

Provincie: *West-Vlaanderen*

Gemeente: *Westende*

Opdrachtgever: *VME Res. Wembley*

Voor wie handelt: *Imasbo bvba*

Dossiernummer: *12.0523*

Opdracht: *Beton- en gevelonderzoek van de voorgevel van residentie Wembley te Westende volgens onze offerte van 3/04/2012 en uw bestelling van 5/04/2012*

Onderzoek: *Ter plaatse uitgevoerd op 18 september 2012*

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

Betononderzoek: Residentie WEMBLEY



Priorijlaan 26

8434 Westende

ABG Betonconsultants

Bram Devos

ing. Steven De Clercq

ir. H. Wildemeersch (zaakvoerder)

Dorpsplein Slyps 6

8890 Moorslede

Tel.: 056/ 50 20 41

Fax: 056/ 50 53 62

E-mail: info@abg.be

Doel van het onderzoek

Het beton- en gevelonderzoek van de voorgevel van residentie Wembley te Westende heeft tot doel meer inzicht te verwerven in de *gezondheidstoestand* en de schadegevoeligheid van de diverse onderdelen, 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

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	Voorzien	Uitgevoerd
Betondekking	500	951
Carbonatatie diepte	10	26
Chloridengehalte	12	12
Sclerometer (per 10)		
Hechtsterkte		
Potentiaalmetingen	4	3
Waterabsorptie opp.		
Boorkernen		
Foto's	50	51

Tabel 1: Aantal voorziene en uitgevoerde proeven

Situatieschets

Bouwjaar: 1972

Renovatie: Achtergevel: ca. 1999; Voorgevel: ???

Plannen: /

Inhoud

A RAPPORT.....	4
DEEL I: VISUELE INSPECTIE	4
DEEL II: BETONONDERZOEK	6
1. CARBONATATIE & BETONDEKKING.....	6
2. CHLORIDENONDERZOEK.....	10
3. POTENTIAALMETINGEN	13
DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN.....	19
1. CONCLUSIES	19
2. ADVIEZEN	20
3. RENOVATIE – PRIJSRAMING	23
B BIJLAGEN.....	25
1. FOTO'S.....	25
2. BETONDEKKING EN CARBONATATIEDIEPTE.....	25
3. SCHADEPROGNOSE	25

Betononderzoek:

Residentie WEMBLEY

Priorijlaan 26

8434 Westende

A RAPPORT

A RAPPORT

DEEL I: VISUELE INSPECTIE

Algemeen

De residentie Wembley is een appartementsgebouw gelegen in een zijstraat van de zeedijk. Het gebouw bestaat uit een gelijkvloers, 9 verdiepingen met telkens 3 appartementen en een dakverdieping met 2 dakappartementen (FOTO 1). Op het gelijkvloers bevinden zich de inkom en 3 garagepoorten (FOTO 2 & 3). De voorgevel heeft een breedte van ongeveer 12 meter.

De appartementen hebben aan de voorgevel van het gebouw een doorlopend balkon, met daarop een balustrade met glasplaat. Het balkon loopt door over de volledige gevelbreedte. Ieder appartement heeft een groot schuifraam, tussen deze schuiframen is er telkens een strook van +/- 95 cm breed, bekleed met gevelpanelen. De ramen zijn gemaakt uit hout en zijn voorzien van dubbel glas. Aan de beide uiteinden is er naast het schuifraam een strook van +/- 40 cm breed, ook bekleed met gevelpanelen en een "terrasmuurtje" met een diepte van +/- 85 cm, opgebouwd uit dezelfde gevelpanelen. Boven de ramen bevindt zich een betonnen linteel.

Tijdens dit onderzoek werd de voorgevel van het gebouw geïnspecteerd. De betonnen elementen die onderzocht werden, zijn de balkonplaten, de lintelen boven de ramen en de gevelpanelen.

Omgevingsomstandigheden

De te onderzoeken betonnen elementen bevinden zich in een zeeomgeving, komen in contact met zeelucht en zijn onderhevig aan vorst. De belangrijkste te verwachten aantastingsmechanismen waaraan ze worden blootgesteld zijn: corrosie geïnitieerd door carbonatatie, corrosie geïnitieerd door chloriden uit zeewater en aantasting door vorstdooi/cycli. De voorgevel bevindt zich aan de westzijde van het gebouw.

Balkons

De balkonvloeren hebben een diepte van ongeveer 1,60 m. De balkons zijn doorlopend over de volledige gevelbreedte en hebben geen opstand, er is een vrije waterafvoer via de balkonranden. Aan de bovenzijde zijn de balkons voorzien van een opgelijmde tegelvloer (FOTO 4 & 5). De voor- en onderzijden van de balkonplaten zijn voorzien van een lichtgrijze coating.

De balkons zijn voorzien van alu-balustrades en tussenschotten met glasplaat (FOTO 4 & 5). De balustrades zijn bevestigd bovenop de balkonvloeren. Met een hoogte van +/- 90 cm voldoen de balustrades niet meer aan de eisen van de huidig geldende norm NBN B 03-004 (o.a. minimum beschermingshoogte van 120 cm vanaf een valhoogte van 12 m). De tussenschotten hebben een hoogte van +/- 180 cm, op een aantal plaatsen vertoonden deze tussenschotten beschadigingen (o.a. barsten in glasplaat).

Er werden verschillende bruine roestvlekken vastgesteld in de balkonplaten (FOTO 6, 7, 8 & 9). Deze kunnen wijzen op corrosie ten gevolge van chloriden, die een plaatselijk, maar hevige corrosie veroorzaken. Ook werden een aantal scheuren vastgesteld, al dan niet in combinatie met roestvorming (FOTO 10, 11 & 12). Deze scheuren wijzen er ook op dat de onderliggende wapening aan het roesten is, roest dat een groter volume inneemt en zo de scheuren veroorzaakt. Nog meer opvallend bij deze balkons zijn de diverse grote stukken beton die ten gevolge van deze corrosie reeds zijn losgekomen van de balkonleuningen (FOTO 13, 14, 15, 16, 17 & 18).

Bovenvermelde schadebeelden bevinden zich zowel in de voor- als onderzijden van de balkonplaten, maar aan de onderzijde meestal dicht bij de balkonrand. Vermoedelijk speelt de vrije waterafvoer via de balkonrand hier een rol. Hierdoor zal het vocht aanbod op deze plaatsen groter zijn en de vochtige omstandigheden bevorderen de corrosie van de wapening. Bovendien werden op deze plaatsen bij een aantal balkons sporen van vervuiling, mosgroei en afbladderende verf vastgesteld (FOTO 7, 19, 20, 21 & 22). Ook deze fenomenen duiden op vochtproblemen op deze plaatsen.

Tenslotte werden bij de balkons ook een aantal eerdere lokale herstellingen opgemerkt (FOTO 23, 24, 25 & 26). Deze herstellingen blijken slechts oplapwerk en vaak is opnieuw schade opgetreden ter hoogte van deze herstellingen.

Lintelen

De betonnen lintelen zijn ongeveer 35 cm hoog en zijn ook voorzien van een lichtgrijze coating. Ze lopen net als de balkonplaten door over de volledige gevelbreedte. Bij de meeste appartementen werd een zonneluifel bevestigd op de lintelen.

De lintelen vertonen heel wat minder schade dan de balkonplaten. De belangrijkste zichtbare schadebeelden zijn hier de sporen van vervuiling en (licht) afbladderende verf (FOTO 27, 28 & 29).

Gevelpanelen

De gevelpanelen bestaan uit betonnen elementen met een uitgewassen betonoppervlak. Deze werden niet voorzien van een coating. Op het gelijkvloers werd gebruikt gemaakt van zwarte gepolijste gevelpanelen uit natuursteen.

Ook hier merken we heel wat bruine roestvlekken op, die corrosie ten gevolge van chloriden doen vermoeden (FOTO 30, 31 & 32). Het oppervlak van de panelen vertoont heel wat vervuiling (FOTO 33). Tevens werden enkele lokale bijwerkingen vastgesteld (FOTO 34 & 35).

Bij de gevelpanelen op het gelijkvloers werden een tweetal barsten vastgesteld (FOTO 30 & 34).

De voegen tussen de gevelpanelen vertonen verwerking (FOTO 36, 37 & 38). Aan de linkerzijde is er ter hoogte van de voeg met de gevel van het aanpalende gebouw een profiel aangebracht (FOTO 32), aan de rechterzijde is deze voeg verweerd (FOTO 37).

Vermoedelijk vormen de gevelpanelen en de achterliggende kolommen en penanten een koude brug.

Dakappartement

De dakappartementen hebben aan de voorzijde een dakterras met een diepte van ongeveer 3,70 m, met een losse tegelvloer (FOTO 39). De alu-balustrade met glasplaat is ook hier ongeveer 90 cm, waarmee deze ook niet voldoet aan de huidige norm.

We stellen hier aan de betonnen elementen vooral vervuiling en afbladderende verf vast (FOTO 40 & 41), wat wijst op vochtproblemen en een gebrekkige waterdichting van het bovenliggende dak. De roofing van het hoofddak werd echter recent vernieuwd (FOTO 41 & 42). We gaan er dan ook vanuit dat deze problemen opgelost zijn.

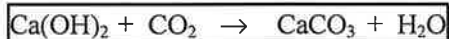
Onder de zwevende vloertegels ligt een roofing laag die aan de gevel opgetrokken is en over een deel van gevel overlapt wordt door een loodslab (FOTO 43, 44 & 45).

