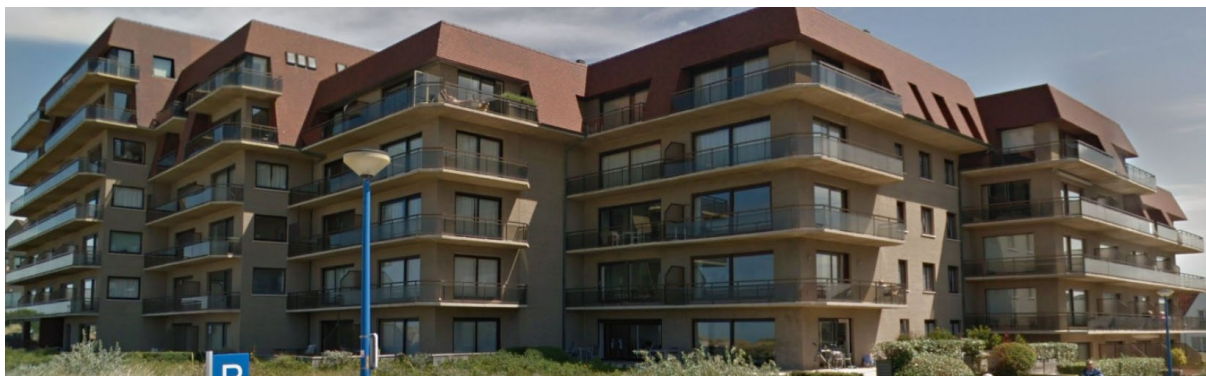


RESULTATENRAPPORT: BETONONDERZOEK te Oostduinkerke



Opdrachtgever:

Bureau voor Expertise en Architectuur bvba – Joost Beke
Abdijmolenstraat 14
B-9031 Drogenen

Werf gelegen te:
Residentie Villa Castelli
Dewittelaan 23-41
8670 Oostduinkerke

Datum uitvoering: 8/6/2021

Inhoud:

- | | |
|--|------------|
| 1. Doel van de metingen, meetlocaties | p.2 |
| 2. Meetapparatuur en meetmethodes | p.3 |
| 3. Resultaten van het betononderzoek | p.5 |

rapport bestaat uit **veertien (14)** pagina's

Bart Craeye besteedt veel zorg aan het betononderzoek en bijhorend rapport en streeft ernaar dat de daarin vermelde informatie en data zo accuraat en actueel mogelijk is. Desondanks kan Bart Craeye niet aansprakelijk worden gesteld voor rechtstreekse of onrechtstreekse schade die ontstaat uit het advies en het gebruik van de resultaten en analyses vermeld in het bijgeleverde rapport.

1. Doel van de metingen en weergave meetlocaties

In opdracht van bovenstaand vernoemde opdrachtgever werd gevraagd om een beperkt betononderzoek uit te voeren op de uitkragende gewapende betonnen balkons van residentie Villa Castelli gelegen te Oostduinkerke, meer in het bijzonder in functie van de bepaling van de betondekking en de positie van de bovenwapening, de diepte van het carbonatatiefront en de aanwezigheid en concentraties van chloriden aanwezig in het beton. De gewapende betonnen balkons zijn geprefabriceerde silex-elementen.

Voor dit onderzoek werden door de opdrachtgever drie locaties geselecteerd waarop de metingen, niet-destructief en destructief, werden uitgevoerd (Figuur 1.1): A2.2 (ZW), H3.1 (NW) en I2.2 (NO). Afgaande op de verklaring van de bewoners dateert het onderzochte gebouw van eind jaren '80 – begin jaren '90. Er kan met andere woorden gesteld worden dat de ouderdom van de betonconstructie ongeveer 30 jaar is.



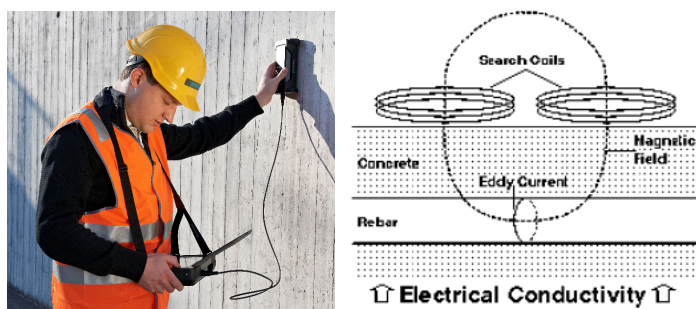
Figuur 1.1. Weergave van de 3 meetlocaties en bijhorende oriëntatie van de gevels

2. Meetapparatuur en meetmethodes

2.1. Electromagnetische wapeningsdetectie + destructieve controle

De bovenwapening, aanwezig in de gewapende betonnen balkons, wordt electromagnetisch gedetecteerd door gebruik te maken van toestel Proceq Profometer PM-650 (Figuur 2.1). Hierbij wordt de buitenkant van het element afgescand met behulp van een scan-sonde (Figuur 2.1). De software van het toestel laat eveneens statistische interpretatie van de bekomen betondekking toe: de gemiddelde waarde, de mediaan, de standaardafwijking, de minimale en de maximale waarde van de betondekking wordt automatisch gegenereerd. Een afschatting van de diameter van de wapening wordt eveneens gemaakt.

Bijkomend werd met behulp van een kernboring de bovenwapening zichtbaar gemaakt om zo de attributieve eigenschappen van het wapeningstaal te bepalen en de niet-destructieve metingen te valideren.



