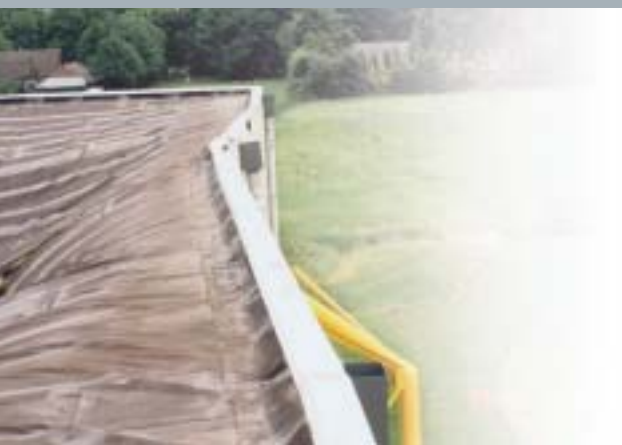


100.000 DAKEN OP INSTORTEN?

INSTORTINGSGEVAAR VAN LICHTGEWICHT DAKCONSTRUCTIES

Jaarlijks bezwijken in Nederland lichtgewicht staaldaken als gevolg van fikse regenbuien. Ongeveer 10 tot 20 daken per jaar bezwijken doordat een heftige watertoevoer niet snel genoeg van het dak afgevoerd kan worden. Een overvloed van water hoopt zich op, waardoor het dak gaat doorbuigen. Een steeds groter wordende ophoping zorgt uiteindelijk voor het bezwijken van het stalen dak. Wateraccumulatie, zoals we dit technisch noemen, is een complexe materie. Waardoor ontstaat deze ophoping? Hoe kan een gebouweigenaar ervoor zorgen dat wateraccumulatie niet kan ontstaan en wie is verantwoordelijk voor de ontstane schade? De antwoorden op deze vragen zijn niet direct te beantwoorden. Zeker nu ook volgens de gegevens van het ministerie van Vrom 100.000 daken op instorten kunnen staan...



> De aandacht voor het thema instortingsgevaar is momenteel groot, zo blijkt uit de verschillende symposia die afgelopen jaar en ook dit jaar zijn gehouden met bovengestand thema. Tijdens de Nationale Dakendag, georganiseerd door Buro Dakadvies (BDA), en de studiemiddag van de Stichting Dakpromotie zijn de technische en juridische aspecten besproken. Ook het ministerie van Vrom heeft - nadat enkele grote publieke daken ingestort zijn, waaronder het dak van de IKEA-vestiging te Amsterdam - onderzoek gedaan naar de oorzaak. Uit het rapport blijkt dat ontwerp- en/of uitvoeringsfouten hier debet zijn aan het instorten van het dak. Het rapport

is inmiddels aan alle gemeenten gestuurd met de opmerking een inventarisatie te maken van de publieksgebouwen en daarbij na te gaan of de dakconstructie aan de eisen voldoet.

Ook bij bouwaanvragen wordt door VROM gewezen op de verantwoordelijkheid van de gemeente om de controle op constructieve aspecten vooraf en tijdens de bouw niet uit het oog te verliezen. Vanuit de juridische aspecten kan voor een gebouweigenaar, wanneer e.e.a. niet goed vooraf is beschreven, de financiële consequentie groot zijn. Als de oorzaak van het instorten van het dak ligt aan de ophoping van water, keert geen enkele

verzekeringsmaatschappij de schade uit. Veelal worden adviesbureaus door verzekeringsmaatschappijen gevraagd de oorzaak van instorting in kaart te brengen.

TECHNIEK

Met de invoering van het bouwbesluit is er meer aandacht gekomen voor noodafvoeren die overigens nog wel eens uit de losse pols worden geplaatst. De constructeur blijkt bij nieuwbouw in veel van de gevallen geen wateraccumulatieberekening te maken, althans vaak maar gedeeltelijk. Bekend is, dat op een staaldak een tijdelijke belasting van 100 mm water mogelijk is. Dit is geen garantie voor de onderconstructie en daar blijkt vaker het probleem te liggen. Wanneer alle factoren worden meegenomen, zoals de rioolbelasting door tijdelijke waterlast, het effectieve afschot van het dak en de plaatsing van noodafvoeren in de gevel, blijkt toch dat bij een tijdelijke stagnering van waterafvoer via de hemelwaterafvoer de stijfheid van de onderliggende staalconstructie een van de belangrijkste factoren te zijn. Sterker nog, de onderzoeken op daken waarvan het dak bezwaken is door wateraccumulatie geven aan dat de oorzaak veelal ligt in de te lichte staalconstructie.

