Datum 07-07-2026

Rapportage 569> Onderzoek gesteldheid Tegelwerk Zwembad De Haamen te Beek



Aanvrager;

Gemeente Beek (L)
t.a.v. de heer S. Thijsen
Postbus 20
6190 AA Beek

Locatie/eigenaar= degene op wiens grond de tegelwerken zijn verricht.

Naam: Zwemzalen De Haamen
Adres: De Haamen 1
Postcode en plaats: 6191 HV Beek.

Bezoekdatums: 5 maart en 25 april 2026

INLEIDING

De heer R. Nijsten van Nijsten Bouwbegeleiding, heeft mij verzocht de bouwkundige conditie van het tegelwerk in het zwembad te beoordelen. Het zwembad is gebouwd en opgeleverd in de jaren zeventig en heeft daarmee de oorspronkelijke technische levensduur ruimschoots overschreden. Gedurende de gebruiksperiode zijn er geen noemenswaardige schades aan het tegelwerk opgetreden. Het onderhoud is in de afgelopen jaren preventief uitgevoerd.

De gemeente is voornemens het zwembad te moderniseren. In dat kader dient te worden vastgesteld welke onderdelen van het tegelwerk moeten worden vervangen en welke onderdelen, op basis van hun technische staat, kunnen worden gehandhaafd.

De gemeente Beek en de heer Nijsten hebben daarom opdracht gegeven een onderzoek uit te voeren naar de technische deugdelijkheid van het tegelwerk van het zwembassin, de perrons, de kleedlokalen en de gangzones.

Op 5 maart 2026 is een visuele inspectie uitgevoerd om de technische staat van de verschillende ruimten en het tegelwerk in kaart te brengen. Op basis van de bevindingen van deze inspectie is een vervolgonderzoek voorgesteld. Dit vervolgonderzoek is op 25 april 2026 uitgevoerd en bestond uit destructieve trek- en drukproeven, vochtmetingen en het uitnemen van mortelcilindermonsters voor aanvullend laboratoriumonderzoek, overeenkomstig onze offerte met kenmerk 20260301.

MEDEDELINGEN

Indien uit het onderzoek blijkt dat er een risico bestaat op delaminatie van het tegelwerk, dienen alle relevante onderdelen van de constructieve opbouw zorgvuldig te worden geïnventariseerd en beoordeeld.

Hierbij worden onder meer de volgende aspecten onderzocht:

-Materiaaleigenschappen van de toegepaste bouwmaterialen;

-Opbouw van de constructieve en afwerkende lagen;

-Toegepaste lijm- en bevestigingssystemen;

-Mechanische sterkte van de cementdekvloeren;

-Vochtgehalte en vochtverdeling in de ondergrond;

-Waterdichtheid van de tegelconstructie;

-Bouwfysische eigenschappen van de constructie;

-Overige factoren die van invloed kunnen zijn op de duurzaamheid en de hechting van het tegelwerk.

Op basis van het onderzoek worden de volgende vragen beantwoord:

-Zijn de constructieve vloeren voldoende stabiel en draagkrachtig overeenkomstig NEN-EN 1990+A1+A1/C2/NB? Tevens dienen gegevens met betrekking tot doorbuigingen en de vervorming van de constructie beschikbaar te worden gesteld.

-Zijn de bestaande ondergronden nog geschikt als basis voor een duurzame zwembadbetegeling?

-Verkeert het tegelwerk nog in een spanningsvrije toestand of zijn er aanwijzingen voor spanningsopbouw?

-Zijn de tegels destijds volgens de destijds geldende en technisch juiste verwerkingsmethode aangebracht en voldoet deze uitvoering nog aan de huidige stand van de techniek?

-Is de constructieve ondergrond nog duurzaam beschermd tegen vochtindringing?

-Voldoet de constructie aan de toepasselijke waterblootstellingsklassen volgens DIN 18534 (Waterimpactklassen W0-I, W1-I, W2-I en W3-I)?

-Is er nog sprake van een duurzame en betrouwbare lijmverbinding tussen tegel, lijm en ondergrond?

-Is de opbouw van de ondergrond nog technisch geschikt of zijn er aanwijzingen voor degradatie- of afbraakprocessen?

-Is er sprake van vochtschade en/of chemische aantasting die de duurzaamheid van het tegelwerk of de ondergrond negatief beïnvloedt?

Ter plekke is me toegelicht hoe de opbouw is gerealiseerd, plus mijn eigen waarnemingen.

Het aangebrachte tegelwerk heb ik beoordeeld op de visuele staat en op gehoor. Met behulp van een 100 grams tegelhamertje heb ik het tegelwerk afgeklopt (daarbij wijst een holle klank op onthechting in de tegelvloer). Met een geologische loep die 40 x vergroot, heb ik de voegen onder een kritische ogenschouw genomen.

Daarnaast heb ik op een 17-tal plekken destructieve onderzoeken uitgevoerd. De verbinding heb ik onder een kritische ogenschouw genomen en de mortels beoordeeld op samenhang en vochtigheid. De uitgenomen mortelmonsters heb ik meegenomen voor een verder onderzoek.

- Constructief is het zwembad van beton. De vloeren zijn uitgevlakt met een cementdekvloer.

- De vloeren zijn volledig voorzien van keramisch tegelwerk. Dit tegelwerk was bij oplevering optisch gezien keurig uitgevoerd.

- In deze gaat het om keramische verglaasde vloertegels met div. afmetingen, blauw/ grijs van kleur. Certificeringen, classificaties en fabrikant van deze tegels zijn me niet toegelicht.

- Wel is het aannemelijk dat de toegepaste tegels gres keramisch zijn met een lage wateropname < 0,5 % (in feite redelijk dampdicht materiaal).

-De vloertegels zijn met de “nat in nat” techniek vastgelegd/ hechtbrug. Reparaties zijn uitgevoerd door de tegels terug te leggen in een tegellijm.

- De voegbreedte tussen het tegelwerk is < > 2-6 mm.

-Tegelwerk is in principe nooit waterdicht. Zwembadwater kan via de voegen in de ondergrond terecht gaan komen. De kans op fysische en chemische verweringen/ afbraak zijn reëel aanwezig. (*Fysische verwering is het verlies van de mortelsamenhang, uitsluitend teweeggebracht door mechanische beïnvloeding van de mortels. Chemische verwering is aantasting van de mortels door water met daarin opgeloste stoffen).*

-Het aanbrengen van een waterdicht membraam tussen lijmverbinding en de cementdekvloer is een must. Van de uitgenomen stukken vloervelden valt op dat er geen tussenlaag/ membraam aanwezig is. Tegels zijn vastgelegd/ hechtbrug met een cement emulsie wat wel een hoog inbeddingsniveau heeft, maar niet garant staat voor waterdicht tegelwerk.

- De voegen van het tegelwerk zijn met een cementgebonden mortel ingewassen (niet volledig zuurbestendig).

- Door de verzadiging van veel vocht, blijft er veel vocht in het systeem aanwezig.

- Het destructief onderzoek bevestigt een door en door natte cementdekvloer.

- Ontstaan er in de tegel laag trek- druk spanningen, dan zullen cementgebonden voegmaterialen normaliter scheuren of ontstaat er een onthechting van de lijmverbinding.

<u>Onderzijde zwembassin (kruipruimte).</u>

Opvallend detail. Bij de onderzijde perron tegelwerk zijn grote vochtplekken waarneembaar, dit op de betonnen draagvloeren. Zeer aannemelijk is dat er zwembadwater aan het infiltreren is tot in de constructieve bouwdelen.

Beschouwing;

Weten we zeker dat de toegepaste techniek en de voorgeschreven materialen nog wel afdoende, dit om garant tegelwerk te kunnen blijven handhaven?

Om tot een goede conclusie te komen is een vooraf studie een aanrader.

Indien het vloertegelwerk gaat delamineren.

Een vaktechnische opbouw zal dus zorgvuldig moeten worden voorbereid. De vloertegels zouden kunnen gaan delamineren, wat kan dan hiervan de reden zijn; Is de tegellijm van onvoldoende kwaliteit? Is er spanning in de ondergrond? Is er vochtophoping wat expansief reageert? (Zwembad)water wat aan het migreren is naar de ondergronden van het tegelwerk? Zijn de toegepaste vloertegels/ ondergronden nog wel bestand tegen sterke temperatuurswisselingen? Zijn dilataties daar waar nodig uitgevoerd nog voldoende instaat spanningen op te vangen? Zijn de mineralen van de onderliggende mortels mogelijk aangetast/ ziek (micro-organisme/ chemisch van aard)?

