



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

RICHTLIJN HEMELWATERAFVOER

voor BRUGGEN EN VIADUCTEN

Doc. nr. : RTD 1008/B&V:2017

Versie : 1.0

Status : Definitief

Datum : 15 maart 2017

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Richtlijn Hemelwaterafvoer voor BRUGGEN EN VIADUCTEN

RTD 1008B&V:2017

Datum maart 2017

Status Definitief

Inhoud

1	Algemeen.....	4
1.1	Inleiding	4
1.2	Doelstelling	5
1.3	Scope.....	5
1.4	Funcieanalyse	6
1.5	Wettelijk kader	8
1.6	Gerelateerde documenten.....	9
1.7	Terminologie.....	9
2	Generieke eisen Hemelwaterafvoer	10
2.1	Klimatologische belasting.....	10
2.2	Referentieperiodes	11
2.3	Maximale berging (plassen)	12
2.3.1	Kantstreepcriterium	12
2.4	Functionele (top)eisen aan het HWA-systeem	13
2.5	Generieke aspect eisen aan het HWA-systeem	13
2.6	Goten, kolken en riolen	14
2.7	Aspect criteria.....	15
2.7.1	Veiligheid.....	15
2.7.2	Gezondheid.....	16
2.7.3	Beschikbaarheid.....	17
2.7.4	Betrouwbaarheid	17
2.7.5	Vormgeving	18
2.7.6	Omgeving	18
2.7.7	Uitvoering.....	18
2.7.8	Onderhoudbaarheid/beheerbaarheid	19
2.7.9	Toekomstvastheid	19
2.7.10	Sloopbaarheid.....	20
2.8	Externe raakvlakken.....	20
2.9	Interne raakvlakken	20
3	Specifieke eisen Hemelwaterafvoer Brug	21
3.1	Waterafvoerberekening	21
3.1.1	Scope van de waterafvoerberekening.....	22
3.2	Specifieke eisen weginfrasysteem object brug.....	23
3.3	Wegverharding op de brug.....	26
3.3.1	Afvloeiingscoëfficiënt wegverharding.....	26
3.3.2	Maximale berging: "Plassen"	27
3.3.3	Waterafvoerberekening.....	27
3.4	Afwatering door middel van goten.....	27
3.5	Afwatering door middel van tussenafvoeren	28
3.6	Afwatering door middel van eindafvoeren (kolken)	28
3.7	Aspect criteria.....	29
3.7.1	Betrouwbaarheid	29
3.7.2	Onderhoud	29
3.8	Interne raakvlakken	30
4	Processeisen	31

1 Algemeen

1.1 Inleiding

Een goede en veilige verkeersafwikkeling op een auto(snel)weg wordt mede bepaald door de beperking van overlast als gevolg van hemelwater. Om deze overlast te beperken dienen maatregelen te zijn getroffen voor een snelle afvoer van het op de verharding gevallen hemelwater.

Deze richtlijn betreft het ontwerp van de afvoer van hemelwater op bruggen en viaducten. De bestaande normen en richtlijnen vormen het uitgangspunt voor deze richtlijn. Voor meer achtergrond informatie en een gedetailleerde uitwerking wordt verwezen naar bronnen welke tussen [] zijn weergegeven.

De Richtlijn Ontwerp Hemelwaterafvoer bevat richtlijnen voor het ontwerp van een hemelwaterafvoersysteem voor bruggen en viaducten in en over hoofdwegen en hoofdvaarwegen. Het ontwerp van hemelwaterafvoer voor wegen en tunnels wordt hier niet in behandeld.

De eisen aan de hemelwaterafvoer van **wegen** op de aardenbaan kunnen worden gevonden in:

http://corporate.intranet.rws.nl/Kennis_en_Expertise/Kennis_bij_RWS/Steunpunten/Steunpunt_Wegen_en_Geotechniek/Eisen_aan_componenten_van_de_Rijksweg/

De eisen aan de hemelwaterafvoer van **tunnels** kunnen worden gevonden in:

- Handboek Tunnelbouw , zie <http://www.handboektunnelbouw.nl/>
- Basisspecificatie TTI RWS Tunnelsysteem, Zie http://corporate.intranet.rws.nl/projecten/overig/landelijk_tunnelregisseur/
- Basisspecificatie Tunnel, civiele deel (handreiking), zie http://corporate.intranet.rws.nl/projecten/overig/landelijk_tunnelregisseur/

Basisspecificatie Tunnel, civiele deel (Handreiking), zie <https://werkwijzer.cf-prod.intranet.rws.nl/index2.html>

De Richtlijn Ontwerp Hemelwaterafvoer bestaat uit drie hoofdstukken. Het eerste hoofdstuk bevat het algemene deel. Hierin wordt het hemelwaterafvoersysteem beschouwd in zijn systeemcontext. Het tweede hoofdstuk bevat generieke eisen. In het derde hoofdstuk worden aanvullende eisen en richtlijnen gegeven voor bruggen en viaducten.

Dit document is alleen digitaal als pdf-document verkrijgbaar.

De gebruikers van dit document kunnen vragen of wijzigingsvoorstellen insturen naar rok-info@rws.nl.

De vragen worden beantwoord door de beheercommissie ROK. Deze commissie is verantwoordelijk voor de beantwoording van vragen, wijzigingen en de ontwikkeling van de ROK.

1.2 Doelstelling

Het doel van deze richtlijn is de functies, eisen en uitgangspunten voor het afvoeren van hemelwater van bruggen en viaducten vast te leggen.

Op basis hiervan en op basis van de achtergrondinformatie en de in de richtlijn opgenomen mogelijke oplossingen kan een ontwerp van een hemelwaterafvoersysteem gemaakt worden.

Deze richtlijn beschrijft de ontwerp-, dimensionerings-, en onderhoudsaspecten. Deze richtlijn gaat in op de intensiteit, de afstroming van het wegoppervlak naar de goot en het transport naar het lozingspunt van het hemelwater.

1.3 Scope

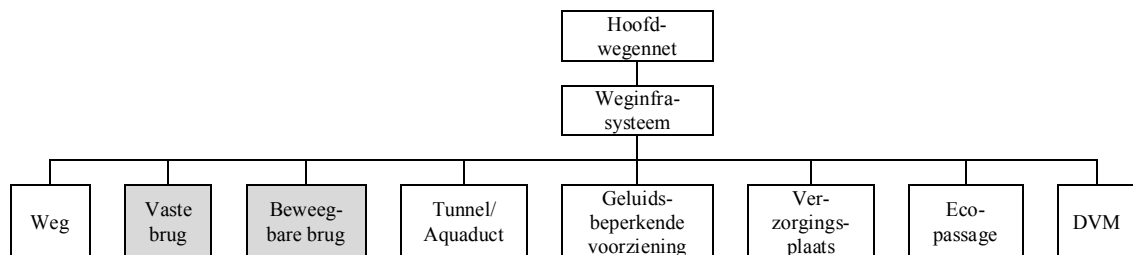
Om de scope van de Richtlijn Ontwerp Hemelwaterafvoer van bruggen en viaducten op te stellen is een objectbeschrijving opgesteld. Hierin zijn de context, grenzen en functie beschreven.

Component Hemelwaterafvoer

Een hemelwaterafvoersysteem is een onderdeel (component) van een object weg, vaste brug, beweegbare brug en tunnel / aquaduct. Deze zijn weer onderdeel van het Weginfra-systeem. Het hemelwaterafvoersysteem dient integraal te worden ontworpen met de objecten waarvan zij een onderdeel uitmaakt.

Deze richtlijn betreft het hemelwaterafvoersysteem van de objecten vaste en beweegbare brug.

De hemelwaterafvoer van een ecopassage (ecoduct) is niet in deze richtlijn opgenomen.



figuur 1-1

Tot het hemelwaterafvoersysteem in het kader van deze richtlijn behoren bij de objecten vaste en beweegbare brug fysiek de volgende onderdelen (elementen) van de objecten:

- Wegverharding op de brug: afvoercapaciteit en langs- en dwarshelling;
- langsgoten ter plaatse van de wegverharding;
- hemelwateropvangconstructies: opvanggoten, putten;
- hemelwaterafvoerconstructies: afvoerbuizen, tussenputten;
- bergingsconstructies.

Buiten het hemelwaterafvoersysteem in het kader van deze richtlijn, maar mogelijk wel gelegen binnen de objecten vaste en beweegbare brug vallen voor zover van toepassing:

- de elektrotechnische en werktuigbouwkundige (E/W) installaties ten behoeve van de afvoer van hemelwater (bijv. pompen in waterkelders incl. de aansturing hiervan);
- zuiveringsvoorzieningen (bijv. lamellenfilter) ten behoeve van het lozen op waterhuishoudingsstelsel derden (bijvoorbeeld riool, oppervlaktewater);
- de bepaling van de locatie van het lozingspunt. Het lozingspunt behoort tot waterhuishoudingsstelsel derden.