MAATREGELEN

De gevoeligheid voor wateraccumulatie meten is alleen mogelijk met een rekenkundige controle. Alleen een dakinspectie is niet voldoende. Wel is het mogelijk een voorlopige risicoanalyse te maken, waardoor de daken met het hoogste risico snel in kaart gebracht kunnen worden. Deze daken worden dan onderworpen aan een uitgebreider onderzoek. Onderstaand hulpmiddel, de "2D water accumulatiescan" is ontwikkeld door DGI/T- Joint Dak- & Gevelingenieurs BV in samenwerking met Schouten Engineering Consultancy. Een dakdekker of gebouweigenaar kan door middel van dit programma op een simpele manier zien of zijn dak tot de risicovolle groep behoort.

DE INSPECTIE

Uitgangspunt in deze toelichting is de uitvoering van een inspectie op bestaande daken. Uit de inspectiepunten zijn ontwerp- en uitvoeringsaanwijzingen, naast wettelijk NEN normen, voor nieuwe daken vast te stellen. Benadrukt wordt dat het beslist geen doe-het-zelf pakket is. Dit komt voort uit de hoeveelheid velden die interpretatie vereisen en dus kennis van zaken. Deze methode geeft richting aan de punten waar ook dakgebruikers, dakbeheerders en dakbedekkingsbedrijven op moeten letten. Tijdens uitvoering van een dakinspectie moeten de volgende risicofactoren inzichtelijk vastgesteld kunnen worden.

1. Afschot in de dakconstructie
2. De hemelwaterafvoeren
3. De noodoverlopen
4. De waterhuishouding
5. De vervuilingsgraad
6. De begaanbaarheid
7. De riolering
8. Onderhoudsdiagnose

Punt voor punt wordt ingegaan op het belang van bovenstaande punten.

Beoordeling afschot dakconstructie

Afschot gemeten (effectief afschot)									
-10 mm	-5 mm	0 mm	5 mm	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	30 mm	35 mm
Risiko indicator									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

AFSCHOT IN DE DAKCONSTRUCTIE

In het bouwbesluit worden geen eisen aan het afschot van daken gesteld. Er wordt in de NEN 6702 wel gesteld dat bij oppervlakken die water moeten afvoeren, een zodanig afschot moet zijn aangebracht, dat ook bij doorbuiging in de eindtoestand elk punt van de oppervlakte water kan blijven afvoeren naar de aanwezige afvoerpunten.

DE HEMELWATERAFVOEREN

Het aantal hemelwaterafvoeren en bijbehorende afvoercapaciteit wordt bepaald overeenkomstig toepassing van normen. [NEN 3216, NTR 3216]. Tijdens de dakinspectie worden de dakdimensies, aantallen afvoeren, voor zover mogelijk de afvoercapaciteit (mm² oppervlak vrije doorlaat) en het aangesloten dakoppervlak per afvoer geregistreerd. Vervolgens zijn er twee mogelijkheden:

- a. een berekening middels een computerprogramma (arbeidsintensieve controleberekening op locatie door het noodzakelijk invoeren van veel parameters)
- b. een praktische beoordeling op basis van een oude vuistregel.

Beoordeling hemelwaterafvoeren (computerberekening op locatie)

Afvoercapaciteit									
onvoldoende					voldoende				
Risiko indicator									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Beoordeling hemelwaterafvoeren (vuistregel)

Afvoercapaciteit één cm ² doorstroom oppervlak per m ² dakoppervlak (minimaal twee afvoeren per dak)									
onvoldoende					voldoende				
Risiko indicator									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



> DE NOODOVERLOPEN

Het aantal noodoverlopen, de bijbehorende afvoercapaciteit en locatie worden bepaald overeenkomstig voorschriften en aanwijzingen in normen. [NEN 6702]. Tijdens de dakinspectie worden de dakdimensies, aantal noodoverlopen, de afvoercapaciteit (mm² oppervlak vrije doorlaat in relatie tot stijghoogte) en het aangesloten dakoppervlak per noodoverloop geregistreerd.

