



Vervolgstudie ST14

Studie naar de effecten van
waterbesparende wc's met een
spoelvolumen van 4 liter op het ontwerp
van de grondleiding



Vervolgstudie ST14

Studie naar de effecten van
waterbesparende wc's met een
spoelvolumen van 4 liter op het ontwerp
van de grondleiding

dossier Y8249-01-0011

april 2007 april Eind concept

© DHV BV

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV BV is gecertificeerd volgens NEN-EN-ISO 9001.

INHOUD	BLAD
0 AANLEIDING EN SAMENVATTING VAN STUDIE ST-14	3
1 INLEIDING	5
2 PLAN VAN AANPAK	7
2.1 Opzet vervolgstudie ST-14	7
2.2 Beoogd resultaat	7
3 LITERATUURSTUDIE	8
3.1 Leidraad Riolering	8
3.2 NEN 3215 Binnenriolering - Eisen en bepalingsmethoden	9
3.3 Model-Bouwverordening	10
4 MEETOPSTELLING	11
4.1 Principe meetopstelling	11
4.2 De metingen	14
5 MEETRESULTATEN PRAKTIJKPROEF	16
5.1 Algemeen	16
5.2 Resultaten van de metingen met closetpapier	16
5.3 Resultaten van de meetronde met spoellichamen	17
5.3.1 De referentie – spoelvolumen van 6 liter	17
5.3.2 Metingen met een spoelvolumen van 4 liter	17
6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	19
6.1 Conclusies	19
7 LITERATUURLIJST	20
COLOFON	21
BIJLAGE 1 -TABEL EN GRAFIEKEN MEETRESULTATEN	22

AANLEIDING EN SAMENVATTING VAN STUDIE ST-14

TVVL en UNETO-VNI hebben in 2000 een onderzoek laten uitvoeren naar de effecten van waterbesparende toestellen op het ontwerp van de binnenriolering. In het onderzoeksrapport ST-7 van de TVVL Technische Raad staan aanbevelingen voor water(besparende) waterclosets met een spoelvolume van 9 liter, spoelvolumes groter dan 6 liter en spoelvolumes kleiner dan 6 liter [1]. De resultaten van het ST-7 onderzoek hebben geleid tot een aanpassing van NEN 3215 (in 2002) en NTR 3216 (in 2003). Een van de aanbevelingen uit het rapport is dat het toepassen of stimuleren van een watercloset met een spoelvolume minder dan 6 liter binnen het kader van het Bouwbesluit en NEN 3215 moet worden afgeraden, zolang niet is aangetoond dat dit een gelijkwaardige oplossing is. Daar de (internationale) markt sinds enkele jaren closetcombinaties aanbiedt met een spoelvolume van slechts 4 liter, hebben TVVL en UNETO-VNI in 2004 onderzoek laten uitvoeren naar de effecten van deze closets op het gangbare ontwerp van de binnenriolering in Nederland. Het onderzoek, waarover is gerapporteerd in het TVVL Technische Raad Rapport ST-12, beperkt zich van closetpot tot standleiding [2] en [3]. Binnen de randvoorwaarde van het primaire ontspanningssysteem (NEN 3215) is in de voorstudie ST-12 de transportcapaciteit van liggende leidingen onderzocht voor spoelvolumes van 6 liter (referentie) en 4 liter. In het algemeen geldt dat de combinatie van afschot, spoelvolume en ontwerpmiddellijn bepalend is voor het transportmechanisme en de transportafstand van fecale stoffen in een liggende leiding. De voorstudie ST-12 richt zich op deze factoren. Op basis van literatuuronderzoek werd besloten om in het praktijkgericht laboratoriumonderzoek ook het effect van closetpapier mee te nemen. Daar het gebruik van closetpapier geen negatief effect bleek te hebben werd het bij herhalingsmetingen niet meer meegenomen.

De resultaten van de 6-liter spoeling in het ST-12 onderzoek staven de resultaten van het vooronderzoek ST-7, waarin is aangegeven dat een 6-liter spoeling, onder zekere voorwaarden, voldoende transportcapaciteit levert. Het gebruik van een spoelvolume van 4 liter geeft geen gelijkwaardige transportafstand ten opzichte van een zesliter spoeling. De transportafstand reikt veelal niet verder dan 6 tot 8 meter na drie spoelbeurten. Een combinatie van kleinere ontwerpmiddellijn van 69 mm (handelsmaat 75 mm) levert geen meerwaarde ten opzichte van 84 mm (handelsmaat 90 mm). Slechts een afschot van 1:50 lijkt een voldoende transportafstand te bieden, maar ook hier is een gevoeligheid ten opzichte van het type closet zichtbaar. In het ST-12 rapport staat dat de keuze om de maximale leidinglengte van de aansluit- of verzamelleiding tot aan de standleiding te beperken twijfelachtig lijkt. Daarbij is aangetekend dat het vooralsnog onduidelijk is welke transportmechanismen optreden in een grondleiding, laat staan welke consequenties een kleiner spoelvolume heeft op de transportcapaciteit van vaste stoffen in de grondleiding. Gezien de toch beperkte transportcapaciteiten van de aansluit- en verzamelleiding meldt het ST-12 rapport dat enige bezorgdheid over het achterliggende leidingstelsel op zijn plek is.

TVVL en UNETO-VNI hebben vervolgens de voorliggende studie ST-14 laten uitvoeren. Daarin wordt gekeken naar de effecten van 4-liter spoelingen vanuit de standleiding op het ontwerp van de grondleiding. Het onderzoek richt zich op drie onderzoeksvragen:

- welk transportmechanisme van fecale stoffen treden er op bij een spoelvolume van 6 liter in de grondleiding ontworpen volgens NEN 3215? De bereikte transportafstanden vormen de referentie voor de overige metingen;
- welke invloed heeft een spoelvolume van 4 liter op de transportafstand bij een leidingafschot van 1:200, 1:133 en 1:100?;
- hoe gedraagt closetpapier zich in de grondleiding bij de verschillende spoelvolumes?

De meetopstelling bestaat uit een 10 m lange grondleiding. Het closet is aangesloten op een standleiding met een lengte van 9 m en waarin op een hoogte van 1,5 m boven de voet van de standleiding een kleine versleping is aangebracht. De grondleiding eindigt in een stroombocht van 90 graden naar beneden. Het uiteinde van de testleiding kent een vrije uitstroming in een liggende parallelleiding die terugvoert naar de testopstelling. Het leidingsysteem is van plexiglas en heeft een ontwerpmiddellijn van 84 mm (handelsmaat 90 mm).

Voor het closetpapier blijkt een transportafstand van 10 m bij een spoelvolume van 6 liter geen enkel probleem. Bij een spoelvolume van 4 liter zijn meerdere spoelingen nodig om de afstand van 10 m te overbruggen. De invloed van het leidingafschot is niet echt significant. In een gecombineerde spoeling van closetpapier met één spoellichaam (spons) wordt geen verslechtering van de transportafstand van het closetpapier waargenomen.

