

Handboek

# Regenwater afvoer

de totaaloplossing  
voor vrijverval  
regenwaterafvoersystemen



# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	pag. 4
1.1	Wat en voor wie?	pag. 4
1.2	Regenwaterafvoer: veilig en snel	pag. 4
1.3	Overige regenwatersystemen	pag. 4
<b>2</b>	<b>Algemene beschrijving van het systeem</b>	pag. 5
2.1	Leidingen	pag. 5
2.2	Druk of drukloos	pag. 5
<b>3</b>	<b>Ontwerp</b>	pag. 6
3.1	Belasting regenwaterafvoersysteem	pag. 6
3.2	Uitpandig of inpandig	pag. 7
3.3	Dakafschot	pag. 7
3.4	Trechters	pag. 8
3.5	Bladvangers	pag. 9
3.6	Overlaten	pag. 9
3.7	Goten	pag. 10
3.8	Standleiding	pag. 11
3.9	Verzamelleiding	pag. 12
3.10	Stankafsluiters	pag. 12
3.11	Gecombineerde grondleiding	pag. 14
3.12	Ontlastconstructies	pag. 14
3.13	Huisaansluitleidingen	pag. 15
<b>4</b>	<b>Montage PVC inpandig</b>	pag. 16
4.1	Materiaalkenmerken	pag. 16
4.2	Instorten van PVC	pag. 17
4.3	Verwerking van PVC	pag. 18
4.4	Verbindingen in PVC	pag. 18
4.5	Beugelen van PVC	pag. 19
4.6	Afpersen van PVC-leiding	pag. 21
4.7	Onderhoud van PVC-leiding	pag. 21

<b>5</b>	<b>Montage PVC uitpandig</b>	pag. 22
	<b>5.1 Verbindingen in PVC</b>	pag. 22
	<b>5.2 Beugelen van PVC</b>	pag. 22
	<b>5.3 Onderhoud van PVC</b>	pag. 22
<b>6</b>	<b>Montage PE inpandig</b>	pag. 23
	<b>6.1 Materiaalkenmerken</b>	pag. 23
	<b>6.2 Verwerking van PE</b>	pag. 24
	<b>6.3 Instorten van PE</b>	pag. 24
	<b>6.4 Verbindingen in PE</b>	pag. 25
	<b>6.5 Beugelen van PE</b>	pag. 26
	<b>6.6 Afpersen van PE-leiding</b>	pag. 28
	<b>6.7 Onderhoud van PE-leiding</b>	pag. 28
	<b>Bijlage 1: Fysische eigenschappen PVC en PE</b>	pag. 29
	<b>Bijlage 2: Capaciteit standleidingen</b>	pag. 30



# 1. Inleiding

## 1.1 Wat en voor wie?

Het handboek Regenwaterafvoer behandelt de afvoer van regenwater van woningen en utiliteitsgebouwen met behulp van kunststof leidingsystemen. U leest alles over de onderdelen, het ontwerp en de montage van een binnenrioleringsstelsel.

Dit handboek is bestemd voor opdrachtgevers, installateurs, architecten, bouwkundigen, woningbouwcoöperaties en toezichhouders.

Wavin aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de gegevens die in dit handboek verstrekt worden.

## 1.2 Regenwaterafvoer: veilig en snel

Elk gebouw moet een afvoersysteem hebben dat regen- en smeltwater veilig en snel van het dak afvoert. 'Veilig' houdt in dat er geen lekkage mag zijn en dat het dak niet overbelast mag raken. 'Snel' heeft vooral betrekking op de mogelijkheid dat bij vertraagde afvoer de waterhoogte op het dak kan stijgen tot ontoelaatbare hoogte. Met name platte daken zijn gevoelig voor overbelasting; zij worden meestal ontworpen op een gelijkmatig verdeelde belasting van 70 kg/m<sup>2</sup>.

Volgens NEN 3215 moet het afvoersysteem zo ontworpen worden dat het 300 l/s.ha kan afvoeren. In Nederland komen incidenteel zwaardere buien voor, zij het meestal gedurende korte tijd, en dan heeft het afvoersysteem een te kleine capaciteit. Een beperkte capaciteit kan ook ontstaan door verstopping van dakafvoeren. Elk ontwerp moet daarom voorzien in situaties waarbij het afvoersysteem tijdelijk tekortschiet; er mag zich dan geen onveilige situatie voordoen. Daarom moet elk dak voorzien zijn van een overstortstelsel, zie afb. 3.6.

## 1.3 Overige regenwatersystemen

Dit handboek behandelt het ontwerp en montage van een Wavin vrijerval afvoersysteem. Wavin levert daarnaast de volgende systemen op het gebied van afvoer:

### Wavin QuickStream

Het Wavin QuickStream UV-systeem zorgt voor een snelle waterafvoer van grote dakoppervlakken met kleine leiding diameters. Speciale dakafvoeren en een uitgebalanceerd ontwerp zorgen ervoor dat er bij flinke regenval geen lucht in het systeem is. Daardoor kan de met water gevulde standaardleiding zorgen voor een grote afvoersnelheid.

Wavin QuickStream is een voordelig systeem omdat de buisdiameters kleiner zijn dan bij andere systemen, maar ook omdat er minder buislengte nodig is. Het aantal verticale leidingen is namelijk beperkt.

De horizontale verzamelleidingen worden meestal direct aan het dak bevestigd en omdat geen afschot nodig is, blijft de inbouwhoogte beperkt. Door de kleine diameters is de gewichtsbelasting beperkt.

### Wavin Azura HQ

Gemeenten eisen soms dat regenwater bovengronds van achter naar voor de woning wordt getransporteerd om over of langs de straat af te voeren. Het is niet wenselijk om een 110 mm afvoerleiding door een woning te laten lopen. Ondergronds afvoeren kan niet omdat regenwater dat in de leiding achterblijft, kan gaan stinken en bevriezen.

Daarom heeft Wavin het Azura HQ systeem ontwikkeld. Dit systeem transporteert het regenwater door een smalle leiding van 32 mm. De leiding is tijdens de afvoer geheel gevuld, waardoor veel water kan worden afgevoerd. Achter de woning ontstaat tijdens de bui een waterkolom die het water met vrij grote snelheid door de kleine leiding perst.

### Infiltratie

Regenwater van daken en het water van opritten en terrassen is onder bepaalde omstandigheden uitstekend te infiltreren. Het wordt dan niet in het oppervlaktewater geloosd, maar in het grondwater.

Voordelen van infiltratie zijn:

- ⦿ Regenwater hoeft niet te worden afgevoerd.
- ⦿ Regenwater wordt toegevoegd aan het grondwater waardoor minder verdroging optreedt.
- ⦿ Door de korte transportafstand is de kans op vervuiling van het regenwater klein; er hoeft geen reiniging plaats te vinden.

Bij infiltratie wordt het regenwater ontdaan van grof vuil en naar een ondergrondse buffer geleid vanwaaruit het langzaam in de bodem zakt.

## 2. Algemene beschrijving van het systeem

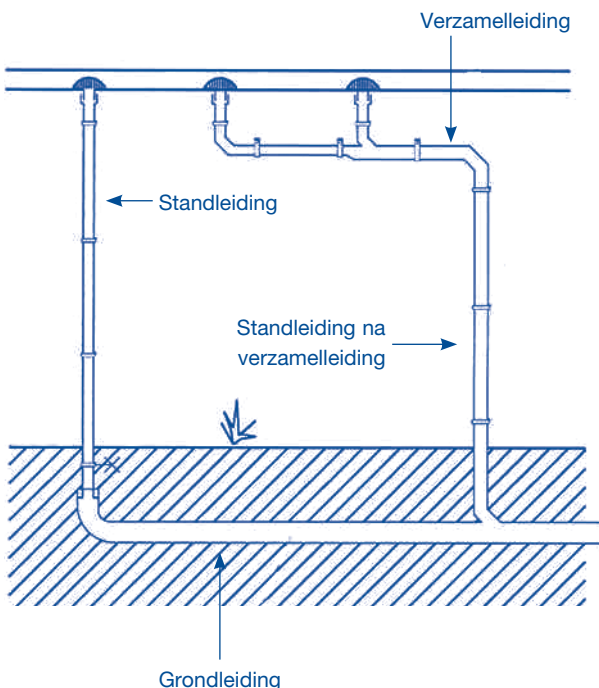
### 2.1 Leidingen

Wavin gebouwrriolering voor regenwaterafvoer is een vrijvervalstelsel. Er wordt gebruik gemaakt van de zwaartekracht om het water af te voeren. De liggende leidingen moeten daarom onder afschot geplaatst worden.

Het systeem bevat de volgende leidingonderdelen:

- ⦿ Standleiding vanaf dakafvoer of dakgoot
- ⦿ Verzamelleiding (indien van toepassing)
- ⦿ Standleiding na verzamelleiding (indien van toepassing)
- ⦿ Grondleiding

De grondleiding wordt vaak aan de buitenkant van het gebouw aan de fundering bevestigd.



Afb. 2.1 Regenwaterafvoerleidingen

### Standleiding

De (korte) standleiding verbindt de dakafvoeren en goten met de verzamelleiding of de grondleiding.

### Verzamelleiding

Een verzamelleiding is een liggende leiding die dakafvoerstandleidingen verbindt met de stand- of de grondleiding.

### Standleiding na verzamelleiding

Een standleiding is een verticale leiding en komt meestal uit op de ondergrondse verzamelleiding: de grondleiding.

### Grondleiding

De grondleiding is een liggende leiding onder de begane grondvloer, waarin regen- en smeltwater uit een of meer standleidingen komt. De grondleiding lost het water op de buitenriolering, de huisaansluitleiding of het oppervlakte water.

### 2.2 Druk of drukloos

In een vrijvervalstelsel ontstaat normaal gesproken geen overdruk in de leiding. Onder omstandigheden kan dit wel gebeuren en dan treedt drukverhoging op. Inpandige leidingen dienen altijd volledig waterdicht te zijn.

# 3. Ontwerp

## 3.1 Belasting regenwaterafvoersysteem

De belasting van een regenwaterafvoersysteem wordt bepaald door het dakoppervlak te vermenigvuldigen met de standaard regenintensiteit. Op deze berekening zijn twee reductiefactoren van toepassing. De formule is als volgt:

$$Q_h = a \cdot i \cdot \beta \cdot F$$

waarin:  $Q_h$  : belasting van de afvoerleiding (l/s)  
 $a$  : reductiefactor vertraagde afvoer  
 $i$  : regenintensiteit (l/s.m<sup>2</sup>)  
 $\beta$  : reductiefactor voor de hellingshoek  
 $F$  : dakoppervlak (m<sup>2</sup>)

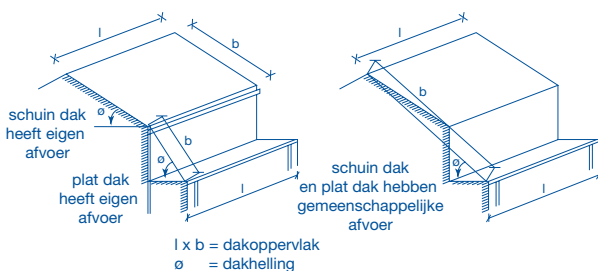
Hieronder worden de onderdelen van de formule nader besproken

### Regenintensiteit (i)

Bij de berekening van de capaciteit van afvoersystemen wordt uitgegaan van regenintensiteit van 0,03 l/s.m<sup>2</sup> (300 l/s.ha).

### Dakoppervlak (F)

Het dakoppervlak wordt bepaald door de lengte (l) te vermenigvuldigen met de effectieve breedte (b), zie afbeelding 3.1.



Afb. 3.1 Daken met verschillende hellingshoeken.

### Reductiefactor voor effectieve dakbreedte (β)

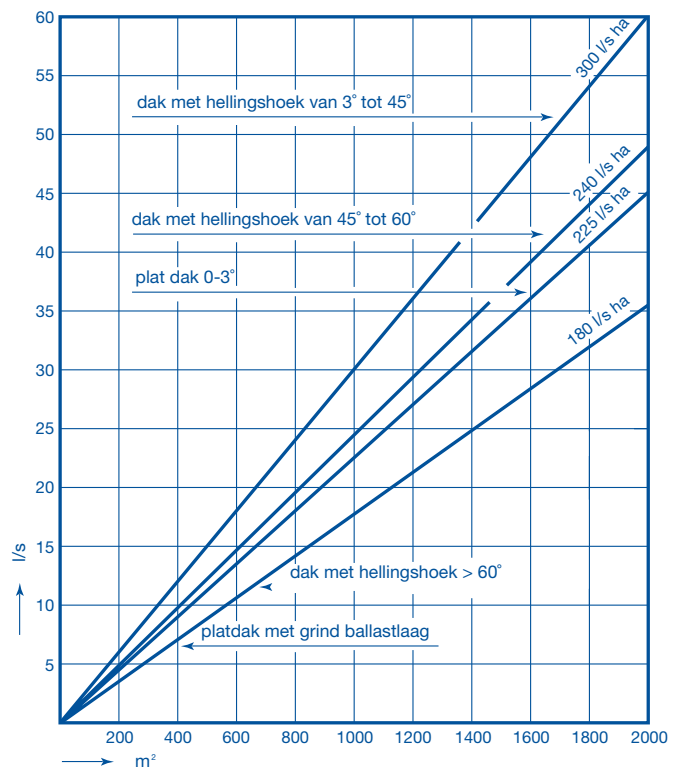
Voor de berekening van het oppervlak van schuine daken moet niet de horizontale projectie worden genomen, maar moet evenwijdig aan het dakvlak worden gemeten. Op steile daken zal minder regenwater vallen, daarom wordt een reductiefactor β toegepast voor de hellingshoek.

hellingshoek	reductiefactor β
3° tot 45°	1,0
45° tot 60°	0,8
60° tot 85°	0,6
> 85°	0,3

### Reductiefactor voor vertraging van de afvoer (a)

Een schuin dak voert het regenwater sneller af naar de riolering dan een plat dak (helling < 3°). Bovendien heeft een plat dak vaak een ballast (bijvoorbeeld grind) die zorgt voor vertraging van de afvoer. Om deze aspecten te verrekenen in de benodigde capaciteit van het regenwaterafvoersysteem, wordt met reductiefactor a gewerkt op de standaard regenintensiteit van 300 l/s.ha.

daktype	reductiefactor a
Platte daken met grind	0,60
Andere platte daken	0,75
Niet-platte daken	1,00



Afb. 3.2 Af te voeren hoeveelheid regenwater voor diverse daksoorten.

### 3.2 Uitpandig of inpandig

Afvoer van regenwater kan op twee manieren gebeuren: uitpandig of inpandig.

#### Uitpandig

Uitpandige afvoer is mogelijk bij vlakke en schuine daken. Bij vlakke daken gebeurt het via een zogenaamde stadsuitloop en een standleiding. De stadsuitloop veroorzaakt wel opstuwning en stromingsbelemmering. Dit heeft gevolgen voor de hoogte van de noodoverlaten (extra 20 mm hoger).