Figuur 2.1.
Voorstelling en werkingsprincipe
van elektromagnetische
wapeningsdetectie

Meetmethode: elektromagnetische wapeningsdetectie

Toestel:	Proceq, Profometer PM-650
Principe:	De aanwezigheid van wapening verstoort het uitgestuurde elektromagnetische veld Gebaseerd op de opwekking van magnetische velden bij elektrische stroom door betonstaal
Toepasbaarheid:	Opmeten van de aanwezigheid en de ligging van wapening + begroting van de betondekking + afschatting van de wapeningsdiameter
Opmerking:	Constructiedelen binnen omgevingsklasse ES2 dienen volgens NBN EN 206 en NBN B 15-001 voor een constructieklasse S4 (gewapend beton) een nominale betondekking te hebben van $35+10=45$ mm. Enkel de wapeningslaag het dichtst bij het betonoppervlak kan gedetecteerd worden, met een maximale scandiepte van ongeveer 100 mm Het contact moet rechtstreeks met het betonoppervlak gebeuren. Eventuele afwerkingslagen (coating, bepleistering, cementering) moeten in rekening gebracht worden.

2.2. Bepaling van chloride-gehalte en diepte carbonatatiefront

Lokaal wordt in de nabije omgeving van de wapening, stapsgewijs doorheen de betondekking geboord (diameter boorkop 20 mm, om de invloed van grove granulaten op de resultaten te beperken), met een diepte die de betondekking op de naastliggende wapeningsstaaf overschrijdt, en wordt gradueel de boorstof opgevangen op zes verschillende dieptes per meetlocatie: op deze manier kan een chloride-gehalte-profiel bekomen worden.

Deze boorstof-monsters worden in labo chemisch geanalyseerd om het chloride-gehalte te bepalen (uitgedrukt in m/m_{cement}) met behulp van de RCT methode van Germann Instrument (Rapid Chloride Testing), conform NBN EN 14629. De Europese norm NBN EN 206 en de aanvullende Belgische norm NBN B15-001 houdt rekening met een grenswaarde om tot chloride-geïnitieerde corrosie te komen: 0,4% t.o.v. de massa cement (geldig voor gewapend beton) op het niveau van de wapening. Om deze massaverhouding te bekomen dienen 2 aannames te gebeuren, om vanuit m/m_{beton} (bekomen via RCT methode) tot m/m_{cement} te komen: de minimale massa aan cement per 1 m^3 beton en de volumieke massa van het beton. Er wordt een minimaal cementgehalte van 300 kg/m^3 beton aangenomen (van toepassing voor omgevingsklasse ES2) en voor de volumieke massa van het beton nemen we de referentiewaarde van 2400 kg/m^3 . De bekomen waarden met de RCT methode worden dus vermenigvuldigd met $2400/300 (=8,0)$ om de massa aan chloriden per massa cement uit te komen. Indien in werkelijkheid minder cement werd gebruikt, dan zal het bekomen percentage hoger liggen.

Om de diepte van het carbonatatiefront te bepalen wordt met behulp van een fenolftaleïne test-kit (1% concentratie) ter hoogte van het gecreëerde boorgat de diepte opgemeten: ter plaatse van dit vers gecreëerde boorvlak wordt fenolftaleïne gesprekeld, om zo het carbonatatiefront visueel vast te stellen, conform NBN EN 14630. Hierdoor kan visueel vastgesteld worden of al dan niet carbonatatie heeft opgetreden. Indien er paars-roze verkleuring optreedt, kan gesteld worden dat er geen carbonatatie (lees: verzuring van het beton) heeft opgetreden. Indien er geen verkleuring optreedt kan gesteld worden dat er wel carbonatatie heeft opgetreden. Indien de carbonatatie tot op of over de wapeningsstaaf heen is vooruitgeschreden, is er een aanneembaar risico dat de beschermende passiveringslaag is doorbroken en dat de propagatiefase van het corrosieproces heeft aangevangen indien zowel water als zuurstof in de nabijheid van het wapeningsstaal aanwezig is. Naarmate de tijd vordert, verplaatst het carbonatatiefront (d.i. de grens tussen de gecarbonateerde en de niet-gecarbonateerde zone van het beton) zich dieper in het beton. De carbonatatiesnelheid neemt evenwel af met de tijd, vermits het CO_2 steeds dieper in het beton moet dringen en de poriën vernauwd zijn door de afzetting van calciumcarbonaat. De carbonatatediepte x_c [mm] kan bij benadering berekend worden met behulp van de volgende formule (t = ouderdom van het beton [jaar]):

$$x_c = k_c \cdot \sqrt{t} \quad (1)$$

De carbonatatiecoëfficiënt k_c [$\text{mm}/\sqrt{\text{jaar}}$] is een maat voor de carbonatatie weerstand van het beton en hangt af van de betonsamenstelling, de uitgevoerde nabehandeling en de blootstelling. Naarmate deze coëfficiënt voor een bepaald beton in een welbepaald milieu groter is, zal het beton sneller carbonateren en dus een lagere carbonatatie weerstand vertonen. Op basis van formule (1) kan een (rest)levensduurinschatting gemaakt worden via Monte Carlo simulatie waarbij de faalkans P_f [betondekking $a <$ carbonatatediepte x_c] wordt bepaald: er kan afgeschat worden hoe lang het nog zal duren vooraleer het carbonatatiefront (x_c) het wapeningsstaal (a) heeft bereikt (dus de betondekking heeft overschreden) waarbij P_f gelijk is aan $1/10$, en kan gesteld worden dat vanaf dat moment de initiatiefase van corrosie ten gevolge van carbonatatie is bereikt en de propagatiefase start.

