

TNO-rapport**TNO 2022 R11196****Review herstelplan RVS bassin zwembad
Blokweer - Fase 2****Buildings, Infrastructure &
Maritime**Molengraaffsingel 8
2629 JD Delft
Postbus 155
2600 AD Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 20 00

Datum	22 juni 2022
Auteur(s)	Dr.Ir. I.J.J. van Straalen Ing. E.W. Schuring Ir. H. Borsje Ir. H.G. Burggraaf
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	22 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	Gemeente Alblasserdam T.a.v. de heer H. Schnitker Postbus 2 2950 AA Alblasserdam
Projectnaam	Zwembad Blokweer
Projectnummer	060.52832

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2022 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Review uitgangspunten tekortkomingen huidige situatie	5
2.1	Review hoofdconclusie Fase 1	5
2.2	Review inspectie en onderzoek RVS bassinwand.....	5
2.3	Review analyse betonnen vloeren.....	6
2.4	Review conclusies huidige situatie	7
3	Review Scenario A – herstellen bestaande situatie	8
3.1	Constructieve aanpassingen	8
3.2	Vervanging bestaande bouten en onderdelen	8
3.3	Ventilatie technische ruimte.....	10
3.4	Bouwkundige aanpassingen.....	10
4	Review Scenario B – nieuwe hoogwaardige RVS wand	11
5	Review scenario C – nieuwe betonnen wand	13
6	Additionele opties	14
7	Review hoofdstuk 7 “Vergelijk van de scenario's”	15
8	Conclusies en aanbevelingen	16
9	Referenties	18
10	Ondertekening	19

1 Inleiding

Het zwembad Blokweer gelegen in Alblasserdam heeft een bassinwand opgebouwd uit ferritisch roestvaststalen (RVS) plaatmateriaal die zijn bevestigd met austenitische RVS verbindingsmiddelen en een achterliggende RVS constructie. De bassinwand staat op een betonnen vloer opstort op de begane grond en steunt zijdelings af tegen rondom gelegen betonnen vloeren op de eerste verdieping. Uit inspecties is naar voren gekomen dat corrosie van het RVS optreedt en scheuren in het beton zijn opgetreden. Daarnaast is bij het ontwerp van de betonnen vloeren niet gerekend met de belasting door waterdruk, die hieraan via de bassinwand wordt afgedragen. De ontstane twijfels ten aanzien van de constructieve veiligheid van het zwembassin hebben geleid tot het besluit om het zwembad voor een periode te sluiten. Iv-Consult heeft een onderzoek uitgevoerd naar de constructieve veiligheid (Fase 1), zie ook referentie [1]. In een vervolg (Fase 2) wordt nagegaan hoe deze situatie kan worden verbeterd. Op basis van de uitkomsten van Fase 2 zal een keuze voor een oplossing gemaakt worden, waarna deze zal worden uitgevoerd (Fase 3).

De gemeente Alblasserdam heeft aan TNO gevraagd om gedurende Fase 2 als onafhankelijke partij op te treden die de analyses en voorstellen voor oplossingen van het bouwteam zal reviewen. Medewerkers van TNO hebben op 29 maart 2022 het zwembad bezocht en een eerste reactie opgesteld op de tot die tijd beschikbare stukken [2, zie ook bijlage A van voorliggend rapport]. Daarnaast heeft TNO voorlopige resultaten van aanvullende inspecties ontvangen, die als bijlagen ook toegevoegd zijn aan [3].

In een bouwteam is invulling gegeven aan Fase 2. Eind mei is de rapportage van Iv-Consult [3] aan TNO ter review voorgelegd. In het voorliggende rapport zijn de resultaten van deze review samengevat.

In [3] is in paragraaf 2.2 en hoofdstuk 3 een beschrijving gegeven van de tekortkomingen van de huidige situatie en zijn conclusies getrokken aangaande de huidige en te verwachten veiligheid van de bassinwand en de betonnen vloer op +1. Vervolgens zijn in de hoofdstukken 4 tot en met 6 achtereenvolgens de volgende 3 scenario's (herstelalternatieven) uitgewerkt van constructieve oplossingen om de veiligheid van de bassinwand en de betonnen vloer op +1 gedurende een langere periode te kunnen garanderen:

- A. Vervangen van (austenitische RVS) verbindingsmiddelen, aanbrengen constructieve 2e draagweg en ventilatie;
- B. De huidige wanden vervangen door nieuwe, zelfdragende en corrosiebestendige wanden en aanbrengen van ventilatie;
- C. De huidige wanden vervangen door betonnen wanden.

In hoofdstuk 7 [3] is een vergelijking tussen deze scenario's (herstelalternatieven) gemaakt en zijn conclusies getrokken.

Bij de review is TNO nagegaan of de punten vastgesteld in [3] waarop de huidige constructie van de bassinwand niet voldoet, correct zijn vastgesteld, compleet zijn en onderbouwd zijn.

Deze punten vormen de uitgangspunten waarvoor de scenario's (herstelalternatieven) gedurende een langere periode (30 jaar) een oplossing moeten bieden. In hoofdstuk 2 van voorliggend rapport zijn de resultaten van de review van deze uitgangspunten samengevat.

Vervolgens zijn in de hoofdstukken 3 tot en met 5 van voorliggend rapport de resultaten van de review van de scenario's A tot en met C, zoals voorgesteld in [3], samengevat. In hoofdstuk 6 van voorliggend rapport zijn de resultaten van de review van de vergelijking van de scenario's samengevat. Vervolgens geeft TNO in hoofdstuk 7 van voorliggend rapport aanwijzingen voor mogelijke aanvullingen op de aangegeven 3 scenario's (herstelalternatieven) en in hoofdstuk 8 van voorliggend rapport zijn de conclusies en aanbevelingen uitgewerkt.

