

# Afvoersystemen in hoogbouw geen sinecure

*De aanleg van binnenriolering is geregeld in het bouwbesluit. De eisen en bepalingmethoden voor de binnenriolering in een gebouw staan aangegeven in NEN 3215. Deze NEN 3215 geeft de prestatie-eisen die de ontwerper moet interpreteren. ISSO, UNETO-VNI en NEN bieden de ontwerper met de NTR 3216 een praktisch hulpmiddel om concreet de binnenriolering te ontwerpen en aan te brengen. Echter, rioleringsstelsels in hoogbouw vragen om aanvullende kennis om het systeem zo te ontwerpen dat de afvoer van water en fecaliën veilig geschiedt zonder verspreiding van bacteriën. Een gebruiker of bewoner van een gebouw vertrouwt tenslotte blindelings op de goede werking van het systeem. Dit artikel gaat in op specifieke aspecten in afvoersystemen in hoogbouw.*

*- door drs.ir. P.M.D. Kruijsse\* en W.G. van der Schee\*\**

**B**ij het ontwerpen van afvoersystemen in hoogbouw doen in het vakgebied nog steeds indianenverhalen de ronde:

- de valsnelheid in de standleiding loopt, door de af te leggen afstand, ontoelaatbaar hoog op;
- het is raadzaam in standleiding bochten van 90° te monteren om de valsnelheid te breken.

Daarnaast zijn er nog een aantal aandachtspunten die tijdens het ontwerp over het hoofd worden gezien:

- de plaats van de ontspanningsleiding op het dak;
- drukschommelingen in het afvoerstelsel waardoor watersloten worden doorgeblazen;
- windaanval op de gevels waardoor er relatief grote drukverschillen ontstaan over de gevels;
- aan de voet van de standleiding, bij de overgang naar de grondleiding een bocht monteren van 90°;

- vanaf de lager gelegen verdiepingen directe aansluitingen op de standleiding en grondleiding;
- de standleiding in het verticale vlak met bochten van 90° verslepen, omdat de indeling in de schacht de montage van een rechte leiding niet toelaat.

In dit artikel worden een aantal van de hierboven aspecten toegelicht. Hoewel een aantal basisprincipes aan de orde komen, is de dit artikel niet bedoeld als een les afvoertechniek, maar stel dat de inhoud uw nieuwsgierigheid prikkelt, dan is het raadzaam de NEN 3215 en NTR 3216 eens rustig door te bladeren.

## **KENNIS OVER RIOLERING IN HOOGBOUW NOG PRIL**

Hoogbouw in Nederland betreft voornamelijk woontorens, kantoorgebouwen en hotels. In de jaren tachtig voorzag



Drs.ir. P.M.D. Kruijsse



De heer W.G. van der Schee

de Model Bouwverordening tot ca 20 meter hoogte, met de komst van de NEN 3215 in 1991 werd deze hoogte nog niet aangepast. Pas in 1997, met de introductie van de NTR 3216, is de hoogtegrens arbitrair aangepast naar 50 meter. Destijds werden gebouwen neergezet met bouwhoogten tussen de 100 en 150 meter, met afvoersystemen zonder dat daar een goede theoretische basis voor bestond. Hoe werd dan voor dit type gebouwen het ontwerp van de binnenriolering bepaald? Tijdens de TVVL ST-dag in juni 2000 antwoordde Ton van der Zwan (Be-

