

*Beton- en gevelonderzoek:*

# *Residentie RAMSES*

*Koning Ridderdijk 36      8434 Westende*

*A    RAPPORT*

*Provincie: West-Vlaanderen*  
*Gemeente: Westende*

*Opdrachtgever: Vereniging van Mede-eigenaars Residentie RAMSES*

*Voor wie handelt: Agence La Plage*  
*Dhr. Luc Rouseré*  
*Distellaan 34*  
*8434 Westende*

*Dossiernummer: 02.187*  
*Datum: 19/09/02*

*Opdracht: Volgens onze offerte en uw bestelling:*  
*Globale inspectie van het beton en gevels, advies betreffende eventuele*  
*herstellingen en/of preventie*

*Onderzoek: Ter plaatse uitgevoerd op 10/09/02*

- *Visuele inspectie en foto's*
- *Meting carbonatatie diepte*
- *Meting betondekking*
- *Nemen van betonmonsters voor chloridenonderzoek*

*Beton- en gevelonderzoek:*

## *Residentie RAMSES*

*Koning Ridderdijk 36      8434 Westende*

*A    RAPPORT*

*A.B.G.-Consulting B.V.B.A.*  
*ing. K. Gheysens*  
*ir. H. Wildemeersch (zaakvoerder)*  
*Dorpsplein Slyps 6*  
*8890 Moorslede*

*Tel.: 056/ 50 20 41*  
*Fax: 056/ 50 53 62*  
*E-mail: consult@abg.be*

## INHOUD

### A RAPPORT

<b>DEEL I:</b>	<b>VISUELE INSPECTIE</b>	<b>4</b>
<b>DEEL II:</b>	<b>BETONONDERZOEK</b>	<b>7</b>
	1 CARBONATATIEDIEPTE EN BETONDEKKING	7
	2 CHLORIDENONDERZOEK	11
<b>DEEL III:</b>	<b>CONCLUSIES EN ADVIEZEN</b>	<b>15</b>
	1 CONCLUSIES	15
	2 ADVIEZEN	17
	3 RENOVATIE – PRIJSRAMING	22

### B BIJLAGEN

<b>B.1</b>	<b>SCHADEPROGNOSE</b>	
<b>B.2</b>	<b>BETONDEKKING EN CARBONATATIEDIEPTE</b>	
<b>B.3</b>	<b>FOTO'S</b>	

### ***Doel van het onderzoek***

Het beton- en gevelonderzoek van de **Residentie RAMSES** heeft tot doel meer inzicht te verwerven in de *gezondheidstoestand* en de schadegevoeligheid van de diverse onderdelen van de voor- en achtergevel, dit met het oog op de uitvoering van een betonrenovatie en/of -preventie.

Volgende doelen worden vooropgesteld:

- de beschrijving van de bestaande zichtbare betonschade (schadebeelden en -omvang)
- bepaling van de schade-oorzaak en de schadegevoeligheid door metingen
- advies inzake de reparatie van de bestaande betonschade
- advies inzake noodzakelijkheid en mogelijke ingrepen voor preventieve maatregelen ter voorkoming van verdere betonschade
- een zo nauwkeurig mogelijke raming van de hoeveelheid te herstellen schade.
- inspectie van de overige geveldelen (balustrades, schrijnwerk,...) en formulering van onderhoudsadviezen.

### ***Aanpak en methodiek***

De huidige toestand en diverse schade wordt visueel geïnspecteerd en vastgelegd door foto's. Anderzijds worden een aantal metingen en proeven uitgevoerd die tot doel hebben de inwendige schade te begroten en bijgevolg de hoeveelheid uit te voeren renovatie.

Omschrijving	Uitgevoerd
Betondekking	74
Carbonatatie diepte	11
Chloridengehalte	8
Foto's	34

*Tabel 1: Aantal uitgevoerde proeven*

# DEEL I: VISUELE INSPECTIE

## 1 VOORGEVEL

De terrasvloeren zijn opgebouwd uit dragende betonnen prefab terrasplaten in silexbeton die aan de achterliggende betonnen structuur verankerd zijn. Onder de ramen is een opstand van een 3-tal centimeter te zien die deel uitmaakt van de terrasplaat - *foto's 5 en 6* -. De afwatering van de balkons gebeurt naar buiten toe.

De prefab terrasplaten hebben een lengte van ongeveer 3.15 tot 3.60 meter. De aansluiting tussen de terrasplaten wordt verzorgd door een elastische voeg die de waterdichtheid van de terrasvloeren dient te garanderen. Op verschillende plaatsen zien we dat deze elastische voegen defecten vertonen, m.a.w. de elastische voegvulling vervult zijn waterdichte functie niet meer. De voegvulling is verouderd en aangetast: scheurvorming, slechte hechting met beton, ...- *foto's 6 en 7* -.

De elastische voegen tussen de prefab gevelpanelen in silexbeton vertonen eveneens defecten - *foto's 8, 9 en 11* -. Deze defecte openstaande voegen vormen een gemakkelijke weg voor infiltraties van zouthoudend water in de betonnen silex panelen zelf. Het onderliggende wapeningsstaal van de gevelpanelen zal door de aantasting van zouten beginnen roesten. Deze expansieve roestreactie kan zich op termijn vertalen in zichtbare scheuren in het beton, betonafbrokkeling en mogelijk stabiliteitsproblemen. Op heden werd reeds ernstige scheurvorming en afgedrukte betondelen waargenomen - *foto's 8, 10, 12 en 13* -.

De silex gevelpanelen zijn als volgt opgebouwd - *foto's 12 en 13* -:

- betonnen kern op basis van grijze cement met een zeer open structuur. De betonkwaliteit is twijfelachtig.
- buitenste betonnen laag op basis van witte cement met een dikte van 1.5 à 2.0 cm. De betonkwaliteit is goed.

In hoeverre de achterliggende betonnen kolomstructuur aangetast of intact is kon niet worden nagegaan. Het is niet onwaarschijnlijk, gezien de ervaringen met de gevelrenovatie van de naburige residentie Stelle Maris, dat de structurele betonnen kolommen betonschade vertonen. De toestand van de achterliggende kolommen kan enkel nagegaan worden wanneer de gevelpanelen zelf weggenomen worden.

Verder stellen we vast dat de betonnen terrasvloeren niet waterdicht zijn. Uit ervaring kunnen we stellen dat onbeschermd horizontale betonnen balkonvloeren ten stelligste af te raden zijn en waterdicht afgeschermd dienen te worden.

**Zouthoudend** regenwater dat op de terrasvloer terechtkomt wordt voor een groot deel naar buiten afgevoerd (voorzijde van de terrasplaat), een gedeelte van dit zouthoudend water blijft staan, moet verdampen of dringt het beton binnen. Het onderliggende wapeningsstaal zal door de aantasting van zouten beginnen roesten. Op termijn zal deze expansieve roestreactie zich vertalen in zichtbare scheuren in het beton, betonafbrokkeling en mogelijk stabiliteitsproblemen.

Op heden worden vooral infiltraties vastgesteld ter hoogte van de elastische voegen tussen de prefab terrasplaten - *foto's 6 en 7* -.

De typische bruine uitlopende roestsporen die wijzen op chloridenschade werden momenteel niet waargenomen, mede dankzij de relatief goede betondekking. In alle geval kunnen we stellen dat infiltraties van zouthoudend water zeer nefast zijn voor het beton en zo vlug mogelijk gestopt dienen te worden - *zie Deel II Betononderzoek, 2 Chloridenonderzoek* -.

De betonnen luifel ter hoogte van de negende verdieping vertoont visuele schade die sterk wijst in de richting van betonschade door chloridenaantasting - *foto's 17 en 18* -.