De resultaten van de 6-liter spoeling met spoellichamen staven de resultaten van de vooronderzoeken ST-7 en ST-12. Daarin staat aangegeven dat een 6-liter spoeling, onder zekere voorwaarden, voldoende fecale transportcapaciteit levert in een grondleiding en de daarop aansluitende zogenaamde huisaansluitleiding. De transportafstand bij een 4-liter spoeling ligt beduidend lager dan bij een 6-liter spoeling. Bij een afschot van 1:200 bereiken de spoellichamen een transportafstand van 3 tot 4 m. Na de tweede en derde spoeling neemt de transportafstand gering toe tot totaal 6 m. Bij een afschot van 1:133 en 1:100 neemt de transportafstand nauwelijks toe en na meerdere spoelingen blijft de totaalafstand tot 6 m beperkt. Uit de proeven blijkt dat bij 4-liter spoelingen het effect van een derde of een vierde spoeling op de transportafstand steeds verder afneemt. Er is dus sprake van een maximaal bereikbare transportafstand.

Een positief effect geeft een relatief langdurige afvalwaterstroom van bijvoorbeeld een douche of bad in combinatie met een closetspoeling. Dan wordt wel een transportafstand van 10 m bereikt. De conclusie van het onderzoek luidt dat het gebruik van een spoelvolume van 4 liter in een grondleiding, uitgevoerd overeenkomstig NEN 3215, geen gelijkwaardige transportafstand geeft ten opzichte van een 6 liter spoeling. De transportafstand reikt veelal niet verder dan 5 tot 6 m na drie spoelbeurten.

1 INLEIDING

De afgelopen jaren is er onderzoek verricht naar de effecten van waterbesparende maatregelen op het functioneren van de binnenriolering als gevolg van allerlei maatschappelijke ontwikkelingen ten aanzien van duurzaam watergebruik.

In de TVVL/Uneto-VNI voorstudie ST-7 is een bureaustudie uitgevoerd naar de effecten van waterbesparende toestellen en hergebruik van water op het ontwerp van de binnenriolering. Aanbevelingen zijn ondermeer gedaan voor waterbesparende closets met een spoelvolumen van 9 liter, spoelvolumen groter dan 6 liter en spoelvolumen kleiner dan 6 liter.

Tevens is onderzocht in hoeverre dit geringere spoelvolumen ongunstig werkt op de transportafstand in verzamelleidingen en in nog sterkere mate is de mogelijkheid van verder transporteren van bezonken vaste stoffen onderzocht. Met name de combinatie van lange leidinglengtes met slechts enkele aangesloten lozingstoestellen kan een probleem voor de transportafstand zijn. Uit literatuurstudie is gebleken dat de leidinglengte moet worden gemaximeerd tot 12 meter om verstoppingen te voorkomen.

Een van de aanbevelingen uit het rapport van de TVVL/Uneto-VNI voorstudie ST-7 is dat het toepassen of stimuleren van een watercloset met een spoelvolumen minder dan 6 liter binnen het kader van het Bouwbesluit en NEN 3215 moet worden afgeraden, zolang niet is aangetoond dat dit een gelijkwaardige oplossing is.

Door ontwikkelingen op de markt zijn momenteel enkele typen closets verschenen voor een spoelvolumen van 4 liter. Het gebruik van waterbesparende closets kan leiden tot een kleiner maximale afvoer per tijdseenheid, zowel individueel per toestel als opgeteld, indien meerder lozingstoestellen tegelijk lozen op dezelfde leiding. De kleinere maximale afvoer per tijdseenheid en het kleinere spoelvolumen kunnen invloed hebben op het ontwerp van het afvoersysteem van de binnenriolering.

Het geloosde afvalwater dient namelijk als transportmedium van vaste stoffen in de binnenriolering. De vraag of met deze geringere afvoeren en hoeveelheden voldoende capaciteit wordt behouden voor het transport van vaste stoffen kon op voorhand niet worden beantwoord.

In de voorstudie ST-12 is onderzocht in hoeverre ontwerpnormen en richtlijnen voor de binnenriolering moeten worden aangepast aan deze trend van waterbesparende ontwikkelingen. In het algemeen is de combinatie van afschot, spoelvolumen en ontwerp-middellijn bepalend voor het transportmechanisme en de transportafstand in een liggende leiding.

Uit de voorstudie ST-12 komt naar voren dat het gebruik van een spoelvolumen van 4 liter geen gelijkwaardige transportafstand geeft ten opzichte van een 6 liter spoeling. De transportafstand reikt veelal niet verder dan 6 tot 8 meter na drie spoelbeurten. De combinatie met een kleinere inwendige middellijn van 69 mm levert geen meerwaarde ten opzichte van een inwendige middellijn van 84 mm.

Slechts een afschot van 1:50 lijkt een voldoende transportafstand te bieden, maar ook hier is een gevoeligheid ten opzichte van het type wc zichtbaar.

De keuze om de maximale leidinglengte van de aansluit- of verzamelleiding tot aan de standleiding te beperken lijkt twijfelachtig. Vooral nog is onduidelijk welke transport-

mechanismen optreden in een grondleiding, laat staan welke consequenties een kleiner spoelvolume heeft op de transportcapaciteit van vaste stoffen in de grondleiding. Gezien de toch beperkte transportcapaciteiten van de aansluit-/ verzamelleiding is enige bezorgdheid over het achterliggende leidingstelsel op zijn plek.

Een van de aanbevelingen uit voorstudie ST-12 is een nader onderzoek naar de transportmechanismen in een grondleiding en de invloed daarvan op de te bereiken transportafstanden. In de onderhavige studie ST-14 is deze aanbeveling nader onderzocht bij verschillende combinaties van spoelvolume en leidingafschot. Onderzoek is uitgevoerd zowel met 'spons-lichamen' als met toiletpapier.

Doelstelling

De studie dient inzicht te geven op de volgende onderzoeksvragen :

1. welk transportmechanisme van 'faecale stoffen' treden er op bij een spoelvolume van 6 liter in de grondleiding ontworpen volgens de richtlijnen. De bereikte transportafstanden vormen een referentie voor de overige metingen;
2. welke invloed heeft een spoelvolume van 4 liter op de transportafstand bij een leidingafschot van 1:200, 1:133 en 1:100;
3. hoe gedraagt toiletpapier zich in de grondleiding bij de verschillende spoelvolumes.

De resultaten van deze studie kunnen consequenties hebben voor de opgestelde richtlijnen voor het ontwerp in NEN 3215 en NTR 3216. Eventuele aanbevelingen voor wijzigingsvoorstellen zullen worden opgenomen. Ook kunnen informatieve elementen uit deze studie worden verwerkt in bijlagen van NTR 3216 of werk-en informatiebladen.