3. Resultaten van het betononderzoek

3.1. Electromagnetische wapeningsdetectie

Met behulp van de Proceq, Profometer PM-650 (Figuur 2.1) werd elektromagnetisch de betondekking op de bovenste wapeningslaag vanaf de bovenkant van de gewapende betonnen balkons bepaald, en dit over een lengte van ongeveer 3,5-5,5 m. Deze betondekking is een cruciale factor in de bepaling van de conditie van het gewapend beton. Constructiedelen binnen omgevingsklasse ES2 (zee-omgeving met vorst, geen rechtstreeks contact met zeewater) en binnen milieuklassen XC4 – XF3 – XS1 dienen volgens NBN EN 206 en NBN B 15-001 voor een constructieklasse S4 (levensduur 50 jaar) een nominale betondekking te hebben van 35 (minimaal) +10 (uitvoeringstolerantie) = 45 mm.

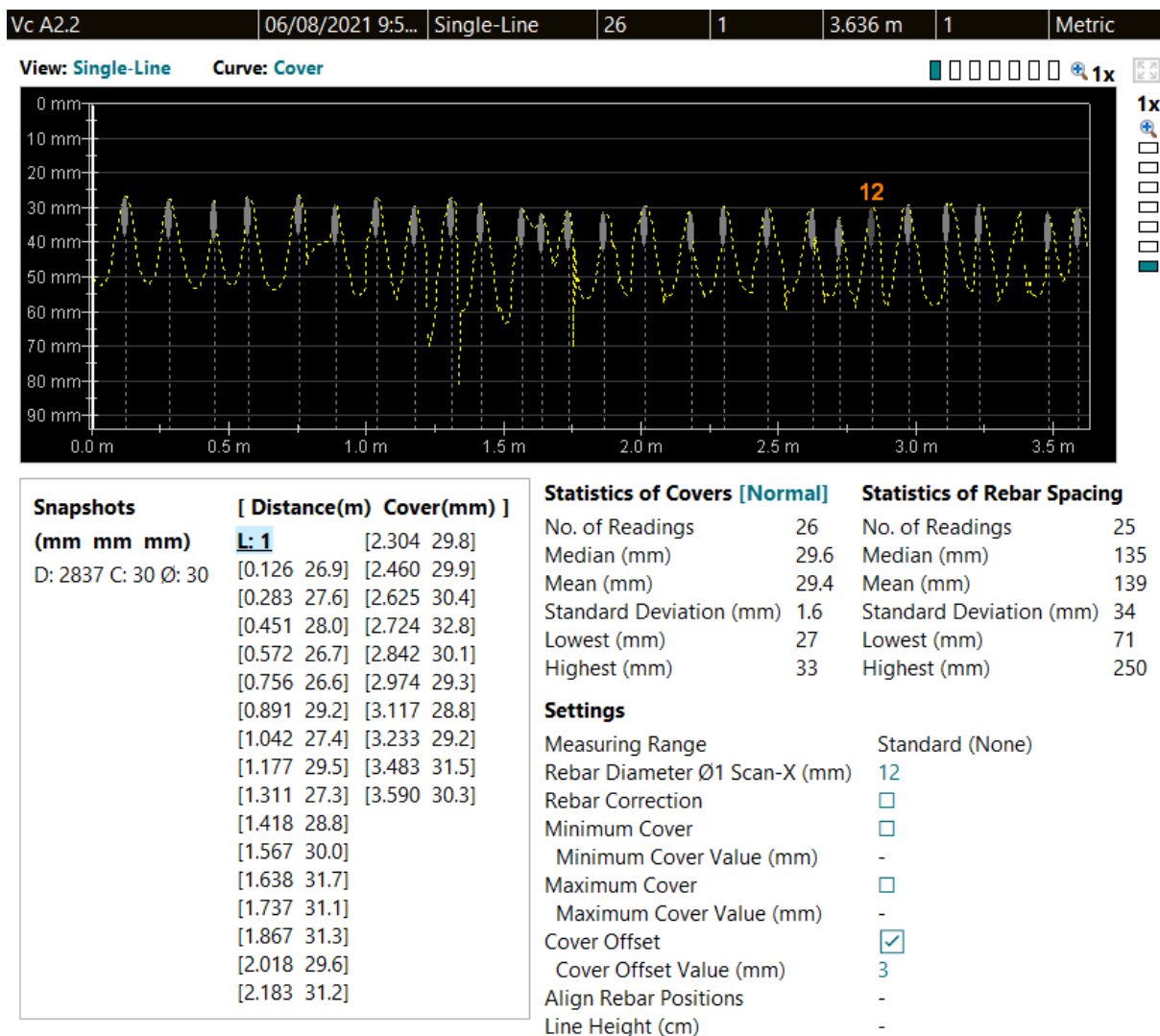
De attributieve eigenschappen van het wapeningsstaal zijn met behulp van een kernboring tot op het niveau van de bovenwapening bepaald: visueel kon worden vastgesteld dat de bovenwapening een diameter heeft van 10 mm (I2.2 en H3.1: 10 mm, A2.2: 12 mm), en de wapening bestaat uit geribd staal, vermoedelijke staalkwaliteit BE400 (Figuur 3.1). De betondekking op de destructief vrijgemaakte wapeningsstaven bedraagt 28 mm, 28 mm en 38 mm voor meetlocaties A2.2, H3.1 en I2.2 respectievelijk. Er werden geen roestsporen of andere corrosie gerelateerde kenmerken vastgesteld op de wapening.