De zones boven en tussen de ramen zijn opgebouwd uit panelen in witsteen (dikte 8 cm). De witsteen panelen vertonen geen visuele schade. Sommige panelen vertonen aan het oppervlak vervuiling in een vlekkenpatroon – *foto 4* -. De cementvoegen tussen de panelen zijn in relatief goede staat. De voeg die de aansluiting verzorgt tussen de terrasvloer en de penant in witsteen is twijfelachtig – *foto 6* -.

De balustrades zijn bovenop de terrasvloer bevestigd door middel van 2 bouten - *foto's 14, 15 en 16 36* -. Op heden kunnen zich waterinfiltraties voordoen via de vastzettingen van de balustrades in de betonnen terrasplaat. Deze vastzettingen zijn zwakke plaatsen omdat er waterinfiltraties kunnen optreden langsheen de verankeringen in de onderliggende structuur. Het 100 % waterdicht afsluiten rondom deze vastzettingen is een moeilijke zaak.

Op heden vertonen de zichtbare vastzettingen (= bouten) roestverschijnselen. In hoeverre de hulzen (keilbouten waarin de bouten geschroefd worden) in de betonnen terrasplaat intact of aangetast zijn kon niet worden waargenomen.

De hoogte van de handgreep van de balustrade boven de loopvloer van het terras bedraagt 97 cm en voldoet niet aan de wettelijk voorgeschreven minimumhoogte van 1 meter. De balustrades zelf zijn in relatief goede staat.

De originele houten ramen staan op de opstand van de betonnen terrasplaat en zijn in relatief goede staat. Een grondige onderhoudsbeurt van de ramen is aangewezen.

De elastische voegen rond de ramen zijn in relatief minder goede staat. Het is aangewezen de elastische voegen rond de ramen overal te vervangen.

## 2 ACHTERGEVEL

De terrasvloeren van de achtergevel zijn opgebouwd (van boven naar onder) als volgt:

- vaste keramische tegelvloer (dikte 1 cm)
- mortellaag (dikte 2 cm)
- roofinglaag (dikte 0.5 cm)
- betonnen terrasplaat (dikte ongeveer 15 cm)

De roofinglaag die de waterdichtheid van de terrassen dient te garanderen is hoogstwaarschijnlijk niet 100 % waterdicht, met andere woorden de waterdichtheid van de terrassen is twijfelachtig. De roofing is bros geworden, terwijl de aansluiting ter hoogte van het metselwerk niet waterdicht uitgevoerd is – *foto's 29 en 30* -.

De afwatering van de terrassen gebeurt naar buiten toe. De voorzijde van de terrassen zijn voorzien van een neustegel. Op verschillende plaatsen zien we dat deze neustegel los ligt – *foto's 27, 28 en 31* -.

De terrassen zijn **niet waterdicht**. Zouthoudend regenwater dat op de terrasvloer terechtkomt wordt voor een groot deel naar buiten afgevoerd, een gedeelte van dit zouthoudend water dringt de terrasvloer binnen. De infiltraties doen zich vooral voor via defecten in de tegelvloer en de waterdichtingslaag (roofinglaag), via de gebrekkige aansluiting tussen tegelvloer en metselwerk, ... Het onderliggende wapeningsstaal van de betonnen terrasplaat zal door de aantasting van zouten beginnen roesten. Op termijn zal deze expansieve roestreactie zich vertalen in zichtbare scheuren in het beton, betonafbrokkeling en mogelijk stabiliteitsproblemen van de betonnen terrasplaten.

In alle geval kunnen we stellen dat infiltraties van zouthoudend water zeer nefast zijn voor het beton en zo vlug mogelijk gestopt dienen te worden - *zie Deel II Betononderzoek, 2 Chloridenonderzoek* -.

Op heden wordt vooral visuele betonschade waargenomen ter hoogte van de terrasneus (betonnen gedeelte onder de neustegels) – *foto's 21 en 22* – en de betonnen balk. De betonschade manifesteert zich onder de vorm van scheurvorming, blootliggende roestende wapening, afgedrukte betonschollen,

bruine uitlopende roestvlekken, ... - *foto's 23, 24, 25 en 26* -. De expansieve roestreactie van de onderliggende wapening drukt het bovenliggende beton af met de zichtbare betonschade tot gevolg.

De hoogte van de handgreep van de balustrade boven de loopvloer van het terras bedraagt 97 cm en voldoet niet aan de wettelijk voorgeschreven minimumhoogte van 1 meter. De balustrades zelf zijn in relatief goede staat.

De originele houten ramen zijn in relatief goede staat. Een grondige onderhoudsbeurt van de ramen is aangewezen.

De voegen rond de ramen zijn in relatief minder goede staat. Het is aangewezen deze voegen te vervangen door een elastische polyurethaan voegvulling.

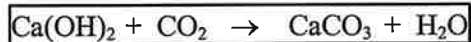
Het gevelmetselwerk is in relatief goede staat, doch vertoont het voegwerk boven de bovenste verdieping gebreken. Op deze plaatsen is het voegwerk in slechte staat en dient het hervoegd te worden - *foto 33* -. Enkele bakstenen zijn beschadigd en dienen vervangen te worden - *foto 34* -.

# DEEL II: BETONONDERZOEK

## 1 CARBONATATIE & BETONDEKKING

### 1.1 ALGEMENE SITUERING VAN DE PROBLEMATIEK 'BETONROT'

Door de bij de hydratatie gevormde alkaliën  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{KOH}$  en  $\text{NaOH}$ , 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



### 1.3 RESULTATEN

De meetresultaten zelf zijn weergegeven in *bijlage B.1*. Een samenvatting van de resultaten wordt hier nader besproken.

#### 1.3.1 BETONDEKKING

Uitgaande van de *Belgische Norm NBN B 15-002* die een betondekking eist van minstens 25 mm berekenen we het percentage wapening dat niet aan dit criterium voldoet. We berekenen tevens het percentage van de wapening die minder dan 10 mm onder het betonoppervlak ligt.

De resultaten worden weergegeven in *tabel 2*.

OMSCHRIJVING	GEMIDDELDE mm	STANDAARDFOUT mm	% TE DICHT (< 25 mm)	% TE DICHT (< 10 mm)
VOORGEVEL TERRASPLAAT ONDERZIJDE	50,20	2,52	0	0
VOORGEVEL TERRASPLAAT BOVENZIJDE	35,08	4,33	1	0
VOORGEVEL GEVELPANELEN IN SILEXBETON	50,29	4,93	0	0
ACHTERGEVEL TERRASPLAAT ONDERZIJDE	26,11	5,65	42	0
BALK	27,82	11,14	40	5

*Tabel 2: Kort overzicht van de betondekking*

#### **Bespreking van de resultaten:**

De betondekking van de onderzochte betonnen elementen aan de voorgevel is relatief goed tot zeer goed. Bijna nergens ligt de wapening dichters dan 25 mm onder het betonoppervlak.

De betondekking van de betonnen terrasplaat en balk aan de achtergevel is minder goed. Ongeveer 40 % van de wapening voldoet niet aan de voorgeschreven minimale betondekking van 25 mm. 5 % van de wapening van de balk ligt zelfs dichters dan 10 mm onder het betonoppervlak.

#### 1.3.2 CARBONATATIEDIEPTE

Er werd een gemiddelde carbonatatie opgemeten ter hoogte van de *terrasplaten en gevelpanelen van de voorgevel* van **ongeveer 3.7 mm**. Deze carbonatatediepte is relatief laag tot normaal voor prefab uitgewassen beton (silexbeton). Op basis van deze **relatief lage carbonatatediepte** verwachten geen tot weinig te herstellen betonschade door carbonatatie.

Er werd een gemiddelde carbonatatie opgemeten *ter hoogte van het zichtbeton aan de achtergevel* van **ongeveer 16.2 mm**. Deze carbonatatediepte is **relatief hoog** voor beton van deze ouderdom.