DEEL II: BETONONDERZOEK

1. CARBONATATIE & BETONDEKKING

1.1 ALGEMENE SITUERING VAN DE PROBLEMATIEK 'BETONROT'

Door de bij de hydratatie gevormde alkaliën $\text{Ca}(\text{OH})_2$, KOH en 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 CaCO_3 reageert in een later stadium nog verder tot het goed oplosbaar $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.



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 '*carbonatatie diepte*' 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 carbonatatie diepte 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 carbonatatie diepte op lange termijn samenvallen met het droogfront.

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

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

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

1.2 MEETPROCEDURE EN METHODIEK

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

De carbonatatie diepte wordt bepaald door verstuiving van een pH indicatorvloeistof 'Phenolftaleïne' op een vers breukvlak. Gecarbonateerd beton blijft kleurloos, niet gecarbonateerd beton verkleurt paars-rood –foto 46–.

1.3 RESULTATEN

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

1.3.1 BETONDEKKING

De vereiste minimum betondekking volgens de *Nationale Bijlage van de NBN EN 1992-1-1* hangt af van de milieu- en omgevingsklassen. Op basis van onze ervaring en uitgaande van de vroegere *Belgische Norm NBN B 15-002* kan er algemeen gesteld worden dat er een betondekking van minstens 25 mm vereist is. We berekenen dan ook het percentage wapening dat niet aan dit criterium voldoet. We berekenen tevens het percentage wapening dat minder dan 10 mm onder het betonoppervlak ligt. De resultaten worden weergegeven in *tabel 2*.

OMSCHRIJVING	GEMIDDELD	STANDAARD	% TE DICHT	% TE DICHT
	E (mm)	AFW.	(<25mm)	(<10mm)
Voorzijde balkon - dwarswapening	48,3	18,5	10%	2%
Voorzijde balkon - langswapening	43,9	15,6	11%	1%
Onderzijde balkon - dwarswapening	19,8	3,6	93%	0%
Onderzijde balkon - langswapening	37,4	12,5	16%	1%
Linteel - dwarswapening	67,5	24,2	4%	1%
Linteel - langswapening	54,8	23,2	10%	3%
Gevelpaneel - dwarswapening	30,6	6,1	18%	0%
Gevelpaneel - langswapening	33,9	6,1	7%	0%

Tabel 2: Kort overzicht van de betondekking

Bespreking van de resultaten:

De gemiddeld gemeten betondekking verschilt sterk van onderdeel tot onderdeel, met een maximum van 68 mm voor de dwarswapening van de lintelen en een minimum van 20 mm voor de dwarswapening aan de onderzijde van de balkonplaten. Ook de spreiding varieert sterk van zeer hoog voor de lintelen tot zeer laag voor de gevelpanelen en de dwarswapening aan de onderzijde van de balkonplaten. Het % wapening met een dekking van minder dan 10 mm is voor alle elementen miniem.

Voor de meeste onderdelen bekomen we dat 10 à 20 % van de wapening een dekking heeft van minder dan 25 mm, met als uitschieters de dwarswapening van de balkonplaten met 93% (wat verklaarbaar is gezien de gemiddelde dekking hier slechts 20 mm is) en de dwarswapening van de lintelen waar slechts 4% een dekking heeft van minder dan 25 mm (hoge gemiddelde dekking).

1.3.2 CARBONATATIEDIEPTE

De gemiddeld gemeten carbonatatie diepte bedraagt 2,7 mm. Deze waarde is laag 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 'wiskundig statistisch computermodel' – **bijlage B.3** –.

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

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

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

1.4 BESLUIT

- ◆ De gemiddeld gemeten betondekking verschilt sterk van onderdeel tot onderdeel, met een maximum van 68 mm voor de dwarswapening van de lintelen en een minimum van 20 mm voor de dwarswapening aan de onderzijde van de balkonplaten. Ook de spreiding varieert sterk van zeer hoog voor de lintelen tot zeer laag voor de gevelpanelen en de dwarswapening aan de onderzijde van de balkonplaten. Het % wapening met een dekking van minder dan 10 mm is voor alle elementen miniem.
- ◆ De gemiddeld gemeten carbonatatie diepte bedraagt 2,7 mm. Deze waarde is laag voor beton van deze ouderdom.
- ◆ Door de lage carbonatatie diepte is het risico op betonschade door carbonatatie miniem.

2. CHLORIDENONDERZOEK

2.1 PROBLEMATIEK VAN CHLORIDENAANTASTING

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

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

De wapeningsstaven worden meestal slechts plaatselijk 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 chloridenionen te bepalen. Dit kan door laboproeven op betonmonsters.

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

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

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

Andere technieken, zoals het verwijderen van de chloriden door 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.

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 % chloridenionen t.o.v. de totale massa. Voor omrekening naar % chloriden op cementmassa hanteren we volgende gegevens:

- Beton: 2350 kg/m³
- Cementgehalte: 350 kg/m³.

2.2.2 BEOORDELINGSCRITERIUM

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

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

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

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

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

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

Bovendien geldt het verbod op gebruik van chloorhoudende hulpstoffen (bv. calciumchloride) nu ook voor gewapend en voorgespannen beton.

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

2.3 MEETRESULTATEN

Bij diverse onderdelen werden monsters¹ genomen, verdeeld over het ganse oppervlak, die onderzocht werden op het chloridengehalte. 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	Onderzijde balkon 1° verd. - schade	0-2 cm	1,48	**
2	Gevelpaneel 1° verd. - roestvlek	0-2 cm	> 2	**
3	Onderzijde balkon 2° verd. - schade	0-2 cm	> 2	**
4	Terrasneus 3° verd. - geen schade	0-2 cm	> 2	**
5	Terrasneus 3° verd. - geen schade	2-4 cm	> 2	**
6	Onderzijde balkon 5° verd. - vochtvlek	0-2 cm	0,87	*
7	Linteel 6° verd. - geen schade	0-2 cm	1,14	**
8	Linteel 6° verd. - geen schade	2-4 cm	0,34	-
9	Terrasneus 7° verd. - roestvlek	0-2 cm	> 2	**
10	Terrasneus 7° verd. - roestvlek	2-4 cm	> 2	**
11	Terrasneus 9° verd. - roestvlek	0-2 cm	1,14	**
12	Terrasneus 9° verd. - roestvlek	2-4 cm	1,01	**

Tabel 3: Chloridengehaltes en corrosiekans

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

2.4 BESLUIT

- ◆ De gemeten chloridegehalten liggen, op één na, allemaal boven de veilige drempelwaarde, ook op plaatsen waar nog geen schade wordt waargenomen. Bij 10 van de 12 stalen werd een chloridegehalte vastgesteld van meer dan 1% en bij 6 van de 12 zelfs meer dan 2%.
- ◆ Bij de verschillende onderdelen werd sterke chlorideverontreiniging vastgesteld. Gezien de zeeomgeving en gezien bij een aantal stalen er dieper minder verontreiniging werd vastgesteld, zal een deel van de chloriden ingedrongen zijn. Er valt echter niet uit te sluiten dat, bij één of meerdere onderdelen een deel van de chloriden ingemengd zijn in de betonsamenstelling (bvb. zeezand of versnellers).
- ◆ De typische chloridenschade (roestvlekken) werden waargenomen zowel bij de balkonplaten als bij de gevelpanelen.
- ◆ Met percentages van meer dan 2% kunnen we spreken van een zeer ernstige aantasting. Klassieke betonherstelling zal hier onvoldoende zijn en de schade niet tegenhouden. Een systeem met kathodische bescherming (offeranodes) is hier aangewezen.

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

De wapening moet continu zijn om de metingen te kunnen uitvoeren. De potentiaal ten opzichte van de wapening kan dan worden uitgelezen. De metingen geven de potentiaalwaarden (in mV) ten opzichte van de gebruikte referentie-elektrode.

Er wordt gemeten in een raster. De resultaten kunnen in een tabel worden weergegeven of grafisch op gekleurde kaarten ('potentiaalkaarten').

De absolute waarden kunnen getoetst worden aan deze aangegeven in de norm ASTM C876-91. Daarnaast kunnen de metingen geïjkt worden door op een aantal plaatsen de bevindingen te vergelijken met de werkelijkheid. Dan kan ervan uitgegaan worden dat in de verschillende kleurvlakken op de corrosiekaarten een gelijksoortige situatie wordt aangetroffen.

3.2 MEETPROCEDURE EN METHODIEK

3.2.1 ALGEMEEN

De metingen worden uitgevoerd met de Galvapulse GP-5000 (Germann Instruments).

3.2.2 POTENTIAALMETINGEN

De Galvapulse maakt gebruik van een Ag/AgCl-elektrode. De gemeten potentiaalwaarden zijn 110 mV hoger (bij 20°C) dan deze gemeten met een Cu/CuSO₄ – elektrode (CSE). De waarden ten opzichte van een CSE-elektrode kunnen worden beoordeeld aan de hand van de ASTM-norm C876-91:

CSE (ASTM C876-91)

> -200 mV	Laag risico
-200 mV > E _{corr} > -350 mV	Matig risico
< -350 mV	Hoog risico

Voor de waarden bekomen met de Galvapulse resulteert dit in:

Ag/AgCl (Galvapulse)

> -90 mV	Laag risico
-90 mV > E _{corr} > -240 mV	Matig risico
< -240 mV	Hoog risico

In alle zones worden een aantal meetpunten voorzien in de X- en de Y-richting.

De resultaten zijn eveneens grafisch weergegeven, waarbij als kleurcode geldt: groen = laag risico; geel-oranje = matig risico; rood = hoog risico.