De prestaties van een vloerafwerking hangen af van de opbouw van het volledige vloerpakket. Dus de draagvloer, dekvloer, lijm en specielagen, folies en andere mogelijke onderdelen.

Doordat deze hygrothermische bewegingen alternerend en cyclisch zijn, veroorzaken ze in het tegelwerk herhaalde spanningen. Overschrijden deze spanningen de vervormingsmogelijkheden van de materialen, dan kunnen ze schade in het tegelwerk veroorzaken.

Het aanbrengen van vloertegelwerk;

De aangebrachte vloerbetegeling, mag vaktechnisch gezien worden als ‘’zwaar belast tegelwerk’’. Alleen al het op de juiste manier uitzetten van de ondergronden, zal alles bepalend gaan worden voor de levensduur van het tegelwerk.
Het aanbrengen van de tegels gebeurt volgens de regels der kunst en het goede vakmanschap van de tegelzetter.

De cementdekvloeren (als ondergrond voor het tegelwerk).

Ter informatie; CROW-CUR Richtlijn 1:2018 Prestatie-eisen aan dekvloeren in relatie tot aan te brengen vloerafwerkingen. Deze Richtlijn is opgesteld door de werkgroep “Prestatie-eisen aan dekvloeren.

De te toetsen onderdelen van de dekvloer zal ik gaan vergelijken/ refereren met de omschreven richtlijn.

Belangrijke zinnen hieruit zijn (voor de omstandigheid/ toepassing en enkel technisch van aard) ;

-Is de vloerafwerking > dampopen > redelijk dampdicht> zeer dampdicht

-De mechanische eisen > indrukking > huidtreksterkte.

-De vloerafwerking met keramische tegels mag gezien worden als redelijk dampdicht.

-De dekvloer is aangebracht direct op de constructieve draagvloer D-D.

-De druksterkte (utiliteit bouwwerk) ≥ Cw20 (na 28 dagen verhardingstijd).

-Huidtreksterkte moet ten minste 0,7 N/mm2 bedragen (na 28 dagen verghardingstijd).

<u>Hygrische invloeden</u>

Hygrische expansie is het fenomeen waarbij bouwmaterialen in volume toenemen (uitzetten) als gevolg van het opnemen van vocht. Het is de tegenhanger van hygrische krimp (krimpen bij droogte). Dit proces speelt een belangrijke rol in de bouwfysica, omdat het "werken" van materialen kan leiden tot spanningen in constructies, scheurvorming of in vloeren en afwerklagen.

Kernpunten van hygrische expansie:

Oorzaak: Het materiaal is hygroscopisch (vocht opnemend) en absorbeert water uit de omgeving (luchtvochtigheid of direct contact).

Materialen: Het komt veel voor bij hout, beton, cellenbeton, kalkzandsteen en bepaalde natuurstenen.

Gevolgen: "Werken": Uitzetten en krimpen van bouwstoffen.

Schade: Scheuren in metselwerk, vervorming van constructieonderdelen en loskomen van tegels.

Beheersing: Het is belangrijk om bij de bouw rekening te houden met voldoende uitzettingsvoegen en het beheersen van de luchtvochtigheid.

Verschil met thermische expansie:
Waar thermische expansie te maken heeft met temperatuurveranderingen, is hygrische expansie puur gebaseerd op de interne vochthuishouding van het materiaal.

<u>Vervormingscapaciteit</u>

Bij een verwerking van keramische tegels op beton is er sprake van een starre interface, waarbij de hechtlaag tussen de vloertegel en de ondergrond slechts een geringe vervormingscapaciteit heeft.

Bij een verlijming met tegellijm is er wel sprake van een vervorming capaciteit van de interface, afhankelijk van het gekozen lijmtype. Zo hebben S1- en S2-lijmen (NEN-EN12002) bijvoorbeeld een 'elastisch' vermogen, waardoor een deel van de optredende spanningen binnen de lijm kunnen worden opgenomen. Een vergelijkbaar ontkoppelend effect heeft een waterdicht membraan onder het natuursteen tegelwerk. Het hoog oplopen van spanningen in de verbinding wordt met dergelijke lijmen en membranen (deels) voorkomen.

Waterdicht tegelwerk.

Waterblootstellingsklassen en typische toepassingen. Waterimpact Klasse W0,1,2,3 volgens DIN 18534 Waterblootstellingsklasse Waterblootstelling Toepassingsvoorbeelden;

W0-I laag Gebieden met incidentele blootstelling aan spatwater • Gebieden van muuroppervlakken boven wastafels in badkamers en gootstenen in huishoudelijke keukens
• Vloeroppervlakken in huis zonder afwatering, bijvoorbeeld Bijv. in keukens, bijkeukens, gastentoiletten

W1-I matig Gebieden met frequente blootstelling aan spatwater of incidentele blootstelling aan huishoudelijk water zonder intensivering door ophopend water • Wandoppervlakken boven badkuipen en in douches in badkamers
• Vloeroppervlakken in woonruimten met afwatering, bijvoorbeeld B. Stookruimtes
• Vloeroppervlakken in badkamers zonder hoge
Blootstelling aan water vanuit de doucheruimte

W2-I hoog Gebieden met frequente blootstelling aan spatwater en/of huishoudelijk water, met name op de vloer, tijdelijk versterkt door ophopend water • Wandoppervlakken van douches in sport-/commerciële faciliteiten
• Vloeroppervlakken met afvoeren en/of goten
• Vloeroppervlakken in kamers met gelijkvloerse douches
• Wand- en vloeroppervlakken van sport-/commerciële faciliteiten

W3-I zeer hoog Gebieden met zeer frequente of langdurige blootstelling aan spuit- en/of proceswater en/of water uit intensieve reinigingsprocessen, door
Ophopend water wordt intenser • Gebieden rond zwembaden
• Gebieden met douches en douchefaciliteiten in sport-/commerciële faciliteiten
• Ruimten in commerciële ruimten (commerciële
keukens, wasserijen, brouwerijen, enz.)

De volgende normen zijn van belang voor de vloertegels;

Waterabsorptie UNI EN ISO 10545-3

Bepaling restitutiecoëfficiënt UNI EN ISO 10545-5

De genormaliseerde proefmethode NEN EN ISO 10545-4 en 10545-5 bepaalt de mechanische schokweerstand en buigweerstand en bepalen de lineaire thermische uitzetting van tegels.

Thermische uitzetting UNI EN ISO 10545-8

Weerstand tegen temperatuurswisselingen UNI EN ISO 10545-9

Hygrothermische uitzetting UNI EN ISO 10545-10

Weerstand tegen haarscheuren conform EN-ISO 10545-11

Aantasting en inwerking van chemische producten. UNI EN ISO 10545-13

Exogene krachten.

Verwering is een exogene kracht. Verwering komt door het uitzetten van gesteente. Vooral temperatuur zorgt voor verwering. Wanneer het warm is, zet het gesteente uit en als het koud wordt, krimpt het weer. (Bij nat gesteente zullen deze effecten vele maler groter zijn). Zo ontstaan er spleetjes tussen het gesteente. Zo komt er nog meer druk op het gesteente. Wanneer de scheur zo groot is dat het niet meer stevig genoeg is, zal het uit elkaar brokkelen. Een andere benaming hiervoor is mechanische verwering.

Carbonatatie van het onderliggend beton.

Voor nu is dit nog niet aannemelijk dat dit proces gaande is, maar zonder een waterdicht membraan is de kans hierop velen malen groter. Door inwerking van CO2 in het beton daalt de zuurgraad van het beton. Hierbij verliest beton haar beschermende werking van het wapeningstaal. Dit fenomeen noemen wij carbonatatie. In gecarboniseerd beton kan wapeningstaal gaan corroderen zodra ook zuurstof en water aanwezig zijn.

Kwaliteit zwembadwater.

Zwembadwater moet in Nederland voldoen aan de volgende norm; NEN -EN 16713-3 (zwembaden voor privégebruik- Watersystemen-Waterbehandeling- Eisen).

