

Phoenixstraat 28a
2611 AL, Delft
Nederland

www.sinko-consultants.com

Sinko Consultants Report

T. +31 15 700 97 97

Sinko202511 N0902

Onderzoek en inventarisatie van instorting verbonden aan de constructie van ondergrondse wateropslag ten behoeve van warmtevoorziening voor woningen en/of gebouwen

Datum 01 november 2025

Auteur(s) W.Kooymans (SC), M. Keus (SC), H. Fischer (TNO),
J. Trimboli (TNO)

Kopieën

Aantal kopieën

Aantal pagina's 45, inclusief appendices

Projectnaam Ondergrondse Warmtebuffer Nagele (OWN)

Projectnummer Sinko202511 N0902

Alle rechten voorbehouden. Geen enkel deel van deze publicatie mag worden gereproduceerd en/of gepubliceerd door middel van drukwerk, fotokopie, microfilm of op enige andere wijze zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sinko Consultants.

In het geval dat dit rapport is opgesteld op instructie, zijn de rechten en verplichtingen van de contracterende partijen onderworpen aan de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan Sinko Consultants, of aan de relevante overeenkomst die tussen de contracterende partijen is gesloten.

© 2025 Sinko Consultants

Voorwoord

Dit rapport geeft een overzicht van de resultaten van de activiteiten die zijn uitgevoerd in het onderzoeksproject “Ondergrondse Warmteopslag Nagele”, afgekort als OWN. Dit onderzoeksproject, dat aangevraagd werd door Nagele Warmte BV, had drie hoofddoelen:

1. Planmatige-, Technische- en veiligheidsondersteuning tijdens het afgraven en blootleggen van de ondergrondse warmtebuffer om een onderzoek te kunnen verrichten naar eventuele oorzaken van de ineenstorting van de waterbufferconstructie.
2. Inzicht krijgen in de oorzaak van het instorten van de ondergrondse draagconstructie, zogenaamde ‘spaceframe’, van de warmtebuffer, gelegen aan de Ring in dorpskern Nagele van de gemeente Noordoostpolder in Nederland.
3. Ontstane risico’s identificeren en beoordelen voor warmtebuffers waarbij soortgelijke constructies en materialen zijn toegepast in soortgelijke omgevingsfactoren.

Het onderzoek werd uitgevoerd door SC in nauwe samenwerking met TNO en Laboratorium voor monsternamen Leenheer. Voor het grondwerk werd aannemersfirma van Schie ingezet. De activiteiten werden als volgt verdeeld en uitgevoerd:

1. Eerste visuele observatie van de warmtebuffer en historische analyse van de installatie, oplevering en gebruik van de warmtebuffer.
2. Planning en stappenplan perimeter drainage, afgraven en blootleggen van de deklaag en gecontroleerd verwijderen van het warmtebuffer water.
3. Interviews met gebruiker en leverancier van de warmtebuffer, interview/overleg met de grondwerkaannemer tijdens demontagewerkzaamheden en voorts overleg met het laboratorium en TNO
4. Verzameling en monsternamen van de materialen uit de warmtebuffer.
5. Technisch onderzoek TNO van watermonsters en toegepaste materialen voor de constructie van de waterbuffer

Voor het uitvoeren van het oorzakenonderzoek is een gestructureerde aanpak gevolgd. Om het onderzoek veilig, zorgvuldig en doelgericht te laten verlopen, in overleg met de bouwer is vooraf een stappenplan opgesteld met de uit te voeren activiteiten. Dit stappenplan diende als leidraad tijdens de uitvoering van het onderzoek en had als doel:

- Het waarborgen van een zo veilig mogelijke werkwijze voor alle betrokkenen;
- Het gecontroleerd blootleggen van de waterbuffer, zodat de constructie en omgeving in oorspronkelijke staat konden worden beoordeeld;
- Het behouden van materialen en sporen voor verdere analyse en beoordeling.

Door deze werkwijze is het onderzoek op een systematische en controleerbare manier uitgevoerd, waarbij zowel de veiligheid als de integriteit van het bewijsmateriaal centraal stonden. In de volgende paragrafen wordt het gevolgde stappenplan toegelicht en worden de uitgevoerde activiteiten nader beschreven.

Risico-inventarisatie

Tijdens de ontmanteling van de ondergrondse waterbuffer zijn de arbeidsrisico's geïnventariseerd die aandacht vereisten ter voorkoming van ongevallen en letsel. De werkzaamheden vonden plaats onder omstandigheden waarbij zowel structurele als omgeving gebonden risico's aanwezig waren.

De voornaamste geïdentificeerde risico's betroffen:

- Onzekerheid van de structurele stabiliteit van de buffer – door de onbekende staat van de constructie en de mogelijkheid van plotseling bezwijken;
- Hoge watertemperatuur – het bufferwater had een temperatuur van meer dan 50 °C, met risico op verbranding of oververhitting;
- Steile hellingshoek van de afgraving – kans op instorting of afschuiven van grond;
- Draaibewegingen van de kraan en beperkte zichtlijnen – risico op aanrijding of beknelling binnen de dode hoek van het materieel;
- Rijdend materieel op het werkterrein – risico op aanrijding of onvoorziene bewegingen;
- Inademen van waterdamp – mogelijk ongunstige luchtkwaliteit door warme en vochtige damp afkomstig uit de buffer.

Over deze risico's is vooraf en tijdens de werkzaamheden overleg gevoerd met alle betrokken partijen. Op basis daarvan zijn mitigerende maatregelen getroffen om de veiligheid op de locatie te waarborgen, waaronder:

- Afzetting van het getroffen gebied
- Verbod op zwaar verkeer of betreding boven het beschadigde deel.
- Controle van draagkracht en stabiliteit omliggende grond.
- Het plaatsen van draglineschotten en rijplaten voor stabiliteit en veilige toegang van materieel;
- Het aanhouden van veilige werkafstanden tussen de kraan en de buffer;
- Het uitsluiten van betreding van het reeds ingestorte deel van de buffer;
- Het vrijhouden van de steile afgraving om instortingsgevaar te voorkomen;
- Het instrueren dat de machinist uitsluitend benaderd mag worden aan de zichtbare zijde van de cabine;
- Het vrijhouden van de draaicirkel van de kraan om beknellingsgevaar te voorkomen.

Door het vroegtijdig identificeren van deze risico's en het treffen van gerichte veiligheidsmaatregelen kon het werk op gecontroleerde en veilige wijze worden uitgevoerd, ondanks de complexe omstandigheden op de locatie.

Dankbetuigingen

Alle projectpartners worden bedankt voor hun beoordelingen van de definitieve versie van dit rapport.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
1. Introductie	6
2. Onderzoeksmethode	8
3. Bevindingen	10
3.1 PIR-platen – Dekconstructie	10
3.2 Aluminium buizen	11
3.3 Kunststof nodes en steunplaten	11
3.4 Spacer	12
3.5 Klein materiaal	12
3.6 Invloed van water	13
4. Conclusies	14
5. Slotbeschouwing	16
APENDICES	26
Appendix 1: TNO Materialen Onderzoeksrapport	26
Appendix 2: Rapport watermonsternamen Leenheer	37

1. Introductie

Eind augustus 2025 verzocht Nagele Warmte BV om een onafhankelijk onderzoek naar de mogelijke oorza(a)k(en) van de ineenstorting van de door Hocosto BV aangelegde ondergrondse warmtebuffer in dorpskern Nagel van de gemeente Noordoostpolder.

Deze warmtebuffer is in 2022 in gebruik genomen en in 2025 uit gebruik genomen door de ineenstorting van bovenliggende grond op de isolerende deklaag, welke uit 2 lagen PIR-isolatie bestond, gedragen door een aluminium spaceframe.

Het spaceframe, welke door Hocosto BV, ontworpen en geïnstalleerd is, is een spaceframe van de eerste generatie. Hocosto BV bestaat niet meer, maar het ontwerp is in een nieuwe bedrijfsvorm Hocosto Renewables overgenomen door de firma Linthorst. Linthorst en Hocosto Renewables* hebben inmiddels aanpassingen in ontwerp gedaan en men kan spreken van een hernieuwd spaceframe van de tweede generatie.

**in de huidige bedrijfsvorm is er geen sprake van gedeeld aandeelhouderschap*

Op 2 september 2025 is het onderzoek gestart.