Toelichting:

Met betrekking tot het bovenstaande wordt zichtbaar dat de afbakening van fysieke verschijningsvormen niet altijd heel eenvoudig kan worden beschreven. Zo behoort het elektrotechnische en werktuigbouwkundige deel van de pompen niet tot het hemelwaterafvoersysteem, maar vormt hier een raakvlak mee. De pomp met eigenschappen zoals het maximaal leverbare debiet behoort echter wel tot het hemelwaterafvoersysteem, omdat het benodigde debiet bepaald wordt door het ontwerp van het hemelwaterafvoersysteem.

1.4 Functieanalyse

De **hoofdfunctie** van het hemelwaterafvoersysteem is het afvoeren van (hemel)water van het wegdek op de brug naar een lozingspunt. Deze wordt als volgt omschreven:

Functie	Hemelwater afvoeren van het wegdek op de brug
F1	Afvoeren hemelwater
Actor ¹⁾	Hemelwaterafvoersysteem
Input ²⁾	Hemelwater
Output ³⁾	Wegdek veilig te berijden voor weggebruikers
Transformatie ⁴⁾	Van nat wegdek naar relatief droog wegdek
Conditie ⁵⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Atmosferische omstandigheden, binnen de grenzen waarmee rekening gehouden kan worden, zijn: <ul style="list-style-type: none"> - neerslag (regen, sneeuw); - temperatuur (bevriezing, uitzetting). • Weginfra systeem met daarbinnen de objecten weg, vaste en beweegbare brug, tunnel en aquaduct en het ontwerp van deze objecten.

¹⁾ actor de externe actoren, die een rol spelen bij deze functie

²⁾ input een functie begint met iets of een bepaalde situatie

³⁾ output een functie leidt tot iets of een gewijzigde situatie

⁴⁾ transformatie een functie zet één of meerder inputs om in één of meerdere outputs

⁵⁾ conditie condities waaronder de functie vervuld kan worden

Een eventuele **nevenfunctie** van het hemelwaterafvoersysteem is het beletten van de verspreiding van schadelijke stoffen in het milieu en/of het riool tijdens een calamiteit (zie 2.7.2).

Functie	Verspreiding van schadelijke stoffen beletten
F2	Beletten verspreiding schadelijke stoffen tijdens calamiteit
Actor ¹⁾	Hemelwaterafvoersysteem
Input ²⁾	Schadelijke stof(fen)
Output ³⁾	Geconcentreerde hoeveelheid schadelijke stof(fen) binnen het hemelwaterafvoersysteem
Transformatie ⁴⁾	Van willekeurige verspreiding naar gecontroleerde concentratie van schadelijke stof(fen)
Conditie ⁵⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Calamiteitomstandigheden: <ul style="list-style-type: none"> - Brand - Explosieve gassen en/of vloeistoffen - Giftige gassen en/of vloeistoffen - Corroderende gassen en/of vloeistoffen • Weginfra systeem met daarbinnen de objecten weg, vaste en beweegbare brug, tunnel en aquaduct en het ontwerp van deze objecten.

Daarnaast worden kunnen er nog verschillende aspect eisen gesteld worden aan het hemelwaterafvoersysteem.

Bij het ontwerp van een hemelwaterafvoer spelen aspecten een rol zoals:

Aspect	Voorbeelden van onderwerpen met betrekking tot Hemelwaterafvoer
Veiligheid	- stroefheid wegdek (aquaplanning); - spat- en sproeiwater (plasvorming).
Gezondheid	- gevaarlijke stoffen in relatie tot hemelwaterafvoer; - gebruikte materialen; - vervuiling van berm en/of oppervlaktewater, etc.
Beschikbaarheid	- tijdsbeslag van onderhoudswerkzaamheden; - tijdsduur van verstoringen in de afvoer (verstoppingen).
Betrouwbaarheid	- sterkte-eigenschappen van onderdelen hemelwaterafvoersysteem; - voorzieningen ten behoeve van effectief onderhoud (bijv. aanbrengen doorspuitpunten); - robuust en molestbestendig; - overige materiaaleigenschappen.
Vormgeving	- inpasbaar in het ontwerp van weg, kunstwerk en grondwerk;

	- architectonische eisen; - eisen welstandscommissie.
Omgevingshinder	- inpasbaar in de waterhuishouding van zijn omgeving; - geen belasting voor het milieu.
Uitvoering	- uitvoeringseisen en -aandachtspunten ;
Onderhoud	- eisen m.b.t. eenvoudig onderhoud / vervangen van onderdelen; - eisen m.b.t. de inspecteerbaarheid.
Toekomstvastheid	- vermijden van onbedoelde effecten indien een uitbreiding van het weginfrasysteem gerealiseerd wordt.
Sloopbaarheid	- eisen m.b.t. het eenvoudig buiten werking stellen / verwijderen van onderdelen.

tabel I-1

1.5 Wettelijk kader

Het wettelijk kader voor het reguleren van lozingen en daarmee voor het omgaan met afstromend hemelwater van wegen en kunstwerken wordt gevormd door de Wet Milieubeheer, de Waterwet en de Wetbodembescherming. Op basis van deze wetgeving is het Besluit lozen buiten inrichtingen genomen. In het 'Kader Afstromend Wegwater' [1] is het Besluit praktisch hanteerbaar gemaakt.

Volgens het 'Kader Afstromend Wegwater' is de voorkeursvolgorde voor het omgaan met afstromend wegwater van (rijks)wegen en kunstwerken als volgt:

1. lozen in de berm (gecontroleerd infiltreren in de bodem);
afvoer via berm naar bermsloten;
2. lozen in een oppervlaktewaterlichaam;
afvoer, onder vrij verval, via goten, kolken en leidingen op bermsloten, bergvijvers of zakputten; eventueel de bermsloten aansluiten op het waterhuishoudkundig systeem in de omgeving (watergang, riool).
3. of in een voorziening voor de inzameling en transport van afvalwater (niet zijnde vuilwater);
afvoer onder vrij verval via goten, kolken en leidingen op riolen en rioolputten met uitmonding van het riool op een rioolgemaal (of pompput). Vanuit het rioolgemaal het hemelwater via een persleiding afvoeren naar een waterhuishoudkundig systeem in de omgeving (watergang, riool).
4. alternatieve lozing

1.6 Gerelateerde documenten

De volgende normen en publicaties zijn geraadpleegd als bron en/of als achtergrond informatie voor de inhoud van deze richtlijnen.

- Kader 'Afstromend Wegwater', Rijkswaterstaat – Dienst Verkeer en Scheepvaart, december 2010 [1].
- Schaling neerslagstatistiek korte duren obv Stowa (2015) en KNMI'14 [2]
- Handboek Wegontwerp, wegen buiten de bebouwde kom; CROW, Publicatie 164, februari 2002 [3].
- Eisendocument Eisen Markering, november 2015, versie 1 [4]
- Eisendocument Eisen Voertuigkering, oktober 2014, versie 3.0 [5]
- Nieuwe Ontwerprichtlijn Autosnelwegen (NOA); Rijkswaterstaat – Adviesdienst Verkeer en Vervoer, januari 2007 [6]
- Handboek Wegontwerp [7]

1.7 Terminologie

Zie voor de toegepaste terminologie de begrippenlijst in bijlage 2.

2 Generieke eisen Hemelwaterafvoer

De hoofdfunctie van de hemelwaterafvoer is het afvoeren van hemelwater van het wegdek met als doel een veilig te berijden wegdek. Zodra het hemelwater van het wegdek is afgevoerd dient het hemelwater op een gecontroleerde wijze te worden afgevoerd binnen het hemelwaterafvoersysteem dan wel naar een naburige waterhuishouding.

Het is van belang het hemelwaterafvoersysteem direct te betrekken in het ontwerp van de brug of viaduct. Afstromend wegwater is in de meeste gevallen geen onderscheidende factor voor de variantkeuze.

2.1 Klimatologische belasting

Atmosferische omstandigheden

De atmosferische omstandigheden binnen welke grenzen het hemelwaterafvoersysteem dient te kunnen functioneren worden omschreven door de regenduurlijnen van "Schaling neerslagstatistiek korte duren obv Stowa (2015) en KNMI'14" [2]. De regenduurlijnen van bruggen zijn gebaseerd op de voorspellingen voor 2085.

Regenduurlijnen Stowa (2015) en KNMI'14

Tijd (min)	Neerslag (mm)	
	1x in 10 jr	1x in 50 jr
0	0	0
5	17	25
10	24	35
15	29	42
30	37	53
60	44	63
120	50	71
>120	50+5mm/h	71+6mm/h

tabel 2-1

In bovenstaande tabel zijn de cumulatieve neerslag hoeveelheden als functie van de tijdsduur van een bui weergegeven voor 2 verschillende referentieperiodes, 10 jaar en 50 jaar.

