

# Studie naar luchtstroming rondom dakkap ontspanningsleiding

Luchtstromingen rondom de dakkap van de ontspanningsleiding kunnen statische onder- of overdrukken veroorzaken die worden overgedragen naar de gebouwriolering. In dat geval kunnen watersloten worden verbroken. Om de problemen met het verbreken van watersloten op te kunnen lossen zijn de lichtsnelheden en druk rondom de dakuitmonding en in de standleiding onderzocht. Dat is gedaan in een afstudeeronderzoek aan de Kanto Gakuin University van Japan. Het onderzoek werd eind augustus gepresenteerd op het internationale symposium CIB W062 in Haarlem.

S. (Suguru) Tanaka, student Kanto Gakuin University, Japan,  
Associate Prof. T. (Tomoyuki) Endo, Kanto Gakuin University, Japan  
Prof. dr. M. (Masayuki) Otsuka, Kanto Gakuin University, Japan.  
Vertaling en bewerking: Ing. I. (Irene) van Veelen,  
ISSO, TVVL Expertgroep ST



De op de ontspanningsleiding gemonteerde dakkap zorgt normaliter voor een goede be- en ontluchting (ontspanning) van de standleiding en een goede werking van de gebouwriolering. Echter, luchtstromingen rondom de dakkap kunnen statische onder- of overdrukken veroorzaken die worden overgedragen naar de gebouwriolering. In dat geval kunnen watersloten van stankafsluiters worden verbroken. Het in Haarlem gepresenteerde afstudeeronderzoek is gericht op Japan, waar in de zomerperiode windsnelheden van 25 m/s kunnen optreden, en waarbij de kans op het verbreken van watersloten aanzienlijk is. Het onderzoek is gedaan met behulp van CFD berekeningen.

## VALIDATIE VAN DE CFD ANALYSE

Voorafgaand aan de CFD berekeningen is gecontroleerd of de CFD analyse in voldoende mate in staat was experimenten gedaan in een

windtunnel te reproduceren. In een windtunnel zijn metingen gedaan aan de luchtdrukverdeling, vervolgens is een CFD analyse gemaakt en zijn de uitkomsten met elkaar vergeleken.

Figuur 1 laat de speciaal geprepareerde dakkap zien waarmee het experiment is uitgevoerd. De luchtstroming in de CFD analyse was hetzelfde als de gemeten waarde in de windtunnel. Ondanks een klein verschil in de meetresulta-

ten was het totale beeld van de drukverdeling voor de CFD-berekening en de windtunnelmeting gelijk, waardoor kon worden aangenomen dat de CFD analyse in deze studie nauwkeurig genoeg de windtunnelmeting reproduceert.

## CFD MODEL EN ONDERZOCHE VARIANTEN

In figuur 2 is het onderzochte gebied weergegeven, met afmetingen van 38 x 68 x 50 m



Figuur 1. Dakkap uit het windtunnel experiment.

Variant	Dakopbouw	Positie van de dakkap
Variant 1	Geen	Midden
Variant 1'	lijzijde	
Variant 2	geen	Midden, loefzijde
Variant 2'	lijzijde	
Variant 3	geen	Hoek, loefzijde
Variant 3'	lijzijde	
Variant 4	geen	Tussen 1 en 2
Variant 4'	lijzijde	
Variant 5'	loefzijde	Midden
Variant 6'		Midden, lijzijde
Variant 7'		Hoek, lijzijde
Variant 8'		Tussen 5' en 6'

Tabel 1. Onderzochte varianten.

(l x b x h). In dit gebied staat een 7 verdiepingen tellend appartementengebouw van 5 x 5 x 24 meter. Figuur 3 laat de onderzochte varianten en de posities van de dakkappen zien. Er is gerekend met een dakopbouw (penthouse) van 5 x 3 x 3,5 m (l x b x h).

De berekeningen zijn gemaakt voor normale windsnelheden van 2,4 m/s en zeer hoge windsnelheden van 25,2 m/s.

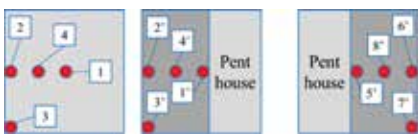
## RESULTATEN ZONDER DAKOPBOUW

In figuur 4 is de drukverdeling te zien op het dak bij normale en bij zeer hoge windsnelheden. Windsnelheden zijn weergegeven in figuur 5.

