

Infectie via rioleringsystemen in gebouwen

Als onderdeel van het beleidsplan van de afdeling ST van de TVVL wordt door die afdeling deelgenomen aan het jaarlijkse CIB-W062 symposium. CIB staat voor International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Het congres dient om wereldwijd kennis uit te wisselen op het gebied van sanitaire installaties. In september 2005 organiseerde het WTCB in Brussel het symposium. Deelnemers uit verschillende landen presenteerden de resultaten van hun onderzoek. De National Taiwan University of Science and Technology in Taipei doet veel onderzoek naar de stroming in rioleringsystemen. Dit artikel gaat in op een onderzoek naar kans op infectie via rioleringsystemen in gebouwen.

- door C.J. Yen*. Vertaling en bewerking
W.G. van der Schee en W.J.H. Scheffer*****

Een rioleringsstelsel in een gebouw heeft uit het oogpunt van gezondheid een belangrijke functie: veilig en hygiënisch afvoeren van (huishoudelijk) afvalwater en menselijke uitscheidingsproducten (fecaliën en urine). Het transport van het afvalwater en de vaste afvalstoffen (fecaliën) vindt in verreweg de meeste gevallen plaats door middel van de zwaartekracht. Tevens moet worden voorkomen dat lucht met besmette aerosolen vanuit de riolering zich verspreiden in de vertrekken. De meest voorkomende barrière tussen de lucht in het rioleringsstelsel en de vertrekken zijn de watersloten in de stankafsluiters. Watersloten kunnen lucht doorlaten als ze worden leeg gezogen (onderdruk), open geblazen (overdruk) of als het water is verdampt. Figuur 1 geeft schematisch de verspreiding van infecties via een rioleringsstelsel weer. De feces van een patiënt kunnen een bron van infectie zijn voor andere patiënten

als het rioleringsstelsel niet goed functioneert. De infectie van meerdere mensen ten gevolge van de SARS-uitbraak in Hong Kong richtte de aandacht op de kwaliteit van de rioleringsstelsels.

STROMING

Een lozing in een verzamelleiding van een rioleringsstelsel veroorzaakt een complexe stroming in de standleiding: een combinatie van vaste stoffen, vloeistof en lucht. De figuren 2 en 3 geven deze stroming weer.

De lozing vindt plaats bij S1 in de hoogst geplaatste wasbak, die is aangesloten op de horizontale verzamelleiding, die weer is aangesloten op de standleiding. In de ontspanningsleiding van de standleiding wordt lucht getransporteerd. De luchtstroom ontstaat omdat in het lager gelegen deel van de standleiding een mengsel van vaste delen, vloeistof en lucht valt. In