De voorstudie is uitgevoerd door DHV BV en vond plaats in opdracht van Uneto-VNI en TVVL. De proeven zijn uitgevoerd in de onderzoekstoren van installatiebedrijf Pol te Soest. Voor het installeren van de meetopstelling moesten bouwkundige aanpassingen plaatsvinden. De kosten voor de meetopstelling en de bouwkundige aanpassingen zijn gedragen door Uneto-VNI.

De studie is begeleid door de TVVL werkgroep ST-14, die als volgt was samengesteld:

- | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------|
| • de heer ir T.C. Bouwman | Installatiebedrijf Pol, Soest | Uneto-VNI/VG PSI |
| • de heer P. Bezemer | Installatiebedrijf Pol, Soest | |
| • de heer ing. R. Offringa | Wavin, Hardenberg | TVVL |
| • de heer ir. G. Onderdelinden | DHV, Amersfoort | rapporteur |
| • de heer ing. O.W.W. Nuijten | ISSO, Rotterdam | secretaris |
| • de heer ing. H. Meerman | Dyka, Steenwijk | TVVL |
| • de heer W.J.H. Scheffer | Uneto-VNI, Zoetermeer | projectleider |
| • de heer A.J.M. van der Zwan | Geberit, Nieuwegein | TVVL |

2 PLAN VAN AANPAK

2.1 Opzet vervolgstudie ST-14

De vervolgstudie ST-14 bestaat uit een korte bureaustudie aan de hand van Nederlandse en buitenlandse literatuur naar transportafstanden van vaste stoffen in grondleidingen. Deze bevindingen worden eerst in het kort verwoord. Op basis van deze bevindingen is een meetprogramma opgesteld.

Dit meetprogramma is uitgevoerd in een meetopstelling bij het installatiebedrijf Pol te Soest. De meetopstelling heeft transparante afvoerleidingen, zodat de transportmechanismen zijn waar te nemen en de transportafstanden kunnen worden vastgelegd. De proeven worden op gelijke wijze als bij de voorstudie ST-12 vastgelegd en gerapporteerd.

2.2 Beoogd resultaat

In de rapportage over deze studie zal over de volgende resultaten worden gerapporteerd:

- resultaten literatuurstudie;
- beschrijving van de meetopstelling en het meetprogramma;
- resultaten proefnemingen;
- conclusies;
- eventuele aanbevelingen voor de door NEN/ISSO-commissie 'Binnenriolering en waterhuishouding binnen de perceelgrens' uit te voeren aanpassingen en/of uitbreidingen van NEN 3215 / NTR 3216.

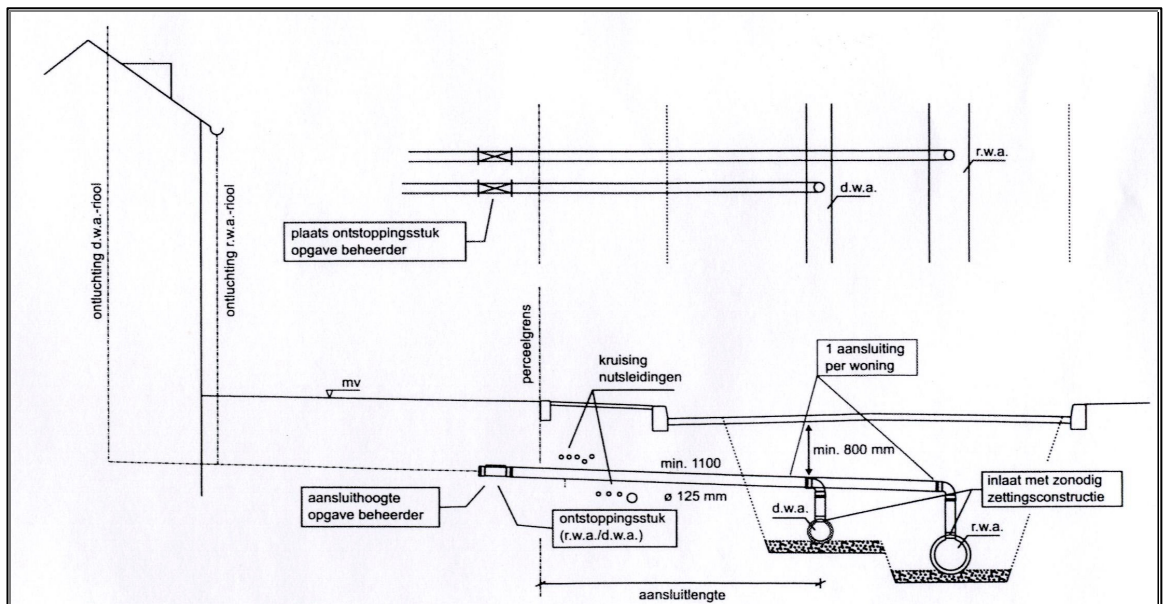
De resultaten van de studie worden tevens gebruikt voor artikelen in Intech K&S, en TVVL-Magazine en /of een lezingendag.

De meest gangbare literatuur in Nederland voor grondleidingen, huisaansluitleidingen en perceelaansluitingen zijn te vinden in :

- Stichting Rioned, Leidraad Riolering;
- Nederlands Normalisatie-instituut, 2002, NEN 3215 (met wijzigingsblad A1 van augustus 2004);
- Model-Bouwverordening;

3.1 Leidraad Riolering

De Leidraad Riolering behandelt de complete rioleringszorg buiten de perceelgrens, waarin module B3000 specifiek ingaat op de aanleg van perceelaansluitingen. Er wordt hierin een onderverdeling gemaakt in de reguliere en bijzondere aanleg. Een schematische weergave van een reguliere perceelaansluiting staat in figuur 3.1.



figuur 3.1 Schema perceelaansluiting

De meest reguliere uitvoeringen zijn:

- Diameter grondleiding: PVC ø125mm;
- Afschot perceelaansluitleiding 1:100;
- Lengte perceelaansluitleiding < 20m;
- Bochtstukken: < 45°;
- Toepassing van een zettingsmof in de aansluiting en boven op het straatriool;
- Toepassen van een ontstopingsstuk op een goed toegankelijk plaats nabij de gevel.

In bijzondere gevallen worden lengtes van 20m tot 40m toegepast. De lengte van 40m komt overeen met de wettelijk voorgeschreven maximale afstand, waarbij een woning verplicht is om op de openbare riolering aangesloten te worden.

Bij de beschrijving van een voorbeeldaansluiting wordt in de Leidraad Riolering een lengte van 15m toegepast.