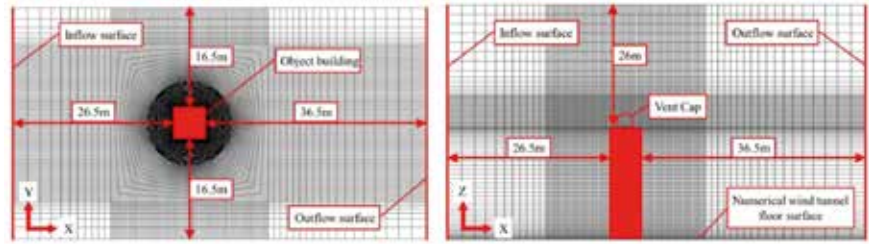
De afbeeldingen maken duidelijk dat grote onderdrukken ontstaan aan het dakoppervlak en aan de achterzijde van het gebouw. De onderdruk werkt door in de ontspanningsleiding via de dakkap. Deze invloed was groot bij zeer hoge windsnelheden.

In afbeelding 6a en 6b is de drukverdeling te zien in de dwarsdoorsnede van de ontspannings-/standleiding van de 1e t/m de 7e verdieping bij normale en bij zeer hoge windsnelheden.

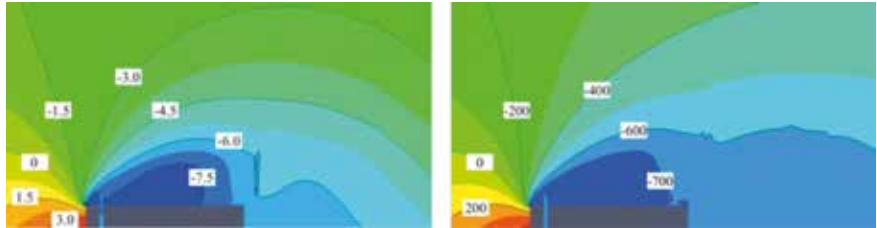
Bij normale windsnelheden neemt de onder-



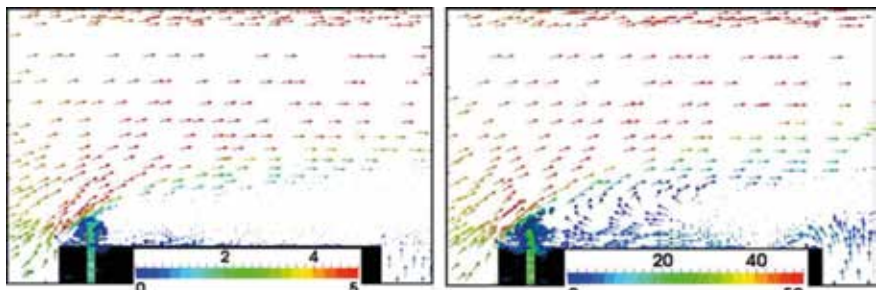
Figuur 3. Posities dakkappen in het onderzoek, met of zonder dakopbouw (penthouse).



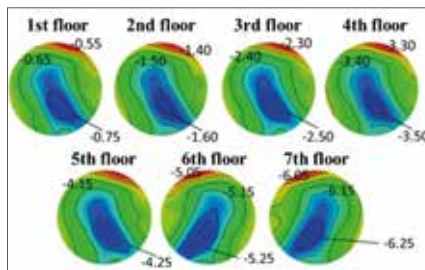
Figuur 2. Onderzoekgebied (zonder dakopbouw).



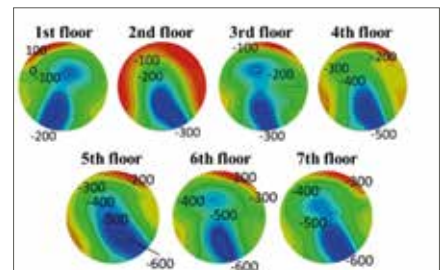
Figuur 4. Statische drukverdeling (Pa) van variant 3 (links: normale windsnelheid, rechts: hoge windsnelheid).



Figuur 5. Windsnelheden (m/s) op het dak bij variant 3 (links: normale windsnelheid, rechts: zeer hoge windsnelheid).