Bij schuine daken wordt het water meestal via een goot afgevoerd. Goten buiten de gevel voeren het water via standleidingen naar beneden. Bij goten aan de gevel is de gevelzijde doorgaans hoger dan de buitenzijde, waardoor bij verstoring van de afvoer de goot aan de 'goede' zijde overloopt.

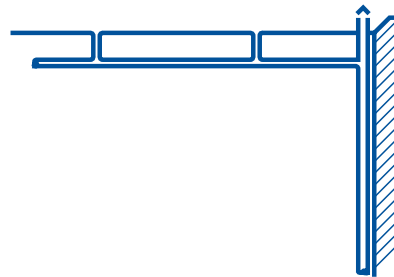
#### Inpandig

Bij grote dakvlakken wordt de regenwaterafvoer vaak inpandig uitgevoerd. Dit heeft te maken met de grote afstand tot de dakranden. Verder zorgt inpandige aanleg ervoor dat de leidingen en trechters niet bevroren.

Ook platte daken moeten een afschot hebben, waardoor vanzelf geulen ontstaan waar het water heenloopt. Dakafvoeren moeten in deze geulen geprojecteerd worden. In ieder geval moet elk laagste punt of lijn een dakafvoer hebben, zodat geen plasvorming ontstaat.

Soms worden losse goten in het dak opgenomen. De onder helling gelegde daken voeren het regenwater af naar deze vrij van het dak hangende goten. Vaak is het lastig daarbij een goede waterdichte verbinding tussen deze goten en het dakvlak te realiseren. Daarom moeten deze goten zeer royaal uitgevoerd worden en moeten zij een overlaatvoorziening hebben die ruim onder het lekniveau ligt.

Bij inpandige afvoer kan gekozen worden tussen een verzamelleiding vlak onder het dak of op een veel lager niveau (meestal ondergronds). Als de afvoer onder water uitkomt kan de standleiding doorgetrokken worden door het dak als ontspanningsleiding (afbeelding 3.3).



Afb. 3.3 Ontspanning van de standleiding.

Aan inpandige regenwaterleidingen worden dezelfde eisen gesteld als aan afvalwaterleidingen, wat betreft wanddikte, hulpstukken en productnormen. Een inpandige regenwaterafvoer moet geheel waterdicht worden uitgevoerd, inclusief de aansluiting op de dakafvoer. Verder moet rekening worden gehouden met condensvorming en met expansie en krimp als gevolg van temperatuurwisselingen.

### 3.3 Dakafschot

Het dakafschot bepaalt hoe lang een druppel erover doet om de dakafvoer te bereiken. Hoe langer dit duurt door een flauw afschot, grind op het dak of andere obstakels, des te hoger het waterniveau op het dak zal zijn.

Een flexibel plat dak (van metaal of hout) kan zoveel vervormen dat wateraccumulatie optreedt. Wateraccumulatie ontstaat als het dak onder invloed van een waterlaag zoveel vervormt dat de waterlaag bij doorgaande toevoer steeds hoger wordt zonder dat het de dakafvoer bereikt. Om wateraccumulatie te voorkomen moeten flexibele daken een minimum afschot van 16:1000 (1,6%) hebben.

Zeker bij weinig dakafschot is het aan te bevelen de daktrechter verdiept in te plakken. Hiermee blijft de drijfhoogte op het dak beperkt en wordt plasvorming, en daarmee algengroei (groenaanslag) op het dak voorkomen.

### 3.4 Trechters

De vorm en de plaats van afvoertrechters bepaalt sterk de afvoercapaciteit van goten en standleidingen.

#### Aantal trechters

Het aantal benodigde trechters wordt berekend op basis van de benodigde afvoercapaciteit en het dakoppervlak. Hierbij is ook de aansluitmiddellijn en de capaciteit van de gekozen trechter van belang.

Volgens NEN 3215 moeten daken met een oppervlakte groter dan 100 m<sup>2</sup> minimaal twee afvoerpunten hebben. Verder moet er per 250 m<sup>2</sup> één trechter geplaatst worden en moet het water in de geul binnen 10 m een trechter bereiken.

#### Plaats van de trechters

De plaats van trechters op een dak, in een dakgeul of dakgoot, wordt door de volgende regels bepaald:

- ⦿ De trechters moeten op het diepste punt worden geplaatst.
- ⦿ Het dakwater moet ongehinderd de trechter in kunnen stromen.

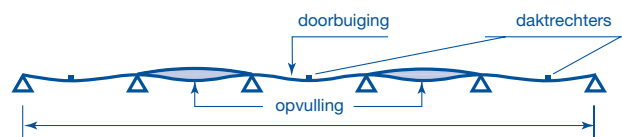
De ideale situatie is als de diepste lijnen op een dak horizontaal zijn en blijven, ook onder dakbelasting. Als langs die lijn de trechters geplaatst worden, kan het dakwater tussen de trechters vrij stromen. Dit is van belang omdat:

- ⦿ Het water bij een verstopping eenvoudig naar de naastliggende trechters kan stromen; dit voorkomt dat het dak doorbuigt of dat water achterblijft op het dak.
- ⦿ Het risico kleiner is dat grote verontreinigingen worden meegesleept door het stromende water.
- ⦿ Het dakwater tot op zekere hoogte, ook onder invloed van wind, kan 'kiezen' voor een trechter.

Bij daken van gewapend beton, voorgespannen liggers of boogvormige spanten met dakelementen, bevinden de laagste punten zich bij de dragers. Hier worden dus de trechters aangebracht. Om bouwkundige of architectonische redenen kan het ongewenst zijn trechters bij de buitenste dragers aan te brengen. In zo'n geval is het nodig de helling van het buitenste dakdeel om te keren door middel van vulelementen (afbeelding 3.4). Het buitenste deel kan in dit geval ook met standleidingen langs de gevel worden afgewaterd.



Afb. 3.4 Opvullen buitenste rand ten behoeve van een goed dakafschot.



Afb. 3.5 Opvullen van het dak ten behoeve van de afwatering.

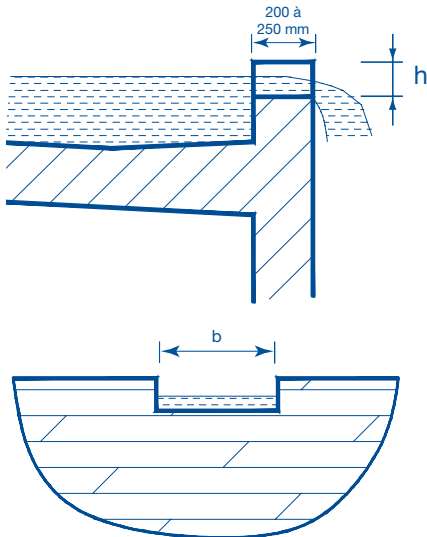
Vooral bij stalen daken kan doorbuiging tussen de dragers en spanten optreden. De trechters moeten in dat geval aangebracht worden op de plaats waar bij waterbelasting het diepste punt verwacht wordt. De toelaatbare belasting is bij deze daken meestal zeer klein. Het is niet aan te bevelen om in iedere dakstrook afvoeren aan te brengen om doorbuiging te voorkomen. Dit betekent immers:

- ⦿ Meer gaten in het dak.
- ⦿ Minder water per trechter.
- ⦿ Meer afvoerbuis.
- ⦿ Dat het moeilijker wordt om de afvoerleiding van de afvoer naar de dragers te brengen, waaraan de afvoerleidingen vaak worden bevestigd.

Een oplossing is het aanbrengen van een helling in de tussendelen van het dak (afbeelding 3.5). Een andere mogelijkheid is alle dakvlakken met behulp van isolatie te laten afwateren in de richting van de dragers.

Bij dakopstanden verzamelen zich dikwijls bladeren, stof en ander vuil. Daarom is het aan te bevelen de trechters tenminste 1 m uit de hoek te plaatsen. Dit bevordert ook de capaciteit van de trechters.





Afb. 3.6 Overlaat als rechthoekige opening in de dakrand

h (mm)	Capaciteit in l/s bij een openingsbreedte b in mm							
	100	200	300	400	500	600	800	1000
30	0,8	1,5	2,3	2,7	3,8	4,6	6,1	7,7
40	1,2	2,4	3,5	4,7	5,9	7,1	9,5	11,8
50	1,7	3,3	4,9	6,6	8,3	9,9	13,2	16,5
60	2,2	4,3	6,5	8,7	10,8	13,0	17,3	21,7
80	3,3	6,7	10,0	13,4	16,7	20,0	26,7	33,3
100	4,7	9,3	14,0	18,7	23,3	28,0	37,3	46,7
120	6,1	12,3	16,4	24,5	30,6	36,8	49,1	61,3
150	8,6	17,1	25,7	34,3	42,8	51,4	68,5	85,7
200	13,2	26,4	39,6	52,8	66,0	79,2	105,6	132,0
250	18,4	36,8	55,3	73,8	92,2	110,6	147,5	184,3

Afb. 3.7 Capaciteit van rechthoekige overlaat bij verschillende breedtes en waterhoogtes.

### Isolatie en verwarming

Om condensproblemen te voorkomen, moeten trechters in daken soms geïsoleerd worden. Bevriezing van trechters wordt meestal voorkomen door de opstijgende warme lucht in het afvoersysteem en de warmtetoevoer uit het gebouw. Van belang is wel dat de leiding leeg kan lopen om bijvoorbeeld smeltend sneeuwwater af te voeren. Bij gebouwen die in de winter niet verwarmd worden en bij gebouwen die voorzien zijn van een geventileerd koud dak, kan het nodig zijn anti-bevriezingsmaatregelen voor trechters en eventueel ook voor leidingen te nemen.

### 3.5 Bladvangers

Voor alle dakdoorlaten en trechters (ook in goten) moet bekeken worden of een bladvanger nodig is. Een bladvanger vermindert de capaciteit van de standleiding (zie bijlage 1), maar helpt verstopping voorkomen. Als er weinig bladdoorvoer is en de standleiding staat direct onder de trechter, dan worden bladeren met ander vuil meegevoerd tot in de straatriolering. Een bladvanger is dan niet noodzakelijk.

Wordt er veel bladdoorvoer verwacht, dan is een bladvanger op begane grondniveau wel nodig. Deze kan gecombineerd worden met een ontlastconstructie. Bladvangers zijn verder aan te bevelen wanneer het systeem lange horizontale leidingen onder het dak of onder een begane grondvloer bevat.

### 3.6 Overstortstelsysteem

Een plat dak moet een overstortstelsysteem hebben, ook wel noodoverstort genoemd. Onder normale omstandigheden (goed werkend regenwaterafvoersysteem, goed onderhoud en niet-extreem weer) komen de overlatten niet in werking. Gebeurt dat wel, dan moet de oorzaak gezocht worden. Dit is meestal vervuiling van de trechters. Dit betekent ook dat gesignaleerd moet worden dat de overlatten water hebben afgevoerd. Het water uit de overlatten moet boven het maaiveld zichtbaar uitstromen.

Normaal gesproken blijven de overlatten schoon, omdat ze bijna nooit in werking treden en omdat het meeste vuil bij de trechters komt. Overlatten kunnen wel verstopt raken als ze vaak in werking zijn en ze niet gecontroleerd worden.

Een overstortstelsysteem wordt berekend met een regenintensiteit van 500 l/s.ha, zonder reductiefactoren. Op deze manier hebben de overlatten ook bij extreme weersomstandigheden voldoende capaciteit om al het water af te voeren, ook als het gewone systeem niet functioneert. Evenals normale trechters moeten overlatten zo geplaatst worden dat geen ontoelaatbare wateraccumulatie kan ontstaan door doorbuiging van het dak. De beste plaats voor overlatten is daarom tussen kolommen of draagbalken.

Openingen in of verlagingen van de dakranden vormen de meest toegepaste vorm van overlatten (zie afbeelding 3.6). Deze plaats is niet erg flexibel: op enige afstand van de dakrand kan dan wateraccumulatie ontstaan die het dak te veel belast. Let erop dat de maximale waterspiegel hoger kan zijn dan de hoogte van de overlaat. De maximale waterspiegel is namelijk ook afhankelijk van de stuwhoogte bij de overlaat, de verhanglijn/stroomafstand en mogelijke windopstuwing. De waterhoogte bij rechthoekige scherpkantige overlatten wordt berekend met de volgende formule:

$$Q=1,7bh^{3/2}$$

waarbij:

Q: capaciteit van de wateroverlaat, in m<sup>3</sup>/s

b: breedte van de overlaat in m (zie afbeelding 3.6)

h: waterhoogte in m (zie afbeelding 3.6)

Voor een overlaatlengte van 200 tot 250 mm is in afbeelding 3.7 een aantal situaties doorgerekend. Voor kleinere capaciteiten wordt soms een buisvormige opening door de dakrand gekozen. Omdat deze opening gevoelig is voor verstopping, is deze volgens NEN 6702 niet toegestaan. Wel is het mogelijk steekafvoeren in het dak aan te brengen met een minimum diameter van 117 mm.

Bij grote dakvlakken is de stroomafstand tot de dakrand vaak te groot en moeten de overlatten over het dakvlak verdeeld worden. Daarbij heeft een UV-overstortstelsel de voorkeur omdat zo de leidingdiameters beperkt blijven. Een overstortstelsel moet immers ongeveer een twee keer zo grote capaciteit hebben als een normaal regenwaterafvoersysteem.

De hoogte en de plaats van de overlatten moet worden vastgesteld door een bouwkundig constructeur, mede op basis van de toegestane dakbelasting. Ook als het dak sterk genoeg is, zijn overlatten verplicht. Ze kunnen namelijk bij te hoge waterstanden lekkage voorkomen via opstaande mastiekranden, in het dak opgenomen goten enzovoorts. De architect geeft in overleg met de constructeur en de sanitair adviseur op waar de overlaatleiding moet uitkomen.

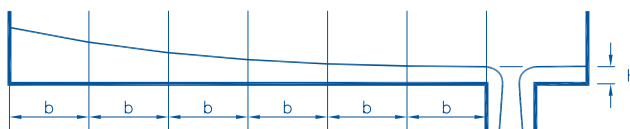
Er is onderscheid tussen noodoverlatten en signalerende overlatten, ook wel spuwers genoemd. Spuwers zijn kleiner en er worden er minder van geplaatst. Ze worden geplaatst in daken waar de dakbelasting niet kritisch is en bij grotere systemen waar op ieder dakdeel meerdere trechters zijn.

### 3.7 Goten

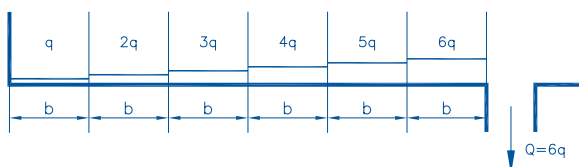
De afmetingen van de goten kan berekend worden als de volgende gegevens bekend zijn:

- ⊕ Vereiste capaciteit van de goten.
- ⊕ Drijfhoogte bij de doorlatten of trechters.
- ⊕ Middellijn en capaciteit van de standleidingen.