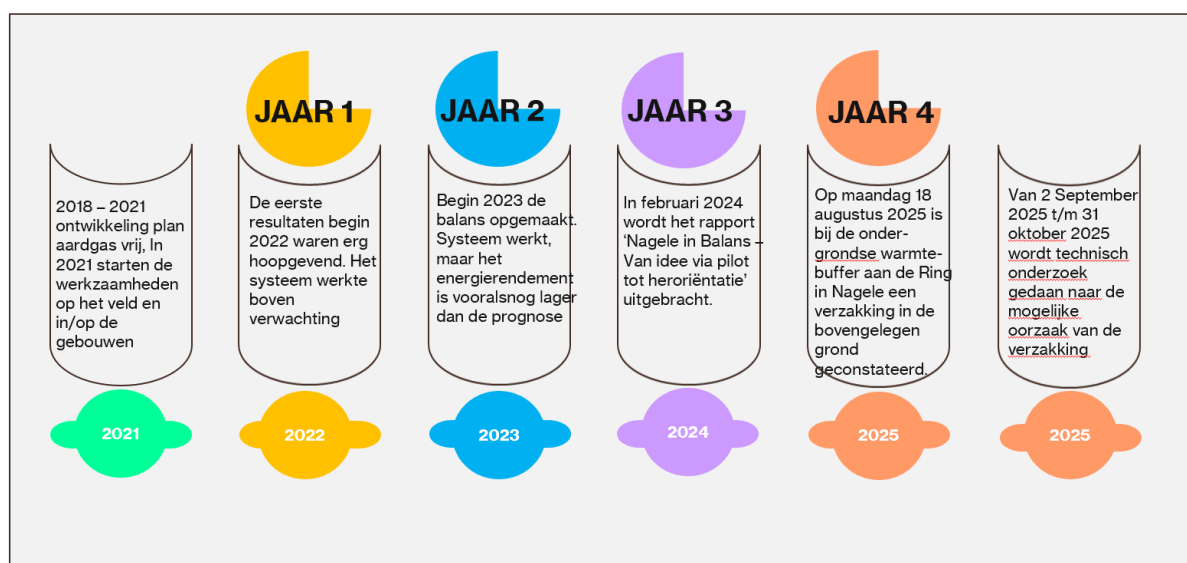


Fig. 1 Project tijdlijn

Waargenomen incident/schade op dag 1:

- Structurele instorting van de waterbufferconstructie.
- Verplaatsing van zand en grond rondom de buffer.
- Mogelijke vervorming of breuk van toevoerleidingen.
- Instabiliteit van de omliggende ondergrond.
- Schade aan het terrein boven de buffer.

Beschrijving van het incident:

Op 18 augustus 2025 werd een verzakking waargenomen aan het maaiveld ter hoogte van het Ring gebouw in de dorpskern Nagele

Bij inspectie bleek dat een deel van de ondergrondse buffer was ingestort over een lengte van ongeveer 12 meter en een breedte van 6 meter.

De instorting ging gepaard met:

- Een zichtbare kuil in het maaiveld van circa 50-150 cm.
- Beschadiging van het bovenliggende terrein
- Inzakking van omliggende grondlagen.

Er is (voor zover bekend) **geen persoonlijk letsel** ontstaan. Wel is sprake van **materiële schade** en **functionele uitval** van het systeem.

2. Onderzoeksmethode

Doel en opzet van het onderzoek

Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze en methoden die zijn toegepast om de oorzaak en aanleiding van het bezwijken van de ondergrondse waterbuffer objectief vast te stellen. Het onderzoek richtte zich op het verkrijgen van een feitelijk en reproduceerbaar beeld van de constructieve staat van de buffer, de toegepaste materialen en de omgevingsomstandigheden voorafgaand aan en tijdens het incident. Daarbij is gebruikgemaakt van een combinatie van veldobservaties, technische metingen, materiaalonderzoek en documentanalyse.

Onderzoeksaanpak

Het onderzoek begon met het opstellen van een gedetailleerd onderzoeksplan, waarbij gelijktijdig de eerste observaties ter plaatse zijn uitgevoerd. De onderzoeksmethode was erop gericht om gedurende elke fase van het proces nauwkeurig de toestand van de buffer en de toegepaste materialen waar te nemen. Hierdoor kon de feitelijke staat van de constructie zorgvuldig worden vastgelegd en konden bevindingen direct worden gerelateerd aan de visuele en materiële kenmerken van het systeem.

Tijdens het onderzoek is bijzondere aandacht besteed aan de zichtbare deformatie van de dekplaten, de gebroken componenten en de nog intacte onderdelen. Door middel van deze observaties konden niet alleen beschadigingen worden vastgesteld, maar ook mogelijke oorzaken worden uitgesloten.

Omdat het bovendek en de zijwanden gedurende het onderzoek goed zijn gestabiliseerd, konden tevens dieptemetingen worden uitgevoerd. Hiermee is bepaald of de bodem van de buffer tekenen vertoonde van aantasting, bijvoorbeeld als gevolg van grondwaterstijging of verzakking.

De werkwijze bestond uit het gefaseerd ontgraven en veiligstellen van de constructie. Eerst is de grondbelasting aan de bovenzijde van de buffer verwijderd. Vervolgens is de rand van de buffer vrijgemaakt met behulp van een zuigwagen, zodat de zijwand intact bleef en vervorming tijdens het onderzoek kon worden voorkomen. Deze gecontroleerde benadering maakte het mogelijk om de oorspronkelijke staat van de constructie en de samenhang tussen de verschillende onderdelen zo goed mogelijk te behouden en te documenteren.

Veldwerk en observaties

Tijdens het veldwerk zijn systematisch observaties uitgevoerd van de toestand van de constructie en de afzonderlijke onderdelen. Daarbij is vastgesteld welke componenten waren aangetast door corrosie en welke breuken reeds vóór de instorting aanwezig waren. Ook is onderscheid gemaakt tussen schade die het gevolg was van het bezwijken zelf en schade die is ontstaan tijdens of na de instorting.

Door tijdens de demontage direct onderdelen veilig te stellen, konden deze in hun oorspronkelijke omvang, vorm en staat behouden blijven. Dit bood een betrouwbaar uitgangspunt voor verdere analyse van de materialen. De zorgvuldig verwijderde componenten zijn vervolgens overgebracht naar TNO voor aanvullend materiaalonderzoek.

Dankzij deze werkwijze, waarbij de onderdelen gecontroleerd uit de buffer zijn gehaald, kon de analyse nauwkeurig worden uitgevoerd. Hierdoor is met hoge mate van zekerheid vastgesteld welke schade aan de materialen reeds voorafgaand aan het bezwijken aanwezig was en welke als gevolg van de instorting is ontstaan.

Documentatie en analyse

Om een volledig beeld te krijgen van de Hocosto-waterbufferinstallatie is Nagele Warmte B.V. verzocht toegang te verlenen tot de beschikbare projectdocumentatie die Hocosto B.V. tijdens of na de oplevering aan hen heeft overgedragen. Deze documentatiefolder bevatte onder meer de volgende stukken:

- Correspondentie tussen Hocosto B.V. en Nagele Warmte B.V.;
- Schematische tekeningen van de installatie;
- Process Flow Diagram (PFD);
- Schematische doorsnede- en aanzichttekeningen van een model-spaceframe;
- Statische berekening van een standaardmodel (niet van het uiteindelijk geleverde model).

De combinatie van veldobservaties, structurele metingen, materiaalonderzoek en documentanalyse heeft een consistent en reproduceerbaar beeld opgeleverd van de staat, samenstelling en belastbaarheid van de buffer op het moment van instorting.

In het volgende hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen van het onderzoek toegelicht.

3. Bevindingen

Voor de constructie van de buffer is gebruikgemaakt van materialen en verbindingen die op zichzelf een stevige en solide indruk wekken. Het toepassen van driehoek verbindingen en het gebruik van voldoende baseplates (steunplaten) ter verdeling van krachten vormde een logisch en technisch verantwoord uitgangspunt. Desondanks is de buffer ingestort en heeft de constructie gefaald. In dit hoofdstuk worden de bevindingen uit het uitgevoerde materiaalonderzoek uiteengezet.

Allereerst is vastgesteld dat er geen sterkteberekeningen van de constructie beschikbaar zijn. Deze berekeningen zijn tijdens de bouw niet aangeleverd aan de projectgroep of de gemeente, en ook achteraf niet achterhaald. Hierdoor kan geen uitspraak worden gedaan over de oorspronkelijke constructieve sterkte of de berekende veiligheidsmarges van het ontwerp.

