

'Een aardbeving, een constructiefout, het verkeer?
We hadden geen idee waarom het gebouw trilde'

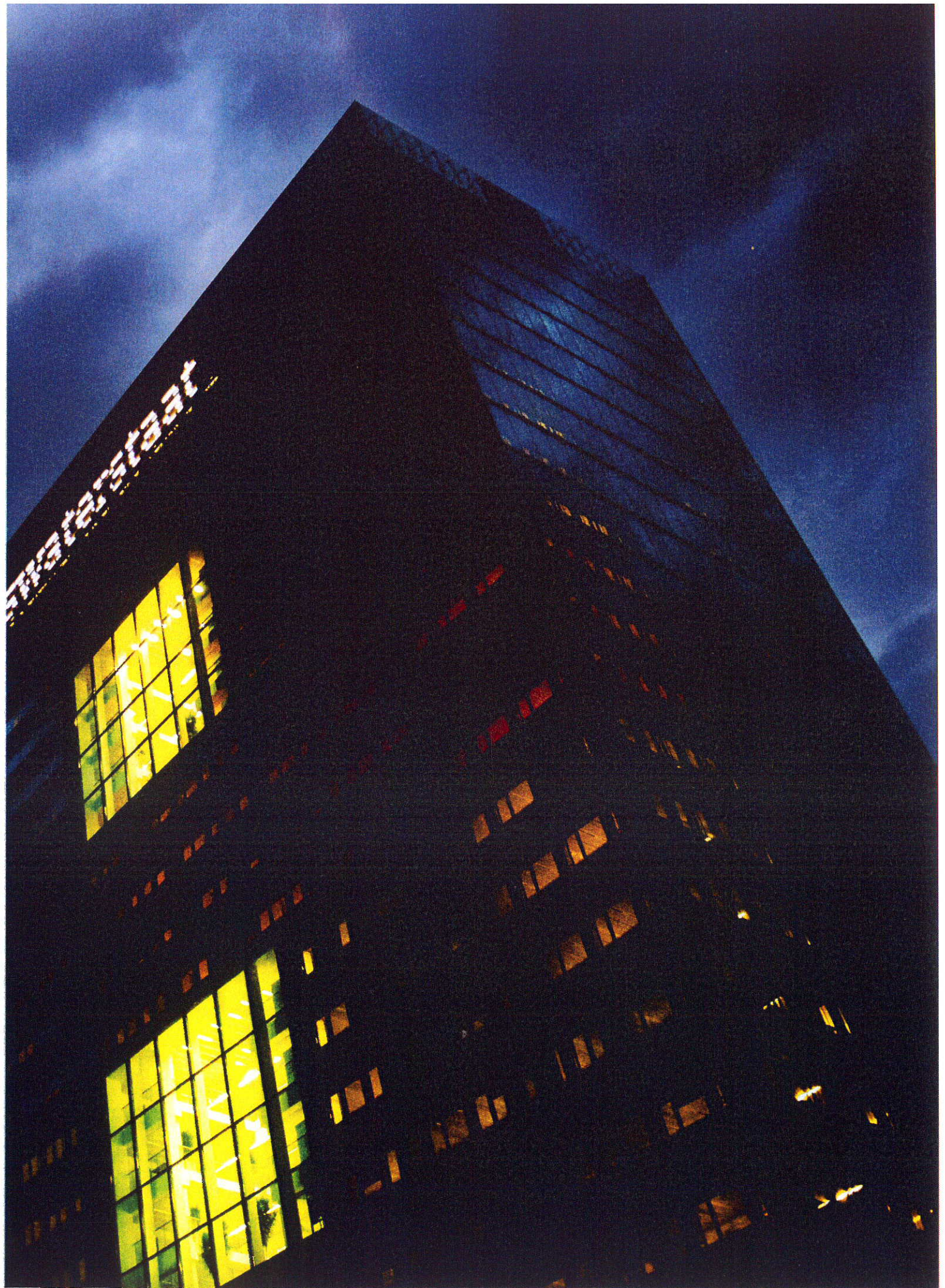
Trillende toren

Vloeren trilden, koffiebekers dansten op tafel. Eind juni werd een Utrechtse kantoortoren van Rijkswaterstaat ontruimd. Drie experts vertellen Quest over de moeizame zoektocht naar de oorzaak. 'Aardstralen, hadden we daar wel aan gedacht?'

