

Provincie: *West-Vlaanderen*
Gemeente: *Westende*
Opdrachtgever: *VME residentie Sun Shine*
Voor wie handelt: *Imasbo bvba*
Dossiernummer: *14.0735*
Opdracht: *Beton- en gevelonderzoek van voorgevel residentie Sun Shine volgens onze offerte van 18/09/2014 en uw bestelling van 19/09/2014*
Onderzoek: *Ter plaatse uitgevoerd op 18 november 2014*

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

Betononderzoek: Residentie SUN SHINE



Zeedijk 335

8434 Westende

*ABG Betonconsultants
Bram Devos
ing. Steven De Clercq (auteur)
Kristof Bultynck
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 de *residentie Sun Shine* 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 aangetast beton.

Omschrijving	Voorzien	Uitgevoerd
Betondekking	300	819
Carbonatatie diepte	10	13
Chloridgehalte	8	8
Sclerometer (per 9)	-	-
Hechtsterkte	-	-
Potentiaalmetingen	2	-
Waterabsorptie opp.	2	2
Boorkernen	-	-
Foto's	30	46

Tabel 1: Aantal voorziene en uitgevoerde proeven

Gezien de coating die werd aangebracht op betonnen elementen en de hoge weerstanden die hiermee gepaard gaan, waren in dit geval geen betrouwbare potentiaalmetingen mogelijk.

Situatieschets

Bouwjaar: 1977

Renovatie: Via de syndicus hebben we vernomen dat er in de afgelopen 20 jaar verschillende werken aan de gevel werden uitgevoerd, maar nooit één coherente en grondige renovatie.

Plannen: Doorsnede gevels en verdiepingen aanwezig

Betononderzoek:
Residentie SUN SHINE

Zeedijk 335

8434 Westende

A RAPPORT

Inhoud

A RAPPORT	4
DEEL I: VISUELE INSPECTIE	4
1. ALGEMEEN	4
2. OMGEVINGSOMSTANDIGHEDEN	4
3. SCHADEBEELD BETONNEN ELEMENTEN	4
4. METSELWERK	5
5. BALKONS	5
6. SCHRIJNWERK	5
7. DAK	6
DEEL II: BETONONDERZOEK	7
1. CARBONATATIE & BETONDEKKING	7
2. CHLORIDENONDERZOEK	11
3. WATERABSORPTIE	14
DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN	15
1. CONCLUSIES	15
2. ADVIEZEN	17
3. RENOVATIE – PRIJSRAMING	20
B BIJLAGEN	22
1. FOTO'S	22
2. BETONDEKKING EN CARBONATATIEDIEPTE	22
3. SCHADEPROGNOSE	22

A RAPPORT

DEEL I: VISUELE INSPECTIE

1. ALGEMEEN

De residentie Sun Shine is een appartementsgebouw gelegen aan de kruising van de Zeedijk en de Reigerslaan te Westende. Het gebouw bestaat uit een gelijkvloers en 6 verdiepingen met telkens 2 appartementen. Op het gelijkvloers bevinden zich links en rechts een inkom en 2 garagepoorten. De voorgevel heeft een breedte van ongeveer 10 meter en een hoogte van ongeveer 20 meter. (FOTO 1 & 2)

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, met links en rechts nog een strook in metselwerk. Ieder appartement heeft een groot schuifraam met tussen deze schuiframen een betonnen kolom van ca. 45 cm breed. Boven de schuiframen bevindt zich een betonnen linteel.

Tijdens deze inspectie werd de voorgevel van het gebouw geïnspecteerd. De betonnen elementen die onderzocht werden zijn: de balkonplaten, de lintelen boven de ramen, de kolommen tussen de ramen en de dakrand van de voorgevel.

We wijzen erop dat de betonnen lintelen en kolommen hier koudebruggen vormen, evenals de aansluitingen van de balkonplaten.

2. OMGEVINGSOMSTANDIGHEDEN

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

De voorgevel bevindt zich aan de zuidwest-zijde van het gebouw.

3. SCHADEBEELD BETONNEN ELEMENTEN

De betonnen elementen zijn voorzien van een zandkleurige coating. Er werden verschillende lagen coating aangebracht, onder de zandkleurige coating zagen we ook nog een blauwgrijze laag (FOTO 3). Deze afwerkingslagen kunnen ervoor zorgen dat eventuele achterliggende betonschade visueel niet waarneembaar is en de hoeveelheid schade hierdoor moeilijker in te schatten is. Deze afwerkingslagen werden mogelijk tijdens oprichting of eerdere bijwerkingen aangebracht om uitvoeringsgebreken (geringe dekking, grindnesten, scheurvorming,...) en dergelijke te camoufleren.

De belangrijkste schadebeelden die werden vastgesteld aan de betonnen elementen zijn:

- Diverse barsten die wijzen op onderliggende roestende wapening, zowel bij de balkonplaten, de lintelen als de kolommen (FOTO 4, 5, 6, 7 & 8). Er dreigen hierdoor grote stukken beton los te komen.
- Aan de onderzijde van de balkonplaten stellen we scheurvorming vast loodrecht op de gevel en over de volledige breedte van de balkonplaat (FOTO 9). Gezien het scheurpatroon en de lengte van de platen zijn dit vermoedelijk spanningsscheuren ten gevolge van thermische of uitdrogingskrimping. Deze scheuren gaan regelmatig gepaard met vochtvlekken en afbladderende verf, wat te verklaren valt doordat het vocht langs deze scheuren makkelijk zijn weg vindt. (FOTO 10 & 11)

- Roestvlekken die corrosie ten gevolge van chloriden doen vermoeden (**FOTO 12, 13, 14 & 15**). Chloriden zorgen voor een lokale maar zeer hevige corrosie van de wapening (putcorrosie).
- Op verschillende plaatsen merken vochtvlekken en afbladderende coating op, in het bijzonder aan de onderzijde van de balkonplaten (**FOTO 11, 14, 16, 17 & 18**). Dit wijst op een gebrekkige waterdichting van de balkonplaten.
- Ook zien we heel wat eerdere lokale herstellingen en bijwerkingen. Vaak vertonen deze echter opnieuw schade en roestvlekken. (**FOTO 12, 13, 19, 20 & 21**)

4. METSELWERK

Links en rechts van de gevel is er een strook metselwerk en ook de gevel van het gelijkvloers bestaat uit metselwerk. Het metselwerk wordt gevormd door een zandkleurige baksteen van ca. 24 cm x 5 cm groot en ca. 11 cm diep.

Lokaal merken we uitbrokkelende voegen op (**FOTO 22 & 23**). In de rechterstrook zien we een barst in het metselwerk. Hier werd onvoldoende aandacht besteed aan de voeg tussen de balkonplaat en metselwerk, die de uitzetting van de balkonplaat moet opvangen (**FOTO 24**). Verder merken we ter hoogte van de voegen nog mosvorming op, wat duidt op vochtige voegen (**FOTO 25**).

5. BALKONS

De appartementen zijn voorzien van een doorlopend balkon zonder opstand. De balkons kragen uit en hebben een balkonvloer met een diepte van ca. 85 cm. Aan de ramen is er een dorpel voorzien van 2 cm hoog en 8 cm breed. De balkonplaat heeft een dikte van ca. 12 cm tegen de gevel en ca. 9 cm aan de neus. Hierop werd een bevoering aangebracht met een dikte van 5 cm, die later werd bekleed met een waterdichtingslaag. De afwatering gebeurt via vrije waterafvoer over de balkonrand. (**FOTO 26 & 27**)

De balkons zijn voorzien van een balustrade bestaande uit een aluminium kader met glasplaat. Ze werden bevestigd bovenop de balkonvloer, de bevestigingen werden ingepakt bij het aanbrengen van de waterdichtingslaag. De balustrades zijn ca. 90 cm hoog, hiermee voldoen ze niet meer aan de eisen van de huidige geldende norm NBN B 03-004 (o.a. minimum beschermingshoogte van 110 cm en 120 cm vanaf een valhoogte van 12 m). Tussen de appartementen werd een vast tussenschot aangebracht, bestaande uit een aluminium kader met een gewafelde glasplaat.

