

ONDERZOEKSRAPPORT:

Residentie:

SANTOS
Priorijlaan 28
8434 WESTENDE

ABG
CONSULTING

Provincie: West-Vlaanderen
Gemeente: Westende

Opdrachtgever: Vereniging van Mede-eigenaars Residentie Santos

Voor wie handelt: De syndicus L. Rouseré
Agence La Plage
Distellaan 34
8434 WESTENDE

Dossier nummer: 97.105
Datum: 14/10/1997

Opdracht: Globale inspectie van het beton
Advies i.v.m. eventuele herstellingen of preventie

Onderzoek: Ter plaatse uitgevoerd op 13/10/1997
- visuele inspectie - opmeting
- metingen carbonatatie diepte
- metingen betondekkingen
- nemen van monsters voor chlorideonderzoek

ONDERZOEKSRAPPORT:

Residentie:

SANTOS
Priorijlaan 28
8434 WESTENDE

ABG Consulting B.V.B.A.
Ir. H. Wildemeersch
Dorpsplein Slyps 6
8890 MOORSLEDE
Tel: (056)50 20 41
Fax: (056)50 53 62

INHOUD:

DEEL I:	VISUELE WAARNEMINGEN	4
1.	Beton balkons	4
2.	Balkonvloeren	4
3.	Balustrades en windschermen	5
4.	Ramen	5
5.	Dakterrassen	6
6.	Diverse	7
DEEL II:	ONDERZOEK VAN BETON	8
1.	Druksterkte van beton	8
2.	Carbonatatie diepte en betondekking	9
3.	Verslag chlorideonderzoek	13
DEEL III:	ALGEMENE CONCLUSIES EN ADVIES	17
1.	Conclusies betonschade	17
2.	Advies betonherstelling	17
3.	Overige onderdelen	18
4.	Reparatievoorstel 1	19
5.	Reparatievoorstel 2	20

Bijlagen:

- Offerte herstellingen september 1987
- Verwerking meetgegevens met computer
- Meetresultaten

Doel van het onderzoek.

Het betononderzoek van de gevels van het gebouw "Residentie Santos" heeft tot doel meer inzicht te verwerven in de "gezondheidstoestand" en de schadegevoeligheid van diverse onderdelen in beton, en dit met het oog op het uitvoeren van betonrenovatie en/of -preventie.

volgende doelen worden gepreciseerd :

- de bestaande zichtbare betonschade te beschrijven (schadebeelden en schadeomvang)
- de oorzaken van de schade op te sporen en de schadegevoeligheid van het beton te bepalen door metingen
- een advies uit te brengen over de reparatie van de bestaande betonschade
- een advies uit te brengen over noodzakelijkheid en mogelijke ingrepen voor preventieve acties ter voorkoming van betonschade
- de overige geveldelen (vloeren, balustrades, natuursteen, schrijnwerk enz.) te inspecteren en het formuleren van adviezen voor onderhoud.

Aanpak en methodiek.

Eenzijds wordt de bestaande toestand en de diverse schade visueel geïnspecteerd

Anderzijds worden een aantal metingen en proeven uitgevoerd die tot doel hebben de inwendige schade te begroten (en bijgevolg de hoeveelheid uit te voeren reparatie) en de evolutie van de schade in de toekomst te voorspellen indien niet wordt ingegrepen.
Dit gebeurt via een wiskundig – statistisch computermodel.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het aantal uitgevoerde proeven.

Metingen carbonatiediepte	12
Metingen betondekking	178
Metingen chloridegehalte	8
Metingen druksterkte (sclerometer)	10

Het gebouw werd opgericht in 1972.

DEEL I: VISUELE WAARNEMINGEN

1. BETON BALKONS

- De dragende betonplaat van de balkons uit ter plaatse gestort beton, zonder uitzettingsvoegen. De dwarsdoorsnede is konisch met dikte ± 30 cm tegen de muur en ± 8 cm aan de rand.
Door uitsparingen in de bekisting ontstaat er een ribbenstructuur met uitsparingen van ± 12 cm breed en 2 cm diep.
- Het beton is geschilderd. De verf zit over het algemeen goed vast en het oppervlak is vrij egaal.
- Volgende schade werd vastgesteld :
 - Talrijke bruine vlekken komen voor. Deze wijzen op verontreiniging door chlorides (zouten). Deze tonen ook aan dat de balkonverdichting niet volledig waterdicht is.
 - Deze vlekken komen in hoofdzaak voor aan de buitenrand en in de ribben.
 - De vlekken komen ook meer voor ter hoogte van de vastzetting van de windschermen en van de voegen in de aluminium dakrand.
 - Af en toe komen dwarse scheuren in de balkonrand voor, al dan niet met roestsporen.
 - We waren in 1996 getuige van een lokale herstelling : hierbij bleek dat de bewapening zeer ernstig was aangetast.

2. BALKONVLOEREN

- De balkonvloeren zijn behandeld met het Triflex systeem.
Dit is een herstelling die dateert van 1987.
- Onder deze Triflex vloer zit de originele tegelvloer en een randdeksteen in blauwe hardsteen.
- Deze ingreep is waarschijnlijk gebeurd vanwege waterdichtingsproblemen en beginnende betonschade aan de randen. We weten niet in hoeverre en hoe grondig dan betonherstellingen werden uitgevoerd.
- De waterafvoer gebeurt via 2 putjes onder de windschermen tegen de gevel en afvoerbuizen in een nis, afgedekt met alu - platen. We zien hier geen sporen van schade of lekken.
- De afvoer is niet volledig. Soms stellen we plasvorming vast (bv. voorste hoek appartement 6C).
- De randen zijn afgedekt met een gelakte alu - plaat. De betonrand zelf en de toestand

ervan is bijgevolg niet zichtbaar.

- De vloeren zijn matig vervuild en waarschijnlijk moeilijk te reinigen.
- Aan de vloerbedekking zelf stellen we volgende schade vast :
 - loskomende schilfers
 - dwarse scheuren aan de voorzijde ter hoogte van de naden van het aluminiumprofiel
 - loskomen van de rand tegen het alu - profiel
 - soms licht loskomen van de ondergrond
 - de aansluiting tegen muren en ramen vertoont lichte afbladdering
 - de aansluiting tegen alu - pootjes van de balustrade is vrij goed, doch niet overal volledig waterdicht.

3. BALUSTRADES EN WINDSCHERMEN

- De balustrades zijn in natuurkleur aluminium, die plaatselijk lichte corrosie vertoont.
- De hoogte bedraagt ± 94 cm.
- De plexiglasstrook is plaatselijk beschadigd of vertoont krassen. De vastzetting is verweerd.
- De balustrades zijn vastgezet op gebogen staven van 2 x 2 cm, die waarschijnlijk ingebetonneerd zijn in de betonplaat, naast de blauwsteenrand.
- De windschermen zijn stevig van constructie, doch vertonen eveneens lichte corrosie. Het gewapend glas is plaatselijk verroest aan de rand.
- De vastzetting van de windschermen gebeurt enerzijds tegen de muur en aan de voorzijde via een profiel van vloer tot plafond. Deze vastzettingpunten vertonen corrosie en sporen van waterinfiltratie.
- De afdekplaten tegen de muren (waarachter de waterafvoeren) zijn op sommige plaatsen vrij ernstig gecorrodeerd.