C.J. Yen



W.G. van der Schee



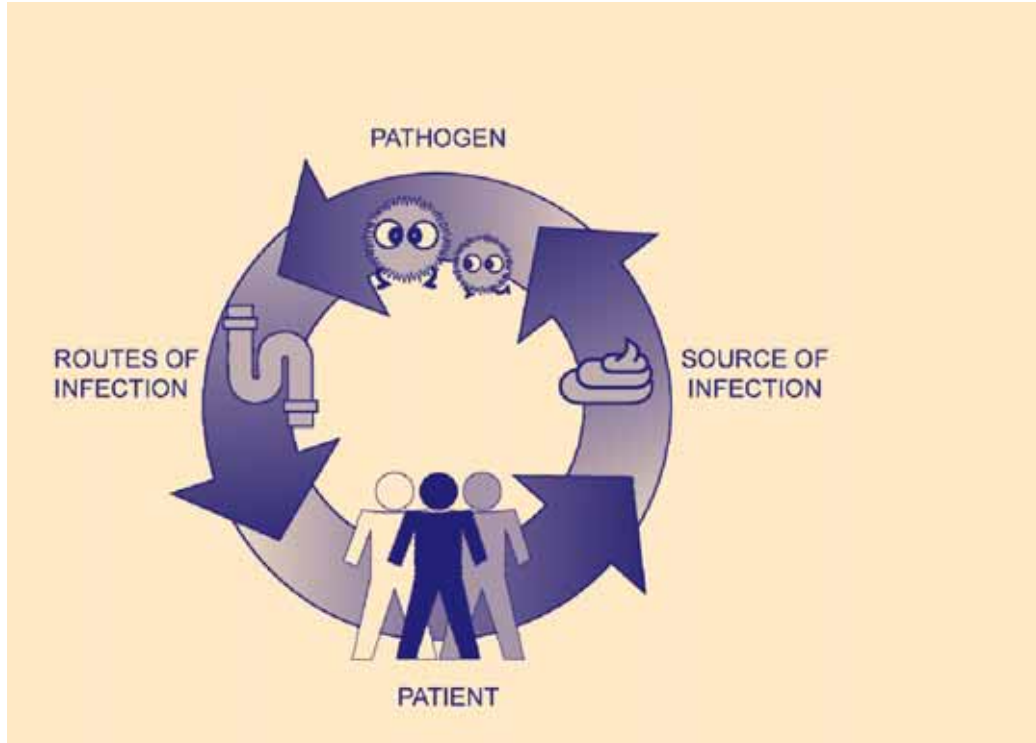
W.J.H. Scheffer

*National Taiwan University of Science and Technology, Department of Architecture, Taipei, Taiwan.

**Wolter & Dros te Amersfoort

***UNETO-VNI te Zoetermeer

het deel van de standleiding onder de aansluiting, van waaruit wordt geloosd, ontstaat een onderdruk. Als de onderdruk te groot wordt, worden de watersloten in de stankafsluiters bij S4 leeggezogen. In het onderste deel van de standleiding ontstaat een overdruk. Dat komt omdat aan de voet van de standleiding zich een watergordijn vormt waardoor in de standleiding de samengeperste lucht niet kan ontsnappen, met als gevolg dat de stankafsluiters bij S6 kunnen worden leeggeblazen. Zoals in figuur 3 is aangegeven, biedt de parallelle ontspanningsleiding de mogelijkheid de samengeperste lucht haar uitweg te laten vinden en daardoor voor een nivellering van de drukverschillen in de standleiding zorgt.



Verspreiding van infecties via een rioleringsstelsel.

FIGUUR 1.

VERSPREIDEN INFECTIES

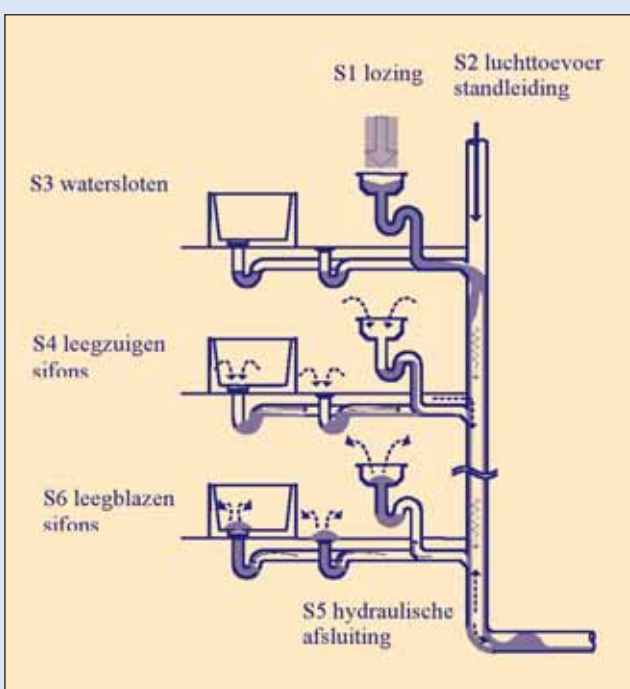
De onderzoekers van de National Taiwan University of Science and Technology proberen de rioleringsystemen te analyseren met de "Failure Mode Effect Analysis" (FMEA). Het doel is om de risicofactoren van een rioleringsstelsel te bepalen, en daarmee de kans van het verspreiden van infecties aan te geven. De risicofactoren worden bepaald door meerdere coëfficiënten. Het resultaat wordt aangegeven in een tabel, die de kans op het verspreiden van infecties aangeeft. De tabel is voor ontwerpers in Taiwan een hulpmiddel om keuzes te maken uit de verschillen-

de rioleringsystemen.

