

Voorstudie ST - 7

Effecten van waterbesparende toestellen en hergebruik van water op het ontwerp van de binnenriolering

uitgave 2013





Vereniging van
Nederlandse
Installatiebedrijven



Voorstudie ST-7

december 2000

***Studie naar de effecten van
waterbesparende toestellen en
hergebruik van water op het
ontwerp van de binnenriolering***

Disclaimer

Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en / of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder schriftelijke toestemming van TVVL.

TVVL, auteur(s) en overigen die aan de samenstelling van dit rapport hebben medegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht zowel bij het verzamelen als bij het verwerken en opstellen van deze gegevens. Nochtans sluiten zij iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze gegevens.

INHOUD	BLAD	
1	INLEIDING	4
2	PLAN VAN AANPAK	6
3	UITGANGSPUNTEN	7
3.1	Normering binnenriolering	7
3.2	Typen afvalwater	7
4	WATERBESPARENDE TOESTELLEN	9
4.1	Beperking van wc-spoelingen:	9
4.2	Waterbesparingen bij vaatwasmachines en wasautomaten	10
4.3	Vermindering van watergebruik door douchekoppen en overige tappunten	10
5	BASISAFVOER WATERBESPARENDE LOZINGSTOESTELLEN	11
5.1	Inleiding	11
5.2	Basisafvoer waterbesparend watercloset	11
5.3	Basisafvoer waterbesparende wasautomaat en vaatwasmachine	12
5.4	Basisafvoer waterbesparende douchekoppen en andere tappunten	12
6	TRANSPORTAFSTAND	13
6.1	Inleiding	13
6.2	Transportafstand waterbesparende waterclosets	14
6.3	Transportafstand waterbesparende wasautomaat en vaatwasmachine	14
6.4	Transportafstand waterbesparende douchekoppen en andere tappunten	15
6.5	Enkele proefnemingen naar de transportafstand	15
7	GEBRUIK VAN HEMELWATER EN GRIJSWATER IN DE BINNENRIOLERING	17
7.1	Algemeen	17
7.2	Gebruik van hemelwater en grijswater	17
7.3	Hemelwaterafvoersysteem	18
8	TOETSING WATERBESPARENDE MAATREGELLEN MET DE PRAKTIJK	19
9	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	20
9.1	Conclusies	20
9.2	Aanbevelingen	20
10	LITERATUURLIJST	21
11	COLOFON	22
	FOTO'S PROEFNEMINGEN IN DE PROEFTOREN BIJ GEBERIT TE NIEUWEGEIN	23

BIJLAGE 1 - Foto's proefnemingen in de proeftoren bij Geberit te Nieuwegein

1 INLEIDING

De laatste jaren zijn er onder invloed van verschillende maatschappelijk ontwikkelingen zoals duurzaam bouwen en duurzaam watergebruik meer en meer waterbesparende lozingstoestellen in woningen toegepast. De penetratiegraad van waterbesparende toestellen zal als gevolg van de toekomstige waterprestatienormering verder toenemen [Lit 10]. De mate waarin de penetratiegraad is verhoogd in de afgelopen 10 - 15 jaar (de periode na invoering van de NEN 3215) is moeilijk te kwantificeren, maar metingen tonen duidelijk aan dat het waterverbruik per persoon in de afgelopen 10 jaar met zo'n 10 liter is afgenomen naar 128 liter per dag. Deze daling is voornamelijk het resultaat van technologische ontwikkelingen bij lozingstoestellen zoals toilet en wasmachine.

Voorname ontwikkelingen kunnen in de praktijk van alle dag ook aanleiding zijn voor het idee dat er meer problemen zijn met de binnenriolering. Een toename van problemen wordt wel waargenomen, maar deze toename wordt niet direct veroorzaakt door de hierboven geschetste ontwikkelingen in waterbesparende lozingstoestellen (zie hoofdstuk 8).

De toename in gebruik van waterbesparende toestellen kan leiden tot kleinere maximale afvoeren per tijdseenheid zowel individueel per toestel als opgeteld indien verschillende toestellen tegelijk lozen op dezelfde leiding. Verder leidt het gebruik van deze waterbesparende toestellen uiteraard ook tot geringere hoeveelheden te lozen afvalwater. Beide aspecten, kleinere maximale afvoer per tijdseenheid en geringere hoeveelheid, kunnen invloed hebben op het ontwerp van het afvoersysteem van de binnenriolering.

Het geloosde afvalwater dient tevens als transportmedium van vaste stoffen in de binnenriolering. Of met deze geringere afvoeren en hoeveelheden voldoende capaciteit behouden wordt voor het transporteren van de vaste stoffen en er geen verstopping e.d. optreedt weet men niet. Nader onderzoek is nodig om vast te stellen in hoeverre ontwerpnormen, richtlijnen, aanwijzingen e.d. voor de binnenriolering moeten worden aangepast aan deze waterbesparende ontwikkelingen. Eventuele aanpassingen zullen zich in de meeste gevallen voordoen in de liggende leidingen.

Andere recente ontwikkelingen onder invloed van duurzaam bouwen zijn het gebruik van hemelwater voor huishoudelijke toepassingen en/of het toepassen van een grijsafvalwatersysteem, (waarbij licht verontreinigd water - grijswater wordt hergebruikt voor bijvoorbeeld toiletspoeling in de plaats van drinkwater). Het gebruik van hemelwater en het gescheiden afvoeren van grijs- en zwartwater kan invloed hebben op het ontwerp van de binnenriolering. In welke mate de norm en richtlijnen eventueel bijgesteld moeten worden, is eveneens aangegeven.

Doel studie

Deze bureaustudie heeft tot doel om inzicht te verkrijgen in de effecten van waterbesparende toestellen en het hergebruik van grijswater en hemelwater, op het ontwerp van de binnenriolering. Als toetsingskader wordt de (ontwerp)richtlijnen van de NEN 3215 en NTR 3216 gebruikt [Lit 1, 2]. De NEN 3215 kan gezien worden als het verlengstuk van het Bouwbesluit

en daarmee de wetgeving in Nederland. De NTR 3216 is met name bedoeld als hulpmiddel voor het ontwerp en uitvoering van hemel- en vuilwaterafvoersystemen in gebouwen. In het geval de binnenriolering is ontworpen en aangelegd volgens de NTR 3216 dan wordt tevens voldaan aan de eisen en voorwaarden gesteld in NEN 3215.

Het kader van deze voorstudie is gelijk gehouden aan NEN 3215 namelijk - woningen en woongebouwen. Verder is rekening gehouden met de maximale leidinglengtes, zoals deze ook vermeld staan in NTR 3216. Aspecten die van belang kunnen zijn voor de utiliteitsbouw zullen zo veel mogelijk worden vermeld, maar opgemerkt dient te worden dat deze aspecten zeker niet volledig uitgezocht en onderbouwd zijn in deze studie.

