

---

BETON- EN GEVELONDERZOEK  
RESIDENTIE BYBLOS



KONING RIDDERDIJK 4, 8434 WESTENDE

---

Opdracht: Vooronderzoek beton- en gevelrenovatie residentie Byblos te Westende volgens onze offerte van 1/10/2018 en uw bestelling van 23/11/2019  
Opdrachtgever: VME Residentie Byblos  
Voor wie handelt: ERA Laplage (Stijn de Kievith)  
Dossiernummer: 18.1438

Projectverantwoordelijken ABG: Christophe Janssens  
Auteur rapport: Christophe Janssens

## Administratieve gegevens

Datum inspectie:	10 maart 2020
Inspectie uitgevoerd door:	Christophe Janssens
Weersomstandigheden:	Middagtemperatuur ca. 12°C, R.V. 92%
Gebruikte materieel:	Geen hulpmiddelen voor de bereikbaarheid gebruikt

## Doel van het onderzoek

- De bestaande beton- en gevelgebreken beschrijven;
- De oorzaken van de schade bepalen;
- Een globaal advies geven voor herstel en onderhoud;
- Een inschatting maken van de reparatie- en/of renovatiekosten.

## Aanpak en methodiek

De huidige toestand en diverse schade werd visueel geïnspecteerd en vastgelegd door foto's. Anderzijds werden een aantal metingen en proeven uitgevoerd die tot doel hebben de inwendige schade te begroten en bijgevolg de hoeveelheid aangetast beton.

Omschrijving	Voorzien	Uitgevoerd
Foto's	X	104
Carbonatiediepte	X	4
Betondekking	X	136
Oppervlaktehardheid	-	-
Hechtsterkte	-	-
Potentiaalmetingen	-	-
Waterabsorptie opp.	-	-
Boorkernen	-	-
Chloridgehalte	6	6

Tabel 1: Aantal voorziene en uitgevoerde proeven

## Situatieschets

Bouwjaar:	1987
Renovatie:	Isoleren dak en dakterras
Plannen:	Geen plannen te onzer beschikking

## Inhoud

DEEL I: VISUELE INSPECTIE .....	4
1. ALGEMEEN .....	4
2. OMGEVINGSOMSTANDIGHEDEN .....	4
3. SCHADEBEELD .....	5
DEEL II: BETONONDERZOEK .....	7
1. BETONDEKKING.....	7
2. CARBONATATIESCHADE .....	9
3. CHLORIDENONDERZOEK.....	11
DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN.....	14
1. CONCLUSIES .....	14
2. ADVIEZEN.....	15
3. RENOVATIE – PRIJSRAMING .....	17
BIJLAGEN .....	21
1. Bijlage B1: Foto's.....	21
2. Bijlage B2: Betondekking en carbonatatie diepte.....	21
3. Bijlage B3: Principeschetsen basisrenovatie en duurzame renovatie .....	21

# DEEL I: VISUELE INSPECTIE

## 1. ALGEMEEN

Residentie Byblos is een hoog appartementsgebouw gelegen op de Zeedijk in Westende. Het gebouw bestaat uit een gelijkvloers, 9 typeverdiepingen en een dakverdieping met telkens 2 appartementen. De gevelbreedte is ca. 10 meter. De totale hoogte van het gebouw is ongeveer 30 meter. (Foto 1)

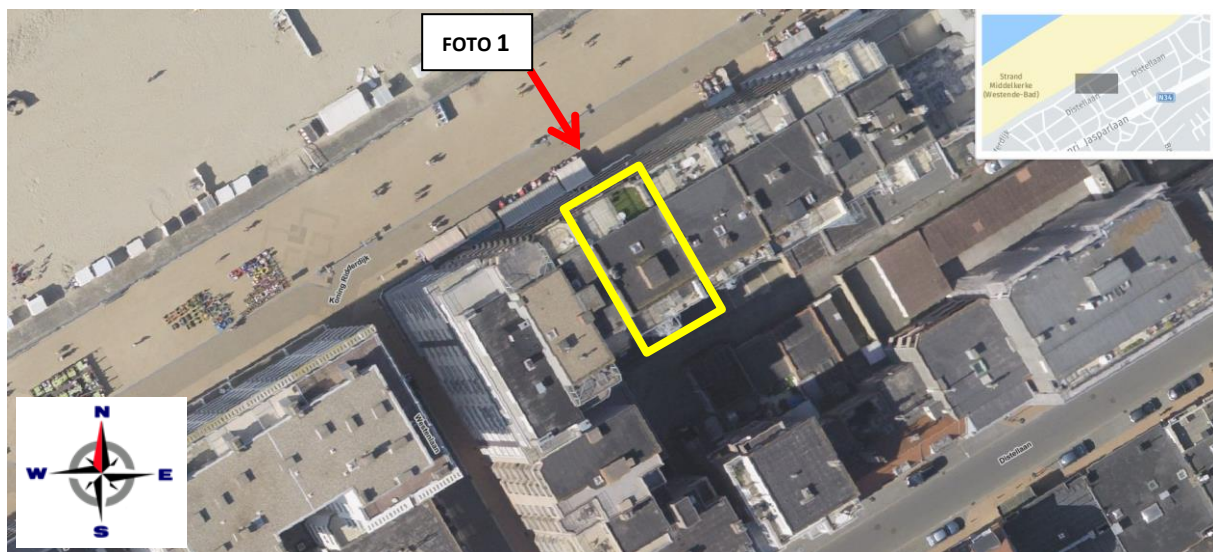
De appartementen op de verdiepingen hebben aan de voorgevel van het gebouw een smal doorlopend balkon. De balkons zijn opgebouwd uit prefab elementen in uitgewassen sierbeton, met daarop een balustrade met glasplaat. Het balkon loopt door over bijna de volledige gevelbreedte, met links en rechts nog een strook bekleed met gevelpanelen. Ieder appartement heeft een groot schuifraam met tussen deze schuiframen een kolom bekleed met gevelpanelen.

