



SANACON

FOR HEALTHY CONCRETE STRUCTURES

VERSLAG BETONONDERZOEK
RESIDENTIE ST. JAMES WESTENDE



DATUM VERSLAG

9/03/2021

PROJECT

SC20097

LOCATIE

VME Residentie St. James
Koning Ridderdijk 32
8434 Westende

VOOR REKENING VAN

VME Residentie St. James, p/a ERA La Plage
Distellaan 34
8434 Westende

OP AANVRAAG VAN

Dhr. Paul Hermans (Vyvey & Partners)

OPGESTELD DOOR

SANACON bv

UGent Spin-off
LABORATORIUM MAGNEL
voor BETONONDERZOEK

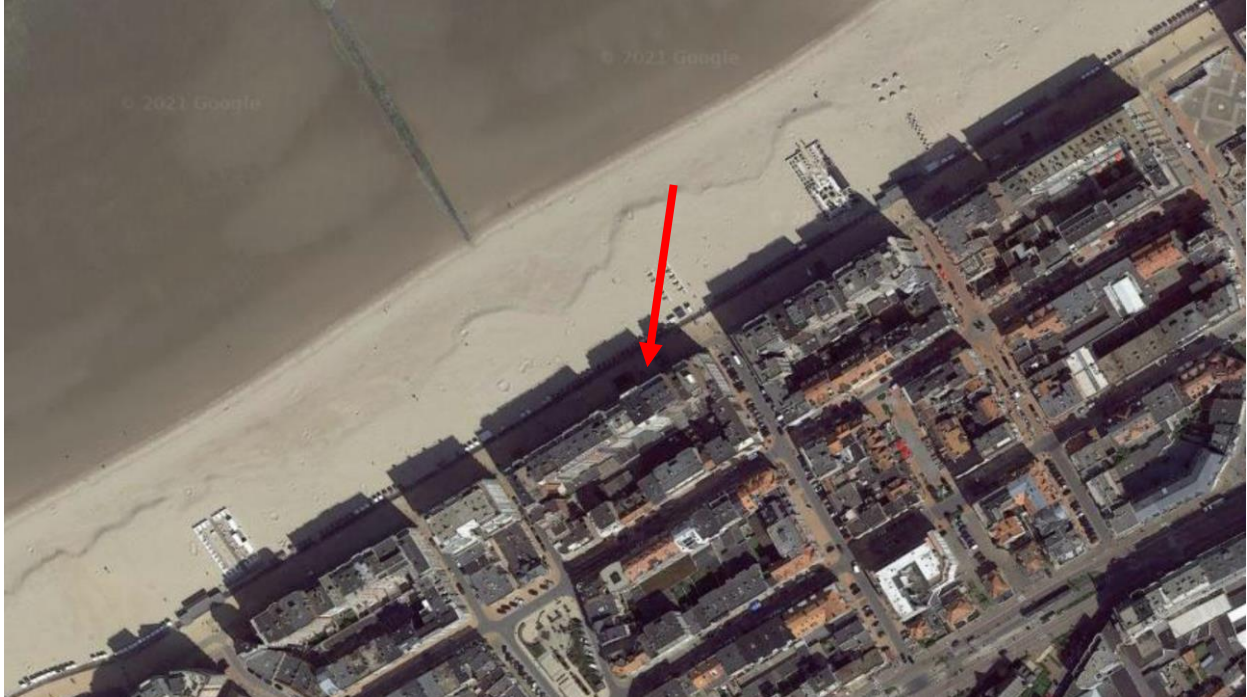


INHOUDSTAFEL

Inhoudstafel	2
1. Inleiding	3
2. Onderzoekslocaties	4
3. Schadebeeld.....	7
4. Kernbeschrijving	10
5. Betondekking	14
5.1. Methode	14
5.2. Resultaten.....	14
6. Carbonatatie diepte	15
6.1. Methode	15
6.2. Resultaten.....	15
7. Chloridgehalte.....	17
7.1. Methode	17
7.2. Resultaten.....	17
8. Besluit	19
8.1. Schadebeeld.....	19
8.2. Risico op wapeningscorrosie	19
9. Hersteladvies	21

1. INLEIDING

Op dinsdag 16/02/2021 is door Sanacon een betononderzoek uitgevoerd ter hoogte van de voor-en achtergevel van residentie St.-James te Westende (Koning Ridderdijk 32, zie Figuur 1). Op basis van het onderzoek (op vraag van dhr. Paul Hermans (Vyvey & Partners)) wordt de omvang en ernst van de eventuele schade in kaart gebracht.



