
BETON- EN GEVELONDERZOEK
RESIDENTIE ALLASIO
KONING RIDDERDIJK 26 – 8434 WESTENDE



Opdracht: Beton- en gevelonderzoek residentie Allasio te Westende (voor- en achtergevel) volgens onze offerte van 17/01/2017

Opdrachtgever: VME Res. Allasio

Voor wie handelt: La Plage

Dossiernummer: 17.1108

Projectverantwoordelijken ABG: Kristof Bultynck - Koen Gheysens

Auteur rapport: Kristof Bultynck

Administratieve gegevens

Datum inspectie: 5/09/2017

Inspectie uitgevoerd door: Kristof Bultynck - Bram Devos

Weersomstandigheden: Bewolkt

Gebruikte materieel: Hoogwerker 12 m.

Doel van het onderzoek

- De bestaande zichtbare beton- en gevelgebreken beschrijven
- 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	35
Carbonatatie diepte	X	8
Betondekking	X	339
Oppervlaktehardheid	-	-
Hechtsterkte	-	-
Potentiaalmetingen	-	-
Waterabsorptie opp.	-	3
Boorkernen	-	-
Chloridgehalte	6	6

Tabel 1: Aantal voorziene en uitgevoerde proeven

Situatieschets

Bouwjaar: 1966

Renovatie: Geen info ontvangen

Plannen: Plannen op papier ontvangen

Inhoud

A RAPPORT.....	4
DEEL I: VISUELE INSPECTIE	4
1. ALGEMEEN	4
2. OMGEVINGSOMSTANDIGHEDEN	4
3. SCHADEBEELD BETONNEN ELEMENTEN	4
4. METSELWERK.....	5
5. KUNSTSTOF BEPLATING VOORGEVEL.....	5
6. BALKONS	5
7. SCHRIJNWERK	5
8. BALUSTRADES EN TUSSENSCHOTTEN	5
9. DAKTERRASSEN.....	5
10. DAK	6
11. VOCHTPROBLEMEN BINNEN	6
DEEL II: BETONONDERZOEK	7
1. CARBONATATIE & BETONDEKKING.....	7
2. CHLORIDENONDERZOEK.....	10
3. WATERABSORPTIE	13
DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN.....	14
1. CONCLUSIES	14
2. ADVIEZEN.....	16
3. RENOVATIE – PRIJSRAMING	18
B BIJLAGEN.....	19
1. Bijlage B1: Foto's.....	19
2. Bijlage B2: Betondekking en carbonatatiediepte.....	19
3. Bijlage B3: Carbonatatieschade.....	19

A RAPPORT

DEEL I: VISUELE INSPECTIE

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.

1. ALGEMEEN

Residentie Allasio is een appartementsgebouw gelegen aan de Koning Ridderdijk te Westende. Het gebouw bestaat uit een gelijkvloerse winkelruimte, 6 verdiepingen met telkens 2 appartementen en een dakverdieping met 2 appartementen.

De voorgevel (**FOTO 1**) werd links en rechts afgewerkt met twee stroken wit geglaazuurd metselwerk. Centraal tussen de ramen werd er donkerbruin metselwerk voorzien. De zones ter hoogte van de verdiepingvloeren werden afgewerkt met beton dat later volledig bekleed werd met kunststof gevelpanelen.

Aan de achtergevel (**FOTO 2**) zien we een uitbouw van het gelijkvloers. De verdiepingen werden volledig in metselwerk afgewerkt. De appartementen beschikken hier telkens over een betonnen balkonplaat. Op de balkonplaten werd er tussen de appartementen een berging gemetseld die de appartementen van elkaar scheidt.

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.

3. SCHADEBEELD BETONNEN ELEMENTEN

De betonnen elementen in de **voorgevel** werden tijdens een eerdere renovatie volledig bekleed met kunststofplaten. Deze afwerking zorgt ervoor dat eventuele achterliggende betonschade niet waarneembaar is en de hoeveelheid schade hierdoor moeilijker in te schatten is. Ter hoogte van de verdiepingvloer tussen de eerste en de tweede verdieping werd één van deze platen verwijderd ter controle van het achterliggende beton. Hierbij konden we barsten vaststellen in het beton en in de eerder uitgevoerde herstellingen (**FOTO 3 & 4**).

