

BACHELORPROEF

Onderzoeksrapport

Bewustwording en preventie van betonrot

Bachelor	Professionele Bachelor Toegepaste Architectuur
Afstudeerrichting	Toegepaste Architectuur
Academiejaar	2025-2026
Student	Verschraeghen Gianni
Interne begeleider	Reynaert Veronique
Externe promotor	Beke Joost

Inhoud

BACHELORPROEF	1
1 INLEIDING TOT BETONROT	4
1.1 Wat is betonrot?	4
2 ONDERZOEKSKADER	5
2.1 Problematiek	5
2.2 Afbakening	6
2.3 Aanleiding en relevantie	7
2.4 Doelstelling van het onderzoek	7
2.5 Onderzoeksvraag	7
2.6 Onderzoekspz et en methodologie	7
3 CONTEXT EN THEORETISCH KADER	8
3.1 Ontstaan van betonrot	8
3.2 Herkennen van betonrot	16
3.3 Voorkomen van betonrot	23
3.4 Herstellen van betonrot	28
3.5 Betonrot in residentiële meergezinsgebouwen	34
3.6 Financiële en organisatorische impact van betonrot	38
3.7 Preventieve maatregelen bij nieuwbouw	42
3.8 Historische bouw golf als verklaring voor de huidige herstel nood	43
3.9 Eindconclusie	45
4 ZELFSTANDIG ONDERZOEK	46
4.1 CASESTUDY: Wega-Mira-Sirius	46
4.2 Financiële opties voor VME's	59
4.3 Levensduurinschatting van een gebouw	61
4.4 CASESTUDY: Metingen praktijkdossiers	67
4.5 Eindconclusie	78
5 RESULTAAT: CAMPAGNE	79
5.1 Campagne	79
5.2 Innovatief en toekomstgericht karakter van het resultaat	87
5.3 Eindconclusie	89
6 EINDWOORD	90
7 AI-VERANTWOORDING	91
8 BRONNENLIJST	92
9 BIJLAGEN	99

1 INLEIDING TOT BETONROT

1.1 WAT IS BETONROT?

Betonrot is schade aan gewapend beton die ontstaat door corrosie van de stalen wapening. Wanneer de wapening begint te roesten, zet het staal uit en veroorzaakt scheuren, afbrokkeling en loskomend beton. Omdat dit proces vaak lange tijd verborgen blijft, wordt schade in veel gevallen pas laat opgemerkt, waardoor de herstelling zwaarder en kostelijker wordt.



Afb. 1 Carbonatatatie veroorzaakt corrosie bij wapening (Wikipedia)

1.1.1 ONTSTAAN VAN BETONROT

Corrosie van wapening: Het roestproces van het staal is de oorzaak van de schade

Indringing van vocht en zuurstof: Vocht en zuurstof kunnen bij de wapening komen via scheuren in het beton of door een te dunne betondekking

Carbonatatatie: Koolstofdioxide (CO_2) uit de lucht reageert met het beton, waardoor beschermende alkaliteit afneemt en de wapening vatbaarder wordt voor roest

Chloriden: Zoutdeeltjes, zoals die in zeeklimaat of strooizout, kunnen ook de beschermende laag rondom het staal aantasten en roest veroorzaken.

1.1.2 SYMPTOMEN EN GEVOLGEN

Visueel: Scheuren (roestbanen), afbrokkeling, roestvlekken, kleurverandering, losse deeltjes.

Risico's: Verlies draagkracht, instortingsgevaar, vochtindringing, hogere renovatiekosten. Vroege detectie voor bestaande constructies

Betonrot roept niet alleen de vraag op wat de schade precies inhoudt, maar ook waarom het zo'n belangrijk probleem is binnen de bouwwereld en waarom vooral appartementsgebouwen er sterk door worden getroffen. Dat maakt het noodzakelijk om dit verder te onderzoeken en na te gaan hoe de problematiek in de praktijk kan worden beperkt.

2 ONDERZOEKSKADER

2.1 PROBLEMATIEK

2.1.1 INLEIDING

Betonrot is niet alleen een technisch probleem, maar ook een relevant aandachtspunt voor bewoners, syndici en mede-eigenaars. Het ontwikkelt zich vaak geleidelijk en blijft in een vroeg stadium grotendeels onzichtbaar, waardoor de werkelijke toestand van de constructie moeilijk nauwkeurig in te schatten is. Daardoor ontstaat een kloof tussen wat zichtbaar is aan het oppervlak en wat zich intern afspeelt.

Die kloof maakt een tijdige beoordeling lastig en toont aan dat visuele inspectie op zichzelf onvoldoende is. Voor deze bachelorproef is dat belangrijk, omdat het de noodzaak van extra onderzoek en een meer systematische aanpak van schade-evaluatie onderbouwt.

2.1.2 VROEGTIJDIGE OPSPORING VIA NDO

Niet-destructieve onderzoeksmethoden kunnen helpen om meer inzicht te krijgen in de interne toestand van beton zonder het element direct te beschadigen. Ze maken het mogelijk om onder meer wapeningligging, betondekking en mogelijke afwijkingen in kaart te brengen en vormen daarmee een eerste stap in de inspectie.

Hun meerwaarde ligt echter niet alleen in het meten zelf, maar vooral in de juiste interpretatie van de resultaten. NDO geeft nuttige informatie, maar zonder inzicht in het schadeproces en de context van het gebouw blijft die informatie onvolledig. Dat maakt duidelijk dat vroegtijdige opsporing niet alleen technisch is, maar ook interpretatie vereist.

2.1.3 BEPERKTE ZICHTBAARHEID VAN SCHADE

Zichtbare schade zegt niet altijd alles over de werkelijke toestand van betonrot. Kleine signalen kunnen wijzen op een verder gevorderd intern proces, terwijl opvallende schade soms nog lokaal beperkt blijft. Daardoor is het risico groot dat schade te licht of juist te zwaar wordt ingeschat.

Voor deze studie betekent dit dat een schadebeeld altijd genuanceerd moet worden beoordeeld. Beslissingen over verder onderzoek of herstel mogen dus niet alleen steunen op wat zichtbaar is, maar moeten vertrekken vanuit een combinatie van observatie en analyse.

2.1.4 BEWUSTWORDING BIJ EIGENAARS EN BEHEERDERS

De manier waarop schade wordt herkend en geïnterpreteerd door niet-specialisten heeft een directe invloed op het moment waarop actie wordt ondernomen. In de praktijk worden de eerste signalen vaak onderschat, waardoor inspectie of ingreep te lang wordt uitgesteld.

Dat toont aan dat technische kennis op zichzelf niet volstaat. Ook bewustwording bij eigenaars, bewoners en beheerders speelt een grote rol in hoe snel betonrot wordt aangepakt. Wanneer die bewustwording ontbreekt, wordt de aanpak sneller reactief dan preventief, met grotere gevolgen op de lange termijn.

2.1.5 VAN SIGNALEN NAAR ACTIE

Tussen het vaststellen van schade en het effectief ondernemen van actie zit vaak een communicatieve en organisatorische drempel. Onzekerheid over de ernst van de schade, over verantwoordelijkheden en over de verdere opvolging zorgt ervoor dat signalen niet altijd tot een tijdige reactie leiden.

In deze bachelorproef wordt het belang van een duidelijke opvolgstructuur benadrukt. Niet alleen detectie is dus belangrijk, maar ook de vertaling van observatie naar beslissing, zodat verdere schadeontwikkeling kan worden beperkt.

2.1.6 KERN VAN DE PROBLEMATIEK

De kern van de problematiek ligt in het feit dat betonrot zich grotendeels onzichtbaar ontwikkelt en daarom niet betrouwbaar kan worden beoordeeld op basis van visuele inspectie alleen. Dat maakt een combinatie van observatie, onderzoek en interpretatie noodzakelijk. Tegelijk zorgen beperkte kennis en bewustwording ervoor dat signalen vaak te laat of verkeerd worden ingeschat.

Daarbovenop verloopt ook de stap van vaststelling naar effectieve actie in de praktijk niet altijd vlot. De combinatie van technische onzekerheid, beperkte bewustwording en organisatorische drempels maakt een vroegtijdige en doeltreffende aanpak dus complex.

2.2 AFBAKENING

2.2.1 AFBAKENING TOT RESIDENTIËLE MEERGEZINSWONINGEN

Dit onderzoek is afgebakend tot residentiële meergezinswoningen. Binnen de gebouwtypologie is betonrot extra relevant, omdat er meerdere partijen betrokken zijn bij observatie, communicatie en besluitvorming.

In zulke gebouwen spelen onder meer gedeeld beheer van structurele bouwdelen, de betrokkenheid van een syndicus of beheerder, en de nood aan collectieve beslissingen een belangrijke rol. Daardoor is de opvolging van betonrot complexer dan in gebouwen met één eigenaar of één duidelijke beheerstructuur. Bovendien komt betonrot hier vaak voor in balkons, gevelranden, galerijen en andere blootgestelde betonelementen, waar schade zichtbaar wordt, maar ook veel betrokkenen dragen samen verantwoordelijkheid.

2.3 AANLEIDING EN RELEVANTIE

Betonrot is een relevant probleem omdat de aantasting zich vaak al ontwikkelt voordat er duidelijke zichtbare schade optreedt. Daardoor worden kleine scheuren of roestvlekken niet altijd tijdig herkend of juist geïnterpreteerd, wat de inspectie en het herstel vertraagt.

De relevantie van dit onderzoek ligt in het spanningsveld tussen technische detectie en praktische toepassing. Er bestaan wel methoden om betonrot op te sporen, maar in de praktijk wordt schade nog vaak te laat opgemerkt of onvoldoende opgevolgd. Zeker in residentiële meergezinswoningen is dat problematisch, omdat meerdere actoren betrokken zijn bij observatie, communicatie en besluitvorming.

Betonrot heeft bovendien gevolgen voor de veiligheid, de kosten en de samenwerking binnen de mede-eigendom. Het probleem gaat dus verder dan louter materiaalschade en vraagt om een geïntegreerde benadering waarbij technische kennis ook praktisch bruikbaar is. Vanuit die vaststelling vertrekt dit onderzoek.

2.4 DOELSTELLING VAN HET ONDERZOEK

Dit onderzoek heeft als doel betonrot vroegtijdig te herkennen en preventief aan te pakken in residentiële meergezinswoningen. Daarbij ligt de nadruk op het sensibiliseren van eigenaars, zodat signalen sneller worden opgemerkt en er tijdig de juiste stappen kunnen worden gezet.

2.5 ONDERZOEKSVRAAG

De onderzoeksvraag werd tijdens het proces aangepast op basis van de literatuurstudie en de feedback. De oorspronkelijke focus op niet-destructieve onderzoeksmethoden bleek te breed en onvoldoende op de praktijk afgestemd. Daarom werd de nadruk verlegd op vroegtijdige herkenning en preventie.

Daarbij staat vooral het moment waarop schade wordt opgemerkt centraal, evenals de manier waarop ermee wordt omgegaan binnen de context van collectief beheer. De keuze voor residentiële meergezinswoningen volgt uit de vaststelling dat de besluitvorming daar vaak trager verloopt, wat een directe invloed heeft op de evolutie van de schade.

De definitieve onderzoeksvraag luidt dan ook:

Hoe kan betonrot vroegtijdig worden herkend in residentiële meergezinswoningen om schade en herstellingskosten te beperken?

2.6 ONDERZOEKSOPZET EN METHODOLOGIE

Dit onderzoek volgt een kwalitatieve, literatuurgebaseerde aanpak. Er werd bestaande literatuur geanalyseerd over betonrot, met aandacht voor oorzaken, herkenningssignalen, inspectiemethodes en de financiële impact van vroeg versus laat ingrijpen.

Op basis van die bevindingen wordt een preventieve campagne ontwikkeld die gericht is op eigenaars, syndici en mede-eigenaars van residentiële meergezinswoningen. Het resultaat vertrekt dus niet alleen vanuit kennisverwerving, maar ook vanuit de wens om die kennis om te zetten in een bruikbaar en sensibiliserend eindproduct.

3 CONTEXT EN THEORETISCH KADER

3.1 ONTSTAAN VAN BETONROT

3.1.1 INLEIDING EN DEFINITIE

Betonrot is een schadeproces in gewapend beton waarbij de stalen wapening gaat corroderen door het wegvallen van de beschermende passivatielaag. Dit leidt tot uitzetting van het staal en scheurvorming in het omliggende beton. ^{[1] [2] [3]}

Deze definitie is belangrijk omdat ze duidelijk maakt dat betonrot niet het beton zelf betreft, maar de corrosie van de wapening. Dit vormt de basis voor het begrijpen van de oorzaken, schadebeelden en herstelmethoden die hierna verder worden besproken.



Afb. 2 Scheurvorming en roestvlekken (Adobe Stock)

3.1.2 BESCHERMMECHANISME VAN BETON

3.1.2.1 VORMING VAN CALCIUMHYDROXIDE

Wanneer cement met water reageert, ontstaat calciumhydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Dit zorgt voor een hoge pH van het poriewater, waardoor het beton een beschermende omgeving vormt voor de wapening. ^{[3] [4]}

3.1.2.2 PASSIVATIELAAG VORMING

Door deze hoge pH vormt zich op het staal een dunne passivatielaag. Zolang deze laag intact blijft en het beton alkalisch blijft, treedt er geen corrosie op. ^{[2] [5]}

3.1.2.3 ROL VAN BETONDEKKING

De betondekking beschermt de wapening tegen invloeden van buitenaf en vertraagt de indringing van schadelijke stoffen zoals CO_2 en chloriden. Een voldoende betondekking is daarom belangrijk voor de duurzaamheid van de constructie. ^{[3] [6]}

3.1.3 CARBONATATIE

3.1.3.1 WAT IS CARBONATATIE?

Carbonatatie is het proces waarbij koolstofdioxide uit de lucht in het beton dringt en reageert met de aanwezige stoffen in het poriewater. Daardoor daalt de pH van het beton, waardoor de beschermende laag rond de wapening verdwijnt en er corrosie kan ontstaan. ^[1]

Carbonatatie is in Noordwest-Europa het meest voorkomend omdat veel betonconstructies hier worden blootgesteld aan vocht, wisselende temperaturen en veroudering, terwijl beton vaak niet volledig dicht is of onderhoudsvrij. ^{[3] [7]}

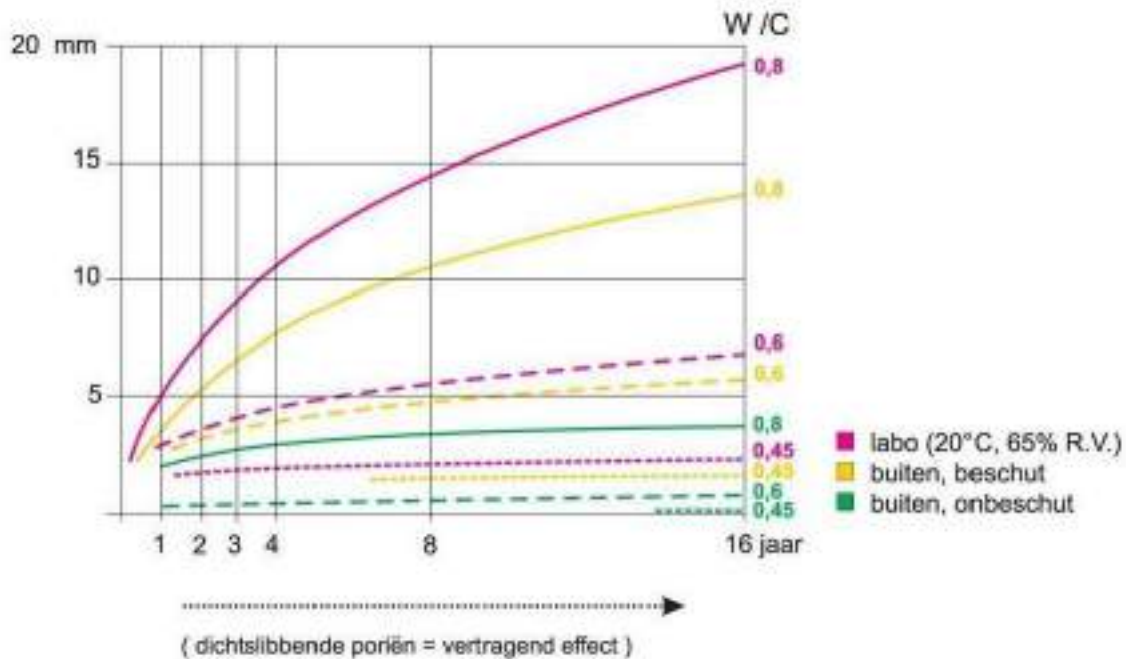


Afb. 3 Carbonatatie veroorzaakt corrosie bij wapening (Wikipedia)

3.1.3.2 TRANSPORTMECHANISME EN CARBONATATIEFRONT

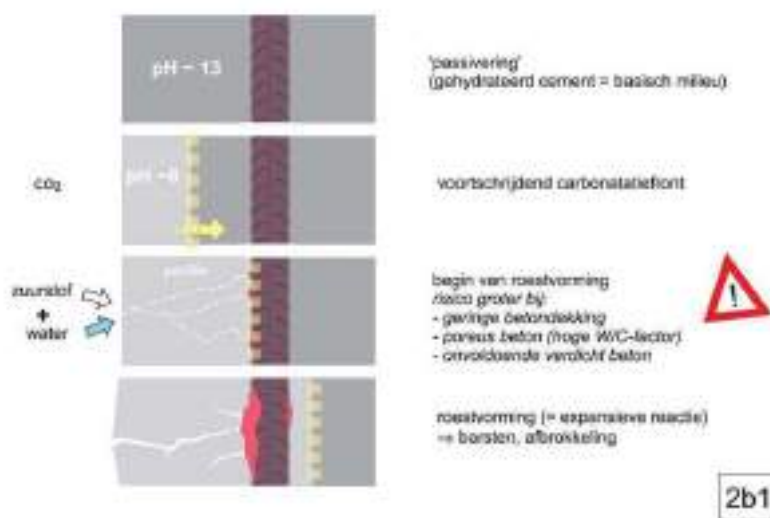
Carbonatatie dringt via diffusie het beton binnen. De snelheid waarmee dit gebeurt, hangt af van de betonkwaliteit, porositeit, water-cementverhouding, nabehandeling en de vochtcondities. In dichter en beter nabehandeld beton verloopt dit proces trager, terwijl poreus beton sneller vatbaar is voor aantasting. ^[3]

Voor al balkons, galerijen en andere onbeschutte betonelementen zijn gevoelig, omdat daar de omstandigheden vaak gunstiger zijn voor carbonatatie. Voor deze bachelorproef is dat belangrijk omdat het aantoont waarom betonrot in bepaalde bouwdelen sneller zichtbaar wordt en waarom juist die zones extra aandacht verdienen binnen de campagne. ^[3]



Afb. 4 Grafiek carbonatatie diepte afhankelijk van watercementverhouding (Joost Beke)

Het **carbonatatiefront** is de grenszone tussen gecarbonateerd (laag pH) en niet-gecarbonateerd (hoog pH) beton. Dit front beweegt langzaam inwaarts. Zodra het de wapening bereikt, begint depassivatie. Zie onderstaande foto. [2]



Afb. 5 Schema carbonatieproces (ABC-BETON)

3.1.3.3 DROGENDE OMSTANDIGHEDEN ALS VEREISTE

Een cruciaal detail: carbonatie vindt niet plaats in volledig verzadigd beton omdat CO₂ alleen kan diffunderen in lucht of capillair water, niet in vrij water in poriën. Daarom carbonateert parkeergarages, balkons, en buitengevelgedeeltes sneller dan ondergrondse delen of binnengedeeltes. [3]

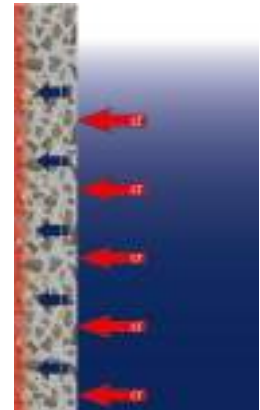
3.1.4 CHLORIDEAANTASTING

3.1.4.1 WAT IS CHLORIDEAANTASTING?

Chlorideaantasting is schade aan gewapend beton waarbij chloriden de beschermende laag rond de wapening aantasten, waardoor het staal gaat corroderen. Dit komt vaak voor in zoute of vochtige omgevingen en kan leiden tot lokale, diepe beschadiging van de wapening.

3.1.4.2 CHLORIDE TRANSPORTMECHANISMEN

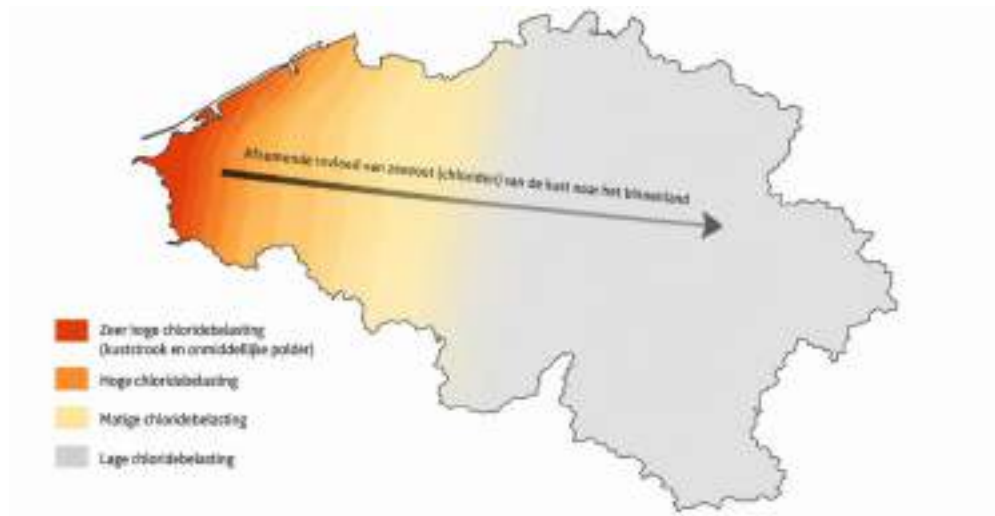
Chloriden dringen beton binnen via verschillende transportmechanismen, zoals diffusie, capillaire zuiging en permeatie. Vooral in vochtige of zoute omgevingen kunnen ze zich geleidelijk ophopen in het beton en uiteindelijk de wapening bereiken. Wanneer een kritische hoeveelheid wordt overschreden, wordt de beschermende laag rond het staal aangetast, waardoor corrosie kan ontstaan en lokaal zeer ernstige schade kan optreden.



Afb. 6 Indringen van chloriden (Fibertex)

3.1.4.3 KUSTINVLOED EN VERHOOGD CORROSIERISICO

Chlorideaantasting komt vooral voor in kustgebonden omgevingen, waar beton wordt blootgesteld aan zoute zeelucht en mariene neerslag. Onderstaande kaart is een schematische indicatieve weergave en geen exacte concentratiekaart.



Afb. 7 Schematische aanduiding van hogere chloridebelasting aan de Belgische kust (Ai-gegenereerd)

3.1.4.4 KRITISCHE CHLORIDECONCENTRATIE EN PUTCORROSIE

Chloriden kunnen de beschermende laag rond de wapening lokaal aantasten, ook als het beton nog voldoende alkalisch is. Zodra een kritische hoeveelheid wordt bereikt, kan dit leiden tot putcorrosie, een snelle en plaatselijke vorm van corrosie die technisch vaak ernstiger is dan carbonatatie-corrosie.^{[9] [11]}

De relevantie hiervan is dat schade door chloriden zich vaak minder gelijkmatig en dus moeilijker voorspelbaar ontwikkelt, waardoor vroegtijdige detectie extra belangrijk is.

De kritische concentratie hangt af van: [9] [11]

- De pH van het poriewater (lager pH = lagere kritische concentratie)
- De cementsoort (vliegascement, hoogovencement bieden meer chloridevastbinding)
- De staalsoort (roestvast staal heeft veel hogere kritische waarde)
- Calciumconcentratie in het poriewater

Putcorrosie manifesteert zich als diepe, lokale aantasting in plaats van een gelijkmatige roestlaag. Dit is gevaarlijker omdat constructief relevant doorsnede-verlies snel kan worden bereikt. [9]



Afb. 8 Putcorrosie door chloriden (Buildwise – voormalig WTCB)

3.1.5 SCHEURVORMING ALS SECUNDAIRE DEGRADATIEMECHANISME

Scheuren versnellen beide primaire corrosiemechanismen aanzienlijk, zowel direct als indirect.



Afb. 9 Voorbeeld van scheurvorming (A-quin)

3.1.5.1 DIRECT EFFECT: VERSNELDE TRANSPORT

Scheuren vormen preferentiële diffusieroutes. Onderzoek toont aan dat CO₂-penetratie dwars door scheuren 5-10 keer sneller kan plaatsvinden dan diffusie door intact beton. Evenzo kunnen chloriden via scheuren veel dieper doordringen. Microscheurwijdtes van al 0,3 mm kunnen een significante versnelling veroorzaken. [12]

3.1.5.2 VORST-DOOI CYCLI ALS SCHEURVEROORZAKER

In klimaten met regelmatige vorst-dooicycli (zoals in Vlaanderen in de winter) ontstaat extra microscheurvorming: water in betonporiën expandeert ongeveer 9% bij bevriezing. Dit creëert interne drukspanning. Volgens Powers' theorie treedt maximale schade op bij ca. 92% porenvochtgehalte. Herhaalde cycli cumuleren: microscheurnetwerken ontstaan die zichtbare macroscheurvorming voorbereiden. Dit proces verlaagt ook de bindsterkte tussen beton en wapeningsstaal aanzienlijk. [13] [14]

3.1.5.3 ALKALI-SILICA REACTIE (ASR) ALS SCHEURVEROORZAKER

Alkali-silica-reactie (ASR) treedt op wanneer bepaalde mineralen in het toeslagmateriaal reageren met alkaliën in het beton. Hierdoor ontstaat een gel dat water opneemt en uitzet, wat interne spanningen en scheurvorming veroorzaakt. Deze scheuren kunnen zich verder opengaan en fungeren als toegangsweg voor schadelijke stoffen zoals CO₂ en chloriden, waardoor het corrosierisico toeneemt.^{[15] [16]}

De snelheid van ASR hangt af van: ^[16]

- **Vochtigheid** (kritieke relatieve vochtigheid ~50-80%, afhankelijk van aggregaat reactiviteit)
- **Temperatuur** (versnelling bij hogere temperatuur)
- Bereikbaarheid van **alkaliën** (drempel-alkaliënconcentratie vereist)

Eenmaal scheuren van ASR ontstaan, kunnen deze als snelwegen fungeren voor chloride- en CO₂-indringing.^{[16] [17]}



Afb. 10 Scheurvorming door ASR (Wikipedia)

3.1.5.4 BESLUIT

Scheuren vormen dus een belangrijk waarschuwingssignaal bij inspectie. Ze versnellen het betonrotproces doordat ze als snelweg fungeren voor de indringing van chloriden en CO₂, waardoor de wapening sneller wordt blootgesteld en corrosie sneller kan optreden.

3.1.6 VOLUME-EXPANSIE EN SCHEURMECHANIEK

De volume-expansie van roestproducten is de directe oorzaak van macroschadefasen bij betonrot.

3.1.6.1 TREKSPANNINGSOPBOUW

De roestlaag drukt uitwaarts tegen het binnenoppervlak van de betondekking. Dit induceert circumferentiële trekspanningen in het beton rond de wapening. Deze trekspanningen accumuleren naarmate de roest verder groeit.^{[5] [18]}

3.1.6.2 SCHEUROPENINGSTIJDSTIP EN PROGRESSIE

Wanneer de trekspanning de treksterkte van het beton bereikt (typisch 2-5 MPa voor normale sterkteklassen), vormen zich plotseling scheuren vanuit de wapening naar het betonoppervlak. Dit leidt tot karakteristieke radiale scheuren die naar het betonoppervlak lopen. De scheurwijdte groeit naarmate er meer roest wordt gevormd. Dit versnelt op zijn beurt verder water- en zuurstoftoevoer naar het staal, wat de corrosiesnelheid exponentieel verhoogt.^[5]

3.1.6.3 AFBROKKELING EN AFSPLINTERING

Bij aanzienlijke roestvorming kunnen brokstukken beton losbreken uit de deklaag – met name in hoeken, op balkons en aan randen waar de betondekking gering is en spanningsconcentraties hoog zijn. Dit zorgt ervoor dat het staal nog meer wordt blootgesteld en dat de corrosie nog sneller optreedt.



Afb. 11 Scheurvorming (Joost Beke)



Afb. 12 Afbrokkeling (Joost Beke)

3.1.7 FASEN VAN BETONROTPROCES

Het betonrotproces kan worden gemodelleerd in drie fasen:

3.1.7.1 INITIATIEFASE (JAREN TOT DECENNIA)

In deze fase dringt agressieve stof (CO_2 of Cl^-) de betondekking binnen, maar bereikt de wapening nog niet. Er is geen zichtbare schade. De duur hangt af van:

- Betondekking
- Betonkwaliteit (w/c-verhouding)
- Omgevingsomstandigheden (vochtgehalte, temperatuur)

Voor matig beton (C25/30) met 30 mm dekking in het Vlaamse klimaat kan initiatie 20-50 jaar duren voordat carbonatatie optreedt. Chlorideaantasting kan sneller optreden in kust- of strooizonegebieden (3-15 jaar).

[19] [20]

3.1.7.2 VERSNELLINGSFASE (JAREN TOT ENKELE DECENNIA)

Zodra depassivatie heeft plaatsgevonden, begint corrosie exponentieel toe te nemen (vooral bij chloride, waarbij putcorrosie zeer agressief is). Gedurende deze fase:

- Kleine hoeveelheden roest vormen zich
- Microscheurvorming begint rond de wapening
- Vaak nog weinig zichtbare externe symptomen
- Corrosieproducten accumuleren

Duur: zeer variabel, 5-20 jaar, afhankelijk van de omstandigheden. [21]

3.1.7.3 MACROSCHADEFASE (JAREN TOT KORTSTONDS)

Roestproducten bereiken kritieke volume; trekspanningen overschrijden betonsterkte:

- Radiale scheuren ontstaan
- Afbrokkeling aan oppervlak en in deklaag
- Blootstelling wapening
- Versnelde vervolgcorrosie
- Verlies draagvermogen

Duur: zeer variabel; kan maanden tot jaren duren voordat constructiekritiek wordt. ^[21]

Totale levensduur: sommige constructies uit 1950-1980 (vooral met calciumchloride-versneld beton) tonen na 40-50 jaar ernstige schade. Beter beton of dekking kan 80+ jaar zonder symptomen standhouden. ^[19]

3.1.8 CONCLUSIE

Betonrot is schade aan gewapend beton waarbij de stalen wapening corrodeert door het wegvallen van de beschermende passivatielaag, wat leidt tot uitzetting van het staal en scheurvorming in het beton. De belangrijkste oorzaken zijn carbonatatie (CO_2 dringt in beton en verlaagt de pH) en chloride-aantasting (chloriden breken de passivatielaag lokaal af, vaak met putcorrosie als gevolg).

Deze basis is relevant omdat een correcte analyse van betonrot pas mogelijk is wanneer de problematiek eerst inhoudelijk en oorzakelijk goed is begrepen. Een duidelijke definitie vormt daarbij de noodzakelijke vertrekbasis voor het verdere onderzoek en de toepassing ervan in de communicatie.