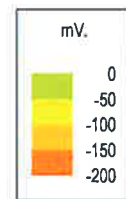
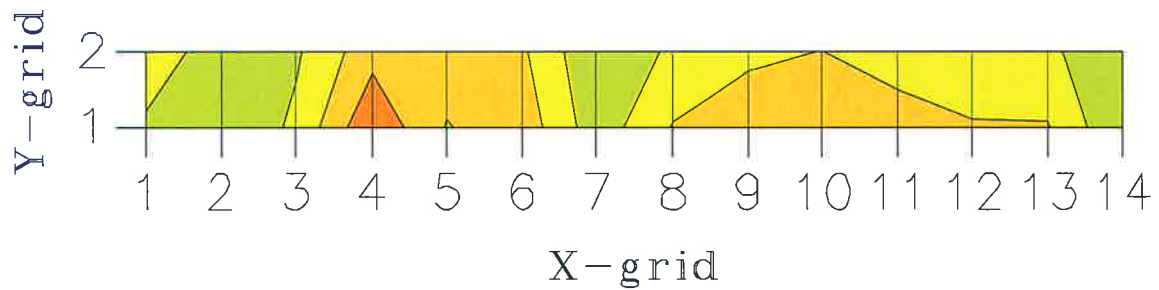
3.3 RESULTATEN

De gemeten waarden zijn hieronder weergegeven voor alle vlakken. De potentiaalwaarden zijn aangegeven in mV.

3.3.1 ZONE 1: NEUS BALKONPLAAT 8° VERDIEPING (zie ook FOTO 47)

3.3.1.1 POTENTIAALMETINGEN

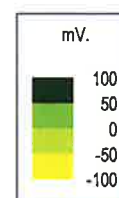
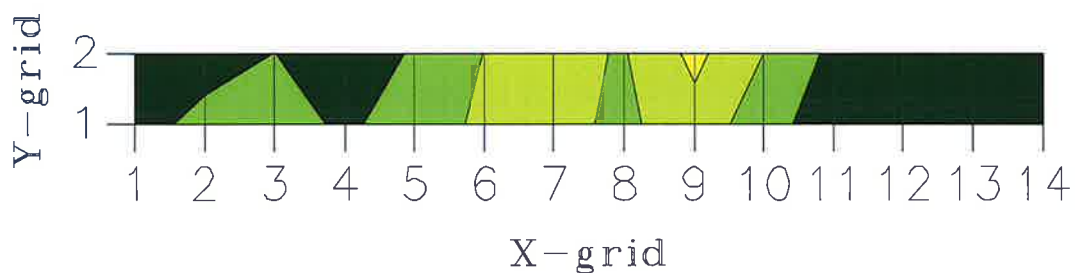
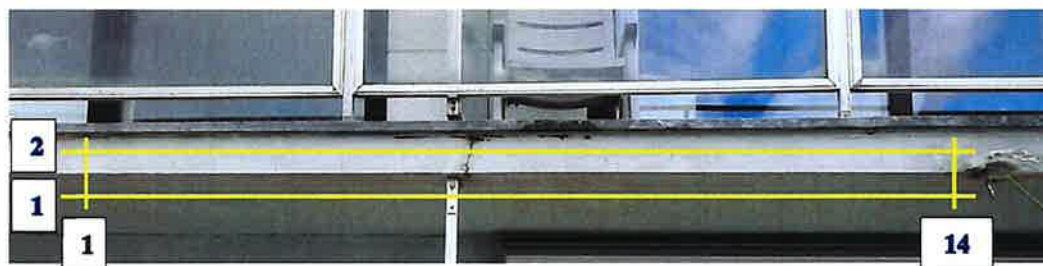
YX	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	-76 1,0	-28 1,0	-43 1,0	-133 1,0	-126 1,0	-108 1,0	-7 2,0	-59 1,0	-89 1,0	-101 1,0	-73 1,0	-76 1,0	-60 0,0	-12 2,0
1	-43 1,0	-1 1,0	-60 1,0	-192 0,0	-97 1,0	-132 0,0	-20 1,0	-103 2,0	-132 1,0	-150 0,0	-127 1,0	-103 1,0	-103 1,0	-2 3,0



3.3.2 ZONE 2: NEUS BALKONPLAAT 9° VERDIEPING (zie ook FOTO 48)

3.3.2.1 POTENTIAALMETINGEN

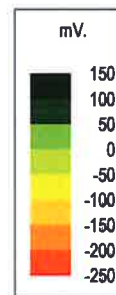
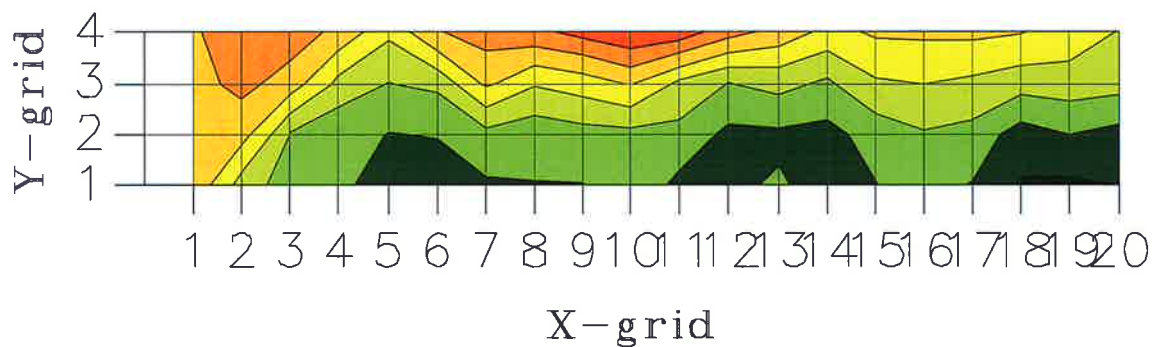
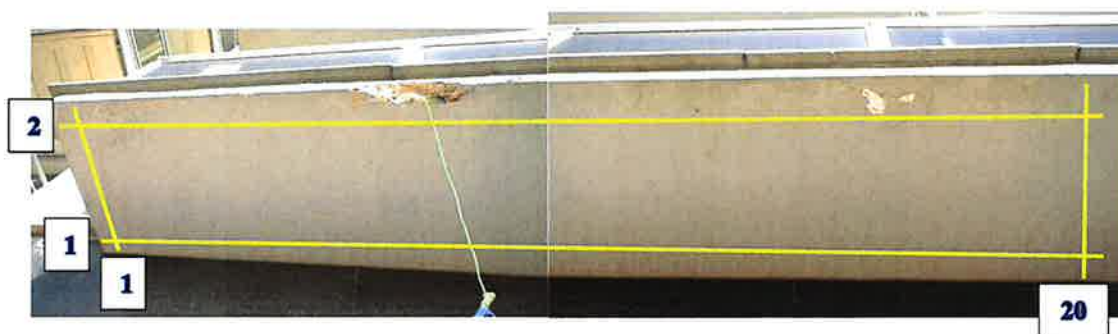
Y\X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	68 3,0	81 3,0	49 3,0	89 2,0	43 1,0	-1 1,0	-10 1,0	3 1,0	-63 1,0	0 1,0	62 1,0	69 1,0	86 1,0	67 2,0
1	78 6,0	28 2,0	35 3,0	56 1,0	32 1,0	-12 1,0	-14 1,0	10 1,0	-32 1,0	31 1,0	76 1,0	85 2,0	77 1,0	52 1,0



3.3.3 ZONE 3: ONDERZIJDE BALKONPLAAT 1° VERDIEPING (zie ook FOTO 49, 50 & 51)

3.3.3.1 POTENTIAALMETINGEN

VW	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	-144 2,0	-181 0,0	-182 0,0	-138 3,0	-81 5,0	-146 2,0	-173 0,0	-100 0,0	-215 0,0	-249 0,0	-230 1,0	-171 1,0	-133 1,0	-87 1,0	-108 1,0	-108 0,0	-111 0,0	-102 0,0	-80 1,0	-48 1,0
3	-134 0,0	-163 0,0	-127 2,0	-34 6,0	2 3,0	-12 3,0	-110 1,0	-56 4,0	-73 1,0	-103 1,0	-37 2,0	2 5,0	-16 2,0	10 3,0	-43 4,0	-50 3,0	-41 2,0	-24 3,0	-27 2,0	-21 2,0
2	-144 0,0	-121 1,0	2 3,0	39 5,0	51 4,0	49 5,0	15 3,0	31 3,0	16 4,0	13 3,0	15 5,0	83 7,0	60 4,0	66 3,0	28 7,0	3 3,0	18 4,0	75 3,0	51 6,0	69 3,0
1	-136 1,0	-28 36,0	27 11,0	45 9,0	60 9,0	63 15,0	58 5,0	52 7,0	52 8,0	13 4,0	65 5,0	61 11,0	44 15,0	70 8,0	52 11,0	19 6,0	54 6,0	106 9,0	110 10,0	98 25,0



3.4 BESLUIT

Er werden metingen uitgevoerd in twee zones van “neuzen” van balkonplaten, waarvan één zone met veel zichtbare schade (zone 1 - 8° verdieping) en één zone met weinig zichtbare schade (zone 2 – 9° verdieping). Bij zone 1 werd een laag tot matig risico op corrosie vastgesteld, bij zone 2 een laag risico.

Bij de meting aan de onderzijde van de balkonplaat werd dicht bij de balkonrand een matig tot hoog risico op corrosie vastgesteld, dicht naar de gevel wordt het risico laag.

Uit de potentiaalmetingen blijkt dat het risico op corrosie van de wapening het grootst is bij de balkonranden, waar ook zichtbare schade is. Op andere plaatsen wordt een beperkt risico gemeten.