4. RAMEN

- De ramen zijn in hout, bestaande uit een vast raam en een hef-draaideur.
- De ramen zijn voorzien van dubbel glas.
- De ramen zijn behandeld met olie. Er zijn grote verschillen in onderhoudstoestand.

- De houtverbindingen staan vaak min of meer open en het hout vertoont soms barsten.
- De glaslatten zijn in aluminium en zijn niet waterdicht. Bij vele ramen is er een bijkomende kitvoeg aangebracht tegen het glas.
- De deur is van het hef-draaitype met volgende kenmerken :
 - dubbele aanslag - zonder dichtingsprofielen in rubber
 - 2 sluitpunten, die soms wat uitgesleten zijn of slecht inhaken (5A)
 - scharnieren soms licht geroest
 - deurpaneel soms licht kromgetrokken
 - diverse appartementen hebben last van waterdoorslag, getuige daarvan vochtsporen of beschermende maatregelen.
- Onder de ramen zit nog een opstand, vermoedelijk in blauwsteen (?). Deze opstand en de onderregel van het raam zijn behandeld met triflex.
- De totale opstand van de ramen bedraagt 5 à 6 cm. De vloer ligt buiten \pm 3 cm lager dan binnen.

5. DAKTERRASSEN

- Vloeren eveneens behandeld met Triflex, die hier op verschillende plaatsen loskomt of kraken en scheuren vertoont.
- Zijmuurtje rechts vertoont een barst en herstelde dekstenen in beton. In het appartement eronder (9C) zijn er vochtsporen op de zijmuur.
- Ramen zijn schuiframen. Op appartement 10C vertoont een van de ruiten inwendige condensatie. Glaslatten in alu en open houtverbindingen.
- Achtergevel : deels gecementeerd metselwerk, deels balk in beton. De gevel is geschilderd en vertoont scheuren.
- De balken boven de ramen vertonen langse barsten, waarschijnlijk ten gevolge van inwendig roestend staal.
- De luifel in beton vertoont roestvlekken. Ter hoogte van de afvoeren zijn er grote roestvlekken, wat wijst op een gebrekkige waterdichtheid.
- De balustrades zijn van hetzelfde type als op de verdiepingen. Het windscherm is stevig bevestigd, doch de bevestigingspunten in de vloer zijn mogelijke oorzaak van waterinfiltraties.

6. DIVERSE

- De zijkanten zijn bekleed met **natuursteenplaten**. We merken op :
 - sommige platen vertonen afschilfering door erosie (wind, zand, vorst) geschat op 10%.
 - voegwerk met cementmortel redelijk intact, behalve uitbrokkeling bovenaan.
 - loskomende platen aan de linkerkant ter hoogte van appartement 5A – 6A. Dit werd reeds hersteld maar lijkt onbetrouwbaar.
 - we hebben zelf geen vochtschade vastgesteld aan de zijkanten op de door ons bezochte appartementen. Zijn er te melden?
- Op het gelijkvloers is de inkom eveneens in natuursteenplaten. Verder is er een uitbouw van het restaurant.
- Het dak werd niet onderzocht, evenmin als de achtergevel.

DEEL II: ONDERZOEK VAN BETON

1. DRUKSTERKTE VAN BETON

Met behulp van de Schmidt-terugslaghamer (Sclerometer) werd de gemiddelde druksterkte bepaald van de onderzijden van de balkons. In totaal werden 10 metingen uitgevoerd.

De meetresultaten worden gegeven in bijlage.

De druksterkte, op deze wijze bepaald, geeft een goede benadering van de werkelijke druksterkte.

De resultaten worden gegeven in volgende tabel:

	R'wm	S	R'wk
	39,1	9,9	22,8

met: gemiddelde druksterkte $R'wm$ (N/mm²)
standaardafwijking s
karakteristieke sterkte $R'wk = R'wm - 1.64 s$

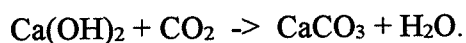
De resultaten van de druksterkte komen overeen met normale goede beton.

Besluit : Het beton is qua druksterkte van goede kwaliteit.

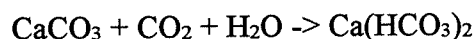
2. CARBONATATIEDIEPTE EN BETONDEKKING

2.1 algemene situering van de problematiek

Door de bij de hydratatie gevormde alkaliën $\text{Ca}(\text{OH})_2$, KOH en NaOH , heeft nieuw beton een basisch karakter. Door luchtverontreinigingen zullen de alkalische bestanddelen reageren, waardoor de alkaliteit vermindert en het beton aldus verzuurt. Een veel voorkomend geval van die zogenaamde verzuring is de inwerking van koolzuur op de opgeloste vrije kalk in het poriënwater van het beton volgens de formule:



Het gevormde CaCO_3 reageert in een later stadium nog verder tot het goed oplosbaar $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$



Bij het uitdrogen zet dit product zich af op het betonoppervlak, wat aanleiding kan geven tot een witte uitslag

Dit proces noemt men 'Carbonatatie'. Hierbij daalt de pH van het beton van 12 à 13 naar 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, e.d...
- uitvoeringsomstandigheden: weersomstandigheden, nabehandeling, enz.
- De gebruikte cementsoort.

Verder spelen de expositieomstandigheden een rol.

Bevindt het beton zich in een binnenklimaat, dan zal er snelle carbonatatie plaatsvinden. Maar omdat er hier weinig water in het beton aanwezig is, zal dan ook maar weinig kans bestaan op corrosie van het wapeningsstaal.

In een buitenklimaat zal de carbonatatediepte sterk afhangen van de berekening en de verdamping van de wand. Bij berekening zal het ingedrongen water de lucht verdringen die de carbonatatie veroorzaakte. Om die reden zal de carbonatatediepte op lange termijn samenvallen met het droogfront.

In een constant klimaat wordt de 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 moet houden met de hoeveelheid en samenstelling van het cement per kubieke meter, 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 zal het duren voor het carbonatatiefront de wapening bereikt en de wapening begint te roesten. Beschermende verflagen kunnen de carbonatatie in hoge mate afremmen (mits de juiste kwaliteit).

