

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

Opdrachtgever: *VME Res. West-End*

Voor wie handelt: *Imasbo bvba*

Dossiernummer: *12.0407*

Opdracht: *Beton- en gevelonderzoek van residentie West-End te Westende volgens onze offerte van 30/03/2012 en uw bestelling van 5/04/2012*

Onderzoek: *Ter plaatse uitgevoerd op 13 september 2012*

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

Betononderzoek: Residentie WEST-END



Koning Ridderdijk 29

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 residentie West-End 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
- 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	Voorzien	Uitgevoerd
Betondekking	500	543
Carbonatatie diepte	10	15
Chloridengehalte	12	12
Sclerometer (per 10)		
Hechtsterkte		
Potentiaalmetingen	4	3
Waterabsorptie opp.		
Boorkernen		
Foto's	100	58

Tabel 1: Aantal voorziene en uitgevoerde proeven

Situatieschets

Bouwjaar: 1970

Renovatie: 1998

Plannen: /

Inhoud

A RAPPORT.....	4
DEEL I: VISUELE INSPECTIE	4
DEEL II: BETONONDERZOEK	7
1. CARBONATATIE & BETONDEKKING.....	7
2. CHLORIDENONDERZOEK.....	11
3. POTENTIAALMETINGEN	14
DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN.....	20
1. CONCLUSIES	20
2. ADVIEZEN.....	22
3. RENOVATIE – PRIJSRAMING	25
B BIJLAGEN.....	27
1. FOTO'S	27
2. BETONDEKKING EN CARBONATATIEDIEPTE.....	27
3. SCHADEPROGNOSE	27

Betononderzoek:

Residentie WEST-END

Koning Ridderdijk 29

8434 Westende

A RAPPORT

A RAPPORT

DEEL I: VISUELE INSPECTIE

Algemeen

De residentie West-End is een appartementsgebouw gelegen aan de zeedijk. Het gebouw bestaat uit een gelijkvloers, 9 verdiepingen met telkens 3 appartementen en een dakverdieping met dakappartement (**FOTO 1**). Op het gelijkvloers bevinden zich de inkom en twee horecazaken, waarvan deze links van de inkom een uitbouw heeft (**FOTO 2**). 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 bijna de volledige gevelbreedte, aan beide uiteinden is een strook van +/- 50 cm zonder balkon die bekleed is met gevelpanelen. Ieder appartement heeft een groot schuifraam, tussen deze schuiframen is er telkens een strook van +/- 50 cm breed, ook bekleed met 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, de gevelpanelen en de luifel van het dakappartement.

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 noordzijde van het gebouw.

Balkons

De diepte van de balkonvloer is ongeveer 1,30 m. De balkons zijn doorlopend en hebben geen opstand, er is een vrije waterafvoer via de balkonranden (**FOTO 3**). Aan de bovenzijde zijn de balkons voorzien van een harsgebonden afdichtingslaag met slijtlaag. Deze afdichtingslaag werd hoogstwaarschijnlijk bij een vorige renovatie aangebracht bovenop de bestaande vloeropbouw. Bij één balkon werd het vloeroppervlak grijs geschilderd (**FOTO 4**). De voor- en onderzijden van de balkonplaten zijn voorzien van een crèmekleurige coating.

De balkons zijn voorzien van alu-balustrades en tussenschotten met glasplaat (**FOTO 3 & 4**). De balustrades zijn bevestigd bovenop de balkons en de bevestigingen zijn ingewerkt (bij een vorige renovatie). Met een hoogte van +/- 90 cm voldoen de balustrades niet meer aan de eis van de huidige geldende norm NBN B 03-004 (minimum beschermingshoogte van 120 cm vanaf een valhoogte van 12 m). De tussenschotten hebben een hoogte van +/- 180 cm.

Er werden heel wat bruine roestvlekken vastgesteld in de balkonplaten, meestal in combinatie met barsten (**FOTO 5, 6, 7, 8, 9 & 10**). Deze kunnen wijzen op corrosie ten gevolge van chloriden, die een plaatselijke, maar hevige corrosie van de wapening veroorzaken. De roestvlekken 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 deze vochtige omstandigheden bevorderen de corrosie van de wapening.

Verder werden nog een aantal scheuren vastgesteld met minder of geen roestvorming (**FOTO 11, 12, 13 & 14**). Ook deze scheuren doen vermoeden dat de onderliggende wapening aan het roesten is, roest dat een groter volume inneemt en zo de scheuren veroorzaakt.

Bij enkele balkons werden een aantal scheuren vastgesteld die loodrecht op de gevel lopen en over de volledige breedte van het balkon doorlopen (**FOTO 16**). Dit zijn spanningsscheuren ten gevolge van de krimp van het beton en de thermische bewegingen van de balkonplaat.

Op enkele plaatsen werd er mosgroei vastgesteld op de neuzen van de balkons (**FOTO 17 & 18**). Ook dit duidt op vochtige omstandigheden op deze plaatsen.

Lintelen

De betonnen lintelen zijn ongeveer 45 cm hoog en zijn ook voorzien van een crèmekleurige coating. Ze lopen net als de balkonplaten door over bijna de volledige gevelbreedte. Door de aanwezigheid van rolluiken bevinden de achterzijden van de lintelen zich ook in een buitenomgeving. De achterzijden van de lintelen konden tijdens dit onderzoek niet geïnspecteerd worden, hiervoor zouden de rolluiken gedemonteerd moeten worden.

Net als bij de balkonplaten stellen we ook hier een aantal roestvlekken en barsten vast (**FOTO 19, 20, 21, 22 & 23**). Het aantal en de grote van de roestvlekken is hier wel een heel stuk minder dan bij de balkonplaten. Dit kan deels verklaard worden doordat deze elementen door de balkonplaten beschermd worden en het vocht aanbod hier kleiner zal zijn, maar ook bvb. de betondekking van de wapening kan hierin een rol spelen.

Gevelpanelen

De gevelpanelen bestaan uit betonnen elementen met een uitgewassen betonoppervlak. Ook deze werden voorzien van crèmekleurige coating.

Ook hier stellen heel wat bruine roestvlekken vast, die corrosie ten gevolge van chloriden doen vermoeden (**FOTO 24, 25, 26, 27, 28 & 29**). Tevens werden enkele lokale herstellingen vastgesteld. Bij één van deze herstelling zien we rond deze herstelling een aantal roestvlekken (**FOTO 30**), dit wijst op het ringanode-effect. Dit fenomeen doet zich voor bij herstellingen waarbij niet al het verontreinigd beton werd verwijderd.

De voegen tussen de gevelpanelen vertonen lokaal ook schade of verwerking (**FOTO 31 & 32**). Aan de linkerzijde is er in de voeg met de gevel van het aanpalende gebouw geen elastische voeg aanwezig, aan de rechterzijde vertoont deze voeg sporen van verwerking (**FOTO 33 & 34**).

Er zijn geen visuele aanwijzingen die duiden op problemen met de bevestigingen van de gevelpanelen.

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

Schrijnwerk

De appartementen hebben aan de voorgevel een schuifraam over de volledige breedte van het appartement. De ramen zijn gemaakt uit hout en hebben dubbel glas. Op enkele plaatsen stelden we problemen vast met de sluitingen en dichting van de ramen (**FOTO 35 & 36**). De ramen zijn voorzien van rolluiken. Ook bij de rolluiken en de geleidingen hiervan waren sporen van veroudering en aantasting zichtbaar (**FOTO 37, 38, 39 & 40**). Veel dorpels van de schuiframen vertonen ook schade: barsten en afschilfering (**FOTO 41, 42 & 43**).

Dakappartement

Het dakappartement heeft aan de voorzijde een dakterras met een diepte van ongeveer 2,60 m, met een losse tegelvloer (**FOTO 44 & 45**). De alu-balustrade met glasplaat is ongeveer 1 m, waarmee deze ook niet voldoet aan de huidige norm. De ramen lijken hier reeds vervangen door nieuwe schuiframen. Boven de ramen en het linteel is er een luifel met een hoogte van +/- 0,40 m en een diepte van ook +/- 40 cm.

We stellen hier aan de betonnen elementen dezelfde schade vast als bij de andere verdiepingen: roestvlekken en barsten (**FOTO 46, 47, 48 & 49**). Aan de rechterzijde zijn er grote barsten en stukken afgedrukte beton in de luifel en het linteel (**FOTO 50 & 51**).

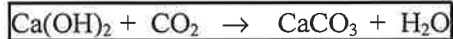
De vloertegels en de dekstenen van de terrasrand vertonen heel wat vervuiling en mosgroei. In de voegen tussen de tegels groeit er hier en daar onkruid. Onder de tegels stellen we een afdichtingslaag vast, maar ook heel wat vervuiling en waterplassen, wat duidt op een slecht afwatering (**FOTO 52, 53 & 54**).

DEEL II: BETONONDERZOEK

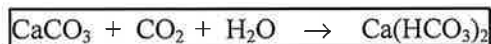
1. CARBONATATIE & BETONDEKKING

1.1 ALGEMENE SITUERING VAN DE PROBLEMATIEK 'BETONROT'

Door de bij de hydratatie gevormde alkaliën Ca(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 $\text{Ca(HCO}_3)_2$.