\* Wolter & Dros, Afdeling Technisch Advies en Ontwikkeling (TAO), te Amersfoort

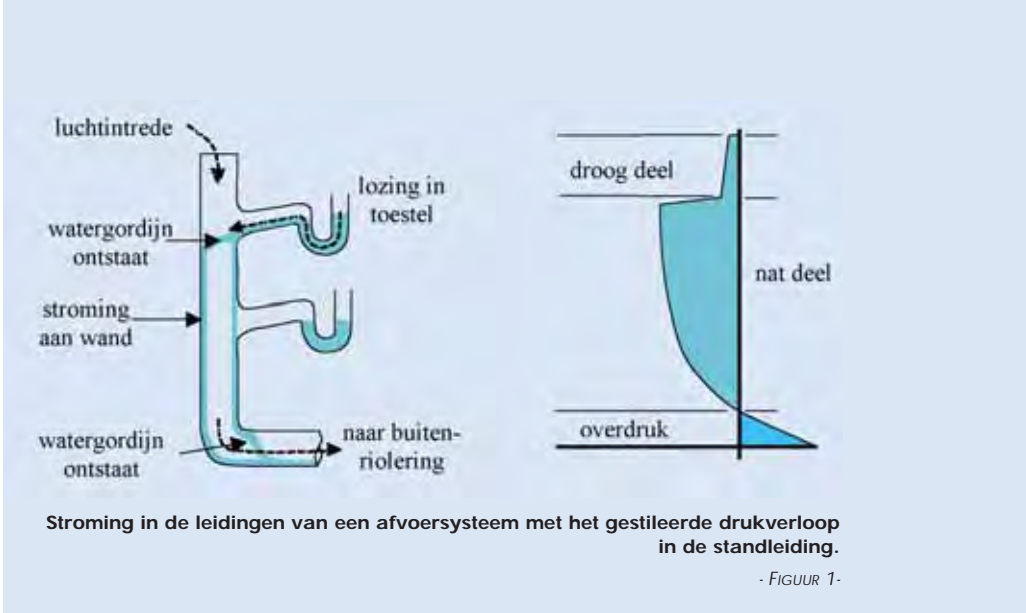
\*\*Wolter & Dros, Afdeling Technisch Advies en Ontwikkeling (TAO), te Amersfoort

stuur afdeling Sanitaire Technieken van de TVVL) op die vraag: “Met vallen en opstaan en door gebruik te maken van buitenlandse ervaringen, veelal gekoppeld aan de kennis van leveranciers”. In een flatgebouw van vier verdiepingen, met een slecht functionerend afvoersysteem, is het heel vervelend voor de gezinnen die in dat flat wonen, maar in een gebouw van meer dan 100 meter hoog is de ellende helemaal niet te overzien als het afvoersysteem kuren vertoont. In 2000 is in opdracht van UNETO-VNI een voorstudie verricht naar binnenriolering in gebouwen hoger dan 50 meter. Deze studie leidde tot een aantal aanbevelingen die inmiddels in de NTR 3216 zijn verwerkt.

### GOEDE ONTSPANNING IS ESSENTIEEL

Een van de belangrijkste onderdelen van het afvoersysteem is de ontspanningsleiding. Om te begrijpen waar problemen in het leidingnet kunnen ontstaan, is inzicht in de stroming in de standleiding onontbeerlijk. Tijdens een lozing ontstaat in het afvoersysteem een complexe stroming, bestaande uit drie componenten: vloeistof, vaste delen en lucht. De stroming in de standleiding zuigt lucht aan via de ontspanningsleiding door het dak en dit resulteert in een onderdruk in dat deel van de standleiding dat zich onder de aansluitleiding bevindt en een overdruk in de voet van de standleiding. Als de lucht door de stroming in de standleiding treedt, dan zal verderop in het afvoersysteem een drukvariatie ontstaan. Figuur 1 toont het gestileerde drukverloop in de standleiding. Via de ontspanningsleiding moet voldoende lucht toetreden, dat leegzuigen of doorblazen van sifons voorkomt. Een niet correct werkende ontspanning in het afvoersysteem kan bewoners confronteren met ongewenste problemen zoals: geluidsoverlast door geborrel van de sifons, vervuiling doordat via de sifons vervuild water in de sanitaire toestellen komt en stank. In het afvoersysteem kan een slecht werkende ontspanning leiden tot hydraulische afsluitingen, waardoor de afvoercapaciteit niet wordt bereikt.