### 1.3.3 TOEPASSING MATHEMATISCH MODEL

We gaan ervan uit dat alle wapening die in het gecarbonateerd beton ligt inwendig begint te roesten en op termijn schade veroorzaakt. De hoeveelheid inwendig roestend staal wordt benaderd met behulp van een 'wiskundige statistisch computermodel' – *bijlage B.1* - .

Vooreerst wordt het percentage aangetaste wapening berekend. Deze percentages worden gerelateerd op de werkelijke betonoppervlakte van het voorliggend onderdeel. Als we nu nog de betonoppervlakken vermenigvuldigen met de onderliggende wapeningsconcentratie, dan krijgen we de huidige aangetaste wapening in strekkende meter.

De wapeningsconcentratie wordt benaderd uit de wapeningsplannen of in dit geval uit metingen ter plaatse.

De resultaten van de huidige schade als gevolg van carbonatatie en te weinig betondekking worden weergegeven in *bijlage B.1*.

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

- Er is geen enkel probleem wat betreft betonschade door carbonatatie ter hoogte van de onderzochte betonnen elementen aan de **voorgevel**. De kans op carbonatatieschade in de toekomst is vrijwel uitgesloten, gezien de lage gemeten carbonatatiewaarden en de goede betondekking.
- De huidig te herstellen carbonatatieschade ter hoogte van de onderzochte betonnen elementen aan de **achtergevel** wordt begroot op ongeveer **70 strekkende meter** te herstellen wapeningsstaal.
- In *bijlage B.1* wordt tevens een prognose gemaakt van de toekomstige totale carbonatatieschade in strekkende meter indien niet wordt ingegrepen. We zien een verdubbeling van de carbonatatieschade ter hoogte van de onderzochte betonnen elementen aan de **achtergevel** binnen de tien jaar.
- Deze prognoses zijn in de veronderstelling dat geen andere schade-oorzaken zoals een te hoog chloridengehalte – *2 Chloridenonderzoek* -, grindnesten in het beton, ... meespelen. Er dient in alle geval opgemerkt te worden dat de prognoses geen rekening houden met eventuele betonschade aan de achterliggende betonnen kolomstructuur. Daartoe dienen de gevelpanelen in silexbeton weggenomen te worden.

### 1.4 BESLUIT

De *terrasplaten en de gevelpanelen aan de voorgevel* zijn **niet gevoelig voor carbonatatie**. De gemeten betondekking is relatief goed tot zeer goed. We verwachten geen tot weinig betonschade door carbonatatie en een te geringe betondekking, nu en in de nabije toekomst.

De *terrasplaten en de balken aan de achtergevel* zijn **relatief matig tot sterk gevoelig voor carbonatatie** en in combinatie met de plaatselijk geringe betondekking resulteert dit in een niet te onderschatten aantal strekkende meter te herstellen carbonatatieschade.

Na herstelling van de huidige betonschade is het in alle geval aangewezen de betonnen elementen te behandelen met een carbonatatiereemmende coating. Op die manier vermijden we dat het carbonatatiefront dieper in het beton binnendringt en bijkomende betonschade veroorzaakt. De betonherstellingen worden onzichtbaar, het zichtbeton krijgt eveneens een esthetische meerwaarde.

## 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 ondermeer 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 aangetast. Door het zout worden putjes in het staal ingevreten en uitgespoeld. Men spreekt van **putcorrosie** en deze wordt aan het betonoppervlak waargenomen door **bruine roestvlekken**.

Deze aantastingsvorm is gevaarlijk omdat de wapening lokaal snel zijn kracht verliest. Wanneer het om belangrijke hoofdwapening 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).

Andere technieken, zoals het verwijderen van de chloriden door electro 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 20, 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. Er werden eveneens een aantal stukken beton meegenomen die op identieke manier onderzocht worden.

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>

### 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 chloride-ionen 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. Desondanks bestaan er in België naar ons weten geen richtinggevende normen voor het toegelaten percentage chloride in beton.

Kijkend naar Nederland zien we dat daar de norm op 0,3 % van het cementgehalte wordt gesteld. Men neemt aan dat voor chloridengehaltes kleiner dan 0,3 % de corrosiekans onbestaande is. Voor gehalten tussen 0,3 en 1 % spreekt men van een waarschijnlijke corrosiekans en voor chloridengehaltes hoger dan 1 % stelt men dat er zeker roestvorming zal optreden.

De Europese ontwerpnorm in dit verband spreekt van een veilige grens onder de 0,4%

Dit alles overwegend stellen wij 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 monsters genomen verdeeld over het ganse oppervlak die onderzocht werden op het chloridengehalte. Dit gehalte aan zout wordt omgerekend naar de massa cement zodat deze aan referentiewaarden kunnen worden getoetst.

De resultaten zijn hierna in een tabel gegeven.

APP.	OMSCHRIJVING	% m/m CHLORIDE	CORROSIEKANS
<b>VOORGEVEL</b>			
1C	TERRASPLAAT ONDERZIJDE GEEN SCHADE	1.62	**
6A	TERRASPLAAT ONDERZIJDE GEEN SCHADE	1.92	**
9C	LUIFEL ONDERZIJDE NAAST ROESTVLEKKEN	1.86	**
4A	SILEX GEVELPANEEL ZIJSTROOK SCHADE	+ 2.5	**
6A	SILEX GEVELPANEEL ZIJSTROOK GEEN SCHADE	+ 2.5	**
<b>ACHTERGEVEL</b>			
1C	BALK ONDERZIJDE SCHEURVORMING OP 50 CM	0.18	-
6A	BALK ONDERZIJDE SCHEURVORMING	0.18	-
4A	TERRASPLAAT ONDERZIJDE GEEN SCHADE	0.12	-

Tabel 3: Chloridengehaltes en corrosiekans

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

- Alle meetwaarden ter hoogte van de **voorgevel** overschrijden de absoluut veilige grens van 0.4 %, tot meer dan **4 maal**.
- De aanwezige chloriden zijn hoogstwaarschijnlijk van buitenaf in het beton binnengedrongen (invloed van het zeeklimaat). Het vermoeden is groot dat de chlorides in de silex gevelpanelen ingemengd werden tijdens de prefabricatie van de gevelpanelen.
- Het chloridengehalte van de betonnen balken en terrasplaten aan de **achtergevel** blijft onder de absoluut veilige grens van 0.4 %.
- De typische bruine uitlopende roestvlekken die wijzen op chloridenschade worden momenteel waargenomen ter hoogte van de betonnen luifel aan de voorgevel – *foto's 17 en 18* - en ter hoogte van de terrasneuzen aan de achtergevel – *foto's 21 en 24* -.

## 2.4 BESLUIT

De terrasplaten, de gevelpanelen en de betonnen luifel aan de voorgevel zijn **in relatief sterke mate aangetast door chloriden (zouten)**. Deze chlorides zijn via jarenlange waterinfiltraties (zeeklimaat) in het beton binnengedrongen, of werden voor wat betreft de gevelpanelen reeds ingemengd tijdens de fabricatie van de betonelementen.

In alle geval zijn deze chloriden **zeer nefast** voor het beton.

In hoeverre de achterliggende betonnen kolomstructuur aangetast is door chloriden kon niet worden nagegaan. Het is niet onwaarschijnlijk, gezien de ervaringen met de gevelrenovatie van de naburige residentie Stelle Maris, dat de structurele betonnen kolommen betonschade vertonen. De toestand van de achterliggende kolommen kan enkel nagegaan worden wanneer de gevelpanelen zelf weggenomen worden.

De balken en terrasplaten aan de achtergevel zijn **niet aangetast door chloriden**. De terrasneuzen (geen chloridemetingen uitgevoerd) vertonen visuele chloridenschade en zijn **aangetast door chloriden**.

Op heden wordt zichtbare chloridenschade vastgesteld ter hoogte van de gevelpanelen en de luifel aan de voorgevel en de betonnen terrasneuzen aan de achtergevel. De typische bruine roestvlekken die wijzen op onderliggende roestende wapening werden op verschillende plaatsen waargenomen.

