

Technisch Rapport ST -48

# Reguliere regenwaterafvoer en regenwater noodafvoer van vlakke daken

# Reguliere regenwaterafvoer en regenwater noodafvoer van vlakke daken

*Verkenning ten behoeve van een toetsingsmethode voor de waterhoogte op daken in relatie tot de hoogte van de waterdichte lijn van dakconstructies.*

*Gegevens uit een Duitse publicatie en norm vergeleken met voorschriften en richtlijnen uit Nederlandse normen en richtlijnen.*

*Will Scheffer*

*Expertgroep Sanitaire Technieken*



*November 2019*



## INHOUD

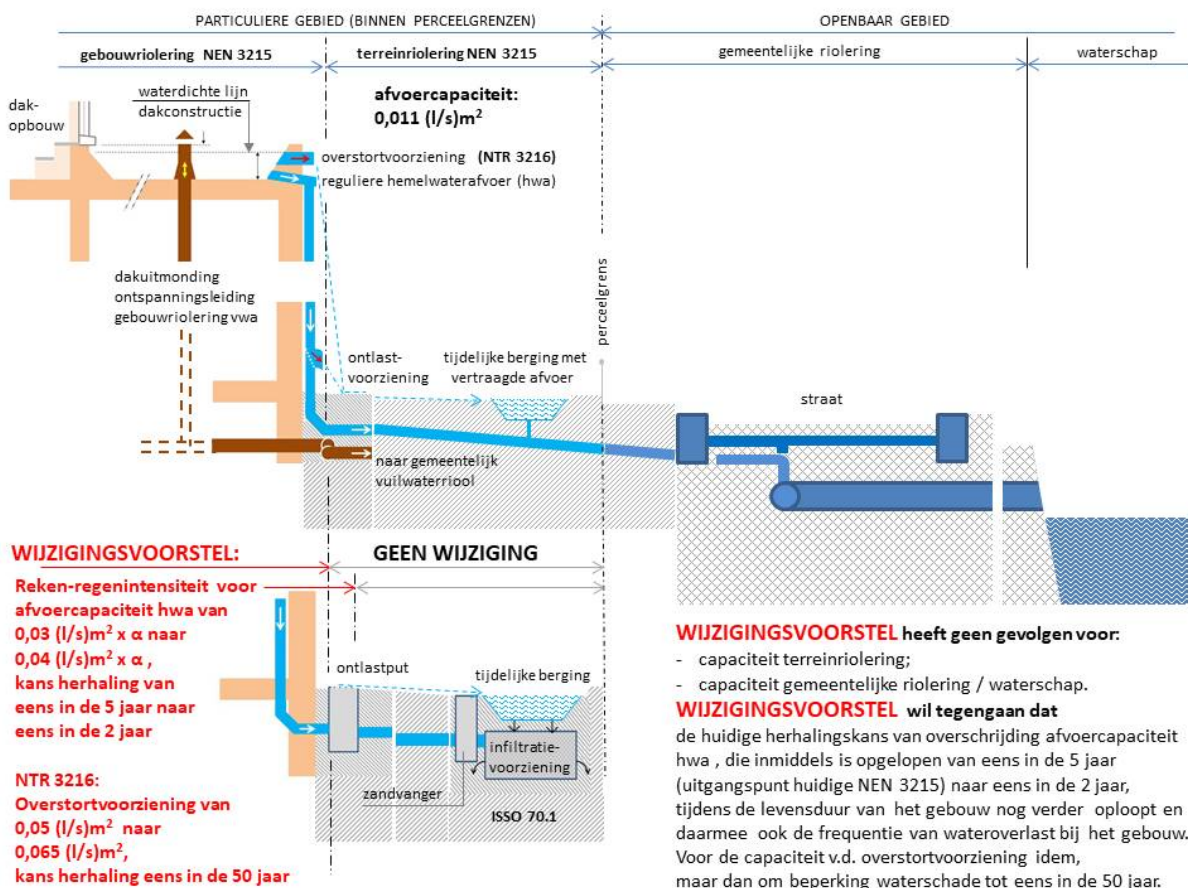
Inleiding	2
1. Situatie in Duitsland	4
1.1 Principe	5
1.2 Noodafvoeren	5
1.2.1 Volgens DIN 1986-100 (par. 5.3.1) kan een noodafvoer alleen bij planmatige voorzieningen voor regenretentie op het dak achterwege blijven.	5
1.3 Aanpassingen bij renovatie van een dak	6
1.4 Regenintensiteiten	7
1.5 Drukeisen aan het leidingsysteem	8
1.6 Hogere belasting standleidingen	9
1.6.1 Versleping in standleiding	9
1.7 Afvoercapaciteit dakafvoerpunten	10
1.8 Afvoercoëfficiënt C	13
1.9 Berekening van het gehele afwateringsysteem volgens overlaatstroming	14
1.10 Toevoeging criteria voor UV-noodafvoeren	15
2. Berekeningsvoorbeelden van overlaatstromingssystemen	16
3. Bevindingen en commentaar	26
Bijlage A Delen uit brochure SitaFibel "So geht Entwässerung von A bis Z	28
Bijlage B Uit Achtergrondrapport NEN 3215: Activiteit 2.3 Studie naar maatgevende regens (1984).	38
Bijlage C Uit NEN-EN 1991-1-3+C1:2011/NB:2011	43
Bijlage D Uit NPR 6703:2006	48
Bijlage E Uit NEN-EN 1253-2:2015	54



## Inleiding

De bijeenkomst van de TVVL ST-Innovatiegroep 2018, een activiteit van de TVVL Expertgroep ST, stond in het teken van klimaatbestendige oplossingen voor regenwaterafvoer. Er werd op gewezen dat veel daken (nog) geen voorzieningen hebben die bij extreme buien het overtollige regenwater op een veilige wijze lozen op het maaiveld, wanneer het reguliere regenwaterafvoersysteem niet in staat is het regenwater af te voeren. Bij enkele deelnemers was niet bekend dat dakoverstortvoorzieningen geen deel uitmaken van NEN 3215. In de herziene versie van NTR 3216:2018 is de titel van hoofdstuk 10 'Noodafvoersystemen' uitgebreid met 'overstortsystemen'. Inhoudelijk is over overstortsystemen niet veel toegevoegd. Aangegeven is dat voor overstortvoorzieningen in principe dezelfde eisen kunnen worden gehanteerd als die voor noodafvoeren maar dat de wettelijke eisen voor noodafvoeren formeel niet van toepassing zijn op overstortvoorzieningen.

Gediscussieerd werd over de voorstellen van de NEN/ISSO-commissie 'Riolering van bouwwerken' om de rekenregenintensiteiten voor het reguliere regenwaterafvoersysteem en de overstortvoorzieningen te verhogen. De voorgestelde aanpassing van de (reken)regenintensiteit in NEN 3215 werd niet door alle aanwezigen goed begrepen. Vooral de deelnemers uit de hoek van gemeenten, waterschappen en adviesbureaus zagen problemen wanneer door het draaien aan de 'knoppen' van gebouw afwateringsystemen de belasting van de buitenriolering zou worden vergroot. Onderstaand plaatje laat zien dat het aanpassen van de rekenregenintensiteiten voor het gebouw geen gevolgen heeft voor de belasting van de terreinriolering, de gemeentelijke riolering en het waterschap.





In bovenstaand plaatje is de waterdichte lijn van de dakconstructie aangegeven. Deze moet ruim boven de waterhoogte liggen ter plaatse van de overstortvoorzieningen. Daarbij moet ook rekening worden gehouden met opstuwning van water door wind.

Overstortvoorzieningen worden toegepast bij daken waarvan de bouwkundige constructeur heeft vastgesteld dat voor de constructieve veiligheid noodafvoeren niet noodzakelijk zijn.

*Opmerking:*

*Voor daken waarvan de bouwkundige constructeur wel heeft vastgesteld dat noodafvoeren noodzakelijk zijn wordt het noodafvoersysteem door (of onder verantwoordelijkheid van) de bouwkundige constructeur ontworpen en de toegelaten waterhoogte op het dak bepaald, ook ter plaatse van de noodafvoeren (zie Bijlagen C en D).*

De capaciteit van reguliere dakafvoerpunten en van overstortvoorzieningen is afhankelijk van de waterhoogte boven de intrede van het dakafvoerpunt of van de overstortvoorziening. Deze waterhoogte wordt de overlaathoogte, drijfhoogte of stuwhoogte genoemd.

Voor de bepaling van de capaciteit van het regenwaterafvoersysteem bij overlaatstroming gaan NEN 3215 en NTR 3216 van het grensdebiet uit waarbij een nagenoeg constante verhouding bestaat tussen de drijfhoogte en de middellijn van de dakafvoer/standleiding, namelijk  $h_1 = 0,6 d$  (zie 7.3.1. van NTR 3216:2018).

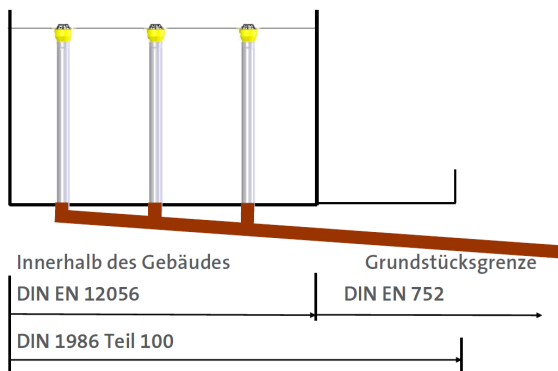
In de praktijk kan het nodig zijn dat een beperking aan de grootte van de drijfhoogte moet worden gesteld. Hoe dan de capaciteit van het dakafvoerpunt wordt bepaald is niet in NEN 3215/NTR 3216 uitgewerkt. Hoe de waterhoogte ter plaatse van de overstortvoorziening (drijfhoogte  $h_1$  van het reguliere afvoerpunt + drijfhoogte  $h_2$  van de overstortvoorziening) te toetsen aan de hoogte van de waterdichte lijn van het dak, is evenmin in NTR 3216 uitgewerkt.

Om in de toekomst overstortvoorzieningen deel te laten uitmaken van NEN 3215 met daarbij, zo mogelijk, een toetsing van de waterhoogte aan de hoogte van de waterdichte lijn van de dakconstructie, al dan niet met aangepaste rekenregenintensiteiten (voor een betere klimaatbestendigheid), is in dit rapport een eerste verkenning uitgevoerd van hoe dat in Duitsland is geregeld en wat de verschillen zijn met de Nederlandse regels. Daarvoor is een vertaling opgenomen van de publicatie 'Regen- und Notentwässerung von Flachdächern – Grundlageninformationen' van SITA Bauelemente GmbH. In de grijs gekleurde kaders zijn de desbetreffende Nederlandse regels/richtlijnen toegelicht en vergeleken.

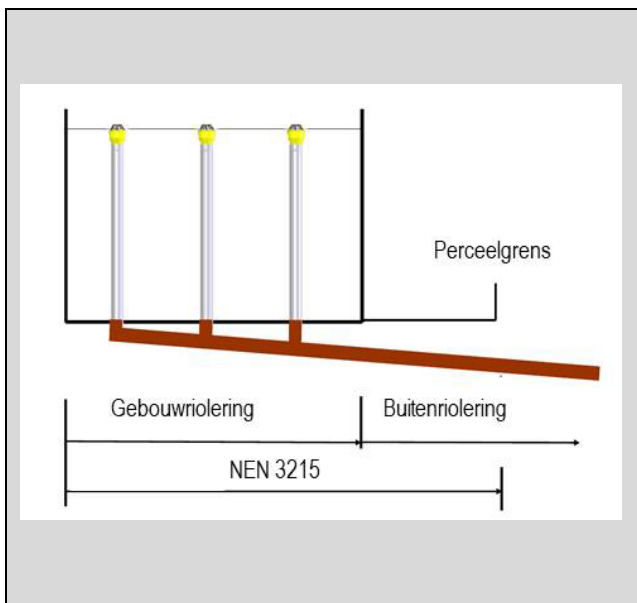


### 1. Situatie in Duitsland

Sinds juli 2001 is de DIN 1986 deel 2, "Rioleringsystemen voor gebouwen en omliggende grond", niet langer geldig en is door de reeks DIN EN 12056 "Gebouwriolering onder vrij verval" vervangen. Sinds maart 2002 is de DIN 1986 deel 100, met aanvullende nationale voorschriften volgens DIN EN 12056 en DIN EN 752 geldig. Die DIN 1986-100 is vervolgens herzien en is sinds mei 2008 van toepassing voor het ontwerp en de uitvoering van de afwatering van gebouwen. De scope strekt zich uit van gebouwriolering en buitenriolering tot aan de perceelgrens. DIN EN 752 regelt de afvoersystemen buiten het gebouw.



Afbeelding 1a: Toepassingsgebied Duitse normen



Afbeelding 1b: Toepassingsgebied Nederlandse norm, waarnaar het Bouwbesluit verwijst.



### 1.1 Principe

Het regenwaterafvoersysteem wordt als één geheel, vanaf de (dak-)afvoerpunten op de leidingen tot aan de overgang van het leidingsysteem naar het openbare riool, gezien. Naast de noodzaak van locatie gebonden berekeningen van het ontwerp met de optredende regenintensiteit, wordt nu ook de noodafvoer voorgeschreven.

Als een relevant ontwerpdoel streeft de DIN 1986-100 er naar dat de regenintensiteit van eens in de 100 jaar ( $r_{5,100}$ ) veilig vanaf het dak wordt geleid. De regels voor het geheel van het regenwaterafvoersysteem zijn zodanig dat bij het optreden van zware/extreme regens een bedreiging voor het leven en de gezondheid uitgesloten is en dat er geen schade aan het bouwwerk optreedt. Volgens DIN 1986-100 mag de regenintensiteit  $r_{5,100}$  de statische veiligheidsreserve van de draagconstructie van het dak niet aanspreken.

### 1.2 Noodafvoeren

Volgens DIN 1986-100 (par. 5.3.1) moet "Elk dakoppervlak, of een gegeven laagste punt van de dakconstructie, zijn voorzien van een noodafvoer."

Het noodafvoersysteem moet zonder waterschade over het maaiveld kunnen afvoeren (is opmerking in DIN 1986-100, par. 5.3.1). Het noodafvoersysteem mag niet op afvoerleidingen worden aangesloten die verbonden zijn met het reguliere dakafvoersysteem. Anders raakt het reguliere regenwaterafvoersysteem, dat is gedimensioneerd op basis van  $r_{5,5}$ , overbelast. Een terugstuwning vanuit dat systeem op het dakoppervlak en een ontoelaatbare wateropstuwning daarop kan daarvan het gevolg zijn.

#### 1.2.1 Volgens DIN 1986-100 (par. 5.3.1) kan een noodafvoer alleen bij planmatige voorzieningen voor regenretentie op het dak achterwege blijven.

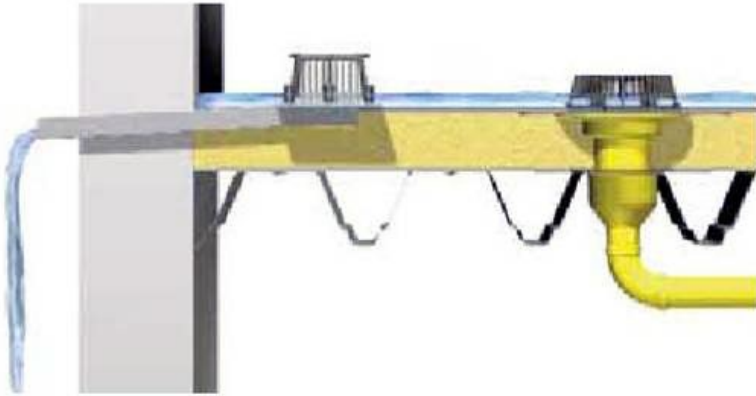
De draagconstructie van het dak moet de belasting van een zeer extreme regenbui met een neerslagintensiteit dat eens in de 100-jaar voorkomt kunnen weerstaan. Het dak moet zodanig waterdicht worden afgewerkt dat tijdens zeer extreme regens geen regenwater "achterlangs" kan lopen. In een opmerking van DIN 1986-100 wordt aanbevolen dat "de dakconstructie een bergingshoogte tot op dakrandhoogte moet kunnen opvangen". Ter controle kan een overstromings- en overbelastingsbewijs worden gevraagd.

Een planmatige voorziening voor regenretentie op dak kan bijvoorbeeld een intensief groen dak zijn.

Het achterwege laten van een noodafvoer is dus alleen voor daken van solide (massieve) constructie mogelijk. Par. 5.8.3.2 van genoemde DIN-norm stelt duidelijk: "Daken met een lichte constructie moeten worden voorzien van noodafvoeren."

Samenvattend kunnen de volgende punten worden genoemd voor noodafvoeren:

- Elk laagste punt van het dakvlak wordt ten minste voorzien van dak-afvoerpunt en een noodafvoer;
- De noodafvoer moet op een schadevrije wijze op het maaiveld kunnen lozen;
- Op daken van massieve constructie kunnen noodafvoeren achterwege blijven;
- Op daken van lichte constructie moeten altijd noodafvoeren worden aangebracht.



Afbeelding 2: Reguliere afvoer (r) en noodafvoer(l)

*In Nederland is de noodafvoer uitsluitend voorgeschreven voor de constructieve veiligheid van daken (bij het verschijnsel wateraccumulatie). De noodafvoer maakt geen deel uit van de norm (NEN 3215) voor de gebouwriolering, maar staat voorgeschreven in NEN-EN 1991-1-3+C1/NB (2011) waarnaar het Bouwbesluit verwijst. Voor de dimensioneringsmethode van leidingen ten behoeve van noodafvoeren wordt vanuit deze norm verwezen naar NPR 6703 en NEN 3215.*

*Voor het ontwerp en de controle op de uitvoering van een noodafvoersysteem is primair de bouwkundige constructeur verantwoordelijk.*

*In de richtlijn NTR 3216:2018 is de overstortvoorziening geïntroduceerd voor situaties waar geen noodafvoervoorzieningen worden toegepast. Overstortvoorzieningen moeten er voor zorgen dat bij stagnatie van het reguliere regenwaterafvoersysteem, het regenwater vanaf het dak op een veilige wijze, zonder waterschade in of aan gebouwen, kan worden afgevoerd.*

*Het Bouwbesluit 2012 (artikel 3.21) schrijft voor dat het dak en gevels regen moeten kunnen weren; dus waterdicht zijn.*

### **1.3 Aanpassingen bij renovatie van een dak**

Voor het eerst neemt de "afvoer norm" een positie in op herontwikkeling. Zodra een dak vernieuwd wordt, is een toetsing van het regenwaterafvoersysteem aan DIN 1986-100 par. 5.8.4 vereist, en indien nodig moet het systeem worden aangepast. De volgende controlepunten moeten ten minste worden uitgevoerd:

- de afvoercapaciteit van de bestaande installatie;
- de toestand van de bestaande buizen, fittingen en bevestigingsmiddelen;
- de nood-afvoervoorziening (nieuw dimensioneren);
- de positie (in laagste punt dakvlak) van de bestaande dakafvoerpunten;
- de staat (waterdichtheid, enz.) van de bestaande dakafvoerpunten.





### 1.4 Regenintensiteiten

Een belangrijke factor voor het dimensioneren van een regenwaterafvoersysteem is de lokale neerslagintensiteit. De berekeningsregen  $r_{5,5}$  is een 5 minuten regenbui die statistisch elke 5 jaar plaatsvindt. De 100-jaarregen is een regenbui gedurende 5 minuten die statistisch eenmaal in honderd jaar voorkomt. De vroegere aanname voor een afvoersysteem met ten minste 300 l/(s·ha) is niet langer toegestaan. De volgende twee afbeeldingen tonen de berekeningsregen (links) en de 100-jaarregen (rechts) voor Duitsland. De regenkaarten zijn van meteoroloog Dr. J. Guttenberger.