Vanuit het midden tussen twee standleidingen naar de standleiding varieert het debiet in de goot sterk. Als de hoogte van de waterlaag bij de standleiding bekend is of wordt aangenomen, kan de stuwkromme in de goot berekend worden. Bij een overlaatstroming moet bij de trechter minimaal gerekend worden met 20 tot 40 mm waterdiepte. De goot wordt in een aantal gelijke delen b verdeeld en per deel wordt het debiet bepaald. In het voorbeeld van afbeelding 3.8 is de goot opgedeeld in 6 delen. Voor elk deel, te beginnen bij de afvoer, wordt in afbeelding 3.9 nu het verhang opgezocht.

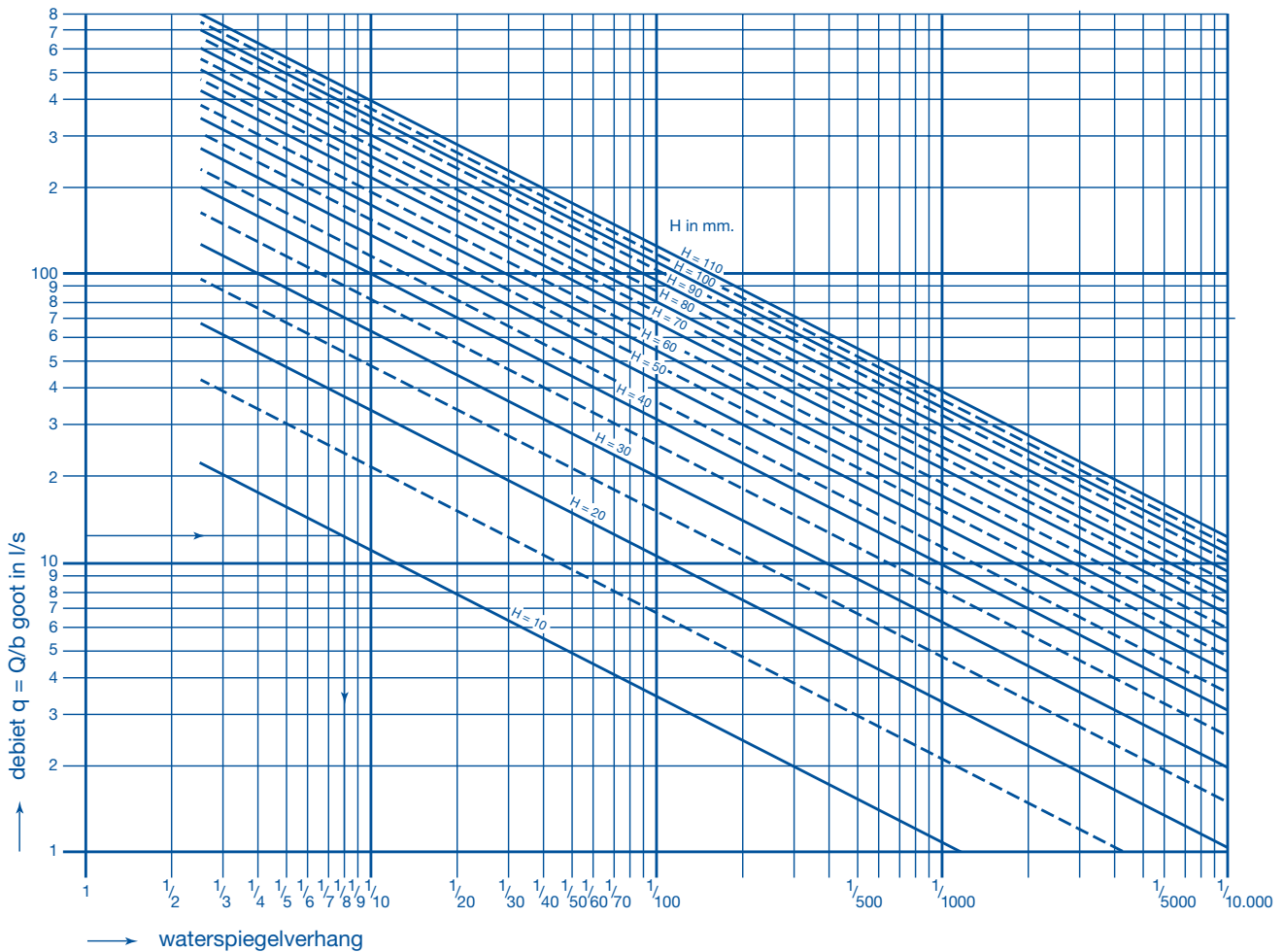


Waterspiegel in een goot, denkbeeldig opgedeeld in 6 delen.



Verloop van het debiet in een goot, denkbeeldig opgedeeld in 6 delen.

Afb. 3.8 Verloop van waterspiegel en debiet in een goot.



Afb. 3.9 Relatie tussen debiet en verhang voor rechthoekige goten bij verschillende waterstanden.  
*H = waterhoogte in de goot, over een korte afstand b wordt deze als constant aangenomen.*

Ook moet rekening worden gehouden met opwaaiing door wind en met in de goot mogelijk aanwezige obstakels. Fabrikanten van goten behoren de grenzen van hun producten goed aan te geven.

Voor veelvoorkomende vormen van goten geeft NEN 3215 minimum maten aan, gerelateerd aan de binnenmiddellijn van de regenwaterstandleiding (bijlage 1). De maximale gootlengte per regenwaterstandleiding is ook in bijlage 1 gegeven. Dit wil niet zeggen dat de goot dan altijd de hoeveelheid water kan verwerken. Dit hangt ook af van de capaciteit van de goot, de middellijn van de standleiding en de af te voeren hoeveelheid water.

### 3.8 Standleiding

Normaal stroomt het water de rechthoekige of conische overlaat in via een overlaatstroming. Wordt meer water aangevoerd dan ontstaat via een scherpkantige stroming een stroming onder invloed van een drijfhoogte op het dak (afbeelding 3.10). Hierbij wordt de leiding hydraulisch afgesloten.

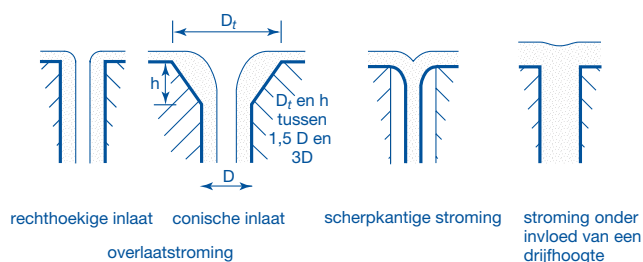
In afbeelding 3.11 staan de drijfhoogten die dan kunnen ontstaan bij de trechter. Door opstuwing of wind zal elders in de goot of op het dak de waterlaag nog groter zijn. Dit is ongewenst. Standleidingen moeten dus altijd maar gedeeltelijk gevuld zijn. Alleen bij speciale trechters als bij UV-systemen kan de standleiding geheel gevuld zijn zonder dat een extra hoge drijfhoogte optreedt.

#### Isolatie

Er is geen algemene regel te geven of het nodig is afvoerleidingen (standleiding, maar ook verzamelleiding en grondleiding) te isoleren. De kans op condens is aanwezig bij een relatieve vochtigheid van 40% en hoger. De temperatuur bovenin gebouwen is over het algemeen echter tamelijk hoog en de relatieve vochtigheid dus laag. Bovendien moet bekeken worden of het risico dat (incidenteel) condens optreedt, acceptabel is. Dit zal onder andere afhangen van het tracé van de leiding, de bestemming van het gebouw, enzovoort. Dit wordt bepaald in overleg met architect of opdrachtgever. Daarna kan een deskundige de isolatie vaststellen.

### 3.9 Verzamelleiding

Liggende regenwaterafvoerleidingen mogen voor 100% gevuld zijn. Het afschot van de leiding moet voldoende zijn om de stromingsweerstand te overwinnen bij de vereiste hoeveelheid te transporteren water. Dat betekent dat eerst de volumestroom (in l/s) bepaald moet worden. Aan de hand van



Afb. 3.10 Instroomsituaties bij afvoertrechters en condities voor een conische instroming.

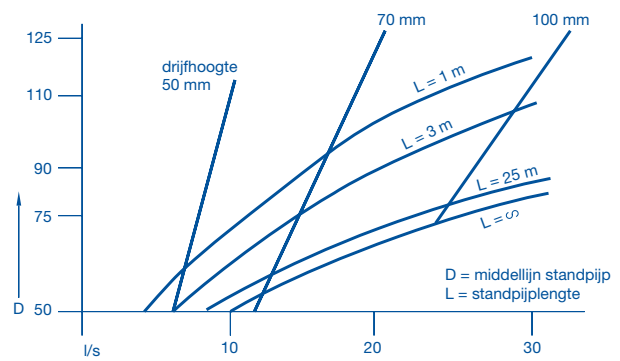
afbeelding 3.12 kan dan een leidingdiameter gekozen worden bij een bepaald afschot. Naarmate het afschot groter kan zijn, kan een kleinere diameter gekozen worden.

Het afschot kan aangegeven worden in mm/m (linker as) of in een verhouding (rechter as). Zoals in de uiterste linker as te zien is, wordt met het afschot een zeker drukverlies per meter gecompenseerd.

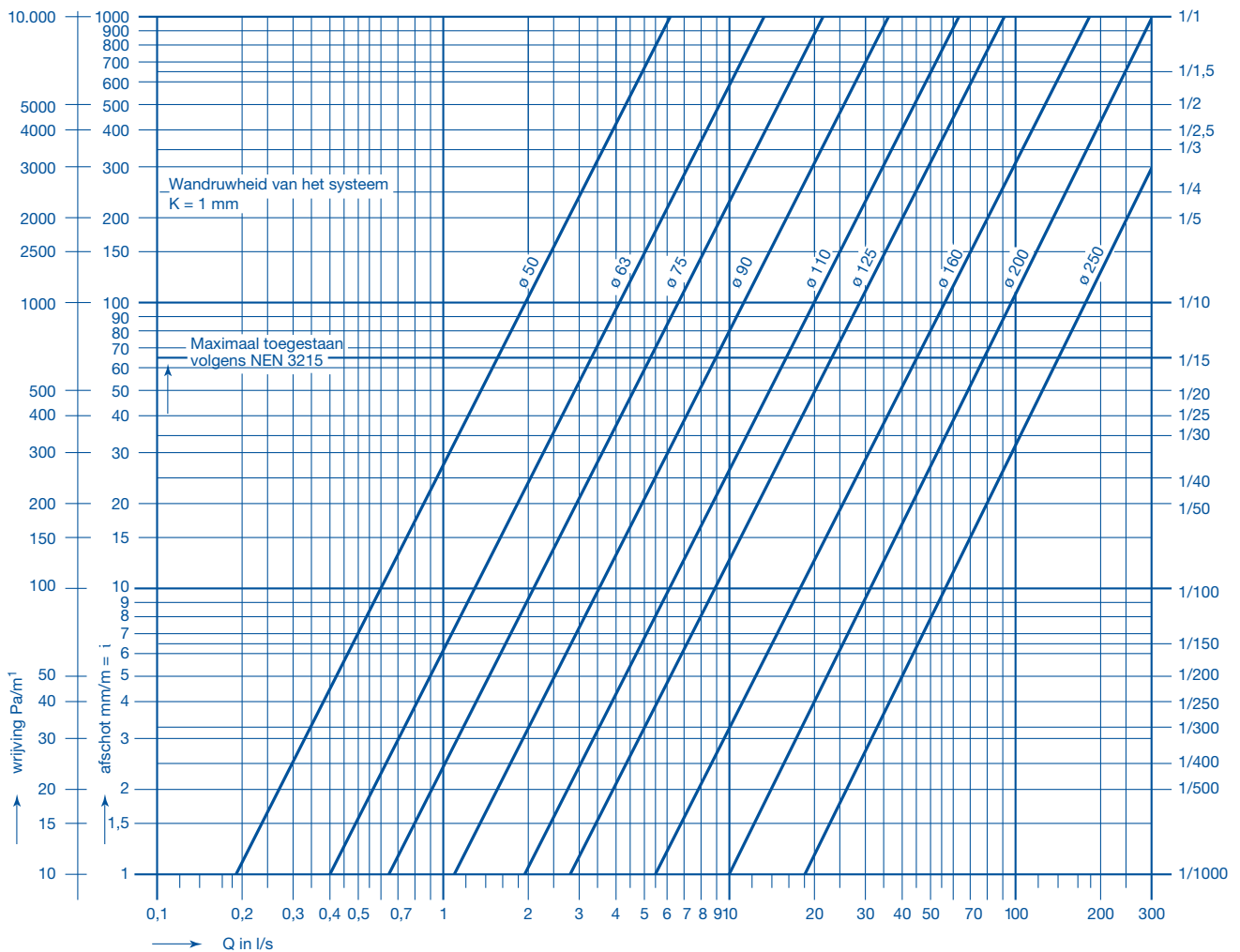
Voor het bepalen van het afschot kan een lijn getrokken worden tussen het hoogste waterniveau aan het begin van de leiding en het uittredeniveau. In veel gevallen kan dan ook gebruik gemaakt worden van de verticale delen boven de verzamelleiding (zie afbeelding 3.12: drukverhanglijn). Op deze wijze wordt een vrij groot afschot gecreëerd (volgens NEN 3215 met een maximum van 70 mm/m) en kan met een relatief kleine diameter volstaan worden. De leidingen moeten in werkelijkheid een zodanig afschot hebben dat de leiding leegloopt, ook als deze iets doorhangt tussen de beugels. Het afschot moet daarom minimaal 1:500 à 1:400 (2 à 2,5 mm/m) zijn. Voorwaarde is dat de berekende waterspiegelverhanglijn tenminste 100 mm of eenmaal de middellijn van de betrokken standleiding, onder de instroomopening van de betrokken daktrechter blijft (afbeelding 3.12). Voor dakterrassen en andere buitenruimten is het aan te bevelen deze maat a in afbeelding 3.12 groter te nemen.