3.2 HERKENNEN VAN BETONROT

3.2.1 VISUELE SYMPTOMEN

Betonrot begint onzichtbaar, maar wordt zichtbaar door deze 4 hoofdsymptomen:

1. **Roestvlekken** – Bruine/roodbruine vlekken op beton ^{[26] [27]}
2. **Scheuren** – Fijne scheurtjes tot brede barsten ^{[28] [29]}
3. **Afbrokkeling** – Beton brokkelt af, hol klinken ^{[26] [30]}
4. **Blootliggende wapening** – Roestig staal zichtbaar ^[31]

Typische plekken: Balkons, galerijen, parkeergarages, dakranden, consoles ^{[29] [32]}

3.2.1.1 ROESTVLEKKEN

Roestproducten migreren via poriën naar het betonoppervlak. Dit veroorzaakt bruine/roodbruine vlekken langs de wapeningsbanen. Diagnostisch: Volgt wapeningspatroon (vaak 10-20 cm raster) ^{[26] [27]}



Afb. 13 Roestplekken onderaan een trap (Buildwise – voormalig WTCB)

3.2.1.2 SCHEURPATRONEN

Radiale scheuren (van wapening naar buiten) door volume-expansie door roest. Typisch: 0.2-2 mm breed, volgen wapeningspositie ^[28]



Afb. 14 (Joost Beke)



Afb. 15 (Joost beke)

3.2.1.3 PATROONHERKENNING:

- **Vroeg:** Fijne haarscheurtjes (0.1-0.3 mm)
- **Matig:** Brede scheuren (0.5-1 mm), roestvlekken
- **Ernstig:** >2 mm scheuren, afbrokkeling^[26]

3.2.1.4 AFBROKKELING & SPALLING

Roest-expansie (>2× volume) → trekspanning > betonsterkte → delaminatie. Beton scheurt intern, delaminatie blaast op, brokstukken vallen

Tiktest: Hol klinken duidt op delaminatie (lucht tussen lagen)^[26]



Afb. 16 (Joost Beke)



Afb. 17 (Joost Beke)

3.2.1.5 BLOOTLIGGENDE WAPENING

Deklaag volledig verloren → staal zichtbaar, vaak zwaar gecorrodeerd. Kritiek: Draagkrachtverlies^{[31] [34]}



Afb. 18 (Joost beke)



Afb. 19 (Joost Beke)

3.2.2 INSPECTIEPROTOCOL: STAPSGEWIJS HERKENNEN

3.2.2.1 PRAKTISCHE CHECKLIST

Stap 1: Visuele inspectie (5-10 min)

- Roestvlekken (bruin/rood langs wapening)?
- Scheuren > 0,3 mm breed?
- Afbrokkeling ?
- Blootliggende wapening?
- Waterinfiltratie (lekken)?

Stap 2: Risicogebieden controleren

- Onderkant balkon/galerij (altijd eerst!)
- Aanhechting balkon aan gevel
- Dakranden, consoles
- Parkeergarage plafonds
- Hoeken, randen^{[29] [46]}

Stap 3: Tiktest

- Tik met hamer langs oppervlak
- Hol klinken = delaminatie (betonrot!)^[26]

Stap 4: Als twijfel → Expert inschakelen

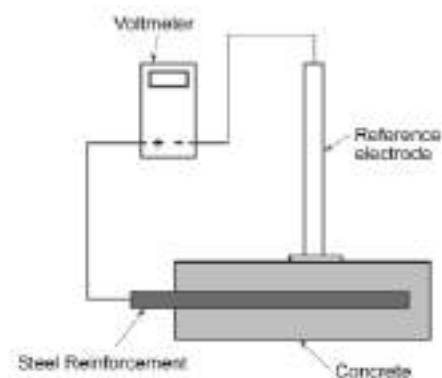
3.2.2.2 STANDAARD PROTOCOL NBN-EN 1504

Niveau 1: Visuele inspectie (EN 13670)

Bij de inspectie wordt de scheurbreedte gemeten met een 0,1–5 mm-schaal, wordt fotodocumentatie gemaakt van de schade en worden risicogebieden geprioriteerd om de aandacht te richten op de plaatsen met het grootste corrosierisico.^[35]

Niveau 2: Halfcel Potentiaal (ASTM C876)

De corrosiepotentiaal wordt gemeten om de kans op actieve corrosie in te schatten. Een waarde boven –200 mV wijst op minder dan 10% kans op corrosie, tussen –200 en –350 mV is de situatie onzeker, en onder –350 mV is er meer dan 90% kans op actieve corrosie. Door de metingen in kaart te brengen, ontstaan zogenaamde "hotspots" die de zones met het hoogste risico duidelijk markeren.



Afb. 20 Schematische voorstelling (NRC-publications)

Niveau 3: Fenolftaleïne test (carbonatatie diepte)

Door een kern te boren en fenolftaleïne te sprayen, kan de diepte van de carbonatatie worden bepaald. Een roze verkleuring geeft een pH hoger dan 9 aan en betekent dat het beton nog beschermd is, terwijl kleurloos beton een pH onder 9 heeft en gecarbonateerd is.^{[35] [36] [37]}



Afb. 21 Fenolftaleïne op een stuk beton gespoten (Buildwise- voorheen WTCB)

3.2.3 SYMPTOMEN PER ERNSTGRAAD

Graad 1: Vroege Detectie (Potentieel)

Bij deze eerste graad zijn er fijne haarscheurtjes en soms lichte roestvlekken, maar nog geen afbrokkeling. In deze fase is het aangewezen om de situatie goed op te volgen en, indien nodig, een beschermende hydrofobe coating toe te passen.

Graad 2: Matige corrosie (Interventie nodig)

Bij deze tweede graad zijn er bredere scheuren, duidelijke roestvlekken en soms lichte delaminatie, waarbij het beton hol kan klinken. In deze fase is verder niet-destructief onderzoek aangewezen, zoals een halfcelmeting en een fenolftaleïne-test, om de ernst van de aantasting beter in te schatten.

Graad 3: Ernstig (Direct herstel)

Bij deze derde graad zijn er duidelijke afbrokkeling, blootliggende wapening en vaak ook grotere scheuren. In deze fase is onmiddellijk herstel nodig, vaak na verder onderzoek om de omvang van de schade correct te bepalen.

3.2.4 NIET-DESTRUCTIEVE ONDERZOEKSMETHODEN

3.2.4.1 5 SNELLE NDO TESTS (GEEN SCHADE AAN BETON):

1. **Halfcel Potentiaal** – Meet corrosie-activiteit
2. **Fenolftaleïne** – Meet carbonatatie diepte
3. **GPR (Radar)** – Locatie wapening + delaminatie
4. **Infrarood thermografie** – Warmteverschillen (vocht/corrosie)
5. **Ferroscooper** – Elektromagnetische wapeningscanner geeft locatie wapening

Half-cell Potential mapping (ASTM C876)

Halfcelpotentiaalmapping is een methode waarmee de kans op actieve wapeningcorrosie kan worden ingeschat zonder het beton zwaar te beschadigen. Door op verschillende meetpunten aan het oppervlak te meten, ontstaat een kaart van zones waar de corrosiekans groter of kleiner is. De techniek geeft dus geen volledig antwoord, maar helpt wel om verdachte zones op te sporen en de verdere inspectie gericht te maken. Voor deze bachelorproef is dat relevant omdat het opnieuw aantoont dat visuele signalen en technische metingen samen nodig zijn om betonrot correct in te schatten.



Afb. 22 Uitvoering halfcelpotentiaalmeting op wapeningsstaal (Joost Beke)

Fenolftaleïne carbonatatietest (NEN-EN 14630)

pH-indicator: Roze (pH>9, beschermd) vs. kleurloos (pH<9, gecarbonateerd). Methoden:

- Boorstof vangen op doekje
- Kern boren + sprayen

Diagnostiek: Als carbonatatiefront < betondekking = veilig; > dekking = corrosierisico^[47]



Afb. 23 Fenolftaleïne test (Buildwise – voorheen WTCB) Afb. 24 Destructie tot op niet gecarbonateerd beton (Joost Beke)

Ground Penetrating Radar (GPR)

Met elektromagnetische golven kunnen de ligging van de wapening, de dikte van de betondekking en eventuele delaminaties of holtes in het beton worden gedetecteerd. Deze methode geeft geen directe informatie over corrosie zelf, maar wel over de gevolgen en de constructieve toestand. De techniek kan niet alleen de wapening lokaliseren, maar ook andere objecten, zoals holtes en vloerdiktes, in kaart brengen.



Afb. 25 Voorbeeld GPR (GSSI)

Infrarood thermografie

Thermografie werkt door temperatuurverschillen in het beton zichtbaar te maken. Gezond beton geleidt warmte snel, terwijl een delaminatielaag met lucht of vocht warmte anders vasthoudt of doorgeeft. Daardoor kunnen warme of koude zones wijzen op los beton, vocht in scheuren of andere afwijkingen in de constructie. In de praktijk wordt dit vooral gebruikt na opwarming door zonlicht of met extra warmtebronnen, zodat beschadigde zones duidelijker opvallen. Het voordeel is dat deze methode contactloos is en grote oppervlakken snel kan screenen, al wordt ze in de praktijk niet vaak toegepast.

Ferroscanner

Meet betondekking, wapeningspositie/diameter elektromagnetisch; snel, oppervlakkig (tot 100 mm). Zie praktijkobservatie Sportstraat 95 (3.2.5)

3.2.5 PRAKTIJKOBSERVATIE NDO – FERROSCAN BALKONS

Sportstraat 95, Gent – 19/02/2026



Afb. 26 Balkons die getest worden (eigen foto)



Afb. 27 Afbrokkeling (eigen foto)

De ferroskan werd gebruikt om de ligging van de hoofdwapening in balkons te bepalen en om informatie te verzamelen over de betondekking, de vermoedelijke diameter en de onderlinge afstand van de staven. Daarnaast kon worden nagegaan of de betonplaat volledig doorliep. De meting werd uitgevoerd met een Hilti PS 300 ferroskanner op de binnenzijde, ter hoogte van de tegelvloer en de dorpelzone, in twee richtingen. Ter plaatse gaf het toestel pieken weer op de plaatsen waar wapening aanwezig was, waarna de diepte, de vermoedelijke diameter en het raster werden overgenomen op een schets van de balkonplaat. In combinatie met zichtbare schade aan de onderzijde van het balkon, zoals scheuren langs de rand, afbrokkeling en roestvorming, kon een verband worden gelegd tussen de schadezone en de ligging van de wapening. De ferroskan is dus zeer nuttig voor het in kaart brengen van ligging, dekking en diameter, maar geeft geen directe informatie over de corrosiegraad of de ernst van betonrot. Daarom zijn aanvullende testen nodig, zoals een halfcelmeting, kernonderzoek of een fenolftaleïne-test. In de handleiding is het belangrijk om duidelijk te maken wat een betonscan wel en niet kan tonen, zodat eigenaars en syndici geen verkeerde conclusies trekken.



Afb. 28 Uitvoering dekkingsmeting (eigen foto)



Afb. 29 Resultaat aanduiden op plannen (eigen foto)

3.2.6 RISICOGEBIEDEN & INSPECTIEFREQUENTIE

Inspecteer **ELKE 2-5 jaar:KRITIEK (elke 2 jaar):**

- Balkon onderkant/aanhechting
- Galerij plafonds
- Parkeergarage plafonds
- Dakranden/consoles

MATIG (elke 5 jaar):

- Gevelplaten
- Kolommen hoeken
- Funderingen (grondwater)

Vlaamse context (NBN B 15-001):

- XC4 gebieden (balkons, galerijen): Jaarlijkse visuele inspectie
- XD1 gebieden (kust): Halfjaarlijks ^[43]

Levensduur-gebaseerd:

- Bouwjaar 1950-1980: Jaarlijks (CaCl₂ beton)
- 1980-2000: Elke 2 jaar
- 2000+: Elke 5 jaar ^[46]

3.2.7 CONDITIEMETING VOLGENS NEN 2767 EN BETONROT

NEN 2767 is een gestandaardiseerde methode om de technische staat van bouwdelen visueel te beoordelen. Elk bouwdeel krijgt een score van 1 tot 6, op basis van de ernst, omvang en intensiteit van de gebreken. De methode wordt vooral gebruikt om onderhoud te plannen en prioriteiten vast te leggen. ^[47]
^[48] ^[49] ^[53]

Voor betonrot kan deze aanpak helpen om schade aan balkons, galerijen en gevels objectief in te schatten. Toch blijft het een visuele beoordeling: de norm toont vooral het zichtbare schadebeeld en zegt weinig over de onderliggende oorzaak of het werkelijke veiligheidsrisico. Daarom is NEN 2767 bruikbaar als eerste inschatting, maar niet als vervanging voor specialistisch betononderzoek. ^[54] ^[56]

3.2.8 CONCLUSIE

Het herkennen van betonrot in de praktijk steunt op een combinatie van visuele inspectie, zoals scheuren, roestvlekken en afbrokkeling, en aanvullende onderzoeksmethoden zoals corrosiepotentiaalmetingen, fenoltaleïnetesten, carbonatatie- en chloridetesten en elektromagnetische detectie van wapening en betondekking. Geen enkele methode geeft op zichzelf een volledig beeld; de resultaten moeten daarom altijd worden geïnterpreteerd in de context van het betreffende gebouw. Dat is relevant voor dit onderzoek omdat vroegtijdige herkenning begint bij het doelpubliek, namelijk eigenaars, bewoners en beheerders. Wanneer de eerste signalen niet worden herkend of onderschat, komt de preventieve aanpak te laat op gang en wordt ook de verdere opvolging bemoeilijkt. Daarom vertrekt het resultaat niet vanuit een volledig technisch overzicht, maar vanuit een selectie van methoden en signalen die bijdragen aan duidelijke herkenbaarheid, een begrijpelijke interpretatie en bruikbaarheid voor niet-specialisten. De meer technische technieken blijven wel belangrijk als onderbouwing van het onderzoek, maar worden in de campagne vooral ingezet als achtergrond waaruit de kernboodschap werd afgeleid.

3.3 VOORKOMEN VAN BETONROT

3.3.1 PRINCIPES VAN PREVENTIE

Betonrot kan alleen ontstaan als drie voorwaarden samen aanwezig zijn: depassivatie van de wapening, voldoende vocht en voldoende zuurstof. Preventie richt zich daarom op het verhinderen of vertragen van:

1. Het bereiken van de wapening door carbonatatie en/of chloriden.
2. Het ontstaan van scheuren en lekken die het transport versnellen.
3. Langdurige hoge vochtgraad in de betondekking.

In een duurzame strategie wordt onderscheid gemaakt tussen:

- Ontwerpmatige maatregelen (betonkwaliteit, dekking, detaillering).
- Uitvoeringsmaatregelen (verdichting, nabehandeling, kwaliteit van aansluitingen).
- Instandhoudingsmaatregelen (coatings, hydrofoob, periodieke inspectie en onderhoud).

3.3.2 ONTWERPMATIGE PREVENTIE

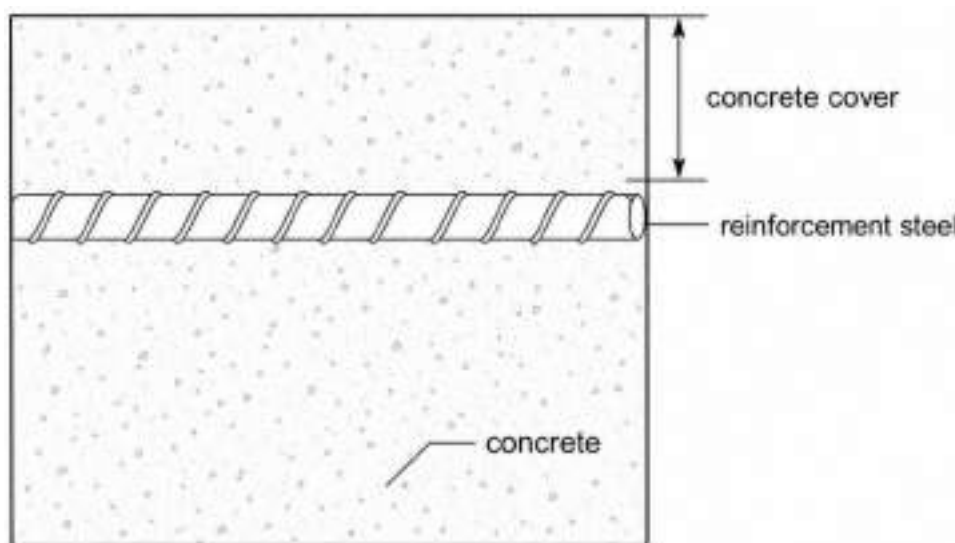
3.3.2.1 MILIEUKLASSEN EN BETONSAMENSTELLING

De basis voor preventie ligt in de juiste keuze van de milieuklasse en de betonsamenstelling. De keuze bepaalt hoe goed het beton bestand is tegen carbonatatie, chloriden, de vorst-dooicyclus en andere invloeden van de omgeving. Hoe zwaarder de blootstelling, hoe strenger de eisen aan de betonkwaliteit worden. ^{[58] [59]}

Daarbij spelen onder meer de sterkteklasse, de water-cementfactor en het cementgehalte een belangrijke rol. Een lagere water-cementfactor zorgt voor een dichter beton met minder poriën, waardoor schadelijke stoffen trager binnendringen. Ook het gebruik van geschikte cementsoorten kan de duurzaamheid van de constructie vergroten. ^{[60] [61]}

Voor residentiële meergezinsgebouwen is dit belangrijk omdat blootgestelde delen zoals balkons, galerijen en gevels vaak sneller aangetast worden. Een goed gekozen samenstelling vormt dus de eerste stap om betonrot op de lange termijn te vertragen of te voorkomen. ^{[60] [61]}

3.3.2.2 BETONDEKKING EN DETAILERING



Afb. 30 Aanduiding betondekking (AI-gegenereerd)

Voldoende betondekking is een van de belangrijkste beschermingsmiddelen tegen betonrot. Ze zorgt ervoor dat de wapening voldoende ver van de buitenomgeving zit, waardoor vocht, CO₂ en chloriden minder snel het staal bereiken. De vereiste dekking hangt af van de milieuklasse en de gewenste levensduur.

Naast de dikte van de dekking is ook de detailering van het ontwerp belangrijk. Scherpe randen, dunne stroken, waterophoping en slechte aansluitingen verhogen het risico op schade. Door aandacht te hebben voor afschot, druipeuzen en waterdichte aansluitingen kan men de blootstelling van het beton sterk beperken.

Voor meergezinswoningen is dit vooral relevant voor balkons, galerijen en andere uitkragende delen. Als de elementen in het ontwerp goed worden uitgewerkt, kan de aantasting veel langer worden uitgesteld en blijft de constructie langer in goede staat. ^{[60] [62]}

3.3.2.3 PREVENTIE VAN ASR EN VORST-DOOI SCHADE



Afb. 31 Voorbeeld scheurvorming door ASR (FEBE)

Naast carbonatatie en chloriden moet ook rekening worden gehouden met scheurvorming door ASR en vorst-dooi. Deze schadevormen maken het beton poreuzer en vergroten de doorgang voor schadelijke stoffen, waardoor betonrot sneller kan ontstaan. Preventie begint dus ook hier al bij de keuze voor de juiste materialen en de juiste samenstelling.

Voor ASR worden onder meer niet-reactieve granulaten, aangepast cement en een beperkte alkaligehalte gebruikt. Bij vorst-dooi-schade zorgen luchtbelvormers, voldoende druksterkte en een beperkte waterverzadiging ervoor dat het beton beter bestand is tegen interne spanningen.

Voor deze bachelorproef is dit vooral belangrijk omdat scheuren niet alleen een gevolg van aantasting zijn, maar ook een versnellende factor vormen. Door die mechanismen te beperken, wordt de constructie beter beschermd en blijft vroegtijdige schade langer uit. [60] [61] [63]

3.3.3 UITVOERINGSMAATREGELEN

Correcte uitvoering is cruciaal; zelfs een goed ontwerp kan falen bij een slechte uitvoering.

3.3.3.1 KWALITEITSCONTROLE OP DEKKING EN SAMENSTELLING

In de uitvoeringsfase moeten dekking en betonsamenstelling worden gecontroleerd:

- Dekking met dekkingmeters of ferroscanners (in situ, eventueel steekproefsgewijs).
- Betonkwaliteit via kubus-/cilinderproeven en eventueel permeabiliteits- of diffusietesten in projecten met hoge duurzaamheidseisen. [59]

Projecten met BENOR-gecertificeerd beton en een kwaliteitsplan dat NBN EN 206 en NBN B 15-001 volgt, hebben aantoonbaar minder risico op vroegtijdige betonrot. [64] [65]

3.3.4 BESCHERMENDE SYSTEMEN AAN HET OPPERVLAAK

Zelfs bij bestaande gebouwen waar het ontwerp niet geoptimaliseerd was, kan men de verdere voortgang van carbonatatie en chloride-indringing sterk vertragen met beschermstoffen.

3.3.4.1 HYDROFOBE IMPREGNATIE

Hydrofobe impregnering, bijvoorbeeld met silaan of siloxaan, maakt de poriën van het beton waterafstotend zonder de poriën volledig af te sluiten. Daardoor dringt vloeibaar water veel minder in, terwijl waterdamp grotendeels nog kan ontsnappen. Omdat beton minder vocht opneemt, wordt ook de indringing van chloriden en CO₂ vertraagd. Deze behandeling is vooral nuttig voor balkons, galerijen en parkeergarages waar het beton sterk blootstaat aan regen en vocht. [66]

3.3.4.2 FILMVORMENDE COATINGS (EN 1504-2)

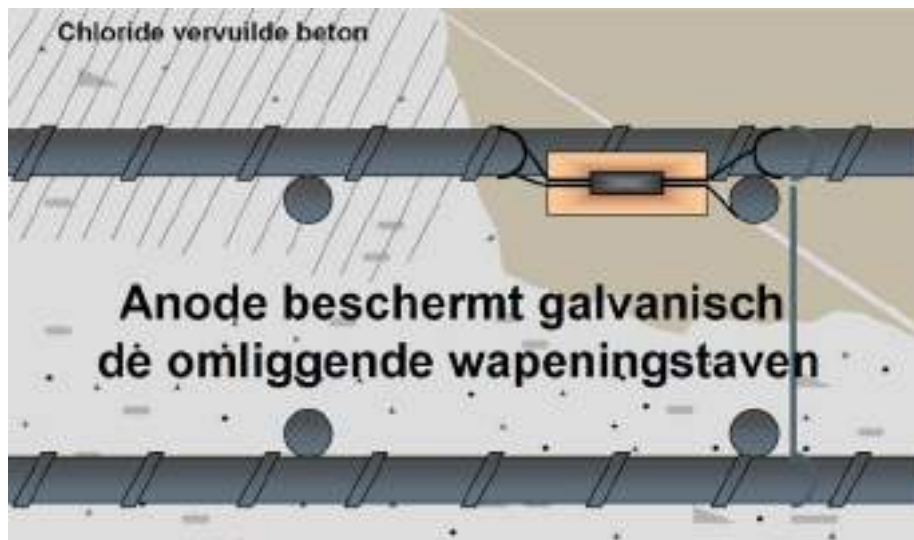
Filmvormende coatings vormen een beschermende laag op het betonoppervlak en kunnen verschillende functies combineren, zoals waterdichting, het afremmen van carbonatatie, bescherming tegen chloriden en het overbruggen van kleine scheuren. Daardoor wordt de indringing van vocht en schadelijke stoffen beperkt, wat de verdere aantasting van het beton kan vertragen. In combinatie met lokaal herstel kan zo de resterende levensduur van het element aanzienlijk worden verlengd. [66] [67] [68]

3.3.4.3 CORROSIEREMMERS EN KATHODISCHE BESCHERMING (OVERZICHT)

Voor volledigheid:

- Corrosieremmers kunnen als toevoeging in het beton of als oppervlaktebehandeling worden toegepast om de passivatielaag te stabiliseren of de corrosiereactie te vertragen, maar hun effect is sterk productspecifiek.
- Kathodische bescherming (opofferingsanodes of geïmpresseerde stroom) wordt in de praktijk vooral gebruikt voor bruggen, parkeergarages en kunstwerken in zware chloridetoepassingen en valt onder de EN ISO-normen voor kathodische bescherming.^[68]

In residentiële meergezinsgebouwen zal eerder gekozen worden voor goede detaillering, coatings en tijdige reparatie dan voor volwaardige kathodische systemen, omwille van de kost en complexiteit.



Afb. 32 Schematische voorstelling van kathodische bescherming in chloridevervuild beton (Joost Beke)

3.3.5 INSTANDHOUDING: INSPECTIE, ONDERHOUD EN BEHEER

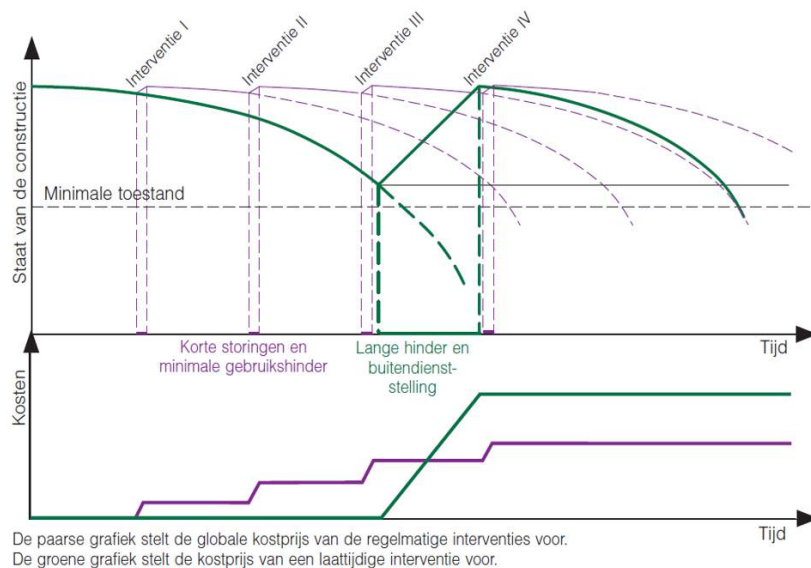
3.3.5.1 PERIODIEK INSPECTIE- EN ONDERHOUDSPLAN

Gebaseerd op risico (milieuklasse, bouwjaar, blootstelling) kan men inspectie-intervallen definiëren:

- Oudere bouwjaren (1950–1980, mogelijk CaCl_2 en lagere dekking): visuele inspectie minstens 1 keer per jaar.
- Kustzones: halfjaarlijkse visuele inspectie van balkons, galerijen en parkeergarages.^[60]
- Recentere gebouwen met conform ontwerp en uitvoering: inspectie om de 3–5 jaar, met extra aandacht na extreme weersomstandigheden.^[60]

3.3.5.2 RELEVANTIE VAN ONDERHOUD

Onderstaande grafiek illustreert duidelijk het belang van tijdig ingrijpen bij het beheer van betonconstructies. In de beginfase kunnen onderhouds- en herstelmaatregelen relatief beperkt blijven, waardoor de constructie in gebruik kan blijven en de kosten over de tijd kunnen worden gespreid. Naarmate ingrepen echter worden uitgesteld, neemt de omvang van de schade toe en verschuift men van preventief of beperkt onderhoud naar ingrijpende herstellingen met hogere financiële lasten en meer gebruikshinder. De afbeelding maakt duidelijk dat een laattijdige aanpak niet alleen leidt tot een grotere technische aantasting, maar ook tot een sterk verhoogde impact op het budget, de planning en de gebruikscontinuïteit van het gebouw. ^[1]



Afb. 33 Kostenschema voor het onderhoud tegenover de herstelling van het beton (Buildwise – voormalig WTCB)

3.3.6 CONCLUSIE

Het voorkomen van betonrot vraagt om maatregelen in alle fasen van een gebouw. Bij het ontwerp en de specificatie moeten de juiste milieuklasse, betonsamenstelling en betondekking worden gekozen volgens NBN EN 206, NBN B 15-001 en Eurocode 2, en moet ASR- en vorst-dooi-preventie worden ingebouwd via PREV/AR-categorieën en XF-eisen. Tijdens de uitvoering zijn kwalitatieve verdichting, nabehandeling, correcte detaillering en controle van de betondekking cruciaal, evenals een goede aanpak van voegen, waterkeringen en afschotten. In de gebruiksfase zijn periodieke inspecties en de snelle aanpak van beginverschijnselen, zoals kleine scheurtjes, lekkende voegen en beginnende roest, essentieel. In risicogebieden kunnen hydrofobe impregnaties of coatings volgens EN 1504-2 worden toegepast en op tijd worden vernieuwd.

Dit is relevant voor mijn onderzoek omdat het nauwkeurig de verbinding tussen theoretische preventieve principes en hun praktische toepassing in de gebouwde omgeving expliciteert. Het laat zien dat preventie niet uitsluitend een technisch vraagstuk is, maar in de praktijk pas effectief wordt door een adequate uitvoering op de werf en een systematisch beheer. Op die manier brengt het onderzoek zowel theoretische inzichten als praktijkervaring samen. Het onderstreept bovendien dat vroegtijdige herkenning en preventieve maatregelen de basis vormen voor het beperken van schade en herstellingskosten in residentiële meergezinswoningen, waardoor theorie en praktijk integraal worden verbonden binnen de voorgestelde aanpak.

3.4 HERSTELLEN VAN BETONROT

Herstel van betonrot is belangrijk, maar staat in dit onderzoek niet centraal. Het wordt hier opgenomen om te tonen wat er gebeurt wanneer schade te laat wordt opgemerkt en om het verschil met preventie duidelijk te maken.

3.4.1 NORMATIEF KADER EN UITGANGSPUNTEN



Afb. 34 Wapening in balken zichtbaar langs onder (Joost Beke)



Afb. 35 Balkonnen deels weggekapt (Joost Beke)

Het herstellen van betonrot is meer dan “losse stukken weggappen en dichtplakken”. Het is een proces dat volgens Europese normen moet vertrekken van een correcte diagnose, de keuze van het herstelprincipe en het gebruik van geschikte producten. ^[1]

Daarnaast wordt in de praktijk vaak gewerkt met gevolklassen (GK1–GK3) om het risico op falen van de reparatie te duiden. ^{[74] [75]}

In residentiële meergezinsgebouwen vallen balkonranden, galerijen en parkeerdekken meestal onder GK2: fouten bij herstel kunnen geen totale instorting veroorzaken, maar wel serieuze veiligheids- en aansprakelijkheidsproblemen.

3.4.2 DIAGNOSTISCHE FASE ALS BASIS VO/OR HERSTELKEUZE

Een correct herstel begint met een integrale diagnose:

1. Visuele inspectie

- In kaart brengen van scheuren, roestvlekken, afbrokkeling en blootliggende wapening.
- Bepalen van de ernstgraad (zoals graad 1–3) en risicogebieden (zoals balkononderzijden, galerijplafonds en dakranden).

2. Niet-destructief onderzoek (NDO)

- Metingen van betondekking en wapening (ferroscan/GPR) om te beoordelen of de dekking structureel te gering is. ^{[76] [77] [78]}
- Eventueel halfcelpotentiaalmetingen en fenolftaleïne-testen om actieve corrosie en de carbonatatiediepte te bepalen.