Figuur 1 - Situering Residentie Sint-James te Westende (Bron: google maps d.d. 09/03/2021)

Op locatie zijn de volgende onderzoeken en metingen uitgevoerd:

- ⊗ Visuele inspectie;
- ⊗ Bepaling betondekking;
- ⊗ Ontnemen van kernen;
- ⊗ Ontnemen van boorstof;
- ⊗ Bepaling carbonatatiediepte op boorstof.

De ontnomen kernen en boorstofmonsters zijn gebruikt voor verdere analyse in het labo ter bepaling van:

- ⊗ Carbonatatiediepte op kernen;
- ⊗ Chloridgehalte (opstellen van indringingsprofielen).

Onderhavig verslag bundelt alle onderzoeksresultaten op basis waarvan een hersteladvies wordt geformuleerd overeenstemmend met de principes uit de norm EN1504-9.

2. ONDERZOEKSLOCATIES

In totaal zijn er op 12 locaties stalen ontnomen:

- ⊗ 6 boorkernen: 2 ter hoogte van de voorgevel en 4 ter hoogte van de achtergevel
- ⊗ 6 boorstofmonsters: 4 ter hoogte van de voorgevel en 2 ter hoogte van de achtergevel

De locaties van kernboringen en boorstof staalnames voorstof zijn aangeduid op Figuur 2 tot en met Figuur 3.

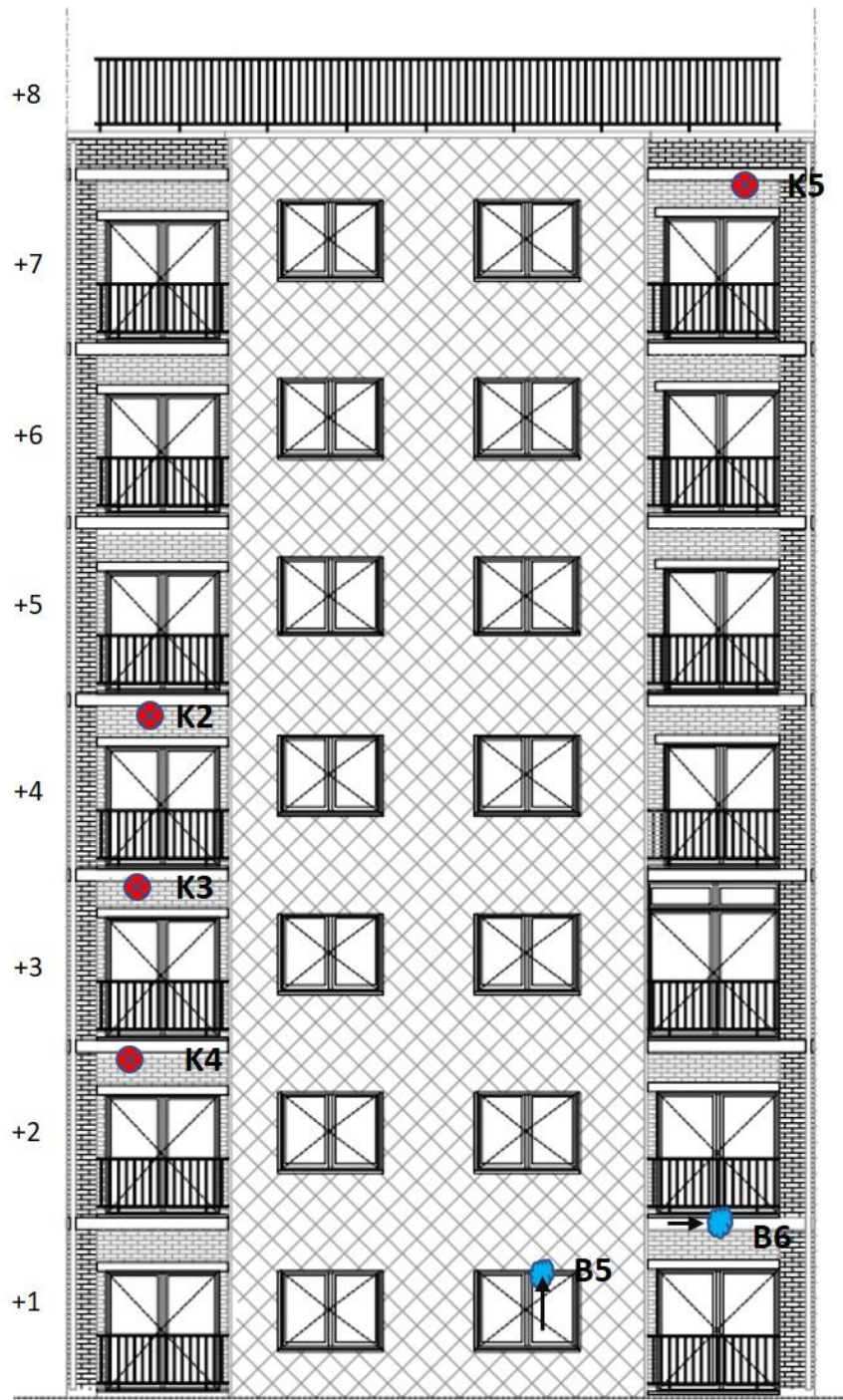
In totaal zijn op 6 verschillende niveaus onderzoeken uitgevoerd, namelijk vanop niveau 0, +1, +2, +3, +4, en +7. De onderzochte elementen betreffen hoofdzakelijk balkonplaten.

