud van deze inrichtingen. Daarom richt deze handleiding zich vooral tot projectontwerpers, wegbeheerders en wegenbouwbedrijven.

## 2 Inleiding

Idealiter zorgt het wegontwerp ervoor dat de gewenste maximumsnelheid op de weg wordt nageleefd dankzij de inrichting (breedte, kromtestralen, hellingsgraden, zichtafstanden, enz.) en de omgeving. Binnen een duurzaam en veilig wegsysteem is de weg duidelijk, zijn de verkeerssituaties herkenbaar en is een correct weggedrag noodzakelijk. In talrijke situaties lijkt dit echter niet helemaal haalbaar te zijn en moeten er lokaal bijkomende verkeersvertragende maatregelen worden genomen [CROW, 2014].

Er kunnen verschillende maatregelen worden overwogen om het gedrag en de snelheid van bestuurders van gemotoriseerde voertuigen te beïnvloeden, zoals wegafbuigingen (zigzagdoorgangen, beurtelings parkeren), vermindering van de breedte van de weg, centrale inrichtingen (verkeerseiland in het midden, gekleurde middenstrook, boordstenen of bolle kasseien), sluisen met afwisselend autoverkeer, kruispuntinrichtingen, meer bepaald rotondes of minirotondes, inrichting van landschapselementen, een 'groene golf'<sup>1</sup>, maatregelen van de verkeerspolitie (oordeelkundig gebruik van eenrichtingsstraten, bij voorkeur met tweerichtingsverkeer voor fietsers) [CERTU, 2010].



Afbeelding 1: Voorbeeld van een snelheidsremmende inrichting zonder enige verticale onderbreking

In het lengteprofiel kan een verhoging worden aangebracht. Het snelheidsverminderende effect wordt dan veroorzaakt door het ongemak dat de verhoging op de bestuurder en het voertuig uitoefent in de vorm van verticale acceleraties [CROW, 1988]. Er wordt dan gesproken van een **verhoogde snelheidsbeperkende inrichting**.

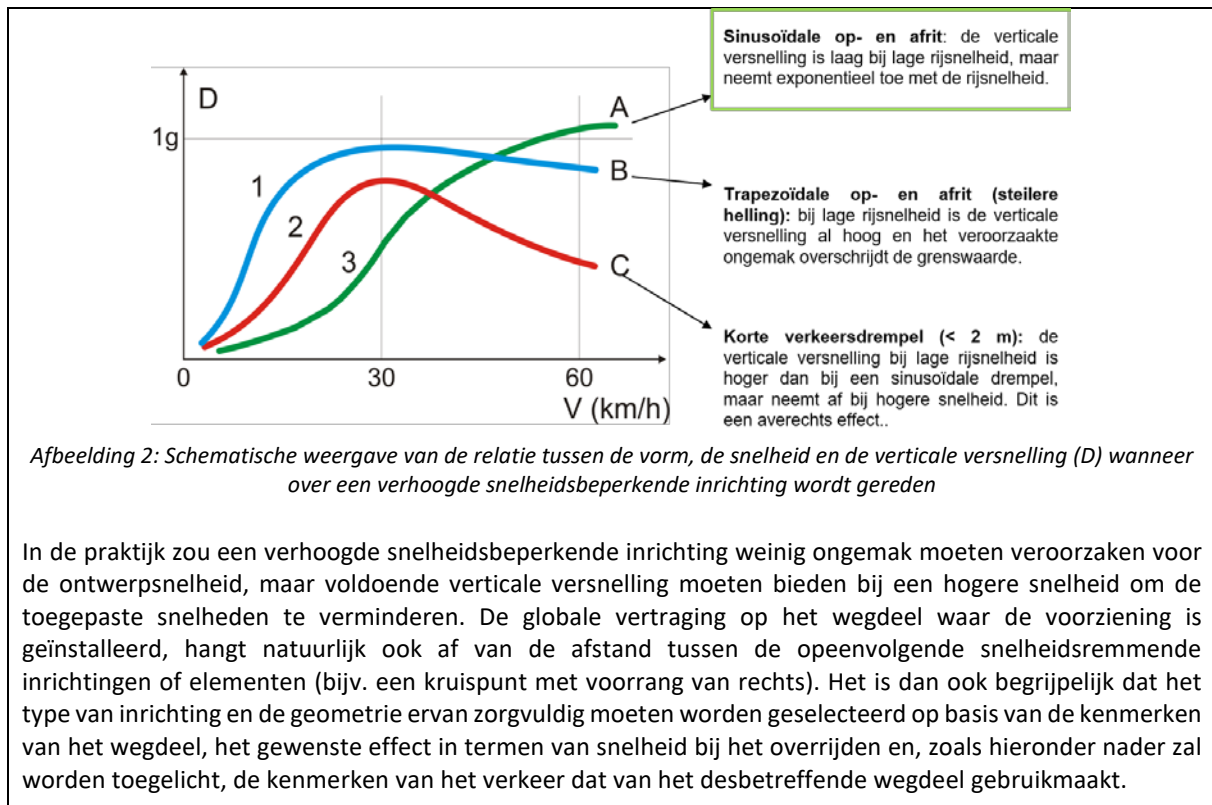
### Een woordje uitleg over het vertragende effect van een verhoogde inrichting

In de Wegcode is de maximale toegelaten snelheid ter hoogte van een verkeersdrempel of een verkeersplateau vastgelegd op 30 km/u<sup>2</sup>. Rijbaankussens mogen dan weer enkel worden geïnstalleerd op wegen waar de maximumsnelheid 50 km/u bedraagt. Strikt genomen gaat het niet om een 30 km/u-inrichting.

De snelheid die ter hoogte van een verkeersdrempel, een verkeersplateau of een rijbaankussen wordt gereden, is echter ook het resultaat van het ongemak dat de inrichting voor de bestuurders van gemotoriseerde voertuigen met zich meebrengt. Dit ongemak kan worden beoordeeld door het meten van de door de bestuurder ervaren verticale acceleratie. In verschillende studies die vanaf de jaren 1970 in Engeland [Watts, 1973] en Nederland [CROW, 1988] zijn uitgevoerd werden de relaties tussen de geometrie van het lengteprofiel van de inrichting, het ervaren ongemak en de snelheid bij het overrijden geanalyseerd. Verkeersdrempels, verkeersplateaus en rijbaankussens hebben verschillende geometrische kenmerken en zijn daarom niet gelijk op het vlak van de snelheden bij het overrijden.

<sup>1</sup> Gesynchroniseerde afstelling van de groene lichten op basis van de gemiddelde rijsnelheid.

<sup>2</sup> Artikel 22ter.1.: 'Op de openbare wegen voorzien van verhoogde inrichtingen (d.w.z. een verkeersplateau of een verkeersdrempel), die aangekondigd zijn door de verkeersborden A14 en F87 of die, op de kruispunten, alleen aangekondigd zijn door de verkeersborden A14, of die gelegen zijn binnen een zone afgebakend door de verkeersborden F4a en F4b: 1° moeten de bestuurders deze inrichtingen dubbel voorzichtig en met matige snelheid naderen, zodat zij erover rijden met een snelheid die niet meer bedraagt dan 30 km per uur [...].



Ook al zijn de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen niet de enige inrichtingen die worden gebruikt om de snelheid te verminderen, toch is deze handleiding er bewust aan gewijd. Het belangrijkste doel ervan is een geïllustreerde ondersteuning te bieden bij het nemen van beslissingen over:

- de keuze van de te gebruiken inrichting (rijbaankussen, verkeersplateau, verkeersdrempel) in functie van de lokale context (hiërarchie van het net, aanwezigheid van parkeerplaatsen, type gebruiker, verkeersbelasting, aanwezigheid van openbaarvervoerlijnen, wegbreedte, enz.);
- de aanlegcriteria, waarbij rekening wordt gehouden met alle gebruikers die er een impact van ondervinden (fietsers, motorrijders) of op wie dit betrekking heeft (naderen van voetgangersoversteekplaatsen, enz.);
- de goede praktijken/regels voor de uitvoering van elke inrichting, om de overlast (geluid, trillingen, enz.) tot een minimum te beperken;
- aanbevelingen in verband met de duurzaamheid en het onderhoud van deze inrichtingen.

In dit document wordt dus niet dieper ingegaan op de verschillende soorten van verhoogde inrichtingen in het verlengde van voetpaden of fietsvoorzieningen, waaronder de doorlopende trottoirs die worden beschreven in punt 5.2.3.1.



## 3 De verschillende soorten van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen

### 3.1 Algemeen

In de onderstaande eerste drie hoofdstukken worden de drie soorten van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen gedefinieerd en geïllustreerd waarnaar in deze handleiding wordt verwezen op basis van de regelgeving die momenteel in België van kracht is, d.w.z. de verkeersplateaus, de verkeersdrempels en de rijbaankussens.

In artikel 7 van de gewestelijke stedenbouwkundige verordening van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest<sup>3</sup> is het volgende vastgelegd: (§ 1.) De snelheidsbeperkende inrichtingen worden zodanig geplaatst dat zij passen in de architecturale en stedenbouwkundige omgeving en rekening houden met de bediening van de buurtactiviteiten. Bij hun plaatsing moet tevens rekening worden gehouden met de veiligheid van alle weggebruikers en in het bijzonder met deze van voetgangers en fietsers; (§ 2.) De snelheidsbeperkende inrichtingen worden aangelegd zodat: 1° de zichtbaarheid, zowel overdag als 's nachts, verzekerd wordt door de verlichting en de signalisatie; 2° de afvoer van water verzekerd wordt.

Deze inrichtingen zijn vrijgesteld van een stedenbouwkundige vergunning, voor zover ze niet afwijken van een bestemmingsplan, een stedenbouwkundige verordening of een verkavelingsvergunning, geen betrekking hebben op een goed dat het voorwerp uitmaakt van een beschermingsmaatregel, geen aanvulling vormen op werken die aan een stedenbouwkundige vergunning zijn onderworpen of niet het voorwerp uitmaken van een herhaling over de lengte van de weg.

Aangezien stilstaan, parkeren en links inhalen verboden zijn op verhoogde inrichtingen (verkeersdrempels en -plateaus) in overeenstemming met de koninklijke besluiten van 1998 en 2002 (Tabel 1) zijn er echter aanvullende voorschriften vereist. Deze verbodsbepalingen zijn niet van toepassing op de rijbaankussens, die geen aanvullende regelgeving vereisen en dus niet onderworpen zijn aan het specifieke door het Gewest uitgeoefende toezicht dat voor de aanleg van een verkeersdrempel of een verkeersplateau moet worden aangevraagd.

In de in Tabel 1 vermelde wetteksten zijn de kenmerken van deze inrichtingen vastgelegd, evenals de algemene gebruiks- en locatievoorwaarden, diverse aanlegcriteria en, in zekere mate, de bijbehorende signalisatie.

Tabel 1: Belgische wetteksten met betrekking tot de verkeersdrempels, de verkeersplateaus en de rijbaankussens

De voorschriften of richtlijnen betreffende de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen van het type verkeersdrempel, verkeersplateau en rijbaankussens zijn opgenomen in de volgende wetteksten:

- 9 OKTOBER 1998. - Koninklijk besluit tot bepaling van de vereisten voor de aanleg van verhoogde inrichtingen op de openbare weg en van de technische voorschriften waaraan die moeten voldoen. *Belgisch Staatsblad van 28 oktober 1998.*
- 9 OKTOBER 1998. - Koninklijk besluit tot bepaling van de vereisten voor de aanleg van verhoogde inrichtingen op de openbare weg en van de technische voorschriften waaraan die moeten voldoen. - *Errata. Belgisch Staatsblad van 6 november 1998.*
- 3 MEI 2002. - Koninklijk besluit tot wijziging van het koninklijk besluit van 9 oktober 1998 tot bepaling van de vereisten voor de aanleg van verhoogde inrichtingen op de openbare weg en van de technische voorschriften waaraan die moeten voldoen. *Belgisch Staatsblad van 31 mei 2002.*
- 3 MEI 2002. - Ministeriële omzendbrief betreffende de verhoogde inrichtingen, bestemd om de snelheid te beperken tot 30 km/u. en de rijbaankussens. *Belgisch Staatsblad van 31 mei 2002.*
- 3 MEI 2002. - Koninklijk besluit tot wijziging van het koninklijk besluit van 9 oktober 1998 tot bepaling van de vereisten voor de aanleg van verhoogde inrichtingen op de openbare weg en van de technische voorschriften waaraan die moeten voldoen. - *Errata. Belgisch Staatsblad van 26 februari 2003.*

<sup>3</sup> Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 november 2006 - Titel 7, afdeling 3.

Er wordt op gewezen dat de voorschriften van de besluiten van 1998 en 2002 niet van toepassing zijn op de verhoogde inrichtingen aangelegd in de woonerven [koninklijk besluit van 9 oktober 1998 – artikel 6].

Bovendien is in artikel 22ter.1. van de Wegcode het volgende vastgelegd: Op de openbare wegen voorzien van verhoogde inrichtingen, die aangekondigd zijn door de verkeersborden A14 en F87 of die, op de kruispunten, alleen aangekondigd zijn door de verkeersborden A14, of die gelegen zijn binnen een zone afgebakend door de verkeersborden F4a en F4b:

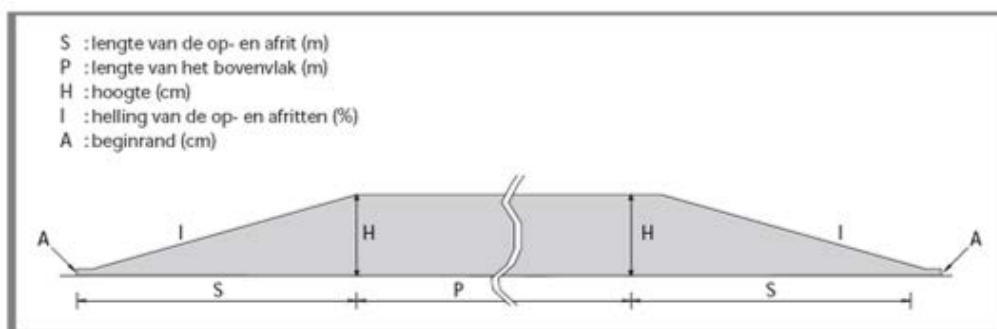
1. moeten de bestuurders deze inrichtingen dubbel voorzichtig en met matige snelheid naderen, zodat zij erover rijden met een snelheid die niet meer bedraagt dan 30 km per uur;
2. is elk links inhalen verboden op deze inrichtingen;
3. is stilstaan en parkeren verboden op deze inrichtingen, behoudens plaatselijke reglementering.

Deze bepalingen zijn niet van toepassing op rijbaankussens.

Deze snelheidsbeperkende inrichtingen zijn natuurlijk wijdverspreid in het buitenland, soms met enkele variaties die leerzaam kunnen zijn. Er wordt op verschillende plaatsen in dit document naar verwezen.

### 3.2 De verkeersplateaus

Een verkeersplateau bestaat uit **een vlakke verhoging waarvan het lengteprofiel trapezoidaal is, met schuin afgewerkte hellingen, sinusoidaal of vlak** [koninklijk besluit van 9 oktober 1998, gewijzigd door het koninklijk besluit van 3 mei 2002].



Afbeelding 3: Algemeen (trapezoidaal) profiel en kenmerkende elementen van een plateau met vlakke, schuin afgewerkte hellingen



Afbeelding 4: Vorm van de op- en afritten van een (sinusoidaal of vlak) verkeersplateau

De verkeersplateaus zijn niet enkel bedoeld om de snelheid te verminderen. De verschillende manieren om dit aan te leggen (langs doorlopende weggedeeltes of op kruispunten) bieden interessante mogelijkheden in het kader van de herdefiniëring van een openbare ruimte of om het oversteken van voetgangers, in het bijzonder mensen met een beperkte mobiliteit, te vergemakkelijken.

De keuze tussen de verschillende lengteprofielen die in de koninklijke besluiten (hoofdstuk 5.3) zijn voorzien hangt af van de bestemming van het plateau, het soort van verkeer dat er gebruik van maakt en de plaatselijke omstandigheden. Hoewel de Wegcode voorziet in een snelheidsbeperking van 30 km/u ter hoogte van deze inrichting zal het vertragingseffect meer of minder uitgesproken zijn, afhankelijk van de 'agressiviteit' van het gekozen profiel.

### 3.3 De verkeersdrempels

De **verkeersdrempel** bestaat uit een **verhoging in de vorm van een sinuslijn** (zonder vlak deel), **aangelegd over minstens haar totale breedte** en loodrecht op de as ervan [koninklijk besluit van 9 oktober 1998, gewijzigd door het koninklijk besluit van 3 mei 2002].

Wanneer de rijrichtingen op een rijbaan van elkaar gescheiden zijn anders dan door wegmarkeringen mag de breedte van de verkeersdrempel evenwel beperkt zijn tot het gedeelte van de rijbaan bestemd voor één rijrichting.

De verkeersdrempel wordt in het doorlopende weggedeelte geïnstalleerd en heeft als enig doel de bestuurder fysiek te dwingen de snelheid van zijn voertuig te verminderen. Een enkel geometrisch profiel - een sinusoïdaal profiel van 4,80 m lang met een maximale hoogte in het midden van 12 cm – is voorzien door de Belgische wetgeving. Het is ontworpen om de snelheid te beperken tot 30 km/u.



Afbeelding 5: Verkeersdrempel bestaande uit geprefabriceerde elementen (links) en straatstenen (rechts)

### 3.4 De rijbaankussens

De rijbaankussens werden voor het eerst gebruikt in Berlijn en bestaan uit **verhogingen op het weggedeelte**, maar in tegenstelling tot de verhoogde inrichtingen (verkeersdrempels en -plateaus) **strekken ze zich niet over de volledige breedte van het weggedeelte uit**.



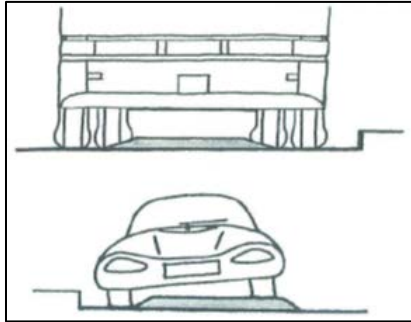
Afbeelding 6: Naast elkaar geplaatste rijbaankussens op een weg van 6,90 m breed

Hoewel ze een voetgangersoversteekplaats kunnen 'omringen', zijn de rijbaankussens ook uitsluitend bedoeld om de bestuurder aan te moedigen de snelheid van het voertuig te verminderen. Door hun geometrische kenmerken kunnen ze echter niet als inrichtingen voor 30 km/u worden beschouwd<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> De Wegcode legt geen specifieke snelheid op om over de kussens te rijden. Ze mogen echter enkel worden geïnstalleerd op wegen met een maximumsnelheid van 50 km/u.

Het doel ervan is om minder hinder teweeg te brengen voor de voertuigen van het openbaar vervoer en voor de zware voertuigen, terwijl dan anderzijds de andere voertuigen, behalve de tweewielers, gedwongen worden half over de inrichting te rijden zodat een vertragingseffect ontstaat [ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002].

De ministeriële omzendbrief voorziet in de mogelijkheid om een smaller kussen (1,75 m) te installeren op wegen die worden gebruikt door bussen en vrachtwagens en een korter kussen (1,70 m) in een zone 30.

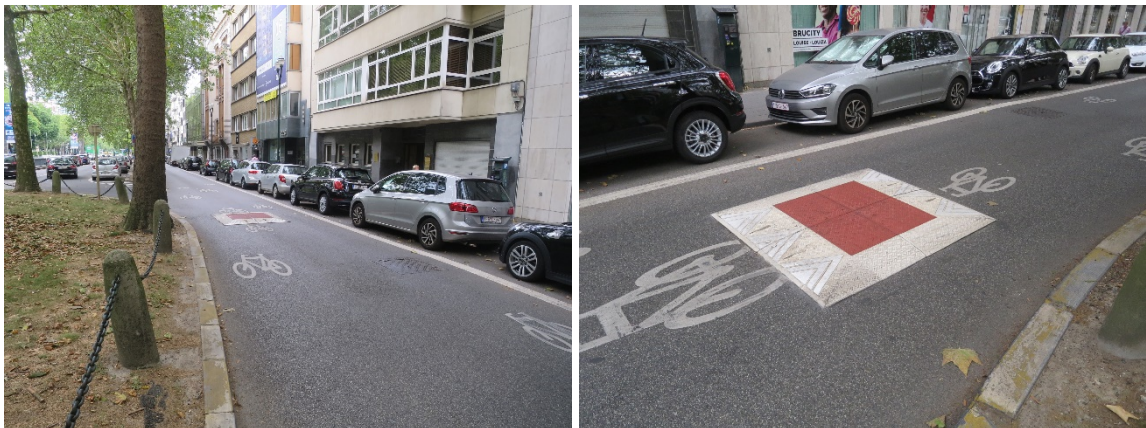


Er moet echter worden opgemerkt dat de binnenste wielen van de dubbele wielassen van bussen en vrachtwagens niet over voldoende vrije ruimte beschikken (de tussenafstand bedraagt +/- 1,50 m) om aan weerszijden van het kussen te kunnen passeren en dus de zijdelingse afschuivingen te overlappen. Deze inrichtingen zijn dus niet vrij van ongemakken voor de inzittenden van deze voertuigen.

*Afbeelding 7: Illustratie van de interactie tussen het rijbaankussen en de wielen van de voertuigen*

Daarnaast zijn er verschillende aanlegwijzen mogelijk (een enkel kussen, twee kussens naast elkaar met of zonder scheidingsinrichting), die voornamelijk afhangen van de breedte van de weg (hoofdstuk 7).

(Tijdelijk) op de rijbaan te bevestigen kussens zijn ook verkrijgbaar op de markt van de weginrichtingen (*Afbeelding 8*).



*Afbeelding 8: Een enkel kussen bevestigd op een rijbaan van 3,70 m breed*

## 4 De keuze van de inrichting

Wanneer een beheerder of een projectontwerper van plan is de snelheid van de voertuigen te verminderen of een kruispunt of oversteekplaats veiliger te maken door de rijbaan lokaal te verhogen moet met verschillende elementen rekening worden gehouden bij het bepalen van het type en de kenmerken van de verhoogde snelheidsbeperkende inrichting (verkeersdrempel, rijbaankussen of verkeersplateau). Deze kenmerken worden toegelicht in hoofdstuk 4.1 en samengevat in hoofdstuk 4.2 (Tabel 9).

### 4.1 Elementen die bepalend zijn bij de keuze van het type van verhoogde snelheidsbeperkende inrichting en de geometrische kenmerken ervan

#### 4.1.1 De functie van de weg, het volume en het type verkeer

##### Regelgevingsteksten en stand van de techniek

Vanuit regelgevend oogpunt is in het koninklijk besluit van 9 oktober 1998 (gewijzigd door het koninklijk besluit van 3 mei 2002) tot bepaling van de vereisten voor de aanleg van verhoogde inrichtingen op de openbare weg vastgelegd dat de verkeersdrempels en -plateaus enkel mogen worden aangelegd op openbare wegen die aan de volgende vereisten voldoen:

- Gelegen zijn:
  - hetzij binnen een bebouwde kom,
  - hetzij buiten een bebouwde kom op plaatsen waar zich woningen of door het publiek bezochte gebouwen bevinden, of op plaatsen waar gewoonlijk veel voetgangers of fietsers komen, op voorwaarde dat er een snelheidsbeperking van toepassing is van 50 km/u;
- Zodanige verkeersvoorwaarden bieden dat een aanzienlijke vermindering van de snelheid van de voertuigen van een aard is om de veiligheid, voornamelijk van voetgangers en fietsers, te verhogen.

*Tabel 2: Franse en Nederlandse overwegingen met betrekking tot het toepassingsgebied van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen*

In Frankrijk wordt het gebruik van **verkeersdrempels** beperkt tot de bebouwde kom, de interne wegen van stopplaatsen en benzinstations langs autosnelwegen en boswegen. In deze zones mogen deze inrichtingen enkel worden aangelegd in een zone 30 of op een weggedeelte met een lokale snelheidslimiet van 30 km/u die deel uitmaken van het stedelijke gebied met een snelheidslimiet van 50 km/u. De verkeersdrempels zijn verboden op wegen waar in beide richtingen meer dan **3.000 voertuigen per dag** rijden (verwacht jaarlijks daggemiddelde na de aanleg). Ze zijn verboden op wegen met zwaar vrachtvervoer met meer dan **300 vrachtwagens per dag** en worden niet aanbevolen wanneer er op deze wegen meer dan 100 vrachtwagens per dag rijden.

Volgens [CERTU 2010] kunnen de **rijbaankussens** a priori worden gebruikt op stadswegen, ongeacht het verkeersvolume. Bij meer dan **10.000 voertuigen per dag**, in beide richtingen samen, worden ze best niet aangelegd als er veel gemotoriseerde tweewielers op deze wegen rijden. Ze zijn over het algemeen geschikt voor wegen die worden bediend door een geregelde openbaarvervoerlijn waar de aanleg van snelheidsbeperkende voorzieningen van het type 'ezelsrug' en trapezoidale inrichting is verboden, maar waar de snelheidsvermindering noodzakelijk is, op rijwegen met een of twee rijstroken per rijrichting, in een straat met een snelheidslimiet van 50 km/u (met een gerichte snelheidslimiet van 30 km/u in de buurt van de inrichting), in een zone 30 of aan de ingang van deze zone.

Een **verkeersplateau** is dan weer niet enkel bedoeld om te verplichten tot de naleving van de snelheidsregels, maar kan ook goed in het stadslandschap worden geïntegreerd. Dit draagt bij tot een goede leesbaarheid van de openbare ruimte en biedt interessante mogelijkheden op het vlak van de aanleg ervan. Volgens [CERTU 2010] is de aanleg van de verkeersplateaus over het algemeen geschikt:

- op wegen waar de aanwezigheid van een geregelde openbaarvervoerlijn het niet mogelijk maakt snelheidsbeperkende voorzieningen van het type 'ezelsrug' en trapezoidale inrichting aan te leggen (deze twee types zijn in Frankrijk toegestaan), maar waar een snelheidsvermindering noodzakelijk is;

- op een wegdeel met een lokale snelheidslimiet van 30 km/u, dat deel uitmaakt van het stedelijke gebied met een snelheidslimiet van 50 km/u;
- in een zone 30 of op de grens van een zone 30;
- op wegen waar men alle gebruikers, inclusief bestuurders van gemotoriseerde tweewielers, wil laten vertragen;
- op plaatsen waar sprake is van een bewegingsconflict tussen gebruikers (bijv. voetgangersoversteekplaats op kruispunten).

### Nederland

Het bepalen van de 'spelregels' voor de toepassing van snelheidsbeperkende inrichtingen begint met het categoriseren van de wegen volgens het concept *Duurzaam veilig*<sup>5</sup>. De maatregel is enkel van toepassing op de *erftoegangswegen* en de *gebiedsontsluitingswegen*<sup>6</sup> [CROW, 2014]. Er zijn zowel binnen als buiten de bebouwde kom verkeersdrempels en -plateaus te vinden, maar het model moet wel aan het toepassingsgebied zijn aangepast (Afbeelding 9).

Wegcategorie	ETW		GOW	
	Bibeko	Bubeko	Bibeko	Bubeko
Drempel 20	zelden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Drempel 30	ja	ja	n.v.t.	n.v.t.
Drempel 50	n.v.t.	n.v.t.	ja	n.v.t.
Drempel 60	n.v.t.	ja	n.v.t.	ja
Plateau 30	ja	ja	n.v.t.	n.v.t.
Plateau 50	n.v.t.	n.v.t.	ja	n.v.t.
Plateau 60	n.v.t.	ja	n.v.t.	ja

Afbeelding 9: implementatie van verticale snelheidsbeperkende inrichtingen als functie van de verkeerscategorie en in/buiten de bebouwde kom [CROW, 2014]

(ETW: erftoegangsweg, GOW: gebiedsontsluitingsweg, Bibeko/Bubeko: binnen/buiten de bebouwde kom)

Er zijn zeven soorten van profielen gedefinieerd die elk overeenkomen met een snelheid bij het overrijden (20, 30, 50 of 60 km/u). De snelheidsremmer 30 is bedoeld voor de zones 30 km/u en de plaatsen waar de situaties het vereist, bijvoorbeeld in omgeving van scholen. Het plateau met een snelheid bij het overrijden van 30 km/u is vooral bedoeld voor verkavelingsstraten (zones 30), voor een kruispunt van het type 30/30 km/u. Het verkeersplateau met een snelheid bij het overrijden van 50 km/u is bedoeld voor situaties in de bebouwde kom waar een snelheid van 50 km/u wordt aanvaard, maar niet mag worden overschreden. We denken bijvoorbeeld aan de grens van een gemeente of een kruispunt van het type 30/50 km/u.

In Nederland worden de rijbaankussens voorgesteld als 'busvriendelijke verkeersdrempels'. In het handboek 'Aanbevelingen voor Stedelijke Verkeer Voorzieningen' (ASVV) [CROW, 2012] wordt het gebruik ervan beperkt tot wegen met een geringe verkeersintensiteit (maximaal 4.000 motorvoertuigen/etmaal). Volgens CROW 344 [2014] mag het aandeel van de zware voertuigen bovendien niet meer dan 5% bedragen (wat normaal gesproken het geval is langs een weg waar de woonfunctie overheerst).

Zowel de literatuur (Tabel 2) als de reglementaire bepalingen die momenteel van kracht zijn in België komen bij hetzelfde principe uit dat de verkeersdrempels, de verkeersplateaus en de rijbaankussens vooral bedoeld zijn voor **lokale toegangswegen**, d.w.z. a priori op plaatsen met overwegend een verblijfsfunctie. Deze inrichtingen zijn immers vooral bedoeld om de verplaatsingen stiller en de straten veiliger te maken door de snelheid te verminderen.

De verkeersplateaus en de rijbaankussens kunnen echter ook worden aangelegd langs **toegangswegen** waar het nodig kan zijn om de snelheid van het verkeer lokaal te verminderen door de aanwezigheid van buurtactiviteiten of voetgangers- of fietsoversteekplaatsen. Vooral het plateau draagt op complementaire wijze bij aan het verhogen van de aandacht en het comfort (toegankelijkheid) van de voetgangers op een kruispunt of een oversteekplaats, zelfs langs de grote wegen.

<sup>5</sup> *Initiatief van de Nederlandse overheid om de verkeersveiligheid in Nederland te verbeteren.*

<sup>6</sup> *Erftoegangsweg en gebiedsontsluitingsweg zijn wegtypes uit de Nederlandse wegategorisering. Een erftoegangsweg is een weg met gemengd langzaam verkeer en gemotoriseerd verkeer, zonder rijrichtingscheiding en meestal zonder gescheiden fietspaden. Een gebiedsontsluitingsweg is een weg met gelijkvloerse kruisingen die is bedoeld om landelijk of stedelijk gebied te ontsluiten. De wegvakken hebben hierbij een doorstroombaan, terwijl de gelijkvloerse kruispunten uitwisseling van verkeer mogelijk maken met lagere orde wegen.*



Afbeelding 10: Aangelegd verhoogd kruispunt, Fernand Demetskaai in Anderlecht (N215)

Bovendien herinneren wij eraan dat de verkeersplateaus en de rijbaankussens enkel mogen worden gebruikt op wegen die bestand zijn tegen de doorgang van een geregelde openbaarvervoerlijn of de belasting van veel vrachtwagens (volgens de bepalingen van de koninklijke besluiten). Bij dit soort van verkeer moeten de geometrische kenmerken van de plateaus aangepast zijn: langere op- en afritten om een maximale helling van 4% te verkrijgen (zie 4.1.2 en 5.3).






De ervaring leert dat deze geometrie, die is aangepast aan bussen omdat ze comfortabeler is, slechts in beperkte mate bijdraagt aan de vermindering van de snelheden van de auto's en dat begeleidende maatregelen (bijv. wegverlegging, wegversmalling, enz.) daarom noodzakelijk kunnen zijn, vooral in straten van wijken waar een snelheidsvermindering belangrijk is.

De multimodale specialisatie van de wegen kan de keuze van de inrichtingen beïnvloeden.

In 2014-2015 heeft Brussel Mobiliteit een project betreffende de 'multimodale wegenspecialisatie' opgesteld, dat onder meer de definitie en de cartografie van de per vervoerswijze ingedeelde mobiliteitsnetten omvat (vijf in aantal, Tabel 3).

Bij de analyse van de kenmerken van de netten 'Auto', 'Openbaar Vervoer' en 'Vrachtvervoer' kunnen we aanbevelen de aanleg van elk type van snelheidsbeperkende inrichting op het '+'-niveau te vermijden, aangezien deze voor de doorstroming van het verkeer is bedoeld. Daarnaast zijn de verkeersdrempels en -plateaus met een hellingsgraad  $\geq 8-10\%$  niet toegestaan op de netten 'Openbaar Vervoer' (OV) en 'Vrachtverkeer' (VV) (zie punt 4.1.2).

Tabel 3: Niveaus van multimodale specialisatie zoals voorgesteld in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

	PLUS gebieden	COMFORT routes	WIJK
 Stappen	Straten en pleinen met de <u>grootste voetgangersconcentraties</u> , maatgevend voor de openbare ruimte	Comfortabele <u>verbindingroutes</u> naar en tussen voetgangerspolen (ontsluiten en verbinden)	Alle straten en pleinen <u>veilig</u> en <u>universeel toegankelijk</u>
	PLUS netwerk	COMFORT routes	WIJK
 Fiets	<u>Snelle, directe en comfortabele</u> fietsroutes over <u>langere</u> afstanden, vooral langs grote wegen en spoorlijnen	<u>Verkeersluwe en aantrekkelijke</u> fietsroutes door <u>leefwijken</u>	Alle straten fietsbaar, met aanvullende <u>lokale</u> fietsroutes
	PLUS netwerk	COMFORT routes	WIJK netwerk
 OV	<u>Snelle</u> bovengrondse OV-assen over <u>lange</u> afstanden (hoog dienstniveau) complementair met metro en spoor	<u>Betrouwbare</u> tram- en busassen over <u>middellange</u> afstanden	<u>Nabije</u> OV-bediening in en tussen verkeersluwe <u>wijken</u>
	PLUS netwerk	COMFORT routes	WIJK
 Auto	Sterke verkeersroutes over <u>lange</u> afstanden in, uit en door de <u>stad</u> (verbinding)	Leesbare <u>voorkeursroutes</u> om verkeer te <u>bundelen</u> in, uit en door de <u>wijken</u> (ontsluiting)	Overige straten: ruime <u>verkeersluwe leefwijken</u> , uitsluitend <u>bestemmingsverkeer</u> (lokale bediening)
	PLUS netwerk	COMFORT netwerk	WIJK
 Zwaar vervoer	Sterke routes voor <u>grote vrachtwagens</u> , van snelwegen naar <u>industrie- en havengebieden</u>	Leesbare <u>voorkeursroutes</u> om <u>stadsdistributie</u> met <u>kleinere vrachtvoertuigen</u> te bundelen	Overige straten: bediening van <u>lokale bestemmingen</u>

In sommige gevallen kan de overlapping van twee netten de keuze van het type inrichting beperken. Als er bijvoorbeeld wordt beslist om met een verhoogde inrichting te werken wordt er in het geval van een combinatie van de netten 'Auto-Wijk' en 'OV-Wijk' de voorkeur gegeven aan de aanleg van rijbaankussens. In de wijken is de vermindering van de snelheid van de motorvoertuigen immers een essentieel element dat niet kan worden gegarandeerd door het gebruik van aan het busverkeer aangepaste verkeersplateaus.

Het voetgangers- en fietsverkeer hoeft niet te worden afgeremd door de aanwezigheid van verhoogde inrichtingen, die eerder een onnodige bron van ongemak voor fietsers vormen (zo worden er bijvoorbeeld geen rijbaankussens in een fietsstraat geïnstalleerd). Voetgangers en fietsers profiteren echter van de vermindering van de snelheid van het gemotoriseerde verkeer, met name door de aanleg van verkeersplateaus op kruispunten en ter hoogte van de oversteekplaatsen, of in dat tweede geval zelfs van rijbaankussens. De verkeersplateaus (en bovendien ook de doorlopende trottoirs) zijn ook zeer nuttig om de universele toegankelijkheid voor voetgangers en personen met een beperkte mobiliteit te garanderen.

#### 4.1.2 Het openbaarvervoernet

Volgens de wetgeving (koninklijke besluiten van 9 oktober 1998 en 3 mei 2002) die momenteel van kracht zijn, mogen de **snelheidsbeperkende inrichtingen** niet worden aangelegd op wegen die worden gebruikt door een geregelde openbaarvervoerdienst<sup>7</sup>.

Deze beperking is niet van toepassing voor de **verkeersplateaus** als **er vooraf een overleg heeft plaatsgevonden met de betrokken diensten**. Als de aanleg van een verkeersplateau wordt bevestigd, zal het overleg onder meer betrekking hebben op de keuze van de geometrische kenmerken van de inrichting: de hoogte, de lengte van de op- en afritten en het vlakke deel (voor de details, zie punt 5.3).

De **rijbaankussens** kunnen ook worden geïnstalleerd op wegen die door een geregelde openbaarvervoerdienst worden gebruikt. In de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002 betreffende de verhoogde inrichtingen, bestemd om de snelheid te beperken tot 30 km/u en de rijbaankussens is geen sprake van een voorafgaand overleg met de betrokken diensten. Aangezien deze inrichtingen echter moeten voldoen aan de dubbele eis van doeltreffendheid en aanvaardbaarheid wordt een dergelijk overleg ten zeerste aanbevolen. Ook hier moet bij de keuze van de afmetingen en de aanlegwijze rekening worden gehouden met de aanwezigheid van bussen (voor de details, zie hoofdstuk 7).

Voor zover ze geen invloed hebben op de regelmatigheid van de bussen en weinig ongemak veroorzaken voor hun gebruikers (op voorwaarde dat het er niet te veel zijn) kunnen de rijbaankussens in theorie worden gebruikt op de assen OV-Comfort en OV-Wijk. In dit laatste geval moet echter rekening worden gehouden met het feit dat het strikt genomen niet gaat om een inrichting 30 km/u (zie hoofdstuk 7) en dat de snelheidsvermindering in de wijk, naargelang van de omstandigheden, via een combinatie met andere maatregelen moet worden gegarandeerd.

De onderlinge afstand tussen de inrichtingen van minstens 75 m, zoals bepaald in de wetgeving, lijkt aanvaardbaar om het comfort van de gebruikers van het openbaar vervoer te behouden.

Wat het verband tussen de drukte van het busverkeer en de keuze van de inrichting betreft wordt er aanbevolen bijzondere aandacht te besteden aan de weggedelen die gemeenschappelijk zijn voor verschillende geregelde lijnen en waarop de aanleg van verhoogde inrichtingen het risico op geluids- of trillingshinder voor de omwonenden lokaal kan verhogen gezien het grotere gebruik van de wegen door zware voertuigen (zie hoofdstuk 9).

In hoofdstukken 5.3 en 7 wordt respectievelijk dieper ingegaan op de aanleg van de verkeersplateaus en de rijbaankussens. Aan de lezer wordt gevraagd deze hoofdstukken te raadplegen. In de onderstaande kader komen enkele belangrijke aandachtspunten aan bod die in acht moeten worden genomen bij het aanleggen van deze inrichtingen op wegen die door buslijnen worden gebruikt.

---

<sup>7</sup> Weg die wordt gebruikt door de openbaarvervoeroperatoren.



Tabel 4: Aandachtspunten betreffende de verkeersplateaus en de rijbaankussens die worden aangelegd op wegen die door een buslijn worden bediend

- Aandachtspunten voor de verkeersplateaus:
  - o De helling van de op- en afritten moet aan het busverkeer zijn aangepast. Er zijn slechts vier hoofdgeometrieën: een trapezoidaal verkeersplateau met een hoogte (H) van 10 cm met lange op- en afritten (L) van 2,5 m of H 12 cm / L 3 m of H 15 cm/ (L 5 m), of een sinusoidale op- en afrit L 3,8 m voor H 15 cm (Tabel 11 en Tabel 12).
  - o De lengte van het vlakke oppervlak van het plateau moet worden vergroot tot minstens 8 meter voor wegen die door bussen worden gebruikt en tot minstens 15 meter voor gelede bussen.
  - o Er dient bijzondere aandacht te worden besteed aan de effenheid van de voet van de op- en afrit (het koninklijk besluit van mei 2002 beperkt de beginrand tot ½ cm), om de overlast voor de gebruikers en de omwonenden tot een minimum te beperken.
  - o In diezelfde logica wordt er op toegezien dat er, op het moment van de aanleg van het plateau, geen enkele lokale tegenhelling wordt gecreëerd, ook al betekent dit dat de interventieperimeter van de wegwerkzaamheden moet worden uitgebreid (in het koninklijk besluit van 9 oktober 1998 is bovendien vastgelegd dat het percentage van de helling van de weg en van de inrichting samen nooit groter dan 15% mag zijn).
- Aandachtspunten voor de rijbaankussens:
  - o De geometrische kenmerken van de rijbaankussens worden vermeld in hoofdstuk 7.2. De breedte van het kussen wordt teruggebracht tot 1,75 m indien de rijbaan regelmatig door bussen wordt gebruikt.
  - o Wanneer de rijbaankussens naast elkaar worden geplaatst, zal de tussenafstand 1,2 m bedragen (met behoud van een circulatieruimte van minstens 0,70 m aan weerszijden van de kussens, *Afbeelding 66*). Hoewel deze afstanden de vlotte kruising van twee bussen of vrachtwagens niet mogelijk maken, zorgen ze er wel voor dat deze voertuigen correct op één lijn staan met de as van de kussens (wat wenselijk is om het lawaai en het ongemak voor de passagiers tot een minimum te beperken).
  - o Op wegen met geregelde buslijnen wordt er bovendien op toegezien dat de kussens op rechte stukken worden geplaatst (*Afbeelding 62*) en er vóór en achter de inrichting, over een afstand van minstens 5 m aan weerszijden ervan, niet wordt geparkeerd (*Afbeelding 25*) wanneer de voor het parkeren voorbehouden ruimte minstens 2 m breed is.
  - o Wanneer de beschikbare parkeerbreedte minder dan 2 m bedraagt en een plaatselijke herinrichting om de breedte op 2 m te brengen niet mogelijk is wordt er aanbevolen het schrappen van de parkeerplaatsen, vóór en achter de inrichting, uit te breiden over een afstand van minstens 8 m aan weerszijden van het kussen.
  - o Daarnaast mogen de kussens niet minder dan 15 m stroomopwaarts van een bushalte worden geplaatst zodat de bussen zich opnieuw in goede omstandigheden ter hoogte van de halte kunnen opstellen na over het rijbaankussen te zijn gereden.
  - o Bovendien wordt dit type van inrichting niet ter hoogte van bushaltes aangelegd omdat ze niet compatibel zijn met de voorziene afstand tussen het koetswerk van de bus en de rand van de instapheuvel.
  - o Er dient bijzondere aandacht te worden besteed aan het niveauverschil van het kussen aan de voet van de schuine kanten, om dit tot een minimum te beperken rond de gehele omtrek en de overlast voor de gebruikers en de omwonenden te minimaliseren. Indien nodig zal de interventieperimeter van de wegwerkzaamheden worden uitgebreid.

