

Riolering en hemelwaterafvoer – globale en handberekeningen

Kennisbank Bouwfysica

Auteurs: dr.ir. Peter van den Engel, Martine Verhoeven, ir. Leo de Ruijscher, ir. John van der Vliet

1 Algemeen

1.1 Inleiding

Wanneer gesproken wordt over rioolstelsels kunnen twee soorten rioolstelsels onderscheiden worden: het gemengde en het gescheiden rioolstelsel. Het *gemengde rioolstelsel* wordt in Nederland veel toegepast in huishoudens en houdt in dat zowel het regenwater als het door mensen gebruikte en verontreinigde drinkwater in het zelfde stelsel opgevangen en afgevoerd naar de RWZI (RioolWaterZuiveringsInrichting), waar het wordt gereinigd. Een nadeel van dit stelsel is dat het soms bij veel regen de grote hoeveelheid water niet aan kan en overbelast wordt. Om dit te voorkomen zijn er zogenaamde bergings- en bezinkingsvoorzieningen waar een relatief schoon deel van het water wordt afgevoerd. Het vuil(er)e deel van het water gaat alsnog naar de RWZI.

Het tweede systeem is een gescheiden rioolsysteem waarbij het verontreinigende drinkwater en neerslag via verschillende buizen wordt vervoerd. Het vuile water komt via aparte buizen bij de RWZI, waar het wordt gezuiverd. Het vuilere deel van de neerslag wordt hier ook gezuiverd. Als men een nieuw rioolstelsel aanlegt, kiest men tegenwoordig doorgaans voor het gescheiden stelsel.

1.2 Doelstelling

Het stelsel van afvoerleidingen moet het afvalwater en regenwater op een doelmatige wijze zonder overlast en schade afvoeren. Hieruit volgen een aantal algemene eisen:

1. Leidingen, dichtingen, enz. dienen dicht te zijn.
2. De binnenriolering dient een functioneel ontspanningssysteem te bezitten, het mag niet voorkomen dat een waterslot wordt weggezogen of doorgeblazen.
3. Een afvoersysteem mag onder normale gebruiksomstandigheden niet kunnen verstoppem (vreemde voorwerpen, bouwvuil, afzetting).
4. Volgens het Bouwbesluit mag de geluidsoverlast van een afvoerleiding een vastgestelde waarde niet overschrijden.
5. Inspoeling via de afvoerleiding veroorzaakt door andere spoeltoestellen mag niet voorkomen.
6. Afvoerleidingen dienen op een vorstvrije diepte te worden gelegd.
7. Grondleidingen evenals verzamelleidingen mogen onder geen voorwaarde vollopen.
8. Sanitaire toestellen dienen van een deugdelijke stankafsluiter met een waterslot te zijn voorzien.

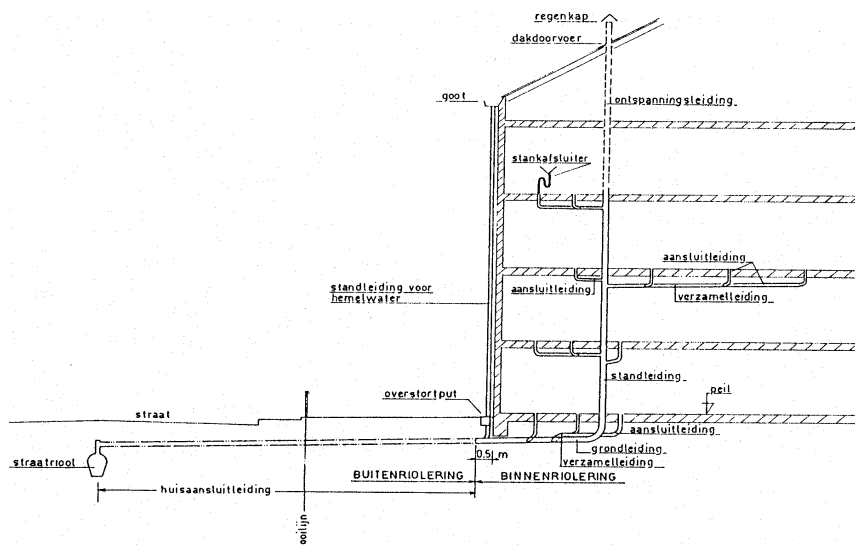
9. Koppeling van vuilwater met regenwater binnen het bouwwerk is volgens het Bouwbesluit niet toegestaan.

1.3 Begrippen

De volgende begrippen komen veel voor wanneer gesproken wordt over riolering.