Vervolgens zijn er de volgende mogelijkheden:

- De uitvoering van een driedimensionale berekening middels een computerprogramma (controleberekening wateraccumulatie waarvoor nadere constructieve gegevens noodzakelijk zijn, de berekening kan niet op locatie worden uitgevoerd. De uitgebreide invoer van specificaties en de benodigde rekenkracht maken dit niet mogelijk) (voor informatie zie "wateraccumulatie in beeld")
- De uitvoering van een tweedimensionale berekening middels een computerprogramma (controleberekening wateraccumulatie in relatie tot een ter plaatse maatgevend gekozen spantconstructie, ter plaatse wordt de noodzakelijke gegevens ingemeten en ingevoerd) (voor informatie zie "wateraccumulatie in beeld")
- Praktische beoordeling op basis van de aanwezigheid van noodoverlopen. Tijdens de inspectie worden de afmetingen en aangesloten dakoppervlakte gecontroleerd. (Het uitgangspunt inzake de maximale stijghoogte in relatie tot de hoogte van de noodoverloop ten opzichte van het dakvlak kan niet gecontroleerd worden.) De beoordeling vindt plaats met een computerprogramma op locatie. ten afvoeren, een zodanig afschot moet zijn aangebracht, dat ook bij doorbuiging in de eindtoestand elk punt van de oppervlakte water kan blijven afvoeren naar de aanwezige afvoerpunten.

Beoordeling effect wateraccumulatie in relatie tot aanwezige noodoverlopen

Beoordelingsfactor WACSIM®LIGHT programma

0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
Risico indicator									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Beoordeling aanwezige noodoverlopen op aantal en afmeting

Computerprogramma afgeleid uit NEN norm

onvoldoende					voldoende				
Risico indicator									
1	1	1	1	1	6	6	6	6	6



Noodoverlopen zijn er in verschillende uitvoeringen.
(foto BDA Dakadvies)

DE WATERHUISHOUDING

De waterhuishouding wordt bepaald door het afschot, de locatie van de hemelwaterafvoeren, de afwerking, op het dak aanwezige objecten en de mogelijk aanwezige vervuiling.

De praktijkregel: 5% van het dakoppervlak mag bedekt zijn met plassen, de plassen mogen niet dieper zijn dan 5 mm, het met water bedekte oppervlak moet verspreid zijn over meerdere plassen; wordt gehanteerd.

Beoordeling waterhuishouding (algemeen)

Percentage achterblijvend water op dakoppervlak

20%	15%	10%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Risico indicator									
1	2	3	4	5	6	6	6	6	6



Meer dan 25 % van het dakoppervlak bedekt met water, risico indicator!

DE VERVUILINGSGRAAD

Vervuiling kan de oorzaak zijn van het verstopen van hemelwaterafvoeren. Regelmatig reinigend onderhoud is dan ook essentieel om verstopen van afvoeren te voorkomen. De frequentie van reinigend onderhoud wordt bepaald door de omgevingsfactoren.

De ernst van vervuiling (achterstallig reinigend onderhoud) wordt gekwalificeerd naar bedekt oppervlak.

Beoordeling vervuiling

Percentage achterblijvend vuil op dakoppervlak									
20%	15%	10%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Risico indicator									
1	2	3	4	5	6	6	6	6	6

DE BEGAANBAARHEID

De begaanbaarheid geeft een indicatie over de stijfheid en sterkte van de onderconstructie. Deze kwalificatie is tijdens een dakinspectie slechts subjectief vast te stellen. Bij het belopen moet de inspecteur zich een oordeel vormen over de (in)vering van de onderconstructie.

De kwalificatie verloopt van zeer sterke (in)vering tot geen (in)vering bij belopen van het dak.

Beoordeling begaanbaarheid (in)vering

Beoordeling									
zeer sterke invering				geringe invering	zeer geringe invering				geen invering
Risico indicator									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



Grote lichtgewicht daken kunnen bij belopen sterk inveren.

DE RIOLERING

De riolering is door een dakinspecteur niet te beoordelen. Op basis van navraag kan er mogelijk een oordeel gevormd worden over de capaciteit. Bedacht moet worden dat deze weging om die reden alleen in negatieve zin ingezet mag worden. Als bijvoorbeeld wordt medegedeeld dat de straten regelmatig blank staan, de straatkolken het regenwater niet kunnen verwerken, of dat water terugslaat uit het riool, kan de risico-indicator gebruikt worden.

