

# Klimaatverandering leidt tot meer dakinstortingen

Afgelopen zomer heeft opnieuw een groot aantal dakinstortingen als gevolg van wateraccumulatie plaatsgevonden. Zolang niet handelend wordt opgetreden, is hier sprake van een groot en structureel probleem.

ing. J.M. Bruins, DGI Dak & Gevel Ingenieurs

Het aantal warme dagen in Nederland neemt toe terwijl het aantal koude dagen afneemt. Daarbij is ook opvallend dat volgens opgave van de KNMI de gemiddelde temperatuur in Nederland sneller toeneemt dan gemiddeld in de wereld. Het warmere klimaat leidt vooral tot meer neerslag, waarbij opvallend is dat er een groot aantal dagen is met zware regen. Het warme Noordzeewater geeft vooral in de zomer een verhoogde buienactiviteit.



*Gemeenteriool kan de waterafvoer tijdens een hoosbui niet verwerken.*

Het extreme weer heeft in de zomer van 2011 geleid tot een groot aantal dakinstortingen. De kans dat een dak een zware hoosbui krijgt te verwerken neemt niet alleen statistisch toe, getuige de foto's op deze pagina van dakinstortingen zomer 2011.



## Ontbreekt de kennis?

Onderzoek bevestigt dat gebouweigenaren zich niet bewust zijn van de risico's op een dakinstorting en zich niet realiseren wat de impact van een dakinstorting is op het bedrijf, respectievelijk de in de bedrijfsruimte in uitvoering zijnde werkzaamheden.

Enkele feiten:

- Na een dakinstorting is de bedrijfshal niet meer bruikbaar;
- Het gebouw wordt door Bouw en Woningtoezicht onveilig verklaard en mag vervolgens niet meer worden betreden;
- Herstel van schade naar een functioneel veilig gebouw duurt 6 maanden;
- Voorfinanciering bij schade is noodzakelijk omdat verzekeraars traag zijn of voorkomend niet (zomaar) uitkeren.

Vooral lichte platte dakconstructies (stalen dakplaten ondersteund door een staalconstructie) kunnen gevoelig zijn voor ongewenste wateraccumulatie en daardoor bezwijken. Deze lichte dakconstructies worden vooral bij bedrijfsgebouwen en distributiecentra toegepast. Ook veel gebouwen met een publieksfunctie, zoals zwembaden, sporthallen en warenhuizen hebben dit soort daken. Volgens de statistieken storten er in ons land gemiddeld 15 à 20 daken per jaar in na hevige regenval.

## Oorzaak dakinstortingen

De oorzaak van dakinstortingen kunnen divers zijn, maar zijn in algemene zin te herleiden naar één van onderstaande tekortkomingen, waarbij:

1. Er ontwerp- en/of uitvoeringsfouten zijn gemaakt: ontwerpers en constructeurs zijn zich soms onvoldoende bewust van het risico van wateraccumulatie;
2. De voorgeschreven berekeningswijze niet is gehanteerd;
3. Er onvoldoende waarborgen in het bouwproces zijn om de kwaliteit tot en met de oplevering te verzekeren;
4. De regelgeving toereikend is, echter de betreffende norm wordt als ingewikkeld en moeilijk toepasbaar ervaren;
5. Er onvoldoende adequate controle is bij bouwvergunningverlening en het toezicht op de bouw door gemeenten;
6. Er onvoldoende actief toezicht op de bestaande gebouwen voorraad door gemeenten is;
7. Geconstateerd is dat het niet bekend is in welke mate lichte platte dakconstructies in de bestaande voorraad al dan niet voldoen aan de eisen. En dat de meeste eigenaren en beheerders van gebouwen die kennis evenmin hebben of zich hiervan niet bewust zijn.

## Voorkomen van dakinstortingen

Met behulp van een wateraccumulatieberekening wordt onderzocht hoeveel water een dak kan dragen voordat het ontoelaatbaar vervormt of bezwijkt. Deze maximale waterstand die nog juist kan worden opgenomen, wordt de wateropvoerende capaciteit van de constructie genoemd. Een noodoverloopvoorziening moet er voor zorgdragen dat deze 'wateropvoerende capaciteit' nooit kan worden overschreden.

De wateropvoerende capaciteit moet worden bepaald conform de norm NEN 6702, o.a. paragraaf 8.7.1 Belasting door regenwater.



*Een functioneel noodoverloopafvoersysteem moet berekend worden.*

## Resultaten DGI wateraccumulatie onderzoek

De resultaten van deze representatief beschouwde opname sluiten goed aan bij de statistische gegevens inzake wateraccumulatie onderzoek, welke door DGI wordt bijgehouden sinds 2003:

1. Slechts 5% van de geanalyseerde daken voldoet aan de wettelijke bouwvoorschriften.
2. Bij 15% van de gebouwen zal het dak bij de voorgeschreven hoeveelheid water niet bezwijken, maar voldoet niet aan de voorschriften.
3. Bij 70% van de gebouwen zal het dak vrijwel zeker bezwijken wanneer een serieuze stortbui het gebouw treft én het reguliere HWA-systeem faalt t.g.v. verstoppingen of tijdelijke overbelasting van het rioolsysteem.
4. Bij 10% van de gebouwen blijkt het dak zeer gevoelig voor wateraccumulatie en er is grote kans op instorten tijdens een hevige regenbui.