De FMEA-methode is in 1949 ontwikkeld door het Amerikaanse Ministerie van Defensie om bij het bedenken van militaire missies de zwakke punten van personeel en materiaal te kwantificeren. De FMEA-methode kan ook worden toegepast om systematische zwakheden in een ontwerp- of fabricageproces te voorspellen en te rangschikken met als doel verbeterpunten aan te geven.

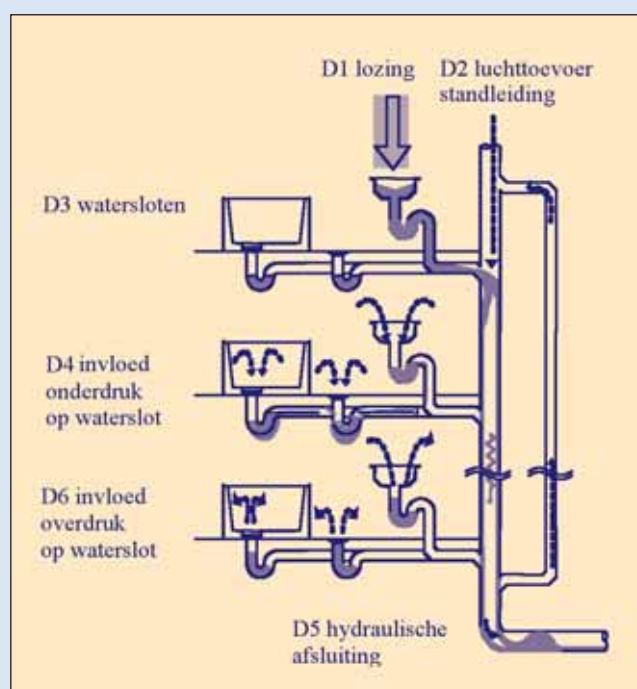
In de eerste fase van het onderzoek bepalen de onderzoekers de factoren die van invloed zijn op de kans op het

verspreiden van infecties via het rioleringsstelsel: de locatie van het gebouw, het gebruik van het gebouw, het gebouwtype, de omvang van het gebouw en het ontwerp van het rioleringsstelsel. De vloerput speelt hierin een belangrijke rol. Na het toetsen van de goede werking en kwaliteit van een vloerput wordt het rioleringsstelsel geanalyseerd, inclusief het vertrek waarin de afvoerput zich bevindt. In formule (1) bepalen vier termen het risico, Ris. De waarde van Ris zal uitkomen tussen de 0 en 10.



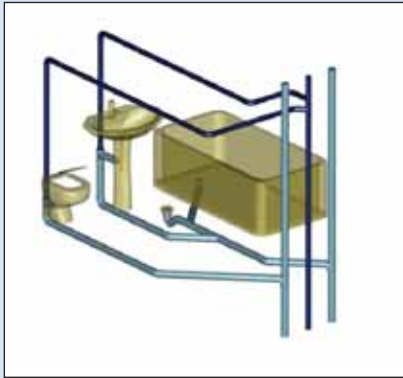
Principe van de stroming in een standleiding met primaire ontspanning.

FIGUUR 2.



Principe van de stroming in een standleiding met een parallel ontspanningssysteem

FIGUUR 3.