De ontspanningsleiding heeft naast lokale drukvereffening van het afvoersysteem tevens tot doel het openbare



riool te ontlichten. In Nederland heeft men er namelijk voor gekozen het openbare riool te ontlichten via de ontspanningsleidingen van de aangesloten binnenriolerings. Binnenbeluchters op aansluitleidingen zijn daarom niet toelaatbaar. Zij laten lucht door als onderdruk optreedt in het afvoersysteem, maar bij overdruk belemmeren zij de ontlichting van het afvoersysteem.

### TYPE ONTSPANNINGSSYSTEEM VAN INVLOED OP DE BENODIGDE MIDDELIJN

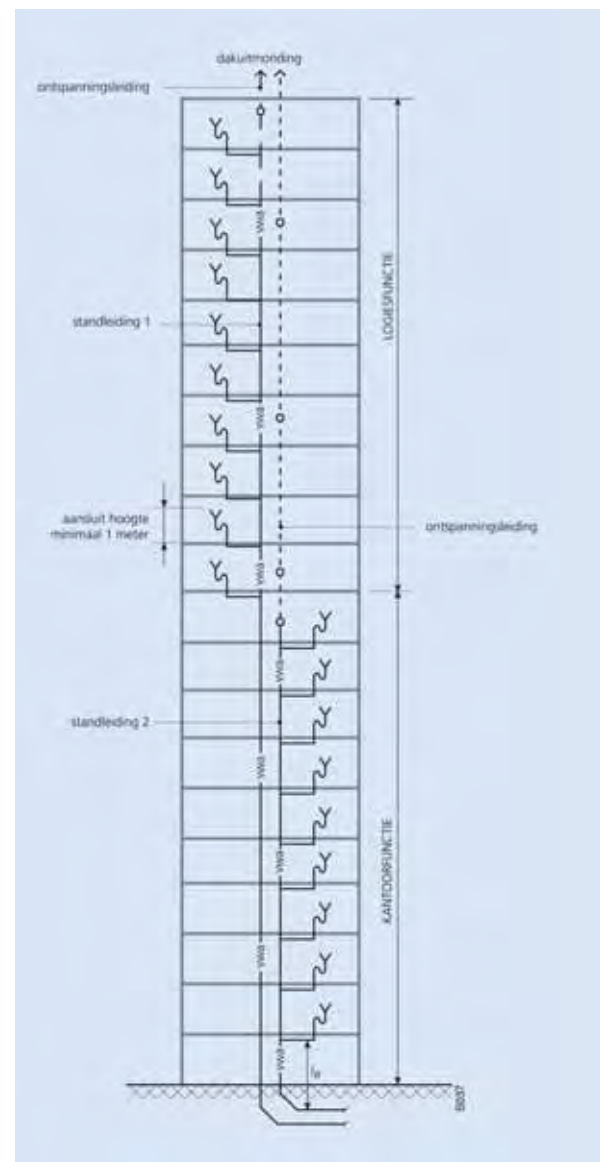
#### Combinatie afvoer en beluchting

In Nederland wordt in de meeste gevallen het zogenaamde “primaire ontspanningssysteem” toegepast. Bij een primaire ontspanning wordt geen aparte ontspanningsleiding toegepast; de standleiding heeft een gecombineerde functie. Deze wordt boven het hoogste aansluitpunt als ontspanningsleiding doorgetrokken door het dak. Daarmee is tevens een knelpunt van het primaire ontspanningssysteem voor hoogbouw aangegeven. Via één leiding moet alle transport plaatsvinden: de lozingen en de benodigde lucht voor ontspanning. Door het toenemen van de valhoogte neemt ook het de onderdruk door stroming toe. De onderdruk mag de grens van 300 Pa niet overschrijden, omdat anders de watersloten in de sifons worden leeggezogen. Daarnaast geldt bij hoge gebouwen eveneens dat de uitvoering van het ontspanningssysteem (primaar, direct parallel en indirect parallel) van invloed is op de afvoercapaciteit.