Tijdens deze inspectie werd de voorgevel van het gebouw geïnspecteerd. De betonnen elementen die onderzocht werden zijn de gevelpanelen en de balkons in uitgewassen sierbeton.

## 2. OMGEVINGSOMSTANDIGHEDEN

De te onderzoeken betonnen elementen bevinden zich in een zeeomgeving, komen in contact met zeelucht en zijn onderhevig aan vorst. De belangrijkste te verwachten aantastingsmechanismen waaraan ze worden blootgesteld zijn: corrosie geïnitieerd door carbonatatie, corrosie geïnitieerd door chloriden uit zeewater en aantasting door vorst-dooicycli.

De voorgevel van residentie Byblos bevindt zich aan de noordwestzijde van het gebouw.



### 3. SCHADEBEELD

De foto's zijn terug te vinden in **bijlage B.1 Foto's**. Deze foto's zijn een selectie ter illustratie van de waargenomen schadebeelden en mogen niet gezien worden als een inventaris van de schade.

#### 3.1 GEVELPANELEN

De voorgevel is bekleed met prefab betonnen gevelpanelen in uitgewassen sierbeton. De panelen zijn ongeveer 10 cm dik en verdiepingshoog. Tussen de panelen werd een elastische voeg aangebracht. Het belangrijkste schadebeeld dat werd vastgesteld bij de gevelpanelen zijn de zeer duidelijk waarneembare verticale scheuren in de kopse kanten van de panelen en de uitlopende roestvlekken die wijzen op wapeningscorrosie.

Schadebeeld	Omvang	Foto
Scheurvorming en uitlopende roestvlekken	Aanzienlijk	<b>2-9</b>
Verweerde elastische voegen	Aanzienlijk	<b>10-11</b>
Open boorgaten	Plaatselijk	<b>12</b>

#### 3.2 BALKONS

De uitkragende balkons zijn opgebouwd uit prefab elementen in uitgewassen sierbeton met hetzelfde uiterlijk als de gevelpanelen. De afwatering van de balkons gebeurt via afvoerputjes naar regenwaterafvoerbuizen die in de gevel tussen de twee appartementen werd ingewerkt.

Er werd geen waterdichting aangebracht aan de bovenzijde wat voor waterverzadiging van en vorstschade aan de betonnen balkonplaat kan zorgen.

De onderzijde van de balkonplaten werd afgewerkt met houten panelen op een houten regelwerk waardoor deze zijde niet visueel geïnspecteerd kon worden. Bij de zichtbare delen van de balkonplaten is er weinig visueel waarneembare schade.

Schadebeeld	Omvang	Foto
Verweerde elastische voegen	Aanzienlijk	<b>13-14</b>
Erosie betonoppervlak	Regelmatig	<b>15-16</b>
Scheurvorming	Incidenteel	<b>17</b>

#### 3.3 SCHRIJNWERK

Bij de meeste appartementen is nog het originele houten schrijnwerk uit 1987 aanwezig. Dit schrijnwerk met dubbele beglazing (Polyglas) heeft een vermoedelijke warmtedoorlatingscoëfficiënt van ongeveer 2,8 W/m<sup>2</sup>K. (Ter info: hedendaags schrijnwerk met hoogrendementsbeglazing heeft een warmtedoorlatingscoëfficiënt van ongeveer 1,1 W/m<sup>2</sup>K.).

Het schrijnwerk werd koud geplaatst op een betonnen opstand van de balkons. Hierdoor ontstaat een koudebrug die ook in een renovatieproject moeilijk is weg te werken.

Zowel het houten schrijnwerk als de elastische voegen rond het schrijnwerk bevinden zich in relatief goede staat.

Schadebeeld	Omvang	Foto
Corrosie aluminium onderdelen	Incidenteel	<b>18</b>

#### 3.4 BALUSTRADES EN TUSSENSCHOTTEN

De balustrades bestaan uit glaspanelen gemonteerd in een aluminium kader en een aluminium handgreep. De balustrades staan gemonteerd aan de bovenzijde van een opstand van de balkonplaten. De handregel is bijkomend gemonteerd aan de gevelpanelen.

De balustrades zijn ongeveer 100 cm hoog, hiermee voldoen ze niet meer aan de eisen van de huidige geldende norm NBN B 03-004 (o.a. minimum beschermingshoogte van 110 cm en 120 cm vanaf een valhoogte van 12 m).

Tussen beide appartementen bevinden zich smalle tussenschotten bestaand uit draadglas in een aluminium kader.

Schadebeeld	Omvang	Foto
Roestende bevestigingen	Regelmatig	<b>19-20</b>
Verweerde PVB-folie	Regelmatig	<b>21</b>
Onvoldoende hoogte balustrades	Algemeen	<b>22-23</b>
Verweerde en / of beschadigde tussenschotten	Regelmatig	<b>24-25</b>

### 3.5 DAK en DAKTERRASSEN

Het hoofddak en de dakterrassen werden niet ten gronde onderzocht tijdens de gevelinspectie. We wijzen er wel op dat ook op de dakterrassen de balustrades niet voldoen aan de eisen van de huidige geldende norm NBN B 03-004 (**Foto 23**).

# DEEL II: BETONONDERZOEK

## 1. BETONDEKKING

### 1.1 BELANG BETONDEKKING VOOR DUURZAAMHEID

Eén van de belangrijkste parameters voor de duurzaamheid van gewapend beton is de betondekking van de wapening. De betondekking beschermt de wapening tegen invloeden van buitenaf, bij een ontoereikende betondekking zal de wapening sneller beginnen roesten en betonschade veroorzaken. De eisen in verband met de betondekking van gewapend beton hangen dan ook af van de omgevingsomstandigheden en de verwachte levensduur.

