



RICHTLIJN HERSTEL

UITKRAGENDE BETONNEN BALKONS

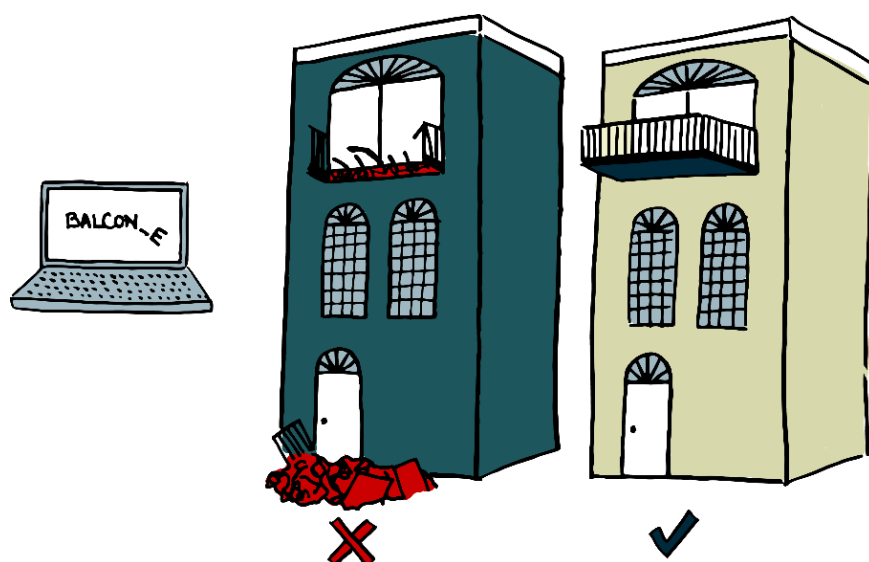
Balcon-e

Diagnose, beoordeling en duurzaam herstel van uitkragende betonnen balkons

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

RICHTLIJN HERSTEL

UITKRAGENDE BETONNEN BALKONS



balcon-e.odisee.be

Dit document werd opgemaakt in het kader van het PWO-project Balcon-e. Dit project werd gefinancierd via de middelen voor Praktijkgericht Wetenschappelijk Onderzoek (PWO) van Odisee, ter beschikking gesteld door de Vlaamse Overheid.

Odisee Hogeschool en degenen die aan dit document hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van dit document. Toch kan niet worden uitgesloten dat de inhoud onjuistheden bevat. De gebruiker van dit document aanvaardt daarvoor het risico. Odisee Hogeschool sluit, mede ten behoeve van de auteurs, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit dit gebruik. De gebruiker zal Odisee vergoeden en vrijwaren m.b.t. alle vorderingen, en m.b.t. alle bedragen die worden betaald met het oog op de regeling van een geschil met een derde partij die om het even welke schade lijdt die rechtstreeks of onrechtstreeks het gevolg is van de activiteiten van de gebruiker die gebruik maakt van dit document.

September 2021

Lydia Wittocx (Odisee Hogeschool – projectmedewerker)
Bart Craeye (Odisee Hogeschool – promotor)
Amaryllis Audenaert (Universiteit Antwerpen – partner)
Matthias Buyle (Universiteit Antwerpen – partner)
Bram Doods (WTCB – partner)



CC2021: mag niet aangepast, vertaald of gecommmercialiseerd worden zonder de uitdrukkelijke toestemming van de auteur(s).



Inhoud

Inleiding.....	2
Herstelprincipes volgens NBN EN 1504-9.....	4
Herstelmaatregelen inzake duurzaamheid.....	12
Draagvermogen-verhogende maatregelen.....	26
Geraadpleegde en aanbevolen literatuur.....	29

Inleiding

Rond de jaren 1960-1970 piekte de bouw aan betonnen constructies. Met de veronderstelling dat deze betonnen constructies een gemiddelde levensduur van ongeveer 50 jaar hebben, kan dus heden een grote herstelgolf verwacht worden. Een Europese studie van ConRepNet (Tilly & Jacobs, 2007) toonde aan dat ongeveer de helft van de betonherstellingen faalt binnen de 10 jaar. Een gelijkaardig studie uit Nederland (Visser & van Zon, 2012) bevestigde deze cijfers. Belangrijkste redenen waardoor herstellingen vroegtijdig falen zijn (i) een foutieve of het ontbreken van een schadediagnose, (ii) een slecht ontwerp, (iii) een gebrekkige uitvoering of (iv) een verkeerde keuze van herstelmaterialen.

Een diagnose waaruit de aard, oorzaak en omvang van de schade blijkt, is noodzakelijk om een goede hersteltechniek te kunnen selecteren, ontwerpen en passende materialen te kiezen. De norm NBN EN 1504-9 vermeldt het belang van deze schadediagnose en bepaalt op welke principes een betonherstelling gebaseerd moet zijn.

Nadat een diagnose en beoordeling is gemaakt van de huidige situatie kan een geschikte herstelmethode geselecteerd worden. Mogelijke acties na de diagnose en beoordeling zijn:

- Niets doen
- Gebruik constructie beperken
- Constructie beschermen om verder schade af te remmen
- Schade herstellen
- Constructie verstevigen
- Constructie (gedeeltelijk) vervangen

Deze zes mogelijke acties kunnen gelinkt worden aan de conditiescore, bepaald volgens de methodiek beschreven in NEN 2767. Hierbij wordt de conditiescore op een zes-puntenschaal weergegeven, van uitstekende (score 1) tot zeer slechte conditie (score 6). Dit wordt weergegeven in Tabel 1.

De procedure ter bepaling van de conditiescore is grotendeels gebaseerd op de Nederlandse norm NEN 2767. Afhankelijk van (i) de ernst, (ii) de omvang en (iii) de intensiteit van de schade wordt een score van 1 tot 6 toegekend. Wanneer deze conditiescore gebruikt wordt om te ondernemen actie(s) te selecteren, dient deze score gebaseerd te zijn op een grondig onderzoek en niet louter op basis van visuele kenmerken. De conditiescore dient dus bepaald te zijn op basis van niet-destructieve én destructieve metingen, rekening houdend met de volledige schade, inclusief oorzaak.

[Bijkomende info conditiescore | Balcon-e: Vademecum der gebreken, Protocol](#)

Daarnaast dient te worden opgemerkt dat het draagvermogen niet rechtstreeks is opgenomen in de conditiescore. Er wordt steeds een opdeling gemaakt tussen het beoordelen van de duurzaamheid en het draagvermogen van de constructie.

OPGELET! Indien een balkon onvoldoende draagvermogen heeft door een ongunstige positie van de wapening maar geen verder schade vertoont, zal een gunstige conditiescore worden bekomen, maar dient het balkon wel degelijk verstevigd of tijdelijk ondersteund te worden.

Tabel 1: Mogelijke acties gekoppeld aan conditiescore (maatregelen m.b.t. duurzaamheid)

		CONDITIESCORE					
		1	2	3	4	5	6
		Uitstekend <i>Geringe gebreken</i>	Goed <i>Beginnende veroudering</i>	Redelijk <i>Zichtbare veroudering</i>	Matig <i>Incidenteel gevaar</i>	Slecht <i>Veroudering onomkeerbaar</i>	Zeer slecht <i>Technisch rijp voor sloop</i>
ACTIE	Niets doen	●	○	○			
	Gebruik beperken				○	○	○
	Constructie beschermen	○	●	●	●	●	
	Schade herstellen		○	●	●	●	○
	Constructie verstevigen			○	○	●	○
	Constructie (gedeeltelijk) vervangen					○	●

● = uit te voeren actie

○ = optioneel uit te voeren actie

Welke herstelmethodes is aangewezen, is onder andere afhankelijk van de huidige situatie (de conditiescore) en de wensen van de bouwheer met betrekking tot levensduurverlenging en budget. Naargelang de oorzaak en ernst van de schade zullen bepaalde technieken meer aangewezen zijn, anderen worden dan weer uitgesloten of zijn niet interessant. Daarnaast zijn ook de uitvoeringsperiode en eventueel bijkomende (esthetische) wensen zoals een uitbreiding van de balkons, bepalende factoren in de keuze van het herstel.

Er wordt een opdeling gemaakt in maatregelen betreffende het draagvermogen en duurzaamheid van het balkon. De principes van de verschillende herstelmethoden worden in deze richtlijn beschreven.

De schema's, tabellen en beschrijvingen in deze richtlijn trachten zo goed als mogelijk weer te geven hoe een duurzaam herstel wordt aangepakt maar zijn niet allesomvattend. Ze geven een overzicht van mogelijkheden en uit te voeren stappen bij een herstel, toegepast voor betonnen balkons.

Kennis en inzicht over de schademechanismen van beton is een eerste vereiste om een duurzame hersteltechniek te kunnen selecteren. Voor een toelichting omtrent de meest voorkomende schademechanismen bij betonnen balkons wordt verwezen naar | Balcon-e: Vademecum der gebreken. Corrosie van de wapening is in de meeste gevallen (één van) de oorza(a)k(en) van de schade. Kennis van het corrosieproces is nodig om hersteltechnieken zoals kathodische bescherming te kunnen begrijpen. Voor toelichting omtrent het corrosieproces wordt verwezen naar de literatuurlijst.

Herstelprincipes volgens NBN EN 1504-9

Overzicht principes en methoden volgens NBN EN 1504-9

Tabel 2 en 3 geven een overzicht van de principes en methodes, gegeven in NBN EN 1504-9. Een eerste reeks (principes 1 t.e.m. 6) beschrijft de principes van het herstellen en beschermen van beton, een tweede reeks (principes 7 t.e.m. 11) gaat over het behandelen en bestrijden van wapeningscorrosie. Een betonherstelling gaat steeds uit van één of meerdere van deze principes.

