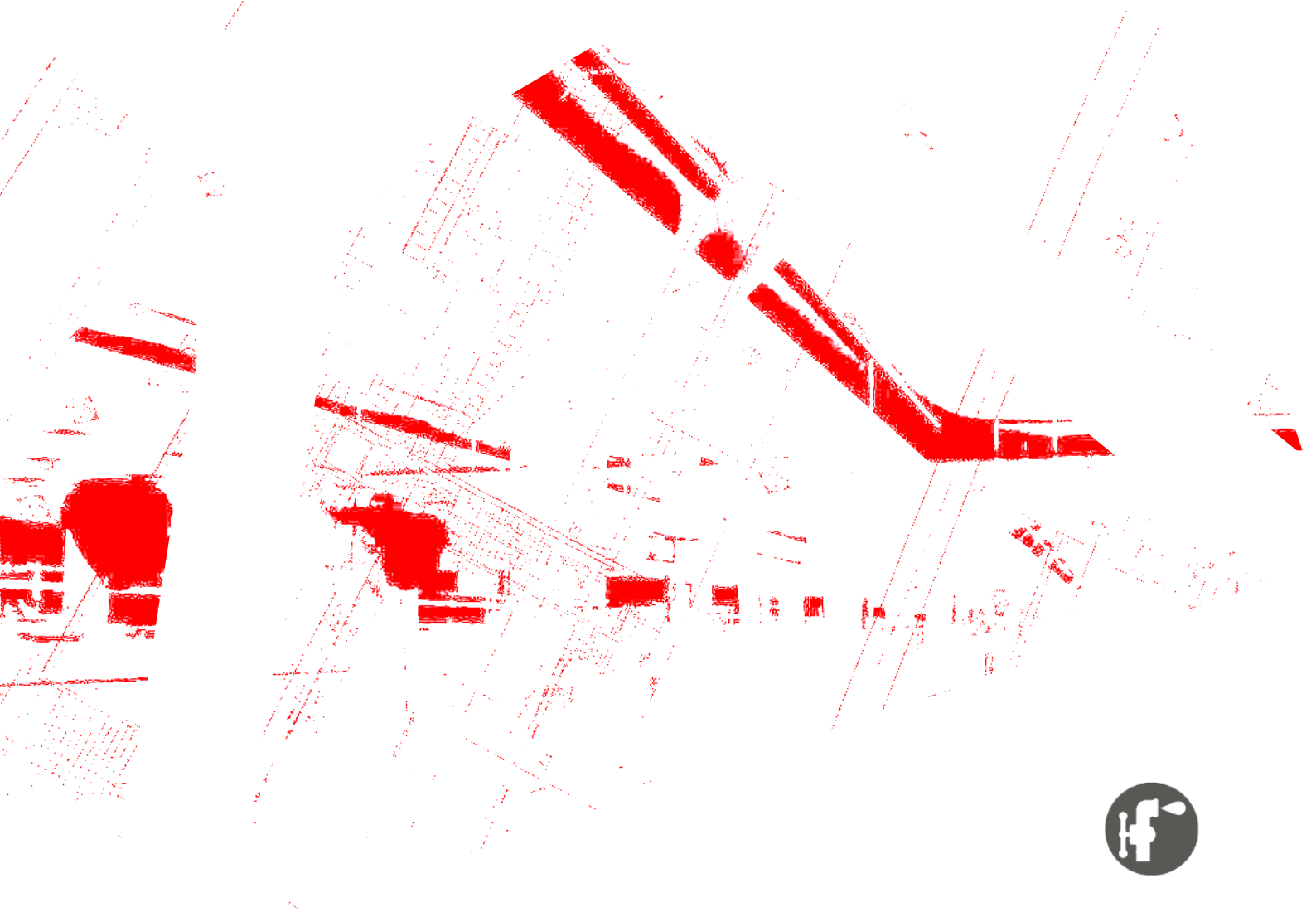




Voorstudie ST-38

Onder welke voorwaarden kan
een closetspoeling kleiner dan 6
liter worden toegepast in
Nederland



TVVL en Uneto-VNI
Voorstudie ST-38

Onder welke voorwaarden kan een
closetspoeling kleiner dan 6 liter worden
toegepast in Nederland



Platform voor mens en techniek

Verenigingsbureau: Korenmolenlaan 4, 3447 GG Woerden

Telefoon 088 – 401 06 00 | info@tvvl.nl | www.tvvl.nl

Voorstudie ST 38

onder welke voorwaarden kan een closetspoeling kleiner dan 6 liter worden toegepast in Nederland

referentie	projectcode	status
LEU53-1/15-011.679	LEU53-1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
R. Gerritsen MSc.	ir. Th.G.J. Witjes	10 juli 2015

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	R. Gerritsen MSc	

INHOUDSOPGAVE	blz.
SAMENVATTING	
1. INLEIDING	5
2. PLAN VAN AANPAK	9
2.1. Opzet voorstudie ST 38	9
2.2. Beoogd resultaat	9
3. LITERATUURSTUDIE WATERBESPARING	11
3.1. Inleiding	11
3.2. Ontwikkelingen	11
3.3. Waterverbruik	11
3.4. Duurzaamheid	12
3.5. Gebruik	13
3.6. Conclusie	15
4. LITERATUURSTUDIE < 6 LITER SPOELING	17
4.1. Inleiding	17
4.2. Regelgeving/richtlijnen en normen	17
4.3. Internationale normen	19
4.4. Transportafstand	22
4.5. Closetreservoir	24
4.6. Closetpot	25
4.7. Effecten	26
4.8. Overige toepassingen	27
4.9. Volksgezondheid	27
4.10. Conclusie	28
5. INTERVIEWS	29
5.1. Ervaringen met duurzaamheidskeurmerken	29
5.2. Aansprakelijkheid	29
5.3. Ontwerpuitgangspunten	29
5.4. Conclusie	31
6. VOORSTELLEN ONTWERPUITGANGSPUNTEN	33
6.1. Inleiding	33
6.2. Voorstel ontwerpuitgangspunten	33
6.3. Voorstel A	35
6.4. Voorstel B	39
7. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	41
7.1. Conclusie	41
7.2. Aanbevelingen	42
laatste bladzijde	42
BIJLAGEN	aantal blz.
I Referenties	2
II Resultaten transportafstand literatuur	2

SAMENVATTING

Marktvraag en huidige praktijk

Vanuit de markt neemt de vraag naar closetspoelingen kleiner dan 6 liter toe. Dit is onder andere een gevolg van duurzaamheidskeurmerken. Vanuit het Bouwbesluit zijn closetspoelingen kleiner dan 6 liter zonder gelijkwaardigheidsverklaring niet toegestaan. Uit interviews is gebleken dat opdrachtgevers van installateurs incidenteel eisen uit duurzaamheidskeurmerken laten prevaleren boven het Bouwbesluit. Er zijn dus closetspoelingen kleiner dan 6 liter gerealiseerd zonder gelijkwaardigheidsverklaring.

In het Bouwbesluit, NEN 3215 of NTR 3216 zijn geen richtlijnen opgenomen voor closetspoelingen kleiner dan 6 liter. Installateurs hebben richtlijnen gehanteerd die zij op basis van NEN 3215 en NTR 3216 voor 6 liter closetspoelingen hebben samengesteld of hebben ontvangen van leveranciers. Richtlijnen van de afzonderlijke leveranciers zijn gebaseerd op buitenlandse ontwerputgangspunten en op eigen studies.

Waar in Nederland in het kader van duurzaamheidskeurmerken wordt gewerkt met spoelingen kleiner dan 6 liter (tot 4-4,5 liter), is in het buitenland ook al sprake van spoelingen kleiner dan 4 liter.

Robuustheid

Het spoelvolume van waterclosets is met de jaren afgenomen van de traditionele 9 liter naar de standaard 6 liter. Uit eerdere onderzoeken is gebleken dat waterbesparende maatregelen tot een spoelvolume van 6 liter niet tot problemen hoeven te leiden indien gebouwriolering juist is aangelegd. Echter wanneer dit niet het geval is, wordt de kans op verstoppingen groter. Door de afname van spoelvolume is de robuustheid van het systeem afgenomen.

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat verstoppingen voornamelijk optreden door oneigenlijk gebruik van het closet. Er worden items in het riool aangetroffen die er niet thuis horen. Met een vermindering van de robuustheid van het systeem, wordt de gebouwriolering vatbaarder voor veranderingen. Het oneigenlijk gebruik, gedrag van gebruikers en toepassingen zoals closetblokjes zijn/worden steeds meer van belang. Communicatie en voorlichting aan de consument is hierom steeds belangrijker.

Ook zal de flexibiliteit van het bouwproces afnemen. Een groter afschot kan er toe leiden dat leidingen niet in vloeren, boven plafonds etc. kunnen worden gerealiseerd zonder bouwkundige aanpassingen of concessies. De te hanteren leidinglengtes en afschotten dienen in de praktijk haalbaar te zijn. Naleving van de te hanteren ontwerputgangspunten zal bij afwijkende uitgangspunten voor spoelvolumes kleiner dan 6 liter moeten worden gecontroleerd.

Bij grootschalige renovaties waarbij leidingen worden vervangen, bestaat de kans dat door een groter afschot niet meer onder vrijval aangesloten kan worden op het (bestaande) aansluitpunt van het gemeenteriool. Dit zal resulteren in extra investeringen in een rioolpompinstallatie.

Volksgezondheid

Riolering wordt aangelegd ten bate van de volksgezondheid door de kans op het in contact komen met afvalwater te beperken. Voor de volksgezondheid zijn de closetpot en het risico op verstoppingen van belang. De closetpot moet ook bij een spoelvolume kleiner dan 6 liter worden schoongespoeld. Closetpotten worden getest conform EN 997:2012. De closetpot moet voldoen aan de voor de closetpot gestelde eisen. Het is echter niet alleen de closetpot maar het systeem als geheel dat het functioneren bepaalt.

Een toename van het risico op verstoppingen zou kunnen leiden tot een ongewenste verhoogde kans op het in contact komen met afvalwater. Door verstoppingen kan er geen/minder luchttransport plaatsvinden door de desbetreffende leiding. Dit kan gevolgen hebben voor de werking van het waterslot (leegzuigen) en daardoor kan rioollucht de woning binnentreden. Door werkzaamheden om verstoppingen te verhelpen wordt het binnenmilieu blootgesteld aan het rioleringsmilieu.

In gebouwen met functies waarbij veel (hoeveelheid maar vooral omvang) door het closet wordt weggespoeld, is het risico op verstoppingen groter. Daarom is het niet wenselijk om kleinere spoelvolumes toe te passen in de zorgsector en logiesfuncties. Hier zijn robuuste systemen noodzakelijk.

Een verminderd spoelvolume kan mogelijk leiden tot een langere verblijftijd van het drinkwater in het openbare leidingnet. In hoeverre dit een probleem zou kunnen zijn, is op het ogenblik nog niet bekend. Aanpassing van het leidingnet is echter geen reële optie omdat het wordt ontworpen op piekbelastingen. Een langere verblijftijd kan gevolgen voor de volksgezondheid hebben.

Het toepassen van een spoelvolume minder dan 6 liter zonder aanpassing van het rioleringssysteem leidt tot een groter risico op verstoppingen als gevolg van onvoldoende transportafstand van fecale stoffen, aangroei van vervuiling op de binnenwanden, toename van rioolvliegjes in de leidingen die kunnen ontsnappen door leeg getrokken watersloten en bij het ontstoppen van afvoerleidingen. Een toename van het directe contact tussen het rioolmilieu en binnenmilieu kan een bedreiging zijn voor de volksgezondheid, met name in woongebouwen.

Ontwerputgangspunten

Uit onderzoeken is gebleken dat spoelvolumes minder dan 6 liter geen gelijkwaardige transportafstand bieden ten opzichte van een 6 liter spoelvolume. Uit de onderzoeken is echter ook gebleken dat toepassingen van een spoelvolume minder dan 6 liter mogelijk is bij een leidingconfiguratie met:

- een beperkte lengte tussen closets en standleiding;
- een beperkte som richtingsverandering in die liggende leiding;
- een juiste ontwerpmiddellijn;
- een voldoende afschot.

Voorstel

Op basis van (inter)nationale literatuur zijn twee voorstellen uitgewerkt.

- Voorstel A: Op basis van literatuur kan met opgelegde randvoorwaarden aan de maximale lengte van een closettoestel- en/of verzamelleiding, afschot en ontwerpmiddellijn van een leiding een closetspoeling kleiner dan 6 liter worden toegepast. Die blijken voor het overgrote deel goed aan te sluiten op de gemiddelde meetresultaten met de testopstellingen van voorstudies ST 12 en ST 14, wanneer deze resultaten met een factor 0,5 worden gecorrigeerd voor praktijksituaties. Indien de closettoestel-/verzamelleidingen conform de onderzoeksresultaten worden uitgevoerd, zijn er geen problemen te verwachten.
- Voorstel B: Op basis van de Duitse norm DIN 1986 zijn de ontwerputgangspunten voor een spoelvolume kleiner dan 6 liter bepaald. Deze ontwerputgangspunten zijn afgeleid van een norm die in de praktijk (Duitsland) reeds wordt toegepast. De ontwerputgangspunten die afgeleid zijn van de Duitse norm zijn minder strikt dan voorstel A. Het is echter niet vanzelfsprekend dat de Duitse norm in Nederland niet tot problemen zal leiden omdat in Duitsland onder andere wordt uitgegaan van systeem I met een

maximale vullingshoogte van 50 % in liggende leidingen. In Nederland wordt uitgegaan van een maximale vullingshoogte van 70 %. De Duitse norm wordt voornamelijk toegepast op 4,5 liter spoelingen.

Bouwpraktijk

Tegelijkertijd moet worden vastgesteld dat die voorwaarden in de huidige Nederlandse bouwpraktijk niet of nauwelijks zijn te realiseren. Zonder aanpassing van vloerdikten en plafondhoogten zijn de vereiste afschotten niet mogelijk. In de bouwpraktijk blijkt nu al vaak dat niet voldaan wordt aan het voorgeschreven afschot van afvoerleidingen. De robuustheid van het rioleringssysteem volgens de huidige Bouwbesluitnorm NEN 3215 compenseert nu nog gedeeltelijk dat probleem. Maar bij toepassing van een spoelvolumen minder dan 6 liter is het afschot toch echt cruciaal.

Indien men een spoelvolumen minder dan 6 liter wil toepassen kan dat niet zonder bouwkundige aanpassingen en/of concessies. Wanneer de Nederlandse bouwpraktijk niet in staat is om meer 'ruimte' te geven voor het afschot van riolering en aanpassingen door te voeren in de ruimtelijke indeling voor toiletruimten ten opzichte van leidingschachten, in verband met de beperkte leidinglengten, lijken de toepassingsmogelijkheden van een spoelvolumen minder dan 6 liter nog ver weg.

Vervolg

In deze studie ST 38 zijn twee voorstellen gedaan voor ontwerputgangspunten voor spoelvolumes kleiner dan 6 liter. Voor beide voorstellen is geen volledige onderbouwing dan wel praktijkervaring aanwezig. Nader onderzoek op laboratorium schaal dan wel pilot niveau is hiervoor van belang.

Om ontwerputgangspunten in de NEN 3215 en/of NTR 3216 op te kunnen nemen, is inzicht in het functioneren van en zijn ervaringen met beide ontwerputgangspunten van belang. Aanbevolen wordt ook om onderzoek te doen met testopstellingen van configuraties zoals opgenomen in deze studie.

1. INLEIDING

Aanleiding

Sinds de jaren '90 worden in Nederland closetreservoirs toegepast, waarmee de waterspoeling kan worden gereguleerd tussen 6 en 9 liter. In Nederland is het niet toegestaan closets met een spoelvolume kleiner dan 6 liter toe te passen zonder gelijkwaardigheidsverklaring.

Er zijn inmiddels closetcombinaties op de markt met een verminderd spoelvolume van 4 liter en zelfs nog minder. De vraag naar closetcombinaties met een spoelvolume kleiner dan 6 liter neemt toe door duurzaamheidskeurmerken zoals BREEAM. BREEAM is een methode om de duurzaamheidprestatie van gebouwen te bepalen. Een van de criteria is het gebruik van drinkwater. Door het toepassen van waterbesparende voorzieningen is dit te minimaliseren. De kans bestaat, dat vanuit het duurzaamheidsoogpunt het EU Ecolabel door projectontwikkelaars aan fabrikanten en de markt wordt opgelegd, zodat punten gescoord kunnen worden in de beoordeling.

Doel van het onderzoek

Op basis van bestaande literatuur en inzichten van experts te controleren of en zo ja, onder welke voorwaarden een closet met een spoelvolume kleiner dan 6 liter voldoende transportafstand geeft zonder dat dit tot een gevaar voor de volksgezondheid leidt.

Afbakening

Deze voorstudie richt zich op closets met een spoelvolume kleiner dan 6 liter en systemen die ontworpen zijn/worden conform de norm en praktijkrichtlijn voor gebouwriolering NEN 3215 en NTR 3216. Systemen voorzien van een stroomvergroter, vacuüm toiletsysteem of andere additionele voorzieningen die transportgarantie claimen vallen buiten de scope van de voorstudie omdat deze niet zijn opgenomen in NEN 3215.