Het (voorlopig) uitblijven van zichtbare schade ter hoogte van de terrasplaten aan de voorgevel is te danken aan de goede betondekking op de wapening. Nochtans is het niet onwaarschijnlijk dat er inwendige roestprocessen aan de gang zijn.

Gezien het relatief hoge chloridgehalte is de hoeveelheid te herstellen beton zeer moeilijk te voorspellen. In alle geval moet de betonherstelling grondig en nauwgezet gebeuren door gespecialiseerde vaklui, zoniet keert de schade binnen korte termijn terug.

Na de grondige betonherstelling is het de regel de bovenzijde van de onbeschermd beton terrasplaten aan de voorgevel 100% waterdicht af te sluiten. Horizontale onbeschermd betonoppervlakken (terrasvloeren) zijn uit den boze. Het is immers langs deze weg dat de meeste chlorides het beton binnendringen.

Het is tevens aan te raden **alle** elastische voegen tussen de terrasplaten te vervangen en waterdicht af te sluiten. Enkel op deze manier kunnen we een halt roepen aan de infiltraties in de onderliggende betonstructuur.

Wat betreft de terrassen aan de achtergevel is het aangewezen de bestaande vloer en roofinglaag uit te breken tot op de dragende betonnen terrasplaat. Het aanbrengen van een nieuwe uitvlaklaag, waterdichtingslaag en vloerafwerking is een vereiste. Infiltraties van zouthoudend water in de onderliggende dragende betonnen structuur zijn in alle geval uit den boze.

Het is tevens zeer belangrijk het zichtbare beton af te sluiten voor regen en wind. Zo vermijden we dat er nog chloriden in het beton bijkomen en blijft het beton relatief droog.

Het aanbrengen van een waterdichte elastische coating biedt hier een goede oplossing.

De onderzijde van de terrasplaten aan de voorgevel kan waterdicht afgesloten worden door het aanbrengen van een geschikte kleurloze hydrofobering.

## DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN

### 1 CONCLUSIES

De **gemiddelde betondekking** van de terrasplaten en de gevelpanelen aan de **voorgevel** is **relatief goed**. De terrasplaten, de luifel en de gevelpanelen aan de **voorgevel** zijn **niet gevoelig** voor **carbonatatie**.

De **gemiddelde betondekking** van het zichtbeton (betonnen terrasplaten en balken) aan de **achtergevel** is **matig**. Het zichtbeton is **relatief matig tot sterk gevoelig** voor **carbonatatie**. In combinatie met de plaatselijk geringe betondekking resulteert dit in een niet te onderschatten aantal strekkende meter te herstellen carbonatatieschade.

De betonnen **terrasneuzen** aan de achtergevel zijn dermate aangetast dat een globale renovatie van de terrasneuzen zich opdringt.

De **indringing van water en zouten** in de onbeschermd betonnen terrasplaten en gevelpanelen aan de **voorgevel** vormt een **groot probleem**. De aantasting van het beton door **zouten** (zouthoudend water), vormt een niet te onderschatten bedreiging voor het wapeningsstaal in het beton.

De zouten dringen enerzijds het beton binnen via water, en dit hoofdzakelijk via jarenlange infiltraties langs de bovenzijde van de terrasvloeren: via de niet-waterdichte elastische voegen, via vastzettingpunten van de balustrades en via het onbeschermd beton zelf. Regenwater dat niet onmiddellijk langs de voorzijde afgevoerd wordt dringt (wanneer dit niet verdampt) het onbeschermd beton binnen.

Wat betreft de gevelpanelen in silexbeton aan de voorgevel is het vermoeden groot dat bij de prefabricatie van de panelen **chloriden in het beton gemengd** werden. Op heden werd reeds ernstige scheurvorming en afgedrukte betondelen waargenomen. Deze afgedrukte losse delen kunnen een reëel gevaar vormen voor voorbijgangers. De silex gevelpanelen zijn opgebouwd uit een betonnen kern op basis van grijze cement met een zeer open structuur en twijfelachtige betonkwaliteit. De betonkwaliteit van de buitenste betonnen laag op basis van witte cement is relatief goed. Het is aangewezen de gevelpanelen te verwijderen en te vervangen door een nieuwe gevelbekleding. Enkel op deze manier is het mogelijk de toestand van de achterliggende betonnen kolomstructuur na te gaan. Het is niet onwaarschijnlijk, gezien de ervaringen met de gevelrenovatie van de naburige residentie Stelle Maris, dat de structurele betonnen kolommen betonschade vertonen. De eventuele reparatie van de achterliggende betonnen kolommen dient in alle geval uitgevoerd te worden voor het aanbrengen van een nieuwe gevelbekleding ter hoogte van de zijstroken.

Op heden zijn de **gemeten zoutconcentraties** ter hoogte van de terrasplaten aan de voorgevel **reeds ruim boven de veilige drempelwaarde**. Indien niet wordt ingegrepen zal de concentratie aan zouten alsmat toenemen waardoor de kans op grotere schade en dure reparaties steeds zal toenemen. Momenteel zitten we nog in een stadium waar **preventief** optreden nog mogelijk is. De huidige visuele betonschade aan de terrasplaten aan de voorgevel is op heden relatief gering, mede dankzij de goede betondekking. Preventief optreden is in alle geval veel goedkoper dan schade afwachten.

De **terrassen** aan de **achtergevel** zijn **niet waterdicht**. De infiltraties doen zich vooral voor via defecten in de tegelvloer en de waterdichtingslaag (roofinglaag), via de gebrekkige aansluiting tussen tegelvloer en metselwerk, ... Het is aangewezen een halt te roepen aan de infiltraties om verdere betonschade aan de terrassen (plafond), terrasneuzen en balken te vermijden.

In alle geval kunnen we stellen dat infiltraties van (zouthoudend) water zeer nefast zijn voor het beton en zo vlug mogelijk gestopt dienen te worden - zie *Deel II Betononderzoek, 2 Chloridenonderzoek*

De aanwezige chloriden in het beton kunnen niet meer verwijderd worden. We moeten echter vermijden dat er nog chloriden bijkomen door het betonoppervlak te beschermen voor lucht en regen (infiltraties). Zo blijft het beton relatief droog en heeft men een goede kans dat het corrosieproces zich slechts langzaam voortzet.

In alle geval is het noodzakelijk de bovenzijde van de terrasvloeren aan de voor- en achtergevel **waterdicht** af te sluiten met een geschikt waterdichtingssysteem en een halt te roepen aan de infiltraties.

Voor wat betreft de voorgevel zijn er verschillende mogelijkheden om de bovenzijde van de silex terrasplaten waterdicht af te sluiten. De defecte elastische voegen ter hoogte van de terrasvloeren dienen vervangen te worden door een nieuwe elastische polyurethaan voegvulling.

Ter hoogte van de achtergevel is het aangewezen de bestaande vloer en waterdichting uit te breken tot op de dragende terrasplaat. Het aanbrengen van een nieuwe uitvlaklaag, waterdichtingslaag en vloerafwerking is een vereiste.

De waterdichtingswerken vereisen evenwel het tijdelijk wegnemen van de **balustrades**. Na de waterdichtingswerken kunnen de bestaande balustrades waterdicht terug geplaatst worden door middel van chemische verankering. De balustrades aan de achtergevel dienen aangepast worden door het aanbrengen van een geschikt voetplaatje. Het vervangen van de bestaande balustrades door nieuwe balustrades die op de kop van de terrasplaat gemonteerd worden biedt een nog betere oplossing. Op deze manier kan tevens voldaan worden aan de minimum balustradehoogte van 1 meter.

De onderzijde van de terrasplaten en de witsteen gevelpanelen aan de voorgevel kunnen na reiniging beschermd worden met een geschikte kleurloze hydrofobering of polyurethaanverf. Hier zijn goede producten op de markt die efficiënt werken.