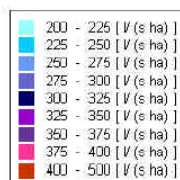
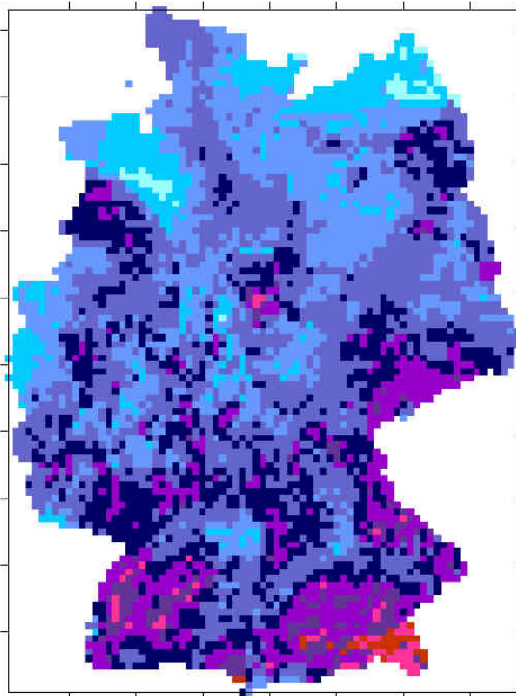


Bild 3: Regenkarte Deutschland mit  $r(5,5)$

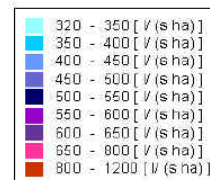
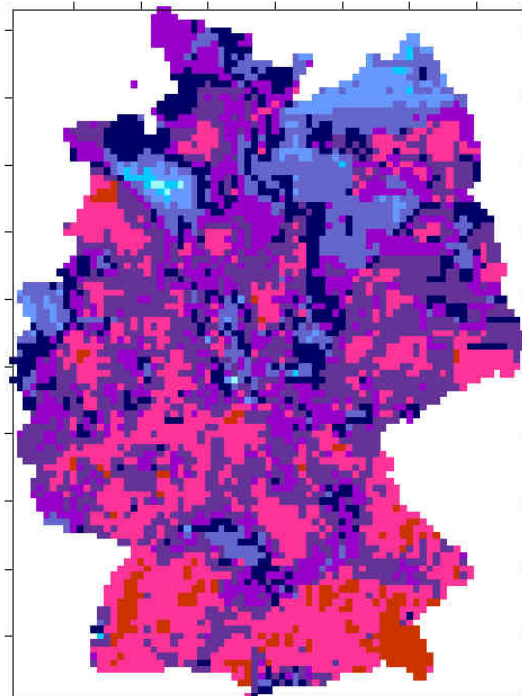


Bild 4: Regenkarte Deutschland mit  $r(5,100)$

De afbeeldingen tonen dat de regenintensiteit per gebied sterk verschilt. Om het regenwaterafvoersysteem van een gebouw te kunnen dimensioneren, is het daarom noodzakelijk de waarschijnlijke regenintensiteit van het gebied te bepalen.

Voor de verschillende regenintensiteiten rondom grote Duitse steden wordt verwezen naar een bijlage van DIN 1986-100, of direct naar de Duitse Weather Service (DWD [www.dwd.de](http://www.dwd.de)), de verantwoordelijke Bouwautoriteit of naar het computerprogramma "Kostra DWD 2000 Roof" ([www.itwh.com](http://www.itwh.com)).

Voor bijvoorbeeld de gebieden Aschaffenburg en Bremen kunnen de volgende waarden worden gebruikt:



Ort	Berechnungsregen $r_{(5,5)}$ l/(s · ha)	Jahrhundertregen $r_{(5,100)}$ l/(s · ha)
Aschaffenburg	307	567
Bremen	205	304

Tabelle 1: Regenspenden

	NEN 3215+C1+A1 dec. 2018	Voorstel aanpassing NEN 3215	NTR 3216:2018	Voorstel aanpassing NTR 3216	NEN-EN 1991-1- 3+C1/NB dec. 2011	Voorstel aanpassing NEN-EN 1991
regenintensiteit regulier systeem	300 l/(s·ha) $r_{5,5}$	400 l/(s·ha) $r_{5,2}$	-	-	-	-
regenintensiteit overstortstelsysteem	-	-	500 l/(s·ha) $r_{5,50}$	650 l/(s·ha) $r_{5,50}$	-	-
regenintensiteit noodafvoersysteem	-	-	-	-	500 l/(s·ha) $r_{5,50}$	?

Regenintensiteiten in Nederlandse normen en richtlijnen

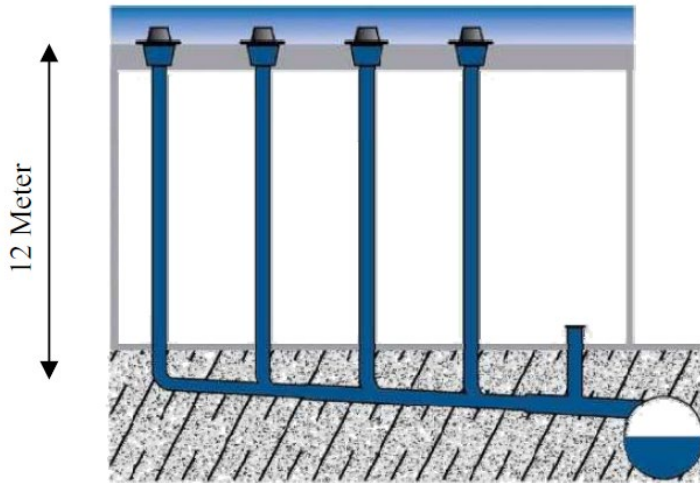
### 1.5 Drukeisen aan het leidingsysteem

In par. 6.1.3 eist DIN 1986-100 onder andere dat, bij een inwendige drukbelasting groter dan 0,50 bar, bijzondere voorzieningen aan leidingen en verbindingen worden getroffen. De leidingen moeten beveiligd worden tegen het uit elkaar trekken. In het overgangsgebied van de standleiding op de grondleiding moeten verbindingen worden toegepast die bestand zijn tegen terugstuwing en daarbij waterdicht zijn. Een grote inwendige druk kan bijvoorbeeld optreden bij terugstuwing en overbelasting van het regenwaterafvoersysteem of bij verstopping. In het bijzonder moeten hier ook richtingsveranderingen in de leidingen voldoende worden beveiligd.

*In par. 7.8.3.1 van NTR 3216:2018 is een gelijk luidende tekst opgenomen.*

Bij het in afbeelding 5 geschetste afvoersysteem stuwt het water als gevolg van terugstuwing of een verstopping tot boven het dakvlak. In het overgangsgebied van standleiding naar grondleiding stelt zich een druk in van ongeveer 1,2 bar. Bij het gebruik van verbindingen, die alleen een druk van 0,5 bar kunnen weerstaan, bestaat het gevaar van in het gebouw dringen van water.

Daar ter plaatse van de dakafvoerpunten niet met hogere drukken rekening hoeft te worden gehouden kunnen deze worden aangesloten met zogenaamde steekmoffen.



Afbeelding 5: Systeem van overlaatstroming

### 1.6 Hogere belasting standleidingen

Standleidingen kunnen veel hoger worden belast. Een standleiding DN 100 werd vroeger op max. 4,7 l/s gedimensioneerd. Volgens DIN EN 12056-3 (tabel 8, zie pag. 114 NVN 12056:2008) kan deze nu met een vullingsgraad  $f$  van 0,33 op 10,7 l/s belast worden.

#### **NVN 12056:2008**

*(Nederlandse voornorm. Verkenning van de Europese norm EN 12056 (delen 1 t/m5) versus NEN 3215)*

*De vullingsgraad is gedefinieerd als de verhouding van de vulling met water van de dwarsdoorsnede (dimensieloos). In tabel 8 moet een vullingsgraad van 0,33 worden gebruikt, tenzij nationale voorschriften en plaatselijke verordeningen en gebruiken (gewoontes) voorschrijven dat een andere vullingsgraad (tussen 0,2 en 0,33) moet worden gebruikt. Opgemerkt wordt dat de afvoercapaciteit van het hemelwaterafvoersysteem gewoonlijk meer afhankelijk is van de capaciteit van het dakafvoerpunt dan van de afvoercapaciteit van de standleiding.*

#### 1.6.1 Versleping in standleiding

Is in een deel-gevulde installatie (overlaatstroming) de versleping in de standleiding gelijk of groter dan  $10^\circ$ , dan wordt die leiding gedimensioneerd als een standleiding. Indien de versleping kleiner is dan  $10^\circ$ , dan moet de gehele standleiding, volgens DIN EN 12056, tabel 8, als een verzamelleiding of grondleiding met een max. vulgraad van 0,7 h/d worden gedimensioneerd.

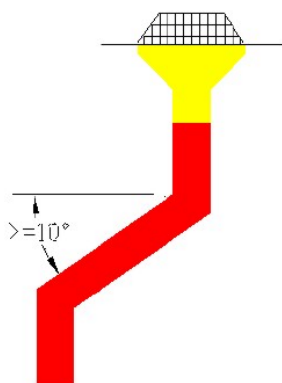


Bild 6: Abflussvermögen wie eine Fallleitung

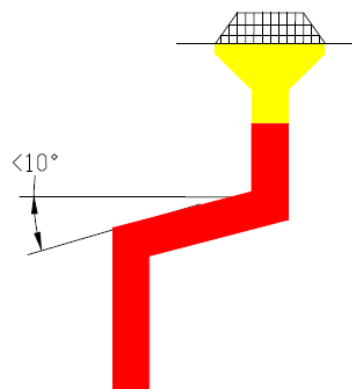


Bild 7: Abflussvermögen wie eine Sammel- oder Grundleitung

*In NEN 3215 wordt voor het systeem met overlaatstroming de dimensionering op basis van een stijghoogteverschil van het regenwater in de verzamelleidingen toegestaan waarbij de stijghoogte tot een bepaalde maat onder de bovenkant van het dakvlak moet blijven en onder de onderkant van die bovenstroomse verzamelleiding, als een verzamelleiding bovenstrooms op een standleiding is aangesloten. In NTR 3216 wordt het stijghoogteverschil beschreven als een druklijn.*

### 1.7 Afvoercapaciteit van dakafvoerpunten

De berekening van het afvoervermogen van een regenwaterafvoersysteem wordt voornamelijk bepaald door de afvoercapaciteit van de dakafvoerpunten. Voor de berekening kunnen daarom de door de fabrikant verstrekte afvoercapaciteiten van bijv. dak-afvoertrechers of de minimum capaciteiten volgens DIN EN 1253 worden gebruikt (zie Bijlage E van dit rapport).

De afvoercapaciteit van een dakafvoerpunt wordt onder meer bepaald door de nominale aansluitdiameter. De afvoercapaciteit wordt bepaald met blad-/grindvanger. Tabel 2 geeft de minimum afvoercapaciteit van dak-afvoertrechers volgens DIN EN 1253 met de bijbehorende stuwhoogte (drijfhoogte) en de afvoercapaciteiten van dak-afvoertrechers (met verticale aansluiting) van SITA Bauelemente GmbH (overlaatstroming).

Nennweite [DN]	Stauhöhe [mm]	Ablaufleistung nach DIN EN 1253 [l/s]	Ablaufleistung von SitaGullys [l/s]	
			SitaTrendy	SitaStandard
50	35	0,9	nicht verfügbar	nicht verfügbar
70	35	1,7	5,5	7,1
100	35	4,5	6,1	7,4
125	45	7,0	8,7	9,7
150	45	8,1	nicht verfügbar	9,2
200	45	nicht definiert	nicht verfügbar	9,2

Tabelle 2: Ablaufleistung Dachgully nach DIN EN 1253 und nach SITA Bauelemente GmbH



Abflussmenge nach DIN EN 1253-2 in l/s

Freispiegelentwässerung

SitaTrendy | SitaTrendy Schraubflansch

SitaTrendy senkrecht

DN/OD	Stauhöhe (mm)												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
70/75	0,6	1,4	2,2	3,1	3,9	4,7	5,5	6,6	7,6	8,6	9,5	10,4	11,3
90/90	0,4	1,3	2,1	3,3	4,5	5,5	6,5	7,3	8,0	8,6	9,2	-	-
100/110	0,6	1,5	2,3	3,3	4,3	5,2	6,1	7,3	8,5	9,4	10,3	11,0	11,7
125/125	0,7	1,6	2,4	3,3	4,2	5,1	5,9	7,3	8,7	10,1	11,4	12,7	14,0

Abflussmenge nach DIN EN 1253-2 in l/s

Freispiegelentwässerung

SitaStandard

SitaStandard senkrecht

DN/OD	Stauhöhe (mm)												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
70/75	0,7	1,7	2,7	3,8	4,8	6,0	7,1	8,3	9,4	10,8	12,2	13,5	14,8
100/110	0,7	1,8	2,8	3,8	4,8	6,1	7,4	8,5	9,6	11,0	12,3	13,6	14,8
125/125	0,7	1,8	2,9	4,1	5,2	6,4	7,6	8,7	9,7	11,0	12,3	14,1	15,8
150/160	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,9	7,2	8,2	9,2	11,0	12,8	14,0	15,1
200/200	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,8	7,1	8,1	9,2	10,6	12,0	13,3	14,5

*Kleine selectie uit beschikbare tabellen*

Uit bovenstaande tabellen en onderstaande grafiek blijkt dat de afvoercapaciteit van een dakafvoertrechter van de drijfhoogte (stauhöhe) afhankelijk is. Hoe groter de drijfhoogte, hoe groter de afvoercapaciteit van de dakafvoertrechter. Onderstaand is dat voor de SitaStandard DN 100 in een grafiek afgebeeld.

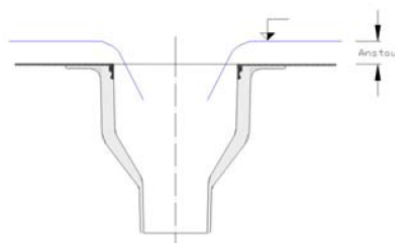
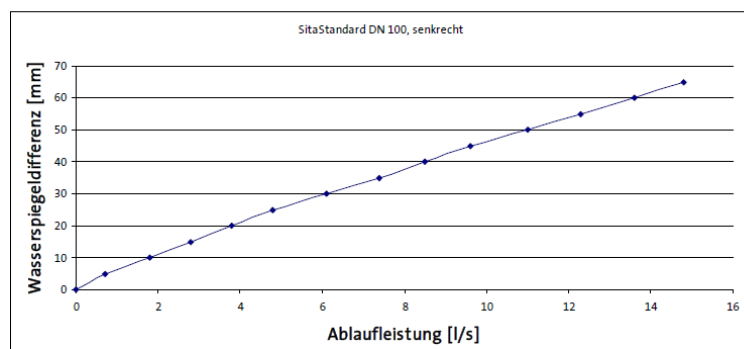


Bild 8: Gully mit Anstau



Grafik 1: Ablaufleistung in Abhängigkeit des Anstaus



Ontwerp- middellijn d [mm]	Drijf- hoogte h <sub>1</sub> (=0,6d) [mm]	(grensdebiet overlaatstroming) Q <sub>h</sub> [l/s] bij				Drijf- hoogte h <sub>1</sub> [mm]	(0,5 grensdebiet) Q <sub>h</sub> [l/s] bij	
		standleiding na verzamel- leiding	Conische vlakdak- afvoer/ gootuit- loop h ≥ d	Cilindrische vlakdak- afvoer/ gootuit- loop h ≥ d	Dakrand- afvoer met stads- uitloop		Conische goot- uitloop 0,65d ≤ h ≤ d	Cilindrische goot- uitloop 0,65d ≤ h ≤ d
		F <sub>g</sub> = 1,0	F <sub>g</sub> = 0,6	F <sub>g</sub> = 0,6	F <sub>g</sub> = 0,3		F <sub>g</sub> = 0,3	F <sub>g</sub> = 0,3
57	34	3,2	2,3	1,9	1,0	23	1,1	1,0
69	41	5,1	3,7	3,1	1,5	28	1,8	1,5
77	46	6,7	4,9	4,0	2,0	31	2,4	2,0
84	50	8,4	6,0	5,0	2,5	34	3,0	2,5
100	60	13,0	9,3	7,8	3,9	41	4,7	3,9
117	70	19,2	13,8	11,5	5,8	47	6,9	5,8
150	90	35,7	25,7	21,4	10,7	61	12,9	10,7
190	114	64,5	46,5	38,7	19,4	77	23,2	19,4

h = goothoogte  
h<sub>1</sub> = drijfhoogte

Afvoercapaciteiten van standleidingen voor hemelwaterafvoer (NEN 3215: overlaatstroming)

De afvoercapaciteit (Q<sub>h</sub>) van een standleiding voor hemelwater wordt berekend met formule (6) van NEN 3215:

$$Q_h = 4100 \cdot F_r \cdot F_g \cdot d^{2,5}$$

d in m

NEN 3215/NTR3216:

Par. 6.1.3.2.2/8.4.1: Afvoercapaciteit van hwa-standleiding wordt mede bepaald door vorm van instromingsopening afvoerpunt. F<sub>r</sub> is factor voor instroming.

Par. 6.3.3.2.3/8.4.2: Belemmerde afvoer door situering afvoerpunt ten opzichte van opstanden en door blad- en/of kiezelvanger. F<sub>g</sub> is situerings-reductiefactor.

NTR 3216

Par. 7.3.1: Drijfhoogte bij het grensdebiet van overlaatstroming: 0,6d

DN / (ontwerpmiddellijn)	Drijfhoogte	EN 1253	NEN 3215-methode met F <sub>r</sub> = 1,2 en F <sub>g</sub> 0,6
70 / (69 mm)	35 mm	1,7 l/s	1,15 l/s
100 / (100 mm)	35 mm	4,5 l/s	3,8 l/s
125 / (117 mm)	45 mm	7,0 l/s	6,1 l/s
150 / (150 mm)	45 mm	8,1 l/s	8,1 l/s

Minimale afvoercapaciteiten afvoertrechters volgens EN 1253 en maximale capaciteiten volgens de NEN 3215-methode bij drijfhoogten van 35 en 45 mm

Zie voor capaciteit bij drijfhoogte < 0,6d de NEN 3215-methode in bijlage A



<b>Fabrikant / type UV-dakafvoer</b>	<b>max. afvoercapaciteit</b>	<b>max. stuwhoogte (drijfhoogte)</b>
Geberit Pluvia, afvoer verticaal, $d = 56 \text{ mm}$	12 l/s	40 mm
Geberit Pluvia, afvoer horizontaal, $d = 56 \text{ mm}$	9 l/s	40 mm
Geberit Pluvia, afvoer verticaal, $d = 90 \text{ mm}^*$	25 l/s	45 mm
Geberit Pluvia, voor goten, $d = 75 \text{ mm}$	19 l/s	55 mm
Geberit Pluvia, voor goten, $d = 90 \text{ mm}^*$	25 l/s	50 mm

Afvoercapaciteiten Geberit Pluvia afvoertrechters. \*Geschikt als noodafvoer, capaciteit inclusief speciale afdekkap/-rooster.

### 1.8 Afvoercoëfficiënt C

Volgens DIN 1986-100 wordt de afvoercoëfficiënt gedefinieerd als de verhouding van de werkelijke afvoer in het afvoersysteem tot de reken-regenintensiteit.