In de volgende paragrafen worden de toegepaste materialen en hun faalmechanismen afzonderlijk besproken. Verdere technische details, inclusief de resultaten van microscopisch onderzoek uitgevoerd door TNO, zijn opgenomen in de bijlagen van dit rapport.

3.1 PIR-platen – Dekconstructie

De toegepaste platen bestaan uit een hardschuim PIR (polyisocyanuraat) met een gesloten celstructuur. Aan zowel de boven- als onderzijde zijn deze platen voorzien van een dunne, verlijmde stalen bekleding. De platen zijn ontworpen met het oog op een hoge isolatiewaarde en dienden in dit geval om warmteverlies uit de buffer te beperken. Het dek bestond uit twee lagen platen van elk 12 cm dikte.

Tijdens de ontmanteling van de buffer werd vastgesteld dat de stalen bekledingslagen van de PIR-platen aanzienlijk waren aangetast door corrosie. Hoewel de platen niet direct in contact stonden met het bufferwater, bevond zich boven de waterspiegel een warme en zeer vochtige luchtlaag. De staalplaten bleken hier onvoldoende bestand tegen. Tevens werd geconstateerd dat de stalen bekledingen op meerdere plaatsen waren losgekomen van het PIR-schuim. Vermoedelijk is de lijmverbinding aangetast door langdurige blootstelling aan de warme en vochtige omstandigheden ofwel door de roestvorming, die ook aan de binnenzijde van de plaat zichtbaar was, de hechting aangetast.

Uit het materiaalonderzoek is gebleken dat de PIR-platen, ondanks hun gesloten celstructuur, aanzienlijke hoeveelheden water hebben opgenomen. Een representatief monster dat oorspronkelijk slechts enkele honderden gram woog, had bij ontmanteling een gewicht van ruim 7 kilogram. Visueel was een duidelijke donkergele tot oranje verkleuring zichtbaar, in afwijking van de oorspronkelijke lichtgele kleur van het materiaal. Deze verkleuring wijst op binnengedrongen vocht dat verontreinigd is met roestdeeltjes afkomstig van de staalplaten. Microscopisch onderzoek bevestigde dat hierdoor

interne uitzetting is opgetreden, wat heeft geleid tot plaatselijke de-laminatie en beschadiging van het schuim.

Volgens de aangeleverde productspecificaties zijn de gebruikte platen primair bestemd voor toepassing als wandisolatie in koude omgevingen, zoals koel- en vriescellen. Hoewel de isolatiewaarde theoretisch ook geschikt is voor warme omgevingen, zijn de platen niet ontworpen voor constructieve toepassingen of langdurige blootstelling aan warmte en vocht.

Omdat geen constructieve berekeningen beschikbaar zijn, kon niet worden vastgesteld welke belastingen de platen en de onderliggende aluminiumconstructie oorspronkelijk konden dragen. Wel staat vast dat de gekozen legwijze, waarbij de platen direct werden blootgesteld aan warme, vochtige lucht en zonder afdichting tegen elkaar waren geplaatst, het binnendringen van vocht heeft bevorderd. Dit heeft geleid tot aanzienlijke verzwaring en verzwakking van de platen.

3.2 Aluminium buizen

Het toegepaste aluminium buizenframe vormt in de basis een geschikte keuze vanwege het gunstige gewicht en de corrosiebestendigheid van het materiaal. Tijdens het onderzoek is echter vastgesteld dat de sterkte van de buizen op meerdere locaties is aangetast. In diverse gevallen bleken de horizontaal geplaatste buizen in de nodes te zijn ingezaagd, waardoor de doorsnede van de buis aanzienlijk is verzwakt. Daarnaast zijn in het resterende gedeelte gaten aangebracht voor de fixatie in de kunststof nodes, wat de structurele integriteit verder heeft verminderd.

Microscopische analyse toonde aan dat de breuk van de buizen is opgetreden ter hoogte van deze verzwakte zones in de nodes. Op de breukvlakken werd roestafzetting aangetroffen, wat erop duidt dat de scheuren al geruime tijd aanwezig waren en niet het gevolg zijn van de ontmanteling.

3.3 Kunststof nodes en steunplaten

De toegepaste kunststof nodes en steunplaten zijn vervaardigd uit PA66 versterkt met 30–40% glasvezel (PA66/GF30–40). Dit materiaal heeft op zichzelf gunstige mechanische eigenschappen en een hoge stijfheid. Een bekend nadeel van dit type kunststof is echter de vochtgevoeligheid: het materiaal kan tot ongeveer 10% water absorberen. Toepassing in een vochtige of natte omgeving is daarom niet geschikt.

Door wateropname zwelt het materiaal op en verliest het zijn stijfheid en sterkte. Uit microscopisch onderzoek blijkt dat de opgetreden breuken in de nodes en steunplaten al langere tijd aanwezig waren. Dit wordt bevestigd door aangetroffen kalkafzettingen en roestsporen langs de breukranden. Ook is waargenomen dat glasvezels op diverse plaatsen uit het kunststof zijn verdwenen. Het proces

van vochtopname veroorzaakt uitzetting van de matrix, waardoor de glasvezels – die verantwoordelijk zijn voor de mechanische sterkte – naar buiten worden gedrukt. Hierdoor neemt de sterkte van het materiaal verder af.

3.4 Spacer

Om thermische uitzetting en beweging van de ondergrond rond de buffer te kunnen opvangen, waren in de horizontale richtingen zogenaamde spacers aangebracht. Deze elementen waren opgebouwd uit een kunststof mof van hetzelfde PA66/GF-materiaal, waarin de uiteinden van twee aluminium buizen waren ingeklemd (zie figuur 8B en 8C). Tussen de buizen bevond zich een veer van rvs materiaal bedoeld om beperkte bewegingen te kunnen compenseren.

De mof bestond uit twee halve schaaldelen die in elkaar werden geklikt en bijeen werden gehouden met een tie-wrap of een gegalvaniseerde stalen klem. Tijdens het onderzoek werd vastgesteld dat meerdere spacers waren gebroken als gevolg van dezelfde materiaalverzwakking die eerder bij de kunststof nodes is beschreven. Ook is te zien dat de stalen klem rondom de mof aanzienlijk is gerost.

Daarnaast is vastgesteld dat in de mof direct contact plaatsvond tussen de rvs stalen veer en de aluminium buizen. Dit heeft geleid tot galvanische corrosie tussen de verschillende metalen, wat het corrosieproces aanzienlijk heeft versneld en de duurzaamheid van de constructie verder heeft verminderd.

3.5 Klein materiaal

Op meerdere plaatsen in de constructie is gebruikgemaakt van klein bevestigingsmateriaal, waaronder gegalvaniseerde stalen schroeven in de aluminium buizen en rvs bouten in de nodes die direct in het aluminium waren bevestigd. Daarnaast zijn gegalvaniseerde stalen klemmen en kunststof tie-wrap toegepast. Laatstgenoemden hebben naar huidig inzicht geen merkbare negatieve invloed gehad op de constructie. Ook de toegepaste kunststof liner heeft geen aantoonbare bijdrage geleverd aan het falen en is daarom niet verder onderzocht.

De rvs onderdelen hebben daarentegen waarschijnlijk bijgedragen aan zowel de verzwakking van het aluminium als aan het ontstaan van galvanische corrosie. De exacte mate van invloed hiervan kon niet worden vastgesteld. De effecten van de gegalvaniseerde klemmen waren daarentegen visueel duidelijk waarneembaar. Deze klemmen hebben vermoedelijk een negatieve invloed gehad op zowel de verzwakking van het omliggende kunststof materiaal als op de lokale vorming van galvanische corrosie. Hoewel de exacte mate van deze invloed niet kwantitatief is bepaald, kan worden aangenomen dat deze lokaal aanzienlijk is geweest vanwege het directe contact met de kunststof.

In algemene zin kan worden geconcludeerd dat, ondanks de beperkte afmetingen van het toegepaste bevestigingsmateriaal, de hoeveelheid en positionering ervan van betekenis kan zijn geweest. Het kleine materiaal is op meerdere kritische punten toegepast (in de nodes en in de spacers), waardoor het in zijn geheel een merkbare negatieve invloed heeft gehad op de duurzaamheid en structurele integriteit van de constructie.

3.6 Invloed van water

Ten slotte is de invloed van water als omgevingsfactor van belang gebleken. De galvanische corrosie die in de constructie is opgetreden, kon plaatsvinden doordat verschillende metalen, waaronder aluminium, rvs en verzinkt staal, gelijktijdig in contact stonden met vochtige omstandigheden en water.