Tabel 2: Overzicht herstelprincipes

Principe	Methode	Relevant onderdeel NBN EN 1504
Principes en methoden met betrekking tot gebreken in beton		
1. Bescherming tegen indringing	1.1 Hydrofobering	2
	1.2 Impregnering	2
	1.3 Coating	2
	1.4 Afdekken van scheuren	
	1.5 Opvulling van scheuren	5
	1.6 Scheuren tot voegen omvormen	
	1.7 Aanbrengen panelen aan buitenzijde	
	1.8 Aanbrengen van membranen	
2. Vochtbeheersing	2.1 Hydrofobering	2
	2.2 Impregnering	2
	2.3 Coating	2
	2.4 Panelen aan de buitenkant aanbrengen	
	2.5 Elektrochemische behandeling	
3. Betonrenovatie	3.1 Handmatig aanbrengen van mortel	3
	3.2 Opnieuw aanstorten van beton of mortel	3
	3.3 Beton of mortel spuiten	3
	3.4 Vervanging element	
4. Constructieve versterking	4.1 Toevoegen of vervangen van ingebedde of uitwendige wapeningsstaven	
	4.2 Toevoegen wapening, verankerd in voorgevormde of geboorde gaten	6
	4.3 Verlijmen van plaatwapening	4
	4.4 Toevoegen mortel of beton	3,4
	4.5 Injecteren van scheuren, holten of spleten	5
	4.6 Opvullen van scheuren, holten of spleten	5
	4.7 Voor- of naspannen	
5. Vergroten fysische weerstand	5.1 Coating	2
	5.2 Impregnering	2
	5.3 Toevoegen mortel of beton	3
6. Vergroten chemische weerstand	6.1 Coating	2
	6.2 Impregnering	2
	6.3 Toevoegen mortel of beton	3

Tabel 2 (vervolg): Overzicht herstelprincipes

Principe	Methode	Relevant onderdeel NBN EN 1504
Principes en methoden met betrekking tot wapeningscorrosie		
7. Behouden of herstellen van de passiviteit	7.1 Vergroting dekking door extra mortel of beton	3
	7.2 Vervanging van verontreinigd of gecarbonateerd beton	3
	7.3 Elektrochemische realkalisatie van gecarbonateerd beton	
	7.4 Realkalisatie van gecarbonateerd beton door diffusie	
	7.5 Elektrochemische chloridenextractie	
8. Verhogen resistiviteit	8.1 Hydrofobering	2
	8.2 Impregnering	2
	8.3 Coating	2
9. Controle kathodische zones	9.1 Beperking van het zuurstofgehalte (bij de kathode) door verzadiging of coating van het oppervlak	
10. Kathodische bescherming	10.1 Aanbrengen van een elektrisch potentiaal	
11. Controle anodische zones	11.1 Actieve coating van de wapening	7
	11.2 Afsluitende coating op de wapening	7
	11.3 Aanbrengen van corrosie-inhibitoren in of op het beton	

Tabel 3: Overzicht methodes

Methode	Principe(s)	Relevant onderdeel NBN EN 1504
Hydrofobering	1, 2, 8	2
Impregneren	1, 2, 5, 6, 8	2
Coating	1, 2, 5, 6, 8	2
Herstel met mortel of beton	3, 5, 6, 7	3
Injecteren/opvullen scheuren	1, 4	5
Bijkomende wapening	4	6
Aanbrengen van een elektrische potentiaal	10	
Bescherming van de wapening	11	7
Realkalisatie	7	
Chloridenextractie	7	

Herstelprincipes voor bescherming m.b.t. beton

Principe 1: Bescherming tegen indringing

Bescherming tegen indringing omvat maatregelen die de porositeit en/of permeabiliteit van het betonoppervlak reduceren. Dit wordt bekomen door het oppervlak te behandelen of door scheurinjectie.

Het behandelen van het oppervlak kan door hydrofobering, impregnering of aanbrengen van een coating. Dit wordt beschreven in NBN EN 1504-2 en schematisch voorgesteld in Figuur 1.

Bij hydrofobering wordt het oppervlak behandeld om een waterwerend oppervlak te creëren. De poriën en het capillaire netwerk worden niet opgevuld, maar met een waterafstotend materiaal bekleed. Hierdoor zal er aanzienlijk minder water binnendringen, waardoor ook schadelijke stoffen zoals chloriden het beton niet meer kunnen indringen. Doordat de poriën niet volledig worden afgesloten blijft dampdiffusie wel mogelijk. Hydrofobering zorgt zodoende voor een vermindering van de wateropsorping, de chloridendiffusie en de kans op ASR. Ook de weerstand tegen agressieve stoffen wordt verbeterd. Deze maatregel biedt echter geen bescherming tegen indringing van CO₂, maar door de beperking van het watergehalte verlaagt de kans op corrosieschade door carbonatatie.

Impregnering is een behandeling van het oppervlak waarbij de porositeit van het oppervlak vermindert. De poriën en capillairen worden gedeeltelijk of volledig gevuld. Door het oppervlak te impregneren zal dit waterafstotend worden, zal de stofafgifte verminderen en zal de duurzaamheid tegen agressieve stoffen verbeteren.

Het aanbrengen van een coating zal verdere aantasting voorkomen en de duurzaamheid verhogen. Een coating kan verschillende functies vervullen zoals het vertragen van de carbonatatiesnelheid, bescherming tegen indringing van vocht en andere schadelijke stoffen, het overbruggen van scheuren en het verfraaien van het uitzicht.



Figuur 1: Schematische voorstelling hydrofobering, impregnering en coating (v.l.n.r) – overgenomen uit [1]

Scheurinjectie zal grote scheuren (scheurwijdte groter dan de limiet gedefinieerd in NBN EN 1992-1-1) kunnen dichtmaken. Het afdichten of opvullen van scheuren (en holtes) zal het binnendringen van schadelijke stoffen voorkomen. In EN 1504-5 worden drie categorieën vermeld:

- Categorie F: flexibele opvulling
- Categorie D: opvulling onder druk
- Categorie S: zwellende opvulling

Injectieproducten van categorie D worden toegepast wanneer er structurele belastingoverdracht vereist is.

Als scheuren in het beton een gevolg zijn van wapeningscorrosie, is het afdichten van de scheuren onvoldoende. De corrosieschade dient worden aangepakt volgens een van de principes 7 t.e.m. 11.

Ter bescherming tegen indringing kunnen ook panelen of membranen aan de buitenzijde worden aangebracht.

Principe 2: Vochtbeheersing

De aanwezigheid van vocht is een voorwaarde voor verschillende schademechanismen zoals vorst, corrosie en chemische aantasting. Het tweede principe bestaat er dan ook in het vochtgehalte te beheersen. Hiervoor is het toepassen van een hydrofobering, een impregnering, coatings en het plaatsen van een panelen mogelijk, zoals ook beschreven in principe 1.

Principe 3: Betonrenovatie

Betonrenovatie omvat het herstellen of vervangen met herstellmortel of (spuit)beton en wordt voor zowel structureel als niet-structureel herstel beschreven in NBN EN 1504-3.

Herstellmortels en de eigenschappen waaraan ze dienen te voldoen, worden onderverdeeld in vier klassen zoals gedefinieerd in NBN EN 1504-3. Klasse R1 en R2 worden toegepast voor niet-structurele (louter esthetische) herstellingen, R3 en R4 indien er wel structurele vereisten zijn. De herstellmortel zal fungeren als betonvervanging en de belasting wordt overgedragen

naar de herstelling om de structurele functie te herstellen. De keuze voor een bepaald product is afhankelijk van de verwerkbaarheid, het type bindmiddel, het toepassingsgebied en dient afgestemd te zijn op de kwaliteit van het originele beton.

Herstelmortels kunnen ook opgedeeld worden op basis van het type bindmiddel. Een eerste soort mortels zijn op basis van hydraulische bindmiddelen. Door dit type herstellmortel toe te passen zal een basisch milieu gecreëerd worden waardoor opnieuw een beschermende passiveringslaag op de wapening wordt gevormd. Om de eigenschappen van deze mortels te verbeteren worden polymeren toegevoegd en bijkomend nog hulpstoffen en/of vezels. Polymeren zorgen voor een beter krimpgedrag, een verhoogde treksterkte, een betere aanhechting, een verminderde indringing van vocht en CO₂, een verhoogde vorstbestendigheid en een verhoogde chemische weerstand.

Herstelmortels op basis van hydraulische bindmiddelen worden aangeduid met CC (cement concrete). Indien het percentage polymeren 5 tot 20% ten opzichte van de cementmassa bedraagt, wordt er gesproken van PCC-mortels (polymer cement concrete). Bij het gebruik van herstellmortels op basis van hydraulische bindmiddelen zal er steeds krimp optreden. Hiervoor dienen de nodige voorzorgen genomen te worden (zoals bijvoorbeeld een passende nabehandeling of toevoeging van microvezels,...) om onaanvaardbare krimpscheuren te vermijden.

Een tweede soort zijn de harsgebonden herstellmortels, aangeduid als 'PC-mortel' (polymer concrete). Deze herstellmortels bestaan uit een kunstharscomponent (hoofdbindmiddel), een vulstof en één of meerdere componenten die de verharding op gang moeten brengen. Door het toepassen van een PC-mortel rondom de wapening, wordt een afsluiting van zuurstof en vocht gecreëerd, waardoor de wapening verder beschermd is tegen corrosie. In vergelijking met hydraulische mortels bezitten harsgebonden mortels een hogere mechanische weerstand (druk-en treksterkte) die zich bovendien sneller ontwikkelt. Anderzijds bezitten ze een grotere thermische uitzettingscoëfficiënt, een kleinere elasticiteitsmodulus, een grotere uithardingskrimp en een beperkte brandweerstand.

Belangrijk verschil bij de uitvoering is dat CC en PCC-mortels op een vochtige ondergrond dienen worden toegepast en PC op een droge ondergrond in combinatie met een aanhechtingslaag.

Bij vergaande schade kan ook geopteerd worden om het gehele balkon te verwijderen en opnieuw aan te storten met gewoon beton of te vervangen door nieuwe prefab-balkons.