Deze waarden kunnen afwijken van de waarden voor wegen omdat de ontwerplevensduur van wegen en bruggen verschillen. De regenduurlijnen voor tunnels, aquaducten en verdiepte liggingen wijken ook af.

In paragraaf 2.2 wordt aangegeven welke referentieperiode voor welke situatie dient te worden aangehouden.

N.B. voor kleine bruggen waar een dynamische berekening van de hemelwaterafvoer niet loont dient rekening te worden met een constante regenbui met een onbepaalde tijdsduur. Voor buien met een herhalingsduur van 10 jaar mag men rekenen met een bui met een intensiteit van 72mm/uur

(=200 liter/sec/ha). Voor buien met een herhalingstijd van 50 jaar met een intensiteit van 100 mm/uur (=300 liter/sec/ha).*Toelichting*

17 mm regenwater in 5 minuten komt overeen met meer dan 566 liter/sec/ha! Voor kleine bruggen en viaducten mag men ervan uitgaan dat de eerste 5 minuten van een regenbui geborgen kunnen worden in het regenwaterafvoersysteem. Voor een bui met een duur van 10 minuten wordt dus $24/2=12$ mm opgevangen in het systeem. De rest, 12 mm in 10 minuten = 72 mm/uur ≈ 200 l/sec/ha.

2.2 Referentieperiodes

In principe mag men ervan uitgaan dat de maatgevende bui gedurende een referentieperiode gelijk is aan de grootste bui die één maal in deze periode voorkomt.

De keuze van een referentieperiode, en daarmee dus de grote van een bui, wordt gerelateerd aan de consequenties (=overlast/schade) die kunnen voorkomen. Indien deze schade groot is, dan stelt men criteria bij een minder vaak voorkomende bui. Indien men weinig schade verwacht stel je diezelfde criteria bij een vaker voorkomende bui.

Dat wil zeggen:

- Indien je weinig overlast/schade verwacht (aquaplaning/snelheidsbeperking) omdat de waterhoogtes op het wegdek onmogelijk groter kunnen zijn dan 30cm, dan dient gerekend te worden met een bui die eens per 10 jaar voorkomt;
- Indien je matig overlast/schade verwacht (stremming van het verkeer) omdat de waterhoogtes op het wegdek kunnen stijgen tot boven de 30 cm, dan dient gerekend te worden met een bui die eens per 50 jaar voorkomt ;

Het spreekt voor zich dat deze hoeveelheden water alleen kunnen voorkomen, indien er fysieke beperkingen (wanden, dichte barriers, hoge schampkanten) zijn, waardoor het water zo hoog op de rijbaan kan staan.

Naast de eisen die de waterkwantiteitsbeheerder kan stellen, dient aan de hand van de plaatselijke situatie bepaald te worden van welke maatgevende bui uitgegaan dient te worden.

Bij de dimensionering van het hemelwaterafvoerstelsel voor weggedeelten met een maximum snelheid groter of gelijk aan 100 km/uur dient voor het 'kantstreepcriterium' de volgende referentieperiode te worden aangehouden, zie tabel 2-1:

1. Voor bruggen en viaducten, waarbij het fysiek onmogelijk is dat er grotere waterhoogtes op het wegdek voorkomen dan 30 cm, dient een referentieperiode van 10 jaar te worden aangehouden;
2. Voor bruggen en viaducten, waarbij het mogelijk is dat er waterhoogtes op het wegdek kunnen ontstaan van 30 cm of meer, dient een referentieperiode van 50 jaar te worden aangehouden;

In de regel houdt men voor bruggen en viaducten een referentieperiode van 10 jaar aan. Voor bruggen met hoge dichte wandliggers dient een referentieperiode van 50 jaar te worden aangehouden.

Voor weggedeelten waar lagere maximum snelheden gelden, mag het 'kantstreepcriterium' tijdens de bui gedurende een korte tijd worden overschreden, zie specifieke eisen bruggen en viaducten in paragraaf 3.1.

2.3 Maximale berging (plassen)

Bij de dimensionering van het hemelwaterafvoersysteem van grote bruggen dient gebruik te worden gemaakt van een dynamische berekeningsmethode, waarmee de betreffende regenbui kan worden ingevoerd en inzicht wordt verkregen in het functioneren van de diverse onderdelen tijdens de regenduur. In het algemeen dient het hemelwaterafvoersysteem getoetst te worden op de maximaal toelaatbare berging op het wegdek (plassen).

Daar waar de afvloeiensnelheid van hemelwater te gering is door

- een te kleine of geen verkanting
- belemmeringen in de afvoer naar berm of langsgoot
- vollopen van berm of langsgoot

zullen plassen ontstaan.

Plassen ontstaan altijd en overal en zullen ook na verloop van tijd onder natuurlijk verhang of na verdwijning van de belemmering of leeglopen van goot of berm weer verdwijnen.

Plassen op de wegverharding kunnen een gevaar vormen voor het wegverkeer op de rijbaan. De kans op aquaplaning is afhankelijk van de snelheid van een voertuig, het profiel van de band en de diepte van de plas. Bij hoge snelheden kunnen kleine waterdieptes al tot problemen leiden.

Met inachtneming van paragrafen § 6.6 van de NOA [6], § 8.3.7 van het Handboek Wegontwerp – Stroomwegen [7] en § 7.3.4 van het Handboek Wegontwerp – Gebiedsontsluitingswegen [7] en de eisen die men aan de wegverharding stelt, mag men ervan uitgaan dat er geen plassen ontstaan bij het afvoeren van hemelwaterafvoer naar de rand van de rijbaan.

2.3.1 Kantstreepcriterium

In het algemeen wordt geen eis gesteld aan de minimale afvoer van regenwater op een brug, maar aan de maximale omvang die een plas op een brug of viaduct mag hebben: het zogenaamde kantstreepcriterium.

De wegverharding dient als berging van overtollig hemelwater in de vorm van "plassen" met een maximale omvang.

Bij verkeerswegen waarvoor een bepaalde maximum snelheid geldt mogen plassen de rechter kantstreep (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) niet overschrijden bij een bui met een referentieperiode als vastgesteld in paragraaf 2.2.

2.4 Functionele (top)eisen aan het HWA-systeem

<ID>	Afvoeren hemelwater weginfrasysteem	Bovenliggende eis	Onderliggende eis	Eisinitiator
fu-01	Het HWA-systeem van een weginfrasysteem dient het (hemel)water op de rijbaan af te voeren.	<ntb>	<ntb>	RWS
fu-02	Het HWA-systeem van een weginfrasysteem dient in geval van een calamiteit afgesloten te kunnen worden.	<ntb>	<ntb>	RWS
Bron: RWS				
Verificatiemethode: Analyse en berekening op basis van deze richtlijn waarmee aangetoond wordt dat voor de verschillende onderdelen van het weginfrasysteem het hemelwater wordt afgevoerd in overeenstemming met de onderliggende eisen.				
Toelichting: De bovenliggende eis kan een eis met betrekking tot veiligheid en/of beschikbaarheid van het weginfrasysteem zijn. De onderliggende eisen komen voort uit de eisen van de belanghebbenden (stakeholders) en het ontwerp van de weg, het kunstwerk en het hemelwaterafvoersysteem.				

De afgeleide eisen van de eerste top eis worden meestal gesteld in de vorm van hoe groot de maximale berging op het wegdek mag zijn: hoe groot mag de grootste plas tijdens een regenbui zijn, of hoe snel deze maximale berging weer gereduceerd moet zijn tot acceptabel niveau tijdens of na een bui.

2.5 Generieke aspect eisen aan het HWA-systeem

<ID>	Afvoeren hemelwater weginfrasysteem	Bovenliggende eis	Onderliggende eis	Eisinitiator
ge-01.1	Het HWA-systeem van de brug dient te voldoen aan het Kader Afstromend Wegwater.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.2	Het hemelwater dient van alle rijbanen op de brug separaat te worden afgevoerd (zodat het hemelwater van de ene rijbaan niet kan afstromen over de andere rijbaan).	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.3	Kolk- en putdeksels op een brug dienen buiten de rijbaan te worden gestitueerd.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.4	Bij toepassing van HWA buizen dient de diameter minimaal 250 mm te bedragen, met uitzondering van kolkaansluitingen. Deze mogen een diameter van minimaal 125 mm hebben.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.5	Er mogen geen buizen in het dek van de brug onder de rijbaan liggen.	fu-01	<ntb>	RWS

ge-01.6	Buizen onder de rijbaan (in de aardenbaan) dienen met de bovenkant van de buis minimaal 1 m onder het wegooppervlak te liggen.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.7	Buizen onder de rijbaan (in de aardenbaan) dienen > 5 meter van het object (einde vleugelwand, einde wand van tunneltoerit) en >1 meter van de vrije uiteinde van stootplaten te liggen.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.8	Bij toepassing van HWA buizen onder de brug dienen deze eenvoudig geïnspecteerd en onderhouden te kunnen worden.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.9	HWA buizen die in sloten afwateren dienen te worden voorzien van uitstroomconstructies die voldoende weerstand bieden aan maaierwerk.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.10	De onderdelen van het HWA dienen een levensduur te hebben van minimaal 50 jaar, met uitzondering van vervangbare onderdelen. Deze dienen een minimale levensduur van 25 jaar te hebben.	fu-01	<ntb>	RWS
Bron: RWS				
Verificatiemethode: Analyse en berekening op basis van deze richtlijn waarmee aangetoond wordt dat het hemelwater wordt afgevoerd in overeenstemming met de onderliggende eisen. N.B. waar in de eisen het woord "brug" wordt gebruikt, moet deze, waar van toepassing, gewijzigd worden in het woord "viaduct".				
Toelichting: De bovenliggende eis kan een eis met betrekking tot veiligheid en/of beschikbaarheid van de brug of viaduct zijn. De onderliggende eisen komen voort uit de eisen van de belanghebbenden (stakeholders) en het ontwerp van de weg, het kunstwerk en het hemelwaterafvoersysteem.				

