

## VOORONDERZOEK GEVELRENOVATIE RESIDENTIE ESTELLE



KONING RIDDERDIJK 14-15 – 8434 WESTENDE

---

Opdracht: Vooronderzoek gevelrenovatie (voorgevel) volgens onze offerte van 04/12/2020 en uw bestelling van 18/12/2020

Opdrachtgever: VME Residentie Estelle

Voor wie handelt: syndicus ERA laPlage – Distellaan 34, 8434 Middelkerke-Westende  
vertegenwoordigd door dhr. Stijn de Kievith

Dossiernummer: 20\_1690

Projectverantwoordelijke ABG: ing. Gauthier Werquin

---

## Administratieve gegevens

Datum inspectie:	02/03/2021
Inspectie uitgevoerd door:	Sarah Libert Gauthier Werquin
Weersomstandigheden:	zonnig – middagtemperatuur ca. 14 °C
Gebruikte materieel:	hoogwerker type JLG 800AJ (werkhoogte ca. 26 m)

## Doel van het onderzoek

- De bestaande beton- en gevelgebreken beschrijven;
- De oorzaken van de schade bepalen;
- Een gericht advies geven voor herstel en onderhoud;
- Een inschatting maken van de 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	156
Carbonatiediepte	X	8
Betondekking	X	876
Oppervlaktehardheid	-	-
Hechtsterkte	-	-
Potentiaalmetingen	-	-
Waterabsorptie opp.	-	-
Boorkernen	-	-
Chloridengehalte	X	22

Tabel 1: Aantal voorziene en uitgevoerde proeven

## Situatieschets

Bouwjaar:	1988 – leeftijd gebouw op datum onderzoek ca. 33 jaar
Renovatie:	2016 - renovatie achtergevel door John Saey Renovatie (niet geïnspecteerd tijdens dit onderzoek) diverse onderhoudswerken (oa. vervangen elastische voegen en plaatselijke betonherstellingen)
Plannen/ historiek:	grondplannen typeverdieping/technische verdieping en gevelplannen (papier) doorsnedeplan (digitaal) Ontwerpers gebouw: ir.-arch. Bart François en arch. Jan Verwée (Archidee, De Haan) Promotor gebouw: S.A. Probat en B.V.B.A. Ond. Verhaeghe (Kortrijk-Marke)

## Inhoud

A VERSLAG VOORONDERZOEK GEVELRENOVATIE .....	4
DEEL I: VISUELE INSPECTIE .....	4
1.  ALGEMEEN.....	4
2.  OMGEVINGSOMSTANDIGHEDEN .....	4
3.  SCHADEBEELD BETONNEN ELEMENTEN .....	5
4.  BALKONS.....	5
5.  SCHRIJNWERK.....	6
6.  DAKTERRASSEN .....	6
7.  HOOFDDAK .....	7
8.  BLINDE ZIJGEVEL.....	7
DEEL II: BETONONDERZOEK .....	8
1.  BETONDEKKING .....	8
2.  CARBONATATIESCHADE.....	10
3.  CHLORIDENONDERZOEK.....	12
DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN.....	15
1.  CONCLUSIES.....	15
2.  ADVIEZEN.....	16
3.  RENOVATIE – PRIJSRAMING .....	18
B BIJLAGEN .....	23
1.  Bijlage B1: Foto's .....	23

## A VERSLAG VOORONDERZOEK GEVELRENOVATIE

# 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 Estelle is een appartementsgebouw gelegen op de zeedijk (Koning Ridderdijk 14-15) van Westende. Het gebouw telt naast de gelijkvloerse verdieping tien bovengrondse verdiepingen en een ondergrondse verdieping met bergingen. De bovenste verdieping beschikt over dakterrassen aan de voor- en achtergevel. De bovenste vloerplaat is hoger dan 25 m boven zeedijkniveau dus categoriseert het gebouw zich onder de hoge gebouwen (invloed ontwerpisen brandpreventie).

De gevel is volledig afgewerkt aan de hand van geprefabriceerde sierbetonelementen: gevelpanelen en balkonelementen. Het originele schrijnwerk bestaat uit houten schuiframen met dubbele beglazing (type Thermopane). De plafonds van de balkons zijn afgewerkt aan de hand van houten planchetten. De balkons beschikken over een balustrade met aluminium stijlen en gefumeerd glas. Ter hoogte van de technische verdieping (10<sup>de</sup>) is de gevel afgewerkt met metselwerk. De appartementen op de 10<sup>de</sup> verdieping beschikken over een uitbouwconstructie (veranda).

