

Renovatie gebouwriolerings-systeem in hoogbouw

Als onderdeel van het TVVL ST-beleidsplan wordt door de Expertgroep Sanitaire Technieken 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 over sanitaire installaties. In september 2013 organiseerde de universiteit van Nagano in Japan het symposium. Deelnemers uit verschillende landen presenteerden de resultaten van hun onderzoek. Professor M. Otsuka van de Kanto Gakuin universiteit in Japan hield een lezing over het renoveren van een gebouwrioleringsysteem in hoogbouw [1].

Prof. M Otsuka, Kanto Gakuin University, Japan

Vertaling en bewerking W.G. (Walter) van der Schee, Wolter & Dros te Amersfoort/
TVVL Expertgroep Sanitaire Technieken; W.J.H. (Will) Scheffer, Rehva Fellow/
TVVL Expertgroep Sanitaire Technieken

Sinds 1960 is er in Tokyo veel hoogbouw ontstaan, voornamelijk voor kantoorgebouwen. De ontwikkeling startte midden jaren zestig van de vorige eeuw met enkele gebouwen maar in 2011 telt Tokyo reeds ruim 1.000 hoge gebouwen. Zestig procent van de gebouwen wordt als kantoor gebruikt en inmiddels zijn circa tweehonderd kantoorgebouwen ruim 30 jaar oud. De laatste categorie gebouwen is aan renovatie toe en het rioleringsstelsel moet worden vervangen, maar in een bestaand hoog kantoorgebouw is dat een complexe en dure klus. De Kanto Gakuin universiteit ontwikkelde het special fitting loop vent system (SF-LV-systeem), een nieuw rioleringsstelsel met speciale beluchte T-stukken voor extreme hoogbouw met de toepassing van een relatief kleine standleiding. Dit artikel belicht het nieuwe rioleringsstelsel en doet verslag van de studie van de onderzoekers.

BESTAAND GEBOUW

Het onderhavige gebouw staat nabij het

hoofdstation van Tokyo, heeft in totaal 40 bouwlagen en is 152 meter hoog. Het gebouw is in maart 1970 in gebruik genomen en heeft een bruto vloeroppervlak van 154.000 m². Het huisstelt meerdere functies zoals kantoren, kiosken, restaurants en een parkeergarage in de onderste bouwlagen. Het gebouw was oorspronkelijk voorzien van een indirect parallel ontspanningssysteem, een gangbare oplossing voor gebouwen uit die tijd. Dit principe is weergegeven in figuur 1.

Figuur 2 toont een principeschema van het oude en het nieuwe rioleringsstelsel voor de afvoer van de dames toiletten. Op de 21^e verdieping is een versleping over een paar meter zichtbaar.

Het rioleringsstelsel in het gebouw bestaat uit twee standleidingen; een voor de dames toiletten en een voor de heren toiletten. Beide zijn uitgevoerd als indirect parallel ontspanningssysteem. Op de standleidingen zijn voornamelijk de closets en wastafels uit de sanitaire ruimten aangesloten, maar op

de 38^e en 39^e bouwlaag zijn ook de afvoeren van de keuken en het restaurant aangesloten. Op de 21^e bouwlaag is een versleping in de standleiding aangebracht. Als materiaal is oorspronkelijk stalen buis met een pvc-coating aan de binnenzijde gebruikt. De hulpstukken zijn van gietijzer. De afgelopen jaren vertoonden de gietijzeren hulpstukken lek-kages omdat de wand van het hulpstuk was gecorrodeerd, er ontstonden zelfs gaten. Dat was voor de gebouwenbeheerder reden om in actie te komen. Nadat men het hulpstuk voor onderzoek had gedemonteerd voor een inwendige inspectie bleek de doorlaat van het hulpstuk sterk gereduceerd te zijn waardoor er verstoppingen ontstonden. De binnenzijde van de parallelle ontspanningsleiding was ook aangetast door corrosie en gedeeltelijk afgesloten waardoor de luchtstroming werd gehinderd. De rioleringsleidingen zijn tezamen met andere leidingen gemonteerd in een technische schacht met een afmeting van 0,8 x 2,6 m. Het vervangen van een rioleringsleiding

in een bestaande schacht is geen eenvoudige klus. Eerst het oude materiaal tussen de andere leidingen uitplukken en vervolgens de montage van de nieuwe leidingen. Het is dus aantrekkelijk als de nieuwe leiding een kleinere diameter heeft, omdat transport en montage daardoor vereenvoudigen.

