

STICHTING ZWEMBAD DE BERCKEN

Inspectie en onderzoek betonconstructie
buitenzwembaden



Opdrachtgever Stichting Zwembad de Bercken
 Bösdallaan 2
 5953 BW REUVER

Contactpersoon De heer L. Heijmans

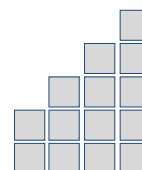
Project nummer A20.063

Datum 12 oktober 2020

Rapport A20.063 - R01

Versie Definitief

Auteur J. Boosten [betononderhoudskundige]



INHOUDSOPGAVE

	Pagina
1. INLEIDING	3
2. BESCHRIJVING INSPECTIE EN ONDERZOEK AAN BETONCONSTRUCTIE	4
3. INSPECTIE EN ONDERZOEK BUITENBADEN.....	6
3.1. Technische inspectie.....	6
3.2. Bepaling van de carbonatatatie en betondekking op de wapening	10
3.3. Niet-destructief radaronderzoek.....	12
3.4. Destructief onderzoek	14
4. EVALUATIE EN CONCLUSIE	17
BIJLAGE A: FERROSCAN METINGEN.....	19

1. INLEIDING

Stichting Zwembad de Bercken beheert en exploiteert, al circa 25 jaar, de openbare openlucht accommodatie De Bercken, gelegen aan de Bösdallaan te Reuver. In relatie tot de periodieke onderhoudswerkzaamheden is aan Boosten opdracht verstrekt voor de uitvoering van een onderzoek naar de technische staat van de buitenbaden. Doel van het onderzoek is om inzicht te verkrijgen in de huidige onderhoudstoestand van de buitenbaden.



Onderzoek op basis van CUR Aanbeveling 72 “Inspectie en onderzoek betonconstructies”

Volgens opdracht heeft betontechnisch adviesbureau Boosten een betontechnisch onderzoek verricht volgens CUR Aanbeveling 72 “Inspectie en onderzoek betonconstructies”. Op basis van een technische inspectie en aanvullende in-situ metingen is inzicht verkregen in de technische staat van de buitenzwembaden. Het onderzoek betreft de volgende werkzaamheden:

- Inspectie van de zichtbare en droge delen van de buitenbaden. Het betreft de beoordeling op de aanwezigheid van scheuren, losse betondelen, technische betonschade als gevolg van [chloride- en carbonatatie geïnitieerde] wapeningscorrosie, delaminatie van beton en de toestand van de coating en afwerklagen en dergelijke;
- Niet-destructief radaronderzoek naar de wapeningsconfiguratie ter plaatse van de scheur in het ondiep buitenzwembad;
- Vaststellen van de betondekking op de wapening met de niet-destructieve meetmethode Ferroskan en bepalen van de carbonatatie diepte volgens NEN-EN 14630. De carbonatatie diepte geeft inzicht in de kwaliteit van de betondekking in relatie tot de uiteindelijke bescherming van de wapening;
- Destructief onderzoek om inzicht te verkrijgen in de toestand van het beton en wapening en de diepte van eventuele delaminatie. De boorgaten zijn hersteld met cementgebonden reparatiemortel volgens NEN-EN 1504. De coating/afwerklaag is niet hersteld door Boosten.

De inspectie en onderzoek is uitgevoerd op 02 oktober 2020 in samenwerking met boorbedrijf Luc Geurten BV. De onderzoeksresultaten zijn beschreven in het voorliggende rapport.

2. BESCHRIJVING INSPECTIE EN ONDERZOEK AAN BETONCONSTRUCTIE

Inspectie

De inspectie betreft een technische inspectie, waarbij de toestand van de betonnen onderdelen is beoordeeld. Het betreft inspectie op aanwezigheid van technische - en constructieve betonschade door [carbonatatatie en/of chloride geïnitieerde] wapeningscorrosie, scheuren, delaminatie van beton en chemische aantasting van het beton. Steekproefsgewijs is het betonoppervlak beoordeeld op holklinkende delen door middel van afkloppen.

In-situ metingen

Om inzicht te verkrijgen in de technische staat zijn naast de inspectie ook in-situ metingen verricht. Het betreft het steekproefsgewijs bepalen van de betondekking op de wapening met behulp van de Hilti PS300 Ferroskan en de carbonatatiediepte volgens NEN-EN 14630 met behulp van de indicatorvloeistof fenolftalëine.

Carbonatatatie

Eén van de oorzaken van betonschade is afgedrukte betondekking als gevolg van carbonatatatie geïnitieerde wapeningscorrosie. Carbonatatatie is een proces dat zich in vrijwel elke betonconstructie voordoet. De alkaliteit in het betonoppervlak loopt hierbij terug door de reactie van CO_2 uit de lucht met calciumhydroxide $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$, of wel, vrije kalk in de poriën van het beton. Het hierbij gevormde calciumcarbonaat $[\text{CaCO}_3]$ heeft een lagere pH-waarde. Door deze lagere pH-waarde wordt de passivering op het wapeningsstaal doorbroken en kan, indien vocht en zuurstof kunnen toetreden, roestvorming op het staal plaatsvinden. De hierbij optredende volumevergroting veroorzaakt schade in het beton.

Betondekking op de wapening

Om wapening te detecteren is een niet-destructief onderzoek uitgevoerd, waarbij met behulp van Hilti ferroskan [PS300] en de X-scan betonradar [PS1000] de wapening is opgespoord. Met de Hilti Ferroskan kunnen de wapeningsstaven in het beton op niet-destructieve wijze worden gelokaliseerd. Deze techniek is gebaseerd op het opwekken van een magnetisch veld in de wapeningsstaven en het detecteren van deze velden. Met de Ferroskan kan tot ongeveer 20 cm diep de wapening worden vastgesteld. Met deze meetmethode worden linescan metingen uitgevoerd, waarbij relatief snel de betondekking op de wapeningsstaven en het aantal staven, dat over een grote lengte in een rechte lijn naast elkaar liggen, worden gemeten.

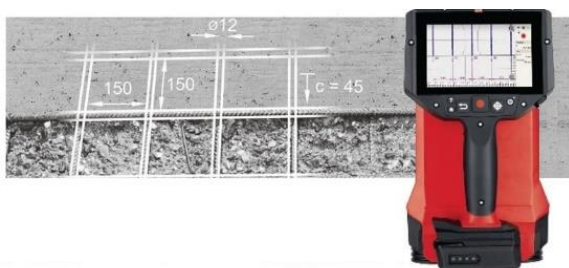
Dieper gelegen wapening kan niet worden gedetecteerd met de ferroskan. Daarom wordt ook gebruik gemaakt van de Hilti X-scan 1000 Radar. Met de X-scan radar wordt een radargolf [elektromagnetische straling] de ondergrond ingestuurd. Deze radargolf reflecteert op objecten die een andere permittiviteit [weerstand voor elektromagnetische straling] hebben dan het beton, zoals betonstaal of lucht. De reflecties worden door het apparaat weer opgevangen. Deze stralen worden bewerkt en het resulterende echogram geeft een beeld van de opbouw van de ondergrond.