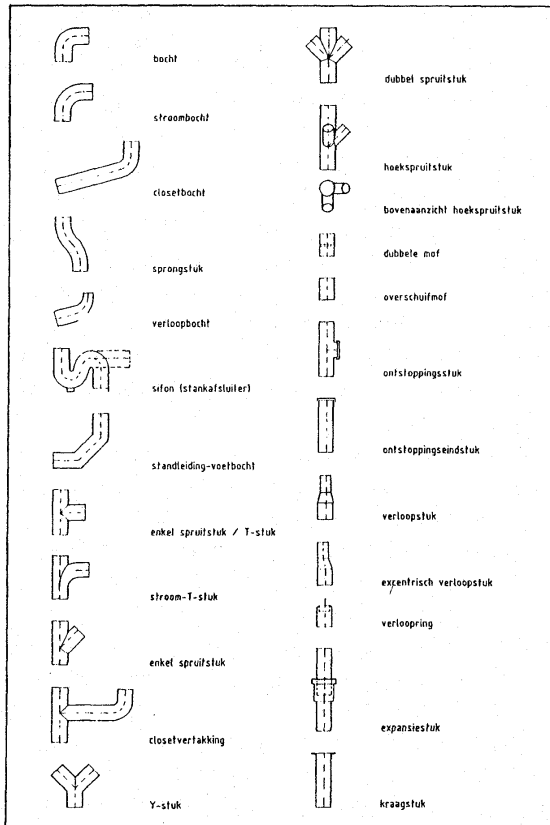
Aansluitleiding	een afvoerleiding, geen hemelwaterafvoerleiding zijnde, waarop slechts één lozingstoestel is aangesloten
Grondleiding	een liggende leiding onder een bouwwerk, die het afvalwater - in het algemeen via standleidingen - ontvangt en op de buitenriolering (terreinafvoerleiding of huisaansluitleiding) loost;
Hemelwaterafvoerleiding	afvoerleiding, uitsluitend bestemd voor afvoer van regenwater, smeltwater en eventueel spoelwater, van het buitenoppervlak van een gebouw;
huisaansluitleiding	een buiten het bouwwerk gelegen leiding die de grondleiding verbindt met het (gemeentelijke) rioolstelsel;
liggende leiding	een afvoerleiding, die geen grotere helling heeft ten opzichte van het horizontale vlak dan 45°;
ontspanningsleiding	leiding, die tot doel heeft voldoende beluchting en ontluchting op de binnenriolering te verzekeren;
standleiding	een afvoerleiding, die geen grotere helling heeft ten opzichte van de verticaal dan 45°;
vereveningsleiding	een leiding, die evenwicht brengt in de luchtdruk die heerst in twee andere leidingen;
verzamelleiding	een liggende leiding, die aansluitleidingen verbindt met een standleiding of grondleiding;
lozingstoestel	sanitair toestellen, was- en vaatwasmachines, vloerputten

Zie tevens figuur 1



figuur 1 benamingen van afvoerleidingen

De benaming van de belangrijkste afvoerhulpstukken - meestal van kunststof - zijn in figuur 2. weergegeven.



figuur 2 benaming afvoerhulpstukken

2 Ontwerpregels leidingsystemen

2.1 Algemeen

De afvoerleidingen hebben (uitgaande van een primair ontspanningsysteem) twee functies:

- Watertransportfunctie
- Ontspanningsfunctie

Het vervullen van deze functie leidt tot de algemene eis dat afvoerleidingen zoveel mogelijk een licht verloop moeten hebben en zo kort mogelijk moeten zijn. Richtingsveranderingen moeten zoveel mogelijk met bochtstukken van 45° en niet met bochten van 90° worden gerealiseerd, uitzonderingen daargelaten zoals een toilet op een standleiding.

De lozingskarakteristiek van een sanitairtoestel en het vervuolingsaspect geven aanleiding tot een gewenste volgorde van de aansluiting van sanitaire toestellen. Aandachtspunten voor liggende leidingen zijn:

- Closetten moeten bij voorkeur (vrijwel) direct op een standleiding in een (al dan niet aanwezige) leidingkoker worden aangesloten. De standleiding moet met gelijke diameter

naar het dak worden doorgetrokken t.b.v. de ontluchting. Dit is een belangrijke ontwerpfactor bij gestapelde woonlagen.

- De werking van een closet kenmerkt zich door een kortdurende hevige lozing. Benedenstreams dienen over een afstand van tenminste 1 m geen aansluitingen te worden aangebracht tenzij deze voorzien zijn van een ontspanningsleiding.
- Indien bovenstreams van een vloerstankafsluiter van een douche, een vaatwasmachine of wasmachine is aangesloten moet de afstand tussen deze aansluitingen minimaal 1 m bedragen.
- Bovenstreams van een closet dienen geen andere lozingstoestellen dan een closet te worden aangesloten.
- Bovenstreams van een wastafel of gootsteen is een aansluiting van een lozingstoestel met een langdurende volumestroom (wasmachine, vaatwasmachine) wenselijk.

2.2 Capaciteit afvoerleidingen

Liggende leidingen

De capaciteit van de leiding wordt bepaald door:

- De vullingshoogte (hierbij wordt standaard uitgegaan van 70% t.o.v. de binnendiameter)
- De ruwheid van de wand van de afvoerleiding (verschillend voor PVC, PE, ABS, gietijzer, verzinkt staal)
- Het afschot (het vereiste leidingafschot als functie van de gesommeerde richtingsverandering, zie tabel 1).
- Het aantal richtingsveranderingen (resultierend in de factor p, zie tabel 2.).
- De diameter. Aan de hand van de tabellen 3. en 4. kan de capaciteit van een PVC respectievelijk een gietijzeren leiding opgezocht worden.

tabel 1 afschot liggende leidingen als functie van de richtingsveranderingen

maximaal gesommeerde richtingsverandering door bochten in een gedeeltelijk gevulde liggende afvoerleiding	
leiding afschot in mm/m	maximaal gesommeerde richtingsverandering
3,9	135°
4 - 5,5	112°30'
5,6 - 7	90°
7,1 - 9,9	67°30'
10 - 13	45°
13,1 - 20	22°30'

tabel 2 de invloed van richtingsveranderingen op de afvoercapaciteit van liggende leidingen, uitgedrukt in factor p

factor voor de invloed van bochten (reductie volumestroom in gedeeltelijk gevulde liggende afvoerleiding)	
maximaal gesommeerde richtingsverandering	factor p
≤ tabel 1	1
> tabel 1	0,85
> tabel 1 doch leidingtraject is voorzien van ontspanningsleiding	1