3.2 NEN 3215 Binnenriolering - Eisen en bepalingsmethoden

De NEN 3215 is uitsluitend van toepassing voor de binnenriolering. Daarin is de grondleiding gedefinieerd als een liggende leiding in een bouwwerk gelegen onder de begane grond, die het huishoudelijk afvalwater en/of hemelwater ontvangt en op de buitenriolering / huisaansluitleiding loost.

Afvoercapaciteit

De grondleiding kan het huishoudelijk afvalwater van meerdere toestellen tegelijkertijd afvoeren. De afvoercapaciteit kan daardoor groter zijn dan de afvoercapaciteit van leidingen afkomstig van één toestel. De maatgevende afvoer is gelijk aan de grootste van de volgende twee voorwaarden:

1. De samengestelde afvoer van de aangesloten lozingstoestellen, bepaald volgens $Q = p \sqrt{\sum \text{basisafvoeren}}$, waarin p voor woningbouw gelijk is aan 0,5.
2. De grootste basisafvoer van een van de aangesloten lozingstoestellen op de betreffende leiding, bepaald volgens tabel 3.1.

tabel 3.1 Normafvoeren voor toestellen in woningbouw volgens NEN 3215

Toestel	Basisafvoer [l/s]
– lekwatrafvoer/condenswatrafvoer, overstorttrechter	0
– handwasbak, wastafel, douche-inrichting zonder opstanden, bidet	0,5
– wasautomaat, vaatwasmachine voor huishoudelijk gebruik, urinoir, keukengootsteen	0,75
– badkuip, douche met opstanden,	1
– watercloset met spoelvolumen ≥ 6 l en < 7 l	1,75
– watercloset met spoelvolumen ≥ 7 l	2,0
– afzuigcloset	2,5

Uitvoering

- Toepassen van een ontstoppingsstuk nabij de gevel van het bouwwerk;
- Hemelwater en huishoudelijk afvalwater mogen pas buiten het bouwwerk, onder bepaalde voorwaarden, zijn samengevoegd. Voor nieuwbouw geldt dat in vrijwel alle situaties, tot aan de perceelgrens, gescheiden huisaansluitleidingen moeten worden aangebracht. Ook in situaties waar het straatriool deel uitmaakt van een gemengd rioolstelsel.

3.3 Model-Bouwverordening

De Model Bouwverordening (MBV) stelt eisen aan kwaliteit en dimensionering van de buitenriolering binnen de perceelgrens. Dit betreft dus (ook) de huisaansluitleiding die de grondleiding van de binnenriolering verbindt met de perceelaansluitleiding in de (openbare) straat.

Afvoercapaciteit

Voor de bepaling van de afvoercapaciteit van de (huis)aansluitleiding verwijst de Model Bouwverordening naar de NEN 3215.

Uitvoering

De uitvoering van de (huis)aansluitleiding moet voldoen aan NPR 3218. Toepassen van een flexibel aansluitstuk in de aansluiting van de grondleiding op de buitenriolering.

4 MEETOPSTELLING

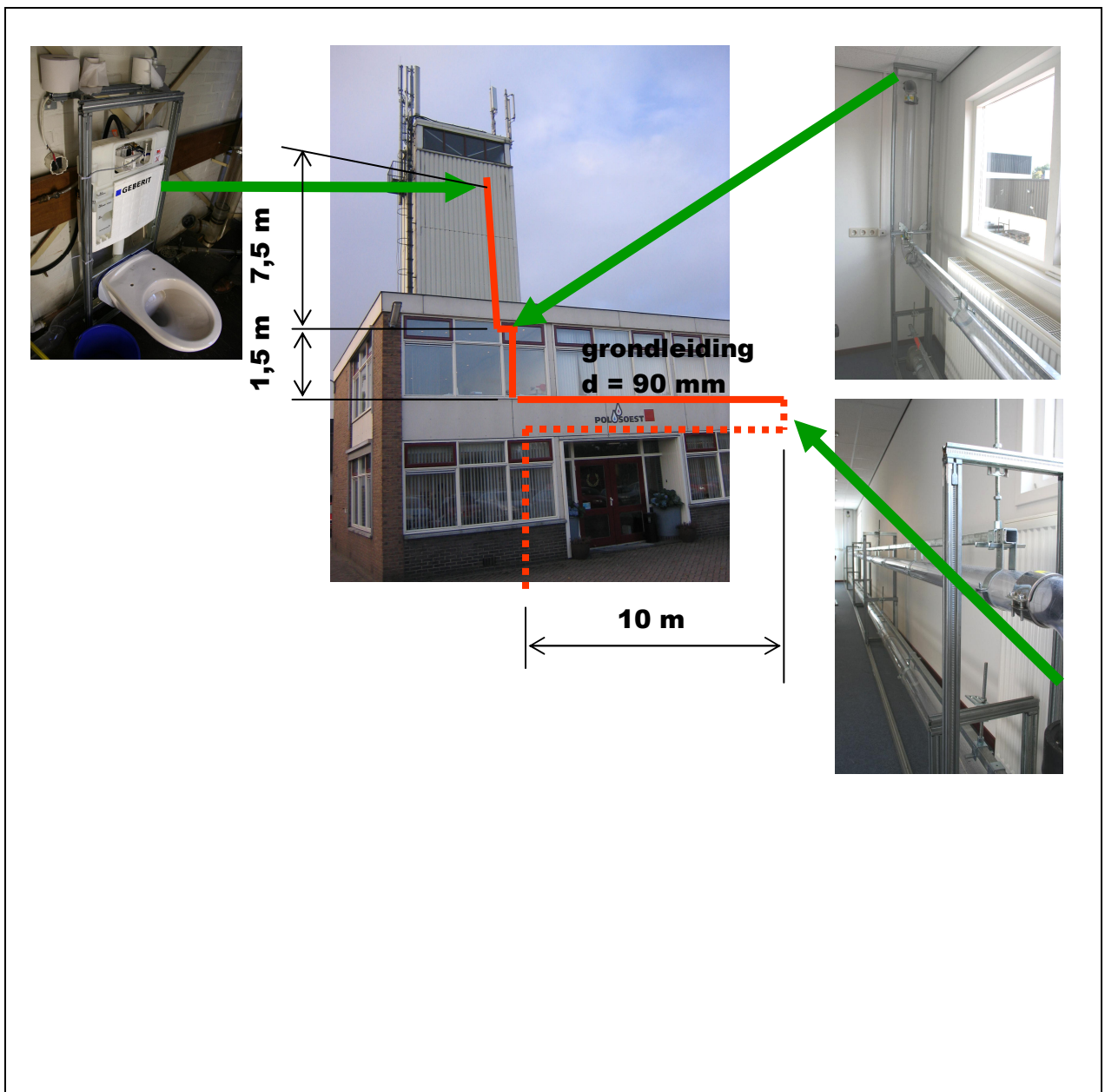
In deze studie wordt met behulp van een meetopstelling het functioneren van de grondleiding en/of huisaansluitleiding onderzocht onder verschillende condities. De proeven worden uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in de mate van beïnvloeding van een aantal factoren, zoals leidingafschot, spoelvolume en leidingmiddellijn. Het meetprogramma is uitgevoerd met een meetopstelling bij installatiebedrijf Pol in Soest. Het leidingsysteem bestaat uit een plexiglas leidingsysteem. In de volgende paragrafen worden de meetopstelling en de uit te voeren metingen beschreven.