Destructief onderzoek

Op basis van de inspectie en in-situ metingen zijn enkele betonkernen geboord, waarna de toestand van de wapening en beton is beoordeeld. De wapening is beoordeeld op staalkwaliteit en eventuele aanwezige corrosie activiteit en/of doorsnede reductie. De betonkernen worden macroscopisch beoordeeld op betontechnologische aspecten, zoals verdichting, betonsamenstelling en aanwezige schade-mechanismen. De boorgaten zijn hersteld met cementgebonden reparatiemortel volgens NEN-EN 1504-3 [type BASF MasterEmaco S480].



Hilti PS 1000 betonradar

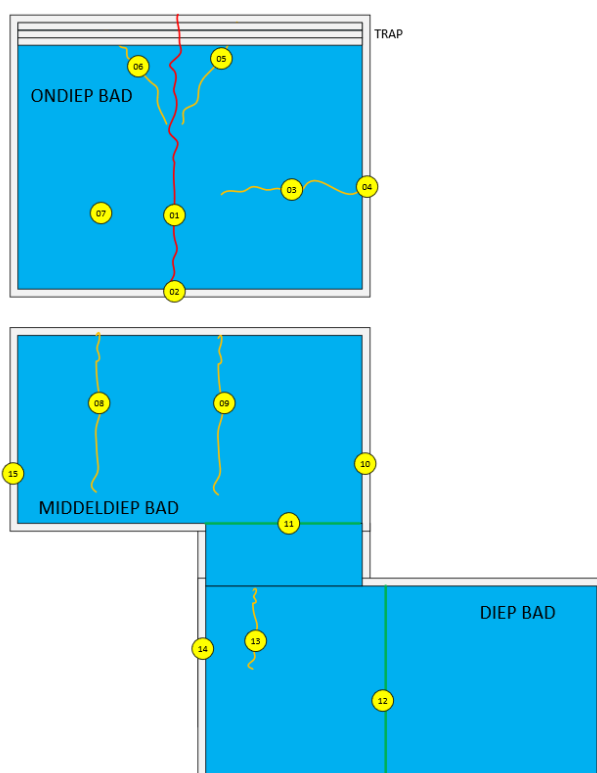


Hilti PS300 Ferroskan

3. INSPECTIE EN ONDERZOEK BUITENBADEN

3.1. Technische inspectie

Om inzicht te verkrijgen in de conditie en eventuele aanwezige schade is een technische inspectie, binnen handbereik, uitgevoerd. De inspectie is uitgevoerd op 2 oktober 2020. Tijdens de inspectie is het bewolkt en regenachtig. Met behulp van een lichte hamer is het oppervlak steekproefsgewijs afgeklopt voor de beoordeling van holklinkende/losse delen. De volgende aspecten zijn waargenomen:



01] Schematisch overzicht van de buitenzwembaden met locatie aanduiding van de waarnemingen

Waarnemingen ondiep bad



Waarneming 01 [foto 02-03]. Brede openstaande dwarsscheur in het midden van het ondiepe bad met verschillende reparatie lagen. De coatinglaag en deklaag vertoont onthechting.



Waarneming 02 [foto 04-05]. Dwarsscheur in wand in het verlengde van de dwarsscheur. De reparatiemortel aan bovenzijde van de wand is zwak van kwaliteit en heeft geen samenhang.

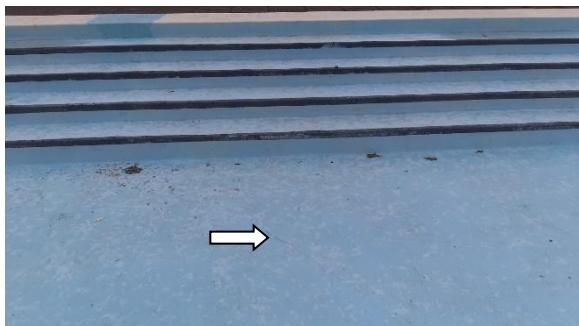


Waarneming 03 [foto 06]. Gerepareerde langsscheur met lokaal holklinkende delen.

Waarneming 04 [foto 07]. Dwarsscheur in wand met niet-scheuroverbruggende coatinglaag.



Waarneming 05 [foto 08-09]. Diagonaal scheur in coating en lokale onthechting van coating en afwerklaag.



Waarneming 06 [foto 10-11]. Diagonaal scheur in coating en lokale onthechting van coating en afwerklaag.

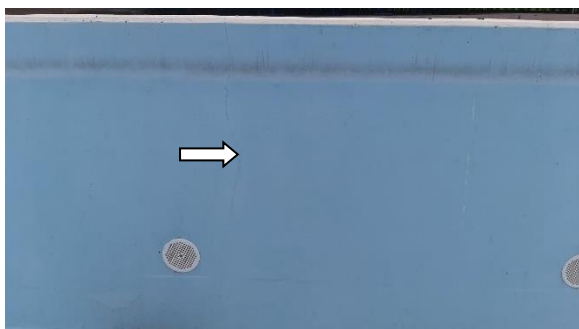


Waarneming 07 [foto 12-13]. Onthechting van coating en afwerklaag.

Waarnemingen middeldiep en diep bad



Waarneming 08-09 [foto 14-15]. Dwarsscheuren in coating. De scheuren zijn gerepareerd middels een brugvoeg. Er is geen onthechting.



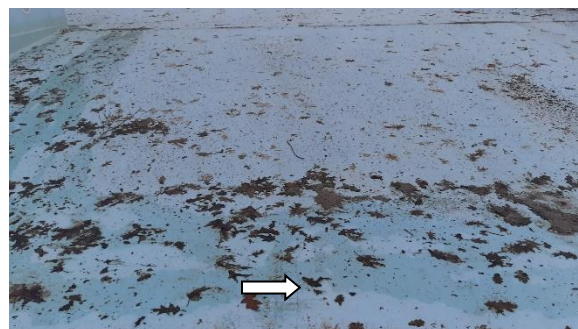
Waarneming 10 [foto 16]. Dwarsscheur in wand in coating.



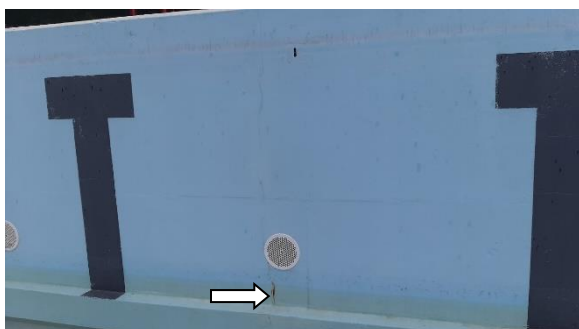
Waarneming 11 [foto 17]. Dilatatatieprofiel in vloer [geen gebreken].



