

SIMULATIEMODEL BEPERKT TOELAATBARE AFVALWATER- STROMEN IN STANDLEIDINGEN VAN TORENBOUW

De na laboratorium- en praktijkonderzoeken door TNO gehanteerde stromingskarakteristieken voor het simulatiemodel proRiool, wijken op twee punten essentieel af van de gehanteerde systematiek voor het vaststellen van de maximumlozingsvolumestromen bij torenbouw volgens NTR 3216. Dit heeft tot gevolg dat minder grote samengestelde lozingsvolumestromen, op basis van simulaties met proRiool, toelaatbaar zijn in standleidingen van torenbouw.

In opdracht van Uneto-VNI heeft TNO met het model proRiool [1] simulaties uitgevoerd om de maximaal toelaatbare lozingsvolumestromen in standleidingen te bepalen. Dit simulatiemodel is ontwikkeld door TNO (contactpersoon Wim Kornaat). De simulaties zijn uitgevoerd voor het primair ontspannings-, het direct parallel ontspannings- en het sovent-standleidingssysteem. Gesimuleerd is met de reeks ontwerpmodellen van 84 tot en met 190 mm en voor gebouwhoogten van 55, 100, 150 en 200 m. De middellijn van de ontspanningsleiding is tot en met de dakuitmonding gelijk gehouden aan die van de standleiding.

Bij het direct parallel ontspanningssysteem is de middellijn van de parallel ontspanningsleiding één maat (in de reeks) kleiner aangehouden dan die van de standleiding, doch met een minimum van 84 mm. Van de gesimuleerde leidingconfiguraties is de middellijn van de grondleiding één maat (in de reeks) groter dan die van de standleiding, doch met een maximum van 190 mm. De middellijn van de aansluitleidingen of verzamelleidingen op de standleiding is 84 mm in geval van een standleiding van 84 mm, maar in de andere gevallen steeds 100 mm.

Instromingen

De instromingen op de standleidingen kunnen in het model van proRiool worden gesimuleerd op maximaal vijf posities. Deze posities zijn gelijkmatig verdeeld over de hoogte van de standleiding. Bij de uitgevoerde simulaties is de belasting van de standleiding gelijkmatig verdeeld over die vijf posities. Uitgegaan is van een constante belasting vanuit de aansluitleidingen op de standleiding (zie kader). Voor de duur van die belasting is circa 60 s aangehouden.

Naast simulaties met constante belasting zijn door TNO ook enkele simulaties uitgevoerd met een niet-constante belasting, waarbij deze opbouwt naar een maximum en vervolgens weer afbouwt over een periode van circa 14 s. Deze belastingduur is ongeveer de belastingduur die optreedt bij intrede in de standleiding, door een closetlozing op deze standleiding via een 4 m lange aansluit- of verzamelleiding. Voor alle drie beschouwde rioleringsystemen zijn simulaties met een niet-constante bron uitgevoerd bij toepassing van een standleiding met een ontwerpmodellijn van 100 mm.

Resultaten

De simulaties zijn steeds met verschillende belastingen uitgevoerd om zodoende te kunnen bepalen in welke situaties de maximale drukkiveaus in het rioleringsstelsel beperkt blijven tot +/- 300 Pa (grens-

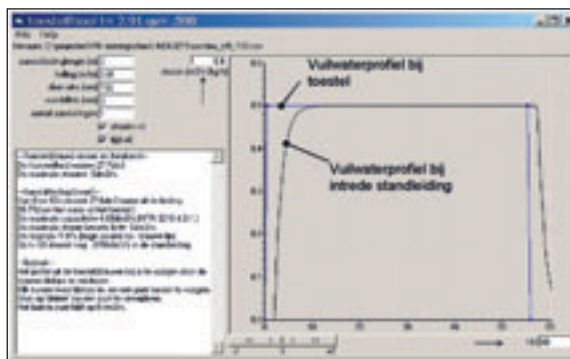
GOLFORMIGE BELASTING OF CONSTANTE BELASTING