### 3.10 Stankafsluiters

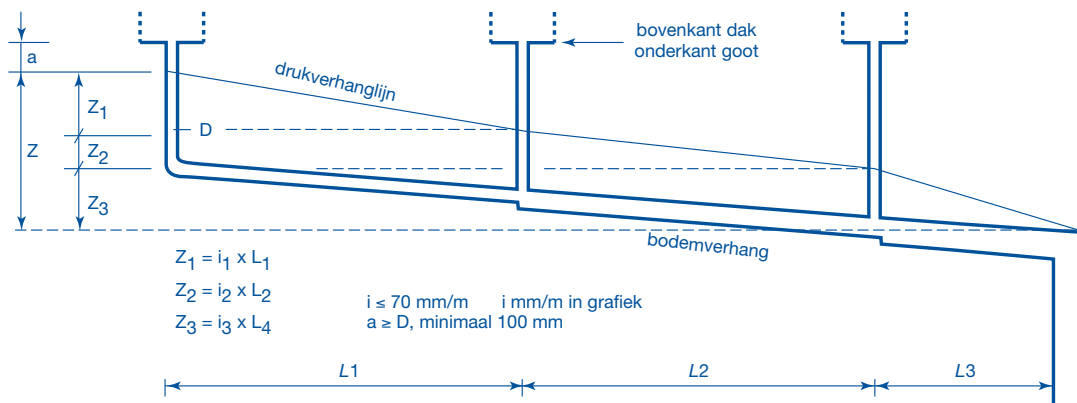
Als er kans bestaat op rioolstank vanuit de standleidingen, trechters, balkonafvoeren, enzovoort, moet een stankafsluiter aangebracht worden met een waterslotheogte van minstens 100 mm. De stankafsluiters moeten goed bereikbaar zijn voor onderhoud.



Afb. 3.11 Capaciteit van standleidingen en optredende drijfhoogten bij volledige vulling van standleidingen.



Capaciteit van liggende PVC en PE leidingen met wrijving(sverlies) of (bodem) verhang.



Afb. 3.12 Capaciteit van liggende PVC en PE regenwaterleidingen met wrijving(sverlies) of bodemverhang.



### 3.11 Gecombineerde grondleiding

Het is mogelijk om afvalwater en regenwater buiten het gebouw gecombineerd af te voeren. Dit mag alleen als:

- ⦿ Het straatriool een gemengd riool is.
- ⦿ De gemeente of straatrioolbeheerder toestemming heeft gegeven voor een gecombineerde lozing.
- ⦿ In de afvoerleiding een ontlastconstructie is opgenomen (NEN 3215).

Voor de gecombineerde afvoer mag met 100% vulling gerekend worden.

De leiding kan berekend worden met behulp van afbeelding 3.12, waarbij de berekende waterspiegelverhanglijn (stijg-hoogte) volgens NEN 3215 niet boven het peil van de begane grondvloer mag komen. Als de bovenstroomse zijde van de grondleiding gecombineerd is en daar dus een ontlastconstructie aanwezig is, mag de waterspiegelverhanglijn niet boven de bovenzijde van de ontlastput komen (afbeelding 3.13).

Het beste is om NTR 3216 te volgen en de waterspiegelverhanglijn niet hoger te laten zijn dan de bovenkant van de buis. Met andere woorden: het bodemverhang van de grondleiding

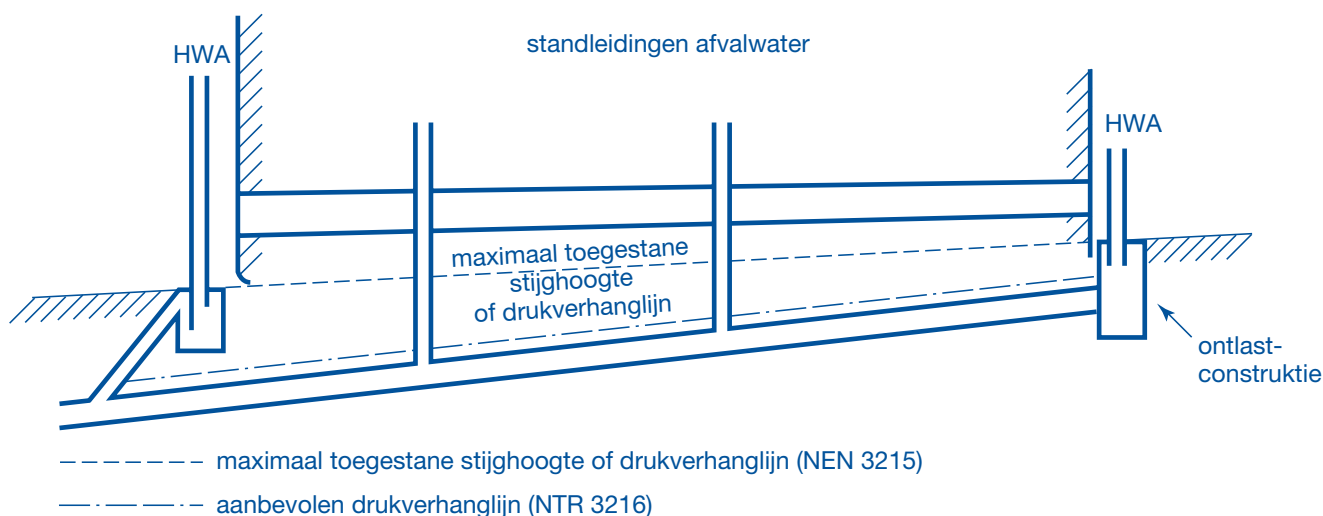
is bepalend (te berekenen met afbeelding 3.12). Hierdoor wordt overlast in de aangesloten leidingen vanaf de begane grond tijdens zware regenbuien voorkomen.

Bij nieuwbouw moet het combineren van afvalwater en regenwater buiten het gebouw plaats vinden. Bij bestaande gebouwen heeft combinatie soms binnen plaats gevonden. Vaak leidt dit bij hevige regenval tot volledig gevulde leidingen en daarmee het leegtrekken van sifons.

### 3.12 Ontlastconstructies

Bij gecombineerde afvoer mag de huisaansluitleiding ook gecombineerd worden. In dat geval moet wel een ontlastconstructie worden ingebouwd.

Bij grote regenval wordt het straatriool zwaar belast en ontstaan inwendige overdrukken. Deze overdrukken moeten worden opgeheven door de ontspanningsleidingen van de binnenriolering en de regenwaterstandleidingen. Veel regenwaterstandleidingen hebben echter een stankafsluiter, waardoor ontluchting alleen plaatsvindt via de ontspanningsleiding van de binnenriolering. Bij gecombineerde leidingen kan dan een hydraulische afsluiting ontstaan als gevolg van de grote regenwaterafvoer. Hierdoor ontstaat overdruk of zelfs waterpeilstijging in de op de grondleiding aangesloten leidingen.



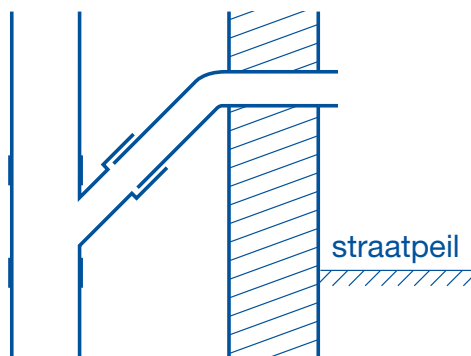
Afb. 3.13 Drukverhanglijn in gecombineerde grondleiding voor afvalwater en regenwater.

Om die reden moet een ontlastconstructie worden aangebracht, voordat de regenwaterafvoer op de afvalwaterleiding wordt aangesloten. Als de druk in de regenwateraansluitleiding te hoog wordt of als er drukverhoging plaatsvindt vanuit het straatriool, dan kan de regenwateraansluitleiding ontlast worden. De ontlastconstructie moet minimaal 50 mm lager geplaatst worden dan het laagste afvoertoestel in het gebouw.

In de ontlastconstructie (of erna) moet een stankafsluiter met een 100 mm waterslot aanwezig zijn om stank vanuit het gecombineerde riool tegen te houden. In dat geval mag onderaan de regenwaterstandleiding geen stankafsluiter te worden geplaatst.



hwa buiten de gevel



hwa binnen de gevel

Putten worden afgeraden als ontlastconstructie: deze moeten op of iets boven straatpeil of maaiveld een rooster hebben waar het water uit kan stromen. Waar water uit kan, kan ook water en vuil naar binnen. Daarnaast wordt vervuiling bevorderd door het waterslot.

Een betere oplossing is om het regenwater en het afvalwater te scheiden tot in het gemengde straatriool. Geef iedere regenwaterstandleiding een eigen ontlastconstructie (zie afbeelding 3.14). Hierbij vindt de ontlasting van regenwater op eigen terrein plaats. Het aantal overstorten blijft beperkt en is nauwelijks merkbaar. In dit geval kunnen stankafsluiters onderaan de regenwaterstandleiding toegepast worden.

### 3.13 Huisaansluitelingen

Gescheiden of gecombineerde afvoeren worden via huisaansluitelingen aangesloten op het straatriool. Voor de constructie- en andere gegevens over huisaansluitelingen, zie Wavin Handboek Huis- en kolkaansluitelingen.

Verder zijn de volgende punten van belang:

- ⦿ Als rechtstreeks wordt aangesloten op het regenwaterriool van een gescheiden rioolstelsel en de hoeveelheden regenwater zijn groot, dan is ook in de aansluitleiding een ontlastput aan te bevelen. In zo'n put is geen stankafsluiter nodig.
- ⦿ Regenwater van daken mag vaak worden geloosd op naburig oppervlaktewater. Een andere mogelijkheid is het relatief schone dakwater en het water van een terras of oprit te infiltreren als de bodemgesteldheid dit toelaat.

Speciale aandacht moet worden gegeven aan de overgang van de leidingdelen die bevestigd zijn aan de fundering en de aansluitleiding. Hou er rekening mee dat er verzakking optreedt. Dus er moet altijd een flexibel deel gebruikt worden voor deze overgang. Bij stabiele situaties kan volstaan worden met een buisstuk van 1 à 2 meter met flexibele steekmoffen (pendelstuk). In alle overige gevallen moet meer flexibiliteit aangebracht worden, bijvoorbeeld Wavinflex.

Afb. 3.14 Ontlastconstructie in iedere regenwaterleiding.

# 4. Montage PVC inpandig

## 4.1 Materiaalkenmerken

PVC is een zeer stijve en sterke kunststof. Het is goed bestand tegen zuren, basen en zouten en is daarom uitstekend geschikt als afvoerleiding.

De relatief hoge soortelijke massa en de grote stijfheid zijn voornamelijk te danken aan de chlooratomen in de PVC-moleculen. Daardoor is PVC een goed bruikbare grondstof die slechts beperkt beslag legt op energierijke grondstoffen als aardolie en aardgas.

PVC voor leidingen is niet voorzien van weekmakers en daarom duidt men dit materiaal soms aan met PVC-U (U = unplasticised).

### Bestandheid tegen onderdruk (uitwendige overdruk)

De grote stijfheid van PVC maakt het materiaal goed bestand tegen uitwendige druk die optreedt bij ingraven op grotere diepte of bij instorten in beton. Zoals bij alle kunststoffen vindt ook bij PVC kruip plaats, het verschijnsel dat het materiaal onder invloed van spanning vertraagd reageert. Bij PVC is de kruip relatief laag. Bij deze kruipeigenschappen bestaat er een verschil tussen korteduurgedrag (bijvoorbeeld instorten in beton) en langeduurgedrag (ingegraven buis). Zie afb. 4.1.

### Invloed van temperatuur

De sterkte en stijfheid van PVC-leidingen neemt af naarmate de temperatuur stijgt. Meestal is de leidingtemperatuur lager dan de mediumtemperatuur, zeker bij een niet-geïsoleerde buis. Daarom kan een PVC-leiding zonder problemen water van 80 °C afvoeren: de buitenkant van de buis wordt niet warmer dan 40 tot 50 °C. Als soms voor korte tijd enige temperatuurverhoging optreedt, zijn doorgaans geen bijzondere maatregelen nodig.

Bij temperaturen onder 20 °C kan gerekend worden met een versterking van het materiaal (verstevigingsfactor), maar het materiaal wordt dan wel brosser.

Beneden 5 °C moet PVC zeer voorzichtig verwerkt worden, mede in verband met condensvorming bij lijmverbindingen.

### Brandeigenschappen

PVC brandt moeilijk. Het brandt in een vuurhaard mee, maar buiten de vuurhaard brandt het niet verder: het is zelfdovend. Brandend PVC verspreidt een gevaarlijke rook. Door de mogelijke zoutzuurvorming zijn de verbrandingsstoffen agressief voor metalen, elektronica, mensen en dieren.

### Overige eigenschappen

- ⊕ PVC is bestand tegen zuren, basen en zouten.
- ⊕ PVC is niet bestand tegen aromatische koolwaterstoffen en gechloreerde koolwaterstoffen.
- ⊕ PVC is goed te recyclen. Geretourneerde PVC-leidingen worden gebroken en opnieuw voor PVC leidingmateriaal gebruikt.
- ⊕ PVC heeft een goede UV-bestandheid. Wel kan bij langdurige opslag in zonlicht de buitenlaag verkleuren en bros worden. Voor de inwendige sterkte van het materiaal heeft dit weinig invloed, maar bij een brosse buitenlaag kan bij stootbelasting eerder breuk optreden.
- ⊕ PVC is gevoelig voor kerven en spanningsconcentraties. Dat betekent dat overgangen in wanddikte vloeiend moeten verlopen en dat piekspanningen door kerven en scherpe overgangen moeten worden voorkomen. Buigspanningen moeten over een grotere lengte worden verdeeld.

	Korteduur			Langeduur		
Stijfheidsklasse buis	SN 4	SN 8	SN 16	SN 4	SN 8	SN16
Drukklasser buis (bar)	PN 6	PN 8	PN 10	PN 6	PN 8	PN10
Overdruk (MPa)	0,10	0,18	0,40	0,05	0,08	0,18

Afb. 4.1 Bestandheid tegen uitwendige overdruk bij 20 °C in MPa zonder veiligheidscoëfficiënt (0,1 MPa ≈ 1 bar).

### Transport

Bij het transport van PVC gelden de volgende aanwijzingen:

- ⦿ Laat PVC-buizen en –hulpstukken nooit vallen; gooi er ook niet mee.
- ⦿ Voorkom het slepen van buizen langs harde materialen zoals metalen of betonnen delen. De vorken van heftrucks moeten zijn afgerond of zijn bekleed.
- ⦿ Transport van PVC bij een temperatuur onder  $-5\text{ °C}$  is af te raden.
- ⦿ Wees zeer voorzichtig met het transport van PVC bij een omgevingstemperatuur van  $-5$  tot  $+5\text{ °C}$ . Vermijd stoten, zweepen, schokken of puntbelastingen.
- ⦿ Ondersteun de buizen tijdens transport over de volledige lengte van de buis om doorhangen en piekspanningen te voorkomen. De ondersteuning mag bestaan uit houten balkjes met een regelmatige onderlinge afstand.
- ⦿ Zet PVC buizen vast met spanbanden met voldoende breedte. Gebruik geen kettingen of kabels.
- ⦿ Til leidingsecties van 10 m of langer met een evenaar die een half keer zo lang is als de buis. De hijsbanden moeten minimaal 10 cm breed zijn.