2.2 meetprocedure en methodiek

- De betondekkingsmetingen worden uitgevoerd met een magnetische wapeningsdetector van het merk Proceq "Profometer 3". Volgens de fabrikant heeft het toestel een nauwkeurigheid van ± 1 mm in het meetbereik tot 50 mm, en van $\pm 2,5$ mm in het meetbereik tussen 50 en 80 mm. Uit ervaring en ook uit testen ter plaatse blijken deze maximale afwijkingen met de praktijk overeen te komen.
- De carbonatatie diepte wordt bepaald door verstuuving van een pH indicatorvloeistof (phenolftaleïne) op een vers breukvlak. Gecarbonateerd beton blijft kleurloos, niet gecarbonateerd beton verkleurt paars - rood.
- Met behulp van de statistiek (mathematisch computermodel) kan uit de resultaten van betondekking en carbonatatie diepte het percentage roestend staal berekend worden (carbonatatie diepte groter dan betondekking). Verder kan een prognose gemaakt worden van de te verwachten evolutie van de schade in de komende jaren.

2.3. resultaten

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

2.3.A. betondekking

- Bij de kolommen en balken op de verdiepingen vonden we overal betondekkingen van 40 mm en meer.
- Aan de onderzijde van de balkons hebben we enkel gemeten tussen de ribben. Hier stellen we vast dat de betondekking geleidelijk vermindert naar de rand toe (zone 3).
- Op de ribben zelf is de betondekking 2 cm groter en dus goed.
- Op het dakterras is de betondekking aan de geringe kant bij de lintelen en de luifel.
- Uitgaande van de eis dat de betondekking overal minstens 25 mm moet zijn (Volgens

de Belgische Normen) berekenen we het percentage wapening dat niet aan dit criterium beantwoordt. In de laatste kolom berekenen we het percentage wapening dat dichter zit dan 10 mm. Dit wordt weergegeven in onderstaande tabel:

BETONDEKKING

PLAATS	GEMIDDELDE (mm)	STANDAARDFOUT (mm)	% TE DICHT (<25 mm)	% TE DICHT (<10 mm)
Onderzijde balkons tegen gevell	41,88	10,78	6%	0%
Onderzijde Balkons middenzone	29,48	8,99	31%	1%
Onderzijde balkons aan de rand	18,38	5,86	87%	8%
Onderzijde luifel verdieping 10	27,75	4,56	27%	0%
Kolommen verdieping 10	44,44	2,80	0%	0%
Linteel verdieping 10	31,67	10,07	25%	2%

2.3.B Carbonatatie diepte

- De carbonatatie diepte bedraagt gemiddeld nog geen 5 mm. De hoogst gemeten waarde is 6,7 mm. Dit is zeer weinig en te danken aan het beschermend verfsysteem.

2.3.C Toepassing van het mathematisch model

We gaan ervan uit dat alle wapening die zich in gecarbonateerd beton ligt inwendig begint te roesten en op termijn schade veroorzaakt. De hoeveelheid inwendig roestend staal wordt benaderd met behulp van de wiskundige statistiek in een computermodel. De resultaten worden weergegeven in bijlage.

Uitgaande van de gemiddelde waarden van de meetgegevens 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.

Vanuit de berekening van de huidige aantasting kan een prognose gemaakt worden van de verwachte evolutie van de schade in de toekomst. Dit gebeurt via de vierkantswortel – tijd formule.

Uit de resultaten hiervan kunnen we volgende conclusies trekken:

- we berekenen dat op heden slechts 3 meter wapening is aangetast ten gevolge van het carbonatatiefenomeen, met name aan de balkonranden.
De overige onderdelen zijn bijna niet gevoelig voor carbonatatieschade.
- we verwachten in de toekomst ook geen snelle uitbreiding van schade door carbonatatie. Dit ook dank zij de beschermende verffilm.
- deze berekeningen houden geen rekening met andere schadeoorzaken zoals chlorides (zie verder).

3. VERSLAG CHLORIDEONDERZOEK

3.1 problematiek van chloride aantasting

Zouten (chloriden) zijn zeer nadelig voor gewapend beton wanneer zij in te hoge concentratie voorkomen. Vanaf 0.4% gewichtsprocent op de cementmassa kunnen zich problemen voordoen. De kans op corrosie is ondermeer ook afhankelijk van de porositeit van het beton, de diepteligging van de wapening en – daarmee verbonden- de vochtigheid in de omgeving van de wapening. Vanaf meer dan 1 % is het echter vrijwel zeker dat er zich problemen zullen voordoen.

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

De wapeningsstaven worden meestal slechts plaatselijk aangetast. Door het zout worden putjes in het staal ingevreten en uitgespoeld. Men spreekt van putcorrosie en deze wordt aan het betonoppervlak waargenomen door bruine roestvlekken.

Deze aantastingsvorm is gevaarlijk omdat de wapening lokaal snel zijn kracht verliest. Wanneer het om belangrijke hoofdwapening gaat, dan komt de stabiliteit van het onderdeel snel in het gedrang.

Chloriden kunnen op verschillende wijzen in het beton terechtkomen. Ze kunnen zijn ingemengd 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 doozouten, door rechtstreekse of onrechtstreekse inwerking van zeewater in de kuststrook of door chloriden in de omgeving.

In alle geval wordt chloridenschade in de hand gewerkt door water. Op vochtige plaatsen zal de schade sneller optreden (vb. nabij waterinfiltraties). In droog beton wordt de aantastende werking van de chloriden sterk afgeremd.

Wanneer het vermoeden van chloridenverontreiniging bestaat, is het noodzakelijk de concentratie van de chloride-ionen te bepalen. Dit kan door laboproeven op betonmonsters. Van de concentratie hangt het welslagen van eventuele reparaties en de doeltreffendheid van een oppervlaktebescherming af. Bij lagere concentraties (tot 1%) kan het aanbrengen van een oppervlaktebescherming (hydrofobering of coating) het roestproces in aanzienlijke mate afremmen. Dit kan echter nooit een volledige garantie bieden. Bij te hoge zoutconcentraties dient alle aangetast beton te worden verwijderd en vervangen. In sommige gevallen is een volledige vervanging van het betonelement nodig (bv. uitkragende balkons).

Andere technieken, zoals het verwijderen van de chlorides door electro osmose of binden van de chlorideionen zijn zeer duur en beperkt toepasbaar in bepaalde specifieke gevallen. Bij aangetaste wapening is tevens onderzoek nodig naar de stabiliteit van de betonconstructie.

3.2 meetprocedure en criterium

3.2.1 meetprocedure

- De stalen worden ontnomen door droogboren met boordiameter 20, waarbij het boorstof wordt opgevangen. Er worden een 2-tal gaten geboord, zodat we een monster van 10 à 15 gram boorstof per staal bekomen.
- Wanneer het vermoeden van indringing via de omgeving bestaat (vb. langs de zeedijk) worden stalen op verschillende diepte ontnomen om eventuele variatie vast te stellen.
- In het labo worden de monsters nauwkeurig gewogen en onderzocht naar hun chloridengehalte volgens de fotometrie-analyse. Deze analyse wordt uitgevoerd op 2 gram boorstof.
- Het meetresultaat geeft het % chloride-ionen t.o.v. de totale massa. Voor omrekening naar % chloriden op cementmassa hanteren we: beton: 2350 kg/m^3 - cementgehalte 350 kg/m^3

3.2.2 beoordelingscriterium

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

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

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

- Daarbij komt nog dat studies uitwijzen dat het chloridengehalte onder invloed van carbonatatie achter dit carbonatatiefront wordt verhoogd zodanig dat carbonatatie van het beton medeoorzaak kan zijn van hogere chloridenpercentages rond de wapening.
- Nochtans wordt vrij algemeen aangenomen dat boven een zeker percentage chloride de wapening in gewapend beton, blootgesteld aan een buitenomgeving, hoe dan ook gaat roesten. Dit percentage kunnen we stellen op ongeveer 1 % van de massahoeveelheid cement.