De resultaten van deze voorstudie kunnen consequenties hebben voor de opgestelde richtlijnen in NEN 3215 en NTR 3216. Aanbevelingen voor wijzigingsvoorstellen zullen worden opgenomen. Verder kunnen informatieve elementen uit deze voorstudie verwerkt worden in bijlagen van NTR 3216 of in werk- en informatiebladen.

De voorstudie is uitgevoerd door DHV Water BV en vond plaats in opdracht van de TVVL en is mede mogelijk gemaakt door financiële ondersteuning van de Vereniging van Nederlandse Installatiebedrijven. De voorstudie is begeleid door de TVVL werkgroep ST-7, die als volgt was samengesteld:

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------|
| • de heer ing. R.H. de Gans | ISSO/Geberit, Nieuwegein | TVVL,secretaris |
| • de heer ing. H. Meerman | Dyka BV, Steenwijk | TVVL |
| • de heer ing. H.J.J. Müller | Geberit, Nieuwegein | TVVL |
| • de heer ir. G. Onderdelinden | DHV, Amersfoort | TVVL, rapporteur |
| • de heer W.J.H. Scheffer | VNI, Zoetermeer | TVVL/VNI,projectleider |
| • de heer ing. G.A. Segers | Witteveen+Bos, Deventer | TVVL ,voorzitter |

2 PLAN VAN AANPAK

De voorstudie is opgebouwd uit een aantal fasen, namelijk :

- fase 1 - inventariseren van beschikbare en op korte termijn te verwachten waterbesparende toestellen;
- fase 2 - vergelijken van basisafvoeren waterbesparende toestellen met NEN 3215 / NTR 3216;
- fase 3 - zichtbaar maken van invloed waterbesparende elementen op basisafvoer, frequentie, en gebruiksduur voor huishoudelijke- en niet huishoudelijke installaties;
- fase 4 - vergelijken van samengestelde afvoeren bij waterbesparende toestellen met NEN 3215 / NTR3216;
- fase 5 - vergelijken van het gescheiden afvoeren van grijs- en zwart afvalwater met NEN 3215 / NTR3216;
- fase 6 - het inventariseren van de afvoertechnische aspecten en de consequenties voor het ontwerp van binnenriolering aan de hand van Nederlandse en buitenlandse vakliteratuur;
- fase 7 - toetsing aan de dagelijkse praktijk;
- fase 8 - afronden rapportage.

In fase 6 is de buitenlandse vakliteratuur beoordeeld op de mogelijke toepasbaarheid binnen de Nederlandse normering van het primaire ontspanningssysteem ofwel onbelemmerde stroming van water en lucht met instandhouding van het waterslot. De meeste buitenlandse literatuur is niet volledig toegespitst op het primaire ontspanningssysteem, zoals toegepast in Nederland, waarbij de beluchting en ontspanning van de buitenriolering voornamelijk via de binnenriolering plaatsvindt (zie ook 3.1) . Om deze reden zijn de resultaten van buitenlandse literatuur pas na een “vertaalslag naar het primaire systeem” gebruikt in deze voorstudie. De toepasbaarheid van buitenlandse normen in de Nederlandse situatie vormt geen onderdeel van deze voorstudie.

3 UITGANGSPUNTEN

3.1 Normering binnenriolering

In het bouwbesluit wordt vermeld dat de binnenriolering dient te voldoen aan de richtlijnen van de NEN 3215 “Binnenriolering in woningen en woongebouwen- Eisen en bepalingsmethoden”.

Deze norm beschrijft het ontwerp voor de binnenriolering vanuit de volgende visie:

- ieder lozingstoestel heeft een karakteristieke afvoer, ook wel basisafvoer genoemd;
- indien meerdere toestellen lozen op één afvoerende leiding, is er sprake van een samengestelde afvoer;
- ieder lozingstoestel heeft een waterslot, dat dient om stankoverlast en eventuele doorslag van ziekteverwekkende bacteriën aanwezig in aerosolen vanuit de binnen- en buitenriolering naar de leefomgeving te voorkomen;
- om te voorkomen dat het waterslot van een lozingstoestel wordt leeggetrokken of doorgeblazen tijdens een lozingsproces, mogen in het afvoersysteem slechts in beperkte mate drukverschillen optreden met een minimum respectievelijk maximum van 300 Pa.

In de buitenriolering ontstaan tijdens het vullen en ledigen van de riolering aanzienlijke luchtstromen, die voor een klein deel via straatkolken e.d. wordt aan- en afgevoerd. Het grootste deel van aan- en afvoer van lucht komt echter via de binnenriolering. Om te grote verschillen in overdruk- en onderdruk in de afvoerende leidingen te voorkomen, wordt in de NEN 3215 uitgegaan van het primaire ontspanningssysteem en voorgeschreven in relatie met de uitvoering van de buitenriolering. Het primaire ontspanningssysteem gaat uit van gelijktijdig water- als luchttransport in hetzelfde afvoersysteem met instandhouding van het waterslot. Gedurende de lediging van een lozingstoestel en de afvoer van water, moet er voldoende lucht naar de stankafsluiter kunnen stromen om het waterslot in stand te kunnen houden. Als norm wordt aangehouden dat een afvoerende leiding tot maximaal 70% mag zijn gevuld.

3.2 Typen afvalwater

Het water dat in een woning naar de diverse lozingstoestellen wordt aangevoerd, bestaat voor een zeer groot deel uit drinkwater. Bij nieuwbouw woningen bestaat soms voor een klein deel de toevoer uit hemelwater en/of grijswater, dat wordt hergebruikt. Voor het ontwerp van de binnenriolering is het niet van belang wat de oorsprong is van het aangevoerde water, aangezien de hoeveelheid en de eventuele verontreinigingen van het afgevoerde water uitsluitend bepaald wordt door de gebruiksfunctie van het betreffende lozingstoestel. De afvoercharacteristiek van het afvalwater na het betreffende lozingstoestel (zowel qua hoeveelheid en samenstelling) bepaalt de afvoermogelijkheden en het ontwerp van het leidingsysteem.

Conform de uitgangspunten van NEN 3215 en NTR 3216 dient in principe binnen de woning het huishoudelijk afvalwater en het hemelwater gescheiden te worden afgevoerd.

Aan de afvoerende kant wordt in deze bureaustudie onderscheid gemaakt in grijs water en zwart water met de volgende definities van het RIVM en algemeen erkend in Nederland:

- grijs water, bestaande uit de afvoer van douche, bad, wastafel, wasautomaat, vloerputjes en condens en expansiewater (HR-ketel, boilers, etc);
- zwart water, bestaande uit de afvoer van watercloset, vaatwasmachine en gootsteen.