Nr	Art der Flächen	Abflussbeiwert C
1	Wasserundurchlässige Flächen, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dachflächen</li> <li>- Betonflächen</li> <li>- Rampen</li> <li>- Befestigte Flächen mit Fugendichtung</li> <li>- Schwarzdecken (Asphalt)</li> <li>- Pflaster mit Fugenverguss</li> <li>- Kiesdächer</li> <li>- begrünte Dachflächen               <ul style="list-style-type: none"> <li>- für Intensivbegrünungen</li> <li>- für Extensivbegrünungen ab 10 cm Aufbaudicke</li> <li>- für Extensivbegrünungen unter 10 cm Aufbaudicke</li> </ul> </li> </ul>	1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 0,5 0,3 0,3 0,5

Tabelle 3: Abflussbeiwert nach DIN 1986-100

Regenintensiteit $i = 0,030 \text{ (l/s)/m}^2$	Reductiefactor	
	$\alpha$	$\beta$
Dakvlak (en/of denkbeeldig dakvlak van een samengesteld dak) met dakhelling $\varphi$ :		
$\varphi \leq 3^\circ$ / Plat dak	0,75	1
$\varphi \leq 3^\circ$ / Plat dak met grindballast	0,60	1
$3^\circ < \varphi \leq 45^\circ$	1	1
$45^\circ < \varphi \leq 60^\circ$	1	0,8
$60^\circ < \varphi \leq 85^\circ$	1	0,6
$\varphi > 85^\circ$	1	0,3
Groen dak met dakhelling $\varphi$ en dikte substraatlaag $d$ [cm]:		
$\varphi \leq 5^\circ$ met een substraatlaag van $4 < d \leq 6 \text{ cm}$	0,60	1
$\varphi \leq 5^\circ$ met een substraatlaag van $6 < d \leq 10 \text{ cm}$	0,50	1
$\varphi \leq 5^\circ$ met een substraatlaag van $10 < d \leq 15 \text{ cm}$	0,40	1
$\varphi \leq 5^\circ$ met een substraatlaag van $d > 15$	0,30	1
$5^\circ < \varphi \leq 45^\circ$ schuin groendak	0,75	1

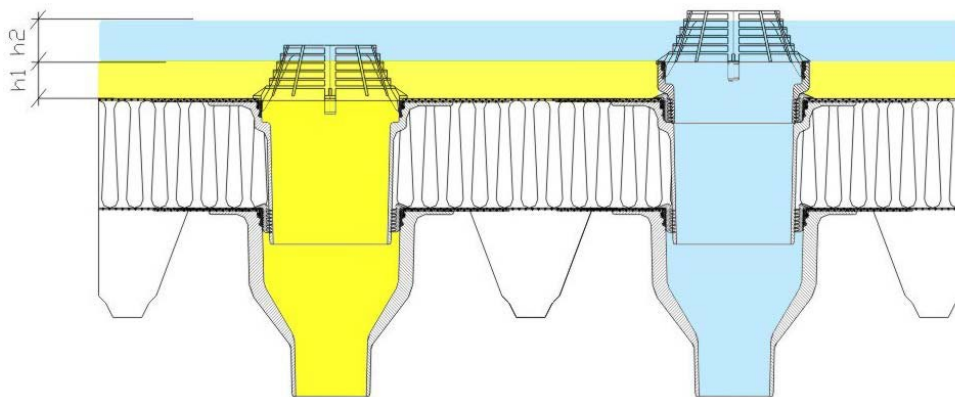
**NEN 3215:**  
 $\alpha$  = reductiefactor voor vertraging  
 $\beta$  = reductiefactor voor effectieve dakbreedte



### 1.9 Berekening van het gehele afwateringsysteem volgens overlaatstroming

Het gehele afwateringsysteem van regenwater wordt verdeeld in een regulier afvoersysteem en een noodafvoersysteem. Het reguliere afvoersysteem wordt ontworpen met een voor de bouwlocatie gemiddelde reken-regenintensiteit  $r_{5,5}$ . Het noodafvoersysteem moet ten minste het verschil tussen de voor de bouwlocatie geldende 100-jaarregen  $r_{5,100}$  en de gemiddelde reken-regenintensiteit  $r_{5,5}$  kunnen afvoeren.

Voor gebouwen die als bijzonder gevoelig worden beschouwd moet het noodafvoersysteem worden ontworpen op een volledige 100-jaarregen  $r_{5,100}$ . Hiervoor moet de ontwerper van de opdrachtgever en/of diens vertegenwoordiger een passende opdracht krijgen.



Afbeelding 9: Principeschema Regulier- en Noodafvoersysteem: links  $r_{(5,5)}$ , rechts  $r_{(5,100)}$

In afbeelding 9 is links de dak-afvoertrechter afgebeeld van het reguliere systeem die de regenintensiteit  $r_{5,5}$  afvoert ( $h_1$ ) en rechts de noodafvoer-trechter die ten minste het verschil tussen de 100-jaarregen ( $r_{5,100}$ ) en de regenintensiteit  $r_{5,5}$  moet afvoeren ( $h_2$ ).

De regenintensiteit  $r_{5,5}$  stuwt het regenwater op tot maximaal  $h_1$ . Doet zich een 100-jaarregen voor, dan leidt dit tot een extra waterhoogte op het dak van  $h_2$ . Waterhoogte  $h_1 + h_2$ , geeft de maximale overstromingshoogte op het dak. Het maximale waterpeil moet met de constructeur worden overeengekomen ( $h_{max}$ ). Is van de constructeur geen informatie beschikbaar, dan kan als max. beschikbare dakbelasting ook de sneeuwlast als extra verkeersbelasting worden aangenomen. De verkeersbelasting/sneeuwbelasting omgerekend in mm water kan dan worden gezien als max. hoogte van de waterstand op het dak.

Afbeelding 9 toont ook dat bij optreden van een 100-jaarregen het reguliere systeem overbelast wordt omdat waterhoogte  $h_1$  is overschreden. De afvoer capaciteit van de afvoertrechter wordt daardoor verhoogd. Doch de noodafvoer wordt op een hoogte gemonteerd dat de waterhoogte aan de afvoertrechter van het reguliere systeem begrensd wordt, zodat de onvermijdelijke overbelasting van de verzamel- en grondleiding gereduceerd wordt. Ter controle moet een overbelastings-bewijs worden uitgevoerd.





**NEN 3215 en NTR 3216** houden er rekening mee dat het reguliere afvoersysteem om meerdere redenen (volledig) kan stagneren (NTR 3216, par. 10.1).

NTR 3216 en NEN-EN 1991-1-3+C1/NB (2011) gaan er daarom vanuit dat het overstortstelsel of het noodafvoersysteem de volledige regenintensiteit  $r_{5,50}$  kan verwerken.

Dit leidt theoretisch tot een hogere waterstand op het dak dan volgens de Duitse methode:  $d_{us} > (h_1 + h_2)$ .

NEN-EN 1991-1-3+C1/NB (2011) stelt dat voorzieningen voor noodafvoeren zo moeten zijn uitgevoerd dat zij redelijkerwijs niet verstopt kunnen raken door vervuiling. Er worden eisen gesteld aan het ronde afvoerpunt (overlaatstroming) dat is aangesloten op een leidingsysteem:

- aansluiting  $\geq$  DN 125;
- afstand afdekkap  $\geq$  30 mm boven de max. waterhoogte  $d_{hw}$  ter plaatse van het afvoerpunt;
- openingen afstandhouders afdekkap  $\geq$  60 mm horizontaal en  $\geq$  30 mm verticaal;
- afstand ronde afvoerpunt ten opzichte van dakopstanden  $\geq$  2x middellijn afvoerpunt.

### 1.10 Toevoeging criteria voor UV-noodafvoersysteem

**NPR 6703 (2006)** stelt de volgende eisen aan de UV-noodafvoertrechter:

- afdekrooster/-plaat boven de trechter  $\geq$  30 mm boven de maximale waterhoogte  $d_{hw}$ ,
- afstandhouders afdekkap op verhoogd dakvlak en in een middellijn  $\geq$  450 mm;
- openingen afstandhouders afdekkap  $\geq$  80 mm horizontaal en  $\geq$  20 mm verticaal;
- doorlaat UV-noodafvoertrechter  $\geq$  80 mm horizontale en  $\geq$  20 mm verticaal;
- UV-noodafvoertrechter is verhoogd aangebracht en op een hartafstand  $\geq$  1000 mm vanaf dakopstanden en/of obstakels.

De waterhoogte  $d_{nd}$  wordt bepaald door zowel de capaciteit van de UV-noodafvoertrechter als door de capaciteit van de afdekkap/-rooster (korf) die voor de afvoertrechter is aangebracht.

Opmerkingen:

1. Een UV-noodafvoertrechter met aansluiting  $d < 90$  mm voldoet niet aan NPR 6703.
2. Het plaatsen van een korf die verontreiniging kleiner dan  $80 \times 20$  mm doorlaat, heeft geen zin indien het vuil vervolgens door een (volgende) bladkorf met een veel kleinere doorlaat wordt tegengehouden, of wanneer de trechter een doorlaat heeft kleiner dan  $80 \times 20$  mm.
3. Een minimale middellijn van 450 mm voor de bladkorf is voorgeschreven zodat de kans dat de gehele trechter door grof vuil (grote bladeren) wordt afgesloten klein is (hoe groter de diameter, hoe groter de omtrek dus hoe meer grof vuil er nodig is de trechter volledig te blokkeren).

In principe wordt elke UV-noodafvoertrechter aangesloten op een afzonderlijke leiding met een vrije uitloop tot boven het aangrenzende maaiveld.



## 2 BEREKENINGSVOORBEELDEN VAN OVERLAATSTROMINGSSYSTEMEN

Gegeven:

Dakvlak: 30 m x 50 m = 1500 m<sup>2</sup> (A)

Licht constructie

Gebied: Dortmund

Reken-regenintensiteit $r_{5,5}$ volgens DIN 1986-100:	302 l/(s * ha)
100-jaarregen $r_{5,100}$ volgens DIN 1986-100:	526 l/(s * ha)
Afvoercoëfficiënt volgens DIN 1986-100:	C = 1,0
Maximale overstorthoogte (opgave door constructeur):	$h_{max} = 80$ mm
Waterhoogte voor afvoertrechter (bepaling door ontwerper):	h1 = 35 mm
Waterhoogte voor noodafvoer:	h2 = (80 - 35 mm = ) 45 mm

<p>Debiet regulier afvoersysteem:</p> $Q_{RAS} = (r_{5,5} * C) * A$ $Q_{RAS} = 302 * 1,0 * 1500 * 10^{-4}$ $Q_{RAS} = 45,3 \text{ l/s}$ <p>Het reguliere afvoersysteem (RAS) moet 45,3 l/s kunnen afvoeren</p>	<p>Debiet noodafvoersysteem:</p> $Q_{Not} = (r_{5,100} - r_{5,5} * C) * A$ $Q_{Not} = (526 - 302 * 1,0) * 1500 * 10^{-4}$ $Q_{Not} = 33,6 \text{ l/s}$ <p>Het noodafvoersysteem (N<sub>ot</sub>) moet 33,6 l/s kunnen afvoeren</p>
--	--

### Aantal dakafvoertrechters voor het reguliere afvoersysteem:

Zoals hierboven beschreven kan voor het bepalen van het aantal toe te passen afvoertrechters de minimale afvoercapaciteit van een afvoertrechter volgens EN 1253 worden gebruikt of van de specificaties van de fabrikant. Als eerste wordt het aantal vastgelegd op basis van de minimale afvoercapaciteit. Gekozen wordt voor de dakafvoertrechter DN 100 (zie tabel 2,  $Q_{DA} = 4,5$  l/s bij een drijfhoogte van 35 mm)

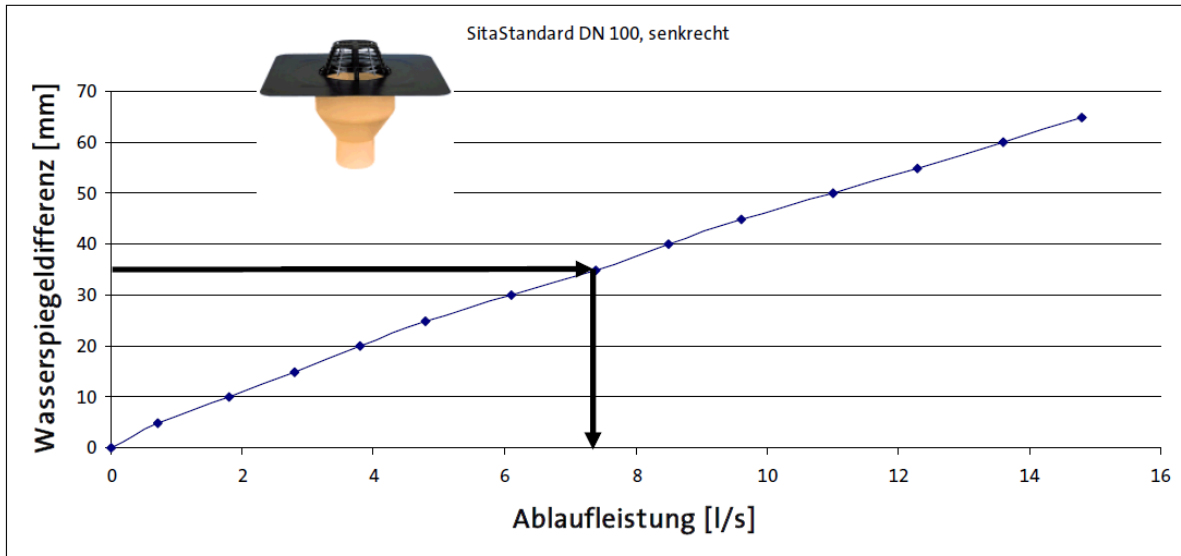
Het aantal (n) afvoertrechters volgt uit:

$$n_{DA} = Q_{RAS}/Q_{DA}$$

$$n_{DA} = 45,3/4,5$$

$$n_{DA} = \text{afgerond } 10 \text{ stuks DN } 100$$

Ter vergelijking daartoe, berekenen we het aantal dakafvoertrechters aan de hand van specificaties van de fabrikant. Gekozen wordt de SitaStandard DN 100. Deze afvoertrechter heeft bij een drijfhoogte van 35 mm een afvoercapaciteit  $Q_{DA} = 7,4$  l/s.



Grafik (2): Ablaufleistung SitaStandard DN 100 in Abhängigkeit der Anstauhöhe

Het aantal (n) afvoertrechters volgt nu uit:

$$n_{DA} = Q_{RAS}/Q_{DA}$$

$$n_{DA} = 45,3 / 7,4$$

$n_{DA}$  = afgerond 7 stuks SitaStandard DN 100

Het aantal (n) afvoertrechters 100 mm met  $Q_{DA} = 3,8$  l/s bepaald volgens de NEN 3215-methode (bij een drijfhoogte van 35 mm, zie tabel op pag. 12) en  $Q_{RAS} = 45,3$  l/s (bepaald door de Duitse methode) bedraagt :

$$n_{DA} = Q_{RAS}/Q_{DA}$$

$$n_{DA} = 45,3/3,8$$

$n_{DA}$  = afgerond 12 stuks DN 100

Indien  $F_g = 0,8$  (bij grotere afstanden vanaf dakopstanden), dan  $Q_{DA} = 5,0$  l/s en aantal afvoertrechters:

$$n_{DA} = Q_{RAS}/Q_{DA}$$

$$n_{DA} = 45,3/5,1$$

$n_{DA}$  = afgerond 9 stuks DN 100

Men moet er op bedacht zijn dat elk gedeelte van het dak wordt afgevoerd en dat de aangesloten leidingen de benodigde hoeveelheid regenwater kunnen afvoeren. De standleiding DN 100 voert af tot 10,7 l/s (DIN EN 12056-3, tabel 8 bij een vullingsgraad f van 0,33), een grondleiding DN 100 met een minimale afschot kan slechts 4,2 l/s afvoeren (DIN EN 12056-3, Bijlage C, tabel C1, afschot 1 cm/m, vullingsgraad h/d = 0,7). De grondleiding moet groter worden gedimensioneerd en/of er moet gekozen worden voor een groter afschot (DN 100: 7,3 l/s bij een afschot van 3 cm/m, of DN 125: 8,3 l/s bij een afschot van 1,5 cm/m).



De afvoercapaciteit van een hemelwaterverzamelleiding (in het systeem van overlaatstroming) wordt berekend met formule (7) van NEN 3215 of formule B.12 van NTR 3216:

#### 6.1.3.3.1 Afvoercapaciteit

De afvoercapaciteit van een verzamelleiding of van een verzamelleidingstraject moet worden berekend met de volgende formule:

$$Q_a = 400 \times C \times d^{2,5} \times \Delta H_i^{0,5} \times L^{-0,5} \quad (7)$$

waarin:

- $Q_a$  is de afvoercapaciteit, in l/s;
- $C$  is de coëfficiënt van Chézy van de leiding volgens 5.3.3.2, in  $m^{0,5}/s$ ;
- $d$  is de ontwerpmiddellijn van de verzamelleiding, in m;
- $\Delta H_i$  is het stijghoogteverschil over het leidingtraject bepaald volgens 6.1.3.3.2, in m;
- $L$  is de lengte van de verzamelleiding, in m.

#### B.6 Afvoercapaciteit hemelwaterverzamel leiding (overlaatstroming)

De afvoercapaciteit van een hemelwaterverzamelleiding wordt berekend met de formule:

$$Q_h = 400 \cdot C \cdot d^{2,5} \cdot I_m^{0,5} \quad [l/s] \quad (B.12)$$

Voor de maatgevende afvoer is de benodigde inwendige middellijn ( $d$ ) van een hemelwaterverzamelleiding te bepalen met de formule:

$$d = \left( \frac{Q_h}{400 \cdot C \cdot \sqrt{I}} \right)^{0,4} \quad [m] \quad (B.13)$$

Waarin:

- $d$  = de inwendige middellijn van de standleiding [m]
- $Q_h$  = de afvoer van hemelwater [l/s]
- $C$  = de coëfficiënt van Chézy volgens formule B.3 [ $m^{0,5}/s$ ]
- $I_m$  = het afschot van de leiding [m/m]

Voor het bepalen van de afvoercapaciteit van een hemelwaterverzamelleiding kan gebruik worden gemaakt van tabel 8.7.

*Uit tabel 8.7 van NTR 3216 volgt:*

*$d = 100$  mm (DN 100) : afschot 1,0 cm/m,  $Q_h = 5,6$  l/s*

*$d = 117$  mm (DN 125): afschot 1,5 cm/m,  $Q_h = 10,5$  l/s*

*Opmerking: vullingsgraad  $h/d = 1,0$ .*

*Indien vullingsgraad  $h/d = 0,7$  dan volgt uit tabel 5.8 van NTR 3216:*

*$d = 100$  mm (DN 100) : afschot 1,0 cm/m,  $Q_h = 4,4$  l/s*

*$d = 117$  mm (DN 125): afschot 1,5 cm/m,  $Q_h = 8,3$  l/s*



## Noodafvoeren

Voor nood-afvoervoorzieningen staan in principe drie verschillende systemen ter beschikking.

Variant A: rechthoekige noodoverlopen

Variant B: afvoeren met geveldoorvoer

Variant C: afvoertrechters met drempel-element (leiding-noodafvoersysteem)

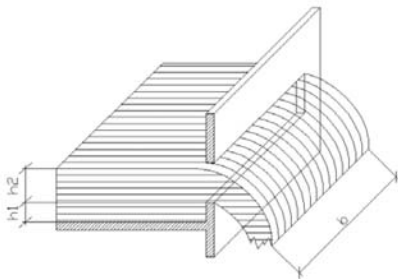
Bij al deze varianten moet er voor worden gezorgd dat het overtollige regenwater vrij over het maaiveld kan afstromen. Er mogen geen aansluitingen plaatsvinden op de (bestaande) leidingen van het reguliere regenwaterafvoersysteem.