■ TEKST: RIK KUIPER / FOTO'S: ROBIN UTRECHT

Gebouw
Westrave

Locatie: Griffioenlaan 2, Utrecht
Bouwjaar: 1975 (door architectenbureau Lucas & Niemeijer)
Renovatie: 2007 (door architectenbureau Cepezed)
Hoogte hoogbouw: 85 meter
Aantal verdiepingen: 18 (exclusief kelderverdieping)
Vloeroppervlak: 53.722 vierkante meter



De kelder stond bovenaan de twintig-puntenlijst met verdachte plaatsen

Hedzer Douma van Douma Bouw-kundig Adviesburo: 'Op donderdag 28 juni kreeg ik een telefoontje van de Rijksgebouwendienst. Kon ik misschien komen? Er was iets aan de hand bij kantoor Westraven van Rijkswaterstaat in Utrecht. Ik vroeg: 'Wanneer hebben jullie me nodig?' Het bleef stil aan de andere kant van de lijn. 'Ik begrijp het al', zei ik, en ging meteen op weg. Rond half zes arriveerde ik in Utrecht. Daar werd ik door een aantal mensen opgewacht die vertelde wat er die dag gebeurd was. Het gebouw had een paar keer getrild, zeiden ze. De dag daarvoor ook al. Het meubilair beefde, bekers dansten op het bureau, monitoren wapperden. Een paar werknemers hadden de trillingen gemeld bij de locatiebeheerder en die had zijn superieuren op de hoogte gesteld. Daarna was het gebouw ontruimd. Nu wilden ze zo snel mogelijk weten of het gebouw nog veilig was. Ik besloot een inspectieronde te doen.'

Gert Jan Rotmensen van de Rijksgebouwendienst, die als incident-manager opgetrommeld werd om het onderzoek naar het incident te leiden: 'Voor een trillend gebouw

ligt geen draaiboek klaar. We kwamen direct donderdagavond met ons crisisteam bijeen in een ander gebouw van Rijkswaterstaat in Utrecht. Daar is een *incident room* waar we konden vergaderen. We besloten dat Rijkswaterstaat zich zou richten op de eigen medewerkers en dat de Rijksgebouwendienst op zoek zou gaan naar de oorzaak van de trillingen. Daar was haast bij, want er werken 1500 mensen in dat gebouw. Als we snel konden aantonen dat er niets ernstigs aan de hand was, dan konden die mensen maandag weer gewoon aan het werk. Konden we de veiligheid niet garanderen, dan moest voor elk van die mensen een andere werkplek gevonden worden.'

'Nee, ik had die avond nog geen idee wat de oorzaak kon zijn, maar ik wist dat het een serieuze zaak was. We moesten dit niet afdoen als hysterie, want mensen hadden echt iets gevoeld in dat gebouw. Tijdens een brainstorm stelden we een lijst met mogelijke oorzaken op. Was er die dag een aardbeving geweest? Had er zwaar verkeer over de snelweg gereden? Mankeerde er iets aan de constructie? Waren er hei-

Elk gebouw trilt... Een beetje

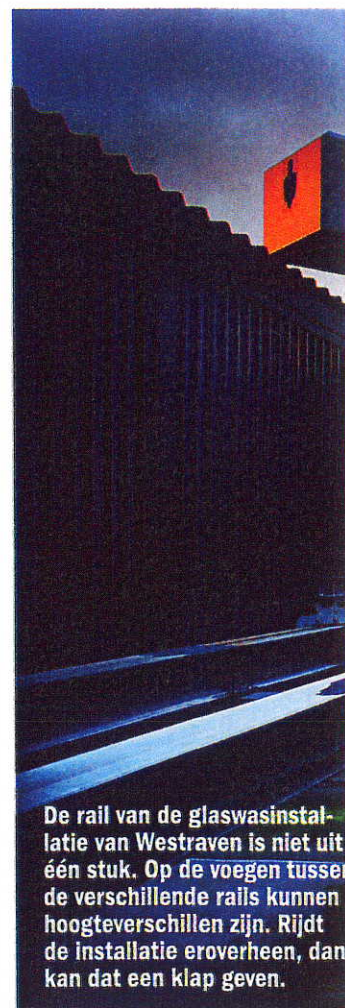
Het is normaal: elk gebouw beweegt, elk gebouw trilt. De trillingsmeter van advies- en ingenieursbureau Cauberg-Huygen nam dan ook van alles waar, zo vertelt Gerard Busscher. 'We zagen dat het gebouw vanaf 6 uur in de ochtend iets meer begon te trillen. Dat is het effect van de ochtendspits op de nabijgelegen A12. Na de spits namen die trillingen, die voor een mens niet te voelen zijn, weer wat af.' Ook de wind zorgde in Westraven voor trillingen, soms zo groot dat ze voor mensen voelbaar moeten zijn geweest. 'Maar', zegt Busscher, 'dat mag je van een toren van ruim 80 meter verwachten.'