SF-LV RIOLERINGSSYSTEEM

Het nieuwe SF-LV rioleringsysteem is een samenstelling van een speciaal wervel T-stuk met beluchtingsaansluiting, een secundaire ontspanningsleiding en omloopontspanningsleidingen. Het toepassen van deze configuratie staat toe dat de diameters verkleind kunnen worden, wat de montage en benodigde tijd voor het aanbrengen in een bestaande schacht ten goede komt. De onderzoekers stellen dat het toepassen van dit rioleringsysteem leidt tot een kostenreductie van 20%.

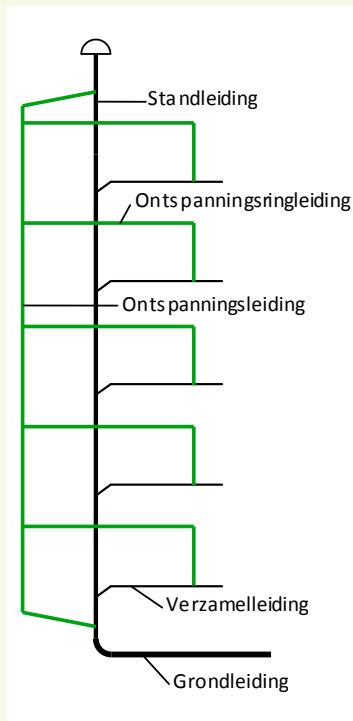
In tabel 1 staan de diameters vermeld van de leidingen van het oude rioleringsysteem met indirect parallel ontspanning en het nieuwe SF-LV-systeem. De diameters van het SF-LV-systeem zijn kleiner. De 'grondleiding' met een diameter van 200 mm is niet vernieuwd.

TESTEN OUD EN NIEUW

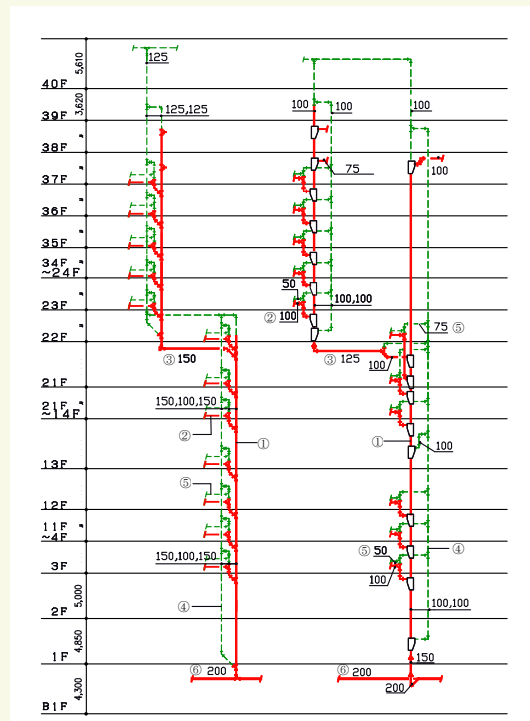
Om de kans van slagen vooraf vast te stellen voeren de onderzoekers in eerste instantie een experiment uit in een teststoren. Men verricht eveneens metingen aan het bestaande rioleringsysteem om de eigenschappen van het bestaande rioleringsysteem vast te leggen. Na de renovatie voert men nogmaals dezelfde metingen uit om de vervanging te evalueren.