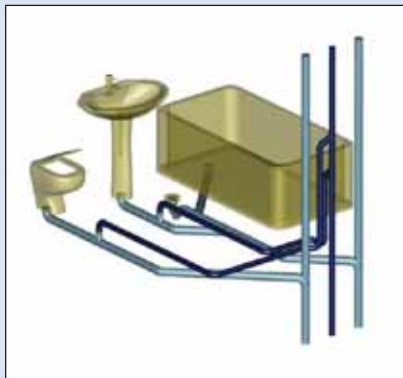
Secundair ontspanningssysteem met gescheiden standleidingen voor huishoudelijk afvalwater en closetwater (fecaliën) en aansluitingen op de aansluitleidingen bovenstrooms de stankafsluiters.

-FIGUUR 4A-



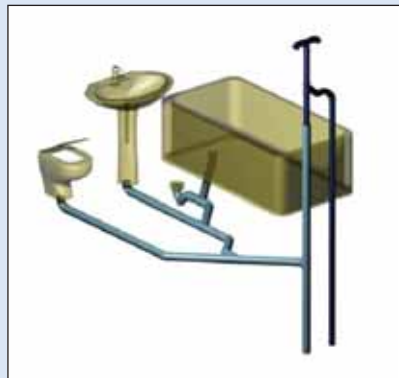
Direct parallel ontspanningssysteem met voor ieder type lozingstoestel een afzonderlijke standleiding.

-FIGUUR 4B-



Secundair ontspanningssysteem met gescheiden standleidingen voor huishoudelijk afvalwater en closetwater (fecaliën), en aansluitingen op de aansluitleidingen benedenstrooms de stankafsluiters.

-FIGUUR 4C-



Direct parallel ontspanningssysteem.

-FIGUUR 4D-

drukschommelingen in het riolerings-systeem, waardoor het waterslot wordt doorgeblazen of leeg getrokken. Hierdoor ontstaat een gevaar voor de verspreiding van infecties. Ieder sanitaire toestel heeft een anders gevormd waterslot. De onderzoekers constateerden dat voor verdamping van het waterslot 9 tot 23 dagen nodig is. In de Nederlandse situatie (NEN 3215 en NTR 3216) wordt uitgegaan van een initiële waterslotheogte van ten minste 50 mm, waarbij voor drukschommelingen wordt gerekend met een verlies van 15 mm door drukschommelingen (bij een gelijkbenige U-buis stankafsluiter), 20 mm verlies door verdamping (circa drie weken), en een restwaterslotheogte van 15 mm (bestand tegen drukschommelingen van 300 Pa). In tabel 1 staan als voorbeeld de coëfficiënten van de verschillende sanitaire toestellen.

Leidingsysteem

In Taiwan worden gewoonlijk voor laagbouw rioleringsystemen met primaire ontspanning gebruikt en voor hoogbouw rioleringsystemen met een parallelle ontspanning. Het huishoudelijk afvalwater en closetwater (fecaliën) worden volgens de lokale voorschriften met gescheiden leidingsystemen afgevoerd. In tabel 2 staan als voorbeeld de coëfficiënten voor de verschillende leidingsystemen die in Taiwan gebruikelijk zijn. In Nederland worden deze leidingsystemen niet toegepast, de figuren 4a tot en met 4d tonen een aantal van deze in Taiwan onderzochte leidingsystemen

$$R_{is} = T \times P \times I \times U \quad (1)$$

Waarin:

T = factor voor het waterslot

P = factor voor het type riolerings-systeem

I = factor voor de ventilatie van het vertrek

U = factor voor het gebruik en onderhoud

Achtereenvolgens worden de vier termen, die invloed hebben op de kwaliteit van het afvoersysteem toegelicht

Waterslot

Het uiteindelijke doel van sanitaire lozingstoestellen is huishoudelijk afvalwater en menselijke uitscheidingsproducten te ontvangen en deze via het leidingsysteem, veilig en hygiënisch af te voeren. Hiervoor worden waterclosets, urinoirs, bidets, wastafels, baden, keukenspoelbakken en vloerputten gebruikt. Het waterslot van de stankafsluiters in of aan deze toestellen

voorkomt dat rioollucht uit het riolerings-systeem ontsnapt naar de vertrekken. Rioollucht kan uit het riolerings-systeem ontsnappen door verdamping van het water in het waterslot of door