### 2. OMGEVINGSOMSTANDIGHEDEN

Residentie Estelle is gelegen op de zeedijk en bevindt zich dus zeer dicht van de Noordzee. 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 chloriden uit zeewater, corrosie geïnitieerd door carbonatatie en aantasting door vorst-dooicycli. De inplanting en oriëntering van het gebouw worden geïllustreerd aan de hand van onderstaande afbeelding.



### 3. SCHADEBEELD BETONNEN ELEMENTEN

De onderzochte betonnen elementen bij residentie Estelle zijn de geprefabriceerde gevelpanelen en balkonelementen in sierbeton. Deze elementen zijn momenteel niet beschermd tegen de agressieve invloeden van het zeeklimaat. De visueel waargenomen schadebeelden worden hieronder beschreven. Om de oorzaken volledig te kunnen achterhalen van deze schadebeelden, werd meer diepgaand betononderzoek verricht. Dit wordt verder toegelicht in een ander deel van dit onderzoeksverslag.

Schadebeeld	Omvang	Foto
Scheurvorming t.g.v. achterliggende wapeningscorrosie	Regelmatig	5-6-7-8-9-10-11-12
Roestvlekken wijzend op achterliggende wapeningscorrosie t.g.v. chloriden	Plaatselijk	13-14
Ontbinding/verzwakking cementsteen door herhaalde kristallisatiecycli (efflorescence/subflorescence)	Incidenteel (bovenzijde balkon apt. 0303)	15-16-17
Sporen van eerdere (gebrekkige) herstellingen beton	Regelmatig	18-19-20-21-22-23-24
Gebrekkige elastische voegen: mosvorming wijzend op vochttransport	Algemeen	25-26-27-28-29-30

Ter hoogte van de waargenomen scheurvorming kan zouthoudend regenwater nog eenvoudiger infiltreren in de betonnen elementen en zo de wapeningsstaven verder aantasten. Dit proces verloopt exponentieel. Ook de elastische waterdichtingsvoegen tussen de verschillende betonnen elementen zijn volledig verweerd en kunnen hun belangrijke functie van waterdichting niet meer vervullen.

### 4. BALKONS

De balkons aan de voorgevel van residentie Estelle worden gevormd door geprefabriceerde betonelementen met bovenzijde (loopvlak) in uitgewassen sierbeton. Er is geen waterdichting voorzien aan de bovenzijde van de balkons waardoor de betonelementen niet beschermd zijn tegen het agressieve kustklimaat (onder andere indringing van chloriden). Het ontbreken van een waterdichtingslaag zorgt er eveneens voor dat de betonelementen volledig verzadigd met water kunnen raken en er bij eventuele vorst ernstige schade kan ontstaan (delaminatie van het beton).

De balkons zijn toegankelijk via schuiframen. De opstand onder deze ramen bedraagt ca. 10 cm en is dus beperkt. Deze opstand is belangrijk voor de waterkering van de gevel ter hoogte van de ramen (vermijden van waterinfiltraties in de appartementen). De balkons wateren af via klokputten (zie foto 3) en verborgen regenwaterafvoeren (achter de gevelpanelen), aangesloten op de riolering van het gebouw.

De geprefabriceerde balkonelementen zijn ter hoogte van de randen voorzien van een betonopstand waar bovenop de aluminium glasbalustrades zijn gemonteerd. De balustrades bestaan uit aluminium staanders en een onder- en bovenregel (donkerbrons gemoffeld aluminium) waartussen de bronskleurige glaspanelen (gefumeerd veiligheidsglas) worden gevangen. De balustrades zijn gemonteerd in de betonopstand aan de hand van ingestorte/chemisch verankerde draadstangen met tegenmoeren. De kwaliteit van deze verankeringen kon niet worden nagegaan. Volgende schadebeelden konden worden vastgesteld ter hoogte van de balustrades:

Schadebeeld	Omvang	Foto
Karteling PVB-folie tussen beide glaspanelen	Algemeen	31-32-35-36
Verwerking aluminiumoppervlak – filiforme corrosie	Plaatselijk	31
Gebrekkige verankering – ontbrekende tegenmoeren	Plaatselijk	
Verwerking/loskomen glasrubbers ter fixatie glaspanelen	Plaatselijk	33
Geen waterdichtingsvoeg rond aluminium voetplaten	Algemeen	

De balustrades zijn ter hoogte van de typeverdiepingen ca. 105 cm hoog (zie foto 60, ca. 95 cm boven betonopstand), 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).