## Afvoercapaciteit van het noodafvoersysteem

De maximale waterhoogte van het regenwater op het dak is voor dit berekeningsvoorbeeld door de constructeur bepaald op 80 mm. Dit resulteert in een voor het noodafvoersysteem beschikbare stuwhoogte van  $80 - 35 = 45$  mm

### Variant A

De berekening wordt uitgevoerd volgens DIN 1986-100 par. 14.5.2 met de volgende relaties:



Afbeelding 10: Sleuf

$$b = \frac{Q_{Not} * 24000}{h^{1.5}}$$

met:

b = breedte van de noodoverloop [mm]

$Q_{Not}$  = noodafvoercapaciteit [l/s]

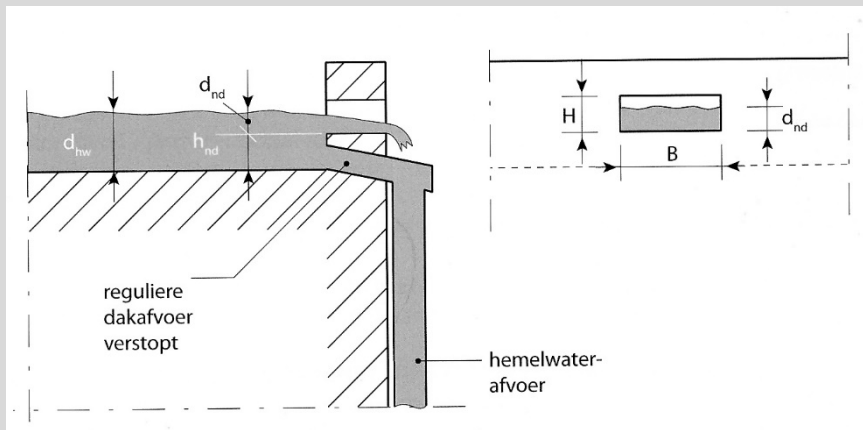
$h_2$  = beschikbare hoogte [mm]

$$b = \frac{33,6 * 24000}{45^{1.5}} = 2671,3 \text{ mm}$$

De noodoverloop moet minimaal 2,68 meter breed zijn, om een veilige noodafvoer te garanderen.



**NTR 3216 par. 10.5 en NTR Bijlage B (formule)**



NTR 3216, afb. 10.5: Waterhoogte bij noodafvoer vrije overlaat

**B.15 Afmetingen noodafvoer**

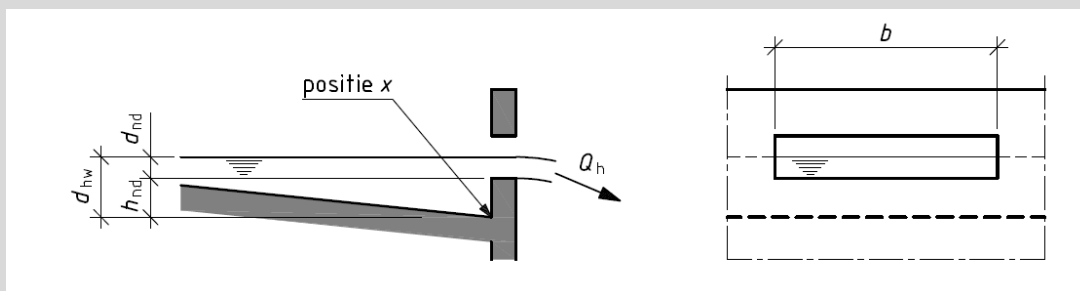
De waterhoogte ter plaatse van de dakrand of de noodafvoer ( $d_{hw}$ ) wordt berekend met de volgende vergelijkingen:

$$d_{hw} = d_{nd} + h_{nd} \text{ met } d_{nd} = 0,70 (A \cdot i/b)^{2/3} \quad [m] \quad (B.23)$$

Waarin:

- $d_{hw}$  = waterhoogte ter plaatse van de dakrand of de noodafvoer [m]
- A = getalwaarde van de dakoppervlakte (verticale projectie op het grondvlak) dat afvoert via de betreffende noodoverlaat in  $m^2$  [-]
- i = de ontwerp-regenintensiteit ( $0,0500 \times 10^{-3}$ ) [ $(m^3/s)/m^2$ ]
- b = getalwaarde van de breedte van de noodafvoer in m [-]
- $h_{nd}$  = hoogte van de noodafvoer boven het dakvlak of de dakrand (Voor de hoogte  $h_{nd}$  van de noodafvoer boven de dakrand mag niet minder in rekening zijn gebracht dan 0 m) [m]
- $d_{nd}$  = waterhoogte boven de noodafvoer [m]

**NEN-EN 1991-1-3+C1/NB (2011)**



Figuur NB.3 - Waterhoogte  $d_{hw}$  bij een rechte vrije overlaat



### **Berekeningsvoorbeelden**

Breedte noodafvoer (**vrije overlaat**) berekend volgens NTR 3216 / EN-EN 1991-1-3+C1/NB -methode:

$$A = 30 \text{ m} \times 50 \text{ m} = 1500 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{Not}} = r_{5,50} * A$$

$$Q_{\text{Not}} = 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 1500$$

$$Q_{\text{Not}} = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$d_{nd} = 45 \text{ mm} = 0,045 \text{ m} \quad (\text{in Duits voorbeeld } d_{nd} = h_2)$$

$$b = Q_{\text{Not}} / (1,7 \cdot d_{nd}^{3/2})$$

$$b = 0,075 / (1,7 \cdot 0,045^{3/2}) = \mathbf{4,62 \text{ m}}$$

Breedte berekend bij  $Q_{\text{Not}} = 0,0336$  en volgens de Duitse voorbeeld:

$$b = (33,6 \cdot 24000) / 45^{1,5} = 2671 \text{ mm} = \mathbf{2,68 \text{ m}}$$

**Opmerking 1:**

Verskil in uitkomst tussen Duitse en Nederlandse methode is erg groot.

Bovendien moet bij de Nederlandse methode aan  $d_{nd}$  nog 30 mm worden toegevoegd i.v.m.

meedrijvende voorwerpen die de noodafvoer kunnen verstoppen:  $H$  wordt dan  $45 + 30 = 75 \text{ mm}$

Breedte noodafvoer (vrije overlaat) berekend bij  $Q_{\text{Not}} = 0,0336 \text{ m}^3/\text{s}$  uit het Duitse voorbeeld maar met de Nederlandse formule:

$$b = 0,0336 / (1,7 \cdot 0,045^{3/2}) = 2,07 \text{ m}$$

Breedte noodafvoer (vrije overlaat) berekend bij  $Q_{\text{Not}} = 0,075 \text{ m}^3/\text{s} = 75 \text{ l/s}$  uit het Nederlands voorbeeld maar met de Duitse formule:

$$b = (75 \cdot 24000) / 45^{1,5} = 5963 \text{ mm} = 5,97 \text{ m}$$

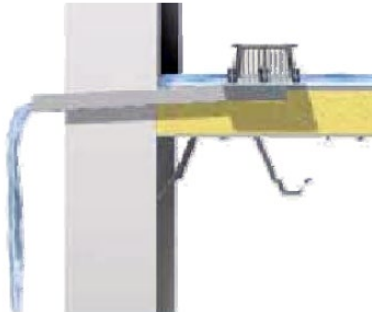
**Opmerking 2:**

De Duitse formule geeft een grotere uitkomst: factor  $(5,97/4,62 =) 1,29$



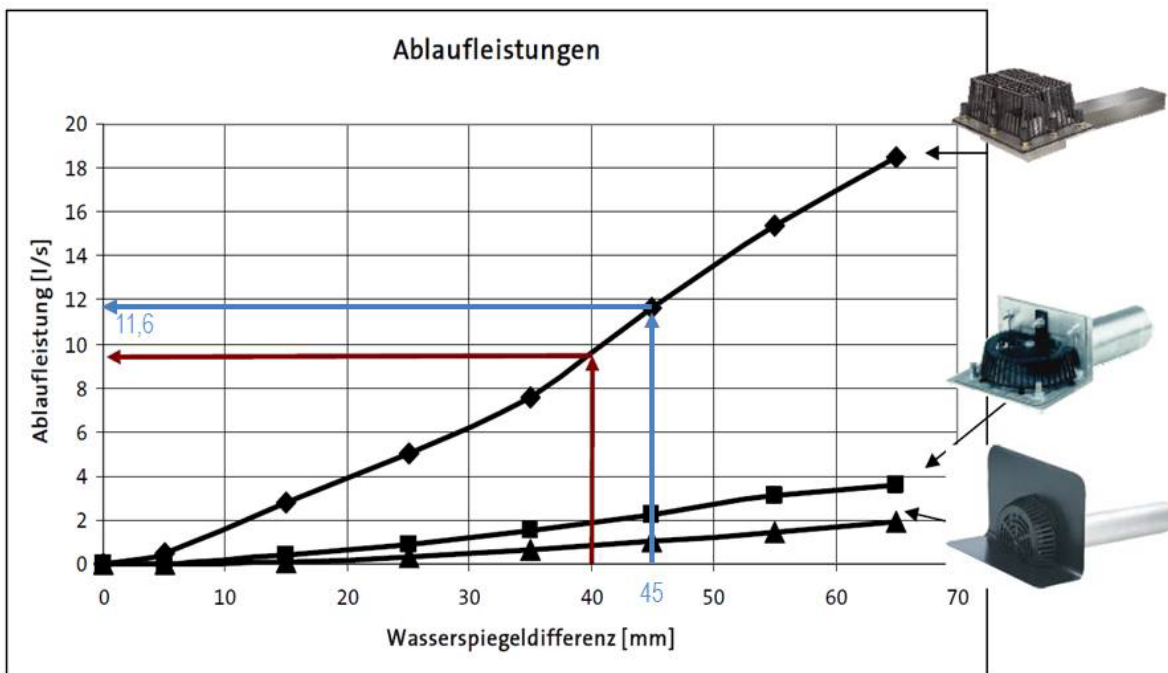
**Variante B**

Als noodafvoersysteem is de afvoer met geveldoovervoer geselecteerd. De maximale waterhoogte van het regenwater op het dak is voor dit berekeningsvoorbeeld door de constructeur bepaald op 80 mm. Dit resulteert in een voor het noodafvoersysteem beschikbare stuwhoogte van 45 mm.



Afbeelding 11: Noodafvoer

De afvoercapaciteit van de afvoer met geveldoovervoer kan worden bepaald met behulp van grafiek (3).



Grafik (3): Ablaufleistung SitaAttikaGullys in Abhängigkeit der Anstauhöhe

De SitaTurbo met overgang naar DN 100 voert bij een waterhoogte van 45 mm en een afschotlengte van 4,0 m,  $Q_{NA} = 11,6$  l/s af. Voor het bouwproject met  $Q_{Not} = 33,6$  l/s zal dan ten minste nodig zijn:

$$n_{NA} = Q_{Not} / Q_{NA}$$

$$n_{NA} = 33,6 / 11,6$$

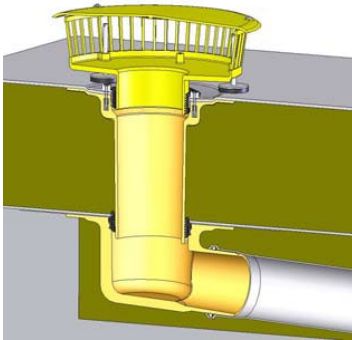
$$n_{NA} = \text{afgerond } 3 \text{ stuks SitaTurbo met overgang naar DN 100}$$



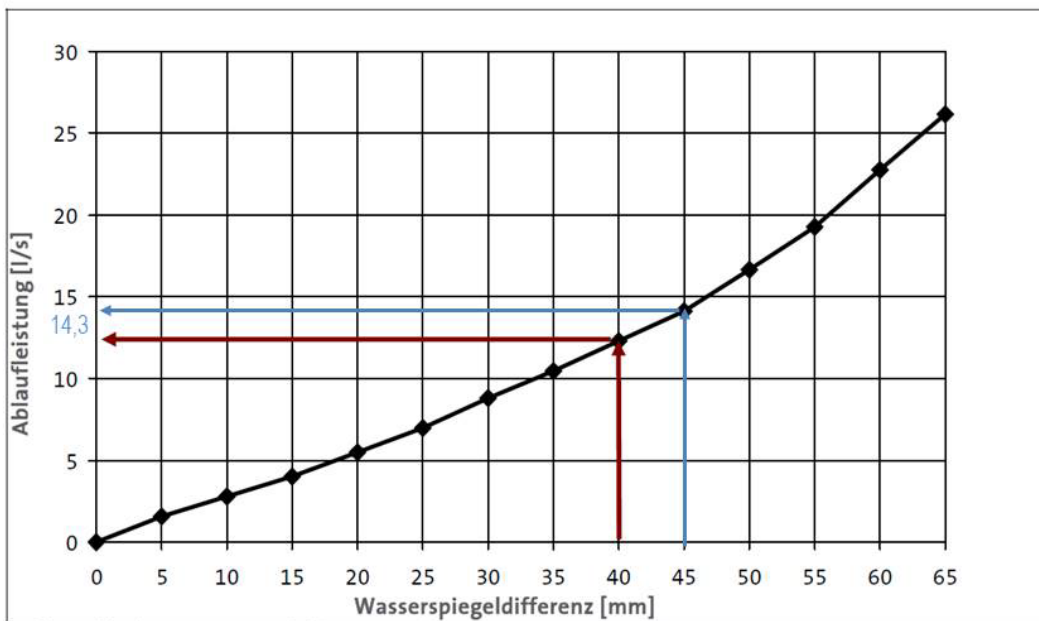


### Variante C

Een andere manier van noodafvoer is het gebruik van zogenaamde drempel-elementen. Bij deze variant worden "normale" afvoertrechters gebruikt. De noodafvoer wordt gerealiseerd door toepassing van een drempel-element.



Afbeelding 12: Noodafvoer: standaard afvoertrechter met "Anstaeuelement"



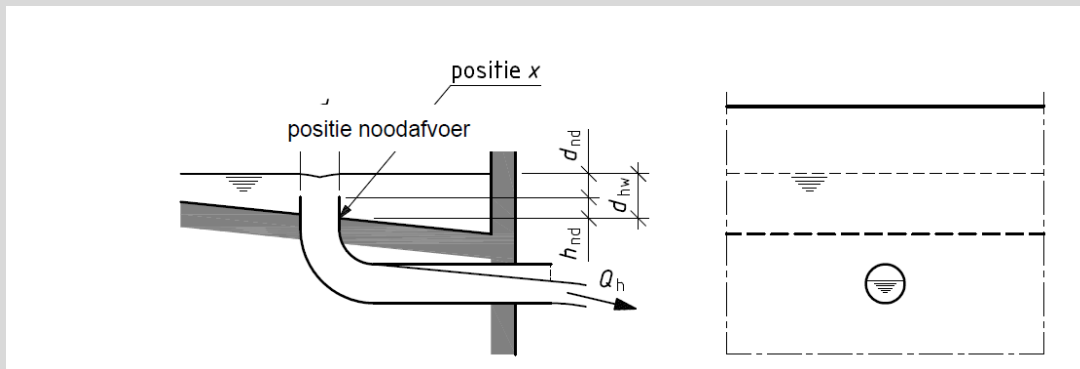
Grafik 4: Ablaufleistung SitaStandard mit Anstaeuelement

De SitaStandard met drempel-element voert bij een waterhoogte van 45 mm,  $Q_{NA} = 14,3$  l/s af. Voor het bouwproject met  $Q_{Not} = 33,6$  l/s zal dan ten minste nodig zijn:

$$n_{NA} = Q_{Not}/Q_{NA}$$

$$n_{NA} = 33,6 / 14,3$$

$n_{NA} =$  afgerond 3 stuks SitaStandard DN 100, verticaal met drempel-element

**NEN-EN 1991-1-3+C1/NB (2011)**

Figuur NB.3 - Waterhoogte  $d_{hw}$  bij een ronde steekafvoer

Noodafvoeren (**ronde steekafvoer, overlaatstroming**) DN 100 zijn niet toegelaten: aansluiting  $\geq$  DN 125.

Voor de ronde steekafvoer geldt:

$$Q_h \leq Q_{h,u}$$

$$Q_{h,u} = 2,5 d^{2,5}$$

waarin:

$Q_h$  = debiet dat door de noodafvoer moet worden afgevoerd [m<sup>3</sup>/s]

$Q_{h,u}$  = maximaal af te voeren debiet door een ronde steekafvoer [m<sup>3</sup>/s]

$d$  = binnenmiddellijn van de ronde steekafvoer [m]

Zie voor (benadering)  $Q_{h,u}$  ook de tabel hierboven voor de afvoercapaciteit van standleidingen volgens overlaatstroming NEN 3215; kolom voor cilindrische vlakdakafvoer met  $F_r = 1,0$  en  $F_g = 0,6$ .

De waterhoogte boven de noodafvoer volgt uit de volgende vergelijking:

$$d_{nd} = 0,29 (Q_h / d)^{2/3}$$

Het debiet dat door de noodafvoer wordt afgevoerd ( $Q_h \leq Q_{h,u}$ ) volgt uit de vergelijking:

$$Q_h = \sqrt[2/3]{d^{2/3} \cdot \frac{d_{nd}}{0,29}}$$

waarin:

$d_{nd}$  = waterhoogte boven de noodafvoer zie figuur NB.3 [m]

$Q_h$  = debiet dat door de noodafvoer wordt afgevoerd, zie figuur NB.3 [m<sup>3</sup>/s]

$d$  = binnenmiddellijn van de ronde steekafvoer, zie figuur NB.3. [m]



### **Berekeningsvoorbeelden**

Maximaal af te voeren debiet bij ontwerpmiddellijn 117 mm = 0,117 m:

$$Q_{h;u} = 2,5 d^{2,5}$$

$$Q_{h;u} = 2,5 \cdot 0,117^{2,5} = 0,0117 \text{ m}^3/\text{s} = 11,7 \text{ l/s}$$

Waterhoogte boven de noodafvoer:

$$d_{nd} = 0,29 (Q_h / d)^{2/3}$$

$$d_{nd} = 0,29 (0,0117 / 0,117)^{2/3} = 0,063 \text{ m} = 63 \text{ mm}$$

Debiet bij een waterhoogte van 45 mm boven de noodafvoer:

$$Q_h = \sqrt[2/3]{0,117^{2/3} \cdot \frac{0,045}{0,29}} = 0,00715 \text{ m}^3/\text{s} = 7,15 \text{ l/s}$$

Aantal noodafvoeren bij  $Q_{Not} = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$  en  $d_{nd} = 63 \text{ mm}$  (bij max. debiet) :

$$0,075 \cdot 10^3 / 11,7 = \text{afgerond } 7 \text{ stuks.}$$

Aantal noodafvoeren bij  $Q_{Not} = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$  en  $d_{nd} = 45 \text{ mm}$ :

$$0,075 \cdot 10^3 / 7,15 = \text{afgerond } 11 \text{ stuks.}$$

Uit het Duitse voorbeeld met  $Q_{Not} = 0,0336 \text{ m}^3/\text{s}$  en  $d_{nd} = 45 \text{ mm}$ ,  
maar met capaciteitsberekening volgens NEN-EN 1991-1-3+C1/NB (2011),  
volgt een aantal noodafvoeren van:

$$0,0336 \cdot 10^3 / 7,15 = \text{afgerond } 5 \text{ stuks.}$$

Uit het volledige Duits voorbeeld (met SitaStandard DN 100) volgt een aantal noodafvoeren van

$$0,0336 \cdot 10^3 / 14,3 = \text{afgerond } 3 \text{ stuks.}$$

---

### **Noodafvoeren DN 90, UV-systeem**

Aantal noodafvoeren bij  $Q_{Not} = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $d_{nd} = 45 \text{ mm}$  en  $Q_{h;u} = 25 \text{ l/s}$

$$0,075 \cdot 10^3 / 25 = 3 \text{ stuks.}$$



### 3 Bevindingen

De reken-regenintensiteiten voor het reguliere- en noodafvoersysteem is in Duitsland gebiedsafhankelijk. In de Nederlandse voorschriften gelden de reken-regenintensiteiten voor het gehele land.