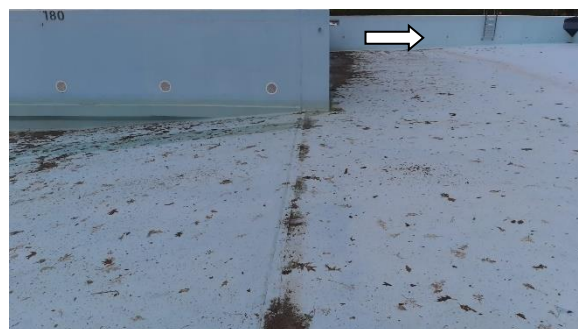
Waarneming 12 [foto 18]. Dilatatatieprofiel in wand [geen gebreken].



Waarneming 13 [foto 19]. Scheur in coating zonder onthechting.



Waarneming 14 [foto 20]. Scheur in coating en corrosie spoor aan onderzijde van wand [door chloride]

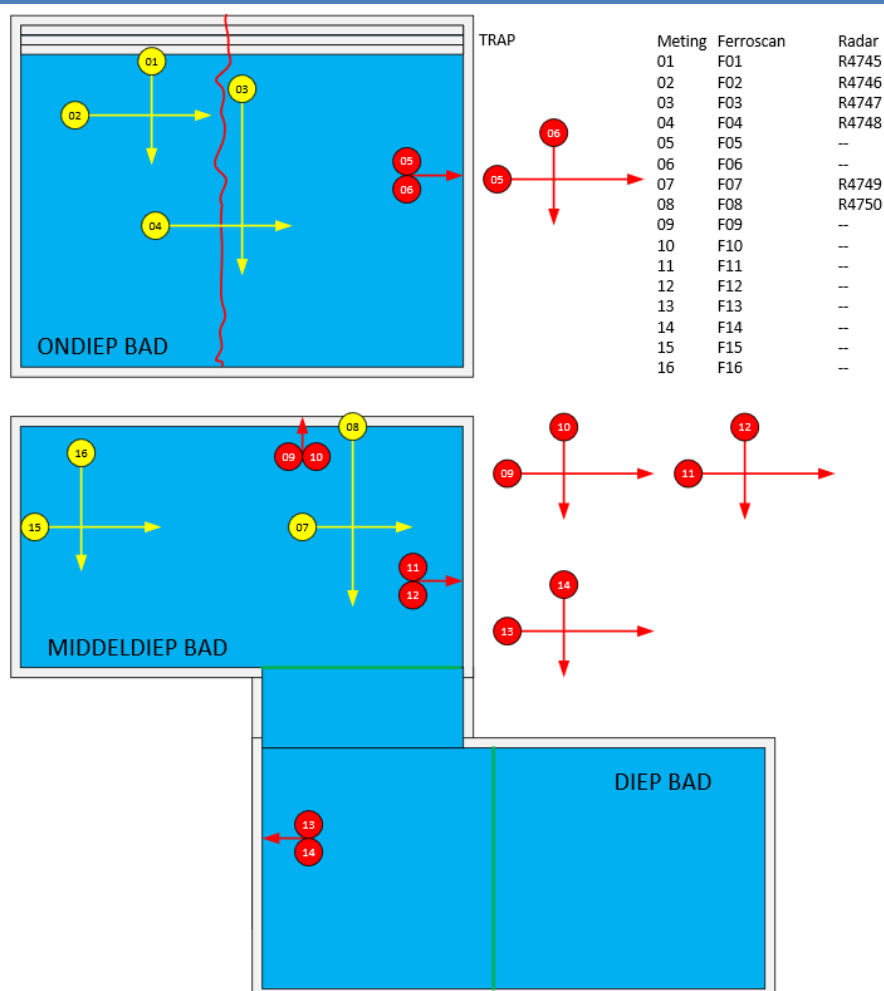


Waarneming 15 [foto 21]. Scheur in coating, geen onthechting.

3.2. Bepaling van de carbonatatatie en betondekking op de wapening

Om inzicht te verkrijgen in de technische staat zijn naast de inspectie ook in-situ metingen verricht. Het betreft het steekproefsgewijs bepalen van de betondekking op de wapening met behulp van de Ferroscan en de carbonatatie diepte volgens NEN-EN 14630 met behulp van de indicatorvloeistof fenolftalëine [zie 3.3]. Tijdens het onderzoek zijn line-scan metingen uitgevoerd, waarbij relatief snel de betondekking op de wapenings-staven, dat over een grote lengte in een rechte lijn naast elkaar liggen, worden gemeten. De ferroscan metingen zijn uitgevoerd in beide richtingen over de wapening in de 1^{ste}- en 2^{de} wapeningslaag. De globale posities zijn in figuur 22 weergegeven.

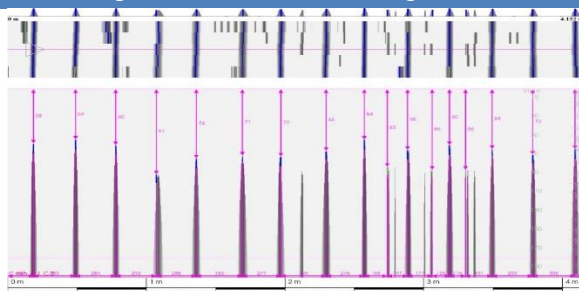
Posities line-scanmetingen



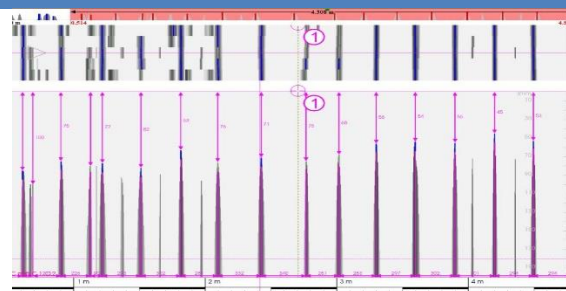
22] Aanzicht globale posities van het niet-destructief wapeningsonderzoek. In totaal zijn 16 line-scan metingen uitgevoerd. Ter verduidelijking: Meting 1 is in dwars richting gemeten, haaks op de wapening in de langs richting. Meting 5 en 6 zijn aan voorzijde wand uitgevoerd, waarbij meting 5 in horizontale richting over de verticale wapening.

In figuren 23 en 24 zijn ter illustratie enkele uitgewerkte ferroscaan metingen opgenomen, waarbij de verdeling en het aantal staven van de wapening binnen de meetafstand zichtbaar is. De overige metingen zijn ter informatie in bijlage A opgenomen. Aan de hand van een softwarematige ferroscaan analyse is de betondekking op de wapening bepaald. De resultaten zijn in de tabel 1 en 2 vermeld, waarbij onderscheid is gemaakt in de vloer- en wandmetingen.

Uitwerking ferroscaan line scan metingen



23] Meting 3. Verdeling van de langswapening ter plaatse van de scheur met hartafstand 30 cm.



24] Meting 4. Verdeling van de dwarswapening ter plaatse van de scheur met hartafstand 30 cm.