Water fungeert als een elektrolyt en maakt daardoor elektrische geleiding tussen ongelijksoortige metalen mogelijk. In aanwezigheid van opgeloste zouten of andere ionen neemt deze geleidbaarheid verder toe, waardoor een galvanisch element ontstaat. Hierbij fungeert het minder edele metaal (in dit geval voornamelijk aluminium) als anode en corrodeert versneld, terwijl het edelere metaal (zoals verzinkt staal) als kathode wordt beschermd.

Naast de geleidende eigenschappen van water hebben ook temperatuur en temperatuurverschillen een versnellende werking gehad op het corrosieproces. Hogere temperaturen verhogen de reactiesnelheid van elektrochemische processen en versnellen de diffusie van ionen in het water. Tevens zorgen temperatuurverschillen voor spanningen in materialen, waardoor kleine scheurtjes of openingen kunnen ontstaan die de corrosie verder bevorderen.

De gemeten pH-waarden in de buffer varieerden tussen pH 7,0 en pH 8,4. In eerdere watermonsters waren pH-waarden van pH 6,3 en pH 6,6 gevonden. Deze schommelingen wijzen op een omgeving die periodiek zowel licht zuur als licht basisch was. Een lage pH (zuur milieu) versnelt de corrosie van aluminium en staal door de verhoogde aanwezigheid van waterstofionen, terwijl een hogere pH (basisch milieu) kan leiden tot aantasting van beschermende oxide- of zinklagen. Deze wisselende pH-waarden hebben de stabiliteit van de metalen oppervlakken verder verminderd en het galvanische proces versterkt.

Samenvattend kan worden gesteld dat de aanwezigheid van water, in combinatie met het gebruik van verschillende metalen, temperatuurschommelingen en variërende pH-waarden, in belangrijke mate heeft bijgedragen aan de corrosieve aantasting van de constructie.

4. Conclusies

Op basis van de verzamelde onderzoeksresultaten en van eerste observaties zijn de volgende factoren mogelijk van invloed geweest:

1. Ontbreken van constructieve onderbouwing

Er zijn geen sterkteberekeningen of ontwerpberekeningen beschikbaar gesteld of teruggevonden die specifiek voor deze warmtebuffer zijn gemaakt. Hierdoor kon de oorspronkelijke constructieve capaciteit van de buffer niet worden vastgesteld. Dit gebrek aan onderbouwing heeft het risico vergroot dat de werkelijke belasting de sterkte van de constructie heeft overschreden.

2. Materiaaltoepassing buiten het beoogde toepassingsgebied

De toegepaste PIR-platen en kunststof onderdelen (nodes, steunplaten en spacers) zijn materialen die primair bedoeld zijn voor isolatie- of niet-constructieve toepassingen. Door langdurige blootstelling aan warmte, vocht en mechanische belasting hebben deze materialen eigenschappen verloren die voor de constructieve functie noodzakelijk waren.

3. Invloed van vocht, temperatuur en pH

De hoge vochtigheid, temperatuurschommelingen en wisselende pH-waarden in en rond de buffer hebben geleid tot versnelde materiaaldegradatie. Deze omstandigheden hebben de corrosie van metalen onderdelen bevorderd en het verzwakkingsproces van kunststof en lijmverbindingen versneld.

4. Galvanische corrosie door combinatie van verschillende metalen

Het gelijktijdig toepassen van aluminium, rvs en verzinkt staal, in combinatie met de aanwezigheid van water, heeft geleid tot galvanische corrosie. Dit proces heeft vooral het aluminium aangetast en bijgedragen aan het structurele falen van verbindingen en buizen.

5. Kleine, maar kritische bevestigingsmiddelen

Hoewel de afzonderlijke schroeven, klemmen en kleine metalen onderdelen gering van omvang zijn, zijn zij in aanzienlijke aantallen en op constructief kritische punten toegepast. Hierdoor hebben zij in samenhang een merkbare negatieve invloed gehad op de duurzaamheid en integriteit van de constructie.

6. Samenspel van factoren

Het bezwijken van de constructie kan niet worden toegeschreven aan één enkele oorzaak, maar is het gevolg geweest van een samenloop van verzwakkende factoren. Daarbij is het van belang onderscheid te maken tussen de aanleiding en de onderliggende oorzaken van de instorting.

De aanleiding betreft de directe gebeurtenis die het instorten van de buffer in gang heeft gezet. Dit moment ligt in tijd kort op het tijdstip van het incident en wordt doorgaans getriggerd door een externe handeling of gebeurtenis (bijvoorbeeld door plotselinge directe belasting van een voertuig of door veranderde omgevingsomstandigheden, waaronder temperatuurverschillen of neerslag).

De oorzaken daarentegen zijn van meer fundamentele, structurele en systemische aard. Uit het onderzoek is gebleken dat deze met name samenhangen met het onjuist toepassen van materialen, i.e. constructieve tekortkomingen, het falen van die materialen bij langdurige blootstelling aan de feitelijke gebruiksomstandigheden, i.e. reducering van sterkte en/of draagkracht, het ontbreken van onderbouwde constructieve berekeningen of toetsing aan de daadwerkelijke belastingen.

De langdurige en continue blootstelling aan vocht en wisselende temperaturen heeft geleid tot galvanische corrosie, vochtopname in de PIR-platen en verzwakking van de kunststof verbindingselementen. Ook de gemeten pH-waarden van het bufferwater, variërend tussen licht zure en basische condities buiten het neutrale bereik, hebben de corrosieve processen verder bevorderd.

Het samenspel van deze factoren, structurele tekortkomingen, materiaal falen en ongunstige omgevingscondities, heeft ertoe geleid dat de constructie geleidelijk aan sterkte verloor. Op het moment dat een externe trigger de resterende draagcapaciteit overschreed, is de constructie bezweken.

Aannemelijk is dat de constructie daarbij een kritische grens heeft bereikt waarbij één of meerdere verbindingen hebben gefaald. Hierdoor heeft een verschuiving van de belasting naar aangrenzende onderdelen plaatsgevonden, die op hun beurt eveneens zijn bezweken. Dit proces van progressief falen heeft geleid tot een kettingreactie waarin de belasting overdracht niet langer gecontroleerd kon plaatsvinden, hetgeen uiteindelijk heeft geresulteerd in de (gedeeltelijke) instorting van de buffer.

5. Slotbeschouwing

In dit slothoofdstuk worden de belangrijkste conclusies en overwegingen samengevat die voortvloeien uit het uitgevoerde onderzoek. De bevindingen geven inzicht in de achterliggende oorzaken van het falen van de constructie en vormen de basis voor aanbevelingen ten aanzien van vergelijkbare installaties en toekomstige projecten.

Het uitgevoerde onderzoek toont aan dat het falen van de buffer niet kan worden toegeschreven aan één enkele oorzaak, maar het resultaat is geweest van een samenloop van ontwerpkeuzes, materiaaleigenschappen en omgevingsinvloeden. Hoewel de afzonderlijke gebreken en verzwakkingen op zichzelf mogelijk niet tot bezwijken zouden hebben geleid, heeft de gelijktijdige aanwezigheid ervan de constructie geleidelijk verzwakt. Het ontbreken van constructieve berekeningen en een duidelijke toetsing van de toegepaste materialen onder de feitelijke gebruiksomstandigheden heeft er waarschijnlijk toe geleid dat de structurele risico's zijn onderschat.

De ondergrondse waterbuffer is (gedeeltelijk) ingestort, wat heeft geleid tot aanzienlijke materiële schade en functionele uitval van het systeem. De voorlopige analyse wijst op een combinatie van structurele belasting, onvoldoende dekking en mogelijk constructieve zwakte. Verdere technische inspectie om de exacte oorzaak te bepalen is niet mogelijk en herstelmaatregelen verantwoord uit te voeren is op dit moment uitgesloten door de constructieve aard waarin de waterbuffer zich bevindt. Indien er een nieuwe waterbuffer zou moeten komen dan vergt dat wederom een langdurig proces.

