

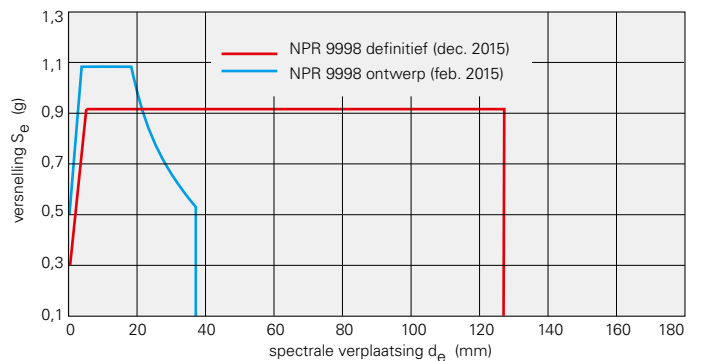
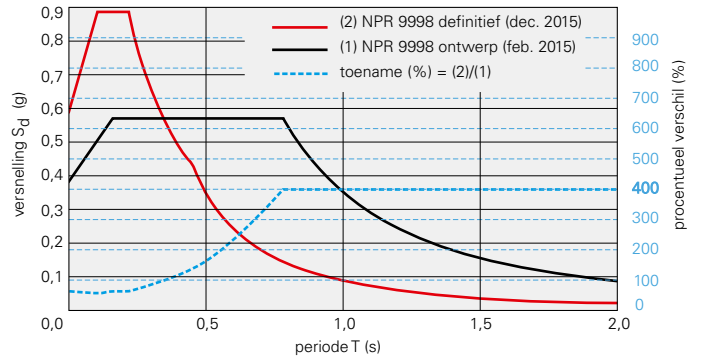


Grotere verplaatsingen

Houd bij aarbevingsbestendig ontwerpen volgens de nieuwe NPR 9998 rekening met grotere opgelegde verplaatsingen. Dat was de boodschap van de workshop ‘Aardbevingsbestendig ontwerpen met staal en metselwerk’, op 2 februari 2016 in Houten. Han Krijgsman (ABT | Wassenaar): ‘Ontwerp dus niet op sterkte, maar op vervormingscapaciteit; het nieuwe spectrum vraagt erom.’ Aanleiding van de workshop: de verschillen tussen de groene (febr. 2015) en de witte NPR (dec. 2015). Harm Kraaijenbrink (RHDHV) verhelderde het opvallendste verschil, namelijk de veelbesproken contourplot met verlaagde piekgrondversnellingen: ‘NPR feb. 2015 geeft $a_{g,ref}$ op maaiveld, NPR dec. 2015 geeft $a_{g,ref}$ op een diepte van ± 30 m.’ Matthijs de Hertog (Arup) verklaarde dat de bodemopbouw, vooral waterrijke (veen)lagen, sterk van invloed is op de intensiteit op maaiveld, en bovendien niet-lineair. Analyse in december 2015 van 4.500

berekeningen op 46 grondmonsters wijst in die richting. Op locaties zorgt opslingering voor hogere belastingen en worden responspectra specifiek. De nieuwe (genormaliseerde) spectra zijn artificeel aangepast op de KNMI-gegevens voor een betere ‘match’ met aangepaste waarden voor de $a_{g,ref}$. Voor de omrekening naar ontwerpbelastingen zijn nieuwe waarden benoemd op basis van de betrouwbaarheidsindices (β) voor de gerelateerde veiligheidsfactoren k_{ag} en γ_M voor verschillende gevolklassen en de grenstoestanden Near Collapse, Significant Damage en Damage Limitation, waarbij nieuwbouw en bestaande bouw wordt onderscheiden. Nota bene: k_{ag} ‘vervangt’ de oude importantiefactor $\gamma_I \cdot \gamma_M$ Is een ‘partiële factor voor de weerstand van het element’, bedoeld voor modelonzekerheden, en is dus geen materiaalfactor. k_{ag} Is een factor voor de omzetting van $a_{g,ref}$ naar $a_{g,d}$ (S_d op maaiveld) en bovendien afhankelijk van $a_{g,ref}$

Links. Contourplot Groningen (KNMI) uit de witte NPR 9998 geeft de $a_{g,ref}$ op een diepte van ± 30 m i.p.v. op maaiveld zoals in de groene versie. Grafiek boven. Vergelijk responspectra Loppersumse ontwerpwaarde van de versnelling S_d . Grafiek onder. Voorbeeld vergelijk spectrale verplaatsing febr.-NPR (blauwe lijn) en dec.-NPR (rode lijn).