Een verklaring voor het hoger risico aan de balkonranden is zeker ook deels te zoeken bij het vocht aanbod (oa vrije waterafvoer over balkonranden). Het risico op corrosie hangt ook samen met het vocht aanbod, op plaatsen waar er veel vocht aanwezig is, zal het risico groter zijn dan op plaatsen die meer beschermt zijn.

DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN

1. CONCLUSIES

- ◆ Bij de visuele inspectie werd bij de balkonplaten vooral schade opgemerkt aan de balkonneuzen: roestvlekken (die kunnen wijzen op corrosie ten gevolge van chloriden, die een plaatselijke, maar hevige corrosie van de wapening veroorzaken), scheuren, afbladderende verf en diverse grote stukken afgedrukt beton ten gevolge van corrosie van de wapening. Deze roestvlekken werden ook vastgesteld bij de gevelpanelen.
- ◆ Bij de balkons en de gevelpanelen werden een aantal eerdere lokale herstellingen opgemerkt. Deze herstellingen blijken slechts oplapwerk en vaak is opnieuw schade opgetreden ter hoogte van deze herstellingen.
- ◆ De voegen tussen de gevelpanelen vertonen verwerking.
- ◆ De balustrades (incl. dakverdieping) voldoen niet meer aan de eisen van de huidig geldende norm (NBN B 03-004).
- ◆ De roofing van het hoofddak werd recent vernieuwd.
- ◆ De gemiddeld gemeten betondekking verschilt sterk van onderdeel tot onderdeel, met een maximum van 68 mm voor de dwarswapening van de lintelen en een minimum van 20 mm voor de dwarswapening aan de onderzijde van de balkonplaten. Ook de spreiding varieert sterk van zeer hoog voor de lintelen tot zeer laag voor de gevelpanelen en de dwarswapening aan de onderzijde van de balkonplaten. Het % wapening met een dekking van minder dan 10 mm is voor alle elementen miniem.
- ◆ De gemiddeld gemeten carbonatatie diepte bedraagt 2,7 mm. Deze waarde is laag voor beton van deze ouderdom.
- ◆ Door de lage carbonatatie diepte is het risico op betonschade door carbonatatie miniem.
- ◆ De gemeten chloridegehalten liggen, op één na, allemaal boven de veilige drempelwaarde, ook op plaatsen waar nog geen schade wordt waargenomen. Bij 10 van de 12 stalen werd een chloridegehalte vastgesteld van meer dan 1% en bij 6 van de 12 zelfs meer dan 2%.
- ◆ Bij de verschillende onderdelen werd sterke chlorideverontreiniging vastgesteld. Gezien de zeeomgeving en gezien bij een aantal stalen er dieper minder verontreiniging werd vastgesteld, zal een deel van de chloriden ingedrongen zijn. Er valt echter niet uit te sluiten dat, bij één of meerdere onderdelen een deel van de chloriden ingemengd zijn in de betonsamenstelling (bvb. zeezand of versnellers).
- ◆ De typische chloridenschade (roestvlekken) werden waargenomen zowel bij de balkonplaten als bij de gevelpanelen.
- ◆ Met percentages van meer dan 2% kunnen we spreken van een zeer ernstige aantasting. Klassieke betonherstelling zal hier onvoldoende zijn en de schade niet tegenhouden. Een systeem met kathodische bescherming (offeranodes) is hier aangewezen.
- ◆ Uit de potentiaalmetingen blijkt dat het risico op corrosie van de wapening het grootst is bij de balkonranden, waar ook zichtbare schade is. Op andere plaatsen wordt een beperkt risico gemeten.
- ◆ Er is gevaar voor vallende stenen en brokstukken.

2. ADVIEZEN

2.1 HERSTELLEN EN BESCHERMEN BETON

- Herstellen betonschade in drie stappen:
 - Uithakken van de beschadigde zones
 - Verwijderen, opruwen en reinigen van beton
 - Voldoende ver en diep uithakken rond de aangetaste wapening:
 - Tot in niet gecarbonateerde zone
 - Alle chloride verontreinigd beton uithakken
 - Roeste staven volledig vrijmaken, ontroesten en beschermen van de wapening. Indien nodig toevoegen of vervangen van staven.
 - Gezien de hoge chloridegehalten (tot meer dan 2%) en gezien alle chloride verontreinigd beton verwijderen en wapening schoonmaken in de praktijk niet evident is, is kathodische bescherming (opofferingsanodes) hier sterk aangeraden. Bij dergelijke chloridegehalten zijn de klassieke middelen ontoereikend voor een duurzame herstelling.
 - Eigenlijke reparatie: aanbrengen herstelmortel (handmatig of spuitbeton)
- Beton beschermen:
 - Aandacht voor waterdichting.
 - Aanbrengen van een elastische coating met scheuroverbruggende, carbonatatieverminderende en waterdampdoorlatende eigenschappen.
- Gezien de vele schade bij de balkonneuzen en de hoge chlorideverontreiniging, voorzien wij om deze af te schieten en opnieuw aan te storten.

2.2 GEVEL

We voorzien 3 opties. Bij de eerste optie worden de gevelpanelen behouden en lokaal hersteld. Bij optie 2 en 3 worden de huidige gevelpanelen verwijderd. Het verwijderen geeft een aantal voordelen: er kan isolatie aangebracht worden, koude bruggen worden geëlimineerd, de achterliggende structuur kan worden geïnspecteerd en indien nodig hersteld (eventuele schade is hier moeilijk te begroten, wij voorzien 150 lm in de prijsraming). Bovendien is de chlorideverontreiniging in de gevelpanelen (meer dan 2%) hiermee grondig aangepakt.

Optie 1: lokaal herstellen gevelpanelen

Bij deze optie kunnen de huidige ramen behouden worden. Wel dient vermeld te worden dat de koude bruggen in dit geval blijven en er een risico is op condensatieproblemen, zeker bij latere vervanging van de ramen door ramen met hogere isolatiewaarden,

- Lokaal herstellen betonschade gevelpanelen in drie stappen (zie §2.1)
- Stralen gevelpanelen
- Uitvlakken gevelpanelen (met behoud voegen)
- Aanbrengen coating op gevelpanelen en lintelen

Optie 2: crepi op buitengevelisolatie

Om deze optie te kunnen uitvoeren dienen de ramen vervangen te worden. Door het aanbrengen van de isolatie en crepi op de lintelen, zal deze aan de bovenzijde van ramen voorbij het raamkader komen.

- Afbreken bestaande gevelpanelen
- Lokaal herstellen achterliggende structuur
- Uitvlakken achterliggende structuur
- Aanbrengen crepi op buitengevelisolatie

Optie 3: gevelbekleding in natuursteen

Om deze optie te kunnen uitvoeren dienen de ramen vervangen te worden. Door het aanbrengen van de panelen en isolatie op de lintelen, zal deze aan de bovenzijde van ramen voorbij het raamkader komen.

- Afbreken bestaande gevelpanelen
- Lokaal herstellen achterliggende structuur
- Uitvlakken achterliggende structuur
- Aanbrengen spouwisolatie
- Aanbrengen gevelbekleding in natuursteen

2.3 BALKONS

- Verwijderen bestaande vloeropbouw
- Aanbrengen EPDM-dichting
- Aanbrengen hellingslaag of egalisatielaag
- Aanbrengen tegelvloer

2.4 SCHRIJNWERK

Voor optie 2 (crepi op buitengevelisolatie) en optie 3 (gevelbekleding in natuursteen) moeten de ramen vervangen worden.

Bij voorkeur worden schuiframen vervangen door draaideur en draaikipraam, aan de kust kan voor schuiframen geen 100% waterdichtheid gegarandeerd worden.

- (Vernieuwen) elastische voegen rond de ramen
- Verwijderen dorpels
- Nieuwe blauwsteen dorpels

2.5 BALUSTRADES EN TUSSENSCHOTTEN

- Wegnemen en afvoeren balustrades
- Plaatsing nieuwe balustrades met zichtplaat => montage op de voorzijde
- Wegnemen en afvoeren tussenschotten
- Plaatsing nieuwe tussenschotten

2.6 DAKTERRAS

- Wegnemen tegelvloer
- Verwijderen dekstenen
- Uitbraak dichtingslaag tot op hellingslaag
- Aanbrengen isolatie
- Aanbrengen EPDM-dichting
- Aanbrengen tegelvloer
- Aanbrengen nieuwe dekstenen

2.7 DIVERSE

- Vernieuwen regenwaterafvoeren
- Reinigen gevelpanelen gelijkvloers
- Afnemen en opnieuw monteren zonneluifels

3. RENOVATIE – PRIJSRAMING

Op volgende pagina's worden enkele richtprijzen opgegeven.

De opgegeven prijzen zijn ramingen op basis van eigen ervaring en hebben als doel een goed idee te geven van de kostprijs.

De waterdichtheid van de ramen en de gevel kan enkel gegarandeerd worden indien deze vernieuwd worden en voorzien zijn van een opstand.

