



RAADGEVENDE INGENIEURS

Nieman-Kettlitz

Gevel- en Dakadvies

NOTITIE

Aan : Rijksvastgoedbedrijf, Dir. Transacties & Bedrijven

Referentie : 20191195 / 17465

Behandeld door : Vestiging Utrecht – dhr. ir. O. Kettlitz / mw. ir. H. Wielders

Datum : 20 augustus 2019

Project : Rijnstraat 8, Den Haag

Betreft : Inschatting van het risico van glasbreuk en de mogelijke gevolgen

Inleiding

Bij bovengenoemd project zijn recentelijk vier ruiten gebarsten, opgenomen in de glazen atriumgevels aan de Noordzijde van het gebouw. Deze breuken zijn opgetreden op 3 juni, 25 juni, 24 juli en 25/26 juli j.l. In alle gevallen betrof het de geharde buitenruit van het op vier plaatsen mechanisch bevestigde dubbelglas. In geen van de gevallen is de betreffende buitenruit naar beneden gevallen. Om dit in de toekomst uit te sluiten zijn de ruiten als tijdelijke oplossing met een folie aan de buitenzijde afgeplakt. Alleen de als eerste gebroken ruit is middels aantikken verwijderd hetgeen op de straat onder dit element leidde tot een zeer groot aantal verspreid liggende kleine glasdeeltjes (kenmerkend voor gehard glas).

Het Rijksvastgoedbedrijf heeft in dit kader aan Nieman-Gevel en Dakadvies B.V. een aantal vragen gesteld. Deze notitie beperkt zich tot de vraag welke risico's op letselschade de huidige situatie kan inhouden m.b.t. de niet gebarsten ruiten. En in relatie daarmee, welke maatregelen er op korte termijn gewenst c.q. noodzakelijk zijn, als er reële risico's zijn.

Deze vraagstelling leidt tot de volgende deelvragen:

1. Wat is de oorzaak van de huidige glasbreuk?
2. Bestaat het risico, op basis van deze oorzaak, dat er zich nog meer glasbreuk gaat voordoen in een mate die het gangbare risico overstijgt?
3. Indien dat het geval is, wat is dan het risico op letselschade als gevolg van deze situatie?
4. Als dit risico op letselschade reëel is, wat zijn de dan op korte termijn te nemen maatregelen om dit risico te minimaliseren, ook rekening houdende met kosten en zichtbaarheid van deze maatregelen?

1. Wat is de oorzaak van de huidige glasbreuk?

Deze vraag wordt beantwoord op basis van de verstrekte foto's die zijn gemaakt van de gebroken ruiten en hun barsten voorafgaande aan het aflakken en op basis van de visuele opname op afstand d.d. 31-07-2019. Omdat alleen een uitgebreid onderzoek van ruiten en productie-informatie een sluitend antwoord kan geven, wordt bij het onderstaande een voorbehoud aangaande mogelijk nog andere invloeden gemaakt.

Er zijn drie grote ruiten (3,3x1,8 m) gebarsten en één kleinere ruit (3,3x1,35m). Deze laatste kon van redelijk nabij worden beoordeeld. Bij deze ruit was een duidelijk stervormig breukpatroon te zien startend vanuit één punt. In dit punt was een vliedervormig figuur te zien. Een dergelijk beeld wijst op een glasbreuk als gevolg van nikfelsulfide insluiting; een standaardrisico bij gehard glas.

Nieman-Kettlitz
Gevel- en Dakadvies B.V.
info@gevelsindak.nl
www.gevelsindak.nl

Vestiging Utrecht
Atoomweg 400
Postbus 40217
3504 AA Utrecht
T 030-303 26 50
T 030-241 34 27

Vestiging Zwolle
Dr. Van Lookeren-
Campagneweg 16
Postbus 40147
8004 DC Zwolle
T 038-467 00 30

Algemene gegevens
ING Bank: 0007 5144 35
KvK Den Haag: 27308128
BTW-nr: NL618707264 B01
IBAN: NL69INGB0007514435
BIC: INGBNL2A



Uit de door het Rijksvastgoedbedrijf aangeleverde foto's gemaakt van de gebarsten ruiten blijkt steeds de typische vlinderstructuur in het centrum van de breuk aanwezig te zijn met aansluitend een stervormig en korrelig breukpatroon. Op basis van dit beeld is de conclusie dat de glasbreuken zijn geïnitieerd door (nikkelsulfide) insluitingen in de buitenruiten.