Een ander belangrijk uitgangspunt voor deze voorstudie is het onderscheid in afvalwater met vaste stoffen (deeltjes) en in afvalwater met nagenoeg geen vaste stoffen (deeltjes). Dit is van belang voor de transportcapaciteit van vaste stoffen in een liggende leiding. In deze studie is rekening gehouden met de navolgende indeling voor de lozingstoestellen:

afvalwater met vaste stoffen	afvalwater zonder vaste stoffen
watercloset vaatwasmachine (uitstort)gootsteen	douche bad wastafel / fonteintje wasautomaat condens- en expansiewater

Ontwikkelingen op het gebied van het gebruikspatroon van lozingstoestellen zoals meer en/of langer douchen en minder gebruik van het bad, of het meer gebruik van doucheschuim e.d. kunnen ook van invloed zijn op het functioneren van de binnenriolering. Deze ontwikkelingen zijn echter zeer afhankelijk per individuele gebruiker, per gezin en per gebruikssituatie. De effecten op het ontwerp van de binnenriolering worden echter als nihil beoordeeld. Korter of langer douchen heeft geen invloed op de lozingskarakteristiek. Hetzelfde geldt voor het meer of minder gebruiken van een bad; als het bad gebruikt wordt, moet het water ook adequaat worden afgevoerd. Meer gebruik van doucheschuim kan de binnenriolering enigszins doen vervuilen, maar het is niet de aanleiding voor een verstopping. In deze voorstudie is aangenomen dat dit type ontwikkelingen geen invloed hebben op de bestaande ontwerpnormen. Wel zijn in hoofdstuk 8 aan de hand van de dagelijkse praktijk enkele aanbevelingen gedaan voor het ontwerp en de aanleg van de binnenriolering om eventuele problemen als gevolg van deze ontwikkelingen zoveel mogelijk te voorkomen.

4 WATERBESPARENDE TOESTELLEN

Aan de hand van de beschikbare literatuur is een studie verricht naar de diverse waterbesparende lozingstoestellen. In deze fase wordt nog geen onderscheid gemaakt in grijs- en zwart water en ook is niet meegenomen of het spoelwater van het lozingstoestel gevoed wordt met drinkwater of hergebruikt water [Lit 6].

De volgende lozingstoestellen hebben de afgelopen jaren in meer of mindere mate in de belangstelling gestaan om het waterverbruik te reduceren:

- waterbesparende kranen (volumestroom klasse Z) bij wastafel en gootsteen;
- water closet;
- douchekop;
- wasautomaat ;
- vaatwasmachine.

Verder zijn er nog waterloze urinoirs op de markt gekomen, maar die worden in principe niet toegepast in woningen en zijn daarom verder niet meegenomen in deze voorstudie. Gebruik van douchepanelen al dan niet met interne recirculatie van water o.a. als relaxvoorziening kunnen ook tot andere afvoeren leiden, maar het gebruik ervan en de toepassing in woningen is nog zo incidenteel dat deze voorziening niet verder onderzocht is.

Ook zijn er nog andere maatregelen geweest die hebben geleid tot een verminderd waterverbruik namelijk:

- door voorlichting is het gedrag van mensen in het gebruik van water veranderd;
- verkorten van wachttijden aan de warmwaterkraan door bouwtechnische maatregelen (decentrale verwarming waardoor waterverbruik aan de tappunten vermindert);
- beperking van warmwaterverliezen door optimalisering van de leidingconfiguratie.

Deze maatregelen leiden wel tot vermindering van de hoeveelheden afvalwater, maar echter niet direct tot lagere afvoerdebieten. Deze maatregelen zullen zodoende niet leiden tot noodzakelijke veranderingen in het ontwerp van de binnenriolering als het afvoerdebiet gelijk blijft. Wel moet er rekening worden gehouden met de verminderde transportcapaciteit van vaste stoffen in een leiding door de verminderde hoeveelheid afvalwater.

4.1 Beperking van wc-spoelingen:

De traditionele wc's verbruiken per spoeling gemiddeld 9 liter om fecale stoffen weg te spoelen. De bijbehorende basisafvoer is in NEN 3215 en NTR 3216 gesteld op 2 l/s voor een water closet en 2,5 l/s voor een afzuigcloset.

Als waterbesparende closets worden genoemd:

1. de moduleerbare wc: de wc kan worden ingesteld op een spoeling tussen 6 en 9 liter. In sommige gevallen is er een extra mogelijkheid om zelfs naar 3 - 4 liter te gaan. Ten opzichte van een 9 liter reservoir is dus een besparing mogelijk van 30 % tot 60 % bij een moduleerbaar uitgevoerd watercloset. Een feit blijft dat de instelling naar een spoeling van

9 liter mogelijk blijft. De afvoerleiding moet dit maximum kunnen afvoeren en hierop worden ontworpen. Het onderbreken van de spoeling of de spoelkeuze van de gebruiker kan niet bepalend zijn voor het ontwerp, namelijk bij een andere keuze hoort de binnenriolering ook goed te blijven functioneren;

2. de wc-spoeling met een volume beperkt tot 6 liter en/of met een spoelkeuze naar 3 l. Deze verminderde hoeveelheid water zal leiden tot een geringere basisafvoer;
3. de wc-spoeling met een volume van 4 liter en moduleerbaar tot 2,5 liter. Dit type wc is echter aangesloten op een opvangreservoir (stroomvergroter) dat op geregelde momenten wordt leeg geheveld ofwel het lozingstoestel wordt “verplaatst” naar de stroomvergroter en de stroomvergroter wordt het lozingstoestel dat aangesloten is op de afvoerleiding. Dit leidt tot een grotere basisafvoer en geeft geen reductie voor de afvoerleiding. Dit type wc is niet opgenomen in de NEN 3215 en NTR 3216 en valt daarmee buiten de scope van deze voorstudie.

In de buitenlandse literatuur wordt veelvuldig melding gemaakt van de effecten van waterbesparende toiletten op afvoerleidingen met als aanbeveling om de afvoerleiding van een wc te reduceren naar zelfs een inwendige middellijn van 70 mm. Hiermee zou een betere spoeling worden verkregen en de transportcapaciteit verhoogd worden. Bij het toepassen van een te kleine ontwerpmiddellijn van de leiding kan de vullingsgraad in de liggende leiding naar waarden boven 85 % komen, waardoor het luchttransport gehinderd wordt. In de nederlandse situatie is dit effect zeer nadelig voor een goede ontspanning van de binnenriolering. Een combinatie met een secundaire beluchting is dan zeker nodig.

4.2 Waterbesparingen bij vaatwasmachines en wasautomaten

Waterbesparingen zijn ook gerealiseerd bij vaatwasmachines naar waarden van 14 liter per afwas ten opzichte van gemiddeld 25 liter per afwas. Bij wasautomaten zijn reducties per wasbeurt van 100 liter naar 50 - 60 liter bereikt (Lit 10). De reducties in de hoeveelheden gebruikt water in deze toestellen geven echter geen vermindering van de basisafvoer, omdat de pompcapaciteit van deze toestellen niet gewijzigd is en daarmee de hoeveelheid water per tijdseenheid hetzelfde blijft.