### 4.1.3 De hulpdiensten

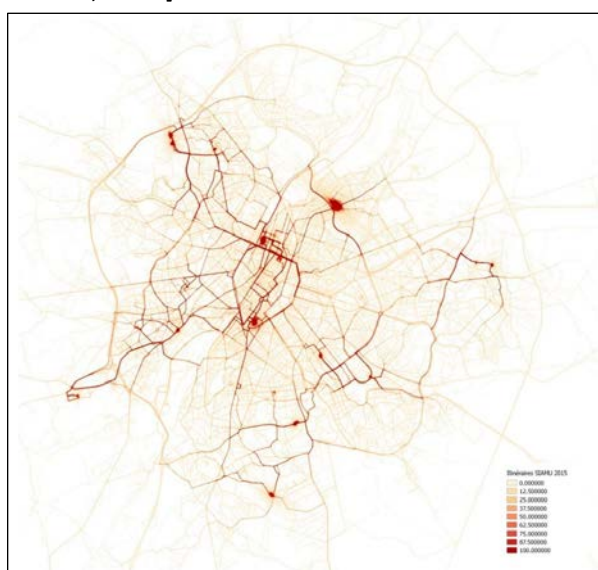
*Voorafgaande opmerking: wij raden de lezer aan de 'Handleiding met goede praktijken over de inrichting van de weg voor het verkeer en de toegankelijkheid van hulpverleningsvoertuigen' te raadplegen [Brussel Mobiliteit, 2020].*

Om zich naar de plaats van een ongeval te begeven en er de gevolgen van te beperken, maken de voertuigen van de hulpdiensten gebruik van het wegnnet. De beperkingen waar deze voertuigen mee te maken krijgen, houden enerzijds verband met hun eigen kenmerken (afmetingen) en anderzijds met externe factoren, zoals verkeersopstoppingen, snelheidsbeperkende inrichtingen, de afmetingen van de wegen, wegwerkzaamheden, enz. (DBDMH, 2017).

De hulpdiensten worden opgeroepen om in te grijpen op het hele grondgebied van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De voertuigen van de hulpdiensten bevinden zich op verschillende plaatsen die geografisch over het grondgebied van het Gewest zijn verspreid, hetzij in kazernes, hetzij in ziekenhuizen. Deze kazernes/posten beschikken elk over een eigen 'interventiesector'. In termen van mobiliteit houdt dit in dat, om naar een interventie te vertrekken, de hulpverleningsvoertuigen gebruikmaken van:

- de invalswegen voor elke kazerne/post, die het mogelijk maken om de verschillende wijken van hun respectieve sectoren te bereiken (of het hele gewestelijke grondgebied in het geval van de kazerne Helihaven);
- alle wegen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

De kaart van Afbeelding 11 toont de trajecten die de hulpverleningsvoertuigen in 2015 hebben afgelegd. Ze illustreert de belangrijkste gebruikstrends en toont enerzijds aan dat een zeer groot deel van het Brusselse wegennet wordt gebruikt door de hulpdiensten (alle wegen moeten dus voldoen aan de bereikbaarheidsnormen voor deze voertuigen), en anderzijds dat sommige wegen vaker worden gebruikt en dus moeten worden beschouwd als invalswegen voor de voertuigen van de hulpdiensten [DBDMH, 2017].



Afbeelding 11: Grote trends betreffende het gebruik van de wegen door de voertuigen van de hulpdiensten (wegen gebruikt in 2015)

Op basis hiervan heeft de DBDMH een lijst van invalswegen kunnen opstellen (Afbeelding 12). Dit zijn de verkeerswegen in het Gewest die voornamelijk door de hulpdiensten worden gebruikt om naar de interventieplaatsen te gaan. Deze wegen hebben dus de meeste invloed op de interventietijd.



Afbeelding 12: Invalswegen (in het rood) die door de brandweerdienst als prioritair worden beschouwd (bron: dienst Plan van de DBDMH van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, 01.2019)

Bovendien varieert de grootte van de konvoien naargelang van het type interventie. Het voertuigenpark bestaat uit autopompen, autoladders en hoogwerkers, bijzondere voertuigen, auto's en ziekenwagens.

De snelheidsbeperkende inrichtingen, zoals verhoogde inrichtingen en rijbaankussens, asverleggingen en wegversmallingen, enz. behoren tot de beperkingen die de hulpdiensten onderweg tegenkomen. Ze hebben onder meer een impact op de snelheid van de voertuigen van de hulpdiensten en dus op hun interventietijd. Ze moeten dus op een beredeneerde manier worden gebruikt.

Volgens het koninklijk besluit van 9 oktober 1998 mogen de **snelheidsbeperkende** inrichtingen niet worden aangelegd op openbare wegen die frequent door de voertuigen van de hulpdiensten worden gebruikt (bijv. in de buurt van een ziekenhuis, een kazerne). Ze zijn dus niet gewenst op een invalsweg van de DBDMH.

Wat de **verkeersplateaus** betreft is in het koninklijk besluit van 9 oktober 1998 vastgelegd dat ze mogen worden aangelegd op openbare wegen die frequent door voertuigen van de hulpdiensten worden gebruikt, voor zover er een **voorafgaand overleg met de betrokken diensten** wordt georganiseerd. Aangezien de DBDMH de invalswegen heeft gedefinieerd mag dit overleg enkel plaatsvinden voor de aanleg van verhoogde inrichtingen langs deze verkeersassen. Naast dit overleg moeten de verkeersplateaus die op een invalsweg worden aangelegd, van 'het type vrachtverkeer' zijn met een **maximale helling van 4%**.

Wat de **rijbaankussens** betreft is het **advies van de diensten voor dringende hulpverlening** vereist wanneer ze frequent gebruikmaken van de weg waarop deze inrichting is aangelegd (ministeriële omzendbrief van 31 mei 2002). Ook hier geldt dat hun aanleg op een invalsweg afhankelijk is van het overleg met de DBDMH.

#### 4.1.4 Het fietsnet

De Belgische regelgeving bevat geen elementen die specifiek betrekking hebben op de impact of de compatibiliteit van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen met fietsvoorzieningen. De drie inrichtingen die in dit document worden besproken, kunnen in principe worden aangepast aan de doorgang van fietsers, voor zover de specifieke praktische bepalingen voor fietsinrichtingen worden nageleefd (geometrische kenmerken, comfortparameters)<sup>8</sup>.

Een wijziging van het lengteprofiel van de weg is oncomfortabel voor de fietsers. Aangezien ze niet zijn bedoeld om de snelheid van de fietsers te verminderen brengt de aanwezigheid van de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen op hun weg voor hen enkel nadelen met zich mee. Uiteraard profiteren zij van de vermindering van het gemotoriseerde verkeer (met name het transitverkeer) en de verkeersluwte door de invoering van gepaste maatregelen: minirotondes, wegverleggingen, ... en verhoogde inrichtingen, die om de bovengenoemde redenen geen eerste keuze zijn.

Op de wegen Auto-Comfort zal de aanleg van verkeersplateaus op kruispunten en ter hoogte van oversteekplaatsen de veiligheid van de fietsers verbeteren. Op de wegen Auto-Wijk zal het invoegen van een verkeersdrempel in een doorlopend weggedeelte hetzelfde effect hebben door de vermindering van de snelheid van de gemotoriseerde voertuigen.

Ook al brengen deze twee types van inrichtingen niet te veel ongemakken met zich mee voor de fietsers toch raden sommige organisaties, waaronder het [CROW, 2012], af ze te gebruiken op fietspaden als er geen andere passende maatregelen worden genomen, zoals de aanleg van een fietsbypass (vlakke zijdelingse ruimte) wanneer de plaatselijke omstandigheden zich ertoe lenen (*Afbeelding 15*). Deze maatregel heeft echter een aantal nadelen (afwijking van het traject van de fietsers, schrapping van parkeerplaatsen, onderhoud, zichtbaarheid van de inrichting 's nachts, ...) en is dus niet erg gebruikelijk in het Brusselse Gewest.

<sup>8</sup> *Vademecums betreffende de fietsinfrastructuur* - <https://mobilite-mobiliteit.brussels/nl/technische-publicaties>



Als op de rijbaan stroomopwaarts van een verkeersplateau of een verkeersdrempel fietspaden zijn aangelegd kunnen deze eventueel, zonder een al te groot risico te lopen, op de inrichting worden verlengd omdat ze zich over de volledige breedte van de rijbaan uitstrekken (behalve in gevallen waarbij het dwarsprofiel bewust is verlaagd om de laterale waterafvoergoten met elkaar te verbinden of wanneer het parkeren in de berm is toegestaan zonder een voldoende veiligheidsafstand).

Afbeelding 13: Gemarkeerd fietspad dat ter hoogte van de verkeersdrempel wordt onderbroken

*Opmerking:* in Afbeelding 13 doet het parkeren in de berm, ondanks de onderbreking van de kammarkering, afbreuk aan de algemene regel die het parkeren op verkeersdrempels en -plateaus verbiedt (zie ook punt 4.1.7).

In bepaalde omstandigheden kunnen verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen een bron van onveiligheid worden. Er moet in het bijzonder aandacht worden besteed aan het risico op destabilisatie van de fietser<sup>9</sup> in verband met de geometrische kenmerken van de inrichting (verticaal niveauverschil, afgeschuinde zijden, gerichte afwijkingen), eventuele obstakels in verband met deze inrichtingen (boordstenen aan de zijkant, palen, uitstekende hoeken), de aanwezigheid van parkeerplaatsen (risico in verband met het openen van deuren), gebrek aan onderhoud, enz.

Tabel 5: Engelse aanbeveling over de afgeschuinde zijden van rijbaankussens

Volgens [Dft, 2007] zouden de hellingen van de afgeschuinde zijden van de rijbaankussens niet steiler mogen zijn dan 1:4, om problemen voor fietsers en motorrijders te vermijden. Die van de voorste en achterste afschuiningen mogen niet groter zijn dan 1:8.

De afgeschuinde zijden van de geprefabriceerde (betonnen) rijbaankussens die momenteel worden verkocht op de Belgische markt, hebben de volgende hellingen:

- kussens van het type 'zone 30' (lengte beperkt tot 1,70 m): laterale afgeschuinde zijden aan de voor- en achterkant met een helling van 1:5 (20%);
- standaardkussens (lengte 3,00 m): laterale afgeschuinde zijden met een helling van 1:5 (20%), voor- en achterafschuiningen met een helling van 1:8 (12,5%); met een kleine variatie afhankelijk van de fabrikant.

Zonder specifieke regels vast te leggen leidt de praktijk op het terrein echter tot het formuleren van de aanbeveling om speciale aandacht te besteden aan gevallen waarbij rijbaankussens die, omdat ze niet over de gehele breedte van de rijbaan zijn aangebracht, meer onderhevig zijn aan de hierboven beschreven risico's dan andere inrichtingen (Afbeelding 14).



Afbeelding 14: Illustratie van enkele inrichtingen van het type rijbaankussens die een negatieve impact op de veiligheid van de fietsers kunnen hebben

<sup>9</sup> Deze overweging heeft betrekking op alle tweewielers.

#### 4.1.5 Het voetgangersnet

Net als de andere vervoerswijzen is het voetgangersnet voor het eerst opgenomen in Good Move. Dit net werd samen met de gemeenten en de lokale verenigingen ontworpen tijdens de evaluatie van de toegankelijkheid van voetgangersvoorzieningen in het kader van het Toegankelijkheidsplan voor de weg en de openbare ruimte. Net als voor de andere vervoerswijzen is het opgedeeld in 'Voetganger Plus, Comfort en Wijk'.

De voetgangerswegen 'Plus' komen overeen met de voetgangersinrichtingen waar op dit moment de meeste voetgangers en aantrekkelijke functies voor die laatste zijn. Binnen dit net voorziet het Good Move-plan in de toevoeging van voetgangersboulevards (die zijn opgenomen in de categorie 'Voetganger Plus') op veelbelovende verbindingswegen voor voetgangers (waaronder een verbinding tussen Thurn & Taxis en de voetgangerszone in het stadscentrum of tussen het Koningsplein en het Schuman-rondpunt). Deze voetgangersboulevards bevinden zich op zeer aantrekkelijke assen voor de fietsers en combineren de mobiliteits- en verblijfsfunctie. Ze vereisen dus voorzieningen die de facto voorrang geven aan voetgangers en een hoog niveau van comfort bieden, zelfs bij een kruising met een verkeersas.

De verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen kunnen voordelen opleveren voor de voetgangers, met name ter hoogte van de oversteekplaatsen, hetzij door de snelheden op deze weg te verminderen, hetzij door een oversteekplaats zonder hoogteverschillen toe te staan. Oversteken op een vlakke ondergrond is van onschatbare waarde voor voetgangers, maar vooral voor personen met een beperkte mobiliteit omdat er geen obstakels zijn voor de wielen en tijdens het stappen. Voor ouderen wordt het oversteekproces bijvoorbeeld belemmerd door een te hoge stoeprand waarvoor ze aandachtig moeten zijn, wat hen van het verkeer kan afleiden.

De verkeersplateaus en de doorlopende trottoirs (zie punt 5.2.3) hebben dus in de eerste plaats betrekking op de voetgangers en worden aanbevolen op het voetgangersnet 'Plus' en bij de kruising met een voetgangersboulevard. Het verkeersplateau is nodig om de continuïteit van de voetgangersverplaatsing te garanderen, zoals gewenst in Good Move.

Wat de plaatsing van de voetgangersoversteekplaats betreft moet er ook voor worden gezorgd dat de kammarkering van de op- en afritten de markering van de voetgangersoversteekplaats of andere markeringen met betrekking tot het kruispunt niet visueel hindert (zie ook punt 5.2.3). Concreet wordt een minimale afstand van 3 m tussen de kam en de voetgangersoversteekplaats aanbevolen.

Om ervoor te zorgen dat slechtzienden gebruik kunnen maken van het comfort van een oversteekplaats zonder hoogteverschillen moeten zij door middel van de plaatsing van gepaste podotactiele systemen (aan de rand van de verkeersplateaus en op de doorlopende trottoirs) worden gewaarschuwd dat ze een rijweg oversteken.

Een voetgangersoversteekplaats mag echter niet worden gemarkeerd op de verkeersdrempels en op de rijbaankussens. De rijbaankussens mogen de oversteekplaats wel omringen en kunnen zo de verplichtingen van de bestuurders ten opzichte van de overstekende voetgangers aan de oversteekplaats versterken (zie ook punt 4.1.10).

#### 4.1.6 De snelheidslimiet en de toegepaste snelheden op het overwogen wegdeel

Volgens de wetgeving die momenteel van kracht is (koninklijk besluit van 9 oktober 1998, gewijzigd door het koninklijk besluit van 3 mei 2002) mogen de verhoogde inrichtingen (**verkeersdrempels en -plateaus**) enkel worden aangelegd op openbare wegen die zijn gelegen:

- o hetzij binnen een bebouwde kom;
- o hetzij buiten een bebouwde kom op plaatsen waar zich woningen of door het publiek bezochte gebouwen bevinden, of op plaatsen waar gewoonlijk veel voetgangers of fietsers komen, op voorwaarde dat er een snelheidsbeperking van toepassing is van 50 km/u, opgelegd door middel

van het verkeersbord C43, behalve wanneer de verhoogde inrichting is aangebracht voor een kruispunt, in een rijstrook bestemd voor het rechtsafslaand verkeer en fysisch gescheiden van de andere rijstroken.

Bovendien moeten deze openbare wegen zodanige verkeersvoorwaarden bieden dat een aanzienlijke vermindering van de snelheid van de voertuigen van dien aard is om de veiligheid, voornamelijk van voetgangers en fietsers, te verhogen.

In de titel van het koninklijk besluit van 9 oktober 1998, zoals gewijzigd bij het koninklijk besluit van 3 mei 2002, wordt duidelijk vermeld dat de verkeersdrempels en -plateaus bestemd zijn de maximumsnelheid tot 30 km per uur te beperken.

Wat de **rijbaankussens** betreft wordt in de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002 (die vooruitloopt op een toekomstig regelgevend kader) vermeld dat deze inrichtingen enkel mogen worden aangelegd op openbare wegen waar de snelheid beperkt is tot 50 km per uur<sup>10</sup> en, rekening houdend met de context, niet onmiddellijk bij, maar op een afstand van minstens 100 m na het begin van de beperking. In diezelfde omzendbrief wordt aangegeven dat het a priori geen inrichting voor 30 km/u is, alhoewel ze, rekening houdend met bepaalde geometrische kenmerken van bijzondere aard, in bijkomende orde gebruikt zou kunnen worden in zones 30.

*Tabel 6: Overzicht van de Franse, Nederlandse en Engelse aanbevelingen over de maximumsnelheden die van toepassing zijn op de wegdelen met een verhoogde snelheidsbeperkende inrichting en de afstand tussen de inrichtingen*

In Frankrijk is het aanleggen van verkeersdrempels, verkeersplateaus en rijbaankussens voorbehouden aan zones 30 (of aan de grens met die zones) en de wegdelen met een lokale snelheidsbeperking van 30 km/u, die deel uitmaken van het stedelijke gebied met een snelheidslimiet van 50 km/u. Daarnaast stelt [CERTU, 1994] dat het belangrijk is het gebruik van verkeersdrempels te beperken tot wegen waar de snelheidslimiet niet al te hoog wordt overschreden. In deze handleiding wordt aangegeven dat de snelheden waaraan minstens 85% van de gebruikers (V85) rijden niet hoger zouden mogen zijn dan 60 km/u alvorens de snelheidslimiet van 30 km/u wordt vastgesteld.

Over het algemeen is het niet aan te raden slechts een verhoogde snelheidsbeperkende inrichting aan te leggen. Het is beter deze te combineren met een andere inrichting van hetzelfde type of met een of meer inrichtingen die bijdragen tot de snelheidsvermindering. Een tussenafstand van minder dan 150 m, maar van meer dan 30 m wordt aanbevolen [CERTU 1994].

In Nederland is het CROW (2014) wat conservatiever over de naderingssnelheden omdat het stelt dat over het algemeen, bij de keuze om een verkeersdrempel of -plateau aan te leggen, moet worden vermeden dat de weggebruikers deze inrichting naderen met een snelheid die meer dan 20 tot (maximaal) 25 km/u hoger ligt dan de snelheid waarmee over de inrichting wordt gereden. Zo is de aanleg van een verkeersdrempel 30 km/u op een weg met een V85-snelheid van 50 km/u in principe een juiste keuze. Indien deze richtlijn niet kan worden nageleefd moeten er begeleidende maatregelen worden genomen om het verschil tussen deze karakteristieke snelheden stap voor stap te verkleinen. Grotere snelheidsverschillen staan synoniem voor onveiligheid en leiden vaak ook tot een risico op geluidsoverlast (toename van het lokale geluidsniveau).

Er werden zeven soorten van profielen gedefinieerd, die elk overeenkomen met een snelheid bij het overrijden (20, 30, 50 of 60 km/u). De samenhang tussen deze snelheden en de lengteprofielen lijkt door de praktijk en/of studies te zijn bevestigd. De verkeersdrempel 30 km/u is identiek aan de Belgische verkeersdrempel. De verkeersplateaus 30 km/u en 50 km/u hebben hellingen die vergelijkbaar zijn met de hellingen die in de Belgische wetgeving zijn voorzien (*Afbeelding 31*).

In Nederland ligt de afstand tussen de opeenvolgende inrichtingen meestal tussen 50 en 100 m. Om de ontwerper te begeleiden werd een formule ontwikkeld die de snelheid bij het overrijden van de verkeersdrempels, de gewenste snelheid over het wegdeel en de afstand tussen de inrichtingen met elkaar in verband brengt [CROW, 1988].

<sup>10</sup> *Gereguleerd door het gebruik van een verkeersbord F1 of verkeersbord type C43.*

In Engeland mogen de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen, volgens de reglementering, zonder speciale toestemming worden geïnstalleerd op wegen met een snelheidslimiet van 30 mph (+/- 50 km/u) of minder. Er moet echter rekening worden gehouden met de waarschijnlijke naderingssnelheden en de bekommernissen van de hulpdiensten.

De regelgeving vereist geen snelheidsverminderingmaatregel stroomopwaarts van de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen. Volgens [Dft, 1996\_2] wordt dit echter aanbevolen om ervoor te zorgen dat de snelheidslimiet, voor zover mogelijk, niet wordt overschreden wanneer het voertuig de eerste verhoogde inrichting bereikt. Deze voorafgaande maatregel ter vermindering van de snelheid kan een kruispunt (met voorrang van rechts), een bocht of een poorteffect zijn. Wanneer voor een dergelijke benadering wordt gekozen zou deze zich binnen 60 m van de eerste verhoogde inrichting moeten bevinden (of 10 tot 20 m in het geval van een poorteffect).

Behalve in het geval van de rijbaankussens (die bijvoorbeeld worden gebruikt om een voetgangersoversteekplaats te beschermen), wordt aanbevolen dat de afstand tussen de snelheidsbeperkende inrichtingen niet minder dan 20 m bedraagt. De maximale afstand tussen de inrichtingen zal een invloed hebben op de gemiddelde snelheden tussen de inrichtingen en een tussenafstand van meer dan 100 m kan de snelheid aanzienlijk verhogen. Een tussenafstand van meer dan 150 m voor elk type inrichting wordt niet aanbevolen (70 m in het geval van de rijbaankussens). Voor zones met een snelheid van 20 mph (+/- 30 km/u) is een tussenafstand van 60 tot 70 m vereist.

Er werden ook formules vastgelegd om de in het wegdeel toegepaste snelheden halverwege tussen de inrichtingen te bepalen [TRL, 1993]. Deze geven vergelijkbare resultaten met de resultaten die met de Nederlandse formules werden verkregen.

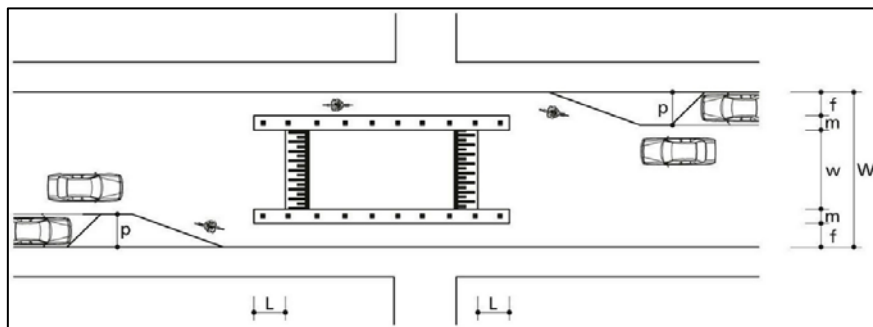
Naast de op de betreffende weg geldende snelheidslimiet blijkt zodoende duidelijk uit de stand van de techniek (onderstaande Tabel 6) dat ook rekening moet worden gehouden met de daadwerkelijk op het wegdeel gebruikte snelheden, alvorens een nieuwe snelheidsbeperkende inrichting te installeren ongeacht het type. In de praktijk wordt vermeden een verhoogde snelheidsbeperkende inrichting aan te leggen op een weg waar de snelheden (V85) meer dan 25 km/u hoger zijn dan de snelheid waarmee over de inrichting wordt gereden (V85). Indien deze richtlijn niet kan worden nageleefd moeten er begeleidende maatregelen worden genomen om het verschil tussen deze karakteristieke snelheden stap voor stap te verkleinen.

#### 4.1.7 De breedte van de rijbaan

Aangezien de verkeersdrempels en -plateaus zich uitstrekken van boordsteen tot boordsteen is de breedte van de rijbaan als dusdanig geen beperkende factor, tenzij wordt beslist een specifieke inrichting aan te leggen, zoals een fietsbypass. Een dergelijke inrichting vereist immers een rijbaan die voldoende breed is om de doorgang van verschillende soorten van gebruikers in de beste veiligheidsomstandigheden mogelijk te maken.

In dat verband beveelt [CROW, 2012] een totale rijbaanbreedte van minstens 7,80 m aan bij eenrichtingsverkeer en van minstens 9,50 m (minimumbreedte) tot 10,50 m (ideale breedte) bij de aanwezigheid van een weg met tweerichtingsverkeer (*Afbeelding 15*).

Dit type inrichting heeft echter een aantal nadelen (afwijking van het traject van de fietsers, schrapping van parkeerplaatsen, onderhoud, ...) en is dus niet erg gebruikelijk in het Brusselse Gewest. Als ervoor wordt gekozen een aan te leggen moet er veel aandacht worden besteed aan de perfecte zichtbaarheid van elk van de onderdelen ervan, vooral 's nachts en voor de gebruikers van gemotoriseerde tweewielers. Uitstekende boordstenen worden uiteraard vermeden.



- $f = 1,50$  m
- $f + m \geq p$
- $L = 2,00$  à  $4,00$  m
- $m \geq 0,85$  m
- $p = 2,00$  m
- $w = 4,80$  m (minimaal profiel) à  $5,80$  m (ideaal profiel), bij tweerichtingsverkeer
- $w = 3,10$  m, bij tweerichtingsverkeer met versmalling tot één rijstrook en bij partieel eenrichtingsverkeer
- $W \geq 7,80$  m, bij eenrichtingsverkeer auto
- $W \geq 9,50$  m (minimaal profiel) à  $10,50$  m (ideaal profiel), bij tweerichtingsverkeer

Afbeelding 15: Principeschema voor de aanleg van een verkeersplateau met een fietsbypass [CROW, 2012]

Niet enkel de totale beschikbare breedte, maar ook de lokale omstandigheden (functie, verkeer, parkeren, toegang, enz.) zullen dus de keuze van de inrichting bepalen. Indien een voetgangersoversteekplaats op een verkeersplateau of in de buurt van rijbaankussens wordt aangelegd moet eraan worden herinnerd dat als de oversteekplaats langer is dan 7 m, in het midden een beveiligd rustpunt (bijv. een vluchtheuvel) moet worden voorzien [Brussel Mobiliteit, 2014].



Afbeelding 16: Triomfplan (aanleg van een verkeerseiland, breedte van de rijbaan: 12 m)

De aanleg van een **verkeersdrempel in een doorlopend wegdeel** (of zelfs van een **verkeersplateau**) wordt soms gecombineerd met een wegversmalling, meer bepaald om het parkeren te regelen en de leesbaarheid van de snelheidsbeperkende inrichting te verbeteren door er verticale visuele elementen aan toe te voegen (zoals halfstammen of struiken, *Afbeelding 17*). Bij dit type inrichting moet aandacht worden besteed aan de volgende elementen:

- de inrichting mag niet zodanig worden aangelegd dat het verkeerdelijk de indruk wekt dat het een oversteekplaats voor voetgangers is;
- ondanks de onderbreking van de kammarkering (*Afbeelding 17*) doet het parkeren in de berm afbreuk aan de algemene regel die het parkeren op verkeersdrempels en -plateaus verbiedt (zie ook punt 4.1.8);
- de inrichting mag geen obstakel vormen voor de afvoer van het afvloeiingswater<sup>3</sup>;
- bij het gebruik van rechte boordstenen moet erop worden gelet dat er geen uitstekende randen ontstaan.





Afbeelding 17: Installatie van een verkeersdrempel met of zonder bijkomende inrichting

Voor zeer brede rijbanen (> 7 m) moet de voorkeur worden gegeven aan de plaatsing van rijbaankussens, met inachtneming van de in de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002 aanbevolen aanlegwijzen.

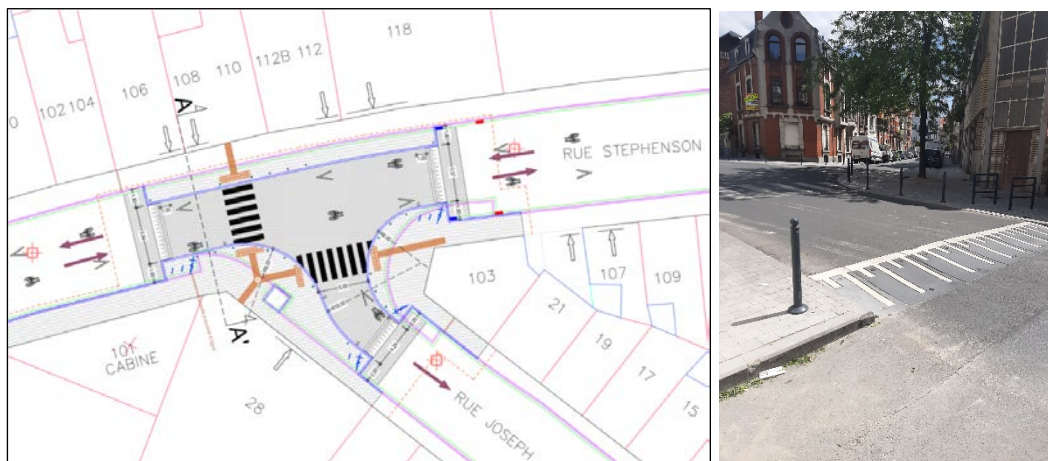
Wat de **rijbaankussens** betreft kunnen verschillende aanlegwijzen worden overwogen naargelang van de beschikbare rijbaanbreedte. Zo wordt in de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002 aanbevolen te voorzien in een wegversmalling voor de openbare wegen met eenrichtingsverkeer van minder dan 5 m breed en voor de wegen met tweerichtingsverkeer van minder dan 6 m breed. In het geval van wegen van meer dan 6 m breed moeten er **twee rijbaankussens naast elkaar** worden geplaatst. In deze situatie zijn er in de ministeriële omzendbrief verschillende aanlegwijzen voorzien, afhankelijk van de daadwerkelijk beschikbare breedte (Afbeelding 18). Ze worden in detail toegelicht in hoofdstuk 7.



Afbeelding 18: Voorbeeld van twee naast elkaar geplaatste rijbaankussens, illustratie op een weg met een breedte tussen 6 m en 7,2 m (kussens gescheiden door een witte doorlopende lijn  $\geq 10$  m)

Naast deze parameter moet er ook rekening worden gehouden met verschillende beperkingen met betrekking tot het type voorziene maatregel voor fietsers, de eventuele aanwezigheid van een regelmatig gebruikte openbaarvervoerlijn en het beheer van de parkeervoorzieningen in de buurt van de inrichting.

De aanleg van een **verkeersplateau op een kruispunt** gaat doorgaans gepaard met een heraanleg met uitspringende voetpaden of voetpadverbredingen om de oversteeklengte te verminderen, de wederzijdse zichtbaarheid te verbeteren, de oversteektijd te verkorten, de toegankelijkheid voor personen met een beperkte mobiliteit te garanderen en het parkeren in de buurt te organiseren (Afbeelding 19).



Afbeelding 19: Voorbeeld van de aanleg van een verkeersplateau op een kruispunt, met inbegrip van voetpadverbredingen

#### 4.1.8 Het parkeren

In artikel 22ter.1. van de Wegcode is vastgelegd dat stilstaan en parkeren, behoudens plaatselijke reglementering, verboden is op de openbare wegen voorzien van verhoogde inrichtingen (**verkeersdrempels en -plateaus**), die aangekondigd zijn door de verkeersborden A14 en F87 of die, op de kruispunten, alleen aangekondigd zijn door de verkeersborden A14, of die gelegen zijn binnen een zone afgebakend door de verkeersborden F4a en F4b.

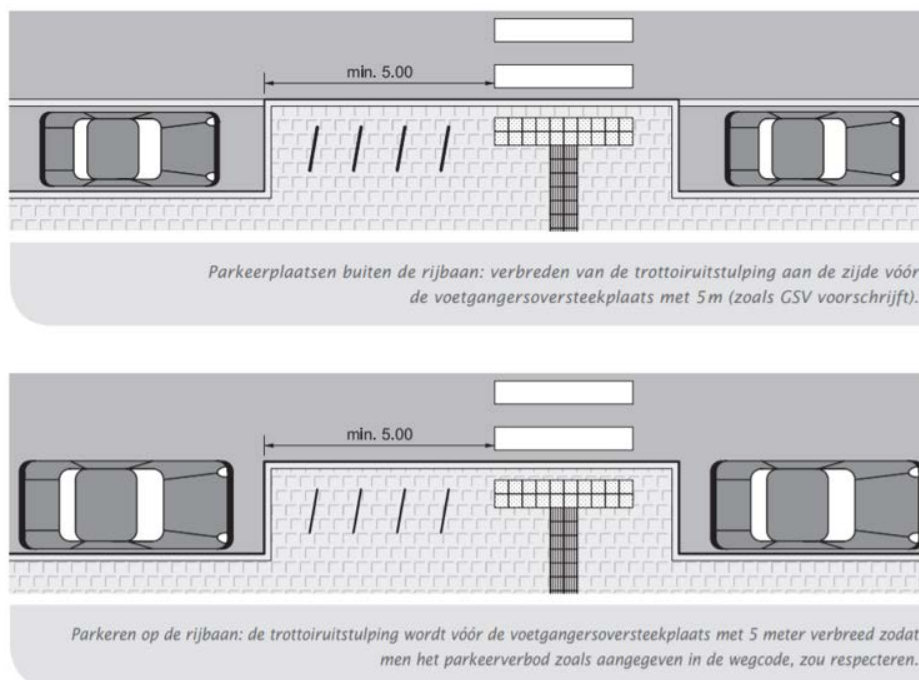
In artikel 11.6 van de Code van de Wegbeheerder is echter vastgelegd dat stilstaan en parkeren niet mag worden toegestaan op de verhoogde inrichtingen op de openbare weg, als genoemd in artikel 22ter.1, 3° van het koninklijk besluit van 1 december 1975 houdende algemeen reglement op de politie van het wegverkeer als die inrichtingen in totaal minder dan 10 m lang zijn. Om te mogen parkeren is dus hetzij een verkeersbord van type E9, hetzij een markering die een parkeervak afbakt nodig.

Afgezien van de automatische vermindering van het aantal parkeerplaatsen levert **de aanleg van een verkeersdrempel of een verkeersplateau, langs een doorlopend weggedeelte, die niet leidt tot de creatie van een oversteekplaats voor voetgangers of fietsers**, in principe geen enkel specifiek probleem op. De beheerder kan echter beslissen bijzondere plaatselijke maatregelen te nemen om het parkeren in de berm te organiseren of de zichtbaarheid van de inrichting te versterken door een bijkomende inrichting (bijvoorbeeld in *Afbeelding 17* rechts).

De aanleg van een **verkeersplateau langs een doorlopend weggedeelte, die aanleiding geeft tot de inrichting van een (al dan niet gemarkeerde) oversteekplaats voor voetgangers of fietsers**, houdt in dat het parkeren in de buurt van de inrichting moet worden georganiseerd rekening houdend met het risico dat de zichtbaarheid van de voetgangers of fietsers die willen oversteken kan worden belemmerd.

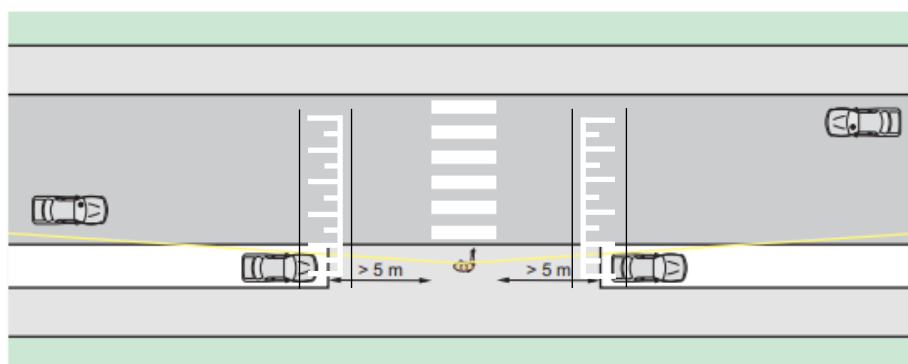
Zoals wordt aangegeven in [Brussel Mobiliteit, 2014] wordt het trottoir verbreed ter hoogte van de voetgangersoversteekplaatsen voor een betere veiligheid van de voetgangers wanneer op de rijbaan een permanente parkeerstrook langs het trottoir ligt. De verbreding van de voetgangersweg wordt verlengd zodat de parkeerzone zich op minstens 5 m van de voetgangersoversteekplaats bevindt in de richting van het verkeer. Hoewel de Wegcode parkeren op de rijbaan op minder dan 5 m vóór een voetgangersoversteekplaats verbiedt, wordt deze regel in de praktijk zelden nageleefd. Bijgevolg dienen uitspringende voetpaden in het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest te worden veralgemeend, ook al om stelselmatig een minimaal zicht voor de voetganger en de voertuigbestuurder te waarborgen (*Afbeelding 20*)<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> In het gewestelijk parkeerbeleidsplan (GPBP) is bovendien vastgelegd dat de wegbeheerders geen plaatsen kunnen voorzien of handhaven op locaties waar artikel 24 van de Wegcode verbiedt om stil te staan of te parkeren, bijvoorbeeld op minder dan 5 meter van kruispunten of op minder dan 20 meter van de verkeerslichten van kruispunten. <https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/parkeerplan.pdf>.



Afbeelding 20: Parkeerbeheer in de omgeving van een voetgangersoversteekplaats [Brussel Mobiliteit (2014). Cahier voetgangerstoegankelijkheid]

Op praktisch vlak leidt de aanleg van een verkeersplateau ter hoogte van een dergelijke oversteekplaats tot de verlenging van het uitspringend voetpad stroomafwaarts van de voetgangersoversteekplaats (om de toegankelijkheid van het parkeren stroomafwaarts te garanderen), zoals voorgesteld in Afbeelding 21. Dit maakt het bovendien mogelijk in beide richtingen een optimale onderlinge zichtbaarheid tussen voetgangers en gemotoriseerde gebruikers te garanderen.



Afbeelding 21: Aanleg van een verkeersplateau in een doorlopend weggedeelte met een voetgangersoversteekplaats, rekening houdend met de wederzijdse zichtbaarheid tussen voetgangers en gemotoriseerde gebruikers (optimale oplossing; de Wegcode legt geen parkeerverbod op 5 m achter de voetgangersoversteekplaats)

In deze inrichting dient uiteraard rekening te worden gehouden met de lengte van de op- en afritten van het verkeersplateau, die doorgaans 1 m of 1,2 m bedraagt op de wegen die niet worden gebruikt door bussen en/of veel vrachtwagens en 2,5 of 3 m in het andere geval<sup>12</sup>. Voor de langere op- en afritten kan dit leiden tot een verlenging van het uitspringende voetpad omdat **tussen de kam en de voetgangersoversteekplaats een afstand van minstens 3 m wordt aanbevolen** om te vermijden dat die laatste moeilijk waarneembaar is gezien de nabijheid ervan met de markeringen van de op- en afrit van het verkeersplateau. Naargelang van de lokale context kan er echter van deze regel worden afgeweken (Afbeelding 22).

<sup>12</sup> De lengte van de op- en afrit kan variëren van 0,70 tot 5 m afhankelijk van het type verkeer en de hoogte van de inrichting (koninklijk besluit van 3 mei 2002 en de errata ervan, zie ook punt 5.3).



*Afbeelding 22: Beperking van de afstand tussen de kam en de voetgangersoversteekplaats door de lokale context: positionering van de oversteekplaatsen volgens de natuurlijke weg van de voetgangers en de locatie van de op- en afritten, rekening houdend met de berijdbare inritten en het behoud van het parkeren.*

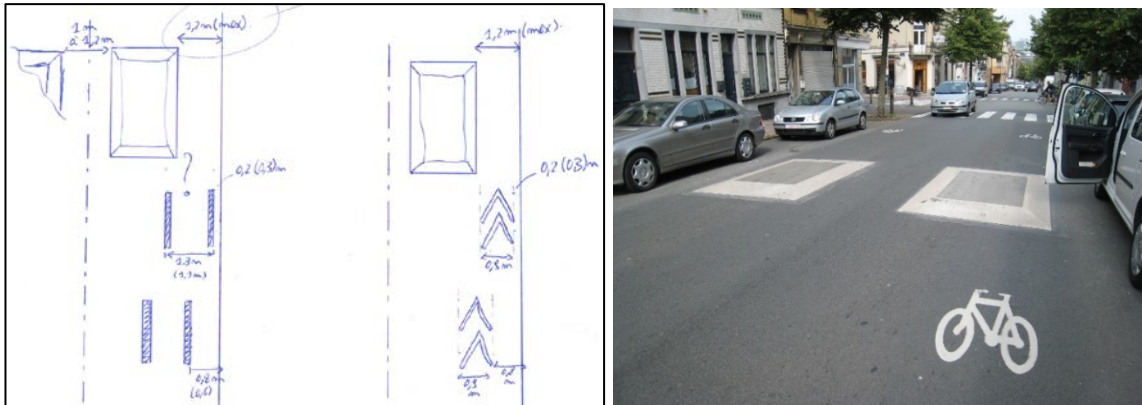
De aanleg van een **verkeersplateau op een kruispunt** tot slot houdt ook in dat het parkeren in de buurt van de inrichting moet worden georganiseerd rekening houdend met de oversteekvoorwaarden van de actieve vervoerswijzen. Parkeren ter hoogte van het verkeersplateau is mogelijk voor zover er specifieke maatregelen worden genomen (*Afbeelding 23*).



*Afbeelding 23: Aanleg van verkeersplateaus op een kruispunt, rekening houdend met de onderlinge zichtbaarheid tussen voetgangers en gemotoriseerde gebruikers (parkeren wordt enkel na de invoering van specifieke maatregelen toegestaan)*

In tegenstelling tot de verkeersdrempels en de verkeersplateaus is er geen enkele wettelijke bepaling specifiek van toepassing op de **rijbaankussens** inzake parkeren. De bepalingen van artikel 24 'Stilstaan- en parkeerverbod' van de Wegcode zijn van toepassing net als voor elke andere wegconfiguratie.

In de praktijk zullen de ontwerper en de beheerder bijzondere aandacht moeten besteden aan de **problematiek van het parkeren in de berm ter hoogte van twee naast elkaar geplaatste rijbaankussens en in aanwezigheid van een fietssuggestiestrook (FSS) of een gemarkeerd fietspad (GFP)**. In overeenstemming met de ministeriële omzendbrief is de vrije ruimte rechts van het rijbaankussen immers tot 1,2 m beperkt. Een dergelijke ruimte, als die lijkt te volstaan voor de doorgang van de fietser, kan gevaarlijk zijn bij het onbedoeld openen van een autodeur (*Afbeelding 24*).