Tabel 1. Ferroscaan analyse van de diepte tot de wapening in de vloer [inclusief dikte afwerklaag]

Meting	Wapening	Meetgrid [m]	Laagste meetwaarde [mm]	Gemiddelde diepte ¹ [mm]	Hart afstand van de wapening [cm]
1	Langsrichting	5,376	63	106	30
2	Dwarsrichting	4,227	67	97	30
3	Langsrichting	4,152	54	73	30
4	Dwarsrichting	4,308	45	68	30
7	Dwarsrichting	5,412	33	48	30
8	Langsrichting	5,715	29	52	30
15	Dwarsrichting	3,306	20	29	30
16	Langsrichting	3,465	25	42	30

¹ Gemiddelde diepte tot aan de wapening, inclusief de dikte van de afwerklaag

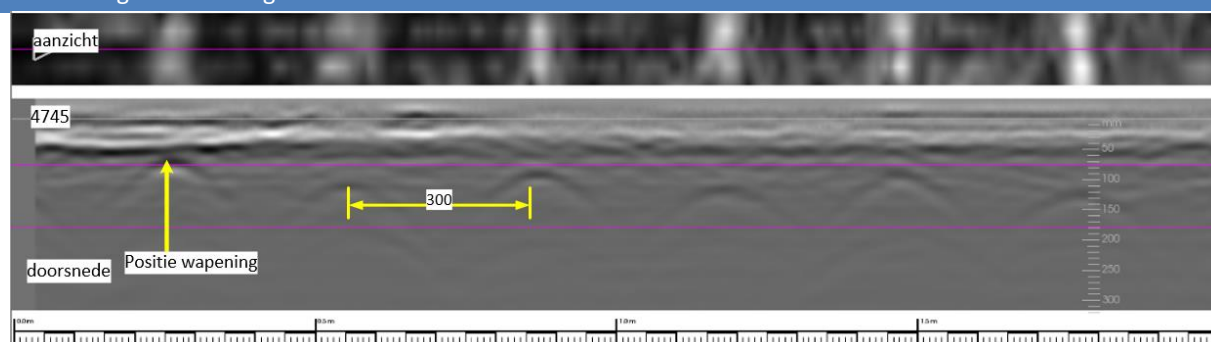
Tabel 2. Ferroscaan analyse met de betondekking op de wapening in de wand

Meting	Wapening	Meetgrid [m]	Laagste meetwaarde [mm]	Gemiddelde betondekking [mm]	Hart afstand van de wapening [cm]
5	Verticaal	4,593	19	35	20
6	Horizontaal	0,669	32	40	20
9	Verticaal	6,945	31	36	20
10	Horizontaal	3,312	35	46	20
11	Verticaal	7,647	29	41	20
12	Horizontaal	3,996	39	49	20
13	Verticaal	6,828	19	29	20
14	Horizontaal	2,961	27	36	20

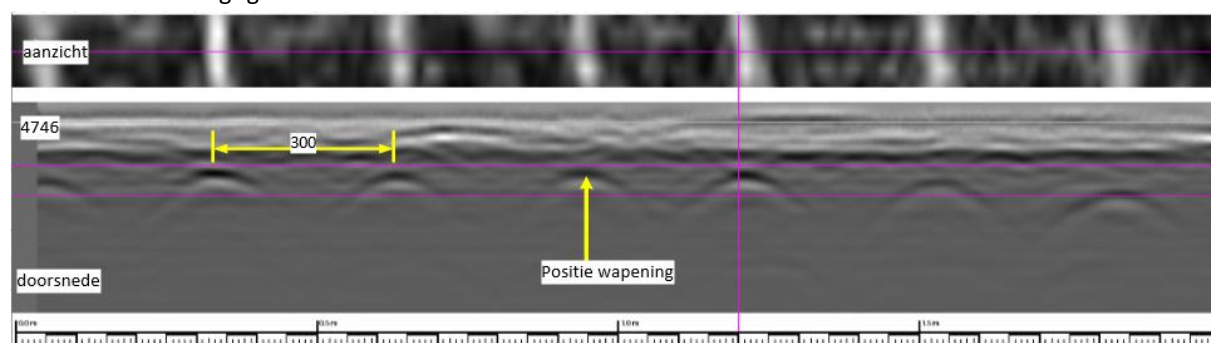
3.3. Niet-destructief radaronderzoek

Met behulp van de PS1000 X-scan betonradar kan dieper gelegen wapening en het aantal staven binnen een bepaalde meetafstand nauwkeurig worden vastgesteld. Aan de hand van de radarmeting kan de ferrosan meting worden gevalideerd. De metingen zijn uitgevoerd over de vloer ter plaatse van een intact oppervlak en ter plaatse van de grote scheur.

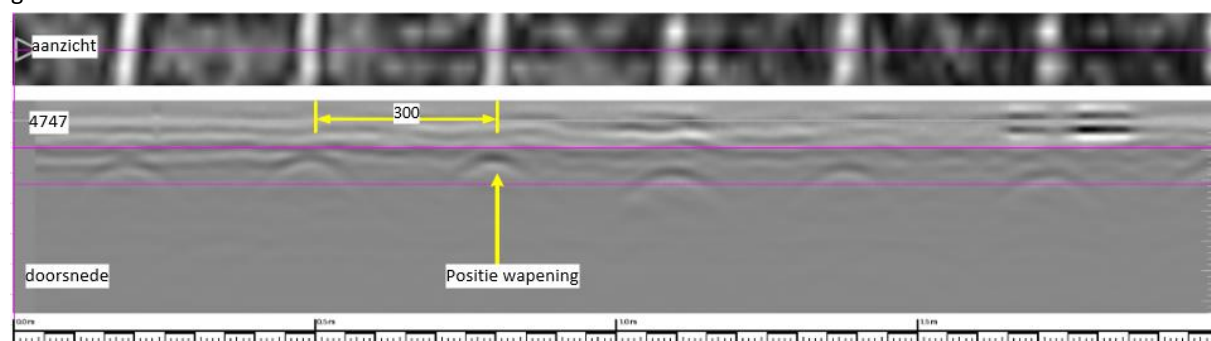
Uitwerking radar meting



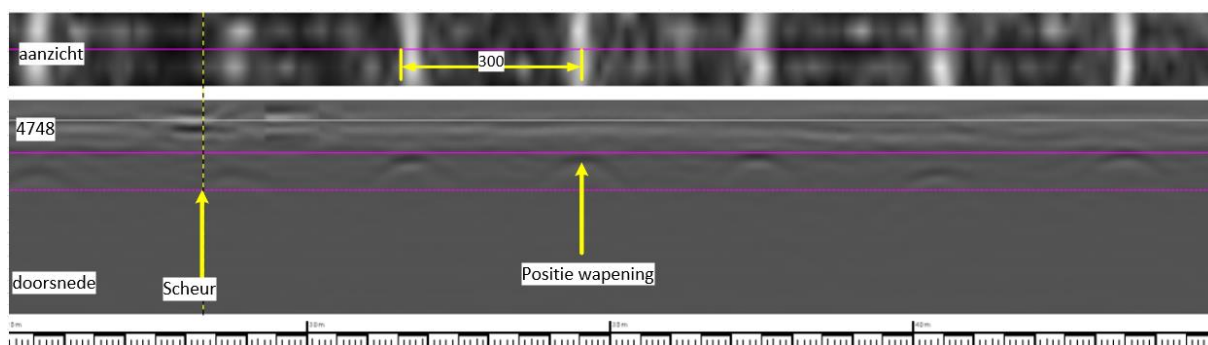
25] Ruwe radar meting R4745 [meting 1] in dwarsrichting over de langswapening. De parabolen in de doorsnede zijn reflecties van de wapening. Binnen de meetafstand van 2m zijn 6 staven gedetecteerd. De hartafstand bedraagt gemiddeld ± 30 cm.