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 beregening en de verdamping van de wand. Bij beregening zal het ingedrongen water de lucht verdringen, die de carbonatatie veroorzaakte. Om die reden zal de carbonatatediepte op lange termijn samenvallen met het droogfront.

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

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

Wanneer de wapening (inwendig) begint te roesten verloopt er nog een zekere tijd vooraleer dat het roest voldoende druk heeft opgebouwd om de bovenliggende betonlaag af te duwen. Deze 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 carbonatatediepte wordt bepaald door verstuuving van een pH indicatorvloeistof 'Phenolftaleïne' op een vers breukvlak. Gecarbonateerd beton blijft kleurloos, niet gecarbonateerd beton verkleurt paars-rood -foto 55-.

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	53,1	15,6	4%	0%
Voorzijde balkon - langswapening	46,3	14,3	7%	1%
Onderzijde balkon - dwarswapening	24,4	10,1	52%	8%
Onderzijde balkon - langswapening	33,7	9,5	18%	1%
Luifel dakterras - dwarswapening	63,5	15,4	1%	0%
Luifel dakterras - langswapening	57,1	20,5	6%	1%
Linteel - dwarswapening	30,0	7,6	25%	0%
Linteel - langswapening	32,5	13,6	29%	5%
Gevelpaneel - dwarswapening	30,5	8,7	27%	1%
Gevelpaneel - langswapening	34,3	8,1	13%	0%

Tabel 2: Kort overzicht van de betondekking

Bespreking van de resultaten:

De gemiddeld gemeten betondekking verschilt sterk van onderdeel tot onderdeel, met een minimum van 24 mm voor de dwarswapening van de onderzijde van de balkonplaten en een maximum van 63 mm voor de dwarswapening van de luifel van het dakterras. Ook de spreiding per onderdeel is relatief hoog, vooral bij de onderdelen met een gemiddeld hoge betondekking.

Voor een aantal onderdelen bekomen we dan ook een hoog % wapening met een dekking van minder dan 25 mm, zo heeft meer dan de helft van de dwarswapening aan de onderzijde van de balkonplaten een dekking van minder dan 25 mm (8% van de wapening heeft hier zelfs een dekking van minder dan 10 mm). Bij de lintelen heeft 25 à 30% van de wapening een dekking van minder dan 25 mm, net als de dwarswapening van de gevelpanelen. Aan de voorzijde van de balkonplaten en bij de luifel van het dakterras blijft de hoeveelheid wapening met minder dan 25 mm dekking beperkt tot ongeveer 5%.

1.3.2 CARBONATATIEDIEPTE

De gemiddeld gemeten carbonatatie diepte bedraagt 1,8 mm. Deze waarde is laag voor beton van deze ouderdom. De coating heeft hier ongetwijfeld een beschermende rol gespeeld.

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 minimum van 24 mm en een maximum van 63 mm. Ook de spreiding per onderdeel is relatief hoog. Voor een aantal onderdelen bekomen we dan ook een hoog % wapening met een dekking van minder 25 mm.
- ◆ De gemiddeld gemeten carbonatatie diepte bedraagt 1,8 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	Gevelpaneel 4° verd. - nabij roestvlek	0-2 cm	> 2	**
2	Gevelpaneel 4° verd. - nabij roestvlek	2-4 cm	> 2	**
3	Onderzijde balkon 5° verd. - nabij roestvlek	0-2 cm	1,21	**
4	Onderzijde balkon 5° verd. - nabij roestvlek	2-4 cm	1,21	**
5	Voorzijde balkon 5° verd. - geen schade	0-2,5 cm	> 2	**
6	Voorzijde balkon 8° verd. - nabij roestvlek	0-2 cm	1,28	**
7	Voorzijde balkon 8° verd. - nabij roestvlek	2-4 cm	1,61	**
8	Gevelpaneel 8° verd. - nabij roestvlek	0-3 cm	> 2	**
9	Voorzijde balkon 10° verd. - nabij roestvlek	0-3 cm	1,48	**
10	Voorzijde balkon 10° verd. - nabij roestvlek	3-6 cm	1,68	**
11	Linteel dakterras - geen schade	0-2 cm	0,87	*
12	Luifel dakterras - geen schade	0-2 cm	1,28	**

Tabel 3: Chloridengehaltes en corrosiekans

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

2.4 BESLUIT

- ◆ De gemeten chloridegehalten liggen allemaal ver boven de veilige drempelwaarde, ook op plaatsen waar nog geen schade wordt waargenomen. Bij de gevelpanelen is het vastgestelde % chloriden meer dan 2%, ook bij een balkonneus werd meer dan 2% vastgesteld.
- ◆ Bij de verschillende onderdelen werd sterke chlorideverontreiniging vastgesteld. De bron van deze verontreiniging is niet éénduidig te bepalen. Gezien de zeeomgeving zal een deel hoogstwaarschijnlijk ingedrongen zijn, maar gezien de algemene verontreiniging vallen ingemengde chloriden in de betonsamenstelling (bvb. zeezand of versnellers) ook niet uit te sluiten.
- ◆ De typische chloridenschade (roestvlekken) werden waargenomen.
- ◆ 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 (zie ook vorige renovatie). 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.

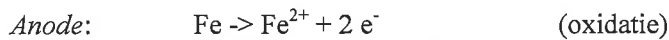
3. POTENTIALMETINGEN

3.1 ALGEMEEN

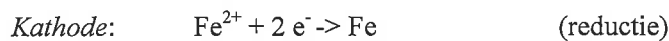
In "gezond" beton wordt, ten gevolge van het basische milieu van het poriënwater, het wapeningsstaal beschermd door een passiveringslaag. Deze beschermlaag op de wapening kan echter aangetast worden door de aanwezigheid van agressieve stoffen (Cl⁻) of wanneer het basische karakter van het beton afneemt tengevolge van carbonatie (indringing van koolstofdioxide uit de lucht). Het wapeningsstaal bevindt zich dan niet langer in een beschermd milieu en kan corroderen.

Bij corrosie wordt het staal aangetast door elektrochemische reacties tussen dit staal en componenten uit het omringende milieu. Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen anodische reacties (afstaan van elektronen) en kathodische reacties (opnemen van elektronen).

Voor ijzer (wapeningsstaal) zijn dat onderstaande reacties:

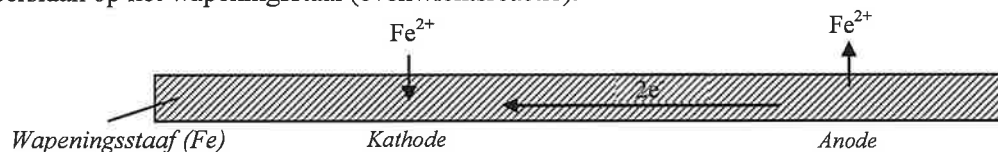


De ijzerionen (Fe²⁺) gaan in oplossing en de elektronen (e⁻) blijven achter in het wapeningsstaal. Hierdoor wordt het staal negatief geladen.

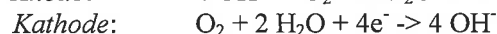


De ijzerionen slaan neer op het staal.

Afhankelijk van de potentiaalwaarde van het staal vindt overwegend de oxidatie- of de reductiereactie plaats. Bij de evenwichtspotential van staal gaan evenveel ijzeratomen in oplossing gaan als er neerslaan op het wapeningsstaal (evenwichtsreactie).



In het milieu rond het wapeningsstaal (poriënwater beton) treden in aanwezigheid van zuurstof en water volgende reacties op:



Welke reactie overwegend plaatsvindt, wordt bepaald door de potentiaal van die plaats. De evenwichtsreactie van deze reactie ligt hoger dan deze van het staal.

De potentiaal die het wapeningsstaal gaat aannemen, ligt tussen beide evenwichtswaarden zodanig dat de kathode- en anodestroom gelijk zijn. Bij ontbreken van een passiveringslaag fungeert het staal (Fe) daarbij als anode: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{e}^-$. Dit betekent dat het staal in oplossing gaat. De kathode-reactie $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$ zorgt ervoor dat de elektronen, die vrijgekomen zijn bij het oplossen van het staal, worden opgenomen.

De potentialen in deze elektrochemische stroomkringen (anode <-> kathode) kunnen aan het betonoppervlak worden gemeten. Er wordt gebruik gemaakt van een referentie-elektrode (halfcel): elektrode in ionenoplossing bv. koper in een oplossing van kopersulfaat (CSE) of zilver in zilverchloride. De ionenoplossing van de referentie-elektrode staat in contact met het poriënwater van beton door middel van een poreus materiaal (spons).

De meetwaarden van de halfcel worden geregistreerd met behulp van een voltmeter, waarvan de andere pool is verbonden met de wapening.

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 geïkt 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 POTENTIALMETINGEN

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.