- Desondanks bestaan er in België bij mijn weten geen richtinggevende normen voor het toegelaten percentage chloride in beton.

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

- De Europese ontwerpnorm in dit verband spreekt van een veilige grens onder de 0.4%

Dit alles overwegend stellen wij als absoluut veilige drempelwaarde een gehalte van 0,4 % op de cementmassa voorop. Voor concentraties tussen 0.4 en 1% is waakzaamheid geboden.

3.3. meetresultaten

Bij diverse onderdelen werden boormonsters genomen verdeeld over het ganse oppervlak die werden onderzocht op het chloridegehalte. Dit gehalte aan zout wordt omgerekend naar de massa cement zodat deze aan referentiewaarden kunnen getoetst worden.

De resultaten zijn hierna in een tabel gegeven.

Resultaten chloridenonderzoek		
Plaatsnamen/kodering	% m/m chloride	Corrosiekans
1B onderzijde balkon rand 0-2cm	4,08	**
1B onderzijde balkon rand 2-4,7cm	5,52	**
5A onderzijde balkon tegen gevel 0-1,8 cm	0,90	*
5A onderzijde balkon tegen gevel 1,8-3,3 cm	0,72	*
7B onderzijde balkon rand 0-2,7 cm	1,20	**
7B onderzijde balkon rand 2,7-4,5 cm	1,08	**
10C onderzijde luifel 0-1,6 cm	4,80	**
10C onderzijde luifel 1,6-3,6 cm	5,52	**
3 ^{de} verdieping onderzijde luifel tegen muur	1,34	**
4 ^{de} verdieping onderzijde luifel midden	1,41	**
5 ^{de} verdieping onderzijde luifel rand	4,50	**
6 ^{de} verdieping onderzijde luifel rand	2,13	**

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

Bespreking van de resultaten:

- alle meerwaarden liggen boven de absoluut veilige grens van 0,4%
- twee waarden liggen onder de 1%, met name van stalen tegen de muur
- de rand is zeer zwaar aangetast : gemiddelde waarde van 3,1%
- tegen de muur is de aantasting minder uitgesproken : gemiddelde waarde van 1,1%
- de luifel (10^{de} verdieping) is eveneens zwaar aangetast
- de concentratie in de diepte is ongeveer dezelfde als aan het oppervlak.

DEEL III: ALGEMENE CONCLUSIES EN ADVIES

1. CONCLUSIES BETONSCHADE

- De hoofdoorzaak van de optredende betonschade is de aanwezigheid van teveel zouten (chlorides) in het beton. Deze zijn afkomstig van het zeeklimaat en ingedrongen samen met water.
- Reeds vóór de reparatie van 1987 zijn reeds zouten ingedrongen via defecte voegen van vloeren en de aansluitingsvoeg tussen vloer en blauwsteenrand (een veel voorkomend probleem).
- We weten niet hoe grondig de betonschade destijds werd hersteld. In alle geval, wanneer niet alle inwendig roestende wapening wordt behandeld keert de schade onvermijdelijk terug.
- Ook in de huidige situatie zijn er nog waterinfiltratieplaatsen, namelijk dwarse scheuren in triflex aan de rand (de triflex kan de temperatuurswerking van het profiel niet volgen). Ook de langse aansluiting triflex - alu rand is in veel gevallen losgekomen.
- De vastzettingen van balustrades en windschermen aan de bovenzijde vormen steeds kritische punten die moeilijk volledig te dichten zijn.
- Bovenstaande verklaart waarom de schade zich voornamelijk aan de randen voordoet. Overigens blijkt uit metingen dat de wapeningsdekking hier kleiner is dan verder. Hetzelfde geldt voor de ribben : hier is de betondekking 2 cm meer.
- Betonkolommen en balken op de verdiepingen vertonen geen schade. De carbonatatie diepte is vrij gering en de betondekking hoog, zodat we hier geen schade in de toekomst verwachten.
- De aanwezigheid van verf heeft het schadeproces afgeremd.

2. ADVIES BETONHERSTELLING

- Gezien de hoge concentraties chlorides en de geringe betondekking valt te verwachten dat praktisch alle wapening in de betonrand ernstig aan het roesten is.
- Vandaar is het aan te raden de rand over ± 20 à 25 cm weg te kappen, een bijkomende wapening te voorzien en opnieuw aan te storten met nieuwe beton. Deze methode is relatief niet zo duur en zeer efficiënt.
- Hierna is het uiterst belangrijk dat het beton volledig (100%) wordt afgeschermd tegen indringend water.

3. OVERIGE ONDERDELEN

- Behalve scheuren aan de randen gedragen de triflex vloeren zich behoorlijk goed op de balkons. Op de dakterrassen zijn er verschillende scheuren en losgekomen plaatsen. De uitbraak ervan lijkt ons niet noodzakelijk.
- De ramen zijn nog behoorlijk goed, doch dit type is nooit volledig waterdicht te krijgen. Het vervangen is niet essentieel voor de renovatie van de gevel. Enkele aanpassingen kunnen de waterdichtheid verbeteren en de levensduur verhogen.
- Balustrades hebben niet de wettelijke hoogte en veroorzaken waterdichtingsproblemen. Vandaar is het aangewezen de balustrades te vervangen en te bevestigen aan de voorzijde. Ook de vastzetting van de windschermen mag de dichting niet doorboren.
- De natuursteenplaten zijn lokaal te herstellen (eventueel te vervangen) en de vastzettingen zijn na te zien.
- Waterafvoeren dak, dakterras en balkons zijn na te zien.