Bij de betonnen balkonplaten aan de **achtergevel** kunnen we de volgende schadebeelden vaststellen:

- Barsten ter hoogte van de balkonneus die wijzen op onderliggende roestende wapening (**FOTO 5 & 6**)
- Roestvlekken die kunnen wijzen op corrosie door chloriden (**FOTO 7**)
- Vochtplekken onderaan de balkonplaten die wijzen op een gebrekkige waterdichting (**FOTO 8 & 9**)
- Schade ter hoogte van de waterafvoer (**FOTO 10**)

4. METSELWERK

Bij het metselwerk van de **voorgevel** kunnen we de volgende schadebeelden vaststellen:

- Incidentele afschilfering van het geglaazuurde metselwerk (**FOTO 11**)
- Erosie / uitbrokkeling van de voegen (**FOTO 12, 13 & 14**)

Het metselwerk van de **achtergevel** vertoont de volgende schadebeelden:

- Erosie / uitbrokkeling van de voegen (**FOTO 15 & 16**)
- Barsten in de gemetselde balkonopstanden (**FOTO 17**)

We stellen vast dat de stalen lintelen die het metselwerk opvangen ernstige corrosie vertonen (**FOTO 18, 19, 20 & 21**).

5. KUNSTSTOF BEPLATING VOORGEVEL

De bevestigingen van de kunststofplaten die het beton aan de voorgevel bekleden vertonen ernstige roestvorming (**FOTO 22, 23 & 24**).

6. BALKONS

De balkonplaten zijn van het doorlopende type waarbij de appartementen van elkaar gescheiden worden door een gemetselde berging. De balkonvloer werd afgewerkt met tegels. De waterafvoer gebeurt via ingewerkte klokputjes aan de kant van de gevel.

Gezien de vochtvlekken aan de onderzijde van de balkonplaten vermoeden we dat er geen waterdichtingslaag geplaatst werd of dat de waterdichtingslaag niet langer functioneert. Dit wateraanbod verhoogt de kans op wapeningscorrosie en vorstschade.

7. SCHRIJNWERK

Aan de **voorgevel** werd het originele schrijnwerk reeds vervangen door pvc-schrijnwerk met dubbele beglazing. Hier zien we dat de elastische rondom de ramen lichte, beginnende verwerking vertonen (**FOTO 25**). De dorpels werden uitgevoerd in blauwe hardsteen waarvan er tweetal gebarsten zijn (**FOTO 26 & 27**).

Aan de **achtergevel** vinden we nog origineel houten schrijnwerk terug dat ernstig verweerd is (**FOTO 28 & 29**).

8. BALUSTRADES EN TUSSENSCHOTTEN

Aan de **voorgevel** werden er aluminium staafjesbalustrades geplaatst. Aan de **achtergevel** zijn dit wit gelakte stalen balustrades. De balustrades zijn respectievelijk 98 cm en 90 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).

De balustrades aan de achtergevel vertonen roestvorming (**FOTO 30**).

9. DAKTERRASSEN

De dakterrassen aan de voorgevel werden betegeld. Er werd geen sondering uitgevoerd ter controle van de opbouw en de aanwezigheid van eventuele isolatie.

10. DAK

De dakdichting van het **hoofddak** bevindt zich in een relatief goede conditie. Ook hier werd er geen sondering uitgevoerd ter controle van de opbouw.

De dichting van het plat dak van de **uitbouw** aan de **achtergevel** vertoont ernstige craquelévorming en is aan vernieuwing toe (**FOTO 31, 32 & 33**).

11. VOCHTPROBLEMEN BINNEN

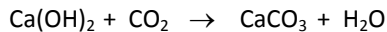
Bij één van de appartementen (app. 11) konden we aan de voorgevel sporen van vocht op de muren aantreffen (**FOTO 34 & 35**).

DEEL II: BETONONDERZOEK

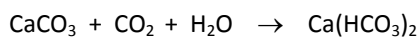
1. CARBONATATIE & BETONDEKKING

1.1 ALGEMENE SITUERING VAN DE PROBLEMATIEK

Tijdens de hydratatie worden alkaliën (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 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 vluggere 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 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 vertragsperiode 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 ± 1 normdiameter. Uit ervaring en ook uit testen ter plaatse blijken deze maximale afwijkingen met de praktijk overeen te komen.