De balkonvloer vertoont naast vervuiling en mosvorming (**FOTO 28 & 29**), ook heel wat scheurvorming in de waterdichtingslaag (**FOTO 30, 31, 32 & 33**), in het bijzonder rond de bevestigingen van de balustrades (**FOTO 34, 35 & 36**).

Verder vertonen de bevestigingen van de balustrades aan de zijkanten alu-corrosie ten gevolge van de zoute zeelucht en lokaal is het metselwerk gebarsten ter hoogte van deze bevestigingen (**FOTO 37, 38 & 39**).

6. SCHRIJNWERK

Het origineel schrijnwerk bestaat uit aluminium schuiframen. Bij ongeveer de helft van de appartementen werden de schuiframen reeds vernieuwd, meestal door PVC-schuiframen. Op de plaatsen waar nog het origineel schrijnwerk aanwezig is zien we dat de elastische voegen sterk verweerd zijn en het schrijnwerk verouderingsverschijnselen vertoont (**FOTO 40, 41 & 42**). Lokaal merkten we ook een gebroken glasblad op (**FOTO 43**).

Verder stelden we op het gelijkvloers vast, dat de metalen lintelen boven de garagepoorten en de inkom, roestvorming beginnen te vertonen. (**FOTO 44, 45 & 46**)

7. DAK

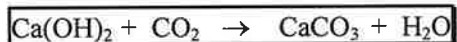
Het hoofdak werd niet geïnspecteerd tijdens dit onderzoek.

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 uisdrogen 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 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 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 $x = a \cdot \sqrt{t}$ (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 carbonatatie diepte wordt bepaald door verstuuiving van een pH indicatorvloeistof 'Phenolftaleïne' op een vers breukvlak. Gecarbonateerd beton blijft kleurloos, niet gecarbonateerd beton verkleurt paars-rood.

1.3 RESULTATEN

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

1.3.1 BETONDEKKING

De vereiste minimum betondekking volgens de *Nationale Bijlage van de NBN EN 1992-1-1* hangt af van de milieu- en omgevingsklassen. Op basis van onze ervaring en uitgaande van de vroegere *Belgische Norm NBN B 15-002* kan er algemeen gesteld worden dat er een betondekking van minstens 25 mm vereist is. We berekenen dan ook het percentage wapening dat niet aan dit criterium voldoet. Afhankelijk van de variatiecoëfficiënt wordt hierbij uitgegaan van een normale verdeling of een lognormale verdeling.

We berekenen tevens het percentage wapening dat minder dan 10 mm onder het betonoppervlak ligt. De resultaten worden weergegeven in *tabel 2*

OMSCHRIJVING		aantal	gemiddelde	standaardafw.	<25 mm	<10 mm
Dakrand	Dwarswapening	37	45,4	8,2	1%	0%
Dakrand	Langswapening	42	44,5	12,3	6%	0%
Balkonplaat (onderzijde)	Dwarswapening	188	52,7	10,3	0%	0%
Balkonplaat (onderzijde)	Langswapening	82	48,7	13,9	4%	0%
Linteel	Dwarswapening	209	26,8	10,0	49%	1%
Linteel	Langswapening	83	34,3	8,9	15%	0%
Kolom	Dwarswapening	97	40,0	8,3	4%	0%
Kolom	Langswapening	81	38,7	11,5	12%	1%

Tabel 2: Kort overzicht van de betondekking

Opmerking: bij de balkonplaat bedoelen we met de dwarswapening de wapening loodrecht op de gevel en met de langswapening de wapening evenwijdig met de gevel. Bij de lintelen en de kolommen is de dwarswapening gelijk aan de beugels.

Bespreking van de resultaten:

Bij de dakrand en de balkonplaat zien we met waarden tussen de 45 en 50 mm hoge gemiddelde dekkingen. Het percentage wapening met minder dan 25 mm dekking blijft hier dan ook beperkt met ca. 5% van de dwarswapening, ondanks de eerder hoge spreiding.

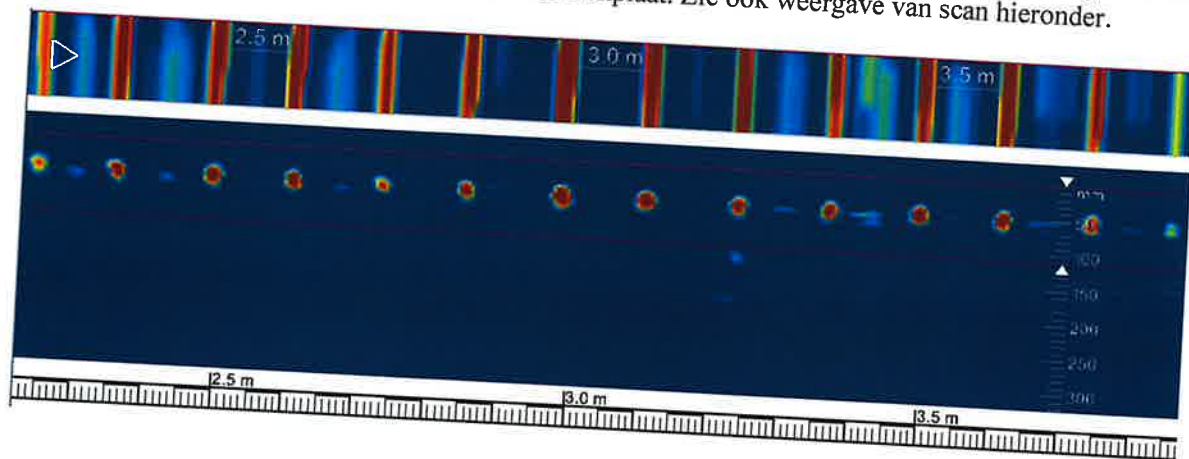
Bij de lintelen bekomen we lagere gemiddelde dekkingen met voor de dwarswapening een gemiddelde van 27 mm. Hier heeft dan ook bijna de helft van de dwarswapening een dekking van minder dan 25 mm.

Bij de kolommen bekomen we een gemiddelde dekking van ca. 40 mm. Door de relatief hoge spreiding heeft hier toch nog meer dan 10% van de dwarswapening een dekking van minder dan 25 mm.

Bij alle elementen blijft het percentage met een dekking van minder dan 10 mm minimaal.

Algemeen kan gesteld worden dat de betondekking voldoet, behalve bij de lintelen waren ongeveer de helft van de beugels een dekking heeft van minder dan 25 mm.

Uit scans met de radar blijkt dat er in de balkonplaten slechts 1 laag wapening aanwezig is. Deze bevindt zich ongeveer in het midden van de balkonplaat. Zie ook weergave van scan hieronder.



1.3.2 CARBONATATIEDIEPTE

De gemiddeld gemeten carbonatatieptes worden weergegeven in onderstaande tabel. Deze waarden zijn relatief laag voor beton van deze ouderdom.

OMSCHRIJVING	AANTAL METINGEN	GEMIDDELDE (mm)	STANDAARD AFW.
Balkon en dakrand	5	6,4	1,5
Linteel	4	8,5	1,0
Kolom	4	9,5	2,7

Tabel 3: Gemiddelde carbonatatieptes

Op de plaatsen waar het beton meer beschermt is (lintelen en kolommen), is de carbonatatieptes hoger. Dit valt te verklaren doordat in droger beton het CO₂ makkelijker kan indringen en carbonatie hier dan ook sneller verloopt.

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 carbonatie 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 carbonatatieptes is het risico op betonschade door carbonatie miniem.
- Bij gelijk blijvende omstandigheden is ook in de toekomst het risico op betonschade door carbonatie 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

- ♦ Algemeen kan gesteld worden dat de betondekking voldoet aan de norm geldende bij de oprichting, behalve bij de lintelen waren ongeveer de helft van de beugels een dekking heeft van minder dan 25 mm.
- ♦ Door de lage carbonatatieptes is het risico op betonschade door carbonatie miniem. Carbonatie is hier niet de oorzaak van de aanwezige betonschade.

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 16, waarbij het boorstof wordt opgevangen. Er wordt geboord, zodat we een monster van 10 à 15 gram boorstof per staal bekomen. Het oppervlaktelaagje (enkele mm) wordt niet meegenomen.