3. Destructief onderzoek

- Boren van kernen voor druksterkte, chloridegehalte, carbonatatiediepte en microscopisch onderzoek.
- Lokale openhamering om de toestand van de wapening te beoordelen (doorsnede-verlies, pitting). ^[1]



Afb. 36 Kernboring in beton als destructieve onderzoeksmethode

Op basis van deze diagnose kan worden bepaald of de schade vooral het gevolg is van carbonatatie, chloride-aantasting of een combinatie van beide. Daarnaast maakt ze duidelijk of de bestaande wapening nog voldoende restdoorsnede heeft of dat bijkomende wapening of versterking nodig is. Ook kan worden ingeschat of lokaal herstel volstaat, of dat bij zware schade eerder een ingrijpendere oplossing, zoals kathodische bescherming of grootschalige vervanging, aangewezen is. ^{[79] [80] [81]}

3.4.3 OPPERVLAKTEBESCHERMING NA HERSTEL



Afb. 37 Aanbrengen van een beschermende coating op beton ter beperking van carbonatatie en vochtindringing (Sika)

Herstel zonder nabehandeling maakt de constructie kwetsbaar voor hernieuwde aantasting. Daarom worden na betonherstel vrijwel altijd oppervlaktebeschermingssystemen ingezet. [70] [71]

3.4.3.1 HYDROFOBE IMPREGNATIE

- Silaan- of siloxaanimpregnatie maakt de poriewanden waterafstotend, zodat regen en dooizouten minder diep kunnen indringen, terwijl de damptransport mogelijk blijft.
- Dit is vooral geschikt voor gevels en zijdelen van balkons waar vooral slagregen en carbonatatie een rol spelen. [72] [85]

3.4.3.2 COATINGS (CARBONATATIEREMMEND EN WATERDICHT)

- Filmvormende coatings (acryl, PU, cementgebonden) vormen een continue laag met hoge carbonatatie weerstand en beperken water- en chlorideindringing. [85] [86]
- Voor balkons en galerijen worden vaak elastische coatings gebruikt die kleine scheuren kunnen overbruggen en de bovenplaat waterdicht maken. [82] [86] [1]
- De keuze van het systeem hangt af van de milieuklasse (XC4, XD1, XS1), de gewenste levensduur en de esthetiek.

Door deze combinatie (betonherstel + oppervlaktebescherming) kan de resterende levensduur substantieel worden verlengd, op voorwaarde dat de onderliggende oorzaak goed is aangepakt.

Oppervlaktebescherming na herstel is relevant voor de bachelorproef omdat die laat zien dat herstel op zichzelf niet volstaat om betonrot duurzaam aan te pakken. Door een beschermende afwerking toe te passen, wordt verdere indringing van vocht, chloriden en CO₂ beperkt, waardoor nieuwe schade trager ontstaat en de preventie effectiever wordt. Dat ondersteunt ook de kernboodschap dat tijdige aanpak en onderhoud belangrijker zijn dan enkel achteraf ingrijpen.

3.4.4 WIE MAG EEN BETONHERSTELLING UITVOEREN?

3.4.4.1 NIET DOOR EENDER WIE

Een betonherstelling mag in de praktijk niet worden gezien als een gewone oplaapwerkzaamheid die door om het even welke aannemer kan worden uitgevoerd. De duurzaamheid van de ingreep hangt namelijk niet alleen af van het herstellen van de zichtbare schade, maar ook van de juiste diagnose, materiaalkeuze, uitvoeringsmethode en de bescherming daarna. ^{[15] [33]}

3.4.4.2 HET BELANG VAN BENOR-CERTIFICATIE



Bij betonherstel wordt daarom best gewerkt met producten die beschikken over een BENOR-productcertificatie of een gelijkwaardige kwaliteitsverklaring. Voor producten voor de herstelling en bescherming van beton biedt die certificatie bijkomende zekerheid over beproeving, kwaliteitsborging in de productie en regelmatige externe controle.

De BENOR-certificatie geldt echter niet alleen voor producten, maar ook voor de uitvoerende aannemers zelf. FEREB heeft samen met BCCA/BENOR een certificeringssysteem uitgewerkt waarbij aannemers op basis van een gerichte opleiding en een theoretische en praktische proef een A- of B-certificaat kunnen behalen. Dit certificaat bevestigt dat het bedrijf beschikt over de nodige kennis en ervaring om betonherstellingen correct uit te voeren. ^[14]

3.4.4.3 DE ROL VAN BCCA IN DE BENOR-CERTIFICATIE



Naast de producten is ook de uitvoerder zelf van groot belang. BCCA werkt samen met BENOR voor zowel product- als procescertificatie bij betonherstellingen en betonbeschermingen, zodat niet alleen het materiaal, maar ook de werkwijze onder kwaliteitscontrole valt.

Bij die procescertificatie wordt nagegaan of een bedrijf de nodige maatregelen neemt om herstellingen correct uit te voeren volgens de toepasselijke voorschriften, onder meer in overeenstemming met NBN EN 1504-10. Daarbij kijkt men naar de organisatie van de uitvoering, de gekozen methodes, de controle op de werf en de inzet van gekwalificeerd personeel. De aannemer moet dus BENOR-gecertificeerd zijn (A- of B-certificaat), niet alleen de producten. ^[33]

3.4.4.4 OPLEIDING EN KWALIFICATIE

Een belangrijk onderdeel daarvan is de aanwezigheid van medewerkers die hiervoor specifiek zijn opgeleid. In het kader van de BCCA-procescertificatie wordt verwezen naar de kwalificatie van bouwplaatsverantwoordelijken en, waar relevant, de attestering van uitvoerders via een door BCCA erkend opleidings- en examencentrum.

Een relevante opleiding in dit verband is schadediagnose en herstelling van beton. Volgens de opleidingsomschrijving behandelt die opleiding op systematische wijze de schadefenomenen van structurele en niet-structurele aard bij betonconstructies, de schadediagnosetechnieken en -analyse, en de mogelijke herstellmethoden. ^[15]

3.4.4.5 WAAROM DIE OPLEIDING BELANGRIJK IS

Die opleiding is belangrijk omdat betonherstel pas duurzaam kan zijn wanneer schade niet alleen wordt vastgesteld, maar ook technisch juist wordt geïnterpreteerd. Wie de kennis mist, riskeert dat enkel de zichtbare symptomen worden aangepakt, terwijl de onderliggende oorzaak onvoldoende wordt meegenomen in het herstelplan.

De opleiding vormt dus een belangrijke basis voor wie betrokken is bij de inspectie, beoordeling en uitvoering van betonherstellingen. Ze helpt om schade correct te herkennen, de juiste herstelstrategie te kiezen en de uitvoering af te stemmen op de werkelijke toestand van het beton. ^[15]

3.4.4.6 PRAKTISCHE CONCLUSIE

In de praktijk wordt een betonherstelling daarom best uitgevoerd door een gespecialiseerde, BENOR-gecertificeerde aannemer (met A- of B-certificaat) die werkt met BENOR-gecertificeerde producten, onderworpen is aan externe kwaliteitscontrole en beschikt over personeel met een gerichte opleiding in schadediagnose en herstelling van beton. Op die manier stijgt de kans op een technisch correcte en duurzame herstelling, in plaats van een tijdelijke oplossing die later opnieuw problemen veroorzaakt.

3.4.5 PRAKTIJK- EN BEHEERASPECTEN VOOR MEERGEZINSGEBOUWEN

Voor meergezinsgebouwen zijn naast de techniek vooral de organisatie en besluitvorming rond herstel essentieel:

Vooronderzoek en bestek

- Een specialist (betonexpert, ingenieur) moet een hersteladvies opstellen, inclusief diagnose, voorgestelde principes (EN 1504), raming en faseringsplan.
- Dit vormt de basis voor offertes bij betonherstellingsfirma's. ^{[72] [73]}

Selectie van aannemer

- De selectie van de aannemer gebeurt op basis van gecertificeerde bedrijven die de herstelling correct kunnen uitvoeren volgens het technische bestek van de diagnosespecialist. ^[33]

Communicatie naar bewoners

- Uitleggen waarom bepaalde ingrepen (kathodische bescherming, volledige vervanging) worden gekozen en waarom “cosmetisch herstellen” onvoldoende is.
- Duidelijk maken dat de combinatie van herstel + bescherming + onderhoud essentieel is om herhaling te vermijden

3.4.6 CONCLUSIE

Herstellen van betonrot vraagt om een correcte diagnose, een aangepaste herstelmethode en een duurzame afwerking. Niet elke vorm van schade vraagt om dezelfde aanpak, waardoor een goed herstel altijd vertrekt vanuit de oorzaak en de ernst van de aantasting. Daarnaast is het belangrijk dat de herstelling wordt uitgevoerd door een gespecialiseerde aannemer met de juiste kennis en ervaring, die werkt met geschikte producten en volgens de geldende kwaliteitsvereisten. Binnen de sector spelen daarbij BENOR-gecertificeerde producten en BCCA-gecontroleerde uitvoeringsprocessen een belangrijke rol, net als personeel dat hiervoor een gerichte opleiding heeft gevolgd, zoals schadediagnose en herstelling van beton.

Dit is relevant voor het onderzoek omdat een duidelijke toelichting over het verloop van betonherstel niet alleen inhoudelijk belangrijk is, maar ook het doelpubliek sensibiliseert. Eigenaars, bewoners en beheerders moeten begrijpen dat herstel meer inhoudt dan het louter dichten van schade en dat een voorafgaande diagnose nodig is om foutieve ingrepen, onnodige kosten en weinig duurzame herstellingen te vermijden. Ook de keuze voor een correct opgeleide en gespecialiseerde uitvoerder maakt daarbij een wezenlijk verschil voor de kwaliteit en duurzaamheid van het eindresultaat.

3.5 BETONROT IN RESIDENTIËLE MEERGEZINSGEBOUWEN

3.5.1 SPECIFIEKE KWETSBAARHEID VAN MEERGEZINSGEBOUWEN

Residentiële meergezinsgebouwen zijn bijzonder gevoelig voor betonrot, niet door hun hoogte of het aantal bouwlagen, maar door de grote aanwezigheid van balkons, galerijen, dakranden, consoles en andere complexe bouw delen. Juist deze elementen zijn vaak onbeschut en daardoor sterker blootgesteld aan regen, wind, dooizouten en, in kustgebieden, chloriden uit de lucht, waardoor betonrot daar sneller kan optreden. [88] [89] [90]

In Vlaanderen en België geldt dit in het bijzonder voor:

- Kustgebouwen (XS1/XD1-milieuklasse) met permanent zoutklimaat en slagregen. [89]
- Appartementengebouwen uit de jaren 1950–1975, waar vaak beton van mindere kwaliteit werd gebruikt en calciumchloride als versneller werd toegepast. Ook werd de opgelegde betondekking niet altijd gerespecteerd of uitgevoerd. [90]

Bij deze gebouwen komt betonrot vaak eerst tot uiting aan:

- Onderzijden van balkons en galerijen (insijpelend water, beperkte dekking). [88] [92]
- Gevelbalkons en dakranden waar water op blijft staan of waar onvoldoende waterdichting aanwezig is. [88] [93]
- Parkeergarages met dooizouten en opspattend water. [90]

Doordat deze elementen rechtstreeks bijdragen aan de veiligheid (valgevaar, instortingsrisico) en zichtbaar zijn in het straatbeeld, hebben ze een grote impact op zowel de veiligheid als de waarde van het gebouw. [90] [94]

3.5.2 TYPISCHE SCHADEBEELDEN EN OORZAKEN IN MEERGEZINSGEBOUWEN

In meergezinsgebouwen komen dezelfde basismechanismen van betonrot voor als in andere constructies (carbonatatie en chloride aantasting), maar de combinatie van bouwperiode, detaillering en gebruik maakt sommige schadebeelden typisch:

Balkons en galerijen

Bij balkons komen vaak scheuren voor langs de opleglijn en aan de balkonrand. Daarnaast kan afbrokkeling aan de onderzijde optreden, vaak samen met roestbanen die het wapeningsraster volgen. [88] [92] Deze schade wordt meestal veroorzaakt door te geringe dekking, slechte of ontbrekende waterdichting, staand water, vorst-dooi en in oudere constructies soms ook door het gebruik van calciumchloride. [90] [92]



Afb. 38 Loskomende stukken (Joost Beke)



Afb. 39 Afbrokkeling (Konstant)

Gevels en prefab-gevelelementen

Bij oudere prefab-elementen komen vaak randzones met roestvlekken en afspattend beton voor. Dit wordt meestal veroorzaakt door een dunne betondekking, koudebruggen en verouderde voegen, waardoor water diep in de constructie kan binnendringen. ^[88]



Afb. 40 Corrosie van wapening in prefab betonbalk (UGent)

Parkeergarages onder of naast woongebouwen

Bij parkeergarages komt vaak betonschade aan plafonds en balken voor door dooizouten van voertuigen. De belangrijkste oorzaken zijn chloride-indringing, een slecht drainagesysteem en een onvoldoende coating of waterdichting. ^[90]



Afb. 41 Betonrotverschijnsel in ondergrondse parkeergarage (Bozica)

3.5.3 VEILIGHEIDS- EN WAARDERISICO'S VOOR BEWONERS

Betonrot in meergezinsgebouwen is geen louter esthetisch probleem, maar heeft directe gevolgen voor veiligheid, comfort en vastgoedwaarde:

Veiligheidsrisico

Afvallende betonbrokken vormen een gevaar voor passanten, bewoners en het verkeer. [88] [93]

Ernstige aantasting van balkons kan leiden tot gebruiksverboden of zelfs noodontsluitingen wanneer de stabiliteit in het gedrang komt. [94] [95]

Comfort en gebruik

Balkons en galerijen kunnen tijdelijk buiten gebruik worden gesteld, wat de leefkwaliteit beperkt. Langdurige werfzones en stellingen zorgen voor hinder, lawaai en stof.

Financiële impact

Betonrot vermindert de marktwarde van appartementen; vastgoedmakelaars en keuringen signaleren betonrot steeds vaker als een belangrijk risico. [90] [93]

Herstel in Graad 3 (grootschalige reparatie of vervanging) leidt tot hoge kosten per appartement, vooral als men te laat ingrijpt. [88] [90]

- ➔ Voor bewoners is betonrot dus zowel een veiligheids- als investeringsrisico, wat de noodzaak van tijdige herkenning, preventie en communicatie onderstreept.

3.5.4 ROL VAN MEDE-EIGENDOM, SYNDICUS EN BESLUITVORMING

In residentiële meergezinsgebouwen zijn de meeste betonstructuren (balkons, gevels, galerijen, parkeergarages) gemeenschappelijke delen of deels gemeenschappelijk (structuur + waterdichtingslaag) volgens het reglement van mede-eigendom. De verantwoordelijkheid voor onderhoud en herstel ligt dus bij de vereniging van mede-eigenaars (VME), vertegenwoordigd door de syndicus. [95] [96]

3.5.4.1 ALGEMENE VERGADERING ALS BESLISSINGSORGAAN

- De algemene vergadering (AV) is het hoogste beslissingsorgaan en keurt de grote onderhouds- en herstellingswerken aan de gemeenschappelijke delen goed.
- Beslissingen over omvangrijke betonherstellingen vallen doorgaans onder de “belangrijke werken” en vereisen een gekwalificeerde meerderheid (2/3 of 3/4 van de stemmen, afhankelijk van de nationale wetgeving).
- De syndicus moet de AV tijdig bijeenroepen, onderbouwde offertes en/of expertverslagen voorleggen en een duidelijke toelichting geven op de noodzaak en urgentie van de werken. [97] [98]

3.5.4.2 TYPISCHE KNELPUNTEN IN BESLUITVORMING

In de praktijk lopen betonrotdossiers vaak vertraging op door:

- Onzekerheid bij eigenaars over de ernst (“is dit echt dringend?”) en over alternatieven.
- Angst voor hoge kosten en discussies over de verdeling van lasten (privé- vs. gemeenschappelijke delen, zoals balkonvloerbekleding vs. een betonstructuur).
- Onvoldoende begrijpelijke technische uitleg, waardoor bewoners de noodzaak van snelle actie onderschatten. [97] [98]

Dit kan ertoe leiden dat noodzakelijke werken meerdere AV's na elkaar worden uitgesteld, terwijl de schade verder evolueert en uiteindelijk duurder en ingrijpender wordt. [90] [97] [98]

3.5.5 ONDERHOUDSPRAKTIJK EN PREVENTIEVE INITIATIEVEN VOOR VME'S

De laatste jaren groeit de aandacht voor preventief balkon- en gevelonderhoud specifiek gericht op VME's en syndici.

- Verschillende gespecialiseerde bedrijven bieden jaarlijkse balkoncontroles aan, met visuele inspecties, kleine herstellingen en objectieve rapportage voor de VME. ^[99]
- Bij balkonrenovatie wordt steeds vaker niet alleen de betonrot hersteld, maar ook de waterdichtingslaag en de vloeropbouw volledig vernieuwd om herhaling te voorkomen. ^{[92][99][100]}
- In kustgemeenten wordt gewerkt met periodieke gevel- en balkonrenovaties, waarbij thermische en esthetische verbeteringen (gevelisolatie, nieuwe balustrades) worden gecombineerd met betonherstel.

Voor een goed beheer in residentiële meergezinsgebouwen wordt aanbevolen:

- Een meerjarenonderhoudsplan op te stellen waarin inspecties van balkons, galerijen en parkeergarages systematisch zijn ingepland.
- Risicogebouwen (kust, bouwjaar 1950–1975, dunne balkons) hogere inspectiefrequenties geven.
- In het budget van de VME een reservefonds te voorzien specifiek voor structurele onderhoudswerken, zodat betonrotdossiers niet stranden door gebrek aan middelen. ^{[90] [99]}

Dit sluit rechtstreeks aan op het resultaat, omdat vroegtijdige herkenning pas echt waarde krijgt wanneer er ook effectieve opvolging en beheersmaatregelen aan gekoppeld zijn. Voor residentiële meergezinsgebouwen betekent dit dat signalen niet alleen moeten worden opgemerkt, maar ook moeten leiden tot een planmatige aanpak door de VME en de syndicus, zodat kleine gebreken niet uitgroeien tot dure herstellingen. Zo wordt duidelijk dat het resultaat niet alleen informatie over schade biedt, maar ook helpt om preventief beheer en tijdige besluitvorming te ondersteunen.

3.5.6 CONCLUSIE

Betonrot in residentiële meergezinsgebouwen is vooral relevant omdat deze gebouwen vaak veel blootgestelde en complexe bouwdelen bevatten, zoals balkons, galerijen en parkeergarages. Juist daar kan schade sneller ontstaan en een grotere impact hebben op de veiligheid, het onderhoud en de kosten.

Voor dit onderzoek is dit hoofdstuk belangrijk omdat het duidelijk maakt hoe betonrot zich in de praktijk manifesteert binnen een meergezinsgebouw en welke aandachtspunten daarbij horen. Daarnaast vormt het een basis om later beter te begrijpen hoe het beheer is georganiseerd, welke rol een VME en een syndicus spelen en hoe beslissingen over inspectie en herstel tot stand komen. Zonder dat inzicht is het moeilijk om verder in te spelen op vroegtijdige herkenning en opvolging.

3.6 FINANCIËLE EN ORGANISATORISCHE IMPACT VAN BETONROT

Betonrot vormt een aanzienlijke bedreiging voor zowel de veiligheid als de waarde van gebouwen en voor het beheer ervan. De financiële gevolgen, het belang van vroegtijdig ingrijpen, de nood aan doordachte communicatie én een helder beheer- en verantwoordelijkheidskader hangen sterk samen.

3.6.1 FINANCIËLE EN VEILIGHEIDSIMPACT

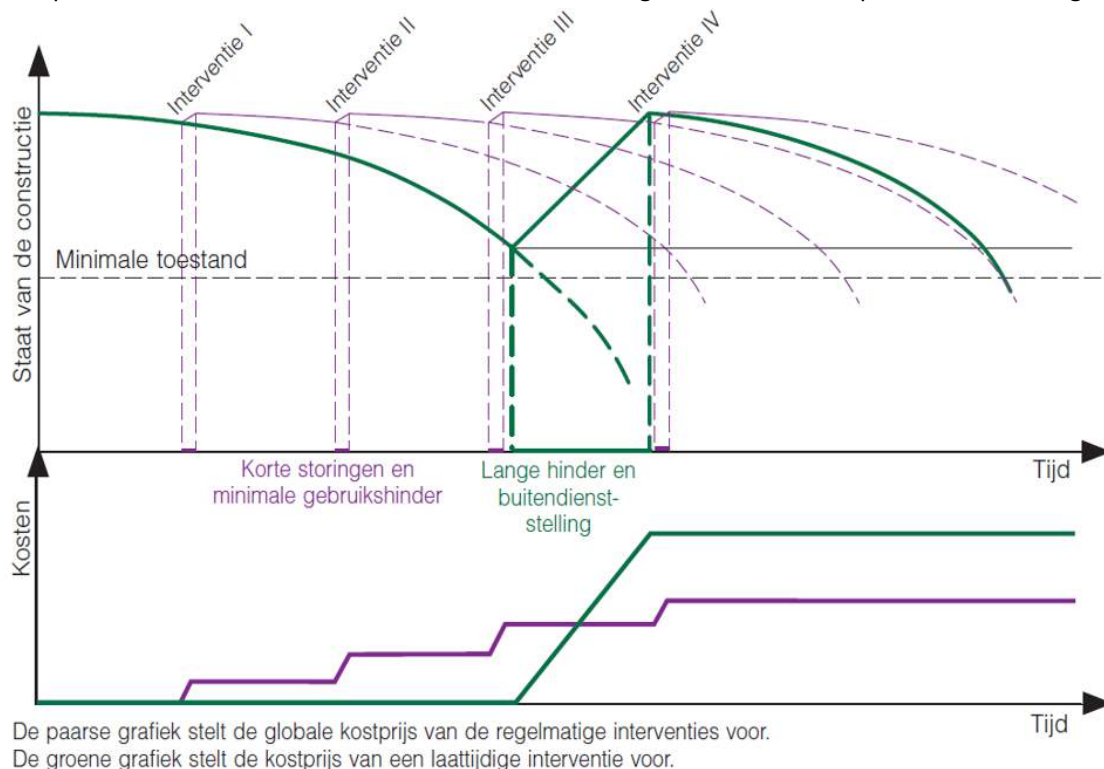
3.6.1.1 KOSTEN EN ECONOMISCHE GEVOLGEN

De kosten voor betonherstel verschillen naargelang de ernst, de bereikbaarheid en de omvang van de schade. Kleine lokale herstellingen aan lateien of balkons starten rond enkele honderden euro's, terwijl grotere betonherstellingen per zone tussen € 500 en € 1.200 kunnen kosten. Voor projecten met meerdere balkons of gevels lopen de totale kosten op tot tienduizenden euro's per gebouw. ^{[101][102][103]}

Belangrijke kostdrivers zijn de oppervlakte en diepte van het herstel, ondersteuningswerken, steigers, bijkomende wapening en coatings. Een grootschalig project kan een VME confronteren met collectieve facturen van honderdduizenden euro's, verdeeld volgens de aandelen in de mede-eigendom. ^{[101][102][103]}

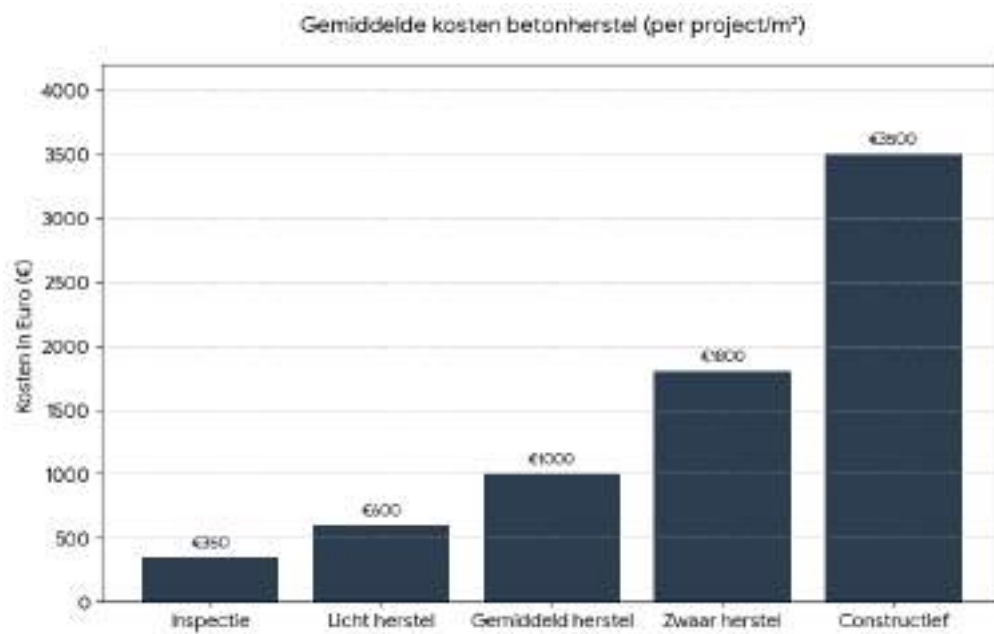
Een vroegtijdige aanpak beperkt de uitgaven: bij schadegraad 1–2 volstaan vaak lokale herstel- en beschermingsmaatregelen, die goed op te vangen zijn via een MJOP. ^{[103][104]}

Bij laattijdige sanering (graad 3) kan de schade escaleren naar structureel herstel, het vervangen van balkonplaten of de installatie van kathodische bescherming, wat de kosten exponentieel verhoogt. ^{[105][106]}



Afb. 42 Kostenschema voor het onderhoud tegenover de herstelling van het beton (Buildwise – voormalig WTCB)

Volgens marktgegevens stijgt de gemiddelde kost naargelang de ernst van het herstel: van circa € 350 (inspectie) tot € 3.500 (constructief herstel). ^[122]



Afb. 43 Kostenopbouw van beton (eigen grafiek; Bron: Marktdata Betonrenovatie (2025), gebaseerd op gemiddelde tarieven van o.a. Slimster, Zoofy en Vereniging Eigen Huis.)

Betonrot beïnvloedt bovendien de marktwaaarde van eigendommen: zichtbare schade of aangekondigde renovaties drukken de verkoopprijs, terwijl goed onderhouden gebouwen waardevaster zijn. ^{[102][103][104]}

Opmerking: de vermelde bedragen zijn gemiddelde richtprijzen en dienen uitsluitend ter vergelijking van de relatieve omvang en de kosten van de verschillende herstellvormen. Het gaat niet om exacte of universeel geldige prijzen, aangezien de werkelijke kost sterk afhangt van het gebouw, de omvang van de schade, de toegankelijkheid en de gekozen herstelmethode. De tabel is dus bedoeld als indicatieve vergelijking op basis van gemiddelde waarden tussen verschillende soorten herstel.

3.6.1.2 VEILIGHEIDSRISICO'S

Door corrosie van de wapening neemt de draagkracht van betonnen elementen af, met risico op vallende delen of lokale instorting. ^{[102][103][109]}

Hierdoor kunnen voetgangers en voertuigen beschadigd raken en kan de overheid delen van gebouwen afsluiten of zelfs ontruimen. ^{[105][106]}

Naast het directe gevaar leidt betonrot tot gebruiksbepervingen (gesloten balkons, geluid en stof door herstellingen) en tot psychologische onrust of spanningen binnen de VME. ^{[102][105][109]}

3.6.2 COMMUNICATIE EN SENSIBILISERING

Effectieve communicatie rond betonrot heeft drie doelen: begrip, vertrouwen en besluitvorming ^{[105][121][122]}. Transparantie en concrete uitleg over risico's helpen polarisatie tussen eigenaars te voorkomen. Risico's moeten proportioneel maar duidelijk worden benoemd, steeds gekoppeld aan zichtbare symptomen (roestvlekken, scheuren, afbrokkeling). ^{[122][126]}

Communicatie volgt best een gefaseerd proces:

1. vaststelling van schade,

2. eerste inspectie,
3. diagnostisch onderzoek,
4. besluitvorming,
5. uitvoering en opvolging ^[122]

Gebruik van toegankelijke taal, visualisaties (foto's, doorsneden, eenvoudige diagrammen) en herhaling van kernboodschappen verhoogt de effectiviteit ^{[125][127]}. Bewoners moeten weten wat er aan de hand is, wat de veiligheids- en financiële gevolgen zijn, en wat de volgende stap is. ^[105]

(Afb. 4: *Communicatielus diagnose → besluitvorming* – [125])

Specifieke communicatiestrategieën verschillen per context:

- Appartementen (VME's): brieven + AV + app; maandelijkse updates; discussie over kosten is de grootste uitdaging.
- Sociale huisvesting: infoborden en WhatsApp-kanalen, maar lage opkomst bij infosessies.
- Woonzorgcentra: posters en video's voor bewoners en familie, met nadruk op veiligheid.
- Cohousing: intensieve bewonersbetrokkenheid, vaak trager door consensusprocedures.

Gebouwworm	Doelgroep	Beste kanalen	Frequentie	Moeilijkste uitdaging
Appartementen	Eigenaars	Brief+AV+app	Maandelijks	Kostendiscussies ^[3]
Sociale huisvesting	Huurders	Infoborden+WhatsApp	Wekelijks	Lage opkomst ^[13]
Woonzorg	Bewoners+fam.	Posters+video	2-wekelijks	Geletterdheid ^[13]
Cohousing	Bewoners	Groepsapp+verg.	Wekelijks	Consensus ^[15]
Scholen	Ouders+pers	Website+pers	Incidentieel	Veiligheidsangst ^[17]
Industrie	Gebruikers	Borden+app	Dagelijks	Hinder ^[17]

Succesfactoren zijn: eerste bericht binnen 48 uur na vaststelling, duidelijke combinatie van foto + risico + tijdlijn, en aangewezen contactpunten per 100 bewoners. ^[139]

3.6.3 BEHEER EN VERANTWOORDELIJKHEDEN

In mede-eigendom berusten de onderhouds- en herstelverplichtingen bij de Vereniging van Mede-Eigenaars (VME), met de syndicus als uitvoerend orgaan. ^{[140][141][143]}

- VME: beslist op de Algemene Vergadering (AV) over inspecties, herstel en financiering; moet zorgen voor voldoende reserves en een MJOP. ^{[143][146][147]}
- Syndicus: fungeert als operationeel aanspreekpunt, organiseert deskundig onderzoek en informeert mede-eigenaars over de risico's. ^{[144][148]}
- Mede-eigenaars: dienen schade te melden, bijdragen te betalen en beslissingen van de AV uit te voeren. ^{[140][145]}

De kosten worden doorgaans verdeeld volgens de aandelen in de gemeenschappelijke delen, tenzij de basisakte anders bepaalt. ^{[142][143]} Discussies treden op bij schade die is veroorzaakt door privéaanpassingen, zoals tegelvloeren of gewijzigde afwatering. ^{[140][142]}

Bij nalatigheid kan de VME civielrechtelijk aansprakelijk zijn voor schade of ongevallen (vallende brokstukken) en kan de overheid ingrijpen via veiligheidsverklaringen of herstelverplichtingen. ^{[143][144]} Verzekeraars kunnen dekking weigeren bij bewezen achterstallig onderhoud. ^{[143][144]}

Inspectie en onderhoud vereisen een periodiek plan: visuele controle om de 2–5 jaar, rapportage met conditiescores en actualisatie van het MJOP. ^{[150][151][152]}

Ter vergelijking hanteren andere gebouwtypen aangepaste structuren:

- Sociale huisvesting: centrale directie beslist autonoom; 70–85% subsidie; verplichte inspectie om de 3 jaar. ^{[153][154]}
- Woonzorgcentra: jaarlijkse controle; streng toezicht door de Zorginspectie. ^[157]
- Cohousing: bewoners beslissen collectief; financiering via bijdragen en crowdfunding. ^[159]
- Openbare gebouwen (scholen, ziekenhuizen, AWV): politieke of bestuurlijke verantwoordelijkheid; inspectie minstens driejaarlijks; financiering via begrotingen of fondsen. ^[160]

Gebouwworm	Eindverantwoordelijke	Inspectiefrequentie	Besluitvorming	Financiering
VME appartementen	Algemene Vergadering	2-5 jaar	Unanimiteit/2/3de	Aandelen
Sociale huisvesting	Directeur maatschappij	3 jaar	Autonoom	Subsidie 80%
Woonzorg	Technisch directeur	Jaarlijks	Raad bestuur	Eigen middelen
Cohousing	Bewonersvergadering	Halfjaarlijks	Consensus	Gelijke bijdragen
Scholen	Gemeente/scholenkoepel	3 jaar	Politiek	Gemeentebegroting
Ziekenhuizen	Directie + FAV	Maandelijks kritiek	Directie	RIZIV + reserves
Parkeergarages	Exploitant	Jaarlijks	Commercieel	Huurinkomsten
AWV infrastructuur	Agentschap	Jaarlijks risico	Politiek	Vlaamse begroting

3.6.4 CONCLUSIE

Betonrot heeft in residentiële meergezinsgebouwen niet alleen een technische maar ook een duidelijke financiële en veiligheidsimpact. Wanneer de schade toeneemt, stijgen de herstellingskosten snel en kan de veiligheid van balkons, galerijen en andere blootgestelde bouwdelen in het gedrang komen.