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

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**.

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.	min.	max.	< 25 mm	< 10 mm
Onderzijde balkonplaten - Dwarswapening	142	36,3	8,7	13	58	10%	0%
Onderzijde balkonplaten - Langswapening	181	42,6	11,3	19	76	6%	0%
Beton voorgevel - Verticale wapening	7	47,4	18,9	31	80	7%	0%
Beton voorgevel - Horizontale wapening	9	35,8	4,6	27	43	1%	0%

Tabel 2: Overzicht van de betondekking

Bespreking van de resultaten:

De betondekking aan de onderzijde van de balkonplaten is relatief goed. Slechts een klein deel van de wapening bevindt zich op minder dan 25 mm van het betonoppervlak. Met minimum dekkingen van 13 en 19 mm stellen we wel vast dat er incidenteel wapening dichtbij het betonoppervlak ligt.

De betondekking van de balkonplaten werd langs de onderzijde gemeten. Rekening houdende met de huidige vloeropbouw kon deze niet langs de bovenzijde worden opgemeten. Er werd ook een radarscan uitgevoerd waaruit we vermoeden dat er één enkel wapeningsnet geplaatst werd dat zich ongeveer in het midden van de plaat bevindt of dat er twee netten geplaatst werden die op elkaar liggen.

De betondekking van het beton aan de voorgevel dat zich achter de kunststof beplating bevindt is relatief goed. Er is weinig tot geen wapening op minder dan 25 mm van het betonoppervlak terug te vinden. Wel merken we op dat dit slechts een heel beperkte steekproef betreft aangezien er enkel op één locatie beplating werd weggenomen ter controle van het beton. Deze resultaten dienen dus met enig voorbehoud geïnterpreteerd te worden.

1.3.2 CARBONATATIEDIEPTE

De gemiddeld gemeten carbonatatie diepte bedraagt ongeveer 16 mm voor de balkonplaten aan de achtergevel en ongeveer 15 mm voor het beton achter de kunststof beplating van de voorgevel. Deze waarden zijn relatief normaal voor beton van deze ouderdom.

OMSCHRIJVING	AANTAL METINGEN	GEMIDDELDE (mm)	STANDAARD AFW.	MINIMUM (mm)	MAXIMUM (mm)
Balkonplaten	4	16,0	2,2	14	19
Beton voorgevel	4	14,5	1,9	12	16

Tabel 3: Gemiddelde carbonatatie dieptes

1.3.3 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 benaderd met behulp van een wiskundig statistisch computermodel.

De resultaten van de schadegevoeligheid als gevolg van carbonatatie en te weinig betondekking worden weergegeven in – **bijlage B.3** –.

Uit de resultaten van de pessimistische schadeprognose kunnen we volgende conclusies trekken:

- Bij de balkonplaten aan de achtergevel is het risico op betonschade relatief klein. Slechts een klein deel van de wapening ligt in gecarbonateerd beton.
- Bij het beton aan de voorgevel zien we dat ongeveer ¼ van de verticale wapening in gecarbonateerd beton ligt. Gezien de beperkte steekproef is er dus enig voorbehoud.
- Indien niet wordt ingegrepen zal de totale betonschade met ca. 25% toenemen binnen een periode van 10 jaar.
- Deze prognose is in de veronderstelling dat geen andere schadeoorzaken zoals een te hoog chloridengehalte, vochtinfiltraties, ... – **zie §2 Chloridenonderzoek** – meespelen.

2. CHLORIDENONDERZOEK

2.1 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 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. Dit is een relatief nieuwe techniek en het principe 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.

2.2 MEETPROCEDURE & CRITERIUM

2.2.1 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/m³
- Cementgehalte: 350 kg/m³.

2.2.2 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.

2.3 MEETRESULTATEN

Bij diverse onderdelen werden monsters¹ 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		% Cl	CORROSIEKANS
1	Beton achter kunststof platen voorgevel	0 - 2 cm	1,81	**
2		2 - 4 cm	> 2	**
3	Onderzijde balkonplaat achtergevel vanop app. 4	0 - 2 cm	> 2	**
4		2 - 4 cm	> 2	**
5	Onderzijde balkonplaat achtergevel in roestvlek vanop app. 8	0 - 2 cm	> 2	**
6		2 - 4 cm	> 2	**

Tabel 3: Chloridgehaltes en corrosiekans

Legende : - = geen corrosiekans door chloride * = mogelijk ** = zeker

2.4 BESLUIT

- ◆ De gemeten chloridgehaltes liggen allen boven de veilige drempelwaarde.
- ◆ 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. Een systeem met kathodische bescherming is hier aangewezen.
- ◆ Het indringen van chloriden in combinatie met de carbonatatie zorgt ervoor dat het risico op corrosie heel erg toeneemt.