Water wordt doorgaans gekenmerkt door vier parameters: Temperatuur, pH (zuur, basisch of neutraal), totale hardheid (TH), totale alkaliteit (TAC).

Agressief water breekt calciumcarbonaat af en kan aanleiding geven tot de beschadiging van cementgebonden materialen, zoals leg- en voegmortels. Deze beschadiging gaat meestal gepaard met een zekere (langzaam optredende) verpoedering van het cementgebonden (lijm)materiaal, evenals met het loskomen van de voegen.

Wanneer men geopteerd heeft voor een cementgebonden leg- en voegmortel, was het daarom van primordiaal belang dat water minimaal kan insijpelen.

De toegepaste mortels kunnen gevoelig zijn voor Ettringiet vorming.

Door aanvoer van sulfaatrijk water kan dit tot eutrofiëring leiden. Hierdoor is de vorming van ettringiet niet uit te sluiten. Door deze vorming kunnen de mortels aangetast worden.

Scheikundig is ettringiet het resultaat van de reactie van tricalciumaluminaat of verbindingen daarvan in cement met sulfaten en water.

Bij bv. opwarming en afkoeling of bij extra aanvoer van sulfaationen kan ettringiet in de mortels ervoor zorgen dat de mortel vanuit de met ettringietkristallen gevulde poriën verzwakt en "verpulvert".

De prestaties van een vloerafwerking hangen af van de opbouw van het volledige vloer pakket. Dus de draagvloer, dekvloer, lijm en specielagen, folies en andere mogelijke onderdelen.

(Bron Handboek keramische tegelvloeren SBR, WTCB. URL 35-101, CROW-CUR Richtlijn 1:2018 Prestatie-eisen aan dekvloeren.

Het Onderzoek;

Mijn onderzoeksmethoden zijn voornamelijk gebaseerd op; leg- en zettechnieken binnen het ambacht tegelzetten, mineralogische eigenschappen bouwstoffen/ mortels, gesteenteleer en afbraakprocessen vanuit geologisch oogpunt. Constructieve bouwdelen worden meegenomen in de expertise, doch bij grote ogenschijnlijke defecten dienen deze afzonderlijk te worden getoetst.

<u>Mechanische samenhang bepaald;</u>

Ik heb in totaal een 17-tal destructieve trekproeven uitgevoerd, dit op willekeurige plekken.

Hechtsterkte tegel > ondergrond;

Perron-, douche-, kleedlokalen-, gangvloeren.

Trekproef 1 > 0,17 N/mm2; Breekt in de mortellaag. Hechting zwak.

Trekproef 2 > 0,56 N/mm2; Breekt in de mortellaag. Hechting redelijk goed.

Trekproef 3 > 0,43 N/mm2; Breekt in de mortellaag. Hechting redelijk.

Trekproef 4 > 0,24 N/mm2; Breekt in de hechtbrug/ lijmlaag. Hechting zwak.

Trekproef 5 > 1,13 N/mm2; Breekt in de mortellaag. Hechting heel goed.

Trekproef 6 > 1,01N/mm2; Breekt in de lijmlaag/ mortellaag. Hechting heel goed.

Trekproef 7 > 1,03 N/mm2; Breekt in de mortellaag. Hechting heel goed.

Trekproef 8 > 2,20N/mm2; Breekt in de mortellaag. Hechting heel goed.

Trekproef 9> 0,72N/mm2; Breekt in de hechtbrug. Hechting goed.

Trekproef 10 > 0,60 N/mm2; Breekt in de hechtbrug. Hechting redelijk.

Trekproef 11> 0,25N/mm2; Breekt in de hechtbrug. Hechting zwak.

Trekproef 12> 0,60N/mm2; Breekt in de mortellaag. Hechting redelijk goed.

Trekproef 13> 0,85N/mm2; Breekt in de mortellaag. Hechting goed.

Trekproef 14> 0,29N/mm2; Breekt in de hechtbrug. Hechting redelijk zwak.

Trekproef 15> 0,34N/mm2; Breekt in de hechtbrug. Hechting redelijk zwak.

Trekproef 16> 0,03N/mm2; Breekt in de hechtbrug. Hechting nihil.

Trekproef 17> 0,22N/mm2; Breekt in de hechtbrug. Hechting zwak.

Conclusie hechtsterktebeproevingen

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde hechtsterktebeproevingen wordt geconcludeerd dat de hechting tussen de vloertegels en de ondergrond als goed kan worden gekwalificeerd. De gemeten hechtsterktewaarden liggen gemiddeld boven de in de praktijk algemeen gehanteerde ondergrens van 0,50 N/mm² voor een voldoende hechting.

Bij de beproevingen waarbij het breukvlak zich in de mortellaag bevond (cohesieve breuk), is vastgesteld dat de kristallijne structuur van de mortel intact is gebleven. Er zijn geen aanwijzingen aangetroffen voor een aantasting of degradatie van de mortelstructuur. Het opgetreden breukbeeld bevestigt dat de mortel over voldoende interne samenhang beschikt en dat de hechting tussen de tegel en de ondergrond als deugdelijk kan worden beschouwd.

De resultaten van de hechtsterktebeproevingen geven derhalve geen aanleiding om te concluderen dat sprake is van een onvoldoende hechting tussen de vloertegels en de ondergrond.

Vochtgehalte ondergrond

De onderliggende mortellagen zijn door en door nat. Op 17 vrij gelegde meetlocaties is een indicatieve vochtmeting uitgevoerd met een digitale vochtmeter.

De digitale vochtmeter sloeg op vrijwel alle meetpunten maximaal uit. De gemeten waarden lagen gemiddeld boven de 110 digits.

Ter indicatie van de meetwaarden geldt de volgende interpretatie:

- 0 t/m 40 digits: te droog;

- 40 t/m 80 digits: vochtig;

- > 80 digits: te nat.

De metingen zijn uitgevoerd met een vochtmeter op basis van het diëlektrisch meetprincipe. Hierbij wordt de indicatieve vochtigheid van de materiaaloppervlakken gemeten tot een diepte van circa 20 tot 30 mm. De meetmethode maakt gebruik van de diëlektrische eigenschappen van watermoleculen, waarbij de diëlektrische verliezen als gevolg van de aanwezigheid van vocht in een opgelegd elektromagnetisch veld worden gemeten.

Deze meetmethode geeft geen absolute vochtpercentages weer, maar een indicatieve waarde waarmee verschillen in vochtigheid binnen het materiaal op niet-destructieve wijze inzichtelijk worden gemaakt.

Voor het bepalen van het vrije vochtgehalte in mortel wordt de carbidmethode (CM-meting) beschouwd als de meest betrouwbare meetmethode. Voor een voldoende droge ondergrond dient het restvocht doorgaans lager te zijn dan 5%. In dit geval was een representatieve CM-meting niet zinvol, aangezien de mortellagen zichtbaar verzadigd waren en de indicatieve vochtmetingen aantoonden dat de ondergrond door en door nat was. Hierdoor moet worden geconcludeerd dat het restvocht aanzienlijk hoger ligt dan de maximaal toelaatbare waarde.

Extern laboratoriumonderzoek

De uitgenomen mortelmonsters zijn voor analyse aangeboden aan het bouwkundig laboratorium TCKI te Velp.

Mortelanalyse (zie tevens bijlage TCKI)

In totaal zijn twee mortelmonsters onderzocht. In opdracht is door TCKI het gehalte aan wateroplosbare chloriden bepaald in twee aangeleverde boorkernen. De boorkernen zijn genomen uit de mortellaag direct onder het tegelwerk van Zwembad De Haamen in Beek en zijn aangeduid als monster 1 en 2.

Uitgevoerd onderzoek

Voor het onderzoek zijn de geselecteerde boorkernen vermalen tot een korrelgrootte van kleiner dan 150 µm. Vervolgens is het materiaal in een verhouding van 1:10 met water gemengd en gedurende één uur geschud. Het verkregen eluaat is daarna gefiltreerd om vaste bestanddelen te verwijderen en vervolgens geanalyseerd op de aanwezigheid van wateroplosbare chloriden.

Resultaten en beoordeling

Het laboratoriumrapport van de uitgevoerde analyses is opgenomen in de bijlage. Uit de analyseresultaten blijkt dat beide boorkernen een gehalte aan wateroplosbaar chloride van 0,01% bevatten. Deze concentraties kunnen als zeer laag worden beschouwd en geven geen aanwijzing voor een verhoogde chloridebelasting van de onderzochte mortel.