De studie beperkt zich tot klasse 1 van de spoelreservoirs, hetgeen in Nederland wordt toegepast.

- klasse 1: betreft closetreservoirs voor het gebruik in combinatie met een spoelinrichting en die vooral bedoeld is voor het Europees continent;
- klasse 2: betreft closetreservoirs voor gebruik in combinatie met een spoelinrichting die aansluit bij de regelgeving, markteisen en toepassing in het Verenigd Koninkrijk;
- klasse 3: betreft closetreservoirs bedoeld voor gebruik met urinoirs.

De klassen zijn onderverdeeld naar type, afhankelijk van het spoelvolume. De onderverdeling naar type is opgenomen in tabel 1.1. Volgens de vigerende wetgeving mag in Nederland geen type 5 of 4 worden toegepast, tenzij gelijkwaardigheid is aangetoond. Type 4 betreft een van meer dan 4 liter (4,0 tot 4,5 l).

Tabel 1.1. Type indeling closetreservoirs volgens EN 14055

type	spoelvolume (l)			
	volledige spoeling		waterbesparende (duo) spoeling	
	minimum	maximum	minimum	maximum
9	8,5	9,0	3,0	4,5
7	7,0	7,5	3,0	4,0
6	6,0	6,5	3,0	4,0
5	4,5	5,5	3,0	4,0
4	4,0	4,5	2,0	3,0

Leeswijzer

De studie bestaat uit een literatuuronderzoek en het uitvoeren van interviews met installatiebedrijven en beheerders. In hoofdstuk 2 is het plan van aanpak van de voorstudie beschreven. Hoofdstuk 3 en 4 beschrijven de resultaten uit het literatuuronderzoek, waarbij hoofdstuk 3 ingaat op (water)besparingen en hoofdstuk 4 op spoelingen kleiner dan 6 liter. In hoofdstuk 5 staat een samenvatting van de interviews. Op basis van literatuur zijn in hoofdstuk 6 twee voorstellen voor ontwerpuitgangspunten voor een spoelvolumen minder dan 6 liter opgenomen. De conclusie is opgenomen in hoofdstuk 7.

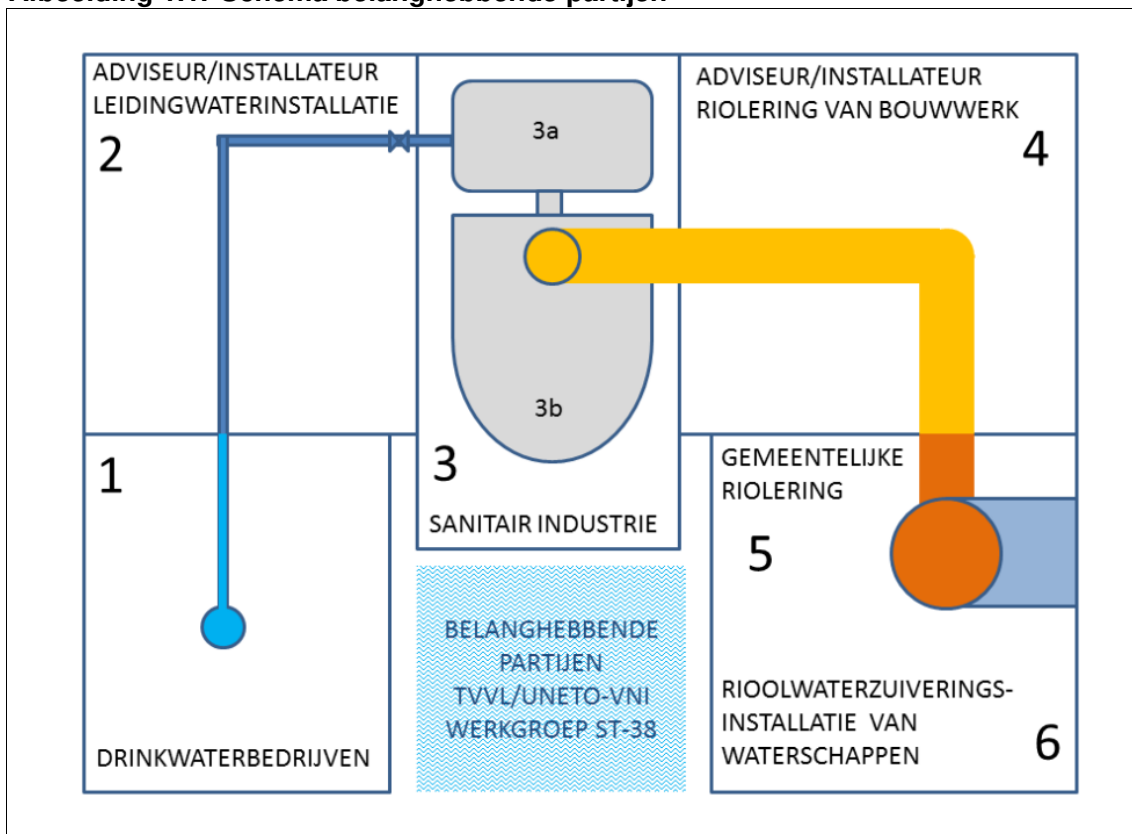
Werkgroep ST 38

De voorstudie is uitgevoerd door Witteveen+Bos en vond plaats in opdracht van TVVL. De studie is begeleid door de TVVL/Uneto-VNI werkgroep/expertgroep ST 38, die als volgt was samengesteld:

- E. van der Blom: Uneto-VNI / TVVL, projectleider;
- W.J.H. Scheffer: TVVL, voorzitter;
- O.R. Offringa: Bureauleiding;
- H. Wes: Geberit;
- P. Hoppener: Sanitec;
- T. Beenen: Rioned;
- B. Palsma: Stowa;
- L. Vroemen: Ideal Standard;
- R. Bente: WISA;
- K. Pantophlet: KIWA Nederland B.V.;
- R. Derwort: KIWA Nederland B.V.;
- H. Lodder: Deerns Nederland BV;
- E. Herlé: Herlé Advies Sanitaire Installatietechniek;
- J. Post: TU Delft;
- J. Klein: Witteveen+Bos;
- R. Gerritsen: Witteveen+Bos, rapporteur.

Voor een breed draagvlak en om de gevolgen integraal te beschouwen, is het van belang dat alle segmenten zijn vertegenwoordigd in de werkgroep. De belanghebbende partijen zijn weergegeven in afbeelding 1.1. De partijen 2, 3 (a+b), 4, 5 en 6 zijn vertegenwoordigd in de werkgroep/expertgroep.

Afbeelding 1.1. Schema belanghebbende partijen



Terminologie

De terminologie in dit rapport sluit aan op de terminologie zoals opgenomen in de NEN 3215. Hieronder zijn enkele termen opgenomen die in dit rapport zijn toegepast:

- afschot: geringe, in de stroomrichting neerwaartse helling van een liggende leiding;
- afvoerleiding: leiding voor afvoer van huishoudelijk afvalwater en/of hemelwater;
- basisafvoer: rekenkundig maximale afvoer van een lozingstoestel op de gebouwriolering;
- buitenriolering: stelsel van afvoerleidingen, met inbegrip van alle hulpstukken, stankafsluiters, zettingsconstructies, ontlastputten en verbindingen dat zich buiten het gebouw bevindt voor zover het niet aan het gebouw is bevestigd;
- DN xx: nominale middellijn (geen inwendige middellijn), zie tabel 1.2;
- ontwerpmiddellijn: theoretische inwendige middellijn van een leiding, zie tabel 1.2;
- gebouwriolering: stelsel van afvoerleidingen en ontspanningsleidingen, met inbegrip van alle hulpstukken, dakafoeren, stankafsluiters, afdichtingen en bevestigingen - voor zover geen deel uitmakend van lozingstoestellen - dat zich binnen een gebouw bevindt, of buiten een gebouw voor zover het aan het gebouw is bevestigd;
- grondleiding: liggende leiding in een bouwwerk gelegen onder de begane grondvloer, die het afvalwater ontvangt en op de buitenriolering loost. (oude benaming in NEN 3215, wordt wel gebruikt in DIN 1986-100);
- liggende leiding: afvoerleiding, die geen grotere helling heeft dan 45° ten opzichte van het horizontale vlak;
- lozingstoestel: toestel bestemd voor rechtstreekse lozing van huishoudelijk afvalwater op de gebouwriolering;
- ontspanningsleiding: leiding die tot doel heeft voldoende ont- en beluchting van de gebouwriolering te waarborgen;
- ontwerpmiddellijn: theoretische inwendige middellijn van een leiding;

- primair ontspanningssysteem: systeem voor de gebouwriolering met als kenmerk dat het watertransport en de luchtstroming gelijktijdig in dezelfde leiding kan plaatsvinden;
- secundaire ontspanning: leiding die delen van de gebouwriolering met elkaar verbindt met het doel te voorkomen dat er hoge onder- en overdrukken op specifieke plaatsen in de gebouwriolering ontstaan omdat niet aan de aanlegvoorwaarden kan worden voldaan voor de primaire ontspanning;
- spoellichaam: model voor fecaliën / vaste stof. Dit kunnen onder andere ballen of verzwaarde sponzen zijn;
- standleiding: afvoerleiding die geen grotere helling heeft dan 45° ten opzichte van de verticaal;
- toestelleiding: afvoerleiding, geen hemelwaterafvoerleiding zijnde, waarop slechts 1 lozingstoestel is aangesloten;
- verzamelleiding: liggende leiding die toestelleidingen verbindt met een standleiding, en/of waarop toestelleidingen, andere verzamelleidingen en standleidingen zijn aangesloten, en/of die onder de begane grondvloer het huishoudelijk afvalwater en/of hemelwater ontvangt en op de buitenriolering loost.

Tabel 1.2. Overzicht genormeerde middellijnen

DIN 1986-100 2008-05		NEN 3215+C1:2014		
	inwendige middellijn (d _i)	ontwerpmiddellijn (d _i)	handelsmaat gietijzer	handelsmaat kunststof
DN 70	68 mm			
		69 mm	80 mm	75 mm
DN 80	75 mm			
DN 90	79 mm			
		84 mm	100 mm	90 mm
DN 100	96 mm			
		100 mm	100 mm	110 mm

2. PLAN VAN AANPAK

2.1. Opzet voorstudie ST 38

Het doel van de voorstudie ST 38 is te bepalen of een closetspoeling kleiner dan 6 liter kan worden toegepast in Nederland zonder dat dit leidt tot gevaren voor de volksgezondheid en onder welke voorwaarden dit kan worden toegepast.

De voorstudie ST 38 bestaat uit 3 onderdelen:

- literatuurstudie:
 - door raadpleging van Nederlandse en internationale literatuur naar het gebruik van closetspoelingen kleiner dan 6 liter, wordt inzicht gekregen in de effecten. Hieruit volgen ook de eventuele voorwaarden waaraan gebouwriolering moet voldoen om geen gevaren of beperkingen voor de volksgezondheid te creëren¹;
- interviews met installatiebedrijven:
 - in het kader van duurzaamheid (BREEAM-NL en anderen) zijn op diverse locaties in Nederland reeds closetspoelingen kleiner dan 6 liter toegepast. Enkele installatiebedrijven zijn geïnterviewd om hun ervaringen te achterhalen en de gehanteerde uitgangspunten en randvoorwaarden te bepalen;
- interviews met beheerders:
 - door beheerders van panden waar een closetspoeling kleiner dan 6 liter is toegepast te interviewen, wordt ervaring uit de praktijk meegenomen in deze studie. In de praktijk is echter gebleken dat het moeizaam is om een interview met beheerders te regelen. Een mogelijke reden hiervoor is dat men een afvoersysteem heeft laten aanleggen dat niet voldoet aan het Bouwbesluit. Het is ook niet te achterhalen welk afschot en lengtes van leidingen in elke situatie zijn toegepast. Ervaringen uit de praktijk leveren een bijdrage indien de dimensionering bekend is. Het is gebleken dat de dimensionering in de praktijk kan afwijken van de dimensionering op tekening doordat de situatie anders is dan gedacht.

2.2. Beoogd resultaat

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

- resultaten literatuurstudie;
- resultaten interviews;
- conclusies;
- eventuele aanbevelingen voor aanpassingen aan de NEN 3215 (norm voor gebouwriolering) en NTR 3216 (praktijkrichtlijn voor gebouwriolering), en vervolgonderzoek.

¹ Het belangrijkste doel van (gebouw)riolering is het beschermen van de volksgezondheid. Wanneer afvalwater niet goed afgevoerd kan worden, wordt het contactrisico met afvalwater groter. Ziektes kunnen zich dan gemakkelijker verspreiden. Het contactrisico dient altijd geminimaliseerd te worden.

3. LITERATUURSTUDIE WATERBESPARING

3.1. Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de bevindingen uit de literatuur per thema gegroepeerd. De thema's gaan in op ontwikkelingen op het gebied van waterverbruik, duurzaamheid en gebruik. Hiermee kunnen enkele gedragspatronen en ontwikkelingen op het gebied van waterbesparing worden beschreven.

3.2. Ontwikkelingen

Traditionele waterclosets gebruiken 9 liter water om vaste stoffen weg te spoelen. De laatste decennia is het volume afgenomen tot 6 liter. In 2000 is met de studie ST 7 'Studie naar effect waterbesparende toestellen op het ontwerp van de binnenriolering' onderzoek verricht naar transportafstanden van fecale stoffen en closetpapier bij een spoelvolumen van 6 liter. Hier zijn reeds aanbevelingen uit voort gekomen om leidinglengtes te maximaliseren. Uit het onderzoek volgt dat waterbesparende maatregelen niet hoeven te leiden tot problemen in de gebouwriolering. Echter bij niet juist aangelegde riolering is de kans op verstoppingen groter doordat met minder water wordt afgevoerd.

In meerdere projecten worden nu al closetspoelingen kleiner dan 6 liter toegepast. In het buitenland zijn ook al ontwikkelingen met closetspoelingen kleiner dan 4 liter. Dit gaat van 3,8 liter spoelvolumen in Japan tot 2,5 liter spoelvolumen in Zweden [ref. 23. en 21.].

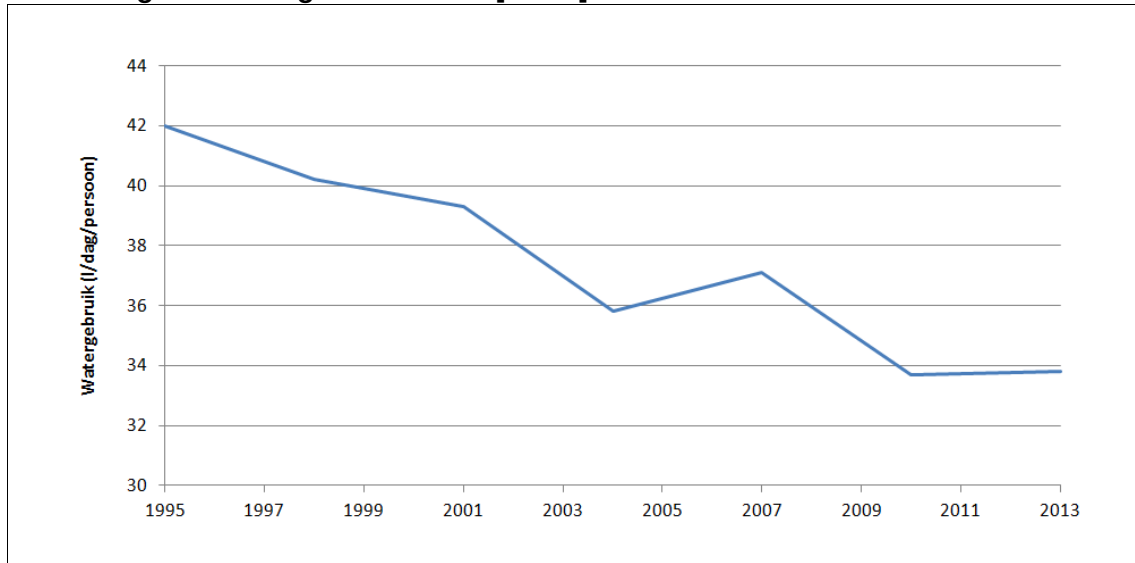
3.3. Waterverbruik

In opdracht van de Vereniging van waterbedrijven in Nederland (Vewin) heeft TNS Nipo onderzoek uitgevoerd naar watergebruik. Sinds 1995 is het gemiddelde watergebruik voor het closet per persoon met 20 % afgenomen. Dit is weergegeven in afbeelding 3.1. Sinds 1995 is het aandeel met spoelonderbreker toegenomen van 39 % naar 77 % in 2013. Uit het onderzoek is gebleken dat niet iedereen de spoelonderbreker gebruikt. Het onderzoek is uitgevoerd onder 1.349 respondenten. Naar mate men ouder wordt verbruikt men meer water door frequenter toiletgebruik [ref. 1.].

Voor waterbesparing zijn er twee technieken die kunnen worden gebruikt. Deze technieken zijn:

- spoelonderbreking:
 - met één druk op de knop wordt de spoeling geïnitieerd;
 - met een tweede druk op de knop wordt de spoeling beëindigd (spoelbreker);
- dubbele bediening (duospoeling / Dual flush):
 - met een knop wordt een volledige spoelvolumen gebruikt;
 - met een andere knop wordt een verminderd spoelvolumen gebruikt.