### Opslag

Voor opslag van PVC gelden de volgende aanwijzingen:

- ⦿ De ondergrond moet vlak zijn en vrij scherpe voorwerpen, bitumineuze stoffen, carbolineum en oplosmiddelen.
- ⦿ Voorkom dat hoezen beschadigd raken of dat doppen verloren raken.
- ⦿ De maximum stapelhoogte voor losse buizen is 1,5 m. Stapel pakketten maximaal 2 m hoog in verband met de veiligheid.
- ⦿ Stapel alleen op houten onderleggers.
- ⦿ Onverpakte buizen en hulpstukken kunnen zonder verdere bescherming gedurende 1 tot  $1\frac{1}{2}$  jaar na de productiedatum in de open lucht worden opgeslagen.
- ⦿ Bescherm de buizen bij langere opslag tegen UV-licht (bijvoorbeeld zon- en TL-licht).
- ⦿ Stel rubberringen in hulpstukken zo weinig mogelijk bloot aan (zon)licht.

### 4.2 Instorten van PVC

PVC-leidingen kunnen uitstekend in betonvloeren en wanden gestort worden.

Vermijd daarbij zeer hoge temperaturen bijvoorbeeld veroorzaakt door:

- ⦿ In stookbeton of bij tunnelbouw wordt soms zeer heet gestookt om de volgende dag weer te kunnen ontkisten.
- ⦿ Een temperatuurmeter die de branders aanstuurt, kan defect raken.
- ⦿ De besturing van de branders kan plaatsvinden in de buitenste tunnelementen, omdat die het snelst afkoelen. De temperatuur in de ingesloten tunnels kan dan aanzienlijk hoger zijn.

Voor kunststof leidingen is hierbij de extrusiekrimp van belang. Dit is de eenmalig optredende krimp die gemeten kan worden als de buis is verhit en weer is afgekoeld.

Tijdens verwarming van de vloeibare beton wil de buis uitzetten. Dit is slechts in beperkte mate mogelijk omdat het leidingwerk op verschillende plaatsen is gefixeerd en (het gewicht van) het beton expansie verhindert.

Na het uitharden van het beton wil de buis krimpen als gevolg van thermische krimp en extrusiekrimp. Het uitgeharte beton verhindert dat, omdat de leiding vast zit door moffen, bochten, T-stukken e.d. en er ontstaan dus trekspanningen in de buis. De trekspanning kan bij de fittingen zorgen voor spanningsconcentratie waardoor breuk kan optreden. Vooral T-stukken zijn daar gevoelig voor. Door de fittingen volledig te fixeren wordt voorkomen dat de spanningen zich uitleven op de fittingen. De spanning wordt dan door de volledige lengte van de buizen opgevangen en die zijn daar tegen bestand.

De maximaal toelaatbare extrusiekrimp vindt voor PVC plaats bij 80 tot 90 °C en bedraagt maximaal 0,3%. In de praktijk zijn de aan buis gemeten waarden nog veel lager. Duidelijk is dat de temperatuur van de buizen niet hoger mag worden dan 80 °C om alle risico's te vermijden. Omdat de variatie in temperatuur in het beton nogal groot kan zijn, mogen de gemeten temperaturen niet hoger dan 50 à 60 °C zijn. Hogere temperaturen zijn overigens ook niet goed voor de kwaliteit van het beton.

Bij het instorten moet ervoor gezorgd worden dat er geen delen uit het beton steken, om beschadiging te voorkomen. Leidingen afkomstig van een toestel kunnen vaak rechtstreeks in de ingestorte leiding gestoken worden met behulp van een rubbervloermanchet.

### 4.3 Verwerking van PVC

#### Afkorten

Gebruik voor het afkorten van PVC een pijpensnijder, een fijngetande zaag of slijpmachine. Ga als volgt te werk:

1. Zorg dat de buis en het af te korten deel worden ondersteund om breuk te voorkomen.
2. Gebruik bij diameter > 50 mm een zaagmal of teken de zaagsnede af op de buis.
3. Kort de buis precies haaks af.
4. Braam de buis uitwendig en inwendig af met een stalen schuurspons.

#### Buigen

PVC is in principe goed warm te buigen of te trompen. Vanwege het risico op (lichte) verbranding mag dit niet op de werkplek gebeuren. Warm buigen en trompen moet fabrieksmatig en door ervaren personeel gebeuren.

U kunt PVC-buis in beperkte mate koud buigen. De minimum buigstraal is 200.D. Omdat bij het koud buigen van PVC buis vrij grote krachten nodig zijn, verdient het mogelijk optreden van hoge spanningen op de buizen extra aandacht. Het buigen om een paaltje is daarom af te raden.

#### Aanvullen

Het aanvullen van een ondergrondse PVC-leiding moet zo gebeuren dat de grond naast en boven de PVC-leiding voldoende is verdicht voor het dragen van de te verwachten belasting terwijl de leiding rond en recht is. Door slecht te verdichten of te veel verdichten kan de PVC buis vervormen.

#### Verleggen

PVC-buis mag niet verlegd worden op bevroren ondergrond of aangevuld worden met bevroren grond. Bij dooi treedt sterke inklinking op waardoor ontoelaatbare vervorming in diameter (ovaal worden) en lengterichting (verzakken) kan optreden.

### 4.4 Verbindingen in PVC

#### Lijmen of manchetafdichting?

PVC laat zich goed lijmen, maar is ook goed te verbinden met manchetafdichtingen. Het verschil is dat lijmverbindingen trekvast zijn en manchetverbindingen niet, tenzij er speciale maatregelen worden genomen. PVC kan niet gelast worden.

De keuze tussen een trekvaste of een niet-trekvaste verbin-

ding heeft vergaande consequenties voor de bevestiging van de leidingsystemen. Bij een niet-trekvast systeem moet ieder buisdeel met een fixpuntbeugel worden vastgezet, zodat lengteveranderingen van de leiding in de verbindingen kunnen uitwerken. Binnen gebouwen kunnen het beste lijmverbindingen worden gebruikt, waarbij in standleidingen per 1 verdieping expansiemoffen worden toegepast. Voor ingegraven leidingen zijn steekverbindingen het meest geschikt omdat deze grondzettingen beter kunnen opvangen.

Voor in beton te storten PVC-leidingen worden uitsluitend lijmverbindingen gekozen. Een niet-trekvaste manchetverbinding kan door het betonstorten en door het trillen van de betontrilnaald uit elkaar gedreven worden. Past u incidenteel een niet-trekvaste manchetverbinding toe bij instorten, zet dan de leidingen goed vast aan verankerde beugels. Als indringen van speciewater ongewenst is, kan de verbinding met tape of glijmiddel afgedicht worden.

#### Lijmen

Een PVC-lijmverbinding geeft een trekvaste, gas- en waterdichte verbinding. De uiteindelijke sterkte, die pas na weken wordt bereikt, is bij een goede uitvoering minimaal gelijk aan die van de oorspronkelijke buis. De dubbele wanddikte bij de starre lijmmof zorgt echter voor een spanningsconcentratie direct naast de lijmmof. Voorkom daarom bij de aanleg dat er direct naast de lijmmof buigspanningen kunnen ontstaan.

Als gevolg van zettingen kunnen lijmverbindingen bij ondergrondse leidingsystemen tot grote spanningen en vervolgens tot breuk leiden. Daarom is het toepassen van ondergrondse lijmverbindingen af te raden.

#### Invloed van temperatuur

De temperatuur heeft zeer grote invloed op de snelheid van het lijmp proces. Werk bij een omgevingstemperatuur boven 25 °C zeer snel en gebruik een extra grote kwast. Door gebruik van extra trage lijm is het mogelijk in een redelijk tempo een goede lijmverbinding te maken.

Verlijmen beneden 5 °C vereist extra maatregelen. Inkorten en transport moet zeer voorzichtig gebeuren. Er bestaat grote kans op condensvorming op de lijm gedurende het lijmp proces; breng de lijm pas op nadat het oplosmiddel verdampt is (niet blazen). De droogtijd is veel langer dan bij normale temperaturen.



## Lijm

PVC-lijm verweekt het PVC-oppervlak enigszins. Door vervolgens de weekgemaakte oppervlakken stevig op elkaar te drukken ontstaat een sterke hechting.

Let op de volgende zaken:

- ⦿ Gebruik niet te veel lijm in de mof. Het materiaal verweekt dan te veel en de fitting verzwakt. Te veel lijm kan ook leiden tot baardvorming en verstoppingen in de leiding.
- ⦿ Laat de lijmpot niet te lang open staan. Gooi de lijm weg wanneer hij dik en klonterig is geworden (door het vervliegen van de oplosmiddelen).
- ⦿ Verdun de lijm nooit met andere oplosmiddelen.
- ⦿ Bewaar PVC-lijm goed afgesloten tussen 5 en 20 °C op een droge plaats uit de zon. De lijm is dan 2 jaar houdbaar.
- ⦿ Het toepassingsgebied van de lijm, veiligheidsinstructies en droogtijden staan aangegeven op de verpakking van de lijm.

### PVC-reiniger

Gebruik altijd PVC-reiniger. Dit middel geeft extra tijd aan het verwekingsproces, waardoor een betere verlijming ontstaat. Bewaar PVC-reiniger goed afgesloten tussen 5 en 20 °C op een droge plaats uit de zon. De reiniger is in principe onbeperkt houdbaar.

### Passing

De passing tussen mof en spie heeft veel invloed op de droogtijd en de uiteindelijke sterkte. Een licht negatieve passing geeft het beste en snelste resultaat. De lijm zal bij een licht negatieve passing als glijmiddel fungeren, zodat de buis zonder veel moeite kan worden ingeschoven. Een licht positieve passing (tot 0,2 mm) kan nog met een dunne lijm gelijmd worden, passingen groter dan 0,8 mm zijn niet geschikt voor PVC lijmverbindingen.

### Werkinstructie

1. Zorg ervoor dat de onderdelen schoon, droog en onbeschadigd zijn.
2. Zorg ervoor dat het buiseind haaks is.
3. Braam het buiseind af, zowel inwendig als uitwendig. Gebruik hiervoor een stalen schuur spons of een fijne vijl.
4. Geef de insteeklengte op het buiseind aan.
5. Wrijf met een schone doek en PVC-reiniger de lijmvlakken van mof en buis in.

6. Strijk de buis dik en de mof dun in met lijm.
7. Schuif de buis snel in de mof en richt de buis. Er moet een lijmril voor het mofeind uitlopen.
8. Veeg de lijmril af. Gebruik hier eventueel PVC-reiniger voor.
9. Laat de verbinding drogen gedurende de aangegeven periode, alvorens hem te belasten.

## Manchetverbinding

Voor PVC is een uitgebreid manchetverbindingprogramma met rubberring beschikbaar.

### Locatie

Ondergronds zorgen de grondkrachten in het algemeen voor voldoende kleef om uit elkaar schuiven van verbindingen te voorkomen. Bij slappe grond en/of bij inwendige druk en richtingsveranderingen zijn extra maatregelen nodig om uit elkaar schuiven te voorkomen.

Bij bovengronds ophangen van buizen met manchetverbindingen moeten beugels verhinderen dat verbindingen uit elkaar schuiven als gevolg van inwendige druk of temperatuurwisseling. Geef daarom bij bovengrondse toepassing van manchetverbindingen veel aandacht aan de juiste wijze van beugelen (zie paragraaf 4.5)

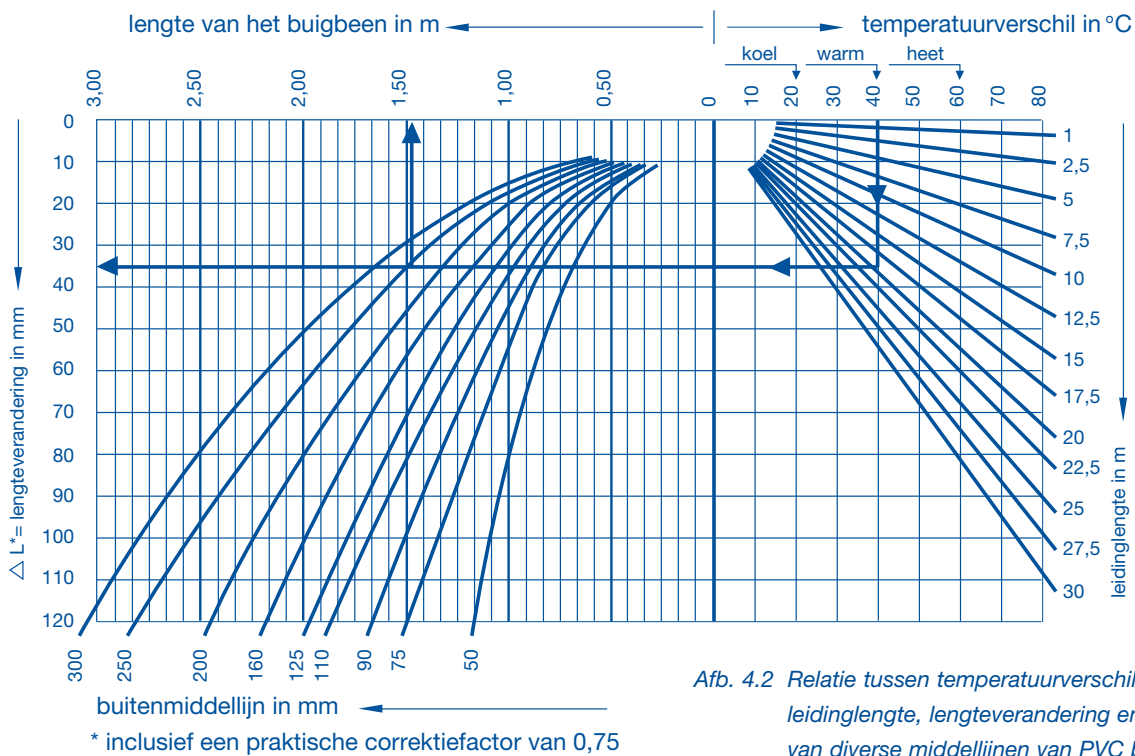
### Werkinstructie

1. Voorzie het buiseind van een aanschuining onder circa 15° over een lengte van 4 mm en ontbraam binnen- en buitenkant van de buis.
2. Geef de insteeklengte aan op het spie-eind.
3. Maak het spie-eind, het mofeind en de rubbermanchet schoon, ook achter de rubbermanchet.
4. Breng Wavin glijmiddel aan op de rubbermanchet en op het spie-eind.
5. Duw het spie-eind in het mofeind tot aan stootrand.

## 4.5 Beugelen van PVC

PVC is een harde kunststof en daardoor ontstaan er grote krachten bij temperatuurwisselingen. Houd daarmee rekening bij het ophangen van PVC-leidingen.

Een volledig trekvast leidingnet met lijmverbindingen wordt het vaakst toegepast bij binnenriolering t/m 160. Liggende leidingen kunnen dan relatief eenvoudig worden opgehangen met beugels of bandjes. Daarbij moet er alleen een paar mm ruimte zijn bij bochten en T-stukken, om expansie of krimp te kunnen verwerken.



Afb. 4.2 Relatie tussen temperatuurverschil, vrij bewegende leidinglengte, lengteverandering en buigbeenlengte van diverse middellijnen van PVC buizen.