Beoordeling huidige staat van het vloertegelwerk en toekomstbestendigheid

Algemene beoordeling

Tijdens de inspectie is vastgesteld dat het huidige vloertegelwerk visueel nog grotendeels in een deugdelijke staat verkeert. Er zijn op dit moment geen omvangrijke schades, zoals grootschalige breukvorming of ernstige onthechting, waargenomen. Desondanks moet worden geconcludeerd dat het complete vloertegelsysteem de technische levensduur ruimschoots heeft bereikt en als toekomstig niet duurzaam kan worden beschouwd.

Naar verwachting zal de onderhoudsbehoefte de komende jaren verder toenemen. Bovendien bestaat het risico dat onderliggende constructieve bouwdelen als gevolg van een langdurige en permanente vochtbelasting geleidelijk worden aangetast, waardoor de constructieve duurzaamheid afneemt.

Degradatieproces

Afbraakprocessen binnen tegelconstructies beginnen doorgaans op microscopisch niveau. Zodra zich kleine scheuren ontwikkelen in de glazuurlaag, de voegen of de aansluitingen, kan vocht steeds dieper in de constructie doordringen.

Hierdoor ontstaat een zichzelf versterkend degradatieproces waarbij onder meer de volgende mechanismen elkaar beïnvloeden:

- Toenemende vochtindringing;
- Chemische aantasting van mortel en bindmiddelen;
- Zouttransport en zoutkristallisatie;
- Mechanische spanningen;

Deze processen leiden uiteindelijk tot een versnelde aantasting van het complete tegelsysteem.

Beoordeling van de toegepaste materialen

Keramische vloertegels

De toegepaste keramische, gebakken vloertegels vormen naar mijn oordeel niet de primaire oorzaak van het geconstateerde degradatieproces. De tegels beschikken op zichzelf over voldoende materiaaleigenschappen voor deze toepassing.

Dat neemt echter niet weg dat het uit technisch oogpunt sterk wordt afgeraden om op de bestaande vloerafwerking een nieuwe tegelafwerking aan te brengen. De bestaande constructie vormt hiervoor geen duurzame ondergrond.

Cementgebonden mortel

Op basis van de huidige waarnemingen lijkt de toegepaste cementgebonden mortel op zichzelf geschikt voor een constructie die langdurig aan een hoge vochtbelasting wordt blootgesteld.

Ondanks deze positieve eigenschap wordt eveneens afgeraden om het bestaande systeem als ondergrond voor nieuw tegelwerk te gebruiken. De totale opbouw heeft haar technische levensduur bereikt, waardoor een duurzame renovatie op de bestaande constructie niet verantwoord wordt geacht.

Belangrijke nuance

Indien de toegepaste mortel geheel of gedeeltelijk bestaat uit een traditionele kalk-cementmortel, dient rekening te worden gehouden met de materiaaleigenschappen daarvan.

Een traditionele kalk-cementmortel is bewust dampopen ontworpen. Dit is een gunstige eigenschap binnen monumentale en traditionele bouwconstructies, omdat opgenomen vocht kan uitdampen. Voor constructies die permanent worden blootgesteld aan water en intensieve vochtbelasting is deze mortel echter minder geschikt.

Een dergelijke mortel is ontworpen om vocht te transporteren en af te voeren, niet om langdurige waterbelasting of waterindringing te voorkomen.

<u>Gevolgen van langdurige vochtbelasting</u>

Wanneer de mortel onvoldoende bestand blijkt tegen een permanente vochtbelasting, kunnen de volgende verschijnselen optreden:

1. Vochtopname en vochtopslag
   De mortel neemt relatief gemakkelijk water op. Door de beperkte droogmogelijkheden onder het tegelwerk blijft de constructie langdurig verzadigd.

2. Onthechting van het tegelwerk
   Door voortdurende vochtbelasting neemt de hechting tussen mortel, eventuele tegellijm en tegel geleidelijk af. Hierdoor ontstaan holklinkende of losliggende tegels.

3. Zouttransport en chemische aantasting
   Opgeloste zouten migreren met het vocht door de constructie en kunnen uitbloei, kristallisatiedruk en aantasting van de mortel veroorzaken.

<u>Waterdichtheid van de vloerconstructie</u>

Op basis van de inspectie moet worden vastgesteld dat de huidige vloerconstructie niet duurzaam is beschermd tegen vochtindringing vanuit de bovenzijde. De constructie voldoet daarmee niet aan de uitgangspunten van de water belasting klassen W0-I tot en met W3-I zoals omschreven in DIN 18534 voor water belaste binnenruimten.

Ter info; Door de permanente vochtbelasting van de ondergrond in combinatie met sterke temperatuurswisselingen ontstaan verhoogde hygrothermische spanningen binnen het tegelsysteem. Deze spanningen leiden tot cyclische uitzettings- en krimpbewegingen van de verschillende materialen, waardoor de kans op scheurvorming, verlies van hechting en voortschrijdende aantasting van de vloerconstructie significant toeneemt.

Het vocht onder het tegelwerk is niet afkomstig uit het zwembadbassin, maar wordt veroorzaakt door dagelijkse gebruiksbelasting, waaronder:

- Druipwater van zwemmers;
- Schoonmaakwerkzaamheden;
- Langdurige natbelasting van de vloeroppervlakken.

Dit vocht is doorgedrongen onder vrijwel de volledige vloerafwerking, waaronder de perrons, looproutes, kleedruimten en gangzones.

Binnen een correct ontworpen en functionerend vloertegelsysteem behoort een dergelijke vochtindringing niet op deze schaal plaats te vinden.

Tijdens de inspectie is bovendien vastgesteld dat in de kruipruimte onder de perrons lekwater zichtbaar aanwezig is. Dit bevestigt dat water de volledige vloerconstructie passeert en langdurig in de onderliggende bouwdelen aanwezig blijft.

Een permanente vochtbelasting van constructieve onderdelen kan leiden tot voortschrijdende materiaalaantasting, verlies van duurzaamheid en uiteindelijk constructieve schade. De eerste aanwijzingen hiervoor zijn reeds aanwezig.

Conclusie

Hoewel het vloertegelwerk op dit moment visueel nog grotendeels intact oogt, moet technisch worden geconcludeerd dat het complete vloersysteem het einde van zijn functionele levensduur heeft bereikt.

De geconstateerde gebreken zijn niet incidenteel of lokaal van aard, maar maken onderdeel uit van een cumulatief opgebouwd degradatieproces dat zich door de gehele vloerconstructie manifesteert.

Hierdoor kan lokaal herstel of het plaatselijk vervangen van tegelwerk niet als een duurzame oplossing worden beschouwd. Evenmin wordt geadviseerd om een nieuwe tegelafwerking op de bestaande vloerconstructie aan te brengen.

De eigenaar staat daarmee feitelijk voor twee realistische scenario's:

- Het zwembad in de huidige staat blijven exploiteren, waarbij rekening moet worden gehouden met een toenemende onderhoudsbehoefte en een verdergaande constructieve achteruitgang; of
- Overgaan tot een integrale renovatie waarbij het volledige vloertegelsysteem en de onderliggende constructieve opbouw worden vervangen.

Vanuit technisch en duurzaam oogpunt is uitsluitend een integrale renovatie aan te merken als een toekomstbestendige oplossing.

Hersteladvies

Een duurzaam herstel is uitsluitend mogelijk door het volledige vloertegelsysteem, inclusief de onderliggende lijm-, mortel- en eventuele afwerk- en egalisatielagen, volledig te verwijderen tot op de betonnen draagconstructie.

Na het vrijmaken van de constructie dienen de betonnen draagvloer en overige constructieve bouwdelen door een bouwkundig constructeur of bouwkundig deskundige te worden beoordeeld op eventuele vocht-, corrosie- of constructieve schade die als gevolg van de langdurige vochtbelasting kan zijn ontstaan.

Vervolgens dient een volledig nieuwe vloeropbouw te worden ontworpen en uitgevoerd met bouwstoffen en systemen die aantoonbaar geschikt zijn voor permanente vochtbelasting en intensief gebruik binnen een zwembadomgeving. De uitvoering dient te voldoen aan de geldende normen, de verwerkingsvoorschriften van de betreffende fabrikanten en de regels van goed en deugdelijk vakmanschap.