Afbeelding 3.1. Watergebruik closet [ref. 1.]



3.4. Duurzaamheid

Duurzaamheid van gebouwen kan gemeten worden. Er zijn meerdere duurzaamheidskeurmerken die de prestatie van gebouwen beoordelen:

- BREEAM-NL;
- Gemeentelijke Prestatie Richtlijn (GPR);
- GreenCalc;
- Eco-Quantum;
- Energielabel;
- LEED;
- ECOInstall.

In diverse duurzaamheidskeurmerken worden closetspoelingen kleiner dan 6 liter duurzamer geacht dan closetspoelingen van 6 liter op basis van watergebruik. Een spoel-volume kleiner dan 6 liter is echter pas duurzamer in watergebruik dan een spoelvolume van 6 liter wanneer het systeem van toilet en afvoersysteem bij normaal gebruik functioneert (afvalstoffen afvoeren uit toilet en transporteren door het afvoersysteem) [ref. 2.].

BREEAM-NL

Bij BREEAM certificering wordt een project uitgedrukt in een duurzaamheidsscore. De duurzaamheidsdoelstellingen stijgen uit boven het wettelijk minimum zoals vastgelegd in het Bouwbesluit of andere wet- en regelgeving. BREEAM-NL-certificering heet daarom 'bovenwettelijk' en is dan ook een vrijwillige keus van de gebouweigenaar/opdrachtgever. Bij BREEAM-NL Nieuwbouw en renovatie is een van de beoordelingscriteria waterverbruik. BREEAM-NL heeft beoordelingsrichtlijnen opgesteld waarin is opgenomen waar op wordt beoordeeld en hoe punten gehaald kunnen worden. Bij criterium WAT 1a Waterverbruik kunnen 3 punten toegekend worden (1 punt per criterium):

- alle closets gebruiken minder drinkwater (maximaal 6 liter) dan standaardvoorzieningen met gelijkwaardige functies;
- alle closets gebruiken minder drinkwater (maximaal 4 liter) dan standaardvoorzieningen met gelijkwaardige functies;
- de gespecificeerde waterkranen, urinoirs en douches gebruiken minder drinkwater dan standaardvoorzieningen met gelijkwaardige functies.

Door het toepassen van closets met een spoelvolumen van 4 liter wordt 1 punt meer toegekend dan bij closets met een spoelvolumen van 6 liter.

Hierbij worden bij 4 liter spoeling in verband met het Bouwbesluit aanvullende eisen gesteld. De gebouwriolering moet volgens het Bouwbesluit voldoen aan NEN 3215, die geen closetspoelingen van 4 liter toelaat, tenzij gelijkwaardigheid kan worden aangetoond. Indien 4 liter closetspoelingen worden gebruikt, dan dient het ontwerpteam conform het gelijkwaardigheidsbeginsel volgens artikel 1.3 van het Bouwbesluit aan het bevoegd gezag aan te tonen dat het gebruik van 4 liter closetspoelingen dezelfde mate van bescherming van gezondheid en milieu biedt als beoogd met NEN 3215 [ref. 3].

Projectontwikkelaars kunnen met BREEAM-NL certificering investeringsvoordelen behalen via Milieu Investerings Aftrek (MIA). Een ondernemer kan tot 36 procent van de investeringskosten aftrekken van de fiscale winst. De Vamil-regeling biedt daarnaast de mogelijkheid 78 % van een investering op een willekeurig moment af te schrijven. Door sneller af te schrijven vermindert de fiscale winst waardoor minder inkomsten- en vennootschapsbelasting hoeft te worden betaald.

Per categorie kunnen credits behaald worden. Elke categorie telt voor een vastgesteld percentage mee in de totaalscore. De totaalscores worden vertaald in sterren. De score die op categorie water behaald kan worden, weegt 6 % mee in de totaalscore. Voor BREEAM-NL 2 sterren tot en met 4 sterren is 1 credit voor waterverbruik (WAT 1a) verplicht. Voor 5 sterren zijn 2 credits voor waterverbruik verplicht.

EU Ecolabel

Het doel van het EU Ecolabel is onder andere producenten aansporen om duurzamere producten te fabriceren en het waterverbruik van closets efficiënter te maken. Hierdoor wordt de milieu-impact verminderd en zijn kosten voor gebruikers lager. Het EU Ecolabel heeft de bovengrens voor spoelvolumes vastgesteld op 6 liter in verband met heterogeniteit van type gebouwriolering in Europa (zie ook paragraaf 4.3). Spoelvolumes groter dan 6 liter moeten zijn voorzien van een spoelonderbreking of spoelkeuze. Daarnaast mag het gemiddelde spoelvolumen niet groter zijn dan 3,5 liter [ref. 19.]. Een 6/3 liter (grote/kleine) spoeling voldoet hier niet aan (is 3,75 l)¹.

Aan de 3 criteria van het EU Ecolabel wordt voldaan met een 5/3 liter en 6/2,5 liter spoelvolumen². Het EU Ecolabel is vooralsnog een vrijwillige regeling waar fabrikanten voor kunnen kiezen. Indien er vraag vanuit de markt komt, kan het fabrikanten worden opgelegd.

3.5. Gebruik

Closetpapier

Uit meerdere onderzoeken is gebleken dat closetpapier zelf niet leidt tot verslechtering van de transportafstand van zowel de spoellichamen als van het closetpapier. Dit is waargenomen in:

- ST 12: Studie naar de effecten van waterbesparende wc's met een spoelvolumen kleiner dan 6 liter op het ontwerp van de gebouwriolering [ref. 5.];
- ST 14: Studie naar de effecten van waterbesparende wc's met een spoelvolumen van 4 liter op het ontwerp van de grondleiding [ref. 6.].

¹ Dit wordt berekend aan de hand van de formule: $V_{gem} = (V_g + (3 \times V_k)) / 4$.

² Met 6/2,5 liter is niet mogelijk in verband met CE-markering. Dit valt buiten de range voor closetreservoirs.

Het closetpapier zet uit en valt uiteen in een wollige massa [ref. 6.]. Uit onderzoeken uitgevoerd door Plumbing Efficiency Research Coalition (PERC) is echter gebleken dat er een relatie is tussen de treksterkte van closetpapier en de transportafstand. Hoe hoger de treksterkte van het papier, des te kleiner is de transportafstand van het closetpapier [ref. 7.]. Dit is ook een mogelijke verklaring voor de negatieve resultaten voor de transportafstand die zijn behaald met luxe closetpapier. Het papier valt slecht uiteen [ref. 5.].

Verstopningen (in utiliteitsinstallaties) treden grotendeels op in de riolering van dames toiletten. Vrouwen verbruiken meer closetpapier dan mannen [ref. 7.]. Of closetpapier bijdraagt aan de transportafstand of voor verstoppingen zorgt, is afhankelijk van de gebruiker en de hoeveelheid closetpapier. De invloed van closetpapier op verstoppingen kan wellicht in een vervolgonderzoek worden nagevraagd bij ontstoppingsbedrijven.

Oneigenlijk gebruik

In Engeland worden bij de zuivering items aangetroffen zoals condooms, wattenstaafjes, luiers, maandverband en injectiespuiten. Uit het onderzoek is gebleken dat vrouwen meer closetpapier gebruiken dan mannen en ook meer items die niet in het riool thuis horen via de closet wegspoelen [ref. 8.]. Tijdens een workshop van VNI in 2001 werd door installateurs ook aangegeven dat verstoppingen eerder een gevolg zijn van verkeerd gebruik van het watercloset [ref. 9.]. Verstoppingen in de gebouwriolering worden onder andere veroorzaakt door:

- wegspoelen van etensresten in combinatie met vet;
- veelvuldig gebruik van zeep, shampoo en gels. Schuimvorming in verzamelleidingen kan leiden tot verminderde luchtstroom. Hierdoor kan de transportafstand afnemen;
- overmatig gebruik van wasmiddelen bij vaatwasmachines;
- toiletblokhouders.

Door communicatie en voorlichting moet het gedrag van gebruikers veranderd worden en/of gebruikers moeten bewust gemaakt worden dat het closet geen afvalbak is.

Gedrag

Door innovaties in techniek kan waterbesparing gerealiseerd worden. Het gebruik van closets en voorlichting is echter net zo belangrijk. Stichting RIONED voert campagnes om mensen bewust te maken en in te lichten wat niet in het riool thuis hoort.

Het is gebleken dat niet iedereen weet dat bij een Dual flush systeem de grote knop voor een grote spoeling is en de kleine knop voor een kleine spoeling. Ook spoelen gebruikers meerdere malen om de closetpot schoon te spoelen [ref. 10.].

Uit het onderzoek naar Watergebruik Thuis 2013 van VEWIN [ref. 1.] is gebleken dat de spoelonderbreker niet altijd wordt gebruikt. Er wordt geconcludeerd dat het positieve effect van de penetratiegraad van de spoelonderbreker grotendeels wordt teniet gedaan door mensen die de spoelonderbreker niet regelmatig gebruiken. Ten opzichte van eerdere onderzoeken in 2007 en 2010 is het gebruik van de spoelonderbreker afgenomen.

Kantoren en woningbouw

In huishoudens wordt de spoeling met vaste stoffen vaak gevolgd door spoelingen van afvalwater vanuit andere lozingstoestellen. Dit geldt niet voor kantoorpanden, waar vooral urinoirs (in de herentoiletten) zijn geïnstalleerd. Het risico op ophopingen in de gebouwriolering is daarom groter in kantoorpanden [ref. 11.]. Of het waterverbruik van wastafels (basisafvoer 0,5 l/s) voldoende is, is niet gevonden in de literatuur.

Voor een publicatie uit Australië naar een mogelijke verdere reductie van het spoelvolume is een aantal interviews afgenomen met de industrie en installatiebedrijven. Hierin wordt geconstateerd dat er een verschil is tussen openbare closets en privéclosets. In openbare closets zijn er gebruikers die de zitting bedekken met closetpapier en dit uiteindelijk doorspoelen. Dit leidt tot grote hoeveelheden closetpapier die afgevoerd moeten worden. In ziekenhuizen kunnen kleine spoelvolumes leiden tot een hoger gezondheidsrisico omdat verstoppingen tot een hoger infectierisico leiden [ref. 2].

Watergebruik

Het gebruik van een closet met een spoelvolume kleiner dan 6 liter leidt tot minder waterverbruik en daarom tot minder kosten voor water. In tabel 3.1 is een overzicht opgenomen van het waterverbruik en de geschatte kosten per persoon en per gezin. Ten opzichte van een standaard closet met spaarknop kan per persoon circa 3 m³ per jaar bespaard worden bij toepassing van een waterspoeling van 4 liter.

Tabel 3.1. Waterverbruik verschillende type closets [ref. 12.]

type closet	L per spoelbeurt		m ³ per persoon per jaar	m ³ per gezin per jaar	EUR per persoon per jaar	EUR per gezin per jaar	besparing t.o.v. closet met spaarknop per persoon per jaar (m ³)
	klein	groot					
traditioneel	9	9	21	50,4	31,5	75,6	-12
standaard	6	6	14	33,6	21,0	50,4	-5
standaard + spaarknop	3	6	9	21,6	13,5	32,4	-
5 liter	2,5	5	7,5	18,0	11,3	27,0	1,5
4 liter	2	4	6	14,4	9,0	21,6	3

* Aanname waterprijs 1,5 EUR per m³.

** 1 à 2 grote en 5 kleine boodschappen per persoon per dag.

3.6. Conclusie

Het spoelvolume van waterclosets is met de jaren afgenomen van de traditionele 9 liter naar de standaard 6 liter. Uit eerdere onderzoeken (ST 7) is gebleken dat waterbesparende maatregelen tot een spoelvolume van 6 liter niet tot problemen hoeven te leiden indien gebouwriolering (blijvend) juist is aangelegd. Echter wanneer dit niet het geval is, wordt de kans op verstoppingen groter. Door de afname van spoelvolume is de robuustheid en flexibiliteit van het systeem afgenomen waardoor het systeem vatbaarder wordt voor (gedrags)veranderingen [ref. 4].

Uit diverse onderzoeken is gebleken dat verstoppingen voornamelijk optreden door oneigenlijk gebruik van het closet. Er worden items in het riool aangetroffen die er niet thuis horen. Met een vermindering van de robuustheid en flexibiliteit van het systeem wordt de gebouwriolering vatbaarder voor veranderingen. Het oneigenlijk gebruik, gedrag van gebruikers en toepassingen zoals closetblokjes hebben invloed op het functioneren van het keramiek en het spoelreservoir. Communicatie en voorlichting aan de consument is hierom steeds belangrijker. Ook de fabrikanten van schoonmaakmiddelen voor in de closetpot zouden moeten worden meegenomen in de communicatie.

Het niet goed transporteren van fecaliën en vaste stoffen door te weinig spoelvolumen vergroot de kans op verstoppingen en het in contact komen met het rioleringsmilieu. Dit leidt tot een groter gezondheidsrisico.

De afgelopen jaren is het waterverbruik voor het closet per persoon afgenomen. Door de intrede van diverse duurzaamheidskeurmerken is de vraag naar waterbesparende closets de afgelopen jaren toegenomen. Er kan maximaal 3 m³ per persoon aan water bespaard worden door het gebruik van 4 liter in plaats van 6 liter closetspoelingen. Dit geldt alleen voor situaties uitgaande van een goede werking van een 4 liter closetspoeling waarbij niet extra gespoeld hoeft te worden.

Het toepassen van een kleiner spoelvolumen levert een gering financieel voordeel op per persoon (besparing van EUR 4,5 per jaar). Het besparen van drinkwater door middel van een kleiner spoelvolumen zal daarom eerder ingegeven worden op morele gronden of duurzaamheidsambities.

4. LITERATUURSTUDIE < 6 LITER SPOELING

4.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt specifiek ingegaan op bevindingen uit de literatuur die betrekking hebben op closetspoelingen kleiner dan 6 liter. Allereerst worden bestaande normen in Nederland en toegepaste normen in Europa beschreven. Hieruit volgt onder welke voorwaarden een closetspoeling kleiner dan 6 liter in het buitenland is toegestaan. Vervolgens worden resultaten uit onderzoeken over transportafstanden van fecale stoffen en closetpapier beschreven. De gehanteerde dimensionering is hierbij van belang. De beoordeling en toetsing van closetpotten en closetreservoirs wordt ook beschreven. De closetpot en closetreservoir leveren de input voor de spoeling en zijn van belang voor het transport van water en vaste stoffen. Tot slot worden mogelijke effecten van verminderde spoelvolumes op de drinkwaterleiding en riolering beschreven.

4.2. Regelgeving/richtlijnen en normen

De Nederlandse wet- en regelgeving voor gebouwriolering en buitenriolering binnen de perceelgrenzen is opgenomen in het Bouwbesluit [ref. 13.], NEN 3215 [ref. 14.] en NTR 3216 [ref. 15.]. In het Bouwbesluit 2012 artikel 6.16 is opgenomen dat de afvoervoorziening moet voldoen aan NEN 3215. NEN 3215 is van toepassing op gebouwrioleringssystemen die werken volgens het primaire ontspanningssysteem. Dit is het meest toegepaste systeem in Nederland. Als gevolg van ledigen en vullen van de gemeentelijke riolering treden ook daarin luchtstromen op. De verschillen in druk die ontstaan door luchtstromingen, worden ook grotendeels opgevangen door de gebouwriolering. Voor lozing op de gebouwriolering gaat het primaire ontspanningssysteem uit van gelijktijdig water- als luchttransport. De verzamelleiding mag tot maximaal 70 % gevuld zijn. NTR 3216 geldt als hulpmiddel voor het ontwerp van gebouwriolering. Indien conform NTR 3216 wordt ontworpen, wordt voldaan aan de eisen en randvoorwaarden uit NEN 3215.

Het Bouwbesluit geeft ruimte om af te wijken van de voorschriften uit NEN 3215 en dus op andere wijze aan te tonen dat aan de prestatie-eis van het Bouwbesluit wordt voldaan. Om hiervoor in aanmerking te komen moet een erkende gelijkwaardigheidsverklaring kunnen worden overlegd. Dit houdt in dat het rioleringsproduct of -systeem functioneel gelijkwaardig moet zijn. Voor het toepassen van closetspoelingen kleiner dan 6 liter moet gelijkwaardigheid worden aangetoond.

Bij een toestelleiding¹ tot 3,5 m geldt voor ≥ 6 en < 7 liter een ontwerp-middellijn van 84 mm. De maximaal toegelaten leidinglengte uit tabel 4.1 betreft de toestelleiding en de verzamelleiding tussen watercloset en standleiding. Het afschot van verzamelleidingen moet ten minste 5 mm/m en ten hoogste 20 mm/m bedragen.

¹ Afvoerleiding waarop slechts 1 lozingstoestel is aangesloten.