De conclusies uit dit onderzoek kunnen ook relevant zijn voor andere ondergrondse waterbuffers die eerder of later zijn gebouwd volgens een vergelijkbaar ontwerp. Fundamentele wijzigingen in de materiaalkeuze of constructieve opzet kunnen vanzelfsprekend tot andere uitkomsten leiden, maar de feitelijke gebruiksomstandigheden, namelijk de opslag van warm water, blijven daarbij in essentie gelijk. Indien de toegepaste materialen en verbindingen niet zijn aangepast en geen aanvullend onderzoek heeft plaatsgevonden naar hun gedrag onder langdurige blootstelling aan warmte en vocht, is het niet onwaarschijnlijk dat vergelijkbare buffers op termijn eveneens sterkteverlies vertonen en mogelijk bezwijken, met potentieel ernstige gevolgen.

Op basis hiervan wordt geadviseerd om de eigenaren en beheerders van vergelijkbare buffers te informeren over de uitkomsten van dit onderzoek. Daarbij wordt opgemerkt dat ten tijde van het opstellen van dit rapport tevens onderzoek plaatsvindt naar het instorten van een andere waterbuffer van gelijke leeftijd en geleverd door dezelfde leverancier. Voor zover op dit moment bekend zijn daarbij dezelfde materialen toegepast.

Naast het informeren van betrokken partijen wordt geadviseerd om bij andere in gebruik zijnde buffers nader onderzoek te laten verrichten naar de specificaties en de actuele staat van de toegepaste

materialen. Waar directe toegang tot de buffer niet mogelijk is, zal moeten worden overwogen hoe inspectie of monitoring op alternatieve wijze kan plaatsvinden. In alle gevallen verdient het aanbeveling om bovengrondse ontwikkelingen, zoals verzakkingen of wisselende belasting, actief te blijven monitoren.

Gezien de bevindingen uit dit onderzoek, en met inachtneming van het risico dat bij (gedeeltelijke) instorting directe blootstelling aan warm water kan ontstaan, wordt dringend geadviseerd om de toegang tot het terrein boven de buffer tijdelijk af te sluiten met hekwerk en waarschuwingsborden, totdat zekerheid is verkregen over de constructieve staat en veiligheid van de onderliggende buffer.



Fig 2. 2018-2021 Planontwikkeling



Fig 3 Zonnecollectoren op daken van 8 woningen en het Ring gebouw



Fig. 4 Afgraven waterbuffer en assemblage 'Hocosto spaceframe' (eerste generatie)



Fig. 5 Assemblage bodemgedeelte van het aluminium buizen-spaceframe met voetplaten van glasvezelversterkte polyamide PA66



Fig. 6 Impressiefoto van het bijna gereed gestelde aluminium spaceframe



Fig. 7 Foto-opname van 2 september 2025. De verzakking aan de bovenzijde van de Hocosto waterbuffer die op 18 augustus 2025 werd aangetroffen bleek inmiddels groter te zijn geworden, ca 12 x 6 m



Fig. 8 Foto-opname verzakking



8A

8B

8C

Fig. 8 (A) gebroken polyamide draagschijf en (B) expansieveer houders vastgezet met gegalvaniseerde metalen klem en/of polypropyleen tie-rop en (C) gebroken polyamide veerhouder



Fig. 9 Zwart metalen (carbon steel) buitenmantel van isoleren deklaag, welke geheel loskomt van de isolatie. Tevens roestvorming door langdurige blootstelling aan vocht in combinatie met luchtlaag tussen verwarmd bufferwater en isolerende deklaag



Fig. 10 Polyamide koppeling (node) spaceframe en roestafzetting van de metalen buitenmantel van de dekplaten



Fig. 11 Dubbele isolerende deklaag. Onderste deklaag vertoont verkleuring door langdurige blootstelling aan vochtname. Bovenste deklaag vertoonde eveneens vochtname en lichtere verkleuring. Kopse kanten van dekplaten staan ca 2 à 3 cm open t.o.v. elkaar. Dubbele isolatiedeklaag van 2 x 12 cm is 9 cm overlappend in lengterichting geïnstalleerd (niet haaks op elkaar). Tevens zichtbaar de ronde disc die al eerder bezwaken is.

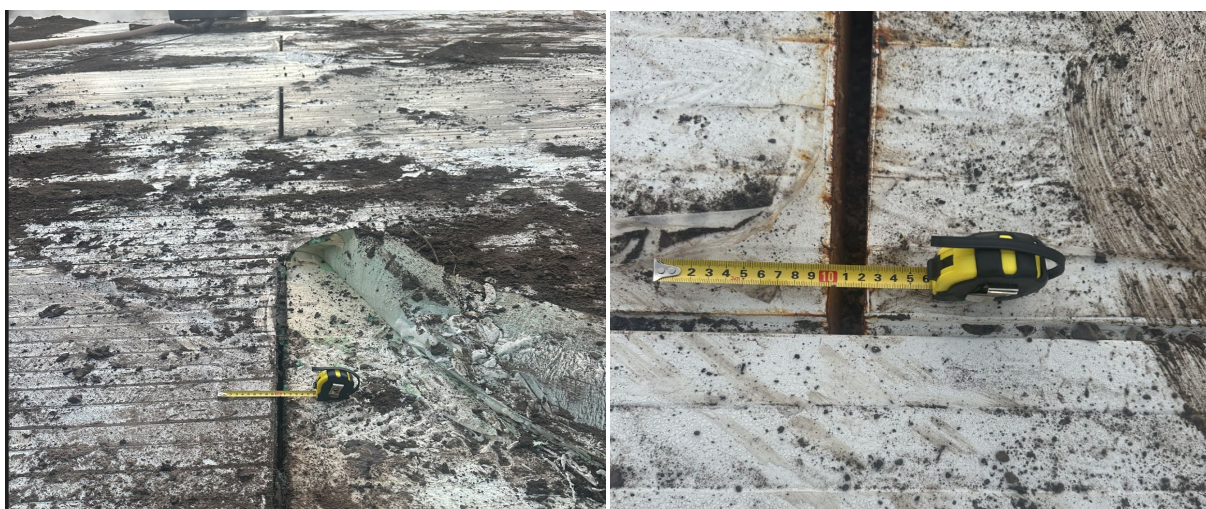


Fig. 12 Kopse kanten van de dekplaten staan 2 cm open



Fig. 13 Scheurvorming in polyamide steunplaat.



002f93f9-fafd-47bd-9b74-f194f4e9b4b1.MP4

Video 1. Aantoonbare broosheid isolatie dekplaten, isolatieplaat breekt eenvoudig in kleine fragmenten



APENDICES

Appendix 1: TNO Materialen Onderzoeksrapport

Schade tijdelijke Wateropslag

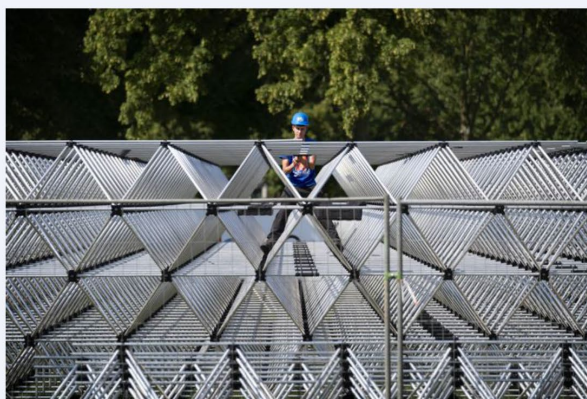
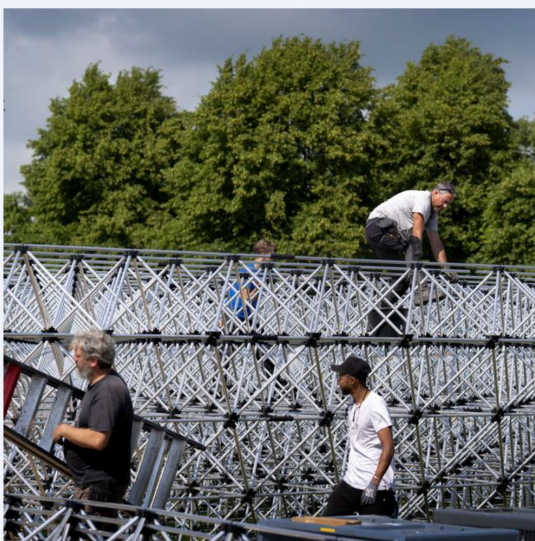
Opslagsysteem van die warmte in een ondergrondse buffer.

Hartmut Fischer

28 oktober 2025
TNO project nummer: 060.67367

TNO innovation
for life

Construction of water buffer



TNO innovation
for life

2

Materials used

- PA66/GF (30%?)
- Aluminum tubes
- SS springs
- Tie wraps, steel clamps
- Screws coated (?) steel
- Insulation panels (PUR in steel (?) encapsulated)
- Plastic liner ?