Beoordeling riolering

Kwalificatie op basis van "negatieve" mededelingen									
Negatieve mededeling					Geen mededeling				
Risico indicator									
3	3	3	3	3	5	5	5	5	5

Deze daktechnische beoordeling inzake wateraccumulatie is compleet nadat navraag is gedaan inzake beschikbaarheid van tekeningen en constructieve gegevens.

ONDERHOUDSDIAGNOSE

Tegelijk met de controle van bovengenoemde aspecten in relatie tot de bepaling van de gevoeligheid van daken voor wateraccumulatie en de noodzakelijk te treffen maatregelen zoals dakrandverlaging of plaatsing van noodoverlopen, verdient het aanbeveling de onderhoudsstaat middels een onderhoudsdiagnose vast te stellen.

VERWERKING INSPECTIERESULTATEN IN EEN OVERZICHTSTABEL

Hemelwaterafvoeren	Beoordeling									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Afschot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hemelwaterafvoeren	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
Afmetingen noodoverlopen	1	1	1	1	1	6	6	6	6	6
Wateraccumulatie*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Waterhuishouding	1	2	3	4	5	6	6	6	6	6
Vervuiling	1	2	3	4	5	6	6	6	6	6
Begaanbaarheid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Buiten riolering	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5

* Beoordelingsfactor WACSIM®LIGHT programma

> Indien een van de te beoordelen aspecten in het rode gebied valt, moet geconcludeerd worden dat deze kwalificatie het risico van wateraccumulatie sterk vergroot. Aanbevolen wordt nader onderzoek te verrichten naar de gevoeligheid voor wateraccumulatie door gebruik te maken van een 3D simulatieprogramma.

Valt de kwalificatie in het gele gebied dan is er geen expliciete duidelijkheid in de bijdrage tot het risico van wateraccumulatie. Deze indicatie kan zowel negatief als neutraal uitvallen. Aanbevolen wordt nader onderzoek te verrichten naar de gevoeligheid voor wateraccumulatie door gebruik te maken van een 2D simulatieprogramma*.

Indien de beoordeling in de blauwe zone valt, is er geen verder onderzoek noodzakelijk. Valt de beoordeling in de gele zone, dan wordt aanbevolen nader onderzoek te verrichten naar de gevoeligheid voor wateraccumulatie door gebruik te maken van een 3D simulatieprogramma

Wanneer de beoordeling in de groene zone gekwalificeerd wordt, is er de zekerheid dat deze indicator geen negatieve bijdrage levert aan het effect wateraccumulatie.

Cijfer	Beoordeling	Cijfer	Beoordeling
1	zeer slecht	6	voldoende
2	slecht	7	ruim voldoende
3	zeer onvoldoende	8	goed
4	onvoldoende	9	zeer goed
5	bijna voldoende	10	uitmuntend

(De cijfermatige onderverdeling is van toepassing op het hieraan gerelateerde computermodel.)

DE MAATREGELEN

Met de uitvoering van een dakinspectie en de tweedimensionale wateraccumulatie-check is betrekkelijk eenvoudig een controle uit te voeren of daken het risico lopen te bezwijken ten gevolge wateraccumulatie.

Alle daken, met name lichtgewicht daken met een onderconstructie van geprofileerde staalplaat, zouden op deze wijze onderzocht moeten worden. Tijdig onderzoek kan grote economische schade en - gelukkig nog niet van toepassing - persoonlijk letsel voorkomen.

Voor alle nieuw te ontwerpen daken, en de daken waaruit de 2D wateraccumulatie check blijkt dat deze niet voldoet, moet een driedimensionale simulatie berekening worden gemaakt. Met deze rekenmethode wordt voldaan aan de uitgangspunten die in wettelijk van toepassing zijnde normen zijn omschreven. Met absolute zekerheid wordt bepaald hoe het dak zich gedraagt tijdens wateraccumulatie. Het gedrag van de constructie is onder iedere belasting te visualiseren. Maatregelen ter voorkoming van overbelasting zijn op deze wijze eenvoudig te bepalen. <

MEER INFORMATIE:

DGI/T JOINT DAK EN GEVELINGENIEURS, RAAMSDONKSVEER,
TELEFOON 0162-580073.

BDA DAKADVIES, GORICHEM,
TELEFOON 0183-669690.