TESTTOREN

De onderzoekers gaan niet over een nacht ijs. Voordat men voorstelt in het gebouw honderden meters rioleringsleiding te vervangen door een leiding met een kleinere diameter wil men zeker weten dat het nieuwe rioleringsysteem voldoet. Men bouwt het SF-LV systeem na in een 30 meter hoge experimenttoren om de afvoer capaciteit en de onder- en overdrukken te bepalen. In de testopstelling is, net als in het onderhavige gebouw, halverwege een versleping aangebracht. Het experiment is uitgevoerd overeenkomstig Shase-5218, de Japanse richtlijn voor riolering, met de aanname dat het afvalwater gelijktijdig stroomt vanuit meerdere closets. Op die manier stelt men het afvoersysteem in de testopstelling bloot aan een belasting die overeenkomt met de te verwachten belasting in de praktijk in het gebouw in Tokyo. Tabel 2 toont de lozingsvolumestromen met de verdiepingen in de teststoren waar de lozing plaats vindt. De eerste lozing van 5,0 l/s vindt plaats op de 10^e verdieping en vervolgens verhoogt men de belasting op meerdere



-Figuur 1- Principeschema van het indirect parallel ontspanningsysteem



-Figuur 2- Principeschema met links het oude afvoersysteem met indirect parallel ontspanning en rechts het nieuwe SF-LV afvoersysteem

Leiding	Voor renovatie	Na renovatie
	indirect parallel ontspanningsysteem	SF-LV-systeem
	[mm]	[mm]
Standleiding	150	100
Verzamelleiding	100	100
Versleping	150	125
Ontspanningsleiding	150	100
Koppel ontspanningsleiding	150	50 - 75
Grondleiding (verzamelleiding)	200	200

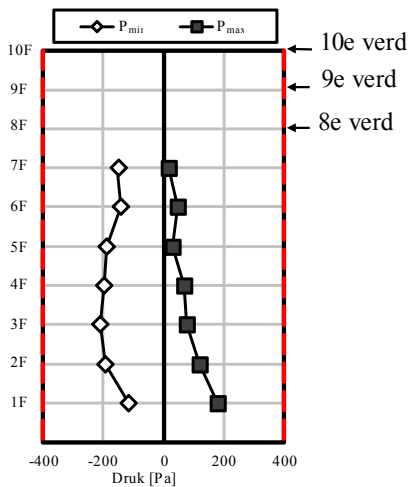
-Tabel 1- Diameters van de rioleringsleidingen voor en na de renovatie

Verdieping	Belasting [l/s]		
10	5	5	5
9		5	5
8			4
Totaal	5	10	14

-Tabel 2- Lozingsvolumestromen met de verdiepingen in de teststoren

verdiepingen tot totaal 14 l/s, de waarde die overeenkomt met de berekende belasting van de lozingstoestellen in het gebouw volgens de Japanse richtlijn Shase-S206. In de standleiding zijn op meerdere hoogten druksensoren aangebracht om de onder- en overdrukken te registreren die optreden tijdens een lozing. Het criterium waarop de

onder- en overdrukken worden getoetst is een waarde van 400 Pa. In figuur 3 zijn de gemeten drukken in de testopstelling te zien bij een belasting van totaal 14 l/s. Tijdens de stroming in de standleiding ontstaat onder de waterkegel een overdruk door het voortstuwen van de lucht en nadat het water is gepasseerd ontstaat een onderdruk in de standleiding. De

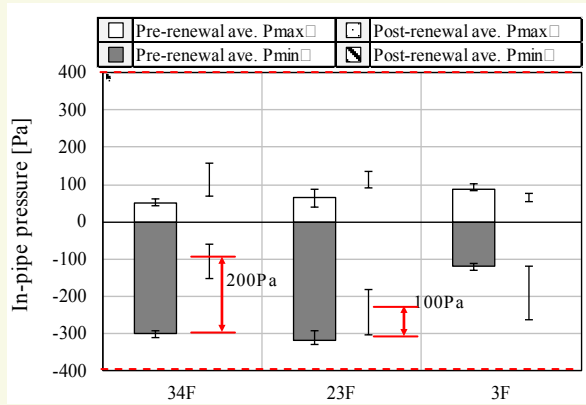


-Figuur 3- Onder- en overdruk in de standleiding in de testtoeren bij een belasting van 14 l/s