4.3 Vermindering van watergebruik door douchekoppen en overige tappunten

Kranen en douchekoppen (volumestroom klasse Z) zijn berekend op een gebruiksdruk van 100 kPa, terwijl in de meeste gevallen de druk in het waterleidingnet 250 kPa en hoger is. Door deze overdruk leveren de kranen en douchekoppen een groter debiet (volumestroom). Het toepassen van specifieke druk onafhankelijke volumestroombegrenzers biedt uitkomst. Opgemerkt wordt dat het comfort niet mag worden aangetast, omdat hierdoor de tijdsduur dat gedoucht wordt toeneemt, en de hoeveelheid douchewater direct gerelateerd is aan de duur van het douchen. In hoeverre de uitstroomcapaciteit van een kraan en een douchekop bepalend is voor de afvoercharacteristiek van afvoerconstructie is nog maar de vraag. In een wastafel of een douchebak is altijd de mogelijkheid om een stop te plaatsten en deze er weer uit te halen. Deze situatie bepaalt de maximaal mogelijke afvoer voor de leiding.

5. BASISAFVOER WATERBESPARENDE LOZINGSTOESTELLEN

5.1 Inleiding

Het verminderde waterverbruik bij de in hoofdstuk 4 beschreven lozingstoestellen kan eventueel leiden tot een bijstelling van de basisafvoer zoals deze opgenomen zijn in NEN 3215 en NTR 3216.

De basisafvoeren zijn vastgesteld aan de hand van de afvoercharacteristieken van de verschillende lozingstoestellen, zoals deze door verschillende onderzoekinstellingen proefondervindelijk zijn vastgesteld. De maximale afvoer wordt voor een groot deel bepaald door de vormgeving van de uitstroomconstructie en de waterhoogte boven de uitstroomopening of het pompje in het lozingstoestel bij was- en vaatwasmachine. In tabel 2 zijn de basisafvoeren uit NEN 3215 voor waterbesparende toestellen vermeld, waarbij nog geen rekening is gehouden met een eventuele bijstelling.

Tabel 5.1 - Basisafvoeren lozingstoestellen conform NEN 3215

Lozingstoestel	basisafvoer in l/s
watercloset	2
wasautomaat	0,75
vaatwasmachine	0,75
gootsteen	0,75
wastafel	0,5
douche zonder opstanden	0,5
douche met opstanden	1

5.2 Basisafvoer waterbesparend watercloset

De basisafvoer van een waterbesparende WC is voor een reeks spoelvolumes gemeten en in figuur 5.1 weergegeven [Lit 8]. Uit deze figuur is af te leiden dat bij een wc-spoeling van 6 liter de basisafvoer kan worden bijgesteld naar 1,75 l/s.

Figuur 5.1 - Indicatieve lozingscharacteristieken bij wc-spoelingen van 3 - 9 liter.

Een reductie van de basisafvoer van 2 naar 1,75 l/s zou een reductie van de aansluitleiding kunnen betekenen, mits de transportcapaciteit voor de vaste stoffen in stand blijft. Een en ander in combinatie met het toe te passen leidingafschot (zie verder hoofdstuk 6).

Deze reductie werkt ook door in de samengestelde afvoer van de liggende leiding. Het ontwerp van de liggende leiding zal op de normale wijze bepaald worden met inachtneming van de aangepaste basisafvoeren. De verwachting is dat de ontwerp-middellijn van de liggende leiding zoals verzamelleiding en grondleiding slechts incidenteel door de reductie van de basisafvoer van 2 naar 1,75 l/s verkleind worden. Een samengestelde afvoer van 12 l/s kan gelijk gesteld worden aan een basisafvoer van 1,75 l/s. Voor een basisafvoer van 2 l/s bedraagt de bijbehorende samengestelde afvoer 16 l/s (namelijk $0,5\sqrt{16} = 2$ l/s zie bijvoorbeeld tabel 5.03 in NTR 3216).

5.3 Basisafvoer waterbesparende wasautomaat en vaatwasmachine

De waterbesparingen bij vaatwasmachines en wasautomaten zijn vooral besparingen qua waterhoeveelheid en in veel mindere mate besparing op de maximale afvoer in l/s. De afvoercapaciteit van het pompje in deze lozingstoestellen is bij de meeste fabrikaten gelijk gebleven. Het effect van de waterbesparing bij deze lozingstoestellen is voor de basisafvoer dan ook als verwaarloosbaar te beschouwen. Een aanpassing van de basisafvoer is voor deze lozingstoestellen niet aan te bevelen.

De reductie van de waterhoeveelheden kan wel gevolgen hebben voor het transporteren van vaste stoffen in het aansluitende leidingsysteem. In hoofdstuk 6 zal dit nader worden beschouwd.

5.4 Basisafvoer waterbesparende douchekoppen en andere tappunten

De waterbesparingen bij kranen en douchekoppen hebben alleen een directe invloed op de hoeveelheid water per seconde die eruit stroomt. De uitstroomcapaciteit van een kraan en douchekop is echter niet bepalend voor de maximale afvoer karakteristiek van het lozingstoestel. De maximale afvoer karakteristiek van een douche wordt vooral bepaald door de afwezigheid of aanwezigheid van opstanden in de douchebak. In het geval de stop in de afvoerconstructie is geplaatst zal de douchebak vol lopen met water en de maximale afvoer in de leiding optreden na het uithalen van de stop. Ditzelfde geldt ook voor een wastafel of een gootsteen. De basisafvoer wordt door de waterbesparende maatregelen niet beïnvloed en een aanpassing is niet aan te bevelen.

De reductie aan de waterhoeveelheden heeft ook nauwelijks gevolgen voor de transportcapaciteit van vaste stoffen in het leidingsysteem, omdat de besparing relatief gering is en meer bepaald wordt door het gedrag van de gebruiker.