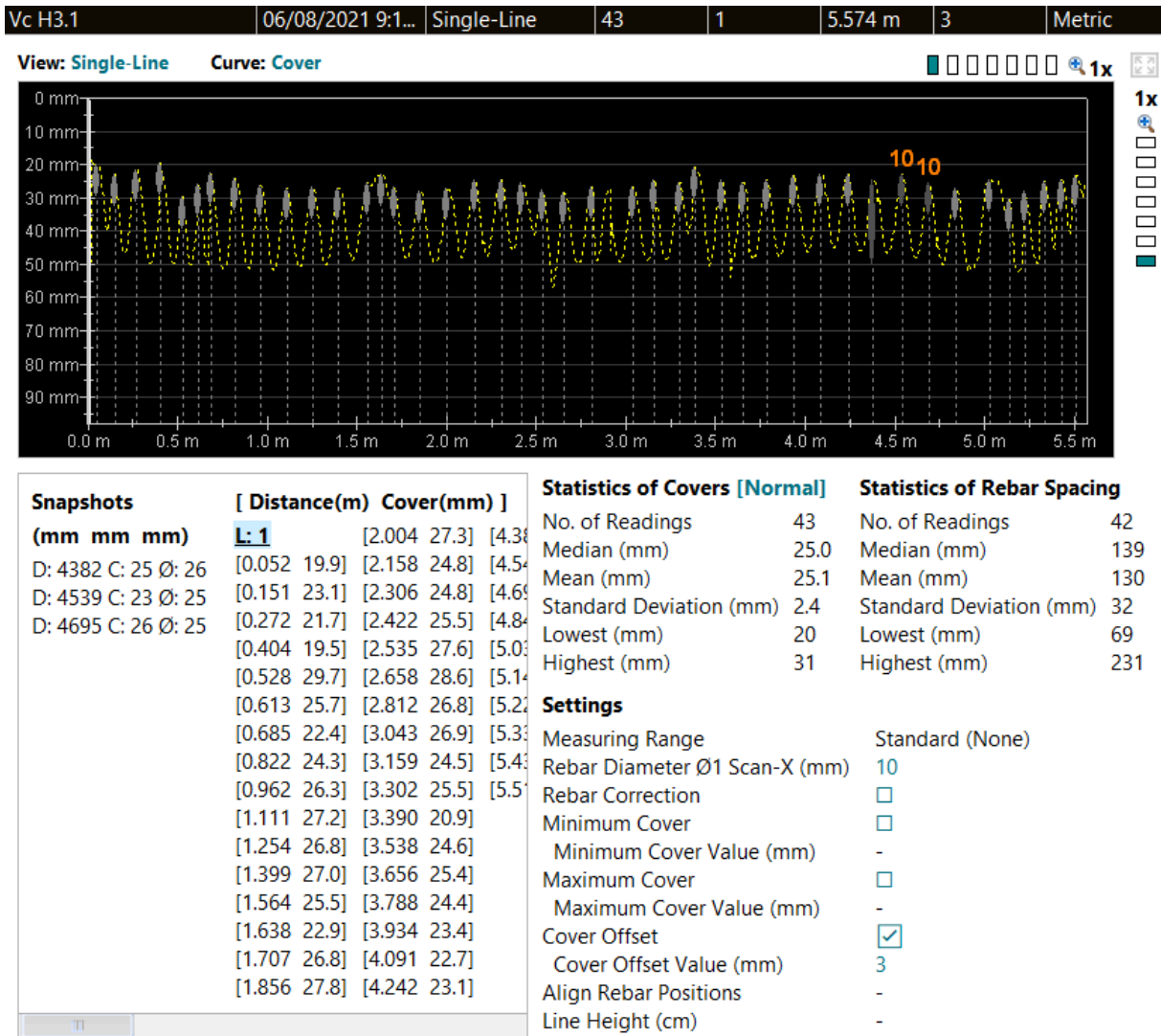
Figuur 3.1. Destructieve controle attributieve eigenschappen van het wapeningsstaal op locatie H3.1

Op de aangegeven meetlocaties werden wapeningscans bekomen waarop per scan een aantal gegevens opgemeten, geregistreerd en weergegeven worden (Figuur 3.2 t.e.m. Figuur 3.4):