4. REPARATIEVOORSTEL 1 (met behoud van huidige vloer) en raming (figuur 1)		
4.1	plaatsbeschrijving, stellingen, werfinrichting forfaitair	200.000,-
4.2	wegnemen alu profiel, afkappen betonrand over ± 25 cm, bijkomende bewapening en heraanstorten V.H. 126 sm à 7.500,- =	945.000,-
4.3	wegbreken en terugplaatsen balustrades verdiepingen V.H. 126 sm à 7.000,- =	882.000,-
4.4	wegbreken en terugplaatsen windschermen verdiepingen V.H. 18 stuks à 15.000,- =	270.000,-
4.5	aanbrengen kunststof waterdichting type Decothane op bestaande vloer aanbrengen afwerking : kwartstapijt of gelijmde tegels V.H. 165 m ² à 5.500,- =	907.500,-
4.6	dakterras :	
-	vervangen balustrades V.H. 12 sm à 7.000 =	84.000,-
-	vervangen windscherm	40.000,-
-	nieuwe dichting of vloer als 4.5 V.H. 50 m ² à 5.500 =	275.000,-
4.7	diverse aanpassingswerken : herstellen natuursteen, herstellen muurtjes dakterras, vervangen (?) waterafvoeren ... geschat forfait	350.000,-
4.8	vervangen ramen : pro memorie (raam zijappartement : geschat : 6,6 m ² à 13.000,- = 85.800,-) (raam middenappartement : geschat 8 m ² à 12.500,- = 100.000,-) (raam dakterras : geschat : 8 m ² à 12.500,- = 100.000,-)	
	totaal	3.953.500,-
	BTW, erelonen, onvoorzien - 20%	790.700,-
		<hr/> 4.744.200,-

5. REPARATIEVOORSTEL 2 (bestaande vloer uitbreken) en raming (figuur 2)

5.1	plaatsbeschrijving, stellingen, werfinrichting forfaitair	200.000,-
5.2	wegnemen alu profiel, afkappen betonrand over ± 25 cm, bijkomende bewapening en heraanstorten V.H. 126 sm à 7.500,- =	945.000,-
5.3	wegbreken en terugplaatsen balustrades verdiepingen V.H. 126 sm à 7.000,- =	882.000,-
5.4	wegbreken en terugplaatsen windschermen verdiepingen V.H. 18 stuks à 15.000,- =	270.000,-
5.5	uitbreken bestaande vloeren tot op de betonplaat aanbrengen van een goede helling naar de afvoerputjes waterdichtingslaag : EPDM (levensduur minstens 40 jaar) vloer : losse houten plankenvloer in tropisch hardhout V.H. 165 m ² à 8.500,- =	1.402.500,-
5.6	dakterras	
	- vervangen balustrades V.H. 10 sm à 7.000 =	84.000,-
	- vervangen windscherm	40.000,-
	- nieuwe dichting en houten vloer volgens 5.5 V.H. 50 m ² à 8.000 =	400.000,-
5.7	diverse aanpassingswerken : herstellen natuursteen, herstellen muurtjes dakterras, vervangen (?) waterafvoeren ... geschat forfait	350.000,-
5.8	vervangen ramen : pro memorie (raam zijappartement : geschat : 6,6 m ² à 13.000,- = 85.800,-) (raam middenappartement : geschat 8 m ² à 12.500,- = 100.000,-) (raam dakterras : geschat : 8 m ² à 12.500,- = 100.000,-)	
		<hr/>
	totaal	4.573.500,-
	BTW, erelonen, onvoorzien – 20%	914.700,-
		<hr/>
		5.488.200,-

In vergelijking tot de eerste oplossing heeft deze volgende voordelen :

- EPDM duurzamer en veel langere levensduur (minimum 40 jaar)
- de dichting blijft steeds bereikbaar bij eventuele lekken
- opstand onder ramen hoger en de aansluiting onder de ramen is zekerder
- (nat) zand met zout onder vloer wordt weggenomen
- betere helling en afwatering zijn mogelijk
- bij (later) vervangen ramen is een perfecte waterdichte aansluiting mogelijk

Nadelen zijn :

- ophoping van zand en vuil – regelmatig reinigen (uitspoelen) nodig
- prijs

Over het esthetische zijn de meningen vaak verdeeld.

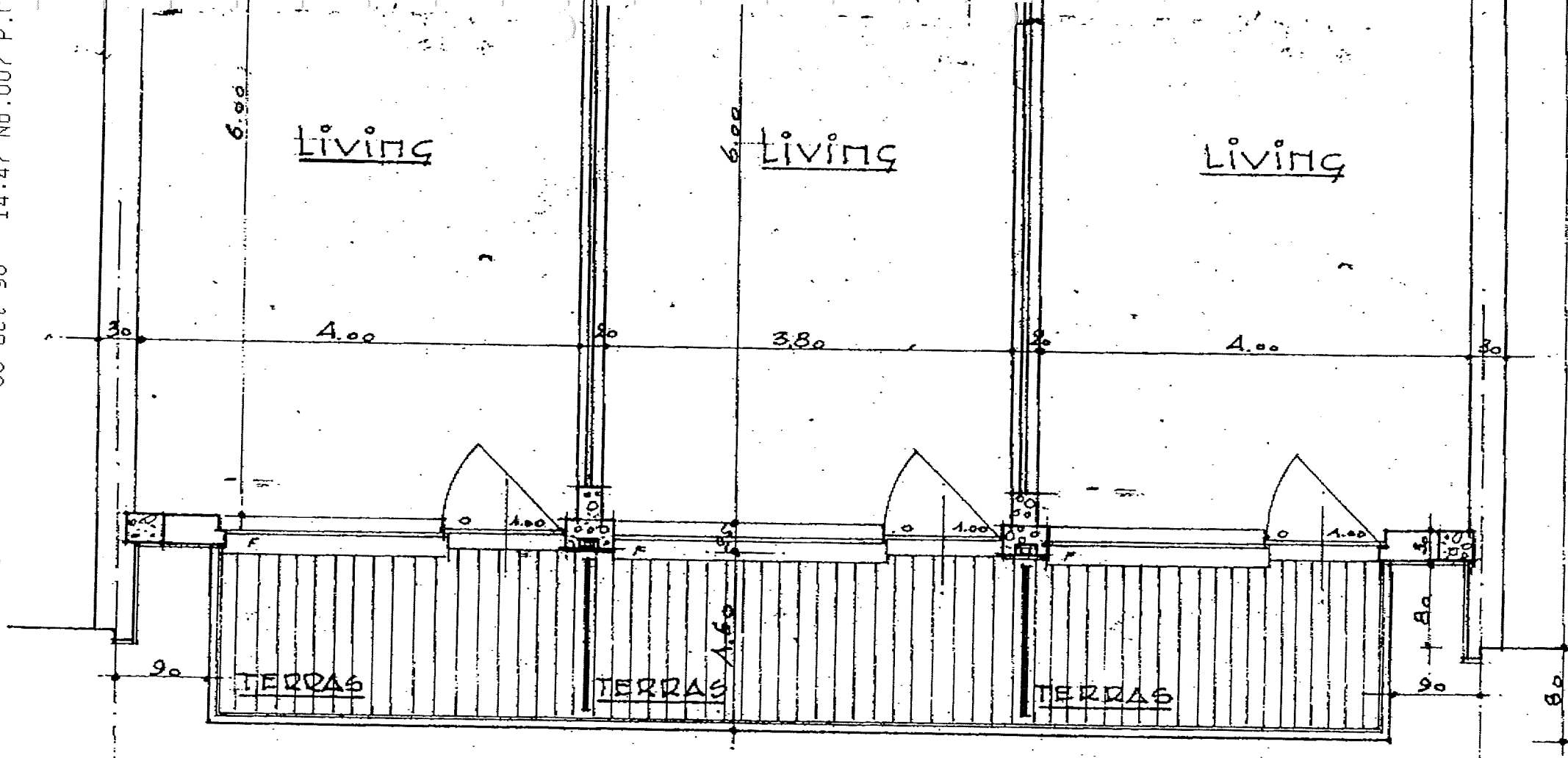
De opgegeven prijzen zijn ramingen op basis van eigen ervaring en hebben als doel een goed idee te geven van de kostprijs.