#### Secundair ontspanningssysteem

In principe is de stroming van het

mengsel van vloeistof, vaste delen en lucht in het secundaire ontspanningssysteem gelijk aan de stroming in het primaire ontspanningssysteem. Het verschil betreft de beluchting; bij het secundaire ontspanningssysteem wordt



Gescheiden standleiding per gebouwfunctie (bron NTR 3216).

- FIGUUR 2 -

via een extra leiding parallel aan de standleiding via verbindingen lucht toe of afgevoerd. Door luchtstroming in de secundaire leiding verminderen de drukvariaties in de standleiding. Een standleiding met een secundair ontspanningssysteem heeft een grotere afvoercapaciteit dan een standleiding met een primair ontspanningssysteem.

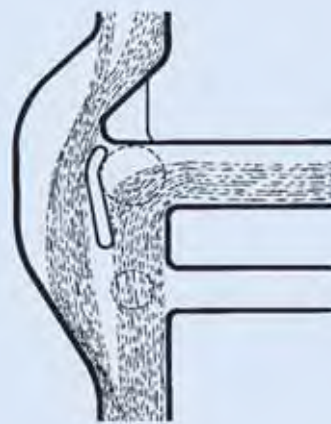
In [3] handelt paragraaf 5.10 over de capaciteit van standleidingen in gebouwen hoger dan 50 meter. Het type ontspanningssysteem bepaalt in belangrijke mate de maximale volumestroom in standleidingen in hoogbouw. Een voorbeeld toont dit aan: hoogte (inclusief de ontspanningsleiding boven de standleiding) 125 meter en een volumestroom van 2,55 l/s. Bij een primair ontspanningssysteem leidt dit tot een ontwerp-middellijn (inwendige middellijn) van 117 mm en bij een direct parallel ontspanningssysteem leidt dit tot een ontwerp-middellijn van 100 mm.

## BEDRIJFSZEKERHEID

In verband met de bedrijfszekerheid schrijft NEN 3215 voor dat een gemeenschappelijk leidingsysteem voor huishoudelijk afvalwater voor twee of meer gebruiksfuncties niet is toegestaan (Figuur 2 toont dit principe.), tenzij de gebruiksfuncties boven elkaar zijn gelegen en dezelfde gelijktijdigheidcoëfficiënt ( $p$ ) voor de bepaling van de ontwerp-volumestroom bezitten. Bij combinaties van wonen en werken kan wel worden volstaan met één leidingsysteem, indien er sprake is van afvalwater, dat qua aard en gebruik vergelijkbaar is met huishoudelijk afvalwater. Bijvoorbeeld een combinatie van een kantoor- en logiesfunctie, bij beide wordt gerekend met een gelijktijdigheidcoëfficiënt  $p$  van 0,7. Voor hoogbouw beveelt [3] aan de vuilwaterafvoer per schacht te verdelen over meerdere standleidingen en de daarbij behorende grondleidingen. Zie figuur 3. Hierbij kunnen de verdiepingen “om en om” worden aangesloten. Per verdieping dienen koppelleidingen te worden aangesloten, aan beide zijden onder een neerwaartse hoek van  $45^\circ$ . Via deze koppelleidingen kan lucht van de ene naar de andere standleiding stromen en treedt vervolgens een drukvereffening op, waardoor extreme drukgolven in het afvoersysteem worden voorkomen. Bij verschillende boven elkaar gelegen gebruiksfuncties kunnen de verdiepingen op gebruiksfunctie op een afzonderlijke standleiding en daarbij behorende grondleiding worden aangesloten.