Voor dit onderzoek is dit hoofdstuk relevant omdat het rechtstreeks de probleemstelling ondersteunt: hoge herstellkosten ontstaan vooral wanneer betonrot te laat wordt opgemerkt of te laat wordt aangepakt. Het onderzoek zoekt daarom naar een aanpak die schade eerder herkenbaar maakt, zodat grotere ingrepen en onnodig dure herstellingen kunnen worden vermeden. In die zin vormt dit hoofdstuk de motivatie voor het hele onderzoek, omdat het laat zien waarom tijdige detectie niet alleen technisch, maar ook economisch van groot belang is.

3.7 PREVENTIEVE MAATREGELEN BIJ NIEUWBOUW

3.7.1 INLEIDING

De belangrijkste preventie begint al in de ontwerpfase. Een duurzame constructie vraagt om een correcte materiaalkeuze, voldoende betondekking, een aangepaste betonsamenstelling en een doordachte detaillering die waterstagnatie, scheurvorming en de indringing van schadelijke stoffen beperkt.

Binnen de materiaalkeuze blijft klassiek wapeningsstaal de standaard, maar dit materiaal blijft gevoelig voor corrosie wanneer de bescherming van het beton afneemt. Daarom worden ook alternatieven onderzocht, zoals roestvaststaal, GFRP-wapening, andere FRP-systemen, staalvezelbeton, kunststof- en glasvezels en textielwapening. Deze materialen kunnen de kans op corrosie of scheurvorming verkleinen, maar zijn vaak duurder, minder gangbaar of toepassingsspecifiek.

Uit dit hoofdstuk blijkt dat de meest duurzame aanpak niet steunt op één enkel materiaal, maar op een combinatie van goede ontwerpkeuzes, een aangepaste betonkwaliteit, voldoende bescherming van de wapening en een correcte uitvoering. Hoewel deze inzichten waardevol zijn als bredere context, spelen ze geen doorslaggevende rol in het uiteindelijke resultaat van dit onderzoek, dat vooral inzet op herkenning, bewustwording en opvolging binnen bestaande gebouwen. [\[161\]](#) [\[162\]](#) [\[163\]](#) [\[164\]](#) [\[165\]](#) [\[166\]](#) [\[167\]](#) [\[168\]](#) [\[169\]](#) [\[170\]](#) [\[171\]](#) [\[172\]](#) [\[173\]](#) [\[174\]](#) [\[175\]](#) [\[176\]](#)

3.7 werd eerst onderzocht omdat het aanvankelijk een interessante aanvulling leek binnen de brede context van preventie en toekomstige toepassingen. Het hoofdstuk biedt inzicht in een mogelijke benadering die laat zien hoe betonrot of gelijkaardige problematieken in een latere fase kunnen worden aangepakt. Binnen het uiteindelijke resultaat ligt de focus echter sterker op bestaande gebouwen en op sensibilisering, preventie en vroegtijdige herkenning in de huidige gebouwcontext. Daarom wordt dit onderdeel niet als kern van het resultaat gebruikt, maar wel als ondersteunende achtergrond die de bredere thematiek van het onderzoek verduidelijkt.

3.8 HISTORISCHE BOUWGOLF ALS VERKLARING VOOR DE HUIDGE HERSTELNOOD

3.8.1 INLEIDING

De huidige herstelneed bij appartementsgebouwen is niet toevallig ontstaan.

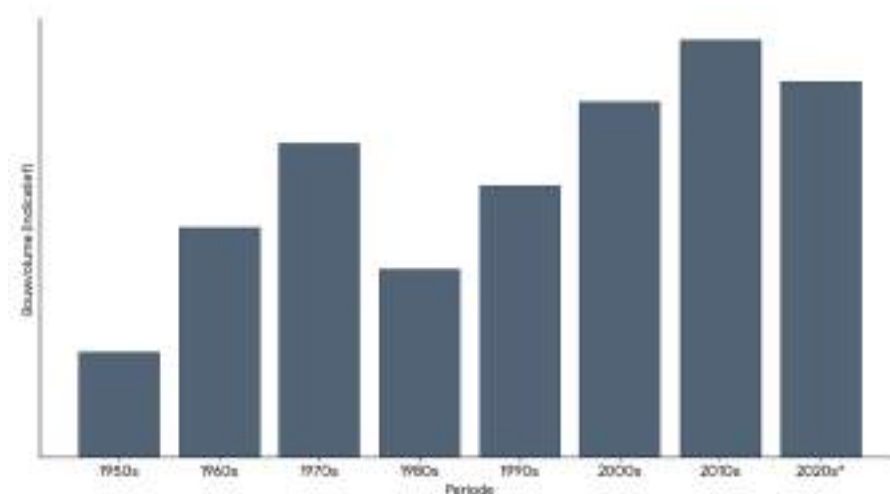
Ze hangt samen met de sterke bouwactiviteit in de naoorlogse periode, en vooral met de grote toename van appartementsbouw in de jaren 1960 en 1970. ^[177] ^[178]

Voor dit onderzoek is die historische context relevant omdat veel gebouwen uit die periode vandaag een leeftijd bereiken waarop veroudering, schade en renovatienood duidelijker worden. ^[178]

3.8.2 STERKE TOENAME VAN APPARTEMENTSBOUW

In de naoorlogse periode nam de woningproductie sterk toe.

Vooraf in de jaren '60 en '70 werden op grote schaal appartementen en wooncomplexen gebouwd. ^[178]



Afb. 44 Relatieve bouwintensiteit appartementen per decennium (Statbel)

Belangrijke vaststellingen:

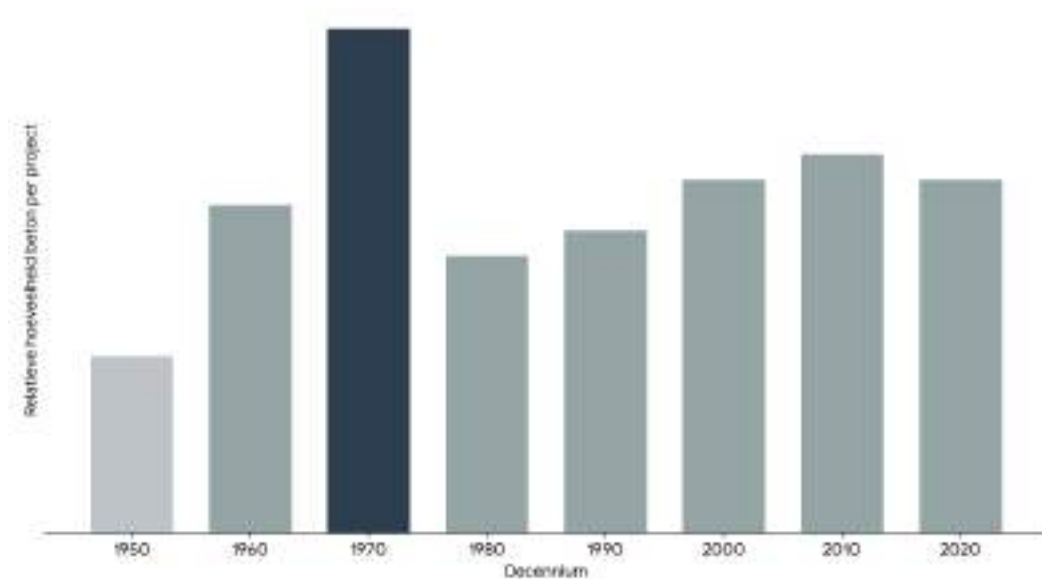
- eind jaren 1960 werden in Brussel jaarlijks meer dan 7000 nieuwe wooneenheden gebouwd;
- grote ontwikkelaars realiseerden in België samen ongeveer 65.000 appartementseenheden in de jaren 1960 en 1970;
- Appartementsgebouwen werden in die periode een belangrijk onderdeel van de stedelijke uitbreiding en verdichting. ^[178]

Daardoor ontstond een grote groep gebouwen met een vergelijkbare ouderdom en een gelijkaardige bouwcontext. ^[178] ^[179]

3.8.3 BETON ALS DOMINANT BOUWMATERIAAL

De toename van de appartementsbouw viel samen met een sterke doorbraak van beton in de residentiële bouw. ^[177] ^[180]

Beton werd in deze periode op grote schaal toegepast, zowel in traditionele draagstructuren als in meer industriële en geprefabriceerde systemen. ^[177] ^[180]



Afb. 45 Procentuele intensiteit van betongebruik (Fedbeton)

Typische toepassingen in die periode:

- prefab vloersystemen;
- prefab gevelpanelen;
- zware prefabsystemen;
- Architectonisch beton als zichtbaar en constructief materiaal. ^[180]

Hierdoor is een groot deel van het appartementsbestand uit deze periode sterk betongebonden opgebouwd. ^{[177] [180]}

3.8.4 INDICATIE VAN HET BETONGEBRUIK

Dat beton een belangrijke rol speelde in de woningbouw, blijkt ook uit gegevens over het cementverbruik in België. Ongeveer 36% van het cementverbruik ging naar de residentiële bouw. Dat bevestigt dat woning- en appartementsbouw in deze periode een belangrijke afzetmarkt vormde voor beton. ^[181]

Voor dit onderzoek betekent dit:

- er werden veel appartementsgebouwen gebouwd; ^[178]
- er werd in diezelfde periode veel beton gebruikt; ^[181]
- veel van die gebouwen behoren dus vandaag tot een betonintensief verouderend gebouwenbestand. ^[179]

3.8.5 GEVOLG VOOR DE HUIDIGE HERSTELOPGAVE

Veel appartementsgebouwen uit de jaren 1960 en 1970 zijn vandaag ongeveer 50 tot 70 jaar oud. Dat is een leeftijd waarop gebreken in beton, detaillering, waterafvoer en bescherming zich steeds duidelijker kunnen manifesteren. ^{[177] [179]}

Daardoor ontstaat vandaag een geconcentreerde herstelopgave:

- veel gebouwen hebben een vergelijkbare ouderdom; ^[179]
- veel gebouwen zijn uitgevoerd in beton of prefab beton; ^{[177] [180]}
- veel gebouwen komen nu gelijktijdig in aanmerking voor renovatie en herstel. ^[178]

Het gaat dus niet alleen om individuele schadegevallen, maar om een bredere generatie gebouwen die in een gelijkaardige bouwperiode tot stand kwamen. ^[178]

3.8.6 CONCLUSIE

De historische bouw golf is relevant voor dit onderzoek omdat ze mee verklaart waarom vandaag een groot aantal residentiële appartementsgebouwen een leeftijd bereikt waarop inspectie en preventieve opvolging steeds belangrijker worden. Vooral gebouwen uit de jaren 1960 en 1970 bevinden zich vandaag in een fase waarin veroudering, beperkte bescherming en vroegere bouwpraktijken de kans op schade vergroten. Deze context ondersteunt de keuze om binnen de campagne extra aandacht te vragen voor gebouwen vanaf 25 jaar, omdat vanaf dat moment een preventieve diagnose zinvol kan zijn, ook wanneer de schade nog niet zichtbaar is. Het hoofdstuk vormt zo niet alleen een historische achtergrond, maar ook een inhoudelijke onderbouwing van de gekozen focus binnen het resultaat.

3.9 EINDCONCLUSIE

Uit het theoretisch kader blijkt dat betonrot geen eenvoudig zichtbaar schadebeeld is, maar een geleidelijk degradatieproces waarbij de aantasting van de wapening vaak al op gang is gekomen vóórdat de schade duidelijk aan de buitenzijde waarneembaar wordt. De literatuur toont dat carbonatatie, chloride aantasting, scheurvorming, vochtbelasting en betondekking samen bepalen hoe snel het proces evolueert en welke bouwdelen het meest kwetsbaar zijn. Tegelijk maakt het theoretisch kader duidelijk dat visuele vaststellingen alleen onvoldoende zijn om de ernst van de aantasting correct in te schatten. Daarom is een combinatie nodig van herkenningssignalen, inspectielogica en technische onderzoeksmethoden, waarbij de resultaten steeds binnen de context van het gebouw moeten worden geïnterpreteerd.

Daarnaast blijkt dat betonrot in residentiële meergezinsgebouwen niet alleen een technisch probleem is, maar ook een kwestie van timing, beheer, communicatie en besluitvorming. De nood aan tijdige herkenning, preventieve opvolging, correcte diagnose en aangepaste herstelkeuze hangt rechtstreeks samen met de manier waarop eigenaars, syndici en mede-eigenaars signalen begrijpen en erop reageren. Ook de historische bouw golf van appartementsgebouwen en de veroudering van bestaande gebouwen maken duidelijk waarom deze problematiek vandaag actueel is en waarom een preventieve benadering steeds relevanter wordt.

Het theoretisch kader fungeert daarmee niet alleen als inhoudelijke achtergrond, maar vormt tevens de rechtstreekse basis voor het verdere praktijkonderzoek én de ontwikkeling van de campagne. De inzichten omtrent oorzaken, signalen, risicogebieden en inspectiemethoden leveren de concepten en instrumenten waarmee in hoofdstuk 4 wordt onderzocht hoe betonrot zich in concrete dossiers manifesteert en hoe de toestand van gebouwen effectief kan worden beoordeeld. Deze verankering van theorie in praktijk maakt het mogelijk om relevante elementen te selecteren die later als kernboodschap en praktische handvatten in de campagne worden verwerkt. Zo ontstaat een directe lijn van het theoretisch kader via praktijkonderzoek naar de opbouw van de campagne, waarin de bevindingen doelgericht worden vertaald naar duidelijke en toepasbare communicatie voor eigenaars, syndici en mede-eigenaars.

4 ZELFSTANDIG ONDERZOEK

4.1 CASESTUDY: WEGA-MIRA-SIRIUS

4.1.1 INLEIDING

Voor deze case heb ik de statutaire algemene vergadering van de residentie Wega-Mira-Sirius te Blankenberge (Franchommelaan 116-124). bijgewoont. Dit hoofdstuk analyseert de betonrotproblematiek die zich hier heeft voorgedaan. Het geeft inzicht in hoe het probleem ontstond, hoe het technisch is onderzocht, welke oplossing door de Algemene Vergadering is gekozen, en welke lessen kunnen worden geleerd om toekomstige dergelijke kostbare beschadigingen te voorkomen.

Gebouw: Residentiën Wega-Mira-Sirius

Locatie: Franchommelaan 116-124, 8370 Blankenberge

Gebouwtype: Appartementen met uitkragende balkons

Bouwjaar: Tweede helft jaren '80

Studiebureau: Konstant bv

Onderzoeksdatum: 10-17 februari 2026

Algemene Vergadering: 7 maart 2026

Zie [bijlage 1](#) voor het volledige verslag van deze vergadering



Afb. 46 Voorgevel residentie Wega-Mira-Sirius (Immomarina)

4.1.2 SITUATIE EN PROBLEEMSTELLING

4.1.2.1 DE SITUATIE TER PLAATSE

Waargenomen problemen (februari 2026):

- **Balkonneuzen:** Ernstige scheurvorming op alle verdiepingen, risico op vallende brokstukken
- **Balustrade-ankers:** Penetreren de balkondichting, waardoor water indringt in de balkonplaat
- **Vochtsignaturen:** Onderaan alle balkonneuzen zichtbaar in plafondhemels
- **Balkonhemels:** Waterinfiltratie via ankerpunten en frontale zones van balkonneuzen (geen waterdichting aanwezig)
- **Balustrades:** Hoogte 95cm, voldoet niet aan norm NBN 03-004 (moet 110-120cm zijn)
- **Brandtrappen:** In gedegradeerde toestand, corrosie, niet-conforme trapleuningen
- **Gevelmetselwerk:** Grotendeels in goede staat, maar erosie van voegwerk op dakappartement (V10)
- **Rolluiken:** Corrosie op geleiders/omkasting

4.1.2.2 HISTORISCHE CONTEXT

Het gebouw dateert uit de jaren '80 en heeft uitkragende overloopbalkons. Sinds de oprichting zijn geen grote werken aan de achtergevel uitgevoerd, met uitzondering van isolatiewerken op dakterras V10 (ca. 10 jaar geleden). De balkonstructuur bleef ongewijzigd — er werd geen preventief onderhoud uitgevoerd.



Afb. 47 (Konstant)



Afb. 48 (Konstant)



Afb. 49 (Konstant)



Afb. 50 (Konstant)

4.1.3 TECHNISCH ONDERZOEK

Studiebureau Konstant B.V. voerde een uitgebreid onderzoek uit met zowel visuele inspectie als niet-destructieve en semi-destructieve metingen.

4.1.3.1 DEKKINGSMETINGEN

- **70% van balkonplaten:** Rode zone (betondekking < 25mm boven wapening)
- **Balkondikte:** Slechts 10cm (ontoereikend voor duurzaamheid)
- **Conclusie:** Onderwapening zeer schadegevoelig bij vocht- en zuurstofaanbod

4.1.3.2 CARBONATATIEMETINGEN

Met fenolftaleïne-test bepaald:

Verdieping	Schadezone	Carbonatiediepte
V3	Ja	18mm
V4	Nee	48mm
V5	Ja	46mm
V6	Ja	40mm
V8	Nee	30mm
Gemiddelde	—	36,4mm

Gevolgtrekking: Merendeel van de onderwapening ligt in gecarbonateerd beton → wapeningscorrosie te verwachten → volumetoename → beton barst.

4.1.3.3 CHLORIDEMETINGEN

Chloridegehalte gemeten op 0-2 cm en 2-4 cm diepte:

Verdieping	Schadezone	0-2cm	2-4cm	Beoordeling
V3	Ja	0,54%	0,76%	Matig
V4	Nee	0,26%	0,20%	Klein risico
V5	Ja	1,21%	1,23%	Groot risico
V6	Ja	0,95%	0,86%	Matig
V7	Nee	0,32%	0,28%	Klein risico
Kritische waarden: <0,4% = klein risico		0,4-1,0% = matig	>1,0% = groot risico	

V5 toont een pitting-corrosierisico (chloride > 1,0%), waarbij staal lokaal wordt afgebroken.

4.1.3.4 GEVELMETSSELWERK

Endoscopisch onderzoek spouwankers: goed functioneren

Spouwbreedte: ±4cm

Isolatie: niet aanwezig

4.1.4 DIAGNOSE EN RISICOBEOORDELING

4.1.4.1 KRITIEKE BEVINDINGEN

- **Oppervlakkige betondekking:** Onderwapening < 25mm (70% van meting)
- **Gecarbonateerd beton:** Carbonatiefront bereikt wapening → passivatielaag verdwenen
- **Vochtige omgeving:** Balkonneuzen niet waterdicht → water dringt in via infiltratie en ankers
- **Risico vallende brokstukken:** Ernstige scheurvorming, onthechting zeer realistisch → veiligheidskwestie
- **Constructieve zwakte:** Balkonplaten slechts 10cm dik, ontoereikend voor duurzaamheid

4.1.4.2 WAAROM ZO ERNSTIG?

Kettingreactie:

Geen waterdichting balkonneus

↓

Water infiltreert via balustrade-ankers

↓

Water bereikt gecarbonateerd beton

↓

Roest vormt zich (6x volumetoename)

↓

Beton barst (delaminatie)

↓

Meer waterpenetratie (positieve feedback)

↓

Scheurvorming versnelt exponentieel

Timing van diagnose: Probleem was al evident in februari 2026 → waarschijnlijk al jaren in ontwikkeling zonder interventie.

4.1.5 GEKOZEN OPLOSSING

4.1.5.1 ALGEMENE VERGADERING BESLUIT

Stemming: 60,94% voor Optie 1 (3.630 quotiteiten van 5.957)

Niet akkoord: 2.327 quotiteiten

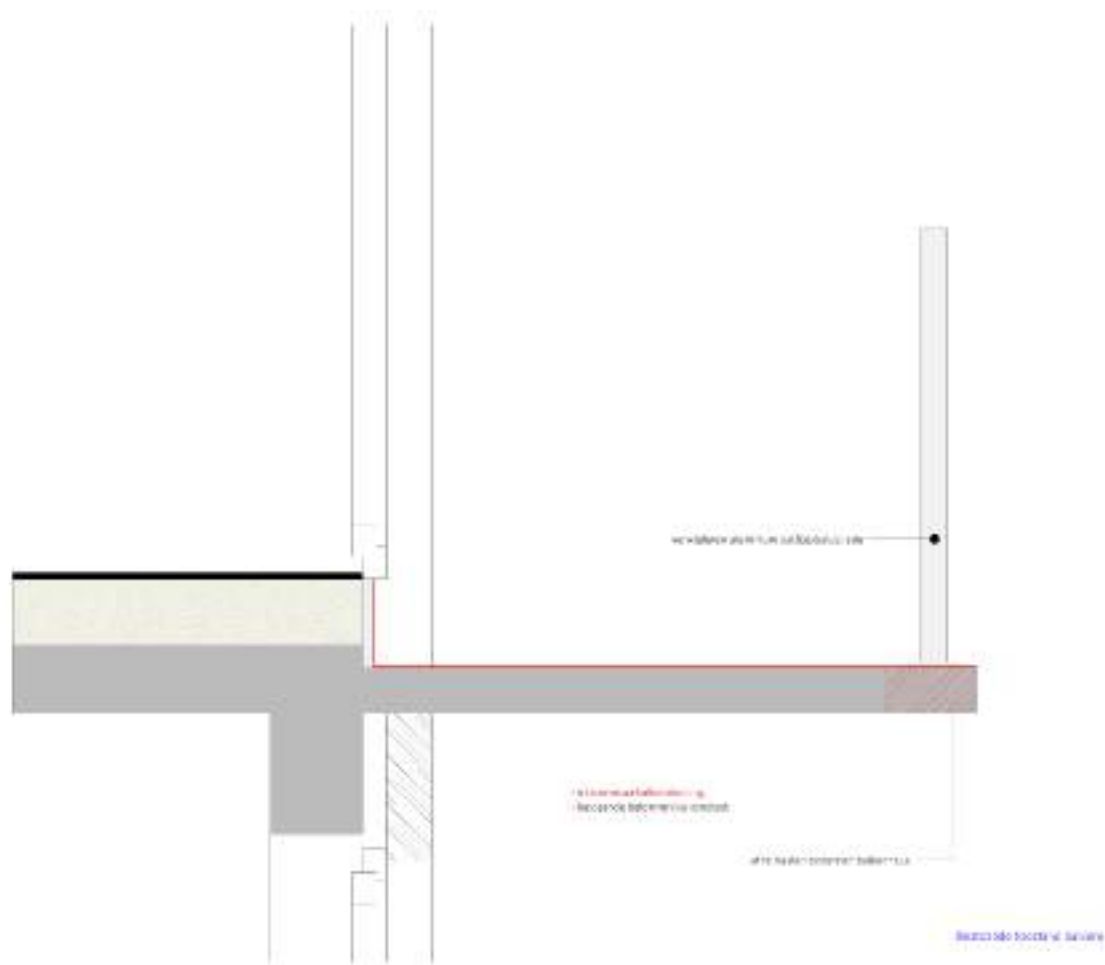
Onthouding: 156 quotiteiten

Duidelijk dat meerderheid wel wilde aanpakken, minderheid had bezwaren (waarschijnlijk kostenoverwegingen).

➔ **quotiteiten is de verdeling van de stemmacht in de VME, meestal gekoppeld aan het aandeel van elke eigenaar in de gemeenschappelijke delen.**

4.1.5.2 DRIE RAMINGOPTIES GEPRESENTEERD

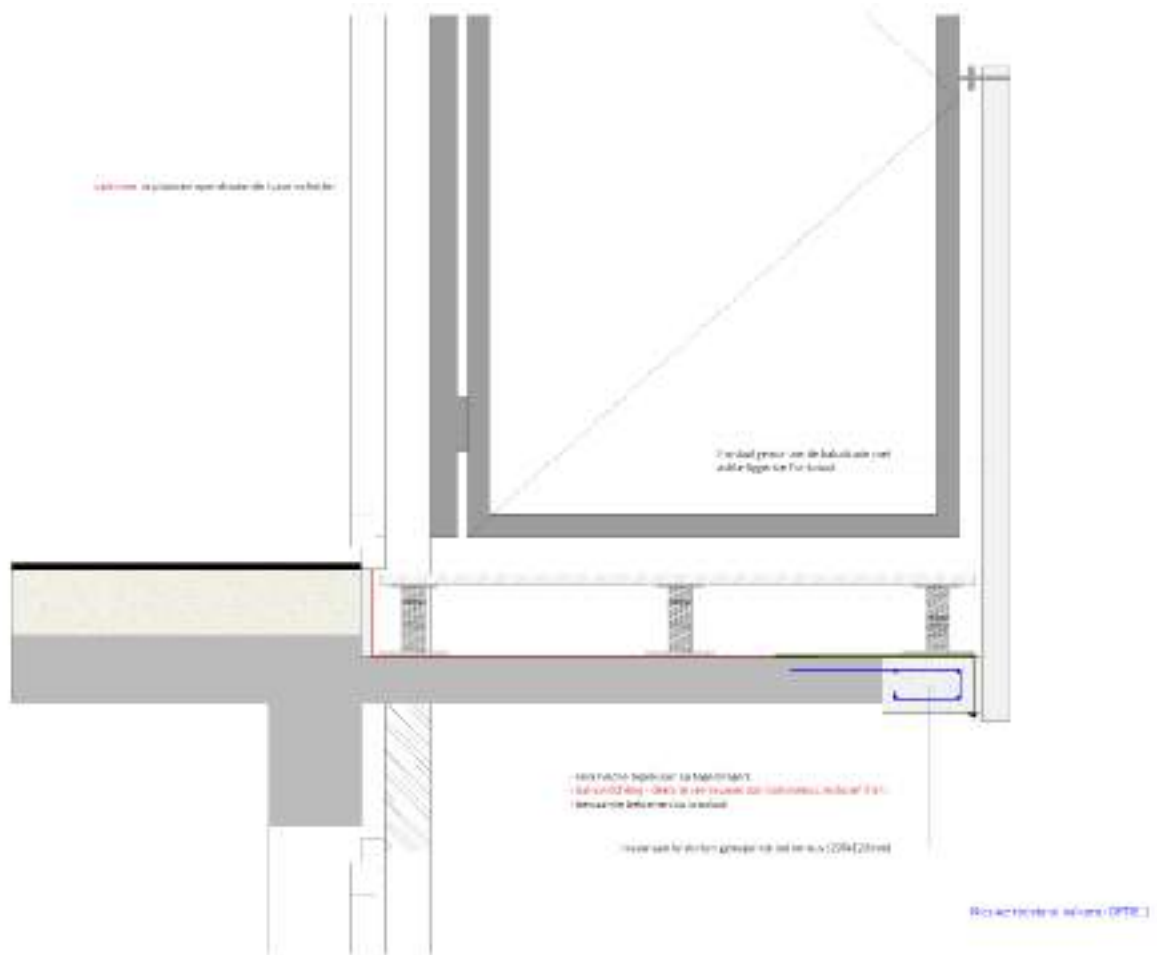
Bestaande toestand:



Afb. 51 Doorsnede bestaande toestand (Konstant)

Optie 1 (Gekozen): Keramische tegels op balkons

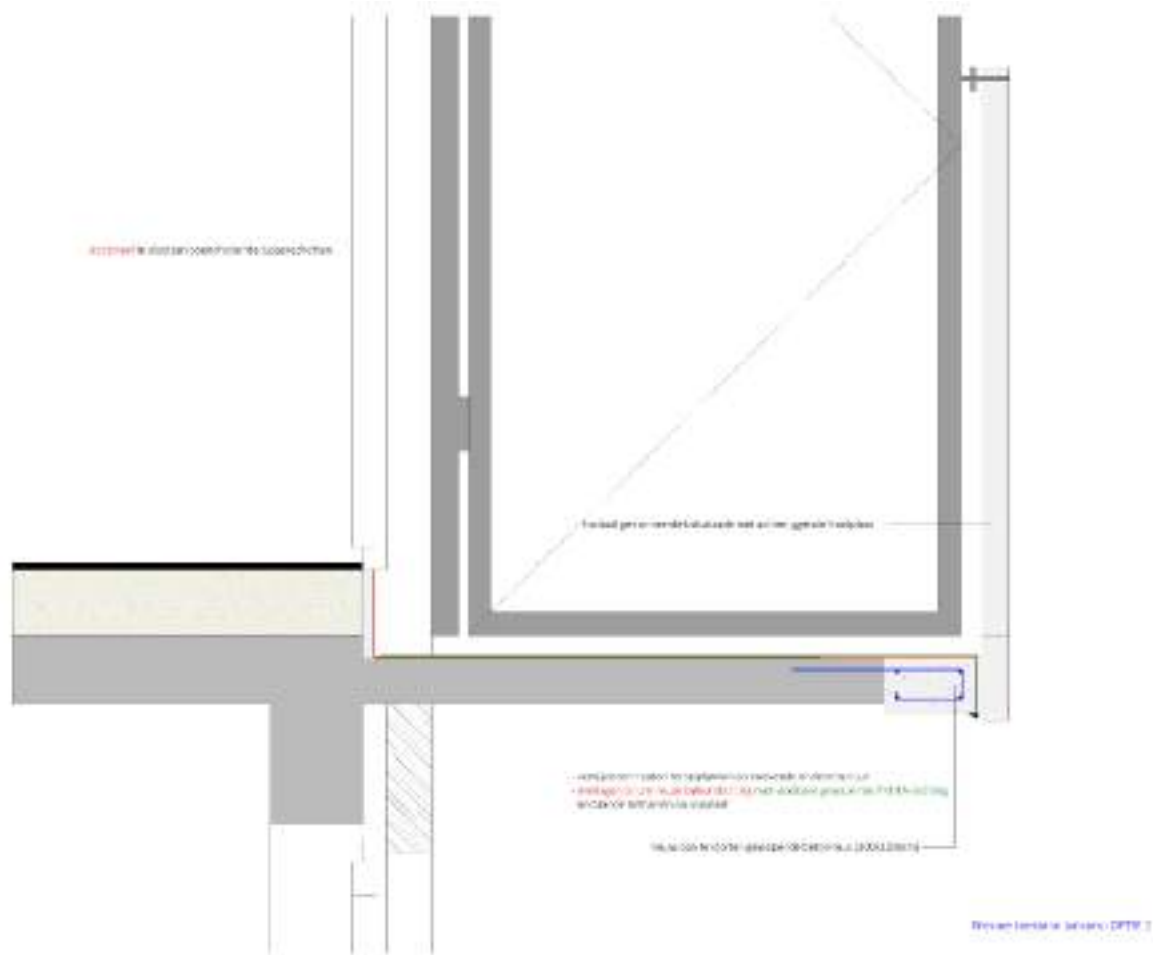
- **Raming:** €650.000 (incl. BTW + ereloon studiebureau)
- **Werkwijze:** 20cm balkonneuzen verwijderen, nieuwe wapening chemisch verankeren, PMMA-balkondichting, keramische tegels, nieuwe balustrades



Afb. 52 Doorsnede optie 1 (Konstant)

Optie 2: PMMA-dichting zonder tegels

- **Raming:** €600.000
- **Voordeel:** €50.000 besparing
- **Nadeel:** Minder esthetisch, sneller slijtage



Afb. 53 Doorsnede optie 2 (Konstant)

Optie 3: Balkons volledig vernieuwen

- **Raming:** €730.000
- **Voordeel:** Meest duurzaam
- **Nadeel:** Kostelijkst, destructiefst

De drie herstelopties tonen samen dat een herstelkeuze altijd een afweging is tussen minimale ingreep, bijkomende bescherming en een grondige, toekomstgerichte aanpak. Het resultaat is relevant omdat hieruit blijkt dat de oplossing niet alleen technisch moet kloppen, maar ook begrijpelijk en haalbaar moet zijn voor het doelpubliek.