tabel 3 volumestroom in liggende pvc-afvoerleiding

VOLUMESTROMEN IN LIGGENDE AFVOERLEIDINGEN VAN PVC (NEN7045)									
vullinghoogte 70%					d = middellijn in mm (handelsmaat)				
systeemwandruwheid					p = factor voor invloed bochten				
volgens NEN3215, 1 mm									
D	P	MAXIMALE VOLUMESTROOM q in l/s							
		leidingafschot in mm/m							
		1	2	3	4	5	10	15	20
50	1	0.15	0.21	0.26	0.30	0.33	0.47	0.58	0.67
50	0.85	0.12	0.18	0.22	0.25	0.28	0.40	0.49	0.57
75	1	0.51	0.72	0.88	1.02	1.14	1.61	1.98	2.28
75	0.85	0.43	0.61	0.75	0.86	0.97	1.37	1.68	1.94
90	1	0.86	1.22	1.50	1.73	1.94	2.74	3.36	3.88
90	0.85	0.73	1.04	1.27	1.47	1.65	2.33	2.86	3.30
110	1	1.54	2.18	2.67	3.08	3.45	4.88	5.97	6.90
110	0.85	1.31	1.85	2.27	2.62	2.93	4.14	5.08	5.86
125	1	2.21	3.13	3.83	4.43	4.95	7.00	8.58	9.90
125	0.85	1.88	2.66	3.26	3.76	4.21	5.95	7.29	8.42
160	1	4.29	6.07	7/43	8.58	9.60	13.58	16.63	19.20
160	0.85	3.65	5.16	6.32	7.30	8.16	11.54	14.13	16.32
200	1	7.79	11.02	13.50	15.59	17.43	24.65	30.19	34.87
200	0.85	6.62	9.37	11.47	13.25	14.81	20.95	25.66	29.63

tabel 4 volumestroom in liggende gietijzeren afvoerleiding

VOLUMESTROMEN IN LIGGENDE AFVOERLEIDINGEN VAN GIETIJZER (NEN7062)									
vullinghoogte 70%					d = middellijn in mm (handelsmaat)				
systeemwandruwheid					p = factor voor invloed bochten				
volgens NEN3215, 1 mm									
d	P	MAXIMALE VOLUMESTROOM q in l/s							
		leidingafschot in mm/m							
		1	2	3	4	5	10	15	20
50	1	0.23	0.32	0.39	0.46	0.51	0.72	0.89	1.02
50	0.85	0.19	0.27	0.33	0.39	0.43	0.61	0.75	0.87
70	1	0.56	0.79	0.97	1.12	1.25	1.77	2.17	2.50
70	0.85	0.47	0.67	0.82	0.95	1.06	1.50	1.84	2.13
100	1	1.52	2.14	2.63	3.04	3.39	4.80	5.88	6.79
100	0.85	1.29	1.82	2.23	2.58	2.88	4.08	5.00	5.77
125	1	2.65	3.76	4.60	5.31	5.94	8.41	10.30	11.89
125	0.85	2.26	3.10	3.91	4.52	5.05	7.14	8.75	10.14
150	1	4.29	6.07	7.43	8.58	9.60	13.58	16.63	19.20
150	0.85	3.65	5.16	6.32	7.30	8.16	11.54	14.13	16.32
200	1	8.91	12.60	15.44	17.82	19.92	28.17	34.51	39.85
200	0.85	7.57	10.71	13.11	15.14	16.93	23.95	29.33	33.87

Standleidingen

De stromingssituatie in standleidingen wordt beïnvloed door de water- en luchtstroming die plaatsvindt. Dit is vooral het geval bij de aansluiting van de liggende leiding en aan de voet van de standleiding.

De capaciteit van standleidingen wordt beperkt door de begrenzing van de maximaal optredende drukverschillen van 300 Pa.

Tabel 5 en 6 geven voor PVC en gietijzer de afvoercapaciteit als functie van de middellijn.

tabel 5 volumestromen in standleidingen van PVC (NEN7045)

negatief drukverschil max. 300Pa d = middellijn in mm (handelsmaat) systeemruwheid volgens NEN3215, 1 mm	
d	maximale volumestroom q in l/s
50	0.76
75	1.88
90	2.79
110	4.29
125	5.62
160	9.24
200	14.47

tabel 6 volumestromen in standleidingen van gietijzer (NEN7062)

negatief drukverschil max. 300Pa d = middellijn in mm (handelsmaat) systeemruwheid volgens NEN3215, 1 mm	
d	maximale volumestroom q in l/s
50	1.04
70	2.01
100	4.24
125	6.45
150	9.24
200	16.00

2.3 Aansluitleidingen

Aansluitleidingen aan lozingstoestellen worden bepaald aan de hand van de basisvolumestroom. Hiervoor is gekozen vanwege de vele factoren een groot aantal uitvoeringsvormen die in de praktijk aanwezig zijn, van lozingstoestel, afvoerplug, stankafsluiter en overloopconstructie.

Tabel 7 geeft de relatie tussen basisvolumestroom en de middellijn van de aansluiting.

tabel 7 volumestroom in aansluitleidingen

basisvolumestromen	basiswaarde middel-lijn aansluitleiding (handelsmaat kunststofleiding)*	gereduceerde middel-lijn voor muur- en vloerbuis (deel II)**	middellijn buisstank-afsluiter (deel I)
q_b in l/s	d in mm	d in mm	d in mm
0.5	50	40	32 (1¼")
0.75	63	50	40 (1½")
1.0	63	50	40 (1½")
1.5	75	-	50 (2")
2.0	110	-	
* totaal ontwikkelde leidinglengte		≤ 3.50 m	
** slechts één verticaal leidingdeel met lengte (hoogteverschil)		≤ 1.50 m	
muurbuislengte		≤ 0.50 m	

2.4 Ontspanningsleiding

Als ontspanningssysteem wordt in Nederland vooral de zogenaamde primaire ontspanning toegepast. Dat wil zeggen dat de standleiding als ontspanningsleiding wordt doorgetrokken tot boven het dak. Het transport van lucht gaat gepaard met drukverliezen die begrensd dienen te worden tot 300 Pa.

Als vuistregel kan de selectie van de middellijn van de ontspanningsleiding als volgt worden bepaald:

- de middellijn van een ontspanningsleiding dient gelijk te zijn aan de middellijn van de standleiding, die is bepaald op basis van de maximale volumestroom van afvalwater aan de voet van de standleiding.
- de (inwendige) middellijn van de ontspanningsleiding mag met 20% zijn gereduceerd, mits de lengte van de standleiding niet langer is dan 20 m.