Findings

- Fracture of PA 66 support plates
- **Precipitation of calcium carbonate (CaCO_3) at fracture surfaces indicates fractures appeared during use of the system**



Toelichting door SC:

Polyamide 66 is een zogenoemd hygroscopisch materiaal, wat betekent dat het vocht uit de omgeving opneemt. Water dringt tussen de polymeerketens en beïnvloedt de waterstofbruggen die de structuur samenhouden. Er zijn twee relevante processen:

Vochtabsorptie (reversibel):

Watermoleculen worden opgenomen in het polymeer.

Dit maakt het materiaal soepeler (meer taai) maar ook minder sterk en stijver.

Treksterkte en E-modulus kunnen 20–50% afnemen bij verzadiging.

Dit effect is omkeerbaar: na droging herstelt de sterkte grotendeels.

Hydrolytische afbraak (irreversibel, bij hoge temperatuur of langdurige blootstelling)

Bij langdurig contact met warm water (>60 °C) of onder druk vindt chemische afbraak van de polymeerketens plaats.

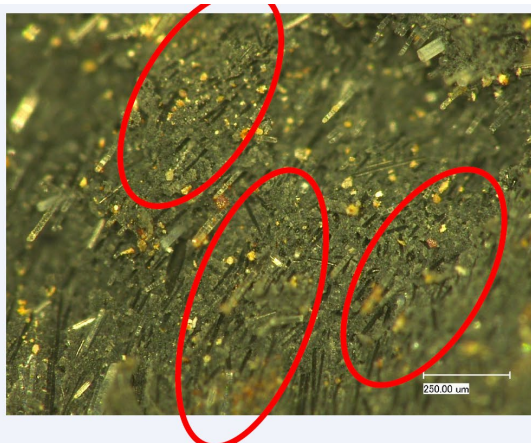
Dit leidt tot onherstelbare verzwakking en mogelijk bros gedrag.

Vooral bij PA66 in heet water, stoom, of onder spanning is dit een serieus risico.



Findings

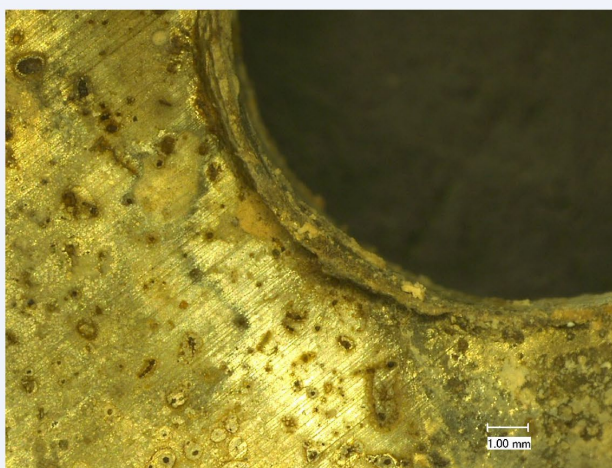
- Fracture PA 66 joints



- Microscopy shows precipitation of rust particles at fracture surfaces indicating fractures appeared during use of the system
- Debonding of glass fibers indicates stress on system

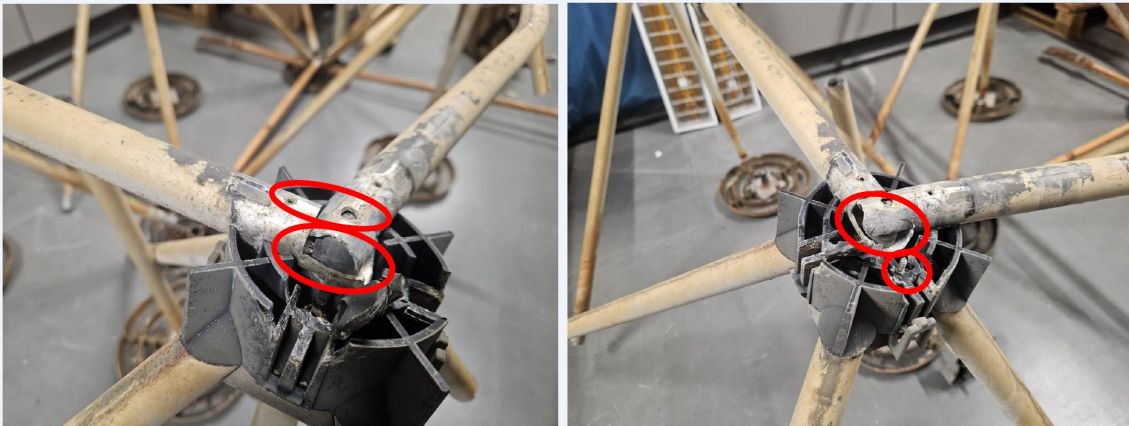
Findings

- Fractured aluminium (Al) tubes (connection!) and corrosion of Al
- Fractured surfaces not “fresh” indicating fracture occurred during use of the system



Findings

- Sharp corners in aluminium-tubes, weakening of structure by holes added for connections/assembly, galvanic contacts present due to screws with iron content.



TNO innovation for life 9

Findings

- (Galvanic) Corrosion



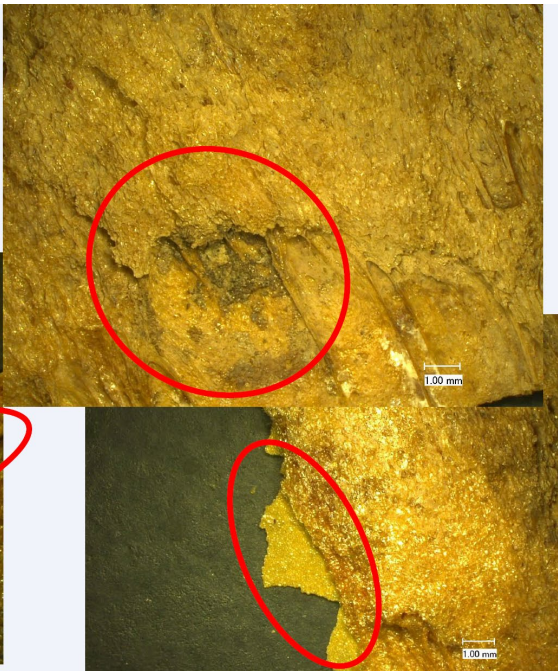
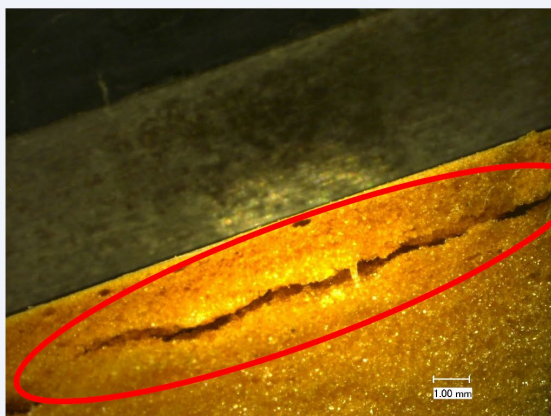
- Increased Al concentration
- Increased pH



TNO innovation for life 10

Findings

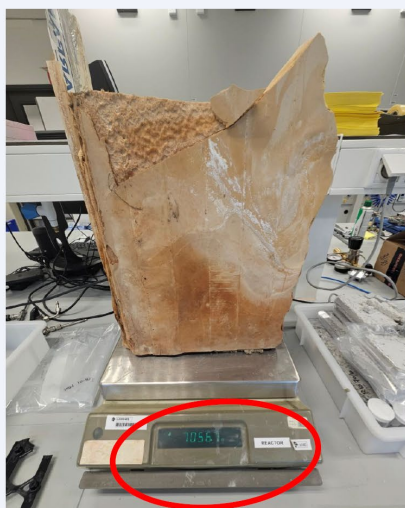
- Corrosion on Insulation and mechanical disintegration