Daarom wordt in het resultaat niet alleen uitgelegd wat er kan gebeuren bij herstel, maar ook waarom de ene keuze soms beter is dan de andere op het vlak van kost, duurzaamheid en toekomstig beheer. Zo vormt deze verwerking een brug naar een praktische en bruikbare conclusie.

4.1.5.3 PROJECTDETAILS (OPTIE 1)

Werkzaamheden:

- Balkonneuzen 20cm diep verwijderen
- Nieuwe wapening plaatsen (chemisch verankerd)
- Betonherstel EN1504
- Balkondichting vervangen (PMMA)
- Frontale zijde balkonneus waterdicht maken (druipprofiel)
- Keramische tegels op tegeldragers
- Nieuwe balustrades (norm NBN 03-004, 110cm, frontmontage)
- Gevelvoegwerk + plaatselijk gevelsteen herstel
- Brandtrappen vervangen (niet alleen restaureren, maar INTEGRAL vernieuwen — normen niet conform)

Financiering:

- €650.000 opgevraagd (totaal gebouw volgens quotiteiten)
- Betaaldatum: 15 april 2026
- Projectduur: ±6 maanden
- Werkstart: november 2026 (streef)
- Werkafronding: mei 2027 (streef)

Volgende stap: Bijzondere Algemene Vergadering 16 mei 2026 → selectie aannemer na offertes

4.1.5.4 WAAROM NIET OPTIE 2 OF 3?

Optie 2 afgewezen:

- Te goedkoop vond eigenaren minder betrouwbaar op lange termijn

Optie 3 afgewezen:

- Veel kostelijker zonder duidelijke meerwaarde
- Deestructiever voor bewoners (langere werkduur)

Bijkomende bescherming en een grondige, toekomstgerichte aanpak. Het resultaat is relevant omdat hieruit blijkt dat de oplossing niet alleen technisch moet kloppen, maar ook begrijpelijk en haalbaar moet zijn voor het doelpubliek.

Daarom wordt in het resultaat niet alleen uitgelegd wat er kan gebeuren bij herstel, maar ook waarom de ene keuze soms beter is dan de andere op het vlak van kosten, duurzaamheid en toekomstig beheer. Zo vormt deze verwerking een brug naar een praktische en bruikbare conclusie.

4.1.6 HOE KON DIT VOORKOMEN WORDEN?

4.1.6.1 PREVENTIEVE MAATREGELEN DIE ONTBRAKEN

1. Periodieke inspectie (elke 5-10 jaar)

- **Ontbroken:** Geen onderzoek sinds de oprichting (±40 jaar!)
- **Gevolg:** Probleem groeide onopgemerkt tot kritieke fase
- **Kostbesparing:** Vroege detectie had reparatie 40-50% goedkoper gemaakt

2. Waterdichting balkonneuzen (preventief)

- **Ontbreken:** Geen waterdichting op frontale zijde balkonneuzen
- **Veroorzaker:** Water stroomt direct af over onbeschermd betonhemels
- **Oplossing:** Hydrofobe coating of waterdichting na ongeveer 15 jaar zou waterinfiltratie hebben voorkomen

3. Balustrade-ankers revisie

- **Ontbreken:** Ankers doorboren balkondichting → waterpenetratie direct naar wapening
- **Ontwerp-fout:** Balustrade bovenop dichting plaatsen → perfecte wateromleidingsroute
- **Vroeg ingrijpen:** Waterdichte afdichting rond ankers zou jaren hebben kunnen voorkomen

4. Betondekking adequate design

- **Ontbreken:** 10cm balkondikte, onderwapening < 25mm dekking
- **Probleem:** Voor maritiem klimaat (zeelucht, zout) ontoereikend
- **Moderne standaard:** Minimaal 40-50mm dekking in maritiem klimaat

5. Jaarlijks onderhoud plan

- **Ontbreken:** Geen geplande jaarlijkse schoonmaak, inspectie, kleine reparaties
- **Oorzaak:** Vogeluitwerpselen, bladeren verstopen drainage → waterstuwning → corrosie versneld
- **Investering:** €5.000/jaar onderhoud bespaart €650.000 later

6. Dakterrassen isolatie update (10 jaar geleden)

- **Deels uitgevoerd:** V10 dakterrassen wel geïsoleerd/waterdicht gemaakt
- **Gemist:** Balkons beneden NIET opgenomen in renovatie → inconsistent gebouwonderhoud
- **Logica:** Alle horizontale waterdichte lagen gelijk behandelen

4.1.6.2 KOSTEN-NUTANALYSE: PREVENTIE VS. NOODREPARATIE

SCENARIO	JAAR 1-15	JAAR 15-25	JAAR 25-30	TOTAAL	OPMERKINGEN
Geen onderhoud	€0	€0	€650.000	€650.000	Huidge situatie
Jaarlijks klein onderhoud (€5k/j)	€75.000	€50.000	€150.000	€275.000	60% besparing
Waterdichting na 15j (€100k)	€0	€100.000	€200.000	€300.000	54% besparing
Hydrofobe coating elke 8j (€30k)	€30.000	€30.000	€150.000	€210.000	68% besparing

Conclusie: €5.000-30.000 aan preventief onderhoud per jaar bespaart uiteindelijk €350.000-450.000 aan noodreparaties.

4.1.7 ANALYSE BESLISSINGSPROCES AV

4.1.7.1 HOE VERLIEP DE VERGADERING?

Quorum: 61,13% aanwezig (6.113 aandelen van 10.000)

Tijdsduur: 14:05 - 17:54 (3 uur 49 min)

Voorzitter: Rien Sanders

Secretaris: Bruno Spaens

4.1.7.2 BETONROT AGENDAPUNT

Vorbereiding:

- Studiebureau Konstant lichtte studie toe
- Drie opties gepresenteerd met ramingen

Discussie-punten waargenomen:

- Meerderheid erkende urgentie (veiligheid, vallende brokstukken)
- Minderheid bezorgd om kosten
- Consensus dat Optie 1 beste balans bood (kwaliteit vs. kosten)
- Niemand twijfelde aan noodzaak van aanpak (alle drie opties > €600k)

Stemming:

- Ja: 3.630 quotiteiten (60,94%)
- Nee: 2.327 quotiteiten (39,06%)
- Onthouding: 156 quotiteiten

Beslissing: Gedragen door meer dan 2/3-meerderheid (wettelijk vereist voor grote werken)

4.1.7.3 WAAROM SPLITSING IN JA/NEE/ONTHOUDING?

Ja-stemmers (60,94%): Erkenden dringendheid, aanvaardden kostbesparing Optie 1

Nee-stemmers (39,06%): Mogelijk voorkeur Optie 2 (goedkoper) OF bezwaar tegen kostenverdeling / timing

Onthoudingen (156 aandelen): Waarschijnlijk afwezig met volmacht of neutraal

Belangrijk: Geen enkele eigenaar wilde helemaal niks doen — iedereen stemde op één van de drie opties.

4.1.7.4 CONCLUSIE VERGADERING

Uit deze vergadering blijkt dat de beslissing over betonrot vooral werd bepaald door de concrete ernst van het probleem in dit gebouw. De aanwezigheid van vallende brokstukken maakte de situatie zichtbaar urgent, waardoor niemand nog twijfelde aan de noodzaak om in te grijpen. Tegelijk toont de bespreking dat de keuze voor een oplossing niet alleen afhing van veiligheid, maar ook van de hoge kostprijs van de drie voorgestelde opties, die allemaal boven € 600.000 lagen. Vooral optie 1 werd naar voren geschoven omdat die volgens de vergadering de beste balans bood tussen kwaliteit en kosten.

De stemming bevestigt dat er wel draagvlak was voor actie, maar niet voor een onbeperkte besteding. De meerderheid stemde voor, terwijl een aanzienlijk deel tegen stemde, wat erop wijst dat de kosten en mogelijk ook de verdeling ervan zwaar wogen in de besluitvorming. Deze vergadering laat dus zien dat het resultaat niet alleen technisch moet vermelden welke herstelopties mogelijk zijn, maar ook moet weergeven hoe de afweging tussen veiligheid, kost en haalbaarheid in de praktijk tot een beslissing leidt.

4.1.8 COMMUNICATIE EN TRANSPARANTIE

4.1.8.1 POSITIEVE ASPECTEN

- **Studiebureau ingehuurd:** Onafhankelijk en deskundig onderzoek
- **Meerdere ramingopties:** Eigenaren konden kiezen (geen dwang)
- **Documentatie online:** "Syndic Online" toegankelijk voor voorbereiding
- **Mondelinge toelichting:** Studiebureau lichtte ter plaatse toe
- **Gelijk stemrecht:** Quotiteiten respecteren majoriteitsbelang

4.1.8.2 GEMISTE KANSEN

- **Vroege waarschuwing:** Geen preventieve inspectie decennia eerder
- **Niet-destructief toetsen:** Geen regelmatige thermografie/inspecties
- **Eigenaarscommunicatie:** Niet duidelijk gemaakt wat preventief onderhoud kon kosten voorkomen
- **Geschiedenisverhaal:** Geen uitleg *waarom* balkons zo slecht waren (~40 jaar geen werk)

4.1.9 CONCLUSIE

4.1.9.1 HOE KWAM HET ZO VER?

Wega-Mira-Sirius is een voorbeeld van een standaard Nederlands/Belgisch appartementencomplex uit de jaren '80: goed ontworpen, maar gebouwd met beperkte kennis van langetermijnbetonbescherming in een maritiem klimaat (Blankenberge aan zee = zoutlucht + vocht).

Kritieke verzuimen:

- Onvoldoende betondekking (10cm plaat, <25mm dekking)
- Geen waterdichting balkonneus-voorkanten
- Balustrade-ankers doorboren dichting
- Nul preventief onderhoud 40 jaar lang

Gevolg: carbonatatie + vochtige omgeving = exponentiële schade-groei.

4.1.9.2 OPLOSSING GESLAAGD?

Optie 1 (€650.000) is **pragmatisch** gekozen:

- Veiligheid hersteld (vallende brokstukken-risico weg)
- Duurzaamheid toegenomen (PMMA, nieuwe balustrades)
- Kosteneffectief (€50k besparing vs. Optie 3)
- Democratische stemming (60,94% meerderheid)

Maar: dit had voorkomen kunnen worden met preventief onderhoud per jaar.

4.1.10 PROBLEMEN NA DE SAV

Contact met de technische dienst

Na de Algemene Vergadering werd contact opgenomen met de technische dienst van Residentie Wega-Mira-Sirius om het dossier beter te begrijpen en de technische achtergrond van de betonrotproblematiek beter te kaderen. Het gesprek wees erop dat de beslissing voor de renovatie wel genomen werd, maar dat er nadien veel klachten kwamen over de prijs en de timing van de werken.

Uit die reactie bleek duidelijk dat de technische vaststelling op zich niet volstaat om een dossier vlot vooruit te helpen. Zodra de kostprijs bekend is, ontstaat vaak opnieuw discussie binnen de mede-eigendom, zelfs wanneer de noodzaak van de werken technisch al vaststaat. Dat toont aan dat betonrot niet alleen een bouwkundig probleem is, maar ook een financieel en organisatorisch knelpunt dat pas na de vergadering echt zichtbaar wordt.

Het gesprek gaf ook duidelijk aan:

- dat betonrot in de praktijk vaak pas bekeken wordt wanneer er pas visuele schade zichtbaar is;
- dat eigenaars bij afwezigheid van zichtbare schade niet snel overgaan tot preventief onderzoek;
- dat de kostprijs in mede-eigendom vaak al hoog genoeg ligt door andere werken;
- dat na een eerste verslag meestal een vergadering volgt, maar dat het vervolg en de concrete uitvoering vaak nog niet vanzelf vastliggen;
- dat er achteraf veel klachten kwamen over de prijs van de renovatie;
- dat die kostendiscussie ervoor zorgt dat het dossier opnieuw onder druk komt te staan.

Net dat vormt een belangrijk probleem: wanneer onderzoek wordt uitgesteld tot de schade zichtbaar wordt, is de aantasting vaak al verder gevorderd en zijn de herstellingskosten meestal veel hoger. Uitstel lijkt op korte termijn dus kosten te besparen, maar zorgt in de praktijk vaak juist voor een zwaarder en duurder dossier op de lange termijn.

Dit bevestigt dat het resultaat niet alleen moet helpen om betonrot vroeg te herkennen, maar ook om de noodzaak van inspectie beter te onderbouwen vóórdat de schade zichtbaar wordt en de kosten te hoog oplopen. Een duidelijke inschatting van het risico en het inspectiemoment kan daardoor helpen om discussies, uitstel en onverwachte financiële druk binnen de mede-eigendom te beperken.

Zie [bijlage 12](#) voor het nageleverde lastenboek voor deze herstelling.

4.1.11 INTERPRETATIE CASESTUDY

Deze casestudy is relevant binnen deze bachelorproef omdat ze de theoretische bevindingen vertaalt naar een realistische praktijksituatie in een residentieel meergezinsgebouw. Het gaat daarbij om één specifieke case, die niet in haar geheel representatief hoeft te zijn voor alle appartementsgebouwen, maar wel exemplarisch is voor veelvoorkomende problematieken in de sector. Bij de keuze voor deze casus is bewust nagedacht over de mate waarin de situatie overeenkomt met gangbare gebouwtypen, bouwperiodes en beheerstructuren in Vlaanderen en België. De case toont aan dat betonrot zich niet altijd op een eenvoudige of volledig zichtbare manier manifesteert, waardoor een visuele inspectie vaak onvoldoende is om de ernst van de schade correct in te schatten. Daarnaast maakt de casus duidelijk dat de praktische opvolging van schade afhankelijk is van factoren zoals toegankelijkheid, diagnose en de bereidheid om tijdig verder onderzoek uit te voeren. Hoewel de uitkomsten case-specifiek zijn, wordt de relevantie ondersteund door parallellen met soortgelijke gevallen uit de literatuur en andere praktijkdossiers. Dit sluit rechtstreeks aan bij de onderzoeksvraag, die zich richt op vroegtijdige herkenning en preventie. De casestudy ondersteunt de bachelorproef dus niet alleen door schade vast te stellen, maar ook door te illustreren waarom een systematische en preventieve aanpak noodzakelijk is binnen residentiële meergezinsgebouwen. Op die manier vormt deze case een concrete onderbouwing voor het uiteindelijke resultaat en versterkt ze de brug tussen theorie en praktijk.

4.2 FINANCIËLE OPTIES VOOR VME'S

4.2.1 MIJN VERBOUWLENING VOOR VME'S

Dit is de belangrijkste lening voor verenigingen van mede-eigenaars die werken aan de gemeenschappelijke delen en die willen financieren.

Belangrijkste kenmerken:

- maximaal 60.000 euro voor het gebouw;
- daarbovenop 25.000 euro per wooneenheid die mee instapt;
- looptijd tot 25 jaar;
- bedoeld voor werken aan gemeenschappelijke delen;
- combineerbaar met premies;
- Kredietverzekering tegen wanbetaling is verplicht voor VME's.

4.2.2 MIJN VERBOUWPREMIE

Dit is een premie voor renovatiewerken, ook relevant voor appartementen en appartementsgebouwen.

Belangrijkste kenmerken:

- geen lening maar een premie;
- kan ook gelden voor appartementen en gemeenschappelijke delen onder bepaalde voorwaarden;
- verlaagt de totale kost van renovatiewerken.

4.2.3 MIJN VERBOUWBEGELEIDING

Dit is geen financiële steun in de strikte zin, maar wel een ondersteuningsvorm voor VME's.

Belangrijkste kenmerken:

- bedoeld voor VME's met minstens 15 wooneenheden;
- helpt bij renovatiemasterplannen;
- ondersteunt bij offertes, aannemers en de aanvraag van premies of leningen.

4.2.4 LOKALE LENINGEN OF ONDERSTEUNING VIA ENERGIEHUIZEN

Sommige steden en energiehuizen bieden bijkomende begeleiding of lokale toegang tot Mijn VerbouwLening.

Belangrijkste kenmerken:

- aanvraag en begeleiding verlopen vaak via een woon- of energieloket;
- lokale partners helpen met dossieropmaak en opvolging;

4.2.5 LOKALE PREMIES EN SUBSIDIES

Naast de Vlaamse instrumenten bestaan er soms ook gemeentelijke premies of subsidies.

Belangrijkste kenmerken:

- verschillen per gemeente;
- kunnen aanvullend zijn op Vlaamse steun;
- zijn vaak gericht op renovatie, veiligheid of energiezuinigheid.

4.2.6 BELEIDSMATIGE STIMULANS TOT PREVENTIEF HANDELEN

De financiële en juridische instrumenten voor VME's passen binnen een ruimer beleid dat renovatie in appartementsgebouwen wil versnellen en vereenvoudigen. De Vlaamse overheid erkent dat een groot deel van het woningpark verouderd is en wil eigenaars en VME's daarom niet alleen ondersteunen bij ernstige schade, maar ook aanzetten tot eerder en planmatiger ingrijpen. Ook de hervorming van de mede-eigendom sinds 2018, met onder meer een lagere stembrempel voor bepaalde werken aan gemeenschappelijke delen, en de invoering van Mijn VerbouwBegeleiding tonen aan dat het beleid zowel financiële als administratieve drempels wil verlagen. In dit onderzoek kan dit worden gezien als een extra argument om VME's te stimuleren tot preventief handelen.

4.2.7 ROL VAN FINANCIËLE MIDDELEN BIJ TIJDIGE INGREEP

De financiële opties voor VME's zijn relevant binnen dit onderzoek omdat preventieve diagnose en tijdige opvolging enkel haalbaar zijn wanneer er ook een realistisch financieringskader bestaat. Hoewel de brochure zich vooral richt op bewustmaking en vroegtijdige herkenning, is het belangrijk om te tonen dat een diagnose pas effectief is als er middelen beschikbaar zijn om bevindingen op te volgen. De financiële aanpak vormt dus geen apart doel, maar ondersteunt de praktische uitvoerbaarheid van preventie en herstel.

4.2.8 FEREB ALS ONDERSTEUNENDE ACTOR

FEREB kan in dit onderzoek worden opgenomen als relevante sectororganisatie binnen het domein van betonherstelling. FEREB is de Belgische beroepsfederatie die ondernemingen uit de sector van betonherstelling, bescherming en versterking van beton vertegenwoordigt en daarbij inzet op een kwalitatieve en duurzame uitvoering van herstelwerken.

Daarnaast is FEREB relevant omdat de federatie ook werkt aan certificatie en technische kwaliteitsbewaking binnen de sector. Volgens FEREB behoren tot haar leden onder meer gecertificeerde aannemers voor betonherstelling en verwijst de organisatie naar een vrijwillige procescertificatie conform de Europese norm EN 1504, met externe controle op de uitvoering.

In de context van financiële steun of begeleiding kan FEREB dus best vermeld worden als een aanvullend aanspreekpunt voor technische informatie, sectorspecifieke oriëntatie en de identificatie van gespecialiseerde uitvoerders. Voor een onderzoek is het belangrijk om FEREB niet voor te stellen als subsidieverlener, maar als federatie en als kennis- of netwerkactor binnen de sector.

4.3 LEVENSDUURINSCHATTING VAN EEN GEBOUW

4.3.1 HOE WORDT DE LEVENSDUUR VAN EEN GEBOUW INGESCHAT?

4.3.1.1 INLEIDING

Een levensduurinschatting is een beoordeling van hoe lang een gebouw of bouwdeel nog op een aanvaardbaar niveau kan blijven functioneren, op basis van de huidige toestand en de waargenomen afname. Het gaat dus niet enkel om de ouderdom van het gebouw, maar vooral om de combinatie van technische kenmerken, de evolutie van de schade en de resterende veiligheidsmarge. In de context van betonrot betekent dit dat niet alleen wordt gekeken naar zichtbare schade, maar ook naar de onderliggende factoren die bepalen hoe snel de aantasting zal evolueren.

Deze inschatting is belangrijk omdat ze toelaat om onderhoud, inspectie en eventuele herstellingen beter te plannen. Door niet te wachten tot de schade zichtbaar ernstig wordt, kunnen eigenaars en beheerders op een meer onderbouwde manier beslissen wanneer preventie nog volstaat en wanneer ingrijpen noodzakelijk is. Een correcte levensduurinschatting helpt dus om onverwachte kosten, veiligheidsrisico's en ingrijpende herstelwerken zoveel mogelijk te beperken.

4.3.1.2 ALGEMENE UITGANGSPUNTEN

De levensduur van een gebouw wordt niet uitsluitend bepaald door het bouwjaar. Bij gewapend beton hangt de technische levensduur af van een combinatie van ontwerp, uitvoering, materiaalkwaliteit, blootstelling en onderhoud.

Binnen dit onderzoek werd eerst bekeken of locatie en bouwjaar als basis konden dienen om te bepalen wanneer een inspectie of herstel nodig was. Dat uitgangspunt is bruikbaar als eerste risicoschatting, maar het blijkt onvoldoende om de werkelijke toestand van een gebouw betrouwbaar te beoordelen. Bouwjaar en locatie geven dus slechts een eerste indicatie; een technische tussenstap blijft noodzakelijk om de effectieve restlevensduur te schatten.

Voor gewapend beton is die tussenstap belangrijk omdat de aantasting niet lineair verloopt. Een constructie kan jarenlang weinig of geen zichtbare schade vertonen, terwijl het degradatieproces intern al gaande is. Zodra de wapening onvoldoende beschermd is, kan corrosie versnellen en wordt een preventieve of herstellende ingreep noodzakelijk.

4.3.1.3 WAAROM BOUWJAAR EN LOCATIE NIET VOLSTAAN

Bouwjaar en locatie zijn bruikbaar als selectiemechanisme, maar niet als definitieve beslissingsbasis. Een ouder gebouw kan nog goed presteren wanneer de uitvoering degelijk was en de betondekking voldoende groot is. Omgekeerd kan een jonger gebouw vroeg schade vertonen wanneer de uitvoering tekortschiet of het beton te poreus is.



Afb. 54 Betondekking (eigen foto)

De locatie beïnvloedt het risico wel degelijk, vooral in kustgebieden, zones met slagregen, of gebouwen die sterk blootstaan aan strooizouten en vorst-dooi. Toch verklaart locatie alleen niet waarom sommige elementen sneller degraderen dan andere. Ook de betonkwaliteit, de detaillering en de effectieve uitvoering op de werf spelen daarin een doorslaggevende rol.

Een idee was om locatie en bouwjaar te gebruiken als eerste drempel om te bepalen of een inspectie of herstel mogelijk nodig is. Dat idee blijft bruikbaar, maar enkel als tussenstap. Pas nadat de technische toestand van het beton is onderzocht, kan een onderbouwde beslissing worden genomen over verdere inspectie, preventie of herstel.

4.3.1.4 LEVENSDUUR ALS DEGRADATIEPROCES

De levensduur van beton kan beter worden begrepen als een opeenvolging van fases. Eerst is er een initiatieperiode waarin agressieve stoffen het beton binnendringen zonder dat zichtbare schade ontstaat. Daarna volgt de fase waarin de wapening depassiveert en corrosie op gang komt. In een latere fase ontstaan scheuren, afbrokkeling en verlies van dekking.

Deze benadering maakt duidelijk waarom een gebouw niet alleen op kalenderleeftijd mag worden beoordeeld. De technische levensduur hangt af van het moment waarop de wapening effectief wordt bereikt door carbonatatie of door chloriden en van de snelheid waarmee dat proces daarna verdergaat.

4.3.2 DRIE TESTEN VOOR DE LEVENSDUURINSCHATTING

4.3.2.1 OVERZICHT

Voor een onderbouwde inschatting van de levensduur worden drie eenvoudige, maar complementaire testen gebruikt:

1. Dekkingsmeting.
2. Betonkwaliteit via staalname of boring.
3. Positie van het carbonatatiefront.

Deze drie stappen zijn samen nodig omdat elke test een ander aspect van duurzaamheid onderzoekt. De ene toont de bescherming van de wapening, de andere de kwaliteit van het beton zelf, en de derde de voortgang van de chemische aantasting.

4.3.2.2 DEKKINGSMETING

De eerste test is de dekkingsmeting met een elektromagnetische scanner, ook wel ferroskan genoemd. Deze methode maakt het mogelijk om de ligging van de wapening en de dikte van de betondekking niet-destructief te bepalen.



Afb. 55 Uitvoering dekkingsmeting (eigen foto)



Afb. 56 Resultaat dekkingsmeting (eigen foto)

Die meting is essentieel omdat betondekking de eerste verdedigingslaag tegen betonrot vormt. Wanneer de dekking te klein is, kan vocht, CO₂ of chloride sneller de wapening bereiken, waardoor de passieve laag rond het staal verdwijnt en corrosie kan ontstaan.

De waarde van deze test ligt vooral in de eerste beoordeling van de kwetsbaarheid. Een beperkte dekking betekent niet automatisch dat de schade al zichtbaar is, maar wel dat de restlevensduur vermoedelijk korter is en dat verder onderzoek sneller nodig kan zijn.

4.3.2.3 BETONKWALITEIT

De tweede test onderzoekt de kwaliteit van het beton zelf. Daarbij wordt via een boring of staalname onder meer de water-cementverhouding beoordeeld, omdat die parameter sterk samenhangt met de porositeit en de dichtheid van het beton.

Een lage water-cementverhouding levert doorgaans dichter en duurzamer beton op. Een hoge water-cementverhouding maakt het beton poreuzer, waardoor water en agressieve stoffen makkelijker kunnen binnendringen. Dat versnelt carbonatatie en chloride-indringing, zelfs wanneer de nominale dekking op papier voldoende lijkt.

Deze test is nodig omdat de kwaliteit van het beton niet betrouwbaar zichtbaar is aan de buitenkant. Twee constructies kunnen er identiek uitzien, maar intern een volledig andere duurzaamheid hebben. Precies daarom is een beoordeling op basis van het bouwjaar alleen onvoldoende.



Afb. 57 Nemen van een betonstaal door boring (Joost Beke)

4.3.2.4 CARBONATATIEFRONT

De derde test bepaalt hoe ver het carbonatatiefront al is doorgedrongen. Het carbonatatiefront is de grens tussen gecarbonateerd beton en nog alkalisch beton. Zodra dat front de wapening bereikt, verdwijnt de bescherming van het staal en kan er corrosie ontstaan.

Deze meting gebeurt meestal via een kleine boring of door het toevoegen van fenolftaleïne. Roze beton blijft alkalisch; kleurloos beton is gecarbonateerd. Op die manier wordt zichtbaar hoe ver het aantastingsproces al gevorderd is en hoeveel reserve er nog aanwezig is tussen de aangetaste zone en de wapening.

Ook deze test laat zien waarom een tussenstap noodzakelijk is. Een gebouw kan op basis van ouderdom en locatie risicovol lijken, terwijl het carbonatatiefront nog ver van de wapening ligt. Omgekeerd kan een gebouw relatief jong zijn, maar door slechte betonkwaliteit al dicht bij een kritieke toestand staan.



Afb. 58 Betonkern voor onderzoek (Nebest)

4.3.3 WAAROM DE DRIE TESTEN SAMEN NODIG ZIJN

4.3.3.1 AANVULLENDE ROL VAN ELKE TEST

De drie testen vullen elkaar aan en vormen samen een veel betrouwbaarder beoordelingskader dan alleen het bouwjaar of de locatie. De dekkingsmeting toont aan hoeveel bescherming de wapening nog heeft. De betonkwaliteitsmeting toont aan hoe weerstandbiedend het beton zelf is. De carbonatatie-test toont aan hoe ver de chemische degradatie al gevorderd is.

4.3.3.2 BELANG VAN DE TUSSENSTAP

Dat is precies waarom de tussenstap belangrijk is: de combinatie van locatie en bouwjaar kan een gebouw wel naar voren schuiven als inspectiekandidaat, maar kan op zichzelf niet bepalen of een lichte maatregel volstaat of dat grondig herstel nodig is.

- Dekkingsmeting: toont de beschermingsmarge van de wapening.
- Betonkwaliteit: geeft de interne duurzaamheid van het materiaal weer.
- Carbonatatiefront: toont de huidige voortgang van de aantasting.

4.3.4 VAN METING NAAR BESLISSING

4.3.4.1 MOGELIJKE UITKOMSTEN

Op basis van de testresultaten kan worden bepaald of een gebouw nog kan worden opgevolgd, of dat een grondige inspectie of preventieve ingreep aangewezen is. Wanneer de dekking beperkt is, de betonkwaliteit matig blijkt en het carbonatatiefront dicht bij de wapening ligt, is de resterende levensduur vermoedelijk beperkt.

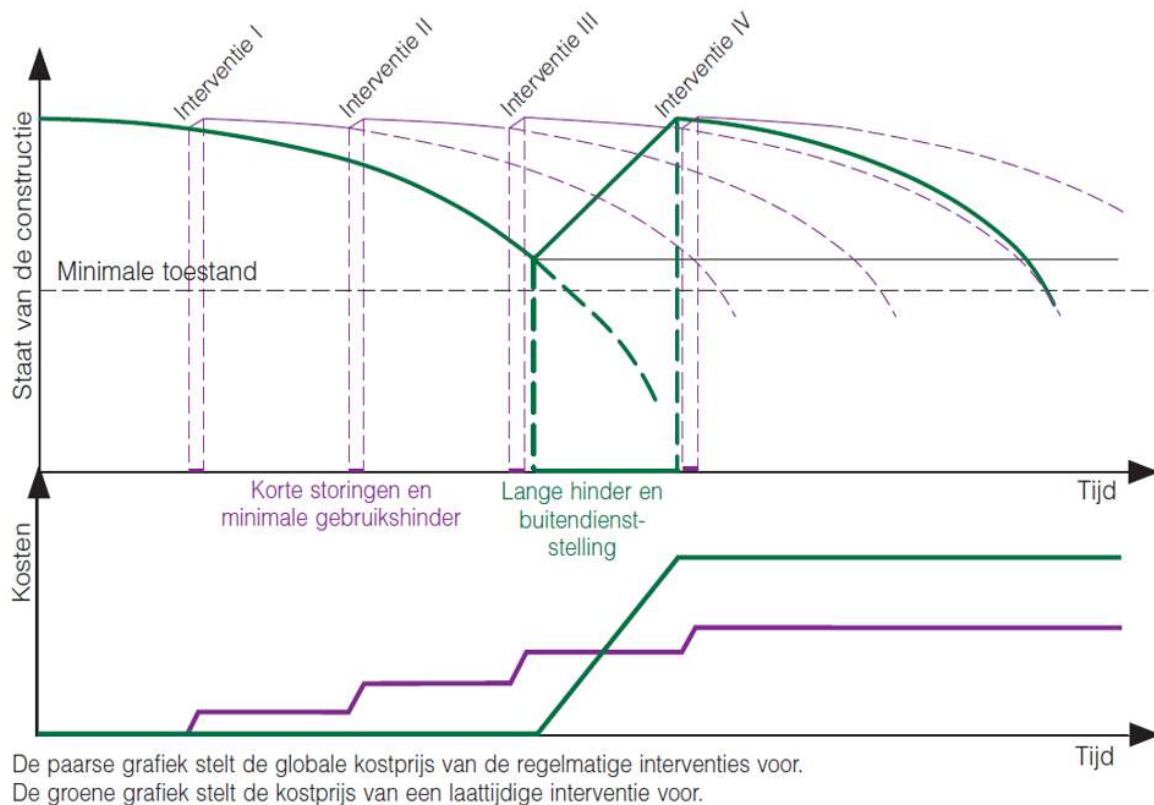
4.3.4.2 PREVENTIE EN HERSTEL

In dat geval kunnen preventieve maatregelen, zoals een hydrofobe coating, nog zinvol zijn wanneer de schade niet te ver gevorderd is. Wanneer de resultaten ongunstig zijn, is verdere inspectie door een expert nodig om de omvang van de aantasting te bepalen en de juiste herstelstrategie vast te stellen.