Principe 4: Constructieve versterking

Zie hoofdstuk 4 over draagvermogen verhogende technieken voor uitkragende balkons.

Bijhorende delen norm: NBN EN 1504-4 en NBN EN 1504-6.

Principe 5: Vergroten fysische weerstand

Het verhogen van de fysische weerstand kan bekomen worden door het aanbrengen van een coating, het impregneren (beschreven in principe 1) of door toepassing van een betonherstelling (beschreven in principe 3).

Principe 6: Vergroten chemische weerstand

Het verhogen van de chemische weerstand kan bekomen worden door het aanbrengen van een coating, het impregneren (beschreven in principe 1) of door toepassing van een betonherstelling (beschreven in principe 3).

Herstelprincipes voor bescherming m.b.t. wapeningscorrosie

Principe 7: Behouden of herstellen van de passiviteit

Het behouden of herstellen van de passiviteit rondom de wapening is een eerste principe met betrekking tot wapeningscorrosie. Het toevoegen van een bijkomende betondekking biedt een bijkomende buffer tegen carbonatatie. Door vervanging van het gecarbonateerde beton rondom de wapening, zal deze zich terug in een alkalisch milieu bevinden. Deze techniek wordt meestal aangevuld door het aanbrengen van een coating volgens principe 1.

Wanneer er chloriden zouden achterblijven in het beton, bestaat het risico op herstelschade en wordt er beter een andere hersteloptie geselecteerd.

Realkalisatie en chloridenextractie behoren ook tot het principe van het herstellen van de passiviteit maar worden in praktijk, ook voor de case van balkons, zelden toegepast.

Principe 8: Verhogen resistiviteit

Een beton met een hoge elektrische weerstand zal een lager risico op corrosie vertonen. Hiervoor kunnen dezelfde methodes als bij vochtbeheersing (principe 2) worden toegepast: hydrofobering, impregnering en het aanbrengen van een coating.

Principe 9: Kathodische controle

Door het beperking van het zuurstofgehalte aan de kathode kan het corrosieproces verhinderd worden. Door een coating aan te brengen wordt de toevoer van zuurstof die de wapening kan bereiken verhinderd of beperkt.

Principe 10: Kathodische bescherming

Kathodische bescherming (KB) is een techniek die het corrosieproces van de wapening doet vertragen en zelfs stopzetten. Deze techniek wordt beschreven in de paragraaf "kathodische bescherming" onder herstelmaatregelen inzake duurzaamheid.

Principe 11: Controle anodische zones

Door het aanbrengen van een actieve of afsluitende coating op de wapening, of door het toepassen van corrosie-inhibitoren kunnen de anodische zones beheerst worden waardoor corrosie vertraagd of gestopt wordt.

Actieve coatings bevatten actieve anti-corrosiemiddelen die inspelen op het corrosieproces en zo de wapening beschermen. Bij het gebruik van een afsluitende coating wordt de wapening volledig

geïsoleerd van vocht en zuurstof. Een goede voorbereiding van het oppervlak en correcte uitvoering zijn vereist om de effectiviteit hiervan te verzekeren. Er dient rekening gehouden te worden dat een afsluitende coating mogelijks een verminderde hechting tussen het reparatiemateriaal en de behandelde wapening kan veroorzaken.

Opmerking: Indien kathodische bescherming wordt toegepast, mag dit principe niet gecombineerd worden met het coaten van de wapening.

Corrosie-inhibitoren kunnen zowel worden toegepast door ze aan te brengen aan het oppervlak of door inmenging in het nieuwe beton of de herstelmortel.

Opmerking: Het gebruik van corrosie-inhibitoren is geen standaard oplossing om wapeningscorrosie te vermijden. De effectiviteit is afhankelijk van de corrosietoestand van de constructie (chloridengehalte, carbonatatie diepte, corrosiesnelheid, ...) en de intrinsieke kwaliteit van het beton (porositeit, capillaire absorptie, ...). Onderzoek (Nairn et al., 2003; Cigna et al., 2003) zowel in het labo als in situ wees uit dat corrosie-inhibitoren zowel een positief (vermindering van de corrosiesnelheid) als negatief (verhoging van de corrosiesnelheid) effect kan teweegbrengen, naar gelang de situatie. Wanneer de corrosie-inhibitoren aan het oppervlak worden aangebracht, hebben ze mogelijks niet het gewenste effect. Wanneer deze worden ingemengd in de herstelmortel, is dit meestal wel efficiënt om wapeningscorrosie tegen te gaan.

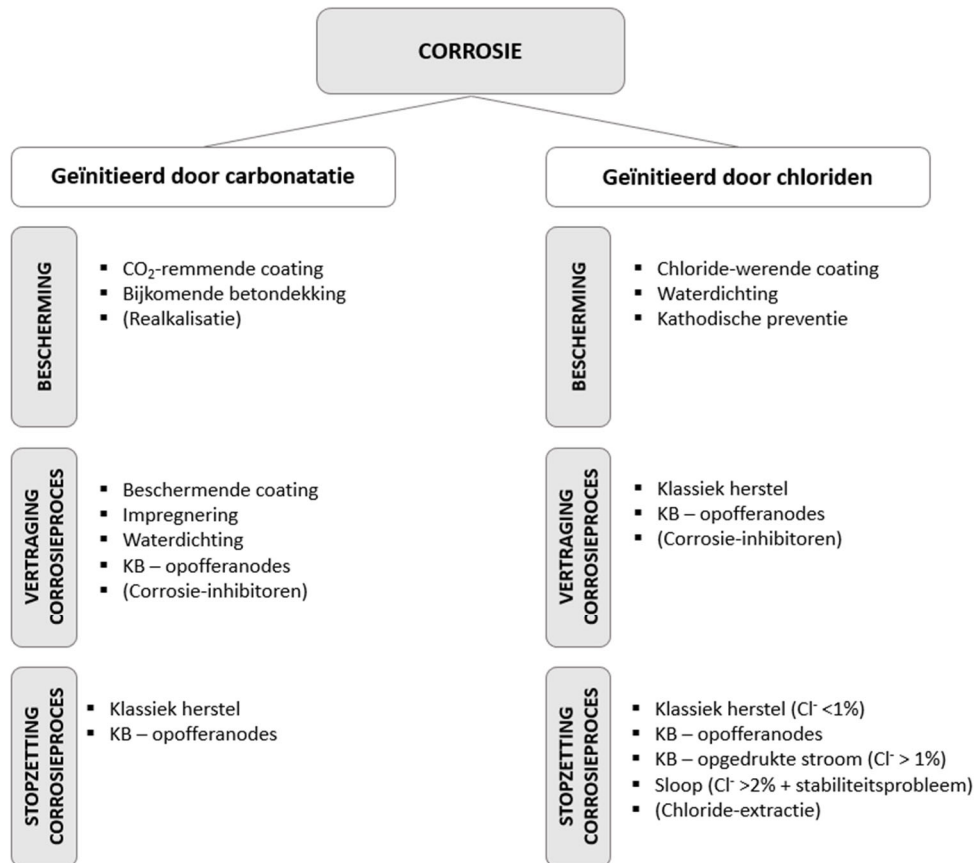
Herstelprincipes in functie van voorkomende schade

De te ondernemen acties en toe te passen herstelprincipes zijn afhankelijk van de schademechanismen die optreden. Tabel 4 geeft een beknopt overzicht van de te ondernemen acties en het achterliggende principe, voor de meest voorkomende schademechanismen bij betonnen balkons wanneer herstelmaatregelen van toepassing zijn.

Tabel 4: Verschillende acties voor bescherming en herstel per schademechanisme

Schademechanisme	Actie	Reden voor actie [principe]
Vorstschade	Verwijderen ernstig beschadigd/gedelamineerd beton	
	Vervanging beton en/of opvullen van scheuren	Betonherstelling [3]
	Bescherming oppervlak	Vochtindringing beperken na herstel [1,2] Verhoging van de fysieke weerstand [5]
Uitloging/vochtschade	Vervanging door beton/herstelmortel	Betonherstelling [3]
	Bescherming oppervlak	Vochtindringing beperken na herstel [1,2] Verhoging van de fysieke weerstand [5]
Chloride-geïnitieerde corrosie	Verwijderen chloride-verontreinigd beton	Verlagen chloridegehalte ter hoogte van de wapening
	Vervanging beschadigde wapeningsstaven	Herstel van draagvermogen [4]
	Bescherming wapening door coating	Controle anodische zones [11]
	Vervanging door beton/herstelmortel	Betonherstelling [3]
	Bescherming oppervlak	Indringing vocht en chloriden na herstel beperken [1,2] Verhoging resistiviteit door verlaging vochtgehalte [8]
	Toepassing kathodische bescherming	Verlaging staalpotentiaal, stopzetting corrosieproces [10]
	(Corrosie-inhibitoren)	Controle anodische zones [11]
Chloride-indringing (corrosieproces nog niet geïnitieerd)	Volledige vervanging element	Betonherstelling [3]
	Bescherming oppervlak	Indringing vocht en chloriden na herstel beperken [1,2] Verhoging resistiviteit door verlaging vochtgehalte [8]
	Toepassing kathodische bescherming	Verlaging staalpotentiaal, stopzetting corrosieproces [10]
	(Chloride-extractie)	Verlaging chloridegehalte [7]
Carbonatatie-geïnitieerde corrosie	Verwijderen gecarbonateerd beton	Verwijden beton met lage pH rondom wapening
	Vervanging beschadigde wapeningsstaven	Herstel van draagvermogen [4]
	Vervanging door beton/herstelmortel	Betonherstelling [3]
	Bescherming wapening door coating	Controle anodische zones [11]
	Bescherming oppervlak	Indringing vocht beperken tot onder optimaal RH niveau voor carbonatatie schade [1,2] Verhoging resistiviteit door verlaging vochtgehalte [8]
	(Toepassing kathodische bescherming)	Verlaging staalpotentiaal, stopzetting corrosieproces [10]
Gedeeltelijke carbonatatie (corrosieproces nog niet geïnitieerd)	Bijkomende betondekking	Toevoegen van bijkomende dekking [7]
	Bescherming oppervlak	Indringing vocht beperken tot onder optimaal RH niveau voor carbonatatie schade [1,2] Verhoging resistiviteit door verlaging vochtgehalte [8]
	(Corrosie-inhibitoren)	Controle anodische zones [11]
ASR/ Chemische schade	Verwijderen ernstig beschadigd/gedelamineerd beton	
	Vervanging beton en/of opvullen van scheuren	Betonherstelling [3]
	Bescherming oppervlak	Indringing vocht na herstel beperken, water leidt tot zwelling ASR producten [1,2]

Corrosie van de wapening is in vele gevallen de (hoofd-)oorzaak van de schade aan gewapende betonstructuren, zo ook bij balkons. Figuur 2 geeft de beschermings- en herstelopties weer in het geval van schade ten gevolge van wapeningscorrosie, geïnitieerd door carbonatatie of chloriden. Het achterhalen van de oorzaak van dit mechanisme is onontbeerlijk om een juist herstel te kunnen selecteren.