Voor het al dan niet optreden van schade ten gevolge van carbonatatie speelt de betondekking op de wapening een grote rol. Hoe dieper de wapening zich onder het oppervlak bevindt, des te langer het zal duren vooraleer het carbonatatiefront de wapening bereikt en de wapening begint te roesten. Hetzelfde geldt voor schade ten gevolge van ingedrongen chloriden.

Wanneer de wapening (inwendig) begint te roesten verloopt er nog een zekere tijd vooraleer dat het roest voldoende druk heeft opgebouwd om de bovenliggende betonlaag af te duwen. Deze vertragingperiode is eveneens afhankelijk van de dikte van de betondekking.

### 1.2 MEETPROCEDURE EN METHODIEK

De betondekkingsmetingen worden uitgevoerd met een elektromagnetische wapeningsdetector van het type 'Hilti Ferroskan PS200'. Volgens de fabrikant heeft het toestel een nauwkeurigheid van  $\pm 2-4$  mm in het meetbereik tot 60 mm, en van  $\pm 3-5$  mm in het meetbereik tussen 60 en 120 mm. De bepaling van staafdiameter is mogelijk tot 60mm, met een afwijking van  $\pm 1$  normdiameter. Uit ervaring en ook uit testen ter plaatse blijken deze maximale afwijkingen met de praktijk overeen te komen.

### 1.3 RESULTATEN

De meetresultaten zelf zijn weergegeven in **bijlage B.2**. Een samenvatting van de resultaten wordt hier nader besproken.

#### 1.3.1 **BETONDEKKING**

De vereiste minimum betondekking volgens de Nationale Bijlage van de NBN EN 1992-1-1 hangt af van de milieu- en omgevingsklassen. Op basis van onze ervaring en uitgaande van de vroegere Belgische Norm NBN B 15-002 kan er algemeen gesteld worden dat er een betondekking van minstens 25 mm vereist is. We berekenen dan ook het percentage wapening dat niet aan dit criterium voldoet. Afhankelijk van de variatiecoëfficiënt wordt hierbij uitgegaan van een normale verdeling of een lognormale verdeling.

We berekenen tevens het percentage wapening dat minder dan 10 mm onder het betonoppervlak ligt.

De resultaten worden weergegeven in **tabel 2**.

We merken hierbij op dat volgens de normen en afhankelijk van de omgevingsomstandigheden een hogere minimale betondekking vereist kan zijn.

Bij de balkonplaten bedoelen we met de dwarswapening, de wapening loodrecht op de gevel en met de langswapening, de wapening die evenwijdig loopt met de gevel.

OMSCHRIJVING		aantal	gem.	st.afw.	< 25 mm	< 10 mm
Gevelpaneel	- Verticale wapening	50	41,2	6,1	0%	0%
Gevelpaneel	- Horizontale wapening	53	40,2	6,3	1%	0%
Bovenzijde balkon	- Dwarswapening	31	45,7	5,3	0%	0%
Bovenzijde balkon	- Langswapening	2	61,0	1,4	0%	0%

Tabel 1: Overzicht van de betondekking

### Bespreking van de resultaten:

Met gemiddelde betondekkingen van 40 mm en meer, bekomen we bij alle gemeten elementen relatief hoge betondekkingen. De hoeveelheid wapening met een betondekking van minder dan 25 mm blijft dan ook minimaal.



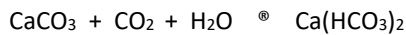
## 2. CARBONATATIESCHADE

### 2.1 ALGEMENE SITUERING VAN DE PROBLEMATIEK

Tijdens de hydratatie worden alkaliën ( $\text{Ca(OH)}_2$ , KOH en NaOH) gevormd. Door deze alkaliën heeft nieuw beton een basisch karakter. Door luchtverontreinigingen zullen de alkalische bestanddelen reageren, waardoor de alkaliteit vermindert en het beton aldus verzuurt. Een veel voorkomend geval van die zogenaamde verzuring is de inwerking van koolzuur op de opgeloste vrije kalk in het poriënwater van het beton.



Het gevormde  $\text{CaCO}_3$  reageert in een later stadium nog verder tot het goed oplosbaar  $\text{Ca(HCO}_3)_2$ .



Bij het uitdrogen zet dit product zich af op het betonoppervlak, wat aanleiding kan geven tot een witte uitslag die echter meestal afgewassen wordt door de regen.

Dit proces noemt men carbonatatie. Hierbij daalt de pH van het beton van 12 à 13 naar een waarde van 8 à 9. Door die verzuring van het beton zal, bij gewapend beton, de beschermende passiveringslaag op het staal doorbroken worden en zal het staal corroderen in aanwezigheid van een elektrolyt (water). Dit roesten gaat gepaard met een volumevermeerdering, zodat het beton aan trekspanningen wordt onderworpen, en zodoende scheurt.

De carbonatatediepte is die diepte tot waar het koolzuur is doorgedrongen in het beton. Dit doordringen is afhankelijk van de expositie en kwaliteit van het beton.

Hierbij spelen de volgende betoneigenschappen een grote rol:

- De water/cementfactor, met invloed op porositeit, sterkte, vochtgehalte, ...
- Uitvoeringsomstandigheden: weersomstandigheden, nabehandeling, ...
- De gebruikte cementsoort. Portlandcement bevat een 1,25 à 1,40 maal grotere buffercapaciteit aan alkaliën dan hoogovencement. Bij hoogovencement zal men dus een vluigere carbonatatie verkrijgen dan bij Portlandcement. Echter, hoogovencement geeft op een langere termijn een grotere dichtheid aan het beton.

Verder spelen de expositieomstandigheden een rol.

Bevindt het beton zich in een binnenklimaat, dan zal er snelle carbonatatie optreden. Maar omdat er hier weinig water in het beton aanwezig is, zal dan ook maar weinig kans bestaan op corrosie van het wapeningsstaal.

In een buitenklimaat zal de carbonatatediepte sterk afhangen van de berekening en de verdamping van de wand. Bij berekening zal het ingedrongen water de lucht verdringen, die de carbonatatie veroorzaakte. Om die reden zal de carbonatatediepte op lange termijn samenvallen met het droogfront.