4.3.4.3 BESLUIT

De levensduurbepaling wordt zo niet teruggebracht tot een schatting op basis van ouderdom, maar opgebouwd uit meetbare technische parameters. Dat maakt de methode bruikbaar voor eigenaars, beheerders en syndici, omdat ze helpt bepalen wanneer een inspectie nodig is, wanneer preventie nog volstaat en wanneer herstel niet langer kan worden uitgesteld.

4.3.5 INTERVENTIEGRAFIEK IVM BELANG DRIE TESTEN



Afb. 59 Kostenschema voor het onderhoud tegenover de herstelling van het beton (Buildwise – voormalig WTCB)

Bovenstaande grafiek maakt duidelijk waarom de drie testen samen essentieel zijn voor een betrouwbare inschatting van de levensduur. De dekkingsmeting toont hoeveel bescherming de wapening nog heeft, de betonkwaliteitsmeting geeft aan hoe duurzaam en poreus het beton zelf is, en de carbonatatie- of aantastingsmeting laat zien hoe ver het degradatieproces al is gevorderd. Samen maken deze drie parameters het mogelijk om niet alleen de huidige toestand van het beton te beoordelen, maar ook te voorspellen hoe de constructie zich in de tijd verder zal ontwikkelen.

In dat verband kan de paarse lijn in de grafiek worden opgevat als de geleidelijke evolutie van een constructie waarbij de toestand nog beheersbaar blijft zolang de gemeten parameters gunstig zijn. Zolang de dekking voldoende groot is, de betonkwaliteit nog in orde is en het carbonatatiefront nog niet tot bij de wapening is geraakt, blijft de constructie op een aanvaardbaar niveau en kan men blijven opvolgen. Wanneer één of meerdere testresultaten ongunstig worden, schuift de lijn echter sneller richting de

kritieke grens, waardoor een inspectie of ingreep noodzakelijk wordt. De grafiek toont dus dat de drie testen samen niet alleen een momentopname geven, maar ook de basis vormen om de resterende levensduur en het juiste interventiemoment te bepalen.

4.3.6 KOPPELING MET HET RESULTAAT

Deze levensduurinschatting sluit rechtstreeks aan bij de boodschap van de campagne, waarin gebouwen ouder dan 25 jaar als een belangrijk moment voor een preventieve diagnose worden voorgesteld. Op die leeftijd zijn schade en veroudering vaak nog niet duidelijk zichtbaar aan de buitenzijde, terwijl de eerste degradatieprocessen intern al kunnen zijn gestart. Door de levensduur niet enkel op basis van het bouwjaar, maar op basis van de technische toestand in te schatten, wordt duidelijk wanneer een gebouw nog preventief kan worden opgevolgd en wanneer verder onderzoek of ingrijpen nodig is. Dit onderzoek ondersteunt de brochureboodschap dat vroegtijdige controle meer zekerheid biedt, latere schade kan beperken en bewoners en beheerders toelaat om gerichter te handelen.

4.4 CASESTUDY: METINGEN PRAKTIJKDOSSIERS

In het vorige hoofdstuk werd nagegaan hoe de levensduur van een gebouw op een toegankelijke en technisch onderbouwde manier kan worden ingeschat. Op basis daarvan werden drie tests geselecteerd. In dit hoofdstuk worden deze testen toegepast op verschillende praktijkdossiers en onderling vergeleken, om te beoordelen welke inzichten ze geven voor de verdere uitwerking van het resultaat.

De drie testen bestaan uit een dekkingsmeting, een betonkwaliteitsmeting en een meting van de carbonatatie- of aantastingsdiepte. Samen geven ze een beeld van de toestand van het beton, de bescherming van de wapening en de kans op verdere achteruitgang.

4.4.1 RESIDENTIE VOLTAIRE I & II

- **Locatie:** Knokke-Heist, Zeedijk Heist 402.
- **Bouwjaar:** 1980.
- **Oriëntatie:** achtergevel ZZO, voorgevel NNW.
- **Onderzoek:** visuele inspectie, dekkingsmeting, RADAR, hardheidsmeting, chloridebepaling en carbonatatiemeting.
- **Opmerking:** focus van het onderzoek ligt op de achtergevel; voor de voorgevel werd bijkomend destructief onderzoek aanbevolen



Afb. 60 (Bart Craeye)

4.4.1.1 RESULTATEN VAN DE TESTEN

Zie [bijlage 2](#) voor de volledige meettabellen

TEST	RESULTAAT VOLTAIRE I
Dekkingsmeting	Onderzijde balkons: 45 van 56 staven, of 80%, hebben een betondekking kleiner dan 35 mm; bovenzijde: 2 van 7 staven, of 29%, kleiner dan 35 mm.
Betonkwaliteitsmeting	Hardheid is over het algemeen uniform en aanvaardbaar; op intacte zones is de betonkwaliteit goed, op beschadigde zones vooral grotere spreiding.
Carbonatatie- en aantastingsmeting	Verhoogde chloridegehaltes op meerdere meetlocaties; onderzijde gemiddeld 0,92% m/m cement en op 63% van de meetlocaties aan het niveau van de wapening tussen 0,4 en 1,0% m/m cement. Het carbonatatiefront heeft op 5 van de 8 onderzijdelocaties, of 63%, de wapening bereikt of de kritische faalkans overschreden.

4.4.1.2 CONCLUSIE

De resultaten tonen aan dat residentie Voltaire I & II reeds verschillende signalen van aantasting vertoont, waaronder onvoldoende betondekking op meerdere locaties en verhoogde chloridewaarden. In functie van dit onderzoek betekent dit dat een louter preventieve aanpak niet meer volstaat en dat verdere opvolging of bijkomend onderzoek aangewezen is om de resterende levensduur correct in te schatten.

4.4.2 RESIDENTIE BOUDELO

- **Locatie:** Sint-Niklaas, Hoek Hofstraat en Plezantstraat.
- **Bouwjaar:** 1980.
- **Oriëntatie:** blok A, voorgevel ZZW en achtergevel NNO.
- **Onderzoek:** visuele inspectie, dekkingsmeting, RADAR, hardheidsmeting, chloridebepaling en carbonatatiemeting.
- **Opmerking:** de toegang was beperkt tot een aantal appartementen in blok A; bovendien belemmerden multiplexpanelen de globale visuele inspectie.
- **Belangrijkste vaststellingen:** waterproblematiek rond de balkons, lokale schade aan de multiplexpanelen en verder onderzoek op beperkte meetlocaties.



Afb. 61 (Bart Craeye)

4.4.2.1 RESULTATEN VAN DE TESTEN

Zie [bijlage 3](#) voor de volledige meettabellen

TEST	RESULTAAT BOUDELO
Dekkingsmeting	Niet overal conform; op meerdere meetlocaties is de betondekking ontoereikend of onzeker door beperkte toegang en onvoldoende afwerking.
Betonkwaliteitsmeting	De resultaten zijn slechts beperkt interpreteerbaar door de beperkte meettoegang; een globale beoordeling is niet mogelijk.
Carbonatatie- en aantastingsmeting	Lokale aantasting en waterproblematiek zijn aanwezig; verdere beoordeling is enkel mogelijk binnen de onderzochte zones.

4.4.2.2 CONCLUSIE

Voor residentie Boudelo kon door de beperkte toegankelijkheid slechts een gedeeltelijke beoordeling worden gemaakt. De vastgestelde waterproblematiek en lokale schade wijzen erop dat een louter preventieve aanpak onvoldoende is, maar door de beperkte meetmogelijkheden blijft een globale levensduurinschatting onzeker.

4.4.3 RESIDENTIE RICHMOND

- **Locatie:** Knokke-Heist, Bronlaan 152.
- **Bouwjaar:** 1970.
- **Oriëntatie:** achtergevel Z.
- **Onderzoek:** visuele inspectie, dekkingsmeting, RADAR, hardheidsmeting, chloridebepaling en carbonatatiemeting.
- **Belangrijkste vaststellingen:** verhoogde chloridewaarden op enkele meetlocaties, maar over het algemeen beperkt risico op chloride-geïnitieerde corrosie zolang de coating intact blijft; op één locatie werd een verweerde coating vastgesteld.



Afb. 62 (Bart Craeye)

4.4.3.1 RESULTATEN VAN DE TESTEN

Zie [bijlage 4](#) voor de volledige meettabellen

TEST	RESULTAAT RICHMOND
Dekkingsmeting	Onderwapening meestal onder of rond de normgrens; op meerdere plaatsen is beperkte betondekking vastgesteld.
Betonkwaliteitsmeting	Over het algemeen aanvaardbaar; geen sterke aanwijzingen voor een slechte betonkwaliteit.
Carbonatatie- en aantastingsmeting	Chloridgehalte meestal onder 0,4% m/m cement op het niveau van de wapening; risico op corrosie momenteel beperkt, behalve lokaal bij verweerde coating.

4.4.3.2 CONCLUSIE

Voor residentie Richmond blijkt dat de huidige aantasting beperkt blijft, met vooral lokaal verhoogde chloridewaarden en een plaatselijk kwetsbare coating. In functie van dit onderzoek wijst dit erop dat preventief onderhoud nog relevant is, zolang de beschermende laag behouden blijft en de problematische zones worden opgevolgd.

4.4.4 RESIDENTIE MARACANA

- **Locatie:** Knokke-Heist, Zegemeerpad 3/3a.
- **Bouwjaar:** 1988.
- **Oriëntatie:** vier gevels, ZO, NW, ZW en NO.
- **Onderzoek:** visuele inspectie, dekkingsmeting, RADAR, hardheidsmeting, chloridebepaling en carbonatatiemeting.
- **Belangrijkste vaststellingen:** geprefabriceerde, ongecoate balkons met siliconenvoegen; geen waterdichting; afwatering wel van het gebouw weg; betonopbouw van ongeveer 16 cm.



Afb. 63 (Bart Craeye)

4.4.4.1 RESULTATEN VAN DE TESTEN

Zie [bijlage 5](#) voor de volledige meettabellen

TEST	RESULTAAT MARACANA
Dekkingsmeting	Het is niet overal expliciet genoeg in de samenvatting, maar het onderzoek richt zich op betondekking en wapeningsligging als belangrijke beoordelingsfactoren.
Betonkwaliteitsmeting	De balkons bestaan uit gewapend beton met silex-afwerking; in het onderzoek wordt de hardheidsmeting gebruikt als indicatie voor uniformiteit en druksterkte.
Carbonatie- en aantastingsmeting	Geen waterdichting aanwezig; het risico op aantasting wordt mee beoordeeld via chloride- en carbonatatiemeting, vooral in functie van de blootstelling en de voegen.

4.4.4.2 CONCLUSIE

Voor residentie Maracana wijzen de resultaten vooral op een constructie die wel functioneert, maar gevoelig blijft voor verdere aantasting door het ontbreken van waterdichting en de aanwezigheid van verouderde voegen. In functie van dit onderzoek is een preventieve opvolging nog relevant, zodat beginnende schade tijdig kan worden beperkt.

4.4.5 RESIDENTIE CARNAC

- **Locatie:** Duinbergen, Zeedijk Duinbergen 331, Knokke-Heist.
- **Bouwjaar:** 1976.
- **Oriëntatie:** achtergevel ZZO.
- **Onderzoek:** visuele inspectie, dekkingsmeting, RADAR, hardheidsmeting, chloridebepaling en carbonatatiemeting.
- **Belangrijkste vaststellingen:** verhoogde chloridegehaltes op meerdere meetlocaties; op enkele plaatsen is corrosie-gerelateerde schade al zichtbaar; op de bovenzijde van de balkons is corrosie door chloride-indringing nog niet vastgesteld, maar het kritische chloridegehalte kan daar wel benaderd zijn.



Afb. 64 (Bart Craeye)

4.4.5.1 RESULTATEN VAN DE TESTEN

Zie [bijlage 6](#) voor de volledige meettabellen

TEST	RESULTAAT CARNAC
Dekkingsmeting	Beperkte betondekking op meerdere locaties; op sommige meetpunten is de dekking onvoldoende in verhouding tot de gemeten carbonatiediepte.
Betonkwaliteitsmeting	De hardheidsmeting biedt een bruikbaar beeld van de betonkwaliteit, maar de interpretatie blijft indicatief.
Carbonatie- en aantastingsmeting	Verhoogde chloridegehaltes op meerdere meetlocaties; op diverse locaties is de carbonatiefrontdiepte zodanig dat de wapening al bereikt is of dat het risico hoog is.

4.4.5.2 CONCLUSIE

Voor residentie Carnac wijzen de resultaten op een duidelijke aantasting van de balkons, met verhoogde chloridewaarden en op verschillende locaties een reeds bereikte of bijna bereikte kritische toestand. In functie van dit onderzoek betekent dit dat preventieve opvolging niet meer volstaat en dat gerichte herstellingsmaatregelen aangewezen zijn om verdere achteruitgang te beperken.

4.4.6 RESIDENTIE ALICANTE

- **Locatie:** Knokke-Heist, Zeedijk Albertstrand 501.
- **Bouwjaar:** 1969.
- **Oriëntatie:** achtergevel ZZO.
- **Onderzoek:** visuele inspectie, dekkingsmeting, RADAR, hardheidsmeting, chloridebepaling en carbonatatiemeting.
- **Belangrijkste vaststellingen:** verhoogde chloridegehalten op meerdere meetlocaties, vooral aan de consoles en enkele onderliggende zones; op bepaalde punten is al corrosierelateerde schade zichtbaar, terwijl andere zones nog intact zijn.



Afb. 65 (Bart Craeye)

4.4.6.1 RESULTATEN VAN DE TESTEN

Zie [bijlage 7](#) voor de volledige meettabellen

TEST	RESULTAAT ALICANTE
Dekkingsmeting	Op meerdere meetlocaties is de betondekking beperkt; op sommige punten ligt de wapening duidelijk dicht bij het oppervlak.
Betonkwaliteitsmeting	Hardheidsmetingen geven een indicatieve betonkwaliteit; de betonkwaliteit lijkt niet overal problematisch, maar is plaatselijk minder gunstig.
Carbonatie- en aantastingsmeting	Chloridegehalten zijn op meerdere locaties verhoogd; op de consoles zijn zelfs waarden tot 1,86 m/m cement gemeten, met enkele locaties waar de kritische toestand al is bereikt.

4.4.6.2 CONCLUSIE

Voor residentie Alicante tonen de resultaten dat de aantasting al vrij ver gevorderd is, met verhoogde chloridewaarden en op verschillende locaties reeds zichtbare schade. In functie van dit onderzoek betekent dit dat preventieve opvolging alleen niet meer volstaat en dat gerichte herstelmaatregelen aangewezen zijn voor de meest aangetaste zones.

4.4.7 RESIDENTIE WILMAR

- **Locatie:** Knokke-Heist, Elizabetlaan 339/343.
- **Bouwjaar:** 1977.
- **Oriëntatie:** voorgevel Z.
- **Onderzoek:** visuele inspectie, dekkingsmeting, RADAR, hardheidsmeting, chloridebepaling en carbonatatiemeting.
- **Belangrijkste vaststellingen:** geen enkele van de 60 gedetecteerde wapeningsstaven ligt in gecarbonateerd beton; op 2 van de 6 meetlocaties bereikt de faalkans door carbonatatie wel bijna de kritische grens van 10%, maar dit blijft plaatselijk.



Afb. 66 (Bart Craeye)

4.4.7.1 RESULTATEN VAN DE TESTEN

Zie [bijlage 8](#) voor de volledige meettabellen

TEST	RESULTAAT WILMAR
Dekkingsmeting	De betondekking is over het algemeen voldoende; op meerdere locaties wordt een gunstig beschermend effect waargenomen.
Betonkwaliteitsmeting	Hardheidsmetingen dienen vooral als indicatie van uniformiteit en betonkwaliteit; geen aanwijzing voor een uitgesproken slechte betonkwaliteit.
Carbonatatie- en aantastingsmeting	Onderzijde: gemiddelde carbonatatediepte $26,2 \pm 18,1$ mm; geen enkele van de 60 staven in het gecarbonateerde beton; bovenzijde en silexpanelen: geen carbonatatie verwacht binnen 25 jaar .

4.4.7.2 CONCLUSIE

Voor residentie Wilmar wijzen de resultaten op een overwegend gunstige toestand van de balkons, met slechts enkele plaatselijke aandachtspunten in scheurzones. In functie van dit onderzoek betekent dit dat preventief onderhoud nog volstaat, terwijl de kritische zones lokaal opgevolgd moeten worden om tijdige degradatie te vermijden.

4.4.8 RESIDENTIE JACOBS

- **Locatie:** Knokke-Heist, Zeedijk Het Zoute 737.
- **Bouwjaar:** 1976.
- **Oriëntatie:** achtergevel Z.
- **Onderzoek:** visuele inspectie, dekkingsmeting, RADAR, hardheidsmeting, chloridebepaling en carbonatatiemeting.
- **Belangrijkste vaststellingen:** verhoogde chloridegehalten op meerdere meetlocaties; op enkele plaatsen is corrosiegerelateerde schade al aanwezig, terwijl de bovenwapening voorlopig nog gunstig lijkt beschermd door de coating.



Afb. 67 (Bart Craeye)

4.4.8.1 RESULTATEN VAN DE TESTEN

Zie [bijlage 9](#) voor de volledige meettabellen

TEST	RESULTAAT JACOBS
Dekkingsmeting	Op meerdere punten is de betondekking beperkt; op sommige locaties ligt de wapening dicht bij het oppervlak.
Betonkwaliteitsmeting	De hardheidsmeting geeft een indicatieve betonkwaliteit; in het rapport worden vooral de uniformiteit en sterkte-inschatting gebruikt.
Carbonatatie- en aantastingsmeting	Onderwapening: op 2 van de 20 metingen is het chloridegehalte 1,0-2,0 m/m cement, en op meerdere locaties is al corrosie-gerelateerde schade vastgesteld; bovenzijde: grotendeels onder 0,4 m/m cement, met nog geen corrosieschade op de onderzochte kijkvensters.

4.4.8.2 CONCLUSIE

Voor residentie Jacobs wijzen de resultaten op een lokaal al gevorderde aantasting aan de onderzijde van de balkons, met verhoogde chloridewaarden en zichtbare corrosiegerelateerde schade. In functie van dit onderzoek betekent dit dat preventieve opvolging alleen niet meer volstaat voor alle zones, en dat gerichte herstellingen aangewezen zijn op de meest aangetaste locaties.

4.4.9 RESIDENTIE FASANO

- **Locatie:** Knokke-Heist, Meerlaan 84.
- **Bouwjaar:** 1966.
- **Oriëntatie:** voorgevel WZW.
- **Onderzoek:** visuele inspectie, dekkingsmeting, RADAR, hardheidsmeting, chloridebepaling en carbonatatiemeting.
- **Belangrijkste vaststellingen:** carbonatatie is zeer beperkt; geen enkele van de gedetecteerde wapening ligt in gecarbonateerd beton; de coating en waterdichting lijken de aantasting goed te vertragen.



Afb. 68 (Bart Craeye)

4.4.9.1 RESULTATEN VAN DE TESTEN

Zie [bijlage 10](#) voor de volledige meettabellen

TEST	RESULTAAT FASANO
Dekkingsmeting	De betondekking is voldoende tot goed, mede dankzij de aanwezige afwerkingslagen.
Betonkwaliteitsmeting	Hardheidsmetingen geven een indicatieve, maar geen alarmerende, aanwijzing voor de betonkwaliteit.
Carbonatatie- en aantastingsmeting	Bovenzijde: nauwelijks carbonatatie; onderzijde: gemiddelde carbonatatie diepte van ongeveer 7 mm en geen wapeningsstaven in gecarbonateerd beton; corrosie door carbonatatie wordt binnen 25 jaar niet verwacht, zolang coating en waterdichting intact blijven .

4.4.9.2 CONCLUSIE

Voor residentie Fasano is de toestand overwegend gunstig, met slechts beperkte carbonatatie en geen aanwijzingen dat de wapening momenteel wordt bedreigd. In functie van dit onderzoek betekent dit dat preventief onderhoud voorlopig volstaat, zolang de coating en de waterdichting behouden blijven.

4.4.10 RESIDENTIE SPINNAKER

- **Locatie:** Blankenberge, Waterkasteelstraat.
- **Bouwjaar:** 1979.
- **Oriëntatie:** voorgevel WZW.
- **Onderzoek:** visuele inspectie, dekkingsmeting, RADAR, hardheidsmeting, chloridebepaling, carbonatatiemeting en specifieke elektrische weerstand via een Wenner-probe.



Afb. 69(Bart Craeye)

- **Belangrijkste vaststellingen:** op de onderzijde van de balkons liggen 36 van de 64 wapeningstaven, of 56%, in gecarbonateerd beton; op alle 6 meetlocaties is de restlevensduur ten aanzien van door carbonatatie geïnitieerde corrosie bereikt; aan de silexrandpanelen wordt geen relevante carbonatatie verwacht.

4.4.10.1 RESULTATEN VAN DE TESTEN

Zie [bijlage 11](#) voor de volledige meettabellen

TEST	RESULTAAT SPINNAKER
Dekkingsmeting	De beperkte betondekking speelt een belangrijke rol; meerdere staven liggen in gecarbonateerd beton.
Betonkwaliteitsmeting	Hardheidsmetingen geven enkel een indicatieve betonkwaliteit; het onderzoek richt zich hier vooral op het corrosierisico en de toestand van de wapening.
Carbonatatie- en aantastingsmeting	Onderzijde: gemiddelde carbonatatediepte $19,7 \pm 6,0$ mm, met 56% van de staven in gecarbonateerd beton; op 6 van de 6 meetlocaties is de restlevensduur bereikt.

4.4.10.2 CONCLUSIE

Voor residentie Spinnaker wijst het onderzoek op een duidelijke en wijdverbreide aantasting aan de onderzijde van de balkons, met meerdere wapeningsstaven in gecarbonateerd beton en een bereikte restlevensduur op alle onderzochte locaties. In functie van dit onderzoek betekent dit dat preventieve opvolging niet meer volstaat en dat herstellingsmaatregelen dringend aangewezen zijn.

4.4.11 OVERZICHTSTABEL

DOSSIER	LOCATIE	BOUWJAAR	ORIËNTATIE / GEVEL	HOOFDOORZAAK SCHADE	ERNST	ADVIES
Carnac	Duinbergen, Knokke-Heist	1976	Achtergevel ZZO	Chloride-indringing met lokale corrosie	Ernstig	Curatief herstel
Alicante	Knokke-Heist, Zeedijk Albertstrand 501	1969	Achtergevel ZZO	Chloride-indringing, lokaal al zichtbare schade	Ernstig	Curatief herstel
Wilmar	Knokke-Heist, Elizabetlaan 339/343	1977	Voorgevel Z	Beperkte aantasting, geen kritieke carbonatatie	Goed	Preventief onderhoud
Jacobs	Knokke-Heist, Zeedijk Het Zoute 737	1976	Achtergevel Z	Chloride-indringing en lokale corrosie	Ernstig	Curatief herstel
Fasano	Knokke-Heist, Meerlaan 84	1966	Voorgevel WZW	Zeer beperkte carbonatatie, afwerking beschermt goed	Goed	Preventief onderhoud
Spinneraker	Blankenberge, Waterkasteelstraat 4	1979	Voorgevel WZW	Wijdverspreide carbonatatie, meerdere staven in aangetast beton	Ernstig	Dringend curatief herstel
Richmond	Knokke-Heist, Bronlaan 152	1970	Achtergevel Z	Overwegend beperkt risico, lokaal verweerde coating en hogere chloriden	Matig	Gerichte opvolging en lokaal onderhoud
Boudelo	Sint-Niklaas, Hofstraat / Plezantstraat	1980	Blok A: ZZW / NNO	Waterproblematiek, beperkte globale beoordeling mogelijk	Matig	Verdere inspectie en plaatselijk herstel
Maracana	Knokke-Heist, Zegemeerpad 3/3a	1988	Gevels ZO, NW, ZW, NO	Blootstelling aan maritiem milieu, geen waterdichting, corrosierisico verhoogd	Matig tot verhoogd	Preventieve + gerichte controle
Voltaire I-II	Knokke-Heist, Zeedijk Heist 402	1980	Achtergevel ZZO / voorgevel NNW	Balkonconstructies met beperkte dekking en aantasting door omgeving	Matig tot verhoogd	Opvolging en herstelplanning

4.4.12 CONCLUSIE

De onderzochte praktijkdossiers tonen dat de mate van aantasting sterk per gebouw verschilt. Binnen deze beperkte steekproef lijkt vooral de combinatie van chloriden, carbonatatie, beperkte betondekking en vochtbelasting samen te hangen met zwaardere schade. Voor enkele dossiers wijst dit op een situatie waarin curatief ingrijpen aangewezen is, terwijl andere gebouwen vooral om preventieve opvolging of lokaal herstel vragen. De metingen tonen dus vooral verschillen in urgentie en risicoprofiel binnen de onderzochte cases, maar maken geen algemene uitspraak voor alle appartementsgebouwen mogelijk. Wel bevestigen ze dat maritieme blootstelling, veroudering en beperkte bescherming belangrijke aandachtspunten zijn bij de beoordeling van betonrot.

4.5 EINDCONCLUSIE

De bevindingen uit hoofdstuk 4 tonen aan dat betonrot in residentiële meergezinsgebouwen niet alleen een technisch degradatieproces is, maar ook een probleem van laattijdige herkenning, uitgestelde besluitvorming en oplopende kosten. Voor de kwalitatieve analyse werden bewust verschillende praktijkcases geselecteerd die variëren in bouwjaar, locatie, oriëntatie en mate van blootstelling, wat toeliet om uiteenlopende situaties en schadebeelden met elkaar te vergelijken. De casestudy van Wega-Mira-Sirius werd gekozen als representatief voorbeeld van een appartementsgebouw uit de jaren 1980 aan de Belgische kust, waar uitblijvend onderhoud en ontwerpkeuzes tot ernstige schade leidden. De praktijkdossiers zijn geselecteerd uit zowel kust- als binnenlandse situaties, met een spreiding in bouwjaren tussen 1960 en 1990, zodat de onderzoeksmethode een relevante doorsnede geeft van het bestaande gebouwenbestand. De levensduurinschatting werd in elk dossier toegepast op basis van dezelfde drie metingen: betondekking, carbonatatediepte en chloriderisico. Deze gestandaardiseerde methodologie versterkt de vergelijkbaarheid tussen de cases en verzekert dat conclusies niet louter contextgebonden zijn. Tegelijkertijd brengt deze methode ook enkele onderzoeksbeperkingen met zich mee. Zo is de omvang van de onderzochte casussen beperkt en bestrijken ze slechts een deel van het totale gebouwenbestand, waardoor de generaliseerbaarheid moeilijk is. Bovendien blijft de beoordeling deels afhankelijk van de beschikbaarheid van meetgegevens en de toegankelijkheid van de onderzochte locaties, wat tot selectiebias kan leiden. Ook is het mogelijk dat sommige relevante contextfactoren, zoals specifieke onderhoudsgeschiedenissen of onbekende constructiedetails, buiten beschouwing blijven. Uit de analyse blijkt dat bouwjaar en locatie weliswaar een eerste indicatie geven, maar dat pas in combinatie met technische metingen en zichtbare schade een bruikbare beoordeling van de werkelijke toestand en het juiste inspectiemoment mogelijk is. Daaruit volgt de logica van het resultaat. De campagne vertrekt niet vanuit een algemene uitleg over betonrot, maar vanuit drie concrete onderzoeksinzichten: schade wordt vaak te laat herkend, visuele signalen moeten beter worden uitgelegd, en preventieve inspectie moet worden gekoppeld aan een begrijpelijk risicomoment, zoals gebouwen vanaf 25 jaar of gebouwen zonder eerdere inspectie. Hoofdstuk 5 vormt daardoor geen losstaand ontwerp, maar de communicatieve vertaling van de onderzoeksbevindingen naar een praktische, toegankelijke en activerende boodschap voor eigenaars, syndici en mede-eigenaars.

5 RESULTAAT: CAMPAGNE

5.1 CAMPAGNE

Omdat betonrot voor veel eigenaars en syndici geen direct zichtbaar probleem is, werd gekozen voor een campagne in plaats van één enkel communicatiemiddel. Deze keuze sluit direct aan bij de centrale onderzoeksvraag, namelijk: hoe kan betonrot vroegtijdig worden herkend in residentiële meergezinswoningen om schade en herstellingskosten te beperken? Het onderwerp vraagt namelijk niet alleen om informatie, maar ook om bewustmaking: eerst moet het probleem herkend worden, daarna moet duidelijk worden waarom tijdig ingrijpen belangrijk is. De campagne werd daarom opgezet als communicatieve vertaling van de onderzoeksbevindingen, zodat de inzichten uit het onderzoek – zoals het vaak onzichtbare karakter van betonrot en het onderschatten van de eerste signalen – rechtstreeks worden gekoppeld aan concrete communicatieacties. Door hierbij de koppeling te maken tussen bouwjaar, blootstelling, betondekking en schadebeeld enerzijds en het inschatten van urgentie en handelen anderzijds, verbindt de campagne de onderzoeksvraag direct met de praktische communicatie-uitingen. De nadruk ligt daardoor niet op een louter technisch diagnoseverslag, maar op herkenbare signalen, risicomomenten en het onderscheid tussen preventieve diagnose en te laat ingrijpen, in lijn met de probleemstelling van het onderzoek.

De campagne bestaat uit verschillende onderdelen die elkaar aanvullen. De poster moet vooral aandacht trekken, bijvoorbeeld op het Salon van Mede-Eigendom, terwijl de hand-out flyer mensen snel moet prikkelen en aanzetten om verder na te denken over een inspectie. De brochure gaat dieper in op betonrot, de risico's en de verschillende soorten inspecties. Ook binnen een bredere context, zoals een opleiding of vorming rond syndicuswerking, kan deze campagne relevant zijn. Ze speelt daarop in door het onderwerp niet alleen informatief, maar ook praktisch en herkenbaar te maken. Een campagne is hier dus een logische keuze, omdat ze toelaat om dezelfde boodschap op meerdere manieren te brengen: eerst aandacht te trekken, daarna te informeren en uiteindelijk tot actie over te gaan. Zo krijgt elk onderdeel een eigen functie binnen één duidelijke lijn.

5.1.1 WELKE BOODSCHAP GEEFT DE CAMPAGNE?

De centrale boodschap van de campagne is dat men niet moet wachten tot betonrot zichtbaar wordt. Tegen het moment dat er scheuren, roestvlekken of afbrokkeling te zien zijn, is het proces vaak al verder gevorderd dan gedacht. De campagne wil daarom duidelijk maken dat een preventieve diagnose veel waardevoller is wanneer die vóórdat er zichtbare schade optreedt.

De brochure speelt daar sterk op in. Ze benadrukt dat gebouwen vanaf 25 jaar oud, of gebouwen die nog geen inspectie hebben gehad, een belangrijk moment bereiken om hun toestand preventief te laten onderzoeken. Die leeftijdsgrens is bewust gekozen omdat ze samenvalt met een fase waarin veroudering, blootstelling en onderhoudsachterstand zich beginnen op te stapelen, terwijl zichtbare schade nog niet noodzakelijk dominant aanwezig is. Bij jongere gebouwen is de kans kleiner dat de opbouw al voldoende ver gevorderd is, terwijl bij oudere gebouwen de situatie vaak al verder geëscaleerd kan zijn en een inspectie minder preventief is. 25 jaar vormt dus een logisch tussenniveau: vroeg genoeg om nog tijdig in te grijpen, maar laat genoeg om een eerste reële risico-inschatting te kunnen maken. Net daarom is dit geen willekeurige grens, maar een verdedigbaar referentiepunt binnen de campagne.