Het zichtbeton aan de voor- en achtergevel wordt best beschermd met een waterdichte carbonatieremmende elastische coating.

De originele houten **ramen** zijn in relatief goede staat. Een grondige onderhoudsbeurt van de ramen is aangewezen. De voegen rond de ramen zijn in relatief minder goede staat. Het is aangewezen de elastische voegen rond de ramen overal te vervangen.

Het **gevelmetselwerk** aan de achtergevel is in relatief goede staat, doch vertoont het voegwerk boven de bovenste verdieping gebreken. Op deze plaatsen is het voegwerk in slechte staat en dient het hervoegd te worden. Enkele bakstenen zijn beschadigd en dienen vervangen te worden.



## 2 ADVIEZEN

### 2.1 SILEX GEVELPANELEN VOORGEVEL

Volgende werkzaamheden zijn aan te raden:

- wegnemen van alle gevelpanelen in silexbeton
- inspectie van de achterliggende betonnen kolomstructuur
- reparatie van de betonschade aan de achterliggende kolommen. Deze post is moeilijk in te schatten, daar de achterliggende kolommen op heden niet te inspecteren zijn. De globale toestand kan enkel waargenomen worden wanneer alle gevelpanelen weggenomen worden. Bij de formulering van de adviezen wordt uitgegaan van de opgedane ervaringen tijdens de renovatie van de naburige residentie Stella Maris – *zie punt 2.2 Reparatie betonschade* -.
- aanbrengen van een gevelbekleding na reparatie van de betonschade. De gevelbekleding bestaat uit een buitengevel-isolatie waarbij de isolatiepanelen mechanisch bevestigd en verlijmd worden op de betonnen zijstroken. De isolatiepanelen kunnen dan bijvoorbeeld afgewerkt worden met een crepibezetting. Deze oplossing biest een duurzame, esthetische en waterdichte oplossing. De algemene isolatiewaarde van de zijstroken wordt gevoelig verbeterd.

### 2.2 HERSTELLEN BETONSCHADE

#### 2.2.1 VOORGEVEL

##### *Betonnen luifel*

Grondige reparatie van de betonschade. De herstelling gebeurt in drie stappen:

- uithakken van de beschadigde zones
- ontroesten en beschermen van de wapening
- eigenlijke reparatie (handmatig of m.b.v. bekisting)

Betonschade herstellen is specialistenwerk en gebeurt best onder toezicht van een gespecialiseerd studiebureau.

De totale schade ter hoogte van de luifel wordt begroot op ongeveer **25 strekkende meter**. De totale hoeveelheid te herstellen schade is moeilijk te schatten vanwege het hoge chloridengehalte gemeten op sommige plaatsen.

##### *Terrasplaten in silexbeton*

Gezien het hoge chloridengehalte is de hoeveelheid te herstellen beton zeer moeilijk te voorspellen. Dankzij de goede betondekking is de huidige schade gering. In alle geval moet de betonherstelling grondig en nauwgezet gebeuren door gespecialiseerde vaklui, zoniet keert de schade binnen korte termijn terug.

Het aantal vierkante decimeter te herstellen betonschade wordt geschat op **200 dm<sup>2</sup>**.

##### *Achterliggende kolomstructuur*

Deze post is moeilijk in te schatten, daar de achterliggende kolommen op heden niet te inspecteren zijn. De globale toestand kan enkel waargenomen worden wanneer alle gevelpanelen weggenomen

worden. Bij de schadebegroting en herstelmethode wordt uitgegaan van de opgedane ervaringen tijdens de renovatie van de naburige residentie Stella Maris.

- uithakken van de beschadigde zones
- ontroesten en beschermen van de wapening
- eigenlijke reparatie door middel van het aanbrengen van spuitmortel

De te behandelen kolommen worden begroot op **ongeveer 55 m<sup>2</sup>** aan te brengen spuitmortel met een gemiddelde dikte van 5 cm. Deze hoeveelheid werd begroot op basis van de ter beschikking gestelde bestaande plannen.

## **2.2. ACHTERGEVEL**

### *Terrasplaten en balken*

Grondige reparatie van de betonschade. De herstelling gebeurt in drie stappen:

- uithakken van de beschadigde zones
- ontroesten en beschermen van de wapening
- eigenlijke reparatie (handmatig of m.b.v. bekisting)

De totale schade wordt begroot op ongeveer **150 strekkende meter**. De totale hoeveelheid te herstellen schade is moeilijk te schatten vanwege het hoge chloridgehalte gemeten op sommige plaatsen.

### *Heraangieten terrasneuzen*

De herstelling van de terrasneuzen wordt apart behandeld en gebeurt als volgt:

- afschieten van de volledige terrasneus (diepte ongeveer 15 cm)
- ontroesten en beschermen van de wapening
- plaatsen bekisting en aanbrengen gietmortel

De totale hoeveelheid te herstellen terrasneus wordt begroot op **35 strekkende meter**.

## **2.3 WATERDICHTEN TERRASSEN**

Het is van het grootste belang dat de terrasvloeren aan de bovenzijde waterdicht afgeschermd worden om de verdere indringing van chloriden te beletten en het beton zo droog mogelijk te houden. Dit om ernstige betonschade aan het beton in de toekomst te vermijden.

Om de terrasvloeren te waterdichten zijn er verschillende mogelijkheden.

### 2.3.1 VOORGEVEL

#### *Oplossing 1: Transparante polyurethaanverf*

Eénkomponenten transparant laksysteem (verzegeling) op basis van een alifatisch polyurethaan bindmiddel. De ondergrond dient niet uitgevlakt te worden, het effect van het silexbeton (keieneffect) blijft behouden. Dit systeem wordt vooral toegepast voor beloopbare oppervlakken in silexbeton, en dient niet verder afgewerkt worden. Het eindresultaat geeft wel een glanzend 'natte uitzicht' aan de ondergrond. De waterdichtingslaag wordt tegen de verticale gedeelten overal 10 cm opgetrokken.

#### *Oplossing 2: Polyurethaanverf met uitvlakken*

Aanbrengen van een éénkomponenten waterdichte polyurethaanverf op een goed gereinigde en droge ondergrond. Voor het aanbrengen van de waterdichte laag wordt de bovenzijde van de terrasvloer geëgaliseerd (silexbeton).

Deze oplossing is niet elastisch en niet 100 % zeker qua waterdichtheid, maar is veel prijsgunstiger dan oplossing 3 en kan in het geval van een goede ondergrond voldoening geven.

Deze coating is beloopbaar en dient niet verder afgewerkt te worden. De coating wordt tegen de verticale gedeelten overal 10 cm opgetrokken.

#### *Oplossing 3: Polyurethaancoating Decothane sp*

Aanbrengen van een elastische waterdichte polyurethaanlaag. Dit systeem garandeert de volledige waterdichtheid van de terrasvloeren en is bovendien waterdampdoorlatend, met andere woorden het beton kan 'ademen' (uitdrogen).

De coating wordt tegen de verticale gedeelten overal 10 cm opgetrokken.

Deze coating is niet beloopbaar en dient verder afgewerkt te worden met een kunststofvloer in kwartstapijt of een opgelijmde tegelvloer.

Bij deze oplossing worden de voegen overbrugd en versterkt met een weefseldoek, hetgeen een duurzamere oplossing is dan de voegen gewoon te vervangen (oplossing 1 en 2).

### 2.3.2 ACHTERGEVEL

Volgende werkzaamheden zijn uit te voeren:

- wegnemen bestaande balustrades.
- uitbreken van de bestaande vloer en waterdichting tot op de dragende terrasplaat.
- aanbrengen van een nieuwe uitvlaklaag met lichte helling naar buiten toe (waterafvoer).
- aanbrengen van een elastische waterdichte polyurethaanlaag. Dit systeem garandeert de volledige waterdichtheid van de terrasvloeren en is bovendien waterdampdoorlatend, met andere woorden het beton kan 'ademen' (uitdrogen). De coating wordt tegen de verticale gedeelten overal 10 cm opgetrokken. Deze coating is niet beloopbaar.
- verlijmen van een vaste tegelvloer op de nieuwe waterdichting.