Figuur 6a. Statische drukverdeling in de ontspanningsleiding bij variant 3 en normale windsnelheden [Pa].



Figuur 6b. Statische drukverdeling in de ontspanningsleiding bij variant 3 en zeer hoge windsnelheden [Pa].

druk toe van de lager tot de hoger gelegen verdiepingen. In variant 1 en 4, bij uitmonding midden in het dak, is er nauwelijks verschil waarneembaar. Daarentegen was onderdruk in variant 2, bij plaatsing aan de dakrand aan de loefzijde, beduidend kleiner.

Variant 3 met uitmonding in de hoek van het dak liet een complexer beeld van drukverdeling te zien, maar ook daar waren bij normale windsnelheden geen problemen te verwachten.

Bij zeer hoge windsnelheden ontstaan echter problemen, zoals te zien in figuur 6b, waarbij de bovenste verdieping een onderdruk van -600 Pa te verwerken krijgt.

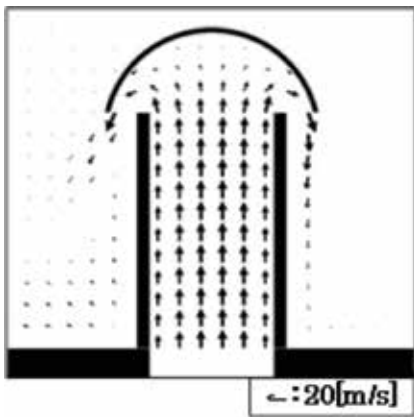
In afbeelding 7 is het luchtstromingspatroon te zien bij variant 3 en zeer hoge windsnelheden.

De lucht wordt letterlijk de ontspanningsleiding uit gezogen.

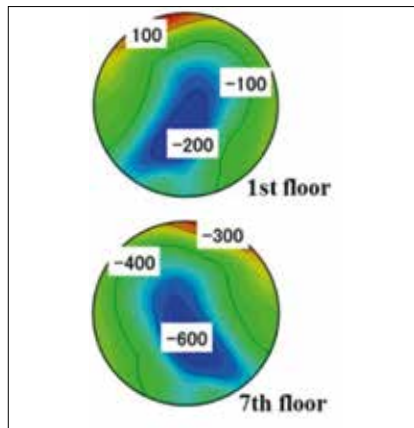
Afbeelding 8 laat voor dezelfde situatie de druk in de standleiding zien. Hier ontstaat een instabiele situatie in de druk in de gebouwriolering, wat bij zeer hoge windsnelheden de afvoercapaciteit met name van de bovenste bouwlagen negatief kan beïnvloeden.

## RESULTATEN MET DAKOPBOUW

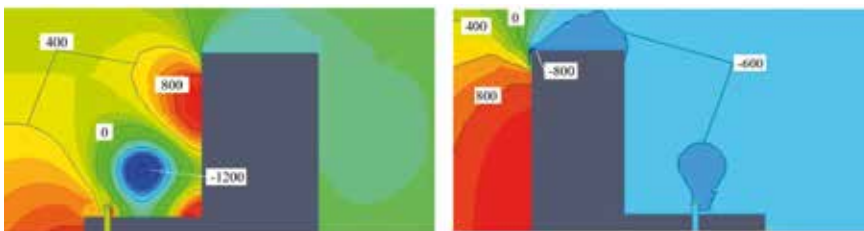
Met een dakopbouw aan de lijzijde van het dak ontstaat in variant 2 het grootste effect op de statische druk. De onderdruk is hoog aan de voorzijde van de dakopbouw. Is de dakopbouw aan de loefzijde geplaatst, dus



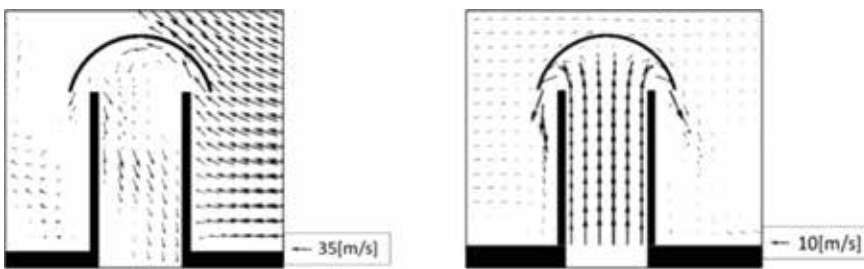
Figuur 7. Luchtstroming rondom de dakkap bij zeer hoge windsnelheden in variant 3 [m/s].