(k_{ag} dempt bij lagere $a_{g,ref}$). NPR 9998 definieert diverse responspectra, waaronder elastisch op maaiveld horizontaal en verticaal, en ‘ductiel’ op maaiveld horizontaal, wat meestal aan de orde is. De ‘nieuwe’ S_d lijkt gunstiger, maar voor langere trillingsperiodes $T(s)$ (dus lagere frequenties) kan het effect oplopen tot $\pm 400\%$, wat vooral duidelijk wordt bij de vertaling naar spectrale verplaatsingen d_e . Voor de constructieberekening worden vier methoden gedefinieerd, van grof naar fijn: 1) Lateral Force (LF, lineair elastisch, statisch), 2) Modal Respons Spectral Analyse (MRSA, lineair elastisch, dynamisch), 3) Non-Linear Static Pushover-analyse (PO, niet-lineair, statisch) en 4) Time History (TH, niet-lineair, dynamisch). LF is een eenvoudige, maar conservatieve methode omdat andere trillingsmodi met andere massa’s dominant (kunnen) worden, bleek uit het voorbeeld van Krijgsman, die daarop een MRSA toonde en vroeg: ‘Hoe reageert een gebouw –

dominante trillingsmodi – en zoek je weerstand of ductiliteit?’ Er kwam geen eenduidig antwoord: de berekening is een aaneenschakeling van randvoorwaarden, factorenbepaling en veel (iteratief) doorrekenen. Plastisch rekenen aan constructies biedt wel uitkomst, maar uitsluitend voor dissipatieve elementen, waarbij weerstand (bezwijkpatroon), posities van plastische scharnieren en vermijden van brosse breuk bepalend zijn. Krijgsman: ‘Vergelijk de berekening met een temperatuurberekening. Meer spanning dan zijn capaciteit neemt een constructie niet op. Hoger dan de vloeigrens gaat niet. En de grotere verplaatsingen in de nieuwe spectra worden op zeker moment constant. Dus de constructie bepaalt de belasting, niet andersom.’ Van witte rook is nog geen sprake. De bevingproblematiek is nieuw en de EN 1998-serie niet zomaar 1:1 toepasbaar. De nieuwe NPR moet worden gezien als ‘groeidocument’, luidde de algehele consensus.



Sluiswerken

Staat de oude Sluis III in het Wilhelminakanaal bij Tilburg al geregistreerd als monument, ook de nieuwe Sluis III kan de boeken in, namelijk als eerste met de grootste sluisdeuren (6,2x12,9 m) in vezelversterkt kunststof (VVK). Reden voor de keuze van VVK is de levensduur, die twee- tot driemaal langer zou zijn, waarmee Rijkswaterstaat innovatie op gebied van levensduurkosten wil beproeven. De keuze is een gezamenlijk initiatief van de Provincie, Rijkswaterstaat, en Heijmans en Boskalis, die samen het kanaal verbreden voor klasse IV-schepen. De nieuwe sluis overbrugt het

hoogteverschil van 7,9 m van de huidige twee sluisen II en III in één schutproces, wat dertig minuten reistijd scheelt.