In het labo worden de monsters nauwkeurig gewogen en onderzocht naar hun chloridengehalte volgens de fotometrie-analyse. Deze analyse wordt uitgevoerd op 2 gram betonstof.

Het meetresultaat geeft het % 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	Balkonplaat 5°V - neus - roestvlek	0 - 2 cm	> 2	**
2	Balkonplaat 5°V - neus - roestvlek	2 - 4 cm	> 2	**
3	Kolom 4°V - roestvlek	0 - 2 cm	> 2	**
4	Kolom 4°V - roestvlek	2 - 4 cm	> 2	**
5	Balkonplaat 3°V - onderzijde - geen schade	0 - 2 cm	0,67	*
6	Balkonplaat 3°V - onderzijde - geen schade	2 - 4 cm	0,81	*
7	Balkonplaat 2°V - onderzijde - vochtvlek	0 - 2 cm	> 2	**
8	Balkonplaat 2°V - onderzijde - vochtvlek	2 - 4 cm	> 2	**

Tabel 3: Chloridengehaltes en corrosiekans

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

2.4 BESLUIT

- ◆ De gemeten chloridegehalten liggen allemaal boven de veilige drempelwaarde, bij 6 van de 8 stalen meten we een chloridegehalte van meer dan 2%.
- ◆ Gezien de zee-omgeving zijn de chloriden hier hoogstwaarschijnlijk ingedrongen en is de bron te zoeken bij de zee-omgeving. Er valt echter ook niet uit te sluiten dat een deel van de chloriden ingemengd zijn (bvb. gebruik van versnellers of ongewassen zeezand).
- ◆ Met percentages van meer dan 2% kunnen we spreken van een zeer ernstige aantasting. Klassieke betonherstelling alleen zal hier onvoldoende zijn en de schade niet tegenhouden. Een systeem met kathodische bescherming is hier aangewezen.

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

3. WATERABSORPTIE

3.1 ALGEMEEN

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

De waterabsorptie werd nagegaan ter hoogte van de stenen en de voegen van het metselwerk aan de achtergevel –zie foto hieronder–.



3.2 METINGEN

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

Na het vullen van het pijpe met water wordt de hoeveelheid geabsorbeerd water afgelezen na 5, 10 en 15 minuten. De hoogte van de waterkolom (ca. 92 mm) stemt overeen met de druk uitgeoefend door een wind van ongeveer 140 km/h. Het absorptieverschil tussen de metingen verricht na 15 en 5 minuten geeft de absorptiegraad, die quasi onafhankelijk is van de oorspronkelijke vochtigheidsgraad van de ondergrond.

	TPV BAKSTEEN	TPV VOEG
TIJD	GEABSORBEERD	GEABSORBEERD
[min]	[ml]	[ml]
5	0,0	LEEG
10	0,1	-
15	0,1	-
ABSORPTIEGRAAD	0,1	-

Tabel 4: Weergave geabsorbeerde hoeveelheid water in de tijd

De baksteen absorbeerde zo goed als geen water. Bij de voeg daarentegen was het Karstenpijpe na minder dan 30 sec. leeg.










3.3 BESLUIT

- ◆ De voegen zijn sterk waterdoorlatend. De bakstenen vertonen een lage absorptiegraad.

DEEL III: CONCLUSIES & ADVIEZEN

1. CONCLUSIES

- ◆ De belangrijkste schadebeelden en tekortkomingen vastgesteld tijdens de visuele inspectie zijn:
 - Diverse barsten die wijzen op onderliggende roestende wapening
 - Roestvlekken die corrosie ten gevolge van chloriden doen vermoeden
 - Op verschillende plaatsen merken we vochtvlekken en afbladderende coating op, in het bijzonder aan de onderzijde van de balkonplaten
 - Lokaal uitbrokkelende voegen en mosvorming, wat duidt op poreuze voegen
 - De balustrades zijn ca. 90 cm hoog, hiermee voldoen ze niet meer aan de eisen van de huidige geldende norm
 - Scheurvorming in de waterdichtingslaag van de balkonvloeren
 - Sterk verweerde elastische voegen op de plaatsen waar de originele schuiframen nog aanwezig zijn
- ◆ Algemeen kan gesteld worden dat de betondekking voldoet, behalve bij de lintelen waren ongeveer de helft van de beugels een dekking heeft van minder dan 25 mm.
- ◆ Door de lage carbonatatie dieptes is het risico op betonschade door carbonatatie miniem. Carbonatatie is hier niet de oorzaak van de aanwezige betonschade.
- ◆ De gemeten chloridegehalten liggen allemaal boven de veilige drempelwaarde, bij 6 van de 8 stalen meten we een chloridegehalte van meer dan 2%. Chlorideverontreiniging is hier de hoofdoorzaak van de betonschade.
- ◆ Gezien de zee-omgeving zijn de chloriden hier hoogstwaarschijnlijk ingedrongen en is de bron te zoeken bij de zee-omgeving. Er valt echter ook niet uit te sluiten dat een deel van de chloriden ingemengd zijn (bvb. gebruik van versnellers of ongewassen zeezand).
- ◆ Met percentages van meer dan 2% kunnen we spreken van een zeer ernstige aantasting. Klassieke betonherstelling alleen zal hier onvoldoende zijn en de schade niet tegenhouden. Een systeem met kathodische bescherming is hier aangewezen.
- ◆ De voegen zijn sterk waterdoorlatend. De bakstenen vertonen een lage absorptiegraad. Het is aangewezen het metselwerk minstens vochtwerend te behandelen.
- ◆ Er is gevaar voor vallende stenen en brokstukken.

BETONRAPPORT*	Betondekking	Betondekking & carbonatacie	Chloriden	Opmerking
Dakrand & balkonplaat				vochtinfiltraties
Linteel				
Kolom				

(*) *Opmerking: met dit betonrapport proberen we een visueel overzicht te geven van de toestand van het beton in functie van de duurzaamheid. Voor een goede interpretatie van de tabel is het noodzakelijk om ook deel I en deel II van dit verslag door te nemen.*

2. ADVIEZEN

2.1 HERSTELLEN EN BESCHERMEN BETON

Opmerkingen vooraf:

- *Bij voorkeur dienen deze werken uitgevoerd te worden door een gecertificeerde aannemer, conform de procescertificatie PTV-BPC-560-01 en TRA-BPC-506-01 van BCCA.*
- *In ieder geval dienen de producten en systemen die worden gekozen te voldoen aan de norm EN 1504 (of een andere relevante EN), een Belgische of Europese technische goedkeuring, een Goedkeuringsleidraad of Technische Voorschriften (PTV).*

Gezien de zeer ernstige chlorideverontreiniging (> 2%) van de betonelementen in de voorgevel, zal klassieke betonherstelling alleen hier niet voldoende zijn om een duurzame herstelling te garanderen. Alle chloride verontreinigd beton verwijderen en wapening schoonmaken is in de praktijk niet evident. Bovendien valt hier niet uit te sluiten dat een deel van de chloriden ingemengd zijn. Een systeem met kathodische bescherming (opofferingsanodes) is hier aangewezen. Verder is het essentieel om het beton te beschermen tegen vocht en tegen verdere indringing van chloriden.

- 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
 - Volledig verwijderen en opnieuw aan storten van de neuzen van de balkonplaten
 - Roeste staven volledig vrijmaken, ontroesten en beschermen van de wapening.
 - Staven vrijmaken en behandelen tot minstens 2 cm in niet-aangetast beton
 - Indien nodig staven toevoegen of vervangen
 - Plaatsen opofferingsanodes
 - Eigenlijke reparatie: aanbrengen herstellmortel (handmatig, aangieten of spuitbeton) op een goede ondergrond en rekening houdend met de omgevingsomstandigheden
- Beton beschermen na herstellen:
 - Bovenzijde balkonplaten: het is noodzakelijk om hier aan de bovenzijde een waterdichting aan te brengen (zie §2.3 Balkons).
 - Onderzijde balkonplaten, dakrand, lintelen en kolommen: aanbrengen van een elastische coating met scheuroverbruggende, carbonatatie-remmende en waterdampdoorlatende eigenschappen.