Gezien de complexiteit van tegelconstructies in natte ruimten verdient het aanbeveling de voorbereiding, materiaalkeuze en uitvoering integraal technisch te begeleiden. Hierbij dient bijzondere aandacht te worden besteed aan de detaillering van de waterdichting, de afschotten, de dilataties, de materiaalcompatibiliteit en de kwaliteitsborging tijdens de uitvoering.

Desgewenst kan ik u begeleiden bij de technische voorbereiding van de renovatie, de beoordeling van de materiaalkeuze, de toetsing van bestek- en uitvoeringsdetails en de kwaliteitscontrole gedurende de uitvoering van de herstelwerkzaamheden.

Aldus gedaan,

Met vriendelijke groet,

De heer AMFJ Borrenbergs

-Informatiebron voor het Tegelambacht.
-Bouwtechnische keuring woning.
-Technisch- Scholingsadviseur voor De Bond van Aannemers Van Tegelwerken in Nederland,
-Expert/Adviseur Technische Geschillen.
-Docent Afwerking technologie tegelzetten.
-Pathologie keramisch materiaal en natuursteen.

Www.TABsupport.nl

Hoewel dit rapport naar beste weten en kunnen is opgesteld, wordt door de technisch adviseur geen aansprakelijkheid aanvaard voor eventuele onjuistheden in het rapport.

Mocht u verdere informatie wensen, zoals bv. extra toelichtingen, begeleiding, uitbreiding van technische onderzoeken, scholing, etc, aarzel niet om contact met me op te nemen.

© 2026 Borrenbergs. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de maker.

Als bijlage de fotoreportage van het gehouden onderzoek;





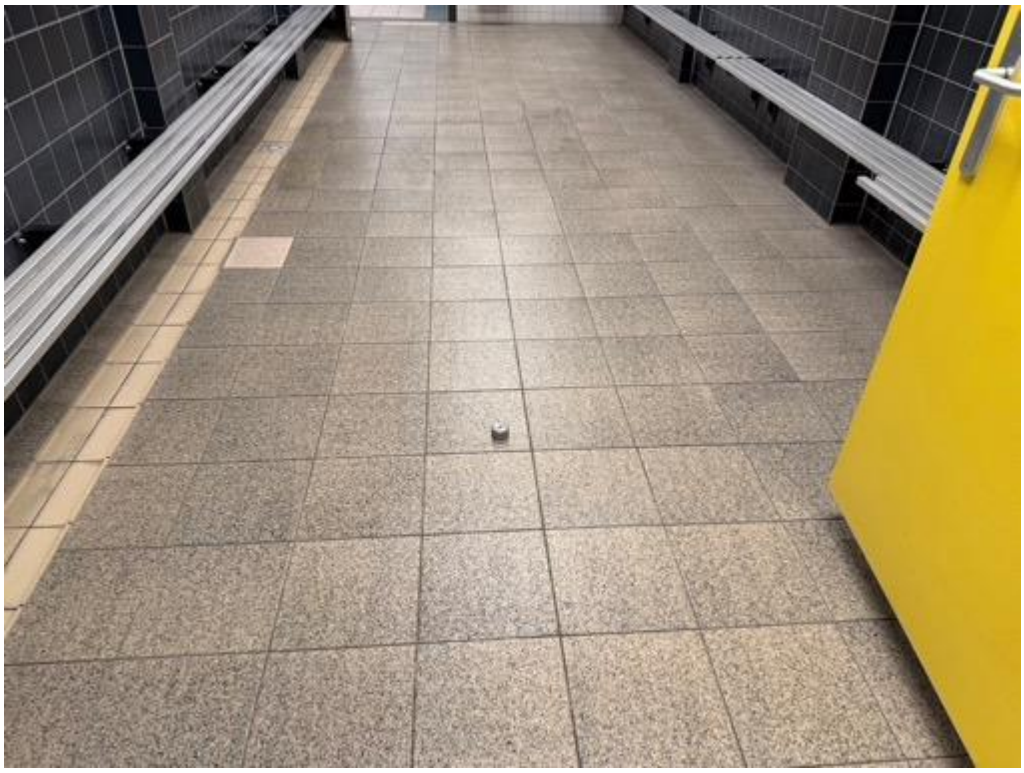
Impressies van het zwembad . Perron tegelwerk.



omgeving temperatuur was tijdens het onderzoek 30 graden en luchtvochtigheid 31,6 %



Douche gedeelte



De kleedlokalen

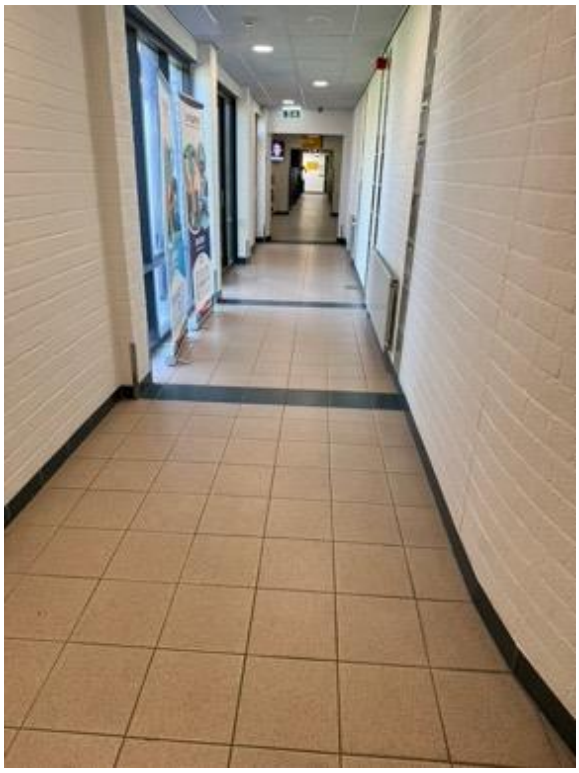




Vloer naast toiletruimtes



Overgang





Gang gedeelte. Naast holklinkende tegels zijn er ook barsten in het tegelwerk waargenomen . Reden genoeg om ook dit tegelwerk volledig te gaan vernieuwen.





Bij al de ondergronden zijn de ondergronden door en door nat.







Er is sprake van infiltratie van zwembadwater naar de onderliggende ruimten. De waargenomen kalkuitbloeiingen, roestsporen en vochtindicaties wijzen op langdurige watertransport door de constructie. De voortdurende blootstelling aan zwembadwater veroorzaakt uitloging en chemische aantasting van de mortels, waardoor de microstructuur verandert en de mechanische eigenschappen afnemen. Tevens bestaat een verhoogd risico op chloride geïnduceerde wapeningscorrosie.

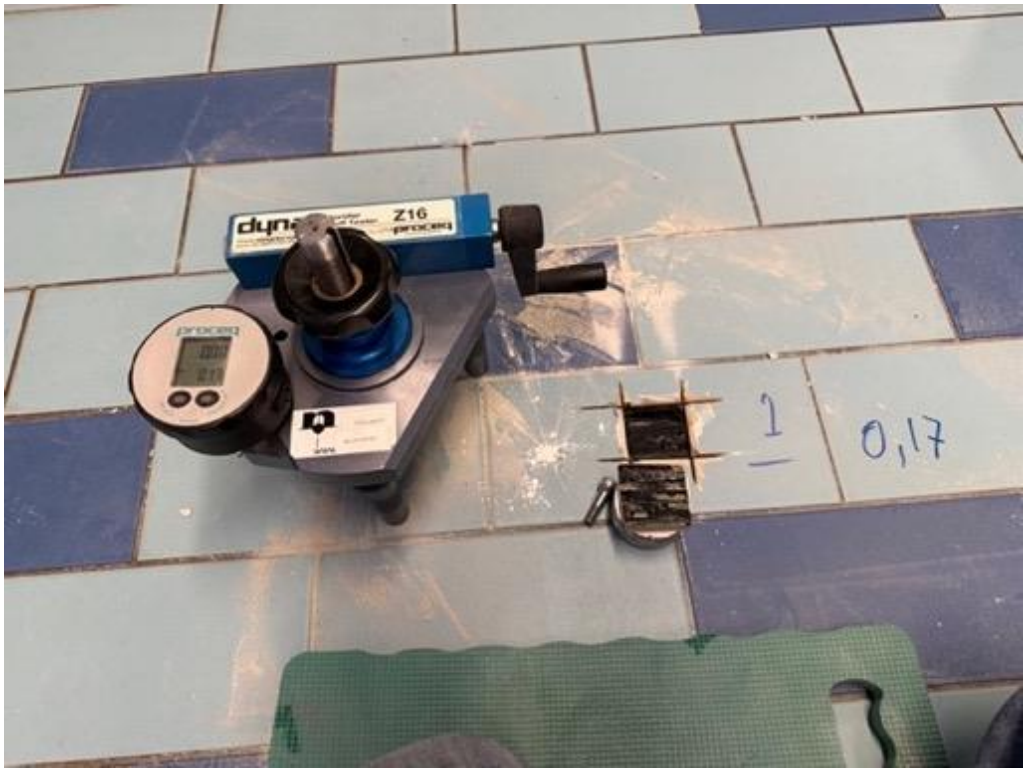
De witte afzetting aan de rechterkant lijkt sterk op uitbloeiing (efflorescentie) of kalkafzetting als gevolg van water dat door het beton sijpelt. Daarbij speelt calciumhydroxide vaak een belangrijke rol:

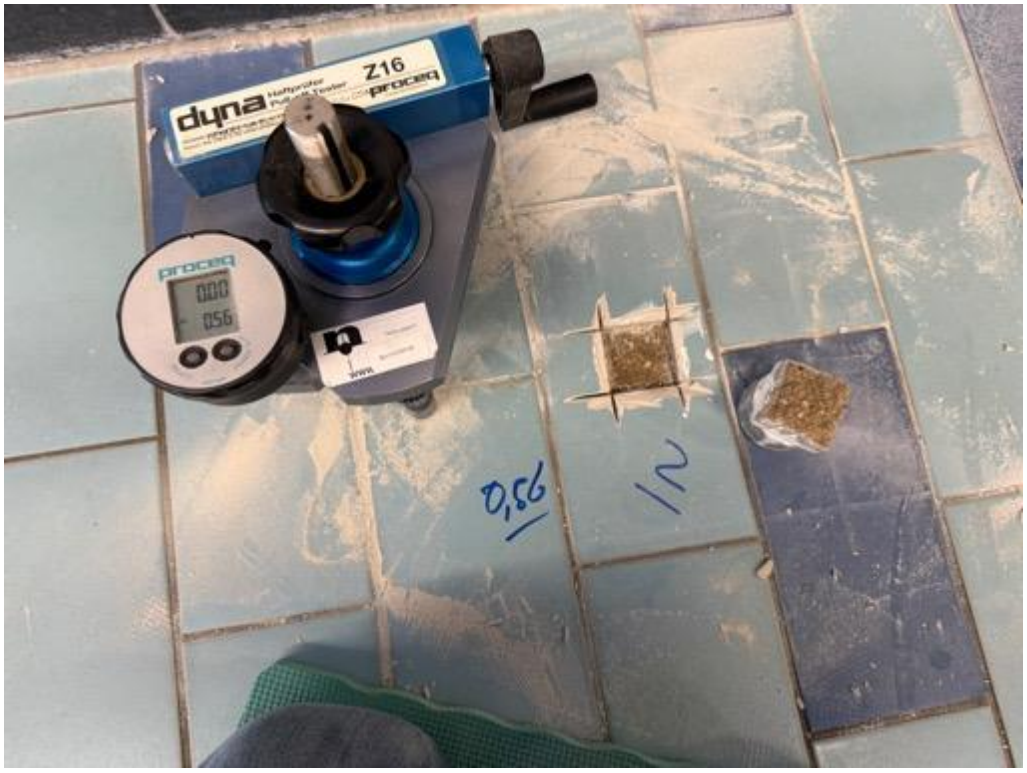
- In vers of gehydrateerd beton is calciumhydroxide ($Ca(OH)_2$) aanwezig.
- Wanneer water door het beton stroomt, kan het calciumhydroxide oplossen en worden meegevoerd.
- Aan het oppervlak reageert het met koolstofdioxide (CO_2) uit de lucht:

Ca(OH)2+CO2→CaCO3+H2O\mathrm{Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O}Ca(OH)2+CO2 →CaCO3+H2O

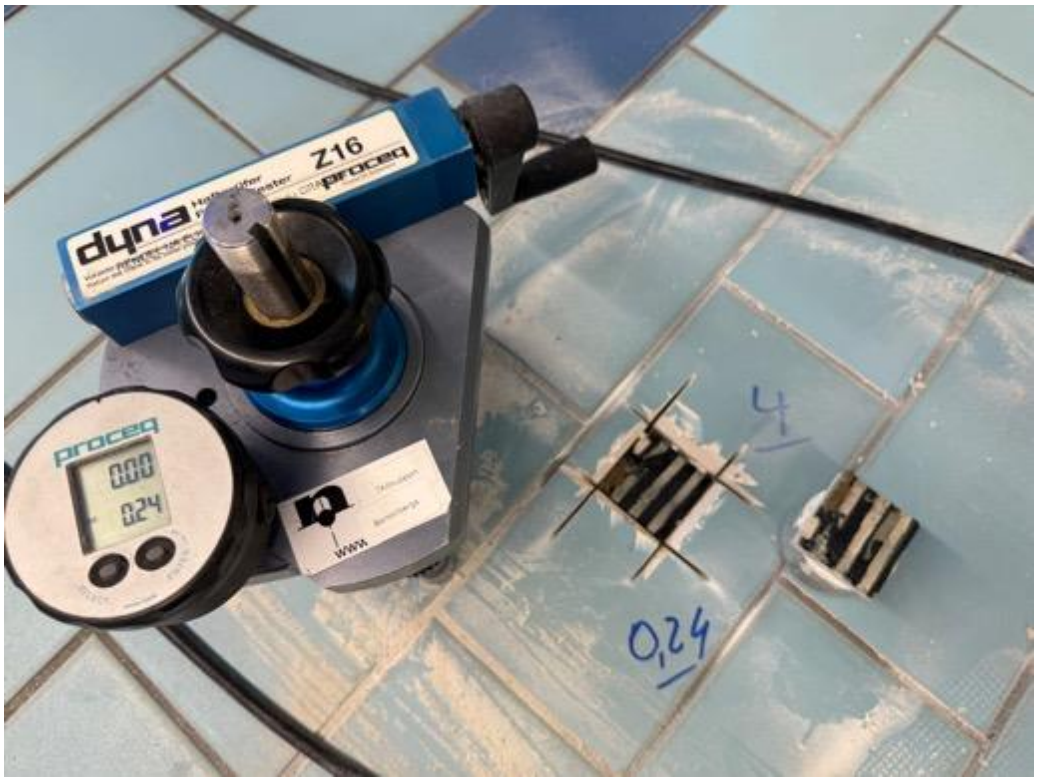
- Het zichtbare witte materiaal is daarom vaak voornamelijk calciumcarbonaat ($CaCO_3$) en niet meer calciumhydroxide zelf.