## 5. SCHRIJNWERK

Het originele schrijnwerk aan de voorgevel van het gebouw bestaat uit schuiframen in tropisch hardhout (vermoedelijk meranti) met dubbele beglazing. Dubbele beglazing van deze ouderdom (ca. 33 jaar) heeft een warmtedoorgangscoefficiënt van ca. 2,8 W/m<sup>2</sup>K. Ter vergelijking: hedendaags hoogrendements dubbel glas heeft een warmtedoorgangscoefficiënt van ca. 1,0 W/m<sup>2</sup>K (ongeveer factor 3). De warmteverliezen bij vernieuwen van de bestaande ramen/glasoppervlakken worden dus aanzienlijk beperkt. Gezien de ramen een groot deel van de geveleppervlakte omvatten, kan dit een aanzienlijk verschil geven op vlak van energieprestatie van de appartementen.

## 6. DAKTERRASSEN

Ter hoogte van de technische verdieping (10<sup>de</sup>) beschikken de appartementen over dakterrassen aan zowel de voor- als achtergevel.

De dakterrassen aan de voorgevel zijn afgewerkt met betondallen (uitgewassen beton, dikte 5 cm) op tegel dragers. De appartementen beschikken over een uitbouwconstructie (veranda). De uitbouwconstructie is vervaardigd uit hetzelfde materiaal (tropisch hardhout, type meranti) als de schuiframen. De schuiframen en de verandaconstructie zijn geplaatst op een arduinen dorpel. De elastische voegen rond de ramen alsook tussen de verschillende dorpels zijn volledig verweerd (zie foto's 47-48-51).

We merken ter hoogte van de dakterrassen verschillende gebrekkige waterdichte aansluitingen op:

- Waterdichte aansluiting terrasdichting – binnenspouwblad zone naast schuiframen (foto 38). Er worden hier geen open stootvoegen waargenomen.
- Waterdichte aansluiting terrasdichting – borstweringmuur: de PVC-dichting werd opgetrokken tegen de borstweringmuur en elastisch afgekit met een dichtingsvoeg. Deze dichtingsvoeg is echter volledig verweerd (zie foto's 43-44).
- Waterdichte aansluiting terrasdichting – balustradestaanders: de PVC-dichting werd volledig toegewerkt rond de balustradestijlen en vervolgens eveneens elastisch afgekit. Ook deze dichtingsvoeg is volledig verweerd. Deze aansluiting is momenteel een risicovolle locatie voor regenwaterinfiltraties onder de terrasdichting (zie foto's 45-46).

De gevel ter hoogte van de dakterrassen is afgewerkt met gevelmetselwerk. Plaatselijk merken we loskomende cementvoegen. De bakstenen zijn verweerd door de jarenlange invloeden van het kustklimaat. Een porositeitsproef aan de hand van een karstenpijp deed blijken dat het gevelmetselwerk (stenen + voegen) sterk poreus is (groot waterabsorberend vermogen). Bij slagregen komen bijgevolg grote hoeveelheden water de spouw binnen. Het ontbreken van open stootvoegen in de zone naast de schuiframen is hierbij heel nadelig.

Uit spouwonderzoek blijkt dat de gevel geïsoleerd is aan de hand van (blauwkleurige) isolatieplaten type polystyreen (zie foto's 49-50), dikte ca. 4 cm. Deze opbouw voldoet niet aan de huidige EPB-eisen omtrent renovatie (maximale warmtedoorgangscoefficiënt van 0,24 W/m<sup>2</sup>K).

De waterdichting van de dakterrassen bestaat uit een PVC waterdichtingsmembraan. De bestaande dakopbouw (hellingslaag, dampscherm, isolatie, PVC waterdichting) voldoet aan de Vlaamse dakisolatienorm 2020 (> 0,75 W/m<sup>2</sup>K). Echter voldoet deze opbouw niet aan de eisen met betrekking tot energieprestatie bij renovaties. De EPB-eisen voor renovatie schrijven een minimale warmteweerstand van 4,17 m<sup>2</sup>K/W voor.