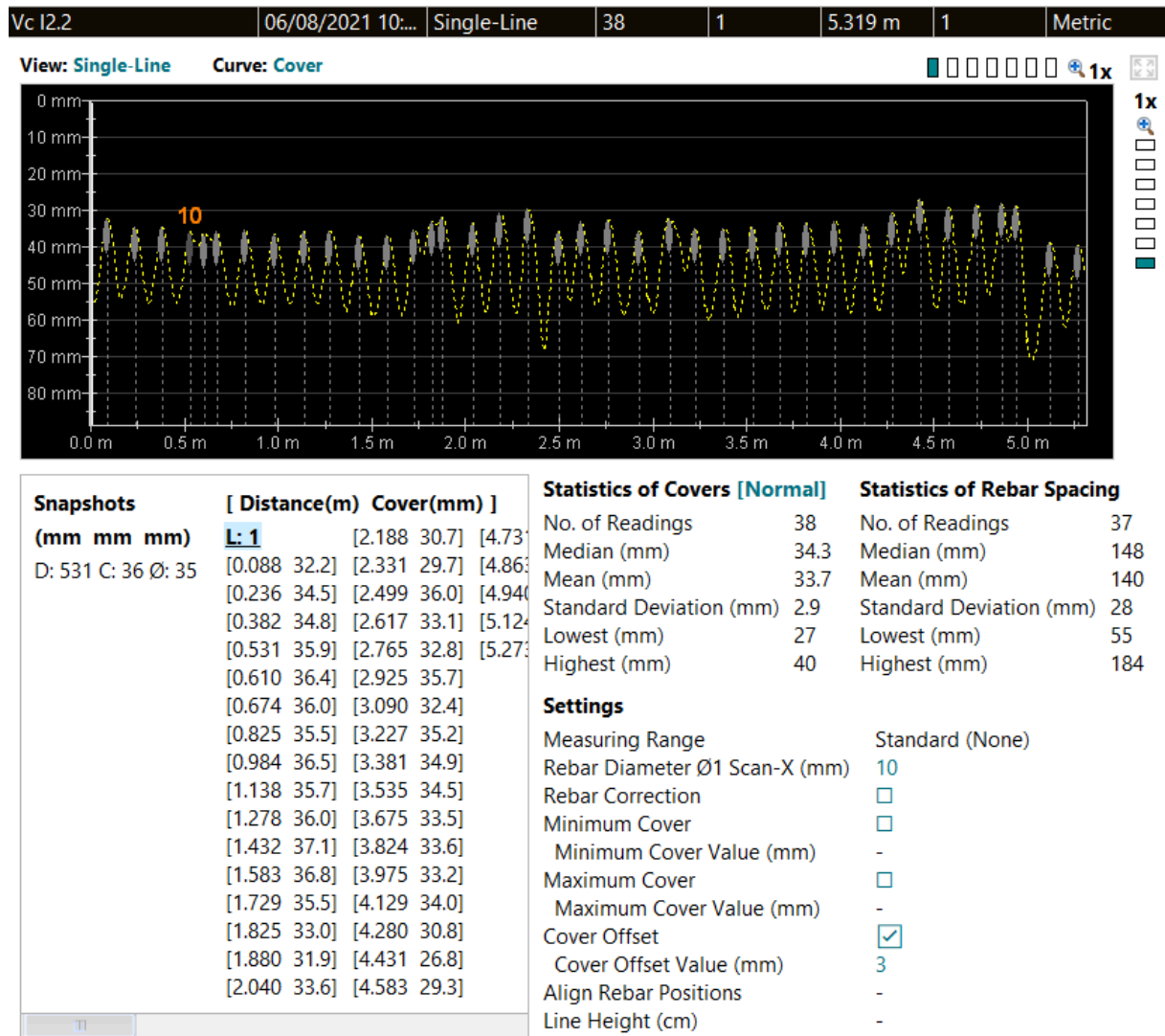
- Visuele weergave van de scan met daarop de diameter van de gescande wapeningstaaf, en de geregistreerde betondekking;
- Een tabel met de individueel geregistreerde waarden van de betondekking in mm en de positie in m;
- Statistische verwerking van de geregistreerde betondekking:
 - o Aantal gedetecteerde staven = aantal resultaten van betondekking
 - o Mediaan van de betondekking
 - o Gemiddelde waarde van de betondekking
 - o Standaardafwijking op de gemiddelde waarde van de betondekking
 - o Minimale waarde van de betondekking
 - o Maximale waarde van de betondekking
 - o Tussenafstand van de wapeningsstaven



Figuur 3.2. Meetresultaat van de wapeningscan ter hoogte van meetlocatie A2.2



Figuur 3.3. Meetresultaat van de wapeningscan ter hoogte van meetlocatie H3.1



Figuur 3.4. Meetresultaat van de wapeningscan ter hoogte van meetlocatie I2.2

In Tabel 3.1 wordt de samenstellende staat van betondekking weergegeven. In deze tabel staan per locatie en zone volgende gegevens opgelijst: aantal gescande staven [-], aantal staven met betondekking groter dan 35 mm (minimaal vereiste betondekking voor ES2) en 0-5 mm (de gemiddeld opgemeten diepte van het carbonatatiefront* – Tabel 3.4) [-], lengte van de meetzone [m], gemiddelde betondekking [mm], mediaan van de betondekking [mm], standaardafwijking op de gemiddelde betondekking [mm], maximale betondekking [mm] en minimale betondekking [mm].

Tabel 3.1. Samenvattende staat van de gemeten betondekking op de 3 meetlocaties

Locatie	# [-]	# > 35 # > 0-5* mm [-]	l [m]	Gemid. [mm]	Mediaan. [mm]	Stdev. [mm]	Max. [mm]	Min. [mm]
A2.2	26	0 / 26	3,590	29,4	29,6	1,6	32,8	26,6
H3.1	43	0 / 43	5,514	25,1	25,0	2,4	30,6	19,9
I2.2	38	15 / 38	5,273	33,7	34,3	2,9	39,8	26,8

Als de individuele detectie van de wapeningsstaven wordt bekeken, dan wordt voor de verschillende meetlocaties de door NBN EN 206 minimaal gevraagde betondekking van 35 mm op meerdere plaatsen niet gehaald: op 92/107 plaatsen, oftewel 86% van de wapeningsstaven heeft een betondekking kleiner dan 35 mm. In onderdeel 3.4 worden de betondekkingsmetingen vervolgens naast de plaatselijk opgemeten diepte van het carbonatatiefront geplaatst en wordt via Monte Carlo simulatie de faalkans P_f ten aanzien van door carbonatatie geïnitieerde corrosie bepaald.

In Tabel 3.2 wordt een bijkomend overzicht weergegeven met betrekking tot de positie en diepte van bovenwapening. In deze tabel staan per locatie en zone volgende gegevens opgelijst: aantal gescande staven # [-], afstand van de meetzone l [m], gemiddelde tussenafstand van de staven s_{gem} [mm], het aantal gedetecteerde staven per lm [-/m], gemiddelde totale dikte van het balkon $t_{tot,gem}$ [mm], gemiddelde dikte van de afwerkingslaag op het balkon $t_{afw,gem}$ [mm], gemiddelde dikte van het gewapend beton $t_{tot,G.B.}$ [mm], de gemiddelde dekking op de bovenwapening vanaf bovenkant afwerkingslaag c_{gem} [mm], de gemiddelde nuttige hoogte van de wapening d_{gem} [mm] (bepaald op basis van de totale hoogte van het element, de gemeten betondekking en de afgeschatte diameter van de wapening).