Rapportage van de trekproeven



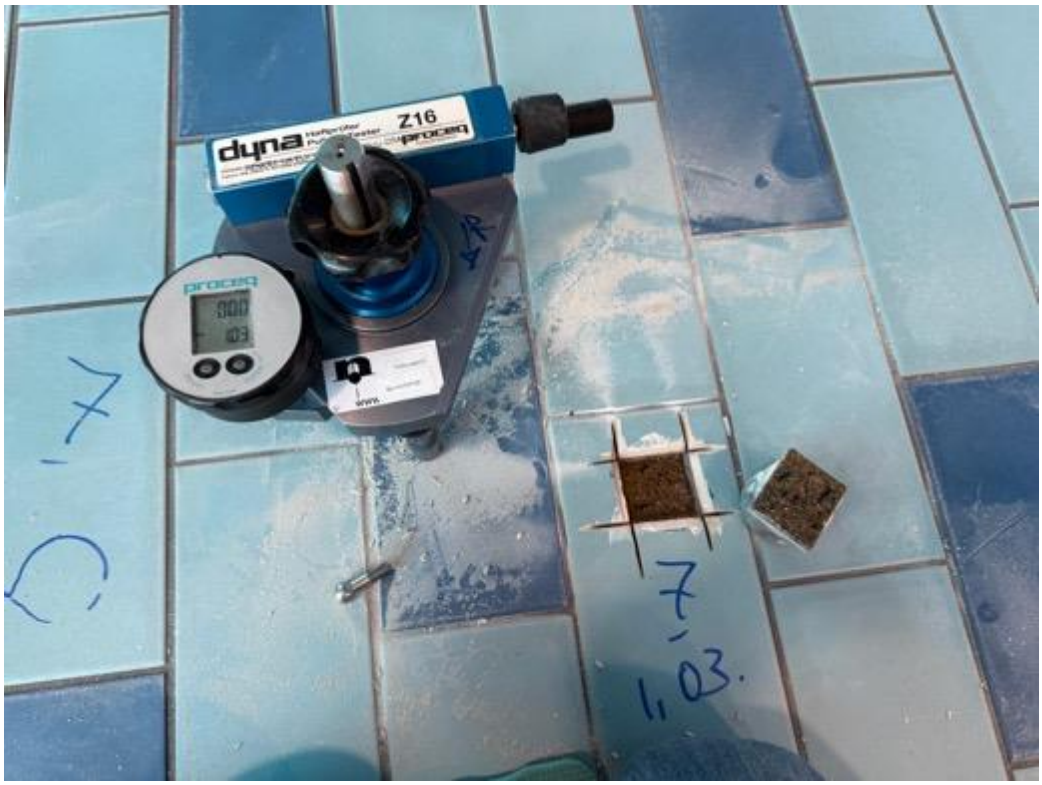



dyna
Z16
proceq
proceq
000
042
3
0,42.

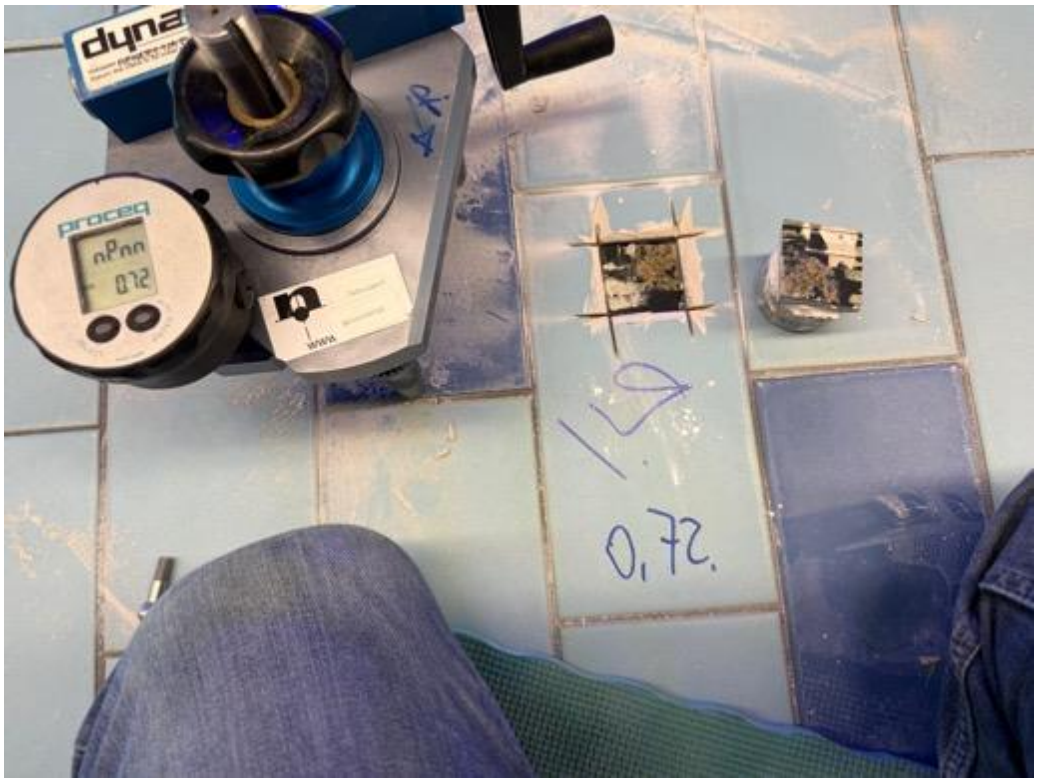

dyna
Z16
proceq
proceq
000
024
4
0,24


dyna
Z16
1,13


dyna
Z16

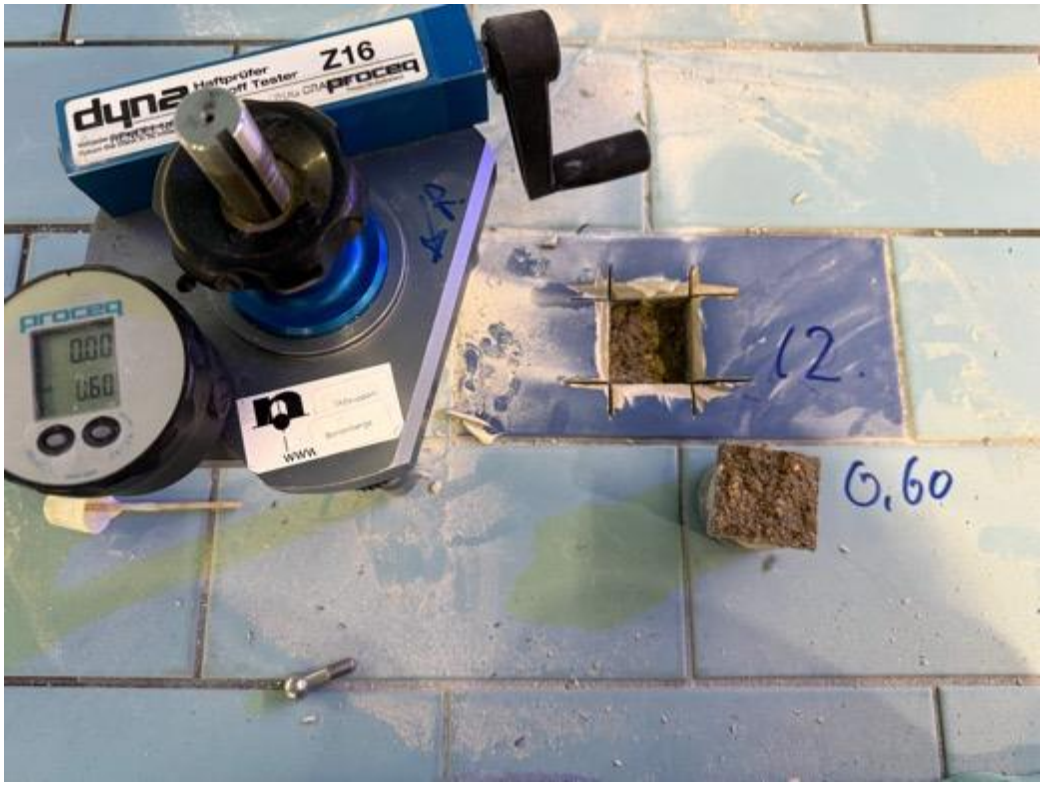

dyna
Z16
proceq
1,03.