Er is derhalve op dit moment geen reden om te denken aan andere mogelijke (bijkomende) oorzaken als een (te veel) vervormende achterconstructie, zakkende ruiten, puntvormige contacten ter plekke van glasranden en dergelijke. Gezien de positie van de betreffende ruiten kan vandalisme worden uitgesloten.

Op de genoemde data was het in Voorschoten (dichtstbijzijnde KNMI weerstation) maximaal 18,0; 32,2; 33,2 resp. 34,3 °C. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat de eerst gebroken ruit vermoedelijk al een gebrek had en dat bij de overige breuken temperatuursinvloeden de groei van barstjes vanuit de discontinuïteit (ingesloten nikkelsulfide) hebben versneld en versterkt.

2. Bestaat het risico, op basis van deze oorzaak, dat er zich nog meer glasbreuk gaat voordoen in een mate die het gangbare risico hierop overstijgt?

Glasbreuk bij gehard glas als gevolg van nikkelsulfide-insluitingen is een bekend risico. Volgens de NEN-EN 14179-1 is het risico op breuk 1 op de 20.000 kg glas. Dit wordt in de gegeven omstandigheden conform NEN 2608 en NEN 3569 als te hoog gezien. Daarom wordt voorgeschreven dat in de gegeven situatie de geharde ruiten een zogenaamde 'heat soak test' dienen te ondergaan waarbij het overgrote deel van de ruiten met een insluiting zullen barsten en dus zo uit de productie wordt gefilterd. Het risico dat er een ruit met een insluiting door de test heen glipt, wordt geraamd op 1 op de 400.000 kg.

Toegepast zijn 360 ruiten van 3,3x1,8 m en 72 ruiten van 3,3x 1,35 m. In beide gevallen zijn de buitenruiten volgens opgave 10 mm dik. Totaal betreft dit 61.469 kg glas.

Bij niet geheadsoaked glas kan men op basis van deze hoeveelheid en de informatie uit de NEN-EN 14179-1 een breukaantal verwachten van 3,07. Op basis van de toegepaste hoeveelheid glas is het hoeveelheid glasbreuk (tot op heden) uitgaande van niet geheadsoaked glas aan de hoge kant maar niet exceptioneel te noemen.

Bij wel geheadsoaked glas kan men op basis van deze hoeveelheid en de informatie uit de NEN-EN 14179-1 een breukaantal verwachten van 0,15. Op basis van de toegepaste hoeveelheid glas is het hoeveelheid glasbreuk (tot op heden) uitgaande van geheadsoaked glas extreem te noemen (bijna 27x hoger dan verwacht had mogen worden).

De eerste conclusie die hieruit volgt is dan het toegepaste glas voor de buitenruiten met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid niet voldoet aan de vigerende regelgeving. Debet hieraan is het niet correct uitvoeren van de heatsoaktest en/of een (veel) te hoog percentage van nikkelsulfide insluitingen in het geharde glas (de herkomst hiervan is vooralsnog niet bekend).

Door de leverancier zijn de resultaten van de (volgens deze opgave) uitgevoerde heatsoak tests verstrekt, hetgeen bovenstaande conclusie voor wat betreft de uitgevoerde tests zou kunnen logenstraffen. Het is echter onmogelijk(!) dat al de (tot op heden) gebroken ruiten (4 stuks) bij de gegeven hoeveelheid glas door deze tests heen zouden kunnen zijn geglipt, indien deze goed zouden zijn uitgevoerd! Dit tenzij het geproduceerde glas een veel hoger percentage nikkelsulfide insluitingen had dan gangbaar en dan in de NEN-EN 14179-1 aangegeven.

Uit de verstrekte testdocumenten blijkt dat er tijdens de tests bij totaal 5 ruiten een insluiting is geconstateerd. (1 bij een 10 mm dikke ruit) Dit is aan de hoge kant. Inclusief het in het werk (tot op heden) geconstateerde aantal van 4 is dat 9 (en voor de 10 mm dikke ruiten totaal 5) hetgeen op basis van de geteste totale



glastonage een factor 2,5 hoger ligt dan te verwachten zou zijn geweest. Dit kan impliceren dat niet een niet goed uitgevoerde heatsoak test verantwoordelijk is, maar een inferieure kwaliteit van het geleverde geharde glas.