Figuur 2: Herstel- en beschermingsopties van wapeningscorrosie bij balkons

Herstelmaatregelen inzake duurzaamheid

Bij schade door vochtproblematiek, slijtage, vorst en corrosie waarbij de conditie van de balkons verslechterd, kunnen herstelmaatregelen zich opdringen. Na afloop van het betonherstel is een periodiek onderhoud aangewezen.

De volgende scenario's met betrekking tot het verlengen van de levensduur worden besproken:

- (i) Patch Repair
- (ii) Klassiek herstel
- (iii) Kathodische bescherming – opofferanodes
- (iv) Kathodische bescherming – opgedrukte stroom
- (v) Sloop + heropbouw

De algemene principes van hersteltechnieken ter verlenging van de levensduur worden in dit deel besproken. De technieken patch repair, klassiek herstel en heropbouw verschillen niet van principe maar voornamelijk in de omvang van het herstel. Daarnaast wordt kathodische bescherming besproken, een techniek om de wapening tegen corrosie te beschermen.

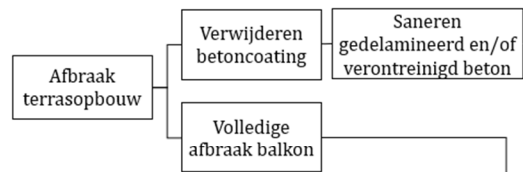
Tabel 5 en Figuur 3 geven een overzicht van de belangrijkste stappen van de genoemd herstelscenario's. Herstel van de balustrade wordt in dit document buiten beschouwing gelaten. Desalniettemin is de balustrade een belangrijk onderdeel van een balkon en dient te voldoen aan de huidige veiligheidsvereisten. De balustrade dient dus meegenomen te worden in het herstelproces.

Tabel 5: Stappenplan per herstelmethode

	Patch Repair	Klassiek herstel	KB - opofferanodes	KB – opgedrukte stroom	Sloop + heropbouw
AFBRAAK					
Afbraak terrasopbouw	○	●	●	●	●
Verwijderen betoncoating	●	●	●	●	
Saneren gedelamineerd/loszittend beton	●	●	●	●	
Saneren verontreinigd beton	○	●			
Volledige afbraak balkon					●
HERSTEL					
<i>Herstel/bescherming wapening</i>					
Schoonstralen wapening	●	●	●	○	
Bijplaatsen wapening		○			●
Aanbrengen beschermende coating wapening	○	○			
Plaatsing opofferanodes			●		
Plaatsing KB-systeem opgedrukte stroom				●	
<i>Betonherstelling</i>					
Betonherstelling	●	●	●	●	
Aanstorten nieuw balkon / plaatsing prefab balkon					●
AFWERKING – BESCHEMRING					
Coating onderzijde + rand	●	●	●	●	●
Waterdichting + afwerking bovenzijde	○	●	●	●	●

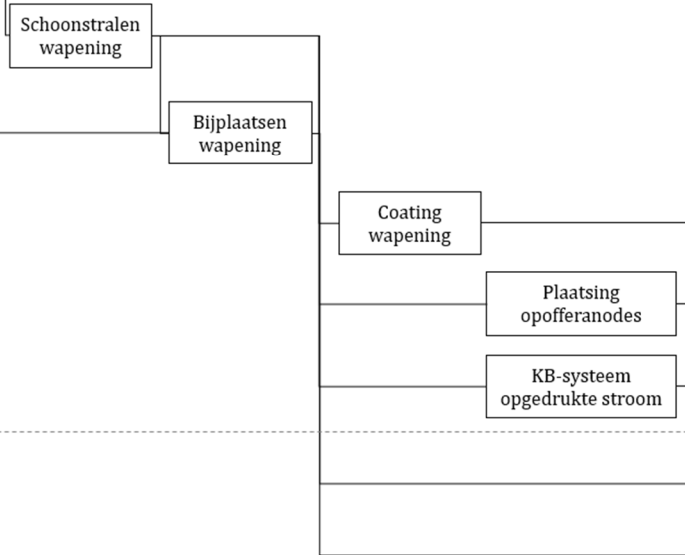
● = van toepassing / ○ = mogelijks van toepassing

AFBRAAK



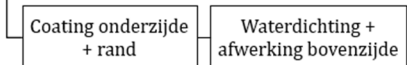
HERSTEL

Herstelling/ bescherming
wapening



Betonherstelling

AFWERKING - BESCHERMING



Figuur 3: Overzicht stappenplan (algemeen)

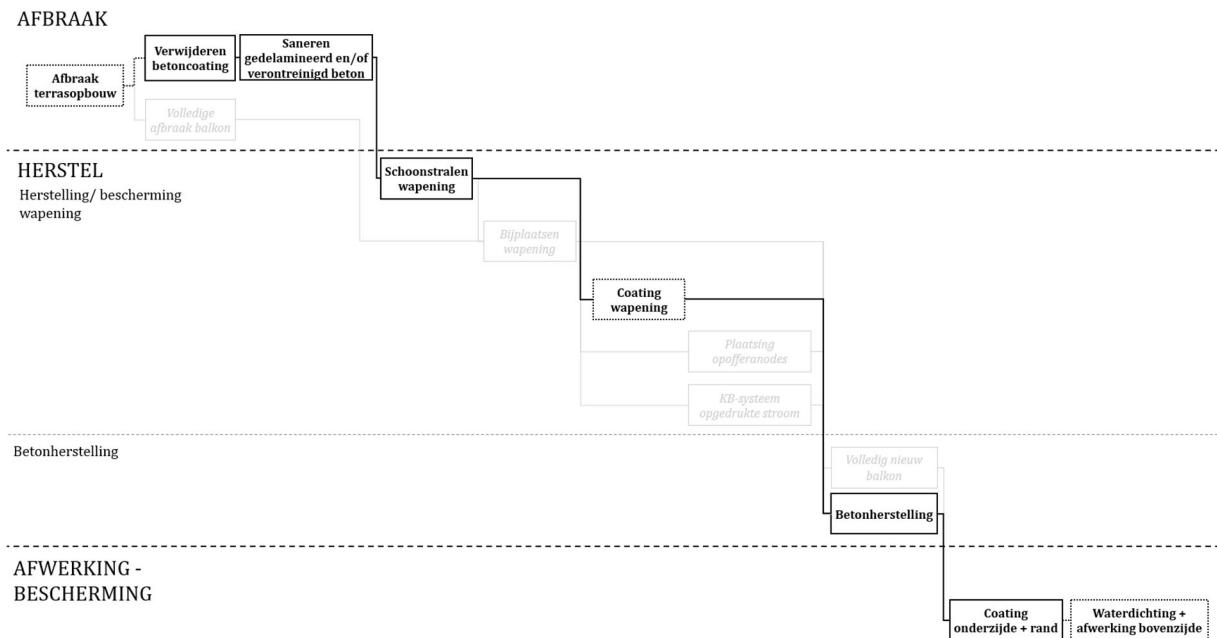
Patch repair

Toepassing principes & methodes

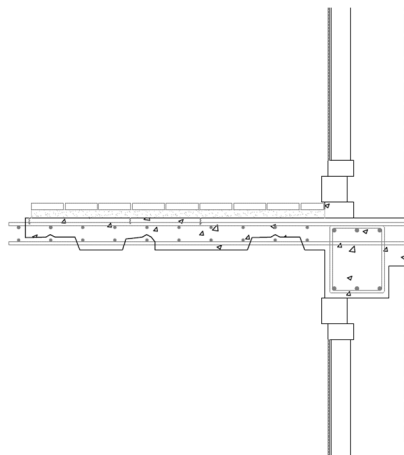
1	1.1 – 1.2 – 1.3 – 1.4 – 1.5
2	2.1 – 2.2 – 2.3
3	3.1 – 3.2

Patch repair of lokaal herstel is de minst ingrijpende techniek en van toepassing bij zeer lokale en weinig ernstige schade. Het is wel aangewezen om steeds het volledige plaatje te bekijken en te onderzoeken waarom de schade lokaal is opgetreden en elders (nog) niet verschijnt.

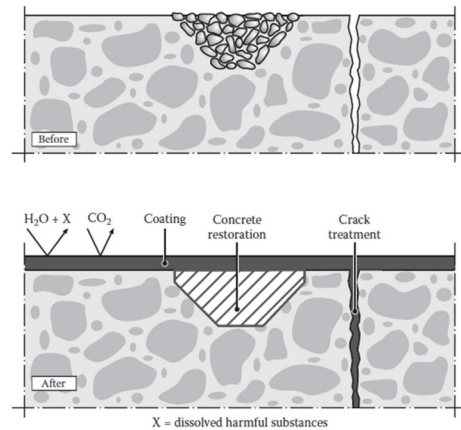
Bij een patch repair wordt lokaal het beschadigde/loszittende beton verwijderd en hersteld met een herstelmortel. Indien nodig wordt de wapening ontroest en behandeld met een anti-corrosie coating. Nadien wordt het geheel (onderzijde balkon en rand) beschermd met een coating, zoals schematisch voorgesteld in Figuur 6. De bovenzijde en waterdichting wordt al dan niet hersteld naargelang de huidige conditie.