- ⊗ Verspreid over niveaus +2, +3, +4 en +7 werden in totaal 6 kernen geboord, waarvan 2 in de voorgevel en 4 in de achtergevel.
- ⊗ Verspreid over niveaus 0, +1 en +7 werden 6 boorstofmonsters ontnomen, waarvan 4 in de voorgevel en 2 in de achtergevel.

De staalnames aan de balkonplaten zijn telkens uitgevoerd aan de onderzijde van de plaat van het daarboven gelegen niveau. Aldus betreft een onderzoek aangeduid als locatie +2 een onderzoek aan de onderzijde van de balkonplaat van niveau +3.



Figuur 2 - onderzochte zones en staalnames voorgevel



Figuur 3 - Onderzochte zones en staalnames achtergevel

3. SCHADEBEELD

In de onmiddellijke omgeving van de onderzoekslocaties is telkens een visuele inspectie uitgevoerd die het toelaat om een algemene indruk te krijgen van het schadebeeld en de eventueel waargenomen gebreken in het beton.

Het schadebeeld wordt gekenmerkt door:

- ⊗ Scheurvorming;
- ⊗ Afgedrukt beton;
- ⊗ Roestvlekken;
- ⊗ Verwering van het oppervlak;
- ⊗ Holtes en grindnesten.

Aan de hand van de hiernavolgende fotoreportage (Figuur 4 t.e.m. Figuur 15) wordt het schadebeeld verder verduidelijkt.



Figuur 4 – Mosgroei en verwering, locatie K6a/b, niveau +7



Figuur 5 - verwering en scheurvorming, locatie B1, K1, niveau +7



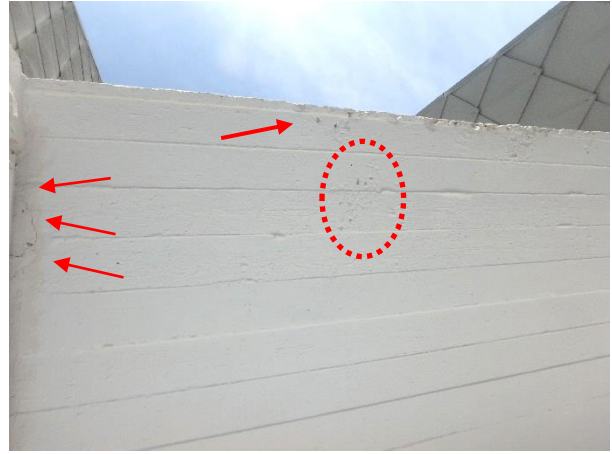
Figuur 6 - scheurvorming onderzijde linteel, locatie B2, niveau +1



Figuur 7 - locatie B4, niveau +1



Figuur 8 - afgedrukt beton en roestvorming, locatie K5, niveau +7



Figuur 9 - kleine holtes, loskomende coating, scheuren, locatie K2, niveau +4



Figuur 10 - kleine holtes, locatie K3, niveau +3



Figuur 11 - roestvlekken en grindnesten, locatie K4, niveau +2



Figuur 12 - Afgedrukt beton en roestvorming onderzijde linteel, locatie B5, niveau +1



Figuur 13 - Scheurvorming t.p.v. raamopening locatie K1, niveau +7



Figuur 14 – Grindnesten, achtergevel



Figuur 15 - afgedrukt beton en vertering, achtergevel, niveau +5 en +6

4. KERNBESCHRIJVING

Op basis van een macroscopische inspectie van de geboorde kernen (allen diam. 50 mm) kunnen volgende relevante opmerkingen geformuleerd worden.