## HET SOVENT SYSTEEM

Een variant op het primaire ontspanningssysteem is het zogenaamde “Sovent-systeem”. Het Sovent-systeem is ontwikkeld met als doel de drukvariaties in standleidingen te verminderen. Het Sovent-systeem bestaat uit speciale T-stukken met daarin geplaatst een tussenschot waardoor de zijdelingse instroom ter plaatse van de aansluiting wordt gescheiden van de valstroom. Zie figuur 4. Door het tussenschot ontstaat een richtingverandering van de valstroom met een stelselmatige reductie van de valsnelheid als gevolg. Hierdoor wordt in de standleiding eveneens het meegezogen luchtdebiet gereduceerd. De beluchting blijft gewaarborgd. Het Sovent-systeem is niet opgenomen in de NTR 3216.



Sovent T-stuk. Vloeistof- en luchtstroom worden gescheiden ter plaatse van een aftakking (bron Geberit).

- FIGUUR 4-

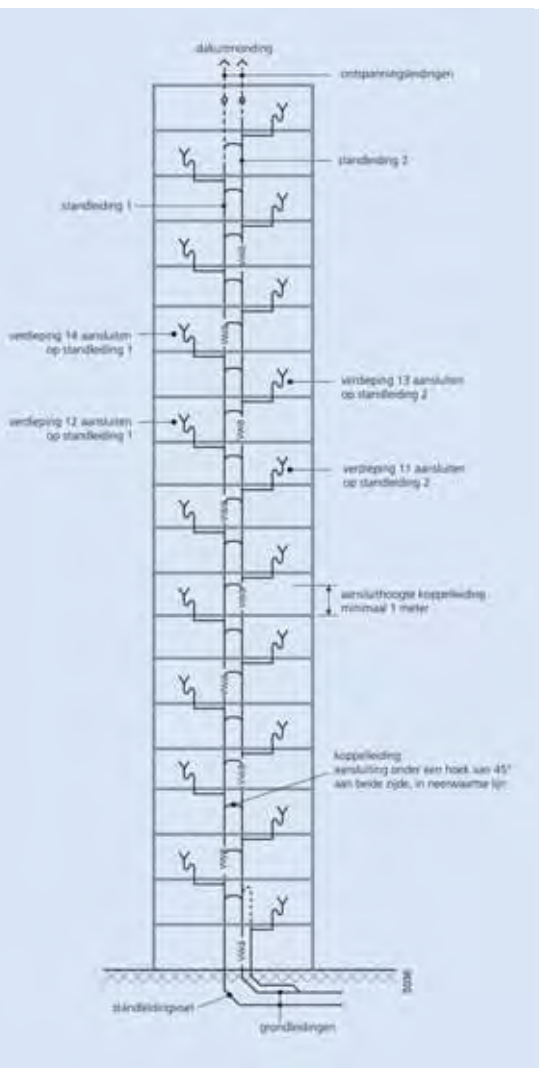
Het systeem wordt wel al jaren met succes toegepast in een groot aantal hoge gebouwen. Voor het bepalen van de maximale hoogte van een Sovent-systeem is geen berekeningsmethodiek beschikbaar. Volgens de fabrikant tonen laboratoriumtesten aan dat het systeem voldoet en dat de belasting van een standleiding met Sovent T-stukken beduidend hoger is dan bij een standleiding met een primaire ontspanning. Volgens opgave van de fabrikant is de capaciteit 80 % groter. Het Sovent T-stuk biedt de mogelijkheid meerdere liggende leidingen afzonderlijk aan te sluiten.

## UITMONDING VAN DE ONTSPANNINGSLEIDING

De uitmondning van de ontspanningsleiding in een dak dat hoger is gelegen dan 20 meter moet, conform NEN 3215, zover mogelijk van de dakranden worden geprojecteerd in verband met mogelijke drukschommelingen door windaanval. Om de nog onvoldoende bekende invloed van windaanval en drukstoten op de werking van een rioleringsysteem van een hoog gebouw verder te beperken is het, volgens de NTR 3216, aan te bevelen om:

- de parallelle standleidingen in hoge gebouwen onderling op meerdere plaatsen op elkaar te ontspannen; Zie figuur 3.
- de standleidingen in hoge gebouwen te zonereren. Zie figuur 2.