2.6 Goten, kolken en riolen

Wegbouwkundige noodzaak

Goten, kolken en riolen (inclusief putten) met afvoer naar bermsloten e.d. dienen aangebracht te worden indien de afvoer zich concentreert of wordt belemmerd, zoals:

- a. bij afstroming in de langsricting van de brug; het kan bijvoorbeeld noodzakelijk zijn bij:
 - een brug met een langshelling steiler dan 1%;
 - een brug met een verhardingsbreedte van meer dan 11 m, indien de langshelling steiler is dan 0,5%.
- b. wanneer geen zijdelingse afstroming mogelijk is; bijvoorbeeld bij:
 - een brug met obstakels langs de verharding, b.v. schampranden, barriers, e.d.
- c. wanneer er gevaar voor uitspoeling bestaat; bijvoorbeeld bij:
 - taluds aan het einde van bruggen.

Goten

Goten hebben als functie het hierin toestromend water op te vangen en af te voeren via het hemelwaterafvoerstelsel, bijvoorbeeld naar kolken.

De vorm van de goot dient er op gericht te zijn een zo groot mogelijke waterafvoer te verkrijgen. De hydraulische dimensionering van goten kan bepaald worden volgens document [3, bijlage B Formules voor de berekening van open en gesloten leidingen]. Hierbij wordt het maximaal afwaterend oppervlak bepaald aan de hand van met name rijbaanbreedte, regenintensiteit, langshelling, gootvorm en kolkafstand.

Kolken

Kolken hebben als functie het vanuit goten toestromend water op te vangen en af te voeren via het hemelwaterafvoerstelsel, bijvoorbeeld via aansluitleidingen naar bermsloten of riolering.

Kolkafstanden

Een berekening dient de maximale kolkafstand(en) te bepalen.

Het verdient echter de aanbeveling het maximaal per kolk afwaterende wegoppervlak (uit praktische overwegingen) te beperken tot ca. 600 m², waardoor de kolkafstand afhankelijk van de verhardingsbreedte wordt begrensd door een maximale waarde. De afstand tussen de kolken dient kleiner te zijn dan 40 meter.

Rioolbuizen

Rioolbuizen hebben als functie het water vanuit kolken verder af te voeren naar de landhoofden, een bermsloot of naar een rioolstelsel.

Het verdient de voorkeur de snelheid van het water in de rioolbuizen niet groter te laten zijn dan 2 m/s. Bij de berekening van de rioolbuizen dient men er van uit te gaan dat de dekking op de hoogwaterlijn (bijv. de afstand tussen hoogwaterlijn in de buis en bodem van een goot) min. 0,30 m is. De hoogwaterlijn is de lijn die kan worden getrokken door de punten waar de waterdruk bij de gehanteerde berekeningsregen nul is.

Het verhang van de rioolbuis onder een brug dient minstens 1:1000 te zijn. Aanbeveling verdient het in ieder geval het bodemverhang zo groot mogelijk te maken.

Indien het verhang flauwer wordt dan 1:1000 dient de bodem van de waterloop/tussenkolk waarop geloosd wordt, te worden verlaagd. Indien verlaging van de waterloop niet mogelijk is zal toch een flauwer verhang moeten worden aangehouden, hetgeen niet van invloed is op de hydraulische afvoercapaciteit, maar wel op mogelijke extra bezinking.

2.7 Aspect criteria

2.7.1 Veiligheid

Om plasvorming te voorkomen mag de afvoer van hemelwater niet door obstakels worden belemmerd.

Markering

De markering dient te zijn voorzien van maatregelen om de afvoer van hemelwater te bevorderen. Verwezen wordt naar Eisendocument Eisen Markering [4]

Barriers

Barriers dienen de hemelwaterafvoer niet te belemmeren. Verwezen wordt naar Eisendocument Eisen Voertuigkering [5].

Putten en putafdekkingen

Putten en deksels mogen niet in de voor de weg bestemde verharding worden opgenomen.

Goten

Voorkomen dient te worden dat de gootconstructie een obstakel wordt en gevaarlijke situaties kan opleveren. Bestuurders kunnen de macht over het stuur verliezen wanneer de wielen van het voertuig in een goot terecht komen. Daarom zijn de hieronder genoemde eisen gesteld aan de vormgeving van goten.

De vormgeving van goten dient er op te zijn gericht dat:

- een zo groot mogelijke waterafvoer wordt verkregen (voorkomen plasvorming bij hevige regenbui);

Kolken

Bij een kolkaansluitleiding dient de kans op verstopping te worden verkleind door het toepassen van een buis met een minimum middellijn van 125 mm uitwendig.

2.7.2 Gezondheid

Milieukundige noodzaak

Naast de wegbouwkundige noodzaak kan de aanleg van goten, kolken en riolen (waar nodig een gescheiden stelsel) ook noodzakelijk zijn uit oogpunt van milieubelangen om bodem- en grondwaterverontreinigingen bij bijv. brandstofverkooppunten te voorkomen en kunnen belangen van derden een rol spelen, zoals bijv. in waterwingebieden, tuinbouwgebieden enz.

In het algemeen kan gesteld worden dat op die locaties waar lozing van hemelwater aanleiding kan geven tot verontreinigingen van bodem en/of ontvangend water aanvullende voorzieningen dienen te worden getroffen. Deze voorzieningen zijn afvoer via slib/zandopvangputten, benzine- en olie-afscheiders of lamellenfilters. Tevens bestaat de mogelijkheid om te transporteren naar een ontvangend water waarop lozing geen bezwaar is, naar gemeentelijke rioolstelsels of naar zuiveringsinstallaties.

Eisen hieromtrent dienen vanuit een analyse en wensen van de omgeving en belanghebbende naar voren te komen.

Materialen milieuvriendelijk

De gebruikte materialen van onderdelen ten behoeve van het hemelwaterafvoersysteem dienen milieuvriendelijk te zijn.

Zo dient het gebruik van PE-HD te prevaleren boven het gebruik van PVC, tenzij voor het gebruik van PVC doorslaggevend redenen aan te voeren zijn. Dit geldt tevens voor overige afwegingen op het gebied van materiaalgebruik. Het gebruik van het meest milieuvriendelijke materiaal dient hierbij steeds te prevaleren.

PVC = ongeplasticiseerd polyvinylchloride

PE-HD = polyetheen - hoge dichtheid.

2.7.3 Beschikbaarheid

Om het hemelwaterafvoersysteem zijn functie te kunnen laten vervullen dient het hemelwaterafvoersysteem beschikbaar te zijn en dient derhalve een verstoring van de afvoer (bijv. verstoppingen) te worden voorkomen.

2.7.4 Betrouwbaarheid

Om het hemelwaterafvoersysteem betrouwbaar zijn functie te kunnen laten vervullen dient het hemelwatersysteem voldoende robuust te zijn. Desondanks mogen er geen buizen in het brugdek onder de rijbaan worden gesitueerd en moet men sowieso zeer terughoudend zijn om buizen te integreren in het brugdek of onderbouw en fundering van de brug.

Onderdelen van het Hemelwaterafvoersysteem dienen een technische levensduur te hebben van 50 jaar.

Het hemelwaterafvoersysteem (bermen, goten, kolken, buizen, putten en dergelijke) dient alle er op werkende belastingen en aantastingsmechanismen te kunnen weerstaan en over te brengen naar de ondergrond. Deze belastingen en aantastingsmechanismen dienen door middel van een analyse bepaald te worden.

Voor belastingen op het hemelwaterafvoersysteem zie document [3, paragraaf 7 Sterkteberekening buizen].

Voor aantastingsmechanismen van het hemelwaterafvoersysteem zie document [3, paragraaf 6 Keuze bouwstoffen].

Het hemelwaterafvoersysteem dient bestand te zijn tegen agressieve vloeistoffen bestaande uit onder andere neerslag van luchtverontreiniging, bodem-verontreiniging, strooizout en stoffen afkomstig van het wegverkeer zoals bandenslijpsel en olie- en brandstoflekkage.