werkzaamheden in de buurt? Of lag het misschien aan de installaties: de liften, de glaswasinstallatie, de luchtverversing? We probeerden met ons boerenverstand alle mogelijke oorzaken op volgorde van waarschijnlijkheid te zetten. Bovenaan deze lijst van twintig punten stond: verplaatsing van de kelders door hoog grondwater.'

Douma: 'Die kelder hebben we de eerste avond meteen geïnspecteerd. Gebouw Westraven bestaat uit een centrale toren met daaromheen laagbouw. En de vrees bestond dat stijgend grondwater de laagbouw omhoog gedrukt had. De toren, die te zwaar is om op te drijven, zou door de krachten die daarbij vrijkomen, zijn gaan trillen. In een helling-

baan trof ik een aantal scheuren aan waar grondwater doorheen sijpelde. Toen ik goed keek, zag ik groene aanslag. Dat betekent dat de scheuren er al langer zaten. Want nieuwe scheuren zijn schoon.' 'We keken ook op de 22ste verdieping, want daar waren de meeste klachten vandaan gekomen. Ook hier speurde ik naar schade: scheuren, doorzakkingen. Ik kwam her en der wat afbladderende verf en een paar scheurtjes in het stucwerk tegen, maar niets waarover ik me zorgen maakte. Een gebouw zet een beetje uit als het warm wordt, het krimpt als het afkoelt. Dan kan er wat schade ontstaan. We besloten onder andere om peilbuizen te laten zetten voor het meten van het grondwaterpeil en om trillingsonderzoek te laten doen.'

Gerard Busscher van advies- en ingenieursbureau Cauberg-Huygen, dat onder andere is gespecialiseerd in trillingsonderzoek: 'Met een collega reed ik vrijdagochtend met vier trillingsensoren naar Utrecht. Dat zijn kastjes van



De rail van de glaswasinstallatie van Westraven is niet uit één stuk. Op de voegen tussen de verschillende rails kunnen hoogteverschillen zijn. Rijdt de installatie eroverheen, dan kan dat een klap geven.



- ▲ Werd de kelder van Westraven omhoog geduwd door hoog grondwater?
- ▶ Groene aanslag betekent: oude scheuren.





'Het voelde als een aardbeving'

Het was aan het begin van de middag, hij zat op een flexplek op de 8ste verdieping. Roger Mol, directeur bedrijfsvoering van de Dienst Infrastructuur van Rijkswaterstaat, voelde een trilling. De vloer, het bureau, de stalen lamp, alles bewoog. Tegenover hem zat een collega, die normaal niet in het gebouw werkt. 'Voel jij het ook?' vroeg Mol. 'Ja', antwoordde de collega, 'is dat niet normaal?' Het voelde als een aardbeving, herinnert Mol zich, vergelijkbaar met de beving die hij als student had gevoeld. Het was 1992, hij woonde in Nijmegen en midden in de nacht trilde de aarde. Die aardbeving, met Roermond als epicentrum, was de zwaarste die ooit in Nederland is geregistreerd. Mol en zijn collega's gingen gewoon door met werken, ook toen het gebouw die middag nog een keer trilde. Ja, ze hadden het er wel over, maar vrijwel niemand maakte zich zorgen. Pas toen iedereen via de intercom opgeroepen werd het gebouw te verlaten, vertrok Mol. 'Ik ben met de trap naar beneden gegaan', zegt hij. 'De ontruiming ging vrij gestructureerd.' Hij vertrok naar huis, moest vrijdag thuis werken en hoorde dat weekend dat hij zich maandag in Haarlem kon melden, op een ander kantoor van Rijkswaterstaat. Later werd hij overgeplaatst naar Den Haag, waar hij nog altijd werkt. Hopelijk mag hij, nu de oorzaak gevonden is, op 1 januari weer naar Utrecht. 'Of ik met huiverig ben om terug te gaan? Helemaal niet. Ik stap straks met een goed gevoel het gebouw weer binnen.'