Er is voldoende opstand onder de bestaande schuiframen/verandaconstructie om bijkomend te isoleren (hoogte tussen onderzijde raam – terrasdichting ca. 24 cm).

De bevestigingsbeugels van de regenwaterafvoeren (RWA afvoeren hoofd dak) zijn volledig roest.

## 7. HOOFDDAK

De bestaande dakopbouw (hellingslaag, damp scherm, isolatie, PVC waterdichting) voldoet aan de Vlaamse dakisolatienorm 2020 ( $> 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Echter voldoet deze opbouw niet aan de eisen met betrekking tot energiestaat bij renovaties. De EPB-eisen voor renovatie schrijven een minimale warmte weerstand van  $4,17 \text{ m}^2\text{K/W}$  voor.

De gezondheidstoestand van de PVC-waterdichtingslaag is twijfelachtig. We merken plaatselijk scheurvorming op (zie foto 56). De aanwezige ballastlaag (keien) zorgt ervoor dat eventuele gebreken moeilijker waar te nemen zijn.

De aanwezige telecominstallatie (antennes) op het hoofddak is een belemmering voor de uitvoering van een grondige hoofddakrenovatie.

## 8. BLINDE ZIJGEVEL

De blinde zijgevel kant west is afgewerkt aan de hand van leien op een houten draagstructuur (zie foto 57, leien mogelijk asbesthoudend). Gezien deze gevel deel uitmaakt van de warmteverliesoppervlakte van de aanpalende appartementen, wordt hier beter conform de huidige EPB-eisen voor renovatie een geïsoleerde opbouw voorzien.

# 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' (zie foto 59). 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

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.	min.	< 25 mm	< 10 mm
Frontzijde balkonelement	- Horizontale wapening	93	38,77	9,78	19	8,0%	0,2%
Frontzijde balkonelement	- Verticale wapening	99	48,44	7,52	36	0,1%	0,0%
Bovenzijde balkonelement	- Dwarswapening	114	51,11	6,61	37	0,0%	0,0%
Bovenzijde balkonelement	- Langswapening	134	62,41	7,38	45	0,0%	0,0%
Frontzijde gevelelement	- Horizontale wapening	87	62,81	12,41	39	0,1%	0,0%
Frontzijde gevelelement	- Verticale wapening	71	48,39	11,12	24	1,8%	0,0%
Retourzijde gevelelement	- Horizontale wapening	161	42,64	11,24	19	5,8%	0,2%
Retourzijde gevelelement	- Verticale wapening	117	44,57	6,20	32	0,1%	0,0%

Tabel 2: Overzicht van de betondekking

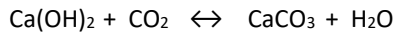
### Bespreking van de resultaten:

De gemiddeld gemeten betondekking van de verschillende betonnen elementen is goed (dit is typisch voor geprefabriceerde betonelementen gezien hun gecontroleerde productieomstandigheden). Dit is dan ook de reden waarom op vandaag de hoeveelheid **zichtbare** schade beperkt is gebleven: de wapening is inwendig aan het roesten en er verloopt een zekere tijd vooraleer dat het roest voldoende druk heeft opgebouwd om de bovenliggende betonlaag af te duwen. Deze vertragingperiode is sterk afhankelijk van de dikte van de betondekking.

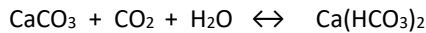
## 2. CARBONATATIESCHADE

### 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 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  $\text{m}^3$ , 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 (zie onderstaande foto bij residentie Estelle).



## 2.3 RESULTATEN

Een samenvatting van de resultaten wordt hier nader besproken.

### 2.3.1 **CARBONATATIEDIEPTE**

De gemiddeld gemeten carbonatatie diepte bedraagt 1 mm. Deze waarden zijn relatief laag voor beton van deze ouderdom, maar niet ongewoon voor geprefabriceerde betonelementen gezien hun gecontroleerde productieomstandigheden.

## 2.4 BESLUIT

Er bestaat geen risico op carbonatatie-geïnitieerde wapeningscorrosie.