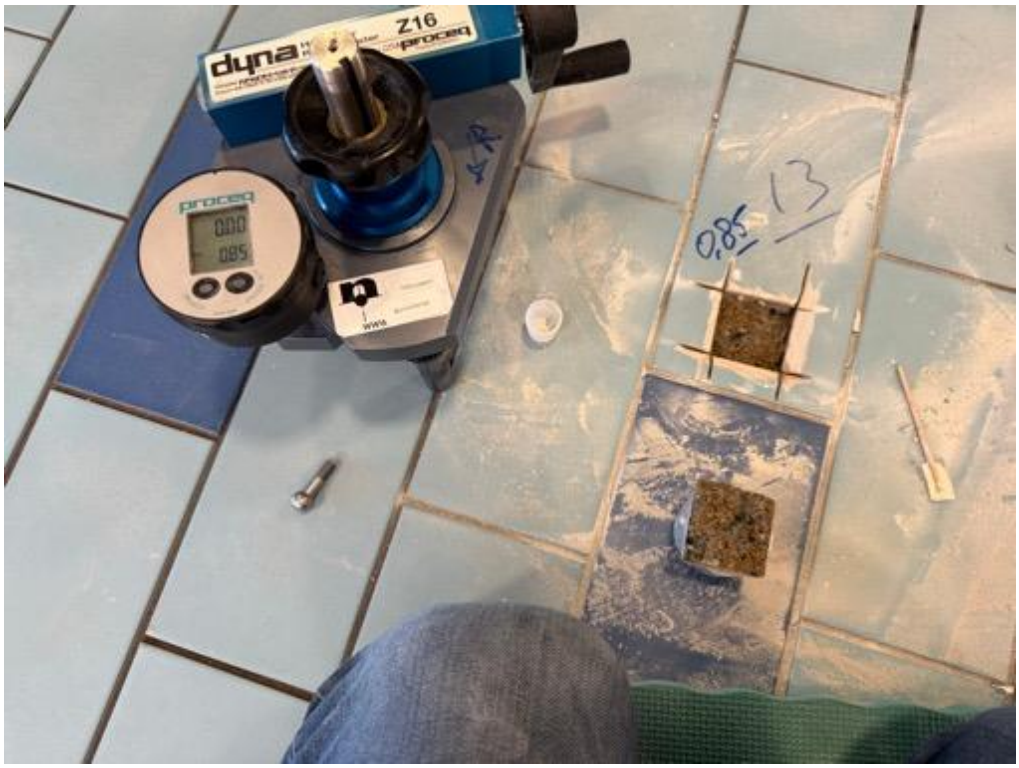

dyna
Z16
proceq
220.


dyna
proceq
0,72.

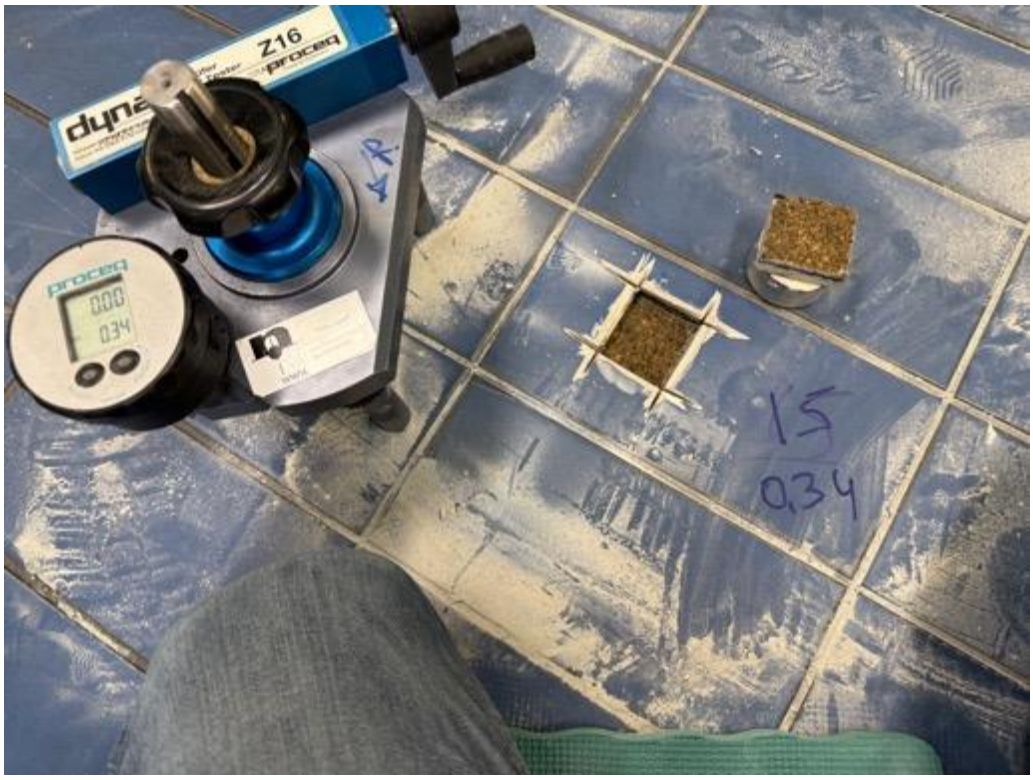

dyna
Z16
proceq
0,60


proceq
0,25
11
0,25


dyna
Haftprüfer
Pull-off Tester
Z16
proceq
proceq
0,60
12.
0,60

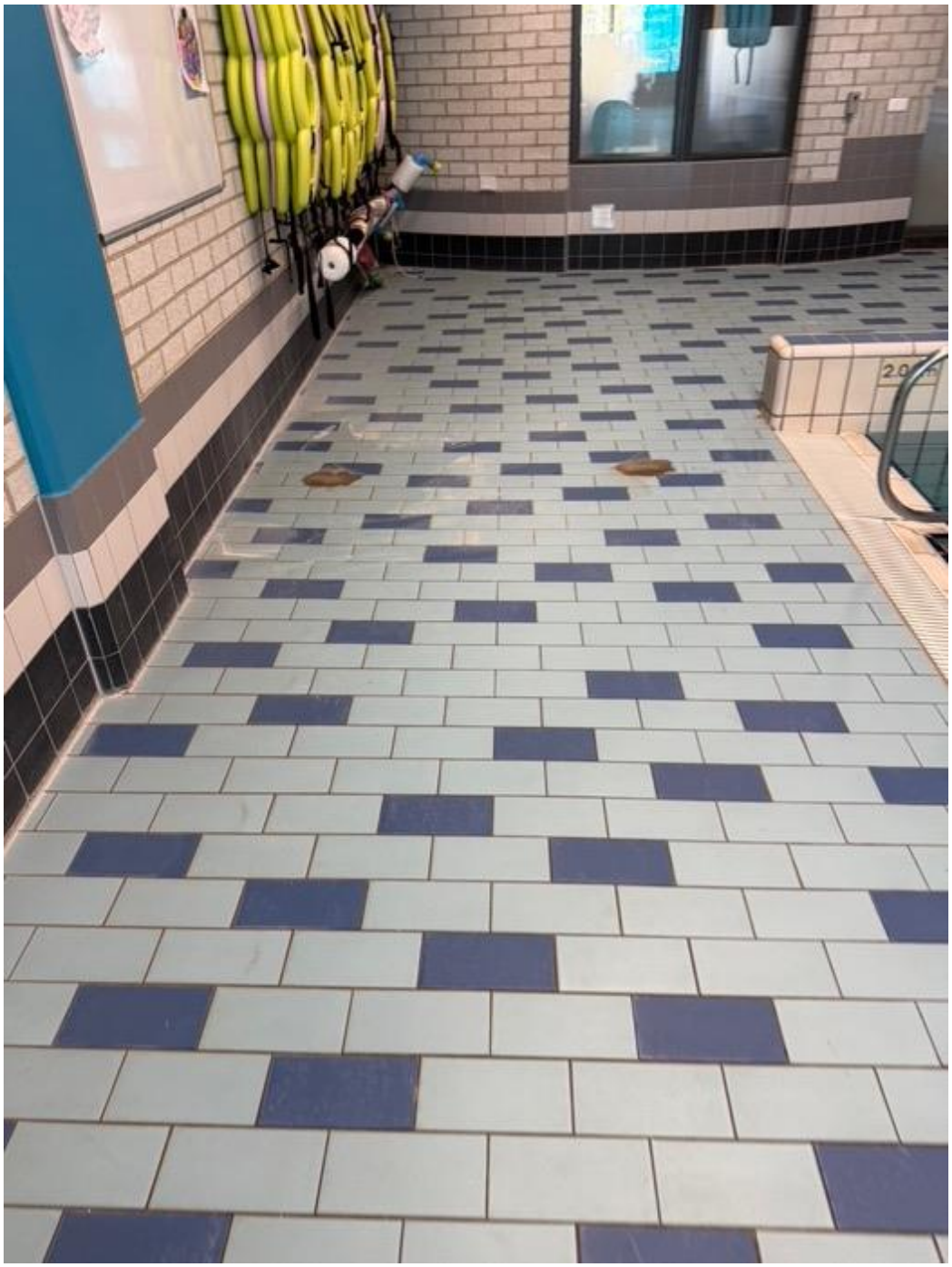

dyna
Z16
proceq


dyna
Z16
proceq


Z16
proceq
15
0,34


Z16
proceq
0.03


Z16
proceq
0,22



Plek waar de twee cilinders zijn uitgeboord en getest op chlorides