2.2 METSELWERK

Optie 1: metselwerk behandelen met elastische coating

- Lokaal uitschijven en hervoegen metselwerk
- Lokaal herstellen metselwerk (barst) met aandacht voor voeg met balkonplaat
- Lokaal vervangen bakstenen ter hoogte van bevestigingen balustrades
- Aanbrengen elastische coating op metselwerk
- Vervangen metalen lintelen boven garagepoorten. Deze duurzaam herstellen is zo goed als onmogelijk in een zee-omgeving.

Optie 2: metselwerk vervangen door natuursteen

- Uitbraak metselwerk
- Aanbrengen isolatie
- Plaatsen natuursteen (enkel waar nu metselwerk is)

Optie 3: metselwerk vervangen door natuursteen + bekleden lintelen en kolommen met natuursteen

Bij deze optie dienen alle ramen vernieuwd te worden, ook de ramen die reeds werden vernieuwd. Door het aanbrengen van de gevelbekleding (isolatie en natuursteen) op de lintelen en kolommen, zullen deze voorbij de huidige raamkaders komen. Deze optie is de enige waarbij de koudebruggen opgelost worden.

- Uitbraak metselwerk
- Aanbrengen isolatie
- Plaatsen natuursteen: waar nu metselwerk is + voor betonnen lintelen en kolommen

2.3 BALKONS

We vermoeden slechts één laag wapening die zich ongeveer in het midden van de balkonplaten bevindt. Er dient over gewaakt te worden dat de nieuwe vloeropbouw geen grotere belasting betekent dan de huidige. Indien mogelijk wordt best gekozen voor een lichtere vloeropbouw. Mocht er toch gekozen worden voor een grotere belasting, moet er extra wapening aangebracht worden.

Ook is het aangewezen om bij renovatie, na verwijderen van de huidige vloeropbouw, extra aandacht te hebben voor scheurvorming aan de bovenzijde van de balkonplaat (in het bijzonder in de langsrichting, dicht bij de gevel) en diametervermindering van de wapening in de balkonplaten.

- Wegnemen en afvoeren balustrades
- Wegnemen en afvoeren tussenschotten
- Verwijderen bestaande vloeropbouw
- Verwijderen dorpels en ondervullen ramen in functie van aansluiting waterdichting
- Aanbrengen hellingslaag of egalisatielaag bovenzijde balkonplaten
- Aanbrengen EPDM-dichting, met aandacht voor aansluiting met de gevel en ramen
- Aanbrengen tegelvloer
- Creatie uitzettingsvoeg in midden balkonplaat
- Plaatsing nieuwe balustrades met zichtplaat, met montage op voorzijde balkonplaten
- Plaatsing nieuwe tussenschotten

2.4 SCHRIJNWERK

We wijzen erop dat de betonnen lintelen en kolommen hier koudebruggen vormen, evenals de aansluitingen van de balkonplaten. Bij nieuwe ramen met een hoge isolatiewaarde loopt men het risico dat door de koudebruggen en aan de binnenkant condens optreedt ter hoogte van deze koudebruggen.

- Elastische voegen rond de ramen vernieuwen

In de prijsraming geven we ter info ook richtprijzen voor het vernieuwen van de ramen (privatief te vernieuwen). Wij wijzen erop dat het aan de kust moeilijk is om voor schuiframen 100% waterdichtheid te garanderen, bij plaatsing van nieuwe schuiframen moet extra aandacht besteed worden aan de waterdichtheid.

2.5 DIVERSE

Voor de betonherstellingen aan de dakrand, zal het dakrandprofiel en een stuk van de dakdichting moeten worden verwijderd. Na herstelling van de dakrand, moeten het dakrandprofiel en een strook van de dakdichting dan ook worden vernieuwd.

Van de renovatie kan gebruik gemaakt worden om de TV-distributie te vernieuwen.

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	17.500 €
Plaatsbeschrijving	
Stellingen, werfinrichting	
Afschermen ramen	
1 HERSTELLEN EN BESCHERMEN BETON	85.000 €
Herstellen betonschade	
Afschieten en heraangieten balkonleuningen	
Plaatsen opofferingsanodes	
Creatie uitzetvoeg in balkonplaat	
Stralen beton	
Uitvlakken beton	
Elastische coating beton	
2a METSELWERK - optie 1: elastische coating	7.500 €
Lokaal uitschijven en hervoegen metselwerk	
Lokaal herstellen metselwerk	
Lokaal vervangen bakstenen	
Elastische coating metselwerk	
2b METSELWERK - optie 2: natuursteen ipv metselwerk	29.000 €
Afbreken metselwerk	
Aanbrengen isolatie	
Plaatsen natuursteen	
2c METSELWERK - optie 3: natuursteen + bekleden lintelen en kolommen	53.000 €
Afbreken metselwerk	
Aanbrengen isolatie	
Plaatsen natuursteen	
3 BALKONS	55.000 €
Wegnemen en afvoeren balustrades	
Wegnemen en afvoeren tussenschotten	
Verwijderen bestaande vloeropbouw	
Verwijderen dorpels en ondervullen ramen	
Aanbrengen hellingslaag of egalisatielaag bovenzijde balkonplaten	
Aanbrengen EPDM-dichting	
Aanbrengen tegelvoer	
Plaatsing nieuwe balustrades met zichtplaat	
Plaatsing nieuwe tussenschotten	

4 SCHRIJNWERK	2.500 €
Elastische voegen rond de ramen	
Nieuwe ramen (per appartement) - prijs niet in totaal verrekend	(6.500 €)
Nieuwe ramen (per appartement)	
5 DIVERSE	6.500 €
Aanbrengen strook EPDM-dichting dakrand	
Aanbrengen dakrandprofiel	
TV-distributie vernieuwen	
TOTAAL - OPTIE 1	174.000 €
TOTAAL (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)	217.500 €
TOTAAL - OPTIE 2	195.500 €
TOTAAL (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)	244.500 €
TOTAAL - OPTIE 3	219.500 €
TOTAAL (incl. B.T.W., erelonen en onvoorzien) (+/-25%)	274.500 €

In eer en geweten,

Opgemaakt te Moorslede, 10 december 2014.

Bram Devos
ing. Steven De Clercq (auteur)
Kristof Bultynck

ir. Hugo Wildemeersch (Zaakvoerder)

B BIJLAGEN

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

Betononderzoek:
Residentie SUN SHINE

Zeedijk 335

8434 Westende

B BIJLAGEN
B.1 FOTO'S



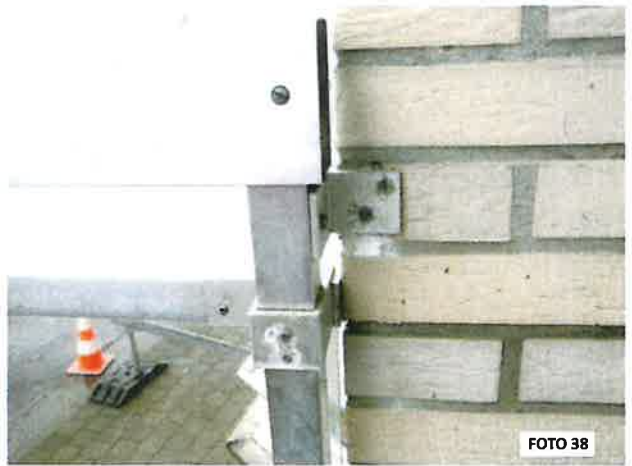


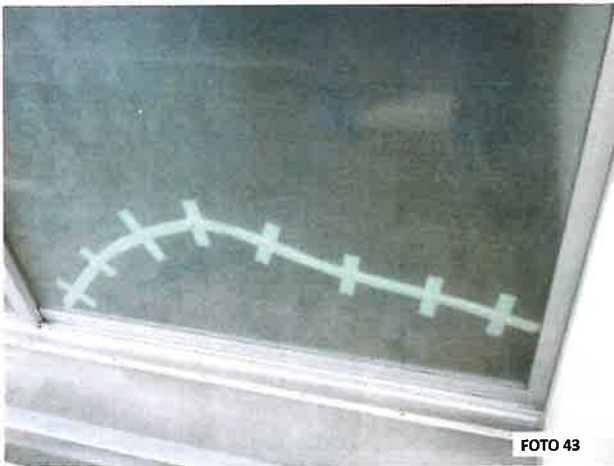












Betononderzoek:
Residentie SUN SHINE

Zeedijk 335

8434 Westende

B BIJLAGEN

B.2 BETONDEKKING EN CARBONATATIEDIEPTE

BETONDEKKING

scan	n	gem.	s	min	max
1996	13	48,3	3,6	42	55
1998	10	34,4	6,4	26	42
2022	14	50,6	3,8	45	56