In een constant klimaat wordt de carbonatatediepte  $x$  in functie van de tijd gegeven door de formule  $x = a \cdot \sqrt{t}$  (wet van Fick), waarbij  $a$  een constante is die rekening houdt met de hoeveelheid en samenstelling van het cement per  $\text{m}^3$ , de samenstelling, verdichting en nabehandeling van het beton en met de klimatologische omstandigheden.

Voor het al dan niet optreden van schade ten gevolge van carbonatatie speelt de betondekking op de wapening een grote rol. Hoe dieper de wapening zich onder het oppervlak bevindt, des te langer het zal duren vooraleer het carbonatatiefront de wapening bereikt en de wapening begint te roesten.

Wanneer de wapening (inwendig) begint te roesten verloopt er nog een zekere tijd vooraleer dat het roest voldoende druk heeft opgebouwd om de bovenliggende betonlaag af te duwen. Deze vertragingperiode is eveneens afhankelijk van de dikte van de betondekking.

## 2.2 MEETPROCEDURE EN METHODIEK

De carbonatatie diepte wordt bepaald door verstuuving van een pH indicatorvloeistof fenolftaleïne op een vers breukvlak of boorstof. Gecarbonateerd beton blijft kleurloos, niet gecarbonateerd beton verkleurt paars-rood.

## 2.3 RESULTATEN

De meetresultaten zelf zijn weergegeven in **bijlage B.2**. Een samenvatting van de resultaten wordt hier nader besproken.

### 2.3.1 CARBONATATIEDIEPTE

De carbonatatie diepte werd op een viertal locaties gemeten, telkens stelden we vast de carbonatatie quasi nihil was (zie foto hieronder). Dit is bijzonder laag voor beton van deze ouderdom, maar niet uitzonderlijk voor prefab-elementen, waarbij door de gecontroleerde productie omstandigheden een ideale verwerking en verdichting van het beton kan worden bekomen.



### 2.3.2 TOEPASSING MATHEMATISCH MODEL

We bepalen de hoeveelheid wapening die in het gecarbonateerd beton ligt. In aanwezigheid van zuurstof en vocht zal deze wapening inwendig beginnen te roesten en op termijn schade veroorzaken. De hoeveelheid staal die gevoelig is voor corrosie ten gevolge van carbonatatie wordt in principe benaderd met behulp van een wiskundig statistisch computermodel. Gezien de carbonatatie diepte in dit geval quasi nihil is, kunnen we besluiten dat er geen wapening in gecarbonateerd beton ligt.

- Door de zeer lage carbonatatie diepte is het risico op betonschade door carbonatatie nihil.
- Bij gelijk blijvende omstandigheden is ook in de toekomst het risico op betonschade door carbonatatie miniem.
- Deze prognose is in de veronderstelling dat geen andere schadeoorzaken zoals een te hoog chloridengehalte, vochtinfiltraties, ... – zie §2 Chloridenonderzoek – meespelen.

### 3. CHLORIDENONDERZOEK

#### 3.1 PROBLEMATIEK VAN CHLORIDENAANTASTING

Zouten (chloriden) zijn zeer nadelig voor gewapend beton wanneer zij in te hoge concentratie voorkomen. Vanaf 0,4 % gewichtsprocent op de cementmassa kunnen zich problemen voordoen. De kans op corrosie is onder meer ook afhankelijk van de porositeit van het beton, de diepteligging van de wapening en – daarmee verbonden - de vochtigheid in de omgeving van de wapening. Vanaf meer dan 1 % is het echter vrijwel zeker dat er zich problemen zullen voordoen.

Te hoge chloridenconcentraties veroorzaken snelle en hevige corrosie van de wapening, zelfs in niet gecarbonateerd (b.v. nieuw) beton.

De wapeningsstaven en/of verankeringen van de gevelpanelen worden meestal slechts plaatselijk, maar heel hevig aangetast. Door het zout worden putjes in het staal ingevreten en uitgespoeld, wat aan het betonoppervlak **bruine roestvlekken** kan veroorzaken. Men spreekt ook van **putcorrosie**.

Deze aantastingsvorm is gevaarlijk omdat de wapening lokaal snel zijn kracht verliest. Wanneer het om belangrijke hoofdwapening of verankeringen gaat, dan komt de stabiliteit van het onderdeel snel in het gedrang.

Chloriden kunnen op verschillende wijzen in het beton terechtkomen. Ze kunnen ingemengd zijn in het beton bij de oprichting (zeezand of chloridenhoudende bindingsversnellers, hetgeen ook soms bij prefab beton voorkomt). Ze kunnen ook van buiten af indringen door dooizouten, door rechtstreekse of onrechtstreekse inwerking van zeewater in de kuststrook of door chloriden in de omgeving.

In alle geval wordt chloridenschade in de hand gewerkt door water. Op vochtige plaatsen zal de schade sneller optreden (vb. nabij waterinfiltraties). In droog beton wordt de aantastende werking van de chloriden sterk afgeremd.

Wanneer het vermoeden van chloridenverontreiniging bestaat, is het noodzakelijk de concentratie van de chloride ionen te bepalen. Dit kan door laboproeven op betonmonsters.

Van de concentratie hangt het welslagen van eventuele reparaties en de doeltreffendheid van een oppervlaktebescherming af. Bij lagere concentraties (tot 1%) kan het aanbrengen van een oppervlaktebescherming (hydrofobering of coating) het roestproces in aanzienlijke mate afremmen. Dit kan echter nooit een volledige garantie bieden. Bij te hoge zoutconcentraties dient alle aangetast beton te worden verwijderd en vervangen. In sommige gevallen is een volledige vervanging van het betonelement nodig (bv. uitkragende balkons). Een alternatieve oplossing in het geval van hoge chloridenconcentraties is het toepassen van kathodische bescherming. Het principe van deze techniek bestaat erin de potentiaal van de wapening te verlagen, waardoor de corrosie vertraagt of wordt stopgezet. Deze potentiaalverlaging wordt bekomen door kunstmatig elektronen toe te voeren aan het wapeningsstaal. Er bestaan twee soorten kathodische bescherming: opofferingsanodes en een systeem met opgedrukte stroom.