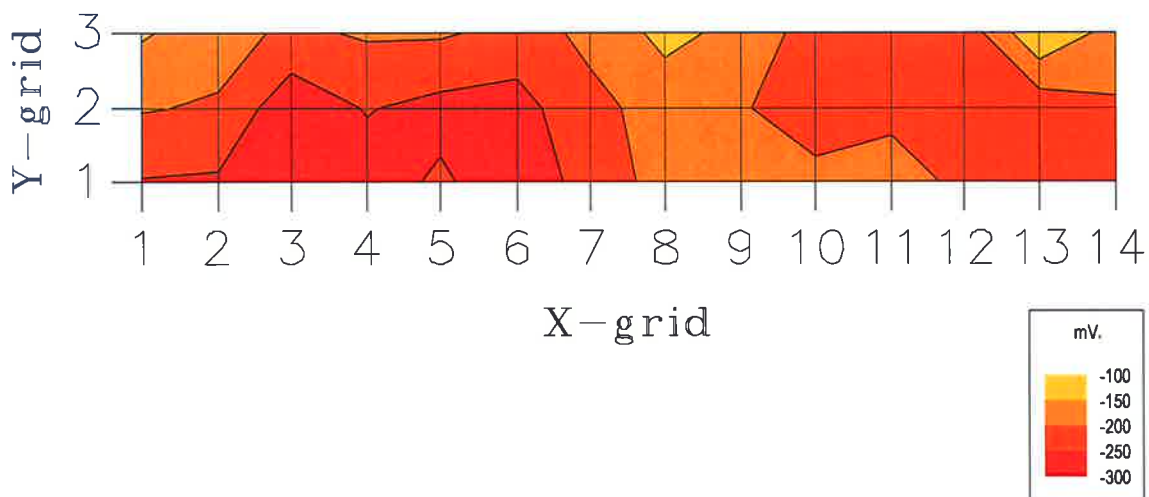
3.3 RESULTATEN

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

3.3.1 ZONE 1: NEUS BALKONPLAAT DAKTERRAS (zie ook FOTO 56)

3.3.1.1 POTENTIALMETINGEN

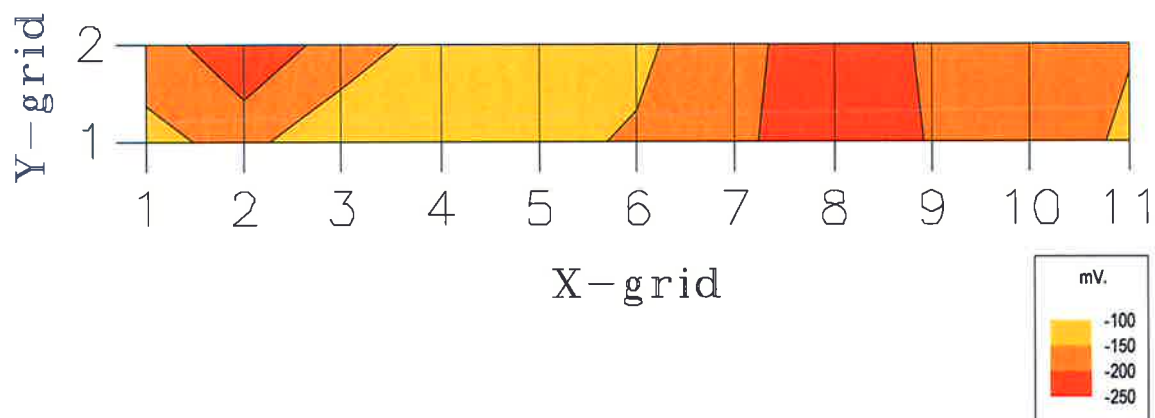
Y\X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	-144 3,0	-182 80,0	-209 21,0	-195 16,0	-194 19,0	-217 12,0	-191 11,0	-133 46,0	-167 4,0	-221 8,0	-204 8,0	-230 11,0	-105 38,0	-168 8,0
2	-197 2,0	-205 6,0	-266 45,0	-247 32,0	-266 5,0	-271 14,0	-210 64,0	-185 9,0	-196 18,0	-222 15,0	-218 16,0	-237 3,0	-231 3,0	-206 3,0
1	-254 5,0	-258 3,0	-300 2,0	-272 1,0	-242 1,0	-287 2,0	-228 6,0	-182 4,0	-172 7,0	-188 11,0	-168 7,0	-216 5,0	-243 3,0	-230 3,0



3.3.2 ZONE 2: NEUS BALKONPLAAT 6° VERDIEPING (zie ook FOTO 57)

3.3.2.1 POTENTIALMETINGEN

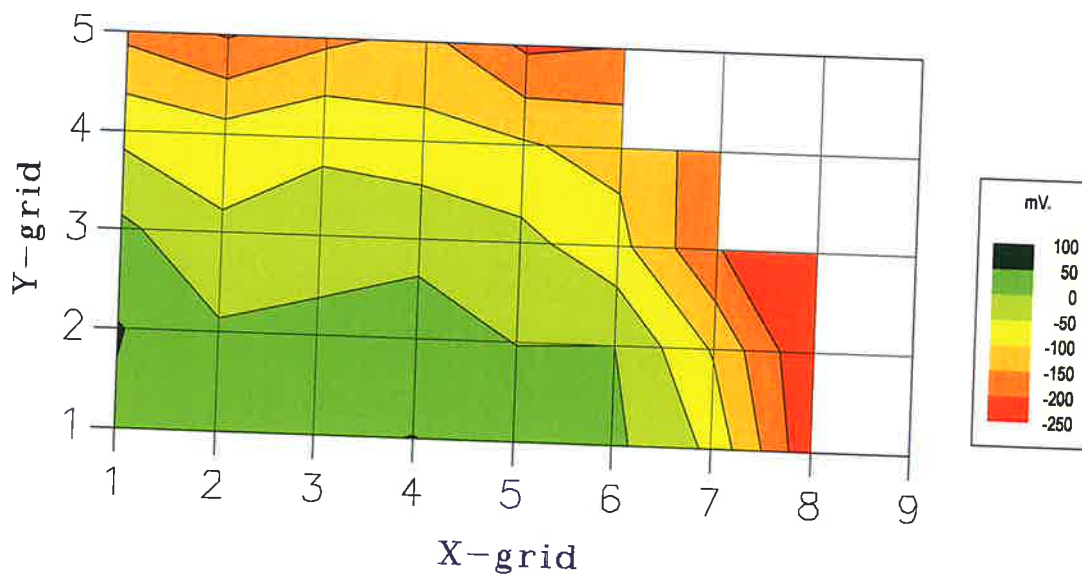
Y\X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	-165 7,0	-249 4,0	-173 4,0	-132 4,0	-139 6,0	-142 5,0	-178 6,0	-243 2,0	-190 3,0	-161 2,0	-152 7,0
1	-141 10,0	-160 7,0	-121 8,0	-147 8,0	-141 8,0	-154 8,0	-186 2,0	-246 3,0	-196 3,0	-168 3,0	-145 7,0



3.3.3 ZONE 3: ONDERZIJDE BALKONPLAAT 5° VERDIEPING (zie ook FOTO 58)

3.3.3.1 POTENTIAALMETINGEN

Y\X	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	-163 24,0	-204 24,0	-160 45,0	-135 50,0	-210 20,0	-197 10,0	EMPTY	EMPTY	EMPTY
4	-64 35,0	-83 30,0	-57 79,0	-83 21,0	-96 24,0	-114 17,0	-178 14,0	EMPTY	EMPTY
3	10 75,0	-40 50,0	-33 49,0	-11 99,0	-34 33,0	-84 38,0	-199 11,0	-220 11,0	EMPTY
2	53 69,0	6 108,0	19 38,0	19 156,0	-1 66,0	0 95,0	-106 64,0	-247 1,0	-237 6,0
1	43 38,0	37 38,0	41 102,0	51 101,0	33 216,0	12 178,0	-59 99,0	-239 1,0	EMPTY



3.4 BESLUIT

Bij de “neuzen” van de balkonplaten werd zowel bij de balkonplaat van het dakterras als bij de balkonplaat van de 6° verdieping voor de hele zone een matig tot hoog risico vastgesteld. Bij de onderzijde van de balkonplaat werd aan de balkonrand ook een matig tot hoog risico vastgesteld, dichterbij de gevel is het risico laag.

Hoogstwaarschijnlijk speelt de vrije waterafvoer via de balkonrand hier een rol. Hierdoor zal op deze plaatsen het vocht aanbod groter zijn en zorgen voor vochtige omstandigheden die de corrosie van de wapening zullen bevorderen.

Ook dient opgemerkt te worden dat bij de metingen aan de onderzijde van de balkonplaat, de weerstanden dichterbij de gevel hoger wordt, wat een correcte meting moeilijker maakt. De coating, maar ook de vochtigheid van het beton (hoe vochtiger, hoe lager de weerstand) kunnen hierin een rol spelen.

DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN

1. CONCLUSIES

- ◆ Bij de visuele inspectie werden heel wat bruine roestvlekken vastgesteld, meestal in combinatie met barsten. Deze kunnen wijzen op corrosie ten gevolge van chloriden, die een plaatselijke, maar hevige corrosie van de wapening veroorzaken. Deze roestvlekken en barsten werden bij alle betonnen elementen vastgesteld.
- ◆ De voegen tussen de gevelpanelen vertonen lokaal schade of verwerking.
- ◆ Bij de schuiframen aan de voorgevel werden op enkele plaatsen problemen vastgesteld met de sluitingen en dichtingen. Ook bij de rolluiken en de geleidingen hiervan waren sporen van veroudering en aantasting zichtbaar. Veel dorpels van de schuiframen vertonen barsten en afschilfering.
- ◆ De balustrades (incl. dakverdieping) voldoen niet meer aan de eisen van de huidig geldende norm (NBN B 03-004).
- ◆ De vloertegels en dekstenen van het dakterras vertonen heel wat vervuiling en mosgroei. Ook onder de tegels is er heel wat vervuiling en staan er waterplassen.
- ◆ De gemiddeld gemeten betondekking verschilt sterk van onderdeel tot onderdeel, met een minimum van 24 mm en een maximum van 63 mm. Ook de spreiding per onderdeel is relatief hoog. Voor een aantal onderdelen bekomen we dan ook een hoog % wapening met een dekking van minder 25 mm.
- ◆ De gemiddeld gemeten carbonatatie diepte bedraagt 1,8 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 allemaal ver boven de veilige drempelwaarde, ook op plaatsen waar nog geen schade wordt waargenomen. Bij de gevelpanelen is het vastgestelde % chloriden meer dan 2%, ook bij een balkonreus werd meer dan 2% vastgesteld.
- ◆ Bij de verschillende onderdelen werd sterke chlorideverontreiniging vastgesteld. De bron van deze verontreiniging is niet éénduidig te bepalen. Gezien de zeeomgeving zal een deel hoogstwaarschijnlijk ingedrongen zijn, maar gezien de algemene verontreiniging vallen ingemengde chloriden in de betonsamenstelling (bvb. zeezand of versnellers) ook niet uit te sluiten.
- ◆ De typische chloridenschade (roestvlekken) werden waargenomen.
- ◆ 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 (zie ook vorige renovatie). Een systeem met kathodische bescherming (offeranodes) is hier aangewezen om een.
- ◆ Bij de potentiaalmetingen werd bij de “neuzen” van de balkonplaten zowel bij de balkonplaat van het dakterras als bij de balkonplaat van de 6^o verdieping voor de hele zone een matig tot hoog risico vastgesteld. Bij de onderzijde van de balkonplaat werd aan de balkonrand ook een matig tot hoog risico vastgesteld, dichterbij de gevel is het risico laag. Hoogstwaarschijnlijk speelt de vrije waterafvoer via de balkonrand hier een rol. Hierdoor zal op deze plaatsen het vocht aanbod

groter zijn en zorgen voor vochtige omstandigheden die de corrosie van de wapening zullen bevorderen.

- ◆ Er is (een voorlopig beperkt) 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, carbonatieremmende 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.
- Gezien de hoge chlorideverontreiniging van gevelpanelen (> 2%), stellen we voor om deze te verwijderen. Bijkomend voordeel hierbij is dat dit de kans geeft om de achterliggende structuur te inspecteren en te herstellen waar nodig. De hoeveelheid te herstellen schade is hier moeilijk te begroten, wij voorzien 150 lm in de prijsraming. Tevens kan hiervan gebruik gemaakt worden om isolatie aan te brengen en koude bruggen te elimineren (zie optie 1 en optie 2 bij §2.2 Gevel).

2.2 GEVEL

Optie 1: crepi op buitengevelisolatie

Om deze optie te kunnen uitvoeren dienen de ramen vervangen te worden, met uitzondering van het dakappartement. 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
- Aanpassen linteel dakterras
- Uitvlakken achterliggende structuur
- Aanbrengen crepi op buitengevelisolatie

Optie 2: gevelbekleding in natuursteen

Om deze optie te kunnen uitvoeren dienen de ramen vervangen te worden, met uitzondering van het dakappartement. 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
- Aanpassen linteel dakterras
- Uitvlakken achterliggende structuur

- Aanbrengen spouwisolatie
- Aanbrengen gevelbekleding in natuursteen

Optie 3: vervangen gevelpanelen

Bij deze optie worden de gevelpanelen vervangen door gelijkaardige nieuwe panelen, zonder bijkomende isolatie. 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,

- Afbreken bestaande gevelpanelen
- Uitvlakken achterliggende structuur
- Aanbrengen nieuwe betonnen gevelpanelen
- Aanbrengen coating op gevelpanelen en lintelen

2.3 BALKONS

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

2.4 SCHRIJNWERK

Voor optie 1 (crepi op buitengevelisolatie) en optie 2 (gevelbekleding in natuursteen) moeten de ramen vervangen worden, met uitzondering van het dakappartement. Bij het dakappartement is er een ander type linteel boven de ramen (minder dik en andere constructieve functie) en kan het linteel gedeeltelijk weggekapt worden.

Bij voorkeur worden schuiframen vervangen door draaieur 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
- Aanbrengen EPDM-dichting bovenzijde luifel

- Aanbrengen dakrandprofiel

2.7 DIVERSE

- Vernieuwen regenwaterafvoeren

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. In de prijsraming zijn geen werken aan het gelijkvloers voorzien.

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	36.500 €
Plaatsbeschrijving Stellingen, werfinrichting Afschermen ramen Afschermen uitbouw en wegnemen reclamepanelen	
1 HERSTELLEN EN BESCHERMEN BETON	122.000 €
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 herangieten balkonneuzen Lokaal herstellen achterliggende structuur na verwijderen gevelpanelen	
2a GEVEL - Optie 1: crepi op buitengevelisolatie	35.500 €
Afbreken bestaande gevelpanelen Aanpassen linteel dakterras Uitvlakken achterliggende structuur Aanbrengen crepi op buitengevelisolatie	
2b GEVEL - Optie 2: gevelbekleding in natuursteen	90.500 €
Afbreken bestaande gevelpanelen Aanpassen linteel dakterras Uitvlakken achterliggende structuur Aanbrengen spouwisolatie Aanbrengen gevelbekleding in natuursteen	
2c GEVEL - Optie 3: vervangen gevelpanelen	45.000 €
Afbreken bestaande gevelpanelen Uitvlakken achterliggende structuur Aanbrengen nieuwe betonnen gevelpanelen Aanbrengen coating op gevelpanelen en lintelen	
3 BALKONS	48.500 €
Verwijderen bestaande vloeropbouw Aanbrengen EPDM-dichting Aanbrengen hellingslaag of egalisatielaag Aanbrengen tegelmoer	

K

01

02

03

4 SCHRIJNWERK	23.500 €
Elastische voegen rond de ramen	
Verwijderen dorpels	
Nieuwe dorpels blauwsteen	
Nieuwe ramen (per appartement) - prijs niet in totaal verrekend	(6.000 €)
Nieuwe ramen (per appartement)	
Nieuwe rolluiken (per appartement)	
5 BALUSTRADES EN TUSSENSCHOTTEN	62.000 €
Wegnemen en afvoeren balustrades	
Plaatsing nieuwe balustrades met zichtplaat	
Wegnemen en afvoeren tussenschotten	
Plaatsing nieuwe tussenschotten	
6 DAKTERRAS	18.500 €
Wegnemen tegelvloer	
Verwijderen dekstenen	
Uitbraak dichtingslaag tot op hellingslaag	
Aanbrengen isolatie	
Aanbrengen EPDM-dichting	
Aanbrengen tegelvloer	
Aanbrengen nieuwe dekstenen	
Aanbrengen EPDM-dichting bovenzijde luifel	
Aanbrengen dakrandprofiel	
7 DIVERSE	3.500 €
Vernieuwen regenwaterafvoerbuizen	
TOTAAL - OPTIE 1	350.000 €
TOTAAL (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)	437.500 €
TOTAAL - OPTIE 2	405.000 €
TOTAAL (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)	506.500 €
TOTAAL - OPTIE 3	359.500 €
TOTAAL (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)	449.500 €

In eer en geweten,

Opgemaakt te Moorslede, 4 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 WEST-END

Koning Ridderdijk 29

8434 Westende

*B BIJLAGEN
B.1 FOTO'S*





















Betononderzoek:

Residentie WEST-END

Koning Ridderdijk 29

8434 Westende

B BIJLAGEN

B.2 BETONDEKKING EN CARBONATATIEDIEPTE

Gegevens Ferroscaan inlezen

BETONDEKKING

FQ001987	11	43,5	2,2	41	49
FQ001989	8	49,1	9,8	33	64
FQ001991	9	56,7	7,7	47	68
FQ001993	16	41,9	9,2	27	61
FQ001995	12	48,3	12,7	31	79
FQ001997	12	49,3	14,8	27	82
FQ001999	9	61,0	19,4	32	90
FQ002001	11	55,1	9,9	29	69
FQ002003	13	59,2	14,2	42	84
FQ002005	9	77,7	13,9	56	99

CARBONATATIE

1
2
2
1
2
1
3
2
1
2
2
1
3
3
1

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	0	0,0
25-29 mm	4	3,7
30-34 mm	7	6,5
35-39 mm	7	6,5
40-44 mm	16	14,8
45-49 mm	22	20,4
50-54 mm	11	10,2
55-59 mm	11	10,2
60-64 mm	8	7,4
65-69 mm	8	7,4
70-74 mm	4	3,7
75-79 mm	4	3,7
80-84 mm	4	3,7
85-89 mm	1	0,9
90-94 mm	1	0,9

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	110
GEMIDDELDE	53,14
STANDAARDAFW.	15,56
VARIATIECOEFF.	0,29
VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	52,00
Max.	54,27