Tabel 4.1. Maximaal toegelaten liggende leidinglengte bij 1 watercloset

spoelvolumen watercloset (l)	ontwerpmiddellijn (mm)	leidingafschot	maximaal toegelaten leidinglengte (m)	maximaal gesommeerde richtingsverandering
≥ 6 < 7	84	5 mm/m	5	135
	84	7,5 mm/m	8	180
	84	10 mm/m	12	180
≥ 7	100	5 mm/m	5	135
	100	10 mm/m	8	135
	100	20 mm/m	12	135

De voorschriften uit NEN 3215 zijn echter niet altijd toereikend. Er zijn situaties bekend waarin het waterslot van het closet zelf als gevolg van hydraulische afsluiting na spoeling met 6 liter wordt leeg gezogen (onderdruk). De gebouwriolering is conform de voorwaarden uit NEN 3215 aangelegd. De praktijksituatie is nagebouwd en getest [ref. 31.]. De wijze waarop het closet is aangesloten op de liggende leiding heeft mede invloed op de stromingstoestand, in bijzonder de aansluiting van het staande deel van de toestelleiding naar het liggende deel. In NEN 3215:2011/C1:2014 is het voorschrift opgenomen dat benedenstrooms van een closetaansluiting, in het liggende deel, tot een afstand van 1 m geen richtingsveranderingen zijn toegelaten. Indien de lengte van het staande deel van de closettoestelleiding niet meer is dan 0,3 m of de bocht van de overgang van het staande deel naar het liggende deel van de closettoestelleiding in een rechte lijn ligt (180°) met de uitlaat van het closet, moet die afstand ten minste 0,5 m zijn.

De aansluiting van het staande leidingdeel op het liggende leidingdeel van een closettoestelleiding moet vervolgens stromend zijn uitgevoerd. Dit kan met een bochtstuk van 87°30' tot 90° met een straal r van ten minste 0,5 d van de binnenkant bocht, of met twee bochtstukken van 45°. Een kniestuk van 87°30' tot 90° met een ontwerpmiddellijn van 100 mm is toegelaten, indien de ontwerpmiddellijn van het staande leidingdeel tot aan het bochtstuk 84 mm is [ref. 31. en 32.].

Basisafvoer

De afvoercapaciteit van leidingsystemen wordt bepaald aan de hand van de belasting van leiding. De belasting wordt bepaald door:

- de samengestelde afvoer van aangesloten lozingstoestellen;
- de grootste basisafvoer van aangesloten lozingstoestellen.

In tabel 4.2 is de basisafvoer weergegeven zoals het in de NEN 3215 is opgenomen voor closetspoelingen groter dan 7 liter en tussen 6 en 7 liter.

Tabel 4.2. Basisafvoer lozingstoestellen

lozingstoestel	basisafvoer (l/s)
watercloset ≥ 6 < 7 l	1,75
watercloset ≥ 7 l	2

Uit meetgegevens is gebleken dat de basisafvoer voor een watercloset met spoelvolumen van 4 liter 1,6 l/s bedraagt [ref. 5.]. Voor de dimensionering van de gebouwriolering in Duitsland bedraagt de basisafvoer 1,8 l/s voor een spoelvolumen 4,0-4,5 liter [ref. 18.].

4.3. Internationale normen

In Europa bestaat een aantal verschillende systemen voor gebouwriolering. Op Europees niveau worden 4 systemen onderscheiden waarvan lokaal variaties van bestaan [ref. 16.]:

- systeem I: Enkele standleiding en gedeeltelijk gevulde verzamel- en/of toestelleidingen (50 % vullingsgraad);
- systeem II: Enkele standleiding en gedeeltelijk gevulde verzamel- en/of toestelleidingen met relatief kleinere ontwerp-middellijnen (70 % vullingsgraad);
- systeem III: Enkele standleiding en verzamel- en/of toestelleidingen (100 % vullingsgraad) afzonderlijk aangesloten op de standleiding;
- systeem IV: Gescheiden standleidingen (systemen I, II en III) voor zwartwater en grijswater.

Conform EN 12056 is een spoelvolume van 6 liter het minimum voor de systemen I, III en IV. In Europa zijn echter voorbeelden waarbij een spoelvolume kleiner dan 6 liter is toegestaan. In tabel 4.3 is voor landen binnen Europa aangegeven of een type 4 (zie tabel 1.1) wordt toegepast of niet en welke regelgeving of normen daarvoor gelden.

Bij een primair ontspanningssysteem vindt zowel water- als luchttransport plaats via dezelfde standleiding. Bij een parallel ontspanningssysteem wordt een leiding parallel aan de standleiding aangelegd voor extra transport van lucht.

Systeem II uit EN 12056 komt het meest overeen met het in Nederland gangbare stelsel, voor zover de aansluitvolgorde van de lozingstoestellen en de beluchting op gelijke wijze als in Nederland wordt uitgevoerd [ref. 17.]¹. NEN 3215 is gebaseerd op het primaire ontspanningssysteem met een maximale vullingshoogte van 70 % in liggende leidingen². Dit sluit aan bij systeem II. Systeem I gaat uit van een vullingshoogte van 50 % en systeem III van 100 % met afzonderlijke aansluitingen van liggende leidingen op de standleiding.

1 Afwijkingen zijn :

- aansluitvolgorde lozingstoestellen wel in NEN 3215, niet in EN 12056;
- ontspanningsfunctie (be- en ontluchten) in Nederland tevens voor het openbaar riool.

² Een toestelleiding kan ook liggend zijn. Voor die liggende leiding geldt geen 70 % vullingshoogte.

Tabel 4.3. Toepassing type 4 liter spoeling in Europa

land	toepassing type 4 liter	regelgeving
Duitsland	beperkt	EN 12056 systeem I en DIN 1986-100
Luxemburg	beperkt	Duitse norm
Denemarken	veel	DS 432
Zweden	veel	Deense norm
Noorwegen	veel	4 liter 40 mm/m afschot 6 liter 20 mm/m afschot
België	beperkt	geen regelgeving/norm
Portugal	beperkt	geen regelgeving/norm
Spanje	beperkt	geen regelgeving/norm
Italië	beperkt	geen regelgeving/norm
Oostenrijk	beperkt	geen regelgeving/norm
Frankrijk	beperkt	geen regelgeving/norm wel toegestaan
Zwitserland	niet	niet toegestaan
Engeland	beperkt	geen regelgeving/norm geadviseerde installatieregels
Finland	veel	Finse norm

Duitsland

In Duitsland wordt systeem I toegepast. Bij het toepassen van een spoelvolume van 4 tot 6 liter gelden aanvullende specificaties voor het ontwerp en installatie. De aanvullende specificaties zijn overgenomen van systeem II [ref. 18.].

Voor een closet met een spoelvolume van 4 tot 4,5 l bedraagt de basisafvoer (DU) 1,8 l/s. Aan de Hogeschool Steinfurt zijn studies uitgevoerd waarbij is aangetoond dat het zelfreinigende vermogen bij waterbesparende closets van leidingen DN 90 groter is dan DN 100 [ref. 18.]. Ook kan een DN 80 toegepast worden. Uit het onderzoek bleek dat bij 4,5 l spoelvolume onvoldoende transportafstanden optraden bij DN 100. In tabel 4.4 zijn de Duitse voorwaarden voor toestelleidingen opgenomen en tabel 4.5 bevat de beperkingen die aan verzamelleidingen gesteld worden.

In Duitsland is een closetspoeling vanaf 4 liter toegestaan indien de grond- en verzamelleiding een middellijn DN 90 heeft, afschot van 15 mm/m heeft en maximaal 10 m lang is. Toestelleidingen dienen DN 90 te zijn en een afschot van 10 mm/m te hebben. Dit is weergegeven in afbeelding 4.2.

Het is gebleken dat in Duitsland voornamelijk gespoeld wordt met een volume van 4,5 liter in plaats van 4,0 liter (zie tabel 1.1, derde kolom).

Tabel 4.4. Toestelleidingen DN 90 met 4 liter closet

	zonder ontspanning	met secundaire ontspanning
maximale leidinglengte (m)	4	10
maximale aantal richtingsveranderingen van 90 °	3 (inclusief de voetbocht onder het closet)	-
maximale hoogteverschil (m) met 45 ° of meer	1	3
minimum afschot (mm/m)	10	5

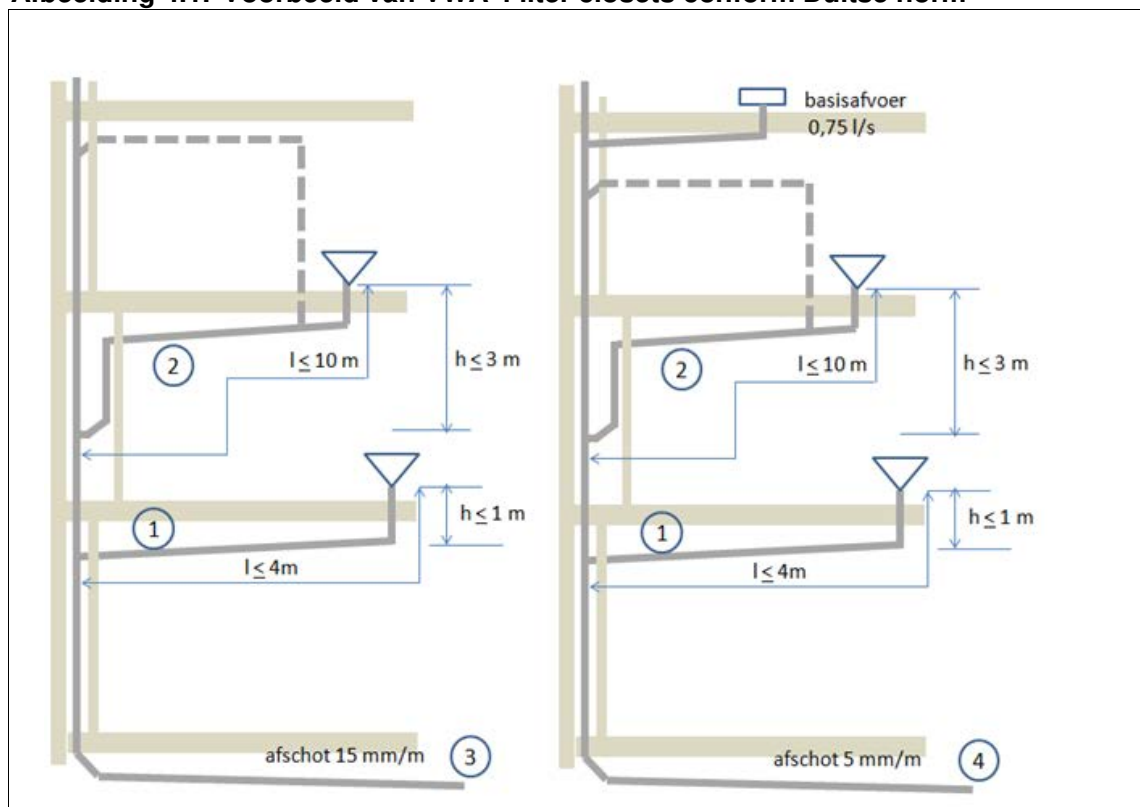
Tabel 4.5. Beperkingen verzamelleidingen inclusief toestelleiding DN90 met 4 liter closet

	zonder ontspanning	met secundaire ontspanning
maximale totale leidinglengte (m)	10	10
maximale aantal richtingsveranderingen van 90°	3 (inclusief de voetbocht onder het closet)	-
maximale hoogteverschil (m) met 45 ° of meer	1	3
minimum afschot (mm/m)	15	15

In afbeelding 4.2 zijn voorbeelden conform de Duitse norm met en zonder ontspanning weergegeven:

1. toestelleiding zonder (secundaire) ontspanning;
2. toestelleiding met (secundaire) ontspanning;
3. verzamelleiding naar buitenriolering:
 - leiding DN 90 afschot 15 mm/m;
 - maximale leidinglengte 10 m;
4. grondleiding indien gecombineerd (plus 1≥0,75l/s toestel anders dan closet zijnde) minimaal afschot van 5 mm/m en in overige gevallen DN 90, maximaal 10 m en een minimaal afschot van 15 mm/m.¹

Afbeelding 4.1. Voorbeeld van VWA 4 liter closets conform Duitse norm



¹ Bij gebruik van 4,0 tot 4,5 liter toiletten met een verzamelleiding van DN 100 of groter dient per geval bekeken te worden of de zelfreiniging in de leiding optreedt/zal optreden (DIN1986-100 14.1.5.3).

Portugal

Op basis van EN 12056 is het niet toegestaan om een spoelvolumen kleiner dan 6 liter toe te passen. In Portugal is het mogelijk om bij rioleringsstelsel I spoelvolumen kleiner dan 6 liter toe te passen mits het afschot naar behoren ontworpen is. In het bronndocument wordt echter niet aangegeven hoe groot dit afschot is [ref. 19.]. Het stelsel is niet vergelijkbaar met de Nederlandse situatie.

Scandinavië

In Scandinavische landen (Finland en Zweden) wordt veelal rioleringsstelsel II toegepast. Hierbij is het gebruik van kleinere spoelvolumen toegestaan.

In Finland moet de toestelleiding en de verzamelleiding een minimaal afschot van 20 mm/m hebben. De aansluiting van het closet moet DN 100 zijn. De norm wordt herzien.

Denemarken

Ontluchte en/of beluchte liggende leidingen worden ontworpen op een vullingsgraad van 50 %. In Denemarken wordt rioleringsstelsel I toegepast.

Voor closets met een spoelvolumen minder dan 6 liter gelden specifieke eisen voor de afvoer. De eisen zijn afgeleid van onderzoek van de firma IFÖ (Sanitec groep) uit 1990. De specifieke onderzoeken konden niet achterhaald worden. Ontluchte en/of beluchte horizontale leidingen worden uitgevoerd volgens dezelfde regels als de liggende niet-ontluchte en/of beluchte leidingen:

- voor leiding ontwerp-middellijnen $80 < d_i < 96$ mm mag maximaal 1 closet aangesloten worden en meer lozingstoestellen, indien de te installeren lozingstoestellen een totale samengestelde afvalwaterstroom hebben van $\geq 2,1$ l/s;
- bij de overgang van een standleiding naar een verzamelleiding moet er een bocht van 45° aangehouden worden in de ontwerp-middellijn van de verzamelleiding;
- verzamelleidingen kunnen aan een standleiding aangesloten worden, wanneer de verzamelleiding:
 - een minimale afschot heeft van 20 mm/m, maximaal een lengte van 3 m;
 - een minimale afschot heeft van 40 mm/m, maximaal een lengte van 10 m;
 - lengtes groter dan 10 m zijn niet toegestaan;
 - in de leiding mogen er maximaal 2 richtingsveranderingen zijn met elk hoogstens 45° . De richtingsverandering door de aansluiting met de standleiding wordt niet meegerekend [ref. 20.].

4.4. Transportafstand

Het water dat bij spoelingen wordt gebruikt, dient als transportmedium voor vaste stoffen in de gebouwriolering. De combinatie van afschot, aantal bochten, spoelvolumen, ontwerp-middellijn en de afmetingen van de vaste stoffen zijn bepalend voor het transport-mechanisme en de transportafstand in een liggende leiding. De belangrijkste eigenschappen van afvoer voor het transport van vaste stoffen zijn de stroomsnelheid en de waterdiepte. Deze eigenschappen worden bepaald door het spoeldebiet, de ontwerp-middellijn en het afschot [ref. 21.].

Er zijn meerdere studies uitgevoerd naar het effect van een kleiner spoelvolumen dan 6 liter op de transportafstand [ref. 4., 5., 6., 11., 21., 22., 23.]. Uit deze onderzoeken blijkt dat een spoelvolumen kleiner dan 6 liter geen gelijkwaardige transportafstand bereikt ten opzichte van een spoelvolumen van 6 liter. De testresultaten uit enkele studies zijn opgenomen in bijlage II. Dit betekent dat niet wordt voldaan aan het Bouwbesluit of aan gelijkwaardigheid onder de gehanteerde afmetingen. De resultaten van de verschillende studies zijn alleen te

vergelijken indien de condities waaronder de proeven zijn uitgevoerd gelijk zijn. Bij vastgelegde condities, bijvoorbeeld een proeflichaam uit de norm EN 997, zijn de proeven en metingen toetsbaar.

In ST 12 [ref. 5.] is door middel van een proef de transportafstand van de closet-toestelleiding + verzamelleiding tot aan de standleiding bemeten. In ST 14 [ref. 6.] is door middel van een proef de transportafstand in de verzamelleiding na de standleiding bemeten. Hierbij zijn vergelijkingen gemaakt tussen de transportafstand van fecale stoffen bij 6 liter spoelingen en 4 liter spoelingen. De transportafstand ligt lager bij 4 liter spoelingen. Hieruit volgt dat relatief langdurige afvalwaterstromen moeten bijdragen aan de transportafstand in de verzamelleiding na de standleiding. Voor kantoren is dat lastiger te realiseren dan voor woningen. De metingen van ST 12 laten zien dat bij een 4 liter spoeling de transportafstand toeneemt bij meer afschot van de closettoestelleiding + verzamelleiding tot aan de standleiding. De metingen van ST 14 laten zien dat bij een 4 liter spoeling de transportafstand afneemt bij meer afschot van de grondleiding (verzamelleiding benedenstreams de standleiding). De invloed van afschot op de transportafstand van fecale stoffen is bij een 4 liter spoeling groter dan bij een 6 liter spoeling. De resultaten van ST 12 en ST 14 zijn ook opgenomen in bijlage II.