‘De stroming in binnenriolering is dynamisch. Dat wil zeggen dat van een gelijkblijvende stromingstoestand geen sprake is, maar dat zowel van plaats tot plaats als in de loop van de tijd voortdurende veranderingen optreden in waterstanden en stroomsnelheden. Enerzijds wordt dit veroorzaakt door het feit dat meer lozingstoestellen op het systeem zijn aangesloten, waarvan de lozingen geheel of gedeeltelijk kunnen samenvallen. Anderzijds speelt het karakter van elke afzonderlijke lozing een belangrijke rol. Elke lozing heeft namelijk de vorm van een afvoergolf. Er is sprake van een duidelijke begin en einde van de lozing met daartussen een al dan niet geleidelijke toename van nul naar maximale afvoer en na kortere of langere tijd weer een al dan niet geleidelijke afname naar nul.

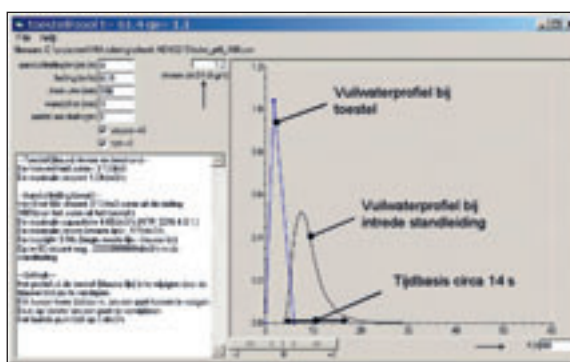
In zijn weg door het leidingsysteem vervormt deze afvoergolf door wrijving- en vertragsweerstand. De golf vlakkt hierdoor geleidelijk af, waardoor de maximale afvoer steeds vermindert en de stroomtijd langer wordt. De werkelijke stromingstoestand is door dit alles zeer gecompliceerd. Als hiermee in de praktijk zou worden gerekend, is dimensionering van een binnenriolering een buitengewoon ingewikkelde en tijdrovende zaak. Voor de praktijk (NEN 3215 en NTR 3216) zijn daarom vereenvoudigde benaderingen gekozen:

- de stromingstoestand in liggende leidingen is permanent en eenparig;
- de basisvolumestroom van lozingstoestellen komt overeen met de maximumlozingsvolumestroom van het betreffende toestel;
- de waterdiepte in verzamelleidingen komt overeen met de evenwichtsdiepte behorende bij de maximaal te verwachte lozingsvolumestroom en het leidingafschot.

De onder a genoemde benadering wil zeggen dat wordt verondersteld dat de stromingstoestand in de tijd gezien constant is en dat de stromingstoestand in een leiding die met een bepaalde volumestroom wordt belast, niet van plaats tot plaats verandert. De onder b genoemde benadering betekent dat wordt gerekend met een lozing van een oneindige duur gelijk aan de maximumlozingsvolumestroom. Onder de evenwichtsdiepte verstaan we de water-



1. Voorbeeld van constante belasting van 0,5 l/s op standleiding (zwarte lijn) gesimuleerd in proRiool.



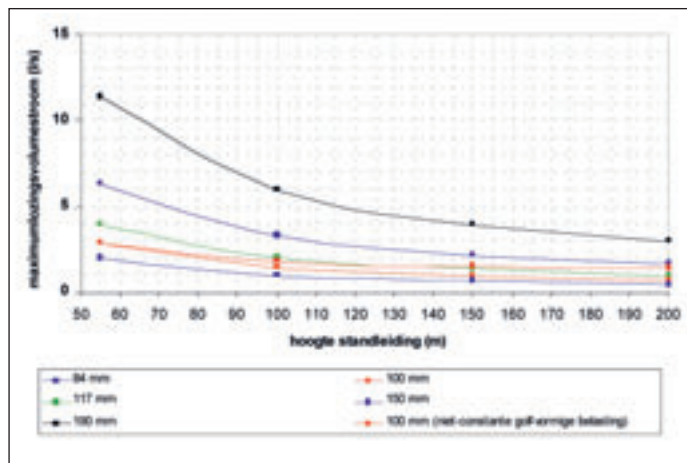
2. Voorbeeld van niet-constante (golfvormige) belasting van 0,5 l/s op standleiding (zwarte lijn) gesimuleerd in proRiool.