### 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		% Cl	CORROSIEKANS
1	Frontzijde balkonelement - V1 - rechter app.	0-2	1,68	
2	Frontzijde balkonelement - V1 - rechter app.	2-4	1,21	
5	Frontzijde balkonelement - V6 - links app.	0-2	1,48	
6	Frontzijde balkonelement - V6 - links app.	2-4	1,34	
9	Frontzijde balkonelement - V7 - midden app.	0-2	1,07	
10	Frontzijde balkonelement - V7 - midden app.	2-4	0,87	
3	Gevelpaneel - V5 - tussen rechter en midden app.	0-2	1,88	
4	Gevelpaneel - V5 - tussen rechter en midden app.	2-4	1,75	
21	Gevelpaneel - V6 - rechtse app.	0-2	1,14	
22	Gevelpaneel - V6 - rechtse app.	2-4	1,41	
7	Gevelpaneel - V7 - tussen linker en midden app.	0-2	> 2,01	
8	Gevelpaneel - V7 - tussen linker en midden app.	2-4	1,68	
15	Gevelpaneel - V9 - linkse app.	0-2	1,48	
16	Gevelpaneel - V9 - linkse app.	2-4	0,81	
11	Bovenzijde balkonelement - V3 - linkse app. - naast schade	0-2	> 2,01	
12	Bovenzijde balkonelement - V3 - linkse app. - naast schade	2-4	1,01	
13	Bovenzijde balkonelement - V3 - linkse app.	0-2	1,28	
14	Bovenzijde balkonelement - V3 - linkse app.	2-4	1,07	
19	Bovenzijde balkonelement - V6 - rechtse app.	0-2	0,94	
20	Bovenzijde balkonelement - V6 - rechtse app.	2-4	0,74	
17	Bovenzijde balkonelement - V9 - middelste app.	0-2	0,94	
18	Bovenzijde balkonelement - V9 - middelste app.	2-4	0,87	

Tabel 3: Chloridgehaltes en corrosiekans

Legende :      **groen** = geen corrosiekans door chloride      **oranje** = mogelijk      **rood** = zeker

### 3.4 BESLUIT

- ◆ De gemeten chloridegehalten liggen overal ver boven de veilige drempelwaarde. Met gemeten waarden van meer dan 1% en plaatselijk zelf 2% kunnen we spreken over zeer ernstige chloridenverontreiniging.
- ◆ De typische chloridenschade (uitlopende roestvlekken) werd plaatselijk waargenomen.

<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

- ◆ We merken ter hoogte van de **geprefabriceerde betonnen gevel- en balkonelementen** reeds verschillende schadebeelden (**roestvlekken en scheurvorming**) op die wijzen op achterliggende corrosie van wapeningsstaven. De oorzaken van deze betonschade zijn:

De **betonelementen** zijn volledig **onbeschermd** tegen de invloeden van het agressieve kustklimaat. Gedurende de voorbije drie decennia kon **zouthoudend regenwater** ongehinderd infiltreren in het beton.

Ook de **bovenzijdes van de balkons** zijn niet beschermd tegen regenwaterinfiltraties. Ter hoogte van deze horizontale vlakken kan regenwater eenvoudig infiltreren in de betonstructuur.

De **volledig verweerde elastische voegen** zorgen voor bijkomende infiltraties in het beton en bovendien binnenin de appartementen.

Deze jarenlange regenwaterinfiltraties hebben tot gevolg dat de betonelementen overal zeer **sterk chloridenverontreinigd** zijn, met waardes tot meer dan 2% voor de buitenste laag beton (0-2 cm). De aanwezige chloriden in combinatie met het **rijk vocht aanbod** (verweerde elastische voegen + sterk waterabsorberend betonoppervlak) zorgen voor **snelle degradatie** van de betonelementen (wapeningscorrosie). Dit aftakelingsproces verloopt bovendien exponentieel verder wanneer niet wordt ingegrepen (nieuw ontstane scheurvorming is telkens een nieuwe bron voor regenwaterinfiltraties).

De **betondekking** van de verschillende geprefabriceerde betonelementen is **goed**. Dit is de reden waarom op vandaag de **zichtbare betonschade relatief beperkt** is. Hoe hoger de betondekking, hoe langer het duurt vooraleer de wapeningsroest voldoende druk heeft opgebouwd om scheurvorming te veroorzaken. Wanneer de scheurvorming (of losse brokken beton) zichtbaar is aan het oppervlak, is het betonelement reeds in een verre fase van degradatie.