3.1 PRIJSRAMING

POST	TOTAAL euro
0 ALGEMEEN	30.500 €
Plaatsbeschrijving Stellingen, werfinrichting Afschermen ramen	
1 HERSTELLEN EN BESCHERMEN BETON	128.000 €
Lokaal herstellen betonschade (lintelen, onderzijde balkon en luifel) Plaatsen opofferingsanodes Stralen beton Uitvlakken beton (onderzijde balkon en luifel) Elastische coating beton (onderzijde balkon en luifel) Afschieten en heraangieten balkonneuzen	
2a GEVEL - Optie 1: lokaal herstellen gevelpanelen	44.500 €
Lokaal herstellen betonschade gevelpanelen Plaatsen opofferingsanodes Stralen gevelpanelen Uitvlakken gevelpanelen Elastische coating beton op gevelpanelen en lintelen	
2b GEVEL - Optie 2: crepi op buitengevelisolatie	54.500 €
Afbreken bestaande gevelpanelen Lokaal herstellen achterliggende structuur Uitvlakken achterliggende structuur Aanbrengen crepi op buitengevelisolatie	
2c GEVEL - Optie 3: gevelbekleding in natuursteen	110.500 €
Afbreken bestaande gevelpanelen Lokaal herstellen achterliggende structuur Uitvlakken achterliggende structuur Aanbrengen spouwisolatie Aanbrengen gevelbekleding in natuursteen	
3 BALKONS	66.500 €
Verwijderen bestaande vloeropbouw Aanbrengen EPDM-dichting Aanbrengen hellingslaag of egalisatielaag Aanbrengen tegelvoer	

4 SCHRIJNWERK	21.500 €
Elastische voegen rond de ramen	
Verwijderen dorpels	
Nieuwe dorpels blauwsteen	
Nieuwe ramen (per appartement) - prijs niet in totaal verrekend	(4.500 €)
Nieuwe ramen (per appartement)	
5 BALUSTRADES EN TUSSENSCHOTTEN	67.500 €
Wegnemen en afvoeren balustrades	
Plaatsing nieuwe balustrades met zichtplaat	
Wegnemen en afvoeren tussenschotten	
Plaatsing nieuwe tussenschotten	
6 DAKTERRAS	24.500 €
Wegnemen tegelmoer	
Verwijderen dekstenen	
Uitbraak dichtingslaag tot op hellingslaag	
Aanbrengen isolatie	
Aanbrengen EPDM-dichting	
Aanbrengen tegelmoer	
Aanbrengen nieuwe dekstenen	
7 DIVERSE	9.500 €
Vernieuwen regenwaterafvoerbuizen	
Reinigen gevelpanelen gelijkvloers	
Afnemen en opnieuw monteren zonneluifels	
TOTAAL - OPTIE 1	392.500 €
TOTAAL (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)	491.000 €
TOTAAL - OPTIE 2	402.500 €
TOTAAL (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)	503.500 €
TOTAAL - OPTIE 3	458.500 €
TOTAAL (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)	573.500 €

In eer en geweten,

Opgemaakt te Moorslede, 11 oktober 2012.

Bram Devos
ing. Steven De Clercq

ir. Hugo Wildemeersch (Zaakvoerder)

B BIJLAGEN

- 1. FOTO'S**
- 2. BETONDEKKING EN CARBONATATIEDIEPTE**
- 3. SCHADEPROGNOSE**

Betononderzoek:

Residentie WEMBLEY

Priorijlaan 26

8434 Westende

B BIJLAGEN
B.1 FOTO'S









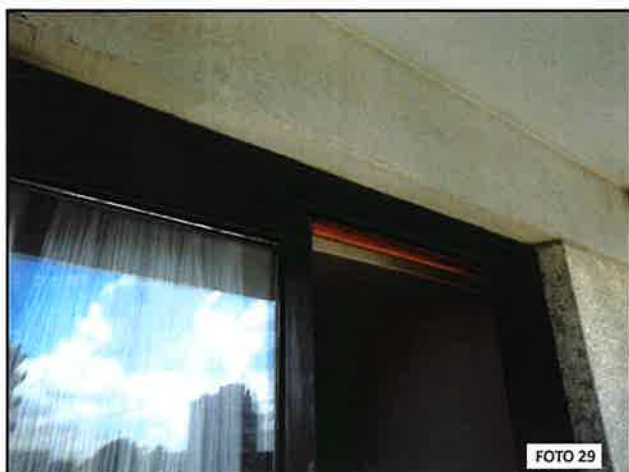






FOTO 37



FOTO 38



FOTO 39



FOTO 40



FOTO 41



FOTO 42





Betononderzoek:

Residentie WEMBLEY

Priorijlaan 26

8434 Westende

B BIJLAGEN

B.2 BETONDEKKING EN CARBONATATIEDIEPTE

Gegevens Ferrosan inlezen

BETONDEKKING

FQ002042	20	39,0	11,0	18	61
FQ002044	17	50,1	17,4	20	89
FQ002046	18	41,3	3,5	34	45
FQ002048	16	35,8	18,2	15	77
FQ002050	17	67,9	13,7	37	90
FQ002052	14	52,6	13,1	33	91
FQ002054	15	46,5	6,7	36	60
FQ002056	11	36,0	15,4	14	63
FQ002058	19	78,9	9,6	61	96
FQ002062	20	47,5	10,8	28	67
FQ002064	24	34,8	11,8	12	69

CARBONATATIE

2	2
3	2
3	2
2	3
2	2
2	2
2	
3	
3	
2	
8	
3	
3	
2	
3	
3	
2	
3	
2	
3	

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	0	0,0
10-14 mm	2	1,1
15-19 mm	9	4,7
20-24 mm	5	2,6
25-29 mm	11	5,8
30-34 mm	13	6,8
35-39 mm	26	13,7
40-44 mm	27	14,2
45-49 mm	19	10,0
50-54 mm	19	10,0
55-59 mm	14	7,4
60-64 mm	11	5,8
65-69 mm	9	4,7
70-74 mm	3	1,6
75-79 mm	6	3,2
80-84 mm	8	4,2
85-89 mm	4	2,1
90-94 mm	4	2,1

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	191
GEMIDDELDE	48,25
STANDAARDAFW.	18,53
VARIATIECOEFF.	0,38
VERDELING	LN

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	26
GEMIDDELDE	2,65
STANDAARDAFW.	1,20
VARIATIECOEFF.	0,45
VERDELING	LN

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

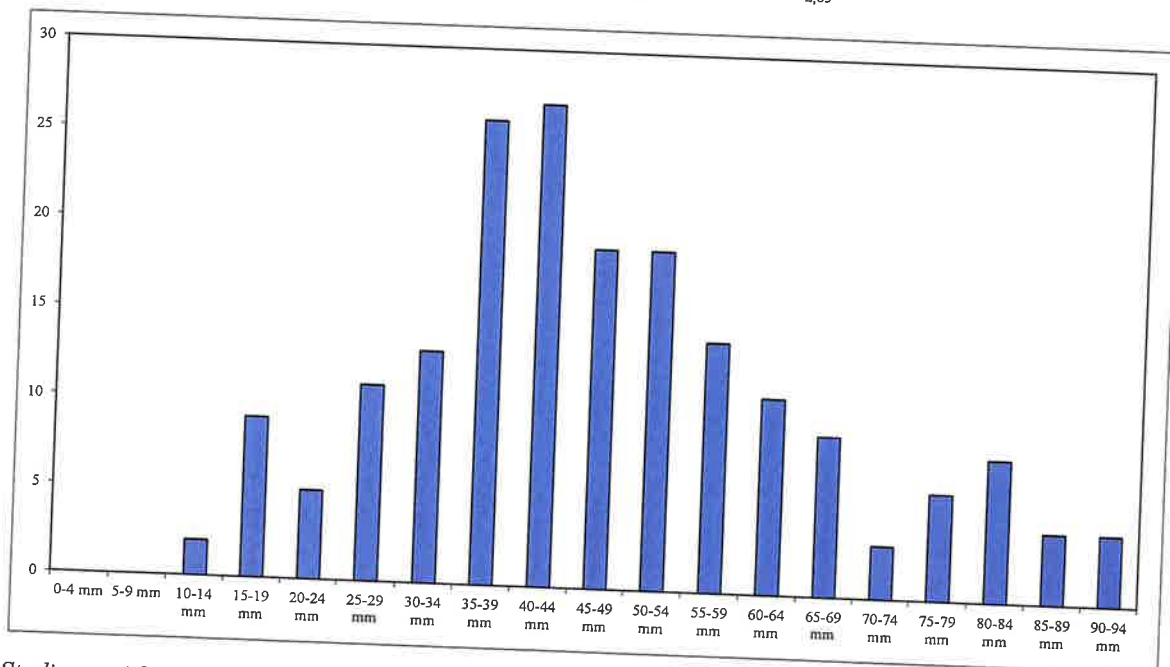
AANTAL METINGEN	190
BETONDEKKING	
C _D	2,83
AANTAL < C _D	0
% < C _D	0,00

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	47,22
Max.	49,27

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	2,47
Max.	2,83



Gegevens Ferrosan inlezen

BETONDEKKING

FQ002043	6	28,2	9,2	13	41
FQ002045	4	37,8	11,0	20	50
FQ002047	4	44,5	3,2	40	48
FQ002049	5	47,8	3,9	42	54
FQ002051	4	51,8	10,0	39	67
FQ002053	4	46,8	4,0	40	50
FQ002055	5	45,4	12,8	23	58
FQ002057	4	40,5	11,3	23	51
FQ002059	4	75,0	9,9	65	91
FQ002063	7	48,3	11,4	31	65
FQ002065	6	28,2	11,7	6	40

CARBONATATIE

2	2
3	2
3	2
2	3
2	2
2	2
3	
3	
2	
3	
3	
2	
3	
3	
2	
3	
2	
3	

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	1	1,9
10-14 mm	1	1,9
15-19 mm	0	0,0
20-24 mm	5	9,4
25-29 mm	2	3,8
30-34 mm	3	5,7
35-39 mm	5	9,4
40-44 mm	10	18,9
45-49 mm	9	17,0
50-54 mm	7	13,2
55-59 mm	4	7,5
60-64 mm	0	0,0
65-69 mm	4	7,5
70-74 mm	0	0,0
75-79 mm	1	1,9
80-84 mm	0	0,0
85-89 mm	0	0,0
90-94 mm	1	1,9