diepte waarbij het energieverlies door de wrijvingsweerstand van de leiding gelijk is aan het verval van de leiding. Deze benadering betekent dat de waterspiegel wordt verondersteld evenwijdig te lopen aan de buishelling (het leidingafschot). Als vullingshoogte bij de maximaal te verwachte lozingsvolumestroom wordt zeventig procent aangehouden, ofwel een waterdiepte van 0,7 de inwendige buismiddellijn [3].

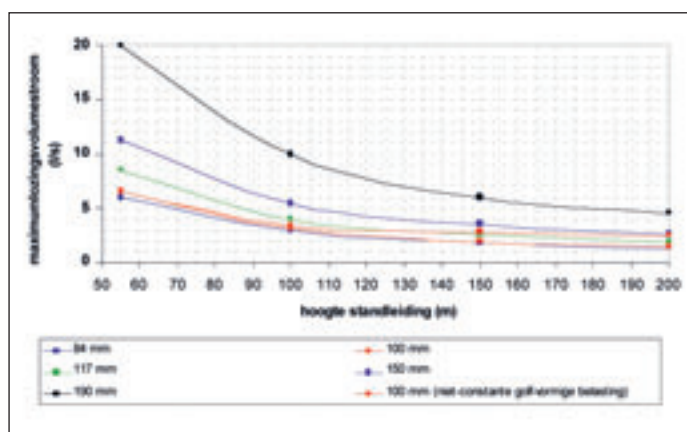
Met het simulatiemodel proRiool is zowel een golfvormige belasting als een constante belasting in de liggende leiding naar de standleiding te simuleren (figuren 1 en 2).

waarde waarop de rekenmethode van NEN 3215 is gebaseerd). De resultaten zijn weergegeven in de figuren 3 tot en met 5. Daarbij is op te merken dat een variatie van ± 12 tot ± 15 procent in de belasting resulteert in een variatie van ± 10 procent in de drukkiveaus. Vergelijken we de resultaten met die van berekeningen volgens de methode in NTR 3216 (tabel 5.09), dan

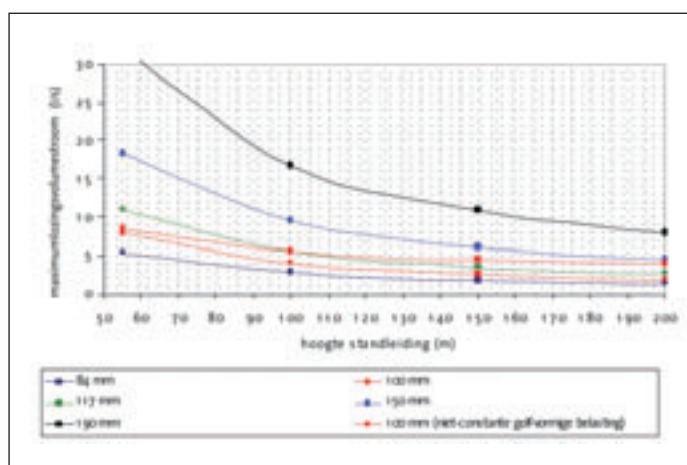
blijkt dat de maximaal toelaatbare belastingen volgens proRiool veelal lager zijn. De algemene tendens van de vergelijking tussen NTR 3216 en proRiool is weergegeven in figuur 6. Beneden een bepaalde gebouwhoogte wordt de maximum lozingsvolumestroom in NTR 3216 begrenst op een waarde die, voor standleidingen met de methode van NEN 3215, is bere-



3. Maximumlozingsvolumestromen volgens proRiool bij een primair ontspanningssysteem afhankelijk van de hoogte van de standleiding en de inwendige middellijn van de standleiding.



4. Maximum lozingsvolumestromen volgens proRiool bij een direct parallel ontspanningssysteem afhankelijk van de hoogte van de standleiding en de inwendige middellijn van de standleiding.