De kernen, zowel uit voor-als achtergevel, tonen aan dat er vermoedelijk overal hetzelfde beton werd gebruikt:

- ⊗ Lichtgrijze cementmatrix;
- ⊗ Granulaten bestaan hoofdzakelijk uit rolgrind.

In Tabel 1 worden de specifieke kenmerken per kern afzonderlijk beschreven.

Alle geboorde kernen zijn weergegeven in Figuur 16 t.e.m Figuur 31. Het dagvlak (onderzijde van de betonplaat) van de kern is altijd naar links georiënteerd.

Tabel 1 – Omschrijving van de kernen diam. 50 mm

Kern	Niveau / gevel	Lengte [mm]	Specifieke kenmerken
1	+7 voorgevel	106	3 betonlagen waarneembaar: geel-grijze laag, grijze laag en lichtgrijze laag Kern uit twee delen: eerste deel 25mm, tweede deel 81mm Witte-gele coating thv het dagvlak Kleine poriën en holtes verspreid over de kern
2	+4 achtergevel	76	Witte coating t.h.v. het dagvlak Afdruk van wapening aan onderzijde van de kern, vermoedelijk wapeningsdiam. ±10mm
3	+3 achtergevel	90	Witte coating t.h.v. dagvlak
4	+2 achtergevel	83	Witte coating t.h.v. dagvlak Beperkte scheurvorming in granulaten Zichtbare wapening op 22mm vanaf dagvlak zonder roestverkleuring
5	+7 achtergevel	92	Onregelmatig dagvlak, voorzien van witte coating 1 grotere holte met diam. 10mm, 60mm onder dagvlak
6a	+7 voorgevel	52	3 betonlagen waarneembaar: geel-grijze laag, grijze laag en lichtgrijze laag Onderzijde van de kern vertoont grote roestvlek
6b	+7 voorgevel	40	3 betonlagen waarneembaar: geel-grijze laag, grijze laag en lichtgrijze laag Onderzijde van de kern vertoont afdruk wapening en beperkte roestvlek



Figuur 16 – boorgat kern 1



Figuur 17 - kern 1



Figuur 18 - boorgat kern 2



Figuur 19 - kern 2



Figuur 20 - boorgat kern 3



Figuur 21 - kern 3



Figuur 22 – boorgat kern 4



Figuur 23 - kern 4



Figuur 24 – boorgat kern 5



Figuur 25 - kern 5



Figuur 26 - boorgat kern6a



Figuur 27 - kern 6a



Figuur 28 - Onderkant kern 6a



Figuur 29 - kern 6b



Figuur 30 - boorgat kern 6b



Figuur 31 - Onderkant kern 6b

5. BETONDEKKING

5.1. Methode

Voor de metingen van de betondekking is gebruik gemaakt van een elektromagnetische wapeningsdetector (type HILTI PS 300)

5.2. Resultaten

De betondekking is uitgedrukt ten opzichte van het dagvlak, inclusief eventuele afwerkingslagen. De waarden zijn opgemeten in zones waar de wapening niet bloot ligt. In de kolom "locatie" wordt verwezen naar de onderzoekslocaties, aangeduid op Figuur 2 tot en met Figuur 3.

In Tabel 2 zijn de betondekkingsmetingen opgelijst per niveau en is een onderscheid gemaakt tussen verschillende types van wapening. De waarden in de tabel stellen het volgende voor: het niveau van de opmeting (de verdieping), de locatie van de opmeting, de wapeningspositie, het aantal individuele metingen (#), de minimum gemeten waarde (min.), de maximum gemeten waarde (max.), het gemiddelde (gem.) en de standaarddeviatie (st.dev.)