6 TRANSPORTAFSTAND

6.1 Inleiding

Bij een lozing met vaste stoffen in een leidingsysteem zijn enkele kenmerkende fases te onderscheiden in de liggende leiding en in het transportmechanisme van de vaste stoffen in de liggende leiding. In het navolgende zal dit nader worden toegelicht zoals dit optreedt in een liggende leiding. In de eerste fase zal met relatief veel geweld de vaste stoffen met het afvalwater uit het lozingstoestel stromen. De snelheid van het water neemt sterk af door allerlei vertragingen en weerstanden, waardoor ook de vaste stof een vertraging ondergaat. De afmetingen van de vaste stoffen zijn relatief groot t.o.v. de buisdiameter waardoor het water achter de vaste stof enigszins wordt opgehouden. Deze opstuwing heeft een positief effect op de snelheid van de vaste stof. In fase 2 wordt de snelheid van de vaste stof bepaald door de zwaartekracht op de vaste stof, de stuwkracht als gevolg van de waterstanden ter weerszijde op de vaste stof en de wrijvingskracht langs de buiswand (evenredig met de snelheid in het kwadraat). De gelijktijdige werking van deze 3 krachten veroorzaakt een dalende snelheid van de vaste stof. Na enige tijd is het meeste water de vaste stof gepasseerd (fase 3) en neemt de snelheid dermate af dat een kleine oneffenheid van de wand, een verbinding, bocht of een knik ervoor kan zorgen dat de vaste stof tot stilstand komt. De totale afstand gerekend vanuit het lozingstoestel tot de plek van stilstand in de liggende leiding wordt de transportafstand genoemd.

Uit onderzoek is gebleken dat de transportafstand van vaste stoffen in een liggende leiding bepaald wordt door een aantal factoren zoals :

- hoeveelheid geloosde water per seconde door de leiding;
- totale hoeveelheid geloosde water ;
- afschot van de leiding;
- de vorm en afmetingen van de leiding;
- de aard en de vorm van vaste stof
- het aantal volgende lozingen.

Uit een onderzoek in 1981 naar de transportafstand van vaste stoffen door DHV is gebleken dat het debiet (hoeveelheid water per seconde) geen echte invloed heeft op de transportafstand van de vaste stoffen [Lit 5]. Veel belangrijker is de hoeveelheid geloosd water. Het verband tussen de transportafstand en de hoeveelheid geloosd water is min of meer recht evenredig te beschouwen. Ditzelfde geldt ook voor het afschot van de leiding en de transportafstand. In principe geldt hoe groter het afschot des te groter de transportafstand, maar een te groot afschot heeft weer een nadelig effect op de transportafstand (zie ook bij rapportage van de proefnemingen). Voor beide factoren geldt echter dat er altijd een minimum transportafstand van 2 a 3 meter is, onafhankelijk van de grootte van het spoelvolume en van het afschot. De transportafstand van vaste stoffen wordt derhalve bepaald door de combinatie van afschot, hoeveelheid en middellijn van de leiding.

De vorm van de liggende leiding heeft ook invloed op de transportafstand maar is niet verder beschouwd omdat de toepassing van andere vormen dan rond niet worden toegepast in woningen. De configuratie van het leidingsysteem ofwel het leidingbeloop inclusief bochten, T-stukken e.d. kan wel invloed hebben (zie ook de voorwaarden in NEN 3215 en NTR 3216).

De aard van de vaste stof en met name het soortelijk gewicht bepaald het drijvend vermogen van de vaste stof en daarmee de transportafstand. In de praktijk kan de aard van de vaste stof niet beïnvloed worden [Lit 3].

Uit het onderzoek in 1981 is verder gebleken dat het moeilijk is om tot stilstand gekomen stoffen weer verder te transporteren. Voor het opnieuw transporteren is een volgende lozing met een volume water van minimaal 7 - 9 liter nodig. Ook oneffenheden in de leiding kunnen dit mechanisme verstoren.

In het algemeen kan gesteld worden dat de combinatie van afschot, ontwerpmiddellijn en lozingsvolume bepalend is voor het transportmechanisme en de transportafstand in een liggende leiding. Bij een afschot van 1 : 300, een inwendige ontwerpmiddellijn van 100 mm en een volume van 8 liter is een transportafstand voor de vaste stoffen van circa 12 - 15 meter te overbruggen. Als het afschot groter wordt dan kan het water te snel voorbij de vaste stof geraken, waardoor de transportafstand afneemt. In dat geval zal een kleinere ontwerpmiddellijn van de leiding in combinatie met het groter afschot nodig zijn om een transportafstand van 12 - 15 meter te behouden. Nader onderzoek is uitgevoerd om vast te stellen of bij een afschot van 1 : 200, een inwendige ontwerpmiddellijn van 84 mm en een volume van 6 liter de transportafstand voldoende groot is, namelijk meer dan 12 m [Lit 9]. De resultaten staan beschreven in paragraaf 6.5.

6.2 Transportafstand waterbesparende waterclosets

De reductie van de basisafvoer van 2 naar 1,75 l/s kan resulteren in een kleinere diameter van de aansluitleiding. Voor de afvoer van vaste stoffen werkt deze reductie van de diameter gunstig en eveneens voor de transportafstand. De waterbesparende waterclosets hebben echter vooral een reductie van het spoelvolume van 9 naar 6 liter. Dit geringere spoelvolume werkt ongunstig op de transportafstand en in nog sterkere mate op de mogelijkheid van opnieuw transporteren van bezonken vaste stoffen. De kritische grens voor het opnieuw transporteren ligt in de orde van 8 liter volgens de reeds uitgevoerde onderzoeken [Lit 5]. Met name bij lange leidinglengtes zonder veel andere aangesloten lozingstoestellen kan dit een probleem worden. Deze kritische grens wordt ook bevestigd in het beperkte onderzoek naar de transportafstand (zie paragraaf 6.5).

Voorgesteld wordt om aan de toe te passen leidinglengte bestaande uit aansluitleiding en liggende leiding bij waterbesparende waterclosets een beperking op te leggen en wel dat de maximale leidinglengte niet meer dan 12 meter mag bedragen.

6.3 Transportafstand waterbesparende wasautomaat en vaatwasmachine

De aard en de vorm van de vaste stoffen bij deze lozingstoestellen verschilt nogal ten opzichte van een watercloset. Daarnaast wordt het afvoergedrag van de vaste stoffen nogal bepaald door het pompje in het lozingstoestel. De mogelijkheid voor bezinking van vaste stoffen in de liggende leiding is veel beperkter, aangezien het pompje een relatief continue druk op de vaste stoffen geeft en de transportafstand hiermee vergroot wordt. Hoewel de waterhoeveelheid in

zijn totaliteit minder is, zal het effect van de pompwerking op de vaste stoffen niet verminderen.

De verwachting is dat een waterbesparing bij deze lozingstoestellen geen nadelige invloed heeft op transportafstand van vaste stoffen en geen extra eisen aan het ontwerp gesteld moet worden.

6.4 Transportafstand waterbesparende douchekoppen en andere tappunten

In hoofdstuk 5 is reeds aangegeven dat de waterbesparingen bij douchekoppen en kranen geen directe invloed hebben op de basisafvoer en de transportafstand of transportcapaciteit van de vaste stoffen uit deze lozingstoestellen. De totale hoeveelheid geloosd water zal marginaal minder zijn. Bij de (uitstort) gootsteen komen vaste stoffen in het afvalwater. Gezien de gebruikswijze van deze toestellen (veelvuldige en langdurige spoeling of ineens leeg laten lopen van de gevulde bak) zal niet veel veranderen voor de transportafstand van de bijbehorende vaste stoffen in de liggende leiding.