Bij de toepassing van een ontspanningsverzamelleiding is een controle van het negatieve drukverschil tengevolge van wrijvings- en vertragingsverliezen wenselijk.

2.5 Maximum lozing volumestromen

De maximale lozingsvolumestroom door een afvoerleiding wordt berekend met de formule:

$$q_w = f \sqrt{\sum q_b} \quad \text{l/s} \quad (1)$$

q_w = maximale lozingsvolumestroom l/s

q_b = basisvolumestroom voor een toestel l/s

f = gelijktijdigheidsfactor -

Voor q_b zie tabel 8 en figuur 3, voor f zie tabel 9.

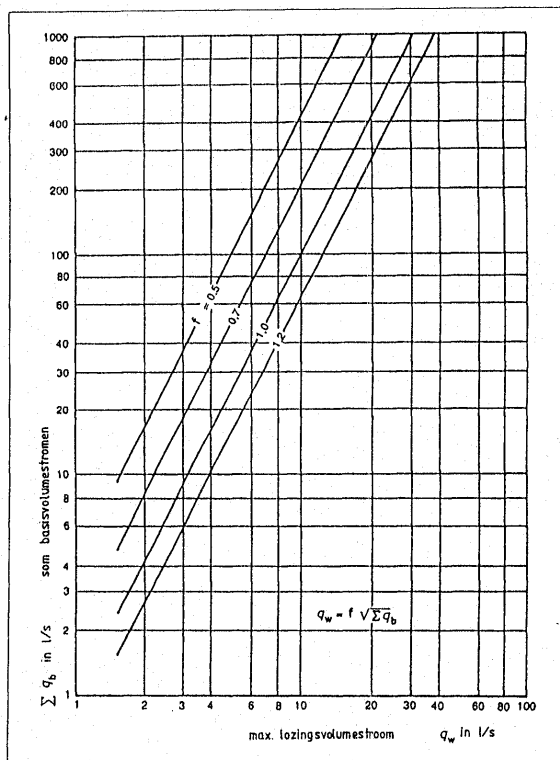
Randvoorwaarde bij de formule is dat q_w steeds \geq grootste q_b is.

tabel 8 basisvolumestromen voor lozingstoestellen

Lozingstoestel	Basisvolumestroom q_b (l/s)
Handwasbak Wastafel Bidet Doucheplaats Vloerput (rooster 100 mm, aansl. \varnothing 32 mm)	0.5
Wasautomaat (huishoudelijk) Vaatwasmachine (huishoudelijk) Urinoir Voetenwasbak Keukengootsteen Uitstortgootsteen Vloerput (rooster 100 mm, aansl. \varnothing 40 mm)	0.75
Badkuip Douchebak Spoelbak > 30 liter Wasfontein \leq 8 pers Vloerput (rooster 150 mm, aansl. \varnothing 50 mm)	1
Wasfontein > 8 pers. Vloerput (rooster 200 mm, aansl. \varnothing 75 mm)	1.5
Closetpot Vloerput (rooster 300 mm, aansl. \varnothing 110 mm)	2
Closetpot met reservoirspoeling \leq 6 liter Vloerput (rooster 300 mm, aansl. \varnothing 90 mm)	1,5
Afzuigcloset Bedspanspoeler Slophopper	2.5

tabel 9 gelijktijdigheidscoëfficiënten voor lozingsvolumestromen

type gebouw	gelijktijdigheidscoëfficiënt f
woning, woongebouw	0.5
school	0.7
kantoor	0.7
hotel	0.7
restaurant	0.7
ziekenhuis	0.7
industrievestiging met langdurige lozingen	1.2
bedrijfskeuken	1.4