CARBONATATIEDIEPTE

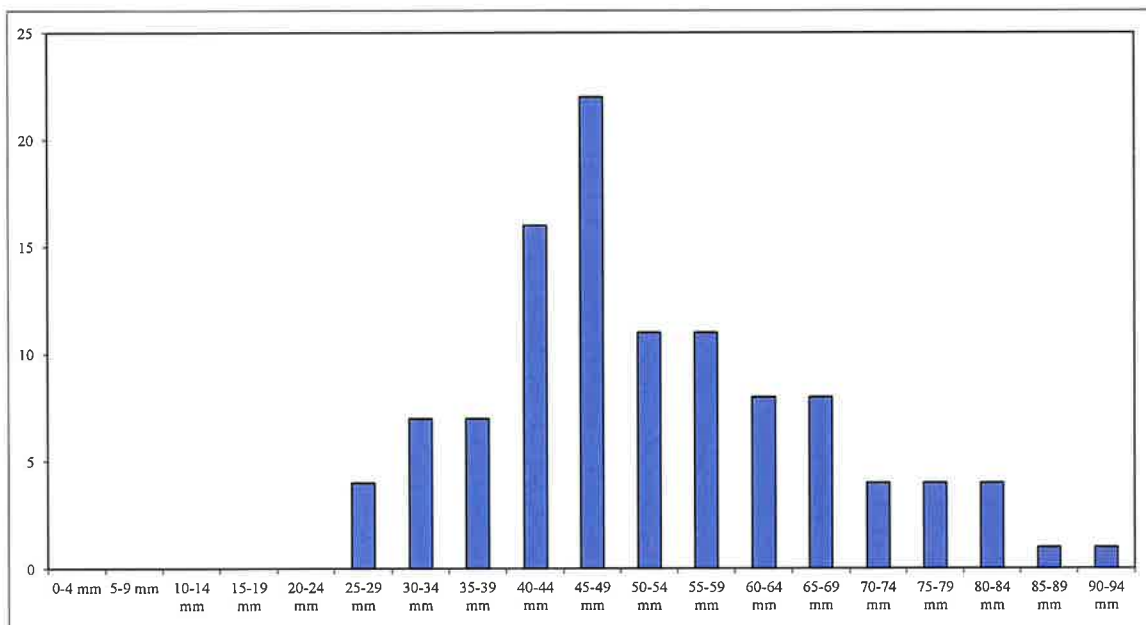
AANTAL METINGEN	15
GEMIDDELDE	1,80
STANDAARDAFW.	0,77
VARIATIECOEFF.	0,43
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	1,65
Max.	1,95

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	108
BETONDEKKING	
C_D	1,95
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00



Gegevens Ferrosan inlezen

BETONDEKKING

FQ001988	10	53,7	9,2	44	77
FQ001990	5	36,8	10,3	21	50
FQ001992	8	55,5	8,7	42	68
FQ001994	6	31,7	7,7	19	41
FQ001996	5	35,8	5,2	28	42
FQ001998	7	41,0	12,6	18	58
FQ002000	6	49,7	11,0	37	70
FQ002002	7	45,3	8,4	34	58
FQ002004	8	36,3	3,3	32	41
FQ002006	7	67,3	13,9	52	94

CARBONATATIE

1
2
2
1
2
1
3
2
1
2
1
3
3
1

SPREIDING BETONDEKKING

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

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	69
GEMIDDELDE	46,33
STANDAARDAFW.	14,30
VARIATIECOEFF.	0,31
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	45,02
Max.	47,65

CARBONATATIEDIEPTE

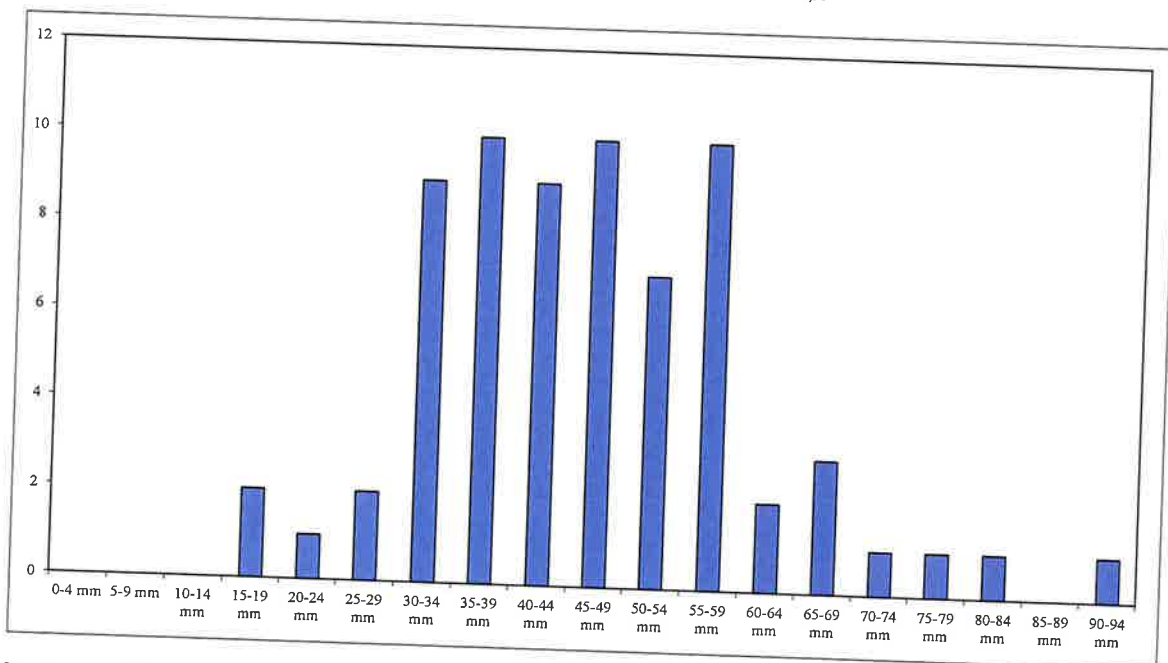
AANTAL METINGEN	15
GEMIDDELDE	1,80
STANDAARDAFW.	0,77
VARIATIECOEFF.	0,43
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	1,65
Max.	1,95

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	69
BETONDEKKING	
C_D	1,95
AANTAL $< C_D$	0
$\% < C_D$	0,00



Gegevens Ferrosan inlezen

BETONDEKKING

FQ002009	5	18,8	1,2	17	20
FQ002017	8	22,3	1,8	20	26
FQ002023	7	27,3	16,9	15	67
FQ002029	5	29,6	3,3	25	34

CARBONATATIE

1
2
2
1
2
1
3
3
1
2
2
1
3
3
1

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	0	0,0
10-14 mm	0	0,0
15-19 mm	7	28,0
20-24 mm	9	36,0
25-29 mm	5	20,0
30-34 mm	3	12,0
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	1	4,0
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	25
GEMIDDELDE	24,44
STANDAARDAFW.	10,14
VARIATIECOEFF.	0,41
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	22,89
Max.	25,99

CARBONATATIEDIEPTE

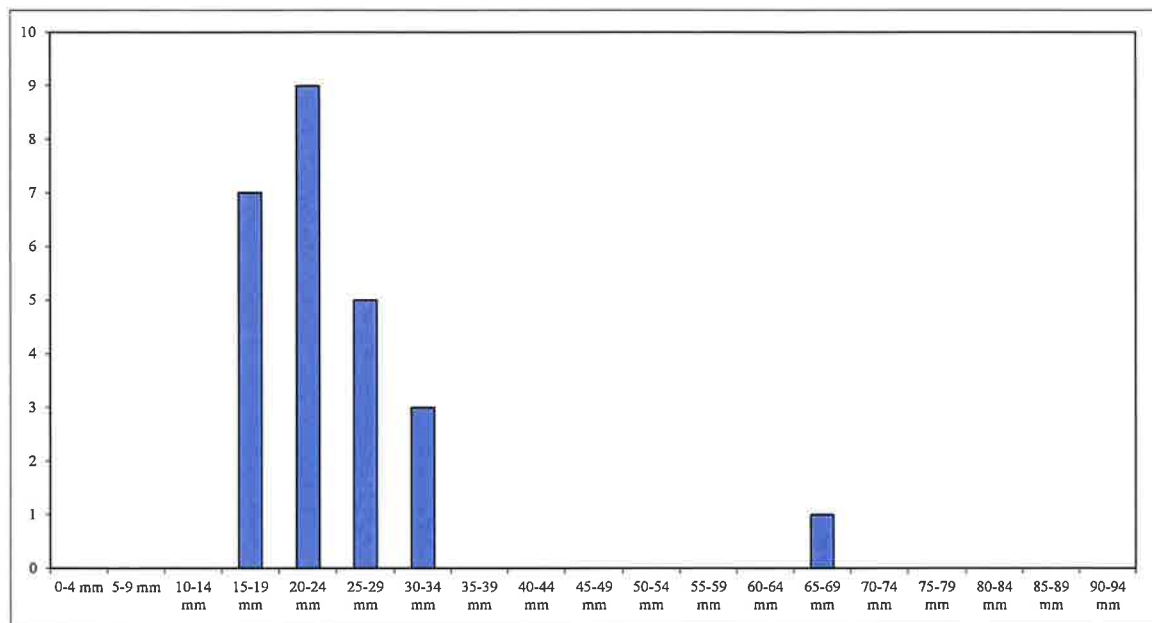
AANTAL METINGEN	15
GEMIDDELDE	1,80
STANDAARDAFW.	0,77
VARIATIECOEFF.	0,43
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	1,65
Max.	1,95

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	25
BETONDEKKING	
C_D	1,95
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00