De opgegeven hoeveelheden werden benaderend opgemeten ter plaatse en op plan.

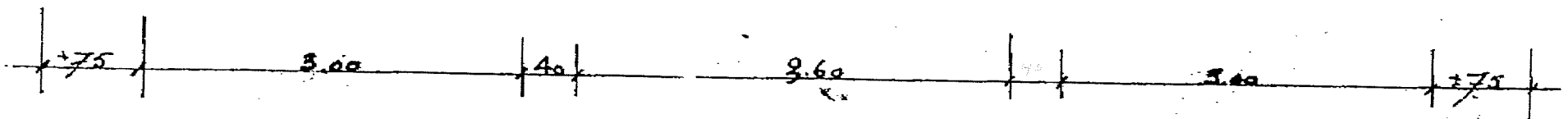
In eer en geweten,

Opgemaakt te Moorslede, 17 oktober 1997.

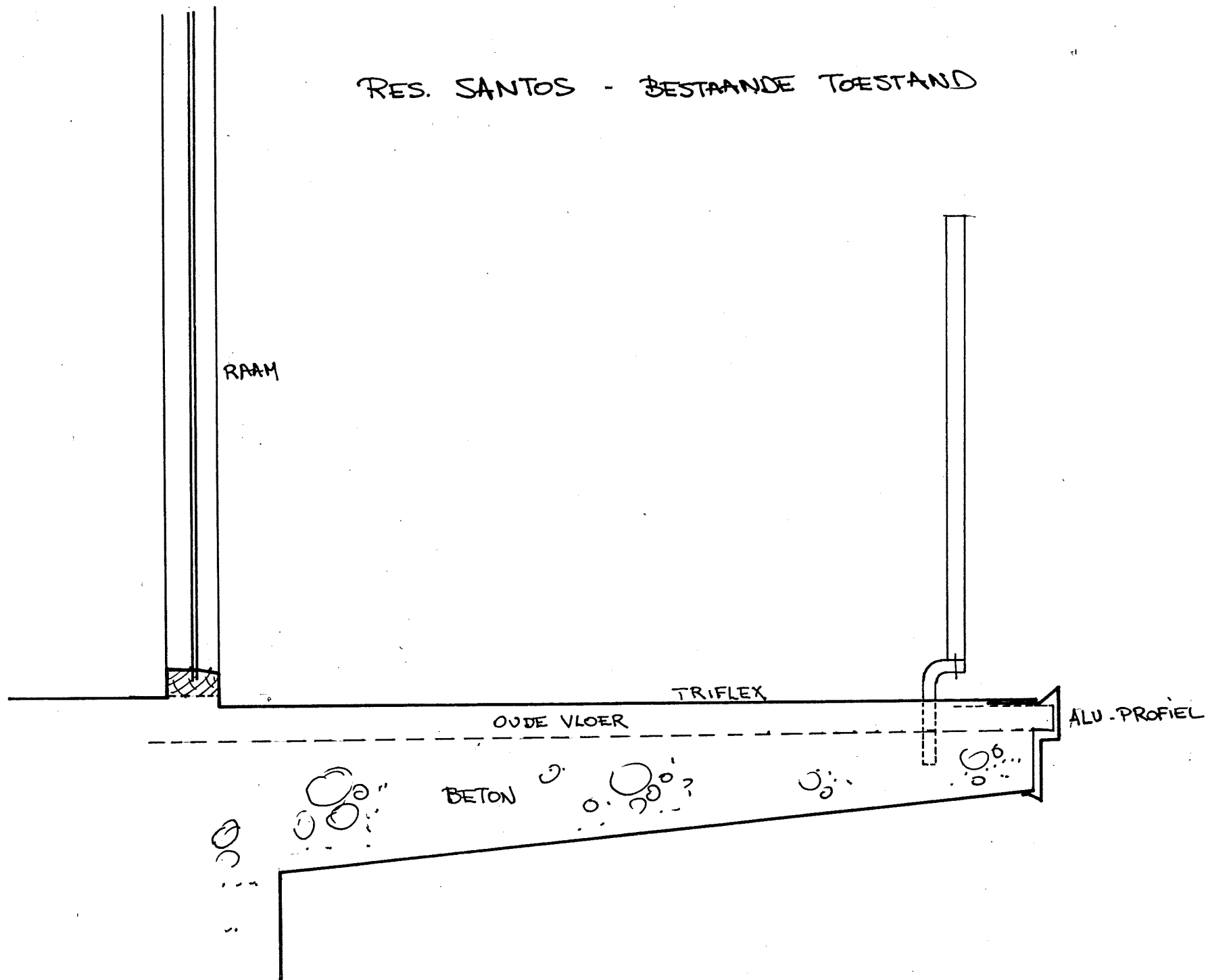
ir. Hugo Wildemeersch.



VERDIEPING PLAN.