- ◆ De **balustrades** vertonen de typische aftakelingsverschijnselen (onder andere karteling van de PVB-folie) voor balustrades van deze ouderdom. Ook zijn ze onvoldoende hoog om te voldoen aan de huidige geldende norm NBN B03-004.
- ◆ Op vlak van energieprestatie (warmteverliezen) is het originele **dubbel glas** in vergelijking met hedendaagse dubbele hoogrendementsbeglazing een stuk minder performant (factor 3).
- ◆ Ter hoogte van de **dakterrassen** merken we plaatselijk gebrekkige waterdichte aansluitingen. De opbouw van de dakterrassen en het **hoofddak** voldoet qua energieprestatie aan de Vlaamse dakisolatienorm 2020, doch niet aan de huidige geldende EPB-eisen m.b.t. renovatie.

BETONRAPPORT*	Betondekking	Betondekking & carbonatatie	Chloriden
Geprefabriceerde betonelementen: gevelpanelen en balkons			

(\*) *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-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).
  
- Gezien de heel sterke chloridenverontreiniging van de geprefabriceerde betonelementen, adviseren we om de gevelpanelen en de balkonranden overal te verwijderen.
- Herstellen overige 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 herstmortel kunnen beïnvloeden
    - Voldoende ver en diep uithakken rond de aangetaste wapening:
      - 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
  - Eigenlijke reparatie: aanbrengen herstmortel (handmatig, aangieten of spuitbeton) op een goede ondergrond en rekening houdend met de omgevingsomstandigheden
  
- Beton beschermen:
  - Na herstelling van de betonschade aan de balkonelementen is het noodzakelijk om aan de bovenzijde hiervan een waterdichting aan te brengen (zie paragraaf 2.3).
  - Overig zichtbeton: aanbrengen van een elastische coating met scheuroverbruggende, carbonatatie-remmende en waterdampdoorlatende eigenschappen.

### 2.2 BETONNEN GEVELELEMENTEN

Duurzame oplossing op lange termijn:

- Verwijderen van alle gevelelementen
- Uitvlakken achterliggende structuur
- Maximaal isoleren, conform huidige EPB-eisen
- Afwerking type hoogwaardige gevelpanelen (Dekton of graniet) of verlijmd metselwerk betonstenen (type GeoStylistix)



### 2.3 BALKONS

- Wegnemen en afvoeren balustrades
- Afslipen balkonneuzen (ca. 10 cm)
- Heraanstorten nieuwe verzwaarde balkonneus, i.f.v. verankering nieuwe balustrades
- Aanbrengen egalisatielaag bovenzijde balkonelementen
- Afvoerputten en tapbuizen vernieuwen
- Waterdichting balkons: gietvloersysteem PMMA (bijvoorbeeld Triflex) of EPDM waterdichtingsmembraan in combinatie met vlottende tegelvloer
- Plaatsing nieuwe balustrades geklemd glas in frontmontage
- Plafondafwerking: uitvlakken en schilderen

### 2.4 SCHRIJNWERK

Het schrijnwerk is steeds privaat. Ter info geven we in de prijsraming richtprijzen voor het vervangen van het schrijnwerk. Tijdens de renovatiewerken is het ideale moment om de schuiframen te vervangen: een water- en luchtdichte aansluiting kan dan gecontroleerd worden uitgevoerd en gegarandeerd.

### 2.5 DAKERRASSEN

- Afbraak gevelmetselwerk, uitvlakken vrijgemaakte binnenstructuur
- Isoleren gevel conform huidige EPB eisen renovatie, afwerking type hoogwaardige gevelpanelen (Dekton, graniet of verlijmd metselwerk betonstenen)
- Waterdichte afwerking dwarsmuur kant west, meegaande afwerking (Dekton, graniet of verlijmd metselwerk betonstenen)
- Uitbraak dakopbouw tot op draagstructuur, dampscherm, hellingsisolatie, EPDM waterdichtingslaag
- Nieuwe randbalk en sokkel tussenschot in gewapend beton
- Waterdicht maken borstweringmuren, waterdichte aansluitingen
- Aanbrengen vlottende, keramische tegelvloer
- Afvoeren vernieuwen
- Plaatsing nieuwe balustrades geklemd glas in frontmontage
- Nieuw tussenscherm en eindscherm

### 2.6 HOOFDDAK

Optioneel:

- Uitbraak dakopbouw tot op draagstructuur, dampscherm, hellingsisolatie, EPDM waterdichtingslaag

### 2.7 BLINDE ZIJGEVEL

Optioneel:

- Verwijderen bestaande gevelleien
- Nieuwe gevelleien (type Eternit), geïsoleerde opbouw conform huidige EPB-eisen, op houten draagstructuur

### 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.**

De waterdichtheid van de ramen en de gevel kan enkel gegarandeerd worden indien deze vernieuwd worden.