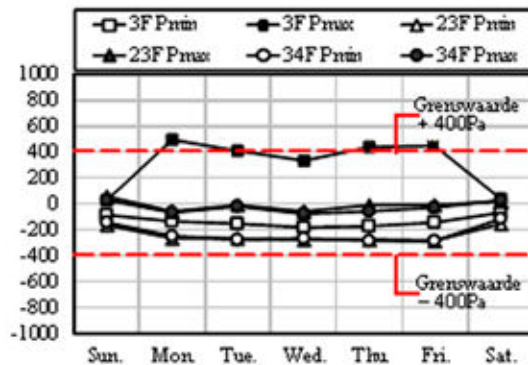
linkerzijde van de figuur toont de onderdruk en de rechterzijde de overdruk. In de figuur is af te lezen dat de minimum druk de -200 Pa niet onderschrijft en maximum druk de 200 Pa niet overschrijft. Deze waarden vallen ruim binnen de door de Japanse norm Shase-S218 vereiste 400 Pa om het leegblazen van stankafsluiters met een waterslot te voorkomen. In de figuur is ter hoogte van de zesde verdieping een vreemd verloop van de druk te zien wat veroorzaakt wordt door de horizontale versleping. Op basis van de uitkomsten stelt men vast dat het concept in het echte kantoor-gebouw ook goed zal functioneren.

METINGEN OUDE SYSTEEM

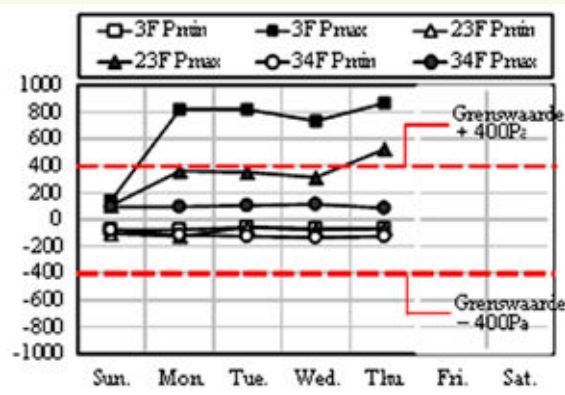
Om voor en na de renovatie het verschil in de afvoercapaciteit te bepalen en de over- en onderdrukken in de standleiding te vergelijken zijn in de oude standleiding de drukken gemeten op verschillende hoogten. Men voert een zogenaamde maximum lozingsvolumestroom-test uit door tegelijkertijd negen closets op de 35^e, 36^e en 37^e bouwlaag te spoelen, waardoor de standleiding wordt belast met 13,2 l/s een waarde die dicht bij de maximaal berekende belasting van 14 l/s ligt. Men registreert de druk in de standleiding op meerdere hoogten; op de 34^e bouwlaag direct onder de drie bouwlagen waar de spoeling plaatsvindt, op de 23^e bouwlaag net boven de versleping van de standleiding en op de 3e bouwlaag, aan de voet van de standleiding. Tijdens deze test worden eveneens op drie bouwlagen de hoogte van het waterslot gemeten. De maximum lozingsvolumestroom-test is vijf keer herhaald. In figuur 4 staan de gemiddelde onder- (grijze kolom) en overdrukken (witte kolom) aangegeven van de vijf gelijktijdige spoelingen. Boven de nullijn zijn de overdrukken af te lezen met een maximum van circa 100 Pa aan de voet van de standleiding en onder de nullijn de onderdruk-



-Figuur 4- Gemiddelde onder- en overdrukken in de standleiding damestoiletten voor en na vervangen van de standleiding



-Figuur 5- Drukregistratie gedurende een week van de dames standleiding



-Figuur 6- Drukregistratie gedurende een week van de heren standleiding

ken in de standleiding met een minimum van -330 Pa ter plaatse van de versleping die de grenswaarde van 400 Pa tamelijk dicht nadert. Figuur 5 toont de in de standleiding gemeten hoogten van de watersloten. De rode lijn geeft de waarden aan van de oude standleiding. In figuur 5b is te zien wat een onderdruk van 330 Pa tot gevolg heeft. Het waterslot op de 23^e verdieping geeft het grootste hoogteverschil te zien; tussen de 15 en 23 mm. Naast de maximum lozingsvolumestroom-test registreert men gedurende een werkweek de druk in de standleiding. Men voert deze metingen uit op dezelfde bouwlagen als tijdens de maximum lozingsvolumestroom-test op de 34^e, 23^e en 3^e bouwlaag zowel voor de standleiding van de heren- als voor de standleiding van de damestoiletten (zie de figuren 5 en 6). De meetgegevens geven aan dat de onderdruk in beide standleidingen de vereiste grenswaarde van -400 Pa niet onderschrijft,