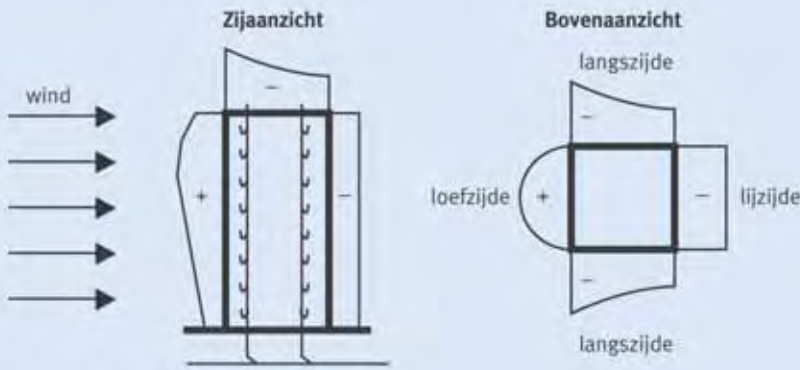
De wind trekt zich echter niets aan van deze aanbevelingen, regelmatig is er sprake van stankoverlast in gebou-



“Om en om” aansluiten per verdieping per standleiding bij hoogbouw (bron NTR 3216).

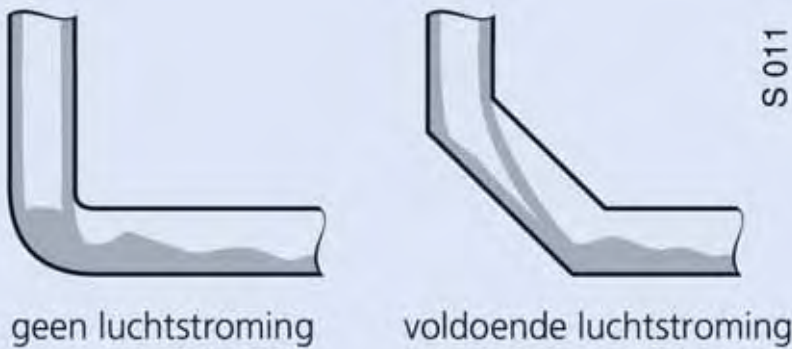
- FIGUUR 3-





Druk verdeling rond een gebouw door windaanval (bron Intech).