## 3.1 PRIJSRAMING

POST	TOTAAL euro
<b>0 ALGEMEEN</b>	<b>89.500 €</b>
Plaatsbeschrijving	
Vaste stelling voorgevel incl. toegang dakterrassen	
Werfinrichting	
Trappentoren	
Bouwlift	
Afschermen ramen spuitfolie	
Inname openbaar domein	
.....	
<b>1 HERSTELLEN EN BESCHERMEN BETON</b>	<b>121.500 €</b>
Reinigen beton onder hoge druk, toepassing anti-mos product	
Herstellen betonschade	
Afslipen en heraanstorten verzwaarde balkonneus	
Wegschieten betonnen opstand en ondervullen onder ramen	
Aanstorten betonplaat t.h.v. tussenpenanten	
Plaatsen opofferingsanodes	
Egalisatie balkons - vlakke afwerking bovenzijde en opstand	
Elastische coating beton	
.....	
<b>2 BALKONS</b>	<b>171.500 €</b>
Aanbrengen EPDM-dichting + vlottende tegelvloer of vloeibaar dichtingssysteem PMMA	
Afvoeren en tapbuizen	
Nieuwe regenwaterafvoeren	
Nieuwe balustrade geklemd glas, frontmontage met gepreanodiseerd witgelakt klemprofiel	
.....	
<b>3 NIEUWE GEVELAFWERKING - DUURZAME OPLOSSING</b>	<b>184.000 €</b>
<b>gevelbekleding in Dekton, graniet of verlijmd metselwerk type GeoStylistix</b>	
Afbreken bestaande gevel panelen	
Versterken achterliggende structuur (8 cm met wapeningsnet)	
Aanbrengen spouwisolatie	
Aanbrengen nieuwe gevelafwerking	
Inwerken TV-bekabeling	
.....	
<b>4 SCHRIJNWERK</b>	
<b>Nieuwe ramen - prijs niet in totaal verrekend</b>	<b>(7.000 €)</b>
Nieuwe ramen, richtprijs per stuk	
.....	