terwijl de overdruk in beide standleidingen op de 3^e bouwlaag, aan de voet van de standleiding, de 400 Pa overschrijft tot 500 Pa voor de standleiding van de damestoiletten en 864 Pa voor de standleiding van de herentoiletten, het tweevoudige van de toegestane waarde van 400 Pa. Uit een analyse van de meetgegevens blijkt dat de drukpieken voornamelijk optreden rond lunchtijd wanneer meerdere personen gebruik maken van het toilet en de keuken op de hoogste bouwlaag in bedrijf is.

METINGEN NIEUWE SYSTEEM

Nadat het rioleringsysteem is vervangen doet men dezelfde metingen als aan het oude systeem. Zo voert men wederom een maximum lozingsvolumestroom-test uit met de gelijktijdige spoeling van negen closets op de 35^e, 36^e en 37^e bouwlaag met een lozingsvolumestroom van 13,2 l/s. De onderdruk in de standleiding reduceert op de 34^e met 200

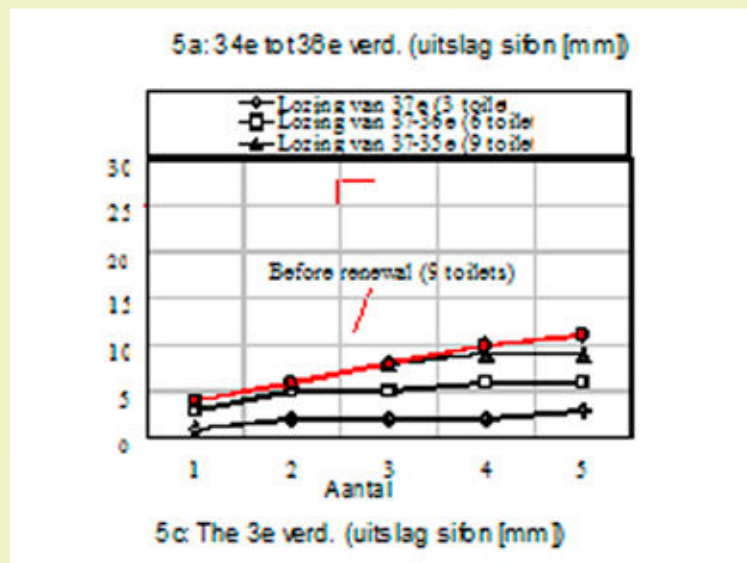
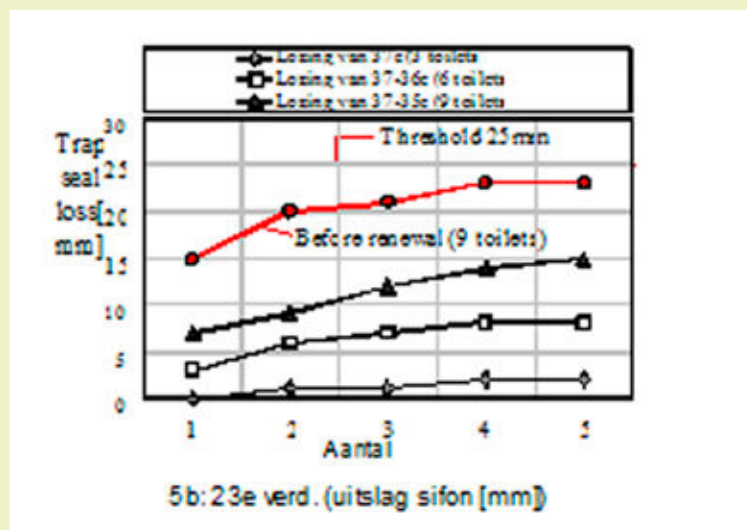
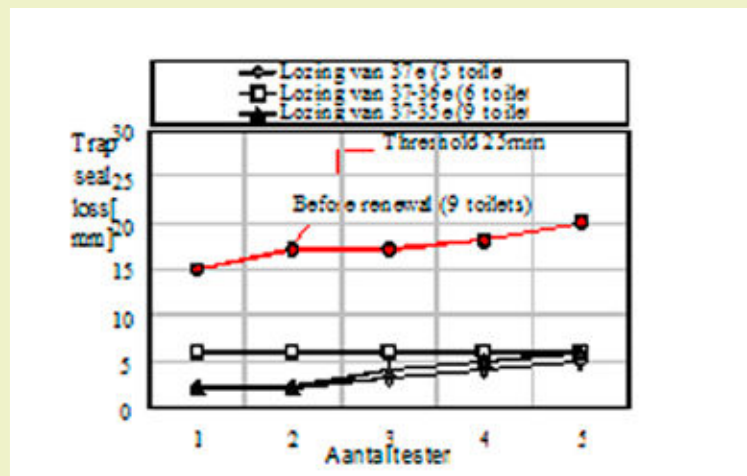
Pa en op de 23^e bouwlaag met 100 Pa. De gearceerde staven in figuur 4 geven de onderdruk aan na het vervangen van het riolerings-systeem. De drukvariatie in de stankafsluiters neemt eveneens af met een factor van twee à drie. Dit is te zien in figuur 7. De rode lijn representeert de druk voor de vervanging en de zwarte lijnen na de vervanging van de standleiding. In de nieuwe standleiding worden geen grote uitschieters meer gevonden in overdruk tijdens de lunch ten gevolge van lozingen in de keuken op de hoogste bouwlaag. De overdruk gemeten aan de voet van de standleiding is in sterke mate gereduceerd tot 40 Pa (was 500 Pa) in de standleiding voor de damestoiletten en tot 58 Pa (was 864 Pa) in de standleiding voor de herentoiletten. De onderzoekers stellen dat de hoge overdrukken gemeten in de standleiding voor de vervanging veroorzaakt werden door wandoneffenheden (plaatselijke vernauwingen van de diameter) ten gevolge van veroudering. Hierbij moet aangetekend worden dat een nieuw schoon systeem wordt vergeleken met een 40 jaar oud systeem met inwendige corrosie.