Gegevens Ferrosan inlezen

BETONDEKKING

FQ002010	13	32,5	11,9	21	61
FQ002018	8	30,6	2,4	27	35
FQ002024	10	35,3	12,5	22	59
FQ002030	11	36,0	2,5	33	40

CARBONATATIE

1
2
2
1
2
3
2
1
2
2
1
3
3
1

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	4	9,5
25-29 mm	14	33,3
30-34 mm	9	21,4
35-39 mm	6	14,3
40-44 mm	3	7,1
45-49 mm	2	4,8
50-54 mm	2	4,8
55-59 mm	1	2,4
60-64 mm	1	2,4
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	42
GEMIDDELDE	33,71
STANDAARDAFW.	9,52
VARIATIECOEFF.	0,28
VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	32,59
Max.	34,84

CARBONATATIEDIEPTE

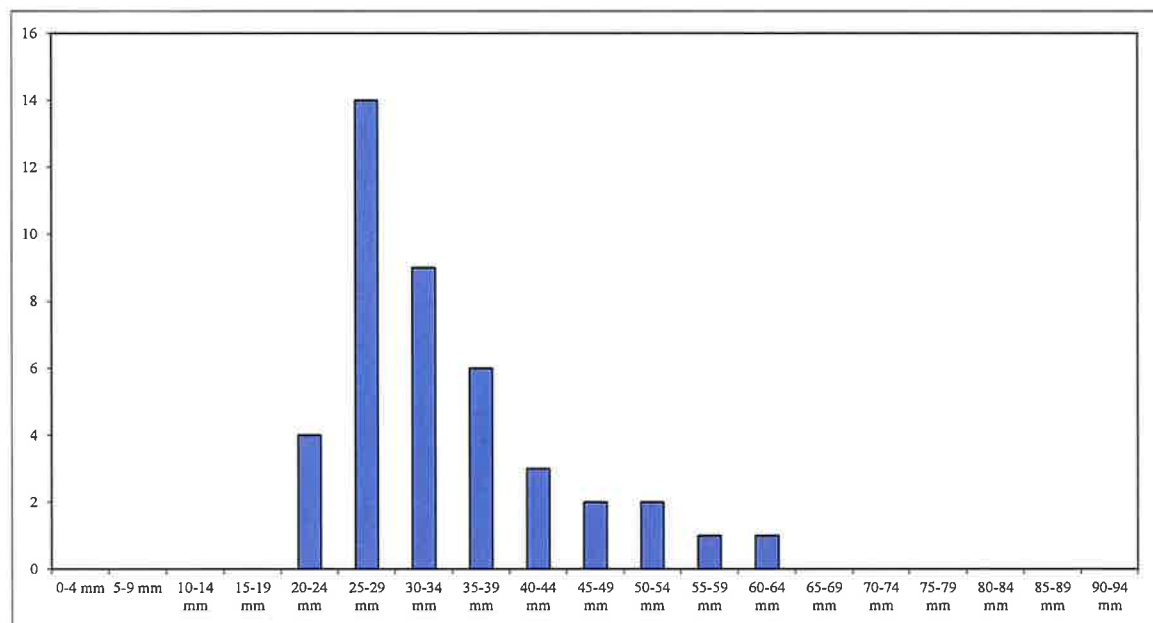
AANTAL METINGEN	15
GEMIDDELDE	1,80
STANDAARDAFW.	0,77
VARIATIECOEFF.	0,43
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	1,65
Max.	1,95

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	42
BETONDEKKING	
C_D	1,95
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00



Gegevens Ferroscaan inlezen

BETONDEKKING

FQ002035	6	63,5	14,1	48	83
----------	---	------	------	----	----

CARBONATATIE

1
2
2
1
2
1
3
2
1
2
2
1
3
3
1

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	0	0,0
25-29 mm	0	0,0
30-34 mm	0	0,0
35-39 mm	0	0,0
40-44 mm	0	0,0
45-49 mm	1	16,7
50-54 mm	1	16,7
55-59 mm	2	33,3
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	2	33,3
85-89 mm	0	0,0
90-94 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	6
GEMIDDELDE	63,50
STANDAARDAFW.	15,42
VARIATIECOEFF.	0,24
VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	58,68
Max.	68,32

CARBONATATIEDIEPTE

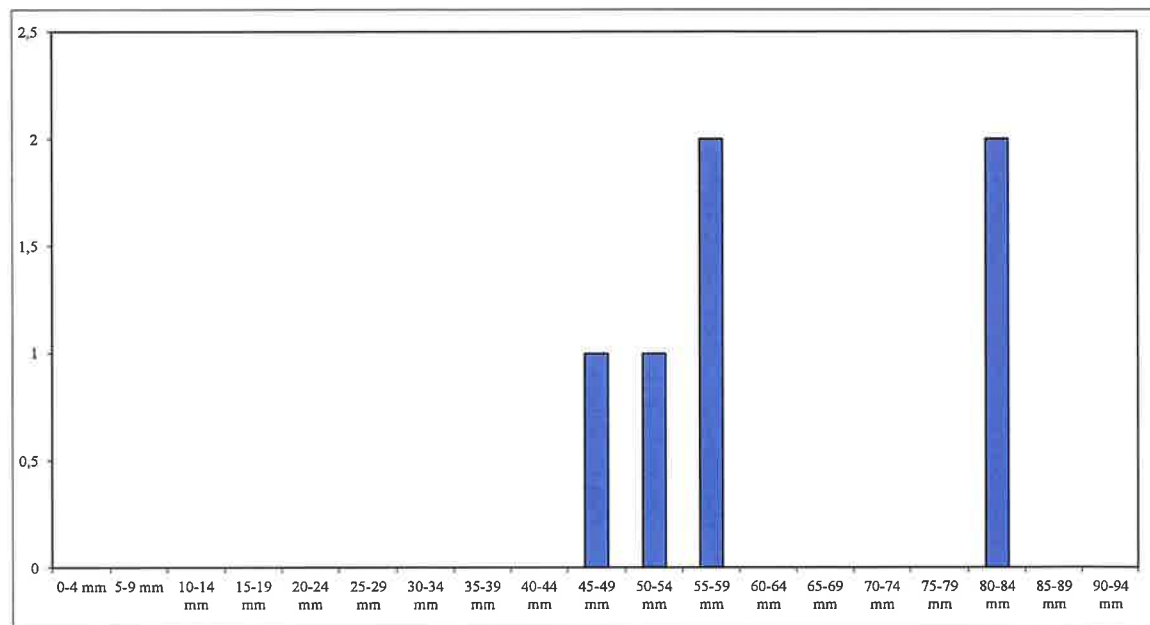
AANTAL METINGEN	15
GEMIDDELDE	1,80
STANDAARDAFW.	0,77
VARIATIECOEFF.	0,43
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	1,65
Max.	1,95

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	6
BETONDEKKING	
C_D	1,95
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00



Gegevens Ferroscaan inlezen

BETONDEKKING

FQ002036	7	57,1	19,0	35	92
----------	---	------	------	----	----

CARBONATATIE

1
2
2
1
2
1
3
2
1
2
2
1
3
3
1

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	0	0,0
25-29 mm	0	0,0
30-34 mm	0	0,0
35-39 mm	2	28,6
40-44 mm	1	14,3
45-49 mm	0	0,0
50-54 mm	0	0,0
55-59 mm	0	0,0
60-64 mm	2	28,6
65-69 mm	0	0,0
70-74 mm	1	14,3
75-79 mm	0	0,0
80-84 mm	0	0,0
85-89 mm	0	0,0
90-94 mm	1	14,3

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	7
GEMIDDELDE	57,14
STANDAARDAFW.	20,49
VARIATIECOEFF.	0,36
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	51,22
Max.	63,07

CARBONATATIEDIEPTE

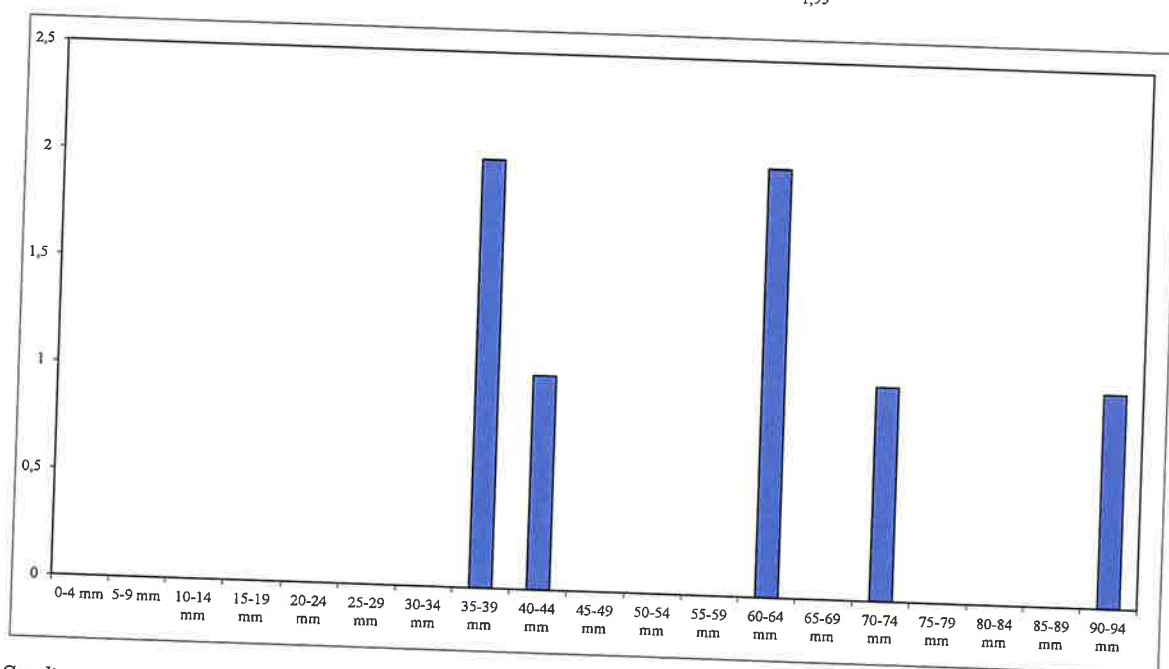
AANTAL METINGEN	15
GEMIDDELDE	1,80
STANDAARDAFW.	0,77
VARIATIECOEFF.	0,43
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	1,65
Max.	1,95