Ook is de transportafstand in verzamelleiding (na standleiding) afhankelijk van de verdieping/hoogte [ref. 23.]. Waterbesparende closets leggen een beperking op aan de lengte van de verzamelleiding na de voet van de standleiding. Uit een proefopstelling met een testtoeren van 25 m hoog is gebleken dat de kleinste transportafstanden optreden bij een spoeling op de hoogste en laagste verdiepingen. Dit wordt veroorzaakt doordat bij spoeling op hoge verdiepingen het water langs de wand van de standleiding naar beneden stroomt. De fecaliën en papier vallen door het midden van de standleiding sneller naar beneden. Dit blijkt uit het onderzoek [ref. 23.]. Indien het water later aankomt, kan het nog transportcapaciteit hebben in de verzamelleiding. Het debiet zal veranderen door de valhoogte. Bij lagere verdiepingen is het water eerder onderaan de standleiding. Het toepassen van waterbesparende combinaties legt beperkingen op aan de lengte van de verzamelleiding.

Testopstellingen

De resultaten uit de verschillende studies zijn onderling niet te vergelijken. De condities waaronder proeven zijn uitgevoerd zijn niet altijd gelijk en niet altijd vernoemd. Condities die invloed hebben op het resultaat van de proeven zijn:

- proef met of zonder closetpapier;
- hoeveelheid en type closetpapier;
- soort proeflichaam;
- hoogteverschil closetpot en liggende leiding.

Ontwerputgangspunten

Uit studies is gebleken dat dat enerzijds vaste delen getransporteerd kunnen worden door verminderde volumes. Anderzijds zijn er vaste delen die een gelimiteerde transportafstand hebben [ref. 29.]. Indien het spoelvolume wordt verminderd, kan het risico op verstoppingen worden verminderd door de ontwerpmiddellijn te verkleinen of het afschot te vergroten [ref. 11. en 21.]. Kleinere ontwerpmiddellijnen kunnen echter leiden tot hydraulische afsluitingen waardoor geen luchttransport mogelijk is.

Conform tabel 5.9 uit de NTR 3216 past bij een basisafvoer van 1,6 l/s een ontwerpmiddellijn van 84 mm en 69 mm bij een afschot steiler dan 10 mm/m. Uit ST 12 is ook gebleken dat een kleinere ontwerpmiddellijn van de closettoestelleiding en/of verzamelleiding tot aan de

standleiding geen meerwaarde levert ten opzichte van een ontwerpiddellijn 84 mm. De kans op een hydraulische afsluiting neemt bij een ontwerpiddellijn van 69 mm toe. Het effect van afschot tussen 5 en 10 mm/m is niet significant. Een afschot van 20 mm/m bij een ontwerpiddellijn van 84 mm lijkt een voldoende transportafstand te bieden maar hier is ook een gevoeligheid van het type closet zichtbaar. A. Silva-Afonso et al. (2013) stelt dat het afschot een variabele is met een significante invloed. Uit hun onderzoek volgt dat de transportafstand bij 4 liter alleen acceptabel is bij een afschot van 20 mm/m en een DN 90 [ref. 22].

Slechts een afschot van 15 tot 20 mm/m van de liggende afvoerleiding, in combinatie met een ontwerpiddellijn van 84 mm, lijkt voldoende transportafstand te bieden [ref. 30]. Een klein spoelvolumen is haalbaar indien het afschot, de ontwerpiddellijn en de leidingconfiguratie zijn doordacht.

Uit de buitenlandse richtlijnen is op te maken dat de maximale lengte van de toestelleidingen beperkt moet worden. Dit volgt ook uit de studies naar de transportafstand bij kleinere spoelvolumes. Ten opzichte van 6 liter closetspoelingen neemt de transportafstand bij spoelingen kleiner dan 6 liter af. Het beperken van de lengte van de toestel- en/of verzamelleidingen leidt er toe dat de vaste stoffen en het spoelvolumen eerder in de standleiding komen. Dit geldt ook bij het beperken van de lengte van de closettoestelleiding die is aangesloten op een verzamelleiding (bijvoorbeeld aan plafond kelder of in kruipruimte) waarop bovenstrooms die aansluiting meerdere andere lozingstoestellen lozen (van ten minste 1 lozingstoestel is de basisafvoer $\geq 0,75$ l/s). Het beperken van de lengte van toestel- en/of verzamelleidingen leidt er toe dat sanitaire voorzieningen prominenter in het ontwerp betrokken moeten worden, omdat de toiletruimten nabij schachten/standleidingen gesitueerd moeten worden of dat meer schachten en standleidingen gerealiseerd moeten worden.

Uit ST 14 [ref. 6.] is gebleken dat in de verzamelleiding na de standleiding ook geen gelijkwaardige transportafstanden worden behaald bij een spoelvolumen van 4 liter ten opzichte van 6 liter. Bij 4 liter spoelingen wordt een beperkt bereikbaar transport behaald omdat bij verdere spoelingen de transportafstand niet toeneemt. De maximaal behaalde afstand reikt niet verder 5 tot 6 m. Relatief langdurige afvalwaterstromen (douche of bad) hebben een positief effect op de transportafstand. De resultaten van ST 14 zijn ook opgenomen in bijlage II.

4.5. Closetreservoir

De functionele eisen en testmethodes voor closetreservoirs zijn omschreven in de Europese norm EN 14055. Spoelvolumes kunnen per land en regio verschillen en het closetreservoir en het closet dienen hierop te worden afgestemd. In tabel 4.6 zijn de nominale spoelvolumes volgens EN 14055 opgenomen.

Tabel 4.6. Spoelvolumes voor closetreservoirs volgens EN 14055

nominale spoelvolumen (l)	spoelvolumen (l)			
	volledige spoeling		waterbesparende (duo) spoeling	
type	minimum	maximum	minimum	maximum
9,0	8,5	9,0	3,0	4,5
7,0	7,0	7,5	3,0	4,0
6,0	6,0	6,5	3,0	4,0
5,0	4,5	5,5	3,0	4,0
4,0	4,0	4,5	2,0	3,0

De eisen waaraan closetreservoirs moeten voldoen zijn vastgelegd in de norm EN 14055. In de BRL [ref. 24.] zijn nadere specificaties opgenomen voor materialen en functionaliteit. Closetreservoirs met een nominaal spoelvolume van 4 en 5 liter moeten na 1 sec van het in werking stellen van de closetreservoir een volumestroom van ten minste 2,0 l/s hebben. Bij een volledige spoeling moet de volumestroom gedurende ten minste 1,0 seconde nadat de vereiste volumestroom is bereikt, op tenminste dit minimum in stand blijven zonder extra water aan het closetreservoir toe te voeren [ref. 24.].

De maximale transportafstand wordt mede beïnvloed door de zwakste combinatie van reservoir en closetpot. Niet iedere combinatie van reservoir en closetpot wordt echter getest. Zoals in paragraaf 4.4 is aangegeven is het in stand houden van het debiet bepalend voor de transportafstand van vaste stoffen.

4.6. Closetpot

De Europese norm EN 997:2012 specificeert het test-spoelvolume per type closet. Dit is opgenomen in tabel 4.7. De testmethodes per type closet zijn ook opgenomen in de norm EN 997. De spoeling van closets wordt getest op:

1. schoonspoelen van de binnenkant (wash of bowl, 'zaagselproef');
2. doorspoelen van closetpapier (flushing of closet paper);
3. doorspoelen van vaste delen (flushing of 50 plastic balls voor type 9, 7 en 4, after-flush volume voor type 6 en 5);
4. spatten (splash).

Waar elke type closet op wordt getest, is opgenomen in tabel 4.8. Bij de types 9, 7 en 4 wordt 'slechts' de uitspoeling van 50 balletjes getest. Voor de landen waarin type 9 en/of type 7 gebruikelijk zijn, wordt deze testmethode als afdoende beschouwd omdat deze hogere volumes langer een debiet in stand houden en daardoor vanzelf voldoende transport in de riolering garanderen. Voor de landen waarin type 4 gebruikelijk is, wordt deze testmethode eveneens als afdoende beschouwd omdat aldaar de korte afstand en afschot tussen closet en standleiding of opvangtank voldoende transport garanderen.

Bij de types 6 en 5 wordt het naspoelvolume (*after-flush volume*) gemeten. Dat is de hoeveelheid water van het volledige spoelvolume dat uit het closet stroomt nadat de laatste van 4 kunstmatige spoellichamen (ter vervanging van 'echte' vast delen) uit het closet zijn gespoeld. Een naspoelvolume van minimaal 2,5 liter wordt hiervoor in Noord- en Midden-Europa (behalve het Verenigd Koninkrijk) als ondergrens gehanteerd. Deze ondergrens is gebaseerd op de resultaten van een uitgebreid wetenschappelijk onderzoek door H.J. Knoblauch (september 1980) aan verschillende modellen closets aangesloten op diverse configuraties riolering en was in diverse nationale normen al opgenomen voordat de EN 997 voor het eerst gepubliceerd werd (2003).

Type closet 4 wordt conform EN:997 niet getest op het naspoelvolume. Het closet bepaalt de vorm van de afvoergolf waarmee vaste delen worden getransporteerd. Voor kleinere closetspoelingen moeten bijbehorende closets (type) worden toegepast.

Een aantal type closets moet voldoen aan de eis uit EN:997:2012 dat bij een test 85 % van ballen moet zijn weggespoeld uit de schotel. A. Silva-Afonso et al. hebben aangetoond dat bij een 6 liter spoeling 85,2 % van de ballen is afgevoerd. Bij een 4 liter spoeling is 81 % weggespoeld. Om aan de eis uit EN:997:2012 te voldoen bij een spoeling van 4 liter, moet een aparte pot worden toegepast. Dit is ook gebleken uit een Australische studie. Hierin waren hybride potten gebruikt bij kleinere spoelvolumes. Om de pot schoon te spoelen moest meerdere keren gespoeld worden [ref. 2.].

Tabel 4.7. Test-spoelvolumen per type closet volgens EN 997

type	nominaal spoelvolumen (l)	spoelvolumen (minimum)	spoelvolumen (maximum)
9	9	8,9	9,0
7	7	6,9	7,0
6	6	6,0	6,1
5	5	4,5	5,0
4	4	3,9	4,0

Tabel 4.8. Spoeltests voor closets volgens EN 997

type closet	schoonspoelen van de binnenkant	doorspoelen van closetpapier	doorspoelen van vaste delen (50 ballen)	spatten	naspoelvolumen
9	X	X	X	X	
7	X	X	X	X	
6	X	X		X	X
5	X	X		X	X
4	X	X	X	X	

In de concept-Beoordelingsrichtlijn van KIWA BRL-K619/07 voor closetpotten zijn spoelvolumes kleiner dan 6 liter reeds opgenomen. Ook is opgenomen dat spoelvolumes kleiner dan 6 liter niet zijn toegestaan in Nederland [ref. 25].

4.7. Effecten

Effecten op de openbare (straat)riolering

In Nederland vindt ontluuchting van de (straat)riolering plaats via regenpijpen en de ontspanningsleiding/standleiding van de gebouwriolering. De ontluuchting is afhankelijk van goed functionerende gebouwriolering. Het toepassen van kleinere grondleiding leidt tot minder beschikbaar oppervlak voor ontluuchting. De consequenties hiervan zijn niet bekend.

Water dient ook als transportmiddel van vaste stoffen in riolering. Er is weinig onderzoek en praktijkkennis over het effect van verschillende spoelvolumes op de straatriolering. Het lijkt dat het leidt tot een vermindering in de transportcapaciteit. Vooral in riolen die alleen dienen voor de afvoer van afvalwater lijkt dit op te treden. De afvoer van closets leidt tot de grootste afvoer in riolen in relatie tot transport van vaste delen.

Om problemen te voorkomen, zullen kleinere ontwerpmedellijnen moeten worden toegepast en het afschot moeten worden vergroot [ref. 26.]. Uit onderzoek is gebleken dat het afschot de grootste invloed heeft op de mate van sedimentatie van een rioolstreng. Ook het aantal (huis)aansluitingen op de streng is van invloed. In het onderzoek is bij rioolstelsels met 10 of minder huisaansluitingen in meer gevallen slib aangetroffen dan bij rioolstelsels met meer dan 10 huisaansluitingen [ref. 27.].

In Duitsland zijn problemen met de openbare riolering bekend. Dit speelt onder andere in grote steden zoals Berlijn en Dusseldorf [ref. 33. en 34.]. Door gerealiseerde waterbesparingen komt er minder water in het openbare riool. Er is zelf een aantal gevallen bekend waarbij er te weinig water is om het openbare riool door te spoelen. De openbare riolering is ontworpen op grotere hoeveelheden afvalwater. Doordat de verblijftijden van het afvalwater in het riool toenemen, vindt aanrotting plaats. In Duitsland leidt dit via de rioolputten tot stankoverlast. Om dit te voorkomen wordt de openbare riolering in enkele plaatsen in Duitsland doorgespoeld met extra water. Indien riolen niet voldoende doorspoeld worden, vervuilen ze sneller en moet er meer onderhoud worden uitgevoerd. Dit leidt tot

hogere beheerskosten. De problemen met de openbare riolering worden niet specifiek veroorzaakt door verminderde spoelvolumes, maar door algehele waterbesparing [ref. 33. en 34.].

Effect op het openbare drinkwaterleidingnet

De ontwikkeling van alternatieve sanitatieconcepten leidt mogelijk tot een afname van de drinkwatervraag. Dit heeft tot gevolg dat de verblijftijd van het drinkwater in het openbare leidingnet kan toenemen. In hoeverre dit een probleem zou kunnen zijn, is op het ogenblik nog niet bekend. Aanpassing van het leidingnet is echter geen reële optie omdat het wordt ontworpen op piekbelastingen. Op basis van een gehele waterbesparing van 20 % in 10 tot 20 jaar zal de verblijftijd in het openbare leidingnet iets toenemen. Hoe lang de verblijftijd in het leidingnet is en of een langere verblijftijd een probleem is, is niet bekend. Hiervoor is onderzoek noodzakelijk [ref. 28.].

Een langere verblijftijd kan de volgende gevolgen hebben:

- nagroei in het leidingnet. Om dit te voorkomen moet het water zo min mogelijk (gemakkelijk en moeilijk) afbreekbaar organisch materiaal bevatten;
- neerslag en opwerveling van deeltjes;
- opwarming van water. Dit kan mogelijk worden versterkt door hogere zomertemperaturen als gevolg van klimaatverandering [ref. 28.].

4.8. Overige toepassingen

Een closet met een spoelvolume kleiner dan 6 liter kan niet toegepast worden in bestaande situaties indien de gebouwriolering niet wordt vervangen of niet wordt aangepast. Dit zal leiden tot verstoppingen [ref. 26.].

4.9. Volksgezondheid

Het primaire doel van gebouwriolering en openbare riolering is het beschermen van de volksgezondheid. Goed functioneren van het leidingstelsel is hiervoor van belang. Vaste stoffen, water en lucht worden immers via het leidingstelsel afgevoerd. In sanitaire lozingstoestellen bevindt zich een waterslot dat voorkomt dat rioollucht kan ontsnappen uit het rioolsystemen [ref. 35.]. Het niet goed werken van het rioleringsstelsel heeft begin 21^{ste} eeuw er toe bijgedragen aan de SARS-uitbraak in Hong Kong in 2003.

Tijdens ontstoppings- en reinigingswerkzaamheden aan de riolering vindt een direct contact plaats tussen het rioleringsmilieu en het binnenmilieu. Het naleven van strenge hygiënische uitvoeringsrichtlijnen beperkt dan zoveel mogelijk de gezondheidsrisico's van bewoners/gebruikers van het gebouw en van de riolerings servicemonteurs. Hoewel hiervoor een kwaliteitsborgingssysteem is ontwikkeld (certificering op grond van BRL 6000-17C) is deze tot op heden niet operationeel. Het (veel) vaker optreden van verstoppingen leidt derhalve tot een groter risico voor de gezondheid van bewoners/gebruikers van het gebouw en van riolerings servicemonteurs.

Indien rioolsystemen niet goed functioneren, is er een verhoogd risico op verspreiding van infectieziektes en het voorkomen van rioolvliegjes. Dit kan komen door het leegzuigen (onderdruk) van het waterslot of het herhaaldelijk moeten ontstoppen van het riool.

Motmuggen (Rioolvliegjes) [ref. 36.]

Motmuggen of rioolvliegjes zijn kleine insecten. Volwassen insecten leggen eieren in vervuild, troebel water of in vochtig organisch materiaal. De larven voeden zich met rottende bestanddelen, bacteriën en schimmels. De motmuggen kunnen in de afvoerbuizen van sanitaire installaties in contact komen met bacteriën die schadelijk kunnen zijn voor de mens. De motmug kan ziektes alleen indirect overbrengen

4.10. Conclusie

Op basis van het Bouwbesluit moet aangetoond worden dat een spoeling kleiner dan 6 liter gelijkwaardig is aan een 6 liter spoeling. De gelijkwaardigheid kan met de ontwerp-uitgangspunten uit de NEN 3215 en NTR 3216 niet worden aangetoond. De transportafstand van spoelingen < 6 liter is kleiner dan bij 6 liter spoelingen. Vanuit de markt is echter wel vraag naar closetspoelingen kleiner dan 6 liter. Hiervoor worden onder andere normen uit Duitsland toegepast.