Opgemerkt wordt dat TNO géén oordeel heeft gegeven over de planning en de kostenraming zoals opgenomen in [3], omdat dat buiten het expertisegebied van TNO en de scope van dit advies valt.

2 Review uitgangspunten tekortkomingen huidige situatie

2.1 Review hoofdconclusie Fase 1

Paragraaf 2.2 van [3] beperkt zich tot de hoofdconclusie van Fase 1 van het onderzoek: “... dat er RVS materialen gebruikt zijn die in het vastgestelde zwembadmilieu een onvoorspelbaar karakter hebben en waarmee niet vastgesteld kan worden dat de constructie veilig is. Daarnaast is ook vastgesteld dat de betonnen vloer op niveau +1 niet berekend is op het opnemen van een horizontale last uit het zwembad. Deze situatie leidde ertoe dat de Gemeente in overleg met de omgevingsdienst besloot het zwembad tot nader order te sluiten.” Voor een nadere toelichting waarop deze hoofdconclusie is gebaseerd, is verwezen naar [1]. Wel is in paragraaf 2.3 aangegeven dat in Fase 2 nadere onderzoeken zijn uitgevoerd om meer inzicht te krijgen over de huidige situatie. De resultaten van deze onderzoeken zijn gegeven in bijlage A en B van [3].

De opmerkingen die TNO heeft op de uitgangspunten over de tekortkomingen van de huidige situatie komen in de volgende paragrafen van voorliggend hoofdstuk 2 aan bod.

2.2 Review inspectie en onderzoek RVS bassinwand

De door Element weergegeven analyses en adviezen, zoals deze zijn opgesomd in paragraaf 3.3 van [3], worden door TNO onderschreven.

Aangaande het onderzoek door Element, zoals opgenomen in Bijlage A [3], heeft TNO wel de volgende opmerkingen:

- TNO kan zich vanuit oogpunt van corrosiegedrag en de toepassing vinden in de aanbeveling van Element om de austenitische RVS bouten, 1.4301 (type AISI304), te vervangen door stalen bouten met een duplex coating als alternatief voor hoog nikkelhoudende austenitische RVS typen. In chloride houdende milieus hebben deze stalen bouten met duplex coating zich bewezen. Daarbij hoort wel de opmerking te worden gemaakt dat er sprake is van een risico op galvanische corrosie van de bouten onder vochtige condities. Deze corrosie zal echter niet leiden tot scheurvorming en is goed visueel waar te nemen, zodat tijdig actie genomen kan worden om tot vervanging over te gaan.
- De conditie van de ferritische RVS platen van de bassinwand (aan de waterzijde) is niet nader onderzocht. Dit kan door ultrasoon onderzoek uit te voeren om vast te stellen of er sprake is van een afname van de wanddikte vanuit de zwembadzijde. De resultaten van deze metingen kunnen een indicatie geven van de conditie van de folie die op de RVS platen aan de zwembadzijde aanwezig is.

Daarnaast heeft TNO nog de volgende kanttekeningen ter nadere onderbouwing voor vervanging van de toegepaste austenitische RVS bouten, ankers, stoppen, klemmen en voeten:

- Mogelijk zijn er austenitische RVS bouten en andere bevestigingsmiddelen met een relatief hoog koolstofgehalte (H-kwaliteit) toegepast. Dit verhoogt het risico

voor zogenaamde sensitering van het boutmateriaal. Preventief vervangen is daarom aan te raden.

- Er zijn geen (micro) hardheidsmetingen uitgevoerd op nog intacte delen van de schroefdraad naar de kern van de bout. Dit zou inzicht kunnen geven in de hoogte van eventuele trekspanningen, het risico en snelheid van chloride spanningscorrosie (Cl-SCC) en de loop van de Cl-SCC scheuren verklaren. In dit kader is het toepassen van een gesneden draad in plaats van een gerolde draad aan te bevelen (de waargenomen deformaties geven aan dat hier sprake is van een gerolde draad).
- Aangegeven is dat de boutkoppen corrosie vertonen. Het is echter niet duidelijk of er al dan niet sprake is van pitting en/of spleetcorrosie onder de bouwkoppen. Artikel 5.12 van de Regeling Bouwbesluit geeft namelijk aan dat in geval van pitting de materialen, ook de genoemde meer resistente RVS typen, vervangen moeten worden. In geval van spleetcorrosie is het risico op boutbreuk op afzienbare termijn eveneens groot.

Binnen het kader van de Regeling Bouwbesluit is nog te vermelden dat in het zwembad de RVS materialen zijn toegepast in gebied B (definitie van dit gebied is beschreven in artikel 5.12, lid 3b). Dit gebied wordt gezien als een gebied met een hoger risico op (scheurvormende) spanningscorrosie. Mogelijk biedt dit een aanknopingspunt om naast technische overwegingen ook op basis van een interpretatie van de Regeling Bouwbesluit op deze locatie ferritische RVS soorten toe te staan (er is geen/verminderd risico op vallende onderdelen met persoonlijk letsel tot gevolg). Ook omdat in de toelichting op artikel 5.12 van de Regeling Bouwbesluit, specifiek verwezen wordt naar RVS soorten die gevoelig zijn voor (scheurvormende) spanningscorrosie. Ferritische RVS soorten zijn hiervoor in chloorhoudende milieus niet gevoelig en vallen dus in de definitie van de Regeling Bouwbesluit onder de resistente RVS soorten. (De genoemde toegestane austenitische RVS soorten zijn overigens niet 100% bestand tegen scheurvormende Cl-SCC, dit hangt sterk af van overige parameters als temperatuur, chlorideconcentratie en opgelegde of inwendige trekspanningen).