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	7
BETONDEKKING	
C_D	1,95
AANTAL < C_D	0
$\% < C_D$	0,00



Gegevens Ferrosan inlezen

BETONDEKKING

FQ002007	16	19,4	2,3	17	27
FQ002015	15	35,7	3,8	30	42
FQ002021	13	28,9	5,3	21	37
FQ002027	12	32,8	5,3	30	50
FQ002033	25	32,7	6,4	23	44

CARBONATATIE

1
2
2
1
2
3
2
1
2
2
1
3
3
1

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	0	0,0
10-14 mm	0	0,0
15-19 mm	11	13,6
20-24 mm	9	11,1
25-29 mm	12	14,8
30-34 mm	28	34,6
35-39 mm	13	16,0
40-44 mm	7	8,6
45-49 mm	0	0,0
50-54 mm	1	1,2
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	81
GEMIDDELDE	30,04
STANDAARDAFW.	7,56
VARIATIECOEFF.	0,25
VERDELING	N

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	15
GEMIDDELDE	1,80
STANDAARDAFW.	0,77
VARIATIECOEFF.	0,43
VERDELING	LN

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

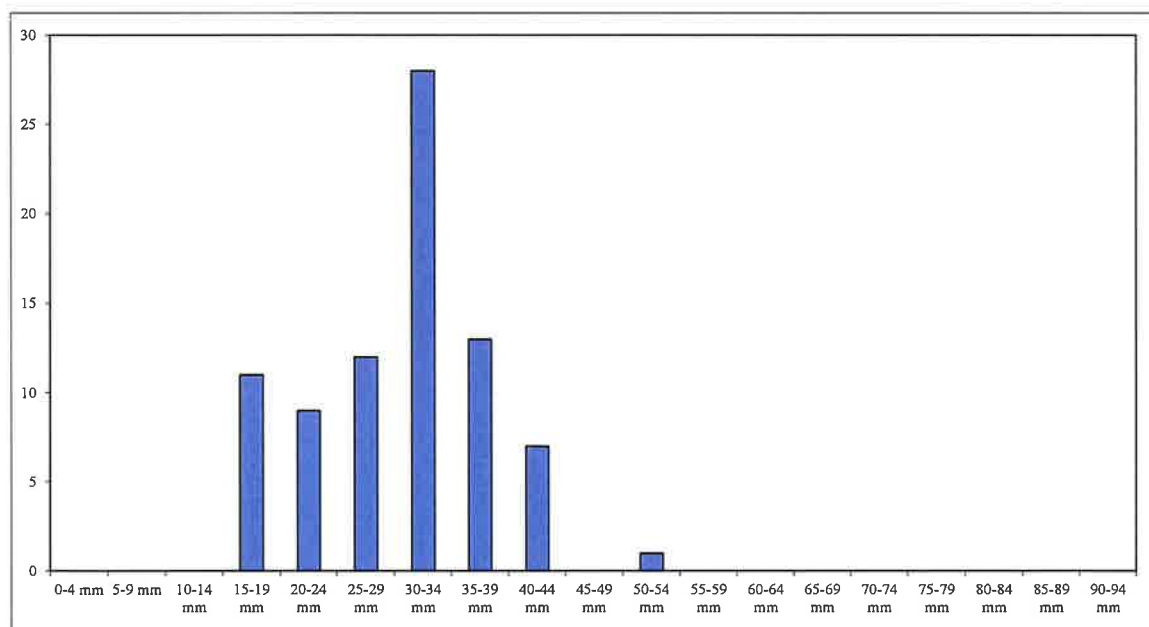
AANTAL METINGEN	81
BETONDEKKING	
C_D	1,95
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	29,39
Max.	30,68

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	1,65
Max.	1,95



Gegevens Ferroscaan inlezen

BETONDEKKING

FQ002008	10	21,0	10,7	9	41
FQ002016	5	37,0	11,5	27	59
FQ002022	7	28,3	9,0	21	47
FQ002028	6	37,7	11,5	27	61
FQ002034	7	45,7	5,4	38	55

CARBONATATIE

1
2
2
1
2
1
3
2
1
2
2
1
3
3
1

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0-4 mm	0	0,0
5-9 mm	1	2,9
10-14 mm	2	5,7
15-19 mm	4	11,4
20-24 mm	4	11,4
25-29 mm	5	14,3
30-34 mm	3	8,6
35-39 mm	5	14,3
40-44 mm	4	11,4
45-49 mm	4	11,4
50-54 mm	0	0,0
55-59 mm	2	5,7
60-64 mm	1	2,9
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	35
GEMIDDELDE	32,54
STANDAARDAFW.	13,61
VARIATIECOEFF.	0,42
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	30,78
Max.	34,30

CARBONATATIEDIEPTE

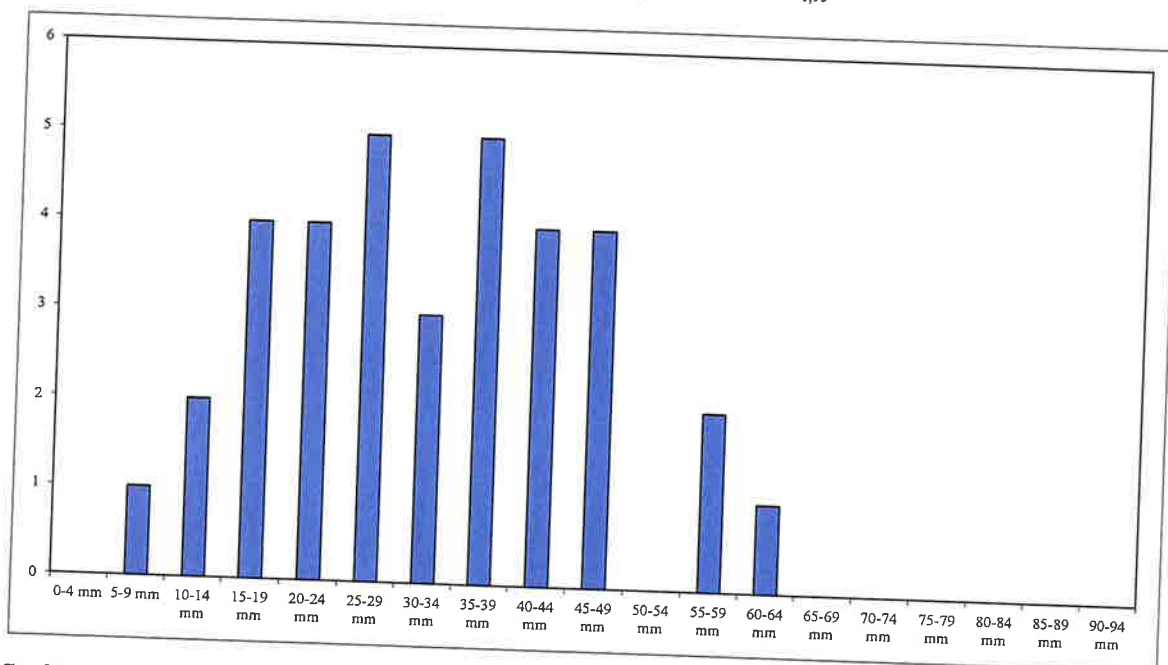
AANTAL METINGEN	15
GEMIDDELDE	1,80
STANDAARDAFW.	0,77
VARIATIECOEFF.	0,43
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	1,65
Max.	1,95

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	35
BETONDEKKING	
C_D	1,95
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00



Gegevens Ferroscan inlezen

BETONDEKKING

FQ002011	11	36,0	3,8	28	43
FQ002013	16	32,8	8,2	23	54
FQ002019	17	32,8	8,5	24	46
FQ002025	5	29,0	1,1	27	30
FQ002031	33	26,5	8,9	15	60

CARBONATATIE

1
2
2
1
2
1
3
2
1
2
2
1
3
3
1

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	3,7
20-24 mm	21	25,6
25-29 mm	20	24,4
30-34 mm	17	20,7
35-39 mm	9	11,0
40-44 mm	6	7,3
45-49 mm	3	3,7
50-54 mm	2	2,4
55-59 mm	0	0,0
60-64 mm	1	1,2
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	82
GEMIDDELDE	30,45
STANDAARDAFW.	8,71
VARIATIECOEFF.	0,29
VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	29,72
Max.	31,19