CARBONATATIE

6
7
4
7
8

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	3	8,1
30-34 mm	2	5,4
35-39 mm	2	5,4
40-44 mm	6	16,2
45-49 mm	9	24,3
50-54 mm	12	32,4
55-59 mm	3	8,1
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
95-99 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	37
GEMIDDELDE	45,43
STANDAARDAFW.	8,19
VARIATIECOEFF.	0,18
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

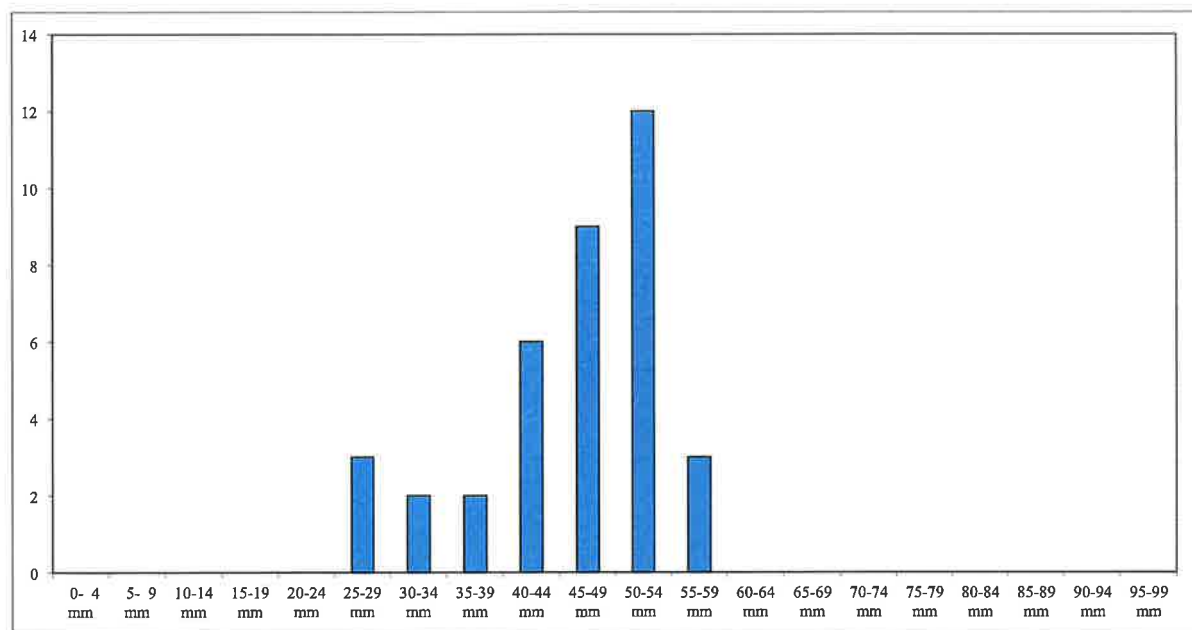
Min.	42,70
Max.	48,16

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	5
GEMIDDELDE	6,40
STANDAARDAFW.	1,52
VARIATIECOEFF.	0,24
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

Min.	4,52
Max.	8,28



BETONDEKKING

scan	n	gem.	s	min	max
1997	17	49,5	11,0	32	73
1999	8	33,3	10,4	19	48
2023	17	44,7	11,4	28	71

CARBONATATIE

6
7
4
7
8

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	2,4
20-24 mm	1	2,4
25-29 mm	2	4,8
30-34 mm	5	11,9
35-39 mm	5	11,9
40-44 mm	9	21,4
45-49 mm	6	14,3
50-54 mm	6	14,3
55-59 mm	2	4,8
60-64 mm	2	4,8
65-69 mm	1	2,4
70-74 mm	2	4,8
75-79 mm	0	0,0
80-84 mm	0	0,0
85-89 mm	0	0,0
90-94 mm	0	0,0
95-99 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	42
GEMIDDELDE	44,45
STANDAARDAFW.	12,33
VARIATIECOEFF.	0,28
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

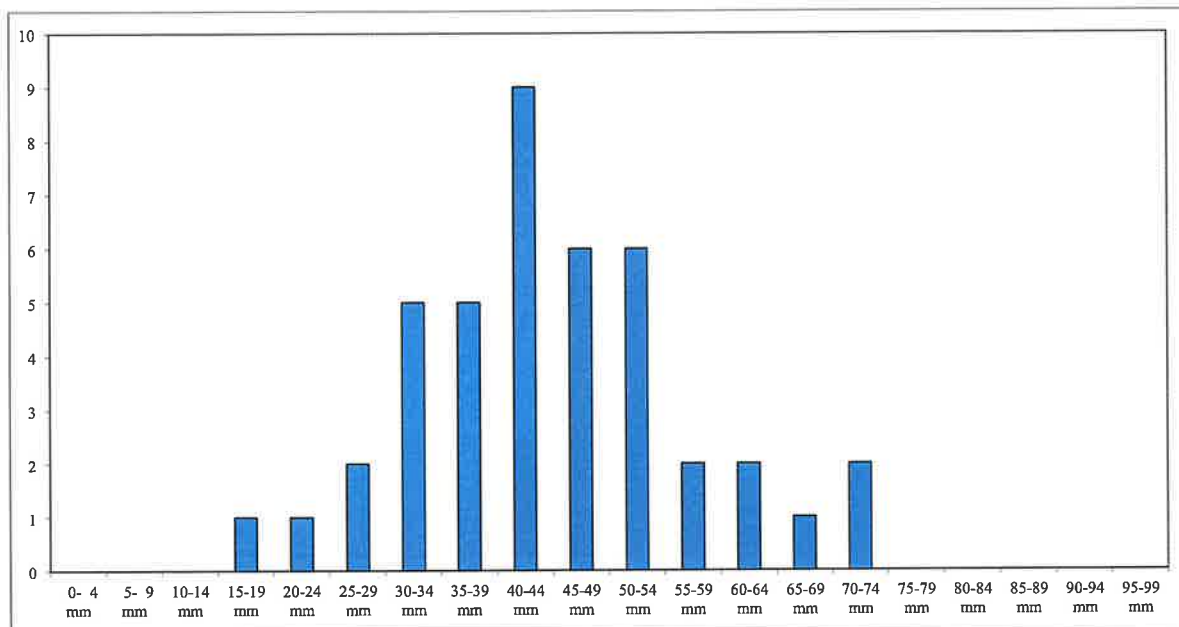
Min.	40,61
Max.	48,29

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	5
GEMIDDELDE	6,40
STANDAARDAFW.	1,52
VARIATIECOEFF.	0,24
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

Min.	4,52
Max.	8,28



BETONDEKKING

scan	n	gem.	s	min	max
2000	13	57,5	3,6	52	62
2002	12	58,3	2,3	55	64
2004	13	44,9	4,7	35	49
2006	14	49,1	5,0	44	60
2008	18	56,9	5,3	49	66
2010	10	46,8	19,2	32	93
2012	14	58,0	8,9	42	69
2014	13	65,4	4,2	55	69
2016	14	40,1	6,3	25	46
2018	9	51,1	1,8	48	53
2020	16	54,3	5,6	46	63
2024	42	51,2	11,8	32	68

CARBONATATIE

6
7
4
7
8

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	1	0,5
30-34 mm	7	3,7
35-39 mm	11	5,9
40-44 mm	19	10,1
45-49 mm	38	20,2
50-54 mm	24	12,8
55-59 mm	32	17,0
60-64 mm	32	17,0
65-69 mm	23	12,2
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	1	0,5
95-99 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	188
GEMIDDELDE	52,72
STANDAARDAFW.	10,28
VARIATIECOEFF.	0,19
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