Factor	Toestel	Waterslot	Water-slot gevuld	Water-slot droog
t1	water closet	Stankafsluiter met waterslot	1,0	1,5
t2	urinoir	Stankafsluiter met waterslot	1,0	1,5
t3	wastafel	Stankafsluiter met waterslot	1,0	1,5
t4	bidets	Stankafsluiter met waterslot	1,0	1,5
t5	vloerput	Stankafsluiter met waterslot en afdekking	1,0	2
t6	uitstortgootsteen	Stankafsluiter met waterslot en afdekking	1,0	1,5
t7	toestel niet in gebruik	Afdekking	1,0	1,5

$$T = t_1 \times t_2 \times \dots \times t_7, \text{ indien } T > 2,0, \text{ dan } T = 2,0 \quad (2)$$

Voorbeeld van coëfficiënten van de verschillende sanitaire toestellen met watersloten.

-TABEL 1-

Factor	Ontspanningssysteem		Verdieping			
			onder 7 ^e	8 ^e - 15 ^e	16 ^e - 29 ^e	boven 30 ^e
p1	Primair	Aansluiting 45° *)	1,0	1,1	1,3	1,5
		Aansluiting 90°.	1,0	1,0	1,0	1,2
p2	Twee gescheiden standleidingen		1,0	1,1	1,2	1,3
p3	Secundair met gescheiden standleidingen voor huishoudelijk afvalwater en closetwater (fecaliën) met aansluitingen bovenstrooms de stankafsluiters, zie figuur 4a		1,0	1,1	1,2	1,3
p4	Direct parallel met voor ieder type lozings toestel een afzonderlijke standleiding, zie figuur 4b		1,0			
p5	Secundair met gescheiden standleidingen voor huishoudelijk afvalwater en closetwater (fecaliën), met aansluitingen benedenstrooms de stankafsluiters, zie figuur 4c		1,3			
p6	Direct parallel, zie figuur 4d		1,5			

*) In Taiwan wordt de aansluitleiding op de standleiding aangesloten met een bocht van 45 °C. In Nederland wordt deze aansluiting gemaakt met 90 °C.

$P = p_1 \times p_2 \times \dots \times p_6$, indien $P > 2,0$, dan $P = 2,0$ (3)

Voorbeeld coëfficiënten voor het leidingsysteem.

-TABEL 2-

Factor	Systeem	Soort ventilatie				
		Ruimte volledig geventileerd	Ventilatie in 90 % van de ruimte	Ventilatie in 80 % van de ruimte	Ventilatie in 60 % van de ruimte	Ventilatie in <60 % van de ruimte
i1	Natuurlijke ventilatie					
i2	Mechanische af- en toevoer	100 % verse lucht	100 % "verse" lucht via een ruimte	>50 % verse lucht	<50 % verse lucht	verse lucht
		0,8	1,1	1,2	1,3	1,5

$I = i_1 \times i_2 \times \dots \times i_3$, indien $I > 2,0$, dan $I = 2,0$ (4)

Voorbeeld coëfficiënten voor de ventilatie van het vertrek.

-TABEL 3-

Ventilatie van het vertrek

Het soort ventilatiesysteem is van invloed op de verversing van lucht in de vertrekken. Ventilatie is te verdelen in natuurlijke en mechanische ventilatie. Bij natuurlijke ventilatie bepaalt het aandeel van het vloeroppervlak van de ruimte wat wordt geventileerd, de risicofactor. Hoe kleiner het vloeroppervlak waar effectief wordt geventileerd, des te hoger is de kans op de verspreiding van partikels. Voor het bepalen van de effectiviteit van de ventilatie is C.J. Yen uitgegaan van een berekeningsmethode uit Japan. In Nederland wordt normaliter gewerkt met een ventilatievoud. Bij ventilatie met een mechanische toevoer en afvoer

bepaalt het aandeel verse lucht de risicofactor. Hoe lager het aandeel verse lucht, des te hoger is het risico. Tabel 3 toont als voorbeeld de coëfficiënten die behoren bij een vertrek met natuurlijke of mechanische ventilatie.