Echter ook bij de informatie betreffende de uitgevoerde heatsoak tests kan een vraagteken worden gezet. Er wordt steeds gemeld dat er een insluiting is geconstateerd maar geen ruitbreuk. Hoe kan dat? Hoe zijn deze insluitingen dan geconstateerd? Wat is er dan vervolgens men deze blijkbaar niet gebroken ruiten gebeurd? Verder blijkt het om 17 batches een totaal aan glas dat niet overeen komt met de toegepaste hoeveelheden. Waar komt dat verschil vandaan? Tenslotte valt op dat onderaan de tabellen het totaal aantal insluitingen ten onrechte steeds op nul staat (niet is ingevuld).

Gezien het bovenstaande kunnen er zeker vraagtekens bij de uitgevoerde heatsoak tests worden gesteld en kan in ieder geval worden geconcludeerd dat het aantal ruiten met nikkelsulfide, dat tot op heden is geconstateerd (9/5), erg hoog is en sterke twijfels oproept aangaande de kwaliteit van het geharde glas.

Het antwoord op de vraag of er sprake is van een hoger percentage glasbreuk dan te verwachten (op basis van geheatsoaked gehard glas) dient bevestigend te worden beantwoord. Het aantal breukaantallen in het werk is 27x hoger dan verwacht had mogen worden. En uitgaande van het aantal tot op heden geconstateerde ruiten met nikkelsulfide insluitingen is dit percentage bijna 2x hoger (voor wat betreft alleen de 10 mm ruiten) dan verwacht had mogen worden. Dit impliceert dat er sterke twijfels zijn over de kwaliteit van het heatsoaken en van het glas dat hieraan is onderworpen geweest. Hierin moet de verklaring worden gezocht en gevonden voor het in relatie tot het geleverde totaal aantal ruiten extreem hoge percentage glasbreuk.

Op basis van dit gegeven geldt ook voor de toekomst dat het reëel is om meer glasbreuk te verwachten dan gangbaar is.

3. Indien dat het geval is, wat is dan het risico op letselschade als gevolg van deze situatie?

Er zijn diverse methoden om een risico op bijvoorbeeld letselschade in te schatten. Voor glas wordt veelal de methode van Fine en Kinney toegepast. Echter men dient in eerste instantie vast te stellen en te omschrijven wat er in de gegeven situatie na een glasbreuk kan gebeuren. Deze weg is hieronder gevolgd.

Bij breuk zijn er drie mogelijkheden:

1. De gebroken ruit blijft zitten;
2. De gebroken ruit blijft zitten tot de eerstvolgende storm;
3. De gebroken ruit komt (vrijwel) meteen los en valt in brokjes naar beneden.

Een gebroken ruit blijft alleen zitten bij de toepassing van het geharde glas in gelaagd glas. Dit is hier niet het geval. Optie 1 is daarmee niet te verwachten.

De vraag is dus of de gebroken ruit in de gegeven toepassing en onder de gegeven omstandigheden zonder zware belasting wel of niet zal kunnen loskomen. In deze situatie zijn de invloeden, die daarbij een rol spelen, gematigde wind, temperatuurwisselingen (alleen bij hoge temperaturen omdat het de Noordgevel betreft), drukverschillen (niet aan de orde omdat de binnenruit functioneel blijft) en het eigengewicht van het glas.

Invloeden die moeten voorkomen dat de gebarsten ruit loskomt als gevolg van gematigde wind en eigengewicht zijn de reststerkte van de ruit in combinatie met de mechanische bevestiging, drukinvloeden en koppeling aan de binnenruit via de afstandhouders.

De reststerkte van de ruit kan alleen een rol spelen als deze opgesloten blijft zitten en er geen grotere stukken loskomen. Bij een gematigde belastingssituatie is dat een reëel te verwachten situatie. Van drukverschillen, die positief uitwerken, is geen sprake want een gebarste ruit is een lekke ruit. Ook de koppeling aan de

binnenruit via de afstandhouders zal bij een gematigde belastingssituatie ervoor kunnen zorgen dat de gebarsten buitenruit niet loskomt (n combinatie met de reststerkte van het glas).

Op basis van het bovenstaande en ook op basis van de situatie zoals deze bij de tot op heden gebroken ruiten is aangetroffen, kan de conclusie worden getrokken dat een gebroken ruit kan blijven zitten totdat deze (door wind) zwaarder/zwaar wordt belast (hoge temperaturen zullen wel het barsten van ruiten in de hand werken maar niet het loskomen daarvan).