*Afbeelding 24: Illustratie van de problematiek van het parkeren (openen van een autodeur) ter hoogte van twee naast elkaar geplaatste rijbaankussens en in aanwezigheid van een fietssuggestiestrook*

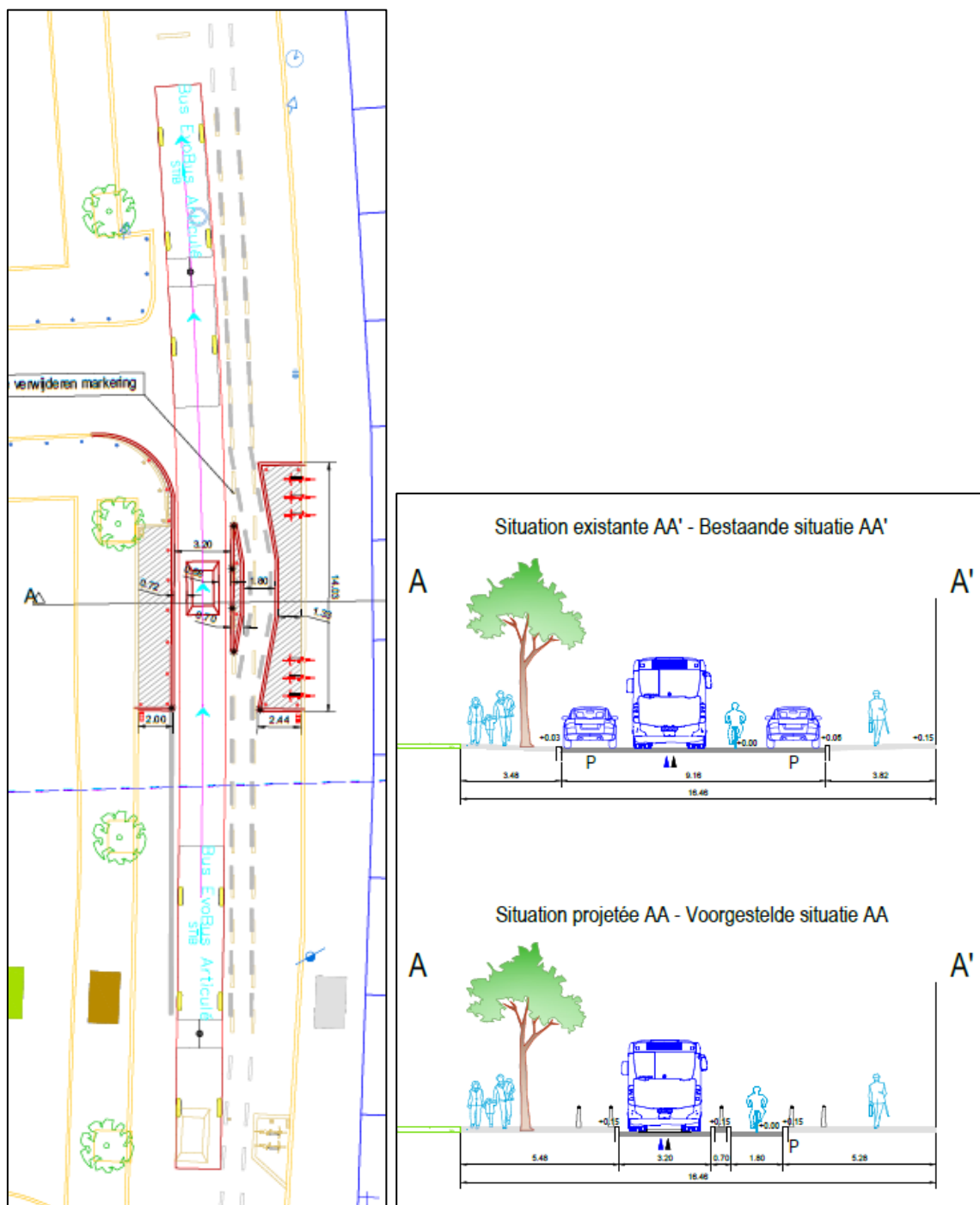
Een GFP is 1,3 m breed (inclusief markeringen). Een GFP is daarom logischerwijs niet verenigbaar met het gebruik van rijbaankussens (tenzij er een lokale inrichting is die het mogelijk maakt om het GFP om te leiden of de lokale onderbreking ervan). In dat geval wordt de voorkeur gegeven aan een FSS, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het parkeren in de berm over een lengte die minstens twee keer gelijk is aan de lengte van het kussen of twee autoparkeerplaatsen wordt tegengaan (*Afbeelding 25*). **Het ontbreken van parkeerplaatsen over een lengte van minstens 6 meter** zou het voor de fietsers mogelijk moeten maken een vlot traject te kunnen behouden en tegelijk eventuele opengaande autodeuren te vermijden. Op die manier kunnen **de bussen zich ook beter aansluiten op de as van de rijbaankussens**. In dat verband raadt de MIVB aan in geen parkeerplaatsen aan weerszijden van de inrichting over 5 m te voorzien wanneer de voor het parkeren voorbehouden ruimte minstens 2 m breed is.



*Afbeelding 25: Inrichting van de berm om het parkeren ter hoogte van de rijbaankussens te vermijden (bijvoorbeeld van een rijbaan van 6,20 m breed, nb. halverwege tussen de twee rijbaankussens ontbreekt er een witte doorlopende lijn)*

In het geval dat in Afbeelding 25 wordt weergegeven wordt aanbevolen het schrappen van de parkeerplaatsen, vóór en achter de inrichting, uit te breiden over een afstand van minstens 8 m aan weerszijden van het kussen wanneer de beschikbare parkeerbreedte minder dan 2 m bedraagt en de plaatselijke herinrichting om de breedte op 2 m te brengen niet mogelijk is.

In aanwezigheid van een GFP en zodra de breedte van de rijbaan dit toelaat, bestaat een alternatieve oplossing in de aanleg van een verkeerseiland en de invoering van een parkeerverbod ter hoogte van het rijbaankussen om de weg van de fietsers te beveiligen (Afbeelding 26). In dat geval moet ervoor worden gezorgd dat de breedte van het GFP niet wordt verkleind en dat er geen obstakel wordt gecreëerd, aangezien dan het risico bestaat dat de veiligheidsomstandigheden voor de fietsers verslechteren. De plaatselijke inrichting voorkomt dat er kan worden omheen gereden.



Afbeelding 26: Project voor de inrichting van een verkeerseiland en parkeerbeperkingen ter hoogte van het rijbaankussen (voorbeeld een rijweg van minstens 9 m breed, netten OV-Comfort en Fiets-Comfort)

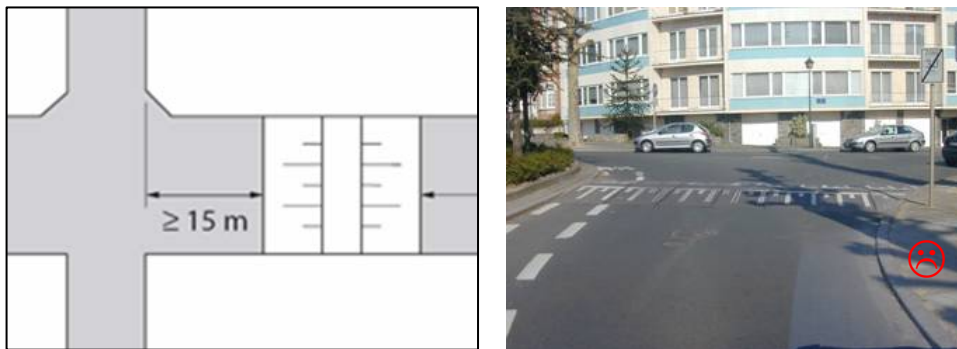
Opmerking: bij een dergelijke inrichting dient de ontwerper ervoor te zorgen dat elk element perfect zichtbaar is, vooral 's nachts en voor de gebruikers van gemotoriseerde tweewielers. Uitstekende boordstenen en andere ruwe elementen dienen te worden vermeden. De verlegging van het fietspad wordt tot het strikte minimum beperkt.

Bij een inrichting, zoals geïllustreerd in Afbeelding 26, dient de ontwerper ervoor te zorgen dat elk element perfect zichtbaar is, vooral 's nachts en voor de gebruikers van gemotoriseerde tweewielers. Uitstekende boordstenen en andere ruwe elementen worden vermeden. Aangezien dit een normaalprofiel is waarbij de fietsers a priori niet moeten vertragen (zoals dit het geval zou kunnen zijn bij het naderen van een oversteekplaats) wordt de verlegging van het fietspad tot het strikte minimum beperkt.

Op een rijweg met eenrichtingsverkeer, behalve in aanwezigheid van beperkt eenrichtingsverkeer, heeft de parkeerbeperking aan de linkerkant van het kussen weinig belang, behalve om te voorkomen dat er in alle omstandigheden om de inrichting heen wordt gereden.

#### 4.1.9 De aanwezigheid van een kruispunt<sup>13</sup>

Volgens het koninklijk besluit van 9 oktober 1998 mogen de **verkeersdrempels** slechts worden aangelegd buiten de kruispunten en op een minimumafstand van 15 meter ervan. Hetzelfde geldt voor de **rijbaankussens** [ministeriële omzendbrief van 31 mei 2002].



Afbeelding 27: Aanleg van verkeersdrempels en rijbaankussens in aanwezigheid van een kruispunt

Wanneer het **verkeersplateau** is aangelegd op een kruispunt garandeert het een vertraging van de snelheid, maakt het de kruising beter zichtbaar en verbetert het de vlotheid van het voetgangersverkeer bij het oversteken. Hoewel deze inrichting in principe op alle soorten van kruispunten kan worden aangelegd [CERTU 2010] is het gebruik ervan relevanter op kruispunten waar een voorrang van rechts van toepassing is, aangezien het bijdraagt aan de erkenning van de voorrangregels die van toepassing zijn op de kruising (zie ook punt 5.2.2).

Op het grondgebied van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest worden vaak verkeersplateaus aangelegd om een verhoogde oversteekplaats voor voetgangers (of een oversteekplaats voor fietsers en voetgangers) te creëren aan de uitgang van dwarsstraten met gematigd verkeer en/of die een maatregel vereisen om de snelheid terug te brengen tot 30 km/u (zie ook punt 5.2.3).



Afbeelding 28: Illustratie van een oversteekplaats voor fietsers en voetgangers op een verkeersplateau aan de uitgang van een dwarsweg

<sup>13</sup> Ter herinnering, de term 'kruispunt' verwijst naar de plaats waar twee of meer openbare wegen samenlopen.

#### 4.1.10 De aanwezigheid van een voetgangersoversteekplaats of het voornemen om er een aan te leggen

Het gebruik van rijbaankussens of een verkeersplateau kan worden gerechtvaardigd door de wil om de snelheid van motorvoertuigen die een voetgangersoversteekplaats naderen te verminderen, of zelfs om het oversteeekcomfort te verbeteren.

Zoals in de ministeriële omzendbrief van 31 mei 2002 wordt vermeld mogen oversteeekplaatsen voor voetgangers, net als wat de verkeersdrempels betreft, niet op rijbaankussens worden gemarkeerd. De rijbaankussens mogen de oversteeekplaats wel omringen en kunnen zo de verplichtingen van de bestuurders ten opzichte van de overstekende voetgangers aan de oversteeekplaats versterken.

In de mate van het mogelijke moet worden vermeden dat de bestuurder tussen de inrichtingen kan slalommen (Afbeelding 29). Als er in het midden van de weg geen verkeerseiland kan worden aangelegd, dient de voorkeur te worden gegeven aan het naast elkaar plaatsen van rijbaankussens (zie ook 7.2).

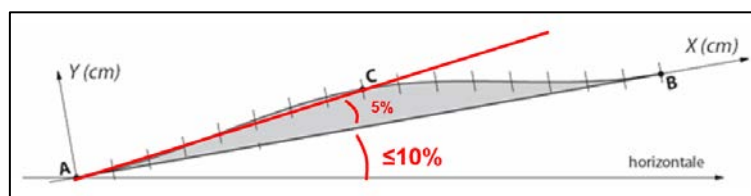


Afbeelding 29: Ongelukkig voorbeeld van aangelegde rijbaankussens waarbij de bestuurders tussen de inrichtingen kunnen slalommen

Bovendien, en zoals zal worden voorgesteld in hoofdstuk 5.2.1, kan de beveiliging van een voetgangersoversteekplaats langs een doorlopend wegedeelte gepaard gaan met een verbetering van de toegankelijkheid ervan door de aanleg van een genivelleerd **verkeersplateau**.

#### 4.1.11 Helling van de weg

De verkeersdrempels en -plateaus worden onder meer en respectievelijk gekenmerkt door de gemiddelde helling van hun profiel en de helling van hun op- en afritten (zie punten 5.3 en 6.3). Wanneer de in aanmerking genomen weg een niet-nulhelling heeft, moet er bij de keuze van de inrichting op worden toegezien dat het percentage van de helling van de weg en van de verkeersdrempel of het verkeersplateau samen niet groter is dan 15% (koninklijk besluit van 9 oktober 1998). Het door de inrichting veroorzaakte ongemak hangt immers af van de combinatie van de helling van de inrichting en die van de weg.



Afbeelding 30: De helling van de weg en van de verkeersdrempel of het verkeersplateau samen moet  $\leq 15\%$ .

In de praktijk kan dit voorschrift nogal beperkend zijn. Wanneer de gemiddelde helling van een verkeersdrempel bijvoorbeeld 5% bedraagt, zal het niet mogelijk zijn deze te installeren op wegen met een helling van meer dan 10%.

Wat de rijbaankussens betreft is in de ministeriële omzendbrief van 31 mei 2002 vastgelegd dat deze niet mogen worden aangelegd op openbare wegen waar de helling 6% of meer bedraagt.



#### 4.1.12 Doeltreffendheid van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen

De doeltreffendheid van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen kan worden bepaald door:

- de impact op de snelheden en de verkeersstromen;
- de impact op de frequentie en de ernst van de ongevallen;
- de impact op de lokale omgeving zoals geluid, trillingen, visuele impact en emissies.

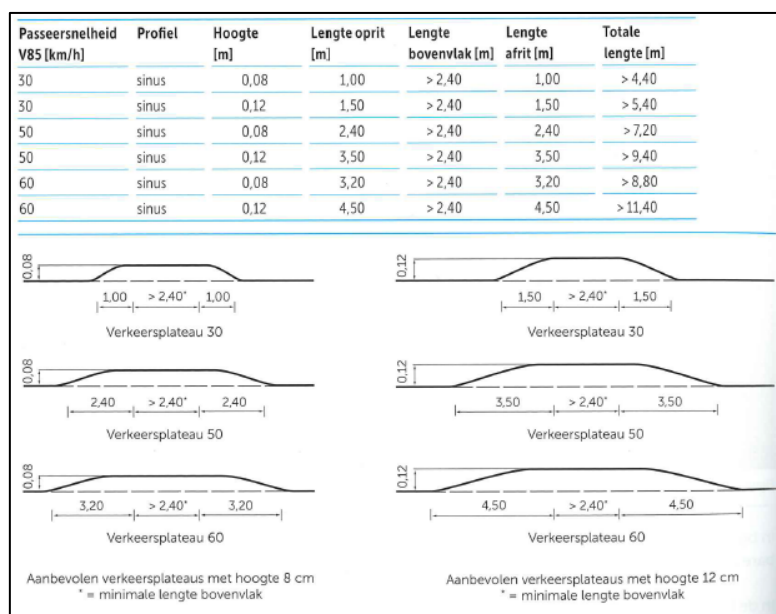
De veranderingen die worden waargenomen op het gebied van deze parameters zullen de houding van het publiek ten opzichte van de desbetreffende inrichting beïnvloeden.

##### 4.1.12.1 Kenmerken en snelheden bij het overrijden van de inrichtingen

Er werden verschillende studies uitgevoerd om verbanden te leggen tussen de versnelling en het door de bestuurder ervaren ongemak bij het overrijden van een verhoogde inrichting. Ze hebben aangetoond dat een sinusoidale verkeersdrempel van 12 cm hoog en 4,8 m lang (zoals voorgeschreven in het koninklijk besluit van 9 oktober 1998, gewijzigd door het koninklijk besluit van 3 mei 2002) aanleiding geeft tot een snelheid V85 = 30 km/u omdat deze snelheid gemiddeld (functie voertuig) een verticale versnelling veroorzaakt die zich, tijdens het rijden, dicht bij de door de gebruikers aanvaarde comfortgrens bevindt.

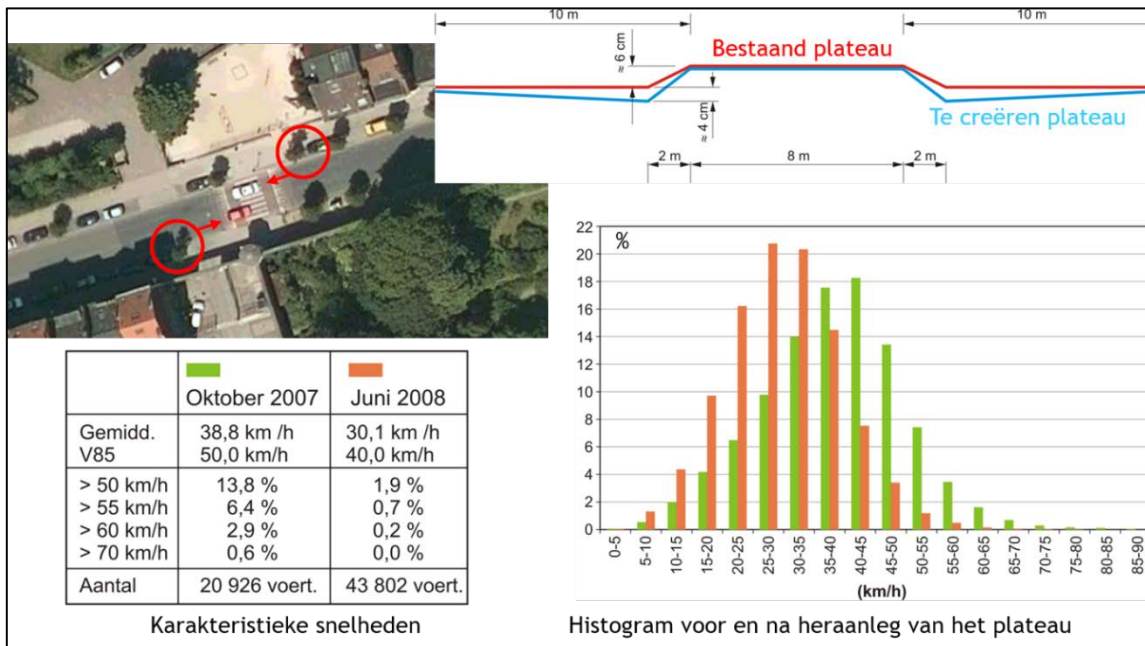
Wat de verkeersplateaus betreft wordt in een vergelijking tussen de Nederlandse inrichtingen (Afbeelding 31) en de door de Belgische wetteksten voorziene inrichtingen (zie punt 5.3) vermeld dat de Belgische verkeersplateaus die zijn voorbehouden voor de wegen zonder bussen en vrachtwagens tot een snelheid van 30 km/u zouden moeten leiden bij het overrijden (voor de auto's), en de verkeersplateaus die zijn bestemd voor wegen die worden gebruikt door een geregelde openbaarvervoerlijn en/of veel vrachtwagens tot een snelheid van 50 km/u bij het overrijden (voor de auto's).

De ervaring leert ons immers dat langere op- en afritten (om een hellingsgraad van 4% te verkrijgen), die aangepast zijn aan bussen omdat ze comfortabeler zijn, slechts in geringe mate bijdragen aan een vermindering van de snelheden van de auto's.



Afbeelding 31: Geometrische kenmerken van de profielen van aangelegde verkeersplateaus in Nederland [CROW, 2014]

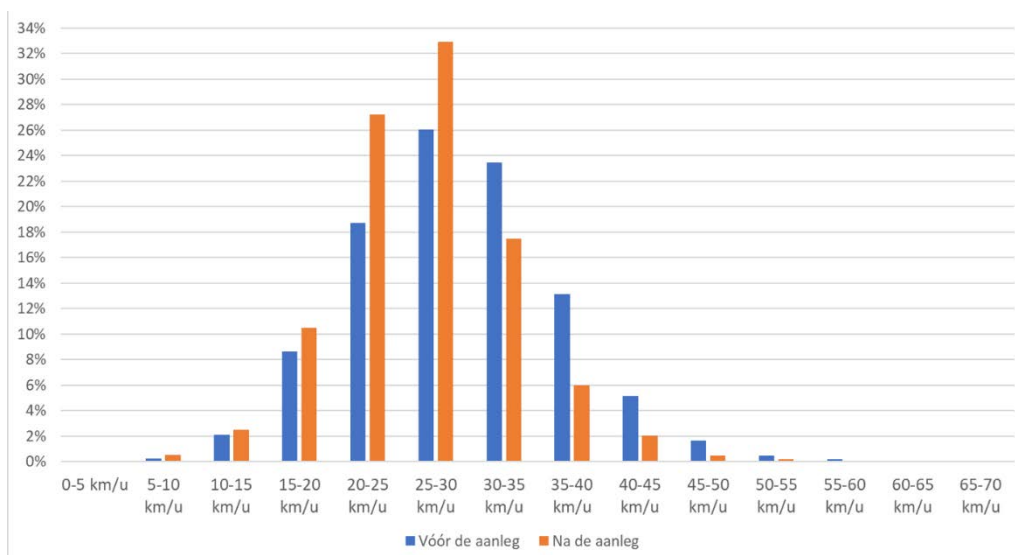
In Afbeelding 32 wordt ter illustratie het resultaat weergegeven van een dubbele snelheidsmeetcampagne die werd uitgevoerd op een verkeersplateau vóór en na de aanpassing van de op- en afritten (wijziging van de hellingsgraad van de op- en afritten van 3% naar 5%). Er wordt opgemerkt dat een hellingsgraad van 3% inderdaad snelheden (V85) van 50 km/u oplevert.



Afbeelding 32: Voorbeeld van een wijziging van de snelheden op een verkeersplateau na een herprofilering van de hellingen

In de jaren 1990 werd een uitgebreide snelheidsmeetcampagne uitgevoerd in Engeland op wegen die zijn uitgerust met **rijbaankussens** met verschillende geometrische afmetingen (gemiddelde van de afmetingen: 1,77 m x 2,54 m x 7,6 cm (b x l x h), afschuiningen voor- en achteraan: 12,5% en afschuiningen aan de zijkant: 24%). De snelheden op de weggedeeltes na de aanleg van de rijbaankussens bedroegen gemiddeld 27 km/u en V85-snelheden van 35,5 km/u [TRL, 1998].

Meer recent werden er snelheidsmetingen uitgevoerd in een ventweg van de Louizalaan in het kader van een studie over de duurzaamheid van de rijbaankussens. De grafiek in Afbeelding 33 illustreert de snelheidsvermindering die werd waargenomen na de aanleg van een rijbaankussen (afmetingen: 1,8 m x 2,0 m x 65 mm (b x l x h)).



Afbeelding 33: Voorbeeld van een vastgestelde snelheidsvermindering na de aanleg van een rijbaankussen (metingen ongeveer 30 meter stroomafwaarts van de inrichting uitgevoerd).

Op deze locatie is de V85-snelheid meer bepaald van 37 km/u naar 33 km/u gezakt, een vermindering van 11%. Dit type resultaat kan uiteraard variëren naargelang van de lokale context en wordt slechts als voorbeeld gegeven.

#### 4.1.12.2 Aanbevolen afstand tussen de inrichtingen

De werking van een verkeersdrempel is verbonden aan de locatie ervan. Het ongemak doet zich enkel voor op de eigenlijke locatie van de verkeersdrempel. De afstand tussen de verkeersdrempels is een logisch gevolg van de snelheid bij het overrijden die eigen is aan het model van de snelheidsbeperkende inrichting ('verkeersdrempelsnelheid') en van de maximale gewenste snelheid op het weggedeelte tussen twee snelheidsbeperkende inrichtingen.

Volgens [CROW, 1988] wordt bij gelijke 'verkeersdrempelsnelheden' de hoogste snelheid tussen twee verkeersdrempels bereikt op een afstand van 0,6 x de afstand tussen de verkeersdrempels. Als de 'verkeersdrempelsnelheid' en de maximale gewenste snelheid in het weggedeelte gekend zijn wordt de afstand tussen de verkeersdrempels afgeleid uit de volgende formule:

$$\text{Afstand tussen de verkeersdrempels} = \text{snelheid weggedeelte} - \text{snelheid verkeersdrempel} \\ \times 150 / (45 - \text{snelheid verkeersdrempel})$$

Volgens [CROW, 1988]

Deze formule kan worden omgekeerd om de toegepaste snelheid tussen de inrichtingen te bepalen:

$$\text{Snelheid weggedeelte} = ((15 \times \text{ruimte tussen de verkeersdrempels} / 150) + 30$$

(voorbeeld voor snelheid verkeersdrempel = 30 km/u

Een afstand van 75 m (zoals voorzien in het Belgische koninklijk besluit) stemt dus overeen met een maximale V85 in een doorlopend weggedeelte van 37,5 km/u (Tabel 7).

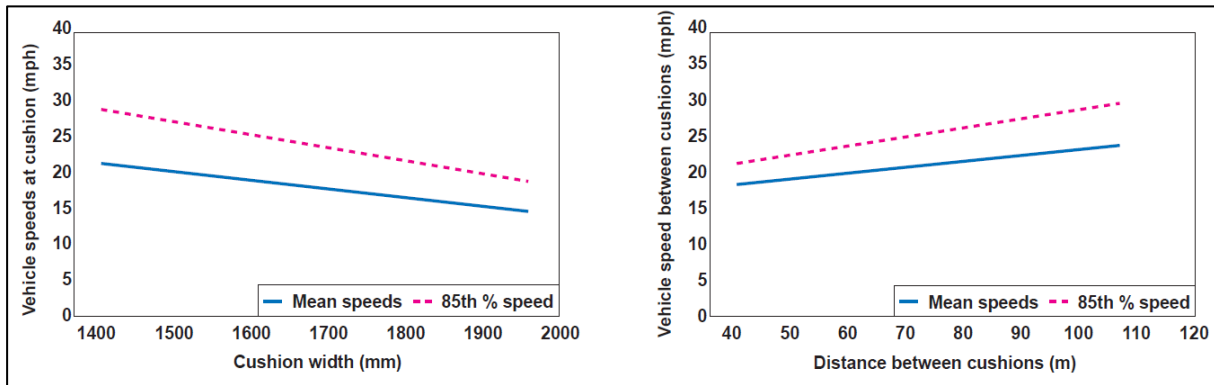
Tabel 7: Theoretische verhouding tussen de maximale gewenste snelheid (V85) op het weggedeelte en de afstand tussen de verkeersdrempels volgens de formule van [CROW, 1988]

Maximale gewenste snelheid (V85) op het weggedeelte	Snelheid (V85) bij het overrijden van de verkeersdrempel	Afstand tussen de inrichtingen
35 km/u	30 km/u	50 m
37,5 km/u		75 m
40 km/u		100 m
45 km/u		150 m
50 km/u		200 m

[TRL, 1993] stelt ook formules voor om de snelheden in het weggedeelte, halverwege tussen de snelheidsbeperkende inrichtingen, te bepalen. Ze geven aanleiding tot resultaten die vergelijkbaar zijn met degene die worden verkregen met de formule van [CROW, 1988]. Nog steeds volgens [TRL, 1993] zijn de volgende formules van toepassing op de Engelse inrichtingen van het type **verkeersplateau** met een vlak deel en op- en afritten met een vlakverdeling (100 mm hoog en 3,70 m lang):

$$V_{moy} = 11,06 + (0,090 \times D) \quad V85 = 12,95 + (0,107 \times D) \quad V_{moy} \text{ en } V85 \text{ (mph); } D \text{ (m)}$$

De talrijke studies die in Engeland werden uitgevoerd op wegen met **rijbaankussens** hebben het mogelijk gemaakt verbanden te leggen tussen de breedte, de lengte, de hoogte en de ruimte tussen de opeenvolgende inrichtingen. Afbeelding 34 die wordt voorgesteld door [Dft, 2007] illustreert de impact van de rijbaankussens en de afstand ertussen op de toegepaste snelheid.



Afbeelding 34: Snelheid van de voertuigen ter hoogte van de rijbaankussens (links) en halverwege tussen de rijbaankussens (rechts) - (1 mph = 1,60934 km/h) [Dft, 2007]

Als conclusie, en behoudens bijzondere lokale omstandigheden, kan worden gesteld dat de afstand tussen opeenvolgende inrichtingen doorgaans tussen 75 en 100 m ligt. In dit interval wordt ook rekening gehouden met een matiging van het ongemak voor de inzittenden van de bussen en de hulpdiensten. Bovendien is het volgens de stand van de techniek aan te bevelen dat de snelheidsbeperkende inrichtingen niet minder dan 20 m van elkaar zijn verwijderd.

#### 4.1.12.3 Effecten van de aanleg van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen op de veiligheid

Zoals Quigley, C. (2017) aangeeft hebben de in het kader van het project SafetyCube<sup>14</sup> onderzochte studies met betrekking tot de effecten van de aanleg van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen op de veiligheid aangetoond dat het aantal ongevallen en de snelheid van de voertuigen afnemen na de aanleg ervan. In de helft van de geanalyseerde studies waren de resultaten significant. In de andere helft van de studies werd geen enkele statistische analyse uitgevoerd.

De significante resultaten werden teruggevonden in studies waarin de verkeersplateaus en de verhoogde oversteekplaatsen de onderzochte snelheidsremmende inrichtingen waren. Hoewel er in de studies over de verkeersdrempels en de rijbaankussens werd vastgesteld dat het aantal ongevallen en de snelheid van de voertuigen afnemen is het niet bekend of de resultaten significant waren omdat de studies over deze inrichtingen geen statistische analyse van de resultaten bevatten.

Katrakazas, C. en Quigley, C. (2017) hebben in het kader van het project 'SafetyCube' ook een meta-analyse over de effecten van de aanleg van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen op ongevallen herzien en vastgesteld dat de beste raming van de daaruit voortvloeiende baten-kostenverhouding ('benefit cost ratio', BCR) 18,2 is, wat betekent dat de baten over het algemeen aanzienlijk hoger zijn dan de kosten.

#### 4.1.13 Kosten en tijd om de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen aan te leggen

De kosten voor de aanleg (inclusief materiaal en uitvoering) van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen variëren uiteraard naargelang van het type inrichting, de afmetingen en de gebruikte technologie. Op basis van de van de opdrachtgevers ontvangen informatie liggen ze doorgaans binnen de in Tabel 8 vermelde marges. Hetzelfde geldt voor de uitvoeringstijd, die zal variëren van een halve dag tot enkele dagen afhankelijk van de gekozen inrichting en de gebruikte constructiemethode.

<sup>14</sup> SafetyCube (Safety CaUsation, Benefits and Efficiency) - <https://www.roadsafety-dss.eu>

Tabel 8: Geraamde kosten en tijd om de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen aan te leggen (te bevestigen)

Type inrichting	Kosten (*)	Uitvoeringstijd (*)
Verkeersdrempel, prefabelementen, vastgezet met ankerpennen	€ 10.000 - 15.000	3 tot 5 dagen **
Verkeersplateau in het weggedeelte		
In het weggedeelte (tweerichtingsverkeer)	€ 75.000 - 80.000 ***	> 5 dagen
Op een kruispunt (4 vertakkingen)	€ 85.000 - 150.000 ****	> 15 dagen
Rijbaankussen(sen)		
Eenvoudig, prefabelement(en)	€ 2.500 - 4.500	2 tot 3 dagen **
Naast elkaar, prefabelement(en)	€ 5.000 - 8.000	2 tot 3 dagen **
Eenvoudig, op de rijweg bevestigde elementen	€ 1.500 - 2.000	1 dag

\*: variabel volgens de afmetingen van de inrichting/de aanleg, de gebruikte technieken en de lokale omstandigheden; \*\*: 10 dagen in geval van het gebruik van zelfnivellerend beton; \*\*\*: prefabelementen + vlak deel; \*\*\*\*: de aanleg van een kruispunt op het verkeersplateau vereist een ingreep ter hoogte van de voetpaden (niveaus).

Bij het nadenken over de keuze van een inrichting, en afhankelijk van de lokale omstandigheden, zal de opdrachtgever ook rekening houden met het feit of de uitvoering van het type inrichting verenigbaar is met het verwachte mobiliteitsbeheer. Het is immers niet verstandig het autoverkeer (met inbegrip van de hulpdiensten, het openbaar vervoer, enz.) gedurende lange periodes om te leiden, om bijvoorbeeld te wachten tot het beton is uitgehard.

Bij het lezen van Tabel 8 begrijpen we het belang van de op de rijbaan bevestigde kussens om veiligheidsproblemen in verband met overdreven snelheid zo snel mogelijk op te lossen. Wanneer deze inrichtingen intensief worden gebruikt vormen ze geen duurzame oplossing op lange termijn (zie punt 8.3.6.2).

## 4.2 Keuze van het type verhoogde snelheidsbeperkende inrichting

### 4.2.1 Voorwoord

Idealiter zorgt het wegontwerp ervoor dat de gewenste maximumsnelheid op de weg wordt nageleefd dankzij de inrichting en de omgeving. In een duurzaam en veilig wegennet is de weg duidelijk, zijn de verkeerssituaties herkenbaar en is een correct weggedrag noodzakelijk. In talrijke situaties lijkt dit echter niet helemaal haalbaar en moeten er lokaal bijkomende verkeersvertragende maatregelen worden genomen [CROW, 2014].

Er kunnen verschillende maatregelen worden overwogen om het gedrag en de snelheid van bestuurders van gemotoriseerde voertuigen te beïnvloeden, zoals wegafbuigingen, vermindering van de breedte van de weg, centrale inrichtingen, sluisen met afwisselend autoverkeer, rotondes of minirotondes, inrichting van landschapselementen, maatregelen van de verkeerspolitie (oordeelkundig gebruik van eenrichtingsstraten, bij voorkeur met tweerichtingsverkeer voor fietsers). In het lengteprofiel kan een verhoging worden aangebracht. Het snelheidsverminderende effect wordt dan veroorzaakt door het ongemak dat de verhoging op de bestuurder en het voertuig uitoefent in de vorm van verticale acceleraties [CROW, 1988]. Er wordt dan gesproken van een **verhoogde snelheidsbeperkende inrichting**.

De drie inrichtingen die in dit document worden besproken, kunnen in principe worden aangepast aan de doorgang van fietsers voor zover de specifieke praktische bepalingen voor fietsinrichtingen worden nageleefd (geometrische kenmerken, comfortparameters).<sup>15</sup>

Een wijziging van het lengteprofiel van de weg is oncomfortabel voor de fietsers. Aangezien ze niet zijn bedoeld om de snelheid van de fietsers te verminderen brengt de aanwezigheid van de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen op hun weg voor hen enkel nadelen met zich mee. Uiteraard profiteren zij van de vermindering van het gemotoriseerde verkeer en de verkeerssluwte door de invoering van gepaste maatregelen: minirotondes, wegverleggingen, ... en verhoogde inrichtingen, die om de bovengenoemde reden geen eerste keuze zijn.

<sup>15</sup> Zie *Vademecums over fietsinfrastructuur* -

<https://mobilite-mobiliteit.brussels/nl/mobiliteitsberoepen/technische-publicaties>

#### 4.2.2 Keuze van het type verhoogde snelheidsbeperkende inrichting

In Tabel 9 zijn alle bovengenoemde elementen samengebracht waarmee rekening moet worden gehouden wanneer wordt nagedacht over de keuze van het type van verhoogde snelheidsbeperkende inrichting.

*Voorafgaande opmerking:*

*Deze tabel stelt de lezer geenszins vrij van de raadpleging van het volledige document, in het bijzonder hoofdstuk 4 waarin elk afzonderlijk element ervan wordt toegelicht. De verwijzingen naar de desbetreffende hoofdstukken worden in dat verband verstrekt.*

Tabel 9: Elementen waarmee rekening moet worden gehouden wanneer wordt nagedacht over de keuze van het type verhoogde snelheidsbeperkende inrichting

	Zie hoofdstuk 6		Zie hoofdstuk 5		Zie hoofdstuk 7		
	Verkeersdrempel	Verkeersplateau type licht voertuig	Verkeersplateau type bussen/vrachtwagens	Enkel rijbaankussens	Naast elkaar gelegen rijbaankussens		
Net Auto Wijk (in het weggedeelte)	Verenigbaar	Verenigbaar	Afgeraden	Verenigbaar	Verenigbaar	Zie § 4.1.1	
Net Auto Comfort (in het weggedeelte)	Onverenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar		
Net Auto Plus (in het weggedeelte)	Onverenigbaar	Onverenigbaar	Afgeraden	Onverenigbaar	Onverenigbaar		
Net Voetganger Wijk (in het weggedeelte) (5)	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Zie § 4.1.1	
Net Voetganger Comfort (in het weggedeelte) (5)	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar		
Net Voetganger Plus (in het weggedeelte) (5)	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar		
Net Fiets Wijk (in het weggedeelte) (5)	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar (15)	Verenigbaar (15)	Zie § 4.1.1, § 4.1.4	
Net Fiets Comfort (in het weggedeelte) (5)	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar (15)	Verenigbaar (15)		
Net Fiets Plus (in het weggedeelte) (5)	Afgeraden	Afgeraden	Verenigbaar	Afgeraden	Afgeraden		
Net OV/VV Wijk (in het weggedeelte)	Onverenigbaar	Onverenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Zie § 4.1.1, § 4.1.2	
Net OV/VV Comfort (in het weggedeelte)	Onverenigbaar	Onverenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar		
Net OV/VV Plus (in het weggedeelte)	Onverenigbaar	Onverenigbaar	Afgeraden	Afgeraden	Afgeraden		
Invalsweg DBDMH (16)	Onverenigbaar	Onverenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Zie § 4.1.3	
Autoverkeersvolume	< 3.000 voert./dag (1)	< 10.000 voert./dag (1')	< 10.000 voert./dag (1')	< 5.000 voert./dag (2)	< 5.000 voert./dag (2)	Zie § 4.1.1	
Snelheidslimiet op het weggedeelte (F1 of C43)	50 km/u (3)	50 km/u (3)	50 km/u (3)	50 km/u	50 km/u	Zie § 4.1.5	
Toegelaten snelheid bij het overrijden (volgens de wetgeving)	30 km/u	30 km/u	30 km/u	50 km/u	50 km/u		
Werkelijke snelheid bij het naderen van de inrichting (V85)	≤ 55 km/u	≤ 55 km/u	≤ 55 km/u	≤ 55 km/u	≤ 55 km/u		
Breedte van de rijweg (excl. parkeerplaatsen, wegversmalling)	3,0 m ≤ l. ≤ 7 m (13)	3,0 m ≤ l. ≤ 7 m (13)	3,2 m ≤ l. ≤ 7 m (13)	3,15 m ≤ l. ≤ 4,15 m (14)	5,90 m ≤ l. ≤ 9,8 m (14)	Zie § 4.1.7	
Parkeren	Verboden op de inrichting (behalve plaatselijke bepalingen)			Vermijden op de berm	Vermijden op de berm	Zie § 4.1.8	
GFP/FSS	Inrichting verenigbaar met GFP/FSS (7)			Onverenigbaar met GFP, niet parkeren op de berm indien FSS		Zie § 4.1.4	
Kruispunt/Kruising	Onverenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Onverenigbaar	Onverenigbaar	Zie § 4.1.9	
Kromming/Bocht	Onverenigbaar	Verenigbaar (12)	Verenigbaar (12)	Onverenigbaar	Onverenigbaar		
Voetgangersoversteekplaats (inclusief verbetering van de toegankelijkheidsvoorwaarden)	Onverenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Verenigbaar	Zie § 4.1.10	
Langshelling van de weg	h. ≤ 5%	h. ≤ 1% of ≤ 7% (4)	h. ≤ 11% of ≤ 12% (4)	h. ≤ 6%	h. ≤ 6%	Zie § 4.1.11	
Minimale ingenomen lengte	4,8 m	6,4 m tot 8,8 m (4)	13 m tot 18 m / 20 m tot 25 m (5')	3 tot 4 m / 1,7 m (6)	3 tot 4 m / 1,7 m (6)		
Efficiëntie in termen van snelheidsvermindering (9)	++	++	+	+	+	Zie § 4.1.12	
Kosten (incl. aanleg, zie ook	€ 10.000/15.000	€ 75.000/150.000 (11)		€ 1.500/4.500	€ 3.000/8.000	Zie § 4.1.13	
Uitvoeringstijd (10; zie ook	ttt	tttt	tttt	t	tt		
Impact op de oppervlaktewaterafvoer	Mogelijke belemmering van de afvloeiing			Geen impact	Geen impact		

(1): Ref. F; (1'): 2 verkeersrichtingen samen

(2): Ref. NI.

(3): inrichting 30 km/u

(4): volgens het gekozen profiel

(5): geen automatische uitsluiting, maar niet noodzakelijk vanuit het oogpunt van de afgelegde weg van deze gebruikers, met uitzondering van verkeersplateaus op kruispunten

(5'): in het geval van gelede bussen

(6): beperkt tot zone 30 km/u

(7): markering GFP onderbreken op de inrichting

(8): kruispunt op meer dan 15 m

(9): ten opzichte van de wettelijke snelheid op de inrichting

(10): hangt ook af van de bouwrijwijd

(11): hangt ook af van de totale lengte van het verkeersplateau

(12): indien hellingen buiten de bochten en zichtbaar op een voldoende grote afstand

(13): rekening houdend met de gebruikelijke breedtes van de stroken

(14): rekening houdend met een rijbaankussensbreedte van 1,75 m en de bepalingen van de ministeriële omzendbrief van mei 2002

(15): de rijbaankussens moeten worden vermeden in fietsstraten omdat ze de fietser ertoe aanzetten om aan de andere kant van de inrichting te rijden, terwijl de centrale positie in de hele straat moet worden aangemoedigd. De veralgemening ervan moet ook op de plaatselijke straten worden vermeden.

(16): overleg met de DBDMH blijft echter noodzakelijk.

## 5 De verkeersplateaus

Een verkeersplateau bestaat uit **een vlakke verhoging waarvan het lengteprofiel trapezoïdaal is, met schuin afgewerkte hellingen, sinusoidaal of vlak**. De aanlegvereisten en de geometrische kenmerken van de verkeersplateaus, zoals voorgeschreven door het koninklijk besluit van 9 oktober 1998, gewijzigd door het koninklijk besluit van 3 mei 2002 (Tabel 1), worden nader toegelicht in de volgende delen.

In bijzondere omstandigheden kan het verkeersplateau slechts een helling hebben. Rekening houdend met de configuratie van de plaats (met name de hellingen) kan het immers onmogelijk blijken klassieke verkeersplateaus met een toegangshelling aan weerszijden of aan alle ingangen aan te leggen. De regels met betrekking tot de verticale markering en de kammarkering moeten echter wel in acht worden genomen (zie punt 5.3).

### 5.1 Het gebruik van de inrichting

De verkeersplateaus mogen worden aangelegd op openbare wegen die zijn gelegen, hetzij **binnen een bebouwde kom**, hetzij buiten een bebouwde kom op plaatsen waar zich woningen of door het publiek bezochte gebouwen bevinden, of op plaatsen waar gewoonlijk veel voetgangers of fietsers komen op voorwaarde dat er **een snelheidsbeperking van 50 km/u**<sup>16</sup> van toepassing is.

Bovendien moeten deze wegen zodanige verkeersvoorwaarden bieden dat een aanzienlijke vermindering van de snelheid van de voertuigen de veiligheid verhoogt. Wat het verkeersvolume betreft, raadt CERTU (2010) aan ze niet te gebruiken op wegen die per dag in beide richtingen samen door meer dan 10.000 voertuigen worden gebruikt.

Het gebruik ervan is **toegelaten op wegen die worden gebruikt door een geregelde openbare dienst voor gemeenschappelijk vervoer of voertuigen van hulpdiensten**, op voorwaarde dat er werd overlegd met de betrokken diensten en dat de geometrie (lengte en hellingsgraad van de op- en afritten, lengte van het vlakke deel) van het verkeersplateau dienovereenkomstig wordt aangepast (zie punt 5.3). Voor deze situaties wordt in 'meer comfortabele' profielen voorzien. Desondanks kan het verkeersplateau een gevoel van ongemak veroorzaken bij de passagiers van het openbaar vervoer (waarvan een deel rechtopstaand reist), vooral wanneer men tijdens het traject veel inrichtingen tegenkomt. Bovendien zal de verlenging van de opritten wellicht ook leiden tot een toename van de snelheden van de lichte voertuigen tijdens het overrijden, waardoor het gewenste vertragende effect in twijfel wordt getrokken.

### 5.2 De aanleg van de inrichting

De verkeersplateaus moeten als volgt worden aangelegd:

- loodrecht op de as van de rijbaan en minstens over haar totale breedte<sup>17</sup>;
- zodanig dat de op- en afritten buiten de bochten zijn gelegen en op een voldoende grote afstand zichtbaar zijn;
- op een minimale afstand van ongeveer 75 m van elke andere verhoogde inrichting (zie ook punt 4.1.12), behalve als ze op kruispunten zijn aangelegd en behoudens bijzondere plaatselijke omstandigheden ([beveiliging van de omgeving van scholen of van erediensplaatsen](#)).

Bovendien mag het percentage van de weghelling dat wordt toegevoegd aan die van de op- en afrit van de inrichting niet meer dan 15% bedragen. In de praktijk kan deze voorwaarde, op hellende wegen, relatief beperkend zijn, aangezien sommige verkeersplateaus die voor wegen zonder busverkeer worden gebruikt al over op- en afritten met een hellingsgraad van 12 of 14% beschikken (zie Tabel 11 en Tabel 12).