Bij opofferingsanodes wordt een verbinding gemaakt tussen de wapening en een minder edel metaal, waardoor het minder edele metaal corrodeert in plaats van het wapeningsstaal. Het minder edele metaal offert zich dus als het ware op.

Bij een systeem met opgedrukte stroom wordt de wapening verbonden met de negatieve pool van de spanningsbron waardoor elektronen worden toegevoerd aan het wapeningsstaal. De anode bestaat uit een inert materiaal dat verbonden is met de positieve pool van de spanningsbron. Een systeem met opgedrukte stroom is een permanent systeem, dat periodieke controle vereist.

Andere technieken, zoals het verwijderen van de chloriden door elektro-osmose of binden van de chloridenionen zijn zeer duur en beperkt toepasbaar in bepaalde specifieke gevallen. Bij aangetaste wapening is tevens onderzoek nodig naar de stabiliteit van de betonconstructie.

## 3.2 MEETPROCEDURE & CRITERIUM

### 3.2.1 MEETPROCEDURE

De stalen worden ontnomen door droogboren met boordiameter 16, waarbij het boorstof wordt opgevangen. Er wordt geboord, zodat we een monster van 10 à 15 gram boorstof per staal bekomen. Het oppervlaktelaagje (enkele mm) wordt niet meegenomen.

In het labo worden de monsters nauwkeurig gewogen en onderzocht naar hun chloridengehalte volgens de fotometrie-analyse. Deze analyse wordt uitgevoerd op 2 gram betonstof.

Het meetresultaat geeft het % chloride ionen t.o.v. de totale massa. Voor omrekening naar % chloriden op cementmassa hanteren we volgende gegevens:

- Beton: 2350 kg/m<sup>3</sup>
- Cementgehalte: 350 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.2.2 BEOORDELINGSCRITERIUM

De aantasting van staal in gewapend beton ten gevolge van te hoge chloridenconcentraties is in wetenschappelijke middens reeds sinds lange tijd bekend. Nochtans is over dit fenomeen en de behandeling ervan het laatste woord nog niet gezegd. De inzichten hierover worden nog meer en meer verfijnd.

De trend hierbij is dat de invloed van chloriden meer en meer belangrijk wordt geacht. Het hoofdcriterium hierbij is het percentage chloridenionen ten opzichte van de cementmassahoeveelheid. Op heden wordt er vrij algemeen aangenomen dat vanaf een percentage van **0,3 à 0,4 %** ten opzichte van het cementgehalte roestvorming van de wapening ten gevolge van chloride **kan** ontstaan.

Dit chloridenpercentage is echter niet de enige invloedsfactor. Verder spelen de porositeit van het beton (kwaliteit van het beton), de diepteligging van de wapening onder het oppervlak (betondekking), en het vochtgehalte van het beton rond de wapening (vochtbelasting) in aanzienlijke mate een rol.

Daarbij komt nog dat studies uitwijzen dat het chloridengehalte onder invloed van carbonatatie achter dit carbonatatiefront wordt verhoogd zodanig dat carbonatatie van het beton medeoorzaak kan zijn van hogere chloridenpercentages rond de wapening.

Nochtans wordt vrij algemeen aangenomen dat boven een zeker percentage chloride de wapening in gewapend beton, blootgesteld aan een buitenomgeving, hoe dan ook gaat roesten. Dit percentage kunnen we stellen op ongeveer 1 % van de massahoeveelheid cement.










De Europese norm EN 206-1:2001 met de aanvullende Belgische norm NBN B15-001:2004 voorziet verschillende chloridenklassen afhankelijk van het beoogd gebruik. Bij iedere klasse hoort een maximum chloridengehalte t.o.v. van de massa van het cement. Voor gewapend beton is de grenswaarde: 0,4%, voor voorgespannen beton is dit 0,2%. Het chloridengehalte van ongewapend beton mag oplopen tot 1%. Bovendien geldt het verbod op gebruik van chloorhoudende hulpstoffen (bv. calciumchloride) nu ook voor gewapend en voorgespannen beton.

Dit alles overwegend stellen wij voor gewapend beton als absoluut veilige **drempelwaarde** een gehalte van **0,4 %** op de cementmassa voorop. Voor concentraties tussen 0,4 en 1% is waakzaamheid geboden.

### 3.3 MEETRESULTATEN

Bij diverse onderdelen werden monsters<sup>1</sup> genomen, verdeeld over het ganse oppervlak, die onderzocht werden op het chloridgehalte. Dit gehalte aan zout wordt omgerekend naar de massa cement zodat dit aan referentiewaarden kan worden getoetst.

De resultaten zijn hierna in een tabel gegeven.

NR	OMSCHRIJVING	DIEPTE (CM)	% Cl	CORROSIEKANS
1	Inkom gelijkvloers	0 - 2	0,27	
2	Inkom gelijkvloers	2 - 4	0,20	
3	Gevelpaneel 2°V - schade	0 - 2	> 2,01	
4	Gevelpaneel 2°V - schade	2 - 4	> 2,01	
5	Balkon 5°V	0 - 2	1,34	
6	Balkon 5°V	2 - 4	1,14	
	<i>Laag corrosiegevaar door chloriden</i>			
	<i>Matig corrosiegevaar door chloriden</i>			
	<i>Hoog corrosiegevaar door chloriden</i>			

### 3.4 BESLUIT

- ◆ Bij twee van de drie gemeten locaties liggen de chloridegehalten ruim boven de veilige drempelwaarde, ook in de zone waar zich de meeste wapening bevindt (4 cm). De typische chloridenschade (uitlopende roestvlekken) werd waargenomen.
- ◆ De lage chloridegehalten die op één locatie werden vastgesteld, doen vermoeden dat de chloriden ingedrongen zijn (zee-omgeving). Het valt echter niet uit te sluiten dat deze deels ingemengd zijn in de betonsamenstelling. Vroeger was het niet ongebruikelijk om versnellers op basis van calciumchloride toe te voegen, zeker in de prefab-industrie was dit een courante praktijk. Afhankelijk van de weers- en productieomstandigheden werden al dan niet versnellers toegevoegd.
- ◆ Met percentages van meer dan 2% kunnen we spreken van een zeer ernstige aantasting. Klassieke betonherstelling alleen zal hier onvoldoende zijn en de schade niet tegenhouden.