4.1 Principe meetopstelling

Het principe van de meetopstelling is afgebeeld in figuur 4.1. Het closet is aangesloten op een standleiding met een lengte van 9,00 m. Op 1,5 m hoogte van de grondleiding is een kleine versleping in de standleiding ter hoogte van de verdiepingsvloer. De standleiding is aangesloten op een grondleiding / huisaansluitleiding van 10 meter lengte en eindigt in een (stroom)bocht van 90 graden naar beneden. Het uiteinde van de testleiding kent een vrije uitstroming in een liggende leiding.

Onderdelen van de meetopstelling:

- **Wateraanvoer en watercloset**
De wateraanvoer vindt plaats door aansluiting van het inregelbaar closetreservoir op het waterleidingnet in de onderzoekstoren (zie figuur 4-2).
- **Leidingbeloop**
Om de stroming vanuit de standleiding zo realistisch mogelijk te simuleren is voor de grondleiding een 10 m lange leiding genomen. Hierin vindt de eerste afvlakking van de golf plaats. Het afschot van de grondleiding is te variëren.
Er worden twee verschillende spoelvolumes gebruikt namelijk 6l en 4l voor de proeven.
- **Startpunt spoellichaam**
Bij het onderzoek ST12 bleek dat de spoellichamen meerdere spoelbeurten nodig hebben om een bepaalde afstand af te leggen. Aan het begin van elke proef worden de spoellichamen in het closet gelegd;
- **De grondleiding (testleiding)**
De grond- en huisaansluitleiding bestaat uit buisstukken van plexiglas, met een totale lengte van 10 meter.
- **Aansluiting op stamriool.** De meest gangbare aansluiting op het stamriool van een perceelaansluiting is verticaal met een vrije uitstroming. Deze situatie wordt gesimuleerd door de grondleiding aan het eind te voorzien van een bochtstuk. Het water stroomt vanuit het bochtstuk in een staande leiding en verder in een liggende leiding retour (zie figuur 4-3).



figuur 4-1 Principe van de meetopstelling

Voor de proeven in de onderzoekstoren van installatiebedrijf Pol te Soest moesten in verband met de grondleiding van 10 m bouwkundige aanpassingen plaatsvinden.



figuur 4-2 Watercloset van de meetopstelling



figuur 4-3 Meetopstelling van de grondleiding / huisaansluitleiding

4.2 De metingen

Spoellichamen

In aansluiting op het eerdere onderzoek ST-12 wordt ook in dit onderzoek gemeten met een standaard spons, verzwaard met schroeven aan beide zijden. Op deze manier blijft de verzwaarde spons juist aan het wateroppervlak drijven (zie fig 4-4). Per meting wordt gebruik gemaakt van sponzen met verschillende lengtes, namelijk een hele spons van 0.08 m en een halve spons van 0.04 m. Het gebruik van halve sponzen geeft een betere onderbouwing van de transportafstand dan een enkele spons en geeft inzicht in een eventuele spreiding van de transportafstand. Het in tweeën knippen van de sponzen is gedaan om de realiteit beter te benaderen van het transport in de grondleiding, namelijk verwacht mag worden dat de fecale delen dan door hun verblijf in het water en de turbulentie ten dele worden afgebroken.



figuur 4-4a **Verzwaarde spons als spoellichaam**



figuur 4-4b **Spoellichamen van 0,04 en 0,08 m**

Toiletpapier

Naast het transport van spoellichamen is ook gekeken naar het gedrag van toiletpapier in de grondleiding / huisaansluitleiding. Voor deze proeven is gebruik gemaakt van zogenaamd kringloop WC-papier. De verwachting is dat kringlooppapier de eigenschap bezit om niet zo snel uit elkaar te vallen.

Uitgevoerde metingen

Om inzicht te krijgen in de invloed van spoelvolumen, afschot en diameter op de transportafstand zijn een reeks van metingen uitgevoerd. De metingen zijn verdeeld in twee categorieën, namelijk een spoellichaam met een lengte van 0,08 m en met 2 spoellichamen met een lengte van 0,04 m.

tabel 4.1 Metingen met spons van 0,08 m als spoellichaam

	Referentie 1a en 1b	Metingen 2a t/m 2d	Metingen 3a t/m 3d	Metingen 4a t/m 4d
Afschot	1:200	1:200	1:133	1:100
Diameter	90mm	90mm	90mm	90mm
Spoelvolumen	7,5 L	6 L en 4 L	6 L en 4 L	6 L en 4 L

tabel 4.2 Metingen met 2 sponzen van 0,04 m als spoellichaam

	Referentie 5a en 5b	Metingen 6a t/m 6d	Metingen 7a t/m 7d	Metingen 8a t/m 8d
Afschot	1:200	1:200	1:133	1:100
Diameter	90mm	90mm	90mm	90mm
Spoelvolumen	7,5 L	6 L en 4 L	6 L en 4 L	6 L en 4 L

- De metingen onder 1a/b en 5a/b omvatten **initiële referentiemetingen** met een **spoelvolumen van 7,5 liter**, waarbij de grond/ huisaansluitleiding voldoet aan de geldende richtlijnen. De transportafstanden die hiermee worden bereikt vormen een referentie voor de overige metingen;
- De eerste en tweede serie metingen onder 2a/b, 3a/b, 4a/b, 6a/b, 7a/b en 8a/b zijn eveneens bedoeld als **referentiemetingen** en hebben betrekking op een **spoelvolumen van 6 liter** voor het transporteren van de onderscheiden spoellichamen en closetpapier onder invloed van het afschot;
- De eerste en tweede serie metingen onder 2c/d, 3c/d, 4c/d, 6c/d, 7c/d en 8c/d zijn bedoeld om de invloed van een **spoelvolumen van 4 liter** op de referentie-transportafstanden van de onderscheiden spoellichamen en closetpapier te bepalen;
- De derde serie metingen zijn bedoeld bij twijfel van de transportafstanden van het closetpapier.
- De vierde serie metingen zijn bedoeld om de invloed van een **spoelvolumen van 4 liter in combinatie met een constante stroom van een douche** op de referentie-transportafstanden van de onderscheiden spoellichamen te bepalen;

5 MEETRESULTATEN PRAKTIJKPROEF

5.1 Algemeen

Referentie en ondergrens

De referentie voor de transportafstand van vaste stoffen is bepaald bij een spoelvolumen van 6 liter. De ondergrens voor de transportafstand is bepaald bij spoelvolumen van 4 liter.