Figuur 4: Overzicht stappenplan (Patch Repair)



Figuur 5: Lokale herstelling



Figuur 6: Schematische voorstelling patch repair met coating – overgenomen uit [1]

Indien er voor patch repair geopteerd wordt, onzorgvuldig hersteld wordt en/of de oorzaak (vb. de vochttoevoer) niet aangepakt wordt, zal de levensduurverlenging van deze techniek beperkt zijn. Na verloop van enkele jaren kan er zich opnieuw herstel opdringen dat bovendien groter in omvang zal zijn dan de eerste interventie (herstelschade). Indien chloride-geïnitieerde corrosie de schade veroorzaakt, zal een lokaal herstel vaak ontoereikend zijn. Wanneer niet al het chloride-verontreinigde beton verwijderd wordt zal door het ringanode-effect opnieuw (versneld) de wapening corroderen langs de randen van de herstelde zone. Bovendien is het niet evident om alle aanwezige chloriden rond het wapeningsstaal te verwijderen tijdens het herstel, waardoor ook herstelschade op korte termijn kan verwacht worden.

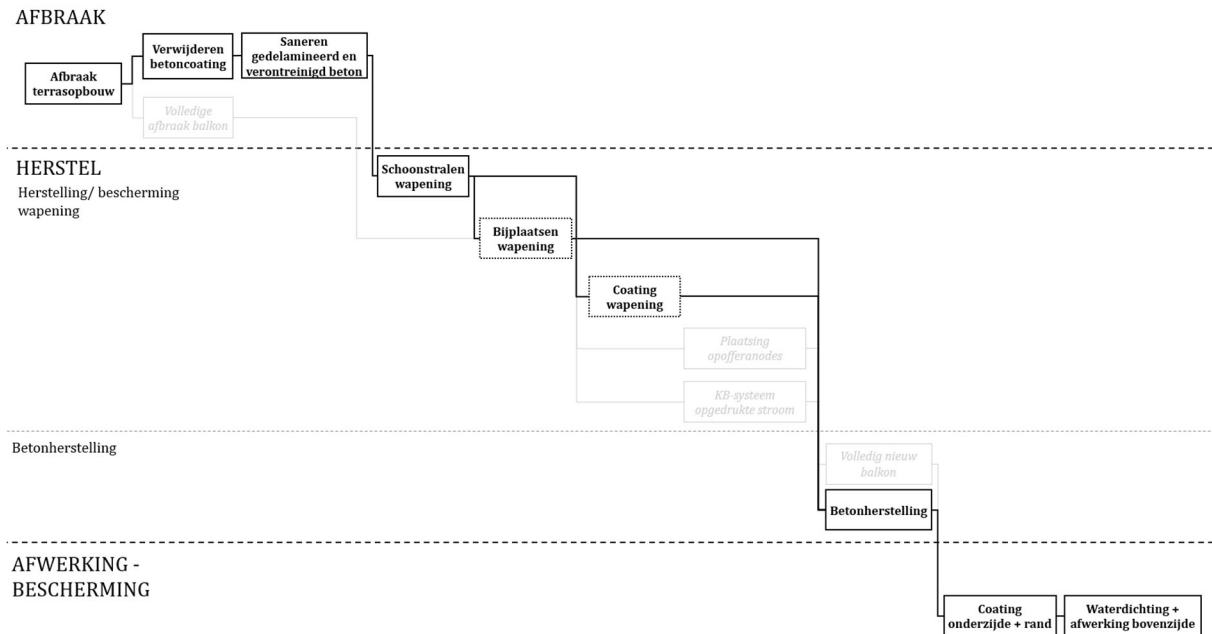
Klassiek herstel

Toepassing principes & methodes

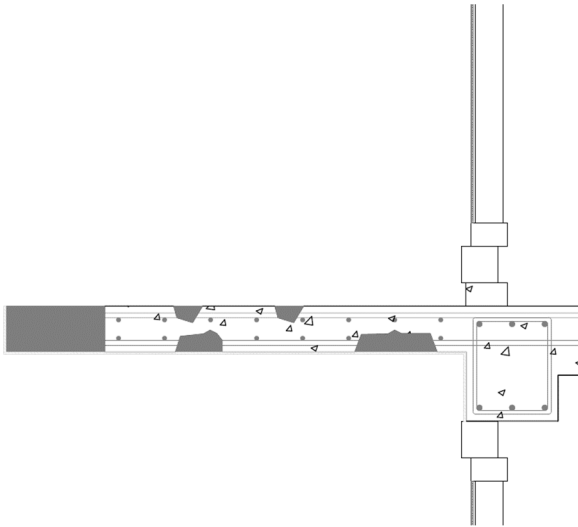
1	1.1 – 1.2 – 1.3 – 1.4 – 1.5
2	2.1 – 2.2 – 2.3
3	3.1 – 3.2
5	5.1 – 5.2 – 5.3

Een klassiek herstel omvat een grondige aanpak waarbij naast het loszittende beton ook al het verontreinigde beton wordt vervangen. Deze techniek is daarom eerder aangewezen bij corrosie door carbonatatie dan door chloriden gecontamineerd beton aangezien bij de aanwezigheid van chloriden (door inmenging of indringing) de hoeveelheid betonherstel zeer hoog kan oplopen en bovendien is de verwijdering van alle chloriden rond de wapening zeer moeilijk. Bij ernstige vorstschade waarbij het beton gedelamineerd is en de hechting met de wapening verbroken kan zijn, dient ook al het beschadigde beton verwijderd te worden.

Bij een grondig klassiek herstel wordt meestal ook de volledige rand opnieuw aangestort. Aan de bovenzijde worden de bestaande afwerkingslagen afgebroken en een nieuwe waterdichting en afwerking voorzien. Het geheel aan de onderzijde en rand wordt ook voorzien van een beschermende coating. Onderhoud (herschikeren) van de coating zal de levensduur van de herstelling verlengen.



Figuur 7: Overzicht stappenplan (klassiek herstel)



Figuur 8: Schematische voortelling betonherstelling



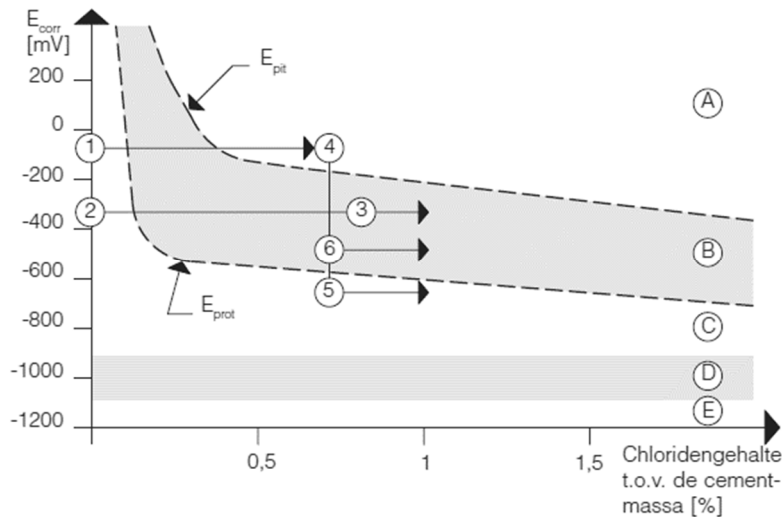
Figuur 9: Balkon waar terrasopbouw en balkonrand verwijderd werden

3	3.1
10	10.1

Voor een toelichting omtrent het corrosieproces: zie referenties in de literatuurlijst

Ter bescherming tegen wapeningscorrosie kan het principe van kathodische bescherming (KB) toegepast worden. Hierbij wordt de staalpotentiaal verlaagt zodat de wapening niet (verder) kan corroderen. In tegenstelling tot een klassiek herstel dient niet al het verontreinigde beton verwijderd te worden, enkel het loszittende of gedelamineerde beton. De gebruikte herstelmortels dienen wel compatibel te zijn om een goede werking van het KB-systeem mogelijk te maken.

Figuur 10 toont aan in welke zones corrosie kan optreden in functie van de staalpotentiaal en het chloridegehalte. In zone A kan putcorrosie optreden en zich verspreiden. In zone C wordt de wapening volledig beschermd tegen corrosie. Daartussen ligt zone B, waar corrosie zich wel verder kan verspreiden (in de propagatiefase) maar niet kan starten (initiatiefase). Wanneer in verloop van tijd het chloridegehalte stijgt (van situatie 1 naar 4) kan er putcorrosie optreden in zone A. Door de potentiaal van het staal te verlagen kan er bescherming en stopzetting van het corrosieproces optreden (situatie 6). Een te grote verlaging van de potentiaal (zone D en E) is anderzijds ook te vermijden. Respectievelijk zijn hier een verhoogde kans op waterstofverbrossing en vermindering van de hechting tussen de wapening en het beton mogelijke neveneffecten. Indien het principe van KB wordt toegepast bij een nieuwe constructie wordt er van 'kathodische preventie' gesproken. Hierbij wordt situatie 1 initieel naar 2 verplaatst door de potentiaal van de wapening in de nieuwe constructie te verlagen. Indien na verloop van tijd chloriden zouden indringen (verplaatsing van 2 naar 3) zal er geen corrosie kunnen plaatsvinden aangezien in zone B putcorrosie niet op gang kan komen.