De sluisdeuren zijn geleverd door Fibercore Europe, waarbij constructiebedrijf Hillebrand tekende voor het staal en de montage. In oktober werden al twee kleinere deuren (6,2x5 m) geplaatst. In totaal gaat het om acht deuren, de reservedeuren meegerekend. Behalve een verwachte, lange(re) levensduur en gering(er) onderhoud, is voor VVK gekozen voor het gewicht en de verplaatsbaarheid. De deuren met een gewicht van 32.000 kilo zorgen voor minder wrijving op de scharnierpunten,

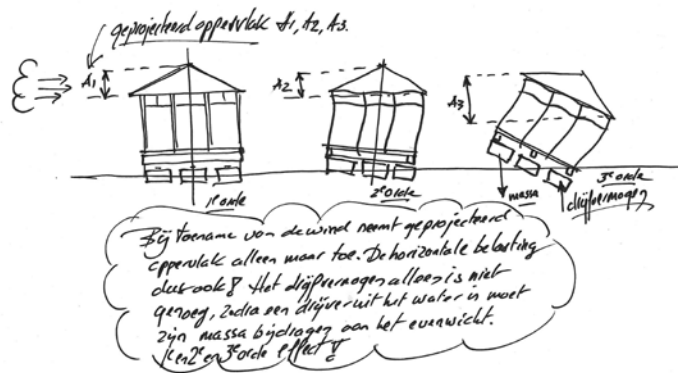
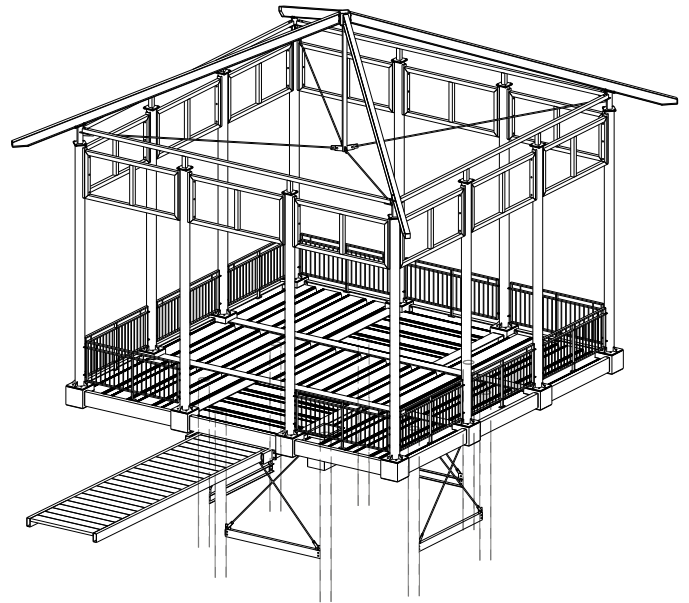


wat leidt tot minder slijtage, en het inhijzen duurt slechts 15 minuten, bleek bij de installatie op 9 januari. De hoofdopzet van de schutsluis is ongewijzigd. Voor de engineering werd een integraal projectteam samengesteld, met daarin Heijmans, Hillebrand, Fibercore en Iv-Infra, op verzoek van Hillebrand, die het DO leverde van draaipunten, rinketschuiven en bewegingswerken maar ook toekeek op de integratie staal-VVK.

De deuren zijn massief, weliswaar samengesteld uit een boven- en een onderdek en dus in wezen een sandwichconstructie, maar het aloude probleem van delamineren moet met de gepatenteerde Fibercore-technologie tot de verleden tijd behoren. Het composiet vormt de hoofdconstructie van de sluisdeur, maar de draaipunten, de taats en de schuiven zijn nog steeds van staal, en hydrauliek is opgenomen in RVS 316. Na de bouw in Middelburg werden de onderdelen in Rotterdam afgemon-teerd op de deuren. Dat gebeurde grotendeels met lijmverbindingen, zoals bij de achterhar, waarbij het hars in de gaten, waarin zich de pen bevindt, wordt geïnjecteerd. 'Je verkoopt minder kilo's staal', licht Hillebrand-directeur Harm