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	53
GEMIDDELDE	43,91
STANDAARDAFW.	15,55
VARIATIECOEFF.	0,35
VERDELING	LN

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	26
GEMIDDELDE	2,65
STANDAARDAFW.	1,20
VARIATIECOEFF.	0,45
VERDELING	LN

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

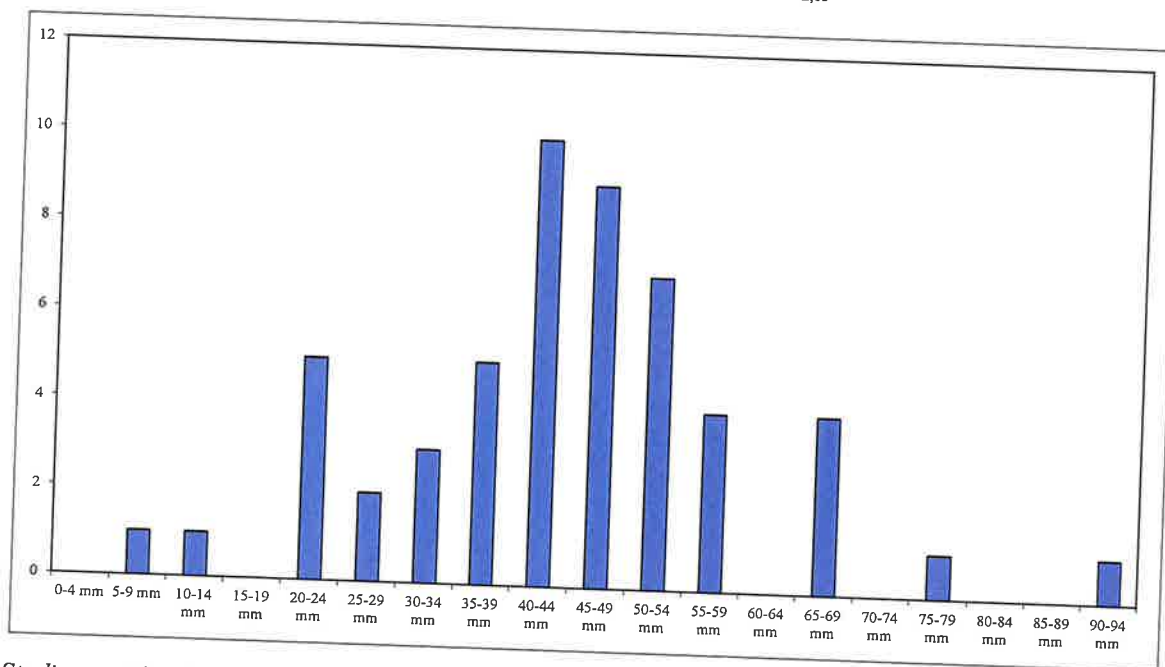
AANTAL METINGEN	53
BETONDEKKING	
C _D	2,83
AANTAL < C _D	0
% < C _D	0,00

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	42,27
Max.	45,54

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	2,47
Max.	2,83



Gegevens Ferrosan inlezen

BETONDEKKING

FQ002078	30	18,0	3,3	11	23
FQ002084	14	18,9	1,8	16	22
FQ002090	25	18,8	1,7	15	24
FQ002097	23	18,3	1,9	14	23
FQ002105	27	18,8	3,4	14	27
FQ002111	22	24,0	3,0	16	28
FQ002076	17	23,5	2,9	19	29

CARBONATATIE

2	2
3	2
3	2
2	3
2	2
2	2
2	
3	
3	
2	
8	
3	
3	
2	
3	
3	
2	
3	
2	
3	

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	0	0,0
10-14 mm	10	6,3
15-19 mm	76	48,1
20-24 mm	51	32,3
25-29 mm	21	13,3
30-34 mm	0	0,0
35-39 mm	0	0,0
40-44 mm	0	0,0
45-49 mm	0	0,0
50-54 mm	0	0,0
55-59 mm	0	0,0
60-64 mm	0	0,0
65-69 mm	0	0,0
70-74 mm	0	0,0
75-79 mm	0	0,0
80-84 mm	0	0,0
85-89 mm	0	0,0
90-94 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	158
GEMIDDELDE	19,82
STANDAARDAFW.	3,59
VARIATIECOEFF.	0,18
VERDELING	N

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	26
GEMIDDELDE	2,65
STANDAARDAFW.	1,20
VARIATIECOEFF.	0,45
VERDELING	LN

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

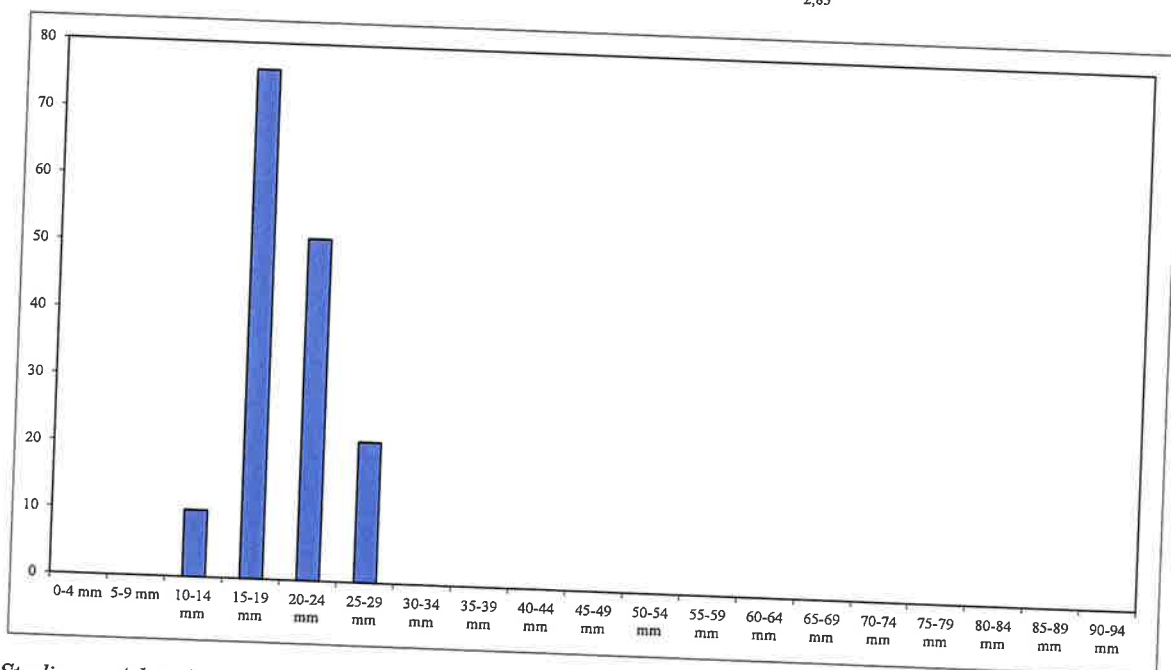
AANTAL METINGEN	158
BETONDEKKING	
C _D	2,83
AANTAL < C _D	0
% < C _D	0,00

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	19,60
Max.	20,04

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	2,47
Max.	2,83



Gegevens Ferrosan inlezen

BETONDEKKING

FQ002079	14	32,6	13,3	16	61
FQ002085	9	35,9	7,6	28	53
FQ002091	17	40,2	13,7	24	79
FQ002098	12	42,0	13,0	32	77
FQ002106	16	36,2	11,9	16	65
FQ002112	16	41,7	11,7	31	74
FQ002077	11	30,6	5,9	21	44

CARBONATATIE

2	2
3	2
3	2
2	3
2	2
2	2
2	
3	
3	
2	
8	
3	
3	
2	
3	
3	
2	
3	
2	
3	

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	0	0,0
10-14 mm	0	0,0
15-19 mm	3	3,2
20-24 mm	4	4,2
25-29 mm	14	14,7
30-34 mm	24	25,3
35-39 mm	22	23,2
40-44 mm	13	13,7
45-49 mm	2	2,1
50-54 mm	1	1,1
55-59 mm	6	6,3
60-64 mm	1	1,1
65-69 mm	2	2,1
70-74 mm	1	1,1
75-79 mm	2	2,1
80-84 mm	0	0,0
85-89 mm	0	0,0
90-94 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	95
GEMIDDELDE	37,36
STANDAARDAFW.	12,47
VARIATIECOEFF.	0,33
VERDELING	LN

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	26
GEMIDDELDE	2,65
STANDAARDAFW.	1,20
VARIATIECOEFF.	0,45
VERDELING	LN