De campagne wil dus niet alleen waarschuwen voor betonrot, maar vooral duidelijk maken dat vroegtijdig controleren leidt tot beter en correcter handelen. Wie op tijd inspecteert, kan gerichter beslissen, onaangename verrassingen vermijden en de herstellingskosten veel beperkter houden. Op die manier helpt een vroegtijdige diagnose niet alleen om geld te besparen, maar ook om het gebouw op de lange termijn in een goede en kwalitatieve staat te houden.

5.1.2 CAMPAGNEPOSTER

De poster is ontworpen om betonrot meteen als een ernstig en kostbaar probleem te tonen. Daarom werd gekozen voor een krachtig centraal beeld waarin beschadigd beton en een euroteken samenvallen. Zo verwijst de afbeelding tegelijk naar de fysieke schade én de financiële gevolgen van betonrot.

Ook het kleurgebruik is bewust gekozen. De donkergrijsblauwe achtergrond versterkt het gevoel van ernst en verval, terwijl het oranje accent niet alleen de aandacht trekt, maar ook verwijst naar de roestkleur van aangetaste wapening. Daardoor sluit de kleur visueel én inhoudelijk aan bij het onderwerp.

Voor de typografie werd gekozen voor een seriflettertype om de poster een professionele en betrouwbare uitstraling te geven. De grote titel zorgt voor leesbaarheid vanop afstand, terwijl het woord “GELD” in oranje extra nadruk legt op de financiële impact. De slogan “kleine schade, grote gevolgen” vat de kern van de boodschap kort en duidelijk samen.



5.1.3 POSTER 'WAT IS BETONROT?'

De conceptposter werd ontwikkeld als ondersteunende visueel voor de jury en als mogelijke inzet binnen opleidingen zoals VIVO. De poster vat het betonrotproces in drie duidelijke stappen samen, zodat de uitleg tijdens de presentatie visueel wordt versterkt en de jury sneller mee is met de kern van het onderzoek. Tegelijk is het beeld ook bruikbaar als losse informatieve poster, omdat het proces op een compacte en overzichtelijke manier wordt uitgelegd. De opbouw benadrukt vooral dat betonrot vaak onzichtbaar begint, pas later zichtbaar wordt en uiteindelijk tot ernstige schade en hoge kosten kan leiden.



5.1.4 HAND-OUT FLYER

De hand-out flyer werd ontwikkeld als een compacte maar krachtige kennismaking met de campagne. Ze is bedoeld om in één oogopslag aandacht te trekken bij eigenaars, syndici en andere betrokkenen, en om meteen duidelijk te maken dat gebouwen van 25 jaar of ouder extra aandacht verdienen. De boodschap is bewust kort gehouden, omdat een flyer snel gelezen moet kunnen worden en geen uitgebreide uitleg vereist. In plaats van veel tekst ligt de nadruk op een directe vraag, een heldere oproep tot actie en een visuele uitstraling die de ernst van de problematiek ondersteunt zonder te overdrijven.

De flyer vervult vooral een doorverwijsfunctie binnen de campagne. Ze verwijst naar de website en brochure, waar meer inhoudelijke uitleg te vinden is over betonrot, herkenning, preventie en inspectie. Op die manier vormt de flyer de eerste stap in een bredere communicatiestructuur: ze moet de aandacht grijpen, de urgentie voelbaar maken en de lezer aanzetten om verder te gaan in de campagne. De keuze voor een sobere, donkere en realistische visuele stijl zorgt ervoor dat de flyer aansluit bij de rest van het project en meteen herkenbaar blijft als onderdeel van dezelfde campagne.

De hand-out flyer wordt vooral verspreid op het Salon van Mede-Eigendom, waar ze als eerste prikkelende kennismaking met de campagne dient. Daarnaast kan ze ook via post of andere gerichte distributiekanaal worden verzonden naar eigenaars, syndici en mede-eigenaars, zodat de boodschap ook buiten het evenement haar weg vindt naar het doelpubliek.



5.1.5 BROCHURE

De brochure vormt het meest inhoudelijke onderdeel van de campagne en werd daarom anders opgebouwd dan de poster en de flyer. Waar de eerste dragers vooral bedoeld zijn om snel aandacht te trekken en de urgentie van betonrot onmiddellijk voelbaar te maken, is de brochure opgevat als een rustig, helder en betrouwbaar informatiemiddel voor eigenaars, syndici en mede-eigenaars. De vormgeving is daarom bewust minder nadrukkelijk en meer gericht op leesbaarheid, structuur en de inhoudelijke opbouw. Binnen de volledige campagne krijgt het oranje accent overal dezelfde betekenis: het verwijst naar de kleur van roest en legt zo een directe visuele link met de corrosie van de wapening, die aan de basis ligt van betonrot. Dat accent keert consequent terug in alle communicatiedragers en zorgt voor een herkenbare visuele lijn doorheen de campagne. Als secundaire kleur werd grijs gebruikt. Op de poster en flyer speelt die grijzige toon een meer dominante rol, omdat die dragers sterker mogen werken met sfeer, contrast en aandacht. In de brochure werd echter bewust gekozen voor een witte achtergrond in combinatie met donkergrijze tekst en ondersteunende accenten. Die keuze zorgt voor meer rust, betere leesbaarheid en minder afleiding, wat belangrijk is bij een drager die bedoeld is om meer informatie over een complex onderwerp op een toegankelijke manier over te brengen.

Ook de typografie werd functioneel gekozen. Voor de titels werd een seriflettertype gebruikt, omdat dit meer gewicht, sérieux en betrouwbaarheid uitstraalt. Dat sluit aan bij het onderwerp en de doelgroep, die niet alleen geïnformeerd, maar ook overtuigd moet worden van het belang van tijdige opvolging. Voor de lopende tekst werd gekozen voor een eenvoudiger en goed leesbaar lettertype, zodat langere tekstblokken vlot te volgen blijven en de informatie helder kan worden opgenomen. De combinatie van beide zorgt voor een duidelijke visuele hiërarchie: titels structureren de inhoud en bieden houvast, terwijl de broodtekst rustig leesbaar blijft. De brochure probeert dus niet op te vallen met een opvallende stijl, maar met een verzorgde opmaak die vertrouwen wekt en de inhoud ondersteunt.

De inhoud werd opgebouwd volgens een logische volgorde die de lezer stap voor stap meeneemt van probleem naar inzicht en vervolgens naar actie. Eerst wordt uitgelegd wat betonrot precies is en waarom het een relevant probleem vormt in appartementsgebouwen. Daarna wordt de aandacht verschoven naar de gevolgen van uitstel, zodat duidelijk wordt dat betonrot vaak pas zichtbaar wordt wanneer het proces al verder gevorderd is. Vervolgens wordt uitgelegd hoe betonrot herkend kan worden aan typische signalen zoals roestvlekken, scheuren, afbrokkeling en blootliggende wapening. Vanuit die herkenning wordt de stap gezet naar preventieve diagnose, waarbij ook de koppeling wordt gemaakt met gebouwen van 25 jaar of ouder en met gebouwen die nog geen inspectie hebben gehad. Daarna verduidelijkt de brochure het verschil tussen een preventieve inspectie en een inspectie na schadevaststelling, zodat de lezer begrijpt dat niet elke tussenkomst dezelfde bedoeling of urgentie heeft. In het verdere verloop komt ook herstel aan bod, met aandacht voor het belang van een correcte diagnose, een gespecialiseerde uitvoering en het inschakelen van aannemers met de nodige procescertificatie, zoals BENOR, BCCA of gelijkwaardige kwaliteitsgaranties. Aansluitend wordt ook de oppervlaktebescherming na herstel behandeld, zodat duidelijk wordt dat een duurzame oplossing niet stopt bij het lokaal herstellen van schade, maar ook vraagt om verdere bescherming van het beton. Daarna volgt een luik over onderhoud, omdat regelmatige opvolging essentieel blijft om herhaling van schade te voorkomen. Tot slot behandelt de brochure ook het financiële kader, niet vanuit exacte kostprijzen, maar vanuit de vraag hoe eigenaars en VME's zulke ingrepen praktisch kunnen organiseren via haalbare financieringsvormen, spreiding of premies.

Door die opbouw groeit de brochure van bewustmaking naar praktische toepasbaarheid. De lezer krijgt eerst inzicht in het probleem, daarna in de signalen en risico's, en vervolgens in de mogelijke stappen om tijdig en correct te handelen. Die volgorde is bewust gekozen, omdat de brochure niet alleen wil informeren, maar ook wil begeleiden in het denkproces dat voorafgaat aan inspectie, onderhoud en herstel. Zo vormt ze een logisch eindpunt binnen de campagne: na het eerste contact via poster of flyer biedt de brochure de nodige verdieping om van aandacht naar begrip en van begrip naar actie te gaan.



5.1.6 WEBSITE

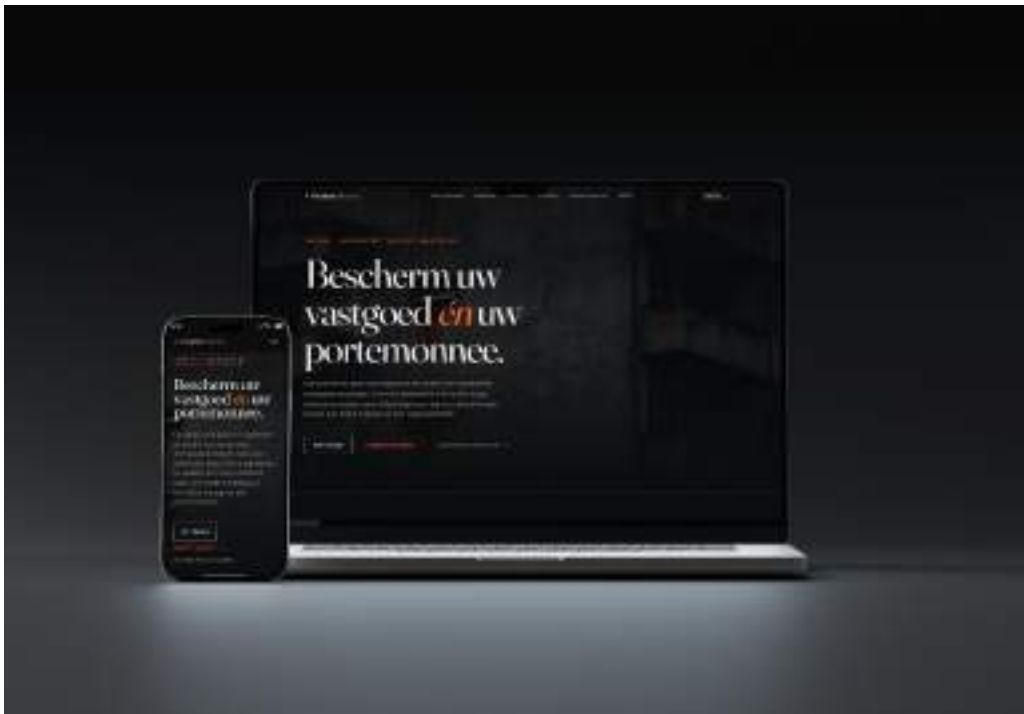
De website vormt de digitale vertaling van de campagne en bundelt de belangrijkste informatie uit het onderzoek op een toegankelijke manier. Ze werd opgebouwd als een extra laag naast de brochure en flyer, zodat geïnteresseerden snel meer context kunnen vinden via de QR-code of een directe link. De inhoud is bewust beperkt tot de kern: betonrot herkennen, de risico's begrijpen en weten wanneer een inspectie aangewezen is. Door dezelfde donkere, sobere visuele stijl door te trekken, blijft de website herkenbaar binnen de volledige campagne.

De website is geen dubbel werk, maar een aanvulling op de brochure en flyer omdat ze een andere functie vervult binnen dezelfde campagne. De flyer zorgt voor eerste aandacht en onmiddellijke doorverwijzing, terwijl de website de informatie op een toegankelijke en actuele manier verder ontsluit voor wie later nog wil nalezen of delen.

Dat maakt de website relevant om drie redenen:

- Ze sluit aan bij het digitale gedrag van vandaag, waarin informatie vaak eerst online wordt opgezocht of opnieuw wordt bekeken.
- Ze maakt de campagne toegankelijk buiten het verspreidingsmoment, omdat de inhoud niet beperkt blijft tot wie de brochure fysiek in handen krijgt.
- Ze versterkt de flyer, omdat die direct als toegangspoort naar de website fungeert en zo de overgang maakt van korte sensibilisering naar diepere informatie.

Zo is de website geen herhaling van hetzelfde, maar een extra laag in de communicatie: de flyer trekt aandacht, de brochure verdiept, en de website zorgt voor blijvende bereikbaarheid en eenvoudige raadpleegbaarheid. Dat past goed bij een campagne rond betonrot, omdat eigenaars en syndici informatie vaak niet in één keer verwerken, maar later nog eens willen opzoeken of met anderen willen delen.



Voor de opmaak van zowel de brochure als de website werd het FEREB-stappenplan als leidraad gebruikt. Dit stappenplan bood een praktische basis voor de structuur en inhoud en werd in samenspraak met FEREB besproken. De federatie leverde hierbij ook input, waardoor zowel de brochure als de website beter aansluiten bij de gangbare aanpak en expertise binnen de sector van betonherstelling.

5.2 INNOVATIEF EN TOEKOMSTGERICHT KARAKTER VAN HET RESULTAAT

5.2.1 INLEIDING

Het resultaat van deze bachelorproef bestaat uit een campagne die betonrot op een toegankelijke en opvallende manier onder de aandacht brengt van eigenaars, syndici en mede-eigenaars. De campagne combineert verschillende communicatiemiddelen, waaronder een poster, een flyer en een brochure, zodat de boodschap op meerdere niveaus kan werken: eerst de aandacht trekken, daarna informeren en vervolgens aanzetten tot actie.

Die opbouw sluit rechtstreeks aan bij de problematiek die in het onderzoek naar voren komt. Betonrot wordt in de praktijk vaak pas laat opgemerkt of ernstig genomen, terwijl de schade zich al verder ontwikkelt. De campagne wil die drempel doorbreken door betonrot vroeg bespreekbaar en herkenbaar te maken.

5.2.2 BELANG VAN HET RESULTAAT

Het belang van dit resultaat ligt in de manier waarop het een technisch en vaak onderschat probleem vertaalt naar een duidelijke boodschap voor een niet-specialistisch publiek. Uit het onderzoek blijkt dat betonrot in residentiële meergezinsgebouwen niet alleen een bouwtechnisch probleem is, maar ook gevolgen heeft voor de veiligheid, de kosten, het beheer en de communicatie tussen betrokken partijen.

De campagne speelt daarop in door betonrot niet louter uit te leggen, maar ook voelbaar en zichtbaar te maken. De poster zet de urgentie kracht bij, de flyer dient als snelle prikkel en de brochure biedt meer duiding en verdieping. Samen vormen deze onderdelen een logisch geheel dat mensen helpt om signalen sneller te herkennen en de ernst van de situatie beter in te schatten.

Het resultaat is dus belangrijk omdat het niet stopt bij kennisoverdracht. Het wil effectief gedrag beïnvloeden: eigenaars en syndici moeten niet wachten tot de schade ernstig zichtbaar wordt, maar eerder nadenken over inspectie, opvolging en preventie.

5.2.3 INNOVATIVITEIT VAN HET RESULTAAT

De innovativiteit van het resultaat zit niet in het uitvinden van een nieuwe bouwtechnische oplossing, maar in de manier waarop bestaande kennis wordt omgezet in een doordachte campagnevorm. Betonrot zelf is een gekend probleem, maar de vertaling ervan naar een visuele en strategisch opgebouwde communicatieset is vernieuwend binnen de context van deze bachelorproef.

De campagne is innovatief omdat ze verschillende communicatielagen combineert. De poster werkt als onmiddellijke aandachtstrekker, de flyer als korte en concrete sensibilisering en de brochure als inhoudelijke verdieping. Daardoor wordt dezelfde inhoud aangepast aan verschillende informatiebehoeften, wat de boodschap toegankelijker en effectiever maakt.

Daarnaast is de campagne gericht op een doelgroep die vaak niet technisch geschoold is, maar wel beslissingen moet nemen over inspectie, onderhoud en herstelling. Net daarin ligt de meerwaarde: specialistische kennis wordt niet alleen vereenvoudigd, maar ook omgezet in een communicatief instrument dat echt bruikbaar is in de praktijk van mede-eigendom.

5.2.4 TOEKOMSTGERICHT KARAKTER

Het toekomstgerichte karakter van het resultaat blijkt vooral uit de nadruk op preventie. De campagne wil duidelijk maken dat betonrot niet pas belangrijk wordt wanneer stukken beton loskomen, maar al veel eerder aandacht vraagt. Door vroegtijdige herkenning te stimuleren, ondersteunt het resultaat een aanpak waarbij schade en kosten op de lange termijn kunnen worden beperkt.

Dat sluit aan bij een bredere evolutie in de bouwsector, waarin levensduurverlenging, planmatig onderhoud en duurzaam beheer steeds belangrijker worden. De campagne past binnen die logica omdat ze niet inzet op crisisreactie, maar op bewustwording vóórdat het probleem escaleert.

Ook voor residentiële meergezinsgebouwen is dat toekomstgericht, omdat die gebouwen ouder worden en de nood aan heldere communicatie en tijdige opvolging alleen maar groter zal worden. De campagne biedt dus een instrument dat niet enkel vandaag relevant is, maar ook inspeelt op een toekomst waarin preventief gebouwbeheer steeds belangrijker wordt.

5.2.5 BETEKENIS VOOR DE PRAKTIJK

Voor de praktijk betekent dit resultaat dat betonrot op een begrijpelijke manier bespreekbaar wordt. Eigenaars en syndici krijgen geen droge technische analyse, maar een visuele en inhoudelijke campagne die hen helpt om signalen sneller te herkennen en de noodzaak tot actie beter in te zien.

De combinatie van poster, flyer en brochure maakt het resultaat in verschillende situaties bruikbaar. De poster kan ingezet worden op een infomoment of beurs, de flyer kan mensen snel sensibiliseren en de brochure kan dienen als verdiepende informatiebron voor wie effectief meer wil weten. Zo ondersteunt de campagne niet alleen bewustwording, maar ook communicatie en besluitvorming.

De praktische waarde ligt dus in de vertaling van kennis naar actie. Door betonrot minder abstract te maken en de gevolgen duidelijk te tonen, kan de campagne bijdragen aan sneller ingrijpen, betere opvolging en een meer preventieve houding in residentiële meergezinsgebouwen.

Het resultaat werd voorgelegd aan FEREB. Daar kwam positieve feedback op de inhoud en de praktische insteek van het werk. Er werd bovendien aangegeven dat het interessant zou zijn om na de bachelorproef verder samen te zitten om te bekijken hoe dit resultaat in de praktijk gebruikt kan worden, bijvoorbeeld binnen de context van het salon van mede-eigendom. Dat toont aan dat het resultaat niet alleen theoretisch relevant is, maar ook aansluit bij de praktijk in het werkveld.

5.3 EINDCONCLUSIE

Uit de combinatie van literatuurstudie, casestudy en praktijkmetingen blijkt in de eerste plaats dat betonrot zich vaak al ontwikkelt voordat de schade duidelijk zichtbaar wordt. Daardoor volstaat een louter visuele beoordeling niet om de toestand van een gebouw correct in te schatten, en wordt een preventieve inspectie nog vóór er sprake is van duidelijke afbrokkeling of blootliggende wapening belangrijk. Een tweede belangrijk inzicht is dat niet alleen de technische aantasting telt, maar ook de manier waarop eigenaars, syndici en mede-eigenaars signalen herkennen, interpreteren en opvolgen. De onderzochte cases tonen namelijk dat uitstel niet alleen leidt tot zwaardere schade, maar ook tot moeilijkere besluitvorming, hogere kosten en meer organisatorische drempels. Een derde inzicht is dat de beoordeling van betonrot altijd contextgebonden blijft: bouwjaar, blootstelling, betondekking, onderhoudstoestand en omgevingsfactoren bepalen samen hoe groot het risico werkelijk is en welke vorm van opvolging aangewezen is.

Die drie inzichten vormen ook rechtstreeks de basis voor de campagne. Omdat betonrot vaak te laat wordt opgemerkt, zet de campagne eerst in op bewustmaking en het herkennen van vroege signalen. Omdat niet-specialisten vaak een eerste rol spelen bij het opmerken en melden van schade, vertaalt de campagne technische kennis naar duidelijke en toegankelijke communicatie voor eigenaars en syndici. En omdat niet elk gebouw dezelfde urgentie of schadegraad heeft, legt de campagne niet alleen de nadruk op zichtbare schade, maar ook op het belang van preventieve diagnose, tijdige inspectie en gerichte opvolging. De gekozen aanpak met poster, flyer, brochure en website is daarom inhoudelijk een logische vertaling van de onderzoeksbevindingen: eerst aandacht trekken, daarna duiden en ten slotte aanzetten tot tijdige actie. Zo brengt het resultaat niet alleen kennis over, maar probeert het ook effectief preventief gedrag en betere besluitvorming binnen residentiële meergezinsgebouwen te ondersteunen.

6 EINDWOORD

Met deze bachelorproef komt een intensief maar leerrijk traject tot een einde. Het onderzoek heeft niet alleen mijn kennis over betonrot, diagnose en herstel verdiept, maar ook mijn inzicht vergroot in de complexiteit van besluitvorming, communicatie en preventief beheer binnen appartementsgebouwen. De combinatie van literatuuronderzoek, praktijkcases en de uitwerking van een brochure en website maakte dit proces bijzonder verrijkend en toonde aan hoe technisch onderzoek kan worden vertaald naar toegankelijke en bruikbare communicatie. Ik kijk daarom met tevredenheid terug op dit traject en neem de opgedane kennis en ervaring mee in mijn verdere professionele ontwikkeling.

Graag bedank ik iedereen die heeft bijgedragen aan de totstandkoming van dit onderzoek:

- Joost Beke, externe promotor.
- Karel Snoeck van Konstant.
- Bart Craeye, expert diagnose.
- Henri Homes Beheer, syndicus van WEGA-MIRA-SIRIUS.
- Thierry Pflieger van FEREB.
- Hannelore Michiels, studente Toegepaste Psychologie aan Arteveldehogeschool.
- Dominique Krickovic van UVS.
- BARO Architectuur
- René Verschraeghen.

7 AI-VERANTWOORDING

Binnen deze bachelorproef werd AI op een ondersteunende en gecontroleerde manier ingezet tijdens het onderzoeks- en schrijfproces. De inhoudelijke basis van het rapport bleef steunen op een eigen literatuurstudie, casestudy's, praktijkobservaties en technische analyse. AI werd gebruikt als hulpmiddel om informatie sneller te verkennen, bestaande tekstpassages te herformuleren en de leesbaarheid en structuur van het rapport te verbeteren. Wanneer AI daarbij inhoudelijke informatie aanreikte, werd die informatie niet zonder meer overgenomen, maar gecontroleerd aan de hand van de meegegeven bronnen en vervolgens inhoudelijk afgewogen binnen de opbouw van het onderzoek.

In bepaalde fases van het onderzoek werd AI ook gebruikt als eerste ingang om een thema beter te begrijpen of om een overzicht te krijgen van mogelijke invalshoeken. In die gevallen waren de door AI aangehaalde bronnen een startpunt, geen eindpunt. De relevantie en betrouwbaarheid van die informatie werden nadien nagegaan en, waar nodig, aangevuld of gecorrigeerd op basis van eigen onderzoek en bronanalyse. Op die manier bleef de inhoudelijke controle steeds bij de auteur zelf, terwijl AI vooral hielp om het denk- en schrijfproces te ondersteunen.

AI werd dus niet gebruikt als autonome bron, maar als hulpmiddel binnen een gecontroleerd werkproces waarin bronvermelding, inhoudelijke toetsing en redactionele afwerking centraal stonden. De uiteindelijke keuzes in argumentatie, structuur en formulering bleven gebaseerd op de eigen verwerking van de onderzoeksresultaten. Daardoor blijft de bachelorproef in essentie een eigen academisch werk, waarbij AI slechts een ondersteunende rol speelde bij de uitwerking en verfijning van de tekst.

Het volledige document is grondig gecontroleerd op spelling- en grammaticale fouten met Grammarly. Alle gevonden fouten zijn gecorrigeerd, zodat de tekst voldoet aan de Nederlandse taalnormen voor spelling, grammatica, leestekens en zinsopbouw.

8 BRONNENLIJST

1. De Caluwé, W., Le Begge, M., Bureau voor expertise en architectuur, Direction des Structures en béton – MET, NMBS – Onderhoud en Infrastructuur, AIB Vinçotte International – Burgerlijke bouwkunde, Sika, SECO, FEBELCEM, Regie der gebouwen, Belgische Vestiging van Specialisten in de Herstelling, de Versteving en de Bescherming van Betonconstructies – FEREB, WTCB, Departement Mobiliteit en Openbare werken – Vlaams Gewest, Pollet, V., Dooms, B., & Jacobs, J. (2007). Technische Voorlichting 231: Herstelling en bescherming van beton. In WTCB.
2. Wikipedia-bijdragers. (2022, 16 november). Carbonatatie. Wikipedia. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Carbonatatie>
3. Febe, C. (2024, 19 juni). Carbonatatie van beton. BETON Magazine. <https://beton.febe.be/2024/06/19/carbonatatie-van-beton/>
4. Wikipedia-bijdragers. (2026, 23 januari). Calciumhydroxide. Wikipedia. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Calciumhydroxide>
5. Vincotte, U. (z.d.). Betonschade: De herstelling begint bij een degelijke betondiagnose. In Unknown. https://www.vincotte.be/uploads/Vincotte_Whitepaper_Beton.pdf
6. TECHNOLOGIE. (2020). VOORSCHRIJVEN VAN BETON [TECHNOLOGIE]. In TECHNOLOGIE (p. q4 (Ajp)-4). <https://febelcem.be/app/uploads/2025/10/T7-NL-BetonVoorschrijven.pdf>
7. Betonschade oorzaken - A.M. Consult. (z.d.). <https://amconsult.be/referenties/oorzaken-betonschade-vallende-brokstukken/>
8. Van Gemert, D., K.U.Leuven, Schueremans, L., & K.U.Leuven. (1996). Preventieve bescherming van gewapend betonstructuren tegen chloridenindringing: Evaluatie op de containerterminal te Zeebrugge. Vliz.
9. Roestvast staal in de bouw deel 1. (z.d.). AluRVS. https://www.alurvs.nl/roestvast-staal/overzicht-bedrijfspresentaties-rvs/roestvast-staal-in-de-bouw-deel-1_10128/
10. Fibertex Nonwovens A/S. (z.d.). Controlled Permeability Formwork (CPF) liner Chloride transport in concrete. https://www.fibertex.com/sites/fibertex.com/files/2024-04/Chloride%20transport_0324new.pdf
11. Erdoğan, Ş., Kondratova, I., & Bremner, T. (2003). Determination of chloride diffusion coefficient of concrete using open-circuit potential measurements. Cement and Concrete Research, 34(4), 603–609. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2003.09.024>
12. Tegengaan van wapeningscorrosie door zelfherstel van scheuren in beton. (2014). In Masterproef Ingediend Tot het Behalen van de Academische Graad van Master Of Science in Civil Engineering [Thesis].
13. Zhang, S., Tian, B., Chen, B., Lu, X., Xiong, B., & Shuang, N. (2022). The Influence of Freeze–Thaw Cycles and Corrosion on Reinforced Concrete and the Relationship between the Evolutions of the Microstructure and Mechanical Properties. Materials, 15(18), 6215. <https://doi.org/10.3390/ma15186215>
14. BCCA. (n.d.). <https://www.bcca.be/nl>
15. Schadediagnose en herstelling van beton | Science Academy. (n.d.). <https://science-academy.ugent.be/programma/postacademische-opleiding/2021-2022-schade2022-schadediagnose-en-herstelling-van-beton>
16. Olajide, O. D., Nokken, M. R., & Sanchez, L. F. M. (2023). Alkali–Silica Reactions: Literature review on the influence of moisture and temperature and the knowledge gap. Materials, 17(1), 10. <https://doi.org/10.3390/ma17010010>
17. De Vree, J. (n.d.). alkali-silica-reactie. Joost De Vree. <https://www.joostdevree.nl/a/alkali-silica-reactie>
18. Dooms, B., Labo Isolatie, Dichting en Daken, & MOW. (2022). Betonschade door wapeningscorrosie.
19. Fadmin. (2024, March 17). Betonrot voorkomen door een goede inspectie | Group MDS. Group MDS. <https://groupmds.be/betonherstel/betonrot-voorkomen-inspectie/>
20. Ecoform Europe. (2025, August 26). Betonrot: hoe ontstaat het? Voorkom het met dit stappenplan. Ecoform Europe - NL. <https://www.ecoformeurope.nl/hoe-ontstaat-betonrot/>
21. Coonen, K. (2021, August 30). De gevaren van betonrot | Beheer & Onderhoud. A-Quin. <https://a-quin.nl/nieuws/de-gevaren-van-betonrot-beheer-onderhoud/>
22. Maisonmakelaars. (2023, December 11). Betonrot: Hoe herken je het en wat doe je eraan? Maison Makelaars. <https://www.maisonmakelaars.nl/nieuws-maison-makelaars-landelijk/betonrot-hoe-herken-je-het-en-wat-doe-je-eraan/>
23. De Carufel, S. (2025, November 7). What is the Half-Cell Potential Test? Giatec Scientific Inc. <https://www.giatecscientific.com/education/what-is-the-half-cell-potential-test/>
24. Gu, P., & Beaudoin, J. J. (1998). Obtaining effective half-cell potential measurements in reinforced concrete structures. In Construction Technology Update: Vol. No. 18. <https://doi.org/10.4224/40002852>
25. De meest voorkomende vormen van betonschade en hun oorzaken. (z.d.). In Technisch Dossier (pp. 1–9). <https://www.duurzaam-betonherstel.be/wp-content/uploads/2020/09/Betonschade3.pdf>
26. Van Daelen, G. (2025, January 29). Hoe kun je betonrot herkennen? TPO.NL. <https://tpo.nl/2025/01/29/hoe-kun-je-betonrot-herkennen/>
27. Wat is betonrot? Alle belangrijke informatie! | Betoncentraal. (2025, January 17). Betoncentraal. <https://www.betoncentraal.nl/blogs/wat-is-betonrot/>

28. Betonrot: oorzaak, symptomen & hoe herstellen. (n.d.). <https://www.renovatiewerken.be/betonrot-herstellen/>
29. Betonrot – balkonherstel. (n.d.). <https://balkonherstel.nl/betonrot/>
30. Dxy_Webmaster. (2025, October 20). Hoe herken en behandel je betonrot in balkons en gevels? Bodima. <https://bodima.be/hoe-herken-en-behandel-je-betonrot-in-balkons-en-gevels/>
31. Persoon, A. (2022, February 10). Hoe is betonschade te herkennen? Persoon Geveltechniek. <https://www.persoongeveltechniek.nl/nieuws-persoon-geveltechniek/hoe-is-betonschade-te-herkennen/>
32. Best Betonrenovatie BV. (2022, February 9). Balkonrenovatie beton – Best Betonrenovatie BV. <https://betonreparaties.com/balkonrenovatie-beton/>
33. Loft. (n.d.). FEREB - Een toonaangevende vereniging van specialisten in betonreparatie, -bescherming en -versterking in België. FEREB. <https://fereb.be/nl>
34. Construct, L. (2022, August 1). Betonrot, betonschade herkennen en behandelen. L.C. Construct. <https://www.lcconstruct.be/post/betonschade-hoe-herkennen-en-erger-voorkomen>
35. Betonrot: wat is de oorzaak? (n.d.). <https://www.betonadvies.nl/betonadvies/betonschade/betonrot>
36. Vincotte, U. (z.d.). Betonschade: De herstelling begint bij een degelijke betondiagnose. In Unknown. https://www.vincotte.be/uploads/Vincotte_Whitepaper_Beton.pdf
37. HiLAB | Hoe de diepte van carbonatatie in beton meten. (n.d.). HiLAB. <https://hilab.be/nl/cases/hoe-de-diepte-van-carbonatatie-in-beton-meten>
38. Admin. (2026, January 19). 7 NDT methods for accurate corrosion evaluation in concrete structures. FPrimeC Solutions Inc. <https://fprimec.com/7-ndt-methods-for-accurate-corrosion-evaluation-in-concrete-structures/>
39. Potentiaalmeting - Nebest B.V. (2025, February 21). Nebest B.V. <https://www.nebest.nl/diensten/potentiaalmeting/>
40. Tegengaan van wapeningscorrosie door zelfherstel van scheuren in beton. (2014b). In Masterproef Ingediend Tot het Behalen van de Academische Graad van Master Of Science in Civil Engineering [Thesis].
41. Passivering. (n.d.). <https://www.betonlexicon.nl/P/Passivering>
42. Nawa. (n.d.). Nawa | Non-destructief onderzoek - Beton. <https://www.nawa.nl/non-destructief-beton-onderzoek>
43. Febe, C. (2024, 19 juni). Carbonatatie van beton. BETON Magazine. <https://beton.febe.be/2024/06/19/carbonatatie-van-beton/>
44. Bouwkeuringvergelijk.nl. (n.d.). Onderzoek naar aanwezigheid van Betonrot? - Bouwkeuringvergelijk.nl. bouwkeuringvergelijk.nl. <https://www.bouwkeuringvergelijk.nl/betonrot.html>
45. Delaminatie gedetecteerd. (n.d.). <https://www.cementonline.nl/artikelen/delaminatie-gedetecteerd>
46. Ramon. (2025, December 23). Betonrot is niet altijd makkelijk te herkennen. Homekeur. <https://homekeur.nl/kennisbank/betonrot-lastig-herkennen>
47. Condiëtmetering - Beheer & onderhoud - Bouw. (n.d.). <https://www.nen.nl/bouw/beheer-en-onderhoud/condiëtmetering>
48. Coonen, K. (2021, October 11). NEN 2767 Condiëtmetering | Doel & uitleg. A-Quin. <https://a-quin.nl/nieuws/nen-2767-condiëtmetering-doel-uitleg/>
49. Wikipedia-bijdragers. (2025, April 11). Condiëtmetering (gebouw). Wikipedia. [https://nl.wikipedia.org/wiki/Condiëtmetering_\(gebouw\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Condiëtmetering_(gebouw))
50. SOCOTEC. (n.d.). Condiëtmetering volgens NEN 2767. SOCOTEC Netherlands. <https://www.socotec.nl/diensten/technische-keuringen/condiëtmetering-volgens-nen-2767>
51. Normen condiëtmetering. (n.d.). <https://www.nen.nl/bouw/beheer-en-onderhoud/condiëtmetering/normen-condiëtmetering>
52. VHB Assetmanagement en Advies. (2025, December 17). NEN 2767 condiëtmetering en conditiescores - VHB Assetmanagement en Advies. VHB Assetmanagement En Advies. <https://vhb.nu/kennisbank/conditiescores-nen-2767/>
53. Condiëtmetering NEN 2767: een praktische gids voor aannemers. (n.d.). <https://www.usebuilderflow.com/blog/condiëtmetering-nen-2767.html>
54. CROW Kennisbank. (n.d.). https://kennisbank.crow.nl/public/gastgebruiker/GEO/Handboek_oeverconstructies/NEN_2767_Condiëtmetering/65182
55. Wittocx, L., Craeye, B., Amaryllis Audenaert, Matthias Buyle, Robby Caspee, Elke Gruyaert, Peter Minne, & Bram Doms. (2021). Vademecum der gebreken: uitkragende betonnen balkons.
56. Growl. (2026, February 24). Diensten - Sanacon. Sanacon. <https://www.sanacon.be/diensten/>
57. veb (Vlaams Energiebedrijf). (n.d.). Condiëtmetering | veb. Veb (Vlaams Energiebedrijf). <https://www.veb.be/energie-efficientie/meting-analyse/condiëtmetering>
58. NBN. (z.d.). [Specificatie van beton volgens de normen NBN EN 206 en NBN B 15-001].