Overzichtstabellen

In bijlage 1 is een overzicht opgenomen van proeven met de gemeten transportafstanden.

5.2 Resultaten van de metingen met closetpapier

Op basis van deze eerste metingen met de meetopstelling zijn de volgende conclusies te trekken, omtrent het transport van wc-papier en spoellichamen in een grondleiding.

Wc-papier niet maatgevend

Uit de initiële referentiemetingen met premium kwaliteit closetpapier en kringloop closetpapier blijkt dat er geen significant verschil is in de transportafstand van beide typen papier. Het closetpapier zet lichtelijk uit en valt uiteen in een wollige massa dat aan het wateroppervlak blijft drijven (zie figuur 5.1). Er wordt een extra waterdruk opgebouwd met een gunstig effect op de transportafstand. Het closetpapier stroomt gemakkelijk mee met het afstromende water en heeft geen last van bochten of richels, hetgeen ook gunstig is voor de transportafstand.

In het vervolg van de metingen is uitsluitend kringloop closetpapier gebruikt. Uit de meetresultaten in bijlage 1 is duidelijk af te lezen dat een transportafstand van 10 m bij een spoelvolumen van 6 l geen enkel probleem vormt. In het algemeen kan gesteld worden dat closetpapier verder getransporteerd wordt dan de spoellichamen.

In het geval het spoelvolumen vermindert naar 4 l heeft dit duidelijk consequenties op de transportafstand en zijn meerdere spoelbeurten nodig om de afstand van 10 m te overbruggen. De invloed van het leidingafschot is niet echt significant, een afschot van 1:133 lijkt gunstiger.

In een gecombineerde spoeling van closetpapier met één spoellichaam wordt geen verslechtering van de transportafstand van zowel het spoellichaam als van het closetpapier waargenomen.



figuur 5. Het closetpapier zet lichtelijk uit en valt uiteen in een wollige massa dat aan het wateroppervlak blijft drijven.

5.3 Resultaten van de meetronde met spoellichamen

5.3.1 De referentie – spoelvolumen van 6 liter

De referentie gaat uit van een inwendige middellijn van 84 mm, een spoelvolumen van 6 liter en als spoellichaam twee verzwaarde sponzen. De meetresultaten van de referentiesituatie kunnen als volgt worden samengevat:

- Bij een afschot van 1:200 (0,5 cm/m) is de minimale transportafstand 7 - 8 meter bij de eerste spoelbeurt en 9 meter bij de tweede spoelbeurt.
- Bij een steiler afschot (1:133 tot 1:100) is de transportafstand bij de eerste spoelbeurt eveneens 7 - 8 meter en bij de tweede spoelbeurt 9 meter bereikt.
- Bij gehalveerde spoellichamen (0,04 m) neemt de transportafstand beduidend toe ten opzichte van de hele spoellichamen (0,08 m) en wordt bij de eerste spoeling al een afstand van 9 meter bereikt.

5.3.2 Metingen met een spoelvolumen van 4 liter

Spoelvolumen

De resultaten van de metingen, zoals opgenomen in bijlage 1, geven aan dat de transportafstand bij een 4 liter spoeling, beduidend lager ligt, dan bij een 6 liter spoeling.

Afschot

Bij een afschot van 1: 200 wordt een transportafstand van 3 – 4 meter bereikt en na de 2^e en 3^e spoeling neemt de transportafstand slechts gering toe tot een totaalafstand van 6 meter.

Bij een afschot van 1: 133 en 1 :100 neemt de transportafstand nauwelijks toe en na meerdere spoelingen blijft de totaalafstand tot 6 meter beperkt.

Spoelbeurten

In de proeven blijkt dat bij de 4 liter spoelingen het effect van een derde of een vierde spoelbeurt op de transportafstand steeds verder afneemt, zodat sprake is van het bereiken van een maximaal bereikbare transportafstand. Wel een zeer positief effect geeft de lozing van een constante stroom (bijvoorbeeld een bad of douche) in combinatie met een closetspoeling, hiermee wordt een transportafstand van 10 meter bereikt.

Spoellichaam

De transportafstand wordt niet echt beïnvloedt door spoeling met hele of halve spoellichamen. De totale transportafstand blijft bij beide spoellichamen gelijk. Wel heeft een lozing met een constante stroom voor beide spoellichamen een positief effect.



Figuur 5.2 – Momentopname transportafstand van de spoellichamen

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1 Conclusies

Een spoelvolume van 6 liter is gebruikt als referentie voor de 4 liter spoeling. De resultaten van de 6 liter spoeling staven de resultaten van het vooronderzoek ST-12, waarin aangegeven wordt dat een 6 liter spoeling, onder zekere voorwaarden voldoende transportcapaciteit in een grondleiding / huisaansluitleiding levert.

Het gebruik van een spoelvolume van 4 liter geeft in een grondleiding uitgevoerd overeenkomstig NEN 3215 geen gelijkwaardige transportafstand ten opzichte van een 6 liter spoeling. De transportafstand reikt veelal niet verder dan 5 tot 6 meter na drie spoelbeurten.

Vooralsnog is duidelijk dat een geringer spoelvolume dan 6 l in een grondleiding consequenties heeft op de transportcapaciteit van vaste stoffen in de grondleiding. De beperkte transportcapaciteit bevestigt de eerder uitgesproken bezorgdheid over het achterliggende leidingstelsel.

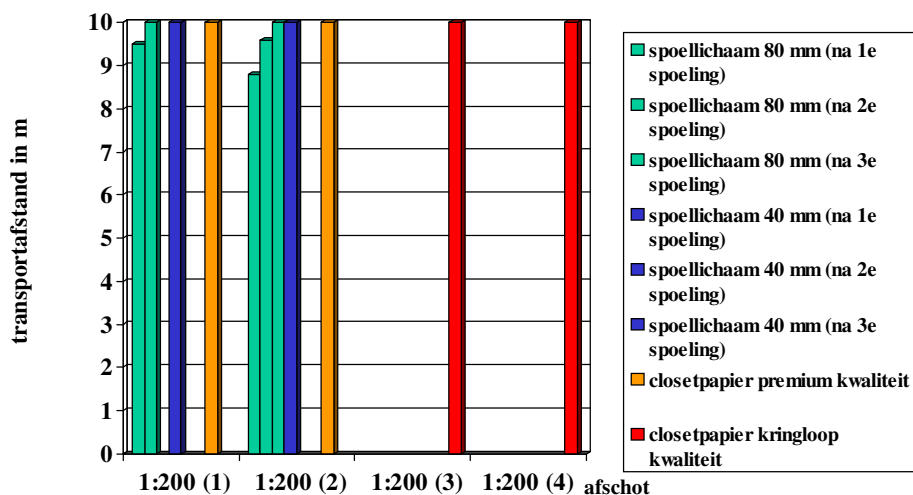
De consequenties van closetpapier in een grondleiding / huisaansluitleiding hebben geen beperkende invloed op de transportafstand. Het closetpapier is in de grondleiding al zodanig uit elkaar geslagen dat het nagenoeg geen samenhang meer kent.