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

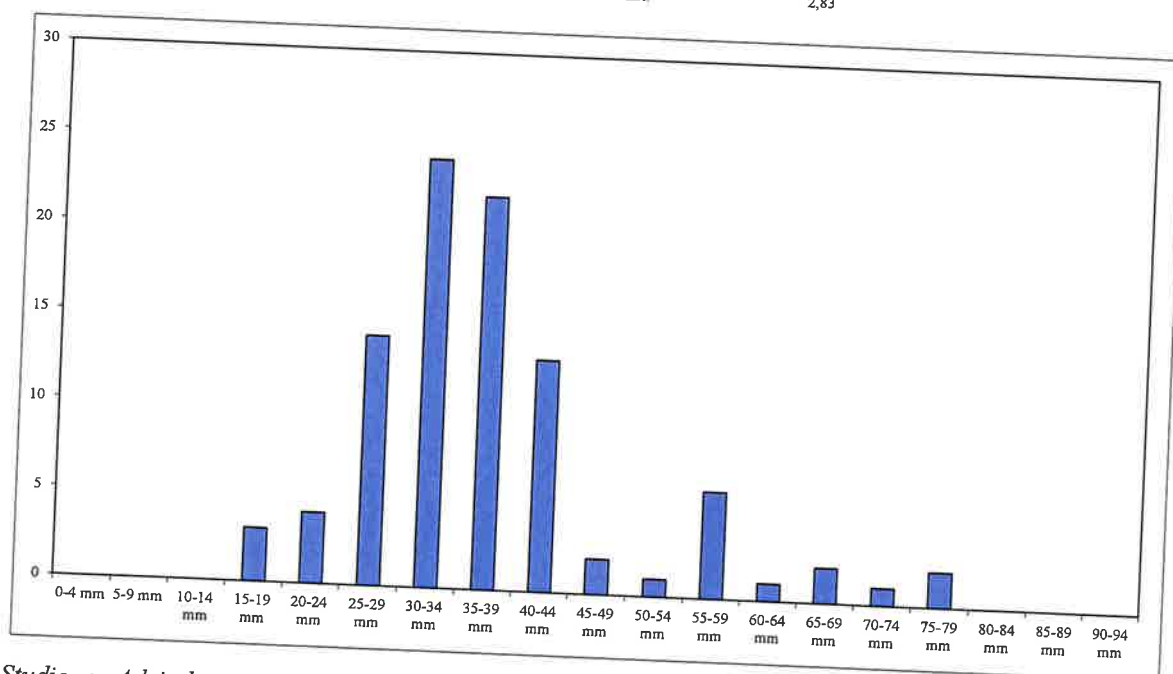
AANTAL METINGEN	95
BETONDEKKING	
C _D	2,83
AANTAL < C _D	0
% < C _D	0,00

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	36,38
Max.	38,34

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	2,47
Max.	2,83



Gegevens Ferrosan inlezen

BETONDEKKING

FQ002082	9	79,6	7,0	70	89
FQ002088	6	82,2	9,2	65	92
FQ002095	4	90,0	4,7	82	94
FQ002103	7	90,6	2,2	87	93
FQ002109	3	84,0	6,4	79	93
FQ002066	5	48,6	8,6	39	64
FQ002068	14	37,0	15,5	15	59
FQ002070	4	73,5	13,2	57	92

CARBONATATIE

2	2
3	2
3	2
2	3
2	2
2	2
2	
3	
2	
8	
3	
3	
2	
3	
3	
2	
3	
2	
3	

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	0	0,0
10-14 mm	0	0,0
15-19 mm	3	5,8
20-24 mm	1	1,9
25-29 mm	2	3,8
30-34 mm	0	0,0
35-39 mm	1	1,9
40-44 mm	2	3,8
45-49 mm	4	7,7
50-54 mm	4	7,7
55-59 mm	2	3,8
60-64 mm	1	1,9
65-69 mm	2	3,8
70-74 mm	4	7,7
75-79 mm	3	5,8
80-84 mm	5	9,6
85-89 mm	6	11,5
90-94 mm	12	23,1

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	52
GEMIDDELDE	67,50
STANDAARDAFW.	24,15
VARIATIECOEFF.	0,36
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	64,94
Max.	70,06

CARBONATATIEDIEPTE

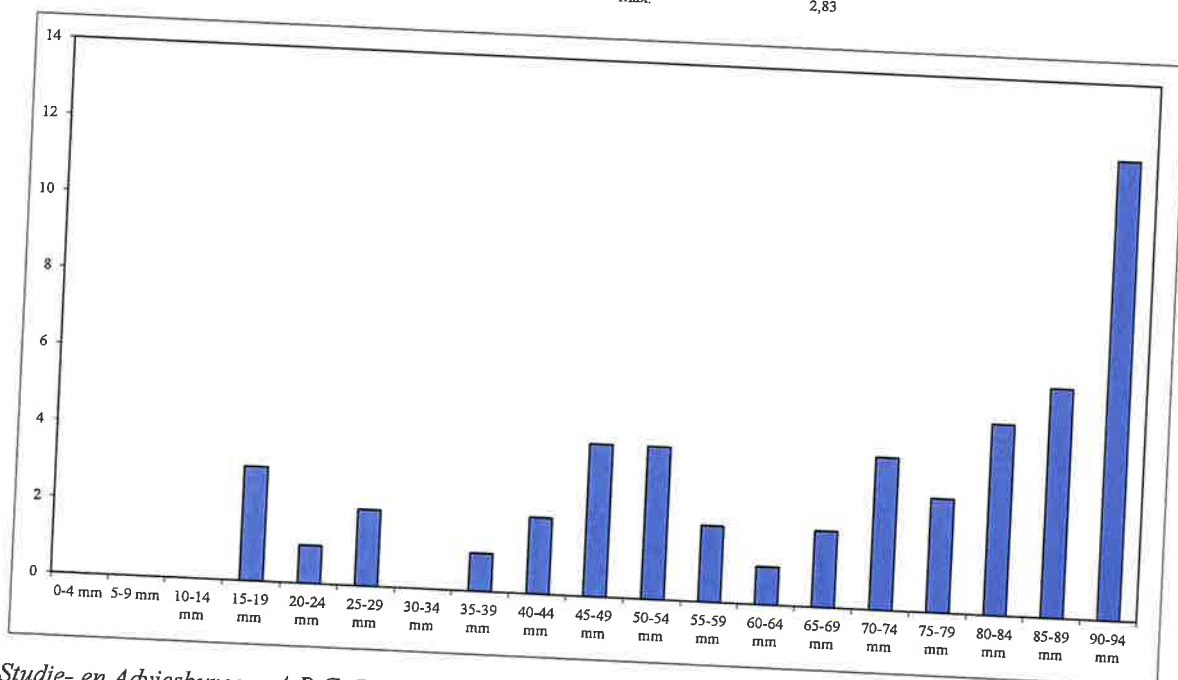
AANTAL METINGEN	26
GEMIDDELDE	2,65
STANDAARDAFW.	1,20
VARIATIECOEFF.	0,45
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	2,47
Max.	2,83

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	52
BETONDEKKING	
C_D	2,83
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00



Gegevens Ferrosan inlezen

BETONDEKKING

FQ002083	7	62,1	10,6	49	83
FQ002089	5	25,6	4,6	20	31
FQ002096	6	25,3	4,4	20	32
FQ002104	7	64,6	9,6	53	85
FQ002110	6	26,0	4,7	20	33
FQ002067	11	68,0	16,7	38	91
FQ002069	5	47,0	18,4	17	75
FQ002071	12	77,1	9,4	65	92

CARBONATATIE

2	2
3	2
3	2
2	3
2	2
2	2
2	
3	
3	
2	
8	
3	
3	
2	
3	
3	
2	
3	
2	
3	

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	0	0,0
10-14 mm	0	0,0
15-19 mm	1	1,7
20-24 mm	8	13,6
25-29 mm	4	6,8
30-34 mm	5	8,5
35-39 mm	1	1,7
40-44 mm	0	0,0
45-49 mm	4	6,8
50-54 mm	4	6,8
55-59 mm	3	5,1
60-64 mm	3	5,1
65-69 mm	9	15,3
70-74 mm	3	5,1
75-79 mm	3	5,1
80-84 mm	5	8,5
85-89 mm	3	5,1
90-94 mm	3	5,1

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	59
GEMIDDELDE	54,76
STANDAARDAFW.	23,22
VARIATIECOEFF.	0,42
VERDELING	LN

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	26
GEMIDDELDE	2,65
STANDAARDAFW.	1,20
VARIATIECOEFF.	0,45
VERDELING	LN

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

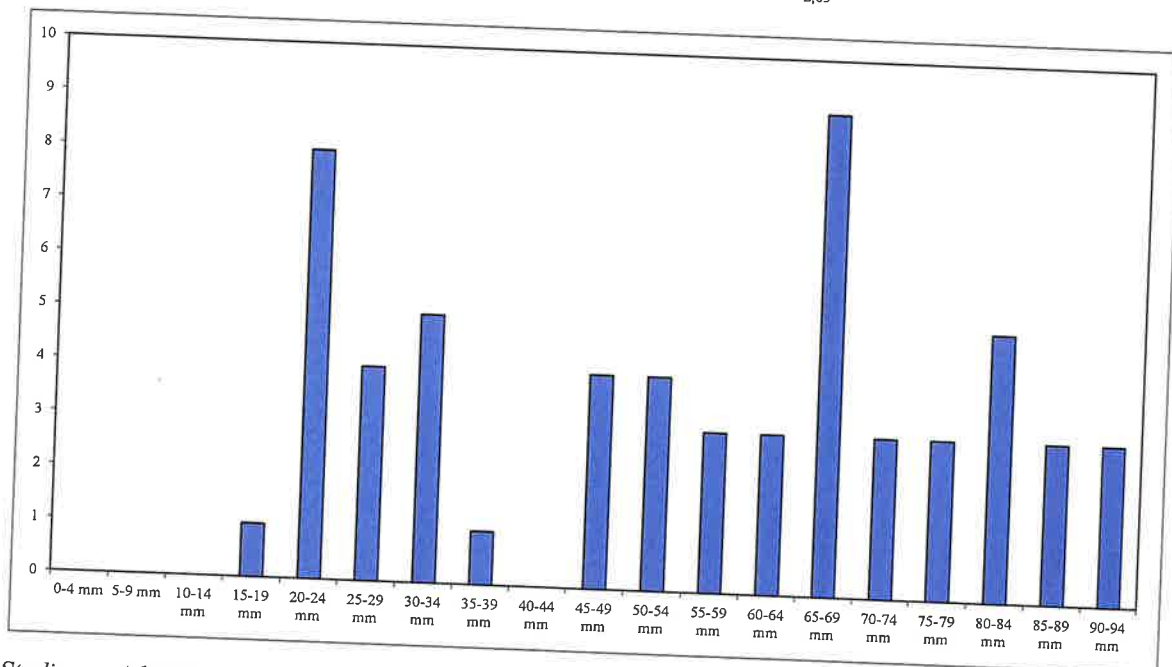
AANTAL METINGEN	59
BETONDEKKING	
C _D	2,83
AANTAL < C _D	0
% < C _D	0,00