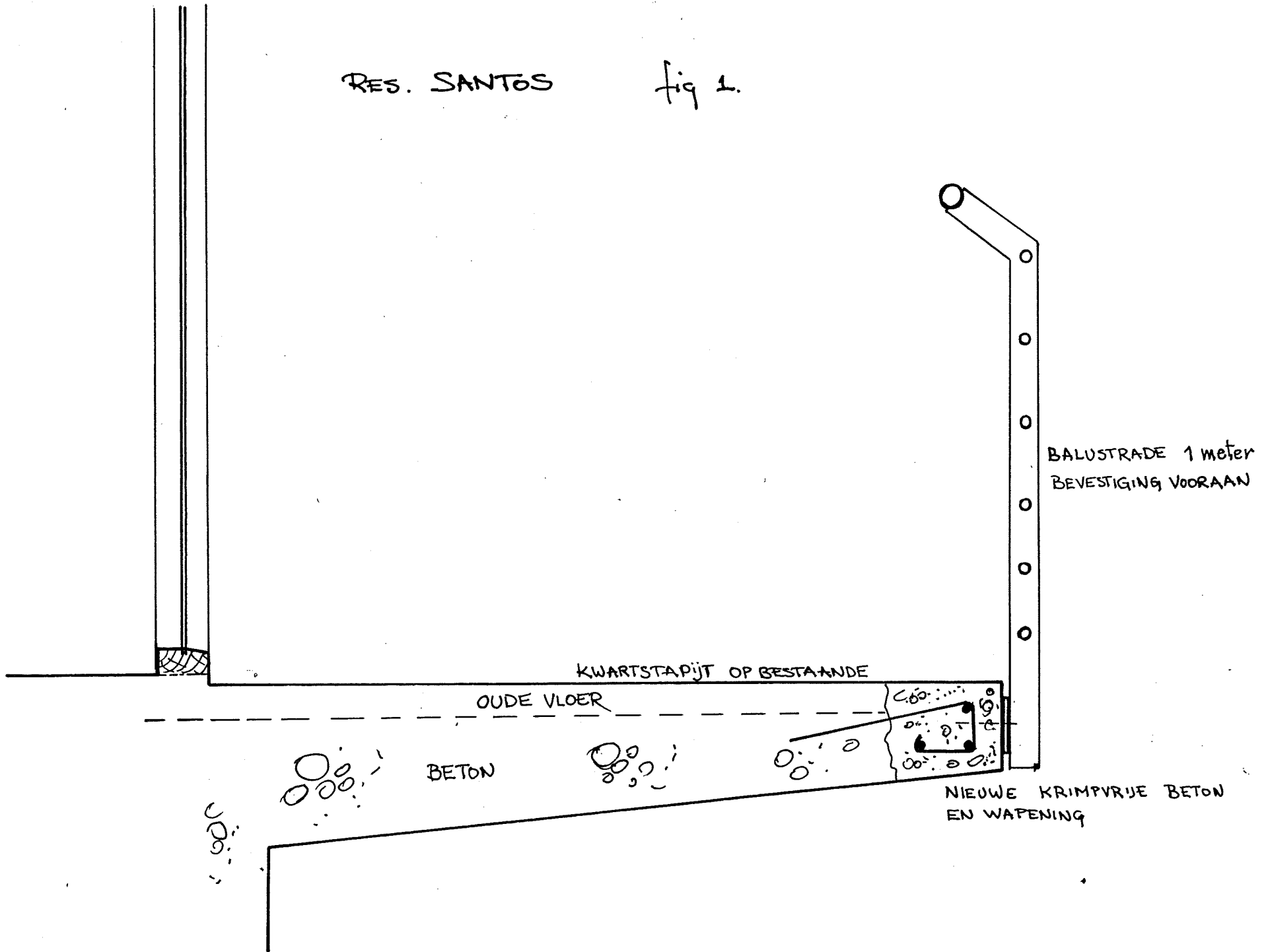


RES. SANTOS - BESTAANDE TOESTAND



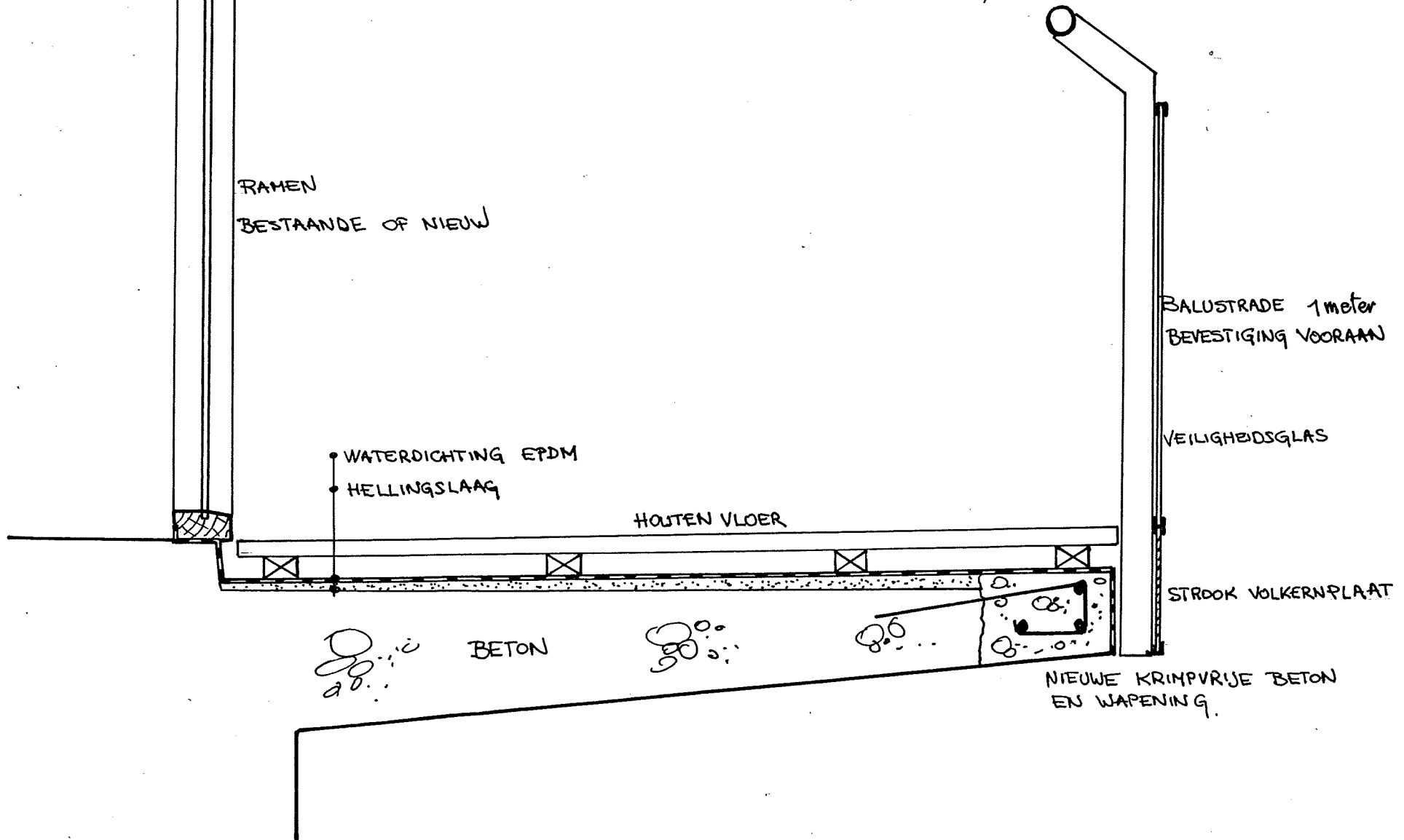
RES. SANTOS

fig 1.