In aanvulling op bovenstaande wordt opgemerkt dat in hoofdstuk 2 [3] niet is aangegeven of de onderdelen van de RVS bassinwand voldoen aan het afkeurniveau voor constructieve veiligheid volgens paragraaf 2.1.2 van het Bouwbesluit. Dit ondanks het feit dat er wel een analyse voor de RVS bassinwand is uitgevoerd door Iv-Consult. Een dergelijk overzicht is wel noodzakelijk voor het kunnen beoordelen van de scenario's.

2.3 Review analyse betonnen vloeren

De door Nebest weergegeven analyses en adviezen, zoals deze zijn opgesomd in paragraaf 3.4 [3], worden door TNO onderschreven. In paragraaf 3.4 [3] is echter het in Bijlage B [3] door Nebest weergegeven advies om de lekkages te stoppen niet overgenomen. TNO is van oordeel dat dat advies wel overgenomen moet worden.

In hoofdstuk 3 [3] is niet aangegeven welke onderdelen van de betonnen vloer op niveau +1 niet voldoen aan het afkeurniveau voor constructieve veiligheid volgens paragraaf 2.1.2 van het Bouwbesluit. Dit ondanks het feit dat een dergelijke analyse wel is uitgevoerd door Iv-Consult. Een dergelijk overzicht is wel noodzakelijk voor het kunnen beoordelen van de scenario's.

2.4 Review conclusies huidige situatie

In paragraaf 3.6 [3] zijn in tegenstelling tot hetgeen de titel van deze paragraaf aangeeft, geen conclusies getrokken aangaande de huidige en te verwachten veiligheid van de bassinwand en de betonnen vloer op +1. Deze conclusies zijn wel noodzakelijk voor het kunnen beoordelen van de scenario's.

De gegeven opsomming betreft alleen adviezen die volgen uit de onderzoeken van Element en Nebest zoals die in respectievelijk paragraaf 3.3 en 3.4 aan bod zijn gekomen. TNO merkt op dat de in paragraaf 3.6 [3] opgegeven opsomming niet volledig overeenstemt met de adviezen die volgen uit de onderzoeken van Element en Nebest.

3 Review Scenario A – herstellen bestaande situatie

3.1 Constructieve aanpassingen

In paragraaf 4.3 [3] is ingegaan op een 2e draagweg. TNO is van mening dat er geen sprake is van een 2e draagweg voor de staanders. Dit zou namelijk suggereren dat de huidige situatie de 1e draagweg is, terwijl is vastgesteld dat in de huidige situatie (1) de horizontale draagkracht van de betonnen vloer op +1 onvoldoende is om steun te kunnen bieden aan de horizontale oplegkracht aan de bovenzijde van de staanders, en (2) ankers aan de onderzijde van de staanders op termijn door geconstateerde corrosie onvoldoende draagkracht hebben. Bij het herstel van de bestaande situatie zal de constructieve veiligheid van de opleggingen van de staanders moeten worden gegarandeerd. Deze herstelde situatie is de enige draagweg die voldoet aan de constructieve eisen.

TNO ziet de in paragraaf 4.3 [3] voorgestelde additionele schoren als een oplossing om de horizontale steun van de bovenzijde van de staanders te garanderen. Ook de keuze voor een nieuwe voetconstructie van de staanders of eventuele nieuwe klemconstructies beschouwt TNO als een oplossing om de steun aan de onderzijde van de staanders te garanderen. Overigens wil TNO wel aangeven dat er alternatieven zijn om de bestaande ankers te versterken door (a) met een holle boor (inwendige diameter ter grootte van het anker inclusief de verlijming) de ankers uit te boren en daarna nieuwe ankers verlijmen in die boorgaten, of door (b) het aanbrenge van extra ankers. In hoeverre deze alternatieven uitvoerbaar zijn, zal nog wel nader moeten worden beschouwd. Daarnaast wil TNO naar voren brengen dat de oplossing met additionele schoren volgens het schetsontwerp volgens bijlage C voor ca. 80% van de lengte van het bassinwand toepasbaar is. Voor de overige locaties waar leidingen en installaties dit ontwerp niet toelaten, dient het ontwerp aangepast te worden of dienen de leidingen en installaties verplaatst te worden. Dit heeft consequenties voor de uitvoerbaarheid van scenario A en de bijbehorende kosten.

3.2 Vervanging bestaande bouten en onderdelen

De in paragrafen 4.4 tot en met 4.6 [3] voorgestelde keuze om alle (austenitisch RVS 1.4301 (AISI304)) bouten (en andere bevestigingsmaterialen) te vervangen, naast de eerder gegeven constructieve aanpassingen, worden door TNO onderschreven. Gezien de huidige staat van de austenitische 1.4301 RVS bouten kan deze vervanging binnen een gepland onderhoud plaatsvinden en eventueel in fasen. Een (catastrofaal) falen op korte termijn (half jaar) is niet te verwachten. Deze verwachting is erop gebaseerd dat sinds de oplevering in 2014 er geen melding van bezwaken austenitisch 1.4301 RVS delen is geweest. Een voorspelling van de corrosie op langere termijn is niet te geven omdat deze zeer afhankelijk is van omgevingscondities en materiaalcondities waar nu te weinig over bekend is. TNO constateert evenwel dat Iv-Consult geen aandacht besteedt aan de conditie van de ferritische RVS platen en de daarop aangebrachte folie van de bassinwand, zie ook paragraaf 2.2 van voorliggend rapport. TNO acht het noodzakelijk om dit eerst verder te onderzoeken, voordat besloten kan worden of scenario A gezien kan worden als een alternatief dat voor een periode van 30 jaar stand kan houden.