Het Duitse noodafvoersysteem moet ten minste het verschil tussen de voor de bouwlocatie geldende 100-jaarregen  $r_{5,100}$  en de gemiddelde reken-regenintensiteit  $r_{5,5}$  kunnen afvoeren. Het Nederlandse voorschrift gaat er vanuit dat het noodafvoersysteem de regenintensiteit  $r_{5,50}$  volledig kan afvoeren.

De Nederlandse voorschriften en richtlijnen houden er rekening mee dat het reguliere afvoersysteem om meerdere redenen (volledig) kan stagneren. Daarom wordt er vanuit gegaan dat het overstortstelsel of het noodafvoersysteem de volledige regenintensiteit  $r_{5,50}$  kan verwerken. Dit leidt theoretisch tot een hogere waterstand op het dak dan volgens de Duitse methode.

De afvoercapaciteiten van in de handel verkrijgbare afvoertrechters zijn (in Duitsland) veelal groter dan de Europees genormaliseerde (EN 1253) minimale capaciteiten voor afvoertrechters en de Nederlandse genormaliseerde (NEN 3215) maximale capaciteiten voor standleidinginlaten bij overlaatstroming.

Er wordt in NEN 3215 en NTR 3216 geen relatie gelegd met de minimum capaciteitseisen voor dakafvoerpunten volgens EN 1253-2.

*Opmerking: In art. 4.3.2.4 van NEN 3215:2018 staat wel dat UV-dakafvoerpunten moeten voldoen aan art. 8.12 van NEN-EN 1253-1:2003 en art. 11.3 van NEN-EN 1253-2:2003. Deze normen zijn gedateerd.*

De (begrensde) drijfhoogten bij het systeem van overlaatstroming zijn in de Nederlandse voorschriften groter dan in de Duitse/Europese voorschriften bij de vereiste minimum capaciteiten.

NEN-EN 1991-1-3+C1/NB (2011) geeft een formule voor de berekening van de afvoercapaciteit bij een gegeven drijfhoogte dat kleiner is dan het grensdebiet voor overlaatstroming. In NEN 3215/NTR 3216 ontbreekt een dergelijke formule voor reguliere afvoertrechters.

Het aantal dakafvoertrechters  $DN(X)$  voor het reguliere afvoersysteem is bij eenzelfde reken-regenintensiteit voor het dak met de Duitse rekenmethode kleiner dan met de Nederlandse rekenmethode.

Voor de verzamelleiding (of grondleiding) wordt in de Duitse voorschriften een max. vulgraad van 0,7 h/d aangehouden. De Nederlandse voorschriften laten een geheel gevulde verzamelleiding toe.

De Duitse formule voor het berekenen van de afmetingen van een noodafvoer type 'rechte vrije overlaat' (brievenbus) geeft een grotere uitkomst dan de Nederlandse formule.

Het aantal nodige afvoertrechters  $DN(X)$  voor het noodafvoersysteem is volgens de volledige Duitse rekenmethode veel kleiner dan volgens de Nederlandse rekenmethode.



Commentaar Jeroen Bosman:

De rekenformules voor de ronde steekafvoer (overlaatstroming) in NEN-EN 1991-1-3+C1/NB (2011) wijken structureel 12% af t.a.v. de maximaal veronderstelde drijfhoogte  $h_i$  bij de cilindrische vlakdakafvoeren volgens NEN 3215 / NTR3216, te weten  $0,6 \cdot d_i$  hetgeen naar alle waarschijnlijkheid een (terechte) afronding + marge is t.a.v. de werkelijke (theoretische) verhouding van  $0,53 \cdot d_i$ .

Capaciteit							
7,80 l/s = 0,0078 m <sup>3</sup> /s							
stuwhoogte	$d_i$	$Q_{max}$		$d_{ndj}$		$d_{ng}/d_i$	
		0,6xd	Tabel 8.6	1991-1-3	speling NTR3216		
77,0 mm	0,057	34,2 mm	1,9	30 mm	4,2	12%	0,53
67,8 mm	0,069	41,4 mm	3,1	36,6 mm	4,8	12%	0,53
63,0 mm	0,077	46,2 mm	4	40,4 mm	5,8	13%	0,52
59,5 mm	0,084	50,4 mm	5	44,2 mm	6,2	12%	0,53
52,9 mm	0,100	60,0 mm	7,8	52,9 mm	7,1	12%	0,53
47,7 mm	0,117	70,2 mm	11,5	61,8 mm	8,4	12%	0,53
40,4 mm	0,150	90,0 mm	21,4	79,2 mm	10,8	12%	0,53
34,5 mm	0,190	114,0 mm	38,7	100,4 mm	13,6	12%	0,53

Indien rekenregels in de NEN3215 en/of NTR 3216 voor het bepalen van de variabele stuwhoogte bij afvoerdebieten worden uitgewerkt, lijkt het mij aanbevelenswaardig dat deze in één lijn liggen met de rekenregels welke als uitgangspunt zijn genomen in NEN-EN 1991-1-3+C1/NB (2011).



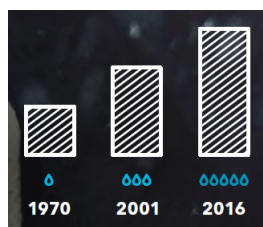
## Bijlage A Delen uit brochure SitaFibel "So geht Entwässerung von A bis Z.

### Het water moet van het dak !

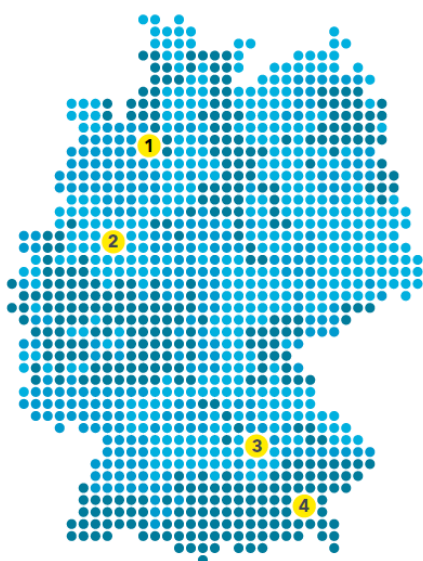
Je hebt noodafvoeren nodig om bij zware en extreme regenbuien, het water van het dak te verwijderen. Het reguliere regenwaterafvoersysteem kan de grote hoeveelheden water van zware en extreme regenbuien niet snel genoeg het hoofd bieden. Met klimaatverandering is een toename van zware en extreme regenbuien te verwachten. Regenwater weegt zwaar. Om mensen, gebouwen en eigendommen te beschermen gelden bindende regels voor het complete regenwaterafvoersysteem.

### Verhoging van zware en extreme regenbuien in Duitsland

Zware regen, stortvloeden, overstromingen - en dat steeds vaker. Vanwege klimaatverandering wordt het warmer op aarde. En dat betekent ook dat de lucht meer vocht kan opnemen.



### Wo regnet es eigentlich am stärksten?



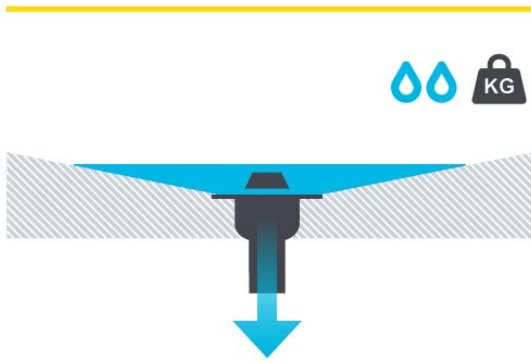
Grundlage der Berechnung ist die **DIN 1986-100**. Niederschlagsmengen fallen regional sehr unterschiedlich aus. Sita rechnet mit den genauen Werten des KOSTRA-Katalogs des Deutschen Wetterdienstes.

Ort	r5,5	r5,100
1 Bremen	246	434
2 Rheda	348	686
3 München	356	642
4 Traunstein	499	963

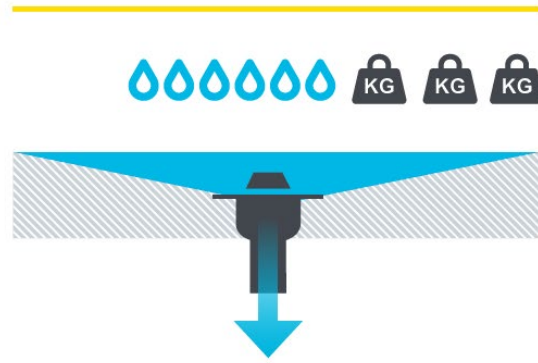
- Leichter Niederschlag (l/s)
- Mittlerer Niederschlag (l/s)
- Starker Niederschlag (l/s)



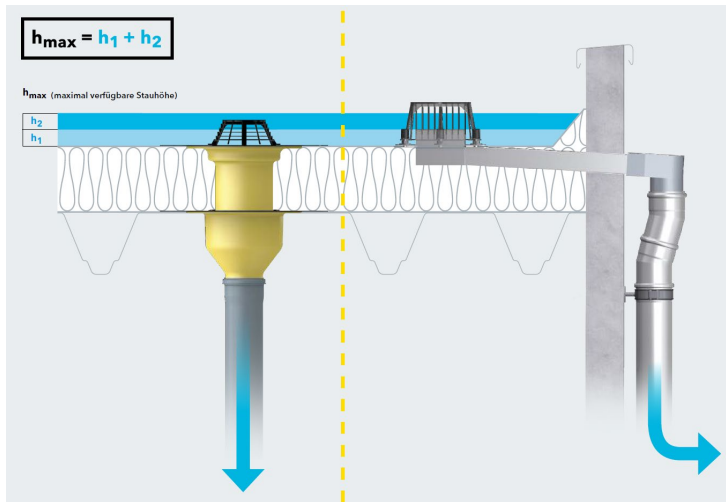
# Reguliere regenwaterafvoer en regenwater noodafvoer van vlakke daken



Waterbelasting bij berekening regulier regenwaterafvoersysteem  $r_{5,5}$



Waterbelasting bij berekening zeer extreme bui  $r_{5,100}$



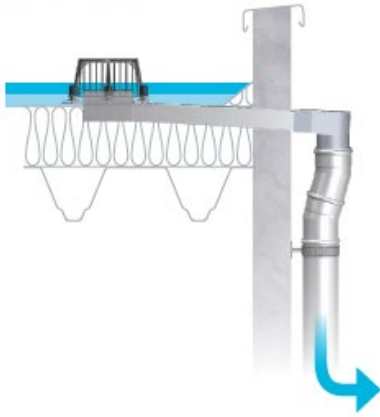
Reguliere hemelwaterafvoer

Noodafvoer

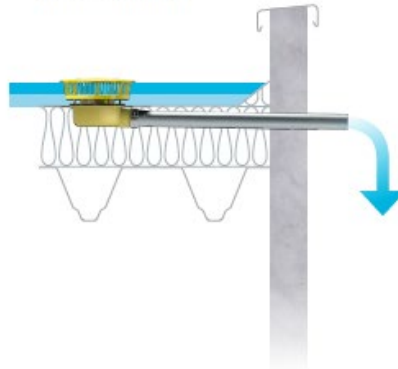


## Varianten Notentwässerungssystem

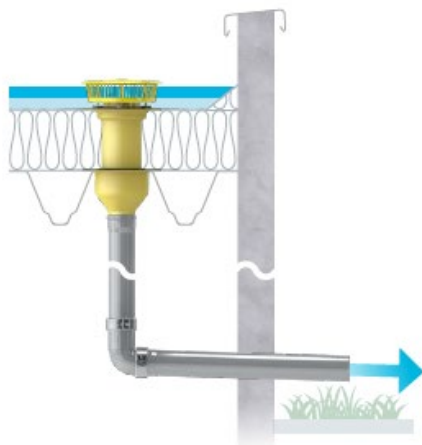
**A** SitaTurbo mit Anstaeuelement  
Durch die Attika geführt mit Eingriff  
in die Dämmung



**B** Sitalndra mit Anstaeuelement  
Durch die Attika geführt mit Eingriff  
in die Dämmung



**C** SitaStandard mit SitaAttika Rohrsystem  
Durch die Fassade geführt



**D** SitaRondo  
Oberhalb der Dämmung als Speier  
durch die Attika geführt







## Abflussbeiwert



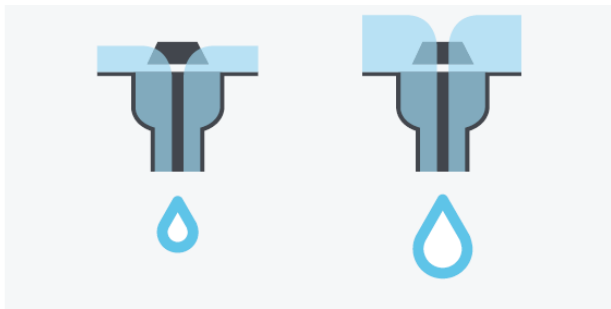
De afvoer-reductiefactor (C) wordt gebruikt voor de berekening van regenwaterafvoer bij onderscheid in afwerking (Auflast) van het dak, zie tabel 9 van DIN 1986- 100. Dat verklaart de afvoervertraging van het regenwater naar het afvoerpunt.

Wat zegt een afvoer-reductiefactor precies? Daarmee wordt aangegeven hoeveel van het neervallende regenwater het afvoersysteem bereikt. Dit betekent dat bij een veronderstelde afvoer-reductiefactor van 0,8 er 80% wordt afgevoerd. De resterende 20% blijft, verdampt of komt vertraagd in het afvoersysteem aan, maar telt niet mee in de berekening voor de afvoercapaciteit van het reguliere afvoersysteem.

---

## Abflussmenge

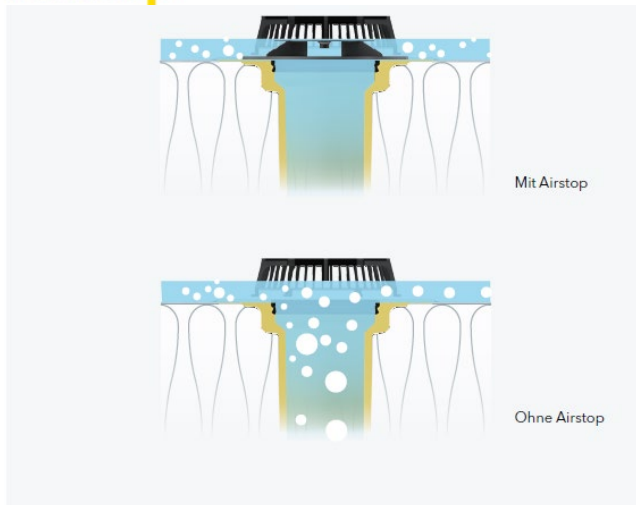
Häufig auch als Abflussvermögen, Ablaufmenge und Ablaufleistung bezeichnet



De afvoercapaciteit van een afvoertrechter wordt gegeven in l/s en definieert zijn prestatievermogen in afhankelijkheid van de stuwhoogte.



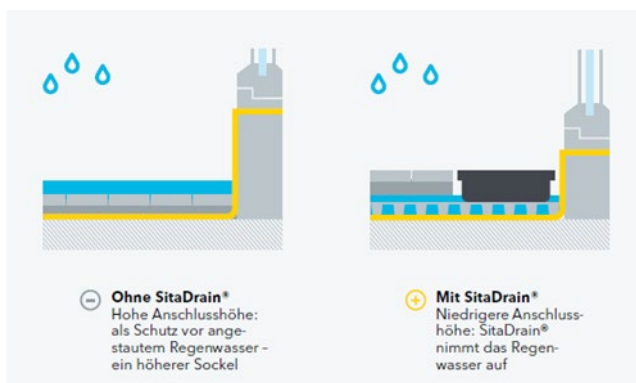
## Airstop



De Airstop is een onmisbaar onderdeel dat moet voorkomen dat een door de Coriolis-kracht veroorzaakte luchtintrede plaatsvindt in het UV-afvoersysteem (druk-afvoersysteem).

De Coriolis-kracht is een schijn- of traagheidskracht. Wanneer je begint te lopen op een kinder-draacarrousel, kun je het voelen. Je kunt ze zelfs in grote meteorologische verschijnselen zien, zoals bijv. bij de draairichting van windvelden om hoge- en lage drukgebieden of bij de uitbeeldingen van straalstromen (harde wind op grote hoogte) en passaatwinden. Slechts voor één ding is het echt niet verantwoordelijk: voor de richting van draaikolken in badkuip en wastafel.

## Anschlusshöhen

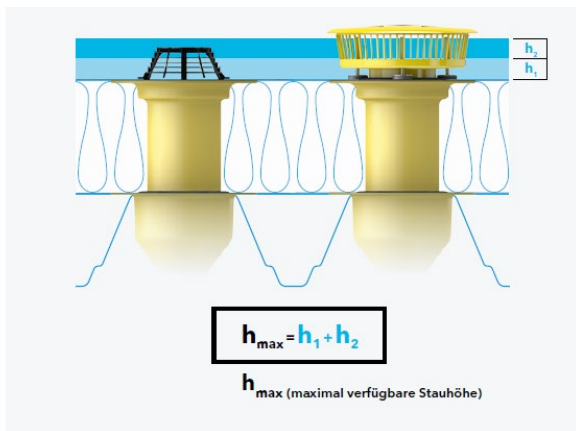


De waterkerende aansluithoogtes worden gemeten vanaf de bovenkant van de dakbedekkingsbaan (slijtlaag) en voor in te richten daken vanaf de bovenkant van tegelvloeren, grind of groen.

In principe worden dakbedekkingsbanen 15 cm boven het watervoerend niveau tegen opstaande bouwdelen aangebracht, en die 15 cm geldt ook voor doorvoeringen. Een vermindering van de aansluithoogte, tot 5 cm, is alleen in combinatie met een afvoerrooster/-goot toegelaten. Voor aansluithoogten, minder dan 5 cm (barrièrevrij, bij bijv. deuren), moeten speciale constructies betrokken worden van handelaars en ontwerpers en die moeten met zorg worden gepland en uitgevoerd.

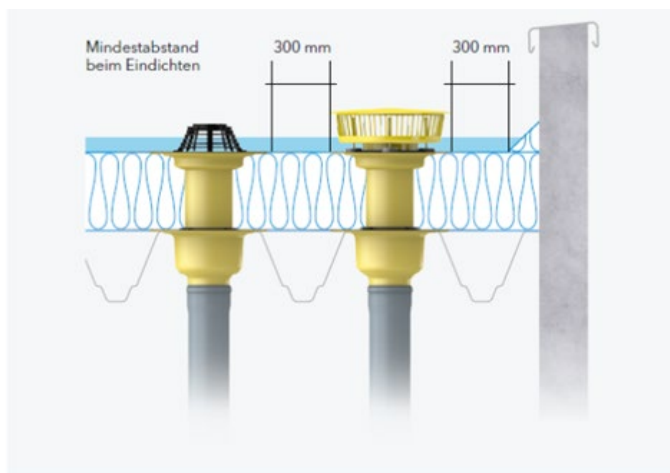


## Anstauement



Een component van de nood-afvoertrechter, die zeker stelt, dat de noodafvoer alleen begint bij een gedefinieerde stuwhoogte.