Als de ruit loskomt dan kan dat in principe direct na de breuk gebeuren maar ook binnen een periode van enkele minuten. Dit lijkt een triviaal verschil maar is het niet. Indien een ruit direct na breuk valt, kan het breukpatroon zich nog niet volledig hebben ontwikkeld. In dat geval kunnen er grotere delen glas naar beneden komen. Treedt er wel enige vertraging op dan zal het breukpatroon zover zijn ontwikkeld en is het glas dusdanig gefragmenteerd dat er alleen nog maar kleine 'ongevaarlijke' glaskorrels naar beneden vallen.

Dit betekent dat als een ruit loskomt, direct na het ontstaan van de breuk, er wel een aanzienlijk gevaar bestaat op letsel, maar als dat enige tijd later is, dit risico veel kleiner tot gering is. Omdat in de gegeven situatie hiervoor reeds de onderbouwde verwachting is uitgesproken dat de gebarsten ruit zal blijven zitten tot aan een zwaardere/zware belasting is het reëel er vanuit te gaan dat zich op dat moment het breukpatroon volledig heeft ontwikkeld en er dus alleen kleine glasdeeltjes naar beneden zullen vallen.

Er geldt overigens wel een duidelijke 'maar': storm kan het ontstaan van glasbreuk in de hand werken en in deze situatie kan het gebroken glas dus ook vrijwel gelijk in grotere delen loskomen. In andere situaties speelt dit risico niet. Een bijkomend gegeven is dat, als er sprake is van glasbreuk c.q. een gekend gebrek en er treedt 'storm'schade op, verzekeringen niet zullen uitkeren.

Antwoord op de vraag is derhalve dat het risico op persoonlijk letsel op basis van de bouwkundige toepassing van het glas klein wordt geacht te zijn omdat het de verwachting is dat er enige tijd overheen zal gaan tussen de glasbreuk en het naar beneden komen van het glas (in dat geval in kleine deeltjes). Alleen bij storm ontstaat er in dat geval wel een risicovolle situatie wat betreft letselschade.

Op basis van de locatie van de ruiten dient hierbij een kanttekening te worden geplaatst, namelijk dat een groot aantal van de ruiten zich op grote hoogte bevindt, hetgeen een hoge valsnelheid impliceert. Bovendien is er direct onder deze ruiten, in ieder geval een belangrijk deel hiervan, sprake van zeer intensief (loop)verkeer.

Dit werkt duidelijk risicoverhogend wat betreft directe letselschade en impliceert ook andere risico's, zoals bijvoorbeeld zaakschade, letsel door een schrikreactie van getuigen/omstanders (bijvoorbeeld iemand die opzij springt op de trambaan terwijl er net een tram aan komt), psychische schade, schade als gevolg van het afsluiten van doorgaande verbindingen, reputatieschade en dergelijke. Bij het beantwoorden van de onderstaande vierde vraag is hiermee beperkt rekening gehouden.

4. Als dit risico op letselschade reëel is, wat zijn de dan op korte termijn te nemen maatregelen om dit risico te minimaliseren, ook rekening houdende met kosten en zichtbaarheid van deze maatregelen?

Onderbouwd is dat op basis van de bouwkundige uitgangspunten het risico op letselschade in directe zin klein is maar dat de plaats van toepassing dit risico wel vergroot evenals het risico op andere vormen van (gevolg)-schade. Verder is aangegeven dat storm wel een duidelijk risico op letselschade impliceert.

Op basis van deze situatie, en op basis van uitgangspunten van economie en zichtbaarheid, worden onderstaande aanbevelingen gedaan:



1. Alle ruiten zo snel als mogelijk vervangen door beglazing die wel voldoet aan NEN 2608 en NEN-EN 14179-1 en dit in ieder geval vóór de eerste herfststorm met een windkracht 7 of meer. Conform het bestek geldt voor de gevel dezelfde veiligheidsklasse als voor de hoofdconstructie;
2. Gedurende deze periode de ruiten monitoren, dat wil zeggen 4 maal per dag deze inspecteren en bij breuk betreffende ruit gelijk afplakken;
3. Indien er onverhoopt storm optreedt, voordat alle ruiten zijn vervangen, een tijdelijke afsluiting plaatsen (of een anderszins tijdelijke maatregel die dus wel duidelijk zichtbaar zal zijn);
4. Als tijdelijke maatregel over de beglazing in banen een geschikte (gewapende), weers- en UV-bestendige, transparante, brede tape aanbrengen en wel zodanig dan deze in verticale en horizontale banen over de glasgevels lopen. De verticale tape loopt over iedere ruit in het midden. De horizontale tape loopt over iedere ruit in twee banen over de mechanische bevestigingen.