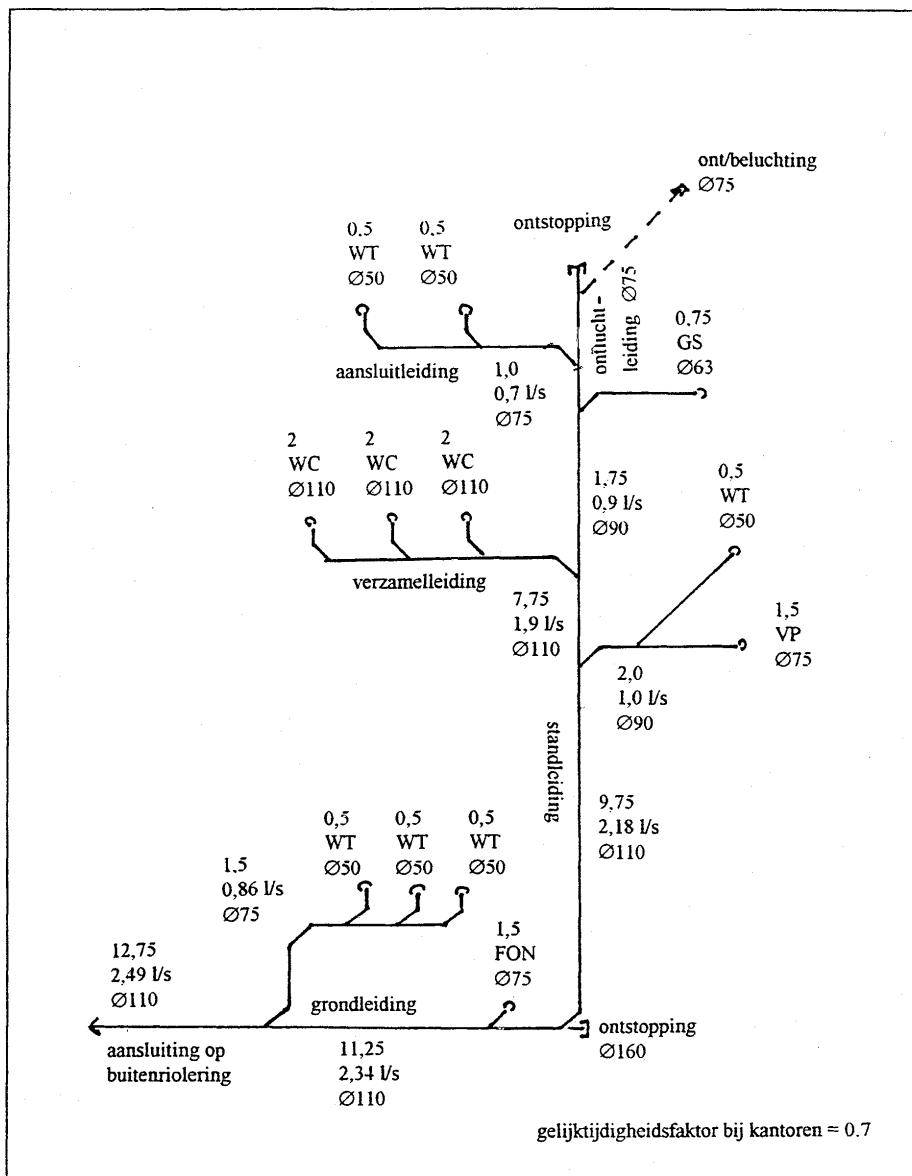


figuur 3 maximum lozingsvolumestroom afhankelijk van som basisvolumestromen en gelijktijdigheidscoëfficiënt

2.6 Werkwijze

Bij het maken van een ontwerp kan als volgt te werk worden gegaan:

- Stel de afvoerpunten vast en geef deze op tekening aan.
- Vermeld per afvoerpunten de toestel(code) en de bijbehorende basisvolumestroom.
- Ontwerp een leidingsysteem en let hierbij op:
 - korte leidingen en weinig bochten
 - juiste aansluitvolgorde
 - ontspanningsleiding
 - stromen en leidingverloop
- Totaliseer per leidingdeel de basisvolumestromen en bepaal vervolgens de maximale lozingsvolumestroom.
- Bepaal de diameter van de horizontale en verticale leidingdelen (de leidingdiameter wordt in de stromingsrichting nooit kleiner).



figuur 4 voorbeeld gedimensioneerd leidingsysteem

2.7 Hoogbouw

Bij hoogbouw vraagt de aanleg van binnenriolering extra aandacht (zie [5, 6 en 7]). De kennis hierover is nog steeds in ontwikkeling. Naast de standleiding van de riolering moet er parallel een standleiding als ontspanningsleiding worden aangebracht die een gelijke diameter heeft. Ook is het mogelijk standleidingen per verdieping te koppelen. Voorkomen moet worden dat het systeem door de hoge valsnelheden vacuüm trekt. De standleidingen moeten naar het dak worden doorgetrokken en daar uitmonden in een gebied waar geen grote onderdruk kan heersen ($> 700 \text{ Pa}$). Aan de voet van de standleiding moeten twee bochten van 45° worden aangebracht en voor de onderste twee lagen is het zelfs wenselijk nog een extra parallelle standleiding aan te brengen omdat hier vaak overdruk heerst.

3 Hemelwaterafvoer (HWA)

3.1 Algemeen

Op hemelwaterafvoerleidingen mogen geen lozingstoestellen voor huishoudelijk afvalwater worden aangesloten. Hemelwaterafvoer wordt, gescheiden van de binnenriolering, tot buiten het gebouw gebracht. Buiten het gebouw kan de leiding op een gemengd riool worden aangesloten of op een riool dat op het oppervlaktewater loost. Bij een gemengd riool moet de hemelwaterafvoer via een overstortput op de grondleiding worden aangesloten. Dit om te voorkomen dat bij verstopping van het riool het hemelwater via de lozingstoestellen het gebouw binnenstroomt.

Voor het dimensioneren van een HWA-systeem moet eerst de hoeveelheid neerslag en de wijze van opvang en afvoer worden vastgesteld. Vervolgens kunnen het aantal afvoerpunten, de diameters van standleidingen en de diameters van horizontale leidingen worden bepaald.

3.2 Hoeveelheid neerslag

Neerslag wordt meestal gegeven in liters per seconde per hectare. De maximale neerslag in Nederland is ca. 600 l/(s.ha). Dit komt maar zeer kortstondig voor. We spreken dan van een "wolkbreuk". Voor het bepalen van de ontwerphoeveelheden wordt rekening gehouden met de capaciteit van de opvang en de tijd die verloopt tussen de aanvang van een regenbui en het moment waarop het leidingsysteem het water moet gaan afvoeren. De volgende ontwerphoeveelheden worden aangehouden:

schuine daken	300 l/(s.ha) = 0,0300 l/(s.m ²)
platte daken	225 l/(s.ha) = 0,0225 l/(s.m ²)
platte daken met grind	180 l/(s.ha) = 0,0180 l/(s.m ²)
grote parkeerdaken	150 l/(s.ha) = 0,0150 l/(s.m ²)

3.3 Neerslagoppervlakte

De neerslagoppervlakte wordt gebaseerd op de horizontale projectie van de vlakken waarop neerslag terecht kan komen. Omdat regen onder invloed van de wind schuin omlaag valt, kunnen gevels eveneens door een grote hoeveelheid water worden getroffen. Sluit de gevel aan op een dakvlak, dan moet de neerslag via dat dakvlak worden afgevoerd. Bij hevige neerslag worden verticale vlakken onder een hoek van maximaal 15° getroffen. De geprojecteerde oppervlakte bedraagt daardoor ca. 1/3 van de werkelijke geveloppervlakte. Ook schuine dakvlakken krijgen onder invloed van de wind meer neerslag te verwerken dan het horizontaal geprojecteerde vlak. In plaats van de projectie is de oppervlakte van het schuine vlak een goede benadering.