Tabel 2 - betondekkingsmetingen

niveau	locatie	type wapening	# staven	Min. [mm]	Max. [mm]	Gem. [mm]	Sd. [mm]
+1	voorgevel links (B4)	horizontaal	4	69	93	81	7
		verticaal	4	66	95	81	9
+1	voorgevel rechts (B2)	horizontaal	6	30	67	44	9
		verticaal	7	39	61	50	6
+1	voorgevel inkom (B3)	// gevel	9	37	78	50	9
		⊥ gevel	9	39	61	51	6
+2	achtergevel links (K4)	// gevel	8	21	53	26	6
		⊥ gevel	21	28	77	43	10
+3	achtergevel links (K3)	// gevel	12	17	55	26	11
		⊥ gevel	13	12	24	16	3
+4	achtergevel links (K2)	// gevel	9	23	50	32	8
		⊥ gevel	22	16	62	37	11
+7	voorgevel midden (K1)	horizontaal	10	22	49	35	9
		verticaal	11	23	67	42	11
+7	achtergevel rechts (K5)	// gevel	14	13	49	19	6
		⊥ gevel	27	11	53	30	9
+7	voorgevel rechts (K6a/b)	horizontaal	17	37	72	52	8
		verticaal	12	41	76	51	6

6. CARBONATATIEDIEPTE

6.1. Methode

De carbonatatie diepte is bepaald door middel van de kleurindicator fenolftaleïne. De kleur van deze indicator verandert van kleurloos naar paars waarbij het omslagpunt zich bevindt in het interval pH 8,3 tot pH 10,0. Dit betekent dat fenolftaleïne paars kleurt op niet-gecarbonateerd beton (pH ~ 12,5), terwijl gecarbonateerd beton na besprenkeling met fenolftaleïne zijn kleur nagenoeg behoudt. De diepte wordt direct na het doorzagen op de kernen bepaald in het Labo en wordt opgemeten tot op 1 mm nauwkeurig op minstens drie punten langsheen het halve manteloppervlak.

Het boorstof is op locatie besprenkeld tot een diepte waarbij een duidelijke kleuromslag merkbaar is. Deze diepte wordt opgemeten met een schuifmaat en de bekomen diepte wordt omgezet naar een meetinterval met een nauwkeurigheid van 5 mm. In situ metingen werden verricht op de locaties waar boorstof ontnomen werd.

6.2. Resultaten

De gemeten carbonatatie diepte, worden per kern samengevat in Tabel 3. Alle waarden worden gemeten ten opzichte van het dagvlak, inclusief eventuele afwerkingslagen

De met fenolftaleïne besprenkelde doorgezaagde helften van de kernen worden getoond in Figuur 32 t.e.m. Figuur 36 De onderzijde van de kernen is telkens afgebeeld aan de linkerzijde van de foto.

Tabel 3 - Carbonatatie diepte - meetlocaties kernboringen

Gevel	Niveau	Kern	Carbonatatie diepte [mm]			
			Min.	Max.	Gem.	St. dev.
Voorgevel	+7	K1	14	24	20	4
	+7	K6a	16	22	20	2
	+7	K6b	16	28	22	5
Achtergevel	+2	K4	7	12	10	2
	+3	K3	4	14	9	4
	+4	K2	12	15	14	1
	+7	K5	15	18	17	1

Carbonatatie dieptes gemeten t.h.v. de boorstoflocaties zijn samengevat in Tabel 4.

Tabel 4 - Carbonatatie diepte - meetlocaties met boorstof

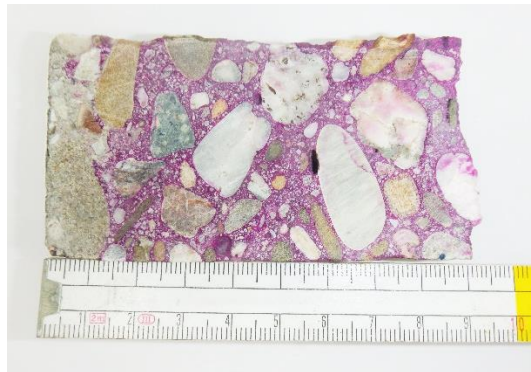
Gevel	Niveau	Locatie	Carbonatatie diepte [mm]	
			Min.	Max.
Voorgevel	+7	B1	5	10
	+1	B2	30	35
	0	B3	25	30
	0	B4	25	30
Achtergevel	+1	B5	>65	> 65
	+1	B6	10	15