<sup>1</sup> De boorstofmonsters worden bewaard gedurende 6 maanden na aflevering van het onderzoeksrapport. Zonder tegenbericht worden deze monsters daarna verwijderd.

# DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN

## 1. CONCLUSIES

- ◆ De belangrijkste schadebeelden en tekortkomingen vastgesteld tijdens de visuele inspectie zijn:
  - Verticale scheuren in de kopse kanten van de gevelpanelen
  - Uitlopende roestvlekken bij de gevelpanelen
  - Verweerde elastische voegen tussen de betonnen elementen
  - Ontbrekende waterdichting aan de bovenzijde van de balkonplaten
  - Onvoldoende hoogte balustrades
  
- ◆ Met gemiddelde betondekkingen van 40 mm en meer, bekomen we bij alle gemeten elementen relatief hoge betondekkingen. De hoeveelheid wapening met een betondekking van minder dan 25 mm blijft dan ook minimaal.
  
- ◆ De carbonatatie diepte bij de gemeten elementen is quasi nihil. Dit is bijzonder laag voor beton van deze ouderdom, maar niet uitzonderlijk voor prefab-elementen, waarbij door de gecontroleerde productie omstandigheden een ideale verwerking en verdichting van het beton kan worden bekomen.
  
- ◆ Door de zeer lage carbonatatie diepte is het risico op betonschade door carbonatatie nihil. Bij gelijk blijvende omstandigheden is ook in de toekomst het risico op betonschade door carbonatatie miniem.
  
- ◆ Bij twee van de drie gemeten locaties liggen de chloridegehalten ruim boven de veilige drempelwaarde, ook in de zone waar zich de meeste wapening bevindt (4 cm). De typische chloridenschade (uitlopende roestvlekken) werd waargenomen.
  
- ◆ De lage chloridegehalten die op één locatie werden vastgesteld, doen vermoeden dat de chloriden ingedrongen zijn (zee-omgeving). Het valt echter niet uit te sluiten dat deze deels ingemengd zijn in de betonsamenstelling. Vroeger was het niet ongebruikelijk om versnellers op basis van calciumchloride toe te voegen, zeker in de prefab-industrie was dit een courante praktijk. Afhankelijk van de weers- en productieomstandigheden werden al dan niet versnellers toegevoegd.
  
- ◆ Met percentages van meer dan 2% kunnen we spreken van een zeer ernstige aantasting. Klassieke betonherstelling alleen zal hier onvoldoende zijn en de schade niet tegenhouden.

BETONRAPPORT*	Betondekking	Betondekking & carbonatatie	Chloriden	Opmerkingen
Gevelpanelen				Vergaande scheurvorming en uitlopende roestvlekken
Balkonplaten				

(\*) *Opmerking: met dit betonrapport proberen we een visueel overzicht te geven van de toestand van het beton in functie van de duurzaamheid. Voor een goede interpretatie van de tabel is het noodzakelijk om ook deel I en deel II van dit verslag door te nemen.*

## 2. ADVIEZEN

In de principeschetsen in bijlage B.3 werken we twee renovatie-opties uit.

De **eerste optie** is een basisrenovatie waarbij er dicht bij de bestaande toestand van het gebouw gebleven wordt. De bestaande balkons worden behouden met nieuwe balustrades die, na het aanbrengen van een waterdichting, aan de bovenkant van de balkons worden gemonteerd. Deze optie zal in de toekomst een regelmatig onderhoud vereisen.

In de **tweede optie** worden de bestaande balkonranden verwijderd waardoor een kleine uitbreiding van de balkons mogelijk wordt. De nieuwe balustrades kunnen in deze optie aan de voorzijde van de balkons gemonteerd worden. Deze optie is duurzamer en vergt op lange termijn weinig onderhoud.

Door de vergaande betonschade aan de bestaande gevelpanelen dienen deze in beide opties verwijderd te worden en vervangen door een nieuwe gevelbekleding. We adviseren om van de gelegenheid gebruik te maken en gevelisolatie aan te brengen.

### 2.1 HERSTELLEN EN BESCHERMEN BETON

Opmerkingen vooraf:

- Bij voorkeur dienen deze werken uitgevoerd te worden door een gecertificeerde aannemer, conform de procescertificatie PTV-BPC-560-01 en TRA-BPC-560-01 van BCCA.
- In ieder geval dienen de producten en systemen die worden gekozen te voldoen aan de norm EN 1504 (of een andere relevante EN), een Belgische of Europese technische goedkeuring, een Goedkeuringsleidraad of Technische Voorschriften (PTV).

In de duurzame optie (**optie 2**) worden zowel de balkonrand als de opstand onder de ramen verwijderd. Daarna kan er een nieuwe balkonneus worden aangestort met eventueel een uitbreiding van 10 à 20 cm.

In de basisrenovatie (**optie 1**) wordt de volledige balkonplaat behouden. Waar nodig wordt de betonschade hersteld volgens de werkwijze hieronder.

Deze werkwijze dient in beide opties ook te worden toegepast bij het herstellen van eventuele betonschade aan het betonnen skelet van het gebouw. Deze herstellingen kunnen pas worden uitgevoerd na het verwijderen van de gevelpanelen (zie §2.2).