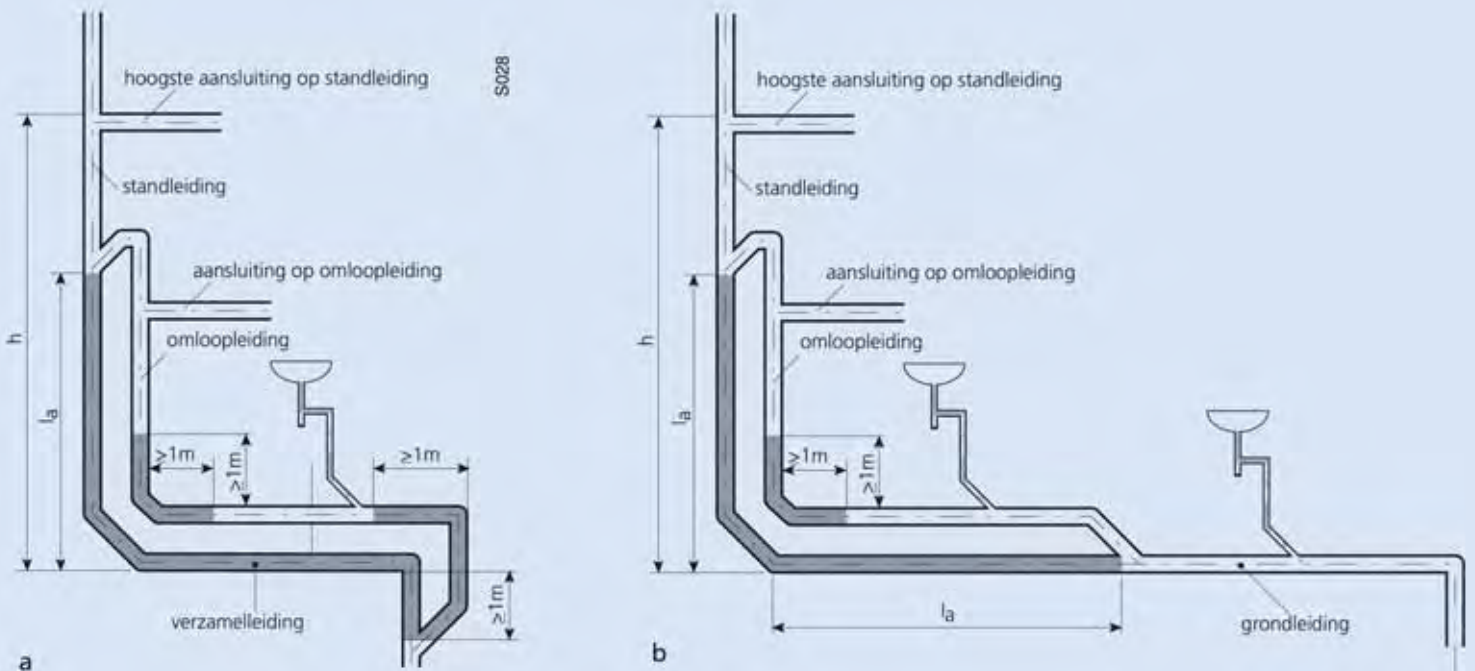
· FIGUUR 5-



Stromingstoestand aan de voet van de standleiding. Met twee bochten van 45°, met een recht leidingdeel ertussen, verloopt de stroming veel geleidelijker (bron NTR 3216).

· FIGUUR 6-

wen, doordat in de praktijk toch grote drukstoten kunnen optreden en lucht door het waterslot de ruimte wordt ingeblazen. In 2001 heeft TNO Bouw in opdracht van UNETO-VNI en de TVVL een voorstudie verricht naar de oorzaken voor drukschommelingen in binnenriolering. Door windaanval op een gebouw ontstaan onder- en overdrukken op een gebouw. De winddrukken op het dakvlak werken door in de binnenriolering, waardoor zij mede bepalend zijn voor drukverschil over het waterslot van de sifons. Figuur 5 toont de drukdeling rond een gebouw door windaanval. De werkelijke drukken rond een gebouw zijn afhankelijk van de afmetingen van het gebouw, de vorm van het gebouw en de belendende bebouwing. We herkennen allen de sterke windstoten als we bij harde wind langs en tussen hoge gebouwen lopen of fietsen. Op grote hoogte is de turbulentie door de bebouwing kleiner en is de luchtstroom dientengevolge stabiel. Het drukverschil over het gebouw neemt dan echter toe. De onderzoekers Bas Knol en Wim Kornaat tonen met hun studie aan dat door windaanval in het dakvlak onderdrukken kunnen optreden van wel meer dan 700 Pa. Dit overschrijdt de normwaarde van 300 Pa, die geldt voor de



Aansluiting van een omloopleiding op een standleiding en een grondleiding (bron NTR 3216).

· FIGUUR 7-

watersloten in de sifons. Naast de eerder genoemde aanbevelingen uit de NTR 3216 adviseert TNO bouw daarom verder:

- plaats uitmondingen van ontspanningsleidingen zover mogelijk van de dakrand;
- grens een gebouw aan een hoger gebouw, situeer dan de uitmonding zo ver mogelijk van de hoogbouw.

#### **ALTIJD AAN DE VOET VAN DE STANDLEIDING TWEE BOCHTEN VAN 45°**

Omdat bij een afvoersysteem in hoogbouw het zeer kritisch luistert met onder- en overdrukken in het leidingstelsel, is het van het grootste belang dat de detaillering tijdens ontwerpen secuur wordt uitgevoerd. Geen detail mag over het hoofd worden gezien. Zo komt het nog steeds voor dat bij de overgang van de standleiding naar de grondleiding een bocht van 90° wordt gemonteerd, door onwetendheid of door ruimtegebrek.