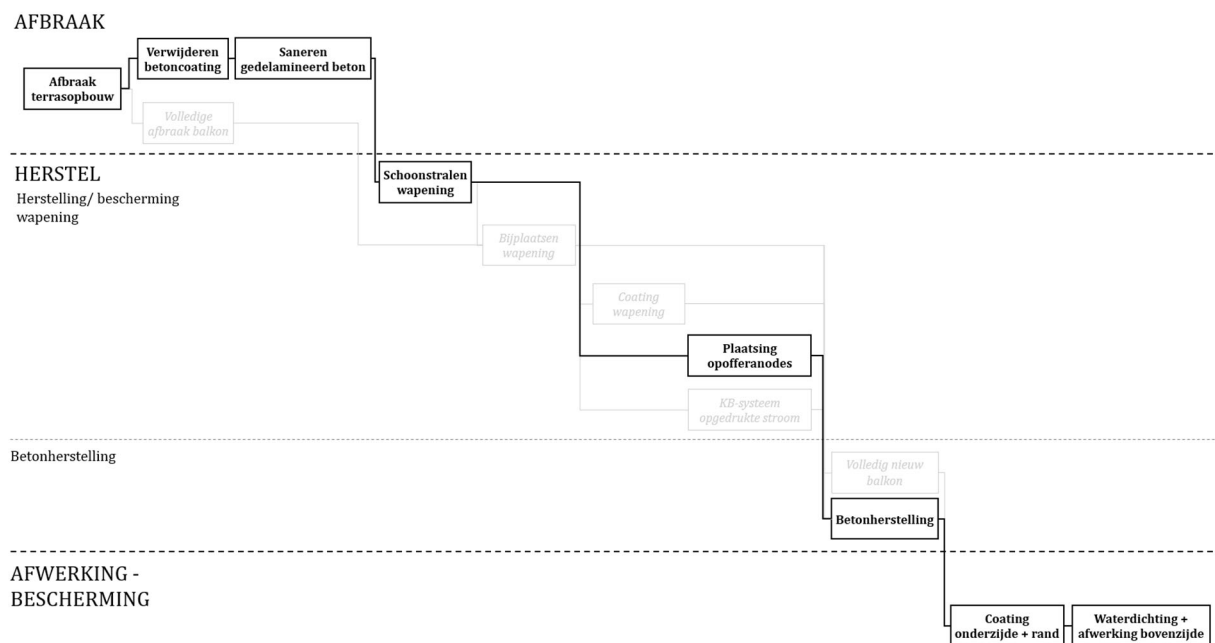
Figuur 10: Pedeferrri's diagram: opdeling zones waar corrosie kan plaatsvinden ifv potentiaal en chloridegehalte – overgenomen uit [2]

Het principe van kathodische bescherming kan toegepast worden met een passief systeem door gebruik van opofferanodes (GCP = Galvanic Cathodic Protection) of een actief systeem door middel van een opgedrukte stroom (ICCP = Impressed Current Cathodic Protection).

KB met opofferanodes (GCP)

Het principe van KB is gebaseerd op het toevoegen van elektronen zodat de anode-reactie die zal leiden tot roestvorming niet kan plaats vinden. In het geval van kathodische bescherming door middel van opofferingsanodes wordt een minder edel metaal dan ijzer (vaak zink of aluminium) in direct elektrisch contact gebracht met de wapening. Zodoende wordt een soort galvanische cel gevormd met het beton (of het poriënwater in de structuur) als elektrolyt. Het minder edele materiaal gaat in oplossing (offert zich op) en geeft elektronen af aan het wapeningsstaal waardoor de potentiaal ervan wordt verlaagd en het niet (verder) zal corroderen. In tegenstelling tot de systemen met opgelegde stroom hebben galvanische anoden geen stroombron en externe bedradinginstallatie nodig. Dit maakt dat dit passieve kathodische beschermingssysteem relatief simpel, goedkoop en betrouwbaar is. Nadeel bij dit systeem is dat de bescherming stopt eens de galvanische anode zich volledig heeft opgeofferd.

Deze techniek kan toegepast worden als herstelling, doordat het corrosieproces wordt stopgezet, en als preventiemaatregel bovenop het klassieke herstel, bv. in een kust-omgeving.



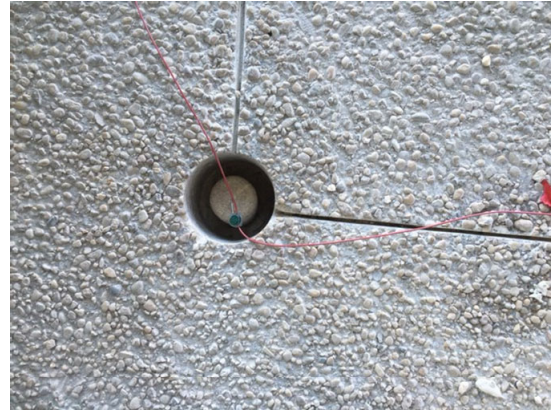
Figuur 11: Overzicht stappenplan (GCP)

Er bestaan verschillende types opofferanodes, met varianten in afmetingen en plaatsingsprincipe. Voor balkons zijn de meest toegepaste types:

- Ingebedde anodes: anodes worden aan de wapening bevestigd aan de randen van vrijgemaakte zone als bijkomende bescherming tegen het ringanode-effect aan de rand van een herstelde zone (zie Figuur 12)
- Ingeboorde anodes: opofferanodes worden in boorgaten geplaatst en met de wapening verbonden, preventieve maatregel ter bescherming van corrosie (zie Figuur 13)



Figuur 12: Plaatsing ingebedde anodes



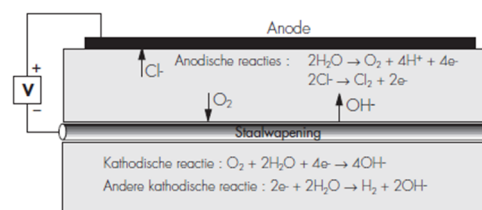
Figuur 13: Plaatsing inbooranode – overgenomen uit [3]

Een opofferanode bestaat uit een kern van zink ingebed in een poreuze mortel. De anode wordt elektrisch verbonden aan de wapening en nadien omhuld met mortel. Doordat het zink zich 'opoffert' zal de wapening niet gaan corroderen. Ten opzichte van een klassiek herstel dient minder beton gesaneerd te worden, enkel het loszittende beton dient hersteld te worden. Andere types opofferanodes zijn (gespoten) coatings of omhullingen (vb. zinkplaat of folie) die langs de buitenzijde van het betonelement worden geplaatst. Deze systemen worden minder bij balkons toegepast.

Het aantal opofferanodes dat geplaatst dient te worden is voornamelijk afhankelijk van de hoeveelheid wapening die beschermd moet worden ($m^2_{\text{staal}}/m^2_{\text{beton}}$) en de gewenste levensduur van de bescherming. Na het plaatsen van de opofferanodes is weinig opvolging van het systeem mogelijk.

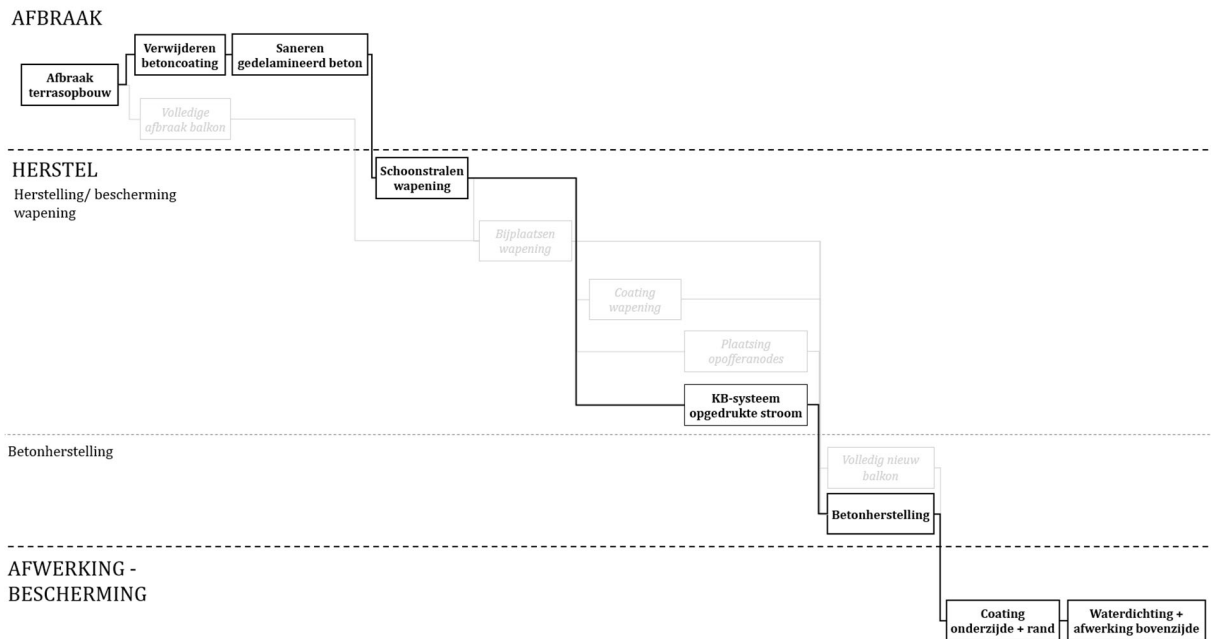
KB met opgedrukte stroom (ICCP)

Kathodische bescherming met opgedrukte stroom beschermt de wapening op een actieve manier tegen wapeningscorrosie. Een anode wordt in of op de betonnen constructie geplaatst en verbonden aan de pluspool van een laagspanningsbron. De wapening wordt verbonden met de minpool. Dit principe wordt schematisch weergegeven in Figuur 14. Door dit circuit zal op een kunstmatige manier een constante stroom van elektronen worden toegevoegd zodat enkel nog de beschermende 'kathodische' reactie kan plaatsvinden aan de wapening.