<sup>16</sup> *Gereguleerd door het gebruik van een verkeersbord F1 of verkeersbord type C43.*

<sup>17</sup> *Wanneer de rijrichtingen op een rijbaan van elkaar zijn gescheiden anders dan door wegmarkeringen mag de breedte van het verkeersplateau echter beperkt zijn tot het gedeelte van de rijbaan bestemd voor één rijrichting.*



## 5.2.1 Toepassingsgebieden van een verkeersplateau ter hoogte van het weggedeelte

In normaalprofiel is de aanleg van een verkeersplateau vooral relevant wanneer men de aandacht van de gemotoriseerde gebruikers op een bijzondere situatie wil vestigen, die kan leiden tot de oversteek van de rijbaan door andere gebruikers (in de buurt van een school, oversteekplaats voor fietsers of voetgangers, uitrit van een groene weg, enz.). Hierdoor en als gevolg van de vermindering van de snelheden die eruit voortvloeit, maakt de aanleg van een verkeersplateau het vaak mogelijk de veiligheids- en toegankelijkheidsvoorwaarden van een oversteekplaats voor voetgangers en/of fietsers te verbeteren (zie ook het [Cahier voetgangerstoegankelijkheid](#)).



Afbeelding 35: Verkeersplateau in normaalprofiel met voetgangersverkeer in de omgeving van een school of aan het einde van een groene weg (Veldkapellaan - Sint-Lambrechts-Woluwe - Net Auto Plus)

## 5.2.2 Aanleg van een verkeersplateau op een kruispunt

### 5.2.2.1 Comfort en veiligheid van oversteekplaatsen voor voetgangers en fietsers

Wanneer het verkeersplateau is aangelegd op een kruispunt veroorzaakt het een vertraging, draagt het bij tot de zichtbaarheid van het kruispunt en verbetert het plateau het comfort van de voetgangers (en zelfs van de fietsers) bij het oversteken, door een continuïteit met het niveau van het voetpad te garanderen (zie ook het [Cahier voetgangerstoegankelijkheid](#)). Daartoe moet de geometrie worden aangepast aan de plaatselijke omstandigheden van het voetpad (hoogte van de inrichting), waarbij ook rekening moet worden gehouden met het soort van verkeer (lengte van de op- en afrit en lengte van het vlakke gedeelte).



Afbeelding 36: Verkeersplateau aangelegd op een kruispunt, waardoor enerzijds de voetgangersoversteekplaatsen kunnen worden ingekort en geherpositioneerd volgens de natuurlijke weglijnen en anderzijds de toegankelijkheid kan worden verbeterd en de snelheid kan worden verminderd (kruispunt Gerlachestraat en Haerestraat in Etterbeek).

Met het oog op het comfort van de voetgangers zou het net Voetgangers + de aanleg van verkeersplateaus op het kruispunt vereisen. Dit net kruist echter vaak de netten Auto + of Openbaar Vervoer +, waar eerder de voorkeur wordt gegeven aan voetgangersoversteekplaatsen op kruispunten met verkeerslichten.

Op de voetgangersboulevards die zich in de bovenste categorie van het net Voetgangers + bevinden, moeten voetgangersoversteekplaatsen op het verkeersplateau op kruispunten worden aangelegd, om redenen die verband houden met het comfort, de vlotheid en de zichtbaarheid, maar ook om de voorrangstatus van de voetganger en de uitzonderlijke gebruikskwaliteit duidelijk te bevestigen. Deze voetgangersboulevards, die in het Good Move-plan in totaal met 9 zijn en die vanuit het centrum vertrekken, moeten uitkomen bij de grote stations of emblematische plaatsen, zoals de Europese wijk.

#### 5.2.2.2 Type kruispunt (voorrangsbeheer)

Een verkeersplateau wordt normaal niet aangelegd op een kruispunt waar de voorrang wordt geregeld door driekleurige verkeerslichten of verticale signalisatie. Hoewel deze inrichting (technisch gezien) op alle soorten van kruispunten kan worden aangelegd, is het gebruik ervan volgens [CROW 2014] voorbehouden aan kruispunten waar een voorrang van rechts van toepassing is, aangezien het bijdraagt aan de erkenning van de voorrangsregels die van toepassing zijn op de kruising.

**Het verhogen van het hele kruispunt tot een verkeersplateau is immers bijzonder relevant in het geval van een kruispunt met meerdere vertakkingen van dezelfde categorie, waar de regel van de voorrang van rechts van toepassing is.**

*Opmerking: de verhoging van het hele kruispunt tot een verkeersplateau is ook relevant in het geval van een voorrangsweg waar een snelheidsvermindering nodig is door de aanwezigheid van de actieve vervoerswijzen (kruising met het netten Voetganger of Fiets Comfort/Plus).*

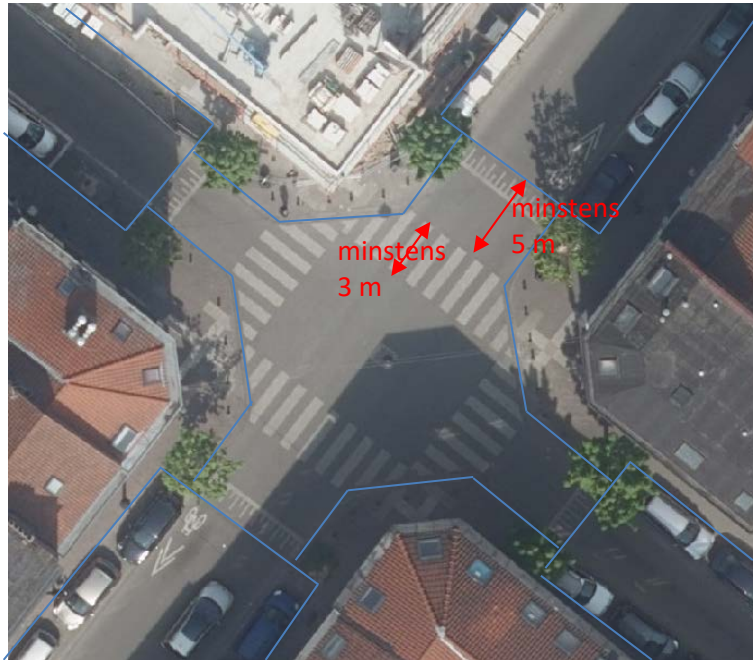
Bij dit type inrichting wordt er in het bijzonder op toegezien dat **het verkeersplateau en de op- en afritten ervan zich voldoende ver uitstrekken tot in de straten**, onder meer om de voetgangers het beste mogelijke comfort te bieden, maar ook om te vermijden dat er te laat wordt geremd in de buurt van de voetgangersoversteekplaatsen en om niet het risico te lopen dat de voertuigen die staan te wachten of het begin van de bocht nemen worden gedestabiliseerd. Zo stelt [TRL, 1993] bijvoorbeeld voor dat het verhoogde oppervlak zich minstens 6 meter uitstrekt in de zijstraten, zodat het voorste voertuig zich op hetzelfde niveau bevindt in de onmiddellijke nabijheid van de verbinding. [CROW, 2012] beveelt dan weer een afstand van ongeveer 10 meter aan<sup>18</sup>.

Aangezien de markeringen van de voetgangersoversteekplaatsen enerzijds minstens 3 meter lang moeten zijn<sup>19</sup> en de wielbasis en de lengte van de huidige bijzondere voertuigen anderzijds respectievelijk variëren van 2,4 tot 3,1 meter en 3,5 tot 5,1 meter zal een vlak oppervlak met een lengte van **7 tot 8 meter** (incl. voetgangersmarkeringen) er over het algemeen voor zorgen dat het voertuig zich op het niveau bevindt in de onmiddellijke nabijheid van de verbinding.

Indien er in de nabijheid van het kruispunt kan worden geparkeerd, wordt ervoor gezorgd dat de verbreding van het voetpad zodanig wordt uitgebreid dat het parkeerterrein op minstens 5 m (inclusief op- en afrit en kam) van de voetgangersoversteekplaats in de rijrichting begint (*Afbeelding 20 en Afbeelding 37*).

<sup>18</sup> ASVV 2012, hoofdstuk 11.3.2 – Erftoegangswegen.

<sup>19</sup> Op wegen waar de toegelaten maximumsnelheid lager is dan of gelijk is aan 70 km/u (artikel 18.3 van de Code van de Wegbeheerder).



Afbeelding 37: Verlenging van het verkeersplateau in de vertakkingen van het kruispunt in aanwezigheid van parkeergelegenheid (kruispunt van de Joseph Claesstraat en de Merodestraat in Sint-Gillis) - Opmerking: in de Merodestraat zijn twee gewestelijke fietsroutes gelegen en de twee straten zijn wegen van het net Voetgangers - Comfort.

Bij het ontbreken van parkeergelegenheid zal een afstand van 3 m doorgaans voldoende zijn. Er moet echter voor worden gezorgd dat de kammarkering op de op- en afritten de markering van de voetgangersoversteekplaats of andere markeringen met betrekking tot het kruispunt niet visueel hindert (Afbeelding 38). Concreet **wordt een minimale afstand van 3 m tussen de kam en de voetgangersoversteekplaats aanbevolen.**



Afbeelding 38: Onvoldoende afstand tussen de kammarkering van de opritten en de markering van de voetgangersoversteekplaats - Kruispunten tussen de Grootveldlaan en de Montgolfierlaan in Sint-Pieters-Woluwe (foto links), tussen de Wijnheuvelestraat en de Trooststraat in Schaarbeek (foto rechts)

### 5.2.3 Aanleg van een verhoogde inrichting op de kruising met een zijstraat

In een stedelijke omgeving wordt bijzondere aandacht besteed aan het verkeer van voetgangers en fietsers, zowel om redenen die verband houden met de toegankelijkheid als met de veiligheid. Er worden onder meer maatregelen genomen om de continuïteit ervan aan de uitgang van de dwarsstraten te waarborgen. Zo blijkt dat er op het terrein verschillende soorten van verhoogde inrichtingen bestaan in het verlengde van voetpaden of fietsvoorzieningen (Afbeelding 39).



Afbeelding 39: Illustratie van verschillende soorten van verhoogde inrichtingen die in het verlengde van voetpaden of fietsvoorzieningen zijn aangelegd

Gezien hun bestemming vallen deze specifieke inrichtingen in principe buiten het toepassingsgebied van deze handleiding die gewijd is aan de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen, zoals gedefinieerd in het koninklijk besluit van 3 mei 2018 tot wijziging van het koninklijk besluit van 9 oktober 1998 tot bepaling van de vereisten voor de aanleg van verhoogde inrichtingen op de openbare weg en in de ministeriële omzendbrief van 31 mei 2002 betreffende de verhoogde inrichtingen en de rijbaankussens.

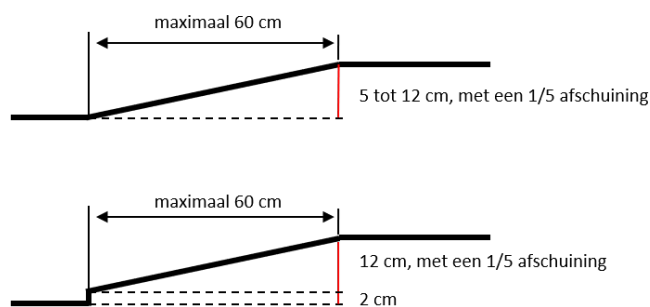
Er bestaat echter nog steeds verwarring over de regels en goede praktijken die van toepassing zijn op deze verhoogde inrichtingen die in het verlengde van een voetpad of andere doorlopende trottoirs zijn aangelegd.

### 5.2.3.1 Het doorlopende trottoir

*Voorafgaande opmerking: we raden de lezer aan ook de technische fiche te raadplegen die aan de doorlopende trottoirs is gewijd [Brussel Mobiliteit, 2020\_2].*

Het 'doorlopende trottoir' is een inrichting die wordt gereguleerd door artikelen 2.40 en 12.4bis van de Wegcode en is bedoeld om de doorlopende begaanbaarheid voor de voetgangers aan de uitgang van dwarsstraten te waarborgen. Het is een oversteekplaats zonder hoogteverschillen die is uitgerust met boordstenen die in het verlengde van het gewone trottoir liggen. De voetganger kan een ononderbroken traject afleggen en behoudt zijn voorrang.

Aangezien het om een verlenging van het trottoir gaat, mag er geen enkele markering van een voetgangersoversteekplaats op worden aangebracht. De voorrang van de voetgangers wordt versterkt doordat de verharding van het trottoir ter hoogte van de oversteekplaats doorloopt (ten opzichte van de aangrenzende delen). Hierdoor, maar ook door de aanwezigheid van een boordsteen, worden de bestuurders van de voertuigen verplicht te vertragen. Om de geluidsoverlast en het ongemak voor de voertuigen te beperken en zelfs de veiligheid van de tweewielers te garanderen moet echter bijzondere aandacht worden besteed aan de kenmerken van de boordstenen, om ervoor te zorgen dat ze kunnen worden overgestoken.



Zo is het mogelijk om, onder een hoogte van 14 cm, voertuigen toegang te verlenen door middel van een vrij korte toegangshelling met een afschuiving van 1/5 (helling van 20%) waarvan de basislengte niet meer dan 60 cm bedraagt.

Om de duurzaamheid te garanderen, moeten deze elementen op een 20 cm dikke fundering van mager beton worden geplaatst en perfect worden ondersteund door het trottoir, waarvan de fundering ook uit mager beton is vervaardigd. Deze trottoirelementen kunnen op de fundering in mager beton in een mortelbed worden gelegd.

Wat de stabiliteit van de tweewielers betreft, moet erop worden toegezien dat de verticale opstand van de gekozen boordsteen niet groter is dan 2 cm. Daarnaast kan ook worden overwogen de boordsteen te verlagen op de plaats waar de fietsers het doorlopend trottoir oversteken.

Om ervoor te zorgen dat personen met een visuele beperking de oversteekplaats gemakkelijker kunnen lokaliseren, moeten er podotactiele elementen (ribbel- en noppentegels) worden gebruikt, waarbij dezelfde plaatsingsregels in acht moeten worden genomen als voor de voetgangersoversteekplaatsen<sup>20</sup>.

De aanleg van een doorlopend trottoir is het meest aangewezen in stedelijke omgevingen waar de straten al zijn voorzien van voetpaden. Het wordt enkel gebruikt in de bebouwde omgeving aan het einde van een kleine straat met een lage verkeersintensiteit op een weg van een hogere categorie. Concreet worden dergelijke constructies bijvoorbeeld gebruikt voor de afbakening van woonwijken, de ingang van een zone 30, de uitgang van een kleine winkelstraat, enz. Gezien het toepassingsgebied ervan en het ongemak dat het voor de voertuigen creëert, zou een geregelde buslijn niet over een doorlopend trottoir mogen rijden.

### 5.2.3.2 Verhoogde voetgangersoversteekplaats (of fietspad)

Op het terrein wordt op de kruising van een zijstraat met een hoofdweg vastgesteld dat er een ander soort van verhoogde inrichting wordt gebruikt in het verlengde van voetpaden of fietsvoorzieningen. Een dergelijke verhoogde inrichting die in het verlengde van het trottoir wordt geplaatst, kan leiden tot de markering van een voetgangersoversteekplaats. Het gaat echter in geen geval om een doorlopend trottoir (aangezien die andere kenmerken heeft).

**Deze inrichting is een geschikte oplossing voor de uitgang van dwarsstraten met een hoger verkeersvolume (in vergelijking met die waar een doorlopend trottoir zou worden aangelegd).**

Een dergelijke inrichting met de geometrische kenmerken van een verkeersplateau (er worden in het bijzonder vaak geprefabriceerde elementen gebruikt die bestemd zijn voor de op- en afritten van de verkeersplateaus) wordt geïnstalleerd om de voertuigen die in de zijstraat rijden of deze inslaan te laten vertragen. Dit type inrichting is gebruikelijk om de ingang van een zone 30 aan te geven, of een ander type van lokale zone, waar de woonfunctie overheerst.



Afbeelding 40: Verhoogde voetgangersoversteekplaats aan de uitgang van een zijstraat - Kruispunt tussen de Daillylaan en de François Bossaertsstraat in Schaerbeek

Bij het lezen van de wetteksten (Tabel 10) over de verkeersplateaus is het echter niet duidelijk of de wetgever heeft willen voorzien in de aanleg van verkeersplateaus in het verlengde van de trottoirs. Daarom zijn enkele verduidelijkingen en een oppuntstelling nodig.

<sup>20</sup> Cahier voetgangerstoegankelijkheid - Brussel Mobiliteit – 2014.

Tabel 10: Uittreksel uit het regelgevingskader dat van toepassing is op de verkeersplateaus

In het koninklijk besluit van 3 mei 2002 tot wijziging van het koninklijk besluit van 9 oktober 1998 zijn de vereisten voor de aanleg van verhoogde inrichtingen (waaronder verkeersplateaus) op de openbare weg vastgelegd. Uit deze teksten blijkt dat de verkeersplateaus slechts op een zodanige manier mogen worden aangelegd dat de op- en afritten van het verkeersplateau buiten bochten liggen en zichtbaar zijn vanop voldoende afstand.

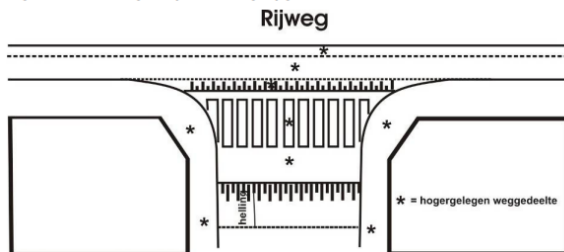
Bovendien moet volgens artikelen 7.4.bis en 12.18 van de Code van Wegbeheerder de signalisatie van de verkeersplateaus worden verzekerd door een verkeersbord A14 op afstand en een verkeersbord F87 op hoogte te plaatsen (die laatste is niet nodig als het verkeersplateau zich op een kruispunt bevindt). Deze verkeersborden zijn niet nodig in een zone 30.

Gezien de zichtbaarheidsvoorwaarde van de op- en afritten en de signalisatiebehoeften kan men zich afvragen of de verhoogde inrichtingen die aan de uitgang van een dwarsweg zijn aangelegd (zoals in de bovenstaande afbeelding) in strikte zin als verkeersplateaus kunnen worden beschouwd (in de zin van het bovenvermelde koninklijke besluiten).

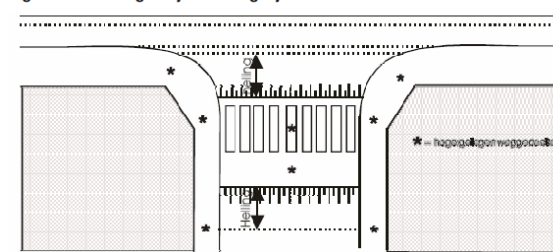
Om de redenen die in Tabel 10 worden aangehaald, **is het in dit stadium beter de term 'verhoogde voetgangersoversteekplaats' (of 'verhoogd fietspad') te gebruiken. Aangezien het toepassingsgebied ervan een aanvulling vormt op dat van de doorlopende trottoirs zouden ze een plaats moeten krijgen binnen het wetgevingsarsenaal.**

Voor deze inrichtingen moet er echter ook op worden toegezien dat de kammarkering op de op- en afritten de markering van de voetgangersoversteekplaats of andere markeringen met betrekking tot het kruispunt niet visueel hindert. Bij het verlaten van de zijweg wordt een minimale afstand van 3 m tussen de kam en de voetgangersoversteekplaats aanbevolen. Volgens [AWV, 2009] kunnen twee aanlegmanieren worden overwogen naargelang van de plaats van de voetgangersoversteekplaats en de zichtbaarheidsomstandigheden (*Afbeelding 41*).

Figuur 42: Verhoogde zijaansluiting bij goede zichtbaarheid.



Figuur 43: Verhoogde zijaansluiting bij slechte zichtbaarheid.



Afbeelding 41: De plaats van de voetgangersoversteekplaats wordt onder meer bepaald door de zichtbaarheidsomstandigheden (en dus de positie van het voertuig) aan de uitgang van de zijweg [AWV, 2009].

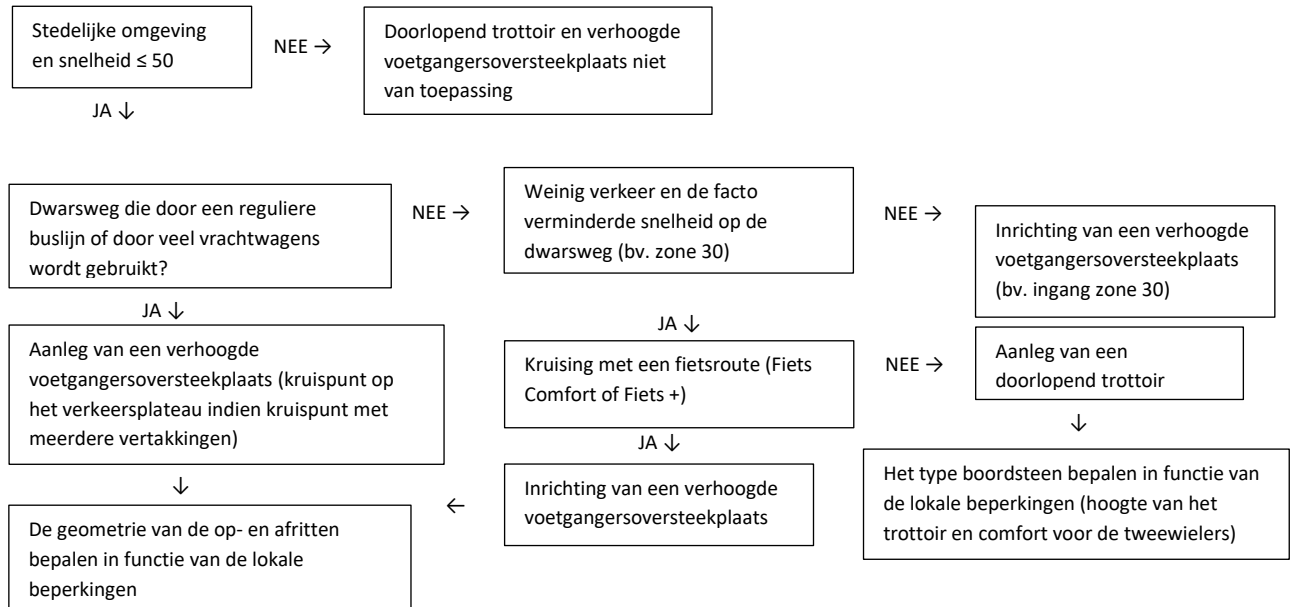
Een dergelijke verhoogde inrichting kan ook bijdragen aan een hoger comfortniveau in het geval van een oversteekplaats voor fietsers (*Afbeelding 42*).



Afbeelding 42: Oversteekplaats voor voetgangers en fietsers aan de uitgang van de Ridderschapslaan in Etterbeek

### 5.2.3.3 Vereenvoudigd schema ter ondersteuning van de beslissing over de keuze van het type verhoogde inrichting op het kruispunt met een zijstraat

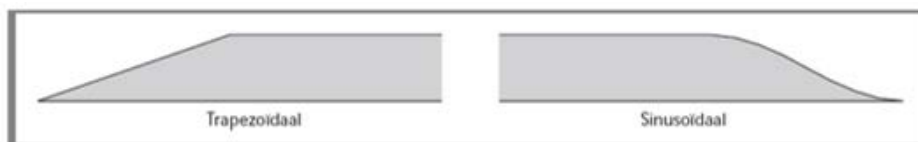
**Betreft:** aanleg van een voetgangersoversteekplaats ter hoogte van een kruispunt in aanwezigheid van een trottoir, met als doel de doorlopende begaanbaarheid voor de voetgangers (voorrang en toegankelijkheid) te garanderen en de voertuigen te verplichten te vertragen



## 5.3 De geometrische kenmerken van de plateaus

Het lengteprofiel van deze inrichting kan worden gewijzigd door de hoogte (H), de hellingsgraad (I) en de vorm van de toegangshelling en de lengte (P) ervan te veranderen. Deze geometrische elementen moeten echter beantwoorden aan de voorschriften van onderstaande Tabel 11 en Tabel 12.

Zo kunnen de **op- en afritten** van een verkeersplateau **sinusoïdaal of vlak** zijn (respectievelijk 'verkeerplateau met sinusoidale op- en afrit' en 'trapezoïdaal verkeersplateau' in de volgende tabellen).



Afbeelding 43: Vorm van de op- en afrit van een verkeersplateau

De **hoogte van het verkeersplateau (H)** is veranderlijk in functie van zijn doelstelling (keuze van de projectontwerper): de aanbevolen hoogtes zijn 10,0 of 12,0 cm. De hoogte kan echter gelijk zijn aan de hoogte van de trottoirrand, met een maximum van 15,0 cm en een minimum van 8,0 cm wanneer de lokale omstandigheden dit vereisen.

De 'lokale omstandigheden' zijn in de wetteksten niet gedefinieerd. Het begrip van 'nivellering' ten opzichte van de boordstenen doet echter vermoeden dat deze omstandigheden overeenstemmen met situaties waarin de doorlopende begaanbaarheid en de toegankelijkheid van de wegen voor de voetgangers moeten worden gegarandeerd, in het bijzonder voor personen met een beperkte mobiliteit<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> Het koninklijk besluit van 9 oktober 1998 (gewijzigd door dat van 3 mei 2002) bevatte trouwens de woorden '... wanneer op het verkeersplateau een oversteekplaats voor voetgangers is aangebracht'.

Tabel 11: Geometrische kenmerken van een trapezoïdaal verkeersplateau  
[koninklijk besluit van 3 mei 2002]

Trapezoïdaal verkeersplateau					
Hoogte ( $H_p$ ) van het verkeersplateau (cm)		8,0	10,0	12,0	15,0
Op wegen die niet door autobussen en/of veel zware voertuigen worden gebruikt	Lengte (P) van het bovenzvlak (m)	-	> 5	> 5	> 5
	Helling (I) van de op- en afrit (%)	-	14	12	10
	Lengte (S) van de op- en afrit (m)	<b>0,60</b>	0,70	1,00	1,50
Op wegen die gebruikt worden door autobussen en/of veel zware voertuigen	Lengte (P) van het bovenzvlak (m)	-	> 8(*)	> 8(*)	> 8(*)
	Helling (I) van de op- en afrit (%)	-	4	4	3
	Lengte (S) van de op- en afrit (m)	<b>2,00</b>	2,50	3,00	5,00

Tabel 12: Geometrische kenmerken van een verkeersplateau met een sinusoidale op- en afrit  
[koninklijk besluit van 3 mei 2002]

Verkeersplateau met sinusoidale op- en afrit					
Hoogte ( $H_p$ ) van het verkeersplateau (cm)		8,0	10,0	12,0	15,0
Op wegen die niet door autobussen en/of veel zware voertuigen worden gebruikt	Type	-	85	120	190
	Lengte (P) van het bovenzvlak (m)	-	> 5	> 5	> 5
	Helling (I) van de op- en afrit (%)	-	12	10	8
	Lengte (S) van de op- en afrit (m)	<b>0,70</b>	0,85	1,20	1,90
Op wegen die gebruikt worden door autobussen en/of veel zware voertuigen	Type	-	-	-	380
	Lengte (P) van het bovenzvlak (m)	-	-	-	> 8(*)
	Helling (I) van de op- en afrit (%)	-	-	-	4
	Lengte (S) van de op- en afrit (m)	-	-	-	3,80

De **lengte van de op- en/of afrit (S)** wordt bepaald op basis van het type verkeer en de hoogte van het verkeersplateau (in overeenstemming met de vorige tabellen). De hoogte van het verkeersplateau en de lengte van de op- en afrit bepalen de **helling (I) van de op- en afrit** (die zelf in de twee voorgaande tabellen wordt vermeld).

De **lengte van het bovenzvlak van het verkeersplateau (P)** hangt dan weer af van de lokale omstandigheden (kenmerken van de inrichting) en het type verkeer dat gebruikmaakt van het verkeersplateau. Ze bedraagt in elk geval minstens 5,00 meter. Ze zal worden verhoogd tot minstens 8,00 meter voor de wegen die door autobussen (of veel vrachtwagens) worden gebruikt en tot minstens 15,00 meter voor gelede autobussen.

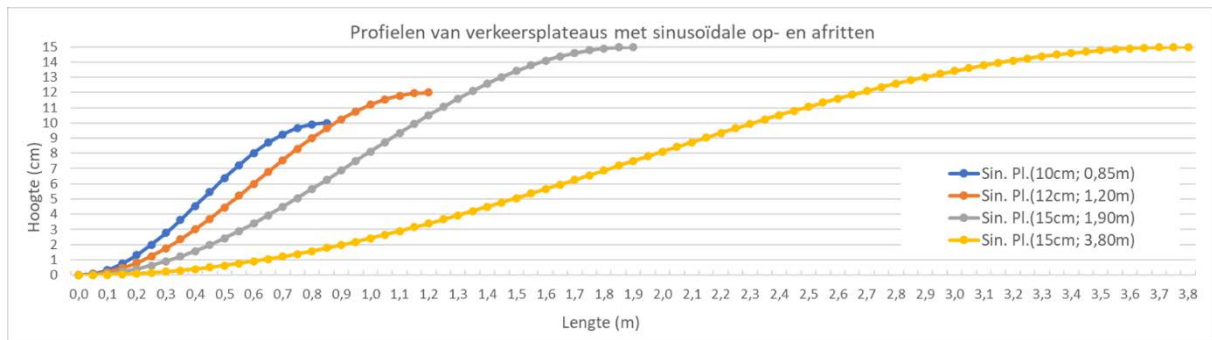
Hoewel de MIVB niet lijkt te overwegen om op korte en middellange termijn gelede bussen aan te schaffen zou het gebruik van dit type voertuig van ongeveer 24 m lang, in het bijzonder door De Lijn (op korte termijn op lijn 820 - Heizelvlakte - UZ Brussel) een controle van het verkeerscomfort in de aanwezigheid van deze bussen vereisen. [CROW, 2014] stelt bijvoorbeeld voor dat de lengte van het bovenzvlak van een verkeersplateau minstens gelijk is aan de wielbasis van het typevoertuig dat er gebruik van maakt.

In het geval van een verkeersplateau met **sinusoidale op- en afrit** wordt het lengteprofiel van de op- en/of afrit aan de hand van de volgende formule berekend:

$$Y = H/2 * (1 - \cos(\pi X/S));$$

waarbij X en Y de orthogonale coördinaten zijn, H de hoogte van het verkeersplateau is en S de lengte van de op- of afrit (X en S zijn in meter uitgedrukt, H en Y in centimeter).





Afbeelding 44: Typeprofielen van een verkeersplateau met sinusoidale op- en afrit volgens het koninklijk besluit van 3 mei 2002

Bij de publicatie van het koninklijk besluit van 22 mei 2002 werden de verkeersplateaus met een helling van meer dan 4% geschrapt, omdat de lagevloerbussen of bussen met installaties die de toegang voor personen met een handicap moeten vergemakkelijken moeilijkheden ondervonden op deze verkeersplateaus.

Volgens De Lijn raakt de lagevloerbus het straatoppervlak in aanwezigheid van op- en afritten met een hellingsgraad van meer dan 3%. Dit veroorzaakt ernstige schade aan de onderkant, niet enkel bij gewone standaardbussen, maar ook aan de balg en de voor- en achterstructuren van gelede bussen. Bovendien kan de toestand van een inrichting die oorspronkelijk in overeenstemming was, door het gebruik van bepaalde materialen voor het wegdek, erop achteruitgaan, waardoor ze niet meer conform is. Door de verzakking van het bovenzijde van het verkeersplateau zelf of de verbinding met de op- en afrit kan de helling toenemen. Daarom wordt aanbevolen dat de helling niet meer dan 3% bedraagt.

Indien de aanleg van een verkeersplateau op een weg met een geregelde buslijn wordt bevestigd, dient er in elk geval een overleg met de betrokken diensten plaats te vinden. Dit overleg zal onder meer betrekking hebben op de keuze van de geometrische kenmerken, zonder daarbij de langshelling van het wegdek uit het oog te verliezen (zie § 4.1.11). Tijdens het denkwerk moet de projectauteur rekening houden met het feit dat uit de ervaring is gebleken dat deze geometrie, die is aangepast aan bussen omdat ze comfortabeler is, slechts in beperkte mate bijdraagt aan de vermindering van de snelheden en dat begeleidende maatregelen (bijv. wegverlegging, wegversmalling, enz.) daarom noodzakelijk kunnen zijn, vooral in straten van wijken waar het belangrijk is de snelheid te verminderen.

**Opmerking:**

In de huidige wetteksten wordt niet gespecificeerd hoe de geometrie van de op- en afritten (lengte en helling) moet worden aangepast wanneer het verkeersplateau (wanneer de lokale omstandigheden dit vereisen) een andere hoogte heeft dan de drie karakteristieke hoogtes die in de vorige tabellen worden vermeld.

In de in 2006 door het OCW voorgestelde werkwijze MF77/06 wordt voorgesteld de volgende regels aan te passen, om de inrichting niet oncomfortabeler dan nodig te maken:

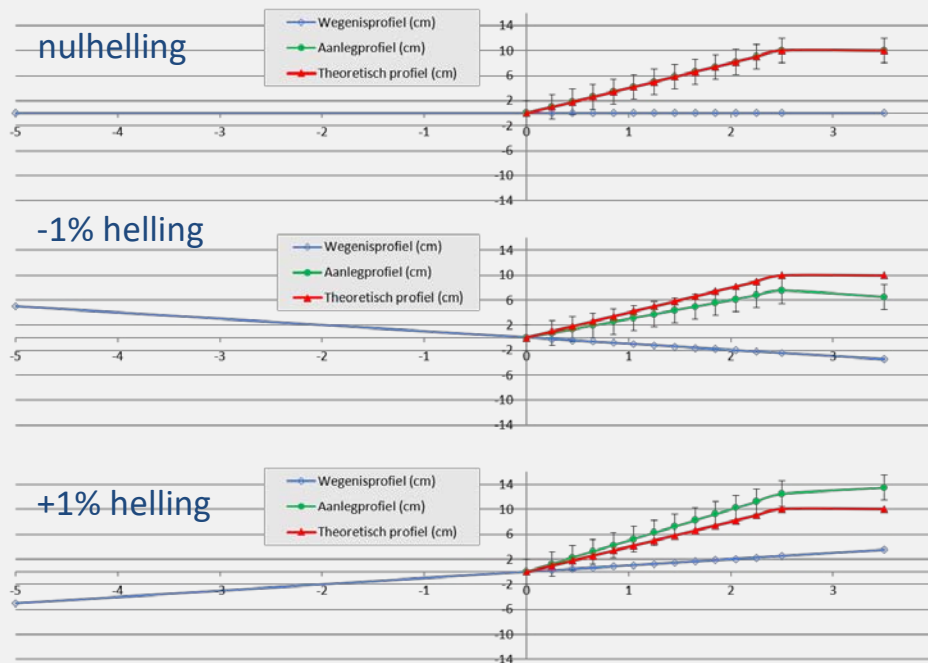
- de lengte  $S$  van de op- en afrit van een verkeersplateau van 8,0 cm hoog is zodanig vastgelegd dat de toegangshelling vergelijkbaar is met die van het verkeersplateau van 10,0 cm;
- voor de hoogtes tussen 8,0 en 15,0 cm en anders dan 10,0 en 12,0 cm kan de lengte van de op- en afrit worden bepaald op basis van een lineaire interpolatie tussen de referentielengten die overeenstemmen met de verkeersplateaus van 8,0 cm, 10,0 cm, 12,0 cm en 15,0 cm hoog.

**Belangrijke verduidelijking over de 'absolute' en 'relatieve' hellingen van de op- en afritten van een verkeersplateau:**

De helling van de op- en afritten is uiteraard bepalend voor de amplitude van de door de gebruiker ervaren verticale versnelling (en dus het ongemak, die de bron van de snelheidsvermindering is) tijdens het overrijden van het verkeersplateau. Zodra de rijbaan waarop het verkeersplateau is geïnstalleerd een

helling in de lengterichting heeft, is de helling waarmee rekening moet worden gehouden bij de aanleg van een inrichting niet langer een absolute helling (vastgelegd in een georthonormeed assenstelsel met een horizontale x-as), maar wel een relatieve helling (de x-as is de as van de rijbaan).

Als bij de bepaling van de niveaus het lengteprofiel van de weg een helling  $h$  heeft dan is de absolute helling van de op- en afrit gelijk aan de relatieve helling  $\pm h$ , volgens de richting van helling  $h$ , zoals weergegeven in Afbeelding 45.



Afbeelding 45: 'Absolute' en 'relatieve' hellingen van de op- en afritten van een verkeersplateau

## 5.4 Signalisatie en markering

Volgens de wetgeving moeten de verhogingen zodanig worden aangelegd dat ze zich duidelijk van de wegbedekking van de rijbaan onderscheiden. Het verkeersplateau moet goed zichtbaar zijn, zowel overdag als 's nachts. De signalisatie en de wegmarkering spelen een rol in het kader van de zichtbaarheid en de duidelijkheid van de inrichting.

### 5.4.1 Signalisatie van de verkeersplateaus

Wat de verticale signalisatie betreft worden de verkeersplateaus op de openbare wegen aangekondigd (Afbeelding 46):

- ofwel door de verkeersborden A14, stroomopwaarts geplaatst van de inrichting (op minstens 150 m, met toevoeging van een bijkomend verkeersbord wanneer deze afstand niet kan worden nageleefd) en verkeersbord F87 ter hoogte van de inrichting geplaatst;
- ofwel enkel door verkeersbord A14 als het verkeersplateau op een kruispunt is aangelegd.

De verhoging moet niet worden aangekondigd indien ze is aangelegd in een zone 30 die wordt begrensd door verkeersborden F4a en F4b, noch op woonerven, noch op erven die worden begrensd door verkeersborden F12a en F12b.

Indien verschillende verhoogde inrichtingen elkaar opvolgen wordt het verkeersbord A14 alleen voor de eerste inrichting geplaatst met het bijkomende verkeersbord van type II, waarop wordt aangegeven op welke afstand dit verkeersbord betrekking heeft.



Afbeelding 46: Samenvatting van de verticale signalisatie die wordt voorzien bij de aanleg van verkeersplateaus of -drempels op een openbare weg

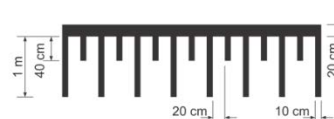
*Opmerking:* een aanpassing van de wetgeving, met betrekking tot de verticale signalisatie voor de verkeersplateaus, zal wellicht nodig zijn door de invoering van 'Stad 30'.

## 5.4.2 Markering van de verkeersplateaus

De voorziene kammarkering speelt een informatieve rol en maakt het mogelijk de discontinuïteit van de weg te benadrukken, de zichtbaarheid van de inrichting te vergroten en, voor zover mogelijk, het gewenste rijgedrag te sturen. De kam is van essentieel belang omdat die het gebied afbakt waar stilstaan en parkeren verboden is, evenals het begin en het einde van een eventueel inhaalmanoeuvre langs links.

Deze markering moet zich onderscheiden van het wegdek en moet op de op- en afritten (hellend deel) van het verkeersplateau worden aangebracht. Het patroon en de afmetingen van de verschillende elementen waaruit het bestaat worden verduidelijkt in het koninklijk besluit van oktober 1998 (gewijzigd door het koninklijk besluit van mei 2002; Afbeelding 47):

- de witte langsstrepen hebben een breedte van ongeveer 0,10 m;
- de lange strepen hebben een lengte van ongeveer 1,00 m;
- de korte strepen hebben een lengte van ongeveer 0,40 m;
- de tussenafstand tussen twee strepen bedraagt ongeveer 0,20 m;
- de witte dwarsstreep heeft een breedte van ongeveer 0,20 m.



Afbeelding 47: Patroon en afmetingen van de kammarkering

Wanneer om technische redenen de bovenvermelde afmetingen niet kunnen worden toegepast, moet de verhouding tussen de gebruikte afmetingen constant blijven.

In hoofdstuk J.2 'Horizontale verkeerstekens - markeringen' van het typebestek (TB 2015) worden de kenmerken van deze markeringen uiteengezet.

## 5.5 Voorbeelden van een inrichting

### 5.5.1 Aanleg van een verkeersplateau op de kruising van de Stephensonstraat en de Joseph Jacquetstraat in Schaarbeek

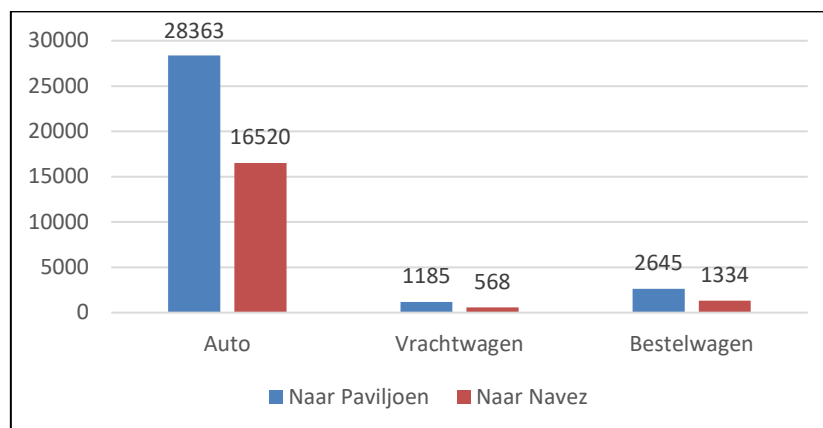
#### 5.5.1.1 Context van de wegen

De rijbaan van deze gemeentewegen (in zone 30) zijn respectievelijk 9,2 m en 8,2 m breed voor de Stephensonstraat en de Joseph Jacquetstraat. De GFR 44 loopt door de Stephensonstraat. In deze straat zijn fietssuggestiestroken aangebracht (*Afbeelding 48*).



*Afbeelding 48: Stephensonstraat, ter hoogte van het verkeersplateau gelegen op het Stephensonplein*

In mei 2019 heeft het OCW ter hoogte van de Stephensonstraat nr. 98 een verkeersanalysecampagne uitgevoerd (met behulp van pneumatische telslangen). De volumes en soorten van verkeer die gedurende 1 week (van 15 mei tot 22 mei 2019) werden gemeten, worden hieronder weergegeven. Er is geen geregelde buslijn.

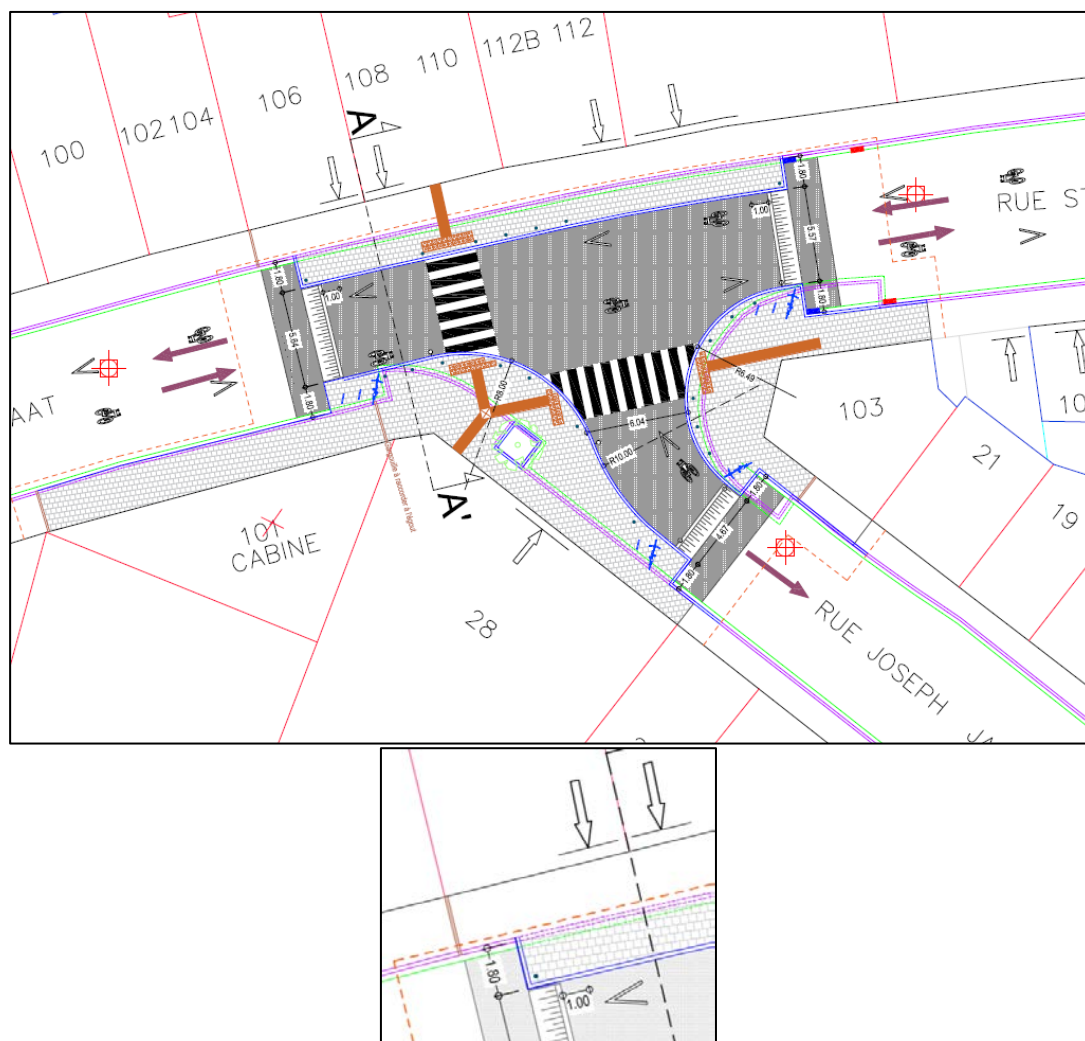


*Afbeelding 49: Volume en soorten van verkeer in de Stephensonstraat (periode van 15 tot 22 mei 2019)*

Het dagelijkse verkeer varieert tussen 5.600 en 7.900 voertuigen. De modale verdeling over een volledige week, in elke richting, ziet er als volgt uit: 89% lichte voertuigen, 8% bestelwagens en 3% vrachtwagens.