Het mengsel van vloeistof en vaste delen neemt gedurende de val in de standleiding lucht mee. Aan de voet van de standleiding ondervindt de meegevoerde lucht echter een weerstand. Het vallende mengsel verdringt lucht zodat deze lucht wordt samenge-drukt. Er ontstaat een overdruk in het onderste deel van de standleiding. De grootte van de overdruk en de leiding-lengte waarover dit plaatsvindt, is afhankelijk van de volumestroom, de afgelegde weg en de vormgeving van de hulpstukken. Bij een standaard bochtstuk van 90° is sprake van een relatief kleine radius. Het vallende water ondervindt hier een grote weerstand, met als gevolg een volledig gevulde leiding waardoor de luchttransport in het leidingnet wordt geblokkeerd. Bij een overgang met twee bochten van 45° met daartussen een rechte leiding met een lengte van minimaal 250 mm, verloopt de stroming veel geleidelijker en kan de meegevoerde lucht makkelijker ontwijken via de grondleiding. In figuur 6 zijn de stromingsbeelden weergegeven.

#### **BIJ HOOGBOUW EEN OMLOOPLEIDING AAN DE VOET VAN DE STANDLEIDING**

De richtingverandering bij de overgang van de standleiding naar de grondleiding veroorzaakt aan de voet

van de standleiding drukvariaties. De overdrukken kunnen zo groot zijn dat, van toestellen die via een aansluitleiding direct op de standleiding zijn aangesloten, sifons worden doorgeblazen met vervuiling van toestellen en stankoverlast tot gevolg. Aansluitvrije zones in de standleiding en grondleiding voorkomen dit effect omdat het mengsel van vloeistof en vaste stoffen niet langs de aansluitleidingen stroomt. In figuur 7 is de aansluitvrije zone aangegeven. De lengte van de aansluitvrije zone is afhankelijk van de totale hoogte van de standleiding, hoe hoger de standleiding, des te langer de aansluitvrije zone. De NEN 3215 geeft in tabel 2 waarden voor de aansluitvrije zone.

#### **CONCLUSIE**

In een binnenrioleringsstelsel bij hoogbouw kunnen grote drukverschillen optreden in de standleiding. Deze drukverschillen ontstaan door de grote valhoogte en invloed van windaanval. Bij een niet goed ontworpen aan-gelegd leidingstelsel kunnen de drukverschillen overlast veroorzaken: vervuiling van de toestellen en stankoverlast. Er is inmiddels voldoende informatie beschikbaar om een binnenrioleringsstelsel in hoogbouw goed te ontwerpen en aan te leggen. Via de TVVL is het mogelijk kennis omtrent de hemelwaterafvoer en binnenriolering te verwerven via de cursus Sanitaire en aanverwante technieken. Informatie is te vinden op [www.tvvl.nl](http://www.tvvl.nl) of via het verenigingsbureau te Leusden. 

#### **LITERATUUR**

1. Handboek Installatietechniek, ISSO te Rotterdam, december 2002.
2. NEN 3215, Binnenriolering – Eisen en bepalingmethoden, NEN te Delft, oktober 2002.
3. NTR 3216, Binnenriolering – richtlijnen voor ontwerp en uitvoering, ISSO, UNETO-VNI en NEN, december 2002.
4. Het ontwerpen van sanitaire installaties, W.J.H. Scheffer, Elsevier Bedrijfsinformatie, 2000.
5. Artikel “Studie naar riolering”, Intech, september 2000, W.J.H. Scheffer, UNETO-VNI.
6. Artikel “Windaanval op hoge

gebouwen zet riolering op onderdruk”, Intech, januari 2001, W.J.H. Scheffer, UNETO-VNI.