### Buigbenen

Eventuele buigbenen moeten lang genoeg zijn om de verplaatsing zonder breuk te kunnen meemaken. Een leiding met een lengte van 10 m verandert bij een temperatuurswijziging van de buis van 20 °C door en door, circa 10 mm in lengte. In afbeelding 4.2 is aangegeven hoe lang de buigbenen bij een bepaald temperatuurverschil moeten zijn.

D kracht	(N)
75	150
110	300
125	400
160	600

Afb. 4.3 Krachten die op een steekverbinding worden uitgeoefend bij een inwendige waterhoogte van 3 m.



Afb. 4.4 Fixpunten bij PVC-leiding met steekverbindingen.

### Beugelafstand

De beugelafstand bij liggende PVC leidingen is 10.D tot 12.D met een minimum van 0,5 m en een maximum van 2,0 m.

Voor verticale PVC-leidingen geldt een beugelafstand van 25.D tot 30.D met een minimum van 0,5 m en een maximum van 2,0 m. Bij gebruik van expansiemoffen moet onder de expansiemof een fixpunt komen en kort erboven een glijbeugel als geleiding voor de buis. Zie ook de volgende paragraaf.

### Fixpuntbeugels

Bij steekverbindingen kunnen de verbindingen uit elkaar schuiven. Dit kan gebeuren door:

- ⦿ Stromingskrachten, vooral bij de voetbocht onderaan een standleiding.
- ⦿ Afwisselend krimpen en uitzetten van leidingen waardoor 1 verbinding langzaam kan gaan loslopen.
- ⦿ Verstopping.

Bij verstopping kan een verdiepingshoogte aan water een inwendige druk opleveren die verbindingen uit elkaar kan drukken. De krachten die daarbij ontstaan, vindt u in afbeelding 4.3. Gebruik fixpuntbeugels op de juiste plaatsen om het loslopen van verbindingen te voorkomen. Bij het bepalen van de afstanden tussen de fixpuntbeugels is het van belang dat de maximale krimp meestal bij één van de tussenliggende verbindingen terechtkomt. In de meeste gevallen zit daarom tussen de fixpuntafstand niet meer dan één niet-gefixeerde buislengte (zie afbeelding 4.4).

De fixpuntbeugels moeten zo stijf met de bouwkundige constructie worden verbonden dat ze niet gemakkelijk kunnen worden weggedrukt. Schoor langere draadstangen zo nodig. Bij het ophangen bij temperaturen beneden 20 °C verdient het aanbeveling enkele mm speling achter de buis vrij te laten voor expansie.

### Overschuifmoffen

Overschuifmoffen kunnen door afwisselende expansie en krimp “weg” lopen. Door het plaatsen van een klembeugel aan weerszijden van een overschuifmof kan dit worden voorkomen. In dit geval hoeven de beugels niet te worden opgehangen aan de bouwkundige constructie.

### Kruising met verdiepingvloer

Bij standleidingen zijn de leidingen bij de kruisingen met verdiepingvloeren meestal gefixeerd. Bij temperatuurstijging kunnen dan grote krachten ontstaan. Daarom wordt daar meestal gebruik gemaakt van expansiemoffen die gefixeerd worden in de verdiepingvloer of met een fixpuntbeugels (bij schachten). Kort boven de expansiemof komt een glijbeugel als geleiding van de buis. Door het niet volledig insteken van het buiseind wordt toekomstige expansie opgevangen.

### Grondleidingen

Grondleidingen worden ingegraven of met bandjes of beugels opgehangen aan de fundering of de vloer. Ophangen aan in de grond geslagen pennen is alleen toegestaan als tijdelijke bevestiging. Bij een hoge grondwaterstand zijn deze pennen niet stabiel en kunnen deze wegzakken. Bij gebruik van expansiemoffen in liggende leidingen kan er vuil tussen buis en mofeind komen. Daardoor kan de buis minder makkelijk verschuiven in de mof.

### 4.6 Afpersen van PVC-leiding

In veel gevallen wordt een regenwaterafvoersysteem niet afgeperst, eventuele lekkages openbaren zich bij ingebruikname. Zolang de leiding goed bereikbaar is, is een reparatie meestal gemakkelijk uit te voeren. Ingestorte of weggewerkte leidingen (bij voorbeeld in schachten of plafonds) moeten vóór het wegwerken worden afgeperst op 0,1 bar.

Afpersen kan gebeuren met water en met lucht. Afpersen met lucht heeft het voordeel dat op de hele leidingsectie dezelfde druk gezet wordt. Afpersen met water gebeurt meestal door het vullen van het leidingsysteem. Op lage punten zal de druk dan hoger worden dan op hogere punten, zodat soms speciale voorzieningen nodig zijn.

### 4.7 Onderhoud van PVC-leiding

Een goed ontworpen en goed gemonteerd afvoersysteem dat goed gebruikt wordt, heeft weinig tot geen onderhoud nodig. Toch is onderhoud belangrijk, zowel ter reparatie als ter voorkoming van verstoppingen.

Periodieke inspectie en reiniging van daken, dakgoten en bladscheiders is nodig. Er moet gecontroleerd worden op lekdichtheid en de goede werking van expansiestukken. Met name moet gecontroleerd worden of er geen verbindingen ontoelaatbaar ver uit de mof gelopen zijn. De frequentie is afhankelijk van de situatie. Als zich bomen boven de goot of het dak bevinden, is het zeker nodig meerdere keren per jaar onderhoud te plegen. Bladeren, maar ook naalden en zaden, zorgen namelijk gemakkelijk voor verstopping.

Bladscheiders zorgen ervoor dat een regenwaterafvoerleiding niet snel verstopt. Alleen grit of zand bij nieuwe leidingen veroorzaken snel verstoppingen in de horizontale delen. Schoonspuiten voor oplevering en na circa 1 jaar weer is in dit geval sterk aan te bevelen.

# 5. Montage PVC uitpandig

## 5.1 Verbindingen in PVC, mof - verjongd spie

Uitpandige PVC-leidingen staan bloot aan grote temperatuurverschillen: in de zon kan de buis 60 °C worden, bij vorst kan dit 0 °C worden. Dat betekent dat de temperatuur tijdens de installatie van belang is. Bijvoorbeeld: als een buis van 5 m lengte wordt opgehangen (2 verdiepingen) bij 20 °C, dan kan deze 's zomers 12 mm langer worden en 's winters 6 mm korter worden.

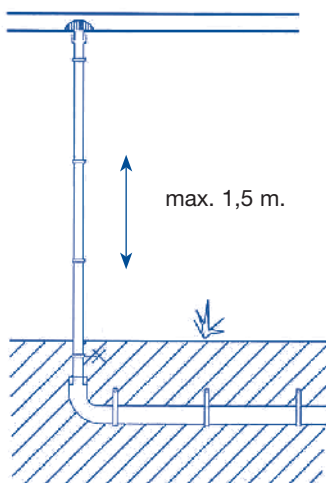
Daarom worden verticale leidingen bij voorkeur niet gelijmd. De buis valt in de mof van het hulpstuk, het (verjongde) spie-eind van het hulpstuk valt in de buis. Als deze met de waterstroom mee gemonteerd worden, treedt bij standleidingen geen lekkage op.

Horizontale delen moeten wel gelijmd worden, om lekkage te voorkomen. Als het spie-eind van een hulpstuk in de mof van een hulpstuk gestoken moet worden, dan moet een kort buisstukje gebruikt worden.

## 5.2 Beugelen van PVC

De HWA-leiding wordt onder aan met een klembeugel vastgezet (schroef volledig aandraaien). De overige beugels zijn glijdende beugels zodat krimp en expansie bovenaan kan plaatsvinden. Zeker bij montage bij lagere temperatuur moet er dus voldoende ruimte zitten om expansie op te vangen, anders drukt de buis tegen de goot of stadsuitloop.

De beugelafstand is 1,5 m.



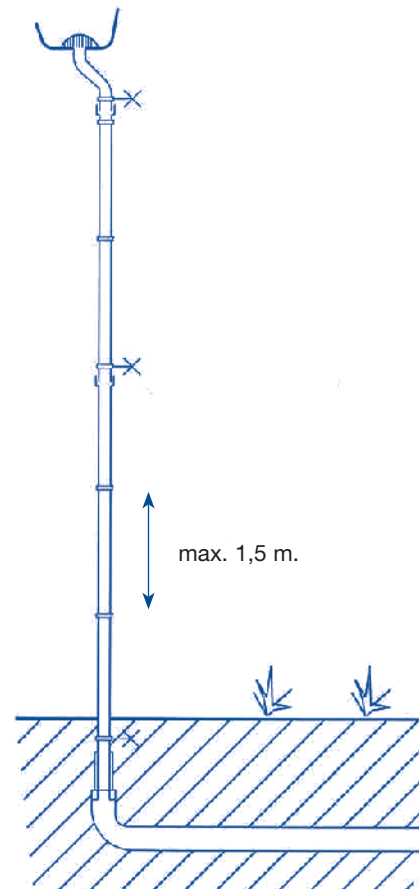
Afb. 5.1 Situatie bij woningen en lage gebouwen. Vastpunt op grondniveau expansie bij goot. Circa 20 mm speling bij goot.

## 5.3 Onderhoud van PVC - leiding

Een goed ontworpen en goed gemonteerd afvoersysteem heeft bij correct gebruik weinig tot geen onderhoud nodig.

Wel is periodieke inspectie en reiniging van daken, dakgoten en bladscheiders nodig. De frequentie is afhankelijk van de situatie. Als zich bomen boven de goot of het dak bevinden, is het zeker nodig meerdere keren per jaar onderhoud te plegen. Bladeren, maar ook naalden en zaden, zorgen namelijk gemakkelijk voor verstopping.

Bladscheiders zorgen ervoor dat een regenwaterafvoerleiding niet snel verstopt. Alleen grit of zand bij nieuwe leidingen veroorzaken snel verstoppingen in de horizontale delen. Schoonspuiten voor oplevering en na circa 1 jaar is in dit geval aan te bevelen.



Afb. 5.2 Situatie bij hoge gebouwen. Eventueel schuifstuk bij zakkende grond. Elke 6 m HWA mof met 20 mm speling.

## 6. Montage PE inpandig

### 6.1 Materiaalkenmerken

Polyetheen of polyethyleen (PE) is een kunststof met een relatief lage E-modulus. Het kan uitstekend gebruikt worden waar flexibiliteit en een hoge slagsterkte nodig zijn. Het is goed bestand tegen zuren, basen, alifatische koolwaterstoffen en zouten en kan daarom goed gebruikt worden als afvoerleiding.

PE is er in verschillende soorten en wordt vaak voorzien van een getal dat de langeduurtreksterkte van het materiaal in kg/cm<sup>2</sup> aan geeft: PE 40; PE 50; PE 63; PE 80 en PE 100. Deze getallen zijn in de plaats gekomen van verouderde termen als LDPE, MDPE en HDPE. Voor afvoer is de treksterkte niet wezenlijk van belang, er wordt bijna altijd PE 80 of PE 100 (HDPE) voor gebruikt.

#### Bestandheid tegen onderdruk (uitwendige overdruk)

Door de lage E-modulus en een vrij sterk kruipgedrag van PE zal een leiding bij hoge spanningen op den duur vervormen. Ingegraven PE moet daarom een relatief dikke wand hebben, PE-buizen voor binnenriolering zijn daarom niet geschikt voor ondergrondse toepassing.

Door de kruipeigenschappen van PE is er een verschil tussen korteduurbestandheid (bijvoorbeeld instorten in beton) en langeduurbestandheid (ingegraven buis).

#### Invloed van temperatuur

De sterkte en stijfheid van PE-leidingen nemen af naarmate de temperatuur stijgt. Meestal is de leidingtemperatuur lager dan de mediumtemperatuur, zeker bij niet-geïsoleerde buis. Zo kan een PE-leiding zonder problemen water van 95°C afvoeren omdat de buitenkant van de buis niet warmer wordt dan 80 °C.

	Korteduur (MPa)	Langeduur (MPa)
SDR 26	0,10	0,025
SDR 21	0,20	0,05
SDR 17	0,40	0,08
SDR 11	1,40	0,35

*Afb. 6.1 Bestandheid tegen uitwendige overdruk van PE 100 bij 20 °C in MPa zonder veiligheidscoëfficiënt (0,1 MPa ≈ 1 bar).*

Bij verhoogde temperatuur blijft een bovengrondse PE-leiding meestal nog wel rond van vorm, maar gaat hij tussen de beugels doorhangen. Dit is vaak niet gewenst. Ondersteun de buis dan over de hele lengte met draagschalen.

Door de grote uitzettingscoëfficiënt van PE treden er sterke lengteveranderingen op bij temperatuurwijzigingen. Een leiding met een lengte van 25 m krimpt 0,04 m bij afkoeling van 20 °C naar 10 °C.

#### Brandeigenschappen

De brandeigenschappen van PE zijn vergelijkbaar met die van hout. De rook van brandend PE is redelijk helder en niet bijzonder agressief. Hij bestaat voornamelijk uit CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O.

#### Overige eigenschappen

- ⊕ PE is goed bestand tegen zuren, basen, alifatische koolwaterstoffen en zouten.
- ⊕ PE is minder goed bestand tegen sterk oxiderende zuren (chloorwater).
- ⊕ PE is goed te recycleren; geretourneerde PE leidingen worden gebroken en opnieuw gebruikt.
- ⊕ PE heeft van zichzelf een matige UV-bestandheid, daarom worden voor leidingmateriaal stabilisatoren toegevoegd, meestal carbon black (roet) waardoor de leidingen zwart zijn. Door deze toevoeging kan (zwart) PE redelijk bovengronds toegepast worden.

#### Transport

PE is relatief zacht; het beschadigt snel. Sleep de buizen daarom nooit langs harde materialen zoals metalen of betonnen delen. De vorken van heftrucks moeten zijn afgerond of bekleed. PE mag getransporteerd worden bij een temperatuur tot -20 °C.

De buizen moeten tijdens transport over de volledige lengte van de buis worden ondersteund om doorhangen te voorkomen. De ondersteuning mag bestaan uit houten balkjes met een regelmatige onderlinge afstand.

#### Opslag

De ondergrond moet vlak en vrij van stenen of andere scherpe voorwerpen zijn. Een niet-vlakke ondergrond levert kromme buizen op, zeker als de buizen langer en bij hogere temperatuur opgeslagen worden. Door de zwarte kleur kan de buis in de zon plaatselijk zeer warm worden.



Zorg voor onbeschadigde hoezen en voor doppen op de openingen.

Losse buizen mogen maximaal 1 m hoog gestapeld worden. Stapel alleen op houten onderleggers. Leg geen andere materialen op de buizen, zodat de buizen niet ovaal worden. Pakketten mogen maximaal 2 m hoog gestapeld worden. Hierbij moeten alle houten balkjes van pakketten op elkaar te rusten.

Bewaar hulpstukken zo lang mogelijk in de verpakking om vervuiling en invloed van zonlicht te voorkomen. UV-straling (zonlicht en TL-lampen) kan de oppervlaktehuid van PE oxideren. Onbeschermde leidingen kunnen na 1 tot 1,5 jaar in de open lucht iets minder sterk worden.