### 5.5.1.2 Keuze van het type aanleg, plan en lokale beperkingen

Het project bestaat uit de aanleg van een verkeersplateau en voetpadverbredingen (kromtestraal van minstens 6 m) om de lengte van de voetgangersoversteekplaatsen te verminderen en podotactiele elementen te plaatsen. De keuze van een verkeersplateau maakt het mogelijk om de toegankelijkheidsvoorwaarden te verbeteren.



Afbeelding 50: Aanleg van een verkeersplateau op de kruising van de Stephensonstraat en de Joseph Jacquetstraat in Schaarbeek

Ter hoogte van het verkeersplateau werd de breedte van de rijbaan teruggebracht tot respectievelijk 5,6 m en 4,7 m voor de Stephensonstraat en de Joseph Jacquetstraat. Voor de posities van de op- en afritten wordt rekening gehouden met de lokale context: op voldoende afstand van de voetgangersoversteekplaatsen, 1 m van de rand van de ingang van de garage op nr. 106 om de toegang tot deze berijdbare oprit mogelijk te maken. Bovendien worden ze buiten het gebied van de gebogen boordstenen geplaatst.

Het verkeersplateau is 12 cm hoog en is voorzien van sinusoidale op- en afritten van 1,20 m.

## 5.5.2 Aanleg van een verkeersplateau in een erfgoedcontext op de kruising van de Blauweregelaan en de Gustave Latinislaan in Schaarbeek

### 5.5.2.1 Context van de wegen

De rijbaan van deze gemeentewegen (binnen de bebouwde kom) heeft een breedte van 9,0 m en 9,7 m voor respectievelijk de Blauweregelaan en de Gustave Latinislaan. Bus 66 rijdt van de Gustave Latinislaan (noordelijke tak) naar de Blauweregelaan (westelijke tak).

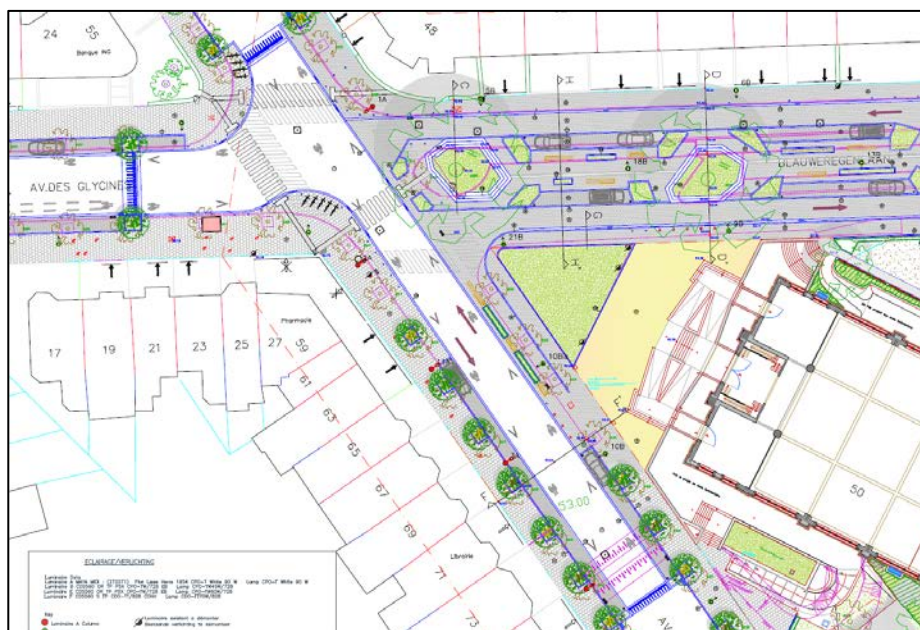
De halte Louis Bertrand bevindt zich in de Blauweregelaan. Een relatief grote voetgangersstroom maakt gebruik van dit kruispunt in de richting van het Institut Saint-Dominique en het Albertpark (oostelijke tak van de Blauweregelaan).

### 5.5.2.2 Keuze van het type aanleg, plan en lokale beperkingen

In het kader van dit project wordt het kruispunt over de hele lengte van het voorplein van de Sint-Suzannakerk omgevormd tot een verkeersplateau (*Afbeelding 51*). Dit type inrichting vereist het behoud van parkeerplaatsen op het verkeersplateau. Deze plaatsen worden zoals in een zone 20 aangeduid met een plaat met de letter P aan het begin en het einde van de parkeerzone.

Uit de beschikbare informatie blijkt dat er dagelijks minder dan 3.000 voertuigen op deze verkeersassen rijden.

Aangezien de Blauweregelaan licht bergopwaarts loopt in de richting van het kruispunt zou daar een gemarkeerd fietspad worden aangebracht en zou in de tegenovergestelde richting in een fietsuggestiestrook worden voorzien.



Afbeelding 51: Plan van het inrichtingsproject van een verkeersplateau op de kruising van de Blauweregelaan en Gustave Latinislaan

De keuze voor een verkeersplateau wordt ingegeven door de wens om de indeling van de wijk als geheel te heroverwegen, om zowel de veiligheid als de toegankelijkheid te verbeteren. De keuze van de geometrie van de op- en afritten wordt beïnvloed door de aanwezigheid van een geregelde buslijn op bepaalde vertakkingen. Het project voorziet in twee types op- en afritten: sinusoidale op- en afritten van 1,20 m lang (met een plateauhoogte van 12 cm) en trapezoidale op- en afritten van 2,50 m lang (met een plateauhoogte van 10 cm) op het traject van buslijn 66. Er zouden ook trapezoidale op- en afritten van 3,00 m kunnen worden gebruikt om een uniforme hoogte van 12 cm te verkrijgen. Hun positionering wordt opnieuw beïnvloed door de positie van de berijdbare opritten (die worden aangeduid met de zwarte pijlen).

## 6 De verkeersdrempels

De **verkeersdrempel** bestaat uit **een verhoging in de vorm van een sinuslijn** (zonder vlak deel), **aangelegd over minstens haar totale breedte** en loodrecht op de as ervan [koninklijk besluit van 9 oktober 1998, gewijzigd door het koninklijk besluit van 3 mei 2002]. De Belgische wetgeving voorziet slechts in één lengteprofiel (punt 6.3).

De verkeersdrempel wordt in het doorlopende weggedeelte geïnstalleerd en heeft als enig doel de bestuurder fysiek te dwingen de snelheid van zijn voertuig te verminderen. Deze inrichting kan echter niet worden overwogen als enig element om de snelheid tot 30 km/u te verlagen. Een dergelijke gerichte aanlegbenadering kan immers enkel op zeer lokaal niveau efficiënt zijn (zie punt 4.1.12) of kan zelfs tot een toename van de plaatselijke geluidshinder leiden door het vroegtijdig remmen en het opnieuw te snel optrekken van de voertuigen aan weerszijden van de inrichting [Leefmilieu Brussel, 2003].

Daarom moet worden nagedacht over het ontwerp van de zone in zijn geheel, een zone waar de snelheidslimiet 30 km/u bedraagt door middel van een samenhangend geheel van maatregelen (bijv. een beperkte wegbreedte, wegverleggingen of het gebruik van centrale inrichtingen, de aanleg van landschapselementen in de omgeving) en waar de verkeersdrempel de naleving van de snelheidslimiet versterkt. Een dergelijke benadering is zelfs onontbeerlijk wanneer het verschil tussen de naderingssnelheid (V85) en de snelheid bij het overrijden van de inrichting groter is dan 25 km/u.

### 6.1 Het gebruik van de inrichting

De verkeersdrempels mogen worden aangelegd op openbare wegen die zijn gelegen, hetzij **binnen een bebouwde kom**, hetzij buiten een bebouwde kom op plaatsen waar zich woningen of door het publiek bezochte gebouwen bevinden, of op plaatsen waar gewoonlijk veel voetgangers of fietsers komen op voorwaarde dat er **een snelheidsbeperking van 50 km/u** van toepassing is.

Bovendien moeten deze wegen zodanige verkeersvoorwaarden bieden dat een aanzienlijke vermindering van de snelheid van de voertuigen van dien aard is om de veiligheid te verhogen. In Frankrijk wijst [CERTU, 1994] erop dat het gebruik van verkeersdrempels verboden is op wegen die in beide rijrichtingen door meer dan 3.000 voertuigen per dag worden gebruikt, op wegen waar meer dan 300 vrachtwagens per dag rijden en niet wordt aanbevolen in geval van een vrachtverkeer van meer dan 100 vrachtwagens per dag.

Volgens de Belgische wetgeving is het gebruik ervan **verboden op de wegen die worden gebruikt door een geregelde openbare dienst voor gemeenschappelijk vervoer of door de voertuigen van hulpdiensten**.

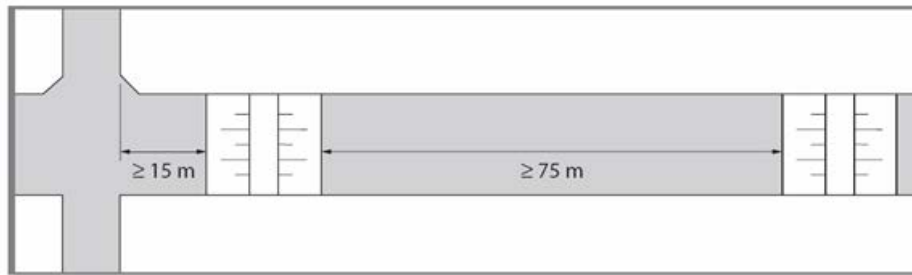
De verkeersdrempels zijn dus duidelijk bedoeld voor wegen met lokaal verkeer, dit wil zeggen a priori daar waar de verblijfsfunctie primeert.

### 6.2 De aanleg van de inrichting

De verkeersdrempels moeten worden aangelegd:

- loodrecht op de as van de rijbaan en minstens over haar totale breedte<sup>22</sup>;
- buiten de bochten;
- buiten de kruispunten en op een minimumafstand van 15 meter ervan (*Afbeelding 52*);
- op een minimale afstand van ongeveer 75 m van elke andere verhoogde inrichting (zie ook punt 4.1.12).

<sup>22</sup> Wanneer de rijrichtingen op een rijbaan van elkaar zijn gescheiden anders dan door wegmarkeringen mag de breedte van de verkeersdrempel echter beperkt zijn tot het gedeelte van de rijbaan bestemd voor één rijrichting.



Afbeelding 52: Verkeersdrempel: afstand ten opzichte van het kruispunt en tussen de opeenvolgende inrichtingen

Bovendien mag het percentage van de weghelling dat wordt toegevoegd aan die van de op- en afrit van de inrichting niet meer dan 15% bedragen (zie punt 4.1.11). In de praktijk betekent dit dat **het niet is toegestaan dit type inrichting aan te leggen op weggedelen met een hellingsgraad van meer dan 10%** (de gemiddelde hellingsgraad van een verkeersdrempel bedraagt 5%).

In het geval van een bredere rijweg kan een lokale wegversmalling worden overwogen ter hoogte van de verkeersdrempel, om een betere leesbaarheid van de inrichting te garanderen (Afbeelding 17).

De Wegcode verbiedt het parkeren op een verkeersdrempel, tenzij lokale voorschriften dit toestaan, zoals het ontbreken van een kammarkering en de aanleg van het wegdek van de berm of de markering van parkeervakken (Afbeelding 53).



Afbeelding 53: Parkeerbeheer ter hoogte van een verkeersdrempel (toegelaten op voorwaarde dat er lokale bepalingen in acht worden genomen)

Zoals in de GSV<sup>3</sup> wordt herinnerd, **moet de afvoer van het afvloeingswater** in alle omstandigheden worden gegarandeerd. De verkeersdrempel mag dus geen belemmering vormen voor de afstroming. In de praktijk kunnen diverse maatregelen worden overwogen, zoals de installatie van straatkolken aan de voet van de hellingen, de inrichting van laterale verkeerseilanden voor het behoud van de waterafvoergoten (voorbeeld in Afbeelding 54) of de geleidelijke verlaging van het profiel om het niveau van de afvoergoot te bereiken. Dit laatste geval veronderstelt een plotse hellingsbreuk in het dwarsprofiel van de verkeersdrempel, een geometrie die moeilijk kan worden uitgevoerd en die ook onmogelijk is in het geval van een verkeersdrempel met geprefabriceerde elementen.



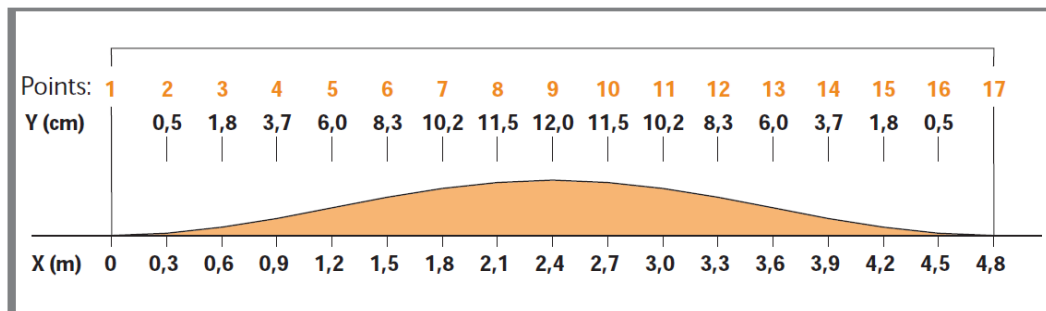


Afbeelding 54: Aanleg van latere verkeerseilanden voor het behoud van de waterafvoergoten ter hoogte van een verkeersdrempel

### 6.3 De geometrische kenmerken

De geometrie van het lengteprofiel van een verkeersdrempel is bedoeld om een toenemend ongemak te veroorzaken met de snelheid tijdens het overrijden. De toename van de verticale versnelling moet maximaal zijn om een snelheid van +/- 30 km/u te bereiken (Afbeelding 2).

De verkeersdrempel moet aan diverse technische vereisten voldoen: **een lengte L = 4,80 m, een maximale hoogte T = 12,0 cm en een variatie van het sinusoidaal lengteprofiel**, zoals weergegeven in Afbeelding 55.



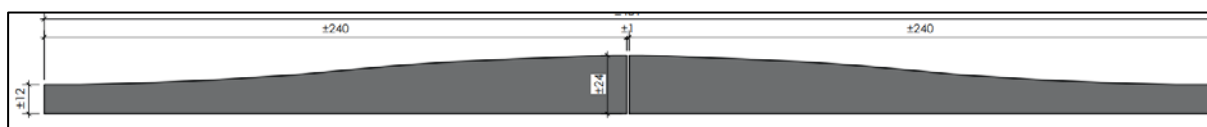
Afbeelding 55: Lengteprofiel van een verkeersdrempel

De efficiëntie van dit profiel werd uitgebreid onderzocht. Uit de literatuur blijkt dat de inrichting leidt tot een snelheid bij het overrijden van 30 km/u (V85). Het profiel ervan moet dus strikt worden nageleefd. De afstand tussen de opeenvolgende snelheidsbeperkende inrichtingen blijkt bepalend te zijn voor de snelheid op het desbetreffende weggedeelte (zie punt 4.1.12).

Bij de aanleg van de verkeersdrempels zijn de volgende toleranties toegelaten: in lengte (L):  $\pm 5\%$ , in hoogte (Y):  $\pm 2,0$  cm in een bepaald punt,  $\pm 1,0$  cm op het gemiddelde van het lengteprofiel, de beginrand (A) :  $\pm 0,5$  cm. Het lengteprofiel wordt dan aangepast aan de werkelijke lengte van de verkeersdrempels volgens de formule  $Y=T/2*(1-\cos(2\pi X)/L)$ .

Er wordt op gewezen dat de verschillende profielen van de geprefabriceerde elementen op de markt verkrijgbaar zijn. Er bestaat echter slechts één profiel voor de verkeersdrempels (lengte: 2,40 m,

sinusoïdaal profiel). De projectauteur dient ervoor te zorgen dat er geen geprefabriceerde elementen worden voorgeschreven, waarvan de profielen voor de op- en afritten van de verkeersplateaus zouden zijn ontworpen (deze situatie werd al vastgesteld op het terrein).



Afbeelding 56: Geprefabriceerde elementen voor de bouw van verkeersdrempels  
(individuele lengte: 2,40 m, sinusoidaal profiel)

## 6.4 Signalisatie en markering

Volgens de wetgeving moeten de verhogingen zodanig worden aangelegd dat ze zich duidelijk van de wegbedekking van de rijbaan onderscheiden. De verkeersdrempel moet goed zichtbaar zijn, zowel overdag als 's nachts. De signalisatie en de wegmarkering spelen een rol in het kader van de zichtbaarheid en de duidelijkheid van de inrichting.

### 6.4.1 Signalisatie van de verkeersdrempels

Wat de verticale signalisatie betreft worden de verkeersdrempels op de openbare wegen aangekondigd ofwel door de verkeersborden A14, stroomopwaarts geplaatst van de inrichting (op minstens 150 m, met toevoeging van een bijkomend verkeersbord wanneer deze afstand niet kan worden nageleefd) en verkeersbord F87 ter hoogte van de inrichting geplaatst (Afbeelding 46).

De verhoging moet niet worden aangekondigd indien ze is aangelegd in een zone 30 die wordt begrensd door verkeersborden F4a en F4b, noch op woonerven of erven die worden begrensd door verkeersborden F12a en F12b.

Indien verschillende verhoogde inrichtingen elkaar opvolgen wordt het verkeersbord A14 alleen voor de eerste inrichting geplaatst, met het bijkomende verkeersbord van type II, waarop wordt aangegeven op welke afstand dit verkeersbord betrekking heeft.

*Opmerking: een aanpassing van de wetgeving met betrekking tot de verticale signalisatie voor de verkeersdrempels zal wellicht nodig zijn door de invoering van 'Stad 30'.*

### 6.4.2 Markering van de verkeersdrempels

De markering van de verkeersdrempels wordt vastgesteld volgens dezelfde voorschriften als degene die van toepassing zijn op de verkeersplateaus. Ze moet zich ook onderscheiden van het wegdek en op de gebogen delen van de verkeersdrempel worden aangebracht (Afbeelding 47, Afbeelding 57).



Afbeelding 57: Kammarkering op de op- en afritten (de witte langsstrepen hebben een breedte van ongeveer 0,10 m; de lange strepen hebben een lengte van ongeveer 1,00 m; de korte strepen hebben een lengte van ongeveer 0,40 m; de tussenafstand tussen twee strepen bedraagt ongeveer 0,20 m; de witte dwarsstreep heeft een breedte van ongeveer 0,20 m).

*Opmerking: in Afbeelding 57 doet het parkeren in de berm, ondanks de onderbreking van de kammarkering, afbreuk aan de algemene regel die het parkeren op verkeersdrempels en -plateaus verbiedt (zie ook punt 4.1.7).*

## 6.5 Voorbeeld van een inrichting

### 6.5.1 Aanleg van verkeersdrempels langs de Stephensonstraat

#### 6.5.1.1 Context van de wegen

In het gedeelte tussen het Stephensonplein en de Paviljoenstraat is de Stephensonstraat ongeveer 230 m lang. De rijweg is 9,0 m breed, het parkeren is er aan weerszijden verboden en er zijn fietsuggestiestroken aangebracht (Afbeelding 48).

Volgens de tellingen die in mei 2019 aan de andere kant van het plein werden uitgevoerd rijden er dagelijks tussen 5.600 en 7.900 voertuigen. De modale verdeling over een volledige week, in elke richting, ziet er als volgt uit: 89% lichte voertuigen, 8% bestelwagens en 3% vrachtwagens.

#### 6.5.1.2 Keuze van het type aanleg, plan en lokale beperkingen

Het doel van deze inrichting is om de snelheden van de gemotoriseerde voertuigen te verminderen. De weg wordt niet gebruikt door een geregelde openbaarvervoerdienst of door voertuigen van de hulpdiensten. Door de aanleg van twee inrichtingen kan de minimale standaardafstand tussen de inrichtingen (75 m) worden nageleefd. De afstand ten opzichte van de nabijgelegen kruispunten bedraagt ook 75 m. Dit zou moeten helpen om de snelheidshervatting langs het weggedeelte te matigen (Afbeelding 58).



Afbeelding 58: Aanleg van twee verkeersdrempels (lengte: 4,8 m en hoogte: 12 cm) met behulp van geprefabriceerde op- en afritten in de Stephensonstraat

## 7 De rijbaankussens

De rijbaankussens bestaan uit **verhogingen op het weggedeelte**, maar in tegenstelling tot de verhoogde inrichtingen (verkeersdrempels en -plateaus) **strekken ze zich niet over de volledige breedte van het weggedeelte uit**. Naargelang van de breedte van de rijbaan zijn er verschillende aanlegwijzen mogelijk: een enkel kussen, met of zonder wegversmalling, twee kussens naast elkaar, met of zonder scheiding (zie punt 7.3).

### 7.1 Het gebruik van de inrichting

De rijbaankussens worden enkel in een doorlopend wegdeel aangelegd en zijn bedoeld om een poorteffect te creëren of om als verkeersremmend element te fungeren. Ze zijn over het algemeen geschikt voor wegen die worden gebruikt door een geregelde openbaarvervoerlijn waar de aanleg van verkeersdrempels verboden is en de installatie van een verkeersplateau een te duur of moeilijk te plaatsen alternatief is, maar waar een snelheidsvermindering noodzakelijk is op één- of tweebaanswegen, in een straat met een snelheidslimiet van 50 km/u, in een zone 30 of aan de ingang van deze zone, bij het naderen van een voetgangersoversteekplaats of een ander gedeelte van de weg dat een aanpassing van het rijgedrag vereist vanwege een combinatie van vervoerswijzen.



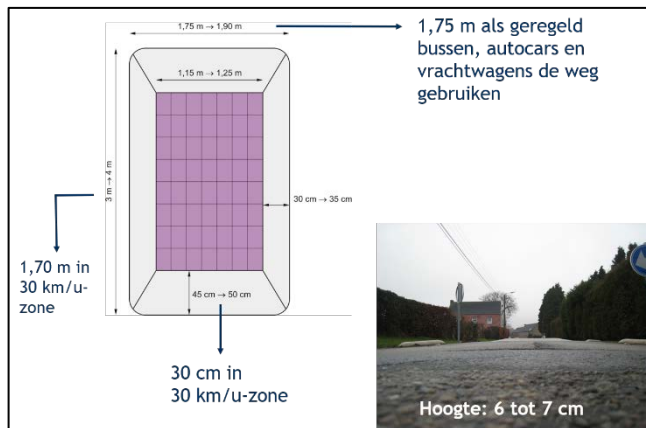
Afbeelding 59: Illustratie van het gebruik van rijbaankussens

Idealiter wordt het gebruikt als aanvulling bij de heraanleg van de weg of gewoon ter ondersteuning van de verticale signalisatie (Afbeelding 59).

Hoewel ze enkel kunnen worden geïnstalleerd op wegen met een snelheidslimiet van 50 km/u (en op een afstand van minstens 100 m van het begin van de snelheidsbeperking) legt de Wegcode geen specifieke snelheid op voor het overrijden van deze inrichtingen. Door hun geometrische kenmerken kunnen ze bovendien niet als inrichtingen voor 30 km/u worden beschouwd.

Volgens CERTU (2010) mogen de rijbaankussens a priori worden gebruikt op stadswegen, ongeacht het verkeersvolume waarmee ze worden belast. Bij meer dan 10.000 voertuigen per dag, in beide richtingen samen, worden ze best niet aangelegd als er veel gemotoriseerde tweewielers op deze wegen rijden. In Nederland worden de rijbaankussens voorgesteld als 'busvriendelijke verkeersdrempels'. CROW (2012) beperkt het gebruik ervan tot wegen met een lage verkeersintensiteit (maximaal 4.000 motorvoertuigen/etmaal). Uit de literatuur blijkt dat **het gebruik van deze inrichting dus moet worden beperkt tot wegen waar niet meer dan 5.000 voertuigen per dag over het rijbaankussen rijden**.

## 7.2 De geometrische kenmerken



De ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002 is bedoeld om de wegbeheerders te informeren over de geometrische kenmerken en de vereisten in verband met de aanleg en de signalisatie van de rijbaankussens. Dit type van inrichting moet leiden tot een ongemak wanneer er wordt over gereden, maar er moet rekening worden gehouden met de bodemvrijheid van de voertuigen.

*Afbeelding 60: Geometrische kenmerken van de rijbaankussens volgens de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002*

In de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002 (zie Tabel 1) is vastgelegd dat het van wezenlijk belang is dat de volgende geometrische kenmerken in acht worden genomen:

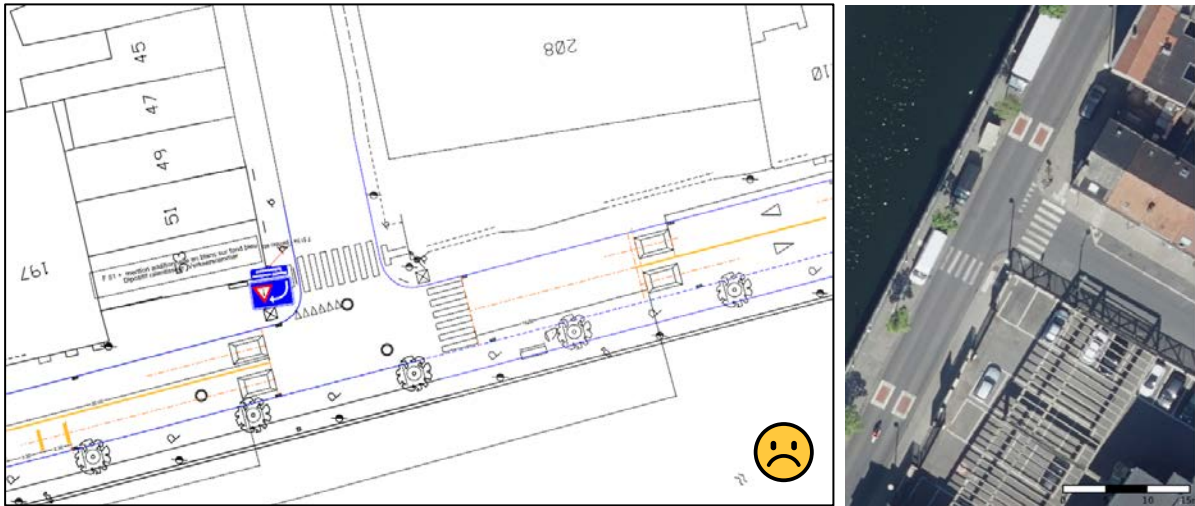
- o een breedte tussen 1,75 m en 1,90 m (indien de weg frequent door bussen, autocars en vrachtwagens wordt gebruikt, moet de breedte tot 1,75 m worden herleid);
- o breedte van het vlakke gedeelte: tussen 1,15 en 1,25 m;
- o breedte van de zijhellingen: (schuine zijden) 30 tot 35 cm;
- o breedte van de hellingen vooraan en achteraan (schuine zijden): tussen 45 en 50 cm (die breedte mag tot 30 cm worden herleid in een zone 30). Bij de technische kenmerken is dit het aspect dat de grootste aandacht moet krijgen. Afgeschuinde zijden die niet goed zijn uitgevoerd kunnen bijzonder gevaarlijk zijn, vooral voor tweewielers;
- o lengte: tussen 3 en 4 m; in een zone 30 mag de lengte tot 1,70 m worden teruggebracht;
- o hoogte: van 6 tot 7 cm; 7 cm is een maximale hoogte. Inrichtingen met een hoogte van minder dan 6 cm moeten worden vermeden, omdat het obstakel dan zijn volledige doeltreffendheid verliest en er aan hoge snelheid zal worden overgereden, waardoor er geluidshinder zal ontstaan.

*Opmerking: een aanpassing van de wetgeving met betrekking tot de afmetingen van de rijbaankussens zal wellicht nodig zijn door de invoering van 'Stad 30'.*

## 7.3 De aanleg van de inrichting

In de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002 wordt verduidelijkt dat de rijbaankussens niet mogen worden aangelegd **in de bochten, aan kunstwerken en op openbare wegen waar de helling 6% of meer bedraagt**. Er mogen meerdere inrichtingen na elkaar worden aangelegd. In dat geval dienen dezelfde criteria als die voor de verkeersdrempels en -plateaus te worden nageleefd, namelijk +/- 75 m.

De rijbaankussens moeten **op minstens 15 m van elk kruispunt worden aangelegd**. Ze mogen niet door een voetgangersoversteekplaats worden doorkruist, maar deze wel flankeren. De **overlangse aslijn** van het rijbaankussen moet **evenwijdig zijn met de aslijn van de rijbaan**.



*Afbeelding 61: Voorbeeld van een kruising waar de noodzakelijke minimale afstand tussen de rijbaankussens en het kruispunt niet kon worden nageleefd. In dit soort van situaties zou kunnen worden overwogen een verkeersplateau te installeren dat het hele kruispunt beslaat of, als dat niet het geval is, slechts één paar rijbaankussens te installeren, dichterbij de voetgangersoversteekplaats, maar minstens 15 m van het kruispunt.*

Er moet ook worden gezorgd voor een zodanige geometrie dat de voertuigen correct kunnen worden uitgelijnd ten opzichte van de aslijn van het rijbaankussen (*Afbeelding 62*) of te vermijden dat de bestuurder zich in het midden van de rijbaan kan plaatsen (in het geval van naast elkaar geplaatste rijbaankussens), om het vertragingseffect van de inrichtingen tegen te gaan en zo snel mogelijk een goede scheiding van de rijrichtingen te bevorderen zodat onder meer de geluidsoverlast voor de directe omgeving kan worden verminderd.

Om ervoor te zorgen dat de bussen correct ten opzichte van de aslijn van de rijbaankussens worden uitgelijnd moeten ze in aanwezigheid van een geregelde buslijn bij voorkeur op rechte stukken worden aangelegd. In geval van twijfel zal een simulatie worden uitgevoerd met behulp van een software voor de berekening van de draaicirkels, waarbij gebruik wordt gemaakt van het ad-hocvoertuig. In een dergelijk geval, zoals voorgesteld in *Afbeelding 62*, zijn de afstand tussen de wegverlegging en het kussens, alsook de amplitude van de wegverlegging bepalend.

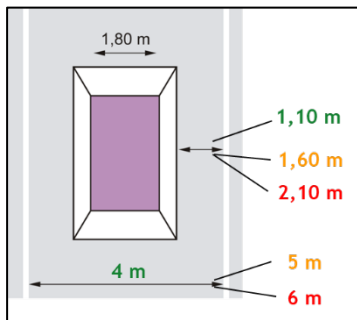


*Afbeelding 62: Te korte afstand tussen de rijbaankussens en de zigzagdoorgang, waardoor een goede uitlijning van de bussen ten opzichte van de overlangse aslijn van de kussens niet mogelijk was (Joseph Wautersstraat in Schaarbeek) en ze dus werden verwijderd*

Volgens CERTU (2010) **mogen de rijbaankussens niet minder dan 15 m stroomopwaarts van een bushalte worden geplaatst** zodat de bussen zich opnieuw in goede omstandigheden ter hoogte van de halte kunnen opstellen na over het rijbaankussen te zijn gereden.

Bovendien wordt dit type inrichting **niet ter hoogte van bushaltes aangelegd** omdat ze niet compatibel zijn met de voorziene afstand tussen het koetswerk van de bus en de rand van de instapheuvel.

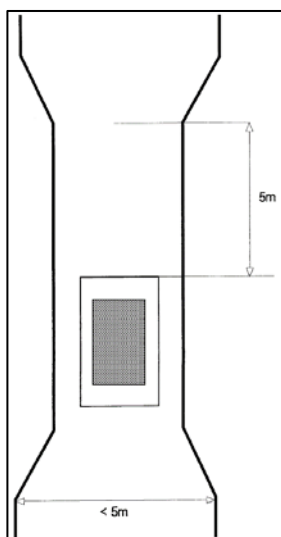
Wanneer de rijbaan twee rijstroken heeft moeten er twee inrichtingen worden aangelegd, waarbij de indeling moet worden aangepast aan de breedte van de weg om te voorkomen dat de bestuurders er kunnen omheen rijden. Volgens de omzendbrief moet de breedte van een rijbaankussen immers tussen 1,75 m en 1,90 m liggen. In de praktijk is deze inrichting zelden groter dan 1,80 m.



De baan<sup>23</sup> van een voertuig ligt echter tussen 1,40 en 1,60 m. Uit een eenvoudige analyse van *Afbeelding 63* blijkt dat de bestuurders van de smalste voertuigen om het rijbaankussen heen kunnen rijden wanneer de breedte van de rijbaan (inclusief markeringen) 4,50 m bedraagt. In de praktijk wordt dus aanbevolen om ervan uit te gaan dat de aanleg van **één enkel rijbaankussen** (zonder bijkomende inrichting) niet volstaat voor een rijbaan van meer dan 4 m breed.

*Afbeelding 63: Denkoefening over de breedte van de rijbaan, de breedte van het kussen en de baan van een voertuig*

Daarom is het noodzakelijk **te voorzien in een wegversmalling** voor wegen met eenrichtingsverkeer van minder dan 5 m breed en voor wegen met tweerichtingsverkeer van minder dan 6 m breed (*Afbeelding 64*). Indien het een weg met tweerichtingsverkeer betreft, is het logischerwijs de richting waarin men de bebouwde zone binnenkomt die het meest dient te worden vertraagd, met eventueel de plaatsing van **verkeersborden B19 en B21** om de voorrang te regelen. Het afwisselen van de voorrang van de ene inrichting naar de volgende kan een interessant alternatief zijn als men het verkeer in beide richtingen wil vertragen.



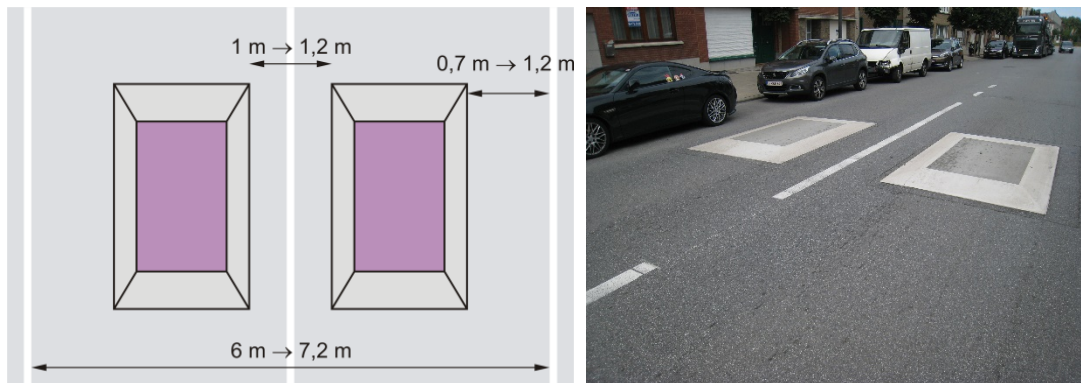
*Afbeelding 64: Rijbaankussens waarbij een wegversmalling ontstaat: rijbaan < 5 m enkele richting (links), rijbaan < 6 m dubbele rijrichting (rechts)*

<sup>23</sup> Baan van een voertuig = afstand tussen de middelpunten van de contactzones van de wielen van dezelfde as.

Om de redenen die in hoofdstuk 4.1.8 zijn aangehaald dienen de ontwerper en de beheerder bijzondere aandacht te besteden aan de **problematiek van het parkeren in de berm ter hoogte van rijbaankussens, evenals in aanwezigheid van een fietsuggestiestrook (FSS) of een gemarkeerd fietspad (GFP)** (Afbeelding 24 en Afbeelding 25).

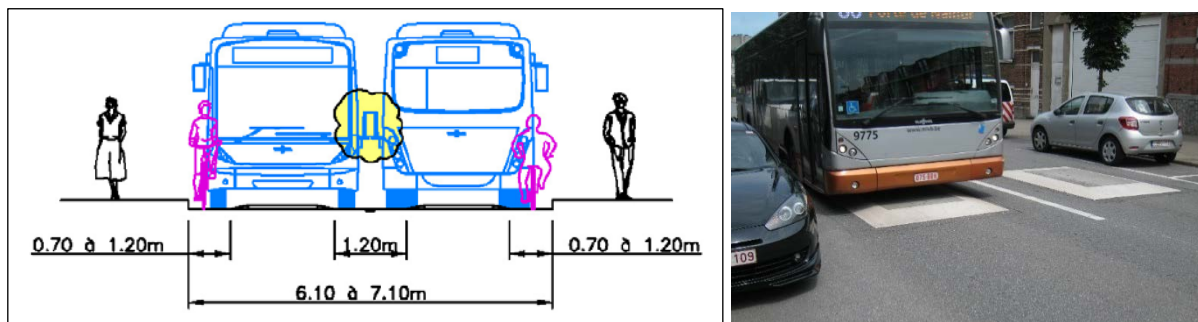
In het geval van wegen van meer dan 6 m breed moeten er **twee rijbaankussens naast elkaar** worden geplaatst. In deze situatie zijn er in de ministeriële omzendbrief verschillende aanlegwijzen voorzien afhankelijk van de daadwerkelijk beschikbare breedte:

- o Rijbaan met een breedte tussen 6 m en 7,2 m: aanleg van twee rijbaankussens naast elkaar, gescheiden door een witte doorlopende lijn van minstens 10 m (Afbeelding 65)



Afbeelding 65: Twee naast elkaar geplaatste rijbaankussens op een weg met een breedte tussen 6 m en 7,2 m (kussens gescheiden door een witte doorlopende lijn  $\geq 10$  m)

Volgens de ministeriële omzendbrief moet de ruimte tussen twee rijbaankussens tussen 1 m en 1,2 bedragen. Er dient te worden opgemerkt dat deze afstanden het niet mogelijk maken om **twee autobussen of vrachtwagens te laten kruisen**, aangezien ze perfect zijn uitgelijnd ten opzichte van de as van de rijbaankussens (wat wenselijk is om de geluidsoverlast en het ongemak voor de passagiers tot een minimum te beperken (Afbeelding 66)). Het naast elkaar plaatsen van rijbaankussens die door een eenvoudige witte lijn van elkaar worden gescheiden is daarom geen ideale oplossing wanneer bussen elkaar moeten kruisen.



Afbeelding 66: Problematiek van kruisende bussen bij het overrijden van naast elkaar geplaatste rijbaankussens [mededeling MIVB]

CERTU (2010) raadt zelfs aan geen naast elkaar geplaatste rijbaankussens aan te leggen op wegen met tweerichtingsverkeer van minder dan 6,2 m breed, die door geregelde openbaarvervoerlijnen worden gebruikt.

**De ruimte tussen de rijbaankussens mag echter in geen geval groter zijn dan 1,2 m** (zelfs niet wanneer er rijbaankussens op twee wegen in dezelfde richting wordt aangelegd - Afbeelding 67). Anders kunnen deze kussens immers al hun doeltreffendheid verliezen of zelfs aanleiding geven tot gevaarlijke manoeuvres (ontwijking via het midden).





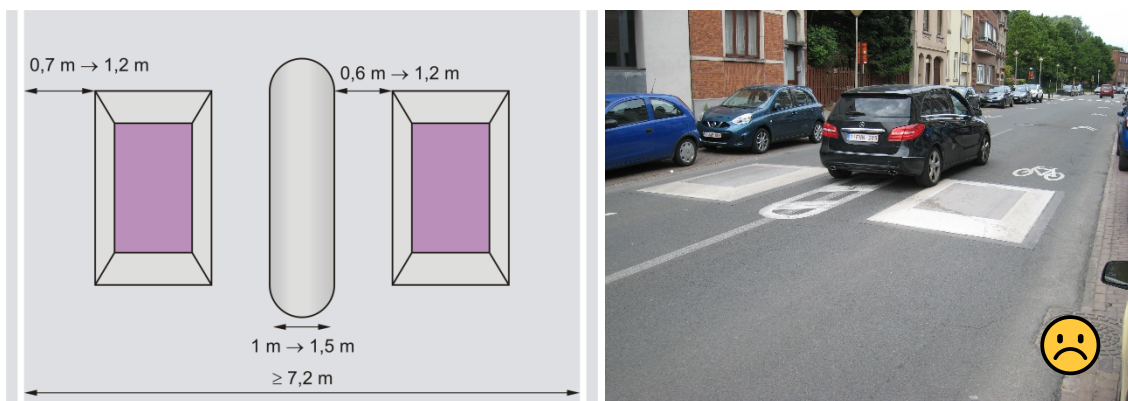
Afbeelding 67: Twee naast elkaar geplaatste rijbaankussens op een tweebaansweg in dezelfde richting (Vrijheidslaan - Koekelberg)

Zoals weergegeven in Afbeelding 25 wordt het parkeren van auto's over een afstand van 5 m aan weerszijden van de inrichting verhinderd wanneer de breedte van de beschikbare parkeer ruimte minstens 2 m bedraagt, om ervoor te zorgen dat de bussen zich kunnen uitlijnen ten opzichte van de as van de rijbaankussens en de fietsers een vlot traject kunnen behouden en tegelijk mogelijke opengaande autodeuren kunnen vermijden.

Wanneer de beschikbare parkeerbreedte minder dan 2 m bedraagt en een plaatselijke herinrichting om de breedte op 2 m te brengen niet mogelijk is, wordt erop toegezien dat het schrappen van de parkeerplaatsen, vóór en achter de inrichting, over een afstand van minstens 8 m aan weerszijden van het kussen wordt uitgebreid.

Voor bredere wegen is de aanleg van een verkeersheuvel noodzakelijk.

- o Rijweg met een breedte groter dan of gelijk aan 7,2 m: twee kussens, gescheiden door een verkeersheuvel. Het gaat om een vluchtheuvel waar niet kan worden overgereden en die zichtbaar wordt gemaakt (markeringen), om gedrag zoals in Afbeelding 68 (rechts) te vermijden.



Afbeelding 68: Twee naast elkaar geplaatste rijbaankussens op een weg met een breedte groter dan of gelijk aan 7,2 m: rijbaankussens gescheiden door een vluchtheuvel (links) om te vermijden dat er omheen wordt gereden (rechts).