Figuur 14: Schematische voorstelling ICCP – overgenomen uit [4]

Dit actieve systeem kan worden gemonitord en kan worden bijgesteld gedurende de levensduur om een optimale bescherming van de wapening en werking van het systeem te behouden. Een KB systeem met opgedrukte stroom vindt voornamelijk zijn toepassing bij chloride-verontreinigde betonstructuren.



Figuur 15: Overzicht stappenplan (ICCP)

Ontwerp

Per case dient telkens het KB-systeem ontworpen te worden op maat van de bestaande situatie. Het ontwerp hangt immers af van de hoeveelheid en configuratie van de wapening, de eigenschappen van het beton en eventuele aanwezigheid van scheuren. Een vooronderzoek, gericht op het ontwerpen van een KB-systeem (controle continuïteit wapening, resistiviteit, vochtigheid, ...), is daarom een essentiële stap.

Onderdelen installatie

In vergelijking met een systeem met opofferingsanodes bevat een actief systeem meer onderdelen en dient er met meer parameters rekening gehouden te worden. Het ontwerpen en uitvoeren van een KB-systeem met opgedrukte stroom vereist de nodig kennis en ervaring van de studieburelen voor het ontwerp en aannemers voor de uitvoering.

Een KB-systeem met opgedrukte stroom bestaat uit de volgende componenten:

- Voeding met constante spanning of constante stroomsterkte: leveren van de beschermstroom
- Anodesysteem: beschermstroom verspreiden doorheen het beton
- Kathodesysteem: het te beschermen wapeningsstaal
- Referentie-elektroden: ter controle van de werking van het systeem
- Bekabeling: verbinding elementen van het systeem

Dit basissysteem kan worden uitgebreid met automatische meet- en regelsystemen om meetdata te registreren en door te sturen en de voeding bij te sturen (remote control).

Voeding

De benodigde voeding kan afkomstig zijn van het elektriciteitsnet, een accu of een zonnepaneel. In de praktijk varieert de spanning die nodig is om de gewenste beschermstroom te creëren doorgaans van 2 tot 20 V. De spanning die dient te worden ingesteld is afhankelijk van het type anode, de elektrische weerstand van het beton en de vereiste beschermstroom om wapeningscorrosie te voorkomen.

Anode-systemen

Er zijn verschillende types anodes mogelijk, met elk een andere levensduur en kostprijs. Bijlage C van de norm EN 12696 geeft een overzicht van de mogelijke anode-types. Hierbij wordt een overzicht van de meest courant gebruikte anode-systemen gegeven.

- Netten
Netten, meestal vervaardigd uit geactiveerd titanium, worden bevestigd aan het betonoppervlak en ingebed in een cementgebonden mortel. Dit systeem zorgt voor een zeer uniforme stroomverdeling in het beton en een grote stroomdichtheid (tot 50 mA/m²). Ti-netten hebben een zeer lange levensduur maar hebben een hoge kostprijs en de overlaging met mortel brengt een bijkomende permanente belasting met zich mee en beïnvloed het uitzicht.
- Strips
Gelijkaardig aan het systeem met netten bestaan er ook strips vervaardigd uit titanium die de stroom gelijkmatig over het betonoppervlak verdelen. De strips kunnen op het oppervlak geplaatst worden of in sleuven geplaatst worden, en nadien ingebed worden in een cementgebonden mortel.
- Geleidende coatings
Geleidende coatings werken als secundaire anode voor een verdere verspreiding van de beschermstroom die via de primaire anode (meestal titanium-draad/strip) wordt toegevoerd aan het systeem. In deze coating worden vezels verwerkt om een goede verdeling van de stroom te kunnen garanderen.
Geleidende coatings zijn eenvoudig aan te brengen aan bijvoorbeeld de onderzijde van de balkonplaat en gezien de beperkte dikte van de plaat is het aanbrengen van de coating langs één zijde in de meeste gevallen voldoende. Deze dunne laag zorgt nauwelijks voor een bijkomende belasting die in rekening dient gebracht te worden bij een nacalculatie van het draagvermogen. Geleidende coatings zijn vaak de goedkoopste systemen en hebben een levensduur van ongeveer 10 à 20 jaar voordat er onderhoud aan de anode nodig is. Dit systeem is gevoelig aan vochtigheid waardoor een goede waterdichting aan de bovenzijde van het balkon noodzakelijk is. Gezien de donkere kleur van de coatings (door het aanwezige grafiet die zorgt voor een goede elektrische geleiding) kan dit omwille van esthetische redenen overschilderd worden met een andere laag.
- Geleidende mortels
Vergelijkbaar met het systeem van geleidende coatings kunnen ook geleidende mortels als secundaire anode toegepast worden. De mortel wordt aangebracht over het gehele betonoppervlak en bevat meestal geleidende vezels.
Geleidende mortels zijn met klassieke middelen vrij eenvoudig aan te brengen, maar wijzigt net zoals bij netten en coatings het natuurlijk van uitzicht van de constructie. Dit betekent ook een bijkomende belasting die de constructie moet kunnen weerstaan. Geleidende mortels hebben een gemiddelde levensduur van 20 jaar indien het volgens de voorschriften wordt aangebracht.
- Ingebedde anodes

Gelijkaardig met de galvanische inbooranodes bestaan er ook ingebedde anodes voor een actief KB-systeem. Deze worden ingeboord volgens een rasterpatroon en gefixeerd met een mortel. Dit anode-systeem brengt geen extra belasting en in mindere mate een verandering aan het uitzicht van de constructie met zich mee.

Een overzicht wordt gegeven in Tabel 6.

Tabel 6: Overzicht anodes

	Bijkomende belasting	Uiterlijke verandering constructie	Gemiddelde stroomdichtheid	Levensduur
Netten	Ja	Ja	50 mA/m ²	>75 jaar
Strips	Ja	Ja	5,5 mA/m	>75 jaar
Geleidende coatings	Neen	Ja	10 mA/m ²	10-20 jaar
Geleidende mortels	Ja	Ja	20 mA/m ²	20 jaar
Ingebedde anodes	Ja	Beperkt	8 mA/m	50 jaar

Kathode

Het wapeningsstaal van het balkon vormt de kathode van het systeem en wordt verbonden met de minpool van de voeding. Belangrijk is dat de wapening continu is (binnen eenzelfde zone) en dat de weerstand niet meer dan 1Ω bedraagt tussen twee verschillende wapeningsstaven op meer dan één meter afstand.

Referentie-elektroden

Referentie-elektroden worden geplaatst ter opvolging van de werking van het systeem en worden geïnstalleerd in de zones van de grootste corrosiehaarden. Courant gebruikte types referentie elektroden in betonconstructies zijn de Mn/MnO₂ elektrode en diverse elektroden op basis van zilverchloriden (Ag/AgCl). Deze referentie-elektroden zijn nodig ter controle van de opgegeven criteria in de norm EN 12696. Controlemetingen (depolarisatiemeting) dienen halfjaarlijks te worden uitgevoerd.

Bekabeling

De onderdelen van het KB-systeem worden verbonden met kabels volgens richtlijnen gegeven in NBN EN 12696. Ook de eisen voor de kabeldozen en de schakelkasten worden hier vermeld.

Onderhoud

Voor een KB-systeem met opgedrukte stroom is opvolging nodig ter controle van de werking van het systeem. Halfjaarlijks wordt een depolarisatiemeting uitgevoerd en jaarlijks een visuele controle. Het systeem is immers ook gevoelig voor beschadigingen. Belangrijk is dat rond het beheer en opvolging duidelijke afspraken worden gemaakt in een onderhoudscontract zodat de bescherming tegen wapeningscorrosie gegarandeerd blijft.

Volledige heropbouw

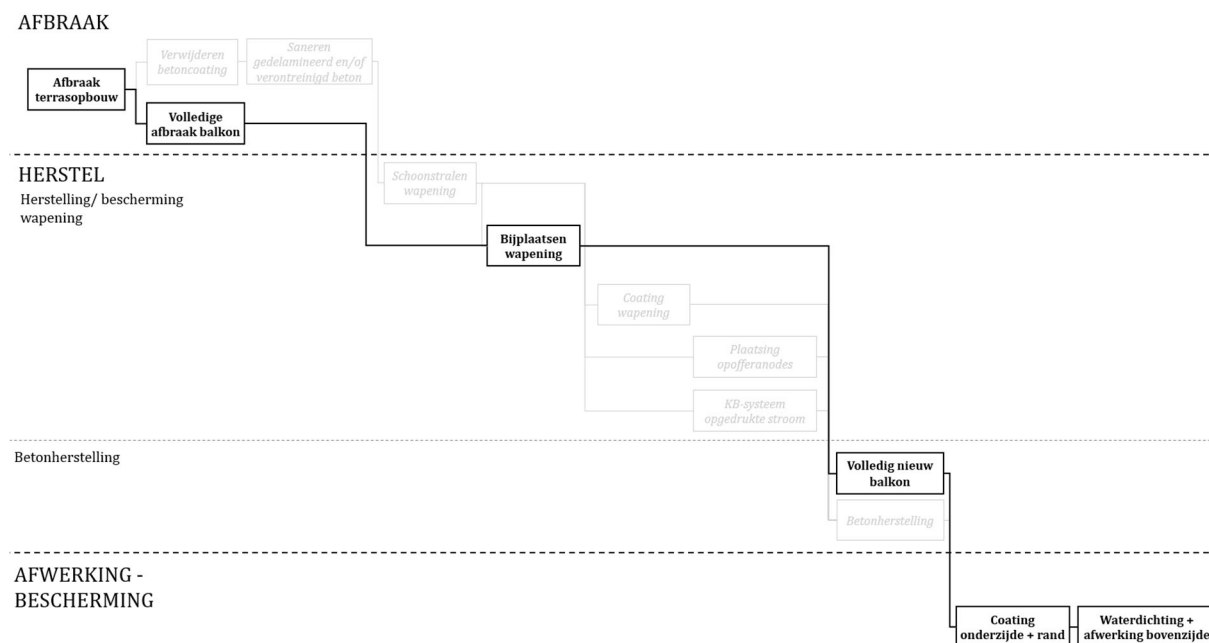
Toepassing principes & methodes

3 3.2 - 3.4

4 4.2

Wanneer de balkons in zeer slechte staat zijn en/of er een combinatie van zowel levensduurverlengende als draagvermogen-verhogende technieken nodig zijn, kan een volledige sloop en heropbouw van de balkons de meest economische optie.