5. Maximumlozingsvolumestromen volgens proRiool bij een sovent standleidingsysteem afhankelijk van de hoogte van de standleiding en de inwendige middellijn van de standleiding.

kend met een afvoerfactor $s = 1$. Afhankelijk van de middellijn bedraagt de hoogte van de standleiding bij die waarde 60 tot 75 m.

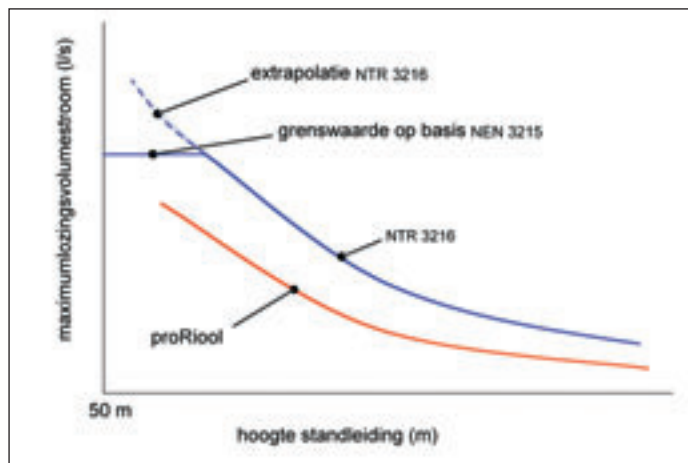
Toelichting

TNO geeft de volgende verklaring voor de verschillen: 'Bij het afleiden van tabel 5.09 van de NTR 3216, is alleen beschouwd de weerstand die de luchtstroming ondervindt in het rioleringsysteem. De lengte, of beter hoogte, van de standleiding is zodanig bepaald dat de luchtstroom, die door de lozingsvolumestroom optreedt, beperkt blijft (én dus ook de lozingsvolumestroom) tot een niveau waarbij de luchtweerstand 300 Pa bedraagt. Oftewel de onderdruk in het rioleringsysteem om de luchtstroming te onderhouden beperkt blijft tot -300 Pa.

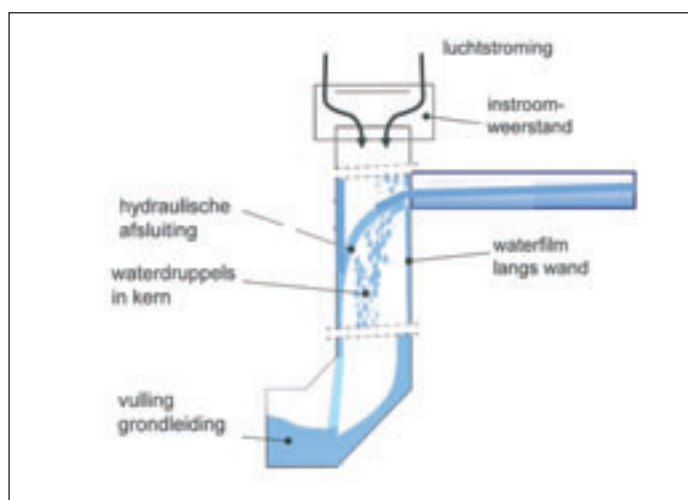
Het programma proRiool kijkt hier op twee punten essentieel vanaf.

1) In het programma proRiool wordt behalve de luchtweerstand gelijktijdig de over- c.q. onderdruk beschouwd, zoals deze optreedt door in de kern 'hangende' waterdruppels. Dit geeft een drukverhoging onder en een drukverlaging boven de waterdruppels. De drukbeïnvloeding door de waterdruppels is niet verwaarloosbaar en is van geval tot geval zelfs bepalend.