Voetgangersoversteekplaatsen mogen niet op rijbaankussens worden gemarkeerd. Ze mogen de oversteekplaats echter wel flankeren en aanzetten tot een vertraging van de voertuigen. Hoewel in de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002 in dat geval de aanleg van **rijbaankussens met een zigzagdoorgang** wordt voorgesteld, met de markering van een witte volle lijn over minstens 10 m of met de installatie van een verkeersheuvel volgens dezelfde breedteregels als hiervoor, tonen bepaalde realisaties aan dat er een risico bestaat dat sommige bestuurders zich ongepast gedragen (Afbeelding 69).



Afbeelding 69: Risico op ongepast gedrag in aanwezigheid van rijbaankussens met een zigzagdoorgang zonder fysieke scheiding

In deze configuratie wordt dus de voorkeur gegeven aan het naast elkaar plaatsen van rijbaankussens aan weerszijden van de voetgangersoversteekplaats (Afbeelding 70).

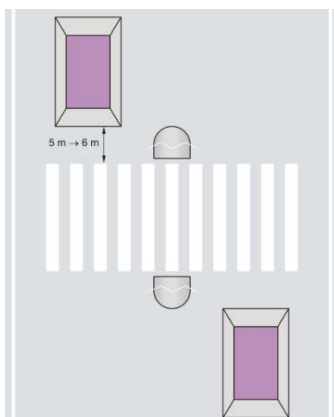
Wanneer twee rijbaankussens naast elkaar worden geplaatst in de buurt van een voetgangersoversteekplaats (Afbeelding 70) wordt een afstand van ongeveer 3 m aanbevolen tussen het einde van het rijbaankussen en de voetgangersoversteekplaats zodat die zichtbaar is.



Afbeelding 70: Naast elkaar geplaatste rijbaankussens in de buurt van een voetgangersoversteekplaats op een rijweg van 6 tot 7,2 m breed

In dit soort van situaties en afhankelijk van de lokale omstandigheden kan de aanleg van een verkeersplateau een interessant alternatief zijn.

Voor de rijbanen met een breedte van 7,2 m of meer kan de installatie van een fysieke scheiding een optie zijn, zolang er maar voor wordt gezorgd dat de auto's niet tussen het verkeerseiland en het rijbaankussen kunnen manoeuvreren (Afbeelding 71).

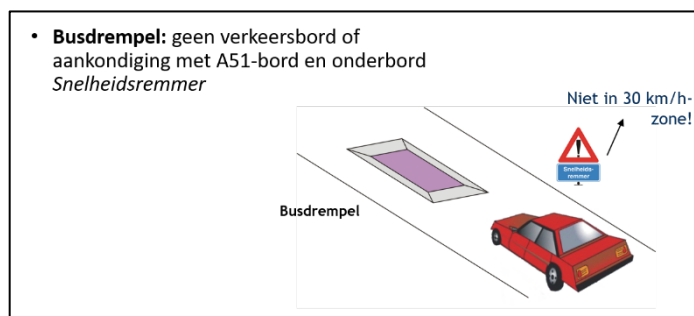


Afbeelding 71: Twee rijbaankussens met een zigzagdoorgang gescheiden door een vluotheuvel op een weg met een breedte van 7,2 m of meer

## 7.4 Signalisatie en markering

In principe moet er geen verticale signalisatie worden geplaatst. Dit kan echter wel zeer nuttig zijn om de aandacht van de gebruikers te vestigen op de aanwezigheid van het kussen en zo te helpen de snelheid over een zo groot mogelijk gebied te verminderen.

In dat geval zal verkeersbord A51 worden gebruikt met de extra aanduiding 'verkeersdrempel' in het wit op een blauwe achtergrond. Het verkeersbord A51 zal in geen geval in een zone 30 worden gebruikt [ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002].



Afbeelding 72: Samenvatting van de verticale signalisatie die wordt voorzien bij de aanleg van een rijbaankussen

*Opmerking: een aanpassing van de wetgeving met betrekking tot de verticale signalisatie voor de rijbaankussens zal wellicht nodig zijn door de invoering van 'Stad 30'.*

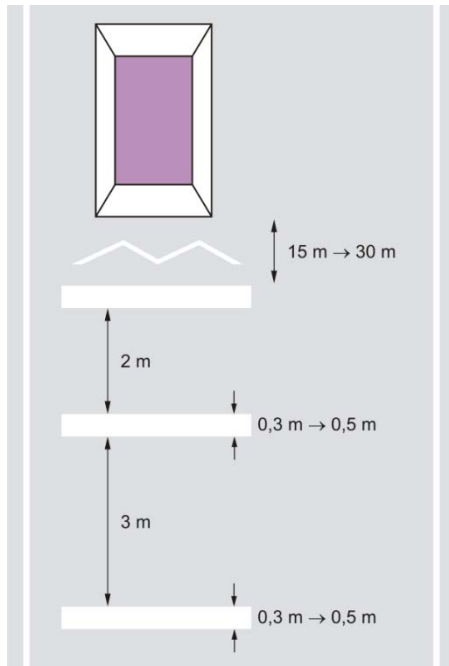
In overeenstemming met de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002 moet de afgeschuinde kant van het rijbaankussen wit zijn. Om de waarneembaarheid van het rijbaankussen voor de gebruikers te verbeteren en zodoende de snelheid bij het overrijden te verminderen, mogen er voor de inrichting drie witte strepen worden aangebracht volgens het schema en de afstanden die in Afbeelding 73 worden weergegeven.

De plaatsing van deze dwarsstrepen wordt aanbevolen door de Commissie Actieve Modi<sup>24</sup>, om de fietsers te waarschuwen voor de aanwezigheid van het rijbaankussen.

Tijdens het nadenken over de relevantie van deze strepen dient de projectauteur of de beheerder rekening te houden met de eventuele aanwezigheid van andere types markeringen. Het is inderdaad niet wenselijk de zone stroomopwaarts van het rijbaankussen te overbelasten. Omwille van de leesbaarheid wordt het aantal van drie strepen strikt nageleefd.

Indien de door de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002 aanbevolen afstanden om praktische redenen (kruising of verandering van een rijstrook in de buurt) niet kunnen worden nageleefd, dient de projectauteur of de beheerder ervoor te zorgen dat de afstand tussen het rijbaankussen en de eerste streep niet te veel wordt verkleind. Het doel is de gebruikers in staat te stellen te anticiperen op de aanwezigheid van het rijbaankussen en hun gedrag aan te passen (traject en snelheid). De minimale afstand die momenteel op het terrein wordt toegepast, bedraagt 7,5 m.

<sup>24</sup> Notulen van de vergadering van 23 april 2019.



Afbeelding 73: Facultatieve dwarsstrepen stroomopwaarts van de rijbaankussens in overeenstemming met de bepalingen van de ministeriële omzendbrief van 3 mei 2002

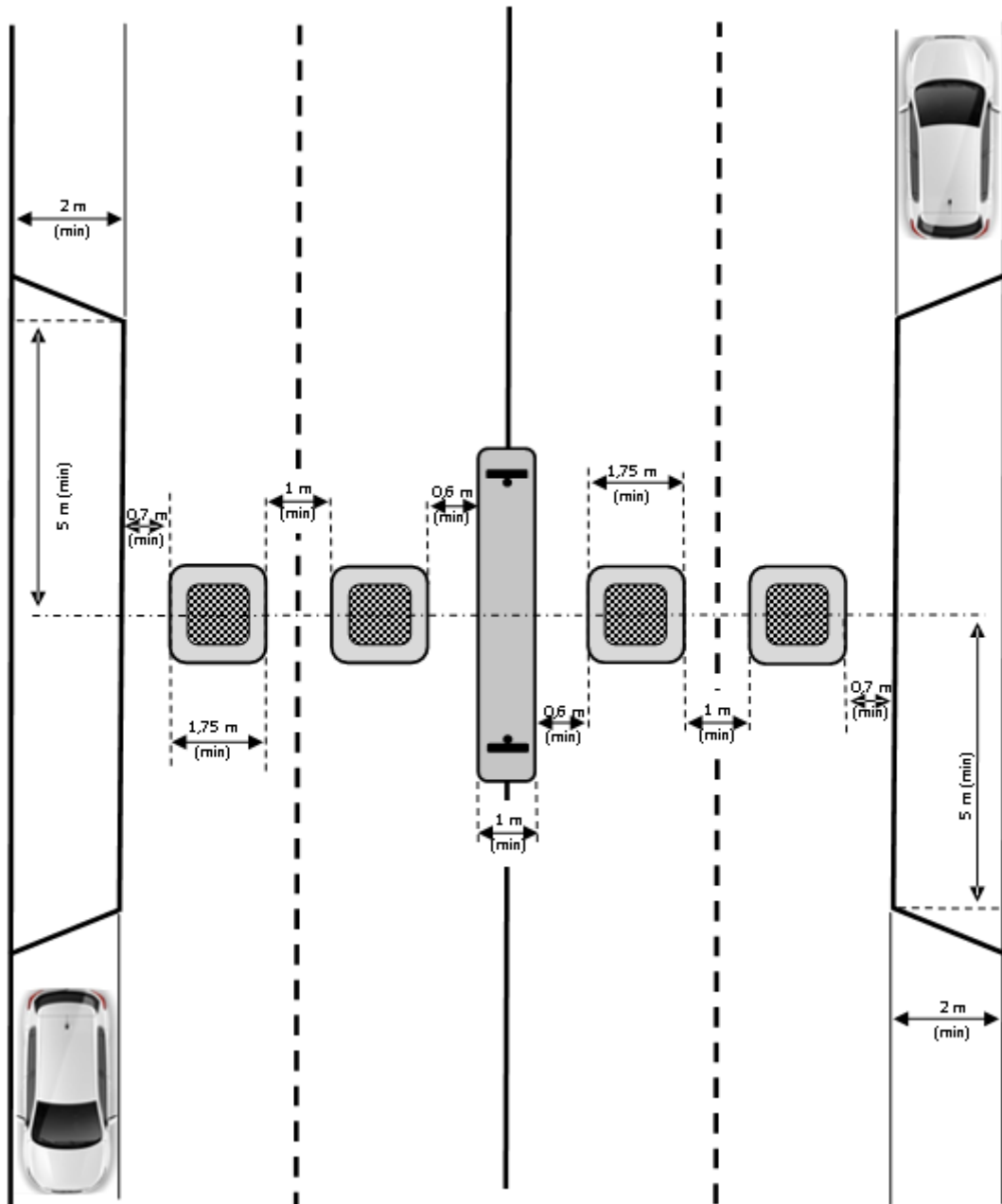
Deze strepen worden aangebracht met wegmarkeringsproducten, zoals voorgeschreven door hoofdstuk J.2 van typebestek 2015, waarin onder meer in hoofdstuk J.2.3.1.8. 'Laagdikte van markeringen' wordt gespecificeerd dat de droge laagdikte max. 3 mm moet bedragen met een tolerantie van 1 mm voor de handmatig aangebrachte markeringen. Er moet op worden gelet dat deze waarden niet worden overschreden om de fietsers niet onnodig te hinderen en om hen aan te moedigen hun traject aan te passen om de dwarsstrepen te vermijden.

## 7.5 Voorbeeld van een inrichting - Fictief geval van de plaatsing van rijbaankussens op wegen met meerdere rijstroken

Over sommige wegen met meerdere rijstroken (2+2, 2+1) wordt nagedacht in het kader van de uitvoering van 'Stad 30'. De kwestie van de aanleg van rijbaankussens op dergelijke wegen zou dus aan de orde kunnen worden gesteld. Alle elementen om dit geval te kunnen bespreken, werden in deze handleiding al uiteengezet. Het lijkt echter nuttig te herinneren aan de geometrische beperkingen waarmee rekening moet worden gehouden.

Als alle regels worden nageleefd (Afbeelding 65), wordt vastgesteld dat de enkele rijstroken minstens 3,15 m breed zouden moeten zijn (rijbaankussens van minstens 1,75 m breed + een ruimte van minstens 0,70 m rechts en links) en de twee eenrichtingsstroken minstens 5,9 m (Afbeelding 65, 2 rijbaankussens van minstens 1,75 m breed + een ruimte van minstens 0,70 m rechts en links + een ruimte van minstens 1 m tussen de twee kussens).

Bovendien is voor de aanleg van een rijbaankussen op een weg met meerdere rijstroken (2+2, 2+1) een fysieke scheiding tussen de twee verkeersrichtingen nodig om ongepast gedrag bij het overschrijden van de volle witte lijn te voorkomen.



Afbeelding 74: Aanlegwijzen voor de rijbaankussens op een weg met meerdere rijstroken

Vóór en achter de rijbaankussens, over een lengte van 5 m aan weerszijden van de inrichting, moet het parkeren ook worden verhinderd wanneer de voor het parkeren voorbehouden zone minstens 2 m breed is. Wanneer de beschikbare parkeerbreedte minder dan 2 m bedraagt en een plaatselijke herinrichting om de breedte op 2 m te brengen niet mogelijk is, wordt aanbevolen om het schrappen van de parkeerplaatsen, vóór en achter de inrichting, uit te breiden over een afstand van minstens 8 m aan weerszijden van het kussen (Afbeelding 74).

## 8 Ontwerp- en uitvoeringselementen voor de aanleg van duurzame verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen

De belangrijkste bouwvereiste voor verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen is dat ze steeds hun vorm moeten behouden. Het is inderdaad het lengteprofiel dat het snelheidsmatigende effect bepaalt. De afwezigheid van verzakkingen, scheuren, oneffenheden, enz. zijn eveneens bepalend voor het beperken van de overlast in de onmiddellijke omgeving van de inrichting.

De aannemers, de bouwheren en de projectauteurs stuiten bij de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen echter regelmatig op duurzaamheidsproblemen. Hoofdstuk 8.2 is dan ook gewijd aan de algemene studie van het probleem en aan verschillende voorbeelden die stuk voor stuk punten zijn waaraan aandacht moet worden besteed. Het maakt het mogelijk de oorsprong van de ondervonden moeilijkheden te beschrijven en richting te geven aan de aanbevelingen die in hoofdstuk 8.3 worden gedaan voor de bouw van verkeersdrempels, verkeersplateaus en rijbaankussens die met verschillende soorten van verhardingen worden uitgevoerd.

### 8.1 Gebruikte types verhardingen

De verschillende soorten materialen die hieronder worden vermeld worden gebruikt voor de bouw van verkeersdrempels, verkeersplateaus en rijbaankussens. Ze hebben elk verschillende voor- en nadelen, die hieronder worden uiteengezet.



*Afbeelding 75: Verschillende soorten van materialen (bestrating, elementen in prefab beton, ter plaatse gestort beton, bitumineuze verhardingen) die voor de bouw van verkeersdrempels, verkeersplateaus en rijbaankussens worden gebruikt*

Deze inrichtingen moeten worden geplaatst op een weg bestaande uit tussen- en toplagen, een fundering, hetzij in (gebonden of ongebonden) steenslag of in mager beton, en een onderfundering. In het geval van het naast elkaar plaatsen van verschillende materialen wordt het begrip van aansluitingen geïntroduceerd en moet er in drie dimensies worden nagedacht.

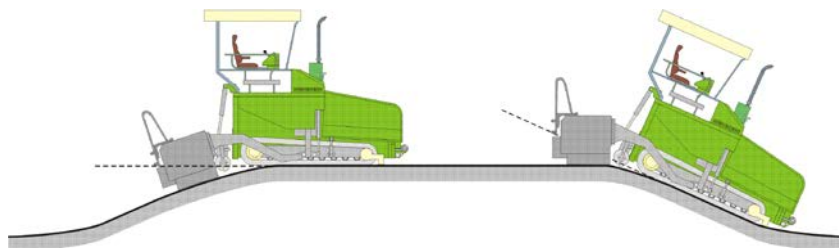
Voor de verkeersplateaus die als voetgangersoversteekplaats of als uitbreiding van een voetpad worden gebruikt, zal de keuze van de materialen op een doordachte manier worden gedaan door het op 28 november 2019 door de Regering goedgekeurde [Handvest van de verhardingen voor voetgangersvoorzieningen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest](#) te raadplegen, om voor de voetgangers het principe van universeel design en de reglementaire voorschriften van het Good Move-plan na te leven. Er dient uiteraard rekening te worden gehouden met de technische overwegingen die in de volgende hoofdstukken worden gegeven.

#### 8.1.1 Bitumineuze materialen

De bitumineuze verhardingen zijn a priori een technisch interessante oplossing in het geval van wegen die worden bedekt met verdichte bitumineuze mengsels. Het zou in feite een homogeen geheel kunnen vormen zonder discontinuïteiten en verbindingen. Ze hebben ook het voordeel dat ze snel in gebruik kunnen worden genomen en dat ze niet 'identificeerbaar' zijn in termen van tonaliteit wanneer een voertuig over de inrichting rijdt.

Tenzij er een specifieke inrichting wordt gebruikt die aan plotse hellingsbreuken is aangepast (bestratingsafwerkmachine met verlengde egalisatiecilinders of een paar extra cilinders op de afwerkingsbalk, gevoeligheid van het hydraulische systeem), blijft het bij de bitumineuze verhardingen

echter moeilijk het voorgeschreven lengteprofiel van de verkeersdrempels of de op- en afritten van het verkeersplateau na te leven (*Afbeelding 76*). Helaas maken de handmatige correcties die worden uitgevoerd om te voldoen aan de opgelegde geometrische criteria het ook niet mogelijk een optimale duurzaamheid te bereiken.



*Afbeelding 76: Voor de aanleg van verkeersdrempels of op- en afritten van het verkeersplateau moet een aangepaste bestratingsafwerkmaschine worden gebruikt (verlengde egalisatiecilinders of een paar extra cilinders voor de afwerkingsbalk en aangepast automatisch nivelleringsstelsel).*

De inrichtingen die op bitumineuze verhardingen worden aangelegd hebben ook het nadeel dat ze slecht zichtbaar zijn door het gebrek aan kleurcontrast. Het is daarom van cruciaal belang dat de kammarkering correct wordt aangebracht.

### 8.1.2 Bestratingen

Bestratingen hebben belangrijke voordelen als verharding voor verkeersplateaus. De verschillende beschikbare kleuren maken het mogelijk een permanente markering aan te brengen en de aanwezigheid van het verkeersplateau te benadrukken. Dankzij de verschillende beschikbare afwerkingen is een esthetische integratie in vele contexten mogelijk.

Door hun modulaire karakter en de eenvoud van het voor de uitvoering benodigde materiaal zijn ze uitermate geschikt voor de uitvoering van kleinschalige werken, zoals vaak werkzaamheden om verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen in bestaande wegen in te voegen.

Daarnaast hebben ze ook aanzienlijke nadelen:

- moeilijkheid om de voorgeschreven geometrische criteria na te leven;
- soms grote problemen met betrekking tot het mechanisch gedrag, hetzij in de bestrating zelf, hetzij ter hoogte van de verbinding met de andere gebruikte materialen;
- een negatief akoestisch effect voor de omwonenden in de directe omgeving omdat ze een tonale overschrijding met zich kunnen meebrengen wanneer het voertuig over de inrichting rijdt.

### 8.1.3 Elementen in prefabbeton

De elementen in prefabbeton werden op de markt gebracht met het idee dat ze deze geometrie- en gedragsproblemen zouden kunnen oplossen, met behoud van enkele van de voordelen van de bestrating (duidelijkheid, geschiktheid voor werken van beperkte omvang, enz.). Ze hebben ook het voordeel dat ze snel kunnen worden uitgevoerd en in gebruik kunnen worden gesteld.

Sommige fabrikanten leveren dergelijke geprefabriceerde elementen met een bestrating in steen. Deze elementen bieden dan alle voordelen van de met straatkeien beklede verkeersplateaus, die hierboven al werden uiteengezet.

De mechanische gedragsproblemen waarvan werd gedacht dat ze waren opgelost zijn dat niet noodzakelijkerwijs. Dit blijkt uit de losgekomen elementen en andere problemen die soms op het terrein worden waargenomen en die in hoofdstuk 8.2 worden besproken. De akoestische impact is bovendien van dezelfde aard als bij de bestratingen.



*Afbeelding 77: Geprefabriceerde elementen met een bestrating in steen*

### 8.1.4 Ter plaatse gestort beton

De inrichtingen in ter plaatse gestort beton worden vooral gebruikt in het kader van wegen die volledig uit monolithisch beton worden vervaardigd. De homogeniteit en het ontbreken van discontinuïteiten zijn ook hier weer belangrijke voordelen. Ze kunnen beter zichtbaar worden gemaakt door het beton te kleuren. Het zal ofwel uitgewassen beton, ofwel geprint beton zijn.

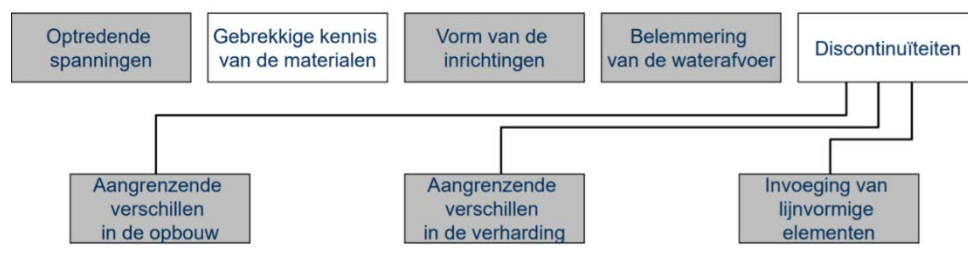
De overgang tussen twee aaneengesloten soorten bestrating is echter soms problematisch en de verbinding met de andere materialen kan lijden onder de gedragsverschillen van de verhardingen. Een aansluiting die niet perfect vlak zou zijn kan ook een potentiële bron van geluidsoverlast zijn. Bovendien is de vereiste tijd vóór de inbedrijfstelling over het algemeen langer dan bij andere oplossingen.

## 8.2 Belangrijkste te confronteren uitdagingen

In dit hoofdstuk worden enkele algemene oorzaken van mechanische gedragsproblemen op een rij gezet die zich bij het ontwerp en de bouw van verkeersdrempels, verkeersplateaus of rijbaankussens kunnen voordoen.

Vervolgens worden in hoofdstuk 8.3 aanbevelingen gegeven om de meeste op het terrein vastgestelde moeilijkheden op te lossen.

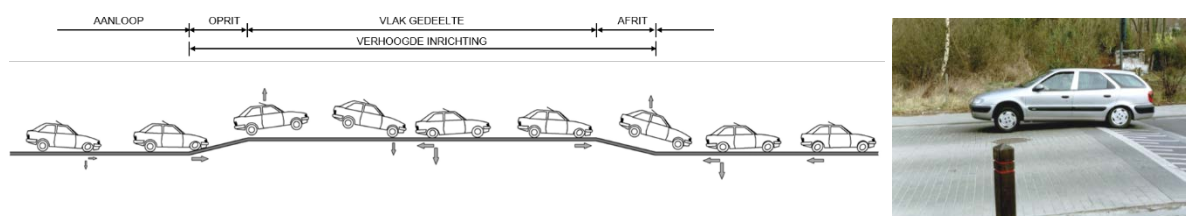
De belangrijkste oorzaken van de ondervonden problemen kunnen volgens het schema van Afbeelding 78 worden ingedeeld. In de rest van dit hoofdstuk wordt vooral dieper ingegaan op de uitgeoefende belasting, de moeilijkheden in verband met de vorm van de inrichtingen, de afvloeiing van het water en de discontinuïteiten die ontstaan door de bouw van verkeersdrempels, verkeersplateaus en rijbaankussens.



Afbeelding 78: Indeling van de oorzaken van de duurzaamheidsproblemen

### 8.2.1 De uitgeoefende belasting

De dynamische belasting op een verhoogde snelheidsbeperkende inrichting die door de doorgang van een voertuig wordt gegenereerd, is groter dan het eigen gewicht van het voertuig. De structuur zal dus meer worden belast dan een constructie zonder niveauverschil.



Afbeelding 79: Schematische weergave en illustratie van de uitgeoefende belasting op en rond een verhoogde snelheidsbeperkende inrichting

De aanwezigheid en de vorm van de snelheidsbeperkende inrichting veroorzaken immers uitzonderlijke en verschillende soorten van belastingen, bestaande uit verticale krachten (loodrecht op de verharding), horizontale krachten (tangentieel op de verharding) en trillingen. Zoals in Afbeelding 79 schematisch wordt weergegeven, worden ze niet enkel op de inrichting zelf uitgeoefend, maar ook ervóór en erna.



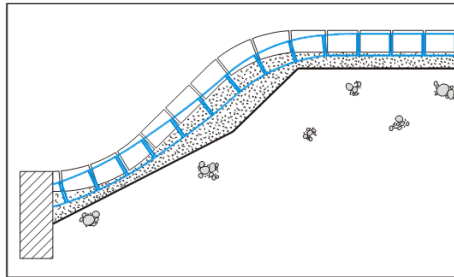
De realiteit en het belang van deze belastingen zijn met name zichtbaar op sommige beschadigde inrichtingen. De beschadigingen die in Afbeelding 80 worden getoond zijn dus rechtstreekse gevolgen van de krachten die door de wielen van de voertuigen worden uitgeoefend op de inrichting.



Afbeelding 80: Illustratie van de door de dynamische belasting veroorzaakte beschadigingen

## 8.2.2 De vorm van de inrichtingen

Het is niet eenvoudig een fundering te maken waarvan de bovenzijde parallel met de afgewerkte oppervlakte van de verharding ligt. In het geval van de bestrating resulteert dit in variaties in de dikte van de straatlaag. De onvermijdelijke verzakkingen van deze laag zijn dus van verschillende omvang. Ook bitumineuze mengsels van verschillende diktes zullen niet gelijkmatig worden verdicht en op heterogene wijze bestand zijn tegen vervormingen.



Afbeelding 81: Risico op differentiële zettingen als gevolg van variaties in de dikte van de straatlaag

Daarnaast levert de uitvoering van bitumineuze mengsels problemen op bij plotse variaties van de lengtehelling (Afbeelding 76). De klassieke bestratingsafwerkmachines zijn hiervoor niet geschikt (ontoereikende amplitude van het blad van de bestratingsafwerkmachine en gevoeligheid van het hydraulische systeem). Tijdens de uitvoering moeten dus handmatige correcties worden gedaan om dichter bij het voorgeschreven profiel te komen. Dit leidt tot variaties in de dikte en maakt dat er een extra verdichting nodig is. De kwaliteit van deze verdichting voldoet over het algemeen niet, wat een nadelige invloed heeft op de duurzaamheid van de verharding (zie ook punt 8.3.4).

## 8.2.3 Belemmering van de waterafvoer

De verkeersplateaus en -drempels vormen vaak obstakels voor de goede waterafvoer. Indien er geen maatregelen worden getroffen hoopt het water zich op en komt het geleidelijk in de structuur van de weg en de inrichting terecht, en vervolgens in de funderingsbodem. Naast de vermindering van het comfort en de veiligheid van de gebruikers zal dit water, zodra het is doorgesijpeld, tot een vermindering van de duurzaamheid van de structuren leiden.



Afbeelding 82: Er moeten maatregelen worden getroffen om de problemen in verband met de doorsijpeling van afvloeiend water aan te pakken.

Dit probleem komt aan bod in punt 8.3.1.3.

## 8.2.4 Discontinuïteiten met betrekking tot het naast elkaar plaatsen van verschillende materialen

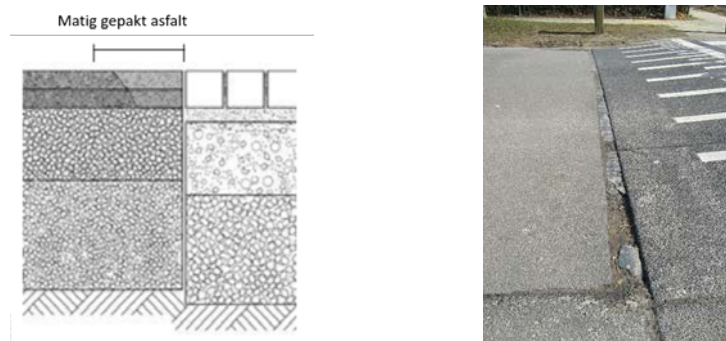
De verkeersplateaus zijn vaak vervaardigd uit andere materialen dan degene die in de aanpalende delen van de weg worden gebruikt. Dit naast elkaar plaatsen van verschillende materialen leidt tot veel problemen (zie voorbeelden in 8.2.4.1). De verbinding tussen de verschillende verhardingen (eventueel tussen verschillende structuren) leidt immers tot:

- mechanische gedragsveranderingen,
- problemen bij het ontwerp en de uitvoering,
- het ontstaan van een dynamische belasting,
- waterinfiltratie.

Bovendien kan het gedrag van een materiaal een negatief effect hebben op het gedrag van de aangrenzende bestrating en de duurzaamheid ervan (zie voorbeelden in 8.2.4.2). In de volgende twee delen worden enkele problemen toegelicht die op het terrein worden vastgesteld. In hoofdstuk 8.2 worden verschillende aanbevelingen gegeven om deze problemen op te lossen.

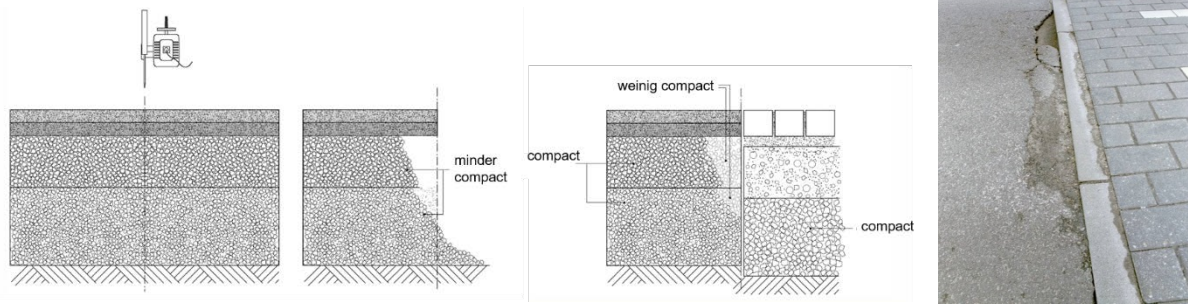
### 8.2.4.1 Voorbeelden van tekortkomingen in verband met uitvoeringsmoeilijkheden of slecht beheerste details

- Starten en stoppen van de bestratingsafwerkmachines: de eerste en de laatste meters van de bitumineuze mengsels die met de bestratingsafwerkmachine worden geplaatst zijn soms minder goed verdicht. Het uitzicht van deze laag is dus over het algemeen meer open en de duurzaamheid van de verharding is minder goed (Afbeelding 83, links).
- Manuele bijwerkingen: de manuele bijwerkingen die vaak worden uitgevoerd wanneer een verkeersplateau in een bestaande verharding wordt ingevoegd zijn a fortiori onvoldoende verdicht en weinig duurzaam (Afbeelding 83, rechts).



Afbeelding 83: Minder verdichte verharding bij het starten en het stoppen van de bestratingsafwerkmachine (links) - Kleine manuele bijwerkingen (rechts)

- Verminderde verdichting van de fundering ter hoogte van de aansluiting: bij de invoeging van een verhoogde inrichting in een bestaande weg moeten de verharding en de fundering worden ingesneden. Als deze laatste uit een onvoldoende of niet gebonden materiaal is vervaardigd zal de verdichting afnemen, waardoor de duurzaamheid van de verharding zal verminderen (Afbeelding 84).



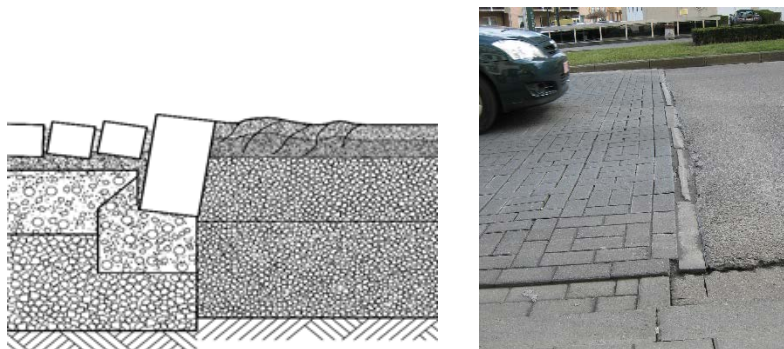
Afbeelding 84: Risico op een afname van de verdichting van de fundering ter hoogte van de aansluiting bij de invoeging van een verhoogde inrichting in een bestaande weg

- De voegen tussen verschillende funderingen of bruuske veranderingen van de hardheid van de structuur leiden tot een risico op het ontstaan van scheuren.



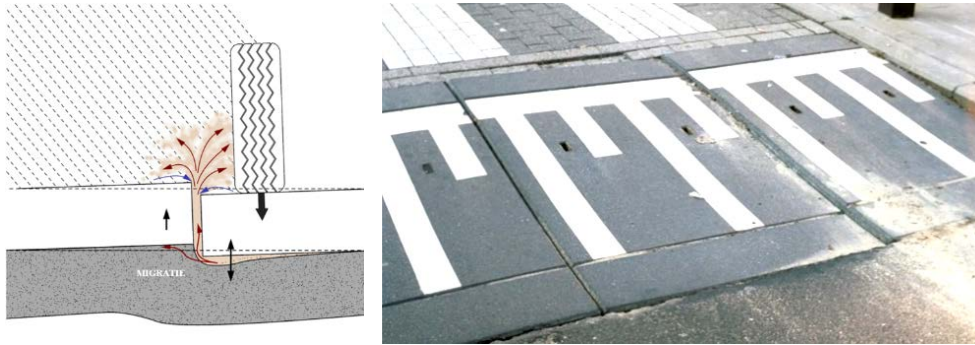
Afbeelding 85: Ontstaan van scheuren ter hoogte van de voeg tussen verschillende funderingen

- Plaatsing van boordstenen in een bestaande verharding: een boordsteen die tegen een bitumineuze verharding is geplaatst om de herstelling ervan te vermijden kan geen goede kantstrook vormen. Dit houdt in dat de aangrenzende verharding opnieuw moet worden bewerkt om een geschikte kantstrook te installeren.



Afbeelding 86: Gebrekkig uitgevoerde kantstrook van een boordsteen tussen twee verhardingen

- Het loskomen van geprefabriceerde elementen wordt soms waargenomen en kan twee oorzaken hebben: hetzij een onvoldoende sterke fundering of een fundering die de belastingen niet voldoende verdeelt, hetzij een pompeffect (Afbeelding 87) dat wordt veroorzaakt door waterinfiltratie via de voegen, die geleidelijk wordt gecombineerd met een schommelende beweging van het element en leidt tot de uitzetting van de vulstoffen en de erosie van de fundering.



Afbeelding 87: Een geschikte afdichting van de voegen en het gebruik van een niet-erodeerbare steenlaag zouden het risico op loskomende geprefabriceerde elementen als gevolg van het pompeffect moeten kunnen voorkomen.

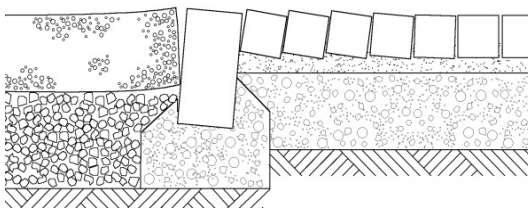
Uit de ervaring op het terrein blijkt dat dit probleem zich vaak voordoet, soms zelfs in aanwezigheid van een fundering van zelfnivellerend beton. In dit tweede geval moet er voldoende tijd worden uitgetrokken vóór de openstelling voor het verkeer, moet er aandacht worden besteed aan mogelijke trillingen in de omgeving en moet het beton op de juiste wijze worden gestort (details in hoofdstuk 8.3.3).

De bewegingen van de geprefabriceerde elementen kunnen leiden tot de afschilfering<sup>25</sup> van de randen van de elementen of desgevallend tot het loskomen van de vastgezette stenen.

Over het algemeen leidt het naast elkaar plaatsen van verschillende materialen onvermijdelijk tot het ontstaan van een voeg. Als de voeg slecht is opgevuld of slecht wordt onderhouden zal die aanleiding geven tot waterinsijpeling in de wegstructuur.

#### 8.2.4.2 Voorbeelden van een negatieve invloed van het gedrag van een verharding op de aangrenzende bestrating

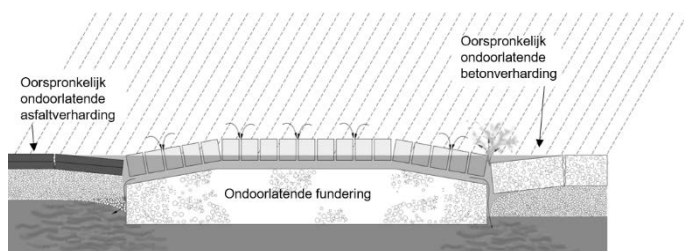
- De uitzetting van verhardingen in monolithische beton creëert een horizontale druk, die bijvoorbeeld niet door een bestrating kan worden gecompenseerd. Bij het ontbreken van uitzettingsvoegen of verankeringslandhoofden in de betonnen verharding zal er aanzienlijke schade aan de bestrating ontstaan (Afbeelding 88).



Afbeelding 88: Illustratie van het mogelijke effect van de thermische uitzetting van een betonnen verharding op een bitumineuze verharding of een bestrating

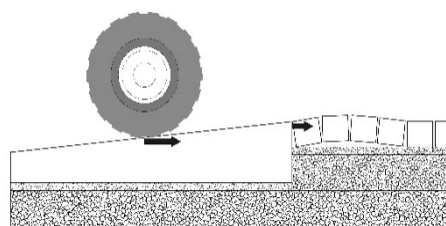
- Doorlaatbaarheid van de bestrating: de waterinsijpeling in een bestrating kan schade veroorzaken aan een bitumineuze verharding die eraast ligt (Afbeelding 89) als gevolg van de afname van de weerstand van de vervorming van de bodem en van de structuur, aan een verharding in monolithisch beton die eraast ligt, onder meer door pompeffecten.

<sup>25</sup> Afschilfering: oppervlakte-defect als gevolg van een schok of de impact van de weersinvloeden op de bekleding of de scherpe rand van een element in uitgehard beton of een steen.



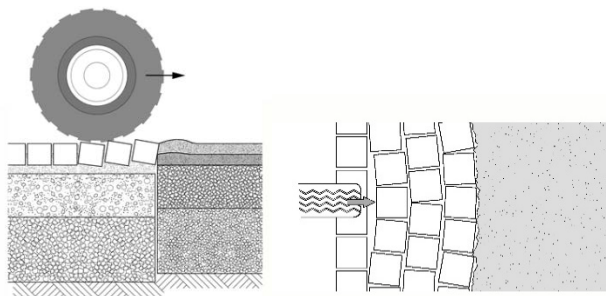
Afbeelding 89: Noodzaak om maatregelen te treffen om de insijpeling van afvloeiend water in een bestrating aan te pakken

- Slechte verankering van de elementen in prefabbeton: Door het ontbreken van een verankering hebben de elementen in prefabbeton de neiging om onder de impact van de wielen van de voertuigen te verschuiven. Een bestrating die ernaast ligt, loopt dus het risico te vervormen onder invloed van deze horizontale krachten.



Afbeelding 90: Illustratie van het risico op tangentiële bewegingen van een prefabelement onder invloed van het verkeer

- Onvermogen van de bestrating om zelf de horizontale belasting op te vangen: door het ontbreken van een kantopsluiting zullen de stenen door de inwerking van de horizontale belasting uit elkaar schuiven en kantelen (Afbeelding 91). Het is absoluut noodzakelijk dat er een kantsteen wordt geplaatst voordat de fundering en de straatstenen worden gelegd.



Afbeelding 91: De bestrating is zelf niet in staat de horizontale belasting op te vangen.

Deze lijsten met voorbeelden zijn uiteraard niet uitputtend. De toepassing van de hieronder gegeven aanbevelingen zou het mogelijk moeten maken de meeste op het terrein vastgestelde moeilijkheden tegen te gaan.

## 8.3 Aanbevelingen voor het ontwerp en de uitvoering van duurzame verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen

De aanbevelingen die hieronder worden gegeven, pretenderen niet uitputtend<sup>26</sup> te zijn, maar zijn eerder bedoeld om de aandacht te vestigen op de verschillende algemene ontwerp- en uitvoeringsprincipes die zowel voor de verkeersplateaus (die het voorwerp uitmaken van de meeste illustraties) als voor de verkeersdrempels en de rijbaankussens kunnen worden toegepast.

### 8.3.1 Algemene aanbevelingen

Naast de aanbevelingen met betrekking tot de verschillende soorten materialen kunnen enkele gemeenschappelijke aanbevelingen worden voorgesteld.

#### 8.3.1.1 Bijzondere aandacht besteden aan het ontwerp en de uitvoering

Het ontwerp en de uitvoering van een verhoogde snelheidsbeperkende inrichting mogen, ongeacht de gekozen materiaalsoort(en), niet als routinewerk worden beschouwd. Ze vereisen immers een zorgvuldige afweging bij het maken van de verschillende keuzes. Meer nog dan voor een lineair baanvak is een perfecte beheersing van de materialen en hun verbindingen noodzakelijk. Er moet bijzondere aandacht worden besteed aan de bestudering van de details.

Ook het toezicht op en de controle van de kwaliteit van het ontwerp en de uitvoering zijn, meer nog dan bij gemeenschappelijke baanvakken, van het grootste belang.

#### 8.3.1.2 De voorgeschreven profielen naleven

Het naleven van de voorgeschreven profielen voor de bestrating van de inrichting is niet enkel van essentieel belang om ervoor te zorgen dat ze aan de reglementaire bepalingen voldoet. Het parallelisme van de fundering of de onderlaag ten opzichte van de bovenzijde van de bestrating is ook primordiaal voor verhardingen, zoals bestratingen en bitumineuze mengsels.

Er zullen dus nauwkeurige plannen moeten worden opgesteld, die zijn gebaseerd op een gedetailleerd overzicht van de bestaande toestand en die rekening houden met alle vereisten waaraan de weg- en verkeersplateauprofielen moeten voldoen. Op deze plannen worden het bovenste niveau van de fundering en dat van de bestrating weergegeven. De conforme uitvoering van deze plannen zal nauwgezet moeten worden gecontroleerd.

Er moet in het bijzonder rekening worden gehouden met de algemene helling van de weg om het profiel van het hoogste niveau van de bestrating te bepalen (zie *Afbeelding 45*).

#### 8.3.1.3 De waterafvoer garanderen

Het project zal moeten voorzien in het herstel van de goede waterafvoer, die wordt verstoord door de invoeging van een verhoogde inrichting in een bestaande weg. In de GSV<sup>3</sup> is bovendien vastgelegd dat **de afvoer van het afvloeiingswater** in alle omstandigheden moet worden gegarandeerd.

Daarom zal het soms nodig zijn de profielen vóór en/of achter de inrichting aan te passen om waterstagnatie te voorkomen. Indien nodig zullen bijkomende straatkolken en -goten het waterafvoersysteem moeten vervolledigen. De aanleg van laterale verkeerseilanden voor het behoud van de afvoergoten (*Afbeelding 54*) kan ook een te overwegen piste zijn.