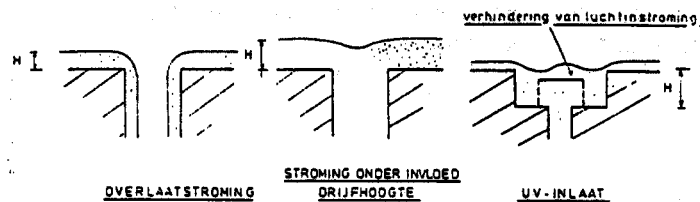
3.4 Opvang van neerslag en wijze van afvoer

Bij schuine daken worden voor de opvang van neerslag goten gebruikt. Dit kunnen losse goten zijn, zoals bij pannendaken, of goten die in het dakvlak zijn geïntegreerd. Via de gootuitloop wordt het opgevangen water afgevoerd naar een HWA-standleiding. Deze verticale leidingen kunnen zijn aangesloten op horizontale verzamelleidingen.

Verzamelleidingen kunnen op hun beurt weer worden aangesloten op een verticale standleiding. Een goot kan zijn aangesloten op een aantal standleidingen. Ook kunnen een aantal goten via een vergaarbak op één HWA-standleiding worden aangesloten. De keuze wordt bepaald door de per goot af te voeren neerslag en door de afvoercapaciteit van de standleiding. Bij platte daken wordt het dak met zijn dakrand als opvangreservoir gebruikt. Om het water naar de dakafvoeren in het dak te leiden moet het dak op afschot liggen. Het aantal afvoerpunten per dakvlak is afhankelijk van de afvoercapaciteit van de dakafvoeren.

3.5 Afvoercapaciteit en aantal dakafvoeren

De afvoercapaciteit van dak- en gootafvoeren wordt bepaald door de wijze van instroming en door de stromingstoestand in de afvoerleiding. De stromingstoestand is afhankelijk van het gegeven of wel of geen lucht met het hemelwater wordt mee afgevoerd. De afvoercapaciteit van een geheel met water gevuld leidingstelsel is namelijk beduidend groter dan van een systeem waarin zich naast water ook lucht bevindt. Gemengde stroming komt voor bij afvoer van weinig neerslag. Bij de afvoerpunten ontstaat dan een vorm van overlaatstroming (zie figuur 5).



figuur 5 vormen van waterafvoer via een plat dak

Bij grotere hoeveelheden neerslag neemt de waterhoogte op het dakvlak of in de goot toe, waardoor een grotere drijfhoogte ontstaat en de afvoerleidingen geheel met water gevuld raken. Vervolgens neemt de stroomsnelheid van het water in de geheel gevulde leidingen sterk toe onder invloed van de groter wordende valsnelheid. De afvoercapaciteit van de leidingen kan daardoor meer worden dan de dakafvoeren kunnen toevoeren. Onder die omstandigheden wordt lucht aan- en meegezogen en neemt de afvoercapaciteit weer af. Het systeem kan op deze manier instabiel gaan werken. In verband hiermee kan een "traditioneel" systeem eigenlijk alleen maar worden gedimensioneerd als een systeem met overlaatstroming, dus met een beperkte afvoer. Zogenaamde UV-inlaten kunnen de instroming van lucht verhinderen. Worden deze inlaten toegepast dan kunnen kleinere leidingdiameters worden toegepast.

3.6 Traditionele hemelwaterafvoer

Dimensionering standleidingen

Bij "traditionele" overlaatstroming wordt de afvoercapaciteit (qh) van HWA-leidingen en standleidingen mede bepaald door de situering van de afvoeren in het dakvlak of de goot. Een afvoer midden op een dak, waarbij het water van alle kanten kan toestromen, moet meer water afvoeren dan een afvoer bij een hoekpunt van een dak, waar dakranden de toestroming belemmeren. Om dit effect in rekening te brengen is het begrip situeringsfactor "s" ingevoerd (zie [2]). Doorgaans wordt voor een dakafvoer $s = 0,6$ en voor een gootafvoer $s = 0,3$ aangehouden. Zie verder tabel 10.