## 2.4 BALUSTRADES & TUSSENSCHOTTEN

De waterdichtingswerken vereisen het tijdelijk wegnemen of vernieuwen van de balustrades en tussenschotten. Enkel op deze manier kan de waterdichtheid van de terrassen gegarandeerd worden.

### *Hergebruik van balustrades en tussenschotten*

Voor de aanvang van de betonherstellings- en waterdichtingswerken worden de balustrades en tussenschotten weggenomen en gestockeerd met het oog op terugplaatsen.

Alle vastzettingen van de balustrades en tussenschotten dienen gecontroleerd en waterdicht uitgevoerd te worden.

Op heden vertonen de zichtbare vastzettingen (= bouten) aan de voorgevel op verschillende plaatsen visuele schade (roestvorming). In hoeverre de hulzen (keilbouten waarin de bouten geschroefd worden) in de betonnen terrasplaat intact zijn of geen ernstige roestvorming vertonen is moeilijk te voorspellen. Indien de hulzen in de terrasplaat ernstige roestvorming vertonen dienen deze verwijderd te worden. De balustrades worden dan waterdicht terug geplaatst door middel van chemische verankering.

Eventueel gebroken en/of gebarsten glazen panelen van de balustrades en tussenschotten worden vervangen.

Indien de balustrades aan de achtergevel terug geplaatst worden dienen deze voorzien te worden van een aangepast aluminium voetplaatje. Op deze manier kan de balustrade met chemische verankering terug geplaatst worden.

### *Nieuwe balustrades en tussenschotten*

Er kan tevens geopteerd worden de balustrades te vervangen door nieuwe, vooreerst omdat de huidige hoogte volgens de gangbare reglementering onvoldoende is, en vervolgens omdat het waterdicht maken van de vastzetting van de huidige balustrades een moeilijke zaak is.

De nieuwe balustrades worden dan met chemische verankering bij voorkeur op de voorzijde van de terrasplaten gemonteerd. Een bijkomend voordeel is een kleine winst van het bruikbaar terrasoppervlak.

## 2.5 ELASTISCHE VOEGEN

**Alle** voegen tussen de terrasplaten van de voorgevel dienen in alle geval vernieuwd te worden. Aan deze voegen is een bijzondere aandacht te schenken. Het type voeg en manier van aanbrengen is afhankelijk van de gekozen vloerafwerking.

Verder is het aangewezen **alle** voegen rond de ramen te vervangen door een nieuwe elastische polyurethaan voegvulling.

## 2.6 BETONBESCHERMING

Voor het beschermen van het silexbeton (onderzijde terrasplaten voorgevel) is het mogelijk een kleurloze polyurethaanverf toe te passen. Dit geeft in het beginstadium wel een min of meer glanzend uitzicht.

Een andere mogelijkheid is het aanbrengen van een kleurloze hydrofobering. Dit biedt evenwel minder bescherming dan een coating.

De te behandelen oppervlakken dienen vooraf grondig gereinigd te worden door middel van hoge druk waterstralen.

Het zichtbeton aan de voor- en achtergevel kan na reparatie van de betonschade beschermd worden voor lucht en regen door het aanbrengen van een waterdichte esthetische coating. Zo vermijden we dat er nog chlorides bijkomen, het beton blijft relatief droog en de verder indringing van het carbonatatiefront wordt sterk afgeremd.

Enkel op deze manier heeft men een goede kans dat het corrosieproces zich slechts langzaam voortzet en toekomstige betonschade vrijwel uitgesloten is.

De te schilderen oppervlakken dienen vooraf grondig gereinigd te worden door middel van hoge druk waterstralen.

#### **2.7 NATUURSTEEN PANELEN VOORGEVEL**

- reinigen met water onder hoge druk
- aanbrengen van een kleurloze hydrofobering

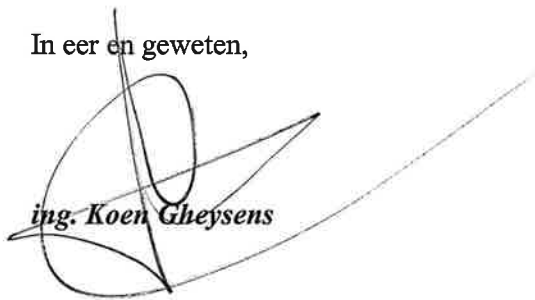
#### **2.8 METSELWERK ACHTERGEVEL**

- plaatselijk hervoegen van defect voegwerk per vierkante meter
- plaatselijk vervangen van gescheurde en defecte bakstenen door nieuwe

### 3 RENOVATIE – PRIJSRAMING

Op volgende pagina's worden enkele richtprijzen van de verschillende oplossingen opgegeven. De opgegeven prijzen zijn ramingen op basis van eigen ervaring en hebben als doel een goed idee te geven van de kostprijs.

In eer en geweten,



*ing. Koen Gheysens*

Opgemaakt te Moorslede, 8 oktober 2002.

*ir. Hugo Wildemeersch (Zaakvoerder).*

**3.1 VOORGEVEL**

POST	V.H.			PRIJS eenheid	TOTAAL euro
	stuk	lm	dm <sup>2</sup> m <sup>2</sup>		
<b>0 ALGEMEEN</b>					
Plaatsbeschrijving	1			870,00	870,00
Vaste stellingen	1			7.450,00	7.450,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>8.320,00</b>
<b>1 SILEX GEVELPANELEN</b>					
Wegnemen silex gevelpanelen			65	90,00	5.850,00
Crepibezetting op buitengevelisolatie			65	140,00	9.100,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>14.950,00</b>
<b>2 HERSTELLEN BETONSCHADE</b>					
Reparatie betonschade betonnen luifel		25		80,00	2.000,00
Reparatie silexbeton terrasplaten			200	19,00	3.800,00
Reparatie achterliggende kolomstructuur met spuitmortel			55	200,00	11.000,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>16.800,00</b>
<b>3 WATERDICHTEN TERRASVLOEREN</b>					
<i>Oplossing 1: Kleurloze polyurethaan verzegeling</i>					
Kleurloze polyurethaan verzegeling			105	50,00	5.250,00
Vervangen elastische voegen tussen terrasplaten		60		12,00	720,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>5.970,00</b>
<i>Oplossing 2: Polyurethaanverf</i>					
Gekleurde PU vloerverf - met uitvlakken ondergrond			105	87,00	9.135,00
Vervangen elastische voegen tussen terrasplaten		60		12,00	720,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>9.855,00</b>
<i>Oplossing 3: Polyurethaancoating Decothane sp</i>					
Waterdichte laag Decothane sp + afwerking kwartstapijt of tegels			105	162,00	17.010,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>17.010,00</b>
<b>4 BALUSTRADES EN TUSSENSCHOTTEN</b>					
Wegnemen en terugplaatsen balustrades		100		87,00	8.700,00
Wegnemen en terugplaatsen tussenschotten	18			125,00	2.250,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>10.950,00</b>
Variante: Nieuwe aluminium balustrades op de kop van de terrasplaat		100		175,00	17.500,00
Variante: Nieuwe tussenschotten	18			335,00	6.030,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>23.530,00</b>
<b>5 ELASTISCHE VOEGEN</b>					
Vervangen elastische voegen rond ramen		330		12,00	3.960,00
Vervangen elastische voegen		30		12,00	360,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>4.320,00</b>
<b>6 BETONBESCHERMING + 7 NATUURSTEEN PANELEN</b>					
Reinigen en hydrofoberen onderzijde terrasplaten in silexbeton			80	20,00	
Variante: kleurloze polyurethaancoating onderzijde terrasplaten in silexbeton			80	44,00	3.520,00
Betoncoating zichtbeton			25	29,00	725,00
Reinigen en hydrofoberen natuursteen panelen			55	20,00	1.100,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>5.345,00</b>
<b>TOTAAL MET OPLOSSING 2 + NIEUWE BALUSTRADES</b>					<b>83.120,00</b>
<b>TOTAAL MET OPLOSSING 2 + NIEUWE BALUSTRADES (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien)</b>					<b>99.744,00</b>