Bij gebruik van de douchebak en wastafel worden normaliter geen vaste stoffen geloosd en verder gelden dezelfde argumenten als bij de gootsteen.

6.5 Enkele proefnemingen naar de transportafstand

In de proefopstelling van de firma Geberit te Nieuwegein zijn enkele proefnemingen uitgevoerd om een indruk te verkrijgen van het effect van een wc-spoeling van 6 liter in combinatie met een inwendige middellijn van 84 mm (zie foto 1). In eerste instantie is onderzocht of er significante verschillen zijn bij de uitspoeling van een wc met 6 liter in een liggende leiding met een inwendige middellijn van 100 en 84 mm op een vaste stof. Over de eerste 3 - 4 meter is zowel het hydraulisch gedrag van het geloosde water als het gedrag van de vaste stoffen in beide liggende leidingen nagenoeg gelijk, daarna is het gedrag afhankelijk van het afschot. De proefnemingen zijn uitgevoerd bij een afschot van 1 : 200, 1 : 150, 1 : 100 en 1 : 50.

In het verdere verloop van de liggende leiding met een lengte van 12 m. zijn de volgende kenmerkende aspecten waargenomen.

De "vaste stof" wordt met de eerste spoeling in de meeste gevallen over een afstand van 4 - 7 m. getransporteerd. De volgende 2 tot 4 wc-spoelingen zorgen ervoor dat de "vaste stof" verder getransporteerd wordt door de volledige liggende leiding van 12 m. Bij een afschot van 1 : 100 en 1 : 150 is het transporteffect van de volgende wc-spoeling het grootst.

Ook is onderzocht wat het effect van andere lozingen is op het transport van de "vaste stof". Gebleken is dat in alle gevallen een volgende lozing van een wastafel geen effect heeft op de transportafstand van de "vaste stof" in de liggende leiding. De hoeveelheid water is te gering om de "vaste stof" te doen drijven en verder te stuwen (zie foto 2).

In het geval de volgende lozing van een douche afkomstig is dan heeft dit alleen effect op de transportafstand bij een afschot van de liggende leiding van 1 : 150 en 1 : 100. Na verloop van tijd is de hoeveelheid water afkomstig van de douche voldoende om een opdrijvend en transporterend effect te veroorzaken. Bij een afschot van 1 : 200 is de lozing van de douche niet

voldoende om de "vaste stof" te laten opdrijven en bij een afschot van 1 : 50 ontstaat er te weinig opstuwing achter de "vaste stof" om transport te realiseren (zie foto 3 en 4).

Is de volgende lozing afkomstig van een bad dan worden bij alle afschotten de "vaste stoffen" in één keer uit de liggende leiding van 12m. gevoerd. Het effect van een lozing uit een bad is zelfs groter dan van een volgende wc-spoeling. Wel dient de kanttekening geplaatst te worden dat de gebruiksfrequentie van een bad de afgelopen jaren nogal verminderd is.

Samengevat zijn de bevindingen van de uitgevoerde proefnemingen als volgt :

- het stromingsbeeld in een liggende leiding met een inwendige middellijn van \varnothing 84 mm heeft een nagenoeg gelijk patroon als in een liggende leiding met een inwendige middellijn \varnothing 100 mm;
- het afschot van de liggende leiding \varnothing 84 mm is beperkt tot de waarden van 1 : 100 tot 1 : 150. Een geringer of een steiler afschot geeft problemen met de transportcapaciteit in een liggende leiding met een lengte van 12m. In het geval de lengte van de liggende leiding \varnothing 84 mm beperkt is tot 5 m. dan is een afschot van 1 : 200 toepasbaar.
- een spoelvolumen minder dan 6 liter is te gering om de "vaste stof" adequaat uit de liggende leiding te spoelen met één of meerdere spoelingen;
- de lozing van een bad of een douche heeft een gunstig effect op de transportcapaciteit van een liggende leiding \varnothing 84 mm.

7 GEBRUIK VAN HEMELWATER EN GRIJSWATER IN DE BINNENRIOLERING

7.1 Algemeen

De afgelopen jaren zijn bij veel nieuwbouwprojecten, maar ook bij bestaande bouw, de mogelijkheden om duurzaam om te gaan met water onderzocht. Naast waterbesparende lozingstoestellen zijn toepassingen verkend voor het gebruik van hemelwater en/of grijswater waarvoor geen drinkwater is vereist. Gedacht kan worden aan hemelwatergebruik voor waterclosets, wasautomaten, autowassen etc. ofwel toepassingen waarvoor specifiek geen drinkwaterkwaliteit vereist is. Hetzelfde kan overwogen worden bij de toepassing van grijswater. In paragraaf 3.2 is vermeld wat in deze bureaustudie onder grijswater wordt verstaan namelijk het afvalwater afkomstig van douche, bad, wastafel, wasautomaat, vloerputjes en condens en expansiewater (HR-ketel, boilers). Onder bepaalde condities kan grijswater worden (her)gebruikt voor bepaalde toepassingen in lozingstoestellen. Een en ander stelt wel eisen aan de gebruiker namelijk een bewust lozingsgedrag in combinatie met een bewust gebruik. Een andere tendens is het infiltreren van hemelwater in de bodem in plaats van het af te voeren via de buitenriolering naar een waterzuiveringsinstallatie.

Voornoemde ontwikkelingen kunnen consequenties hebben op het functioneren van de binnenriolering, namelijk het voorkomen van verstoppingen in met name de liggende leidingen, doordat er minder water door deze leidingen stroomt en de vaste stoffen niet meer adequaat worden afgevoerd naar de buitenriolering. Het positieve effect van meerdere lozingen op een leiding verdwijnt en de afvoer van vaste stoffen kan hierdoor verslechteren. De invloed op de transportafstand van vaste stoffen door voornoemde ontwikkelingen is het onderwerp van deze bureaustudie. Andere aspecten zoals technische maatregelen voor het afkoppelen, kwaliteit, leveringszekerheid, comfort, regelgeving etc. zijn niet beschouwd en daarvoor wordt verwezen naar de Ontwerprichtlijn voor hemelwater binnen de perceelsgrenzen [Lit 7].

In deze bureaustudie is ook niet gekeken naar de toepassing van huishoudwater in woningen dat de waterleidingbedrijven via een tweede waterleidingnet kan leveren. Deze toepassing heeft geen effect op de afvoertechische consequenties van de binnenriolering. Het betreft hier de aanvoer van een andere kwaliteit water voor huishoudelijke toepassingen, maar er is geen directe relatie met het geloosde afvalwater na gebruik van de lozingstoestellen en met het bij behorende afvoergedrag.