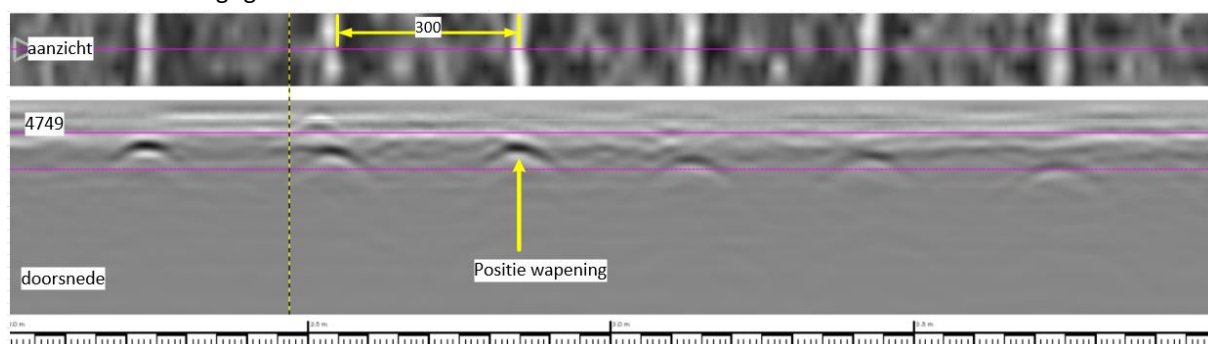
26] Ruwe radar meting R4746 [meting 2] in langsrichting over de dwarswapening. De hartafstand bedraagt gemiddeld ± 30 cm.



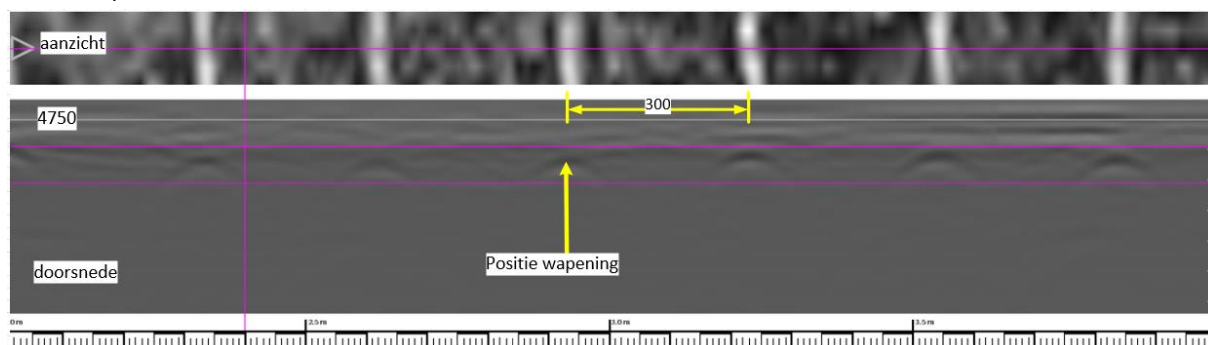
27] Ruwe radar meting R4747 [meting 3] in dwarsrichting langs de scheur over de langswapening. De hartafstand bedraagt gemiddeld ± 30 cm. De wapening ligt relatief diep in de vloerdoorsnede.



28] Ruwe radar meting R4748 [meting 4] in langsrichting over de dwarswapening over de scheur. De hartafstand bedraagt gemiddeld ± 30 cm.



29] Ruwe radar meting R4749 [meting 7] in middeldiep bad in langsrichting over de dwarswapening. De hartafstand bedraagt gemiddeld ± 30 cm. De wapening ligt minder diep in de vloerdoorsnede ten opzichte van het ondiepe bad.

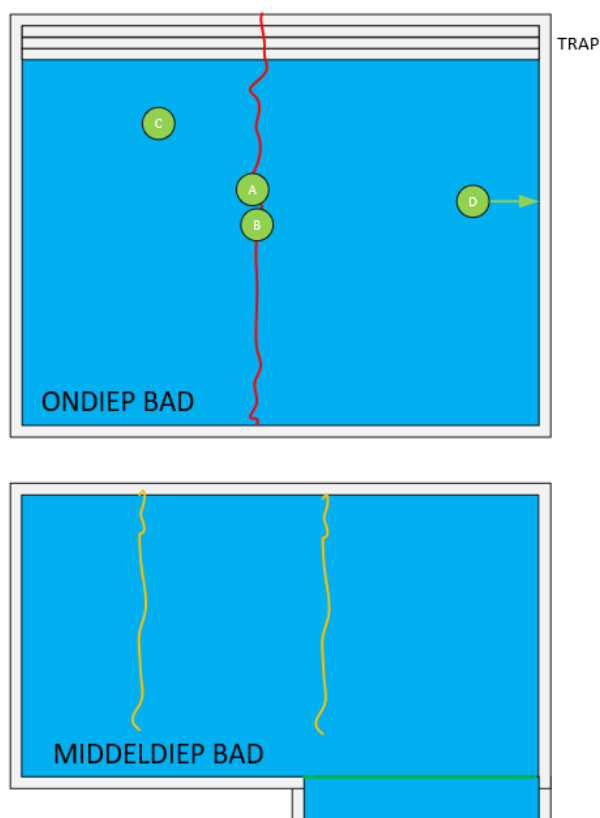


30] Ruwe radar meting R4750 [meting 8] in middeldiep bad in dwarsrichting over de langswapening. De hartafstand bedraagt gemiddeld ± 30 cm.

3.4. Destructief onderzoek

Om inzicht te verkrijgen in de toestand van het beton en de wapening zijn 4 betonkernen geboord. Aan de hand van de boorkernen is de toestand van de scheur beoordeeld en is de carbonatatiediepte vastgesteld. De boorgaten zijn vervolgens hersteld met gemodificeerde reparatiemortel volgens NEN-EN 1504 [Type Basf MasterEmaco S480 uitvoeringsklasse R4 voor constructieve reparaties]. Het destructief onderzoek is uitgevoerd in het ondiep zwembad [zie locaties in figuur 31].

Uitwerking destructief onderzoek



31] Globale aanduiding van de boorkernen A, B, C en D



32-33] Boorkern A ter plaatse van de scheur. De scheur loopt door en door in de vloer met een aanzienlijke scheurwijdte [circa 5 mm].