CARBONATATIEDIEPTE

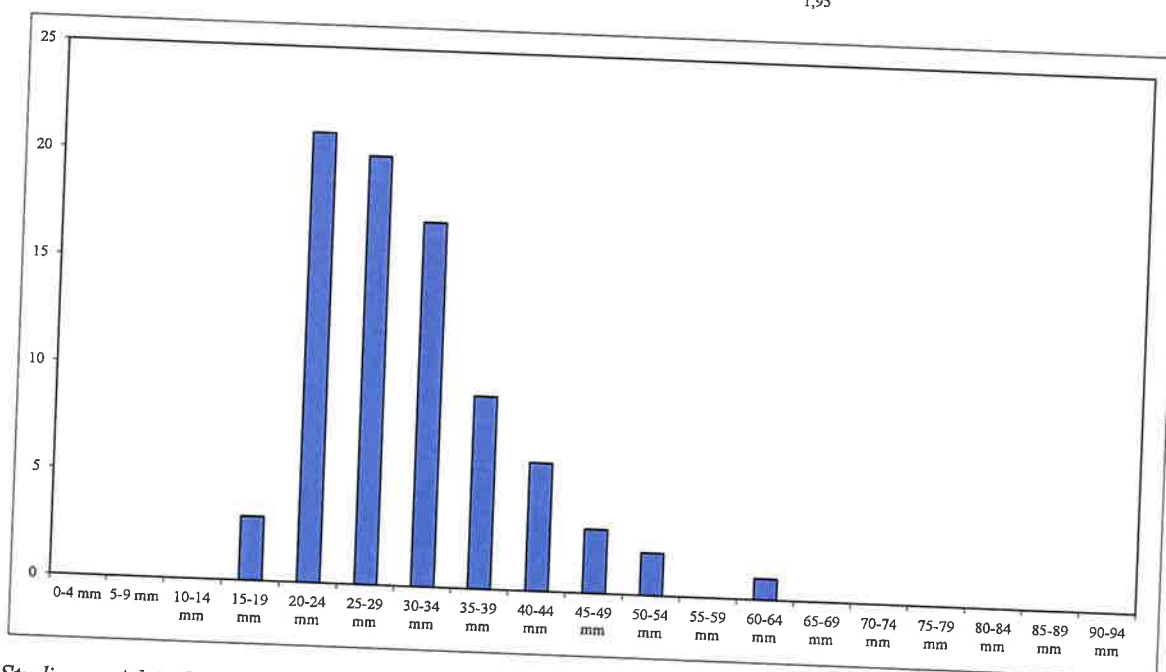
AANTAL METINGEN	15
GEMIDDELDE	1,80
STANDAARDAFW.	0,77
VARIATIECOEFF.	0,43
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	1,65
Max.	1,95

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	82
BETONDEKKING	
C_D	1,95
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00



Gegevens Ferroskan inlezen

BETONDEKKING

FQ002012	10	37,6	8,6	23	48
FQ002014	14	36,1	7,1	28	50
FQ002020	18	38,4	9,4	18	58
FQ002026	13	37,8	5,7	32	52
FQ002032	31	28,6	4,0	18	34

CARBONATATIE

1
2
2
1
2
1
3
2
1
2
1
3
3
1

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	3,5
20-24 mm	4	4,7
25-29 mm	16	18,6
30-34 mm	29	33,7
35-39 mm	15	17,4
40-44 mm	7	8,1
45-49 mm	7	8,1
50-54 mm	4	4,7
55-59 mm	1	1,2
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	86
GEMIDDELDE	34,31
STANDAARDAFW.	8,11
VARIATIECOEFF.	0,24
VERDELING	N

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	33,65
Max.	34,98

CARBONATATIEDIEPTE

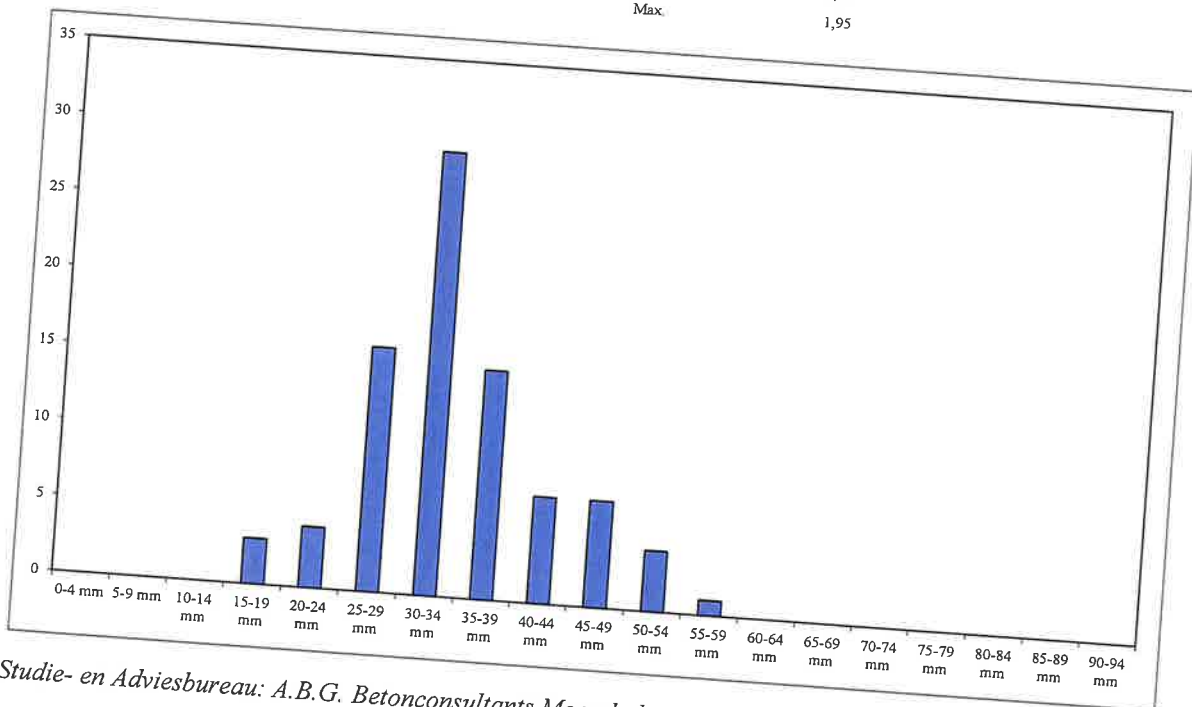
AANTAL METINGEN	15
GEMIDDELDE	1,80
STANDAARDAFW.	0,77
VARIATIECOEFF.	0,43
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	1,65
Max.	1,95

AANTASTING DOOR CARBONATATIE

AANTAL METINGEN	86
BETONDEKKING	
C_D	1,95
AANTAL < C_D	0
% < C_D	0,00



Betononderzoek:

Residentie WEST-END

Koning Ridderdijk 29

8434 Westende

B BIJLAGEN

B.3 SCHADEPROGNOSE

CARBONATATIESCHADE: HUIDIGE OMTANG

PROJECT : 12.0407 WEST-END - WESTENDE
DATUM : 13/09/2012

FISIMINISTISCHE FYVOTRESE

lm = ljpende meter

Gemiddeld in mm

ONDERDEEL	CARBONATATIEDIEPTE				BETONDEKking			SCHADE IN %	OPP. m²	WAP. lm	SCHADE lm	
	Medigen	Gemiddelde	Fout	Medigen	Gemiddelde	Fout						
Voorzijde balken - dwarswepening	15	1,95	0,77	110	52,00	15,56	0,00	16	80	0		
Onderzijde balken - dwarswepening	15	1,95	0,77	69	45,02	14,30	0,00	16	80	0		
Onderzijde balken - langswepening	15	1,95	0,77	25	22,89	10,14	0,00	128	640	0		
Laatste daktravers - dwarswepening	15	1,95	0,77	6	32,59	9,52	0,00	128	640	0		
Laatste daktravers - langswepening	15	1,95	0,77	7	58,68	15,62	0,00	10	50	0		
Limiet - dwarswepening	15	1,95	0,77	81	51,22	20,49	0,00	10	50	0		
Limiet - langswepening	15	1,95	0,77	81	29,39	7,55	0,00	81	405	0		
Groefwaaier - dwarswepening	15	1,95	0,77	35	30,78	13,61	0,00	81	405	0		
Groefwaaier - langswepening	15	1,95	0,77	82	29,72	8,71	0,00	80	400	0		
				86	33,65	8,11	0,00	80	400	0		
TOTAAL										630	3150	0

PROGNOSE TOEKOMSTIGE TOTALE CARBONATATIESCHADE IN LM

ONDERDEEL	BOUWJAAR	SCHADE NU	TE VERWACHTEN SCHADE BINNEN AANTAL JAAR						TOTAAL
			5	10	20	25	30		
Voorzijde balken - dwarswepening	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Voorzijde balken - langswepening	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Onderzijde balken - dwarswepening	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Onderzijde balken - langswepening	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Laatste daktravers - dwarswepening	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Laatste daktravers - langswepening	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Limiet - dwarswepening	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Limiet - langswepening	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Groefwaaier - dwarswepening	70	0	0	0	0	0	0	0	0
Groefwaaier - langswepening	70	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAAL									0