Een verkeerde combinatie van de closetpot en het closetreservoir kan een negatieve invloed hebben op de transportafstand. Hoe het water verdeeld en afgevoerd wordt, is bepalend of de closetpot wordt schoon gespoeld. Bij een spoeling kleiner dan 6 liter moet ook een bijbehorende closetpot worden toegepast. De maximale transportafstand wordt bepaald door de zwakste combinatie van reservoir en closetpot. Niet iedere combinatie van reservoir en closetpot wordt echter getest.

Uit diverse onderzoeken blijkt dat de ontwerpmiddellijn en afschot van de liggende afvoerleiding invloed hebben op de transportafstand. In het buitenland wordt ook normering toegepast met een aangepaste ontwerpmiddellijn, afschot en maximale leidinglengte.

Een groter afschot kan er toe leiden dat leidingen niet in vloeren kunnen worden gerealiseerd zonder aanpassingen. Dit kan resulteren in dikkere vloeren of beperkingen in de maximale lengte van verzamelleidingen. Bij renovaties en/of nieuwbouw van toiletgroepen dus een belangrijk aandachtspunt.

5. INTERVIEWS

In het kader van deze studie over het toepassen van closetspoelingen kleiner dan 6 liter, zijn interviews afgenomen met 4 installatiebedrijven die closetspoelingen kleiner dan 6 liter hebben toegepast. Met de installatiebedrijven zijn de volgende thema's besproken:

- ervaringen met duurzaamheidskeurmerken;
- aansprakelijkheid;
- ontwerputgangspunten.

5.1. Ervaringen met duurzaamheidskeurmerken

De ondervraagde installatiebedrijven hebben ervaring met BREEAM-NL. Opdrachtgevers (projectontwikkelaars) kiezen voor duurzaamheid in het ontwerp van gebouwen om panden beter verhuurbaar te maken. Een pand dat het label duurzaam heeft, spreekt aan. Daarnaast zijn er ook financiële voordelen door het toepassen van duurzaamheid. Bij het behalen van een vastgelegd aantal punten in bepaalde thema's en een minimale overall-score kunnen bij BREEAM-NL fiscale voordelen gerealiseerd worden.

5.2. Aansprakelijkheid

Vanuit het Bouwbesluit is het niet mogelijk een closetspoeling kleiner dan 6 liter toe te passen zonder gelijkwaardigheidsverklaring. Uit de interviews is gebleken dat in projecten closetspoelingen kleiner dan 6 liter worden toegepast zonder gelijkwaardigheidsverklaring. De betreffende installatiebedrijven hebben meestal kenbaar gemaakt bij hun opdrachtgever dat dan niet wordt voldaan aan het Bouwbesluit. De opdrachtgever heeft in deze gevallen echter aangegeven dat duurzaamheid boven het Bouwbesluit wordt geprevaleerd. De installatiebedrijven hebben niets vastgelegd over verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid. Het is maar de vraag of door het aangeven dat het niet voldoet aan het Bouwbesluit de aansprakelijkheid is afgedekt. De installatiebedrijven geven aan dat zij niet weten wie er verantwoordelijk is indien het fout gaat en geen gelijkwaardigheidsverklaring kan worden aangetoond. Een van de bezochte bedrijven heeft de opdrachtgever inmiddels schriftelijk geïnformeerd dat het ontwerp niet conform NEN 3215 is gerealiseerd.

5.3. Ontwerputgangspunten

Aangeleverde uitgangspunten

Van de geïnterviewde bedrijven heeft het grootste deel de ontwerputgangspunten van de Duitse norm gehanteerd die zij hebben ontvangen van Geberit en deze gecombineerd met de Nederlandse regelgeving (van beide normen het meest stringente uitgangspunt nemen ten aanzien van afschot, leidinglengte en richtingsveranderingen). De klant moet altijd geïnformeerd worden dat het toepassen van 4 liter closets niet zijn toegestaan conform de NEN 3215 en dat met deze combinatie van normen niet aan de benodigde gelijkwaardigheidseis conform Bouwbesluit kan worden voldaan. Het reservoir dat toegepast wordt is al op de fabriek ingesteld op 4 / 2 liter spoeling conform de eisen van BREEAM maar kan handmatig worden aangepast naar 6 / 3 liter. De volgende ontwerputgangspunten zijn als basis voor de afvoer toegepast:

- wandcloset 4 l spoeling (niet leverbaar dus hebben ze 4,5 of 6 liter closets toegepast);
- Geberit duofix fabrieksmatig op 4 / 2 liter ingesteld;
- toestelleiding maximaal 3,5 m liggend, $\leq 180^\circ$ richtingsverandering; 10 mm/m afschot;
- DN 90 toepassen bij toestel- en verzamelleidingen bij 4 liter closets;
- 1,75 l/s basisafvoer en gelijktijdigheidsfactor 0,5. Dit is recentelijk aangepast voor kantoorpanden (was 0,7);

- verzamelleiding incl. toestelleiding ≤ 9 m; $\leq 180^\circ$ richtingsverandering en afschot 15 mm/m waar 4 liter closets zijn aangesloten;
- verzamelleiding met secundaire ontspanning na de standleiding indien gecombineerd ($1 \geq 0,75$ l/s toestel anders dan closet zijnde) minimaal afschot van 5 mm/m en anders DN90 indien NEN 3215 dit debiet technisch toelaat, afschot 15 mm/m, ≤ 10 m en $\leq 180^\circ$ richtingsverandering.

WISA hanteert ook ontwerputgangspunten die worden aangeleverd bij installatiebedrijven voor het toepassen van een spoeling kleiner van 4 liter met booster als transportgarantie voor het afvoersysteem (stroomvergroter). De booster of stroomvergroter betreft een extra installatieonderdeel. De booster van WISA behoort niet tot de scope van deze voorstudie.

WISA heeft echter voor toestelleidingen en verzamelleidingen tot aan de standleiding ontwerputgangspunten opgesteld:

- transport van 4 liter tot aan booster;
- 4 / 2 liter WISA XS spoelreservoir;
- 4 liter wandcloset;
- bij verzamelleiding ontwerpmiddellijn 100 mm, maximaal 3 m lengte;
- bij verzamelleiding ontwerpmiddellijn 84 mm, maximaal 5 m lengte;
- afschot minimaal 10 mm/m (in/onder de vloer);
- afschot 20 mm/m wanneer de verzamelleiding boven de vloer ligt;
- aantal richtingsveranderingen maximaal tweemaal 45° ;
- aansluiting volgt op booster of standleiding;
- booster aansluiting ontwerpmiddellijn maximaal 100 mm;
- booster verzorgt verdere transport in de verzamelleiding.

NEN 3215 en NTR 3216

Een van de installatiebedrijven heeft niet de ontwerputgangspunten van Geberit of WISA gehanteerd en heeft zelf de ontwerputgangspunten bepaald op basis van de NEN 3215 en NTR 3216. Een leiding met een ontwerpmiddellijn 100 mm is toegepast met meer afschot. De exacte uitvoering is afhankelijk van de situatie op de bouwplaats. Alle installatiebureaus geven aan dat het afschot in de praktijk altijd kan afwijken van tekening doordat door de installateur ook maatwerk op locatie wordt geleverd.

In een ander project heeft een installateur bij de eerste toiletten vanaf de standleiding leidingen toegepast met een ontwerpmiddellijn van 100 mm. De overige toiletten hebben een leiding van ontwerpmiddellijn 84 mm gekregen. Ze zijn allen geplaatst onder een groter afschot dan in andere situaties zou worden toegepast, namelijk 10 mm/m. Ook is er in deze situatie extra ontluchting toegepast. De noodzaak van extra ontluchting kon echter niet aangetoond worden.

Een andere installateur heeft ook op basis van de NEN 3215 en NTR 3216 het ontwerp gedimensioneerd. Hierbij is een afschot gehanteerd van 5 mm/m, een ontwerpmiddellijn 100 mm en extra ontluchting.

Aanvulling richtlijnen

Het merendeel van de geïnterviewde installateurs vindt dat closetspoelingen kleiner dan 6 liter kunnen worden toegepast indien er richtlijnen voor zijn opgesteld. De richtlijnen moeten ook onderbouwd worden door de praktijk.

5.4. Conclusie

Vanuit de geïnterviewde installateurs zijn aangepaste richtlijnen gewenst om closet-spoelingen kleiner dan 6 liter mogelijk te maken. Indien er richtlijnen in de NEN 3215 en NTR 3216 zijn opgenomen, hebben de installateurs ook richtlijnen om naar te verwijzen en mee te werken. Dit verschaft ook duidelijkheid naar de installatiebedrijven. In de huidige situatie wordt gebruik gemaakt van ontwerputgangspunten die afkomstig zijn van Geberit en van WISA. De ontwerputgangspunten van Geberit en van WISA zijn verschillend. De ontwerputgangspunten van Geberit zijn gebaseerd op richtlijnen uit Duitsland en de ontwerputgangspunten van WISA op studies van Sphinx/WISA. Er zijn echter ook installateurs die op basis van NEN 3215 en NTR 3216 voor 6 liter het ontwerp hebben gemaakt.

6. VOORSTELLEN ONTWERPUITGANGSPUNTEN

6.1. Inleiding

Uit de literatuur en de interviews die zijn afgenomen is een aantal factoren af te leiden die de transportafstand en het spoelgedrag beïnvloeden.

- ontwerpuitgangspunten:
 - ontwerpmiddellijn van de leiding;
 - afschot;
 - maximale lengte van de closettoestel- en/of verzamelleiding;
 - aantal richtingsveranderingen;
- closetpot en reservoir: de zwakste combinatie bepaalt de maximale transportafstand:
 - afvoergolf vanuit het closet;
- gebruik:
 - closetpapier draagt bij aan de transportafstand van vaste stoffen. Overmatig gebruik van closetpapier draagt niet bij aan de transportafstand. Er is een relatie tussen de treksterkte van het closetpapier en de transportafstand;
 - oneigenlijk gebruik; vetresten, maandverband, verf, etc. zijn materialen die niet in het closet en riool thuis horen. Oneigenlijk gebruik leidt tot een verhoogd risico op verstoppingen, vermindering van de transportafstand en minder goed spoelen;
 - schoonmaakartikelen: items die in of aan de rand van de closetpot bevestigd worden beïnvloeden het spoelgedrag;
 - gedrag: het gebruik van de grote (volledige spoeling) knop en de kleine (halve spoeling) is niet bij iedereen bekend. Soms wordt meerdere malen gespoeld om de closetpot schoon te krijgen.

Uit de beschrijving hierboven blijkt zijn er meerdere factoren die door het ontwerp te beïnvloeden zijn. Het ontwerp wordt echter niet altijd toegepast zoals het op papier bedacht is. Er zijn dikwijls situaties die in de praktijk anders zijn waarbij de installateur op locatie moet handelen. Indien het ontwerp is uitgevoerd zijn er de gebruiksfactoren die de transportafstand en het spoelgedrag beïnvloeden. Om een goed functionerend leidingstelsel te hebben zijn er meer factoren dan de ontwerpuitgangspunten van belang. De basis voor een goed functionerend leidingstelsel begint bij het ontwerp.

6.2. Voorstel ontwerpuitgangspunten

Op basis van de beschikbare literatuur en onderzoeken is niet vast te stellen welke ontwerpuitgangspunten zouden moeten worden gehanteerd voor een closetspoeling kleiner dan 6 liter. Een vertaalslag van de internationale literatuur naar de Nederlandse praktijkomstandigheden is niet te doen omdat de informatie in de beschreven onderzoeken veelal beperkt is tot het onderzochte onderdeel van de riolering en de informatie geen betrekking heeft op het totale ontwerp en het functioneren van rioleringsstelsel met zijn al dan niet specifieke ontspanning. Enige houvast biedt EN 12056.

In 4.3 van het rapport staat beschreven dat stelsel II uit EN 12056 het meest overeenkomt met het in Nederland gangbare stelsel, voor zover de aansluitvolgorde van de lozingstoestellen en de beluchting op gelijke wijze als in Nederland wordt uitgevoerd [ref. 17.]. NEN 3215 is gebaseerd op het primaire ontspanningstelsel met een maximale vullingshoogte van 70 % in liggende leidingen. Dit sluit aan bij stelsel II. Het in Duitsland toegepaste stelsel I, gaat uit van een vullingshoogte van 50 %, eveneens gebaseerd op een primair ontspanningstelsel.

In de werkgroep ST 38 zijn twee voorstellen behandeld die in de volgende paragrafen zijn uitgewerkt. De twee voorstellen betreffen:

- Voorstel A: Op basis van literatuur kan met opgelegde randvoorwaarden aan de maximale lengte van een closettoestel- en/of verzamelleiding, afschot en ontwerpmiddellijn van een leiding een closetspoeling kleiner dan 6 liter worden toegepast. Tabel 6.1 geeft deze randvoorwaarden. Die blijken voor het overgrote deel goed aan te sluiten op de gemiddelde meetresultaten met de testopstellingen van voorstudies ST 12 en ST 14, wanneer deze resultaten met een factor 0,5 worden gecorrigeerd voor praktijksituaties. Indien de closettoestel-/verzamelleidingen conform de onderzoeksresultaten worden uitgevoerd, zijn er geen problemen te verwachten. In tabel 6.2 is naar voorbeeld van tabel 4.2 uit NTR 3216:2012, een voorstel uitgewerkt hoe de 4 liter closetspoeling in NEN 3215 zou kunnen worden geïmplementeerd. Dit is ook weergegeven in afbeelding 6.1. In NEN 3215 is ook de invloed van bochten opgenomen. Dit is opgenomen in tabel 6.3.
- Voorstel B: Op basis van de Duitse norm DIN 1986 zijn de ontwerputgangspunten voor een spoelvolumen kleiner dan 6 liter bepaald. In tabel 6.4 en afbeelding 6.3 zijn de bepaalde ontwerputgangspunten weergegeven. Deze ontwerputgangspunten zijn afgeleid van een norm die in de praktijk (Duitsland) reeds wordt toegepast. De ontwerputgangspunten die afgeleid zijn van de Duitse norm zijn minder strikt dan voorstel A. Het is echter niet vanzelfsprekend dat de Duitse norm in Nederland tot geen problemen zal leiden. De Duitse norm wordt voornamelijk toegepast op 4,5 liter spoelingen.

De voorstellen A en B zijn niet van toepassing bij 4 liter scheidingclosets.

Tabel 6.1. Ontwerputgangspunten literatuur

ontwerputgangspunt	< 6 liter spoeling	bron
ontwerpmiddellijn	DN 90 DN 90 of 110 DN 90 of DN 110 110 mm DN 90 DN 90	Duitsland WISA ref. 20. Finland* ref. 22. ref. 30.
afschot aansluitleiding	10 mm/m 20 mm/m	Duitsland Finland*
afschot waar <6 liter closet is aangesloten	15 mm/m 10 mm/m (in/onder de vloer) 20 mm/m (boven de vloer) 20 mm/m 15 tot 20 mm/m 40 mm/m 20 mm/m	Duitsland WISA WISA ref. 22. ref. 30. Noorwegen Finland
maximale lengte	10,0 m 5,0 m (bij 90 mm) 3,0 m (bij 110 mm) 3,0 m (bij 20 mm/m) 10 m (bij 40 mm/m)	Duitsland WISA WISA ref. 20. ref. 20.
richtingsveranderingen horizontale leiding	2 maal 90° (excl. voetbocht closet) tweemaal 45° tweemaal 45°	Duitsland WISA ref. 20.

* De norm wordt herzien.

6.3. Voorstel A

ST 12 [ref. 5.] en ST14 [ref. 6.] vormen de basis voor voorstel A. In ST 12 [ref. 5.] is door middel van een proef de transportafstand van de closettoestelleiding + verzamelleiding tot aan de standleiding bemeten. In ST 14 [ref. 6.] is door middel van een proef de transportafstand in de verzamelleiding na de standleiding bemeten.

Tabel 6.2. Voorstel A implementatie 4 liter closetspoeling in NEN 3215

Maximum leidinglengte van een liggende leiding

aangesloten toestellen		ontwerpmiddellijn (mm)	leidingafschot	leidingafschot (mm/m)	maximum lengte liggende leiding (m)	maximum gesommeerde richtingsverandering ¹
1a	leiding op vloer ² : $\Delta h \leq 0,25$ m, 1 x 45° voetbocht closet of bovenaansluiting op verzamelleiding met T 45 °, en wordt voldaan aan NTR 3216, bijlage E, par. E.3.3 ≥ 1 closet, spoelvolumen < 6 l en ≥ 4 l	84	1:100	10 mm/m	5	0°
1b	leiding in vloer ³ : $\Delta h \leq 0,4$ m en > 0,25 m 2 x 45° voetbocht closet ≥ 1 closet, spoelvolumen < 6 l en ≥ 4 l	84	1:50	20 mm/m	3,5	90°
leiding onder vloer: $\Delta h \leq 1$ m en > 0,4 m 2 x 45° voetbocht closet						
1c	≥ 1 closet, spoelvolumen < 6 l en ≥ 4 l	84	1:100	10	4 *	180 °
		84	1:67	15	5 *	180 °
		84	1:50	20	6 *	180 °
2	≥ 1 closet, spoelvolumen < 6 l en ≥ 4 l, plus na het eerste closet ten minste 1 lozingstoestel ⁴ $\geq 0,75$ l/s	84	1:100	10	6 **	180 °
		84	1:67	15	8 **	180 °
		84	1:50	20	10 **	180 °

¹ De som richtingsverandering heeft betrekking op bochten en T-stukken in de liggende leiding.