Belastingen buizen

Voor de sterkteberekening van buizen zie document [3, paragraaf 7 Sterkte-berekening buizen].

Indien (afvoer)buizen met een diameter <250 mm onder de weg door worden aangebracht dient deze buis in een mantelbuis opgenomen te worden, zodat zettingen in de aardenbaan geen of slechts een zeer geringe belasting op de (afvoer)buis uitoefenen. Daarnaast kan bij toepassing van een mantelbuis de afvoerbuis vervangen worden zonder dat schade aan de weg optreedt.

Afvoerbuizen die onder de weg door worden aangebracht dienen buiten het invloedsgebied van het kunstwerk inclusief de overgangsconstructie (stootvloer, -platen) te liggen

De afstand van de bovenkant van het riool, mantelbuis en dergelijke tot de onderkant van de verharding dient minimaal 1,0 m ten behoeve van de spreiding van de verkeersbelasting op de verharding.

Materiaaleigenschappen hemelwaterafvoersysteem

Voor de bepalingen met betrekking tot de aan te houden sterkte-eigenschappen bij toepassing van een materiaal zie document [3, paragraaf 6 Keuze bouwstoffen].

In de normen en publicaties worden de sterkte eigenschappen vaak gerelateerd aan een verkeersklasse.

Voor bepalingen met betrekking tot de aan te houden weerstand tegen aantastingsmechanismen van een materiaal zie document [3, paragraaf 6 Keuze bouwstoffen].

Robuustheid en molestbestendigheid

Met name in het zicht blijvende onderdelen voor de afvoer van hemelwater dienen voldoende robuust en molestbestendig te zijn.

2.7.5 Vormgeving

De vormgeving van het hemelwaterafvoersysteem dient te worden ingepast in de vormgeving van de weg en de architectonische eisen.

2.7.6 Omgeving

Bij het ontwerp van weginfrastructuur en het bijbehorende hemelwater-afvoersysteem dient altijd in een vroeg stadium van het ontwerp contact opgenomen te worden met de beheerder van het ontvangende watersysteem (waterschap, hoogheemraadschap). De beheerder van het ontvangende watersysteem kan eisen stellen aan de wijze waarop met lozingen dient te worden omgegaan. Het wettelijk kader voor het reguleren van lozingen wordt gevormd door de Wet milieubeheer, de Waterwet en de Wet bodembescherming. Op basis van deze wetgeving is het Besluit 'lozen buiten inrichtingen' bepaald. Het Kader 'Afstromend Wegwater' [7] geeft een praktische invulling van het Besluit 'lozen buiten inrichtingen' en dient toegepast te worden in de relatie met de beheerder van het ontvangende watersysteem.

2.7.7 Uitvoering

Algemeen

Ook bij een gefaseerde aanleg en/of reconstructie van de brug dient het hemelwaterafvoersysteem te functioneren, zodat de veiligheid op de in gebruik zijnde weggedeelten gewaarborgd is.

Hiertoe dienen zo nodig tijdelijke voorzieningen te worden getroffen zodat de veiligheid op de in gebruik zijnde weggedeelten gewaarborgd is. Tevens dient uitspoeling van grond in bermen en taluds te worden voorkomen.

Nederlandse Praktijk Richtlijn 3218

De aanleg dient, voor zover van toepassing, te worden uitgevoerd overeenkomstig het gestelde in de Nederlandse praktijkrichtlijn 'Buitenriolering onder vrij verval - aanleg en onderhoud' NPR 3218. In het navolgende zijn, waar nodig, per onderdeel afwijkingen of aanvullingen aangegeven.

Fundering van leidingen

Puin, stenen of andere scherpe voorwerpen dienen uit de sleufbodem te worden verwijderd ter voorkoming van beschadiging van de leiding.

Lijn- en puntbelastingen kunnen leiden tot een grotere deformatie. Daarom is het ontoelaatbaar de kunststofleidingen rechtstreeks op harde grond, riet-, kunststof- of rijsmatten, vlonders, baddingen of tegels te leggen.

Scheurvorming en/of zettingen als gevolg van de toepassing van een grondverbetering kunnen leiden tot breuk in de leidingen.

Doorvoeringen door mantelbuizen

Onder wegverhardingen zo min mogelijk riolen aanleggen vanwege de verdichtingsproblematiek van de rioolsleuf.

Om binnendringen van grond te voorkomen dienen de uiteinden van de mantelbuis met rubberen slabben / manchetten of met stroken schuimrubber te worden afgesloten. Bij persleidingen en bijbehorende mantelbuizen met kleine middellijn kan de ruimte tussen mantelbuis en persleiding worden volgeschuimd (eventueel tevens ten behoeve van isolatie, bijv. met polyurethaanschuim) of kan een vulmiddel zoals dammer, grout o.i.d. worden aangebracht.

2.7.8 Onderhoudbaarheid/beheerbaarheid

Het hemelwaterafvoersysteem dient onderhoudsarm te zijn.

Het hemelwaterafvoersysteem dient eenvoudig inspecteerbaar en onderhoudbaar te zijn.

Het hemelwaterafvoersysteem dient uniform van opzet te zijn. Gelijke afmetingen, vorm en merken dienen te worden toegepast en uitwisselbaar te zijn. De toegepaste producten dienen herproduceerbaar en uitwisselbaar te zijn en te zijn voorzien van de benodigde certificaten.

Goten

Goten dienen, zo mogelijk, machinaal te kunnen worden gereinigd.

Goten dienen, waar mogelijk, open goten te zijn van asfaltbeton of betonnen elementen. Incidenteel kunnen straatstenen en tegels worden toegepast.

Kolken

Bij het ruimen van sneeuw dienen de kolkinlaten sneeuwvrij te kunnen worden gemaakt zodat smeltwater kan toestromen.

2.7.9 Toekomstvastheid

Vluchtstrook

Bij het ontwerp van het hemelwatersysteem dient rekening gehouden te worden met een mogelijk toekomstige gewijzigde wegindeling op de brug.

Bouwstoffen

De bouwstoffen moeten voldoen aan de hiervoor geldende normbladen en, voor zover mogelijk, geleverd worden onder KOMO-resp. KIWA-certificaat voorzien van een KOMO-keurmerk. De bouwstoffen die niet onder certificaat geleverd kunnen worden dienen door een keuringsinstituut te worden gekeurd.

Voor de onderdelen van de afvoerstelsels komen de navolgende bouwstoffen in aanmerking:

Element	Materiaal
<ul style="list-style-type: none">• Goten• Kolken en aansluitleidingen	Asfaltbeton of betonelementen Onderbak van beton en inlaatstuk van gietijzer met draaibaar hol rooster of thermisch verzinkt vlak stalen rooster; aansluitleidingen van PVC.
<ul style="list-style-type: none">• Rioolbuizen	buizen van beton of PE-HD, incidenteel PVC.

PVC = ongeplasteerd polyvinylchloride

PE-HD = polyetheen - hoge dichtheid.

Goten

Goten dienen gemakkelijk aanpasbaar te zijn bij het aanbrengen van nieuwe asfaltbetonlagen en/of reconstructie.

PE-HD buizen

Buizen van PE-HD zijn toepasbaar voor de afvoer van hemel- en vuilwater, zowel in vrijvervalleidingen als in persleidingen.

PVC-buizen

Buizen van PVC zijn toepasbaar voor de afvoer van hemel- en (in beperkte mate) vuilwater, zowel in vrijvervalleidingen als in persleidingen.

2.7.10 Sloopbaarheid

Onderdelen van het hemelwaterafvoersysteem dienen te kunnen worden hergebruikt, respectievelijk te kunnen worden afgevoerd als bouw materiaal voor hergebruik in de meest hoogwaardige vorm.

2.8 Externe raakvlakken

..

2.9 Interne raakvlakken

Plaatsbepaling

Bij de plaatsbepaling van het hemelwaterafvoersysteem van de brug dient rekening te worden gehouden met andere aan te brengen, of eventueel later aan te brengen, wegvoorzieningen zoals geleiderailconstructies, geluidsschermen, lichtmasten, uithouders en portalen voor bewegwijzering enz.

3 Specifieke eisen Hemelwaterafvoer Brug

Inleiding

In overeenstemming met het 'Kader Afstromend Wegwater' is het niet meer wenselijk om direct te lozen op de omgeving (lees: oppervlaktewater) direct onder een tussenafvoerpunt, tenzij dit technisch en/of financieel niet mogelijk is. Als voorbeeld gelden hierbij lange bruggen, waarbij het te kostbaar wordt om het afstromende wegwater af te voeren naar de landhoofden. Denk hierbij ook aan het risico van terugslag van wegwater de rijbaan op.