In paragraaf 4.5 [3] is vermeld: “*De keuze voor het nieuw type bout zal waarschijnlijk een speciale RVS of een gecoate bout zijn die indien nodig galvanisch geïsoleerd wordt aangebracht. De keuze zal, gelet op de grote aantallen, mede vanuit een kosten oogpunt, levertijden en/of beschikbaarheid worden gemaakt.*” TNO is van mening dat een keuze in deze niet op basis van (primair) kosten gemaakt moet worden, maar gezien moet worden in de brede context van scenario A, dus onder andere materiaalcombinaties in het licht van bijvoorbeeld risico voor galvanische corrosie en verbetering van het klimaat in de kelder. Zoals eerder aangegeven verwacht TNO, op basis van de onderzoeksresultaten van Element, dat op korte termijn geen catastrofaal falen te verwachten is. Daarmee kan de keuze minder afhangen van levertijden.

Verzinkt en gecoat C-staal (duplex systeem) wordt in de Regeling Bouwbesluit toegestaan in de gebieden A en B (definitie van deze gebieden is gegeven in artikel 5.12, lid 3b) en heeft zich bewezen. Daarmee heeft deze keuze waarschijnlijk de voorkeur, gecombineerd met een galvanische scheiding ter vermindering van het risico op galvanische corrosie.

Binnen de context van de Regeling Bouwbesluit is hier nadere advisering nodig. Ook omdat in de Regeling Bouwbesluit specifiek naar plaatsen verwezen wordt waar breuk kan leiden tot persoonlijk letsel. Dit risico wordt in het rapport van Iv-consult niet nader behandeld. TNO adviseert dit alsnog te doen.

In paragraaf 4.6 is vermeld: “*Onderstaande handelingen dienen uitgevoerd te worden:*

- *Aanwezige roestvorming verwijderen.*
- *Zoutaanslag grondig verwijderen.*
- *Oppervlakte van het RVS aan de zijde van de technische ruimte van het zwembad behandelen met eventueel speciaal reinigingsmiddel, een beits of etsmiddel zodat de oxidehuid hersteld wordt.*
- *Het RVS beschermen met een blanke laag tectyl, wax of vergelijkbaar middel.”*

Aansluitend maakt TNO hierop de volgende aanvullende kanttekeningen:

- Het gaat in feite om het verwijderen van corrosieproducten (roest is voorbehouden aan Fe-oxide corrosieproducten en doorgaans rood van kleur).
- De zoutaanslag en corrosieproducten moeten dan ook uit spleten verwijderd worden. Dus boutgaten moeten na verwijderen van de austenitische 1.4301 RVS bouten worden gereinigd voordat de nieuwe bouten geplaatst worden.
- Beitsen en passiveren van een dergelijk oppervlak zal eerst goed bekeken moeten worden. Er zijn veel spleten en overgangen aanwezig. De vraag is of dit voldoende reproduceerbaar kan worden uitgevoerd. Hierover kan een gespecialiseerd bedrijf een uitspraak doen (denk bijvoorbeeld aan MAVOM). Indien delen niet of onvoldoende gepassiveerd kunnen worden, bestaat het risico voor galvanische corrosie. Niet-gepassiveerde vlakken (actief) zijn onedeler dan gepassiveerde vlakken (passief).
- TNO raadt daarom aan te onderzoeken in hoeverre een reproduceerbare (re-)passivatie van het RVS mogelijk is gezien de complexiteit van de constructie.
- De opmerking van Element over het mogelijk actief blijven in/van corrosieputten zou aan deze paragraaf toegevoegd moeten worden. Met name corrosieputten die onvoldoende gereinigd worden, kunnen actief blijven.

- Het aanbrengen van een transparante beschermingslaag is een goed advies. Beschermingslagen moeten wel intact blijven. Rond beschadigingen kan versnelde corrosie optreden. Een transparante conserveringslaag is dan goed inspecteerbaar.

3.3 Ventilatie technische ruimte

TNO is van mening dat ventilatie van de technische ruimte, zoals besproken in paragraaf 4.7 [3], belangrijk is om een minder agressief milieu te garanderen. Dit moet wel gezien worden in combinatie met de eerder besproken constructieve aanpassingen, de eerder besproken vervanging bestaande (austenitische 1.4301 RVS) bouten en onderdelen, en de bouwkundige aanpassingen voorgesteld in paragraaf 4.8 [3].

TNO merkt op dat Bijlage E [3], waarin de twee varianten voor ventilatie volgens paragraaf 4.7 [3] nader zijn besproken, niet is opgenomen in de rapportage van Iv-Consult [3]. Een motivatie van de benodigde capaciteit tot maximaal 2.500 m³/uur ontbreekt. TNO raadt aan om nader vast te stellen welke capaciteit nu noodzakelijk is in het licht van de overige aanpassingen die onderdeel uitmaken van scenario A en daarop het ontwerp van de ventilatie zo nodig aan te passen.

3.4 Bouwkundige aanpassingen

De in paragraaf 4.8 [3] voorgestelde bouwkundige aanpassingen worden door TNO onderschreven.

4 Review Scenario B – nieuwe hoogwaardige RVS wand

In paragraaf 5.1 [3] is mede onder verwijzing naar bijlage H [3] een globale beschrijving gegeven van dit scenario.