7.2 Gebruik van hemelwater en grijswater

Afgekoppeld hemelwater en grijswater kan worden gebruikt als watertoevoer naar een watercloset, een wasautomaat of naar een buitenkraan voor het autowassen of als tapwater voor kamerplanten en sproeien van de tuin. In deze toepassing zullen de consequenties voor het afvoeren van vaste stoffen in de binnenriolering gering zijn, aangezien de gebruiksfunctie van de lozingstoestellen dezelfde blijft en afvoertechisch geen veranderingen geeft.

Het gebruik van hemelwater en vooral van grijswater heeft wel andere consequenties, namelijk om hemelwater en/of grijswater te kunnen gebruiken zal het gescheiden moeten worden van de

zogenaamde zwartwaterstromen. Dit betekent een tweede afvoersysteem binnen de woning specifiek voor de inzameling van grijswater. Het effect van deze scheiding van afvalwaterstromen is, dat er nagenoeg geen samengestelde afvoeren meer ontstaan in liggende leidingen. Het afvoeren van vaste stoffen naar de buitenriolering zal hierdoor vertraagd worden. In hoofdstuk 6 is reeds aangegeven dat de hoeveelheid water door de leiding bepalend is voor het transport van vaste stoffen en zeker voor het opnieuw transporteren van de vaste stoffen nadat deze na een eerste spoeling bezonken zijn in de liggende leiding. Wanneer de hoeveelheid water door de liggende leiding te gering is, kunnen de vaste stoffen niet meer “opgepakt” en meegevoerd worden door het langstromende water. Het gevolg is afzettingen in de leiding en na verloop van tijd treden er verstoppingen op.

Bij toepassing van grijswater in de binnenriolering zal met bovengenoemd effect duidelijk rekening moeten worden gehouden en dient de dimensionering van vooral de liggende leidingen te worden aangepast. Aansluitleidingen van waterclosets en gootstenen zullen zodanig ontworpen moeten worden dat de vaste stoffen in een keer naar de standleiding of grondleiding worden getransporteerd. Dit houdt in dat er beperkingen aan de maximale leidinglengte gesteld moeten worden in combinatie met de inwendige middellijn en het toe te passen afschot.

7.3 Hemelwaterafvoersysteem

Het gebruik van hemelwater in de binnenriolering heeft geen directe invloed op de afvoertechische aspecten binnen de woning, maar kunnen wel leiden tot een aanpassing van het hemelwaterafvoersysteem. Hetzelfde is het geval als hemelwater wordt afgevoerd naar een infiltratiesysteem in plaats van naar de buitenriolering. Een en ander wordt ook bepaald door het type buitenriolering waar de woning op aangesloten is, namelijk een (verbeterd) gescheiden of een (verbeterd) gemengd rioolstelsel.

In het geval hemelwater wordt toegepast als watertoevoer naar lozingstoestellen of voor infiltratie wordt gebruikt, zal er een scheiding in het hemelwaterafvoersysteem worden doorgevoerd om het relatief schone hemelwater van daken apart te houden van het meer verontreinigd hemelwater van de straat, parkeerdaken etc.

De voornaamste eis aan een hemelwaterafvoersysteem is het zo snel mogelijk afvoeren van hemelwater van het dakvlak. De afvoercapaciteit wordt bepaald door de afmetingen en configuratie van het dak en de gevel en zal niet veranderen bij toepassing van hemelwater in de woning of als infiltratiewater. De dimensionering van het hemelwaterafvoersysteem verandert nagenoeg niet. Slechts de hemelwaterafvoerleidingen naar de buitenriolering hebben minder capaciteit nodig, omdat niet meer al het hemelwater afgevoerd wordt naar de buitenriolering.

Dit laatste heeft ook nadelige consequenties voor het afvoeren van vaste stoffen door een gecombineerde grondleiding en de huisaansluitleiding als aangesloten wordt op een (verbeterd) gemengd rioolstelsel. Het zo nu en dan doorspoelen van de grondleiding en de huisaansluitleiding met hemelwater voorkomt eventuele verstoppingen in deze leidingen.

8 TOETSING WATERBESPARENDE MAATREGELEN MET DE PRAKTIJK

In een workshop met de Bedrijfsgroep Rioolservice & Technieken (BRT) van de VNI zijn de ervaringen met waterbesparende maatregelen getoetst aan de dagelijkse optredende problemen in de praktijk. Tevens zijn andere praktijkervaringen uitgewisseld die het goed functioneren van de binnenriolering belemmeren.

De leden van de BRT zien geen direct verband tussen het optreden van verstoppingen in liggende leidingen en het gebruik van waterclosets met een spoelvolume van 6 liter. Het gebruik van een watercloset met een spoelvolume van 4 liter is dermate marginaal dat daar nog geen ervaringen mee bekend zijn. Het aantal verstoppingen is veel meer een gevolg van het verkeerd gebruik van het watercloset als wellicht van een te gering spoelvolume. De af te voeren vaste stoffen zijn niet meer hoofdzakelijk fecaliën maar bestaan daarnaast steeds meer uit maandverband, tampons, inlegkruisjes, hygiëne doekjes en dergelijke.

Een goed ontworpen en aangelegd leidingbeloop geeft in de praktijk nagenoeg geen problemen. In de praktijk worden echter veel problemen geconstateerd door een verkeerde aanleg van de binnenriolering en in dat geval treden er veel eerder verstoppingen op met voornoemde vaste stoffen. Veel genoemde fouten in de aanleg van de binnenriolering zijn :

- ontbreken van een (of een te kleine) ontspanningsleiding op de standleiding;
- aansluiting liggende leiding op een standleiding d.m.v. T-45⁰ en B-45⁰;
- haakse aansluiting boven op een liggende leiding;
- aansluiting van een wandcloset op een bestaande aansluitleiding in de vloer (meestal 3 vlak na elkaar opvolgende bochten van 90⁰ in combinatie met een leidingmiddellijn van 75 mm).

Verstoppingen in de binnenriolering worden ook veroorzaakt door het (verkeerde en veranderende) gedrag van de gebruiker. Veel voorkomende problemen hierdoor zijn :

- wegspoelen van etensresten in combinatie met vet;
- toepassen van toiletverfrissers;
- te veel gebruik van wasmiddelen bij vaatwasmachines;
- veelvuldig gebruik van zeep, shampoo, gels etc in combinatie met een toenemend was- en douchegebruik.

Een gevolg van het voorgaande is dat er met name in de aansluitleidingen en in mindere mate in de verzamelleidingen een slijm laag wordt gevormd. Vooral direct na de stankafsluiter treedt de grootste vervuiling (slijm laag al dan niet vermengd met haren e.d.) op. Waterbesparende maatregelen zoals minder gebruik van water tijdens het tandenpoetsen en wassen is voor de binnenriolering minder gewenst aangezien het eerder tot verstoppingen kan leiden.