De voorkeursvolgorde is als volgt:

1. Indirect lozen in een regionaal oppervlaktewaterlichaam;
 - a. afvoer, onder vrij verval, via goten, kolken en leidingen op bermsloten, bergvijvers of zakputten; eventueel de bermsloten aansluiten op het afwateringssysteem in de omgeving (watergang, riool).
 - b. of in een voorziening voor de inzameling en transport van afvalwater (niet zijnde vuilwater);
2. Afvoer onder vrij verval via goten, kolken en leidingen op riolen en rioolputten met uitmonding van het riool op een rioolgemaal (of pompput).
Vanuit het rioolgemaal het hemelwater via een persleiding afvoeren naar een waterhuishoudkundig systeem in de omgeving (watergang, riool).
3. alternatieve lozing

3.1 Waterafvoerberekening

Het ontwerp van het HWA-systeem dient te worden gecontroleerd met een dynamische berekening, waarbij de histogrammen van de ontwerpregenbui(en) en het lozingspeil kunnen worden ingevoerd.

Bij de waterafvoerberekening dient rekening te worden gehouden met de breedte B en de lengte L van het afstroomgebied, de dwarsverkanting en de langshelling van de weg.

Bij kleine overspanningen kan het volstaan gebruik te maken van het hemelwaterafvoersysteem van de weg.

Indien gewenst kan men een gebruik maken van een (ongunstige) statische berekening met een constante intensiteit van de bui van onbepaalde tijdsduur.

3.1.1 Scope van de waterafvoerberekening

Onderdoorgangen, faunapassages en duikers

Onder bruggen verstaan we tevens viaducten, onderdoorgangen en grotere duikers en faunapassages.

Het HWA-systeem van onderdoorgangen, faunapassages en duikers, die zich kenmerken door:

- Een kleine overspanning
- Het ontbreken van een voegovergang.

behoeft niet aan de eisen van het hemelwaterafvoersysteem van de brug te voldoen.

Genoemd hemelwaterafvoer dient wel te voldoen aan de eisen hemelwaterafvoer wegen op de aardenbaan.

De eisen aan de weg stellen al **dat (Extra) Goten, kolken en riolen (inclusief putten) met afvoer naar bermsloten e.d. dienen aangebracht te worden indien de afvoer zich concentreert of wordt belemmerd**. Bij de bovenstroomse overgang van weglichaam naar brug zal door ongelijke zetting altijd een concentratie van hemelwater bevinden. Vereist is om daar een kolk of put aan te brengen. Of er aan de benedenstroomse overgang ook een put of kolk moet worden toegepast hangt af van de dimensies van de brug. Bij kleine bruggen (duikers, onderdoorgangen) mag men ervan uitgaan dat de afvoer van het hemelwater niet anders verloopt dan bij de rest van weg, waar geen brug aanwezig is. Het reguliere HWA-systeem van de weg is dan afdoende.

In de regel is geen extra benedenstroomse put of kolk nodig indien het afstroomoppervlak van de brug kleiner is dan 75 m². Daarnaast mag men ervan uitgaan dat bij kleine overspanningen

verticaal alignement	geen benedenstroomse kolk noodzakelijk is, indien
$i \leq 1\%$	$L \leq 1/3 * \text{breedte rijdek}$
$1\% < i \leq 2\%$	$L \leq 2/3 * \text{breedte rijdek}$
$2\% < i \leq 3\%$	$L \leq \text{breedte rijdek}$

3.2 Specifieke eisen weginfrasysteem object brug

<ID>	Afvoeren hemelwater weginfrasysteem	Boven- liggende eis	Onder- liggende eis	Eisinitiator
bru-01.1a	Bovenstroomse Eindafvoer Het HWA-systeem van weggedeelten bovenstrooms van de brug dient vóór de overgang naar de brug af te wateren op het HWA-systeem van de brug bij het landhoofd	fu-01	<ntb>	<ntb>
bru-01.1b	Boven- en benedenstroomse Eindafvoer Het HWA-systeem van weggedeelten gelegen op de brug dient vóór de overgang naar de aardenbaan (bovenstrooms en benedenstrooms) af te wateren op het HWA-systeem van de brug ter plaatse van de landhoofden	Fu-01		
bru-01.1.1	Eindafvoeren dienen direct naast de stootplaten en een tweede eindafvoer 5 meter achter de stootplaten te worden gesitueerd.			
Bru-01.1.2	Roosters van eindafvoeren dienen minimaal 0 en maximaal 20 mm lager te liggen dan bovenkant asfalt.			
bru-01.1.3	In geval van zeer open asfalt beton dienen roosters van eindafvoeren tussen de 40 en 70 mm lager te liggen dan bovenkant verharding..			
N.B. van eisen bru-01.1 a en b moet, afhankelijk van de situatie, één gekozen worden.				
bru-01.2	De wegverharding op de brug dient het hemelwater af te voeren door middel van dwarsverkanting en/of langshelling			
bru-01.3	Op een kunstwerk dient zich geen verkantingsovergang te bevinden	Fu-01		
bru-01.4	Het hemelwaterafvoersysteem van de brug dient te faciliteren dat hemelwater dat van de verharding wil stromen, hiervoor de gelegenheid krijgt (via goten) en niet kan terugstromen op de verharding	Fu-01		
bru-01.5	Het hemelwaterafvoersysteem van de brug dient het hemelwater per rijbaan separaat af te voeren	Fu-01		
bru-01.6a	HWA Bruggen in weggedeelten > 100 km/h	fu-01		

	<p>'kantstreepcriterium' Bij verkeerswegen waarvoor een maximum snelheid geldt groter dan 100 km/h mag de maximale bergingsruimte (=plas) de rechter kantstreep op een brug (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) <u>niet overschrijden</u> bij een bui met een referentieperiode van ... jaar. (Zoals vastgelegd in paragraaf 2.1)</p>			
bru-01.6b	<p><u>HWA Bruggen in weggedeelten 80-100 km/h</u></p> <p>Bij verkeerswegen waarvoor een maximum snelheid geldt tussen de 80 en 100 km/h mag de maximale bergingsruimte (=plas) de rechter kantstreep op een brug (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) <u>niet langer overschrijden dan 5 minuten</u> bij een bui met een referentieperiode van .. jaar. (Zoals vastgelegd in paragraaf 2.1 en 2.2)</p>	Fu-01		
bru-01.6c	<p><u>HWA Bruggen in weggedeelten 60-80 km/h</u></p> <p>Bij verkeerswegen waarvoor een maximum snelheid geldt tussen de 60 en 80 km/h mag de maximale bergingsruimte (=plas) de rechter kantstreep op een brug (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) <u>niet langer overschrijden dan 15 minuten</u> bij een bui met een referentieperiode van .. jaar. (zoals vastgelegd in paragraaf 2.1 en 2.2)</p>	Fu-01		
bru-01.6d	<p><u>HWA Bruggen in weggedeelten < 60 km/h</u></p> <p>Bij verkeerswegen waarvoor een maximum snelheid geldt van 60 km/h of lager mag de maximale bergingsruimte (=plas) de rechter kantstreep op een brug (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) <u>niet langer overschrijden dan 30 minuten</u> bij een bui met een referentieperiode van .. jaar. (zoals vastgelegd in paragraaf 2.1 en 2.2)</p>	Fu-01		

bru-01.7	Afvoerputten mogen niet in de dekconstructie te worden geïntegreerd.			
bru-01.8	Buizen in bruggen mogen niet ingestort worden (tenzij dit onvermijdelijk is).			
bru-01.9	Bij de overgang naar andere constructiedelen of bij de overgang naar de ondergrond dienen buizen te zijn voorzien van flexibele aansluitingen.			
bru-01.10	Alle onderdelen van het HWA-systeem van bruggen waar een risico bestaat op vandalisme dienen te worden afgeschermd of te worden uitgevoerd in vandalisbestendig materiaal.			
<p>Bron: RWS Waar in de eisen het begrip "brug" wordt genoemd, mag deze vervangen worden door "viaduct", "onderdoorgang" of andere constructies binnen de scope. De referentieperiode van een bui op een brug hoeft niet dezelfde te zijn aan de referentieperiode van een bui van de weg.</p>				
<p>Verificatiemethode: Analyse en berekening op basis van deze richtlijn waarmee aangetoond wordt dat voor de verschillende onderdelen van het weginfrasysteem het hemelwater wordt afgevoerd in overeenstemming met de onderliggende eisen.</p>				
<p>Eisen bru-01.6 a t/m d zijn optioneel: slechts één dient te worden gespecificeerd.</p>				
<p>Toelichting: Waar in de eisen het begrip "brug" wordt genoemd, mag deze vervangen worden door "viaduct", "onderdoorgang" of andere constructies binnen de scope. De referentieperiode van een bui op een brug hoeft niet dezelfde te zijn aan de referentieperiode van een bui van de weg. Meestal bedraagt deze referentieperiode 10 jaar.</p>				

3.3 Wegverharding op de brug

De wegverharding dient het hemelwater af te voeren door middel van dwarsverkanting en/of langshelling

Wegen, algemeen

Ten behoeve van het afvoeren van de neerslag van het verhardingsoppervlak volstaat over het algemeen een dwarshelling (verkanting) van dit verhardingsoppervlak van 2 à 2,5% zie Handboek Wegontwerp [6]. Ook bij onregelmatigheden in dwars- en/of lengteprofiel is dan de kans op plasvorming gering.