n bij tien bij tien centimeter trillingen in drie minuten kunnen waarnemen. Toen er een in de kelder wees op de tiende verdieping op de 22ste. Dat voldoende zijn, dachten elke trillingsmeter zat alogger, die de trillingen erde. Die middag stond er om de beweging van het gebouw te monitoren.'

'In de weken daarna was ons uiterste best. We skelden alle installaties uit: de luchtverversing, het koelsysteem, het warmteaggregaat. We lieten de vasmontage langs de wegen: van boven naar beneden, van links naar rechts. We tuurden de liften op: eerst helemaal leeg en dan met gewichten, zodat ze niet belast waren. Maar wat deden, het lukte ons niet om de beweging van de trillingen van 27 ni.'

en: 'We werkten de hele maandenlijst af, lieten alles

onderzoeken. En zo konden we steeds meer mogelijke oorzaken uitsluiten. Van het KNMI hoorden we dat er geen aardbeving was geregistreerd. Uit het onderzoek met de peilbuizen leerden we dat het grondwater geen rol kon hebben gespeeld. De constructie was niet verzakt. En de installaties brachten het gebouw ook niet in trilling. Na een paar weken zette ik het laatste vinkje op de lijst. Soms speelde de gedachte door mijn hoofd: 'We gaan het nooit vinden.'

'Veel mensen dachten met ons mee. We hadden een telefoonlijn opengesteld die men kon bellen met suggesties, en men kon ons mailen. Er kwamen veel serieuze adviezen binnen, maar ook minder serieuze. 'Aardstralen', zei iemand, 'hadden we daar wel naar gekeken'? Een ander beweerde de oorzaak van de trillingen te kennen, maar wilde die niet meteen vertellen. Hij was uitvinder en vroeg ons de patenten te betalen die hij wilde aanvragen op zijn uitvindingen. Dat hebben we natuurlijk niet gedaan.'

Busscher: 'We hielden er steeds rekening mee dat we de oorzaak niet zouden vinden. Maar we gaven niet op. Na een paar weken besloten we andere apparatuur neer te zetten, waarmee we ook het looptijdverschil van de trilling konden meten. Als er iets knapt in de kelder, dan geeft dat daar een klap. Daardoor ontstaat een trilling, die zich als een golf door het gebouw voortplant. Het duurt even voordat die golf de bovenste verdiepingen bereikt, waardoor de top van het gebouw ook gaat trillen. De nieuwe sensoren waren tot op de milliseconde gesynchroniseerd, zodat we konden zien waar een trilling begon. We zouden de installaties nogmaals testen, en ditmaal uitgebreider.'

'Eind juli inspecteerden mijn collega's van Cauberg-Huygen het dak. Een van hen liep op de rail waarover de glaswasinstallatie heen en weer kon bewegen. Hij sprong erop. Een andere collega zag dat op dat moment trillingen geregistreerd werden. Nog een sprong, weer die trilling. Zou dit het zijn? Ze besloten een uitgebreide test te doen met de

Het samenspel van de glazenwassers, vloeren en bureau's liet de toren van Westraven trillen

► glaswasinstallatie. Op verschillende plekken aan het gebouw, op verschillende hoogtes. Dan in de ene hoek, dan ergens anders. Met een korte kabel, of juist als de kabel heel lang is.'

Douma: 'We hebben nagebootst wat de glazenwasser doet. Er stonden twee mensen in het bakje van de glaswasinstallatie. Af en toe bewogen ze, alsof ze de ramen laptten. Zelf stond ik in het gebouw. We hadden afgesproken dat ze op de 22ste verdieping zouden hangen, maar ze hingen ergens anders. Ze hadden zich verteld, omdat ze van buiten niet goed konden zien hoe hoog ze zaten. Ik zei dat ik binnendoor naar de juiste verdieping zou lopen, zodat ze me konden zien. En toen ik daar liep, voelde ik het opeens. Het bakje kwam eraan. De inzittenden bewogen. En het gebouw trilde! 'Hiep, hiep, hoera', dacht ik. Ik vulde een plastic beker met water en zette die op een bureau. En door de portofoon riep ik naar de anderen: 'Het trilt!''