Opmerkingen:

- Indien er op basis van bovenstaande aanbevelingen tijdproblemen ontstaan, kan men er voor kiezen als eerste de ramen boven de trambaan en onderdoorgang aan te pakken (is sowieso aan te bevelen);
- Mogelijk is het praktisch niet doenlijk om in geval van een voorspelde storm tijdig adequate afscherm/afzetvoorzieningen te treffen. In dat geval is het beter om preventief te werk te gaan en deze voorzieningen sowieso te treffen. Overigens kan een dergelijke voorziening wel het vervangen van de ruiten bemoeilijken. Het meest voor de hand ligt hierbij een opvangconstructie en een geleiding die voorkomt dat het glas gevoerd door de wind tot voorbij deze opvangconstructie naar beneden valt. De opvangconstructie kan onderaan de gevels worden aangebracht. Gezien de valhoogte wordt aanbevolen om in dat geval ook op halve hoogte een dergelijke voorziening te treffen. Een gesloten, gewapend en gespannen doek vormt een adequate geleiding;
- Uit de verstrekte heatsoaktesten blijkt dat er ook bij andere glasdiktes nikkelsulfide insluitingen zijn geconstateerd. Hoewel niet in uitzonderlijke mate, en hoewel hier (nog) geen breuk is aangetroffen, wordt aanbevolen alle beglazing van deze leverancier in een overall veiligheidsbeschouwing mee te nemen;
- In de voorgaande analyse is uitgegaan van standaardbelastingen en -omstandigheden. Er kunnen echter ook lokale invloeden zijn die mogelijk een rol spelen. Zo zal de directe omgeving en de vorm van het gebouw van invloed zijn op het lokale windklimaat en is het mogelijk dat bijvoorbeeld trillingen veroorzaakt door tramverkeer relevant zijn. Dit zijn aspecten die eventueel in een later stadium te onderzoeken zijn
- Omdat in alle gevallen de binnenruit is blijven zitten en niet beschadigd is geraakt, zal deze het eventueel vallen van de gebarsten buitenruit naar binnen toe voorkomen, zodat aan deze zijde geen voorzieningen noodzakelijk zijn. Dit tenzij er uit de achter derde bullit geadviseerde overall veiligheidsbeschouwing blijkt dat er redenen zijn om ook aan de kwaliteit van deze binnenruiten te twijfelen. Op basis van de huidige situatie zijn daar geen aanwijzingen voor;
- Door de hoofdaannemer is een risico-inventarisatie uitgevoerd op basis van de NEN 2608 en de brancherichtlijn betreffende de betrouwbaarheid van glasconstructies. Probleem hierbij is dat deze inventarisatie niet gebaseerd is op de situatie zoals deze bij de atriumgevels aan de orde is. Het gaat hier niet om het risico op doorvallen. Verder staat hier bijvoorbeeld in dat de oorzaak enkele malen per jaar kan optreden. Dat is onjuist. De problemen kunnen weliswaar door warm weer worden versterkt maar uit de aard van het gedrag van glas (kerfwerking!) kan de uiteindelijke breuk ieder moment optreden. De blootstelling is daarmee dagelijks i.p.v. enkele malen per jaar. En men zal hierbij ook het aantal mensen dienen te betrekken dat hierbij dan wordt blootgesteld. Dit kunnen er op enige moment honderden zijn. Bij de doorvalveiligheid is dat er één. Dit leidt tot een zeer sterke toename van de gehanteerde getallen en daarmee tot een totaal andere uitkomst en conclusie (ver boven het genoemde grensgetal van RL = 25).



RAADGEVENDE INGENIEURS

Nieman-Kettlitz

Gevel- en Dakadvies

Conclusie op basis van voorgaande analyse maar nota bene ook op basis van de opzet van BAM, is dat de veiligheid voor de personen die langs de betreffende atriumgevels lopen en reizen in de huidige situatie in een beduidende mate is afgenomen en er in het geval van storm zelfs een acuut gevaarlijke situatie zal ontstaan.

Er kunnen aan de voorgaande analyse en aanbevelingen geen rechten worden ontleend.

Utrecht, 20 augustus 2019

Nieman-Kettlitz Gevel- en Dakadvies B.V.

ir. J.H.Th.O. (Otto) Kettlitz

ir. H.M.A. (Helen) Wielders

*Wij gaan vertrouwelijk met uw gegevens om, geheel volgens de richtlijnen voor Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG).
[Lees onze privacyverklaring.](#)*