12

Findings

- Water uptake of insulation is significant



13

Hydrothermal and hydrolytic degradation of glass fiber PA 66 composites

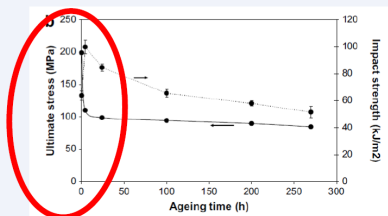
- **Yield strength, ultimate tensile strength and flexural strength of all specimens significantly decreased** at the beginning stage of moisture absorption and then these mechanical properties were almost constant and stayed on a reduced level. The modulus of elasticity of all specimens decreased at the beginning stage and saturated stage (Effect of moisture on the mechanical properties of glass fiber reinforced polyamide composites; Advanced Powder Technology 27 (2016) 898–902).
- The **absorption of moisture degrades the fiber matrix interfacial region and creates poor stress transfer efficiencies, which reduces mechanical and dimensional properties.** In fact, it is generally recognized that the glass fiber-matrix interface is the determining factor in the reinforcement mechanism, particularly under wet conditions. **Cracks tend to form at the interface and link up quickly through highly stressed sections of the matrix, resulting in premature failure of the composite.** Exposure to different environments from dry to **wet conditions will decrease the strength and modulus, while tensile strains decreased** (Moisture Absorption Effect on Thermal, Dynamic Mechanical and Mechanical Properties of Injection-Molded Short Glass-Fiber/Polyamide 6,6 Composites; Fibers and Polymers 2012, Vol.13, No.7, 899-90).
- **Damage initiation in the form of fiber-matrix debonding occurs at fiber ends** and more generally at locations where fibers are close to each other due to the generation of local stresses. These de-bonded zones further propagate through fiber-matrix interface. **At high relative flexural stress, matrix microcracks appear and grow regardless of the relative humidity (RH) contents.** For RH = 100%, these microcracks are also accompanied by many matrix deformation bands. **Subsequently, they lead to the damage accumulation and then to the final failure** (In situ damage mechanisms investigation of PA66/GF30 composite: Effect of relative humidity; Composites: Part B 58 (2014) 487–495).
- **Hydrolysis leads to a linear reduction in molar mass with time until reaching an equilibrium point of 10 kg/mol at 2500 h at 95 °C** (Accelerated hydrolytic degradation of glass fiber-polyamide (PA66) composites; Polymer Degradation and Stability 234 (2025) 111256). This ultimately means a reduction in ductility, modulus and strength.

Hypothesis

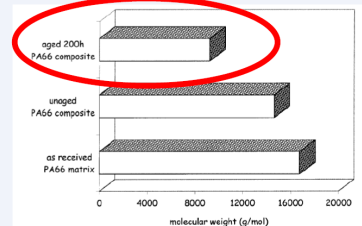
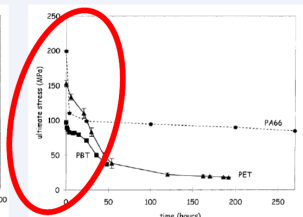
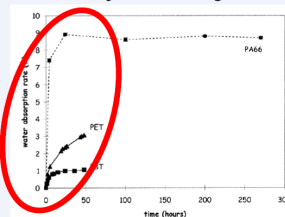
- Failure occurs due to inappropriate choice of materials and construction, PA 66 (water sensitive), metallic/galvanic contacts between different metals in wet environment, and sharp corners/weakening of Al-tubes by holes at the connection points.
- Water uptake by PA 66 weakens joints, decreases mechanics (modulus, strength) and initiates cracks at fibre ends/surfaces leading to damage accumulation and final failure.
- Water uptake insulation increases weight (possibly beyond mechanical stability)
- Enhanced corrosion due to galvanic contact of different metals
- Choice of connection mechanics (screws in Al tubes) weakens construction
- Changing of water temperatures enhances problems

Appendix

- Influence of the fibre/matrix interface on ageing mechanisms of glass fibre reinforced thermoplastic composites (PA-6,6, PET, PBT) in a hygrothermal environment (Polymer Degradation and Stability 94 (2009) 1315–1324).



- The hygrothermal behaviour of glass-fibre-reinforced thermoplastic composites: a prediction of the composite lifetime (Polymer Testing 20 (2001) 753–763).



- Effect of moisture on the mechanical properties of glass fiber reinforced polyamide composites (Advanced Powder Technology 27 (2016) 898–902)

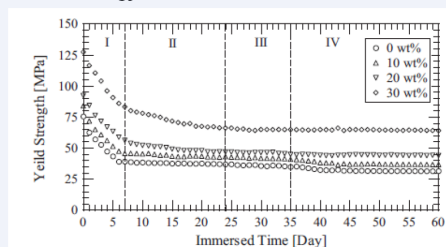


Fig. 3. Effect of moisture content on the yield strength.

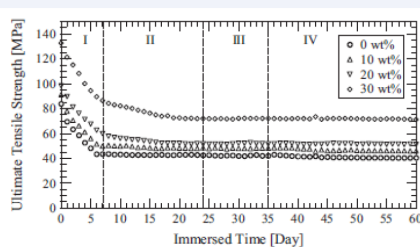


Fig. 4. Effect of moisture content on the ultimate tensile strength.

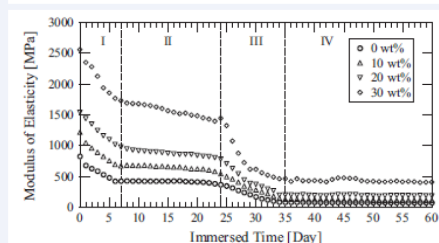


Fig. 5. Effect of moisture content on the modulus of elasticity.

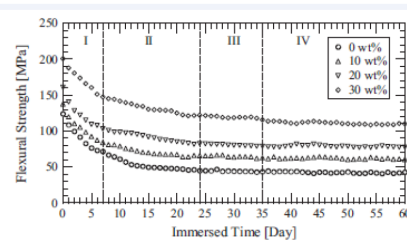


Fig. 7. Effect of moisture content on the flexural strength.

Water sample analysis (Intertek)

Sample ID	: 4961053 / 25-016621-0-RDAM-001-00	Date sampled	: 13-Oct-2025
Product	: Water	Drawn by	: Client
Client Reference	: To follow	Date Submitted	: 13-Oct-2025
Submitted sample	: Samples as received	Date Tested	: 16-Oct-2025
Representing	: Marked as: Nagele monsterseizoenopslag - 29 09 225 01		

Method	Test	Spec Limit	Result	Units
ICP-AES	Al (Aluminium)		1.9	mg/L
	Cr (Chromium)		<1.0	mg/L
	Fe (Iron)		2.5	mg/L
	Na (Sodium)		30.8	mg/L

Sampling location	: Unknown sampling point location
Sample container	: > 250 ml
Sampling Procedure	: Sampled by client

Water sample analysis (Intertek)

Sample ID	: 4961055 / 25-016621-0-RDAM-002-00	Date sampled	: 13-Oct-2025	
Product	: Water	Drawn by	: Client	
Client Reference	: To follow	Date Submitted	: 13-Oct-2025	
Submitted sample	: Samples as received	Date Tested	: 16-Oct-2025	
Representing	: Marked as: Nagele monsterseizoenopslag - 29 09 225 02			
Method	Test	Spec Limit	Result	Units
ICP-AES	Al (Aluminium)		<1.0	mg/L
	Cr (Chromium)		<1.0	mg/L
	Fe (Iron)		1.8	mg/L
	Na (Sodium)		29.6	mg/L
Sampling location	: Unknown sampling point location			
Sample container	: > 250 ml			
Sampling Procedure	: Sampled by client			

Water sample analysis (Intertek)

Sample ID	: 4961058 / 25-016621-0-RDAM-003-00	Date sampled	: 13-Oct-2025
Product	: Water	Drawn by	: Client
Client Reference	: To follow	Date Submitted	: 13-Oct-2025
Submitted sample	: Samples as received	Date Tested	: 16-Oct-2025
Representing	: Marked as: Nagele monsterseizoenopslag - 29 09 225 03		

Method	Test	Spec Limit	Result	Units
ICP-AES	Al (Aluminium)		4.6	mg/L
	Cr (Chromium)		<1.0	mg/L
	Fe (Iron)		3.4	mg/L
	Na (Sodium)		27.8	mg/L

Sampling location	: Unknown sampling point location
Sample container	: > 250 ml
Sampling Procedure	: Sampled by client