tabel 10 volumestromen in horizontale hemelwaterafvoeren

**VOLUMESTROMEN IN LIGGENDE HEMEL-
WATERAFVOERLEIDINGEN VAN PVC (NEN 7045)**

Systeemwandruwheid volgens NEN 3215, 1 mm

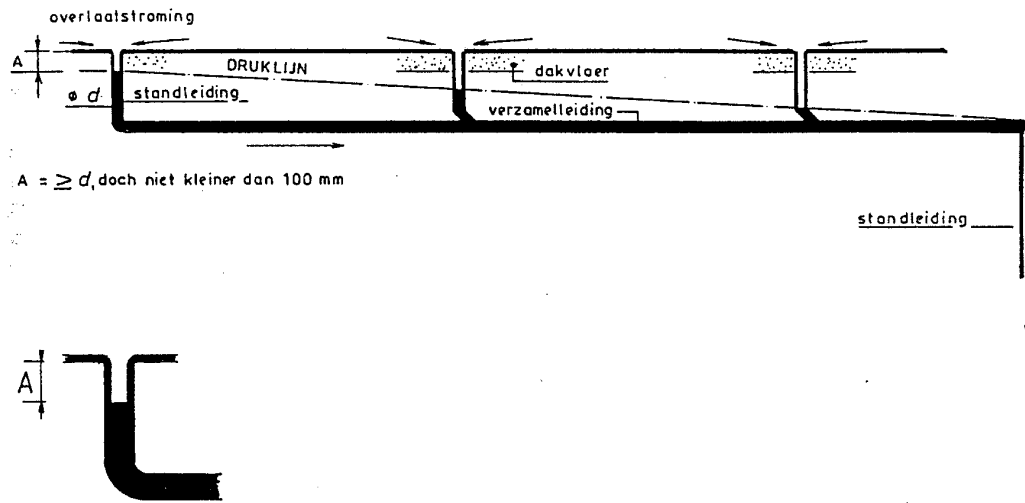
Wrijvingsverlies (R) in Pa/m	HWA-VOLUMESTROOM q in l/s						
	middellijn (d) in mm (handelsmaat)						
	50	75	90	110	125	160	200
10	0.19	0.64	1.10	1.96	2.81	5.45	9.90
20	0.27	0.91	1.56	2.77	3.97	7.71	14.00
30	0.33	1.12	1.91	3.39	4.87	9.44	17.14
40	0.38	1.29	2.20	3.92	5.62	10.90	19.80
50	0.42	1.45	2.46	4.38	6.29	12.19	22.13
60	0.46	1.59	2.70	4.80	6.89	13.35	24.25
70	0.50	1.71	2.92	5.18	7.44	14.42	26.19
80	0.54	1.83	3.12	5.54	7.95	15.42	28.00
90	0.57	1.94	3.31	5.88	8.44	16.35	29.70
100	0.60	2.05	3.49	6.19	8.89	17.24	31.31
150	0.74	2.51	4.27	7.59	10.89	21.12	38.34
200	0.85	2.90	4.93	8.76	12.58	24.38	44.27
250	0.95	3.24	5.51	9.80	14.06	27.26	49.50
300	1.04	3.55	6.04	10.73	15.41	29.86	54.23
400	1.20	4.10	6.98	12.39	17.79	34.48	62.62
500	1.35	4.59	7.80	13.86	19.89	38.56	70.01
600	1.48	5.02	8.55	15.18	21.79	42.24	76.69
700	1.60	5.43	9.23	16.40	23.54	45.62	82.83

Dimensionering horizontale leidingen

De afvoercapaciteit van horizontale leidingen, zoals verzamel- en grondleidingen, wordt bij het "traditionele" HWA-systeem bepaald door het wrijvingsverlies, uitgaande van geheel gevulde leidingen. De beschikbare druk, nodig voor het overwinnen van het wrijvingsverlies van het stromende water, wordt geleverd door de kolom water in de verticale leiding die op de horizontale leiding loost. Het maximaal mogelijke wrijvingsverlies in horizontale leidingen is daardoor afhankelijk van de lengte van de horizontale leiding. In tabel 10 kan de volumestroom van de verschillende leidingdiameters worden opgezocht, uitgaande van een gegeven wrijvingsverlies. Volgens NEN 3215 mag het wrijvingsverlies niet meer dan 700 Pa/m bedragen.

Voorbeeld 1

Voor een leiding onder een dak waarop verticale leidingen van 0,5 m zijn aangesloten (zie figuur 6) kan het wrijvingsverlies maximaal $(0,5 - A) \times 9.800 = 4.000$ Pa bedragen. Voor A is 0,1 m genomen; het getal 9.800 is de druk in Pa die een kolom water van 1,0 meter op de leiding uitoefent. Is de leiding 10 m lang en wordt voor de hulpstukken een toeslag van 30% genomen (equivalente leidinglengte van de hulpstukken is dus 3 m), dan is het maximaal mogelijke wrijvingsverlies per meter leiding $4.000 : 13 = \text{ca. } 300$ Pa/m.



figuur 6 verzamelleiding onder een dak

Vereenvoudigde dimensionering

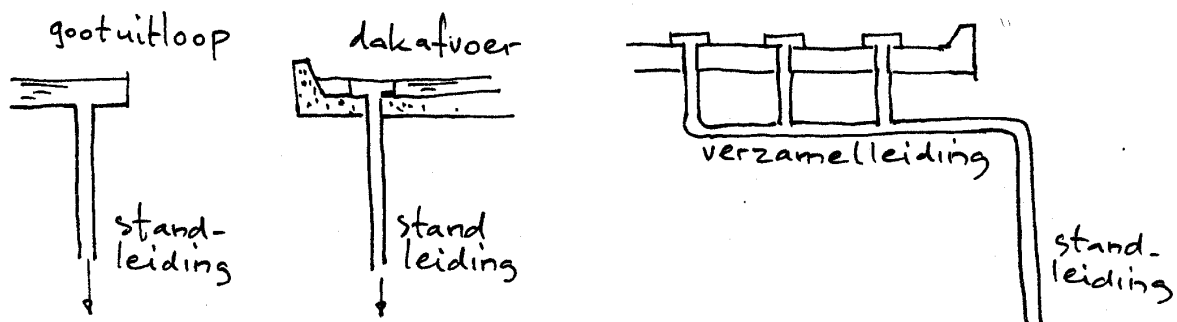
De berekening van de diameter van gootuitlopen, dakafvoeren, stand-, verzamel- en grondleidingen is complex. Een gedetailleerd inzicht in deze berekening is niet wat deze module beoogt. Deze module is bedoeld om snel inzicht te krijgen in de orde van grootte van de benodigde HWA-leidingen. In verband hiermee geven tabel 11 en 12 een indicatie van het aantal vierkante meters dakvlak waarvan de neerslag via een gootuitloop, dakafvoer of daarop aangesloten leiding (met in de tabel gegeven diameter) kan worden afgevoerd. Dimensionering volgens NEN 3215 kan tot andere diameters leiden. De verschillen zijn niet groot omdat bij de afleiding van de tabellen snelheden en wrijvingsverliezen zijn aangehouden zoals die in de praktijk worden gevonden.

tabel 11 indicatie van het aantal m² dakoppervlak waarvan de neerslag via een "traditioneel" hemelwaterafvoersysteem kan worden afgevoerd.