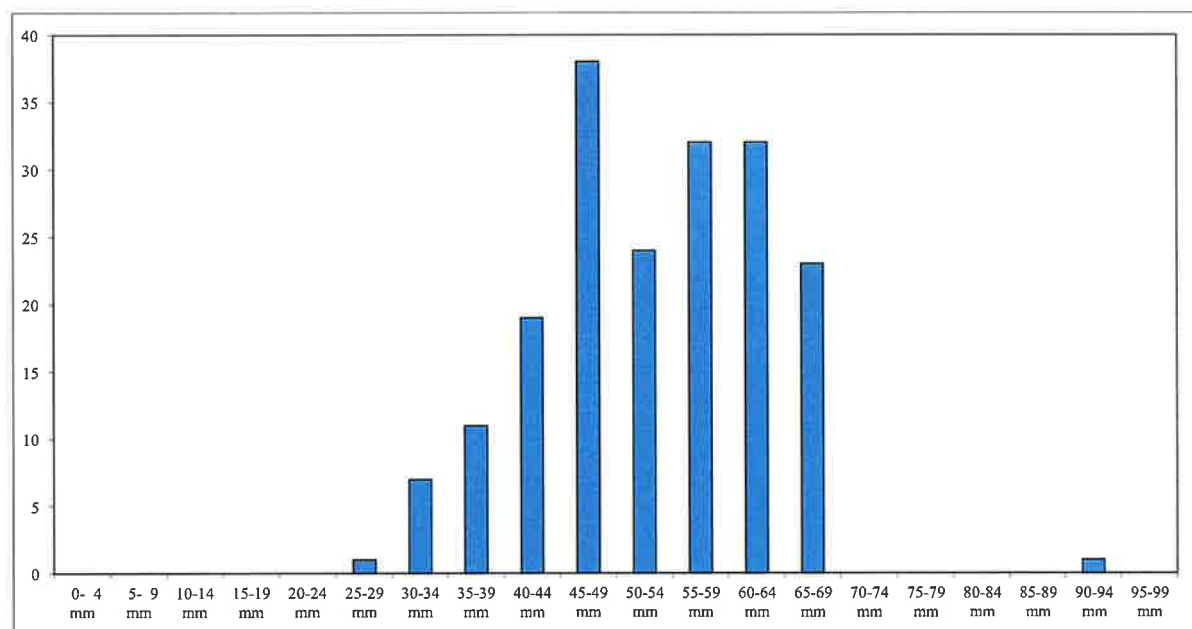
Min.	51,24
Max.	54,20

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	5
GEMIDDELDE	6,40
STANDAARDAFW.	1,52
VARIATIECOEFF.	0,24
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

Min.	4,52
Max.	8,28



BETONDEKKING

scan	n	gem.	s	min	max
2001	8	51,0	7,8	38	64
2003	7	55,3	7,7	43	68
2005	8	37,1	8,4	21	46
2007	8	42,8	6,7	31	52
2009	6	54,5	7,8	45	65
2011	11	50,7	19,5	26	86
2013	8	61,9	14,2	48	84
2015	7	61,1	10,3	45	73
2017	7	35,7	7,3	29	49
2019	6	38,7	11,1	28	51
2021	6	45,0	10,9	32	60

CARBONATATIE

6
7
4
7
8

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	1	1,2
25-29 mm	6	7,3
30-34 mm	9	11,0
35-39 mm	7	8,5
40-44 mm	8	9,8
45-49 mm	12	14,6
50-54 mm	13	15,9
55-59 mm	10	12,2
60-64 mm	6	7,3
65-69 mm	5	6,1
70-74 mm	2	2,4
75-79 mm	0	0,0
80-84 mm	2	2,4
85-89 mm	1	1,2
90-94 mm	0	0,0
95-99 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	82
GEMIDDELDE	48,71
STANDAARDAFW.	13,86
VARIATIECOEFF.	0,28
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

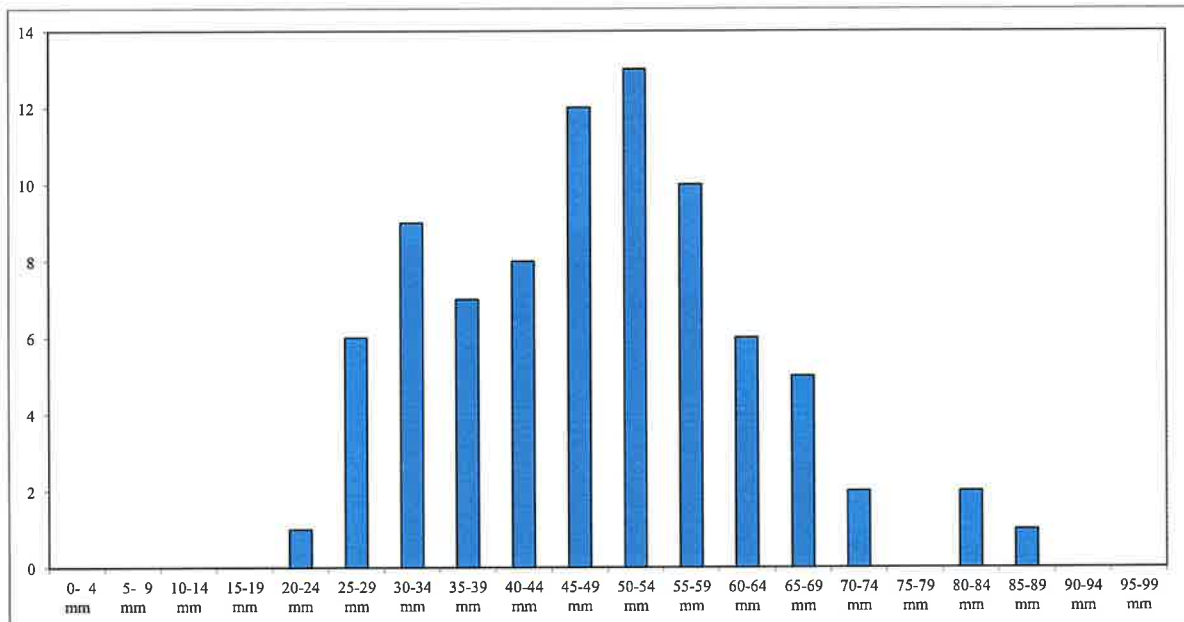
Min.	45,66
Max.	51,75

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	5
GEMIDDELDE	6,40
STANDAARDAFW.	1,52
VARIATIECOEFF.	0,24
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

Min.	4,52
Max.	8,28



BETONDEKKING

scan	n	gem.	s	min	max
2025	23	24,3	10,6	17	50
2027	23	25,4	9,8	13	57
2035	23	23,6	8,2	13	49
2037	23	31,4	12,5	22	71
2043	22	27,9	8,0	20	61
2045	21	32,4	13,6	15	73
2053	21	20,4	5,2	13	34
2055	21	27,1	6,8	19	39
2063	23	29,0	9,4	19	62
2065	9	26,8	3,4	22	34

CARBONATATIE

8
8
8
10

SPREIDING BETONDEKKING

	AANTAL	%
0- 4 mm	0	0,0
5- 9 mm	0	0,0
10-14 mm	4	1,9
15-19 mm	37	17,7
20-24 mm	59	28,2
25-29 mm	56	26,8
30-34 mm	31	14,8
35-39 mm	7	3,3
40-44 mm	1	0,5
45-49 mm	3	1,4
50-54 mm	4	1,9
55-59 mm	1	0,5
60-64 mm	4	1,9
65-69 mm	0	0,0
70-74 mm	2	1,0
75-79 mm	0	0,0
80-84 mm	0	0,0
85-89 mm	0	0,0
90-94 mm	0	0,0
95-99 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	209
GEMIDDELDE	26,83
STANDAARDAFW.	9,96
VARIATIECOEFF.	0,37
VERDELING	LN