## Fouten in wateraccumulatie berekeningen

Hoewel 'normatief' qua berekeningsmethodiek vastgelegd, blijken wateraccumulatieberekeningen in aard, omvang en resultaat te verschillen. Confronterend is het gegeven dat verkeerde berekeningen leiden tot schijnveiligheid.

De NEN 6702 omschrijft het navolgende in paragraaf 8.7.1.3: De belasting door regenwater op de dakoppervlakte moet zijn bepaald met de formule:  $prep(x) = (dhw(x) + dn(x)) \cdot \gamma$  met  $\psi = 0$ . Waarin:

- $prep(x)$  is de belasting door regenwater op positie  $x$  op het dak, rekening houdend met wateraccumulatie;
- $dhw(x)$  is de waterhoogte boven het dakvlak op positie  $x$  waarbij voor het bepalen van die hoogte de vervorming door de permanente en overige veranderlijke belastingen mede is beschouwd, bepaald volgens 8.7.1.5;
- $dn(x)$  is de waterhoogte door de doorbuiging van het dakvlak veroorzaakt door wateraccumulatie, bepaald volgens 8.7.1.4;
- $\gamma$  is het volumiek gewicht van water;  $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$ .

Bij de berekening van de belasting door wateraccumulatie op daken moet rekening zijn gehouden met de vervorming van de gehele dakconstructie.

Grote verschillen in berekeningen ontstaan, onder anderen doordat:

1. De staalconstructie niet wordt ingemeten, waardoor er onjuiste staalprofielen worden ingevoerd en/of de staalconstructie niet goed wordt geschematiseerd.
2. De staalconstructie, respectievelijk het dakvlak, niet wordt gewaterpast, waardoor de aanvangsituatie, situatie onder permanente belasting, niet overeenkomstig de werkelijkheid gemodelleerd en gecontroleerd kan worden.
3. De staalconstructie niet één op één, maar vereenvoudigd, niet overeenkomstig de werkelijkheid, wordt gemodelleerd met bijvoorbeeld afwijkende staalprofielen.
4. De staalconstructie niet als één geheel driedimensionaal wordt gemodelleerd, maar, niet overeenkomstig de werkelijkheid, als enkelvoudige liggers of spanten op steunpunten.
5. De staalconstructie statisch (als sneeuwbelasting), in plaats van iteratief, op wateraccumulatie wordt doorgerekend.

Kleinere verschillen in berekeningen ontstaan, onder andere doordat:

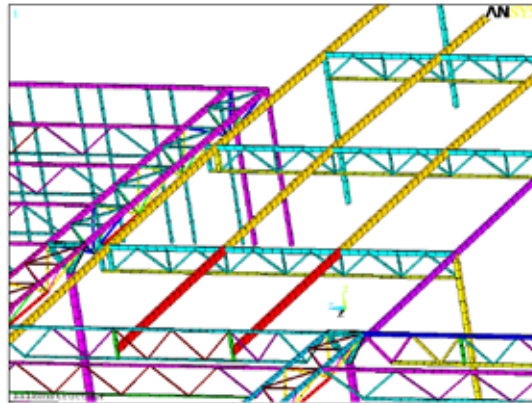
- Verschillende belastings- en modelfactoren worden toegepast.

Zoals de norm voorschrijft, moet bij de berekening van de belasting door wateraccumulatie op daken rekening zijn gehouden met de vervorming van de gehele dakconstructie.

Alleen een berekening van de gehele (de werkelijke opgenomen en ingemeten) dakconstructie geeft inzicht in de samengestelde vervorming en de daaraan te ontlene wateropvoerende capaciteit.

De maximale waterstand die nog juist kan worden opgenomen wordt ook wel de wateropvoerende capaciteit van de constructie genoemd. Er zijn twee criteria die bepalend zijn voor de wateropvoerende capaciteit.

- A. De sterkte van de bouwconstructie; de beoordeling hiervan geschiedt door het toetsen van de respons van de constructie aan de voorgeschreven eisen. De uitgangspunten hiervoor zijn geformuleerd in een serie met specifieke normen voor de constructiematerialen (beton (NEN-EN 1992), staal (NEN-EN 1993), staalbeton (NEN-EN 1994), hout (NEN-EN 1995), metselwerk (NEN-EN 1996) en aluminium (NEN-EN 1999)).
- B. De stabiliteit van de bouwconstructie bij de belasting door regenwater; bij de bepaalde waterstand kan wel of geen evenwichtsstand worden gevonden. Of een evenwichtsstand kan worden gevonden, wordt niet bepaald door de sterkte van de bouwconstructie maar door onder meer de stijfheid, de initiële hoogteligging en de voorgeschreven waterhoogte.



### Aanbevelingen

De controle op wateraccumulatiegevoeligheid van platte daken is, gerelateerd aan de onderzoeksresultaten, absoluut noodzakelijk. Na controle, en uitvoering van de daaraan gerelateerde plaatsing van noodoverloopsystemen, is het risico op een dakinstorting immers niet meer aanwezig. ■