TNO maakt de volgende kanttekeningen bij deze uitwerking:

- **Ontwerp.** Het ontwerp bestaat uit uitkragende elementen. Het conceptontwerp uitgewerkt in bijlage H geeft onvoldoende onderbouwing van het constructieve ontwerp. De detaillering van de aansluiting van de nieuwe wand op de huidige vloer is niet uitgewerkt.
- **Materiaalkeuze.** Op basis van de chemische samenstelling en ervaring is de verwachting dat standaard duplex RVS een vergelijkbaar corrosiegedrag zal laten zien als het 1.4762 (AISI446) en beter dan 1.4016 (AISI430), waarvan primair de wanden zijn gemaakt. Toepassen van verschillende RVS soorten naast elkaar is in verband met het risico op galvanische corrosie af te raden. Er zal dus een geschikte legering gekozen moeten worden en gezien het milieu komen dan eerder super-duplexen dan standaard duplex RVS soorten voor in aanmerking, zoals bijvoorbeeld 1.4462 (duplex 2205).
- **Alternatief op basis van gegalvaniseerd en gecoat koolstofstaal.** Voor een levensduur van 30 en meer jaren, zal een zinklaag van minimaal 50 µm gekozen moeten worden en gecombineerd met een organische coating. Hiervoor kan bijvoorbeeld gekozen worden voor een coating klassering uit de offshore (zee milieu).
- **Gelaste versie.** Mits goed uitgevoerd, kan worden uitgegaan van een lasuitvoering zonder spleten. Bij T-verbindingen moet aan beide zijden volledig lassen worden toegepast. Om kromtrekken te voorkomen is een goede lasprocedure nodig. Voordeel is minder spleten ten opzichte van een geboute constructie. Lassen van ferritische RVS soorten is lastechnisch gecompliceerder dan het lassen van duplex RVS. Voor het lassen van (super) duplex RVS zijn standaard lasprocedures beschikbaar en dit hoeft geen uitvoeringstechnisch probleem te zijn. Er zijn genoeg bedrijven die hier ervaring mee hebben. Technisch gezien zijn ook de panelen daarna (bij de keuze voor duplex) aan elkaar te lassen wat de vorming van spleten zal voorkomen.
- **Bouten van de panelen zal het risico van corrosie in spleten met zich meebrengen.** Dit is bij een stalen bassinwand niet te voorkomen, behalve als de panelen aan elkaar worden gelast in plaats van gebout. Bij de keuze voor een duplex bassinwand is lassen op locatie mogelijk.

Bij de keuze voor een stalen-gegalvaniseerd en gecoate bassin wand is lassen op locatie geen optie.

TNO vraagt zich af of de globale beschrijving wel voldoende inzicht geeft in scenario B om een goede vergelijking te kunnen maken. De nu gegeven beschrijving biedt onvoldoende houvast voor een duidelijke uitspraak of het maken van een keuze.

Aan het einde van paragraaf 5.2.2 wordt een alternatief besproken dat gebaseerd is op gegalvaniseerd en gecoat koolstofstaal. Onduidelijk is wat de rol van dit alternatief is in de verdere vergelijking die is gemaakt in hoofdstuk 7 [3].

5 Review scenario C – nieuwe betonnen wand

In paragraaf 6.1 [3] is mede onder verwijzing naar bijlagen (rapportage van Iv-Consult geeft niet duidelijk aan naar welke bijlagen wordt verwezen; TNO veronderstelt dat de bijlagen met de memo's "Zwembad Blokweer - Controle bestaande betonnen begane grondvloer huidige situatie en met eventuele nieuwe betonwand" en "Memo 109 – Conceptontwerp nieuwe Betonnen Wand" worden bedoeld) een globale beschrijving gegeven van dit scenario.

Bij dit alternatief zijn naar het oordeel van TNO de bouwkundige detailleringen ten aanzien van waterdichtheid onvoldoende inzichtelijk uitgewerkt, terwijl die wel erg belangrijk zijn om tot een scenario te komen dat kan worden vergeleken met andere scenario's. Dat betreft dan de volgende punten:

- De wijze waarop de aansluiting van de huidige vloer van het bassin aan de nieuwe wand wordt gedetailleerd.
- In de nieuwe betonwand zullen na het storten vrijwel zeker verticale scheuren ontstaan (door temperatureffecten tijdens de verharding van het beton). Onduidelijk is op welke wijze ervoor wordt gezorgd dat die scheuren waterdicht zijn afgesloten.
- De wijze waarop de aansluiting van de nieuwe betonnen wand aan de bestaande perrons wordt gedetailleerd. Die aansluiting moet aan de bovenzijde waterdicht zijn. Bij de detaillering daarvan moet er rekening mee gehouden worden dat de betonwand in de loop van de tijd, als gevolg van uitdrogingskrimp, zal verkorten ten opzichte van de perrons.

TNO merkt op dat in paragraaf 6.5.2 [3] mogelijkheden tot verkorten van de doorlooptijd worden gegeven. Deze mogelijkheden zijn echter niet alleen van toepassing op scenario C (nieuwe betonnen wand), maar eveneens op de scenario's A (herstellen bestaande situatie) en B (nieuwe hoogwaardige RVS wand).