- [1] 'Studie naar de effecten van waterbesparende toestellen en hergebruik van water op het ontwerp van de binnenriolering', DHV Water BV, ir. George Onderdelinden, TVVL Technische Raad Rapport - voorstudie ST-7, december 2000
- [2] 'Studie naar effecten van waterbesparende wc's met een spoelvolume kleiner dan 6 liter op het ontwerp van de binnenriolering, DHV Water BV, ir. Wijnand Turkensteen en ir. George Onderdelinden. TVVL Technische Raad Rapport - voorstudie ST-12, januari 2005,
- [3] 'Effect beperking spoelvolume closets onderzocht', Intech K&S, april 2005, Will Scheffer
- [4] 'Waterzuinig toilet lijkt ramp voor het riool - Verkeerd gebruik grote boosdoener', Intech mei 2001, Will Scheffer.
- [6] 'Waterzuinig toilet geen probleem - Meer ruimte voor ontwerp Middellijn 84 mm', Intech juli/augustus 2001, Will Scheffer.
- [7] 'Uitbreiding ontwerpeisen voor binnenriolering - NEN 3215 aangepast op nieuwe inzichten', Intech juli/augustus 2002, Will Scheffer.
- [8] 'Verdere beperking wc-spoelvolume - Uneto-VNI en TVVL onderzoek samen met industrie', Intech K&S, mei 2003, Will Scheffer
- [9] NEN 3215; Binnenriolering - Eisen en bepalingmethoden, oktober 2002 (met, wijzigingsblad A1 van augustus 2004)
- [10] NTR 3216; Binnenriolering - Richtlijnen voor ontwerp en uitvoering, 2003

COLOFON

Opdrachtgever	: Uneto-VNI en TVVL	
Project	: Vervolgstudie ST14	
Dossier	: Y8249-01-001	
Omvang rapport	: 21 pagina's + bijlage 4 pagina's	
Auteur	: George Onderdelinden	
Bijdrage	: Christiaan Huisling	
Projectmanager	: George Onderdelinden	
Datum	: april 2007	
Naam/Paraaf	:	George Onderdelinden

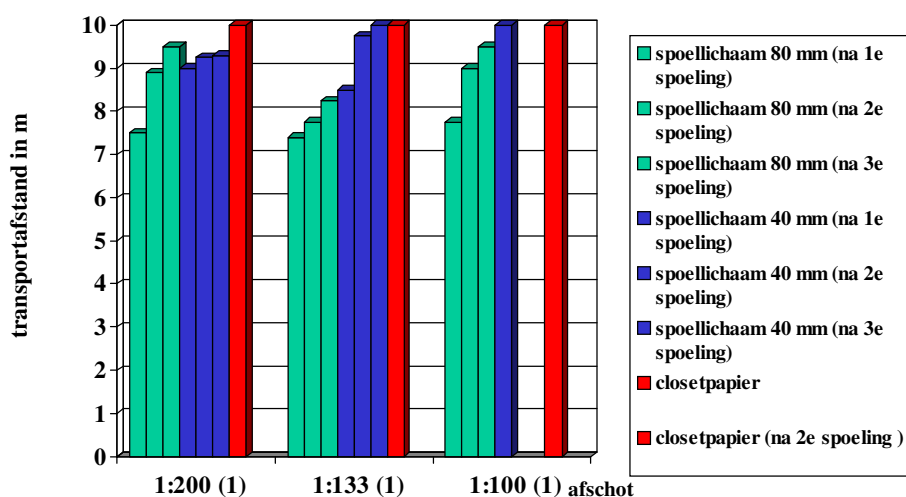
Bijlage I: Overzicht meetresultaten



Initiële referentie spoelvolume 7,5 liter, grondleiding d = 90 mm.

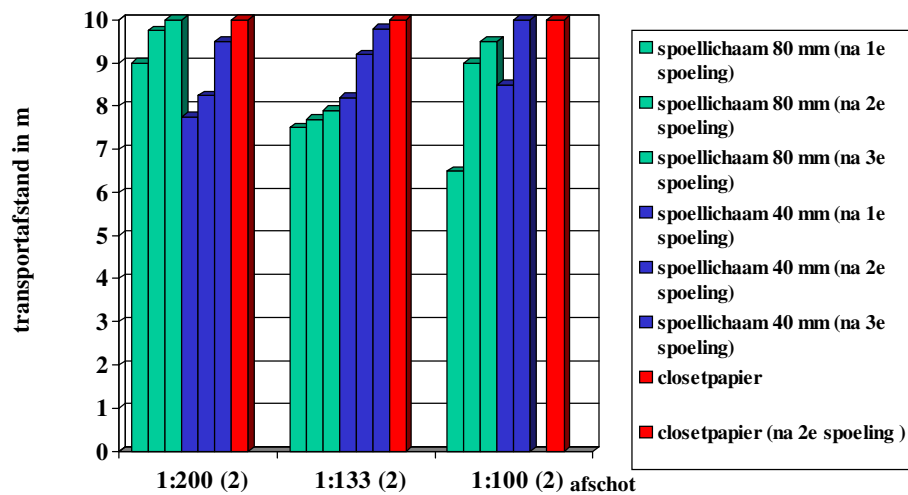
(1) eerste serie metingen, (2) tweede serie, (3) derde serie, (4) vierde serie.