---

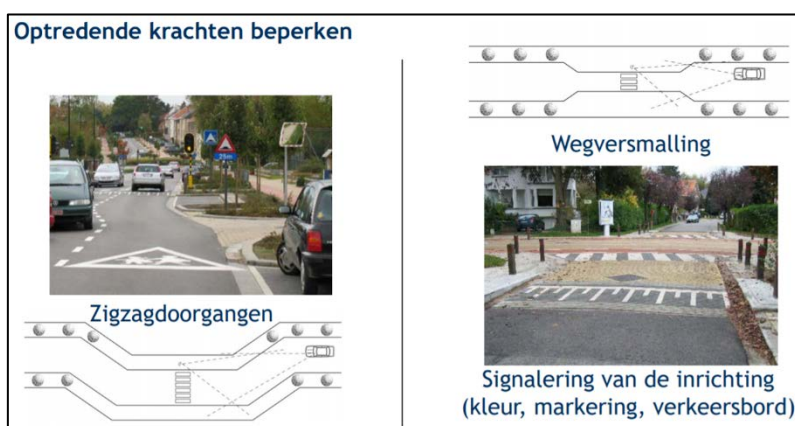
<sup>26</sup> Meer gedetailleerd technisch advies kan, geval per geval, worden verstrekt door het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw - [bijstand@ocw.be](mailto:bijstand@ocw.be)

### 8.3.1.4 De uitgeoefende belasting beperken en er rekening mee houden bij de dimensionering

De belasting die voortvloeit uit de aanwezigheid en de vorm van de inrichting (zie punt 8.2.1) wordt groter naarmate de snelheid van de voertuigen toeneemt (hoewel deze, in overeenstemming met de reglementering, op de verkeersdrempels en -plateaus tot 30 km/u is beperkt). De duurzaamheid van de verhoogde inrichtingen vormt daarom een bijkomende reden op het vlak van de veiligheidsvereisten voor de gebruikers en de buurtbewoners om hun aanwezigheid te markeren en de naleving van de maximale toegelaten snelheden te waarborgen.

De aandacht kan worden gevestigd op de aanwezigheid van de verhoogde inrichtingen door deze, door middel van het gebruik van een andere kleur, van de gemeenschappelijke baanvakken te onderscheiden. Een verzorgde uitvoering van de kammarkering (zie *Afbeelding 57*) en de verticale signalisatie streven ook deze doelstelling na.

De maximale toegelaten snelheden zullen ook beter worden nageleefd als andere snelheidsbeperkende inrichtingen worden gecombineerd met de tussenplaatsing van de verhoogde inrichting. De verkeersplateaus en -drempels worden dan gunstig gecombineerd met zigzagdoorgangen, wegversmallingen, de invoeging van verkeerseilanden, ...



Afbeelding 92: Illustratie van maatregelen die bijdragen tot de beperking van de uitgeoefende belasting op een verhoogde inrichting

Ongeacht welke aanvullende maatregelen worden genomen om de naleving van de toegelaten snelheden te garanderen, de op de verhoogde inrichting uitgeoefende belasting zal groter zijn dan die degene die op een gemeenschappelijk deel van de weg wordt uitgeoefend. Hiermee moet dus rekening worden gehouden bij de keuze van de materialen en de dimensionering van de bestrating en de fundering.

Als er wordt van uitgegaan dat de op een verkeersplateau uitgeoefende belasting op sommige plaatsen wordt verdubbeld, dient te worden aangenomen dat **het aantal standaardassen van 100 kN dat over de bestrating rijdt wordt vermenigvuldigd met 16**. De dynamische belasting die bij verkeersdrempels, afhankelijk van hun vorm, rechtstreeks na het kunstwerk wordt uitgeoefend, is 3 tot 4 keer zo groot als de statische belasting. Het aantal standaardassen van 100 kN dat in aanmerking wordt genomen moet daarom worden vermenigvuldigd met 81 of 256 naargelang het geval.

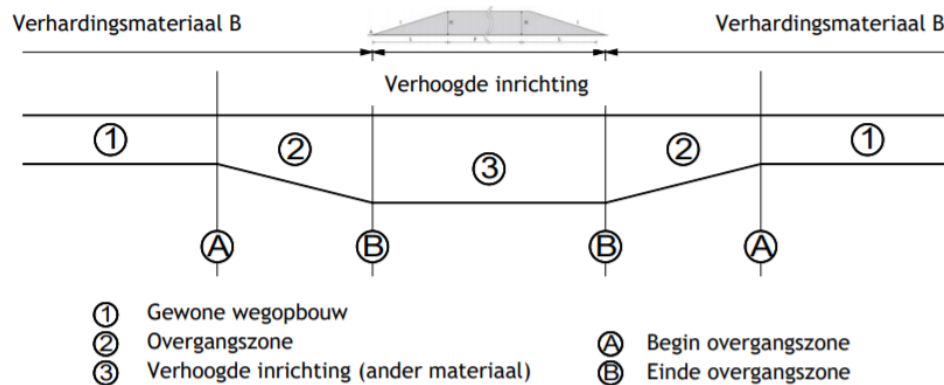
### 8.3.1.5 Structuur- en bestratingsdiscontinuïteiten vermijden en voorzien in overgangszones

Om problemen in verband met het naast elkaar plaatsen van verschillende materialen te voorkomen moet de voorkeur worden gegeven aan een ontwerp waarin voor de verkeersplateaus en de aangrenzende weggedelen dezelfde materialen worden gebruikt. Indien dat niet mogelijk is, moet bijzondere zorg worden besteed aan **het ontwerp en de uitvoering van de aansluitingen** en moet in **overgangszones** worden voorzien.

Om dit te doen, moeten de volgende elementen van elkaar worden gescheiden:

- de verbindingen tussen de verschillende materialen (moeilijkheden bij een correcte uitvoering, plaats die aanleiding geeft tot dynamische belasting, plaats van de waterindringing - *Afbeelding 93*);
- de geometrische breekpunten (moeilijkheden bij de correcte uitvoering);
- de punten waar de maximale belasting wordt uitgeoefend (hoge belasting van de bestrating en de structuur).

De overgangszones zullen het mogelijk maken geleidelijk van de voor het normaalprofiel voorgeschreven structuur over te gaan naar de voor de verhoogde inrichting gekozen structuur (*Afbeelding 93*).



*Afbeelding 93: Aanleg van overgangszones om geleidelijk van de voor het normaalprofiel voorgeschreven structuur naar de voor de verhoogde inrichting gekozen structuur over te gaan*

Zowel bij het ontwerp als bij de uitvoering moet de nodige aandacht aan de verbindingen worden besteed:

- de verbindingen moeten onder meer het voorwerp uitmaken van detailplannen;
- de tussenplaatsing van een boordsteen dient te worden vermeden, behalve in het geval van bestratingen;
- de volgorde waarin de verschillende bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd, moet worden bestudeerd en geoptimaliseerd om een goede uitvoeringskwaliteit te kunnen bereiken in de nabijheid van aansluitingen tussen verschillende materialen;
- bij de uitvoering ervan moet er vooral op worden gelet dat er geen plaatselijke hoogteverschillen ontstaan en er geen dynamische belasting wordt geïnduceerd;
- deze verbindingen moeten ook regelmatig worden gecontroleerd en onderhouden om te voorkomen dat ze beschadigd raken en dat er water in de structuur terechtkomt.

Er dient bijzondere aandacht te worden besteed aan de effenheid van de voet van de op- en afrit of van de verkeersdrempel (in het koninklijk besluit van mei 2002 wordt het hoogteverschil bij het begin tot ½ cm beperkt), om de overlast voor de gebruikers van het openbaar vervoer en de omwonenden tot een minimum te beperken.

### 8.3.2 Belangrijkste aanbevelingen voor de uit straatstenen vervaardigde verkeersplateaus en -drempels

In dit deel wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste elementen waarmee rekening moet worden gehouden om een zo duurzaam mogelijke inrichting in straatstenen aan te leggen. Belangrijke aanvullende informatie over het ontwerp en de dimensionering, de uitvoering en het onderhoud van verhardingen in straatstenen en hun structuur vindt u in de handleidingen van het OCW 'Aanbevelingen voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen' (nr. A80) en 'Natuursteenverhardingen' (nr. A95).'



### 8.3.2.1 Toepassingsgebied

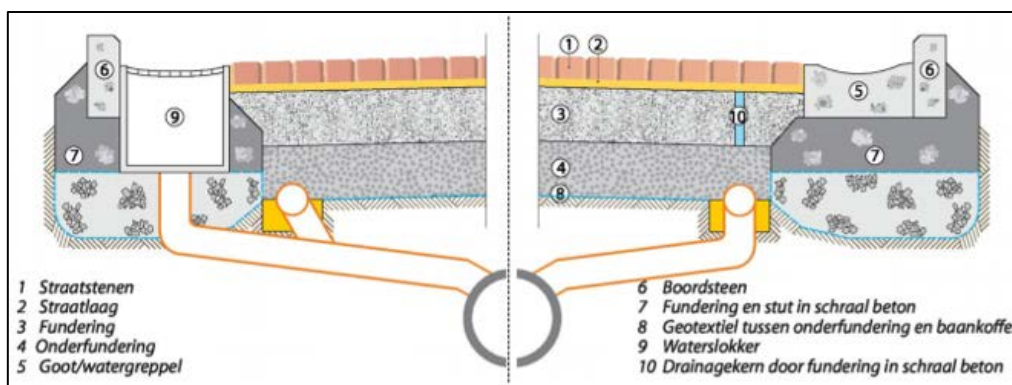
Als gevolg van de belasting die voortvloeit uit de aanwezigheid en de vorm van de inrichtingen (punt 8.2.1) en rekening houdend met de mechanische eigenschappen van dit type van bestrating en de bijbehorende structuren is het toepassingsgebied van de verhardingen (in betonstraatstenen) voor dit type inrichting beperkt tot wegen die worden gebruikt door **maximaal 25 vrachtwagens per dag voor de verkeersplateaus** en **5 vrachtwagens per dag voor de verkeersdrempels**<sup>27</sup>.

Gezien de aanzienlijke belasting zouden de afmetingen van de lagen moeten worden bepaald op basis van de hoogste verkeerscategorie (I) die wordt voorgesteld in de handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen van het OCW [OCW, 2009]. Dit komt neer op het voorstellen van een structuur die bestaat uit een fundering van mager beton van 25 cm (of 20 cm droog verdicht beton) en straatstenen van 12 cm dik.

### 8.3.2.2 Structuur

De structuur van een verhoogde inrichting die met straatstenen is bedekt, moet de afvoer van via de voegen doorsijpelend water mogelijk maken en moet dus doordringbaar en gedraineerd zijn. Funderingen in drainerend mager beton of in een doorlatende steenslag zouden dus geschikt kunnen zijn.

Deze fundering moet echter stabiel blijven en mag niet vervormen onder invloed van de aanzienlijke belasting die door de voertuigen wordt veroorzaakt als gevolg van het profiel van de inrichting. Bovendien moet een geotextiel tussen de straatlaag en de fundering worden aangebracht om te voorkomen dat het drainerende materiaal verstopt raakt door het zandbed. Dit geotextiel kan het wegglijden van de straatlaag op de fundering vergemakkelijken onder invloed van tangentiële krachten.



Afbeelding 94: Afvoer van water dat via een drainagebuis in de fundering binnensijpelt (10) [OCW, 2009]

De fundering van de verhoogde inrichting wordt dus **bij voorkeur uitgevoerd in mager beton**. Er moet dus worden voorzien in **een bijkomend drainagesysteem**, bijvoorbeeld door in de laagste punten afwateringsopeningen te boren en deze met fijn grind te vullen (Afbeelding 94). Deze afwateringsopeningen zijn nodig over de gehele lengte van het verkeersplateau, ook onder de op- en afritten.

Het gebruik van steenslag zou kunnen worden overwogen in het geval van licht verkeer dat beperkt is tot auto's.

De bovenzijde van de fundering moet perfect parallel lopen met de bestrating om een constante dikte van de straatlaag en, indien mogelijk, de afvoer van geïnfiltreerd water in de straatlaag tot aan het drainagesysteem te garanderen.

<sup>27</sup> Deze grenzen kunnen zelfs worden verlaagd in het geval van verhardingen in natuursteen.

### 8.3.2.3 Straatlaag

De straatlaag moet ervoor zorgen dat het water dat via de voegen binnendringt en lateraal naar het drainagesysteem wordt afgevoerd. Deze laag moet bovendien **stabiel blijven en mag niet vervormen**, ondanks de aanwezigheid van water en de aanzienlijke belasting waaraan ze wordt onderworpen.

Daartoe moet het gebruik van met cement gestabiliseerd zand worden vermeden en de voorkeur worden gegeven aan **een stabiel hoekig en fragmentatiebestendig materiaal** (zie § 1.2.6.2 van de handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen van het OCW [OCW, 2009]). Een porfier met een korrelverdeling van 0/6,3 (categorie Ab of 3 volgens PTV 411), met minder dan 3% fijne bestanddelen (deeltjes met een diameter kleiner dan 63 µm) bijvoorbeeld, zal stabiliteit en doorlatendheid op een duurzame manier hand in hand laten gaan.

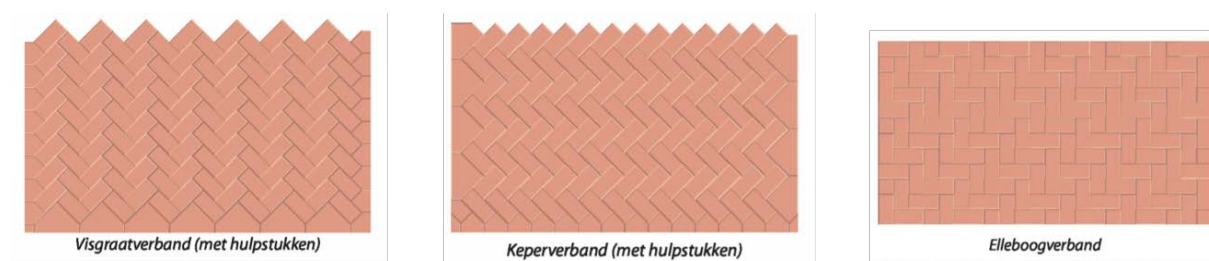
Om een duurzame bestrating aan te leggen moet **de dikte van de straatlaag gering en constant** zijn. Een dikte van 3±0,5 cm na verdichting kan als optimaal worden beschouwd.

De bijzondere geometrie van de verhoogde inrichtingen leidt tot abrupte veranderingen in de helling van het lengteprofiel, die soms slecht zijn aangegeven of moeilijk zijn uit te voeren volgens het voorgeschreven profiel (bijv. mager beton dat met de bestratingsafwerkmachine is geplaatst). Het verkrijgen van een straatlaag met een constante dikte is dus niet noodzakelijkerwijs een vanzelfsprekendheid. Er moet een nauwkeurig en gedetailleerd plan worden opgesteld met de niveaus die door de bovenzijde van de fundering moeten worden bereikt naargelang van het niveau dat voor de bestrating moet worden verkregen (de bestrating en de bovenzijde van de fundering moeten volkomen parallel lopen).

### 8.3.2.4 Straatstenen, voegen en legverband

De **bestrating** moet zo **stabiel en ondoordringbaar** mogelijk zijn. De volgende elementen zullen hiertoe bijdragen:

- De hoogte van de straatstenen moet minstens 12 cm bedragen;
- De aanwezigheid van afschuiningen aan de randen van de straatstenen voorkomt schade door trillingen tijdens het leggen en door de belasting van het verkeer;
- De voegen moeten smal zijn en tegelijk een efficiënt voegwerk bieden in overeenstemming met de korrelverdeling van het voegmateriaal. Het gebruik van straatstenen met afstandhouders zal helpen de voegen efficiënt af te dichten;
- Het voegmateriaal moet ook bijdragen aan de stabiliteit van de bestrating (zie § 1.2.9 van de handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen van het OCW [OCW, 2009]);
- Het elleboogverband, het visgraadverband en het keperverband verdelen de horizontale belastingen ook zo goed mogelijk, waardoor het risico op beschadigingen wordt beperkt (*Afbeelding 95*).



*Afbeelding 95: Een in elkaar grijpend legverband verdeelt de horizontale belastingen beter [OCW, 2009]*

De volledige en compacte vulling van de voegen is ook nodig om de hoeveelheid water die via de bestrating binnensijpelt te beperken. Daartoe moet een zijwaartse helling in straatstenen van minstens 2,5% worden aangelegd en moeten er op een doordachte manier voldoende straatgoten en -geulen worden aangebracht.

### 8.3.2.5 Naast elkaar plaatsen van andere materialen

De invoeging van een met straatstenen bekleed verkeersplateau in een verharde weg (zonder tussenplaatsing van een boordsteen) is zeker een logische oplossing omdat het homogeen is. Indien dit beginsel van homogeniteit niet kan worden nageleefd, moet bijzondere aandacht worden besteed aan de volgende punten:

- ter hoogte van de aansluitingen die zich in een laag punt van de bestrating bevinden, moet er in een waterafvoer worden voorzien;
- indien de inrichting in een met een verdicht bitumineus mengsel verharde weg wordt ingevoegd, moet het mengsel eerst met een ruime overschrijding op het voor het verkeersplateau bestemde oppervlak worden aangebracht. Vervolgens wordt het mengsel (van mindere kwaliteit in het begin en op het einde van de verharding) ter hoogte van de toekomstige voeg tussen het mengsel en de verharding afgesneden. Er worden geen harde punten tussengevoegd;
- indien de inrichting in een weg in monolithisch beton wordt ingevoegd moeten de uitzettingen worden opgevangen in een uitzettingsvoeg (zie punt F.1.2.9.1.3 van typebestek 2015) die over de hele hoogte wordt gevuld met een samendrukbaar materiaal, en moet deze voeg worden afgesloten met een elastische, maar harde voegvulmassa;
- in het geval van een aaneenschakeling van materialen met een op- en afrit in elementen in prefabbeton moeten de voegen tussen de geprefabriceerde elementen vóór de plaatsing van de bestrating worden opgevuld om te vermijden dat het materiaal van de straatlaag in deze voegen lekt.

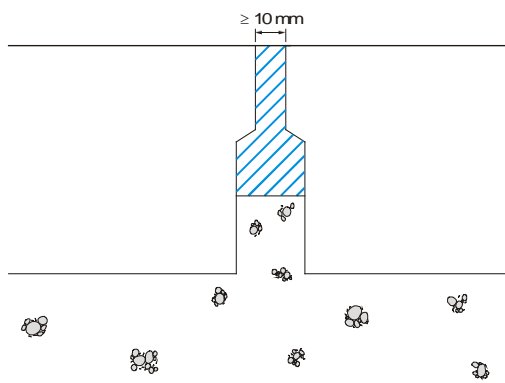
### 8.3.3 Belangrijkste aanbevelingen voor de uit geprefabriceerde elementen vervaardigde verkeersplateaus en -drempels

Er werden vier oplossingen geïdentificeerd en/of ontwikkeld om de risico's op een tekortkoming te beperken of zelfs uit te sluiten. Ze worden hieronder voorgesteld in oplopende volgorde van vermogen om zwaar verkeer duurzaam te kunnen opvangen.

#### 8.3.3.1 De voegen met een harde elastische massa afdichten

Het afdichten van de voegen met een harde gietmassa maakt ze waterdicht. De pompeffecten (*Afbeelding 87*) kunnen immers enkel optreden in aanwezigheid van water (ze kunnen worden verergerd door het effect van vorst en dooizouten).

De (warm gegoten bitumineuze) afdichtingsmassa verbindt de elementen ook met aangrenzende verhardingen en onderling (*Afbeelding 96*)

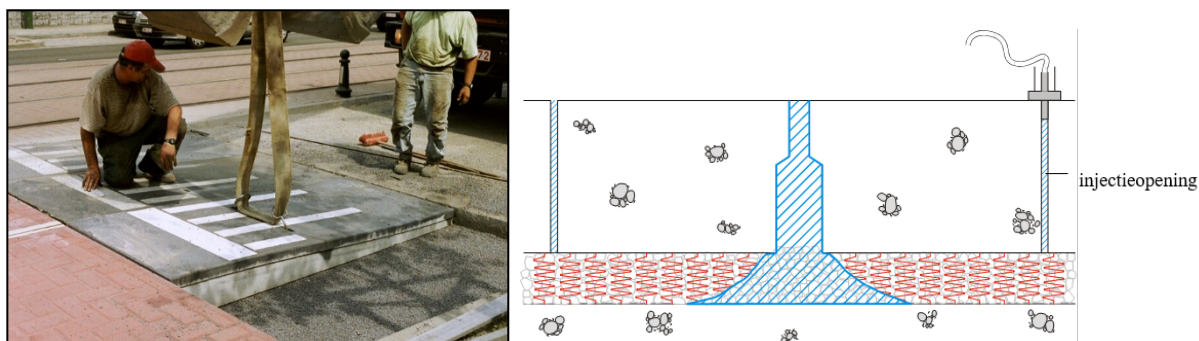


*Afbeelding 96: Afdichten van de voegen tussen de geprefabriceerde elementen met een harde elastische massa*

Deze plaatsingswijze is een verbetering ten opzichte van het klassieke systeem, maar is niet ideaal en zeker niet aan te bevelen voor zwaar verkeer.

### 8.3.3.2 De elementen in een soepel 'kussen' inbedden

De geprefabriceerde elementen kunnen worden ingebed in een straatlaag van gewassen hergebroken porfier met korrelgrootte 2/6,3, die vervolgens met polyurethaanhars wordt geïnjecteerd.



Afbeelding 97: Straatlaag in gewassen hergebroken porfier, vulling van de voegen en injectie met polyurethaanhars

De voegen moeten worden afgedicht (vóór de injectie) om ze waterdicht te maken en de risico's op horizontale en verticale bewegingen van de platen te beperken, hetzij met een warme 'harde' bitumineuze afdichtingsmassa, hetzij met een (gegoten of geïnjecteerde) 2-componentenpolyurethaanmortel.

De elementen moeten goed in de straatlaag worden 'ingebod'. Deze moet dus perfect zijn aangepast aan de vorm van de onderkant van het element. Daartoe moeten aan de oppervlakte van de straatlaag lichte onregelmatigheden worden gecreëerd en moet er op het geprefabriceerde element een voorwaartse en achterwaartse beweging worden overgebracht.

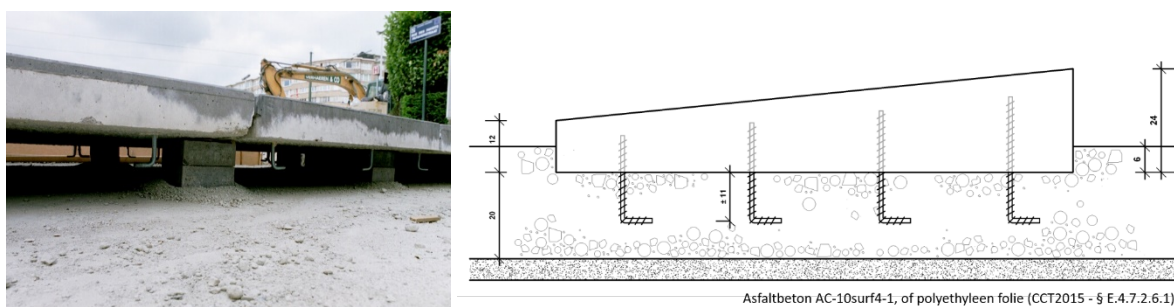
Deze plaatsingsmethode geeft momenteel zeer goede resultaten bij licht of zelfs druk verkeer. Ze lijkt echter haar grenzen te tonen in het geval van een zware belasting, zoals degene die wordt veroorzaakt door bussen en in het bijzonder hun draaibewegingen.

### 8.3.3.3 De elementen met zelfnivellerend beton afdichten en verankeren

Deze methode werd enkele jaren geleden getest op pilootwerven van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en werd in het typebestek opgenomen<sup>28</sup>.

Ze zou het mogelijk maken duurzame constructies te bouwen, zelfs in het geval van zwaar verkeer. Ze bestaat uit de verankering van de elementen, via hun uitstekende wapeningen, in een vloeibaar beton<sup>29</sup>. Dit beton vervult zowel de functie van fundering als van straatlaag.

De elementen worden droog gelegd en met spieën op niveau gesteld.



Afbeelding 98: Verankering van geprefabriceerde elementen met zelfnivellerend beton die zowel als fundering als bestrating fungeert

<sup>28</sup> Typebestek 2015 - Hoofdstuk C.49. Geprefabriceerde betonelementen voor de uitvoering van op- en afritten van verkeersdrempels en -plateaus en hoofdstuk F.7.1. Uitvoering van op- en afritten van verkeersdrempels en -plateaus in geprefabriceerde betonelementen.

<sup>29</sup> Typebestek 2015, hoofdstuk E.4.7 - Funderingen van zelfnivellerend beton voor geprefabriceerde elementen.

Vervolgens wordt aan de ene kant zelfnivellerend beton gestort dat onder de geprefabriceerde elementen door vloeit. Aan de andere kant stijgt het beton vanzelf tot hetzelfde niveau. Door zijn vloeibare toestand en de kleine korrelgrootte van de aggregaten stijgt het zelfnivellerende beton ook in de voegen op. Zodra het beton is uitgehard worden de voegen met een warm gegoten voegvulling of een gegoten polyurethaan afgedicht en zo waterdicht gemaakt.

De fundering volgt geheel de vorm van de onderzijde van de elementen. Door de verankering van de wapeningen kunnen de elementen niet horizontaal of verticaal verschuiven. Elk risico op verschuiving, blootlegging, scheuren, afschilfering, structuurverlies in de voegen, ... is dus uitgesloten.

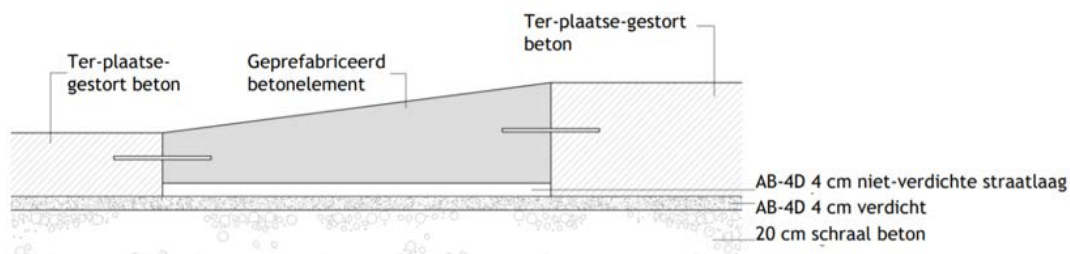
De uitvoering van dit soort van beton vraagt om enkele voorzorgsmaatregelen:

- Als de gebruikte bindingsversneller chloor bevat, kan het zijn dat de wapeningsstaven aangetast worden door corrosie en ze hun verankeringsfunctie op lange termijn niet meer kunnen uitvoeren;
- Termijn voor de openstelling van de inrichting voor het verkeer: 10 dagen lijkt een minimum te zijn. Er moet ook aandacht worden besteed aan ongewenste trillingen die na de uitvoering worden veroorzaakt (tram, zwaar verkeer in de omgeving, ...);
- Kwaliteit van het beton: het zelfnivellerend beton is gevoeliger voor ontmenging dan een klassiek beton<sup>30</sup>.

#### 8.3.3.4 De elementen in de aangrenzende betonnen verhardingen verankeren

Uiteraard is deze methode enkel van toepassing als de aangrenzende verhardingen uit ter plaatse gestort beton zijn vervaardigd.

De geprefabriceerde elementen kunnen op een niet vooraf verdichte, uit bitumineuze mengsels van het type AC-6.3Surf4 vervaardigde straatlaag worden geplaatst. Aan de onderkant en de bovenkant van de op- en afrit zijn er in afwachting wapeningsstaven aangebracht (*Afbeelding 99*).



*Afbeelding 99: Verankering van een geprefabriceerd element (dat op een niet-verdichte, uit bitumineuze mengsels vervaardigde straatlaag is geplaatst) in een aangrenzende verharding in ter plaatse gestort beton*

In combinatie met een zelfnivellerende betonaafdichting is de verankering van de elementen in de aangrenzende verhardingen in ter plaatse gestort beton de meest geschikte uitvoeringswijze voor het zwaar verkeer.

<sup>30</sup> Het WTCB heeft enkele aanbevelingen gedaan over de uitvoering van zelfnivellerend beton ([https://www.wtcb.be/homepage/download.cfm?lang=nl&dtype=publ&doc=wtcb\\_artonline\\_2012\\_3\\_nr4.pdf](https://www.wtcb.be/homepage/download.cfm?lang=nl&dtype=publ&doc=wtcb_artonline_2012_3_nr4.pdf)).

### 8.3.4 Belangrijkste aanbevelingen voor de uit bitumineuze mengsels vervaardigde verkeersplateaus en -drempels

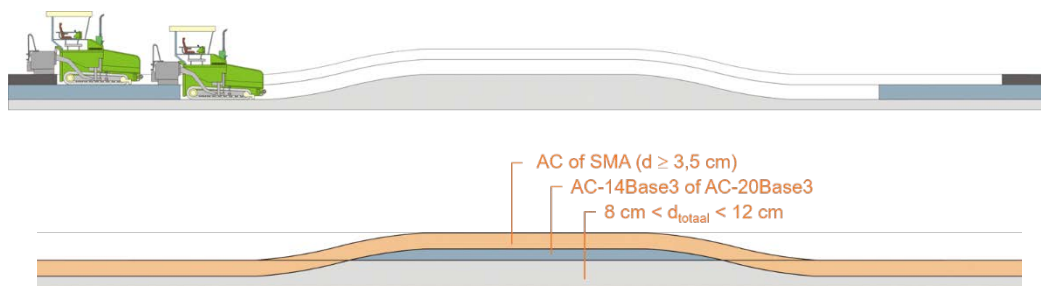
Naast de criteria met betrekking tot de esthetiek, het comfort en de veiligheid zullen de volgende kenmerken doorslaggevend zijn bij de keuze van het te gebruiken type van bitumineus materiaal:

- de verkeersintensiteit;
- de complexiteit van de vorm van het verkeersplateau en de aanwezigheid van verbindingen met andere verhardingen;
- de helling van de op- en afritten en de progressiviteit van de verandering van de helling van het lengteprofiel

#### 8.3.4.1 Warm verdichte bitumineuze mengsels

De warm verdichte bitumineuze mengsels worden geplaatst met behulp van een bestratingsafwerkmaschine die ze vooraf verdicht. Ze worden vervolgens een tweede keer verdicht door ze te walsen wanneer ze nog warm zijn. Minstens 80% van de verdichting wordt uitgevoerd door de bestratingsafwerkmaschine.

De goed samengestelde **zandskeletmengsels** zijn des te beter bestand tegen rijspoorvorming wanneer de **aggregaten grof** zijn (bv. AC-20Base3 in de profileringslaag). In dit geval zijn de laagdiktes groter. Dit type mengsel heeft echter een hogere verdichtingsenergie nodig om een duurzaam resultaat te verkrijgen. Het gebruik ervan zal daarom worden **beperkt tot de verhoogde inrichtingen met een eenvoudige vorm of zonder verbindingen met andere verhardingen (Afbeelding 100)**.



Afbeelding 100: Samenvattende illustratie van een plaatsingsmethode met warm verdichte bitumineuze mengsels (grofkorrelige zandskelet en steenskelet van het type SMA)

De uitvoerings- en verdichtingsmoeilijkheden leiden tot het afstoten van de zandskeletmengsels met groffe aggregaten en de steenskeletmengsels voor de **verkeersplateaus met complexe vormen en/of talrijke verbindingen met andere soorten van verhardingen. Mengsels van het type AC-10Surf4 en AC-10Base3** zijn dus geschikt voor dergelijke verkeersplateaus. Ze zijn echter over het algemeen meer onderhevig aan spoorvorming. Bepaalde **mengsels van het type AC-14Base3** zullen, in de herprofilingslaag, soms adequate compromissen tussen twee vereisten vormen (Afbeelding 101).

#### 8.3.4.2 Uitvoering van de op- en afritten van een verkeersplateau

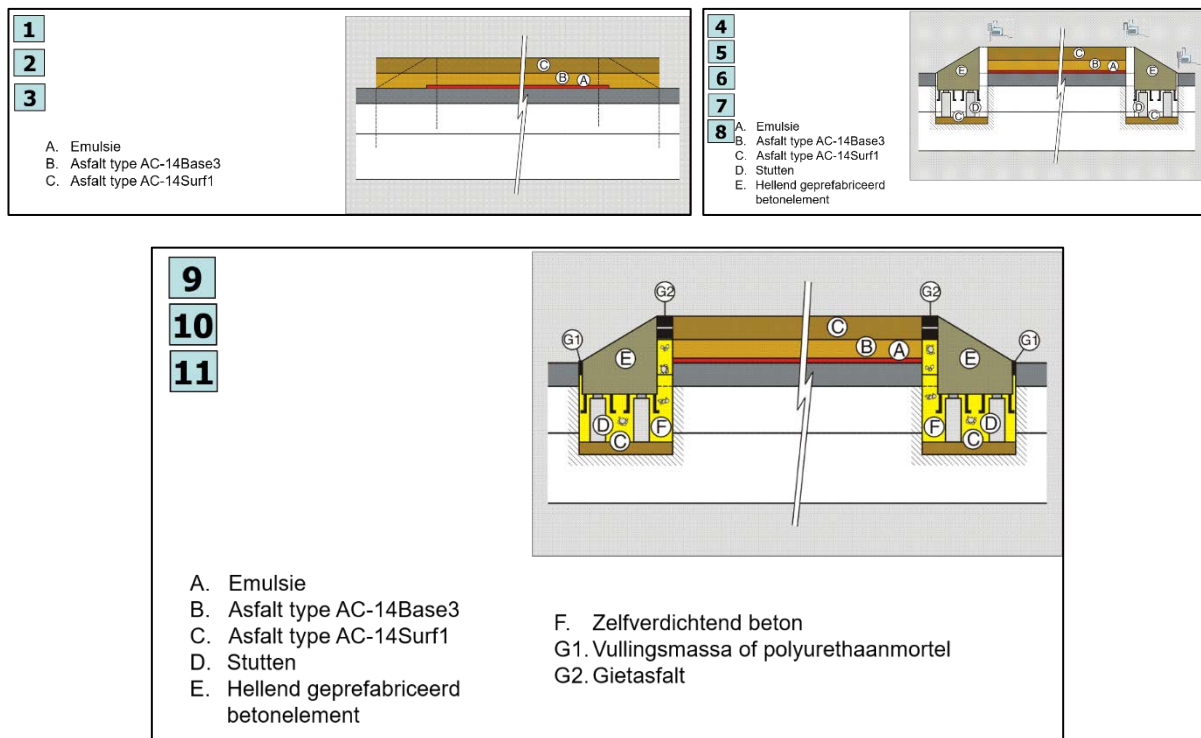
Wanneer een bestrating wordt aangelegd met een bestratingsafwerkmaschine (Afbeelding 100) kunnen abrupte veranderingen van de hellingsgraad in het lengteprofiel voor diverse problemen zorgen (punt 8.1.1). Dit geldt zowel voor de toplaag als voor de profileringslaag.

De aanleg van **op- en afritten met verdichte bitumineuze mengsels** zal dus worden **voorbehouden aan verkeersplateaus met een weinig agressief verkeer en met op- en afritten met een geringe hellingsgraad**. In de andere gevallen zou een ander soort van materiaal moeten worden gebruikt. De geprefabriceerde elementen lijken in dit geval geschikt te zijn, op voorwaarde dat er bijzondere aandacht wordt besteed aan het naast elkaar plaatsen van verschillende materialen en de discontinuïteiten in de structuur.

### 8.3.4.3 Uitvoering van de horizontale delen van het verkeersplateau

De keuze van de uitvoeringsmethode is van essentieel belang (*Afbeelding 101*). Het is onder meer belangrijk het bitumineuze mengsel steeds aan te leggen vóór de plaatsing van de geprefabriceerde elementen. Het mengsel dient over een grotere lengte te worden aangelegd dan strikt noodzakelijk is en achteraf te worden ingekort.

Hierdoor kunnen de eerste en laatste meters van het mengsel worden afgesneden en verwijderd. Daarnaast worden de verbindingen tussen de mengsels en de geprefabriceerde elementen uitgevoerd met gietasfalt (zie punt 8.3.4.4) volgens het voor de uitzettingsvoegen gebruikte principe (zie handleiding van het OCW nr. A60/87, p. 170).



Afbeelding 101: Methode voor de bouw van een verkeersplateau dat door zwaar en druk verkeer wordt gebruikt

### 8.3.4.4 Gietasfalt

Voor een **verkeersplateau met een complexe vorm**, dat wordt gebruikt door **zwaar en/of druk verkeer**, kan gietasfalt een duurzame oplossing bieden. **Gietasfalt** is een warm mengsel met een vulstofskelet, dat aan een zeer hoge temperatuur wordt gefabriceerd en uitgevoerd. Het bindmiddelgehalte wordt gekozen in functie van de holle ruimtes in het aggregaat zodat deze volledig worden opgevuld en aanleiding geven tot een kleine overtollige hoeveelheid aan bindmiddel. De uitvoering kan handmatig worden gedaan en er hoeft geen verdichting te worden uitgevoerd.

Het gietasfalt is daarom geschikt voor het verharderen van complexe oppervlakken waar het niet mogelijk is het mengsel volledig met de bestratingsafwerkmaschine aan te leggen en te walsen. Door het teveel aan bindmiddel in het mengsel en het hoge aandeel aan vulstoffen is dit materiaal voor sommige formuleringen gevoelig voor spoorvorming. Indien een verkeersplateau door druk zwaar en/of licht verkeer wordt gebruikt moeten **geschikte samenstellingen** worden gebruikt (onder meer sterk gehalte aan steen, gebruik van gemodificeerde butimen, gebruik van additieven, ...).

Bovendien leiden de uitvoeringsmoeilijkheden op de helling, zowel voor de profileringslaag (verdicht bitumineus mengsel) als voor de toplaag (gietasfalt), er in de meeste gevallen toe dat **het gietasfalt wordt voorbehouden voor de uitvoering van het bovenste deel van het verkeersplateau**. De op- en afritten kunnen bijvoorbeeld worden uitgevoerd in elementen uit prefabbeton (*Afbeelding 101*).

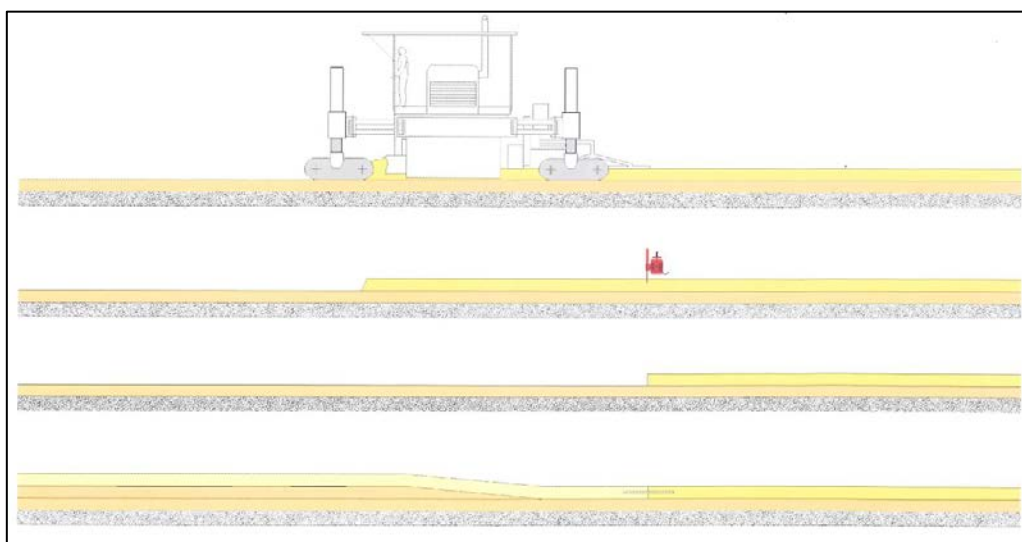
## 8.3.5 Belangrijkste aanbevelingen voor de uit ter plaatste gestort beton vervaardigde verkeersplateaus en -drempels

### 8.3.5.1 Bouw

Indien een weg met ter plaatse gestort beton wordt bedekt, suggereert de logica om hetzelfde materiaal te gebruiken voor de bestrating van een verkeersplateau dat er zou worden ingevoegd. Discontinuïteiten in de structuur en verbindingen tussen verschillende types verhardingen veroorzaken immers vaak schade.

Om soortgelijke redenen als degene die worden ondervonden wanneer de bitumineuze mengsels met een bestratingsafwerkmachine worden aangelegd, blijkt de correcte uitvoering van een verharding in ter plaatse gestort beton van een verkeersplateau met een glijbekistingsmachine (*slipform*) moeilijk te zijn. Het wegdek kan dus desgevallend met een dergelijke machine worden verhard, terwijl het verkeersplateau zelf eventueel handmatig tussen vaste bekistingen moet worden uitgevoerd.

In dat geval moet de uitvoering van het beton met de machine worden voortgezet zonder wijziging van de helling en moet de *slipform* enkele meters na het voor het vastgelegde beginpunt van het bouwwerk worden gestopt. Deze afstand moet echter voldoende groot zijn om de trilling en de egalisatie van het beton door de *slipform* net voor de constructie mogelijk te maken. Het overtollige betonoppervlak zal achteraf moeten worden gedemonteerd. Idealiter zal de gecreëerde voeg niet aan de voet van de op- en afrit worden geplaatst.



Afbeelding 102: Homogene constructie van een uit ter plaatse gestort beton vervaardigd verkeersplateau

### 8.3.5.2 Profiel

De bovenzijde van de fundering zal bij voorkeur het profiel van de bestrating volgen zodat een verharding met een constante dikte ontstaat. Ze moet gemaakt zijn van een niet-erodeerbaar materiaal. In geval van zwaar verkeer wordt bij voorkeur een sandwichlaag met een bitumeneus mengsel onder de betonnen bestrating gelegd.

Bij de bepaling van de dikte van de platen moet rekening worden gehouden met de extra belasting die door voertuigen wordt uitgeoefend als gevolg van de aanwezigheid en de vorm van het verkeersplateau. De dikte van de platen van gewapend beton zal 25 cm bedragen.



### 8.3.5.3 Wapening en voegen

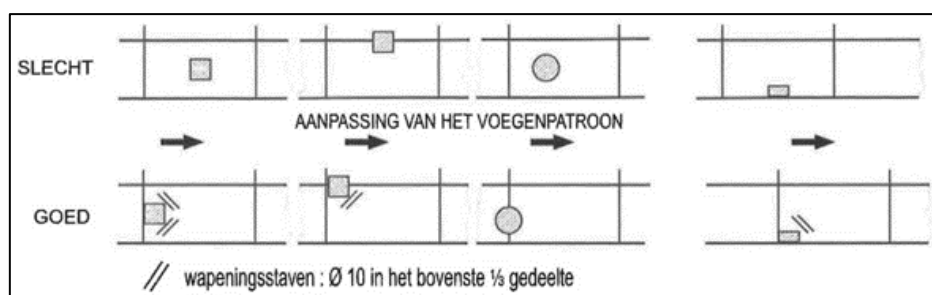
Het beton dient bij voorkeur te zijn uitgerust met een wapeningsnet. De wapeningsnetten mogen niet worden onderbroken of afgezaagd ter hoogte van de krimpvoegen en de dagvoegen. Zij zullen het onder meer mogelijk maken de lasten van de ene betonplaat op de andere over te dragen.

De wapeningsnetten zouden dus onder het bovenste derde van de dikte van de verharding moeten worden gelegd zodat ze bij het zagen van de voegen (de uitvoering en het vullen van de voegen volgens de voorschriften van de algemene bestekken) niet worden doorgezaagd, en moeten boven de helft van de hoogte blijven. Het legverband van de wapeningsnetten moet dus voorkomen dat meer dan twee netten elkaar in één punt overlappen.

Er moet bijzondere aandacht worden besteed aan de versterking rond vaste punten, zoals deksels, straatkolken, ... door middel van wapeningen.

Het voegenpatroon is van essentieel belang voor de kwaliteit van het latere gedrag van de verharding (zie ook <sup>31</sup>). Er moet dus voor het volgende worden gezorgd:

- scherpe hoeken in de betonplaten vermijden;
- betonplaten vormen waarvan de afmetingen zodanig zijn dat de vorm ervan dicht aanleunt bij die van het vierkant; de verhouding tussen de lengte en de breedte van de platen moet kleiner zijn dan of gelijk zijn aan 1,5;
- de lengte van de platen moet tot maximaal 5 meter worden beperkt;
- op doordacht uitgekozen plaatsen (uiteinden van het verkeersplateau) voorzien in gedeuvelde uitzettingsvoegen;
- de vrije beweging van het beton mogelijk maken door de voegen ter hoogte van de vaste punten door te zagen;
- het zaagvlak van de voegen rond de singuliere punten aanpassen (*Afbeelding 103*).