## 6.2 Verwerking van PE

### Afkorten

Gebruik voor het afkorten van PE een pijpensnijder, een fijngetande zaag of slijpmachine. Ga als volgt te werk:

1. Zorg dat de buis en het af te korten deel worden ondersteund om breuk te voorkomen.
2. Gebruik bij diameter > 50 mm een zaagmal of teken de zaagsnede af op de buis.
3. Kort de buis precies haaks af.
4. Braam de buis af met een mes.

### Buigen

Door de lage stijfheid van PE kan een buis vrij gemakkelijk gebogen worden zonder deze te verwarmen. Houd daarbij een minimale buigstraal aan (zie afbeelding 6.2).

Houd bij koud buigen een groot contactvlak aan om te voorkomen dat door een hoge contactdruk de buis indeukt of knikt. Plaats eventueel elke 5.D een stalen beugel om afplatten te voorkomen. Verwijder deze beugels na het buigen niet.

Nominale Diameter (mm)	advies buigstraal (mm)	bezwijk-buigstraal (mm)
63 t/m 160	50D	15D
200, 250	70D	15D
315	100D	15D

Afb. 6.2 Minimale buigstraal PE-buigen.

## 6.3 Instorten van PE

PE-leidingen kunnen uitstekend in betonvloeren en wanden gestort worden. Vermijd daarbij zeer hoge temperaturen bijvoorbeeld veroorzaakt door:

- ⊕ In stookbeton of bij tunnelbouw wordt soms zeer heet gestookt om de volgende dag weer te kunnen ontkisten.
- ⊕ Een temperatuurmeter die de branders aanstuurt, kan defect raken.
- ⊕ De besturing van de branders kan plaatsvinden in de buitenste tunnelelementen, omdat die het snelst afkoelen. De temperatuur in de ingesloten tunnels kan dan aanzienlijk hoger zijn.

Voor kunststof leidingen is hierbij de extrusiekrimp van belang. Dit is de eenmalig optredende krimp die gemeten kan worden als de buis is verhit en weer is afgekoeld. De grens wordt bepaald in de normen bij vastgestelde temperaturen is maximaal 3% bij 110 °C. Tijdens verwarming van de vloeibare beton wil de buis uitzetten. Dit is slechts in beperkte mate mogelijk omdat het leidingwerk op verschillende plaatsen is gefixeerd en (het gewicht van) het beton expansie verhindert.

Na het uitharden van het beton, wil de buis krimpen als gevolg van thermische krimp en extrusiekrimp. Het uitgeharte beton verhindert dat, omdat de leiding vast zit door moffen, bochten, T-stukken e.d. en er ontstaan dus trekspanningen in de buis. De trekspanning kan bij de fittingen zorgen voor spanningsconcentratie waardoor breuk kan optreden. Vooral T-stukken zijn daar gevoelig voor. Door een T-stuk te fixeren aan alle drie de zijden, wordt een hoge spanning op het T-stuk voorkomen. De maximaal toelaatbare extrusiekrimp vindt voor PE plaats bij 110 °C. De werkelijke extrusiekrimp vindt plaats bij 80 °C en bedraagt maximaal 0,7%. In de praktijk zijn de aan buis gemeten waarden nog veel lager.

Duidelijk is dat de temperatuur van de buizen niet hoger mag worden dan 80 °C om alle risico's te vermijden. Omdat de variatie in temperatuur in het beton nogal groot kan zijn, mogen de gemeten temperaturen niet hoger dan 60 °C zijn. Hogere temperaturen zijn overigens ook niet goed voor de kwaliteit van het beton. Bij het instorten moet ervoor gezorgd worden dat er geen delen uit het beton steken, in verband met kans op beschadiging. Leidingen afkomstig van een toestel kunnen vaak rechtstreeks in de ingestorte leiding gestoken worden met behulp van een rubbervloermanchet.

## 6.4 Verbindingen in PE

### Lassen

PE laat zich goed lassen. PE kan niet gelijmd worden.

Omdat PE zacht is, is de kans op beschadiging (krassen) en ovaal worden van de buis groot. Daarom zijn steekverbindingen bij PE niet zeer geschikt. Ze worden alleen bij uitzondering gebruikt (bijvoorbeeld bij expansiestukken).

De lasverbindingen bij PE kunnen stuiklassen (ook: stomplassen of spiegellassen) en elektromoflassen zijn. Bij het stuiklassen ontstaan aan de buiten- en aan de binnenzijde van de leiding lasrillen. De binnenste lasrillen kunnen een goede afstroming van vuil verhinderen. Een ervaren lasser kan met een minimale lasril een goede lasverbinding maken. In kritische situaties kunnen elektrolasmoffen toegepast worden.

### Stuiklassen

Wavin PE-buizen en -hulpstukken kunnen goed aan elkaar gestuiklast worden. Bij stuiklassen ontstaat aan binnen- en buitenzijde een kleine lasril. Voor het maken van stuiklassen wordt aanbevolen een cursus te volgen.

### Vorbereiding

- ⦿ De lasspiegeltemperatuur moet 210 °C zijn.
- ⦿ De lasspiegel moet schoon en vetvrij zijn; maak hem zo nodig schoon met een schone doek met alcohol.
- ⦿ De twee buisklemmen en de twee buissteunen moeten goed zijn uitgelijnd. Daarvoor klemt u één stuk buis in de buisklemmen en de buissteunen. Stel zo nodig de buissteunen bij tot ze goed tegen de buis aanliggen.
- ⦿ De buisklemmen moeten zo ingesteld zijn dat ze de buis voldoende vasthouden voor het aanbrengen van de laskracht. De buisklemmen kunnen een ovale buis rond drukken (maar ook andersom). Daarom moet de spankracht niet te laag of te hoog zijn.
- ⦿ Ingespannen buizen moeten soepel heen en weer kunnen bewegen (lage sleepkracht). Daarom moeten lange buisstukken op één of meerdere blokken met rollen rusten.
- ⦿ De lasmachine moet afgeschermd zijn tegen regen en wind.

### Werkinstructie

1. Klem de buizen in en schaaft ze. Schakel de schaaftmotor pas uit als beide buizen de schaaft niet meer raken; dit om hakken te voorkomen.
2. Controleer of beide buiseinden precies op elkaar passen. Klem ze zo nodig opnieuw in en schaaft ze opnieuw.
3. Duw de buiseinden tegen de lasspiegel door kort een hoge aandrukkracht aan te leggen.
4. Warm met zeer lage aandrukkracht door totdat een ril van 1 mm is gevormd (30 tot 60 seconden).
5. Neem de lasspiegel snel uit en voer de laskracht langzaam op (zie voor de laskracht de tabel op de machine).
6. Zet vast op laskracht (binnen 5 seconden) en laat de las afkoelen (6 tot 10 minuten).
7. Neem de verbinding uit het apparaat controleer de lasril. Een onregelmatige lasril is afkeur.

### Elektromoflassen

De PE-hulpstukken zijn voorzien van spie-einden, waardoor deze gestuiklast en gemoflast kunnen worden. De spie-einden zijn voorzien van lage oneffenheden (ribbels) en de lasmoffen van nokjes om de exacte stand ten opzichte van elkaar te kunnen bepalen (graadaanduiding). Vooral bij prefabricage is dit van belang.

Het lasproces gebeurt bij een spanning van 230 V. Er kan een scheidingstransformator aangesloten worden als dit om veiligheidsredenen vereist is.

### Vorbereiding

- ⦿ Controleer of de lasmachine in goede staat verkeert.
- ⦿ Controleer de passing tussen mof-en spie-eind. Is een PE-buisuiteinde zo ovaal dat dit niet zonder geweld in een mofeind past, snij het er dan af. Een buiseind dat rammelt in de electrolasmof moet ook verwijderd worden.
- ⦿ Tijdens het lassen en afkoelen mogen buis en fitting niet bewegen. Fixeer ze eventueel met klemmen. Als de buis of het hulpstuk terugzakt of -kruipt, kunnen de lasdraden in de mof naar binnen zakken. Daardoor kan brand ontstaan.
- ⦿ Bij grote installaties kan de leiding aan de binnenzijde sterk afkoelen door luchtstroming. Sluit daarom de leiding af met een speciekap of beschermkap.
- ⦿ Pas na het lasproces begint de lasmof aan de buitenzijde warm te worden.
- ⦿ Buis- en mofeinden moeten droog zijn. Verwarm ze zo nodig voor om condensvorming tegen te gaan.

- ⦿ Buis- en mofeinden moeten vetvrij zijn. Maak ze eventueel schoon met PE-reiniger. Wacht met lassen tot de PE-reiniger verdampt is.

#### Werkinstructie

1. Snij of zaag de buis haaks af en verwijder de bramen.  
Let op: Een scheef afgezaagde buis geeft een slechte las en zelfs kans op brand.
2. Beide lasvlakken moeten schoon en droog zijn.
3. Geef de insteeklengte aan op het buiseind.
4. Steek de buiseinden in tot aan stootrand en controleer de insteeklengte.
5. Sluit spanning (230 V) aan op het lasapparaat.  
Het controlelampje gaat branden.
6. Verbind de aansluitkabels met de elektroasmof. Let op: deze kabels mogen om veiligheidsredenen niet verlengd worden.  
Het contactlampje 'Aansluiting' gaat branden.
7. Druk de startknop in. Het materiaal wordt nu week; beweeg het niet. Het lasindicatielampje gaat branden. Dit lampje dooft na het lassen (vereiste lastijd t/m 160: circa 85 seconden). Let op: als het lampje tijdens het lasproces gaat knippen, controleer dan de bedrading. Laat indien nodig de lasmof afkoelen en las opnieuw.
8. Laat de mof na het lassen afkoelen alvorens de buizen te bewegen of te belasten.

#### Expansiemof

Expansiemoffen van PE bestaan uit één deel, waar de buis ingestoken wordt, met als afdichting een rubbermanchet. Ze worden op vooraf vastgestelde plaatsen gemonteerd en gebeugeld als vast punt. In verticale leidingen worden ze met het mofeinde omhoog gemonteerd. Aan het spie-eind van de expansiemof wordt de PE-buis trekvast gemonteerd (met een lasverbinding).

U installeert een expansiemof als volgt:

- ⦿ Schuin het in te steken buiseind aan onder circa 15° over een lengte van 4 mm.
- ⦿ Lijn de expansiemof en de leidingen aan weerszijden goed uit. Plaats eventueel een extra (geleidende) beugel.
- ⦿ Breng glijmiddel aan op de rubbering en het uiteinde van het spie-eind, gebruik daarvoor bij voorkeur siliconen-olie.
- ⦿ Steek de buis in de expansiemof tot aan de temperatuurindicatie die overeenkomt met de omgevingstemperatuur van dat moment (opmeten en aftekenen op de buis).
- ⦿ Bescherm de verbinding bij een te omkokeren standleiding tegen invallend materiaal zoals specie of vuil.

#### 6.5 Beugelen van PE

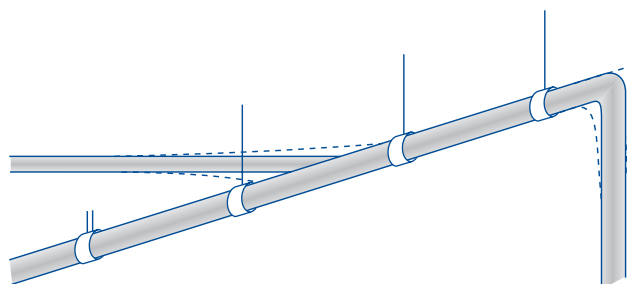
PE heeft een hoge uitzettingscoëfficiënt en een lage E-modulus, waardoor het beugelen speciale aandacht vereist. Belangrijk is dat vooraf een keuze gemaakt wordt tussen de wijze van beugelen (star of flexibel), en dat deze keuze consequent wordt doorgevoerd.

#### Horizontale leiding

Een horizontale leiding die blootstaat aan temperatuurwisselingen kan op twee manieren gemonteerd worden: flexibel of star.

#### Flexibele montage

Bij deze methode kan eventuele krimp en uitzetting vrij optreden. Zorg voor voldoende vrije beenlengtes bij richtingveranderingen en voor goed glijdende of meebewegende beugels. Als de leiding namelijk onvoldoende kan bewegen, kan hij slingeren bij uitzetting (afschot kan in gevaar komen) of treden er hoge spanningen op bij krimp.



Afb. 6.3 Flexibel opgehangen PE-leiding.

Pas deze methode alleen toe bij leidingen die uit het zicht liggen, omdat de leiding geen strak uiterlijk heeft.

Een flexibel opgehangen leiding heeft veel beugels nodig om doorhangen te voorkomen. De maximale beugelafstand is 10.D (met een minimum van 0,8 m en een maximum van 2 m).

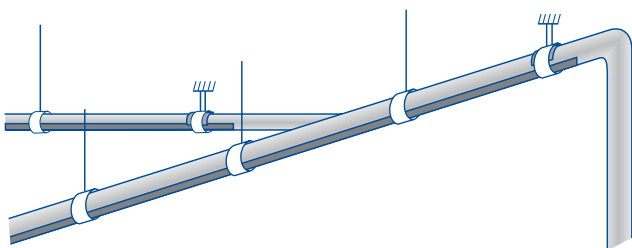
Let verder op het volgende bij deze montagemethode:

- ⦿ Er mag maximaal 20 m rechte leiding voorkomen.
- ⦿ De leiding moet bij glijbeugels kunnen glijden.
- ⦿ De leiding moet ruimte hebben bij richtingsveranderingen.
- ⦿ Er mag maximaal 1 vastpunt zijn om expansie te sturen.
- ⦿ Aansluitingen kunnen meebewegend worden uitgevoerd of worden gefixeerd door daarnaast het vastpunt te plaatsen.
- ⦿ Er mogen geen draagschalen gebruikt worden.
- ⦿ De leiding hangt niet strak.

#### Starre montage

De lage E-modulus van PE maakt het mogelijk de leiding zo star op te hangen dat spanningen door uitzetting en krimp geen verplaatsing tot gevolg hebben. Om slingeren te voorkomen wordt de leiding daarom in de lengte uitgericht. Gebruik hiervoor metalen draagschalen over de hele lengte van de buis of een speciale railconstructie. Dit maakt minder ophangpunten aan dak of plafond nodig. Het voordeel van een rail is dat het snel gemonteerd wordt en een strakke leiding geeft.

Om uitzetting of krimp te voorkomen zijn bij iedere richtingsverandering speciale vastpunten nodig die de expansiekrachten overbrengen naar de draagschaal of de rail.