Tabel 3.2. Samenvattende staat van bepaling van bovenwapening op 3 meetlocaties

Locatie	# [-]	l [m]	s_{gem} [mm]	#/lm	$t_{tot,gem}$ [mm]	$t_{afw,gem}$ [mm]	$t_{G.B.,gem}$ [mm]	c_{gem} [mm]	d_{gem} [mm]
A2.2	26	3,590	144	7,2	115	0	115	29	80
H3.1	43	5,514	131	7,8	110	0	110	25	80
I2.2	38	5,273	143	7,2	120	0	120	34	81

Er werd op basis van deze metingen een afschatting gemaakt van het gemiddeld draagvermogen van deze drie onderzochte balkons. Er wordt rekening gehouden met:

- Een dikte en nuttige hoogte zoals aangegeven in Tabel 3.2;
- De uitkraging bedraagt 1,5 m;
- Een betonkwaliteit C20/25, staalkwaliteit BE400;
- Een diameter van 10-12 mm voor de bovenwapening;
- Hoeveelheid wapening volgens de gegevens in Tabel 3.2;

Er kan verondersteld worden dat het draagvermogen van deze drie balkons op dit moment voldoende is in UGT. Bij de afschatting werd wel verondersteld dat de bovenwapening niet gecorrodeerd is. In onderdeel 3.4 blijkt wel dat er chloriden aanwezig zijn op het niveau van de wapening, waarbij corrosie dus niet uitgesloten is.

3.4. Bepaling van het chloride-gehalte, de diepte van het carbonatatie-front en restlevensduurinschatting

Op de verschillende meetlocaties werd in de nabije omgeving van de wapening, stapsgewijs doorheen de betondekking geboord (diameter boorkop 20 mm), met een diepte die de betondekking op de naastliggende wapeningsstaaf overschrijdt, en wordt de boorstof stapsgewijs opgevangen en achteraf in labo geanalyseerd om het chloride-gehalte te bepalen. De resultaten van de chloride-gehaltebepaling zijn weergegeven in Tabel 3.3. De bekomen waarden, uitgedrukt in % gerelateerd ten opzichte van het cementgehalte, wordt bekomen door de opgemeten waarde, uitgedrukt in % ten opzichte van de massa van het beton, te vermenigvuldigen met een factor $2400/300 = 8,0$ (verhouding van de volumieke massa van 1 m³ beton en de hoeveelheid cement in 1 m³ beton).

De volgende resultaten werden bekomen (Tabel 3.3):

- Op 6/18 (33%) van de metingen werd een chloride-gehalte gevonden tussen 0-0,4 m_{Cement}%;
- Op 7/18 (39%) van de metingen werd een chloride-gehalte gevonden tussen 0,4-1,0 m_{Cement}%;
- Op 5/18 (28%) van de metingen werd een chloride-gehalte gevonden groter dan 1,0 m_{Cement}%;

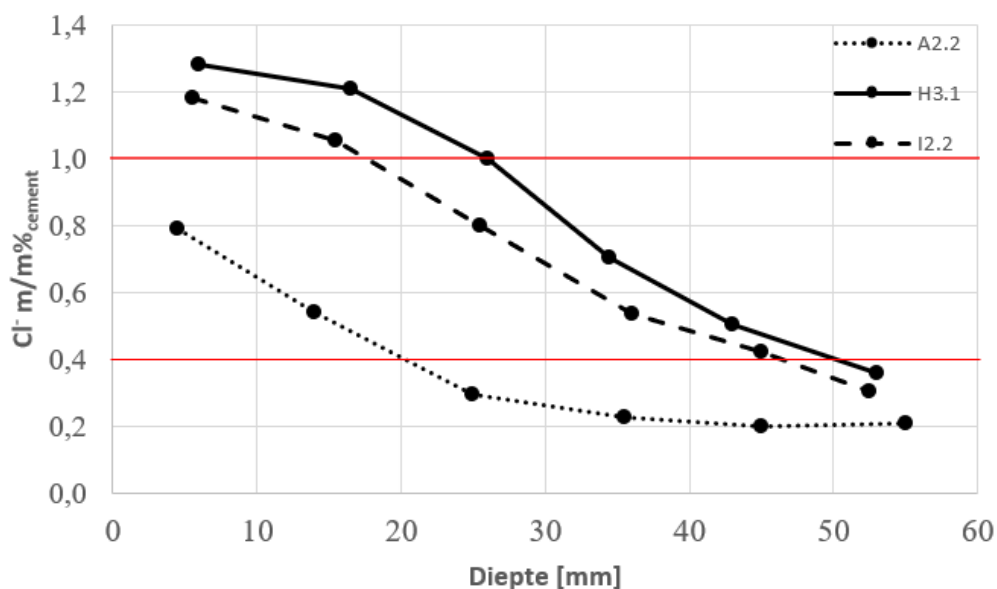
Op het niveau van de wapening werd het volgende vastgesteld:

- Op het balkon ter hoogte van locatie A2.2 (ZW oriëntatie) bedraagt het chloride-gehalte 0,30 m_{Cement}%. Deze waarde ligt onder het kritisch chloride-gehalte van 0,4 m_{Cement}%: er kan verondersteld worden dat het moment van initiatie van corrosie door chloriden nog niet bereikt is op deze locatie;
- Op het balkon ter hoogte van locatie H3.1 (NW oriëntatie) bedraagt het chloride-gehalte 1,00 m_{Cement}%. Deze waarde ligt boven het kritisch chloride-gehalte van 0,4 m_{Cement}%: er kan verondersteld worden dat het moment van initiatie van corrosie door chloriden mogelijks bereikt is op deze locatie;
- Op het balkon ter hoogte van locatie I2.2 (NO oriëntatie) bedraagt het chloride-gehalte 0,54 m_{Cement}%. Deze waarde ligt boven het kritisch chloride-gehalte van 0,4 m_{Cement}%: er kan verondersteld worden dat het moment van initiatie van corrosie door chloriden vermoedelijk bereikt is op deze locatie;

Op basis van het opgesteld chloride-profiel kan er gesteld worden dat er wel degelijk sprake is van ingedrongen chloriden in de gewapende betonnen balkons. Met enige voorzichtigheid (reden: slechts drie meetlocaties) kan er gesteld worden dat de oriëntatie van de balkons een invloed heeft op het percentage van ingedrongen chlorides: de balkons gericht naar de kustlijn hebben een groter gehalte, ook ter hoogte van de wapening.