59. NBN B 15-001:2012 - NL. (n.d.). https://app.nbn.be/data/r/platform/frontend/detail?p40_id=349594&p40_language_code=nl&p40_detail_id=112752&lang=nl
60. betonhuis.nl. (z.d.). Duurzaamheid en milieuklassen. <https://betonhuis.nl/system/files/2020-09/duurzaamheid-en-milieuklassen.pdf>
61. Febe, C. (2023, October 5). Preventie van alkali-silicareactie. BETON Magazine. <https://beton.febe.be/2023/09/30/preventie-van-alkali-silicareactie/>
62. Amvos. (n.d.). Eurocode 2- Minimale Betondekking vs. Duurzaamheid. Scribd. <https://www.scribd.com/document/328943883/Eurocode-2-Minimale-Betondekking-vs-Duurzaamheid>
63. In de norm NBN B 15-001 worden nieuwe maatregelen ter preventie van de alkali-silicareactie voorgesteld. (n.d.). Buildwise. <https://www.buildwise.be/nl/nieuws/in-de-norm-nbn-b-15-001-worden-nieuwe-maatregelen-ter-preventie-van-de-alkali-silicareactie-voorgesteld/>
64. OCW. (2022). OCW Newsletter – Juli, augustus, september 2022 [Newsletter]. <https://brrc.be/nl/expertise/expertise-overzicht/recycling-betonwegenbouw>
65. NBN B 15-001 Beton. Prestaties, productie, verwerking en conformiteitscriteria. (2004). [Book].
66. RD Coatings - Dothee S.A. : Anti-corrosieverf, betonbescherming en dakafdichting. (n.d.). <https://rd-coatings.com/nl/content/34-beton-waterdicht-maken-tegen-carbonatatatie-beschermen>
67. Thorotect CR: Chloride- en carbonatatie remmende, vries-dooibestendige coating op cem - PEC International. (n.d.). <https://pecinternational.com/nl/producten/thorotect-cr-chloride-carbonatatie remmende-vriesdooibestendige-coating-op-cementbasis-voor-bescherming-van-betonstructuren-tegen-zouten-carbonatatatie-684/>
68. SealteQ. (2025, October 10). Chlorideschade beton – Duurzame oplossingen - SealteQ. <https://www.sealteq.nl/chlorideschade-beton/>
69. /
70. Kiwa Netherlands. (2022, September 7). EN 1504-2: Bescherming en reparatie betonconstructies | Kiwa. <https://www.kiwa.com/nl/nl/diensten/certificering/en-1504-2-producten-voor-de-bescherming-en-reparatie-van-betonconstructies/>
71. Van Der Borgh, G. & FEREB. (z.d.). Herstelling van gecarbonateerd beton door middel van gespoten hydraulische reparatie mortel.
72. Jacobs, J., Caubergs, N., & WTCB. (z.d.). [Betonherstelling in theorie]. In WTCB.
73. Werkwijze voor betonherstellingen | Geolock. (n.d.). Drupal. <https://geolock.be/werkwijze-voor-betonherstellingen>
74. Betonvereniging. (2024, May 14). Betonreparatie en de gevol klassen GK1, GK2 en GK3. <https://www.betonvereniging.nl/kennisbank/betonreparatie-en-de-gevolgklassen-gk1-gk2-en-gk3>
75. CUR-Aanbeveling 118 vervangt aanbeveling 53, 54 en 55. (n.d.). <https://www.cementonline.nl/artikelen/nieuwe-opzet-repareren-beton>
76. Niet destructief onderzoek [NDO] – Boosten Betonadvies. (n.d.). https://www.boosten-betonadvies.nl/?page_id=56
77. admin@liswood-tache.com. (n.d.). Betononderzoek. Betononderzoek. <https://www.interboring.be/activiteiten/betononderzoek>
78. Ferrosan en GRP. (n.d.). Diagnostic-Béton. <https://www.diagnostic-beton.com/nl/essais-non-destructif/ferrosan-grp/>
79. Kathodische bescherming - Balm BV. (2022, October 12). Balm BV. <https://balmbv.nl/werkzaamheden/kathodische-bescherming/>
80. Kathodische bescherming beton. (2023, February 7). Aannemer. https://aannemer.pmg.be/nl/dossier/EVAbe2307W04_00
81. SIKA BELGIUM NV. (2025). Betonherstel. In TECHNICAL (pp. 5–32) [Report].
82. Betonrot herstellen aan gebouwen | Rodinia Bouwsite. (n.d.). Mijn Woning | Rodinia Bouwsite. <https://www.rodinia.be/betonrot-repareren/>
83. Reusen, R. (2025, April 23). Betonreparatie, stappenplan. Kiwiz. <https://www.kiwiz.nl/blogs/advies/betonreparatie-stappenplan>
84. SealteQ. (2025, October 10). Chlorideschade beton – Duurzame oplossingen - SealteQ. <https://www.sealteq.nl/chlorideschade-beton/>
85. RD Coatings - Dothee S.A. : Anti-corrosieverf, betonbescherming en dakafdichting. (n.d.). <https://rd-coatings.com/nl/content/34-beton-waterdicht-maken-tegen-carbonatatatie-beschermen>
86. Thorotect CR: Chloride- en carbonatatie remmende, vries-dooibestendige coating op cem - PEC International. (n.d.). <https://pecinternational.com/nl/producten/thorotect-cr-chloride-carbonatatie remmende-vriesdooibestendige-coating-op-cementbasis-voor-bescherming-van-betonstructuren-tegen-zouten-carbonatatatie-684/>
87. /
88. Dxx Webmaster. (2025, October 20). Hoe herken en behandel je betonrot in balkons en gevels? Bodima. <https://bodima.be/hoe-herken-en-behandel-je-betonrot-in-balkons-en-gevels/>
89. Verhaaf, D. (2017, February 8). Waar herken je betonrot bij een Mantvloer en Kwaaitaalvloer aan? Keuringsdienst Voor Wonen. <https://www.keuringsdienstvoorwonen.nl/blog/waar-herken-je-betonrot-bij-een-mantvloer-en-kwaaitaalvloer-aan/>

90. VvE.nl. (n.d.). Betonrot en het belang van onderhoud voor VvE's. <https://www.vve.nl/kennisbank/vve-onderhoud/28846>
91. Moens, K. (z.d.). Gevel- en balkonrenovaties aan de Belgische kust. Architectura. <https://www.architectura.be/nl/nieuws/gevel-en-balkonrenovaties-aan-de-belgische-kust/>
92. Reno Balkons. (2024, March 25). BALKONROT - Reno Balkons. <https://renobalkons.nl/balkonrot/>
93. Betonrot herstellen aan gebouwen | Rodinia Bouwsite. (n.d.). Mijn Woning | Rodinia Bouwsite. <https://www.rodinia.be/betonrot-repareren/>
94. Nws, V. (2025, November 20). Na spoedevacuatie van flat in Charleroi door instortingsgevaar: "Veel oudere gebouwen hebben dit soort problemen" | VRT NWS: nieuws. VRTNWS. <https://www.vrt.be/vrtnews/nl/2025/11/20/flatgebouw-charleroi-ontruimd-scheuren-architect/>
95. Roharro. (2012, March 9). Iek in balkon [Online forum post]. JuridischForum.be. <https://juridischforum.be/viewtopic.php?t=36422>
96. Roharro. (2013, January 27). betonrot terrassen [Online forum post]. JuridischForum.be. <https://juridischforum.be/viewtopic.php?t=44787>
97. Syndic Yourself. (2025, August 26). Mede-eigendom: hoe beslissingen worden genomen. <https://syndicyourself.be/nl/vrijwillige-syndicus/in-de-praktijk/besluitvorming-in-mede-eigendom/>
98. Syndic Yourself. (2025, August 26). Algemene vergadering besluitvorming mede-eigendom - Syndicus. <https://syndicyourself.be/nl/vrijwillige-syndicus/in-de-praktijk/algemene-vergadering-besluitvorming-mede-eigendom/>
99. Balkononderhoud voor VME's & syndici | Jaarlijkse controle. (n.d.). Beton Herstellen. <https://eso-betonherstellingen.be/jaarijks-balkononderhoud/>
100. Dtszulte. (2025, June 26). Balkonrenovatie | Dieter T'Siolle voor V betonherstellingen! DTS Zulte. <https://dtszulte.be/balkonrenovatie/>
101. Kosten betonrot herstellen - Prijzen 2026 - Zoofy. (n.d.). <https://zoofy.nl/prijsguidsen/kosten-betonrot-herstellen/>
102. Parelbeheer. (2025, July 10). Betonrot in uw appartementencomplex: Wat kan uw VvE doen? Parel Beheer. <https://parelbeheer.nl/betonrot-in-uw-appartementencomplex-wat-kan-uw-vve-doen/>
103. VvE.nl. (n.d.). Betonrot en het belang van onderhoud voor VvE's. <https://www.vve.nl/kennisbank/vve-onderhoud/28846>
104. Betonrenovatie | VVE. (n.d.). <https://www.verenigingvaneigenaren.nl/onderhoud/betonrenovatie/>
105. De Vries, J. (2025, September 17). Betonrot oorzaak instorten balkon Roosendaal. Omroep Brabant: Het Laatste Nieuws Uit Brabant, Sport En Informatie Uit Jouw Regio. <https://www.omroepbrabant.nl/nieuws/2543324/betonrot-oorzaak-instorten-balkon-roosendaal>
106. MVD projectmanagers en ingenieurs, & Van Duuren, G., van Duuren. (z.d.). Veiligheid betonconstructies.
107. Kathodische bescherming - Balm BV. (2022, October 12). Balm BV. <https://balmbv.nl/werkzaamheden/kathodische-bescherming/>
108. Kathodische bescherming beton. (2023, February 7). Aannemer. https://aannemer.pmg.be/nl/dossier/EVAbe2307W04_00
109. Projecten, V. (n.d.). Betonrot herstellen op je balkon | Vestra Projecten. Vestra Projecten. <https://vestra-projecten.nl/betonrot-herstellen-op-je-balkon>
110. Dxx_Webmaster. (2025, October 20). Hoe herken en behandel je betonrot in balkons en gevels? Bodima. <https://bodima.be/hoe-herken-en-behandel-je-betonrot-in-balkons-en-gevels/>
111. Betonrot herstellen aan gebouwen | Rodinia Bouwsite. (n.d.). Mijn Woning | Rodinia Bouwsite. <https://www.rodinia.be/betonrot-repareren/>
112. Larcier-Intersentia. (2024, October 18). Betaalt mede-eigenaar zonder terras mee voor renovatie? mijntipsenadvies.be. https://www.mijntipsenadvies.be/2024-10/betaalt-mede-eigenaar-zonder-terras-mee-voor-renovatie-VLTAVGAR_EU29040601?domainId=65&subdomainId=72
113. Livios. (2017, August 21). Wie moet betonrot in welfsels appartement laten herstellen? (Beantwoord op 21-08-2017). <https://www.livios.be/nl/diensten/vraag-en-antwoord/vraag/32888/wie-moet-betonrot-in-welfsels-appartement-laten-herstellen/>
114. Balkononderhoud voor VME's & syndici | Jaarlijkse controle. (n.d.). Beton Herstellen. <https://eso-betonherstellingen.be/jaarijks-balkononderhoud/>
115. Platform tegen Energiearmoede, Platform Tegen Energiearmoede, & Mathieu, A. (2017). Verbeteren van de energieprestaties van sociale woningen in België. In Koning Boudewijnstichting & Isis Consult, Kosten en maatschappelijke voordelen van de strijd tegen energiearmoede in het sociale woningpark. <https://media.kbs-frb.be/nl/media/7576/20180219NT1.pdf>
116. Eenheidsprijzen. (n.d.). Vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/sociaal-woonbeleid/sociale-woningen/realiseren-of-renoveren-van-sociale-woonprojecten/woningbouw-en-infrastructuur/ontwerp-en-betek/eenheidsprijzen>
117. Wist je dat je betonrot activeert als je je terras schuurt met Javel of met zouten? (n.d.). Livitas. <https://www.livitas.be/nieuws/wist-je-dat-je-betonrot-activeert-als-je-je-terras-schuurt-met-javel-of-met-zouten/>
118. Betonrot - VVE belang. (2025, March 19). VvE Belang. <https://www.vvebelang.nl/kennisbank/bouwkundig/betonrot/>
119. Expertise Beton en Staal. (n.d.). Vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/departement-mobiliteit-en-openbare-werken/expertisebetonstaal>
120. Betonrot: De kosten en de behandeling voor u in kaart. (2023, July 4). <https://www.stuc-concurrent.nl/betonreparatie/betonrot/>

121. Communicatie over de werken | Gids Duurzame Gebouwen. (n.d.). <https://gidsduurzamegebouwen.brussels/communicatie-over-werken>
122. Support. (2026, January 26). BewonersCommunicatie | Wolters B.V. Wolters Vastgoed Onderhoud. <https://www.woltersbv.nl/bewonerscommunicatie/>
123. Parelbeheer. (2025, July 10). Betonrot in uw appartementencomplex: Wat kan uw VvE doen? Parel Beheer. <https://parelbeheer.nl/betonrot-in-uw-appartementencomplex-wat-kan-uw-vve-doen/>
124. Uw-Syndic. (n.d.). UW-Syndic | Professioneel syndicusbeheer in Vlaanderen. Uw-Syndic. <https://uw-syndic.be/>
125. Bewoners betrekken bij groot onderhoud en renovatie; durft u het aan? (n.d.). Heembouw. <https://www.heembouw.nl/artikelen/blog/bewoners-betrekken-bij-planvorming-groot-onderhoud-en-renovatie-durft-u-het-aan/>
126. MeteaPMSadmin, & MeteaPMSadmin. (2025, November 7). Slim onderhoud = lagere kosten en meer woonplezier. VvE Metea. <https://www.vvemetea.nl/slim-onderhoud-lagere-kosten-en-meer-woonplezier/>
127. Bewonersparticipatie. (n.d.). Woonbron. <https://woonbron.nl/bewonersparticipatie>
128. VvE.nl. (n.d.). Betonrot en het belang van onderhoud voor VvE's. <https://www.vve.nl/kennisbank/vve-onderhoud/28846>
129. VvE.nl. (n.d.). Onveilige balkons: wat doet uw VvE om verrassingen te voorkomen? <https://www.vve.nl/kennisbank/vve-onderhoud/onveilige-balkons-wat-doet-uw-vve-om-verrassingen-te-voorkomen>
130. Mede-eigendom in de praktijk: wat te doen bij onenigheid? | Law & More. (2025, October 11). Law & More Advocaten in Eindhoven En Amsterdam. <https://lawandmore.nl/civiel-recht/mede-eigendom-in-de-praktijk-wat-te-doen-bij-onenigheid/>
131. Bewonersparticipatie - Burg en de Heer. (2021, October 20). Burg En De Heer. <https://www.burgendeheer.nl/vastgoed-management-en-advies/bewonersparticipatie/#>
132. Mulder, G., De Koning, N., & TNO. (2019). Bewonerscommunicatie bij vervangende nieuwbouw (report TNO 2019 R10163). https://topsectorenergie.nl/documents/1003/Eindrapportage_bewonerscommunicatie_bij_vervangende_nieuwbouw.pdf#:~:text=en%20vervangende%20woningen%20heeft,kan%20het%20proces%20soepel%20overlopen
133. Platform tegen Energiearmoede, Platform Tegen Energiearmoede, & Mathieu, A. (2017). Verbeteren van de energieprestaties van sociale woningen in België. In Koning Boudewijnstichting & Isis Consult, Kosten en maatschappelijke voordelen van de strijd tegen energiearmoede in het sociale woningpark. <https://media.kbs-frb.be/nl/media/7576/20180219NT1.pdf>
134. van de Brusselse Gewestelijke Huisvestingsmaatschappij. (z.d.). Memorandum. In Memorandum.
135. Vernimmen, D. & VIVAS. (z.d.). SOCIAAL WONEN ALS OPLOSSING: RECHT OP WONEN VOOR IEDEREEN! VERKIEZINGSKRANT, 2.
136. Sociale woningen. (n.d.). Brussels Hoofdstedelijk Gewest. <https://be.brussels/nl/huisvesting/huren-en-verhuren/huurhulp/sociale-woningen>
137. Brackx, T. (2024, October 16). Renovatie van sociale woningbouw - bma. Bma. <https://bma.brussels/nl/renovatie-van-sociale-woningbouw/>
138. Donné, M. (2026, January 28). Vanaf 2027 kan je met bouwproblemen terecht bij federale ombudsdienst voor bouw- en verbouwschillen | VRT NWS Nieuws. VRTNWS. <https://www.vrt.be/vrtnews/nl/2026/01/28/vanaf-2027-federale-ombudsdienst-voor-bouw-en-verbouwschillen/>
139. Gids Duurzame Gebouwen: ontwerpen of renoveren van gebouwen met een hoge milieukwaliteit. (n.d.). Professionals - Leefmilieu Brussel. <https://leefmilieu.brussels/pro/documentatie-en-tools/websites-en-interactieve-tools/gids-duurzame-gebouwen-ontwerpen-renoveren-van-gebouwen-met-een-hoge-milieukwaliteit>
140. Vereniging van mede-eigenaars | Federale Overheidsdienst Justitie. (n.d.). https://justitie.belgium.be/nl/themas_en_dossiers/vennootschappen_verenigingen_en_stichtingen/vereniging_van_mede_eigenaars
141. Wikipedia-bijdragers. (2026, January 12). Syndicus van de Vereniging van Mede-eigenaars. Wikipedia. https://nl.wikipedia.org/wiki/Syndicus_van_de_Vereniging_van_Mede-eigenaars
142. Livios. (2017, August 21). Wie moet betonrot in welfsels appartement laten herstellen? (Beantwoord op 21-08-2017). <https://www.livos.be/nl/diensten/vraag-en-antwoord/vraag/32888/wie-moet-betonrot-in-welfsels-appartement-laten-herstellen/>
143. Burssens, F. & Gastprofessor KULeuven. (z.d.). Aansprakelijkheid en verzekering bij betonherstelling.
144. De aansprakelijkheid van de VME - B'Cover. (n.d.). B'Cover. https://bcover.be/aansprakelijkheid_vme/
145. Onderhoud gebouw - Original Immo. (n.d.). <https://originalimmo.be/fag/onderhoud/>
146. Betonrot - VVE belang. (2025, March 19). VvE Belang. <https://www.vvebelang.nl/kennisbank/bouwkundig/betonrot/>
147. Meerjarenonderhoudsplan VVE. (n.d.). Vereniging Eigen Huis. <https://www.eigenhuis.nl/vve/onderhoud-verbouwen/meerjarenonderhoudsplan-vve>
148. SyndicusKiezen.be. (2024, June 13). Syndicus van mede-eigendom - taken en verplichtingen | SyndicusKiezen.be. <https://www.syndicuskiezen.be/mede-eigendom-syndicus/>
149. Vereniging van mede-eigenaars | Federale Overheidsdienst Justitie. (n.d.). https://justitie.belgium.be/nl/themas_en_dossiers/vennootschappen_verenigingen_en_stichtingen/vereniging_van_mede_eigenaars

150. Coonen, K. (2021, October 11). NEN 2767 Conditiemeting | Doel & uitleg. A-Quin. <https://a-quin.nl/nieuws/nen-2767-conditiemeting-doel-uitleg/>
151. INNAX. (n.d.). Conditiemeting | INNAX Kennisbank. <https://www.innax.nl/kennisbank/woningkwaliteit-op-orde/conditiemeting-nen2767>
152. MJOP Beheer – MJOP Specialist voor VvE's, Vastgoed en Utiliteit. (2025, June 9). MJOP Beheer. <https://www.mjopbeheer.nl/>
153. Bouwtechnisch bestek woningbouw. (n.d.). Vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/sociaal-woonbeleid/sociale-woningen/realiseren-of-renoveren-van-sociale-woonprojecten/woningbouw-en-infrastructuur/ontwerp-en-bestek/bouwtechnisch-bestek-woningbouw>
154. Beheren van sociaal patrimonium. (n.d.). Vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/sociaal-woonbeleid/sociale-woningen/beheren-van-sociaal-patrimonium>
155. Projectvoorbereiding en opstart. (n.d.). Vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/sociaal-woonbeleid/sociale-woningen/realiseren-of-renoveren-van-sociale-woonprojecten/woningbouw-en-infrastructuur/projectvoorbereiding-en-opstart>
156. Sociaal woonbeleid. (n.d.). Vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/sociaal-woonbeleid>
157. Zorg, D. (n.d.). Inspectie en handhaving van kwaliteit in residentiële ouderenzorgvoorzieningen | Departement Zorg. Departement Zorg. <https://www.departementzorg.be/nl/inspectie-en-handhaving-van-kwaliteit-residentiele-ouderenzorgvoorzieningen>
158. MJOP nodig? > Meerjarenonderhoudsplan. (2025, January 27). VRWD. <https://www.vrwd.nl/mjop>
159. Vernimmen, D. & VIVAS. (z.d.). SOCIAAL WONEN ALS OPLOSSING: RECHT OP WONEN VOOR IEDEREEN! VERKIEZINGSKRANT, 2.
160. ISN B.V. (n.d.). Campagne "Rij veilig, wij veilig" legt focus op veiligheid wegenwerkers. www.wegenbouw.be, Campagne "Rij Veilig, Wij Veilig" Legt Focus Op Veiligheid Wegenwerkers. <https://www.wegenbouw.be/nieuws/9479>
161. Betonvereniging. (2025, October 28). 'We moeten af van het idee dat alternatieve wapening iets experimenteels is.' <https://www.betonvereniging.nl/kennisbank/we-moeten-af-van-het-idee-dat-alternatieve-wapening-iets-experimenteels-is>
162. Bekaert & ABT. (2024). Verduurzamen met alternatieve wapenings-technieken. In *CIVIELE TECHNIEK: Vol. Nummer 4* [Journal-article].
163. Haegen, W. V. (2023, October 6). Op zoek naar alternatieven voor bouwen met beton. *Renoscripto*. <https://www.renoscripto.be/nl/artikel/op-zoek-naar-alternatieven-voor-bouwen-met-beton>
164. *Met kansrijke innovatie naar duurzamer beton - ABT Adviseurs in bouwtechniek*. (2024, July 10). ABT Adviseurs in Bouwtechniek. <https://abt.eu/nieuws/met-kansrijke-innovatie-naar-duurzamer-beton/>
165. *Comparing Rebar materials: carbon steel, stainless steel, and GFRP*. (n.d.). <https://www.camblinsteel.com/post/comparing-rebar-materials>
166. Schnell, J. H. M. A. R. E. (2024, 26 augustus). Stainless Steel Rebar for Concrete Reinforcement | Carpenter. *Stainless Steel Rebar for Concrete Reinforcement: An Update and Selection Guide*. <https://www.carpentertechnology.com/blog/stainless-steel-rebar-for-concrete-reinforcement>
167. Worldstainless. (2026, January 13). *Why stainless? - worldstainless*. <https://worldstainless.org/applications/architecture-building-and-construction-applications/stainless-steel-rebar/why-stainless/>
168. *Stainless steel reinforcement bars – IspatGuru*. (n.d.). <https://www.ispatguru.com/stainless-steel-reinforcement-bars/>
169. Composites, M. (2025, March 28). *GFRP Rebar vs. Steel Rebar: Strength, Durability & Benefits*. MRG Composites. <https://www.mrg-composites.com/gfrp-rebar-vs-steel-rebar-complete-guide/>
170. Ocunev, A. (2026, April 26). ACI 440.11-22 Explained: How to Design Concrete with GFRP Rebar in the U.S. - Composite-Tech. *Composite-Tech*. <https://composite-tech.com/2025/09/15/aci-440-11-22-explained-how-to-design-concrete-with-gfrp-rebar-in-the-us/>
171. Mike, & Mike. (2025, June 21). *GFRP Rebar in Concrete: Engineering Integration for Long-Term Performance*. IncomePultrusion. <https://incomepultrusion.com/the-perfect-pairing-fiberglass-rebar-and-concrete/>
172. Mr.Anand, & Mr.Anand. (2026, March 1). *GFRP Rebar vs Steel Rebar: Complete Comparison Guide for 2026*. Jivial Composites. <https://jivialcomposite.com/blog/gfrp-rebar-vs-steel-rebar-comparison-guide>

173. Jonnyhough. (2025, June 3). *Fibre Reinforced Plastics (FRP) - reinforcement* | Concrete Society. Concrete Society. <https://www.concrete.org.uk/fingertips/fibre-reinforced-plastics-frp-reinforcement/>
174. Unicomposite. (2025, December 5). *Mechanical Properties of FRP Fiberglass Rebar Design Guide*. Unicomposite. <https://www.unicomposite.com/mechanical-properties-of-frp-fiberglass-rebar/>
175. *VUB'ers gaan op zoek naar duurzame en ecologische alternatieven voor beton*. (2023, October 3). Press - Vrije Universiteit Brussel. <https://press.vub.ac.be/vubers-gaan-op-zoek-naar-duurzame-en-ecologische-alternatieven-voor-beton>
176. BouwTotaal, & BouwTotaal. (2019, November 11). *Beton wapenen met vezels* | BouwTotaal. BouwTotaal | Platform Voor Heel Bouwend Nederland. <https://www.bouw totaal.nl/2019/10/beton-wapenen-met-vezels/>
177. Van de Voorde, S., Bertels, I., Wouters, I., & Vrije Universiteit Brussel. (2015). *Post-war building materials in housing in Brussels 1945-1975 / Naoorlogse bouwmaterialen in woningen in Brussel 1945-1975 / Matériaux de construction d'après-guerre dans l'habitation à Bruxelles 1945-1975*.
178. Costa, R., & De Valk, H. (2018). Sprouted All Around: The Emergence and Evolution of Housing Estates in Brussels, Belgium. In *The Urban book series* (pp. 145–166). https://doi.org/10.1007/978-3-319-92813-5_7
179. *Period of construction* | Statbel. (n.d.). <https://statbel.fgov.be/en/themes/census/housing/period-construction>
180. Van De Voorde, S. (2013, June 27). *The development of architectural concrete in Belgium during the 1960s and 1970s*. Vrije Universiteit Brussel. <https://researchportal.vub.be/nl/publications/the-development-of-architectural-concrete-in-belgium-during-the-1/>
181. Magazine, P. E. G. C. (2012, March 7). *Cement in Belgium and the Netherlands*. <https://www.globalcement.com/magazine/articles/663-cement-in-belgium-and-the-netherlands>
182. Perplexity. (n.d.). Perplexity AI. <https://www.perplexity.ai/>

9 BIJLAGEN

Bijlage 1: Notulen SAV Wega-Mira-Sirius

Bijlage 2: Dossier residentie Voltaire I & II

Bijlage 3: Dossier residentie Boudelo

Bijlage 4: Dossier residentie Richmond

Bijlage 5: Dossier residentie Maracana

Bijlage 6: Dossier residentie Carnac

Bijlage 7: Dossier residentie Alicante

Bijlage 8: Dossier residentie Wilmar

Bijlage 9: Dossier residentie Jacobs

Bijlage 10: Dossier residentie Fasano

Bijlage 11: Dossier residentie Spinnaker

Bijlage 12: Lastenboek Wega-Mira-Sirius