**3.2 ACHTERGEVEL**

POST	V.H.			PRIJS eenheid	TOTAAL euro
	stuk	lm	dm <sup>2</sup> m <sup>2</sup>		
<b>0 ALGEMEEN</b>					
Plaatsbeschrijving	1			870,00	870,00
Vaste stellingen	1			7.450,00	7.450,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>8.320,00</b>
<b>1 HERSTELLEN BETONSCHADE</b>					
Reparatie betonschade terrasplaten en balken		150		80,00	12.000,00
Heraangieten terrasneuzen		35		180,00	6.300,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>18.300,00</b>
<b>2 WATERDICHTEN TERRASVLOEREN</b>					
<i>Uitbreken bestaande vloer en waterdichting tot op betonnen terrasplaat</i>					
Uitvlaklaag			45	60,00	2.700,00
Waterdichte polyurethaanlaag			55	90,00	4.950,00
Opgelijmde vaste tegelvloer			55	65,00	3.575,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>11.225,00</b>
<b>3 BALUSTRADES</b>					
Wegnemen en terugplaatsen balustrades + nieuwe voetplaatjes		35		95,00	3.325,00
Variante: Nieuwe aluminium balustrades op de kop van de terrasplaat		35		175,00	6.125,00
<b>4 ELASTISCHE VOEGEN</b>					
Vervangen elastische voegen rond ramen		300		12,00	3.600,00
Vervangen elastische voegen		60		12,00	720,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>4.320,00</b>
<b>5 BETONBESCHERMING</b>					
Betoncoating zichtbeton			100	29,00	2.900,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>2.900,00</b>
<b>6 GEVELMETSSELWERK</b>					
Plaatselijk hervoeegen			50	40,00	2.000,00
Plaatselijk vervangen bakstenen	20			20,00	400,00
				<b>TOTAAL</b>	<b>2.400,00</b>
<b>TOTAAL MET NIEUWE BALUSTRADES</b>					<b>53.590,00</b>
<b>TOTAAL MET NIEUWE BALUSTRADES (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien)</b>					<b>64.308,00</b>



*Beton- en gevelonderzoek:*

# *Residentie RAMSES*

*Koning Ridderdijk 36      8434 Westende*

**B**    **BIJLAGEN**

**B.1**    **SCHADEPROGNOSE**

CARBONATATIESCHADE: HUIDIGE OMVANG

PESSIMISTISCHE HYPOTHESE

**RES. RAMSES WESTENDE**

19/09/02

PROJECT :

DATUM :

Gemiddelden in mm

lm = lopende meter

ONDERDEEL	CARBONATATIEDIEPTE			BETONDEKING		SCHADE IN %	OPP. m <sup>2</sup>	WAP. lm	SCHADE lm	
	Metingen	Gemiddelde	Fout	Metingen	Gemiddelde					Fout
VOORGEVEL TERRASPLAAT ONDERZIJDE	4	3,72	0,58	14	50,20	2,52	80	800	0	
VOORGEVEL TERRASPLAAT BOVENZIJDE	4	3,72	0,58	8	35,08	4,33	90	900	0	
VOORGEVEL GEVELPANELEN IN SILEXBETON	4	3,72	0,58	8	50,29	4,93	65	650	0	
ACHTERGEVEL TERRASPLAAT ONDERZIJDE	7	16,18	4,08	16	26,11	5,65	35	350	24	
BALK	7	16,18	4,08	28	27,82	11,14	30	300	41	
				74			<b>TOTAAL</b>	<b>300</b>	<b>3000</b>	<b>66</b>

PROGNOSE TOEKOMSTIGE TOTALE CARBONATATIESCHADE IN LM

ONDERDEEL	BOUWJAAR	SCHADE NU	TE VERWACHTEN SCHADE BINNEN AANTAL JAAR					
			5	10	20	25	30	
VOORGEVEL TERRASPLAAT ONDERZIJDE	77	0	0	0	0	0	0	0
VOORGEVEL TERRASPLAAT BOVENZIJDE	77	0	0	0	0	0	0	0
VOORGEVEL GEVELPANELEN IN SILEXBETON	77	0	0	0	0	0	0	0
ACHTERGEVEL TERRASPLAAT ONDERZIJDE	77	24	40	57	96	116	134	
BALK	77	41	56	71	97	110	122	
			<b>TOTAAL</b>	<b>66</b>	<b>128</b>	<b>193</b>	<b>226</b>	<b>256</b>

CARBONATATIESCHADE: HUIDIGE OMVANG

GEMIDDELDE HYPOTHESE

**RES. RAMSES WESTENDE**

19/09/02

PROJECT :

DATUM :

lm = lopende meter

Gemiddelden in mm

ONDERDEEL	CARBONATATIEDIEPTE			BETONDEKKING			SCHADE		WAP. lm	SCHADE lm	
	Metingen	Gemiddelde	Fout	Metingen	Gemiddelde	Fout	IN %	OPP. m²			
VOORGEVEL TERRASPLAAT ONDERZIJDE	4	3,50	0,58	14	50,71	2,52	0,90	80	800	0	
VOORGEVEL TERRASPLAAT BOVENZIJDE	4	3,50	0,58	8	36,25	4,33	0,90	90	900	0	
VOORGEVEL GEVELPANELEN IN SILEXBETON	4	3,50	0,58	8	51,63	4,93	0,90	65	650	0	
ACHTERGEVEL TERRASPLAAT ONDERZIJDE	7	15,00	4,08	16	27,19	5,65	3,54	35	350	12	
BALK	7	15,00	4,08	28	29,43	11,14	7,78	30	300	23	
							74	TOTAAL	300	3000	36

PROGNOSE TOEKOMSTIGE TOTALE CARBONATATIESCHADE IN LM

ONDERDEEL	BOUWJAAR	SCHADE NU	TE VERWACHTEN SCHADE BINNEN AANTAL JAAR					
			5	10	20	25	30	
VOORGEVEL TERRASPLAAT ONDERZIJDE	77	0	0	0	0	0	0	
VOORGEVEL TERRASPLAAT BOVENZIJDE	77	0	0	0	0	0	0	
VOORGEVEL GEVELPANELEN IN SILEXBETON	77	0	0	0	0	0	0	
ACHTERGEVEL TERRASPLAAT ONDERZIJDE	77	12	22	33	60	74	89	
BALK	77	23	33	44	65	76	86	
		TOTAAL	36	55	77	125	150	175

*Beton- en gevelonderzoek:*

# *Residentie RAMSES*

*Koning Ridderdijk 36      8434 Westende*

**B** *BIJLAGEN*

*B.2 BETONDEKKING & CARBONATATIEDIEPTE*

BETONONDERZOEK  
VERWERKING MEETGEGEVENS

PROJECT: RES. RAMSES VOORGEVEL  
Onderdeel: TERRASPLAAT ONDERZIJDE

BETONDEKKING

CARBONATATIE

50	4,0
52	3,0
55	3,0
52	4,0
47	
47	
50	
50	
50	
51	
48	
50	
53	
55	

BETONDEKKING

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN 14  
GEMIDDELDE 50,71  
STANDAARDAFW. 2,52  
VARIATIECOEFF. 0,05  
VERDELING N

AANTAL METINGEN 4  
GEMIDDELDE 3,50  
STANDAARDAFW. 0,58  
VARIATIECOEFF. 0,16  
VERDELING N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	50,20	3,28
Max.	51,23	3,72