34-35] Boorkern A; De dikte van de vloer ter plaatse van kern A is circa 20 cm. De betonvloer is aangebracht op een betonnen werkvloer. Het hoogovencementbeton langs de scheur is van hoge kwaliteit en vertoont geen aantasting of delaminatie. De scheurwijdte is circa 4 - 5 mm breed. De scheur is in verleden hersteld met flexibele PU-injectie hars.



36-37] De scheur loopt langs en zelfs dwars door het toeslagmateriaal.



38-39] Kern B is geboord over de wapening dwars op de scheur. Het beton is intact, echter de wapening is volledig doorgeroest ter plaatse van het breukvlak. Het betreft glad betonstaal $\varnothing 8$.



40-41] Kern C is geboord bij niet beschadigd betonoppervlak. Het beton oogt van hoge kwaliteit. De samenhang en verdichting van het beton is goed. Er is geen sprake van enige aantasting of delaminatie. De carbonatatiediepte is minder dan 2 mm. De hechting en de toestand van de deklaag en coating is goed.



42-43] Kern D is geboord uit het wandoppervlak ter plaatse van de verticale wapening. Het hoogovencementbeton oogt van hoge kwaliteit met een dichte structuur. De samenhang en verdichting van het beton is goed. Er is geen sprake van enige aantasting of delaminatie. De carbonatatiediepte is circa 2 mm. De hechting en de toestand van de coating is goed. De verticale wapening betreft gladstaal $\varnothing 8$. De wapening is oppervlakkig gecorrodeerd. Er is geen doorsnede reductie aanwezig.

4. EVALUATIE EN CONCLUSIE

Stichting Zwembad de Bercken beheert en exploiteert het openbare buitenzwembad De Bercken te Reuver. De vloer van het ondiepe zwembad is in het midden gescheurd en is inmiddels meerdere malen hersteld. In relatie tot periodieke onderhoudswerkzaamheden is aan Boosten opdracht verstrekt om een onderzoek uit te voeren naar de technische staat van de buitenbaden. Boosten Betonadvies heeft een inspectie en onderzoek uitgevoerd volgens CUR Aanbeveling 72 "Inspectie en onderzoek betonconstructies". Op basis van een inspectie en aanvullende in-situ metingen is inzicht verkregen in de technische staat van de buitenzwembaden.

Uit de inspectie en onderzoek volgt:

Betonconstructie

- De betonnen zwembaden zijn vervaardigd met hoogovencementbeton. De toestand van de betonconstructie is, gezien de ouderdom van circa 50 jaar, in het algemeen goed;
- Op basis van de in-situ metingen volgt dat de betondekking op de wandwapening in de 1^{ste} laag gemiddeld meer dan 30 mm bedraagt. De carbonatatiediepte is oppervlakkig [minder dan 2 mm]. Dit houdt in dat de wapening voldoende wordt beschermd in een alkalisch milieu [niet gecarbonateerd beton]. Indien wapening zich namelijk bevindt in een gecarbonateerde zone kan dit, bij voldoende aanbod van zuurstof en water, leiden tot carbonatatie geïnitieerde wapeningscorrosie. Het beton wordt duurzaam beschermd door de aanwezige coating. Betonschade door carbonatatie geïnitieerde wapeningscorrosie is niet aangetroffen. Op één locatie is een roestvlek aangetroffen, mogelijk als gevolg van chloride geïnitieerde wapeningscorrosie.

Scheuren in betonconstructie

- Op enkele plaatsen zijn scheuren zichtbaar in combinatie met onthechting van de coating en deklaag;
- In het midden van het ondiepe zwembad is echter een forse doorgaande constructieve scheur ontstaan, die in het verleden meerdere malen is hersteld. Uit het wapeningsonderzoek volgt dat de vloer mogelijk te marginaal is gewapend en de wapening relatief diep in de vloerdoorsnede ligt. De vloerwapening heeft een onderlinge hartafstand van circa 30 cm. Op basis van de boorkern ter plaatse van de scheur is sprake van glad betonstaal $\varnothing 8$. De staalkwaliteit komt op basis van ribgeometrie overeen met de toenmalige kwaliteit QR22/24. Om zekerheid te verkrijgen in de mechanische eigenschappen van het betonstaal kan in het laboratorium de staalkwaliteit worden bepaald door middel van trekproeven aan staalmonsters volgens NEN-EN-ISO 15630-1 [0,2% rekgrens, de treksterkte en de rek bij maximale belasting];
- De scheur is wellicht ontstaan door [krimp]spanningen in de constructie. Vervolgens is ter plaatse van de scheur de wapening doorgeroest en bezweken;
- Tijdens de inspectie zijn er geen directe aanwijzingen aangetroffen, die duiden op ongelijkmatige zettingen en dergelijke, die kunnen leiden tot scheuren;
- Geadviseerd om in overleg te treden met een constructeur voor een constructieve beschouwing van de schade aan het zwembad.

Aanbevelingen voor betonherstel

Om de duurzaamheid van het zwembad de komende jaren te waarborgen wordt geadviseerd om de scheuren te herstellen en het betonoppervlak te herstellen met een beschermende conservering conform bestaand systeem. Hierbij moet rekening worden gehouden met de volgende werkzaamheden:

- Reinigen en verwijderen alle losse coatinglagen;
- Saneren en herstellen van losse deklagen en eventueel vrijkomende losse betondelen;
- Herstellen deklagen met een waterdichte vloermortel;
- Uitslijpen en herstellen van scheuren door middel van het aanbrengen van flexibele overschilderbare kitvoeg of door middel van een voegband [zoals aangebracht in het middeldiep bad];
- Aanbrengen van een, voor zwembad toepassing, geschikt conserveringssysteem.