² NTR 3216, Bijlage E 'Afvoerleidingen in voorzetwanden', par. E.3.3: Een bovenaansluiting op de liggende leiding met een ontwerpmiddellijn van 84 mm of groter is voor het wandcloset alleen toegestaan als de hoek tussen de assen van de stam en de spruit van het spruitstuk 45° bedraagt en de energiehoopte van het spoelwater in het closetreservoir tenminste 140 mm bedraagt ten opzicht van de bovenkant van het wandcloset. *Toelichting: de energiehoopte betreft hier de minimumhoopte van de (rest)waterstand in het reservoir na een volledige spoeling.*

³ In de praktijk komt het voor dat in betonvloeren opgenomen afvoerleidingen min of meer op tegenschot komen te liggen als gevolg van de werkwijze van betonstorten op de bouwplaats, en daarna soms ook door doorbuiging van de betonvloer. Voor 4 liter spoeling is de bewaking van de robuustheid van het afvoersysteem van groot belang. Daarom is voor deze praktijk situatie een extra veiligheidsmarge opgenomen voor het afschot en de maximale leidinglengte.

⁴ In het ontwerp moet worden nagegaan of de aard van de lozing (frequentie en lozingsduur), alsmede de lengte van de toestel- /verzamelleiding van dat lozingstoestel tot aan de aansluiting voorbij het closet, rekening

aangesloten toestellen		ontwerpmiddellijn (mm)	leidingafschot	leidingafschot (mm/m)	maximum lengte liggende leiding (m)	maximum gesommeerde richtingsverandering ¹
verzamelleiding benedenstrooms standleiding:						
3	aangesloten op standleiding ≥ 1 closet, spoelvolumen $< 6 \text{ l}$ en $\geq 4 \text{ l}$ op verzamelleiding geen lozingstoestellen direct aangesloten	84	1:200	5	3 ***	- - -
4	aangesloten op standleiding: 1-5 closets, spoelvolumen $< 6 \text{ l}$ en $\geq 4 \text{ l}$, plus ten minste 1 lozingstoestel $\geq 0,75 \text{ l/s}$ verzamelleiding: $\sum$ basisafvoeren $\leq 10 \text{ l/s}$	84	1:200	5	geen beperking	-
5	aangesloten op standleiding: > 5 closets, spoelvolumen $< 6 \text{ l}$ en $\geq 4 \text{ l}$, plus ten minste 2 lozingstoestellen $\geq 0,75 \text{ l/s}$ verzamelleiding: $\sum$ basisafvoeren $> 10 \text{ l/s}$	100	1:200	5	geen beperking	-

* Afgeleid van ref. 5: ST-12, tabel 7.1 (zie ook bijlage II, afbeelding II.1). Voor verschil tussen metingen testopstellingen en praktijksituaties is een factor 0,5 aangehouden.

** Door de positieve invloed op het transportmechanisme van een bovenstroomse lozing (ref. 6: ST-14, bijlage 1) is de maximale leidinglengte een factor 1,5 tot 1,66 groter.

*** Afgeleid van ref. 6: ST-14, bijlage 1. Voor verschil tussen metingen testopstellingen en praktijksituaties is een factor 0,5 aangehouden.

houdend met de aansluitvoorschriften in NEN 3215, voldoende waarborgen biedt voor de beoogde positieve invloed op het transportmechanisme van de vaste stoffen vanuit het closet. *Opmerking: In de praktijk is dat veelal niet het geval.* Indien op een verzamelleiding meerdere closets lozen, moet met de aansluiting van de afvoerleiding van de andere lozingstoestellen dan closets, rekening worden gehouden met het voorschrift 4.1.5 van NEN 3215: 2014.

The diagram illustrates five examples (1a-1e) of sanitary pipe layouts for a building, showing various configurations of pipes, valves, and fixtures (sinks, toilets) with associated technical specifications.

Example 1a: Shows a layout with three toilets (closet) and two sinks (basisafvoer 0,75 l/s). Key specifications include:

- Top toilet: $h \leq 1 \text{ m}$ en $> 0,4 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 5 \text{ m}$ bij afschot 15 mm/m.
- Middle toilet: $h \leq 0,4 \text{ m}$ en $> 0,25 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 3,5 \text{ m}$ bij afschot 20 mm/m.
- Bottom toilet: $h \leq 0,25 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 5 \text{ m}$ bij afschot 10 mm/m.
- Bottom sink: $l \leq 3 \text{ m}$ bij afschot 5 mm/m, $\varnothing 84 \text{ mm}$.
- Far right sink: l geen beperking, afschot 5 mm/m, $\varnothing 110 \text{ mm}$.

Example 1b: Shows a layout with three toilets (closet) and two sinks (basisafvoer 0,75 l/s). Key specifications include:

- Top toilet: $h \leq 1 \text{ m}$ en $> 0,4 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 5 \text{ m}$ bij afschot 15 mm/m.
- Middle toilet: $h \leq 0,4 \text{ m}$ en $> 0,25 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 3,5 \text{ m}$ bij afschot 20 mm/m.
- Bottom toilet: $h \leq 0,25 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 5 \text{ m}$ bij afschot 10 mm/m.
- Bottom sink: $l \leq 3 \text{ m}$ bij afschot 5 mm/m, $\varnothing 84 \text{ mm}$.
- Far right sink: l geen beperking, afschot 5 mm/m, $\varnothing 110 \text{ mm}$.

Example 1c: Shows a layout with two toilets (closet) and two sinks (basisafvoer 0,75 l/s). Key specifications include:

- Top toilet: $h \leq 1 \text{ m}$ en $> 0,4 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 4 \text{ m}$ bij afschot 10 mm/m.
- Middle toilet: $h \leq 1 \text{ m}$ en $> 0,4 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 10 \text{ m}$ bij afschot 20 mm/m.
- Bottom sink: l geen beperking, afschot 5 mm/m, $\varnothing 84 \text{ mm}$.

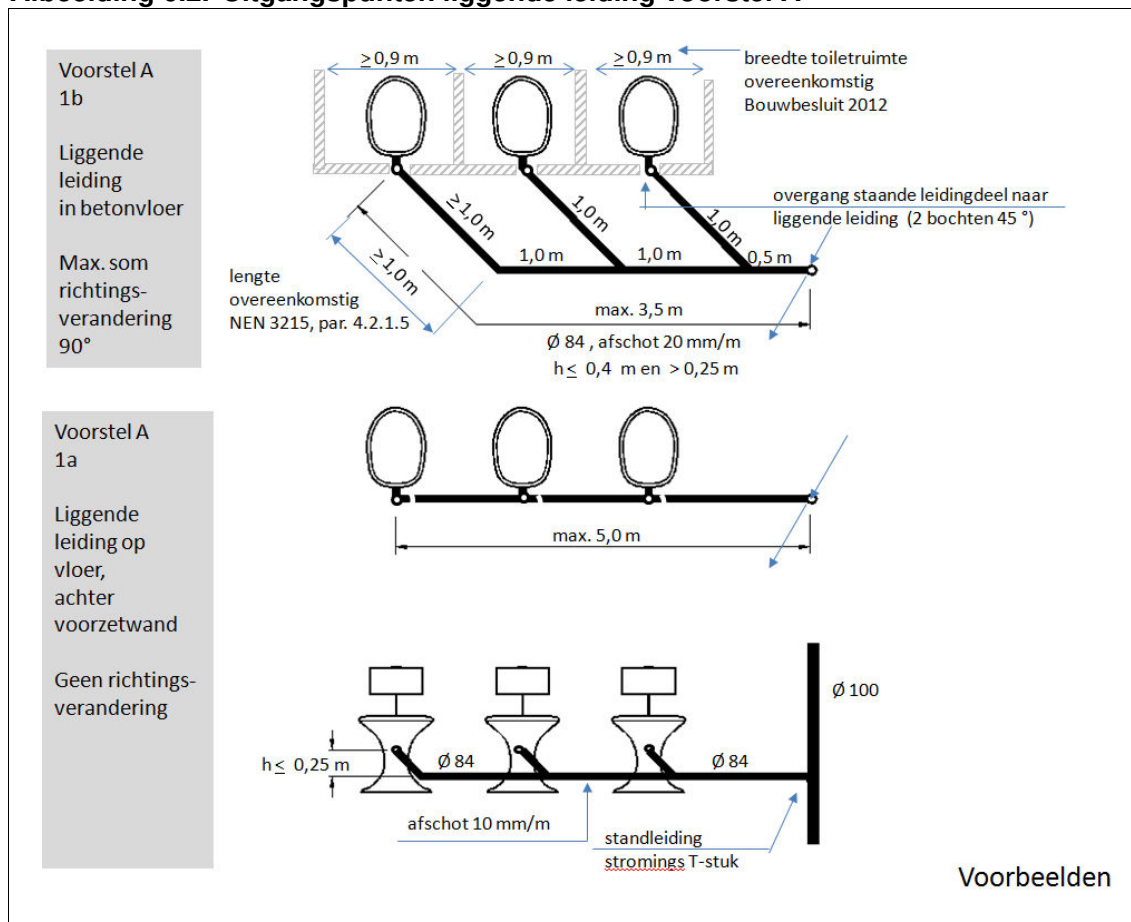
Example 2: Shows a layout with two toilets (closet) and two sinks (basisafvoer 0,75 l/s). Key specifications include:

- Top toilet: $h \leq 1 \text{ m}$ en $> 0,4 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 4 \text{ m}$ bij afschot 10 mm/m.
- Middle toilet: $h \leq 1 \text{ m}$ en $> 0,4 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 10 \text{ m}$ bij afschot 20 mm/m.
- Bottom sink: l geen beperking, afschot 5 mm/m, $\varnothing 84 \text{ mm}$.

Example 4: Shows a layout with two toilets (closet) and two sinks (basisafvoer 0,75 l/s). Key specifications include:

- Top toilet: $h \leq 1 \text{ m}$ en $> 0,4 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 4 \text{ m}$ bij afschot 10 mm/m.
- Middle toilet: $h \leq 1 \text{ m}$ en $> 0,4 \text{ m}$, $\varnothing 84 \text{ mm}$, $l \leq 10 \text{ m}$ bij afschot 20 mm/m.
- Bottom sink: l geen beperking, afschot 5 mm/m, $\varnothing 84 \text{ mm}$.

Afbeelding 6.2. Uitgangspunten liggende leiding voorstel A



NEN 3215 geeft ook in tabel 8 een beperking aan de som richtingsverandering, maar dan om het voorkomen van een hydraulische afsluiting. De som richtingsverandering heeft betrekking op een leidingtraject en dus alleen op bochten. Hoe groter het afschot, hoe kleiner de toegelaten som richtingsverandering in een leidingtraject. Echter, er wordt aan de som richtingsverandering geen beperking opgelegd indien de liggende leiding wordt gedimensioneerd op een capaciteit met factor $f = 0,85$.

Tabel 6.3. Maximaal gesommeerde richtingsverandering in een verzamelleiding (voor $f=1$)

leidingafschot				maximaal gesommeerde richtingsverandering (°)
>1:50	>20 mm/m	$\leq 1:75$	≤ 13 mm/m	22,5
>1:75	>13 mm/m	$\leq 1:100$	≤ 10 mm/m	45
>1:100	>10 mm/m	$\leq 1:140$	≤ 7 mm/m	67,5
>1:140	>7 mm/m	$\leq 1:180$	≤ 6 mm/m	90
>1:180	>6 mm/m	$\leq 1:200$	≤ 5 mm/m	112,5

6.4. Voorstel B

Op basis van de Duitse norm DIN 1986 is voorstel B opgesteld.

Tabel 6.4. Voorstel B implementatie 4 liter closetspoeling in NEN 3215

Maximum leidinglengte van een liggende leiding

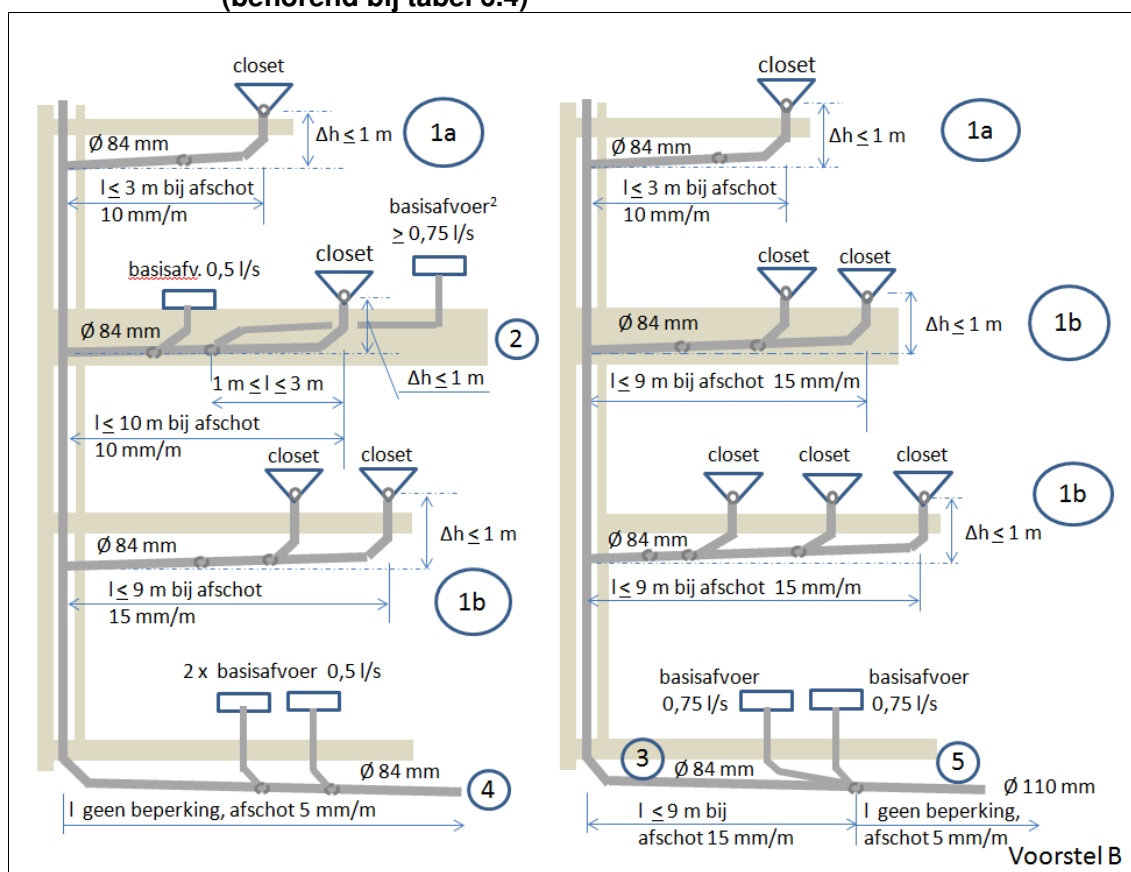
aangesloten toestellen $\Delta h \leq 1 \text{ m}$ 2 x 45° voetbocht closet		ontwerp- middellijn (mm)	leiding- afschot	leidingafschot (mm/m)	maximum lengte liggende leiding (m) *	maximum gesommeerde richtingsvera- ndering ¹
1a	1 closet, spoelvolumen < 6 l en $\geq 4 \text{ l}$	84	1:100	10	3	180°
1b	≥ 2 closets, spoelvolumen < 6 l en $\geq 4 \text{ l}$	84	1:67	15	9	180°
2	≥ 1 closet, spoelvolumen < 6 l en $\geq 4 \text{ l}$, plus ten minste 1 lozingstoestel ⁱ $\geq 0,75 \text{ l/s}$	84	1:100	10	10	180°
Verzamelleiding benedenstrooms standleiding						
3	aangesloten op standleiding: ≥ 1 closet, spoelvolumen < 6 l en $\geq 4 \text{ l}$ op verzamelleiding geen lozingstoestellen direct aangesloten	84	1:67	15	9	180°
4	aangesloten op standleiding: 1-5 closets, spoelvolumen < 6 l en $\geq 4 \text{ l}$, plus ten minste 1 lozingstoestel $\geq 0,75 \text{ l/s}$. verzamelleiding: Σ basisafvoeren $\leq 10 \text{ l/s}$	84	1:200	5	geen beperking	
5	aangesloten op standleiding: > 5 closets, spoelvolumen < 6 l en $\geq 4 \text{ l}$, plus ten minste 2 lozingstoestellen $\geq 0,75 \text{ l/s}$. verzamelleiding: Σ basisafvoeren $> 10 \text{ l/s}$	100	1:200	5	geen beperking	

* Afgeleid van de Duitse norm DIN 1986-100 i.c.m. EN 12056-2.

¹ De som richtingsverandering heeft betrekking op bochten en T-stukken in de liggende leiding.