Metingen 1:200 1a/b en 5a/b

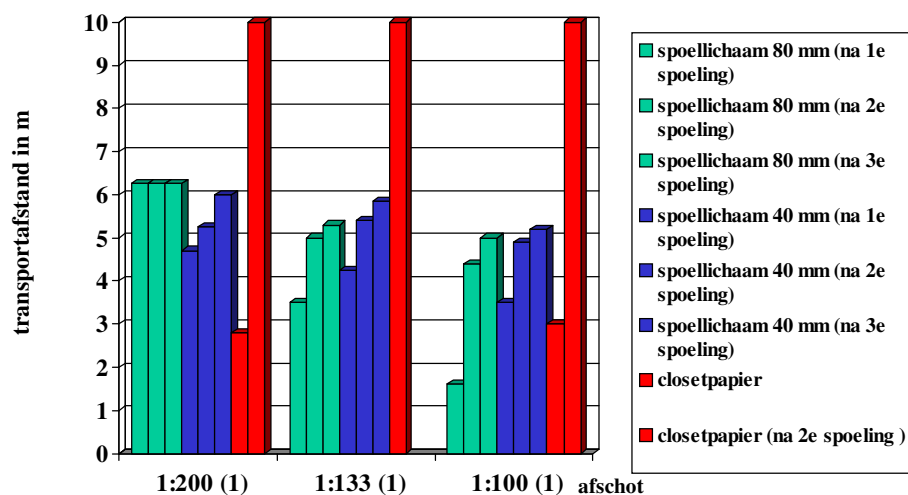


Eerste serie referentiemetingen (1): spoelvolume 6 liter, grondleiding d = 90 mm

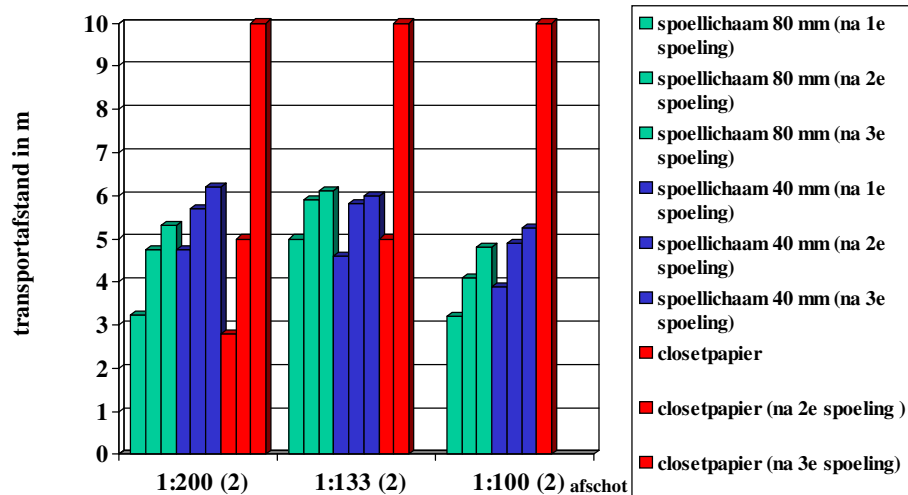
Metingen 1: 200 (2a en 6a), 1:133 (3a en 7a), 1:100 (4a en 8a)



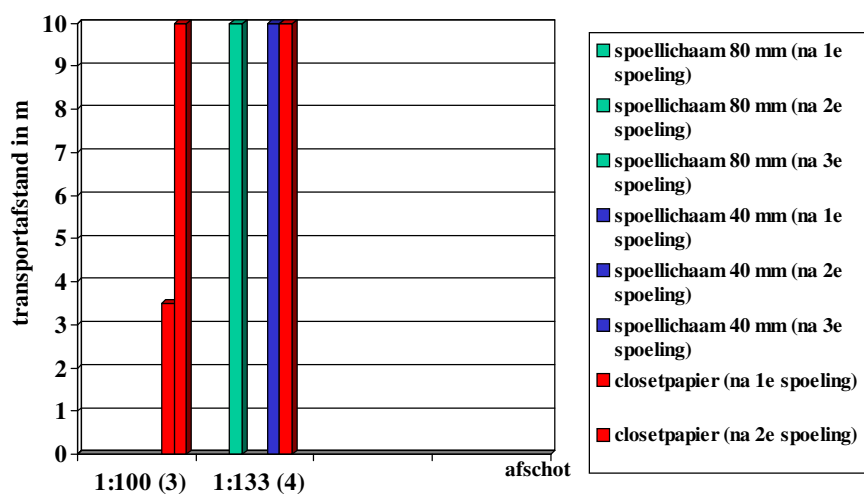
Tweede serie referentiemetingen: spoelvolumen 6 liter, grondleiding d = 90 mm
 Metingen 1: 200 (2b en 6b), 1:133 (3b en 7b), 1:100 (4b en 8b)



Eerste serie metingen: spoelvolumen 4 liter, grondleiding d = 90 mm
 Metingen 1: 200 (2c en 6c), 1:133 (3c en 7c), 1:100 (4c en 8c)



Tweede serie metingen: spoelvolumen 4 liter, grondleiding d = 90 mm
Metingen 1: 200 (2d en 6d), 1:133 (3d en 7d), 1:100 (4d en 8d)



Derde en vierde serie metingen, spoelvolumen 4 liter, grondleiding d = 90 mm:
(3) ter controle van meting 8c
(4) in combinatie met een constante stroom van douche

BIJLAGE 1 - TABEL MEETRESULTATEN

TRANSPORTAFSTAND IN METERS VAN WC- SPOELINGEN

serienummer	reservoir liters	spoellichaam van 0,08 m			spoellichaam 0,04 m			tissues			
		1e	2e	3e	1e	2e	3e	1e	2e	3e	
AFSCHOT 1 :200											
1	7,5	9,50	10,00	-	10,00	-	-	10,00			Premium kwaliteit tissues
2	7,5	8,80	9,60	9,60	10,00	-	-	10,00			Kringloop kwaliteit tissues
3	7,5	-	-	-				10,00			
AFSCHOT1 : 200											
1	6	7,50	8,90	9,50	9,00	9,25	9,30	10,00			Kringloop kwaliteit tissues
2	6	9,00	9,75	10,00	7,75	8,25	9,50	10,00			
3	6	-	-	-	-	-	-				
AFSCHOT1 : 133											
1	6	7,40	7,75	8,25	8,50	9,75	10,00	10,00			Kringloop kwaliteit tissues
2	6	7,50	7,70	7,90	8,20	9,20	9,80	10,00			
3	6										
AFSCHOT1 : 100											
1	6	7,75	9,00	9,50	10,00			10,00			Kringloop kwaliteit tissues
2	6	6,50	9,00	9,50	8,50	10,00		10,00			
3	6										
AFSCHO 1 : 200											
1	4	6,25	6,25	6,25	4,70	5,25	6,00	2,80	10,00		Kringloop kwaliteit tissues
2	4	3,25	4,75	5,30	4,75	5,70	6,20	2,80	5,00	10,00	
3	4										
AFSCHOT 1 : 133											
1	4	3,50	5,00	5,30	4,25	5,40	5,85	10,00			Kringloop kwaliteit tissues
2	4	5,00	5,90	6,10	4,60	5,80	6,00	5,00	10,00		
3	4			10,00*			10,00*	10,00			* in combinatie met een constante stroom van douche
AFSCHOT1 : 100											
1	4	1,60	4,40	5,00	3,50	4,90	5,20	3,00	10,00		Kringloop kwaliteit tissues
2	4	3,20	4,10	4,80	3,90	4,90	5,25	10,00			
3	4						5,25	3,50	10,00		

Uitvoering VNI en TVVL/Voorspelling 2014

WA2005148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

148

* in combinatie met een
constante stroom van douche