Afbeelding 103: Betonverharding: plaatsing van de voegen rond een specifiek element van het type deksel (FEBELCEM, 2007)

### 8.3.5.4 Discontinuïteiten

Als men absoluut een verharding in ter plaatse gestort beton wil aanleggen op een verkeersplateau dat in een andere bestrating is opgenomen, moeten er bepaalde maatregelen worden genomen om te voorkomen dat er verschijnselen ontstaan die mettertijd nefast kunnen zijn voor het goede gedrag van de bestratingmaterialen en de verbindingen.

Het ontstaan van een pompeffect moet daarom met verschillende middelen worden voorkomen:

- er moet worden verhinderd dat er water via de voeg binnendringt. De voeg en de opvulling ervan moeten daarom correct worden ontworpen, uitgevoerd en onderhouden;<sup>32</sup>
- de fundering mag niet eroderen. In een dergelijk geval lijkt het nodig onder de verharding in ter plaatse gestort beton een bitumineus mengsel in de sandwichlaag aan te brengen.

<sup>31</sup> Hoofdstuk 4.8 van de Handleiding voor de uitvoering van betonverhardingen van het OCW (A75/05).

<sup>32</sup> Hoofdstuk 5 van de Handleiding voor de uitvoering van betonverhardingen van het OCW (A75/05).

### 8.3.6 Belangrijkste aanbevelingen voor de rijbaankussens

Voor de aanleg van rijbaankussens worden twee plaatsingsmethodes gebruikt (*Afbeelding 104*):

- de invoeging in de rijweg van een of twee elementen in prefabbeton, eventueel met vastgezette straatstenen. In het frequente geval van een bestaande rijweg vereist deze techniek het uitsnijden van de bestaande bestrating, de ontkisting van minstens een deel van de fundering en vervolgens, na de plaatsing van de elementen, het heropbouwen van de structuur rond het kussen;
- het plaatsen en vastzetten van (al dan niet ge vulkaniseerde) rubberen elementen op de rijweg die, wanneer ze met elkaar zijn verbonden, het rijbaankussen vormen.

Deze twee technieken hebben verschillende voor- en nadelen die in de volgende paragrafen worden besproken.

Er zal bijzondere aandacht worden besteed aan het niveauverschil van het kussen, aan de voet van de schuine kanten, om dit tot een minimum te beperken rond de gehele omtrek en de overlast voor de gebruikers en de omwonenden te minimaliseren. Indien nodig zal de interventieperimeter van de wegwerkzaamheden worden uitgebreid.



*Afbeelding 104: Illustratie van twee types aanlegwijzen van rijbaankussens*

#### 8.3.6.1 Rijbaankussens aangelegd met in de wegstructuur ingevoegde geprefabriceerde elementen

Door zijn kenmerken lijkt deze uitvoeringswijze het meest duurzaam te zijn. Deze methode is echter onderhevig aan verschillende oorzaken van problemen van dezelfde aard als voor de verhoogde inrichtingen, namelijk:

- uitgeoefende belasting op het rijbaankussen door de auto's en op de laterale afschuiningen en de rijweg aan weerszijden van het kussen door de vrachtwagens;
- discontinuïteiten:
  - ter hoogte van de structuren (bijv. afname van de verdichting van de fundering; overeenstemming onderzijde kussen met fundering!);
  - ter hoogte van de verhardingen:
    - voegen: waterinfiltratie, randeffecten;
    - moeilijkheden bij het verdichten en afdichten;
    - blokkering van het geprefabriceerde rijbaankussen;
    - randeffecten.

Ter herinnering: elke discontinuïteit is bovendien een mogelijke bron van lawaai en trillingen.

De belangrijkste aanbevelingen die kunnen worden gedaan om het ontstaan van tekortkomingen te voorkomen, zijn dan ook in grote lijnen vergelijkbaar.

### 8.3.6.1.1 Belangrijkste aanbevelingen voor de geprefabriceerde rijbaankussens die in een wegdek in betonplaten worden ingevoegd

Uit de feedback leren wij dat het gebruik van betonplaten met vormen<sup>33</sup> of afmetingen die niet aan de normen voldoen moet worden vermeden omdat het risico bestaat dat ze erg snel zullen beschadigen. Omgekeerd wordt aangeraden om over de gehele breedte van de weg te werken. Wanneer de bestaande betonplaten in slechte staat zijn verdient het de voorkeur gebruik te maken van de inrichting, om over een groter oppervlak te werken en zo een duurzamer geheel te creëren omdat het is 'vrijgemaakt' van de bestaande tekortkomingen.

Wat de indeling van de voegen betreft, is het nuttig te herinneren aan enkele basisregels wanneer rond een specifiek element (zoals een deksel, een kolk, maar ook een kussen) wordt gebouwd zodat deze invoeging geen scheuren doet ontstaan (*Afbeelding 103*). De aanleg van een rijbaankussen kan immers leiden tot een aanzienlijke versmalling van de dwarsdoorsnede van de plaat, waardoor spanningsconcentraties ontstaan of de vrije krimp van de plaat wordt tegengegaan.

De oplossing voor deze problemen bestaat uit het lokaliseren van de elementen aan het einde van de plaat of het maken van een extra scheuraanzet op hun niveau. Het openen van eventuele scheuren wordt ook vermeden door rond het rijbaankussen in een netwerk van wapeningen te voorzien en het te omringen met een samendrukbare strook.

Aangezien het om een betonnen wegdek gaat, is het van essentieel belang dat die wordt uitgevoerd met een samenstelling die aan de vereisten van het typebestek 2015 voldoet. De uitvoering gebeurt over het algemeen met een glijbekistingsmachine. Op kleine oppervlakken wordt een trilbalk gebruikt. Het gebruik van een glijbekistingsmachine is uiteraard geen te overwegen optie bij de aanleg van een rijbaankussen. In de mate van het mogelijke, en hoewel dit, gezien de zeer kleine oppervlakte, de complexiteit van de vorm en de aanwezigheid van de boordstenen en het rijbaankussen moeilijk kan zijn, wordt de voorkeur gegeven aan het gebruik van een trilbalk. Het gebruik van trilnaalden volstaat immers niet om een wegdek van goede kwaliteit te leveren.

Tot slot kan het prefabelement in dit ter plaatse gestort beton worden verankerd. De ankerstaven moeten vervolgens in het rijbaankussen worden vastgezet voordat het wegdek wordt gestort.

Om het risico op erosie van de fundering tegen te gaan als gevolg van pompeffecten door de verticale beweging van de rand van het beton en waterindringing moet worden voorzien in:

- een dikke betonplaat (20 cm);
- een 'sandwichlaag' in bitumineus materiaal;
- de juiste afdichting van de voegen en het onderhoud ervan.

### 8.3.6.1.2 Belangrijkste aanbevelingen voor de geprefabriceerde rijbaankussens die in een wegdek in asfaltbeton worden ingevoegd

De invoeging van een rijbaankussen in een uit een asfaltverharding vervaardigde weg geeft vaak aanleiding tot problemen in verband met de stabiliteit van het (de) rijbaankussenelement(en) en de duurzaamheid van de 'afdichting' van het kussen door kleine oppervlakten met een bitumineus mengsel helemaal rond het kussen.

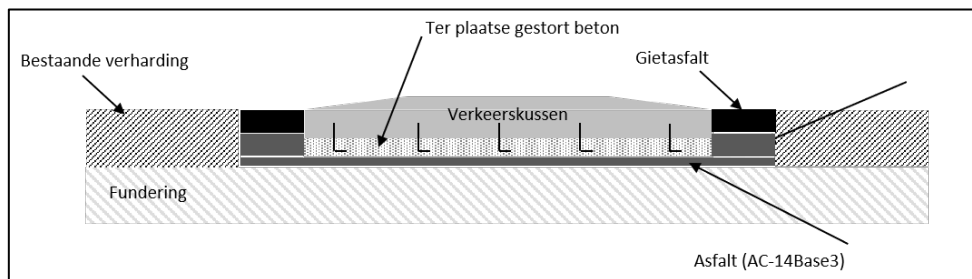
Om een duurzame constructie te bekomen lijkt het gebruik van de materialen en de aanlegwijze met zelfverdichtend beton, die voor de op- en afritten van het verkeersplateau en de verkeersdrempel worden voorgesteld en die in de hoofdstukken C.49, E.4.7 en F.7 van het typebestek 2015 worden beschreven (zie ook 8.3.3.3, 8.3.4.3 en 8.3.4.4 hiervoor), de beste oplossing te zijn.

---

<sup>33</sup> De betonplaten zijn idealiter vierkant of rechthoekig van vorm (met een dimensionale verhouding tussen de lengte en de breedte van 1 tot 1,5).

Op basis hiervan worden hieronder twee ontwerpen voorgesteld. Er werd echter nog niet veel feedback over gegeven. De projectontwerper dient de toepasbaarheid ervan dus geval per geval te bekijken.

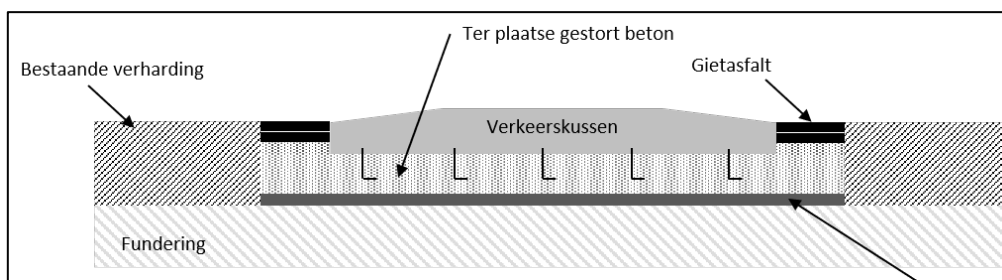
- Voorstel 1: Fundering voor het rijbaankussen met zelfverdichtend beton en afdichting met gietasfalt (2 x 3 cm) op een onderlaag in AC-14base3-x (BB-3B) - *Afbeelding 105*.



*Afbeelding 105: Schematische weergave van de aanleg van een rijbaankussen op een fundering van zelfverdichtend beton en de afdichting ervan met gietasfalt op een onderlaag in asfaltbeton*

Bij deze methode moet het vlakke oppervlak van de fundering in zelfverdichtend beton perfect overeenkomen met het vlakke oppervlak van het prefabelement (verticaal rond het rijbaankussen geplaatste bekistingspanelen<sup>34</sup>), om structurele discontinuïteiten in de buurt van het kussen te vermijden. De keuze van de bitumineuze mengsels dient te worden onderzocht om de belasting van het verkeer dat de weg gebruikt te kunnen dragen (weerstand tegen spoorvorming). Het gietasfalt wordt met hechting op de onderlaag aangebracht om wegglijding als gevolg van tangentiële krachten te voorkomen. Er zal bijzondere aandacht worden besteed aan het risico op blaasvorming in verband met dit asfalt.

- Voorstel 2: Fundering voor het rijbaankussen en de hele zone met zelfverdichtend beton en afdichting met gietasfalt (2 x 3 cm) dat rechtstreeks op het beton is geplaatst - *Afbeelding 106*.



*Afbeelding 106: Schematische weergave van de aanleg van een rijbaankussen op een fundering van zelfverdichtend beton en de afdichting ervan met gietasfalt dat rechtstreeks op het zelfverdichtende beton is geplaatst*

In dit geval doet het zelfverdichtende beton dat als fundering voor het rijbaankussen dient ook dienst als fundering over het gehele rechthoekige oppervlak van de wegversmalling en stijgt tot het niveau - 6 cm onder het afgewerkte niveau van de asfaltverharding. De vorm van het zelfverdichtende beton in bovenaanzicht moet perfect overeenkomen met de vorm van de verharding in gietasfalt. De textuur van het beton zal ook worden bestudeerd om de hechting van het gietasfalt te verzekeren.

Het grote voordeel van gietasfalt ligt in het feit dat het handmatig kan worden aangelegd en er geen enkele verdichting nodig is in tegenstelling tot bitumineuze mengsels, die op complexe of zeer kleine oppervlakken niet (op een kwaliteitsvolle manier) kunnen worden verdicht. De formulering van het gietasfalt zal zorgvuldig worden bestudeerd om de vervorming ervan te vermijden.

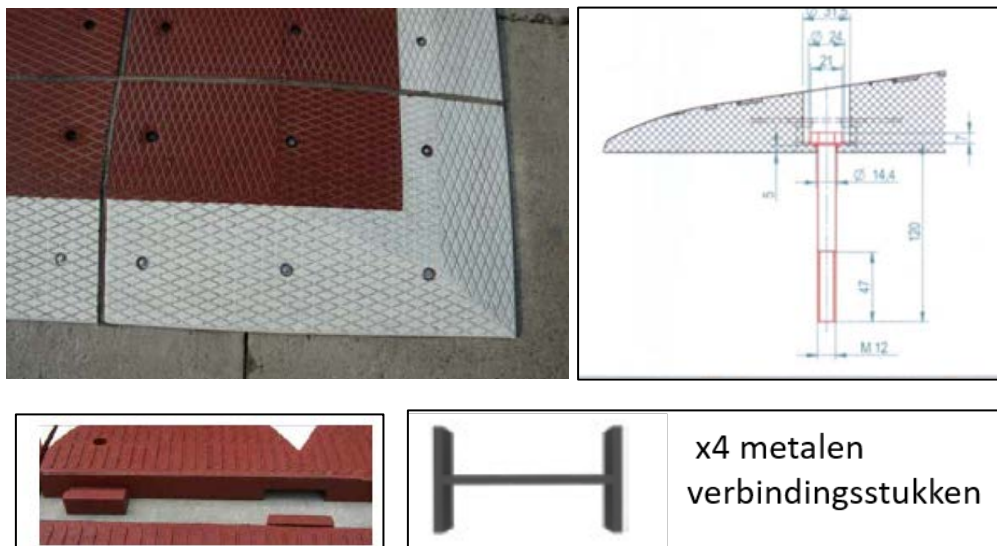
**Indien een weg volledig moet worden hersteld**, kan worden aanbevolen het rijbaankussen op de fundering of de eerste onderlaag van mengsels te plaatsen (indien er meerdere onderlagen zijn, anders

<sup>34</sup> In deze bekisting zou echter een bijvoegsel moeten worden gemaakt om het zelfverdichtende beton onder het rijbaankussen te kunnen storten. Het betonnen uitsteeksel dat overeenkomt met dit bijvoegsel moet dan na het uitharden van het beton netjes loodrecht op het prefabelement worden afgezaagd.

zal er wellicht niet voldoende hoogte voor het rijbaankussen zijn) en om, tijdens het asfalteren, een uitsparing<sup>35</sup> te maken op de plaats waar het rijbaankussen moet komen. Nadat deze is geplaatst, wordt de voeg afgedicht met een voegvullingsproduct of een emulsie.

### 8.3.6.2 Op de rijweg bevestigde en aangelegde rubberen rijbaankussens

Bij deze techniek is het rijbaankussen samengesteld uit verschillende modules die met elkaar zijn verbonden door middel van aanhangsels of extra metalen elementen (afhankelijk van de fabrikant). Elk element wordt met schroefbouts in de verharding verankerd (*Afbeelding 107*).



*Afbeelding 107: Bevestigings- en verbindingwijzen voor de elementen waaruit het op de rijbaan aan te leggen kussen is opgebouwd*

De voordelen van dit type kussen zijn dat het geen structurele veranderingen in de rijbaan veroorzaakt en dus geen discontinuïteiten met zich meebrengt. De aankoopkosten zijn lager, evenals de plaatsingskosten omdat de installatie eenvoudig en snel is. Bovendien is het een flexibele oplossing, aangezien de inrichting indien nodig kan worden gedemonteerd (tijdelijke installatie, testfase, of ongeschikte plaatsing of klachten van omwonenden), op voorwaarde dat er geen polyurethaanlijm is gebruikt die door bepaalde leveranciers wordt voorgesteld.

Helaas heeft deze techniek ook een aantal nadelen. Er zijn al verschillende fenomenen op het terrein waargenomen:

- verplaatsingen van elementen, vooral bij zwaar en/of druk verkeer (*Afbeelding 108*);
- het loskomen van onderdelen van de rubberen kussens (*Afbeelding 109*). De bevestigingsmiddelen raken beschadigd door de trillingen en door roest). Op sommige plaatsen ontstond dit fenomeen al na twee jaar;
- een snelle beschadiging van de randen van de rijbaankussens (de dikte van het onderdeel aan de rand van het kussen is beperkt en sommige materialen zijn niet erg bestendig);
- schade aan de bitumineuze verharding ter hoogte van het kussen (*Afbeelding 108*; losrukking, gedifferentieerde thermische uitzetting, risico op het loskomen van de bestrating door indringing van water tussen het kussen en de bitumineuze verharding of zelfs door het effect van de lijm, indien die is gebruikt);
- het verticale niveauverschil door de rand van het kussen kan mogelijk lokale geluidshinder veroorzaken.

<sup>35</sup> Vóór het asfalteren worden, op de plaats waar het rijbaankussen moet worden aangelegd, bijvoorbeeld houten balken geplaatst die op de maat van het toekomstige kussen worden gezaagd. Hierdoor kan een holte worden gecreëerd door deze elementen na het asfalteren te verwijderen en hoeft de asfaltlaag niet te worden uitgezaagd en uitgebroken op de plaats waar het rijbaankussen moet komen.

Hoewel extra feedback nodig is om de grensvoorwaarden betreffende het gebruik te verduidelijken gebiedt de voorzichtigheid ons om **het gebruik van dit type kussens voor te behouden voor tijdelijke situaties en goed beheerste gebruiksomstandigheden, in het bijzonder de afwezigheid van zwaar verkeer**. Bovendien zal **geen** gebruik worden gemaakt van lijm of bitumen om de elementen op de rijbaan te bevestigen.



Afbeelding 108: Illustratie van de verplaatsing van onderdelen van rubberen rijbaankussens en schade aan de verharding



Afbeelding 109: Illustratie van losgekomen onderdelen van rubberen rijbaankussens (Nijverheidskaai in Anderlecht, foto's genomen op 14 mei 2020 en 4 juni 2020, aanleg in 2018). In dit geval is de breedte van de rijweg te beperkt om de regels betreffende de transversale positionering te kunnen naleven. Dit kan een impact hebben op de belasting die op de kussens wordt uitgeoefend.

## 9 Mogelijke overlast en onderhoud van verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen

### 9.1 Akoestische impact van een verhoogde snelheidsbeperkende inrichting op de nabije omgeving

#### 9.1.1 Globale en lokale impact van verschillende types verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen

Met betrekking tot het geluid dat wordt voortgebracht bij het naderen en het overrijden van een dergelijke inrichting moet worden opgemerkt dat elke verhoogde snelheidsbeperkende inrichting een globale en lokale akoestische impact heeft die in verhouding staat tot de verplaatsingssnelheid van de voertuigen en het verschil tussen de naderingssnelheid/snelheid bij het overrijden.

Elke plaatselijke wegverbetering wijzigt uiteraard het omliggende omgevingsgeluid door de verandering van het rijgedrag die ze met zich meebrengt (snelheidsvermindering, ander motortoerental, versnelling). De geluidsimpact van de voorzieningen kan worden vastgesteld op twee niveaus: **algemeen** en **plaatselijk** [Leefmilieu Brussel, 2003].

- **Algemene impact:** elke goed uitgevoerde inrichting zorgt voor een vermindering van de snelheid van de voertuigen in een gebied dat het invloedsgebied wordt genoemd, en dat zich in meerdere of mindere mate uitstrekt stroomopwaarts en stroomafwaarts van de inrichting. Deze snelheidsvermindering leidt tot een daling van het totale geluid in het invloedsgebied.

Hoe sneller een voertuig rijdt, des te meer lawaai het zal produceren. Wegverkeerlawaai vindt zijn oorsprong in twee belangrijke bronnen: de motor en het contact tussen banden en wegdek. Wanneer het voertuig traag rijdt, is het vooral het motorlawaai dat wordt waargenomen. Over het algemeen is bij snelheden vanaf 30 tot 40 km/u voor auto's en 50 tot 80 km/u voor vrachtwagens het rolgeluid van de banden op het wegdek dominant.

Volgens [Leefmilieu Brussel, 2003] is, indien de voertuigen met een snelheid van 30 km/u over de verhoogde inrichtingen rijden, de algemene geluidsimpact kleiner, ten belope van 1,5 dB[A] en 3 dB[A] (voor naderingssnelheden V85 van respectievelijk 50 en 70 km/u).

- **Plaatselijke impact:** dit is de geluidsimpact in het gebied vlakbij de inrichting. Afhankelijk van het geval kan deze positief of negatief zijn. Gelet op de snelheden die gewoonlijk worden gehanteerd in de nabijheid van de inrichting is het geluid van de motor, afhankelijk van zijn toerental, doorslaggevend. De impact van de banden en het voertuig met de inrichting kan ook hinder voor de omwonenden veroorzaken.

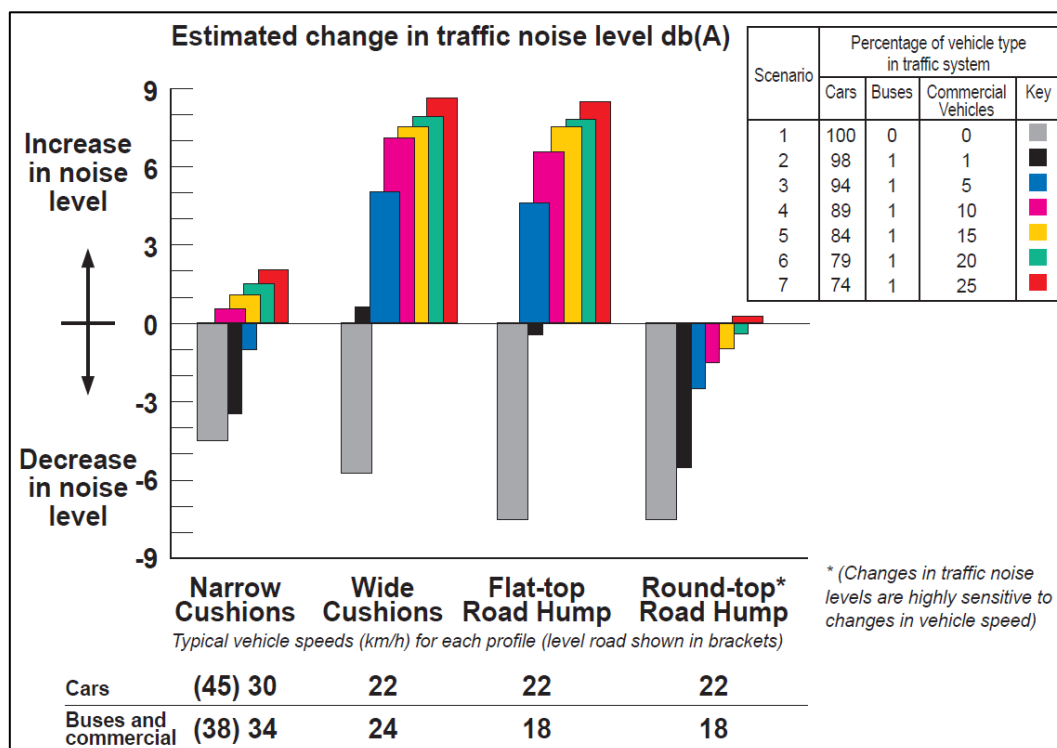
De grootste geluidsoverlast ontstaat wanneer een zwaar voertuig met voldoende snelheid over een verticale oneffenheid (stoeprand of gat) of een beschadigd wegdek rijdt.

Ondanks het positieve effect dat de inrichtingen van het type verkeersplateau, verkeersdrempel of rijbaankussen lijken te hebben op de plaatselijke geluidshinder onder 'gecontroleerde' omstandigheden (d.w.z. metingen die worden uitgevoerd met lichte voertuigen, onder goed vastgestelde snelheidsvoorwaarden, zonder plotselinge versnelling en vertraging, op goed gemaakte of onderhouden inrichtingen) kunnen ze in reële gebruiksomstandigheden problematisch zijn, in het bijzonder:

- wanneer er sprake is van aanzienlijke geluidsverschillen (remmen, overrijden, versnellen);
- wanneer bij agressief rijgedrag bepaalde hoge geluiden worden voortgebracht (piepende banden, geluid van het chassis of het koetswerk bij een te hoge snelheid).

Uit studies over dit onderwerp blijkt dat het plaatselijke geluidsniveau, zowel voor de verkeersdrempels als voor de verkeersplateaus, met enkele dB[A] afneemt wanneer het verkeer

voornamelijk uit lichte voertuigen bestaat. Deze daling neemt af naarmate het aandeel van bussen en bedrijfsvoertuigen in het verkeer toeneemt. Er moet een percentage van ongeveer 25% bedrijfsvoertuigen en 1% bussen worden bereikt opdat een snelheidsbeperkende inrichting een toename van het geluidsniveau kan veroorzaken, respectievelijk 5% bedrijfsvoertuigen en 1% bussen in het geval van een verkeersplateau (Afbeelding 110)



Afbeelding 110: Impact van de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen op het plaatselijke geluidsniveau [Department for Transport, 2007]

(in deze studies ligt de breedte van smalle/brede rijbaankussens tussen respectievelijk 1,5 en 1,6 m / 1,88 en 1,9 m. De Belgische rijbaankussens - 1,75 tot 1,9 m - worden dus tot de categorie van de 'brede kussens' gerekend.)

Wat de rijbaankussens betreft, doet de interpretatie van Afbeelding 110 vermoeden dat de Belgische rijbaankussens, die tussen 1,75 en 1,90 m breed zijn en dus als 'brede kussens' moeten worden beschouwd, aan de basis zouden kunnen liggen van een toename van het plaatselijke geluidsniveau wanneer ze worden aangelegd op wegen die in grote mate door het openbaar vervoer en vrachtwagens worden gebruikt. Er wordt aangeraden rekening te houden met dit risico en daarom aandacht te besteden aan de samenstelling van het verkeer bij de aanleg van een dergelijke inrichting.

In de praktijk kan er dus meer plaatselijk geluid zijn dan in een situatie waarin de inrichting afwezig is, vooral wanneer het door vrachtwagens wordt gebruikt. Na de aanleg van een inrichting kan een toename van het geluidsniveau worden waargenomen, ook al neemt de snelheid van de vrachtwagens af. Dit kan voornamelijk worden verklaard door twee fenomenen. De vrachtwagenchauffeurs veranderen van versnelling om over de inrichting te rijden. Het gevolg is dat de motorsnelheid vrijwel gelijk blijft, of zelfs wordt verhoogd. Het voertuiglichaam kan een sterk geluid voortbrengen wanneer het over de inrichting rijdt en kan, wanneer het over het obstakel rijdt, een tonale overschrijding veroorzaken die het geluid doorgaans sterker maakt en hinderlijker voor de omwonenden.

Bovendien wordt in een door [Leefmilieu Brussel, 2003] genoemde studie vermeld dat wanneer de plaatselijke geluidsniveaus afnemen dit vooral betrekking heeft op het stroomopwaartse deel en de locatie van de snelheidsbeperkende inrichting. Stroomafwaarts is het verschil zeer klein omdat het met name wordt gecompenseerd door een versnelling na het overrijden van de inrichting.



### 9.1.2 Invloed van de bestrating

De invloed van de bestrating van de verhoogde inrichtingen is dus niet noodzakelijk het meest bepalend voor het geluid dat wordt voortgebracht door het overrijden van voertuigen, aangezien deze laatste de inrichtingen normaal naderen met een snelheid van 30 km/u (aan deze snelheid is het niet het geluid in verband met het contact wiel/weg dat overheersend is). In bepaalde gevallen (van lawaaierige bestratingen zoals straatkeien) kan de bestrating van de verhoogde inrichtingen op zich een niet te verwaarlozen verhoging van het geluid teweegbrengen, onder meer op lange verkeersplateaus.

Dezelfde mogelijkheid bestaat wanneer de inrichting in slechte staat is. Elke beschadiging en elk gebrekkig onderhoud kunnen snel aanleiding geven tot geluidshinder. Het gebruik van andere materialen dan die van de rijweg en het voetpad verbetert de perceptie van de verhoogde inrichting, maar kan aansluitingsproblemen met zich meebrengen. Indien andere materialen worden gebruikt, moet dus bijzondere aandacht worden besteed aan de aansluitingen.

Het verschil van de bestrating tussen de weg en de verhoogde inrichting kan ook de tonaliteit van een voorbijrijdend voertuig min of meer hoorbaar maken. Zo zal een verkeersplateau in asfalt dat in een asfaltweg is aangelegd minder hoorbaar zijn dan een verkeersplateau in straatstenen op dezelfde weg.

### 9.1.3 Aanbevelingen

De enkele studies die door [Leefmilieu Brussel, 2003] worden genoemd lijken er dus op te wijzen dat de aanleg van verkeersdrempels en -plateaus het mogelijk maakt om het algemene en plaatselijke geluid meestal te verminderen, maar ook dat de resultaten ongunstig kunnen zijn in het geval van inrichtingen die worden aangelegd op een weg die vaak door bussen en vrachtwagens wordt gebruikt, of in de aanwezigheid van bepaalde materialen.

De aandacht van de wegbeheerder wordt dan ook onder meer gevestigd op het feit dat rekening moet worden gehouden met de samenstelling van het wegverkeer (het aandeel van bedrijfsvoertuigen en bussen mag respectievelijk niet meer dan 5% en 1% bedragen) en met de keuze van de materialen die worden gebruikt voor het ontwerp van de verhoogde inrichtingen (de voorkeur moet uitgaan naar verhardingen met een lage megastructuur).

Om de geluidsoverlast (en tegelijk de buitensporige emissies) te beperken, moeten overdreven snel vertragen en optrekken worden ontmoedigd en moet een vlotte doorstroming van het verkeer worden aangemoedigd. Dit kan worden bereikt door het 'snelheidsverschil', gedefinieerd als het verschil tussen de gemiddelde snelheid ter hoogte van de inrichting en de gemiddelde snelheid op het naderingsgedeelte of tussen de opeenvolgende elementen die een snelheidsremmende rol spelen, tot een minimum te beperken. Hoe smaller de tussenafstand, hoe kleiner het 'snelheidsverschil'. Volgens [Tfl, 1996\_1] resulteert een tussenafstand van 50 tot 60 m over het algemeen in een 'snelheidsverschil' van ongeveer 8 km/u (zie ook punt 4.1.12). Het voordeel in termen van verminderde milieueffecten moet echter worden geanalyseerd in verhouding tot de totale kosten van de aanleg van de inrichtingen en ook de aanvaarding van de gebruikers om over een groter aantal inrichtingen te moeten rijden.

## 9.2 Overlast door eventuele trillingen

Klachten over trillingshinder in gebouwen als gevolg van de nabijheid van het wegverkeer komen relatief vaak voor. Verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen worden door de klagers vaak met de vinger gewezen. Het voorwerp van deze klachten kan gaan van de gewaarwording van trillingen, het ontstaan van scheuren tot het trillen van ramen.

Trillingen ontstaan wanneer een zwaar voertuig met voldoende snelheid over een oneffenheid met horizontale afmetingen tussen enkele mm en enkele dm rijdt. Dit heeft dus betrekking op de verhoogde snelheidsbeperkende inrichtingen. Door de oneffenheden is de kracht die het wiel op de verharding uitoefent niet meer constant, zoals wel het geval is bij een volkomen vlakke bestrating. De

dynamische kracht van het wiel op de bestrating produceert een elastische golf, die zich driedimensionaal door de grond voortplant vanaf het contactpunt wiel/bestrating.

De typische frequentie van deze elastische golven ligt tussen 1 en 100 Hz. Wanneer een golf van dit type de funderingen van een gebouw bereikt beginnen de funderingen te trillen, evenals het hele gebouw. Over het algemeen zijn de trillingen het sterkst in de bovenste verdiepingen en worden ze het best gevoeld op het grondniveau, in het midden van de kamers. De mate waarin trillingen worden waargenomen hangt af van verschillende factoren:

- de hoogte van de inrichting (de belangrijkste factor is de hoogte van de ongelijkheid);
- de helling van de op- en afrit (de vorm van de helling, recht of sinusoidaal, lijkt minder impact te hebben);
- de aard van de ondergrond: de verspreiding is groter in een zachte ondergrond (bijv. veen) dan in harde ondergrond (bijv. rotsachtige grond);
- de snelheid, de ophanging van het voertuig en het totale gewicht van de assen;
- de afstand tussen de bron van de trillingen en de ontvanger;
- de aard van de funderingen van de woning en de stevigheid van de constructie.

Trillingen zijn dynamische bewegingen rond een evenwichtspositie. Ze worden meestal gekenmerkt door een snelheid die wordt uitgedrukt in mm/s en kunnen verschillende ongewenste effecten hebben afhankelijk van hun 'amplitude' (gekenmerkt door hun snelheid in mm/s) en in een zekere mate van hun frequentie. De twee effecten die hier belangrijk zijn, zijn:

- het ongemak dat mensen ondervinden;
- de veroorzaakte schade aan gebouwen (bijv. scheuren in plafonds).

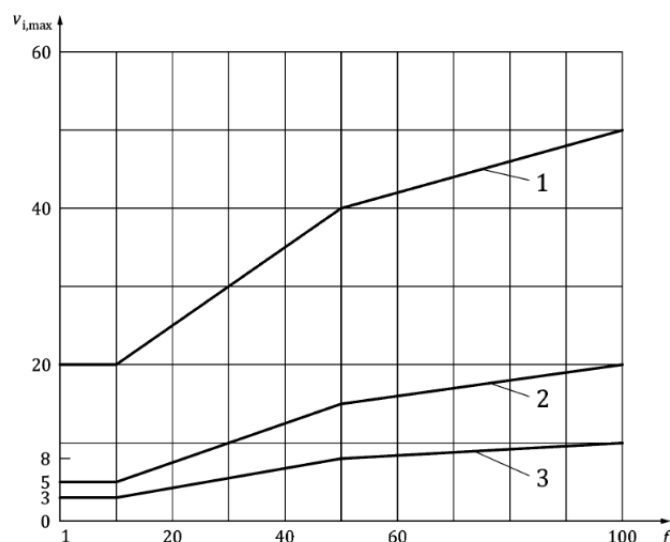
Het is belangrijk te weten dat de mens bijzonder gevoelig is voor trillingen. De menselijke waarnemingsdrempel is 0,1 mm/s en de overlastdrempel bedraagt 0,3 mm/s. Gebouwen daarentegen zijn over het algemeen bestand tegen veel hogere trillingssnelheden (minstens tot 3 mm/s voor lage frequenties en zeer gevoelige gebouwen en tot 20 mm/s voor hogere frequenties). De trillingssnelheden moeten dus minstens 10 keer hoger zijn dan de drempel voor menselijke overlast voordat een gebouw het risico loopt beschadigd te worden.

In de Duitse norm DIN 4150-3:2016-12<sup>36</sup> zijn verschillende drempels voor drie categorieën van gebouwen vastgelegd (*Afbeelding 111*):

1. de industriegebouwen of bedrijfspanden;
2. de woongebouwen;
3. de bijzonder gevoelige gebouwen.

---

<sup>36</sup> Waarnaar wordt verwezen in de Belgische norm NBN B 03-003: *Vervormingen van draagsystemen - Vervormingsgrenswaarden - Gebouwen*



Afbeelding 111: Invloed van de trillingen op de gebouwen: de schadedrempels volgens de norm DIN 4150-3:2016-12 ( $v_{L,max}$  = maximale snelheid in mm/s;  $f$  = frequentie in Hz; 1 = industriegebouwen of bedrijfspannen, 2 = woongebouwen, 3 = bijzonder gevoelige gebouwen)

Wat de structurele schade betreft, is het nooit eenvoudig vast te stellen of de oorzaak moet worden toegeschreven aan trillingen die door het verkeer worden veroorzaakt. De moeilijkheid zit hem in het feit dat het ene gebouw niet het andere is en de ene verdieping niet het andere. De mate van overlast door trillingen hangt af van het type van snelheidsbepalende inrichting, maar ook van de eigenschappen van de bodem en de fundering van het gebouw.

Onderzoek heeft aangetoond dat de grondsoort een essentiële parameter is bij het bepalen van de nodige minimale afstand tussen de huizen en de snelheidsbepalende inrichting om te voorkomen dat trillingen worden waargenomen, er over wordt geklaagd en er oppervlaktescheuren ontstaan. De minimumafstanden (in meter) voor drie types inrichtingen, vastgesteld in een Engelse studie [Department for Transport, 1996\_3], worden in Tabel 13 weergegeven in functie van de grondsoort.

Tabel 13: Na te leven minimumafstanden ter voorkoming van overlast door trillingen (m)

- a. Rijbaankussen ( $l \times b \times h$ ) 3,5 m x 1,9 m x 7,2 cm; laterale afschuiving 1:3 en frontale afschuiving 1:8
- b. Verkeersplateau ( $l \times h$ ) 7,8 m x 7,3 cm; op- en afrit 1:12
- c. Cirkelvormige verkeersdrempel ( $l \times h$ ) 3,7 m x 6,4 cm

	Waarneming (gevoel)			Klacht			Oppervlaktescheuren als gevolg van een langdurige blootstelling		
	a.	b.	c.	a.	b.	c.	a.	b.	c.
Alluviale afzettingen	76 m	57 m	37 m	17 m	12 m	8 m	4 m	3 m	2 m
Veen	19 m	16 m	12 m	7 m	6 m	4 m	3 m	2 m	2 m
(Londense) klei	18 m	15 m	11 m	6 m	5 m	3 m	2 m	2 m	1 m
Zand/grind	6 m	4 m	3 m	1 m	1 m	1 m	< 1 m	< 1 m	< 1 m
Keileem	3 m	2 m	1 m	1 m	1 m	< 1 m	< 1 m	< 1 m	< 1 m
Kalksteen	1 m	1 m	< 1 m	< 1 m	< 1 m	< 1 m	< 1 m	< 1 m	< 1 m

Uit deze tabel blijkt dat voor het zwakste bodemtype en de minst gunstige inrichting de trillingen door de mens worden waargenomen tot een afstand van meer dan 70 m. Klachten worden meestal gedaan wanneer het huis zich op een afstand van minder dan 17 m van de verkeersdrempel bevindt. Oppervlaktescheuren als gevolg van een langdurige blootstelling aan trillingen ontstaan alleen op een afstand van 4 m of minder. Bovendien kan worden gesteld dat hoe harder de grond, hoe minder de trillingen zich naar de omgeving verspreiden.

### 9.3 Algemene aanbevelingen

De bovenstaande elementen leiden tot de formulering van de volgende algemene aanbevelingen:

- leg een verhoogde snelheidsbeperkende inrichting enkel aan wanneer dat nodig is (objectieve bewezen onveiligheid) en 'op een afstand' van naburige woningen;
- zorg voor een goede leesbaarheid/zichtbaarheid van de inrichting (bewegwijzering, verlichting) om het anticiperen te bevorderen. Neem eventuele andere maatregelen die ook gericht zijn op het verminderen van het verkeer (snelheidsbeheersing);
- leef de reglementaire afmetingen na, rekening houdend met het soort van verkeer ter plaatse;
- ontwerp en onderhoud de inrichtingen in overeenstemming met de regels van de kunst (punt 8.3), in het bijzonder de discontinuïteiten van de verharding;
- zorg ervoor dat de inrichting en de rijbaan goed met elkaar zijn verbonden aangezien het om prefabelementen gaat (punten 8.3.3 en 8.3.6).

De aanwezigheid of afwezigheid van trillingen die hinder voor de omwonenden of zelfs oppervlaktescheuren in woningen kunnen veroorzaken kan worden bevestigd door het meten van de trillingsniveaus in de dichtstbijzijnde woning(en).

## 10 Bibliografie

AWV, 2009, *Vademecum Veilige Wegen en Kruispunten*.

BRUSSEL MOBILITEIT, 2014, *Cahier Voetgangerstoegankelijkheid. Richtlijnen voor de inrichting van voor iedereen toegankelijke openbare ruimte*.

BRUSSEL MOBILITEIT, 2020\_1, *Handleiding met goede praktijken over de inrichting van de weg voor het verkeer en de toegankelijkheid van hulpverleningsvoertuigen* (wordt momenteel opgesteld).

BRUSSEL MOBILITEIT, 2020\_2, *Technische fiche Doorlopende trottoirs* (wordt momenteel opgesteld).

CERTU, 1994, *Guide les ralentisseurs de type dos d'âne et trapézoïdal*, Texte et recommandations.

CERTU, 2010, *Guide des coussins et plateaux*.

CROW, 1988, *Evaluatie verkeersdrempels*, Publicatie 7, Rapportage van de werkgroep Evaluatie Verkeersdrempels.

CROW, 2012, *Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom* (ASVV-2012).

CROW, 2014, *Richtlijn drempels, plateaus en uitritten*, Publicatie 344.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 1996\_1, *75mm High Road Humps*, Traffic Advisory Leaflet 2/96, April 1996.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 1996\_2, *Highways (Road Humps) Regulations 1996*, Traffic Advisory Leaflet 7/96, Juni 1996.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 1996\_3, *Road humps and ground-borne vibrations*, Traffic Advisory Leaflet 8/96, Juni 1996.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2007, *Traffic Calming*, Local Transport Note 01/07, Maart 2007.

DE LIJN, *Gids voor de doorstroming van bus en tram. Maatregelen voor een vlotter openbaar vervoer* ([https://static.delijn.be/Images/handleiding-doorstroming\\_tcm3-19807.pdf](https://static.delijn.be/Images/handleiding-doorstroming_tcm3-19807.pdf)).

FEBELCEM, 2007, *Herstelling en onderhoud van cementbetonwegen*.

KATRAKAZAS C. en QUIGLEY C., 2017, *CBA : Installation of speed humps*, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Op 25 juli 2019 van [www.roadsafety-dss.eu](http://www.roadsafety-dss.eu) gehaald.

LAYFIELD R.E., PARRY D.I., 1998, *Traffic calming - Speed cushion schemes*, TRL Report 312.

LEEFMILIEU BRUSSEL, 2003, *Lokale weginrichtingen en hun invloed op het wegverkeerslawaaï. Vademecum voor wegverkeerslawaaï in de stad* (hoofdstuk 8).

OCW, 2009, *Handleiding voor het ontwerp en de uitvoering van verhardingen in betonstraatstenen*, A80/09.

QUIGLEY C., 2017, *Installation of Speed Humps*, European Road Safety Decision Support System, developed by the H2020 project SafetyCube. Op 25 juli 2019 van [www.roadsafety-dss.eu](http://www.roadsafety-dss.eu) gehaald.

TIMENCO, 2016, *Eindrapport: multimodale specialisatie*.

WATTS G.R., 1973, *Road humps for the control of vehicle speeds*, TRRL Laboratory Report 597.

WATTS G.R., HARRIS G.J., LAYFIELD R.E., 1997, *Traffic calming: vehicle generated ground-borne vibration alongside speed control cushions and road humps*, TRL Report 235.

WEBSTER, DAVID C., 1993, *Road humps for controlling vehicle speeds*, TRL, Project Report 18 – H5/28.

UK >> <https://www.trafficchoices.co.uk/traffic-schemes/>

Gids opgesteld door het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW)

Op verzoek van:

Brussel Mobiliteit - Directie Mobiliteit en Verkeersveiligheid

Redactie: september 2020

Publicatie: december 2021



**BRUSSEL MOBILITEIT**

**GEWESTELIJKE OVERHEIDSDIENST BRUSSEL**

**Sint-Lazarusplein 2 - 1035 Brussel**

**[mobiliteit@gob.brussels](mailto:mobiliteit@gob.brussels)**

**[www.mobiliteit.brussels](http://www.mobiliteit.brussels)**