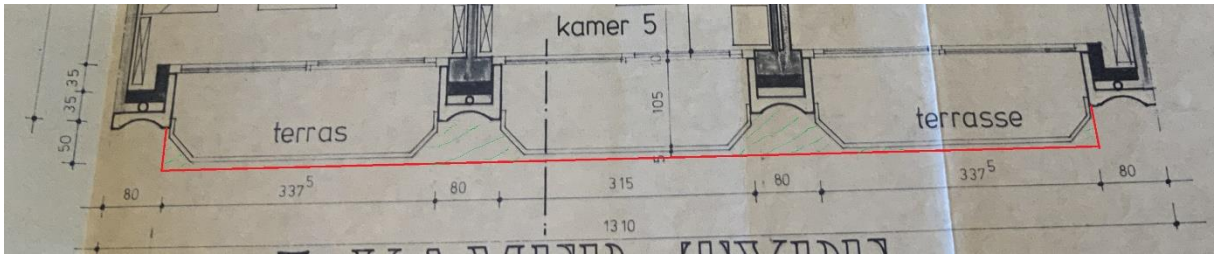
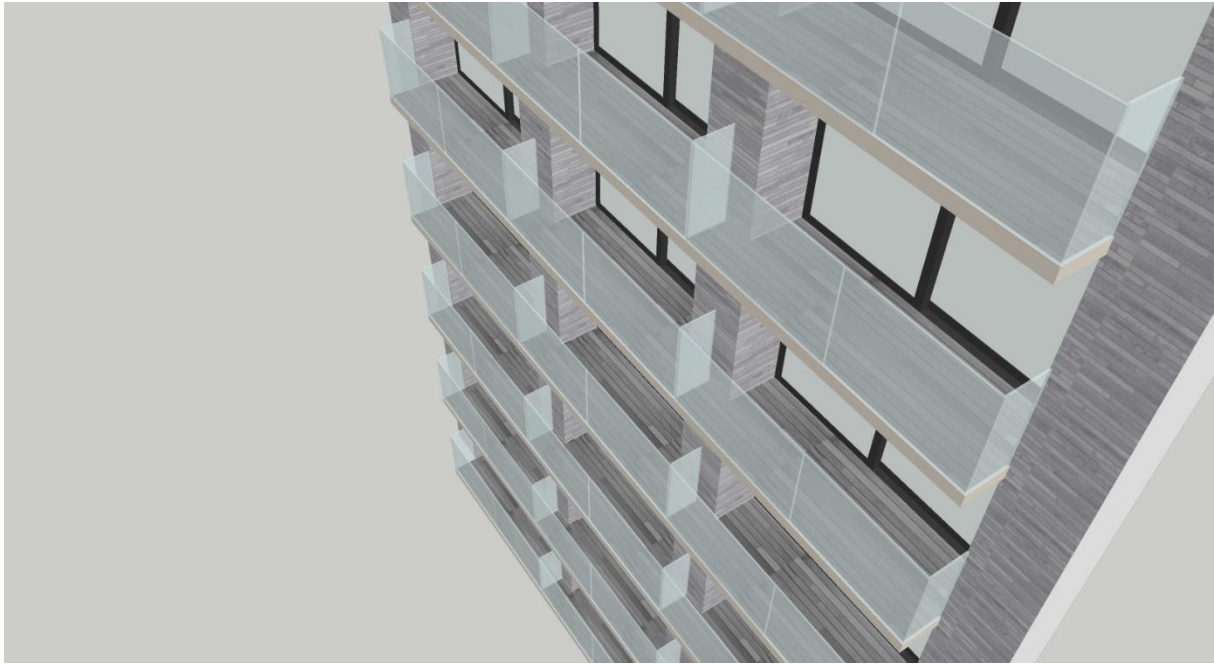
<b>5 DAKTERRASSEN</b>	<b>72.000 €</b>
Wegnemen en afvoeren tussenschotten	
Plaatsing nieuwe schotten	
Wegnemen tegelvloer	
Verwijderen dorpels onder ramen en ondervullen ramen	
Verwijderen dekstenen	
Uitbraak bestaande opbouw tot op betonplaat, plaatsing dampscherm	
Afbraak gevelmetselwerk	
Uitvlakken + isoleren + nieuwe gevelafwerking	
Nieuw dakrandprofiel + waterdichte aansluiting hoofddak	
Aanbrengen isolatie	
Aanbrengen EPDM-dichting	
Aanbrengen vlottende tegelvloer	
Nieuwe randbalk gewapend beton + sokkel tussenschot	
Aanbrengen nieuwe dekstenen	
Nieuwe balustrade geklemd glas	
.....	
<b>6 HOOFDDAK</b>	<b>54.000 €</b>
Verwijderen dakopbouw tot op dragende ondergrond	
Aanbrengen dampscherm	
Aanbrengen isolatie onder helling	
Aanbrengen dampdrukverdeellaag	
Aanbrengen EPDM-dichting	
Aanbrengen dakrandprofiel	
Verwijderen bestaande dekstenen	
Nieuwe dekstenen	
Nieuwe tapbuizen	
.....	
<b>7 BLINDE ZIJGEVEL</b>	<b>21.000 €</b>
Verwijderen bestaande gevelleien	
Isolatie	
Nieuwe gevelleien op houten draagstructuur	
.....	
<b>TOTAAL</b>	<b>713.500 €</b>
<b>TOTAAL (incl. 6% B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)</b>	<b>892.000 €</b>

**TOTAAL RAMING BUDGET (ALLES INCLUSIEF): € 850.000 - € 950.000.**

**Een raming mag niet gezien worden als een offerte, maar als een budget waarbinnen de renovatie kan uitgevoerd worden (zie ook opmerking vooraf).**

In de prijsraming is rekening gehouden met een mogelijke uitbreiding van de balkons van 10 cm (te bevestigen na studie stabiliteit). Ook voorzien we om de balkons met elkaar te verbinden en te voorzien van tussenschotten in vrij glas (hedendaags uiterlijk gebouw). Het ontwerp kan in samenspraak met het Technisch Comité verder verfijnd worden en meer gedetailleerde visualisaties kunnen worden voorgelegd.





In eer en geweten,

Opgemaakt te Kortrijk, 18 mei 2021.

ing. Gauthier Werquin

ing. Klaas Wildemeersch, zaakvoerder

## **B BIJLAGEN**

### **1. Bijlage B1: Foto's**