Herstellen betonschade in drie stappen:

#### 1. Uithakken van de beschadigde zones

- ◆ Verwijderen, opruwen en reinigen van beton
  - Al het loszittend en gescheurd beton verwijderen
  - Verwijderen van alle verontreinigingen (verf, oliën, stof,...) die een goede hechting van de herstmortel kunnen beïnvloeden
- ◆ Voldoende ver en diep uithakken rond de aangetaste wapening:
  - Tot in niet gecarbonateerde zone
  - Alle chloride verontreinigd beton uithakken

#### 2. Ontroesten en beschermen van de wapening.

- ◆ Staven vrijmaken en behandelen tot minstens 2 cm in niet-aangetast beton
- ◆ Indien nodig staven toevoegen of vervangen
- ◆ Gezien de hoge chloridegehalten (meer dan 1% bij de balkonplaten) en gezien alle chloride verontreinigd beton verwijderen en wapening schoonmaken in de praktijk niet evident is, is kathodische bescherming (opofferingsanodes) hier sterk aangeraden.
- ◆ Anticorrosiebescherming over de gehele omtrek van de wapening

#### 3. Eigenlijke reparatie: aanbrengen herstmortel (handmatig, aangieten of spuitbeton) op een goede ondergrond en rekening houdend met de omgevingsomstandigheden

Na herstelling van de betonschade aan de balkonplaten is het noodzakelijk om aan de bovenzijde hiervan een waterdichting aan te brengen (zie §2.3).

In de basisrenovatie (**optie 1**) voorzien we om aan de voorzijde van de balkonplaten een algemene overlaging aan te brengen met een herstmortel, en deze daarna te voorzien van een elastische coating met scheuroverbruggende, carbonatieremmende en waterdampdoorlatende eigenschappen. Deze strakkere afwerking zal het gebouw een modernere 'look' geven die beter aansluit bij de nieuw aan te brengen gevelbekleding (zie §2.2).

## 2.2 GEVEL

De bestaande betonnen gevelpanelen bevinden zich in een dermate slechte toestand dat het verwijderen van deze panelen de enige duurzame oplossing vormt. Na het eventuele herstel van het betonnen skelet van het gebouw (zie §2.1) en het uitvlakken van de buitenzijde van het binnenspouwblad wordt isolatie en een nieuwe gevelbekleding aangebracht.

De materiaalkeuze kan na de beslissing over een renovatie in overleg met de VME worden bepaald. In de raming in §3 gaan we uit van een gevelbeplating van het type Dekton, aangebracht op een dragende metalen structuur. Deze afwerking kan in beide opties ook worden aangebracht aan de onderzijde van de balkonplaten.

## 2.3 BALKONS

Na herstelling van de betonschade aan de balkonplaten (zie §2.1) is het noodzakelijk om aan de bovenzijde hiervan een waterdichting aan te brengen.

In de basisrenovatie (**optie 1**) voorzien we om een PMMA-dichting aan te brengen bovenop de bestaande balkonplaten.

In de duurzame optie (**optie 2**) voorzien we om een EPDM-dichting aan te brengen bovenop de deels vernieuwde balkonplaten en deze af te werken met een vlottende keramische tegelvloer.

## 2.4 SCHRIJNWERK

In de prijsraming geven we ter info ook richtprijzen voor het vervangen van het privatieve schrijnwerk door ramen in geanodiseerd aluminium. Wij wijzen erop dat het aan de kust moeilijk is om voor schuiframen 100% waterdichtheid en luchtdichtheid te garanderen. Bij plaatsing van nieuwe schuiframen moet extra aandacht besteed worden aan de water- en luchtdichtheid.

## 2.5 BALUSTRADES EN TUSSENSCHOTTEN

Aangezien de bestaande balustrades te laag zijn om te voldoen aan de huidige geldende norm NBN B 03-004, kunnen deze na het verwijderen niet worden terug geplaatst.

In de basisrenovatie (**optie 1**) voorzien we om deze na het aanbrengen van de PMMA-dichting (zie §2.3) opnieuw aan de bovenzijde te monteren. Dit is een oplossing die een regelmatig onderhoud van de elastische voegen rond de aansluitingen met de voetplaten vereist.

In de duurzame optie (**optie 2**) kunnen de balustrades eenvoudig aan de voorzijde van de deels vernieuwde balkonplaten worden gemonteerd.

In beide opties worden de bestaande tussenschotten vervangen door verdiepingshoge exemplaren gemonteerd aan de boven- en onderzijde van de balkonplaten.

## 2.6 DAKTERRASSEN

In geen van beide opties is een uitgebreide renovatie van de dakverdieping voorzien. Aangezien de bestaande balustrades te laag zijn en deze bevestigd zijn aan de gevelpanelen, dienen deze op deze verdieping eveneens te worden vervangen.

Optioneel kan ook het bestaande gevelmetselwerk en de luifel van het hoofddak worden voorzien van een elastische coating. De betonnen terrastegels op het dakterras rechts kunnen vervangen worden door dezelfde tegels als op het dakterras links.



### 3. RENOVATIE – PRIJSRAMING

Op volgende pagina's worden enkele richtprijzen opgegeven.

Het doel van de prijsraming is om de VME een goed idee te geven van het budget waarbinnen een kwalitatieve en duurzame renovatie mogelijk is, zodat de VME op basis hiervan kan beslissen om de werken al dan niet uit te voeren. De prijsraming wordt opgemaakt op basis van een benaderende opmeting en op basis van onze ervaringen met eerdere uitgevoerde renovaties onder onze begeleiding.

Als de VME beslist de werken uit te voeren, maken wij van de gekozen optie een lastenboek met een gedetailleerde meetstaat en worden prijzen opgevraagd bij aannemers. Hiervan worden dan vergelijkende tabellen gemaakt met de eenheidsprijzen van de verschillende aannemers. Op basis van de vergelijkende prijstabellen wordt de aannemer gekozen door de VME.