CONCLUSIE

De onderzoekers stellen dat het onderzoek aantoont dat voor hoogbouw het nieuwe SF-LV-afvoer riolerings-systeem met een wervel-T-stuk met beluchttingsaansluiting een goede vervanger is voor het indirect parallel ontspanningssysteem. Het SF-LV-riolerings-systeem is in staat om het water hygiënisch af te voeren. Het systeem is in staat met een diameter van 110 mm de berekende maximum lozingsvolumestroom van 14,1 l/s af te voeren, terwijl bij toepassing van het indirect parallel ontspanningssysteem een standleiding met een diameter van 150 mm nodig is. Met een diameter van 110 mm voldoet het systeem aan de eisen zoals gesteld in de Japanse norm Shase-S218 ten aanzien van de toegestane belasting en maximaal toegestane onder- en overdrukken in de standleiding. De kleinere diameter is vooral bij vervanging een groot voordeel. Het plaatsen van de standleiding in een bestaande leidingschacht wordt daardoor vereenvoudigt. De montagekosten en de kosten voor het materiaal liggen lager.

REFERENTIES

1. Proposal of a Method for Renewing Drainage Stack Systems for Use in Super High-Rise Buildings and a Method of Improving Drainage Performance Thereof; M. Otsuka; CIB W062; Nagano 2013.
2. Shase-S 206:2009, Plumbing Code
3. Shase-S 218:2008, Testing Methods of Flow Capacity for Drainage System in Apartment Houses



-Figuur 7- Verschil in waterhoogte in sifons op meerdere bouwlagen. De rode lijn representeert de waterhoogte voor de vervanging.



M. Otsuka



W.G. van der Schee



W.J.H. Scheffer