Figuur 32 - carbonatatie diepte kern 1



Figuur 33 - carbonatatie diepte kern 2



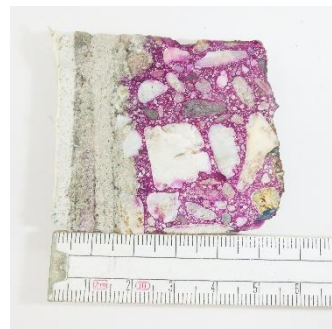
Figuur 34 - carbonatatie diepte kern 3



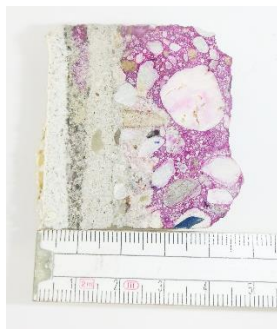
Figuur 35 - carbonatatie diepte kern 4



Figuur 36 – carbonatatie diepte kern 5



Figuur 37 - carbonatatie diepte kern 6a



Figuur 38 - carbonatatie diepte kern 6b



Figuur 39 – Weggebroken beton tot aan de wapening, besprenkeld met fenolftaleïne (locatie B5)

7. CHLORIDENGEHALTE

7.1. *Methode*

Het chloridegehalte is bepaald door middel van directpotentiometrie met ijkvloeistoffen.

7.2. *Resultaten*

De resultaten zijn per locatie samengevat in Tabel 5 en Tabel 6 voor respectievelijk de voor- en achtergevel.

In de laatste kolom worden hierbij de opgemeten chloridegehaltenes gegeven, uitgedrukt in % gerelateerd ten opzichte van de massa van het cement en afgerond tot op 2 decimalen.

De omrekening tussen het gehalte t.o.v. de cementmassa en de betonmassa gebeurt onder de aanname van een volumemassa gelijk aan 2300 kg/m³ en een cementgehalte gelijk verondersteld aan 300 kg/m³.

Legende [% ~ cementmassa]:
< 0,40 %
0,40 % ≤ Cl- < 1,00 %;
Cl- ≥ 1,00 %

Tabel 5 – Chloridgehalte opgemeten ter hoogte van de voorgevel

Locatie	Niveau	Diepte [mm]		Chloridgehalte % t.o.v. betonmassa	Chloridgehalte % t.o.v. cementmassa
B3	0	0	25	0,215	1,65
		25	42	0,095	0,73
		42	59	0,046	0,35
B4	0	0	23	0,263	2,02
		23	40	> 0,5	> 3,83
		40	60	0,487	3,74
B2	+1	0	19	0,132	1,01
		19	36	0,406	3,11
		36	61	0,420	3,22
B1	+7	0	22	0,017	0,13
		22	40	0,152	1,17
		40	59	0,302	2,32
K1	+7	0	10	0,192	1,47
		30	40	0,303	2,33
		60	70	0,153	1,18
K6a	+7	5	15	0,119	0,91
		25	35	0,473	3,63
K6b	+7	5	15	0,047	0,36
		25	35	0,219	1,68



Tabel 6 - Chloridgehalte opgemeten ter hoogte van de achtergevel

Locatie	Niveau	Diepte [mm]		Chloridgehalte % t.o.v. betonmassa	Chloridgehalte % t.o.v. cementmassa
B5	+1	0	23	0,057	0,44
		23	44	0,055	0,42
		44	61	0,024	0,18
B6	+1	0	24	0,116	0,89
		24	42	0,143	1,10
		42	62	0,102	0,79
K2	+2	0	10	0,028	0,21
		25	35	0,079	0,60
		60	70	0,019	0,15
K3	+3	0	10	0,010	0,08
		25	35	0,013	0,10
		60	70	0,015	0,11
K4	+4	0	10	0,008	0,06
		25	35	0,019	0,15
		60	70	0,016	0,13
K5	+7	0	10	0,039	0,30
		25	35	0,072	0,55
		60	70	0,013	0,10

8. BESLUIT

8.1. Schadebeeld

Het waargenomen schadebeeld wordt gekenmerkt door:

- ⊗ Scheurvorming;
- ⊗ Afgedrukt beton;
- ⊗ Roestvlekken;
- ⊗ Verwerking van het oppervlak;
- ⊗ Holtes en grindnesten.