## Einbauabstand



Tussen twee dak-afvoertrechter moet een afstand worden aangehouden van 300 mm, alsook tussen dak-afvoertrechter en een opgaand bouwdeel of ander onderdeel. Volgens DIN 18531-1, par. 6.6 en DIN 18531-5, par. 6.3 wordt gemeten vanaf de buitenrand van de flens. Een uitzondering is van toepassing op gevelafvoeren, hier kan het 0 mm zijn.

De afstand is bij het afdichten met waterdichte dakbanen gespecificeerd op 300 mm. In vloeibaar kunststof kan die ook tot 100 mm worden verkleind.



## Fließweg

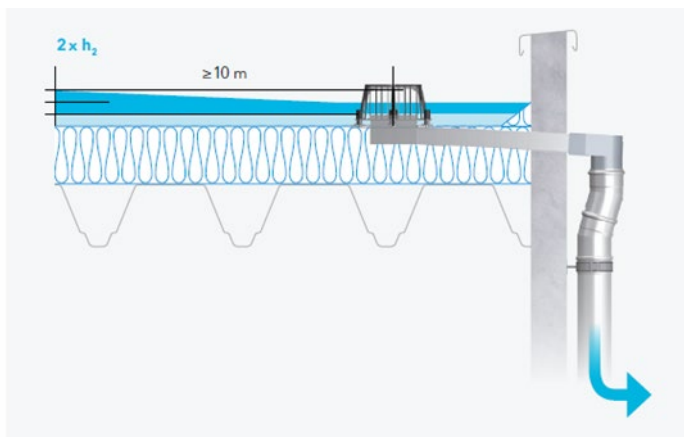
Als afvoerweg wordt (volgens DIN 1986-100, par. 14.2.6) beschreven de weg van het water die het aflegt van een afvoergebied naar het volgende.

De afstand tussen twee dak-afvoertrechters of twee noodafvoeren mag in een rechte verlaging, zonder significante hoogteverschillen, niet groter zijn dan 20 m.

Word bij een noodafvoersysteem deze afstand overschreden - maximale installatieafstand 10 m van de gevel of 20 m van elkaar – dan wordt van een afvoerwegoverschrijding gesproken.

*NTR 3216 - par 10.5.2: De afstand tussen noodafvoeren moet beperkt zijn in verband met enig verhang in de waterspiegel. NEN-EN 1991-1-3+C1 geeft als aanbeveling de afstand tussen de noodafvoeren niet groter te kiezen dan 30 m als er geen afschot aanwezig is tussen de noodafvoeren onderling.*

## Fließwegüberschreitung



Het begrip afvoerwegoverschrijding is er alleen voor het noodafvoersysteem. Daarbij wordt de afstand van 20,0 m tussen twee noodafvoeren in één rechte verlaagde daklijn overschreden.

Bij een afvoerwegoverschrijding wordt er o.a. van uitgegaan dat het tussen de noodafvoeren een hogere opstuwung kan geven en dat de constructie een dubbele statische belasting moet dragen.

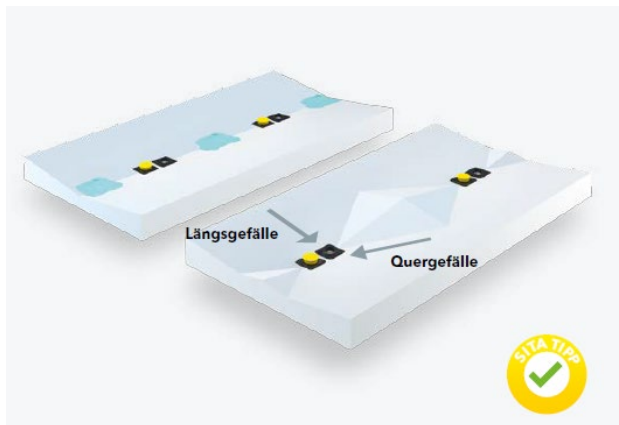
Zijn er geen statische reserves in de constructie aanwezig en de dubbele stuwhoogte van de noodafvoer zou het dak overbelasten, dan kan slechts de helft van de accumulatiehoogte  $h_2$  voor de bepaling van de afvoercapaciteit van de noodafvoer gebruikt worden.



## Gefälle

Häufig auch als Gefälleschicht oder Dachneigung bezeichnet

Het afschot is volgens DIN 18195 (par. 3) de helling van een oppervlak t.o.v. het horizontale vlak. Voor afvoer van platte daken met dakbedekking wordt meestal voorzien in een hoofdafschot (langshelling) van 2% en een kleiner afschot (dwarshelling) van 1%. Bij dakvlakken met een afschot tot ca. 5% zijn op grond van structuur, doorbuiging, hobbels en overlap van dakbanen geen plassen te verwachten. De dakbedekking moet (niet noodzakelijk bij intens groene daken) zo gepland en uitgevoerd worden, dat regenwater zo snel mogelijk afgevoerd kan worden.



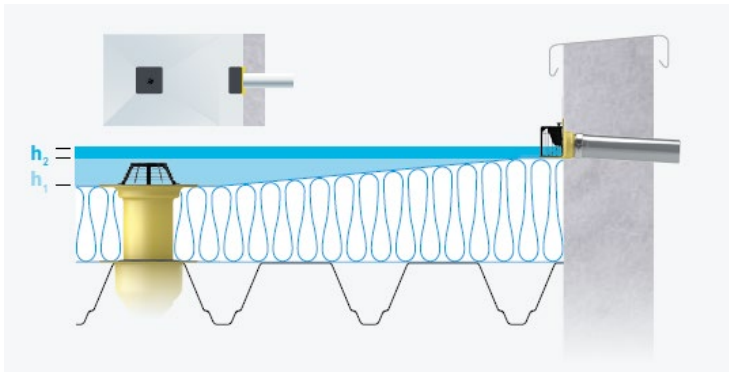
## $h_1, h_2, h_{max}$

$h_1$  verwijst naar de stuwhoogte (in mm) boven het reguliere afvoerpunt. Bij stuwhoogte  $h_1$  wordt de berekeningsregen in l/s (volgens DIN 1986-100, par. 14.2.1) naar verwachting afgevoerd.

$h_2$  verwijst naar de stuwhoogte (in mm) boven het noodafvoerpunt. Bij stuwhoogte  $h_2$  wordt ook de regen van een extreme bui in l/s, die de berekeningsregen overtreft, over de noodafvoer naar verwachting afgevoerd tot een 100-jaarregen (volgens DIN 1986-100, par. 14.2.6).

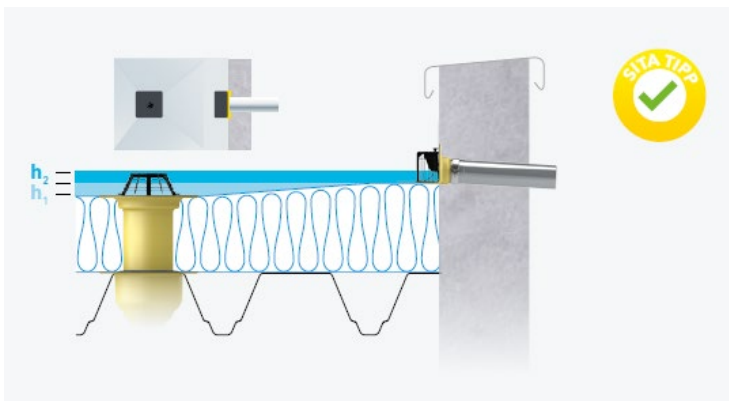
$h_{max}$  ( $h_1 + h_2$ ) geeft de maximale mogelijke stuwhoogte op het dak, voordat de statica van het dak overbelast is of water het gebouw kan binnendringen.

$h_1$  is de installatiehoogte van de noodafvoer. In samenhang met de statica is  $h_1$  een deel van de verkeersbelasting



**A. Kritische verticale afstand tussen reguliere afvoer en noodafvoer**

Door het opstuwend water ( $h_1$ ) wordt de statische belasting van het dak aangetast.



**B. Niet-kritische verticale afstand tussen reguliere afvoer en noodafvoer**

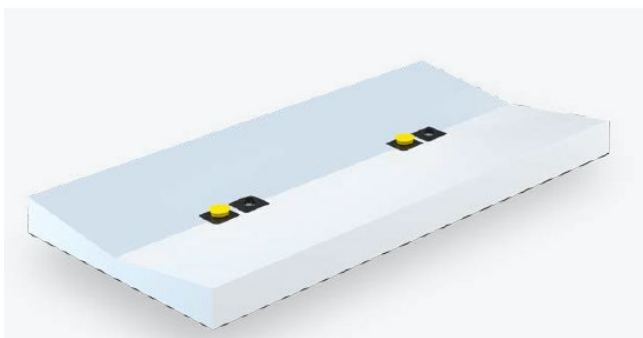
De stuwhoogte boven het dieptepunt valt lager uit. Dit vermindert de statische belasting van het dak.

---

## Kehle

Im Vergleich zur Rinne (Seite 78)

Volgens DIN 1986-100 par. 5.3.1 en 5.9 is de kiel een lijnvormige verlaging, zonder noemenswaardig hoogteverschil in het dakvlak en dat door het afschot (helling) in het dakoppervlak wordt gevormd.



Sita aanbeveling:

Bij kiel en helling moet rekening worden gehouden met plassen. Sita beveelt aan met hellingwiggen te werken, om zo met een gerichte waterweg de bestemming te bereiken. Worden hellingwiggen in een 0°-kiel toegepast, dan ontstaan individuele dieptepunten, die elk met reguliere- en noodafvoeren afgevoerd moeten worden.

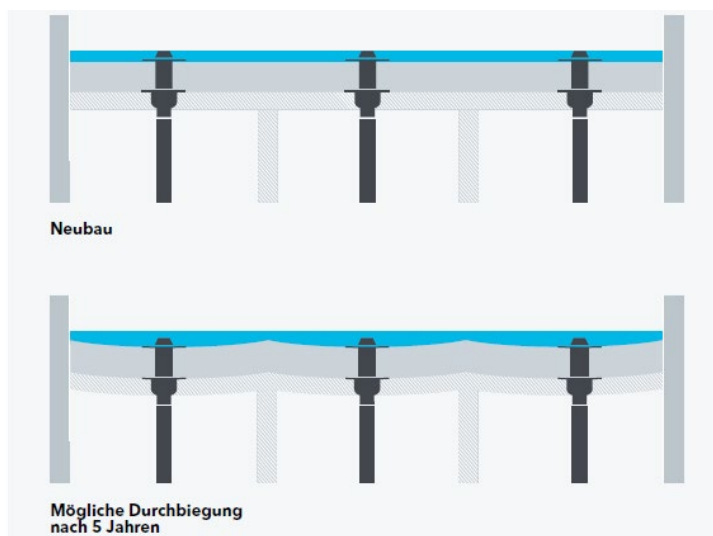
Uitzondering: als het statisch mogelijk is, om het hoogtepunt van de hellingwig te overstromen, en indien de



afvoercapaciteit van de noodafvoer voldoende hoog is, dan is het mogelijk bijv. alleen elke tweede dieptepunt van een noodafvoer te voorzien.

Let op: een kiel is niet gelijk aan een goot!

## Tiefpunkt



Kan punt- of lijnvormig zijn. Dat wil zeggen: in de daklijn van de grootste doorbuiging van een constructie verzamelt zich het water in het diepste punt - daar moet een afvoerpunt(-trechter) komen.

Het dieptepunt moet in overeenstemming met DIN 18531-1 (par. 6.3) over de lengte (minimaal 2%) en dwarselling (minimaal 1%) zijn gepland om stilstaand water op het dak te voorkomen.

Met een helling > 5% kunnen hobbels en overlappings worden overbrugd en een plasmvrij dak worden gerealiseerd.



## Bijlage B

Uit Achtergrondrapport NEN 3215: Activiteit 2.3 Studie naar maatgevende regens (1984).

DHV

15

VVD

### 4. STROMING DOOR HWA-STANDLEIDINGEN

#### 4.1. Instroming

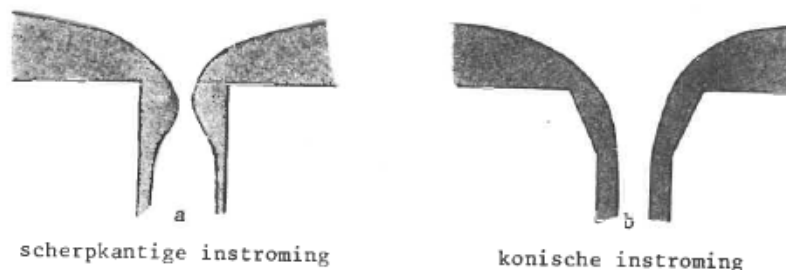
Basis voor de dimensionering van hwa-standleidingen vormt het onderzoek van het WTCB te Brussel naar de stroming van water-luchtmengsels door standleidingen (rapport nr. 14, 5 delen).

Bij instroming van de dakgoot in de hwa-standleiding zijn in hoofdzaak 2 typen stroming te onderscheiden:

- overlaatstroming, waarbij de kern van de leiding met lucht is gevuld en in verbinding staat met de buitenlucht. Het water stroomt hierbij langs de buiswand;
- stroming onder invloed van een drijfhoogte. Hierbij is de leiding geheel gevuld met een water-lucht mengsel.

In het geval van overlaatstroming geeft geringe verhoging van de waterhoogte (H) een aanzienlijke verhoging van het debiet. Bij stroming onder invloed van een drijfhoogte daarentegen heeft een geringe debietsvergroting aanzienlijke vergroting van de drijfhoogte ten gevolge. Een vergroting van de drijfhoogte heeft een directe negatieve invloed op de afvoercapaciteit van de dakgoot en vermeerderd de kans op wateroverlast in de vorm van overstromende dakgoten. Daarnaast veroorzaakt stroming onder invloed van een drijfhoogte een volledig gevuld hwa-systeem waarin grote onder- en overdrukken kunnen optreden. Om dit te vermijden is voor woningen en woongebouwen gekozen voor overlaatstroming in de hwa-standleiding. Voor kantoren, fabrieken e.d. lijkt het zinvol het hwa-systeem te dimensioneren op basis van stroming onder invloed van drijfhoogte. Dit type stroming betekent een volledig gevuld hwa-systeem, waarbij grote onder- en overdrukken kunnen optreden. In bijlage I wordt nader ingegaan op hwa-systemen van kantoren, fabrieken etc.

Bij overlaatstroming kan nog onderscheid gemaakt worden tussen een scherpkantige instroming en konische instroming (zie figuur 6).



Figuur 6 - Verschillende soorten overlaatstroming. Bij a ontstaat eerder kans op dichtlopen van de leiding dan bij b





Uit onderzoek is gebleken dat de bepalende factoren voor de afvoer in hwa-standleidingen zijn:

- totale lengte van de hwa-standleiding;
- de ingangsvorm (scherp of konisch inclusief hoek van afschuining);
- diameter;
- wandruwheid;
- aanwezigheid van bochtstukken in de leiding.

De instroming voldoet aan de vergelijking:

$$H = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{2 g m^2 \pi^2 D^2}} \quad (1)$$

Waarbij m een coëfficiënt is, gelijk aan:

$$m = 0,46 + 0,35 * \frac{H}{D} \quad (2)$$

voor scherpkantige instroming, en

$$m = 0,58 + 0,35 * \frac{H}{D} \quad (3)$$

voor konische instroming.

De overige variabelen zijn:

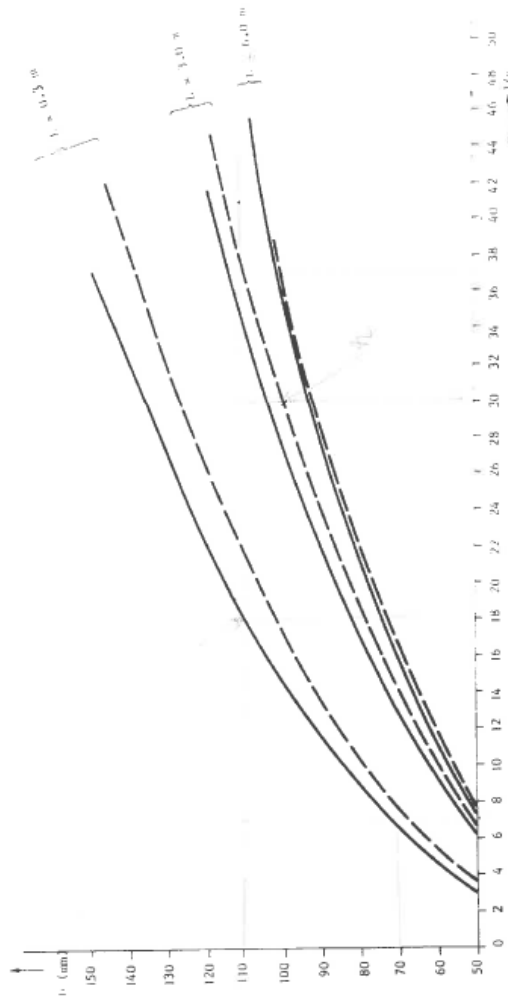
Q	debiet (m <sup>3</sup> /s);
g	versnelling zwaartekracht (9,81 m/s <sup>2</sup> );
H	overlaathoogte (m);
D	leidingdiameter (m).

#### 4.2. Grensdebiet

Door het WTCB zijn nomogrammen opgesteld waarin de debieten, leidingdiameters en overlaathoogten met elkaar in verband zijn gebracht. Met behulp van deze nomogrammen is figuur 7 samengesteld.

Figuur 7 geeft een beeld van de grensdebieten voor verschillende leidingdiameters, waarbij nog juist overlaatstroming plaatsvindt. De stippellijnen in de figuur zijn voor het geval van konische instroming, de getrokken lijnen voor scherpkantige instroming. Voor ontwerpdoeleinden zal in het navolgende gebruik worden gemaakt van debieten bij een leidinglengte van 0,3 m (ongunstigste!).

Tabel 4.1 geeft, gebruik makend van figuur 7 en vergelijkingen (1) en (2) een overzicht van de grensdebieten met bijbehorende overlaathoogten voor de verschillende ontwerpdiameters bij een onbelemmerde instromingssituatie.



Figuur 7 Grensdebieten voor 3 leidinglengten.

$l = 0,3 \text{ m}$

$l = 3,0 \text{ m}$

$l = 6,0 \text{ m}$

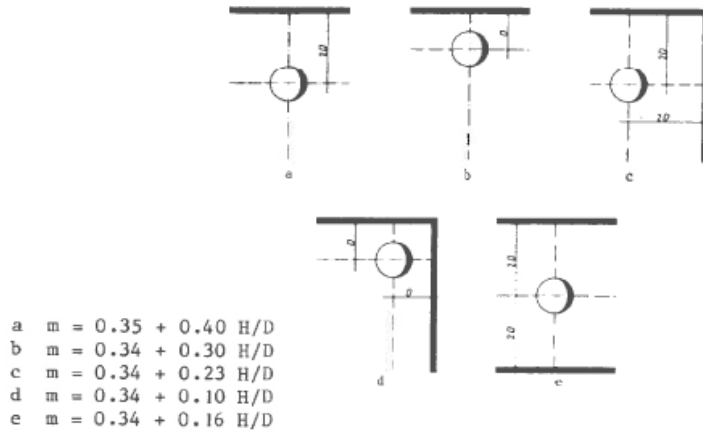


Tabel 4.1 - Grensdebieten (Q) voor de verschillende ontwerp-diameters van hwa-standleidingen en bijbehorende drijfhoogte (H) bij onbelemmerde instroming.