In de huidige fase is het dus enkel de bedoeling globale richtprijzen te hebben om te beslissen over eventuele werken. In de uitvoeringsfase kan dan samen met het technisch comité van de residentie overlegd worden over de uitvoeringsdetails, materialen, fasering, ...

**Een raming mag niet gezien worden als een offerte, maar als een budget waarbinnen de renovatie kan uitgevoerd worden.**

### 3.1 PRIJSRAMING BASISRENOVATIE – OPTIE 1

<b>0 ALGEMEEN</b>	<b>71 000 €</b>
Plaatsbeschrijving	
Werfinrichting	
Stellingen	
Trappentoren	
Bouwlift	
Afschermen en reinigen ramen	
<b>1 HERSTELLEN EN BESCHERMEN BETON</b>	<b>42 000 €</b>
Herstellen betonschade	
Plaatsen opofferingsanodes	
Stralen + uitvlakken balkonplaten	
Elastische coating balkonplaten	
<b>2 GEVEL</b>	<b>39 000 €</b>
Afbreken bestaande gevelpanelen	
Uitvlakken binnenspouwblad	
Aanbrengen spouwisolatie	
Aanbrengen gevelbeplating in Dekton (inclusief onderzijde balkons)	
<b>3 BALKONS</b>	<b>12 000 €</b>
Aanbrengen PMMA-dichting	
<b>4 SCHRIJNWERK</b>	<b>11 000 €</b>
Vernieuwen elastische voegen rond de ramen	
Tochtslabben rond de ramen	
<i>Nieuwe ramen in geanodiseerd aluminium - prijs niet in totaal verrekend</i>	<i>(133 000 €)</i>
<b>5 BALUSTRADES EN TUSSENSCHOTTEN</b>	<b>62 000 €</b>
Wegnemen en afvoeren balustrades (incl. V10)	
Aanbrengen dekstenen V10	
Plaatsing nieuwe glasbalustrades (incl. V10)	
Wegnemen en afvoeren tussenschotten (excl. V10)	
Plaatsing nieuwe tussenschotten (excl. V10)	
<b>6 DAKTERRASSEN (optioneel)</b>	<b>6 000 €</b>
Wegnemen tegelvloer (appartement rechts)	
Uitvlakken + coaten luifel	
Elastische coating metselwerk	
Aanbrengen tegelvloer (appartement rechts)	
<b>7 DIVERSE</b>	<b>16 000 €</b>
Nieuwe afvoerbuizen	
Waterdichten nis	
<b>TOTAAL</b>	<b>253 000 €</b>
<b>TOTAAL (incl. 6% B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)</b>	<b>317 000 €</b>
<b>TOTAAL - INCLUSIEF OPTIE DAKTERRAS</b>	<b>259 000 €</b>
<b>TOTAAL (incl. 6% B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)</b>	<b>324 000 €</b>

## 3.2 PRIJSRAMING DUURZAME RENOVATIE – OPTIE 2

<b>0 ALGEMEEN</b>	<b>71 000 €</b>
Plaatsbeschrijving	
Werfinrichting	
Stellingen	
Trappentoren	
Bouwlift	
Afschermen en reinigen ramen	
<b>1 HERSTELLEN EN BESCHERMEN BETON</b>	<b>78 000 €</b>
Herstellen betonschade	
Plaatsen opofferingsanodes	
Weghakken en heraangielen balkonleuningen	
Weghakken en uitvlakken opstanden onder ramen	
<b>2 GEVEL</b>	<b>62 000 €</b>
Afbreken bestaande gevelpanelen	
Uitvlakken binnenspouwblad	
Aanbrengen spouwisolatie	
Aanbrengen gevelbeplating in Dekton (inclusief onderzijde balkons)	
<b>3 BALKONS</b>	<b>22 000 €</b>
Aanbrengen hellingslaag of egalisatielaag bovenzijde balkonplaten	
Aanbrengen EPDM-dichting	
Aanbrengen tegelvloer	
<b>4 SCHRIJNWERK</b>	<b>11 000 €</b>
Vernieuwen elastische voegen rond de ramen	
Tochtslabben rond de ramen	
<i>Nieuwe ramen in geanodiseerd aluminium - prijs niet in totaal verrekend</i>	<i>(133 000 €)</i>
<b>5 BALUSTRADES EN TUSSENSCHOTTEN</b>	<b>69 000 €</b>
Wegnemen en afvoeren balustrades (incl. V10)	
Aanbrengen dekstenen V10	
Plaatsing nieuwe glasbalustrades met zichtplaat	
Wegnemen en afvoeren tussenschotten (excl. V10)	
Plaatsing nieuwe tussenschotten	
<b>6 DAKTERRASSEN (optioneel)</b>	<b>6 000 €</b>
Wegnemen tegelvloer (appartement rechts)	
Uitvlakken + coaten luifel	
Elastische coating metselwerk	
Aanbrengen tegelvloer (appartement rechts)	
<b>7 DIVERSE</b>	<b>16 000 €</b>
Nieuwe afvoerbuizen	
Waterdichten nis	
<b>TOTAAL</b>	<b>329 000 €</b>
<b>TOTAAL (incl. 6% B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)</b>	<b>412 000 €</b>
<b>TOTAAL - INCLUSIEF OPTIE DAKTERRAS</b>	<b>335 000 €</b>
<b>TOTAAL (incl. 6% B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)</b>	<b>419 000 €</b>

In eer en geweten,

Opgemaakt te Kortrijk, 3 april 2020.

Christophe Janssens

ing. Klaas Wildemeersch, zaakvoerder

## **BIJLAGEN**

- 1. Bijlage B1: Foto's**
- 2. Bijlage B2: Betondekking en carbonatatie diepte**
- 3. Bijlage B3: Principeschetsen basisrenovatie en duurzame renovatie**