6 Additionele opties

TNO is van oordeel dat onvoldoende aandacht is geschonken aan eventuele optimalisaties van scenario A. Mogelijke onderdelen die nu niet zijn uitgewerkt, maar mogelijk wel positief kunnen doorwerken, zijn:

- Het versterken van de bestaande betonnen vloer op +1. In de rapportage van Iv-Consult is geen aandacht geschonken aan de mogelijkheid om de bestaande betonnen vloer op +1 zodanig te versterken dat deze in de huidige situatie de optredende belastingen ter plaatste van de bovenzijde van de staanders kan opvangen. Als versterking kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het afsteunen van twee perrons naar de aansluitende vloerdelen (of onderzoeken of die al aansluiten), het aanbrengen van een stalen profiel aan de buitenzijde van de twee andere perrons en het aanbrengen van plakwapening aan de onderzijde van de perrons. Deze versterking is niet alleen mogelijk bij scenario A (herstellen bestaande situatie) maar zal ook leiden tot een slankere constructie van de bassinwand in de scenario's B (nieuwe hoogwaardige RVS wand) en C (nieuwe betonnen wand). Indien de betonnen vloer op +1 in staat is om de bassinwand voldoende veilig te steunen, kunnen daarnaast de additionele schoren achterwege worden gelaten.
- Het gefaseerd vervangen van bouten, ankers, stoppers, klemmen en voeten (alle dragende delen van austenitisch RVS 1.4301 (AISI304) of gelijkwaardig). TNO onderschrijft de mening van Iv-Consult dat periodiek testen geen optie is. Wel zijn op veel locaties twee bouten toegepast en is in veel verbindingen sprake van een behoorlijke reservecapaciteit (zie bijlage J [3]). Iv-Consult geeft aan dat beide bouten vervangen moeten worden, omdat als er één bezwijkt, de tweede onvoldoende betrouwbaar is. Er is geen aandacht geschonken aan de mogelijkheid om, indien de reservecapaciteit dat toelaat, één van de twee bouten direct te vervangen, waarmee het veiligheidsprobleem kan worden opgelost. De tweede bout kan dan worden vervangen als het bad weer in gebruik is genomen, waardoor tijdwinst kan worden geboekt.

7 Review hoofdstuk 7 “Vergelijk van de scenario’s”

In paragraaf 7.1 [3] zijn de hoofdaspecten toegelicht waarop een vergelijking van de scenario's is gebaseerd. Zoals in de inleiding van voorliggend rapport aangegeven, heeft TNO in de review geen aandacht geschonken aan de aspecten bouwkosten en tijd. In hoeverre de gekozen wijze van vergelijking, op basis van het geven van punten per hoofdaspect en optelling om te komen tot een totaalscore, geschikt is voor het maken van een definitieve keuze, kan onderwerp van discussie zijn. (Overigens merkt TNO op dat de optelling voor scenario A in tabel 7 niet klopt en heeft TNO de indruk dat de scores voor tijd van scenario's A en B zijn verwisseld). Mogelijk zijn er ook nog andere overwegingen die meegenomen kunnen worden in een afweging. TNO beperkt zich tot een beschouwing van de technische hoofdaspecten zoals gegeven in tabel 7.1 [3]:

- **Onderhoud:** TNO onderschrijft de aangegeven ranking.
- **Energie:** Op basis van de gegevens over de scenario's [3] kan TNO geen onderscheid maken tussen de scenario's A (herstellen bestaande situatie) en B (nieuwe hoogwaardige RVS wand).
- **Risico:** TNO merkt op dat uit de definitie blijkt dat dit hoofdonderwerp zich richt op onderhoud. Dat komt al ter sprake bij het hoofdonderwerp “Onderhoud” en telt nu feitelijk dubbel.
- **Betrouwbaarheid:** Op basis van de gegevens over de scenario's [3] kan TNO geen onderscheid maken tussen de scenario's B (nieuwe hoogwaardige RVS wand) en C (nieuwe betonnen wand).

TNO merkt op dat voor een goede vergelijking het aan te bevelen is om aandacht te schenken aan de opmerkingen die zijn gemaakt over de 3 scenario's in de voorgaande hoofdstukken van voorliggend rapport.

8 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de review trekt TNO de volgende conclusies en aanbevelingen die algemeen van aard zijn:

- TNO onderschrijft de vastgestelde tekortkomingen van de huidige situatie. Dit betreft enerzijds de toepassing van austenitische 1.4301 (AISI304) RVS verbindingsmiddelen (bouten, ankers, stoppers, klemmen en voeten) in de bassinwand in een chloride houdend milieu waardoor corrosie optreedt en daardoor sprake is van een verhoogd risico op bezwijken als gevolg van (scheurvormende) chloride-spanningscorrosie. Anderzijds blijkt de betonnen vloer op +1 onvoldoende in staat te zijn om de horizontale belastingen uit de bassinwand te kunnen opnemen.
- Aangaande het voorstel om de technische ruimte te voorzien van een (aanvullende) ventilatie ontbreekt de motivatie van de aan te houden maximale capaciteit. Deze kan overigens ook nog afhangen van het scenario. Wellicht dat optimalisatie van de ventilatie tot een goedkoper alternatief kan leiden.
- De mogelijkheden tot verkorten van de doorlooptijd (paragraaf 6.5.2 [3]) zijn voor alle beschouwde scenario's nader uit te werken.
- Door de huidige betonnen vloer op +1 te versterken is het mogelijk om elk van de 3 beschouwde scenario's te optimaliseren. Indien de betonnen vloer op +1 in staat is om de bassinwand voldoende veilig te steunen, kunnen in scenario A de additionele schoren achterwege worden gelaten en kan de bassinwand in scenario's B en C slanker worden uitgevoerd. In feite levert dit 3 extra sub-scenario's op die mee te nemen zijn in de vergelijking.