Ontwerpdiameter (mm)	scherpkantige instroming		konische instroming	
	Q (l/s)	H (mm)	Q (l/s)	H (mm)
57	3	32	4	34
69	6	44	7	44
77	8	49	9	48
100	14	61	17	62
117	21	72	25	72
150	37	89	44	89
190	65	111	80	113

De grensdebieten voor konische instroming liggen ca. 20% hoger dan die bij scherpkantige instroming. De waterhoogtes verschillen nauwelijks.

In de praktijk is er echter meestal geen sprake van een onbelemmerde instroming. De aanwezigheid van een dakgoot heeft namelijk invloed op de instroming in de hwa-standleiding. Door opstaande randen van de dakgoot nabij de instroomopening van de hwa-standleiding zal een belemmering plaatsvinden, waarbij de coëfficiënt  $m$  uit vergelijking 2 een wijziging ondergaat. In figuur 8 zijn enkele mogelijkheden weergegeven.



Figuur 8 Schema met mogelijke plaatsen van hwa-standleiding t.o.v. opstaande randen van de dakgoot met bijbehorende waarden van afvoercoëfficiënt m.

Uitgaande van de maximale waterhoogten uit tabel 4.1 en met de verschillende waarden van de instroomcoëfficiënt m kan nu het grensdebiet bij gehinderde instroming bepaald worden. Tabel 4.2 geeft een overzicht van de resultaten. Er valt op dat de grensdebieten onder de waarden uit tabel 4.1 liggen. Het meest ongunstige geval d wordt als uitgangspunt voorgesteld voor de dimensionering van de hwa-leiding.

Tabel 4.2 - Grensdebiet voor belemmerde instroomsituaties (l/s) bij scherpkantige instroming

D (mm)	H (mm)	Q (l/s)				
		a	b	c	d	e
57	32	2,6	2,3	2,1	1,8	2,0
69	44	5,3	4,7	4,3	3,6	3,9
77	49	7,0	6,2	5,7	4,7	5,1
100	61	12,5	11,0	10,1	8,4	9,2
117	72	18,7	16,5	15,1	12,6	13,8
150	89	32,6	28,7	26,4	22,1	24,1
190	111	57,1	50,4	46,4	39,0	42,4

Situering d komt over een met een factor ( $F_g$ ) 0,6 t.o.v. tabel 4.1



## Bijlage C Uit NEN-EN 1991-1-3+C1:2011/NB:2011

### 7.2 Bepaling van de grootte van de belasting

- (1) De belasting door regenwater, rekening houdend met wateraccumulatie, op de dakoppervlakte moet zijn bepaald met de formule:

$$p_w(x) = (d_{nw}(x) + d_n(x)) \times \gamma_w \quad (7.1)$$

waarin:

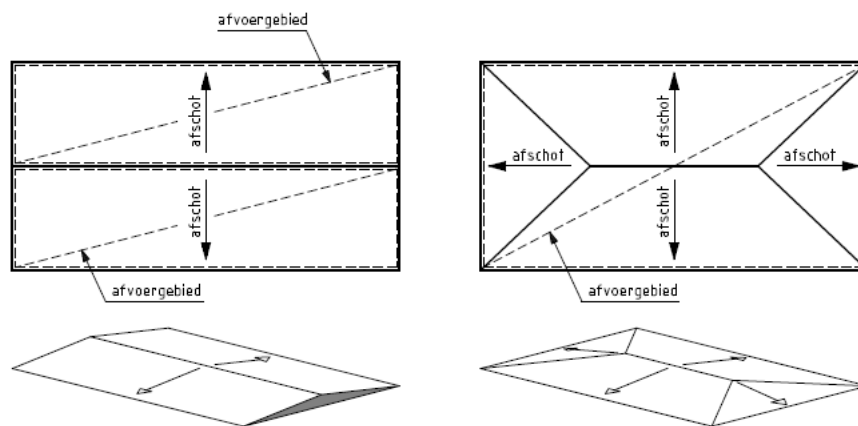
- $p_w(x)$  is karakteristieke waarde van de belasting door regenwater die op positie  $x$  op het dak aanwezig is), in  $\text{kN/m}^2$ ;
- $d_{nw}(x)$  is de waterhoogte boven het door de waterbelasting nog onvervormde dakvlak, bepaald volgens 7.2(3), in m;
- $d_n(x)$  is de waterhoogte door de doorbuiging van het dakvlak veroorzaakt door wateraccumulatie, bepaald volgens 7.2(2), in m;
- $\gamma_w$  is het volumieke gewicht van water; voor het het volumieke gewicht van water  $\gamma_w$  moet  $10 \text{ kN/m}^3$  zijn genomen.

OPMERKING De berekende respons bij de karakteristieke belasting is een karakteristieke waarde. Om te komen tot een rekenwaarde bij een voorgeschreven belastingscombinatie wordt deze nog vermenigvuldigd met de daarbij volgens NEN-EN 1990 van toepassing zijnde partiële factor voor de veranderlijke belasting.

- (2) De doorbuiging veroorzaakt door belasting door regenwater moet iteratief volgens 7.2(8) of met analytische formules zijn bepaald. De doorbuiging moet zijn berekend met als beginbelasting de belasting resulterend uit de waterstand volgens 7.2(3) waarbij de stijfheid van de bouwconstructie is gedeeld door  $\gamma_M = 1,3$ .
- (3) De waterhoogte  $d_{nw}(x)$  boven het dakvlak op positie  $x$  is gelijk aan de waterstand minus de hoogte van de dakconstructie op positie  $x$ . Voor het bepalen van de hoogte van de dakconstructie op positie  $x$  moet de vervorming door de karakteristieke waarde van de permanente en alle veranderlijke belastingen behalve regenwaterbelasting, maal  $\psi_0$ , zijn beschouwd.

De waterstand boven het dakvlak moet zijn bepaald uit het gegeven van een horizontale waterspiegel in het afvoergebied en de benodigde waterhoogte ter plaatse van de noodafvoeren of de dakrand,  $d_{nd}$ , om het voorgeschreven debiet te kunnen afvoeren.

De waterhoogte ter plaatse van de noodafvoer of de dakrand moet per afvoergebied zijn berekend. Een afvoergebied is een gebied waarvoor geldt dat al de neerslag die daar valt zich verzamelt op een deel van dat gebied. Voorbeelden van een afvoergebied zijn gegeven in figuur NB.2.



Figuur NB.2 — De waterstand en de vorm van het afvoergebied worden mede bepaald door het verloop van het afschot



De waterhoogte ter plaatse van de noodafvoeren of de dakrand moet zijn berekend op basis van de volgende uitgangspunten.

De in een afvoergebied aanwezige noodafvoeren moeten in staat zijn het volgende debiet af te voeren:

$$Q_n = A \times i_r \quad (7.2)$$

waarin:

$Q_n$  is het debiet dat door de noodafvoeren in het afvoergebied moet worden afgevoerd, in  $m^3/s$ ;

$A$  is het oppervlak het afvoergebied, in  $m^2$ ;

$i_r$  is regenintensiteit, in  $m/s$ :  $i_r = 0,05 \times 10^{-3} m/s$ .

Indien meer noodafvoeren in één afvoergebied zijn toegepast dan geldt:

$$\sum_{i=1}^n Q_{n,i} = Q_n \quad (7.3)$$

waarin:

$Q_n$  is het debiet dat door de noodafvoeren in het afvoergebied moet worden afgevoerd, in  $m^3/s$ ;

$Q_{n,i}$  is het debiet dat door noodafvoer  $i$  moet worden afgevoerd, in  $m^3/s$ ;

$n$  is het aantal noodafvoeren in het afvoergebied.

Indien, uitgaande van een horizontale waterspiegel (= een gelijke waterstand), de waterhoogte boven de drempel bij verschillende noodafvoeren niet gelijk is, moet hiermee voor de bepaling van de waterhoogte  $d_{nd}$  boven de noodafvoeren rekening zijn gehouden.

De relatie tussen de waterhoogte boven een rechte noodafvoer en het af te voeren debiet, staat in 7.2(5). Voor ronde steekafvoeren staat dit in 7.2(6). De waterhoogte boven het dakvlak staat in 7.2(7).

De waterstand op een dak wordt bepaald door bijvoorbeeld het verloop van het afschot en de positie van de noodafvoeren. De waterstand in een afvoergebied, zie figuur NB.2, kan niet variëren per positie. Bij toepassing van verschillende soorten noodafvoeren in één afvoergebied of indien de noodafvoeren niet gelijkmatig zijn verdeeld, moet hiermee rekening zijn gehouden.

Indien de noodafvoeren van een hoger gelegen dak afvoeren op een lager gelegen dak, dan vormen deze twee daken één afvoergebied.

- (4) Bij een referentieperiode korter dan 50 jaar mag de neerslagintensiteit in vergelijking 7.2 worden gereduceerd. Indien sprake is van een referentieperiode langer dan 50 jaar dan moet de neerslagintensiteit worden vergroot.

De relatie tussen referentieperiode en neerslagintensiteit mag zijn ontleend aan tabel NB.1.

**Tabel NB.1 — Relatie tussen referentieperiode en neerslagintensiteit**

Referentieperiode	Neerslagintensiteit $i_r$ [ $\times 10^{-3} m/s$ ]
1 jaar	0,0215
15 jaar	0,0406
50 jaar	0,0500
100 jaar	0,0561

Voor tussenliggende waarden mag  $i_r$  lineair zijn geïnterpoleerd.



- (5) Indien de noodafvoer is toegepast in de vorm van een rechte vrije overlaat, dan volgt de waterhoogte boven noodafvoer uit de volgende vergelijking:

$$d_{nd} = 0,70 \left( \frac{Q_h}{b} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (7.4)$$

waarin:

- $d_{nd}$  is de waterhoogte boven de noodafvoer, in m, zie figuur NB.3;
- $Q_h$  is het debiet dat door de noodafvoer moet worden afgevoerd, in m<sup>3</sup>/s, zie figuur NB.3;
- $b$  is de breedte van de noodafvoer, in m, zie figuur NB.3.

- (6) Indien de noodafvoer is toegepast in de vorm van een ronde steekafvoer dan geldt:

$$Q_h \leq Q_{h,u} \quad (7.5)$$

$$Q_{h,u} = 2,5 d^{5/2} \quad (7.6)$$

waarin:

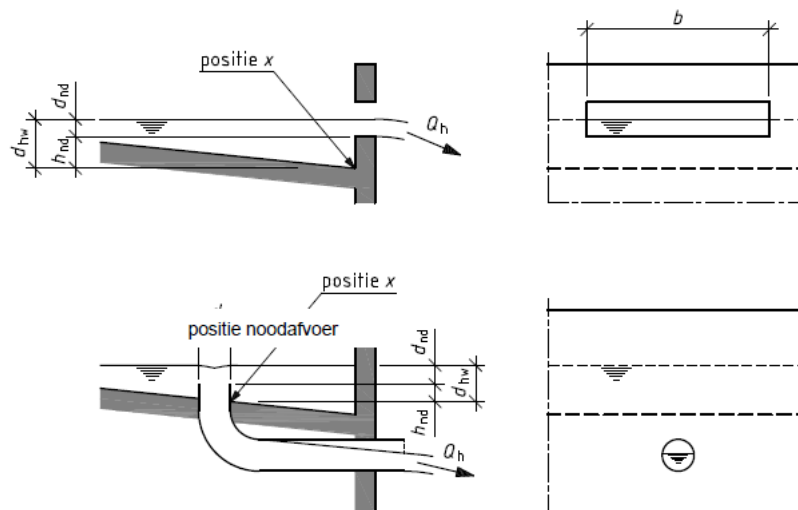
- $Q_h$  is het debiet dat door de noodafvoer moet worden afgevoerd, in m<sup>3</sup>/s;
- $Q_{h,u}$  is het maximaal af te voeren debiet door een ronde steekafvoer, in m<sup>3</sup>/s;
- $d$  is de binnenmiddellijn van de ronde steekafvoer, in m.

De waterhoogte boven de noodafvoer volgt uit de volgende vergelijking:

$$d_{nd} = 0,29 \left( \frac{Q_h}{d} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (7.7)$$

waarin:

- $d_{nd}$  is de waterhoogte boven de noodafvoer, in m, zie figuur NB.3;
- $Q_h$  is het debiet dat door de noodafvoer moet worden afgevoerd, in m<sup>3</sup>/s, zie figuur NB.3;
- $d$  is de binnenmiddellijn van de ronde steekafvoer, in m, zie figuur NB.3.



Figuur NB.3 — Waterhoogte  $d_{hw}$  bij een rechte vrije overlaat en een ronde steekafvoer



- (7) De waterhoogte ter plaatse van de dakrand of de noodafvoer moet worden berekend uit de volgende vergelijking:

$$d_{hw} = d_{nd} + h_{nd} \quad (7.8)$$

waarin:

$d_{hw}$  is de waterhoogte ter plaatse van de dakrand of de noodafvoer, in m, zie figuur NB.3;

$d_{nd}$  is de waterhoogte boven de noodafvoer of de dakrand, in m, zie figuur NB.3;

$h_{nd}$  is de hoogte van de noodafvoer boven het dakvlak, in m, zie figuur NB.3.

- (8) Indien de doorbuiging door wateraccumulatie iteratief is bepaald, moeten op positie  $x$  de volgende belastingen in rekening zijn gebracht:

$$p_{i,w}(x) = (d_{hw}(x) + d_{i-1}(x)) \times \gamma_w \quad (7.9)$$

waarin:

$p_{i,w}(x)$  is de belasting die in berekeningsstap  $i$  in rekening moet zijn gebracht, in  $\text{kN/m}^2$ ;

$d_{i-1}(x)$  is de waterhoogte door de doorbuiging van het dakvlak in de  $(i-1)^{\text{e}}$  iteratie, in m ;

$d_{hw}(x)$  is de waterhoogte boven het door de waterbelasting nog onvervormde dakvlak, bepaald volgens 7.2(3), in m;

$\gamma_w$  is het volumieke gewicht van water; voor het volumieke gewicht van water  $\gamma_w$  moet  $10 \text{ kN/m}^3$  zijn genomen.

Er moeten zoveel iteraties ( $n$ ) zijn uitgevoerd, als nodig is om te bereiken dat de belastingstoename per stap kleiner is dan 1 % van de grootte van de belasting.

### 7.3 Detaillering van de noodafvoeren

- (1) Voorzieningen voor noodafvoeren moeten een vrije uitloop boven het aangrenzende maaiveld hebben.
- (2) De capaciteit van eventuele leidingen tussen de voorziening voor noodafvoer en de vrije uitloop moet groter zijn dan het debiet bepaald volgens 7.2(3).

OPMERKING Een nadere uitwerking van het toetsen van leidingen volgens hoofdstuk 6 van NEN 3215 is opgenomen in NPR 6703.

- (3) De voorzieningen moeten zo zijn uitgevoerd dat zij redelijkerwijs niet verstopt kunnen raken door vervuiling. Aan het voorkomen van verstoppingen mag geacht te zijn voldaan, indien:

— ronde steekafvoeren een inwendige middellijn hebben van ten minste 117 mm;

— boven ronde steekafvoeren geen afdekkappen worden geplaatst lager dan 30 mm boven de bepaalde waterhoogte  $d_{hw}$  en de opening tussen de afstandhouders van de afdekkap niet kleiner is dan 60 mm in horizontale richting en 30 mm in verticale richting;

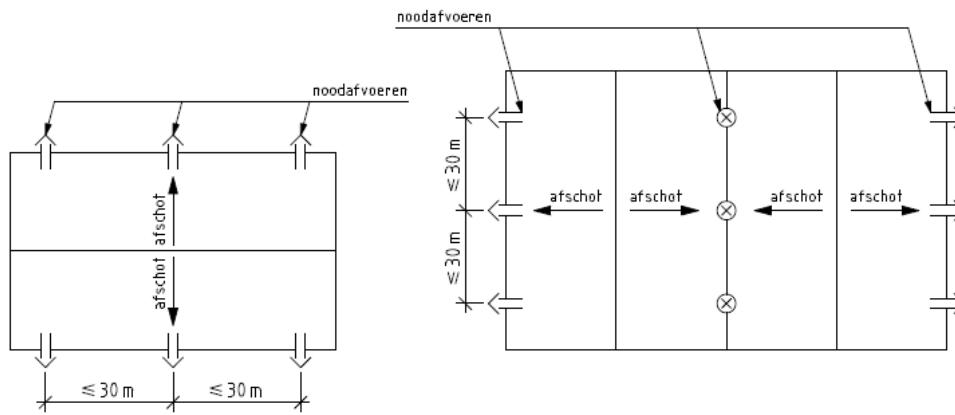
— rechte vrije overlaatafvoeren boven de bepaalde waterhoogte  $d_{hw}$  ten minste nog een vrije hoogte van 30 mm hebben;

— toegepaste afdekkappen, voor overlaatafvoeren in de gevel, een vrije horizontale ruimte laten tussen de kap en de overlaat van ten minste de waterhoogte boven de rand van de overlaat  $d_{nd}$ , vermeerderd met 30 mm.

Ronde steekafvoeren moeten ten minste op een afstand gelijk aan tweemaal de middellijn van de afvoer vanaf dakopstanden worden geplaatst.

- (4) De afstand tussen noodafvoeren moet zijn beperkt, in verband met enig verhang in de waterspiegel. Indien er geen afschot aanwezig is tussen de noodafvoeren, wordt aanbevolen de afstand tussen de noodafvoeren te beperken tot 30 m, zie figuur NB.4.





Figuur NB.4 — Maximale afstand tussen noodafvoeren



## Bijlage D Uit NPR 6703:2006

### 7 Noodafvoersystemen

#### 7.1 Uitgangspunten

Bij het bepalen van de waterstand op het dak wordt aangenomen dat het reguliere hemelwaterafvoersysteem volledig is verstopt. De waterstand op het dak wordt bepaald met het uitgangspunt dat de voorzieningen voor noodafvoer een hoeveelheid neerslag moeten kunnen afvoeren die wordt veroorzaakt door een regenintensiteit van  $0,047 \times 10^{-3}$  m/s.

De eisen waaraan voorzieningen voor noodafvoer moeten voldoen, zijn gegeven in 8.7.1.6 van NEN 6702. Als het niet mogelijk is om noodafvoeren direct een vrije uitloop te geven is het toegelaten om een aantal noodafvoeren aan te sluiten op een verzamelleiding en zodoende een noodafvoersysteem te creëren. Een noodafvoersysteem kan bestaan uit diverse noodafvoeren, verzamelleidingen en standleidingen. Een noodafvoersysteem moet een vrije uitloop hebben boven het aangrenzende maaiveld. Alle onderdelen van het noodafvoersysteem moeten voldoende capaciteit bezitten om het in 8.1.7.5 van NEN 6702 voorgeschreven debiet te kunnen afvoeren uitgaande van de in 8.1.7.5 van NEN 6702 bepaalde waterstand op het dakvlak.

**OPMERKING** Volgens 8.7.1.6 van NEN 6702 moeten de voorzieningen voor noodafvoer zo zijn uitgevoerd dat zij redelijkerwijs niet verstopt kunnen raken door vervuiling. Aan het voorkomen van verstoppingen mag geacht te zijn voldaan, indien:

- ronde steekafvoeren een inwendige middellijn hebben van ten minste 117 mm;
- boven ronde steekafvoeren geen afdekkappen worden geplaatst lager dan 30 mm boven de bepaalde waterhoogte  $d_{hw}$  en de opening tussen de afstandhouders van de afdekkap niet kleiner is dan 60 mm in horizontale richting en 30 mm in verticale richting;
- rechte vrije overlaatafvoeren boven de bepaalde waterhoogte  $d_{hw}$  ten minste nog een vrije hoogte van 30 mm hebben;
- toegepaste afdekkappen, voor overlaatafvoeren in de gevel, een vrije horizontale ruimte laten tussen de kap en de overlaat van ten minste de waterhoogte boven de rand van de overlaat  $d_{nd}$ , vermeerderd met 30 mm.