3.3.1 Afvloeingscoëfficiënt wegverharding

De afvloeingscoëfficiënt is een coëfficiënt, die uitdrukt welk gedeelte van de neerslag in het afvoerstelsel terecht komt.

Gedetailleerde waarden afvloeingscoëfficiënten – verharde oppervlakken

Indien de afvloeingscoëfficiënten van verharde oppervlakten meer nauwkeurig bepaald moeten worden, kunnen voor de diverse soorten oppervlakken waarden worden aangehouden die men door metingen en onderzoek getracht heeft vast te stellen. Als resultaat hiervan wordt aangehouden:

• gesloten wegdek (asfalt en beton)	0,8 - 0,95
Dicht Asfalt Beton (DAB)	0,9
Zeer Open Asfalt Beton (ZOAB)	0,8

Informatief:

De afvloeingscoëfficiënt is echter niet constant door vervorming en vertraging bij de inloop in het afvoerstelsel (d.w.z. dat het inloop-hydrogram niet samenvalt met de neerslagkromme) en als gevolg van de tijdelijke berging in het afvoerstelsel (vervorming van het inloop-hydrogram tot een uitloop-hydrogram).

De afvloeingscoëfficiënt is dan ook te zien als een gemiddelde, afhankelijk van vele factoren. De bepaling van de juiste waarde van de afvloeingscoëfficiënt is in feite niet mogelijk, getuige ook de verschillende resultaten van diverse onderzoekers.

Ter vereenvoudiging mag aangehouden worden dat alle neerslag op verharde oppervlakken wordt afgevoerd en er geen vertraging of vervorming in de afvoer plaatsvindt. De afvloeingscoëfficiënt is dan 1.

3.3.2 Maximale berging: "Plassen"

De wegverharding dient als berging van overtollig hemelwater in de vorm van "plassen" met een maximale omvang.

Op bruggen en viaducten, boven een bepaalde afmeting, zullen door hun gering verticaal alignement altijd plassen ontstaan.

Daarom dienen de volgende eisen in acht te worden genomen:

- ('kantstreepcriterium') Bij verkeerswegen waarvoor een maximum snelheid geldt van > 100 km/h mogen plassen de rechter kantstreep (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) niet overschrijden bij een bui met een referentieperiode als vastgesteld in paragraaf 2.2.

Voor weggedeelten waar lagere maximum snelheden gelden, mag dit criterium tijdens de bui gedurende een korte tijd worden overschreden.

3.3.3 Waterafvoerberekening

De waterafvoerberekening van een brug of viaduct vormt een integraal onderdeel van de totale waterafvoerberekening van de weg. Daar waar de lengte van de brug of de restricties vanuit de omgeving van de brug relevante risico's vormen, dient een afzonderlijke waterafvoerberekening voor de brug gemaakt te worden.

N.B.

In het verleden werd voor de neerslagintensiteit de formule van Van de Akker gebruikt.

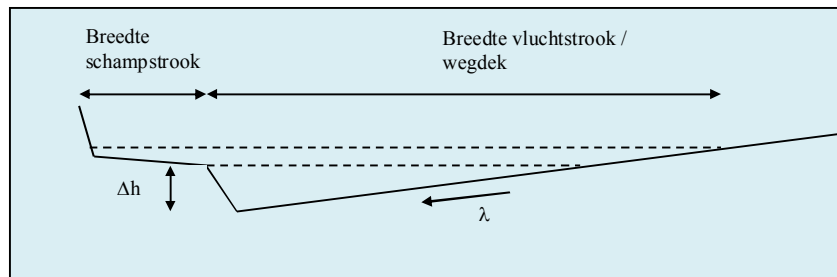
Deze formule is gebaseerd op een neerslaganalyse van het KNMI over de periode 1850 – 1950 en mag niet meer gebruikt worden.

3.4 Afwatering door middel van goten

Capaciteit van goten

Het regenwater, dat op het rijdek valt, wordt via langsgoten eventueel in combinatie met verzamelleidingen afgevoerd.

De capaciteit van de goten is afhankelijk van verschillende variabelen zoals in onderstaande figuur weergegeven.



figuur 3-1

Afhankelijk van het oppervlak en de omtrek van het natte oppervlak kan de capaciteit van de goten worden bepaald.

3.5 Afwatering door middel van tussenafvoeren

Tussenafvoeren

Tussenafvoeren dienen te worden toegepast als:

- De langshelling van het afstroomvlak gering is ($i < 0,5\%$), zodat het water onvoldoende tot afstroming komt.
- De capaciteit van de afvoergoot langs de schamprand overschreden wordt.
- De capaciteit van de eindafvoer onvoldoende wordt.

Indien er geen noodzaak is dan dient het toepassen van tussenafvoeren echter voorkomen te worden om het risico van aantasting van de constructie bij lekkage van tussenafvoeren te voorkomen.

Vooral bij tussensteunpunten van prefab betonnen dekken kunnen, door de zeeg van de prefab onderdelen, blijvende plassen op de rijbaan ontstaan. Deze plassen moeten worden afgevoerd door middel van tussenafvoeren. Speciale aandacht moet worden geschonken aan de positie van deze tussenafvoeren in relatie met de (buigslappe) voeg.

De capaciteit van een tussenafvoer kan aanzienlijk worden vergoot door de buis te koppelen aan een afvoerput. In dat geval wordt als gevolg van de grotere intredeopening van de put extra energiehoogte in de put opgebouwd. Afvoerputten mogen niet in de dekconstructie te zijn geïntegreerd.

3.6 Afwatering door middel van eindafvoeren (kolken)

Eindafvoeren

Eindafvoeren bestaan uit gootelementen die in stelspecie worden geplaatst op een console van het landhoofd, direct naast de stootplaten. Deze constructie dient toegepast te worden, tenzij er doorslaggevende redenen aangevoerd kunnen worden om een hiervan afwijkende constructie toe te passen.

Eindafvoeren bestaan uit een stelsel van goten, putten en afvoerbuizen. De dimensionering dient te worden bepaald op basis van:

- a. De maximaal te verwachten hoeveelheid water per tijdseenheid:
Bij de berekening kan worden uitgegaan van een constante helling over de hele lengte van het rijdek. In de praktijk komt dit echter zelden voor. De uitkomsten

van de berekeningen zijn echter voldoende betrouwbaar, indien van een gemiddelde helling wordt uitgegaan.

b. De breedte van de waterstroom:

Aan het eind van het rijdek zal het water, dat in een brede stroom over de vluchtstrook afstroomt, niet volledig in de eerste afvoergoot verdwijnen, zelfs al zou de opnamecapaciteit van deze goot toereikend zijn. De breedte van de stroom en de afstroomsnelheid hebben invloed op de hoeveelheid water dat de eerste goot passeert. De stroomrichting van het water dat langs de schamprand in langsrichting afstroomt, zal aan het eind van het rijdek ombuigen naar de resultante van de langs- en dwarshelling. De resultante van de langs- en dwarshelling is mede bepalend voor de lengte van het gotenstelsel.

De capaciteit van de afvoergoten wordt bepaald door de doorlaatcapaciteit van de roosters en de afvoercapaciteit van de goot zelf.

Tweede opvang achter landhoofd

Naast de eindafvoeren ter plaatse van het landhoofd dient op een afstand van circa 5 meter achter deze afvoeren een tweede opvang geplaatst te worden. De tweede hemelwateropvang dient om uitspoeling van het talud door hemelwater, dat niet door de eerste opvang opgevangen wordt, te voorkomen. Bij de situering van deze tweede opvang dient rekening te worden gehouden met geleiderailconstructies en doorvoer buizen van kabels vanuit de schamprand in het ontwerp en plaatsing van de tweede opvang.

Afvoerputten

Afvoerputten zijn te beschouwen als doorgeefstations tussen de afvoergoten en het riool, sloot, gemaal, of ander verzamelpunt. De enige parameter die invloed heeft op de capaciteit is de energiehoogte die in de put kan worden opgebouwd. Het is dan ook van belang dat de aansluiting voor de afvoerbuizen zo laag mogelijk geplaatst wordt. Het liefst vlak boven de bodem. Alleen bij putten die tevens dienst doen als zandvang is de afvoeropening ca. 0,40 m boven de bodem geplaatst.

3.7 Aspect criteria

3.7.1 Betrouwbaarheid

Robuustheid en molestbestendigheid (incl. toevoeging voor bruggen / viaducten) Met name in het zicht blijvende onderdelen voor de afvoer van hemelwater dienen voldoende robuust en molestbestendig te zijn. Alle goot- en putdeksels van het hemelwaterafvoersysteem dienen vastgezet te worden. Ten behoeve van het hemelwaterafvoersysteem dient gebruik te worden gemaakt van elementen die niet uitneembaar zijn.