Gebruik en onderhoud

De onderzoekers constateren dat rioleringsystemen na een termijn van vijftien jaar moeten worden gecontroleerd op de goede werking en veiligheid. De onderzoekers baseren de risicofactor op de life cycle van het rioleringsysteem en de staat van het onderhoud. Tabel 4 toont de coëfficiënten voor het gebruik en onderhoud.

ANALYSE EN CONCLUSIE

De onderzoekers voerden 30 willekeurige observaties uit om de risicofactoren per rioleringsysteem te bepalen. Elk onderdeel van een rioleringsysteem werd beoordeeld. Hieruit ontstaat een tabel waaruit is op te maken welk rioleringsysteem een hogere of lagere kans geeft op de verspreiding van infecties. De uitkomst helpt de onderzoekers om verbeterpunten aan te geven voor de rioleringsystemen. Met behulp van de uitkomsten ontstaat een tabel die de relatie aangeeft tussen de factor Ris (tussen 0 en 10) en een risiconiveau van 1 tot 5. Zie figuur 5. Het onderzoek toont aan dat in Taiwan 73 % van de vloerputten niet goed

Aantal jaren in gebruik						
Factor	Nieuw	< 5 jaar	6-10 jaar	11-15 jaar	16-20 jaar	>20 jaar
u1	1,0	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25
Staat van onderhoud						
Factor	uitstekend		normaal		slecht	
u2	1,0		1,1		1,2	
U = u1x u2, indien U = 1,25, dan U = 1,25----- (5)						

Voorbeeld coëfficiënten voor het gebruik en onderhoud.


-TABEL 4-






functioneert, vooral in gebouwen ouder dan vijftien jaar. Bij de bouw van deze gebouwen is het nut en de noodzaak van een vloerput niet goed overwogen. Het overgrote deel van de gebouwen is voorzien van een niet goed functionerende natuurlijke ventilatie. In 60 % van de gebouwen moet mechanische afzuiging worden aangebracht. Van de 30 onderzochte rioleringsystemen ligt het risiconiveau tussen de 4 en 5 punten.

De onderzoekers zijn tevreden met het resultaat. Zij hebben een rekenmodel ontwikkeld wat de ontwerper in staat stelt snel en nauwkeurig een riolerings-systeem te beoordelen op de kans van het verspreiden van virussen.

OPMERKING

In Nederland schrijft NEN 3215 watersloten in stankafsluiters voor met een waterhoogte van 50 mm. Dit voorschrift is in overeenstemming met de Europese norm 12056.

Bij de aanschaf van vloerputten en vloergoten moet men hier op letten, omdat er ook vloerputten en vloergoten op de markt zijn met een waterslotheogte van 30 mm en zelfs minder. Men dient zich te bedenken dat wat in 2003 in Hong Kong gebeurde, morgen ook in Nederland kan plaatsvinden. Bij het dan aantreffen van bijvoorbeeld vloerputten met een waterslotheogte van minder dan 50 mm heeft men wel een heel groot probleem. 

					
Risico	1	2	3	4	5
Waardering	0~1 point	1~2 point	2~4 point	5~6 point	6~10 point
Infectie risico	Goed ontwerp, geen infectierisico	Acceptabel infectierisico	Gematigd infectierisico, aanpassing gewenst	Slecht ontwerp hoog infectierisico. Systeem aanpassen	Zeer slecht ontwerp, zeer hoog infectierisico

Risiconiveaus met bijbehorende definitie.

-FIGUUR 5-