Herstel grote scheur in ondiepbad

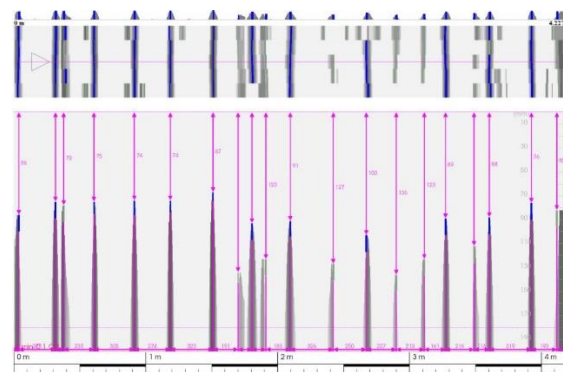
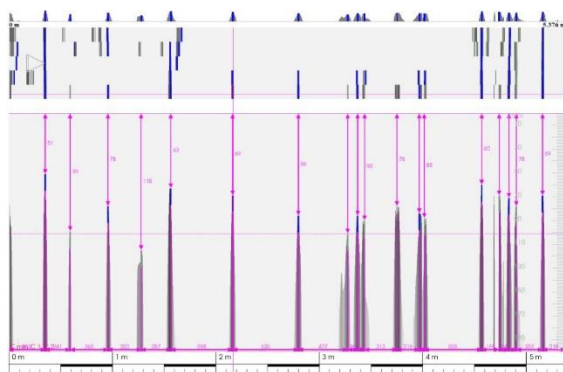
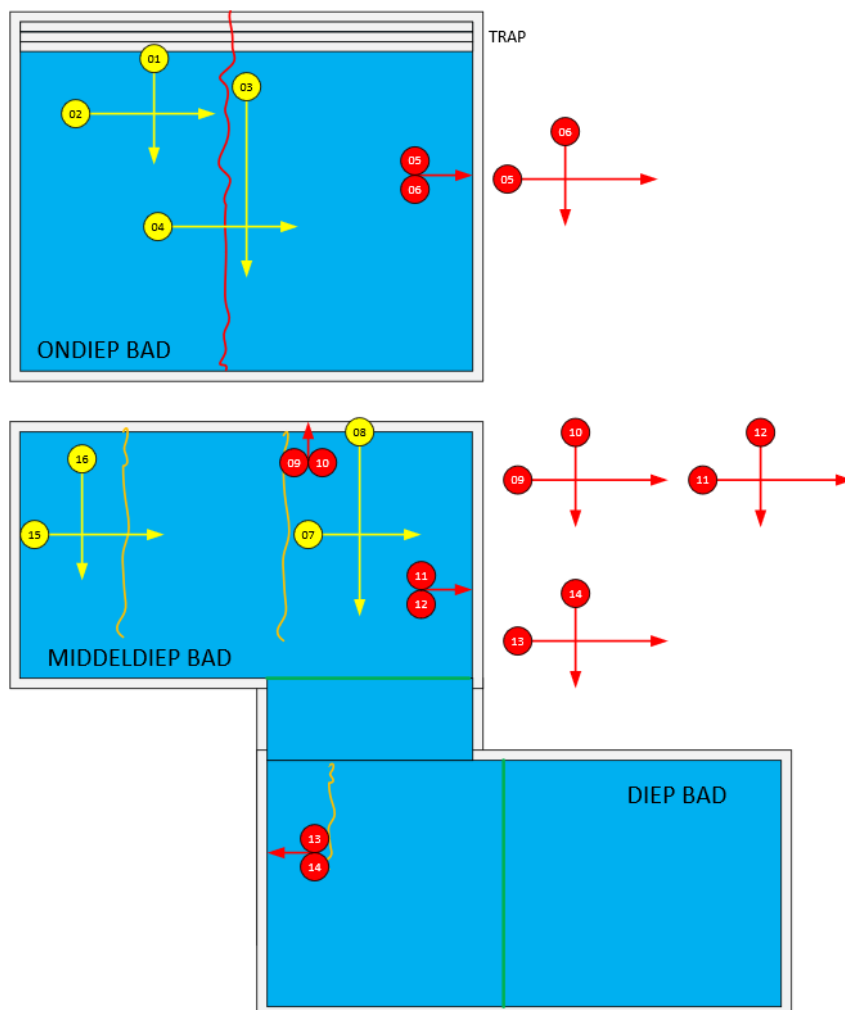
Om de waterdichtheid van het zwembad te waarborgen moet de betonconstructie rondom de scheur worden hersteld door middel van een voegbrugconstructie of waterdichte dilatatie. Geadviseerd wordt om in overleg met een constructeur de eventuele constructieve aanpassing en herstelmaatregelen verder uit te werken.

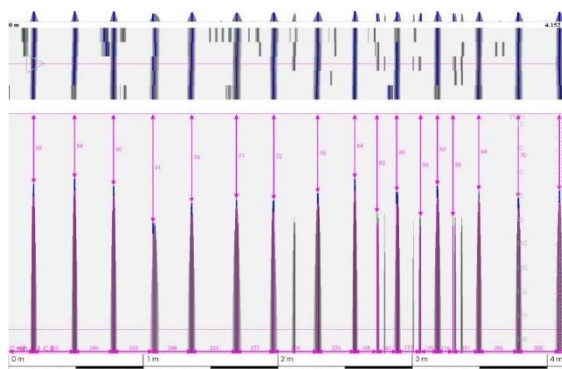
Een mogelijkheid is het aanbrengen van een Sikadur® Combiflex® SG systeem. Dit systeem bestaat uit een gemodificeerde flexibele Polyolefin (FPO) waterdichtingsband en een geschikte epoxylijm. Het systeem zal moeten worden aangebracht op de oorspronkelijke betonnen ondergrond.

Een meer ingrijpende oplossing is het aanbrengen van een dilatatievoeg, waarbij een nieuwe deel beton moeten worden aangestort met voldoende wapening en een ingestort afdichtingsprofiel. Deze oplossing zal verder moeten worden uitgewerkt door een constructeur.