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

3. WATERABSORPTIE

3.1 ALGEMEEN

De absorptiemeting met behulp van een Karstenpijpe bepaalt de hoeveelheid water die bij slagregen de gevel kan indringen.

De waterabsorptie werd nagegaan ter hoogte van de voegen aan de voorgevel en ter hoogte van de stenen en voegen aan de achtergevel.



3.2 METINGEN

Het Karstenpijpe wordt bevestigd ter plaatse van een intacte steen en een voegen.

Na het vullen van het pijpe met water wordt de hoeveelheid geabsorbeerd water afgelezen na 5, 10 en 15 minuten. De hoogte van de waterkolom (98 mm) stemt overeen met de druk uitgeoefend door een wind van ongeveer 140 km/h. Het absorptieverschil tussen de metingen verricht na 15 en 5 minuten geeft de absorptiegraad, die quasi onafhankelijk is van de oorspronkelijke vochtigheidsgraad van de ondergrond. In het geval meer dan 4 ml geabsorbeerd werd na 15 minuten, wordt enkel rekening gehouden met de tijd tussen het einde van de vultijd en het aflezen van de 4 ml absorptie. De absorptiegraad wordt dan bekomen door het omrekenen van deze tijd naar het aantal ml dat in 10 minuten zou worden geabsorbeerd.

	TPV BAKSTEEN ACHTERGEVEL	TPV VOEG ACHTERGEVEL	TPV VOEG VOORGEVEL
TIJD	GEABSORBEERD	GEABSORBEERD	GEABSORBEERD
[min]	[ml]	[ml]	[ml]
5	0,2	Leeg na 1'	0,2
10	0,3		0,4
15	3,0		0,5
ABSORPTIEGRAAD	2,8	>1,5	0,3

Tabel 4: Weergave geabsorbeerde hoeveelheid water in de tijd

We interpretern de absorptiegraad als volgt:

- Absorptiegraad < 0,5: Lage absorptiegraad
- 0,5 < absorptiegraad < 1,5: Matige absorptiegraad
- 1,5 < absorptiegraad: Hoge absorptiegraad

3.3 BESLUIT







Zowel de stenen als de voegen aan de achtergevel vertonen een hoge waterabsorptiegraad. De voegen aan de voorgevel vertonen een lage waterabsorptiegraad. Wel stellen we visueel vast dat omwille van erosie/uitbrokkeling niet alle voegen aan de voorgevel intact zijn waardoor er een reëel risico is op waterinsijpeling via de voegen.

DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN

1. CONCLUSIES

- ◆ De belangrijkste schadebeelden en tekortkomingen vastgesteld tijdens de visuele inspectie zijn:
 - Beton achter kunststofplaten voorgevel
 - Horizontale barst
 - Barsten in eerder uitgevoerde herstellingen
 - Balkonplaten
 - Barsten ter hoogte van de balkonneus door onderliggende roestende wapening
 - Roestvlekken die wijzen op corrosie door chloriden
 - Vochtplekken onderaan de balkonplaten door het ontbreken van of door een slechte waterdichtingslaag
 - Schade ter hoogte van de waterafvoer
 - Metselwerk
 - Erosie / uitbrokkeling van de voegen
 - Ernstige corrosie van de stalen lintelen
 - Schrijnwerk
 - Ernstig verweerd houten schrijnwerk
 - Gebarsten dorpels in blauwe hardsteen
 - Dakdichting
 - Craquelévorming op de dakdichting van het plat dak van de uitbouw
- ◆ De betondekking aan de onderzijde van de balkonplaten is relatief goed. Slechts een klein deel van de wapening bevindt zich op minder dan 25 mm van het betonoppervlak. Met minimum dekkingen van 13 en 19 mm stellen we wel vast dat er incidenteel wapening dichtbij het betonoppervlak ligt. We vermoeden dat er één enkel wapeningsnet geplaatst dat zich ongeveer in het midden van de plaat bevindt of dat er twee netten geplaatst werden die op elkaar liggen.
- ◆ De betondekking van het beton aan de voorgevel dat zich achter de kunststof beplating bevindt is relatief goed. Er is weinig tot geen wapening op minder dan 25 mm van het betonoppervlak terug te vinden. Wel merken we op dat dit slechts een heel beperkte steekproef betreft aangezien er enkel op één locatie beplating werd weggenomen ter controle van het beton.
- ◆ De gemiddeld gemeten carbonatatie diepte bedraagt ongeveer 16 mm voor de balkonplaten aan de achtergevel en ongeveer 15 mm voor het beton achter de kunststof beplating van de voorgevel. Deze waarden zijn relatief normaal voor beton van deze ouderdom.
- ◆ Bij de balkonplaten aan de achtergevel is het risico op betonschade relatief klein. Slechts een klein deel van de wapening ligt in gecarbonateerd beton. Bij het beton aan de voorgevel zien we dat ongeveer ¼ van de verticale wapening in gecarbonateerd beton ligt. Indien niet wordt ingegrepen zal de totale betonschade met ca. 25% toenemen binnen een periode van 10 jaar.
- ◆ De gemeten chloridegehalten liggen allen boven de veilige drempelwaarde. 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. Een systeem met kathodische bescherming is hier aangewezen. Het indringen van chloriden in combinatie met de carbonatatie zorgt ervoor dat het risico op corrosie heel erg toeneemt.

- ◆ Er is gevaar voor vallende stenen en brokstukken.

BETONRAPPORT*	Betondekking	Betondekking & carbonatatie	Chloriden	Opmerking
Beton voorgevel achter kunststofplaten				Beperkte steekproef!
Balkonplaten				Gebrekkige waterdichting!

(*) 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

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-506-01 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).

- Herstellen betonschade in drie stappen:
 - 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 herstellmortel kunnen beïnvloeden
 - Voldoende ver en diep uithakken rond de aangetaste wapening:
 - Tot in niet gecarbonateerde zone
 - Alle chloride verontreinigd beton uithakken.
 - Roeste staven volledig vrijmaken, 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 (tot meer dan 2%) en gezien alle chloride verontreinigd beton verwijderen en wapening schoonmaken in de praktijk niet evident is, is kathodische bescherming (opofferingsanodes) hier sterk aangeraden. Bij dergelijke chloridegehalten zijn de klassieke middelen ontoereikend voor een duurzame herstelling.
 - Dekking tussen de < 20 mm: anticorrosiebescherming over de gehele omtrek van de wapening
 - Eigenlijke reparatie: aanbrengen herstellmortel (handmatig, aangieten of spuitbeton) op een goede ondergrond en rekening houdend met de omgevingsomstandigheden

- Beton beschermen:
 - Na herstelling van de betonschade aan de balkonplaten is het noodzakelijk om aan de bovenzijde hiervan een waterdichting aan te brengen.
 - Aanbrengen van een elastische coating met scheuroverbruggende, carbonatieremmende en waterdampdoorlatende eigenschappen aan de onderzijde van de balkonplaten.

2.2 VOORGEVEL

Gezien de hoge chlorideconcentraties die we konden meten bij de steekproef vermoeden we dat de kunststof beplating ernstige betonschade verstoort. Uit ervaring weten we dat plaatselijk betonherstel bij dergelijke elementen weinig zinvol is. In de prijsraming voorzien we de volgende werken

- Afbreken en heraangieten betonnen elementen
- Verwijderen dorpels en ondervullen ramen
- Isoleren van de nieuwe betonnen elementen
- Plaatsen van natuursteen gevelbekleding en nieuwe dorpels

In de prijsraming voorzien we ook een volledige afbraak van het metselwerk aan de voorgevel (verdiepingen + dakappartementen) waarna we isolatie + een nieuwe afwerking in natuursteen voorzien.

Bij het terras van de dakappartementen voorzien we een volledige uitbraak tot op de betonplaat + nieuwe opbouw bestaande uit isolatie, EPDM-dichting, nieuwe tegelvloer op tegeldragers en nieuwe dekstenen.