2) In het programma proRiool wordt de luchtstroming berekend onder invloed van de bewegende waterfilm langs de wand én de vallende waterdruppels in de kern. De snelheid van de waterdruppels is hierbij duidelijk hoger dan de snelheid van de film langs de wand. Bij de systematiek volgens NTR 3216 wordt geen onderscheid gemaakt tussen waterdruppels en waterfilm en lijkt te zijn uitgegaan van de watersnelheden die karakteristiek zijn voor de waterfilm. Hierdoor zijn de lucht volumestromen bij proRiool ook hoger dan de bij de systematiek volgens NTR 3216. Beide voorgaande aspecten zijn volgens TNO een goede verklaring voor de lagere toelaatbare belastingen volgens proRiool. Verder merkt TNO nog het volgende op bij de tendens, zoals weergegeven in figuur 6: 'De lagere maximumlozingsvolumestromen volgens proRiool sluiten bij een gebouwhoogte rond 50 m redelijk aan op de grenswaarde berekend met $s = 1$ volgens NEN 3215. Zonder die begrenzing zouden de maximumwaarden volgens de systematiek van NTR 3216 (als je de blauwe lijn in figuur 6 door extrapoleert) bij een standleidinghoogte van 50 m veelal duidelijk hoger liggen dan de nu gehanteerde grenswaarden volgens NEN 3215. Het voorgaande lijkt erop te wijzen dat de systematiek die later in NTR 3216 is doorgevoerd een grotere discrepantie vertoont met de oorspronkelijke methode



6. Algemene tendens vergelijking maximum lozingsvolumestromen volgens NEN 3215/NTR 3216 en simulaties proRiool.



7. Stromingsbeeld in standleiding.

volgens NEN 3215 dan de resultaten van proRiool'. Het hanteren van de maximumlozingsvolumestromen volgens proRiool heeft volgens tno, gezien het voorgaande, de voorkeur, in combinatie met de begrenzing volgens NEN 3215.

Invloed golfvormige belasting

Het beschouwen van een niet-constante (golfvormige) belasting met een duur van circa 14 s laat zien dat, naarmate de gebouwhoogte toeneemt, de toelaatbare belasting toeneemt in vergelijking met een situatie met constante belastingvorm. tno: 'Dit komt omdat naarmate de hoogte van de standleiding toeneemt, de niet-constante golfvormige belasting van circa 14 s erin zal resulteren dat de uiteindelijk aanwezige maximale hoeveelheid waterdruppels in de kern van de standleiding lager is dan bij een vergelijkbare constante langdurige belasting. De waterdruppels vormen de

bepalende drijvende kracht. De waterdruppels vallen in de kern onder invloed van de zwaartekrachtversnelling snel naar beneden. Vandaar dat naarmate de hoogte van de standleiding afneemt, de verschillen tussen beide belastingsvormen, wat betreft toelaatbare lozingsvolumestroom, afnemen. Immers naarmate de gebouwhoogte afneemt, nemen de verschillen tussen de maximaal aanwezige hoeveelheid waterdruppels in de kern af'.

Nader onderzoek

Het voorgaande geeft duidelijk aan dat een verbeterd inzicht in de daadwerkelijke waterbelasting (duur en profiel) wenselijk is om de maximumlozingsvolumestromen in de praktijk nauwkeuriger met proRiool te kunnen bepalen. Nader onderzoek is eveneens gewenst voor een beter inzicht in de effecten van hydraulische afsluitingen in standleidingen, bij zowel traditionele aansluitwijzen als toepassing van sovent-aansluitstukken. Verder weten we nog onvoldoende van de dynamiek van stankafsluiters om te kunnen bepalen bij welke drukniveaus doorslag optreedt. En ten slotte is de koppeling van proRiool aan een grondleidingmodel gewenst. ◀

VERWIJZINGEN:

- [1] 'Simulatiemodel voor standleidingen in riolering torenbouw', Intech K&S, juli/augustus 2008.
- [2] W.Kornaat en J.C. Phaff, 'Riolering in torenbouw - Maximumlozingsvolumestromen volgens standleidingmodel proRiool', tno-rapport 2008-D-R0599/B in opdracht van Uneto-vni, mei 2008.
- [3] W.J.H. Scheffer, 'Het ontwerpen van sanitaire installaties', 5e druk 2000.