Uit het voorgaande kan worden afgeleid dat het duurzaam watergebruik in combinatie met meer gebruik van “persoonlijke schoonmaakartikelen” een negatief effect heeft op het functioneren van de binnenriolering. Ofwel hoe schoner de gebruiker, des te vuiler de riolering.

Resumerend kan gesteld worden dat waterbesparende maatregelen niet direct tot problemen in de binnenriolering behoeven te leiden, maar dat de kans op verstoppingen wel groter wordt bij een niet juist aangelegde riolering doordat er per saldo ook minder water gebruikt wordt. Een zorgvuldige en juiste aanleg van de leidingen bevordert het goed functioneren van de binnenriolering.

9 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

9.1 Conclusies

Waterbesparende lozingstoestellen hebben in beperkte mate invloed op het ontwerp van de binnenriolering. Bij waterbesparende waterclosets met een spoelvolume van 6 liter dient extra aandacht besteed te worden aan de maximaal toe te passen leidinglengte van de aansluitende liggende leiding. Om verstoppingen te voorkomen is het raadzaam om de leidinglengte te maximeren tot 12 meter.

Een beperkt onderzoek naar het gedrag van de transportcapaciteit van vaste stoffen bij een wcspoeling van 6 liter in een liggende leiding met een inwendige ontwerp-middellijn van 84 mm geeft aan dat de transportcapaciteit voldoende is bij een afschot tussen 1 : 100 tot 1 : 150. Voor toepassing van een afschot van 1 : 200 dient de maximale leidinglengte \varnothing 84 mm beperkt te worden tot 5m. Het functioneren van de binnenriolering wordt niet in gevaar gebracht en daarmee kan een bijdrage worden geleverd aan het duurzaam gebruiken van water en materiaal.

Bij toepassing van een grijswatersysteem dient goed gekeken te worden naar transportcapaciteit en de lengte van de liggende leiding. Bij het ontwerp dient rekening te worden gehouden met het geringere effect van het oppakken en verder transporteren van "vaste stoffen" in de liggende leiding.

Het gebruik van hemelwater in de binnenriolering heeft geen invloed op de afvoertechnische aspecten binnen de woning. Wel wordt het gunstige aspect van doorspoeling van de huisaansluitleiding verminderd bij aansluiting op een gemengd rioolstelsel.

Waterbesparende maatregelen behoeven in de dagelijkse praktijk niet direct tot problemen in de binnenriolering te leiden, echter de kans op verstoppingen wordt wel groter bij een niet juist aangelegde riolering, doordat er per saldo ook minder water gebruikt en afgevoerd wordt in de binnenriolering.

9.2 Aanbevelingen

Het toepassen of stimuleren van een watercloset met een spoelvolume minder dan 6 liter binnen het kader van het Bouwbesluit en NEN 3215 wordt zeker niet aanbevolen, zolang niet is aangetoond dat dit een gelijkwaardige oplossing is.

Een zorgvuldige en juiste aanleg van de leidingen bevordert het goed functioneren van de binnenriolering. Het is raadzaam om bij toepassing van een liggende leiding met een ontwerp-middellijn van 84 mm een afschot te hanteren van 1 : 100 en 1 : 150.

Bij toepassing van grijswater verdient het aanbeveling om de aansluitleiding van het watercloset en de gootsteen direct aan te sluiten op de standleiding en/of grondleiding.

10 LITERATUURLIJST

- [1] NEN 3215; Binnenriolering in woningen en woongebouwen. Eisen en bepalingsmethoden. 1997.
- [2] NTR 3216; Nederlandse Technische Richtlijn voor ontwerp en uitvoering. 1999.
- [3] Knoblauch; Klosetanlagen, Neue Kriterien für die Spülwirkung. 1980.
- [4] Ministerie VROM; Achtergrondrapport NEN 3215- dimensionering van liggende leidingen. 1985.
- [5] DHV; Onderzoek naar het transportmechanisme van vaste afvalstoffen in een liggende leiding. 1981
- [6] VNI; Huishoudelijk watergebruik. Informatie (warm)waterbesparing/energiebesparing. 2000.
- [7] ISSO/SBR - publicatie 70.1; Hemelwater binnen de perceelsgrens - ontwerprichtlijn. 1999.
- [8] Intech; Ontwerpen binnenriolering met behulp van computer. CIB-W62 Internationaal Symposium Sanitaire Techniek, november 1998.
- [9] Scheffer, W; Nog een stapje verder? Lezing over NTR 3216 bijlage E - Afvoerleidingen in voorzetwanden. 2000.
- [10] Intech; Grenzen van waterbesparing in zicht, februari 1999.

11 COLOFON

1 COLOFON1 COLOFON

Opdrachtgever	: TVVL/VNI
Project	: Voorstudie ST - 7
Dossier	: S8024-01-001
Omvang rapport	: 22 pagina's
Auteur	: George Onderdelinden
Datum	: 28 december 2000
Naam/Paraaf	:

FOTO'S PROEFNEMINGEN IN DE PROEFTOREN BIJ GEBERIT TE NIEUWEGEIN



Foto 1: overzicht proefopstelling

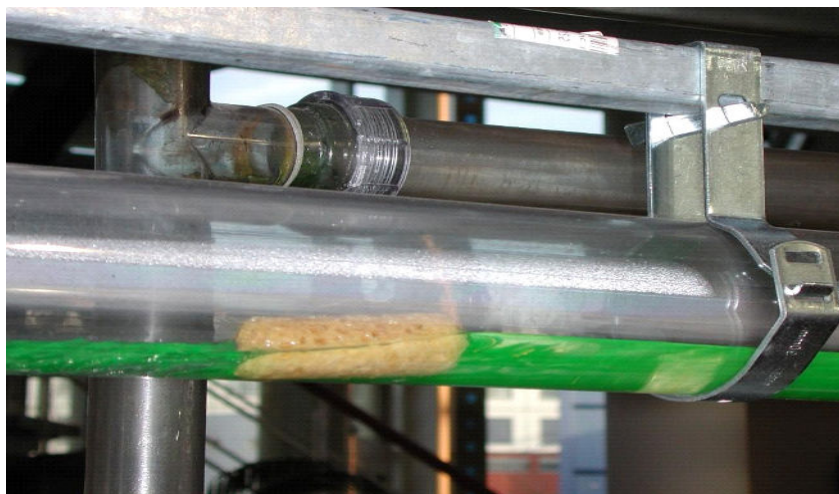


Foto 2: transportmechanisme “vaste stof”



Foto 3: opstuwning water achter “vaste stof”



Foto 4: opstuwning water bij bocht



Korenmolenlaan 4
3447 GG Woerden
Telefoon: 088 401 06 20

info@tvvl.nl | www.tvvl.nl