Met betrekking tot scenario A (herstellen bestaande situatie) trekt TNO de volgende conclusies:

- Er zijn alternatieven mogelijk om de bestaande ankers te versterken.
- Onduidelijk is of bij de uitwerking van scenario A (herstellen bestaande situatie) in voldoende mate rekening is gehouden met het gegeven dat voor ca. 20% van de lengte van de bassinwand de voorgestelde additionele schoren niet toe te passen zijn en vragen om een aanpassing van het ontwerp van de schoren of verplaatsing van leidingen en installaties. Het is belangrijk om dit wel mee te nemen in de vergelijking met andere alternatieven.
- Er is onvoldoende aandacht geschonken aan de conditie van de ferritische RVS platen van de bassinwand. Bij toepassing van scenario A (herstellen bestaande situatie) is het van groot belang om ook een duidelijk beeld te hebben of de levensduur van de bestaande wand voldoet aan de gestelde eis van 30 jaar.
- Er is geen aandacht geschonken aan het gefaseerd vervangen van de austenitische 1.4301 (AISI304) RVS bouten, ankers, stoppers, klemmen en voeten. Op veel locaties zijn twee bouten toegepast, en is in de verbindingen sprake van een behoorlijke reservecapaciteit. Indien de reservecapaciteit dat toelaat, kan één van de twee bouten direct worden vervangen, waarmee het veiligheidsprobleem kan worden opgelost. De tweede bout kan dan worden vervangen als het bad weer in gebruik is genomen, waardoor tijdwinst kan worden geboekt.

Met betrekking tot scenario B (nieuwe hoogwaardige RVS wand) trekt TNO de volgende conclusies:

- Het constructieve ontwerp en de detailleringen zijn onvoldoende uitgewerkt om een vergelijking met andere alternatieven te kunnen maken. Materiaalkeuze en detaillering vraagt daarbij de nodige aandacht.

Met betrekking tot scenario C (nieuwe betonnen wand) trekt TNO de volgende conclusies:

- Een aantal bouwkundige detailleringen is nog onvoldoende uitgewerkt om een vergelijking met andere alternatieven te kunnen maken.
- Het door Nebest gegeven advies om de lekkages te stoppen (Bijlage B [3]) is niet overgenomen in [3]. TNO is van oordeel dat dat advies wel overgenomen moet worden.

Om tot een evenwichtige vergelijking te komen van de 3 onderscheiden scenario's en mogelijke sub-scenario's, is het wenselijk nader invullingen te geven aan bovenstaande aanbevelingen.

9 Referenties

- 1) "Onderzoek constructieve veiligheid RVS bassinwand zwembad Blokweer – Fase 1", Iv-Consult, COPA210368-R101, 21 januari 2022
- 2) "Review herstelplan RVS bassin - terugkoppeling bezoek locatie 29 maart 2022", e-mail van IJsbrand van Straalen (TNO) aan Wouter Visser (Iv-Consult), 1 april 2022
- 3) "Onderzoek constructieve veiligheid RVS bassin van zwembad Blokweer – Fase 2", Iv-Consult, COPA210368-R102, 20 mei 2022

10 Ondertekening

Delft, juni 2022

TNO

Dr.Ir. I.J.J. van Straalen
Projectleider

Ir. A.D. Pikaart
Research Manager
Structural Reliability

BIJLAGE A Review herstelplan RVS bassin - terugkoppeling bezoek locatie 29 maart 2022

From: Straalen, Y.J. (IJsbrand) van
Sent: vrijdag 1 april 2022 09:02
To: Wouter Visser
Cc: 'Hoogstad, R (Ruud)'; Davenne, PT (Paul); Fretes, BR de (Ben); Schuring, E.W. (Erik); Borsje, H. (Huibert)
Subject: Review herstelplan RVS bassin - terugkoppeling bezoek locatie 29 maart 2022

Beste Wouter,

Hierbij ontvang je onze terugkoppeling van ons bezoek aan het zwembad op 29 maart 2022. Hierin zijn een aantal suggesties gegeven voor het verder onderzoek van het team.

Wij maken een onderscheid tussen (A) de constructieve veiligheid van de betonnen vloer waartegen de bovenzijde van de RVS wand van het bassin is afgesteund, (B) de corrosie van onderdelen van de constructie van de RVS wand van het bassin, en (C) de effecten van de corrosie van deze onderdelen op de constructieve veiligheid van de wand.

Ad (A) Constructieve veiligheid van de betonnen vloer waartegen de bovenzijde van de RVS wand van het bassin is afgesteund

Ondanks dat we tijdens ons bezoek vooralsnog geen aanwijzingen vinden (zichtbare scheurpatronen) dat er sprake is van bezwijken van de betonnen vloer, geeft de door Iv-Consult gemaakte berekening wel aan dat de constructie, met de door jullie aangehouden modellering, niet voldoet aan de gestelde eisen. Het is gewenst om een nadere analyse uit te voeren om na te gaan of in deze situatie de constructieve veiligheid daadwerkelijk in het geding is. Daarvoor heb je op 30 maart aanvullende berekeningen aan TNO voorgelegd. Na ontvangst van de onderliggende en reeds opgevraagde tekeningen zullen wij hier nog een terugkoppeling op geven.