RES. SANTOS

fig 2



RAMEN
BESTAANDE OF NIEUW

• WATERDICHTING EPDM
• HELLINGSLAAG

HOUTEN VLOER

BALUSTRADE 1meter
BEVESTIGING VOORAAN

VEILIGHEIDSGLAS

STROOK VOLKERNPLAAT

BETON

NIEUWE KRIMPRIJSE BETON
EN WAPENING

CARBONATATIESCHADE: HUIDIGE OMVANG

GEMIDDELDE HYPOTHESE

PROJECT : **RESIDENTIE SANTOS**
 DATUM : **13/10/97**

Gemiddelden in mm

lm = lopende meter

ONDERDEEL	CARBONATATIEDIEPTE			BETONDEKKING			SCHADE IN %	OPP. m ²	WAP. lm	SCHADE lm
	Metingen	Gemiddelde	Fout	Metingen	Gemiddelde	Fout				
Onderzijde balkons tegen gevel	12	4,33	2,44	49	41,88	10,78	0,00	53	530	0
Onderzijde balkons middenzone	12	4,33	2,44	48	29,48	8,99	0,04	53	530	0
Onderzijde balkons aan de rand	12	4,33	2,44	47	18,38	5,86	0,59	53	530	3
Onderzijde luifel verdieping 10	12	4,33	2,44	12	27,75	4,56	0,01	6	60	0
Kolommen verdieping 10	12	4,33	2,44	16	44,44	2,80	0,00	30	300	0
Linteel verdieping 10	12	4,33	2,44	6	31,67	10,07	0,03	5	50	0
178							TOTAAL	200	2000	3

PROGNOSE TOEKOMSTIGE TOTALE CARBONATATIESCHADE IN LM

ONDERDEEL	BOUWJAAR	SCHADE NU	TE VERWACHTEN SCHADE BINNEN AANTAL JAAR				
			5	10	20	25	30
Onderzijde balkons tegen gevel	72	0	0	0	0	0	0
Onderzijde balkons middenzone	72	0	0	1	1	1	2
Onderzijde balkons aan de rand	72	3	5	7	11	13	16
Onderzijde luifel verdieping 10	72	0	0	0	0	0	0
Kolommen verdieping 10	72	0	0	0	0	0	0
Linteel verdieping 10	72	0	0	0	0	0	0
TOTAAL		3	5	8	12	14	18

BETONONDERZOEK

PROJECT : RESIDENTIE SANTOS
Onderdeel : ONDERZIJDE DAKTERRAS
Datum: 13/10/97

BEPALING DRUKSTERKTE MET SCLEROMETER

meetresultaten

49
44
41
42
40
30
35
32
38
40

overeenkomstige druksterkte

57
48
42
44
40,5
23,5
31,5
27
37
40,5

BETONDRUKSTERKTE

AANTAL METINGEN	10
GEMIDDELDE	39,1 N/mm ²
STANDAARDAFWIJKING	9,93 N/mm ²
KARAKTERISTIEKE STERKTE	22,81 N/mm ²

BETONDEKKING

CARBONATATIE

22	24	39
22	40	39
33	34	49
30	32	52
38	39	59
30	60	54
46	57	58
50	60	53
40	45	45
42	60	
34	52	
38	40	
36	40	
38	49	
37	56	
30	45	
32	39	
38	48	
29	46	
20	53	

2
3
6,7
2,7
6,6
4,5
6,6
9
4,6
2,1
3,1
1

BETONDEKKING

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	49
GEMIDDELDE	41,88
STANDAARDAFW.	10,78
VARIATIECOEFF.	0,26
VERDELING	N

AANTAL METINGEN	12
GEMIDDELDE	4,33
STANDAARDAFW.	2,44
VARIATIECOEFF.	0,56
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	40,70	3,79
Max.	43,06	4,86

BETONDEKKING

20	38	14
24	45	24
25	38	30
25	45	21
25	15	41
27	23	29
35	21	33
37	28	37
34	17	
40	17	
45	30	
36	33	
30	43	
27	30	
22	41	
19	30	
19	43	
28	30	
39	21	
30	11	

CARBONATATIE

2
3
6,7
2,7
6,6
4,5
6,6
9
4,6
2,1
3,1
1

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	48
GEMIDDELDE	29,48
STANDAARDAFW.	8,99
VARIATIECOEFF.	0,30
VERDELING	LN

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	12
GEMIDDELDE	4,33
STANDAARDAFW.	2,44
VARIATIECOEFF.	0,56
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	28,49	3,79
Max.	30,47	4,86

BETONONDERZOEK
VERWERKING MEETGEGEVENS

PROJECT : **RESIDENTIE SANTOS**
Onderdeel : **ONDERZIJDE DAKTERRAS ZONE 3**

BETONDEKKING

20	16	22
16	22	27
15	20	14
17	23	15
15	15	19
16	21	12
28	28	17
35	15	
22	24	
23	18	
31	15	
30	24	
24	11	
13	15	
12	9	
15	14	
16	11	
12	15	
14	14	
18	16	

CARBONATATIE

2
3
6,7
2,7
6,6
4,5
6,6
9
4,6
2,1
3,1
1

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	47
GEMIDDELDE	18,38
STANDAARDAFW.	5,86
VARIATIECOEFF.	0,32
VERDELING	LN

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	12
GEMIDDELDE	4,33
STANDAARDAFW.	2,44
VARIATIECOEFF.	0,56
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	17,73	3,79
Max.	19,04	4,86

BETONDEKKING

24
32
26
30
22
36
20
27
28
26
30
32

CARBONATATIE

2
3
6,7
2,7
6,6
4,5
6,6
9
4,6
2,1
3,1
1

BETONDEKKING

AANTAL METINGEN	12
GEMIDDELDE	27,75
STANDAARDAFW.	4,56
VARIATIECOEFF.	0,16
VERDELING	N

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	12
GEMIDDELDE	4,33
STANDAARDAFW.	2,44
VARIATIECOEFF.	0,56
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	26,74	3,79
Max.	28,76	4,86

BETONONDERZOEK
VERWERKING MEETGEGEVENS

PROJECT : RESIDENTIE SANTOS
Onderdeel : KOLOMMEN EN WANDEN VERDIEP 10

BETONDEKKING

CARBONATATIE

41
39
42
41
44
45
47
49
47
47
47
47
47
43
44
45
43

2
3
6,7
2,7
6,6
4,5
6,6
9
4,6
2,1
3,1
1

BETONDEKKING

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	16
GEMIDDELDE	44,44
STANDAARDAFW.	2,80
VARIATIECOEFF.	0,06
VERDELING	N

AANTAL METINGEN	12
GEMIDDELDE	4,33
STANDAARDAFW.	2,44
VARIATIECOEFF.	0,56
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	43,90	3,79
Max.	44,97	4,86

BETONDEKKING

CARBONATATIE

41
47
30
22
25
25

2
3
6,7
2,7
6,6
4,5
6,6
9
4,6
2,1
3,1
1

BETONDEKKING

CARBONATATIEDIEPTE

AANTAL METINGEN	6
GEMIDDELDE	31,67
STANDAARDAFW.	10,07
VARIATIECOEFF.	0,32
VERDELING	LN

AANTAL METINGEN	12
GEMIDDELDE	4,33
STANDAARDAFW.	2,44
VARIATIECOEFF.	0,56
VERDELING	LN

95% zekerheidsinterval voor schade

Min.	28,52	3,79
Max.	34,81	4,86

ADVIESBUREAU • BETONHERSTELLING • GEVELONDERHOUD • STUDIE • WERFOPVOLGING

ir. Hugo Wildemeersch

Dorpsplein Slyps 8

B-8890 Moorslede

Tel. 056/50 20 41

Fax 056/50 53 62