Ronde steekafvoeren moeten ten minste op een afstand gelijk aan tweemaal de middellijn van de afvoer vanaf dakopstanden worden geplaatst.

#### 7.2 Dimensionering van leidingen

##### 7.2.1 Algemeen

De capaciteit van de verzamelleidingen en de standleidingen moet worden gebaseerd op de regels die zijn gegeven in NEN 3215 voor een hemelwaterafvoersysteem met overlaatstroming. De toegepaste noodafvoeren moeten voldoen aan de eisen die zijn gesteld in 8.1.7.6 van NEN 6702.

##### 7.2.2 Standleidingen direct na de noodafvoer

Voor het bepalen van de capaciteit van een standleiding, die gezien in de afvoerrichting, direct na een noodafvoer is toegepast, is hierna de vergelijking die hiervoor in NEN 3215 is opgenomen, gegeven.

$$Q_a = 2,5 d^{5/2}$$

waarin:

$Q_a$  is de getalwaarde van de afvoercapaciteit in m<sup>3</sup>/s;

$d$  is de getalwaarde van de binnenmiddellijn van de standleiding in m.

In tabel 1 is de gegeven vergelijking nader uitgewerkt.



## NPR 6703:2006

noodafvoersysteem kan bestaan uit diverse noodafvoeren, verzamelleidingen en standleidingen. Een noodafvoersysteem moet een vrije uitloop hebben boven het aangrenzende maaiveld. Alle onderdelen van het noodafvoersysteem moeten voldoende capaciteit bezitten om het in 8.1.7.5 van NEN 6702 voorgeschreven debiet te kunnen afvoeren uitgaande van de in 8.1.7.5 van NEN 6702 bepaalde waterstand op het dakvlak.

**OPMERKING** Volgens 8.7.1.6 van NEN 6702 moeten de voorzieningen voor noodafvoer zo zijn uitgevoerd dat zij redelijkerwijs niet verstopt kunnen raken door vervuiling. Aan het voorkomen van verstoppingen mag geacht te zijn voldaan, indien:

- ronde steekafvoeren een inwendige middellijn hebben van ten minste 117 mm;
- boven ronde steekafvoeren geen afdekkappen worden geplaatst lager dan 30 mm boven de bepaalde waterhoogte  $d_{nw}$  en de opening tussen de afstandhouders van de afdekkap niet kleiner is dan 60 mm in horizontale richting en 30 mm in verticale richting;
- rechte vrije overlaatafvoeren boven de bepaalde waterhoogte  $d_{nw}$  ten minste nog een vrije hoogte van 30 mm hebben;
- toegepaste afdekkappen, voor overlaatafvoeren in de gevel, een vrije horizontale ruimte laten tussen de kap en de overlaat van ten minste de waterhoogte boven de rand van de overlaat  $d_{ns}$ , vermeerderd met 30 mm.

Ronde steekafvoeren moeten ten minste op een afstand gelijk aan tweemaal de middellijn van de afvoer vanaf dakopstanden worden geplaatst.

## 7.2 Dimensionering van leidingen

### 7.2.1 Algemeen

De capaciteit van de verzamelleidingen en de standleidingen moet worden gebaseerd op de regels die zijn gegeven in NEN 3215 voor een hemelwaterafvoersysteem met overlaatstroming. De toegepaste noodafvoeren moeten voldoen aan de eisen die zijn gesteld in 8.1.7.6 van NEN 6702.

### 7.2.2 Standleidingen direct na de noodafvoer

Voor het bepalen van de capaciteit van een standleiding, die gezien in de afvoerrichting, direct na een noodafvoer is toegepast, is hierna de vergelijking die hiervoor in NEN 3215 is opgenomen, gegeven.

$$Q_a = 2,5 d^{5/2}$$

waarin:

$Q_a$  is de getalwaarde van de afvoercapaciteit in  $m^3/s$ ;

$d$  is de getalwaarde van de binnenmiddellijn van de standleiding in m.

In tabel 1 is de gegeven vergelijking nader uitgewerkt.

NPR 6703:2006

Tabel 1 — Afvoercapaciteit van standleidingen toegepast na een noodafvoer

Binnenmiddellijn $d$ mm	Afvoercapaciteit $Q_a$ l/s
117	11,7
150	21,8
190	39,3
230	63,4
290	113,2
375	215,3



### 7.2.3 Verzamelleidingen

Voor het bepalen van de capaciteit van een verzamelleiding is hierna een samenvatting opgenomen van de regels die hiervoor in NEN 3215 zijn opgenomen.

Voldaan moet worden aan de volgende voorwaarden:

$$\sum_i^n \Delta H_i \leq a - x \quad \text{en} \quad \frac{\Delta H_i}{L_i} \leq 0,07 \text{ voor } i = 1 \text{ t.m. } n$$

waarin:

$n$  is het aantal leidingtrajecten;

$\Delta H_i$  is het stijghoogteverschil over het leidingtraject, in m:  $\Delta H_i = \frac{Q_i^2 L_i}{A_i^2 C_i^2 R_i}$ ;

$a$  is de afstand tussen de bovenkant van de steekafvoer en de bovenkant van de verzamelleiding ter plaatse van de aansluiting met de standleiding die is aangebracht achter de verzamelleiding, in m;

$x$  is de grootste waarde van de middellijn van de standleidingen voor de verzamellingleiding (zie figuur 9), in m of 0,1 m;

$Q_i$  is de getalwaarde van het debiet dat door het leidingtraject  $i$  wordt afgevoerd in m<sup>3</sup>/s;

$L_i$  is de getalwaarde van de lengte van het leidingtraject  $i$  in m;

$A_i$  is de getalwaarde van de inwendige doorsnede van de leiding in m<sup>2</sup>:  $A_i = \frac{1}{4} \pi d_i^2$ ;

$d_i$  is de getalwaarde van de binnenmiddellijn van de leiding in traject  $i$  in m;

$C_i$  is de getalwaarde van de coëfficiënt van Chézy van de leiding in traject  $i$  in m<sup>3/2</sup>/s:  $C_i = c \log \left( \frac{3 d_i}{k'} \right)$ ;

$c$  is een constante:  $c = 18 \text{ m}^{3/2}/\text{s}$ ;

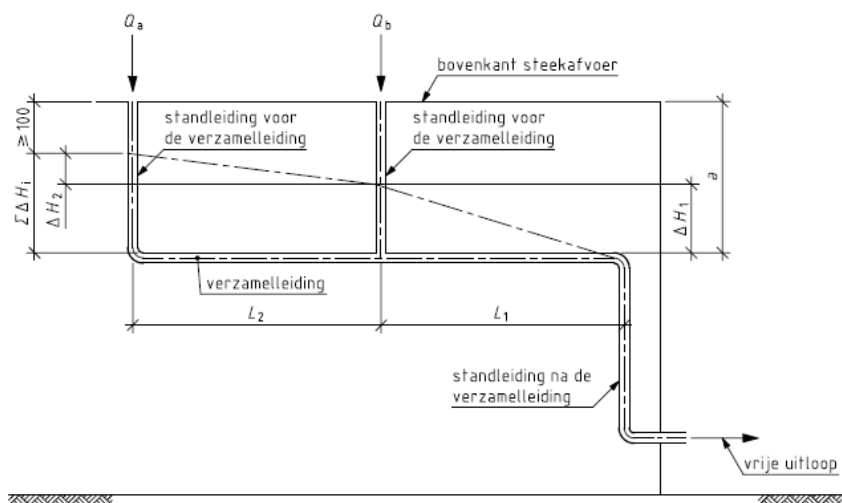
$k'$  is een constante:  $k' = 0,001 \text{ m}$ ;

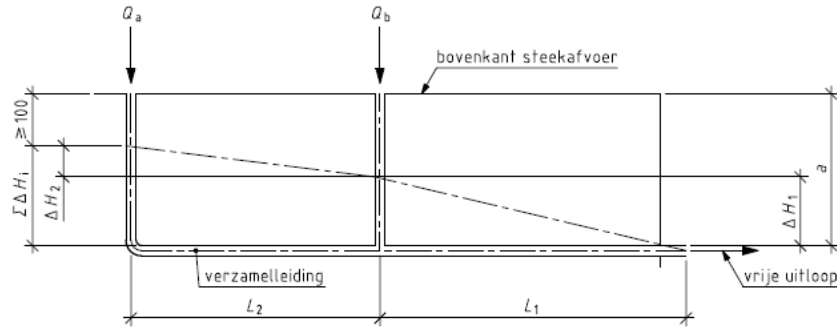
$R_i$  is de getalwaarde van de hydraulische straal in m:  $R_i = \frac{1}{4} d_i$ .

### NPR 6703:2006

Verschillende variabelen zijn in figuur 9 gegeven.

Maten in mm





traject 1: lengte  $L_1$ ;  $Q_1 = Q_a + Q_b$   
 traject 2: lengte  $L_2$ ;  $Q_2 = Q_a$

Figuur 9 — Stijghoogteverschil over een verzamelleiding voor hemelwater

In tabel 2 is de afvoercapaciteit van een horizontale verzamelleiding gegeven als afhankelijke van de ontwerpmiddellijn en het stijghoogteverschil per m. Bij een bekend stijghoogteverschil per m, uitgedrukt in mm waterkolom per m, en een bekende benodigde afvoercapaciteit kan de benodigde ontwerpmiddellijn  $d$  worden gevonden.

Tabel 2 — Afvoercapaciteit hemelwaterverzamelleiding in l/s

Stijghoogteverschil per m mm wk/m	Ontwerpmiddellijn $d$ mm					
	117	150	190	230	290	375
1,0	2,7	5,2	9,7	16,1	29,8	58,7
2,0	3,8	7,3	13,7	22,8	42,1	83,1
3,0	4,6	9,0	16,8	27,9	51,5	101,7
4,0	5,3	10,3	19,4	32,2	59,5	117,5
5,0	6,0	11,6	21,7	36,0	66,5	131,3
6,0	6,5	12,7	23,7	39,4	72,9	143,9
7,0	7,0	13,7	25,6	42,6	78,7	155,4
8,0	7,5	14,6	27,4	45,5	84,2	166,1
9,0	8,0	15,5	29,1	48,3	89,3	176,2
10,0	8,4	16,3	30,7	50,9	94,1	185,7
12,5	9,4	18,3	34,3	56,9	105,2	207,6
15,0	10,3	20,0	37,5	62,4	115,3	227,5
17,5	11,1	21,6	40,6	67,3	124,5	245,7
20,0	11,9	23,1	43,4	72,0	133,1	262,7
22,5	12,6	24,5	46,0	76,4	141,2	278,6
25,0	13,3	25,8	48,5	80,5	148,8	293,7
27,5	14,0	27,1	50,8	84,4	156,1	308,0
30,0	14,6	28,3	53,1	88,2	163,0	321,7
32,5	15,2	29,5	55,3	91,8	169,6	334,8
35,0	15,8	30,6	57,3	95,2	176,1	347,5
37,5	16,3	31,6	59,4	98,6	182,2	359,7
40,0	16,8	32,7	61,3	101,8	188,2	371,5
42,5	17,4	33,7	63,2	105,0	194,0	382,9
45,0	17,9	34,7	65,0	108,0	199,6	394,0
47,5	18,4	35,6	66,8	111,0	205,1	404,8
50,0	18,8	36,5	68,5	113,8	210,4	415,3
60,0	20,6	40,0	75,1	124,7	230,5	454,9
70,0	22,3	43,2	81,1	134,7	249,0	491,4

OPMERKING In bijlage E is een voorbeeldberekening van een verzamelleiding opgenomen.



### 7.2.4 Standleidingen na de verzamelleiding

Voor het bepalen van de capaciteit van een standleiding, die gezien in de afvoerrichting, na een verzamelleiding is toegepast, is hierna de vergelijking die hiervoor in NEN 3215 is opgenomen, gegeven.

$$Q_a = 4,1 d^{5/2}$$

waarin:

$Q_a$  is de getalwaarde van de afvoercapaciteit in m<sup>3</sup>/s;

$d$  is de getalwaarde van de binnenmiddellijn van de standleiding in m.

In tabel 3 is de gegeven vergelijking nader uitgewerkt.

Tabel 3 — Afvoercapaciteiten van standleidingen toegepast na een verzamelleiding

Binnenmiddellijn $d$ mm	Afvoercapaciteit $Q_a$ l/s
117	19,2
150	35,7
190	64,5
230	104,0
290	185,7
375	353,1

### 7.3 UV-hemelwaterafvoersystemen

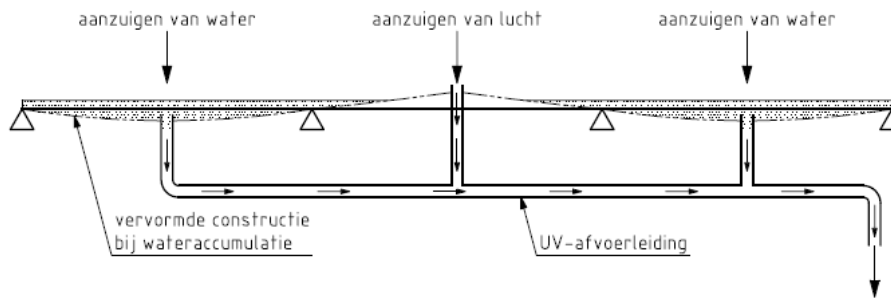
UV-hemelwaterafvoersystemen, ook wel aanvullingssystemen genoemd, zijn afvoersystemen waarbij ten gevolge van het creëren van relatief grote drukverschillen, hoge stroomsnelheden in de leidingen worden bereikt. Het is daarom bij reguliere hemelwaterafvoersystemen mogelijk om door toepassing van UV-hemelwaterafvoersystemen de middellijn van de leidingen ten opzichte van een systeem op basis van overlaatstroming fors te beperken.

De werking van een UV-hemelwaterafvoersysteem is gebaseerd op het uitgangspunt dat bij alle op het systeem aangesloten afvoertrechters zoveel water aanwezig is dat geen lucht kan worden aangezogen. Aan dit uitgangspunt kan, bij systemen waarbij meer afvoertrechters op een verzamelleiding zijn aangesloten, niet altijd worden voldaan. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de vervorming van de constructie tijdens een wateraccumulatieproces, zie figuur 10. Andere mogelijke oorzaken hiervan zijn opstuwning van water door wind en niveauverschillen op het dakvlak ten gevolge van maatafwijkingen tijdens de bouw. Als een UV-hemelwaterafvoersysteem, dat als noodafvoersysteem is toegepast, lucht aanzuigt gaan de drukverschillen verloren en nemen de stroomsnelheden en de capaciteit significant af. Op deze wijze kan een niet-acceptabele berging van water op het dakvlak ontstaan die tot een overbelasting van de constructie leidt. Dit probleem kan op een aantal wijzen worden voorkomen, bijvoorbeeld door:

- compartimentering tot kleinere afvoergebieden met separate verzamelleidingen;
- elke UV-noodafvoertrechter aan te sluiten op een afzonderlijke leiding met een vrije uitloop tot boven het aangrenzend maaiveld.

Standaard afvoertrechters van een UV-hemelwaterafvoersysteem voldoen niet aan de aanwijzingen die in 8.7.1.6 van NEN 6702 zijn geformuleerd, waarbij mag worden aangenomen dat verstoppingen redelijkerwijs worden voorkomen. Tot slot is de relatie tussen waterstand en af te voeren debiet bij afvoertrechters van UV-hemelwaterafvoersystemen anders dan hetgeen in NEN 6702 is gesteld. Het is daarom noodzakelijk dat over de detaillering van de UV-noodafvoertrechters en de optredende waterstanden overleg wordt gevoerd tussen de leverancier van het UV-systeem en de constructeur van de dakconstructie.

Samenvattend wordt gesteld dat bij het toepassen van een UV-hemelwaterafvoersysteem als noodafvoersysteem de nodige zorgvuldigheid belangrijk is en dat het noodzakelijk is dat er een uitwisseling van gegevens plaatsvindt tussen de constructeur die bekend is met het constructieve gedrag van de constructie en de ontwerper van het UV-systeem.



**Figuur 10 — Aanzuigen van lucht in UV-afvoersysteem tijdens wateraccumulatieproces**

Bij deze gegevensuitwisseling levert de constructeur de volgende informatie:

- de plaatsen van de UV-noodafvoertrechters;
- het af te voeren debiet ( $Q_{n,u}$ ) van elke UV-noodafvoertechter;
- de maximale waterhoogte ( $d_{h,w}$ ) ter plaatse van elke noodafvoertechter.

De ontwerper van het UV-noodafvoersysteem levert de volgende informatie:

- de maximale waterhoogte ( $d_{n,d}$ ) bij het (maximaal) af te voeren debiet van de UV-noodafvoertechter;
- de berekening van de middellijn van alle leidingen van het UV-noodafvoersysteem.

Uiteindelijk dient de door de opdrachtgever aangewezen deskundige, die verantwoordelijk is voor de samenhang van de verschillende onderdelen van de bouwconstructie, al deze gegevens in voor de aanvraag voor bouwvergunning.

**OPMERKING 1** De waterhoogte  $d_{n,d}$  wordt bepaald door zowel de capaciteit van de UV-noodafvoertechter als door de capaciteit van de afdekkap-rooster die voor de afvoertechter is aangebracht.

In 8.7.1.6 van NEN 6702 wordt gesteld dat voorzieningen voor noodafvoeren zo moeten zijn uitgevoerd dat zij redelijkerwijs niet verstopt kunnen raken door vervuiling. Hieraan wordt geacht te zijn voldaan, indien:

- boven de UV-noodafvoertechter een afdekkrooster/-plaat wordt geplaatst, niet lager dan 30 mm boven de bepaalde waterhoogte  $d_{h,w}$ , met afstandhouders op het (verhoogde) dakvlak in een middellijn niet kleiner dan 450 mm, waarvan de opening tussen de afstandhouders van de afdekkap niet kleiner is dan 80 mm in horizontale richting en 20 mm in verticale richting;
- de UV-noodafvoertechter geen kleinere doorlaat heeft dan 80 mm in de horizontale richting en 20 mm in de verticale richting;
- de UV-noodafvoertechter verhoogd is aangebracht en op een hart-op-hartafstand van ten minste 1 000 mm vanaf dakopstanden en/of obstakels is geplaatst.

**OPMERKING 2** De grootte van de middellijn van de trechters en standleidingen bij noodafvoeren uitgevoerd met een UV-noodafvoersysteem is kleiner dan de waarden in de aanwijzing in artikel 8.7.1.6 van NEN 6702. Een rooster voor de trechter voorkomt dat deze leidingen verstopten.



**Bijlage E Uit NEN-EN 1253-2:2015**

Table 3 — Minimum flow rates for roof drains

Nominal size of roof spigot		Gravity drainage		Siphonic drainage		
DN/OD	DN/ID	Minimum flow rate l/s	Head of water $h$ mm	Minimum flow rate l/s	Head of water $h$ mm	
40		—	—	2,5	55	
	40			3,0		
50		0,9	35	4,0		
	50			6,0		
63		1,0		7,0		
75		1,7		12,0		
	70			14,0		
80		2,6		18,0		
	75	3,0		22,0		
90		4,5				
	100					
125		7,0		45		—
	125					
160		8,1				
	150					





Korenmolenlaan 4  
3447 GG Woerden  
Telefoon: 088 401 06 00

[info@tvvl.nl](mailto:info@tvvl.nl) | [www.tvvl.nl](http://www.tvvl.nl)