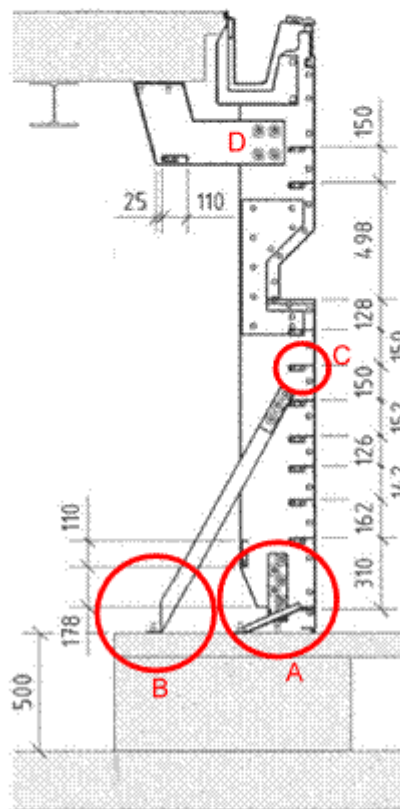
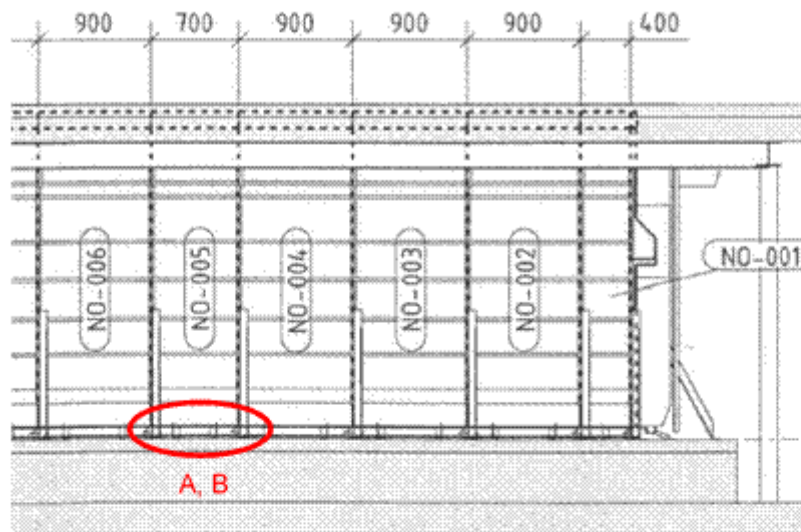
Ad (B) Corrosie van onderdelen van de constructie van de RVS wand van het bassin

RVS soorten 1.4016 en 1.4762 zijn niet gevoelig voor Cl-Spanningscorrosie. Wel zijn deze materialen gevoelig voor pitting en spleetcorrosie. Aanbevolen wordt de condities van de 1.4016 en 1.4762 onderdelen te bepalen aan de hand van een metallografisch onderzoek. Bijvoorbeeld door 3 tot 5 segmenten met verschillende gradaties in aantasting rond de in onderstaande figuur aangegeven locaties A en C uit te nemen zonder constructieve effecten. Voor de locaties A dan wel weer direct vervangen. Nader destructief onderzoek van RVS 1.4301/1.4307 (AISI304) verbindingmaterialen is aan te bevelen, daar Cl-Spanningscorrosie scheuren niet met niet-destructief onderzoek met voldoende betrouwbaarheid is vast te stellen. Dit kan ook van belang zijn voor een eventueel monitoringsprogramma. Zie ook ad (C). Controleer overigens ook op risico voor galvanische corrosie.

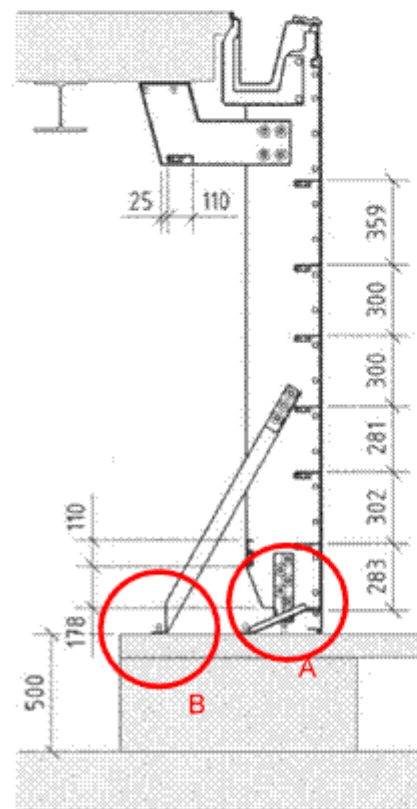
Nadere toelichting:

- Hoewel 1.4016 en 1.4762 formeel niet toegestaan zijn volgens de Regeling Bouwbesluit, zijn de redenen waarop uitsluiting gebaseerd is (onverwachte catastrofaal falen door scheurvorming die niet te bepalen is) niet van toepassing op de ferritische RVS typen. Monitoren, net als bij de toegestane austenitische 6Mo RVS soorten, is een geschikte aanpak.

- 1.4301/1.4307 zijn niet toegestaan in deze condities. Overweeg de bevestigingsmiddelen die van 1.4301/1.4307 zijn gemaakt, door een geschikte materiaal te vervangen.



SECTION X - X
SCALE 1:25



SECTION Y - Y
SCALE 1:25

Ad (C) Effecten van de corrosie van onderdelen van de constructie van de RVS wand van het bassin op de constructieve veiligheid van de wand

Om tot een plan van aanpak te komen waarmee de constructieve veiligheid van het RVS bassin wordt gewaarborgd, stellen we voor een risico-analyse (bijvoorbeeld een zgn. Failure Mode and Effect Analyses (FMEA)) uit te werken. Daarbij dient aandacht te worden besteedt aan mogelijke corrosie-mechanismen die tot corrosie en van verschillende onderdelen leiden. Daarbij is een nader onderscheid te maken tussen de locaties. Vervolgens zijn de effecten in kaart te brengen die dat in constructief opzicht op de verschillende onderdelen kan hebben. Met dit overzicht is vervolgens de constructieve veiligheid van het bassin te beoordelen (van lekkage tot plotseling bezwijken). Bij dit alles dienen ook tijdsafhankelijke effecten (over jaren) meegenomen te worden. Op basis van de resultaten van een dergelijke risico-analyse zijn mogelijke maatregelen (monitoringsprogramma en herstelmaatregelen) die in de tijd kunnen worden genomen, uit te werken.

Het zou ons helpen als je een nadere uitwerking kan overleggen van het plan van aanpak voor het verder onderzoek dat jullie voor ogen hebben.

Met vriendelijke groet, IJsbrand van Straalen