Afb. 6.4 Star opgehangen PE-leiding, met draagschalen

Let bij gebruik van draagschalen op het volgende:

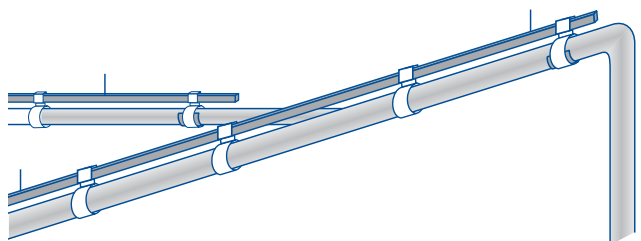
- ⦿ De overlap van de draagschalen is minimaal 200 mm.
- ⦿ Klem de overlap op elkaar met een beugel.
- ⦿ Bij diameters  $\leq 75$  mm is elke beugel door wrijving een vastpunt.
- ⦿ Bij diameters  $> 75$  mm komt bij elke richtingsverandering een vastpuntbeugel.

De beugelafstanden bij gebruik van draagschalen voor verschillende buisdiameters zijn als volgt:

$\leq 50$ mm	1,0 m
56 mm - 90 mm	1,5 m
110 mm - 160 mm	3 m

Let bij het gebruik van een rail op het volgende:

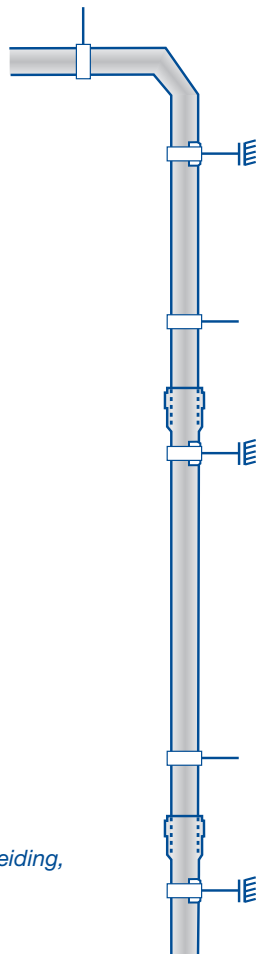
- ⦿ Bij elke richtingsverandering komt een vastpunt.
- ⦿ De beugelafstand is 10.D.
- ⦿ De afstand tussen de railophangelementen is 2m.
- ⦿ Er zijn alleen draagschalen nodig als het afvalwater een hoge temperatuur heeft.
- ⦿ Er komen geen horizontale krachten op de draadstangen.



Afb. 6.5 Star opgehangen PE-leiding, aan rail

### Verticale leiding

Ook verticale leidingen (standleidingen) kunnen zowel star als flexibel gemonteerd worden. Voor starre standleidingen gelden dezelfde regels als bij starre horizontale leidingen. Er kan gebruikt gemaakt worden van rail of draagschalen. Bij de flexibele leiding is een grotere beugelafstand mogelijk: 15.D (met een minimum van 0,8 m en een maximum van 2 m). Bij een flexibele leiding kunnen bij uitzetting de horizontale leidingen naar boven gedrukt worden, waardoor het benodigde afschot in gevaar komt. Daarom worden bij verticale flexibele leidingen altijd expansiestukken toegepast.



Afb. 6.6 Verticaal opgehangen PE-leiding, met expansiestukken

Let bij het gebruik van expansiestukken op het volgende:

- ⦿ Plaats maximaal om de 6 m een expansiestuk.
- ⦿ Meestal komt er één expansiestuk op elke verdieping.
- ⦿ Direct onder het expansiestuk komt een vastpunt.
- ⦿ Boven het expansiestuk komt een glijbeugel.
- ⦿ Bovenin de standleiding komt een vastpunt.
- ⦿ Expansiestukken wijzen met het mofeind naar boven.

### 6.6 Afpersen van PE-leiding

Een regenwaterafvoersysteem wordt afgeperst door het te vullen met water, waarna de verbindingen gecontroleerd worden op lekdichtheid.

### 6.7 Onderhoud van PE-leiding

Een goed ontworpen en goed gemonteerd afvoersysteem dat goed gebruikt wordt, heeft weinig tot geen onderhoud nodig. Toch is onderhoud belangrijk, zowel ter reparatie als ter voorkoming van verstoppingen.

Periodieke inspectie en reiniging van daken, dakgoten en bladscheiders is nodig. Er moet gecontroleerd worden op lekdichtheid en de goede werking van expansiestukken. Met name moet gecontroleerd worden of er geen verbindingen ontoelaatbaar ver uit de mof gelopen zijn. De frequentie is afhankelijk van de situatie. Als zich bomen boven de goot of het dak bevinden, is het zeker nodig meerdere keren per jaar onderhoud te plegen. Bladeren, maar ook naalden en zaden, zorgen namelijk gemakkelijk voor verstopping.

Bladscheiders zorgen ervoor dat een regenwaterafvoerleiding niet snel verstopt. Alleen grit of zand bij nieuwe leidingen veroorzaken snel verstoppingen in de horizontale delen.

Schoonspuiten voor oplevering en na circa 1 jaar weer is in dit geval sterk aan te bevelen.

# Bijlage 1

## Fysische eigenschappen PVC en PE

### Fysische eigenschappen PVC

Soortelijke massa	1400	kg/m <sup>3</sup>
E-modulus (1 minuut, 20 °C)	3000	MPa
E-modulus (50 jaar, 20 °C)	1320	MPa
Dwarscontractiecoëfficiënt	0,36	
Treksterkte (tijdsafhankelijk)	> 40	MPa
Kerfslagsterkte (20 °C)	> 2	kJ/m <sup>2</sup>
Wrijvingscoëfficiënt (op metaal)	0,5 – 0,6	
Breukrek (tijdsafhankelijk)	2 – 40	%
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	0,00006	m/mK
Warmtegeleidingscoëfficiënt	0,20	W/mK
Soortelijke warmte	1000	J/kgK
Diëlectrische constante (1MHz)	3,0	
Brandvoortplantingsklasse	2	(zwak)
Rookgetal	11	/m
Smeltpunt	80 – 180	°C (smelttraject)
Vicat verwerkingspunt	72 – 80	°C

### Fysische eigenschappen PE 100

Soortelijke massa	940 - 960	kg/m <sup>3</sup>
E-modulus (1 minuut secant, 20 °C)	1100	MPa
E-modulus (24 uur secant, 20 °C)	560	MPa
E-modulus (2000 secant, 20 °C)	330	MPa
Treksterkte tot vloeit (50 mm/min, 23 °C)	23	MPa
Hardheid	63	Shore D
Dwarscontractiecoëfficiënt	0,37	
Wrijvingscoëfficiënt (op metaal)	0,20 – 0,25	
Breukrek (korteduur)	> 350	%
Breukrek (langeduur)	> 4	%
Lineaire uitzettingscoëfficiënt	0,00016	m/mK
Kerfslagsterkte (23 °C)	26	kJ/m <sup>2</sup>
Kerfslagsterkte (- 30 °C)	13	kJ/m <sup>2</sup>
Warmtegeleidingscoëfficiënt	0,23	W/mK
Verwerkingspunt (Vicat 50N)	74	°C
Soortelijke warmte	2300	J/kgK
Diëlectrische constante (1MHz)	2,7	
Brandvoortplantingsklasse	4	(sterk)
Rookgetal	4	/m



# Bijlage 2

## Capaciteit standleidingen

Vorm en situatie		A				B				C							
daken	a																
	b																
goten																	
r x g volgens NEN 3215 *		1 x 1 = 1				1,4 x 0,6 = 0,84				1,2 x 0,6 = 0,72							
PVC HWA volgens Nen 7016	per stand- leiding max goot- lengte (m)	capa- citeit stand- leiding l/s	af te voeren m <sup>2</sup> dak daktype				capa- citeit stand- leiding l/s	af te voeren m <sup>2</sup> dak daktype				capa- citeit stand- leiding l/s	af te voeren m <sup>2</sup> dak daktype				
	Ø		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
	60	10	3,2	105	135	180	140	2,7	90	110	150	120	2,3	75	95	130	100
	70	10	4,8	160	200	265	215	4,0	135	170	225	180	3,5	115	145	90	155
	80	10	6,8	225	285	380	300	5,7	190	240	315	255	4,9	165	205	270	220
	100	20	11,8	395	490	655	525	9,9	330	415	550	440	8,5	285	355	470	380
PVC binnenrioolbuis volgens NEN 7045 en PE volgens NEN 7008	50		1,6	55	65	90	70	1,3	45	55	75	60	1,2	40	50	65	50
	63	10	3,2	105	135	180	140	2,7	90	110	150	120	2,3	75	95	130	100
	75	10	5,1	170	215	285	225	4,3	145	180	240	190	3,7	120	155	205	165
	90	10	8,3	275	345	460	370	7,0	230	290	385	310	6,0	200	250	330	265
	110	20	14,1	470	590	785	625	11,8	395	495	660	525	10,2	340	425	565	450
	125	20	19,7	655	820	1090	875	16,5	550	690	920	735	14,2	475	590	790	630
	160	20	36,6	1220	1530	2030	1630	30,7	1020	1280	1710	1370	26,4	880	1100	1460	1170
200	30	64,3	2140	2680	3570	2860	54,0	1800	2250	3000	2400	46,3	1540	1930	2570	2060	

\* r = factor voor instroming dakafvoer  
g = factor voor de afvoer

Capaciteit van regenwaterstandleidingen voor diverse soorten daken en goten en maximaal af te voeren m<sup>2</sup> dakvlak voor diverse soorten daktypen, maximale gootlengte per standleiding.

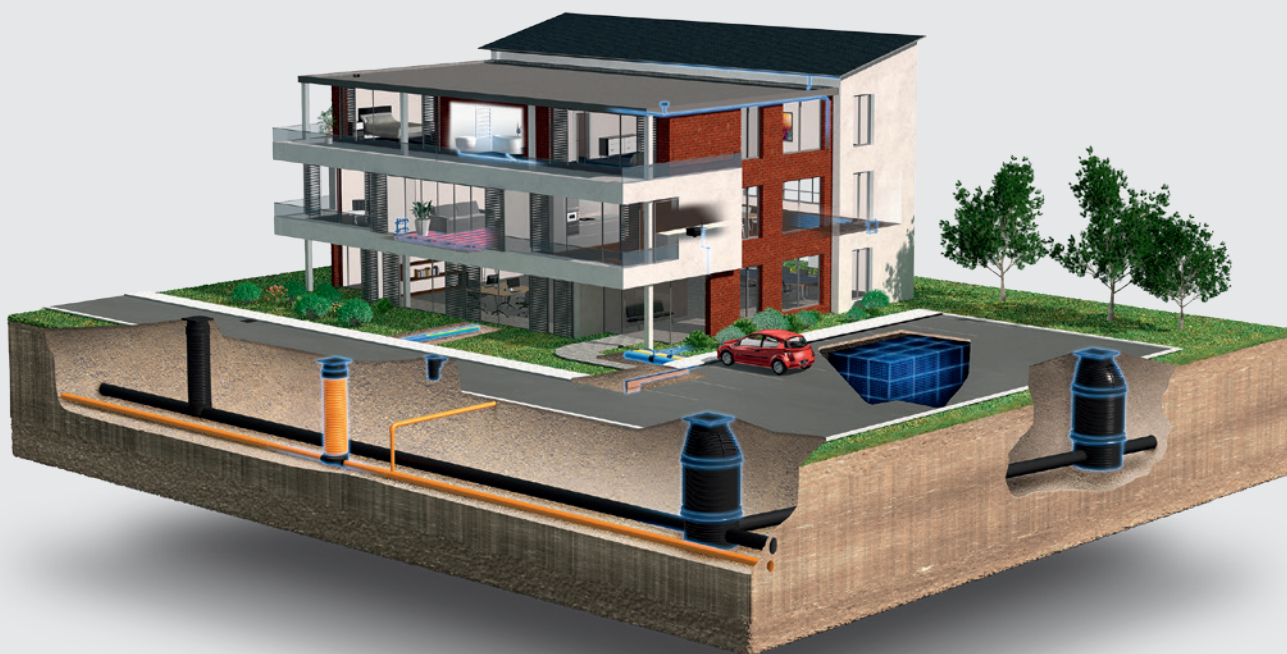
D					E						
a als C c, maar met bladvanger					a						
b					b						
c					b						
1 x 0,6 = 0,6					1 x 0,3 = 0,3						
capaciteit standleiding	af te voeren m <sup>2</sup> dak daktype				capaciteit standleiding	af te voeren m <sup>2</sup> dak daktype					
	l/s	1	2	3		4	l/s	1	2	3	4
1,9	65	80	105	85	1,0	30	40	55	45		
2,9	95	120	160	130	1,4	50	60	80	65		
4,1	135	170	225	180	2,0	70	85	115	90		
7,1	235	295	395	315	3,5	120	150	195	155		
1,0	30	40	55	45	0,5	15	20	25	20		
1,9	65	80	105	85	1,0	30	40	55	45		
3,1	100	130	170	140	1,5	50	65	85	70		
5,0	165	210	280	220	2,5	85	105	140	110		
8,5	280	355	470	380	4,2	140	175	235	190		
11,8	395	495	660	525	5,9	195	245	330	265		
22,0	730	915	1220	980	11,0	365	460	610	490		
38,6	1290	1610	2140	1710	19,3	645	805	1070	855		

Gootvorm	type 1	type 2
	$h \geq D$ $b \geq 2D$ $b \geq 150 \text{ mm}$ $A \geq 2D^2$	$h$ tussen 0,65D en 1D $b \geq 2D$ $b \geq 150 \text{ mm}$ $A \geq 1,3D^2$
	$h \geq D$ $A \geq 2D^2$	$0,65d \leq h \leq d$ $A \geq 1,3D^2$
	$h \geq D$ $A \geq 2D^2$	$h$ tussen 0,65D en 1D $A \geq 1,3D^2$

daktype	Goten type 1 en type 2	
	helling	rekenkundige regenbui l/s.ha
1 hellend dak	5° - 45°	300
2	45° - 60°	240
3	> 60°	180
4 plat met grind	0 - 5°	180
4 plat	0 - 5°	225

Daktypen voor woningen en woongebouwen.

Bekijk ons uitgebreide assortiment op  
**[www.wavin.nl](http://www.wavin.nl)**



Duurzaam waterbeheer | Verwarmen en koelen | Water- en gasdistributie  
Riolering | Datacom

**Mexichem.**  
Building & Infrastructure



CONNECT TO BETTER

© 2017 Wavin Nederland B.V.

De in deze brochure opgenomen informatie is gebaseerd op onze huidige kennis en ervaring. Wij aanvaarden evenwel geen aansprakelijkheid voor de gevolgen van eventuele tekortkomingen hierin. Overname van delen van de inhoud is uitsluitend toegestaan met bronvermelding.

Voor de meest actuele productinformatie, kijk op [wavin.nl](http://wavin.nl).



Wavin Nederland B.V.

J.C. Kellerlaan 8, 7772 SG Hardenberg | Postbus 5, 7770 AA Hardenberg | Tel. 0523-28 81 65 | Fax 0523-28 85 87 | [www.wavin.nl](http://www.wavin.nl) | [info@wavin.nl](mailto:info@wavin.nl)