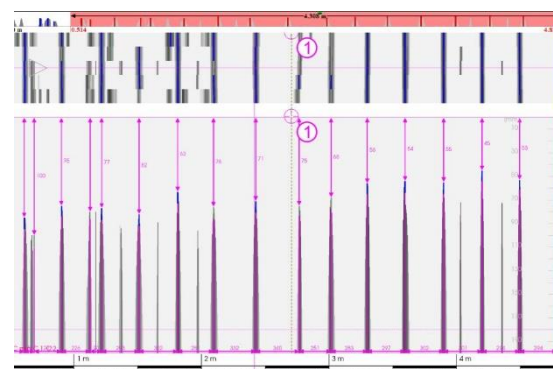
BIJLAGE A: FERROSCAN METINGEN

Ferrosan line scan metingen

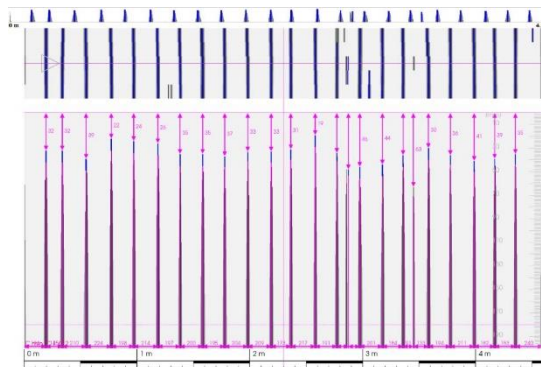




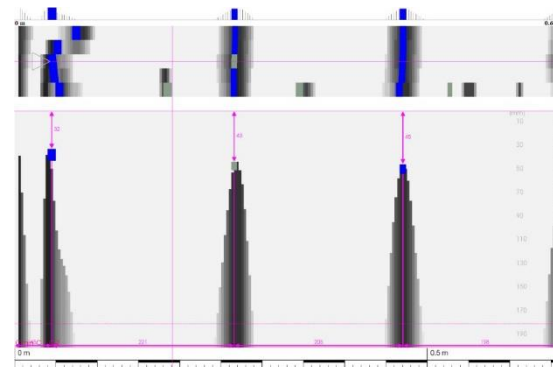
03 Langsrichting in vloer



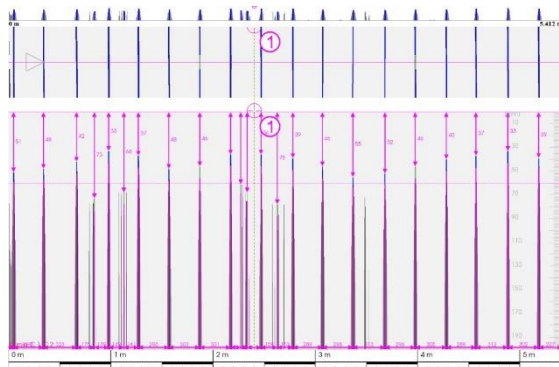
04 Dwarsrichting in vloer



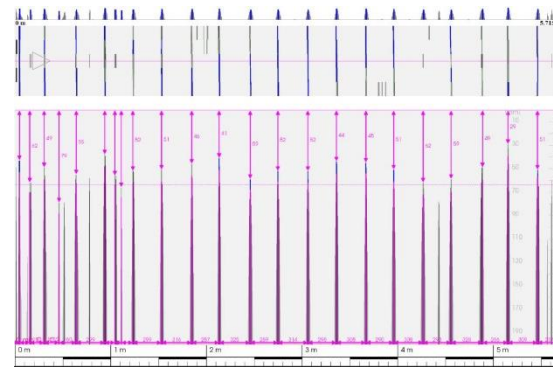
05 Verticale wandwapening



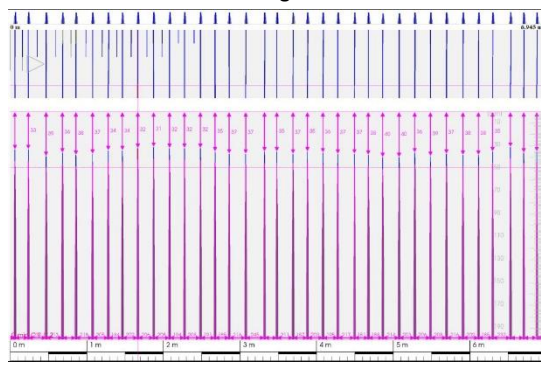
06 Horizontale wandwapening



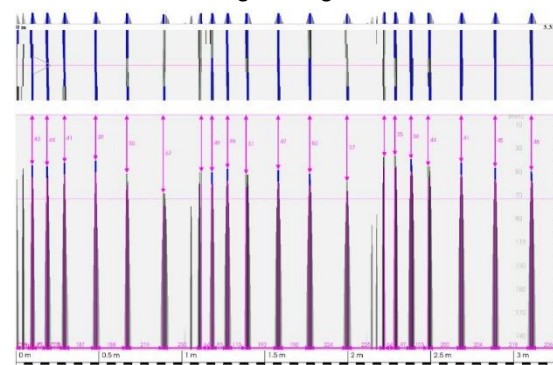
07 Dwarsrichting in vloer



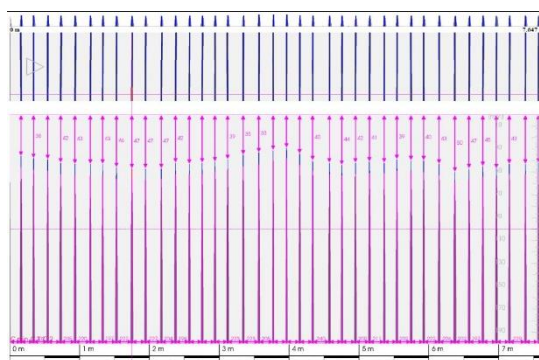
08 Langsrichting in vloer



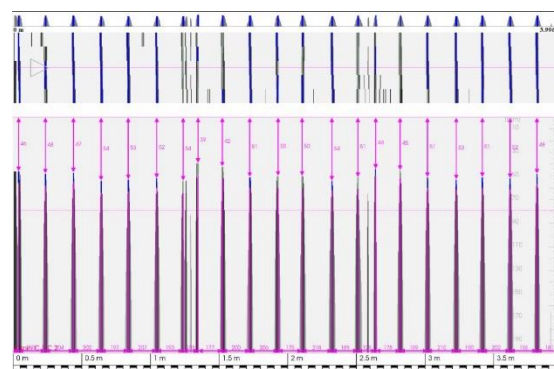
09 Verticale wandwapening



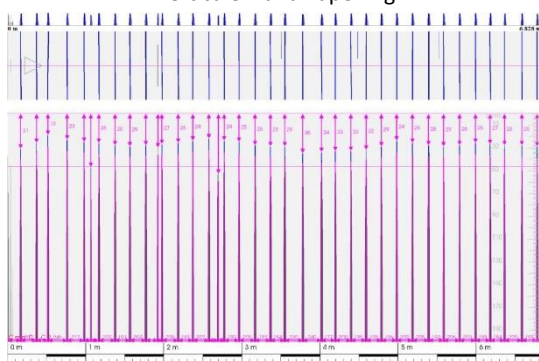
10 Horizontale wandwapening



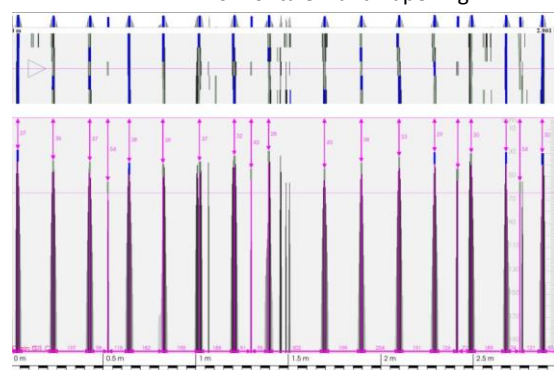
11 Verticale wandwapening



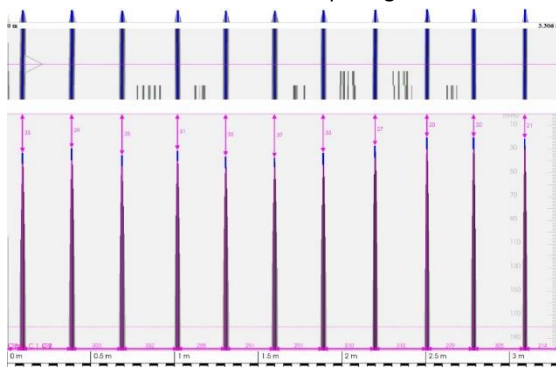
12 Horizontale wandwapening



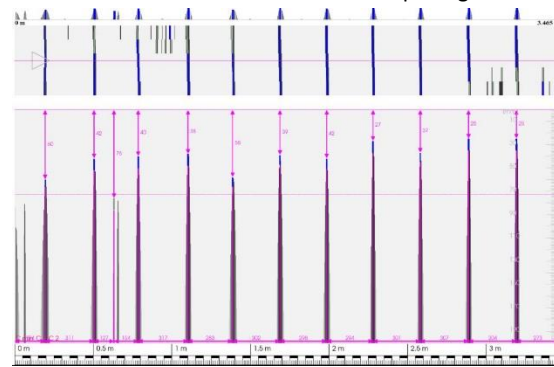
13 Verticale wandwapening



14 Horizontale wandwapening



15 Dwarsrichting in vloer



16 Langsrichting in vloer