leiding diameter mm	gootuitloop/dakafvoer/standleiding				verzamelleiding/standleiding			
	schuin m ²	plat m ²	grind m ²	parkeer m ²	schuin m ²	plat m ²	grind m ²	parkeer m ²
50	16	45	55	65	50	70	90	100
75	50	135	165	200	130	180	220	270
90	80	220	275	330	200	270	330	400
110	140	380	470	560	320	430	540	650
125	200	530	630	800	420	560	700	840
160	370	980	1200	1500	700	900	1200	1400
200	650	1700	2100	2600	1100	1500	1900	2300

tabel 12 indicatie van het aantal m² dakoppervlak waarvan de neerslag via een "UV" hemelwaterafvoersysteem kan worden afgevoerd

leiding diameter mm	dakafvoer/standleiding				verzamelleiding/standleiding			
	schuin m ²	plat m ²	grind m ²	parkeer m ²	schuin m ²	plat m ²	grind m ²	parkeer m ²
50	50	65	80	100	75	100	125	150
75	125	165	200	245	245	330	410	500
90	275	365	460	550	460	610	760	910
110	420	565	700	850	700	940	1170	1400
125	550	740	920	1100	930	1230	1530	1850
160	900	1200	1500	1800	1500	2000	2500	3000
200	1200	1900	2400	2800	2000	3150	3900	4700



figuur 7 weergave begrippen uit tabel 11 en 12

Voorbeeld 2

Bij een plat dak met grind kan via een traditionele dakafvoer van 75 mm doorsnede de neerslag van 165 m² dak worden afgevoerd. Met een horizontale of verticale verzamelleiding van 75 mm kan de neerslag van 220 m² plat dak met grind worden afgevoerd.

Voorbeeld 3

Bij een schuin pannendak met goot kan via een gootuitloop/standleiding van 75 mm de neerslag van 50 m² dak worden afgevoerd.

3.7 UV-systeem

UV versus "traditioneel"

UV komt van de Finse aanduiding "Umpi Virtaus", wat "gesloten stroming" betekent. Geberit noemt het "Pluvia". De stroming in het UV-systeem komt, net als bij "traditionele" HWA en binnenriolering, tot stand onder invloed van de zwaartekracht. Het verschil met deze beide traditionele systemen, waarin onderdruk ongewenst is, dat het UV-systeem juist bewust gebruik maakt van onderdruk. Gebruik van onderdruk is mogelijk door ervoor te zorgen dat bij neerslag het leidingsysteem geheel met water gevuld raakt en, wat belangrijker is, het ook gevuld blijft. Hiervoor worden speciale dakafvoeren toegepast die voorkomen dat lucht wordt aan- of meegezogen.

Onderdruk

In een aan de bovenkant afgesloten verticale leiding kan een kolom water van 1 meter een onderdruk van 9.800 Pa veroorzaken. Deze onderdruk heerst boven die kolom en kan worden

gebruikt als (negatief) drukverschil om de wrijvingsweerstand te overwinnen die het stromende water in leidingen ondervindt. De onderdruk mag evenwel niet tot vacuüm leiden. Als maximale onderdruk wordt 9.000 Pa genoemd (voorwaarde 1). Voor sommige buizen, bij voorbeeld kunststof met een geringe wanddikte, is een dergelijke onderdruk te groot. Verder mag het drukverschil in de dakinlaten niet te groot zijn (voorwaarde 2). Ten slotte mag de snelheid, waarmee het UV-systeem op het "traditionele" systeem loost, niet meer dan 2,5 m/s bedragen (voorwaarde 3).

Dimensionering

Het UV-systeem moet zodanig worden ontworpen en gedimensioneerd dat zich in de leidingen een stromingstoestand kan instellen waarbij aan de drie in paragraaf 4.7.2 genoemde voorwaarden wordt voldaan. De berekening van de bij deze toestand behorende diameters van dakafvoeren, stand-, verzamel- en grondleidingen is zeer complex. Meer hierover is te vinden in [3]. In tabel 12 is een indicatie gegeven van het aantal vierkante meters dakvlak waarvan de neerslag via een dakafvoer of daarop aangesloten leiding (met in de tabel aangegeven diameters) kan worden afgevoerd.

Voorbeeld 4

Bij toepassing van het UV-systeem kan via een dakafvoer van 90 mm de neerslag van 550 m² parkeerdak worden afgevoerd. Met een horizontale of verticale verzamelleiding van 90 mm kan de neerslag van 910 m² parkeerdak worden afgevoerd.

Voorbeeld 5

Aan elke lange zijde van een parkeerdak van 80 x 20 m (oppervlakte 1800 m²) worden 5 dakafvoeren geplaatst. Dat betekent dat per dakafvoer de neerslag van 180 m² dakvlak moet worden afgevoerd. Volgens tabel 12 zijn hiervoor dakafvoeren met een diameter van 75 mm nodig. Worden de afvoeren per lange zijde op één verzamelleiding aangesloten, dan moet deze leiding de neerslag van 900 m² parkeerdak afvoeren. Volgens tabel 12 moet deze leiding een diameter van 90 mm hebben.

4 Literatuur

1. NPR 3216. Binnenriolering in woningen en woongebouwen. Ontwerp en Uitvoering. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft, 1991.
2. NEN 3215. Binnenriolering in woningen en woongebouwen. Eisen en bepalingsmethoden. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft 1991.
3. Scheffer, W.J.H. Het Ontwerpen van Sanitaire Installaties. Audet Tijdschriften BV, Nijmegen, 1992.
4. Geberit. Documentatie.
5. Kruijsse P.M.D., Van der Schee W.G. Afvoersystemen in hoogbouw geen sinicure. TVVL-Magazine, juni 2007.
6. NTR 3216. Binnenriolering – richtlijnen voor ontwerp en uitvoering. ISSO, Uneto-VNI en Nederlands Normalisatie Instituut. December 2002.
7. NEN 3215. Binnenriolering – Eisen en bepalingsmethoden. Nederlands Normalisatie Instituut, oktober 2002.