Tabel 3.3. Resultaten van de chloride-gehaltebepalingen

Locatie	Diepte in [mm]	Diepte out [mm]	Cl ⁻ m/m% beton	Cl ⁻ m/m% cement	Ligging wapening
A2.2	0	9	0,099	0,79	x 28 mm
	9	19	0,068	0,54	
	19	31	0,037	0,30	
	31	40	0,029	0,23	
	40	50	0,025	0,20	
	50	60	0,027	0,21	
H3.1	0	12	0,160	1,28	x 28 mm
	12	21	0,151	1,21	
	21	31	0,125	1,00	
	31	38	0,088	0,70	
	38	48	0,063	0,50	
	48	58	0,045	0,36	
I2.2	0	11	0,148	1,18	x 38 mm
	11	20	0,132	1,06	
	20	31	0,100	0,80	
	31	41	0,067	0,54	
	41	49	0,053	0,42	
	49	56	0,038	0,30	



Figuur 3.5. Chloride-gehalte profiel op de 3 meetlocaties

Om na te gaan of corrosie van de wapening ten gevolge van carbonatatie mogelijk is (niet uit te sluiten gezien de eerder vastgesteld betondekking op meerdere locaties en gezien de ouderdom van het gebouw), werden de gecreëerde boorgaten (op de 3 meetlocaties) met fenolftaleïne besprenkeld (zie bijvoorbeeld Figuur 3.6).



Figuur 3.6. Paarse verkleuring na besprenkeling met fenolftaleïne op meetlocatie I2.2

In Tabel 3.4 wordt de samenstellende staat van betondekking en carbonatatiemetingen weergegeven. In deze tabel staan per locatie en zone volgende gegevens opgelijst: gemiddelde betondekking a [mm], standaardafwijking op de gemiddelde betondekking [mm], gemiddelde diepte carbonatatiefront x_c [mm], de carbonatatiecoëfficiënt k_c [mm/ $\sqrt{\text{jaar}}$], de faalkans P_f tot door carbonatatie geïnitieerde corrosie [%] en de afschatting van de resterende levensduur (waarbij $P_f=10\%$) [jaar].

Tabel 3.4. Resultaten van de carbonatatiemetingen en restlevensduurinschatting ten aanzien van door carbonatatie geïnitieerde corrosie

Locatie	a [mm]	a [mm] stdev	x_c [mm]	k_c [mm/ $\sqrt{\text{jaar}}$]	P_f [%]	RL [jaar] $P_f=10\%$
A2.2	29,4	1,6	<5	3,36	0	>50
H3.1	25,1	2,4	<5	3,23	0	>50
I2.2	33,7	2,9	<5	4,39	0	>50
		gemiddeld	<5	<1		
		stdev	4,1	0,53		

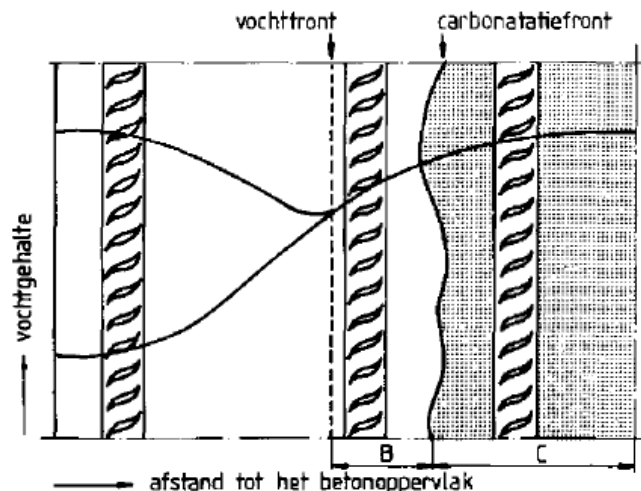
Er kan gesteld worden dat de diepte van het carbonatatiefront nagenoeg nul bedraagt op de 3 locaties, m.a.w. dit front heeft daar het niveau van de wapening nergens bereikt: de gemiddelde diepte van het carbonatatiefront x_c is momenteel op geen enkele meetlocatie groter dan of gelijk aan de plaatselijk opgemeten betondekking a (Tabel 3.4). Ten gevolge van een grotere betondekking kan er verwacht worden dat er ten aanzien van door carbonatatie geïnitieerde corrosie een meer dan voldoende restlevensduur (> 50 jaar) is.

Er kan dus algemeen gesteld worden dat bijkomende schade ten gevolge van door carbonatatie geïnitieerde corrosie niet te verwachten is.