Wattel toe. 'Maar in d&c contracten gaat het steeds meer om toegevoegde waarde. Daarin hebben wij een rol kunnen spelen. Composiet kun je als een bedreiging zien, maar je kunt er ook een kans van maken. Door de samenwerking op te zoeken. Het engineeringstraject blijft hetzelfde. De aandrijving en de beweging blijven een thema; de moeilijkheid bij sluisen zit 'm in de raakvlakken, niet in de hoofd-draagconstructie. De vraagstukken bij de engineering veranderen daarmee niet.' Gezien het accent op levensduur startte Hillebrand in eigen huis een engineeringstraject op voor de coating. Hamvraag bij de VVK-toepassing is of de relatief hoge aanschafwaarde zich zal terugbetalen, maar de staalcoating mag daarbij niet achterblijven. 'Voor de conservering is een hogere investering mogelijk aangezien de oppervlakte vele malen kleiner is', aldus Wattel. 'Coating is een wetenschap op zich, maar het is ook een beetje een ondergeschoven kindje. Er zijn heel goede systemen op de markt, die toch niet worden gekozen, om welke redenen dan ook, waardoor het staal minder lang houdbaar is dan technisch mogelijk – daar liggen echt nog mogelijkheden. Het is wel de verpakking van je eindproduct.' Uiteindelijk is een hoogwaardig, drielaags (natlak) systeem toegepast. Wattel: 'In de nieuwe projecten kijken wij heel sterk naar life cycle kosten. Composiet kan dan een oplossing zijn, maar coating ook, en slim ontwerpen. In bruggen zijn ook veel meer ontwerp oplossingen mogelijk waarmee je een veel langere levensduur krijgt.'

De monumentale Sluis III uit 1921, de laatste tweetraps-bajonetsluis in Nederland met een dubbele kolk, wordt buiten gebruik gesteld maar blijft dienen als waterkering.



Oude luister

Met de bouw van een muziektent in het Springerpark in Schoonhoven werd onlangs lokale historie teruggebracht. Opdrachtgever Stichting Muziektent Schoonhoven, die een legaat aan de Rotary aanwendde, droeg deze vorig jaar over aan de gemeente, voor toekomstig beheer en onderhoud. Dit gebeurde na de inzet van veel vrijwillige arbeid en een langdurig proces van onderzoek, bezwaarprocedures en vergunningverlening. Architect Rokus Visser bleef met het ontwerp dicht bij dat van zijn grootvader, Died Visser, die in 1925 als architect en directeur Gemeentewerken een eerste

versie op de Dam ontwierp. Deze unica met een vierkante plattegrond (6,5x6,5 m) en gietijzeren kolommen werd iets gewijzigd (7,5x7,5 m) en in oude luister hersteld met courante staalprofielen, maar waarbij de kleinzoon een vierendeelliger introduceerde. De muziektent met karakteristiek overstek staat geheel in het water, 6 m uit de walkant. De Schoonhovense staalbouwer Blonkstaal stelde een loopplank naar de oever voor. Dit wordt ingeschoven met een systeem op rolletjes en is opgenomen onder de begane-grondvloer. De begane-grondvloer is een gewapende staalplaat-betonvloer (Comflor 210) en aangebracht op

een frame uit HEB-profielen. Twee HEB-profielen zijn doorgaand, twee zijn onderbroken en momentvast verbonden met de doorgaande liggers. Een UNP-profiel doet dienst als randligger. De vloerconstructie vormt een stijve schijf op acht stalen buispalen, die in het 2 m diepe water staan. Ingenieursbureau Hopman in Haastrecht besloot de stalen buispalen te koppelen door een (diagonaal aangebracht) windverband met ronde staven, om de 'tafel' van de vloer/staalconstructie voldoende stabiel te krijgen. In de buispalen zijn ankers ingestort, alle RVS, waarop de staalprofielen van de vloer zijn gemonteerd. Op de ran-

den van de vloer/staalconstructie staan de kolommen voor het dak, Ø 193,7/6,3, die momentvast zijn aansloten op de HEB-profielen en op de hoeken. De kolommen worden beneden geaccentueerd door van platen gelaste kubussen, waar de kolommen en liggers in 'verdwijnen'. Het puntdak bestaat uit profielen IPE 200, die een vakwerk vormen met de ronde staven, die in het centrum bij elkaar komen. De kolommen zijn verder verstijfd door 'bovenlichten' van kokerprofielen 80/80/8. De bouw van de muziektent werd gecalculeerd op € 3,5 ton maar kwam tot stand voor slechts € 1,5 ton.