² In het ontwerp moet worden nagegaan of de aard van de lozing (frequentie en lozingsduur), voldoende waarborgen biedt voor de beoogde positieve invloed op het transportmechanisme van de vaste stoffen vanuit het closet. *Opmerking: in de praktijk is dat veelal niet het geval.*

Afbeelding 6.3. Voorstel B: Voorbeelden implementatie 4 liter closetspoeling (behorend bij tabel 6.4)



7. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

7.1. Conclusie

Een vertaalslag van de internationale literatuur naar de Nederlandse praktijkomstandigheden is niet direct te maken omdat de informatie in de beschreven onderzoeken veelal beperkt is tot het onderzochte onderdeel van de riolering en de informatie geen betrekking heeft op het totale ontwerp en het functioneren van rioleringssysteem met zijn al dan niet specifieke ontspanning.

De verzamelde informatie in dit rapport bevestigt dat een leidingconfiguratie met een beperkte lengte tussen closets en standleiding en een beperkte som richtingsverandering in die liggende leiding, alsmede en een juiste ontwerp-middellijn en een voldoende afschot, de toepassing van closets met een spoelvolume kleiner dan 6 liter mogelijk maakt, omdat de vaste stoffen dan in één of meerdere spoelingen er uit worden gevoerd. Op basis van (inter)nationale literatuur zijn twee voorstellen uitgewerkt. Aanbevolen wordt om dit in de praktijk door middel van pilots te bevestigen.

Tegelijkertijd moet worden vastgesteld dat die voorwaarden in de huidige Nederlandse bouwpraktijk niet of nauwelijks zijn te realiseren. Zonder aanpassing van vloerdikten en plafondhoogten zijn de vereiste afschotten niet mogelijk. In de bouwpraktijk blijkt nu al vaak dat niet voldaan wordt aan het voorgeschreven afschot van afvoerleidingen. De robuustheid van het rioleringssysteem volgens de huidige Bouwbesluitnorm NEN 3215 compenseert nu nog gedeeltelijk dat probleem. Maar bij toepassing van closetspoelingen kleiner dan 6 liter is het afschot toch echt cruciaal.

Indien men closetspoelingen kleiner dan 6 liter wil toepassen kan dat dus niet zonder bouwkundige aanpassingen en/of concessies. Wanneer de Nederlandse bouwpraktijk niet in staat is om meer 'ruimte' te geven voor het afschot van riolering en aanpassingen door te voeren in de ruimtelijke indeling voor toiletruimten ten opzichte van leidingschachten, in verband met de beperkte leidinglengten, lijken de toepassingsmogelijkheden van closetspoelingen kleiner dan 6 liter beperkt.

Het toepassen van closetspoelingen kleiner dan 6 liter zonder aanpassing van het rioleringssysteem leidt tot verstoppingen als gevolg van onvoldoende transportafstand van fecale stoffen, aangroei van vervuiling op de binnenwanden, toename van rioolvliegjes in de leidingen die kunnen ontsnappen door leeg getrokken watersloten en bij het ontstoppen van afvoerleidingen. Een toename van het directe contact tussen het rioolmilieu en binnenmilieu kan een bedreiging zijn voor de volksgezondheid, met name in woon-gebouwen, zorgcomplexen en ziekenhuizen.

Een aangepast rioleringssysteem voor een spoeling kleiner dan 6 liter dient alleen te worden toegepast indien is vastgelegd welke closetpotten geschikt zijn.

Installatiebedrijven

Door de toepassing van 6 liter en 4 liter closetspoelingen zal het op termijn lastiger worden voor installateurs om te beoordelen op welk spoelvolume een afvoersysteem berekend is.

7.2. Aanbevelingen

Vervolg vragen

In deze studie vallen additionele voorzieningen (stroomvergroter, vacuüm toiletsysteem) buiten de scope. Locaties waar additionele voorzieningen zijn toegepast kunnen echter extra informatie opleveren. Voor een vervolgstudie wordt het aanbevolen om het traject tot aan de stroomvergroeters (boosters) mee te nemen.

De verwachting is ook dat informatie over de praktijk ingewonnen kan worden bij rioolontstoppingsbedrijven. Indien het mogelijk is, geeft een analyse van het aantal verstoppingen/ontstoppingen tegen het toegepaste spoelvolumen en gerealiseerd ontwerp in de tijd meer inzicht in de praktijk. Ook kan informatie ingewonnen worden over ervaringen van verstoppingen als gevolg closetpapiergebruik. Op basis van de praktijk kunnen ook de verstoppingsgevoelige punten in het afvoersysteem in beeld gebracht worden.

Het gedrag van gebruikers is van belang bij het besparen van water. Het gebruik van een grote en een kleine spoelknop voor een volledige spoeling of een halve spoeling is niet alom bekend. Het verschil tussen de volledige en halve spoeling neemt bij kleinere spoelvolumes af. Hierdoor wordt het verschil door de gebruiker minder goed waargenomen. Het bewust maken van de gebruikers van een grote en kleine spoeling is van belang voor het effect van waterbesparende voorzieningen. Hoe het gedrag van gebruikers veranderd kan worden is, kan wellicht worden onderzocht in een vervolgonderzoek.

Implementatie voorstellen

In deze studie ST 38 zijn twee voorstellen gedaan voor ontwerpuitgangspunten voor spoelvolumes kleiner dan 6 liter. Voor beide voorstellen is geen volledige onderbouwing dan wel praktijkervaring aanwezig. Nader onderzoek op laboratorium schaal dan wel pilot niveau is hiervoor van belang. De voorgestelde studie dient plaats te vinden met 4 liter spoelsystemen, de ondergrens van de wettelijk toegelaten CE producten.

Om ontwerpuitgangspunten in de NEN 3215 en/of NTR 3216 op te kunnen nemen, is inzicht in het functioneren van en zijn ervaringen met beide ontwerpuitgangspunten van belang. Aanbevolen wordt ook om onderzoek te doen met testopstellingen van configuraties zoals opgenomen in tabel 6.2 en 6.4 en indien de mogelijkheid zich voordoet, een pilot uit te voeren in de praktijk.

.

.

BIJLAGE I REFERENTIES

1. TNS NIPO, Watergebruik Thuis 2013. 17 februari 2014.
2. Schlunke, A. Lewis J. & Fane, S, 2008, *Analysis of Australian opportunities for more efficient toilets*, [prepared for the Australian Government Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts], Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney, February.
3. Dutch Green Building Council, Beoordelingsrichtlijn 2014 versie 1.01 september 2014.
4. TVVL, Voorstudie ST 7. Studie naar de effecten van waterbesparende toestellen en hergebruik van water op het ontwerp van de binnenriolering. December 2000.
5. TVVL, Voorstudie ST 12. Studie naar de effecten van waterbesparende wc's met een spoelvolume kleiner dan 6 liter op het ontwerp van de binnenriolering. Januari 2005.
6. TVVL, Vervolgstudie ST 14. Studie naar de effecten van waterbesparende wc's met een spoelvolume van 4 liter op het ontwerp van de grondleiding. April 2007.
7. Dr. Steve Cummings. Presentatie: Research implications for future sustainable building drainage systems. Building Australia's future 2013.
8. E. Friedler, D.M. Brown en D. Butler, A study of WC derived sewer solids. Wat. Sci. Tech. Vol. 33, No. 9, pp 17-24, 1996.
9. Will Scheffer, Verkeerd gebruik groter boosdoener. Waterzuinig toilet lijkt ramp voor het riool. Intech mei 2001.
10. J.S. Arocha en L.M.J. McCann, Behavioral economics and the design of a dual-flush toilet, oktober 2012.
11. B. Gauley en J. Koeller, Evaluation of Water-Efficient Toilet Technologies to Carry Waste in Drainlines. Maart 2005.
12. www.praktischduurzaam.nl.
13. Bouwbesluit 2012.
14. NEN 3215, december 2011.
15. NTR 3216, Riolering van bouwwerken Richtlijnen voor ontwerp, uitvoering en beheer Herziene uitgave 2012.
16. EN 12056-2, Gravity drainage systems inside buildings - Part 2: Sanitary pipework, layout and calculation.
17. NVN 12056 Ref. nr. NVN 12056:2008 nl.
18. GEBERIT, Leitfaden zur Abwassernorm. Bemessung und Verlegung von Abwasserleitungen nach DIN EN 12056 und DIN 1986-100.
19. DG JRT (IPTs) Development of EU Ecolabel Criteria for Flushing Toilets and Urinals Technical Report. May 2013.
20. DS 432. Dansk Standard. Norm for afløbsinstallationer Code of Practice for Sanitary Drainage – Wastewater Installations.
21. Heriot-Watt University. Assessment of the impact of low flush volume WCs on building drainage system operation. March 2011.
22. A. Silva-Afonso, J. Bernardo en C. Pimentel-Rodrigues. Implications of reduced flush volumes in building drainage: An experimental study. CIBW062 Symposium 2013.
23. Prof. M. Otsuka, Vier liter closetspoeling blijft kritisch. Vertaling en bewerking W.G. van der Schee. TVVL Magazine 09-2013.
24. KIWA. Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor Closetreservoirs, BRL-K620/06 Concept 20 juni 2014.
25. KIWA. Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor Closetpotten. BRL-K619/07 Concept 11 april 2014.
26. Environment Agency. Less water to water. Impact of reductions in water demand on wastewater collection and treatment systems Science project SC060066. Februari 2008.
27. J.C. van der Vliet en E. de Graaf. Oriënterend onderzoek sedimentatie beginstrengen DWA-riolering. Vakblad Riolering 20(2014)januari, pagina 18-19.
28. KWR. Effecten van alternatieve sanitatie. Maart 2013.
29. K. Littlewood en D. Butler. Movement mechanisms of gross solids in intermittent flow. Water Science and Technology. Vol 47 No 4 pp 45-50 2003.

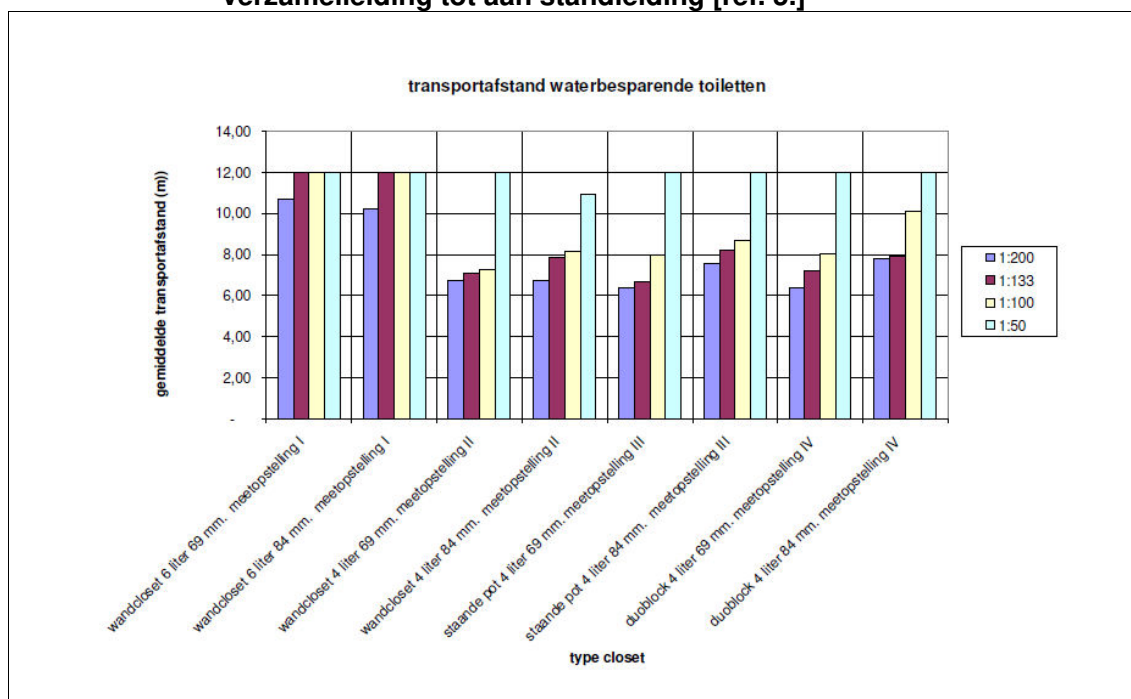
30. W. Scheffer. EU-richtlijnen voor watergebruik closets. Presentatie 12 december 2013.
31. W. Scheffer. Watercloset in wandclosets leeggetrokken. April 2011.
32. W. Scheffer. Uitvoeringsvorm toestelleiding closet opnieuw onderzocht. Januari 2014.
33. D. Richters. Stinkende Kanäle (RP Online) Stadt rät Bürgern, weniger Wasser zu sparen, 29.06.2011.
34. J. Guthke Geruchsbelästigung Berlin spart Wasser - und stinkt 04.08.2009.
35. C.J. Yen, W.G van der Schee en W.J.H. Scheffer. Infectie via rioleringssystemen in gebouwen. TVVL Magazine januari 2007.
36. <http://nl.wikipedia.org/wiki/Motmuggen> bezocht op 22 februari 2015.

BIJLAGE II RESULTATEN TRANSPORTAFSTAND LITERATUUR

Tabel II.1. Transportafstand [ref. 22.]

spoelvolume	ontwerpmiddellijn (mm)	9.	leidingafschot	transportafstand (m)
4 liter	11.	90	10 mm/m	5 – 10
			20 mm/m	6 – 10,3
	110		10 mm/m	5 – 8
			20 mm/m	5 - 10
6 liter	90		10 mm/m	8 – 10,3
			20 mm/m	-
	110		10 mm/m	8 – 10,5
			20 mm/m	10

Afbeelding II.1. Transportafstand 6 liter en 4 liter spoelvolumes in toestel-/verzamelleiding tot aan standleiding [ref. 5.]



Tabel II.2. Transportafstand 7,5 liter spoeling afschot 5 mm/m in verzamelleiding na standleiding [ref. 6.]

serie-nummer	reservoir liters	spoellichaam 0,08 m			spoellichaam 0,04 m			tissues		
		1e	2e	3e	1e	2e	3e	1e	2e	3e
1	7,5	9,5	10,0		10,0			10,0		
2	7,5	8,8	9,6	9,6	10,0			10,0		
3	7,5							10,0		

Tabel II.3. Transportafstand 6 liter spoeling afschot 5 mm/m in verzamelleiding na standleiding [ref. 6.]

serie-nummer	reservoir liters	spoellichaam 0,08 m			spoellichaam 0,04 m			tissues		
		1e	2e	3e	1e	2e	3e	1e	2e	3e
1	6	7,5	8,9	9,5	9,0	9,25	9,3	10,0		
2	6	9,0	9,75	10,0	7,75	8,25	9,5	10,0		
3	6									

Tabel II.4. Transportafstand 6 liter spoeling afschot 7,5 mm/m in verzamelleiding na standleiding [ref. 6.]

serie-nummer	reservoir liters	spoellichaam 0,08 m			spoellichaam 0,04 m			tissues		
		1e	2e	3e	1e	2e	3e	1e	2e	3e
1	6	7,4	7,75	8,25	8,5	9,75	10,0	10,0		
2	6	7,5	7,7	7,9	8,2	9,2	9,8	10,0		
3	6									

Tabel II.5. Transportafstand 6 liter spoeling afschot 10 mm/m in verzamelleiding na standleiding [ref. 6.]

serienummer	reservoir liters	spoellichaam 0,08 m			spoellichaam 0,04 m			tissues		
		1e	2e	3e	1e	2e	3e	1e	2e	3e
1	6	7,75	9,0	9,5	10,0			10,0		
2	6	6,5	9,0	9,5	8,5	10,0		10,0		
3	6									

Tabel II.6 Transportafstand 4 liter spoeling afschot 5 mm/m in verzamelleiding na standleiding [ref. 6.]

serie-nummer	reservoir liters	spoellichaam 0,08 m			spoellichaam 0,04 m			tissues		
		1e	2e	3e	1e	2e	3e	1e	2e	3e
1	4	6,25	6,25	6,25	4,7	5,25	6,0	2,8	10,0	
2	4	3,25	4,75	5,3	4,75	5,7	6,2	2,8	5,0	10,0
3	4									

Tabel II.7. Transportafstand 4 liter spoeling afschot 7,5 mm/m in verzamelleiding na standleiding [ref. 6.]

serie-nummer	reservoir liters	spoellichaam 0,08 m			spoellichaam 0,04 m			tissues		
		1e	2e	3e	1e	2e	3e	1e	2e	3e
1	4	3,5	5,0	5,3	4,25	5,4	5,85	10,0		
2	4	5,0	5,9	6,1	4,6	5,8	6,0	5,0	10,0	
3	4									

Tabel II.8. Transportafstand 4 liter spoeling afschot 10 mm/m in verzamelleiding na standleiding [ref. 6.]

serie-nummer	reservoir liters	spoellichaam 0,08 m			spoellichaam 0,04 m			tissues		
		1e	2e	3e	1e	2e	3e	1e	2e	3e
1	4	1,6	4,4	5,0	3,5	4,9	5,2	3,0	10,0	
2	4	3,2	4,1	4,8	3,9	4,9	5,25	10		
3	4							3,5	10,0	