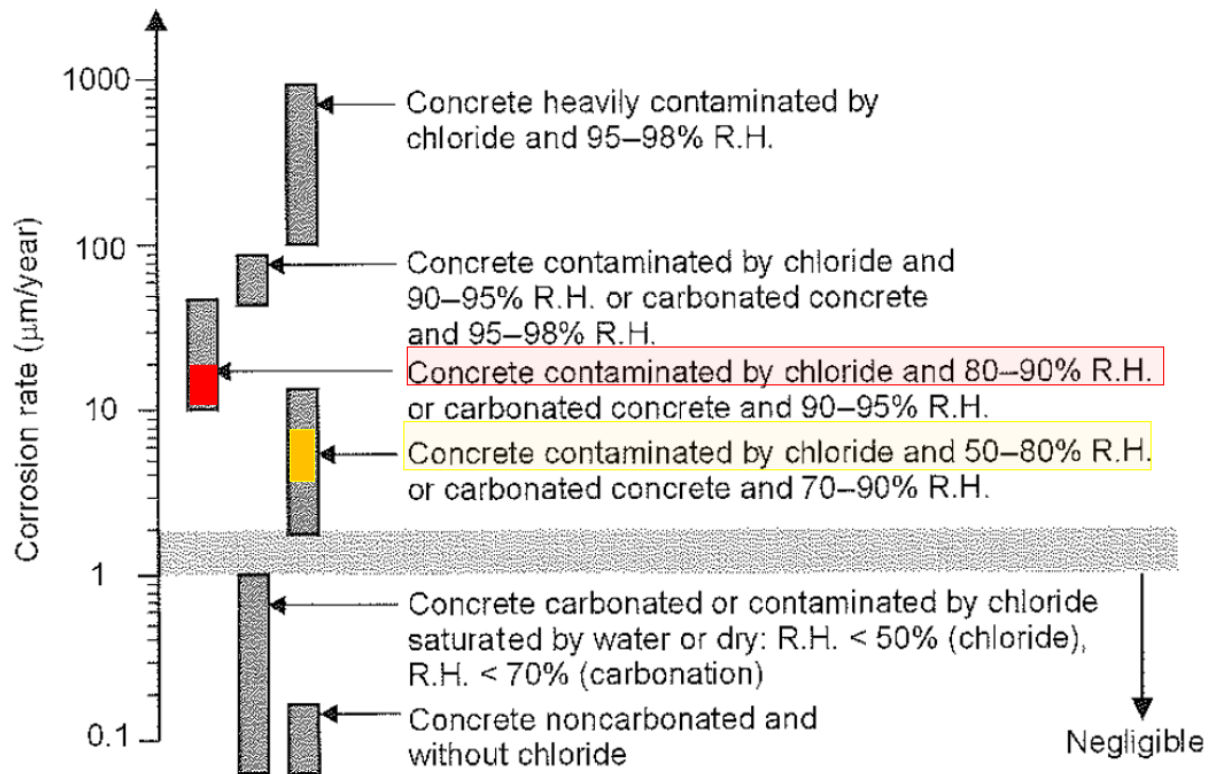
Slotbemerking: bij het beoordelen van het risico van wapeningscorrosie kunnen bijkomend drie gebieden kunnen worden onderscheiden die gelinkt zijn aan de positie van de wapening en de aanwezige betondekking. Deze drie gebieden hangen samen met de drie randvoorwaarden, waaraan moet worden voldaan om tot wapeningscorrosie te komen: (i) een pH waarbij geen passivering/bescherming van het staal meer mogelijk is (gecarbonateerd beton of lokale aanwezigheid van chloriden in voldoende hoge concentraties, boven het kritisch chloride-gehalte), (ii) voldoende vocht, (iii) voldoende zuurstof. De drie gebieden zijn (Figuur 3.6):

- Een gebied dat zich buiten het vochtwisselingsgebied bevindt en niet is gecarbonateerd of laag chloride-gehalte (gebied C): in dit gebied kan nauwelijks corrosie plaatshebben.
- Een gebied dat wel is gecarbonateerd of met hoog chloride-gehalte, maar waar geen vochtgehaltewisselingen plaatshebben (gebied B): in dit gebied is de corrosiesnelheid te verwaarlozen.
- Een gebied dat is gecarbonateerd of verontreinigd is met chloriden én waar vochtgehaltewisselingen plaatshebben (gebied A): in dit gebied zijn de ideale omstandigheden aanwezig voor corrosie. De corrosiesnelheid neemt toe naarmate de wapening dichterbij het oppervlak ligt door het hoge vochtgehalte in de natte perioden.

De bovenwapening die werd gedetecteerd in de 3 balkons bevindt zich vermoedelijk op de grens of net buiten het vochtwisselingsgebied (zone B-C). Na destructieve controle blijkt dat de bovenwapening daar nog geen corrosie kenmerken vertoonde. Wel werd op 2/3 locaties het kritiek chloride-gehalte bereikt, waardoor initiatie van corrosie op die locaties momenteel mogelijk is. Er kan een gemiddelde corrosiesnelheid (1-10 $\mu\text{m}/\text{jaar}$) van de wapening in deze elementen verwacht worden (Figuur 3.7).



Figuur 3.6. Gebieden met verschillend risico voor door carbonatatie geïnitieerde wapeningscorrosie



Figuur 3.7. Invloed van carbonatatie en de relatieve vochtigheid op de corrosiesnelheid van wapening in beton

Voor bijkomende informatie of advies kan u steeds terecht bij onderstaande adviseur.

Bart Craeye, dr. ir.
BC Beton Consult

Raadgevend ingenieur, betontechnoloog, schade-expert

Zwalm, 9 juni 2021.

Bart Craeye besteedt veel zorg aan het betononderzoek en bijhorend rapport en streeft ernaar dat de daarin vermelde informatie en data zo accuraat en actueel mogelijk is. Desondanks kan Bart Craeye niet aansprakelijk worden gesteld voor rechtstreekse of onrechtstreekse schade die ontstaat uit het advies en het gebruik van de resultaten en analyses vermeld in het bijgeleverde rapport.