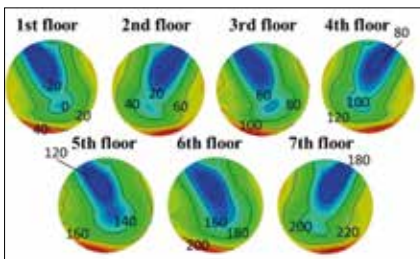
Figuur 8. Statische druk in de standleiding in variant 3 [Pa].



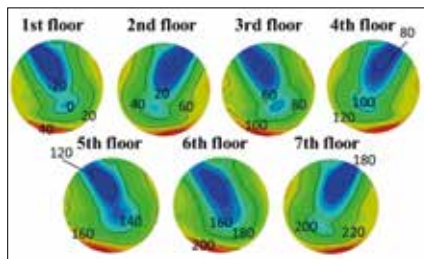
Figuur 9. Statische drukverdeling bij zeer hoge windsnelheden (links: variant 2', rechts: variant 8').



Figuur 10. Windsnelheden en -richting bij de dakkap (links: variant 2', rechts: variant 8').



Figuur 11a. Statische druk in de standleiding in variant 2' [Pa].



Figuur 11b. Statische druk in de standleiding in variant 8' [Pa].

de kant waar de wind vandaan komt, dan ontstaat in variant 8' de ongunstigste situatie aan de achterzijde van de dakopbouw, zie afbeelding 9.

Voor beide varianten is in afbeelding 10 te zien wat er gebeurt met de luchtstroming in de ontspanningsleiding en dakkap. Afbeelding 11 laat de druk in de standleiding per verdieping zien. In variant 2' neemt de overdruk toe van de lager tot de hoger gelegen verdiepingen, terwijl in variant 8' juist de onderdruk toenam.

De drukken in variant 8' zijn veel hoger dan

in variant 2' en hier kan verwacht worden dat een negatieve effect op het functioneren van de gebouwriolering van de bovenste verdiepingen ontstaat.

## CONCLUSIES

In deze studie is onderzoek gedaan naar de statische drukverdeling bij uitmondingen van ontspanningsleidingen van de gebouwriolering en in de standleiding.

De varianten met een dakopbouw (of penthouse) laten zien dat de negatieve druk groter wordt van de lager tot aan de hoger

gelegene verdiepingen. Drukverdeling rondom de dakkap is ook afhankelijk van de positie van de dakkap op het dak.

Normale windsnelheden hadden geen grote invloed op de druk in de ontspanningsleiding en problemen zijn niet te verwachten. De variant met dakopbouw liet duidelijk luchtstromingen in de ontspanningsleiding zien, veroorzaakt door de statische druk aan de loef- of lijzijde van de dakopbouw. Bovendien ontstond bij hoge windsnelheden een hoge luchtsnelheid in de ontspanningsleiding. Over- en onderdruk wisselden elkaar bovendien voortdurend af ten gevolge van kleine veranderingen van windrichting. Dit doet vermoeden dat watersloten worden verbroken ten gevolge van elkaar constant afwisselende over- en onderdruk in de standleiding, alhoewel dit niet in de CFD-berekening is gesimuleerd. De studie is gebaseerd op eenvoudige CFD berekeningen en verder onderzoek is volgens de onderzoekers nodig om de kans op verbreken van het waterslot nauwkeuriger te kunnen bepalen, rekening houdend met nog meer externe invloedsfactoren.

## REFERENTIES

1. Yoshihiro TORIUMI, Takashi KURABUCHI, Mai MIZOGUCHI, Sadanori KODERA: Effects of Building Envelope Airtightness with Mechanical Ventilation on Operation of Housing Equipment in Apartments, transactions of the Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan, pp.11-18(2013.2)
2. The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan: The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers Handbook 14th Edition 1. Basics, (2010.2)
3. The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan: The Society of Heating, Air-Conditioning and Sanitary Engineers of Japan-Standard SHASE-S 206-2009 plumbing system standard-Commentary, pp.27, pp93-142(2009.6)



Associate Prof. Tomoyuki Endo



Prof. dr. Masayuki Otsuka



Ing. Irene van Veelen