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

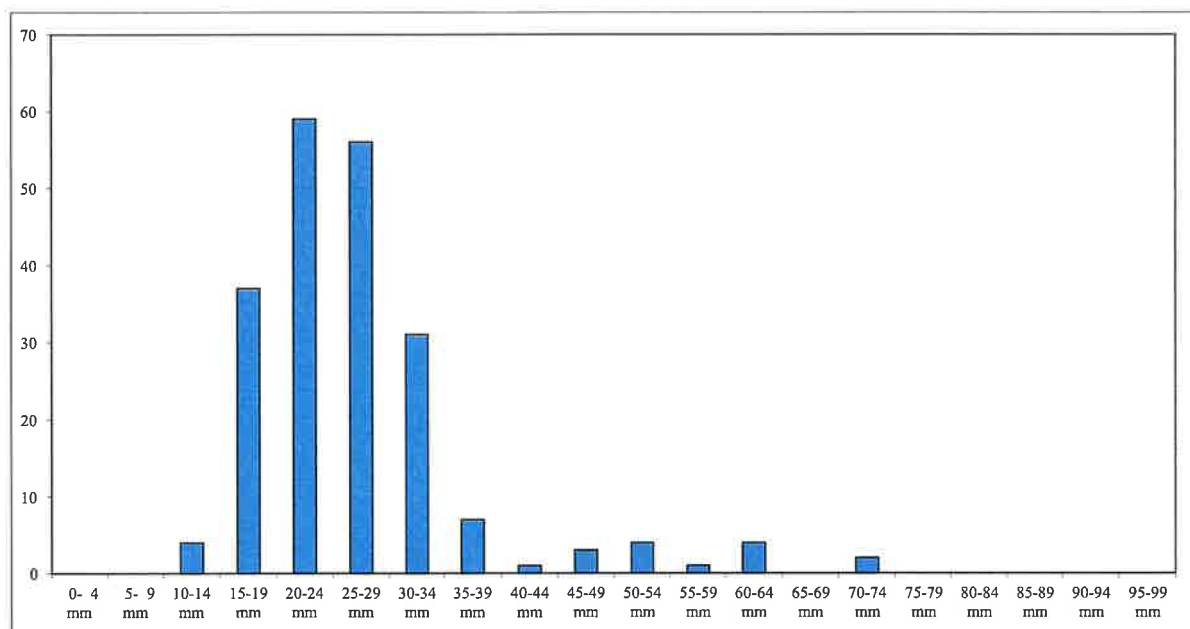
Min.	25,47
Max.	28,19

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	4
GEMIDDELDE	8,50
STANDAARDAFW.	1,00
VARIATIECOEFF.	0,12
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

Min.	6,91
Max.	10,09



BETONDEKKING

scan	n	gem.	s	min	max
2026	9	32,3	11,0	20	56
2028	9	33,7	5,3	28	43
2036	6	32,8	4,5	26	37
2038	9	34,8	9,0	27	51
2044	6	39,0	2,3	36	42
2046	12	39,0	12,9	24	69
2054	7	26,3	4,2	22	34
2056	9	38,6	10,9	32	67
2064	8	35,3	6,0	26	42
2066	8	28,1	2,4	25	33

CARBONATATIE

8
8
8
10

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	6	7,2
25-29 mm	25	30,1
30-34 mm	16	19,3
35-39 mm	18	21,7
40-44 mm	10	12,0
45-49 mm	3	3,6
50-54 mm	2	2,4
55-59 mm	1	1,2
60-64 mm	0	0,0
65-69 mm	2	2,4
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
95-99 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	83
GEMIDDELDE	34,27
STANDAARDAFW.	8,92
VARIATIECOEFF.	0,26
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

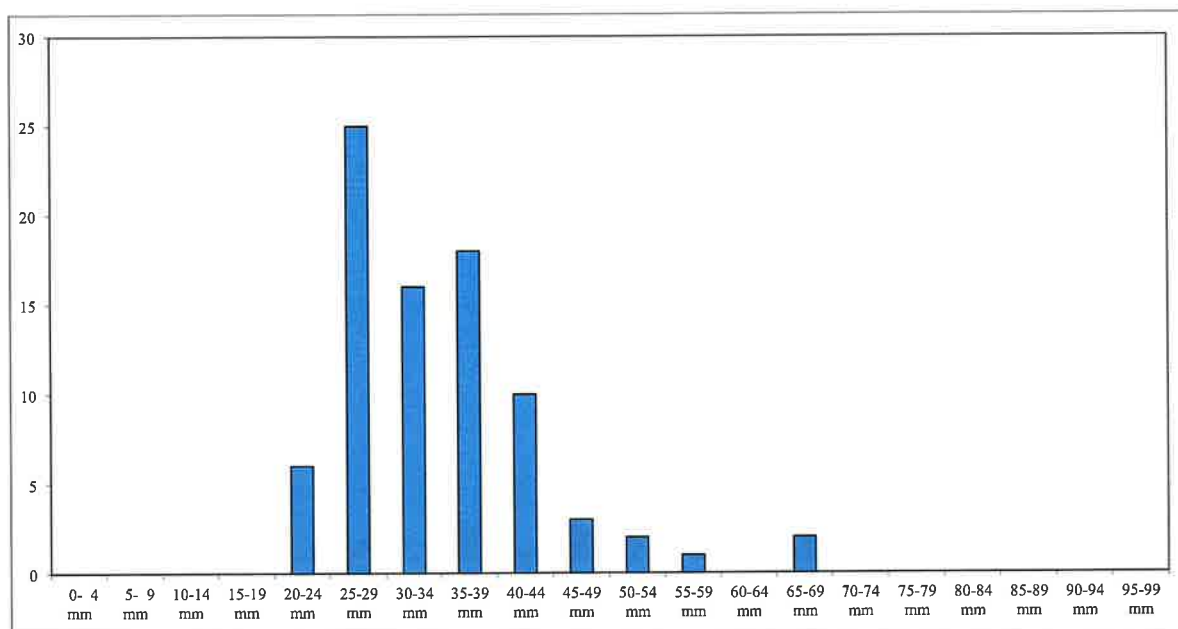
Min.	32,32
Max.	36,21

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	4
GEMIDDELDE	8,50
STANDAARDAFW.	1,00
VARIATIECOEFF.	0,12
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

Min.	6,91
Max.	10,09



BETONDEKKING

scan	n	gem.	s	min	max
2031	9	42,3	4,4	34	47
2033	10	35,9	7,3	28	51
2039	10	45,8	6,5	40	62
2041	10	38,1	3,7	30	43
2047	10	39,1	6,4	28	47
2049	9	39,3	4,1	33	47
2057	10	33,8	3,2	29	40
2059	10	30,9	5,0	23	38
2067	9	56,7	3,8	50	62
2069	10	40,0	4,8	34	49

CARBONATATIE

12
11
6
9

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	2	2,1
25-29 mm	6	6,2
30-34 mm	17	17,5
35-39 mm	26	26,8
40-44 mm	21	21,6
45-49 mm	14	14,4
50-54 mm	4	4,1
55-59 mm	4	4,1
60-64 mm	3	3,1
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
95-99 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	97
GEMIDDELDE	40,01
STANDAARDAFW.	8,29
VARIATIECOEFF.	0,21
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

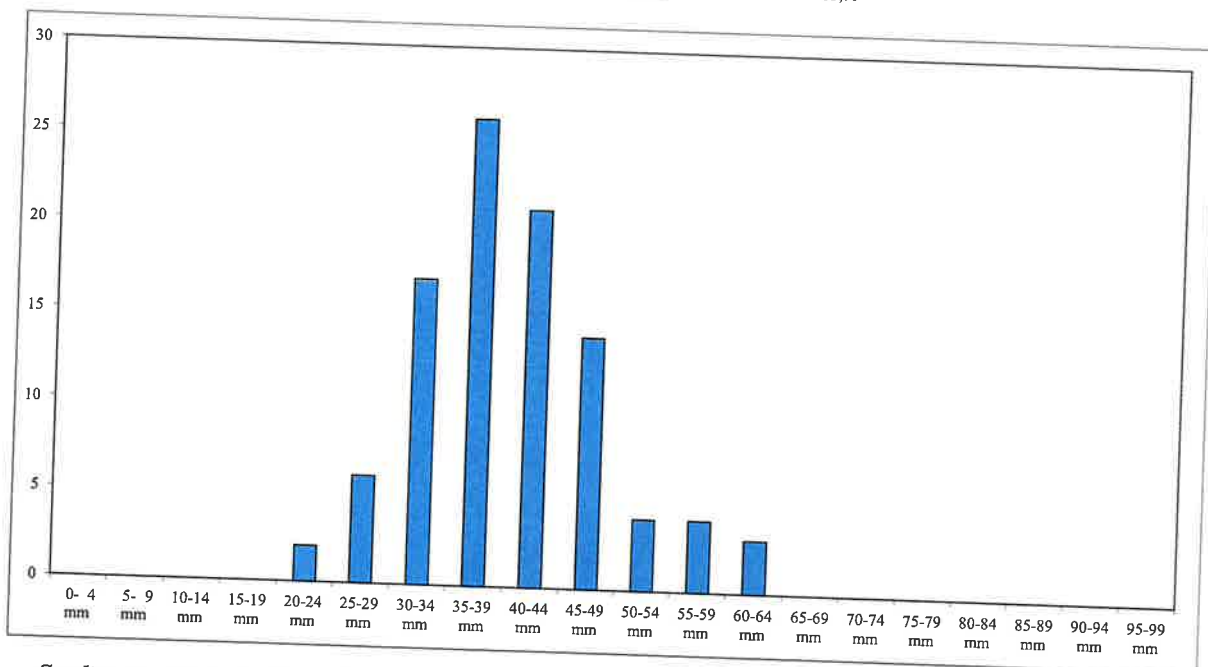
Min.	38,34
Max.	41,68

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	4
GEMIDDELDE	9,50
STANDAARDAFW.	2,65
VARIATIECOEFF.	0,28
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