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	52,45
Max.	57,07

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	2,47
Max.	2,83



Gegevens Ferroskan inlezen

BETONDEKKING

FQ002080	23	27,7	7,0	9	39
FQ002086	11	32,2	3,9	28	41
FQ002092	6	24,8	6,3	16	34
FQ002093	10	35,3	8,4	28	54
FQ002099	41	32,2	7,2	18	55
FQ002107	21	29,7	4,3	20	40
FQ002113	39	30,8	4,4	19	41
FQ002072	11	30,4	1,6	27	33
FQ002074	11	29,2	2,7	22	32

CARBONATATIE

2	2
3	2
3	2
2	3
2	2
2	2
2	
3	
3	
2	
8	
3	
3	
2	
3	
3	
2	
3	
2	
3	

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	1	0,6
10-14 mm	1	0,6
15-19 mm	5	2,9
20-24 mm	13	7,5
25-29 mm	43	24,9
30-34 mm	84	48,6
35-39 mm	16	9,2
40-44 mm	5	2,9
45-49 mm	2	1,2
50-54 mm	2	1,2
55-59 mm	1	0,6
60-64 mm	0	0,0
65-69 mm	0	0,0
70-74 mm	0	0,0
75-79 mm	0	0,0
80-84 mm	0	0,0
85-89 mm	0	0,0
90-94 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	173
GEMIDDELDE	30,60
STANDAARDAFW.	6,11
VARIATIECOEFF.	0,20
VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	30,24
Max.	30,95

CARBONATATIEDIEPTE

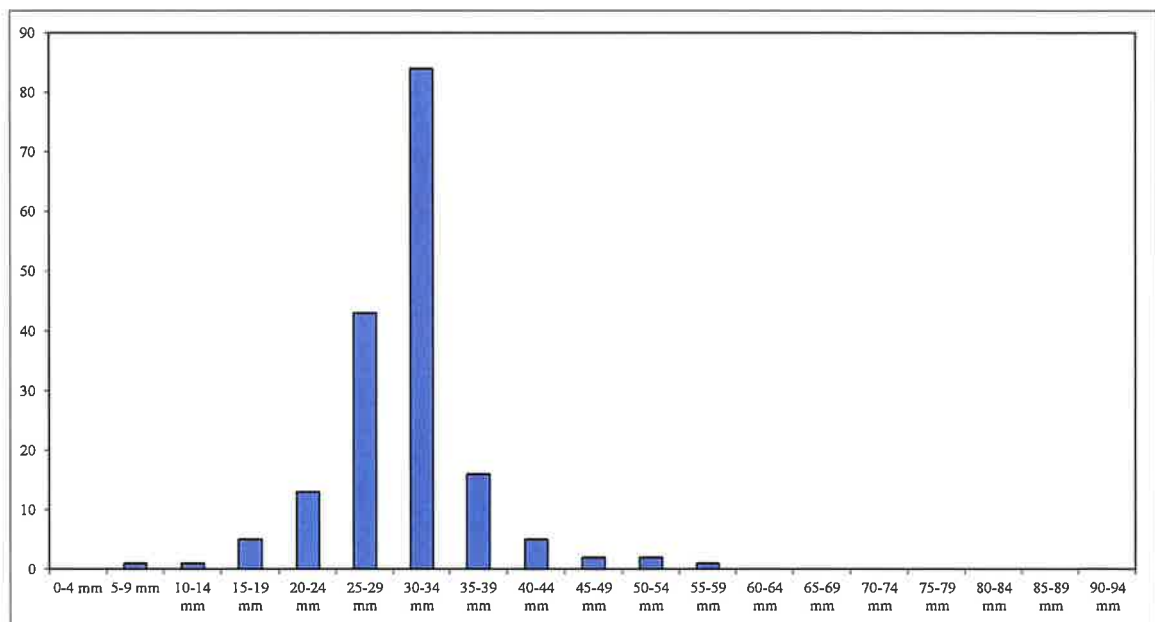
AANTAL METINGEN	26
GEMIDDELDE	2,65
STANDAARDAFW.	1,20
VARIATIECOEFF.	0,45
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	2,47
Max.	2,83

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	173
BETONDEKKING	
C_D	2,83
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00



Gegevens Ferroskan inlezen

BETONDEKKING

FQ002081	17	33,3	11,8	25	77
FQ002087	17	32,1	3,9	25	38
FQ002094	17	31,9	3,6	26	38
FQ002101	13	33,2	4,3	25	39
FQ002102	22	36,4	6,7	23	52
FQ002108	19	32,4	6,7	20	49
FQ002114	35	34,7	3,7	27	44
FQ002073	15	34,3	4,4	22	40
FQ002075	11	35,4	1,6	33	38

CARBONATATIE

2	2
3	2
3	2
2	3
2	2
2	2
3	
3	
2	
8	
3	
3	
2	
3	
3	
2	
3	
2	
3	

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	0	0,0
10-14 mm	0	0,0
15-19 mm	0	0,0
20-24 mm	3	1,8
25-29 mm	30	18,1
30-34 mm	68	41,0
35-39 mm	46	27,7
40-44 mm	13	7,8
45-49 mm	4	2,4
50-54 mm	1	0,6
55-59 mm	0	0,0
60-64 mm	0	0,0
65-69 mm	0	0,0
70-74 mm	0	0,0
75-79 mm	1	0,6
80-84 mm	0	0,0
85-89 mm	0	0,0
90-94 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	166
GEMIDDELDE	33,85
STANDAARDAFW.	6,07
VARIATIECOEFF.	0,18
VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	33,49
Max.	34,21

CARBONATATIEDIEPTE

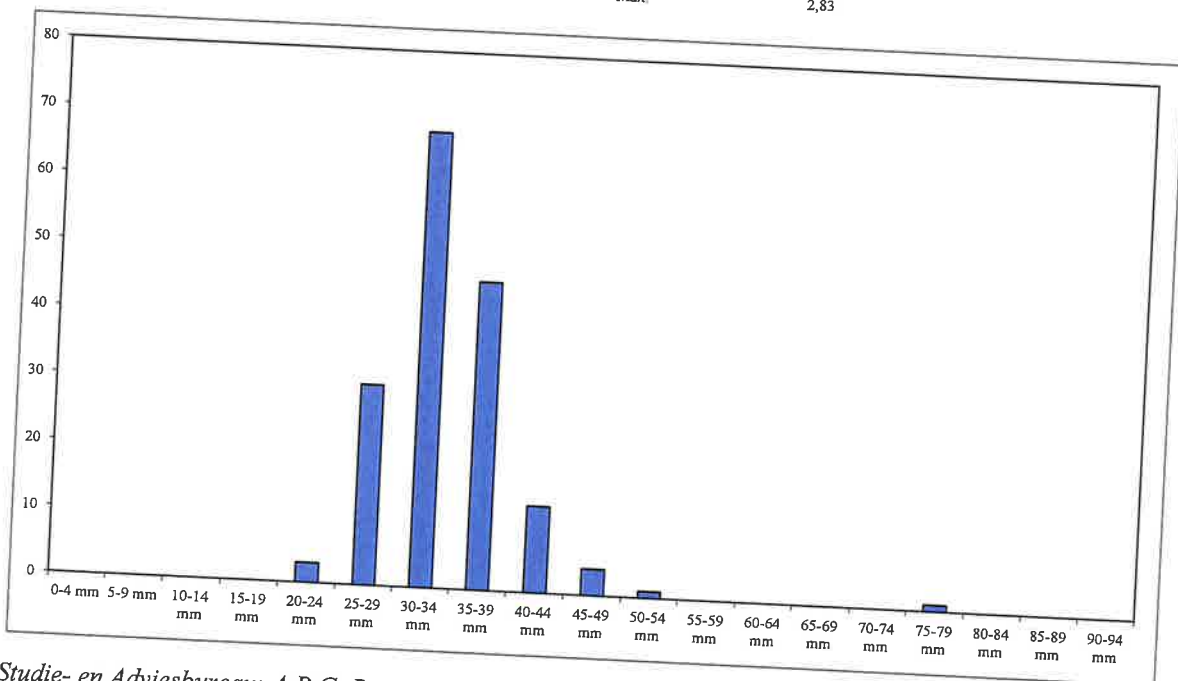
AANTAL METINGEN	26
GEMIDDELDE	2,65
STANDAARDAFW.	1,20
VARIATIECOEFF.	0,45
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	2,47
Max.	2,83

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	166
BETONDEKKING	
C_D	2,83
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00



Betononderzoek:

Residentie WEMBLEY

Priorijlaan 26

8434 Westende

B BIJLAGEN
B.3 SCHADEPROGNOSE