8.2. Risico op wapeningscorrosie

Wapeningscorrosie ontstaat wanneer het beton geen natuurlijke bescherming meer biedt (hoge pH) aan het staal door depassivatie ervan. Dit kan door indringing van CO₂ (carbonatatie van het beton) en/of de indringing van chloriden. Indien het staal gedepasseerd is, dan kan bij voldoende vocht (neerslag) en zuurstof wapeningscorrosie optreden en zal visuele schade zich kunnen voordoen op termijn.

Hierna worden de onderzoeksresultaten voor wat betreft de carbonatatie en de chloriden samengevat.

CARBONATATIE

Op basis van een vergelijking tussen de gemeten carbonatatie dieptes en de betondekking aan de onderzijde van de balkonplaten kan gesteld worden dat het carbonatatiefront zich nog niet ter hoogte van de wapening bevindt.

Op locatie K5 leunt de carbonatatie diepte echter wel sterk aan bij de opgemeten betondekking, waardoor de kans op depassivatie van de wapening hier lokaal groter is dan op de andere meetlocaties aan de balkonplaten.

Op locatie B5, waarbij de carbonatatie diepte werd gemeten aan de onderzijde van het linteel, is het carbonatatiefront verder gevorderd, op een diepte van meer van 65 mm en al zeker tot aan de onderwapening (zie Figuur 39). Het risico op depassivatie is op deze locatie dus relatief hoog.

CHLORIDEN

Ter hoogte van de voorgevel werd op elke meetlocatie het kritisch chloridengehalte overschreden ter hoogte van de wapening. Dit betekent dat er een zeer hoge kans is op de ontwikkeling van wapeningscorrosie door chloriden.

Ter hoogte van de achtergevel zijn hoge gehalten aan chloriden opgemeten aan de onderzijde van het linteel op niveau +1 en ter hoogte van de opstand van het balkon +1. Ter hoogte van niveau +2 en +7 worden zijn ook verhoogde waarden waar te nemen.

Enkel de balkons op niveau +3 en +4 aan de achtergevel vertonen geen verhoogde chloridenwaarden, waardoor de kans op depassivatie van de wapening op die locaties relatief lager is.

Verder dient opgemerkt te worden dat er locaties zijn waar visueel weinig tot geen schade zichtbaar was, maar dat er na labo-analyse op boorkernen en boorstof toch een beduidend risico op depassivatie is vastgesteld. Hierbij wordt verwezen naar meetlocatie B3 en B4, ter hoogte van de voorgevel. Daar is

tevens een relatief hoge betondekking gemeten, waardoor eventuele schademechanismen minder snel tot uiting komen aan het oppervlak (scheuren, afzetting van roest etc.).

9. HERSTELADVIES

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan gesteld worden dat er een groot verschil is tussen enerzijds de risico's op schade (evolutie) aan de voorgevel en anderzijds aan de achtergevel.

ACHTERGEVEL

Hier wordt geadviseerd om maximaal in te zetten op de bescherming van het beton tegen verdere indringing van schadelijke stoffen (CO₂ en chloriden) en om in de zones met lokale depassivatie het corrosieproces af te remmen door het beton maximaal te vrijwaren van vocht (Principe 8 cf. EN 1504-9). Tevens dient in zones waar reeds schade door wapeningscorrosie is vastgesteld (zie Figuur 8, 12, 15) lokaal klassiek betonherstel toegepast te worden (cf. principe 7) en dit in combinatie met offeranodes om ring-anode effecten tegen te gaan.

VOORGEVEL

Vanuit een theoretisch oogpunt zou men alle verontreinigd beton kunnen wegnemen en betonherstel toepassen, maar dan kan het vanuit economisch standpunt interessanter worden om grote delen van de structuur integraal te gaan demonteren en vervangen. De kans op depassivatie door chloriden is immers quasi 100 % .

Anderzijds kan ook de toepassing van Kathodische Bescherming (principe 10 cf. EN 1504-9) overwogen worden, maar dan is er meer informatie nodig om de haalbaarheid van een KB-systeem te evalueren, waarbij specifiek op deze toepassing gefocust kan worden.

Opm.: Om een gegronde keuze te maken tussen de hierboven vermelde opties is een overleg nodig om duidelijk af te stemmen wat de randvoorwaarden zijn zowel technisch als budgettair, maar ook wat de lange termijn visie is van de VME met betrekking tot het gebouw.

dr. ir. Tim Soetens
Bestuurder

Nele Van Impe
Stagiaire