Het is niet toegestaan afvoerputten te integreren in de dekconstructie.

3.7.2 Onderhoud

Aspecten met betrekking tot onderhoud die bij het ontwerp van het hemelwaterafvoersysteem in aanmerking genomen dienen te worden, zijn:

- Afvoerbuizen alleen daar in beton storten waar het onvermijdelijk is.
- Op plaatsen met een risico op vandalisme dienen de in het zicht blijvende delen in staal te worden uitgevoerd.

3.8 Interne raakvlakken

Onderlinge verplaatsingen

De hemelwaterafvoer dient alle verplaatsingen van het kunstwerk te kunnen volgen. Dit betekent dat:

- Het rooster (boveninlaat) van de eindafvoeren te allen tijde minimaal gelijk met, of maximaal 20mm lager dient te liggen dan, het aangrenzende dichte asfalt.
- In de constructie (beton) ingestorte buizen die buiten de constructie in een grondlichaam liggen dienen van een flexibele aansluiting voorzien te zijn, zodat verschilzettingen / bewegingen opgenomen kunnen worden.
- Er dient voorkomen te worden dat indien in in de constructie (beton) ingestorte buizen ingesloten (als gevolg van bijvoorbeeld verstopping) water bevriest en vervolgens de betonconstructie schade toebrengt.
- Bij een overgang van constructiedelen (bijvoorbeeld voegen) dienen ingestorte buizen verschilzettingen / bewegingen en dergelijke te kunnen opnemen.

Waterdichte aansluiting

De flexigoot kantopsluiting tegen de schampkant dient in een mengsel van rubberbitumen en steenslag uitgevoerd te worden en als gevolg hiervan een waterdichte afsluiting van de stortnaad tussen schampkant en rijdek.

Goot onder geleiderail

De goot onder een geleiderail dient 50 mm. breder te zijn dan de zich erboven bevindende geleiderail ten behoeve van het aanbrengen en/of het vervangen van de verhardingslagen naast de goot.

4 Proceseisen

Het proces met betrekking het afstromen van wegwater is opgenomen in het Kader 'Afstromend Wegwater' [1].

Naast de in deze richtlijn vermelde eisen kunnen tevens eisen van gemeente, provincie, waterschappen of overige betrokken beheerders van kracht zijn op het ontwerp van het Hemelwaterafvoersysteem. Men dient tijdig contact op te nemen met de betrokken partijen die bevoegd zijn om aanvullende eisen aan het ontwerp te stellen.

Bijlage 1: Lijst van stakeholders

Om de gewenste functionaliteiten en eisen aan het hemelwaterafvoersysteem te bepalen is een lijst opgesteld met mogelijke stakeholders (belanghebbenden) voor een goed functionerend systeem.

Een **belanghebbende** of **stakeholder** is een persoon of organisatie die invloed ondervindt (positief of negatief) of zelf invloed kan uitoefenen op een specifieke nieuw product.

Stakeholder	belang
Architect	Vormgeving in relatie tot de hemelwaterafvoer; Hemelwaterafvoer geïntegreerd in het ontwerp van de weg en het kunstwerk.
Rijkswaterstaat - RD-wegendistrict	De beheerder draagt zorg voor een snelle en veilige afwikkeling van het verkeer. De op het wegdek vallende neerslag dient hierbij zo min mogelijk hinder te veroorzaken.
Vandalist	Voorkomen dient te worden dat de functie van de hemelwaterafvoer kan worden aangetast door vandalisme (vernietiging, verstopping en dergelijke).
Welstand commissie	Vormgeving: zie architect; de welstandscommissie is kaderstellend met betrekking tot de bouwvergunning.
Gebruikers:	
Bediener systeem	Voor de bediener van een mogelijke installatie (bijvoorbeeld pompen) is de bediening en integratie in andere systemen van belang.
Hulpdienst - politie - brandweer - ambulance - berging	Hulpdiensten dienen bij calamiteit de calamiteitenlocatie snel en veilig te kunnen bereiken. Daarnaast dienen zij op de calamiteitenlocatie hindervrij te kunnen werken. De op het wegdek vallende neerslag dient hierbij zo min mogelijk hinder te veroorzaken.
Wegverkeer	Het wegverkeer wil een snelle en veilige afwikkeling van het verkeer. De op het wegdek vallende neerslag dient hierbij zo min mogelijk hinder te veroorzaken.
Beheerders:	
Beheerder RD-wegendistrict	Voor de beheerder van het weginfrasysteem is de inspecteerbaarheid, onderhoudbaarheid en vervangbaarheid van belang.
Provincie Gemeente Waterschap Hoogheemraadschap	Voor de beheerder van de waterhuishouding (oppervlaktewater, rioelstelsel) waarop afstromend wegwater eventueel wordt geloosd is de hoeveelheid en kwaliteit van het te lozen water van belang.

Bijlage 2: Begrippenlijst

Begrippenlijst met betrekking tot Hemelwaterafvoer.

Zie ook CROW publicatie 156 Nomenclatuur van weg en verkeer (juli 2001) en de begrippenlijsten in de gerelateerde documenten.

Begrip	Definitie
Afshot	Langs- of dwarshelling in een constructie ten behoeve van de afwatering.
Alignement	Het horizontaal en/of verticaal verloop van een weg, spoorweg of waterweg ook wel aangeduid als het horizontale en verticale alignement.
Aquaduct	Kunstwerk waarmee een watergang door een bakvormige constructie over een weg, een spo
Berm	Nagenoeg hoorizontaal, meestal niet verhard deel van een weg, spoorweg of grondlichaam, niet zijnde een kruin of watergang, dat bijna altijd begroeid is met gras en/of beplanting.
Wegberm	Het gedeelte van een weg tussen verkeersbanen of tussen een buitenste verkeersbaan en de naastgelegen weggrens.
Bezinkbassin	Bassin in waterkelder waarin van de weg afstromend water wordt opgevangen en waarin de door dit water meegevoerde stoffen (microverontreinigingen) kunnen bezinken.
Brug	Kunstwerk over een waterweg, watergang of waterloop, bestaande uit een brugdek gesteund door pijlers en/of landhoofden.
Drain	In de grond aangebrachte voorziening met een veel grotere waterdoorlatendheid dan de directe omgeving, die dient voor het afvoeren van water
Drainage	In de grond aangebracht stelsel van drains ter beheersing van de grondwaterstand en/of ter regulering van de afwatering.
Dwarshelling	Tangens van de hoek die de horizontaal in een dwarsprofiel maakt met de lijn tussen de zijkant en de kruin van het verhardingsoppervlak. Veelal wordt de tangens in procenten weergegeven.
Dwarsprofiel	Een verticale doorsnede loodrecht op de as van de weg, spoorweg of waterweg.
Gescheiden systeem	Systeem voor het verzamelen en afvoeren van afvalwater waarbij het vuile en schone water gescheiden wordt.
Hemelwater	regen- en smeltwater.
Hemelwaterafvoer systeem	Geheel van goten en leidingen voor het beheerst afvoeren van hemelwater.
Langshelling	De hoek tussen de as van de weg en de horizontaal, uitgedrukt in de tangens van deze hoek.
Neerslag	Al het hemelwater (regen- en ijs en sneeuw) dat op de aarde (wegen, bermen en eventueel aangrenzende terreinen) valt.

Onderdoorgang	Tunnel onder een weg of spoorweg
Talud	Hellend vlak van een ingraving of ophoging.
Verharding	Gedeelte van de wegconstructie boven de onderbouw.
Verkanting	De dwarshelling van een verkeersbaan.
Verkantingsovergang	Het gedeelte van de verkeersbaan waar de waarde van de verkanting geleidelijk verandert. Het wegooppervlak draait daarbij om een as parallel aan de lengterichting van de weg.
Viaduct	Kunstwerk over een weg, spoorweg of terreinverdieping, bestaande uit een dek gesteund door pijlers en/of landhoofden.
Voegovergang	Constructie ter overbrugging al dan niet waterdichte afsluiting van een voeg tussen de verharding op een kunstwerk en op een aardebaan, of tussen de verharding op twee kunstwerkdelen.
Watergang	Gegraven lijnvormige verdieping in het maaiveld, al dan niet gevuld met water, voor ondermeer de berging, afvoer en/of aanvoer van water.
Weg	Gebaand gedeelte van hetvterrein ten behoeve van het verkeer te land, in lengte richting begrensd door weggrenzen.
Wentelende verkantingsovergang	De verandering van de dwarshelling van de verharding in een andere richting, waarbij dus naast de waarde van de dwarshelling van de verharding ook het teken verandert.
Zandvang	Ruimte onder het inlaatrooster van de inlaatput, hoofdwaterkelder of de middenkelder waarin het met de af te voeren vloeistof meegevoerde slib kan bezinken.