BETONDEKKING

CARBONATATIE

30	4,0
32	3,0
33	3,0
35	4,0
39	
39	
40	
42	

BETONDEKKING

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	8
GEMIDDELDE	36,25
STANDAARDAFW.	4,33
VARIATIECOEFF.	0,12
VERDELING	N

AANTAL METINGEN	4
GEMIDDELDE	3,50
STANDAARDAFW.	0,58
VARIATIECOEFF.	0,16
VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	35,08	3,28
Max.	37,42	3,72

BETONONDERZOEK  
VERWERKING MEETGEGEVENS

PROJECT: RES. RAMSES VOORGEVEL  
Onderdeel: GEVELPANELEN IN SILEX

**BETONDEKKING**

**CARBONATATIE**

45
48
54
57
51
54
58
46

4,0
3,0
3,0
4,0

**BETONDEKKING**

**CARBONATATIEDIEPTE**

AANTAL METINGEN	8
GEMIDDELDE	51,63
STANDAARDAFW.	4,93
VARIATIECOEFF.	0,10
VERDELING	N

AANTAL METINGEN	4
GEMIDDELDE	3,50
STANDAARDAFW.	0,58
VARIATIECOEFF.	0,16
VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	50,29	3,28
Max.	52,96	3,72

**BETONDEKKING**

19
19
18
20
25
27
30
30
27
27
29
30
30
34
35
35

**CARBONATATIE**

16,0
21,0
15,0
17,0
16,0
12,0
8,0

**BETONDEKKING**

AANTAL METINGEN	16
GEMIDDELDE	27,19
STANDAARDAFW.	5,65
VARIATIECOEFF.	0,21
VERDELING	N

**CARBONATATIEDIEPTE**

AANTAL METINGEN	7
GEMIDDELDE	15,00
STANDAARDAFW.	4,08
VARIATIECOEFF.	0,27
VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	26,11	13,82
Max.	28,27	16,18



BETONONDERZOEK  
 VERWERKING MEETGEGEVENS

PROJECT: RES. RAMSES ACHTERGEVEL  
 Onderdeel: BALK

**BETONDEKKING**

**CARBONATATIE**

23	15	16,0
28	15	21,0
34	13	15,0
37	11	17,0
6	27	16,0
15	45	12,0
39	43	8,0
38	42	
22		
26		
19		
33		
33		
34		
34		
34		
37		
39		
39		
43		

**BETONDEKKING**

**CARBONATATIEDIEPTE**

AANTAL METINGEN	28	AANTAL METINGEN	7
GEMIDDELDE	29,43	GEMIDDELDE	15,00
STANDAARDAFW.	11,14	STANDAARDAFW.	4,08
VARIATIECOEFF.	0,38	VARIATIECOEFF.	0,27
VERDELING	LN	VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	27,82	13,82
Max.	31,04	16,18

*Beton- en gevelonderzoek:*

# *Residentie RAMSES*

*Koning Ridderdijk 36      8434 Westende*

*B    BIJLAGEN  
B.3   FOTO'S*



FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4



FOTO 5



FOTO 6

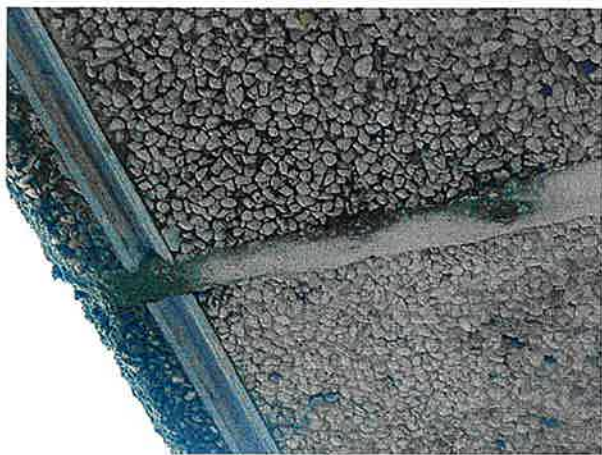


FOTO 7



FOTO 8



FOTO 9



FOTO 10



FOTO 11



FOTO 12



FOTO 23

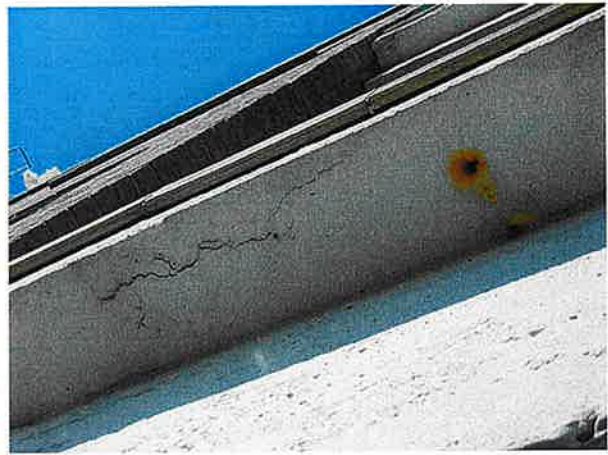


FOTO 24



FOTO 25

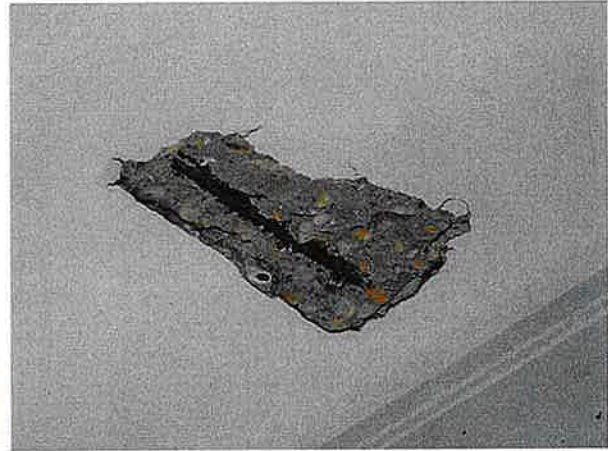


FOTO 26



FOTO 27



FOTO 28



FOTO 29



FOTO 30



**FOTO 31**



**FOTO 33**



**FOTO 32**



**FOTO 34**



FOTO 17



FOTO 18



FOTO 19



FOTO 20



FOTO 21



FOTO 22

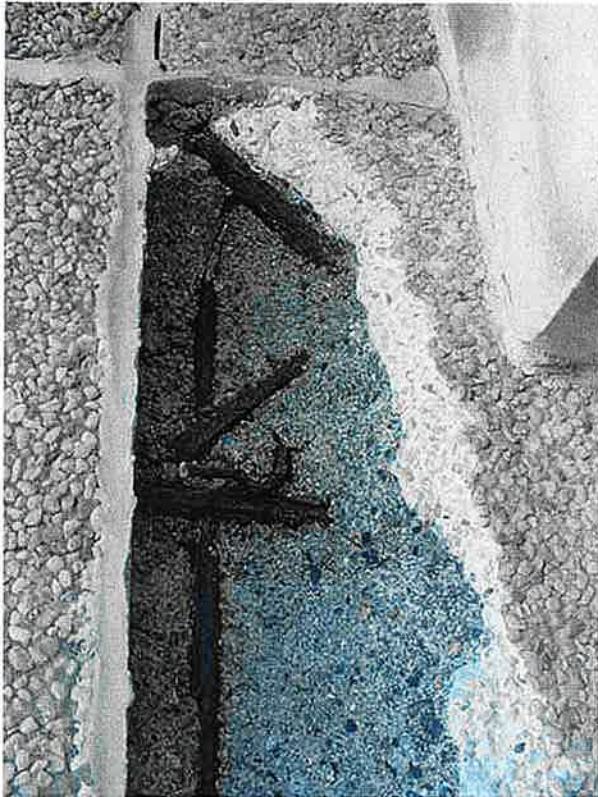


FOTO 13



FOTO 14



FOTO 15



FOTO 16