Er werden ook overal nieuwe balustrades en tussenschotten ingerekend.

2.3 ACHTERGEVEL

Gezien de betonschade aan de balkonplaten zich voornamelijk bevindt ter hoogte van de balkonneus voorzien we het afschieten en heraangieten van de balkonneuzen. Ook bij de balkonplaten werden er hoge chlorideconcentraties gemeten, alle chloride-verontreinigd beton verwijderen is dan ook praktisch onmogelijk. Daarom voorzien we kathodische bescherming door middel van opofferingsanodes om terugkerende schade te vermijden. De huidige vloeropbouw en gemetselde opstanden worden volledig uitgebroken om een nieuwe waterdichting en tegels te kunnen aanbrengen. Ook werden er nieuwe balustrades ingerekend.

In de prijsraming voorzien we plaatselijk herstel van het metselwerk + het aanbrengen van een elastische coating op het metselwerk. Ook het metselwerk van de bergingen (binnen- en buitenkant) werd hierbij meegerekend waarbij we ook nieuwe deuren voor de bergingen voorzien. De huidige stalen lintelen dienen afgebroken te worden en vervangen door nieuwe lintelen in roestvrij staal, we wijzen erop dat niet alle types roestvrij staal geschikt zijn in een zee-omgeving.

Tot slot voorzien we ook nog een uitbraak van de dakopbouw van het plat dak van de uitbouw waarbij we isolatie + nieuwe dakdichting voorzien. Er werden ook overal nieuwe regenwaterafvoerbuizen voorzien.

2.4 SCHRIJNWERK

We willen meegeven dat nieuw schrijnwerk aan de achtergevel ongeveer 6000 euro per verdieping zou kosten. Dit werd **niet** meegerekend in de prijsraming.

2.5 HOOFDDAK

Er werden geen werken aan het hoofddak voorzien in de prijsraming.

3. RENOVATIE – PRIJSRAMING

Hieronder wordt een budgetraming gegeven voor een gevelrenovatie volgens bovenstaande adviezen (zie §2. Adviezen). Deze prijsraming is gebaseerd op een benaderende opmeting en op eerdere renovaties van gelijkaardige gebouwen aan de kust. Het doel van deze prijsraming is om de VME een goed idee te geven van het budget waarbinnen een kwalitatieve en duurzame renovatie mogelijk is, zodat zij op basis hiervan kunnen beslissen om de werken al dan niet uit te voeren.

De prijsraming gaat kort samengevat uit van volgend renovatieprincipe:

- Voorgevel:
 - Afschieten en heraangieten betonnen elementen achter kunststof beplating
 - Afbreken metselwerk en dorpels
 - Volledig isoleren van de gevel
 - Nieuwe bekleding in natuursteen
 - Isoleren + vernieuwen dakdichting dakterras + nieuwe tegels en tussenschotten
- Achtergevel:
 - Herstellen betonschade balkonplaten met plaatsen opofferingsanodes
 - Aanbrengen nieuwe EPDM-dichting balkonplaten
 - Aanbrengen nieuwe tegels balkonplaten
 - Nieuwe balustrades
 - Nieuwe deuren bergingen
 - Plaatselijk herstellen metselwerk
 - Nieuwe lintelen in roestvrij staal
 - Volledig schilderen (elastische coating) van het metselwerk en onderzijde balkonplaten
 - Nieuwe isolatie + dakdichting van het plat dak van de uitbouw
 - Nieuwe regenwaterafvoerbuizen
- Stellingen en werfinrichting werden meegerekend

3.1 PRIJSRAMING

➤ VOORGEVEL

Totaal bedrag	163.000 €
Totaal bedrag incl. 6% BTW, erelonen en onvoorzien (+/- 25%)	204.000 €

➤ ACHTERGEVEL

Totaal bedrag	158.000 €
Totaal bedrag incl. 6% BTW, erelonen en onvoorzien (+/- 25%)	197.500 €

In eer en geweten,

Opgemaakt te Kortrijk, 5 oktober 2017.

Kristof Bultynck
Koen Gheysens

ir. Hugo Wildemeersch, zaakvoerder

B BIJLAGEN

- 1. Bijlage B1: Foto's**
- 2. Bijlage B2: Betondekking en carbonatatie diepte**
- 3. Bijlage B3: Carbonatatie schade**