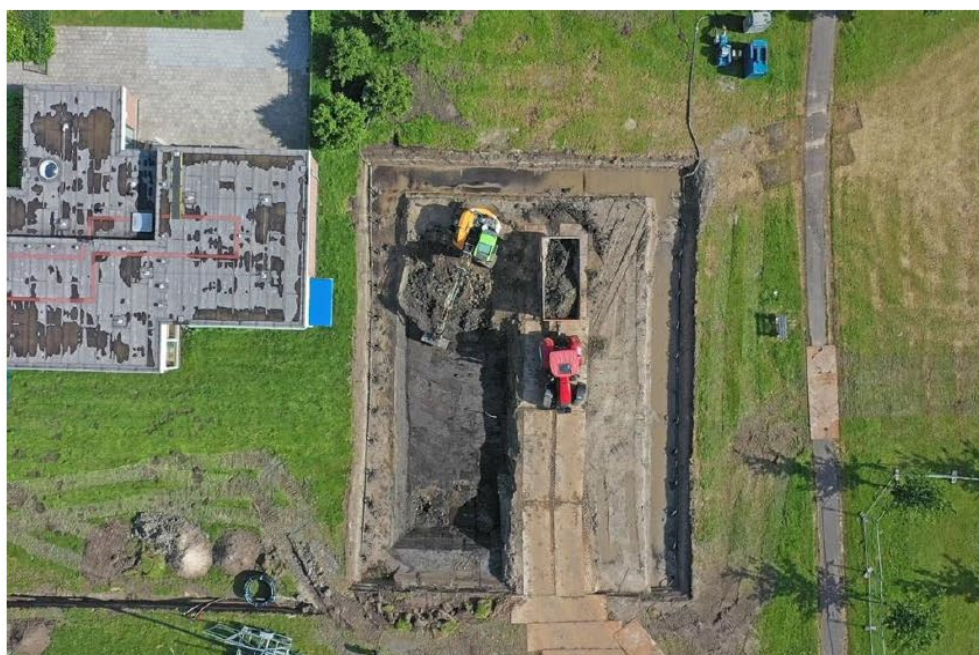
pH

Sample ID	pH
29-09-225-01	7.040
29-09-225-02	8.235
29-09-225-03	8.069
29-09-225-04	8.171
29-09-225-05	8.358
29-09-225-06	8.121

Appendix 2: Rapport watermonsternamen Leenheer



Rapportage monstername warmteopslag – De Ring, Nagele



Rapportage monstername warmteopslag – De Ring, Nagele

Opdrachtgever: Sinko Consultants B.V.
Uitvoerder: Leenheer B.V.
Locatie: Warmteopslag-installatie aan De Ring, Nagele
Datum monstername: 29 september 2025
Datum rapportage: 15 oktober 2025
Referentie opdrachtgever: Marcel Keus
Referentie Leenheer B.V.: 2011 rev 01



Inhoud

Inleiding	3
2. Voorbereiding van de monstername	4
3. Uitvoering van de monstername.....	5
4. Verpakking en transport	6
5. Representativiteit en kwaliteitsborging	6
6. Bijlagen	6
7. Situatietekening met bemonsteringslocaties en dieptes	7
8. Foto's van de monstername op locatie	8



Inleiding

Naar aanleiding van het instorten van de dragende ondergrondse aluminiumconstructie van de warmteopslag-installatie aan De Ring te Nagele is de situatie ter plaatse onveilig geworden.

Om de oorzaak van deze constructieve aantasting vast te kunnen stellen, is het noodzakelijk om de samenstelling en kwaliteit van het in de warmteopslag aanwezige water te onderzoeken.

Op verzoek van Sinko Consultants B.V. heeft Leenheer B.V. daarom op maandag 29 september 2025 watermonsters genomen op meerdere dieptes in de installatie. Het doel van deze monsternamen is om representatieve monsters te verkrijgen waarmee TNO een nadere analyse kan uitvoeren van de chemische en fysische eigenschappen van het water.

De resultaten van deze analyse zullen bijdragen aan het onderzoek naar mogelijke corrosieve of chemische invloeden die tot de constructieve schade kunnen hebben geleid.

Dit rapport beschrijft de voorbereiding, uitvoering, bemonsteringsmethode en verzending van de monsters, inclusief de toegepaste waarborgen om de representativiteit en herleidbaarheid te garanderen.

Er zijn zes watermonsters genomen op verschillende hoogten binnen één warmteopslagvat

Na ontvangst door TNO worden de monsters geregistreerd en doorgezonden naar een geaccrediteerd extern laboratorium voor chemische analyse. De analyses worden uitgevoerd volgens internationaal erkende normen en omvatten:

- Bepaling van de ionconcentraties van aluminium (Al), ijzer (Fe) en chroom (Cr) door middel van ICP-OES (Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry), conform NEN-EN-ISO 11885.
- Meting van de pH-waarde volgens NEN-EN-ISO 10523 (*"Waterkwaliteit – Bepaling van de pH"*).

De keuze voor deze parameters is gebaseerd op de verwachting dat in het warmteopslagsysteem metaaluitloging of corrosieprocessen kunnen optreden. De resultaten zullen worden gebruikt om de chemische stabiliteit van het systeemwater te beoordelen en eventuele corrosieve of afzettende tendensen te identificeren.



2. Voorbereiding van de monstername

Voorafgaand aan de monstername zijn de locatiegegevens, dieptes en toegangspunten afgestemd met de opdrachtgever. Op basis van de door Sinko aangeleverde informatie is een bemonsteringsplan opgesteld met aandacht voor:

- veiligheid van de medewerkers;
- representativiteit van de meetpunten;
- minimalisatie van contaminatie van de monsters;
- borging van herleidbaarheid van de monsters.

De flessen, koeling en verpakkingsmaterialen zijn vooraf gecontroleerd en gelabeld. Alle flessen zijn voorzien van unieke ID-codes die overeenkomen met de locaties op de bijgevoegde situatietekening.





3. Uitvoering van de monstername

De monstername vond plaats op maandag 29 september 2025, tussen 11:15 en 12:00 uur.
Het weer was droog en licht bewolkt, met een buitentemperatuur van circa 16 °C.

Er zijn meerdere monsters genomen op verschillende hoogtes om een representatief beeld te krijgen van de verticale opbouw van het water in het opslagvat. Hierbij is gekozen voor:

1. bovenlaag sample 1 -4,04 m vanaf bovenkant maaiveld.
2. tussenlaag sample 2 -3,45 m vanaf bovenkant maaiveld.
3. tussenlaag sample 3 -2,85 m vanaf bovenkant maaiveld.
4. tussenlaag sample 4 -2,25 m vanaf bovenkant maaiveld.
5. tussenlaag sample 5 -1,65 m vanaf bovenkant maaiveld.
6. bovenlaag sample 6 -1,05 m vanaf bovenkant maaiveld.

De monsters zijn genomen met behulp van een glazen bemonsteringsfles met verzegeling (volume 0,25 L) bevestigd aan een telescopische stang (range extender).
De flessen waren voorafgaand aan de monstername verzegeld steriel.

Tijdens het werk is gebruikgemaakt van de volgende persoonlijke beschermingsmiddelen (PBE):

- overall, (brandvertragend en antistatisch)
- nitril handschoenen,
- veiligheidsslaarzen (S3),
- reflecterend veiligheidsvest.
- adembescherming (P3 filter)

De monsters waren reeds voorzien van ID-labels

De watertemperatuur bij monstername bedroeg circa 45 °C,



4. Verpakking en transport

Na bemonstering zijn de flessen verpakt in luchtkussenfolie en verstevigd kartonnen omhulsel en verzonden m.b.v. Parcel / Mainfreight Forwarding NL via UPS Express.

5. Representativiteit en kwaliteitsborging

De bemonstering is uitgevoerd conform de uitgangspunten van NEN-EN-ISO 5667-3 (*"Water – Richtlijnen voor het bewaren en behandelen van monsters"*).

De monsters zijn niet actief verwarmd of gekoeld, maar geïsoleerd verpakt om de temperatuurverandering tijdens transport zo geleidelijk mogelijk te laten verlopen.

Door het gebruik van schone glazen flessen en het nemen van monsters op meerdere hoogtes in het opslagvat, is een representatief beeld van de waterkwaliteit verkregen.

Er is bewust voor gekozen de monsters niet te koelen, om het natuurlijke temperatuurprofiel van het opslagwater te behouden en zo thermisch beïnvloede parameters niet te verstoren.

De traceerbaarheid is geborgd via het unieke ID-systeem en de overdracht naar TNO.

6. Bijlagen

- 7. Situatietekening met bemonsteringslocaties en dieptes
- 8. Foto's van de monsternamen op locatie





8. foto's van de monstername op locatie



Op bovenlaag bassin



Vrijgemaakte bovenlaag



Toegangsluik monsternam punt