Busscher: 'Gebouw Westraven staat vol met bureaus die verstelbaar zijn in hoogte. Ze hebben twee poten aan de achterzijde en het bureaublad steekt naar voren. Stoot je er zacht tegenaan, dan beginnen ze al te trillen. Dat is normaal niet zo'n probleem, maar het was wel opvallend. We deden metingen om de eigenfrequentie van de bureaus te achterhalen. Dat is de frequentie waarbij ze makkelijk in trilling komen. De bureaus bleken een belangrijke eigenfrequentie op ongeveer 4 en 18 Herz te hebben. Dat is ongeveer gelijk aan de eigenfrequenties van de vloeren. En deze komen weer overeen met de frequenties waarmee de glaswasinstallatie trilt als hij helemaal boven aan het gebouw hangt.' 'Die opmerkelijke samenkomst van omstandigheden zorgde er niet alleen voor dat een vrij onschuldige trilling van de installatie via de vloeren de bureaus van de medewerkers bereikte. Het zorgde er ook voor dat die trilling onderweg werd versterkt.

Vergelijk het met een schommel. Slinger je je benen op het juiste moment naar voren en naar achteren, dan ga je steeds harder. Je beweegt je benen dan precies volgens de eigenfrequentie van de schommel. Kies je een ander ritme, dan gebeurt er bijna niets. Het verklaart waarom vooral de mensen die aan een bureau zaten, de trillingen voelden. Die trilden het sterkst.'

Douma: 'Volgens de norm vielen de trillingen in Westraven in de categorie 'niet hinderlijk'. Er zijn huizen langs het spoor die veel meer trillen. Het verschil is dat mensen naast de spoorlijn weten wat de oorzaak is. In het gebouw van Rijkswaterstaat was dat niet zo. Daar begonnen de trillingen opeens, zonder een duidelijke oorzaak. Mensen begrepen het niet. En ja, dan ontstaat gauw onrust.'

Rotmensen: 'Ja, het bleek dus de glaswasinstallatie te zijn. Die was tijdens de eerste brainstorm al in beeld geweest, maar stond op

onze twintigpuntenlijst ergens in de middenmoot. We dachten: 'Zo'n klein bakje, dat kan toch nooit van die grote trillingen veroorzaken?' Het bleek toch te kunnen. We wisten toen ook niet dat de installatie die week voor het eerst tijdens kantooruren in gebruik was geweest.' 'Ik ben blij dat mijn team de oorzaak heeft kunnen achterhalen, dat we de installatie kunnen laten aanpassen en dat we al die 1500 medewerkers konden vertellen dat het niets ernstigs was. Dat neemt een hoop onrust weg, ook bij mij. Want ik lig niet gauw ergens wakker van, maar deze zomer is dat wel een paar keer gebeurd.' ■

rik.kuiper@quest.nl

MEER INFORMATIE

tinyurl.com/triltoren: bekijk het 'Onderzoeksrapport Trillingen Westraven' van de Rijksgebouwendienst.
www.quest.nl/triltoren: animatie van de trillende toren.

Bijvangst: gevelstijlen

Nu de glaswasinstallatie de boosdoener blijkt, kunnen de 1500 Westravense werknemers van Rijkswaterstaat bijna terugkeren naar hun eigen gebouw. Bijna, want er is nog een probleem dat moet worden opgelost. Want tijdens de uitgebreide onderzoeken kwam een mankement boven dat niets met de trillingen te maken had. 'De stalen gevelstijlen in de voor- en achtergevel zijn niet goed bevestigd', zegt Jan Kraak van de Rijksgebouwendienst. Ze moeten aan de onder- of bovenkant vrij kunnen bewegen, maar dat is niet het geval. Daardoor kunnen mogelijk problemen ontstaan bij zware windstoten of temperatuurschommelingen. 'Daarom hebben we besloten dat we het gebouw nog niet konden vrijgeven.' In totaal 25 gevelstijlen zullen hersteld moeten worden.



Als de eigenfrequentie van vloer en bureau gelijk zijn, kan het bureau wel 10 keer zo hard gaan trillen als de vloer.