Min.	5,29
Max.	13,71



BETONDEKKING

scan	n	gem.	s	min	max
2032	9	53,0	12,4	43	83
2034	7	25,9	2,3	23	29
2040	10	40,4	5,4	30	48
2042	9	33,2	3,1	28	38
2048	9	39,0	3,1	32	42
2050	8	34,4	3,5	30	40
2058	9	32,2	6,4	18	39
2060	6	35,7	4,8	30	44
2068	6	62,8	7,2	54	73
2070	8	33,0	7,6	26	50

CARBONATATIE

12
11
6
9

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	1,2
20-24 mm	2	2,5
25-29 mm	10	12,3
30-34 mm	20	24,7
35-39 mm	20	24,7
40-44 mm	12	14,8
45-49 mm	5	6,2
50-54 mm	3	3,7
55-59 mm	3	3,7
60-64 mm	2	2,5
65-69 mm	0	0,0
70-74 mm	2	2,5
75-79 mm	0	0,0
80-84 mm	1	1,2
85-89 mm	0	0,0
90-94 mm	0	0,0
95-99 mm	0	0,0

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	81
GEMIDDELDE	38,67
STANDAARDAFW.	11,46
VARIATIECOEFF.	0,30
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

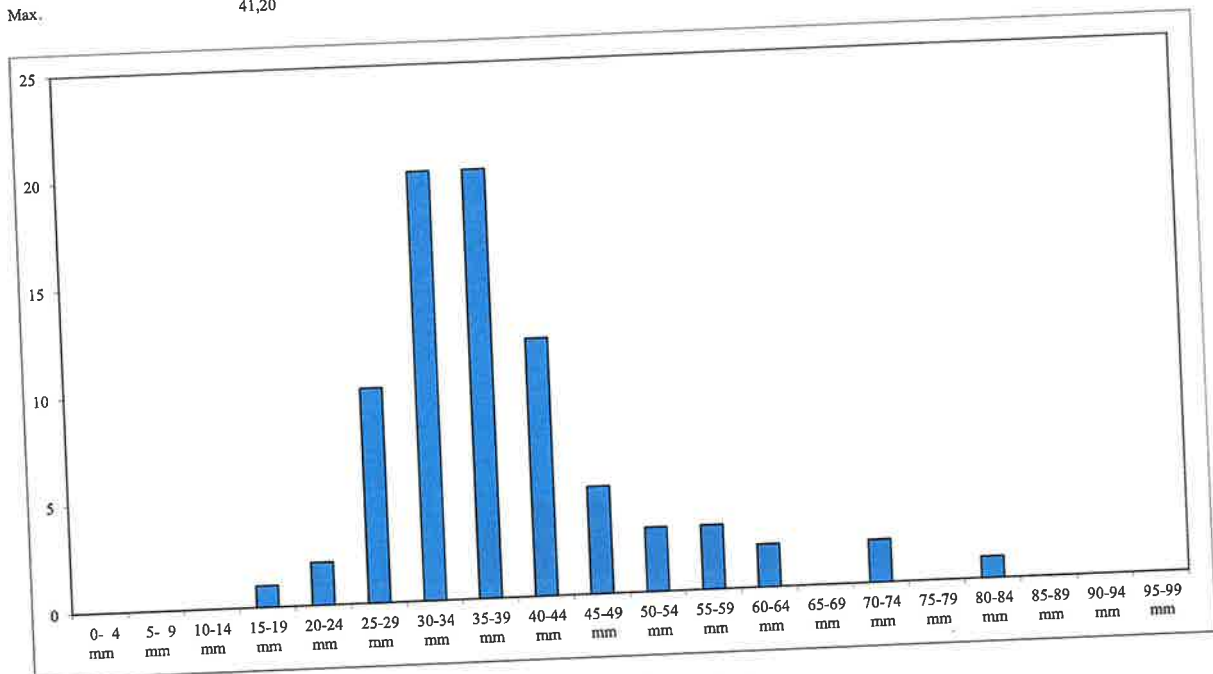
Min.	36,13
Max.	41,20

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	4
GEMIDDELDE	9,50
STANDAARDAFW.	2,65
VARIATIECOEFF.	0,28
VERDELING	N

95% betrouwbaarheidsinterval voor gemiddelde

Min.	5,29
Max.	13,71



Betononderzoek:
Residentie SUN SHINE

Zeedijk 335

8434 Westende

B BIJLAGEN
B.3 SCHADEPROGNOSE

CARBONATATIESCHADE: HUIDIGE OMVANG

PROJECT: 14.0735 SUN SHINE - WESTENDE

PESIMISTISCHE HYPOTHESE

Gemiddelden in mm

lm = lopende meter

ONDERDEEL	CARBONATATIEDIEPTE			BETONDEKKING			SCHADE		WAP.		SCHADE lm
	Metingen	Gemiddelde	Fout	Metingen	Gemiddelde	Fout	IN %	OPP. m²	lm	lm	
Dakrand - Dwaarswapening	5	8,28	1,52	37	42,70	8,19	0,0%	12	60	0	
Dakrand - Langswapening	5	8,28	1,52	42	40,61	12,33	0,0%	12	60	0	
Balkoplaai (onderzijde) - Dwaarswapening	5	8,28	1,52	188	51,24	10,28	0,0%	36	180	0	
Balkoplaai (onderzijde) - Langswapening	4	8,28	1,52	82	45,66	13,86	0,0%	36	180	0	
Linteei - Dwaarswapening	4	10,09	1,00	209	25,47	9,96	1,4%	31	155	2	
Linteei - Langswapening	4	10,09	1,00	83	32,32	8,92	0,7%	31	155	1	
Kolom - Dwaarswapening	4	13,71	2,65	97	38,34	8,29	0,2%	20	100	0	
Kolom - Langswapening	4	13,71	2,65	81	36,13	11,46	0,5%	20	100	0	
						819			990	4	
						TOTAAL					

PROGNOSE TOEKOMSTIGE TOTALE CARBONATATIESCHADE IN LM

ONDERDEEL	BOUWJAAR	SCHADE		TE VERWACHTEN SCHADE BINNEN AANTAL JAAR				
		NU	5	10	20			
Dakrand - Dwaarswapening	1977	0	0	0	0			
Dakrand - Langswapening	1977	0	0	0	0			
Balkoplaai (onderzijde) - Dwaarswapening	1977	0	0	0	0			
Balkoplaai (onderzijde) - Langswapening	1977	0	0	0	0			
Linteei - Dwaarswapening	1977	2	3	4	6			
Linteei - Langswapening	1977	1	1	2	2			
Kolom - Dwaarswapening	1977	0	0	0	1			
Kolom - Langswapening	1977	0	1	1	2			
		TOTAAL		4	6	8	10	13

ABG Consulting bvba

Dorpsplein Slyps 6 - B-8890 Moorslede - T 056 50 20 41 - F 056 50 53 62 - www.abg.be - consult@abg.be
BTW BE 0456 062 326 - KBC IBAN BE60 4664 1444 8170 - HR leper 36172