Opmerking: Voor het ontwerp van het nieuw balkon kan er geopteerd worden voor andere materialen, afmetingen en een thermische onderbreking om een koudebrug te voorkomen.



Figuur 16: Overzicht stappenplan (Sloop + heropbouw)

Draagvermogen-verhogende maatregelen

Te lage positie van de wapening of hogere lasten dan voorzien (vb. bijkomende overlaging) zijn meestal de oorzaak dat het draagvermogen van een uitkragend balkon niet (meer) voldoet. Indien een reductie van de wapeningsdoorsnede door corrosie (geïnitieerd door chloriden) aan de oorzaak ligt, is een combinatie van duurzaam herstel en verhoging van het draagvermogen nodig of wordt er geopteerd voor het volledig opnieuw heropbouwen van de structuur.

Verschillende technieken om het draagvermogen van uitkragende balkons en galerijen te verhogen worden besproken.

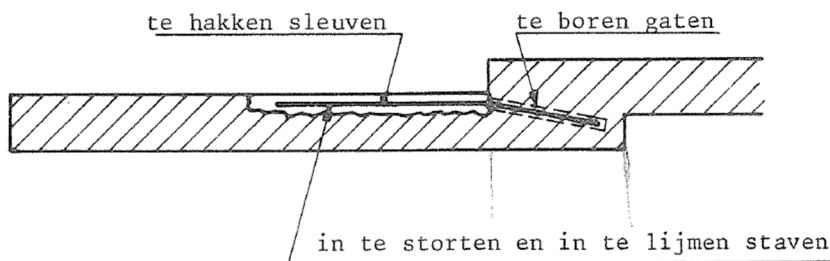
Bijkomende wapening in sleuven

Toepassing principes & methodes

4 4.1

Een techniek om het draagvermogen van een uitkragende balkonplaat te verhogen het bijplaatsen van wapening in sleuven (zie Figuur 17). In de betonnen plaat wordt een sleuf vrijgemaakt en een opening wordt schuin in de achterliggende constructie geboord. Hierin wordt de wapeningstaaf geplaatst en ingestort, al dan niet chemisch of mechanisch verankerd. Nadien wordt een nieuwe waterdichting en afwerkingslaag voorzien.

Zowel gewoon staal als koolstofwapening kan toegepast en desgewenst kan ook een koudebrug onderbreking voorzien worden. Dit systeem heeft als voordeel dat het enkel toegepast hoeft te worden op de plaatsen waar het draagvermogen niet voldoet.



Figuur 17: Principe tekening bijkomende wapening in sleuven – Overgenomen uit [5]

Gelijmde wapening

Toepassing principes & methodes

4 4.3

Bestaande constructies kunnen verstevigd worden door het toepassen van gelijmde wapening. Op de bestaande constructie wordt een bijkomende, uitwendige versterking voorzien. De wapening bestaat uit staalplaten of vezelcomposieten die op de bestaande structuur worden gelijmd. De verankering bij deze manier van versterken is voor uitkragende balkons echter een moeilijkere zaak en wordt in praktijk daarom weinig toegepast.

VVUV

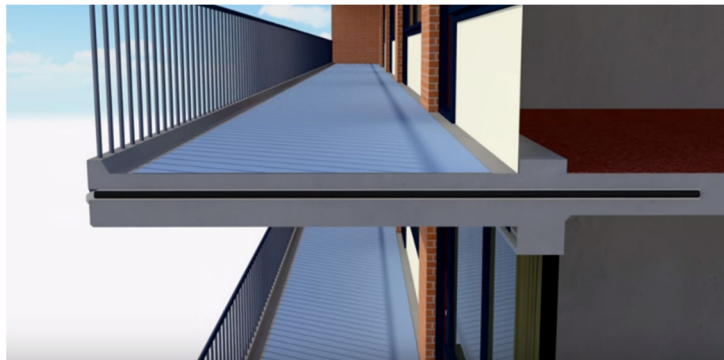
(Vogel Verankeringsysteem voor Uitkragende Vloeren)

Toepassing principes & methodes

4 4.2

Het Vogel Verankeringsysteem voor Uitkragende Vloerplaten, afgekort als VVUV, werd ontwikkeld om het draagvermogen van uitkragende vloerplaten te verhogen.

Vanaf de voorzijde van de balkonplaat wordt een boorgat doorheen de plaat gemaakt tot in de achterliggende structuur. Nadat het boorgat gereinigd is, wordt het met mortel gevuld over de volledige lengte. Hierin wordt een carbonanker (koolstofwapening) geplaatst en met behulp van afstandshouders juist gepositioneerd. Als laatste wordt het boorgat aan de neus van de balkonplaat afgewerkt.



Figuur 18: VVUV-systeem – overgenomen uit [6]

De hinder tijdens de uitvoering blijft beperkt, bovendien blijft de bovenafwerking onaangetast. Door het gebruik van carbonankers is het systeem niet gevoelig voor chloride-geïnitieerde corrosie. Het aantal in te boren staven per plaat wordt bepaald met gegevens uit het vooronderzoek en rekening houdend met de restcapaciteit van de huidige situatie.

Dit systeem is gepatenteerd en wordt enkel uitgevoerd door Vogel.

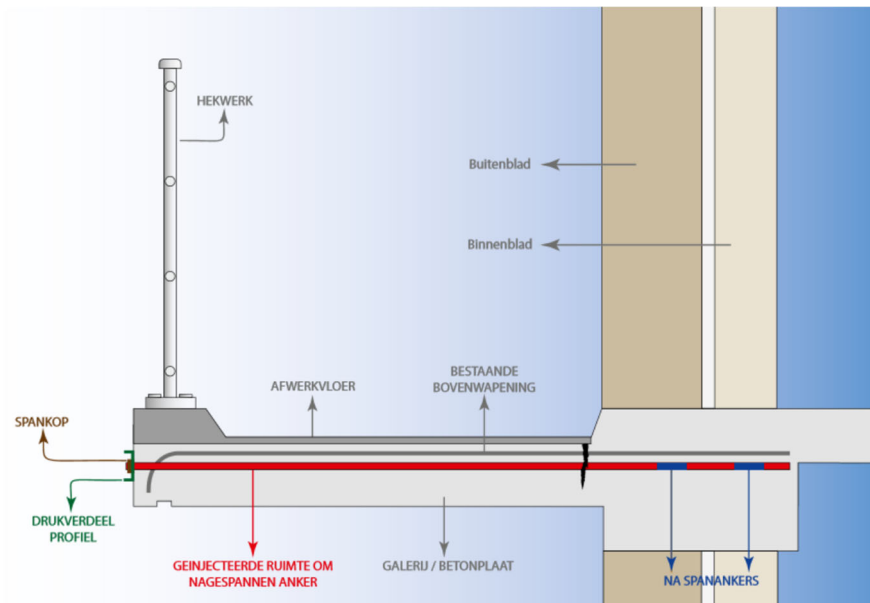
Naspansysteem

Toepassing principes & methodes

4 4.2 - 4.7

Het aanbrengen van een naspansysteem kan het draagvermogen van de uitkragende platen ook verhogen. Het principe is weergegeven in Figuur 19. Net zoals bij het VVUV-systeem wordt een gat doorheen de plaat tot in de achterliggende constructie geboord. Hierin wordt spanstaaf geplaatst en op spanning gebracht. Het boorgat wordt nadien geïnjecteerd met een mortel. Vervolgens wordt het boorgat afgewerkt aan de voorzijde van het balkon.

Bij dit systeem wordt de bovenafwerking niet beschadigd en is de hinder voor de bewoners beperkt.



Figuur 19: Principe naspanstelsysteem van Balm – overgenomen uit [7]

Bijkomende constructie

Een andere mogelijkheid om de stabiliteit van de balkons te verzekeren is door het plaatsen van een bijkomende constructie, zie Figuur 20. Bijkomende balken en kolommen worden aan het uiteinde van de balkonplaten geplaatst om het geheel te ondersteunen. Door dit systeem toe te passen worden de platen niet enkel meer ingeklemd aan de gevel, maar ook ondersteund aan de voorzijde waardoor de inwendige krachtenwerking wordt gewijzigd. De aanwezigheid van onderwapening is in deze situatie een vereiste. Door deze ingreep zal het uitzicht van de gevel ook drastisch veranderen en wordt in bepaalde gevallen ook het zicht (deels) belemmerd.



Figuur 20: Uitwendig constructie ter verhoging draagvermogen balkons [Google Maps]

Geraadpleegde en aanbevolen literatuur

Artikels/studies

Tilly, G., Jacobs, J., Concrete repairs: performance in service and current practice, CONREPNET, pp. 56, 2007.

Visser, J., Zon, Q., Performance and service life of repairs of concrete structures in The Netherlands, Concrete repair, rehabilitation and retrofitting III, 2012.

Gulikers, J., Kathodische bescherming van gewapend beton, Cement 2001, nr. 5

Polder, R., Nuiten, P., Toepassing van kathodische bescherming van beton, Cement 1998, nr. 3.

Bryne, A., Holmes, N., Norton, B., State-of-the-art review of cathodic protection for reinforced concrete structures, in Magazine of Concrete Research, Institution of Civil Engineers. pp. 14, 2016.

Polder R.B., Leegwater G., Worm D., Courage W, Service life and life cycle cost modelling of cathodic protection systems for concrete structures, Cement and concrete composites, vol. 47, pp. 69-74, 2014.

Van Den Hondel, A., & Van Den Hondel, H. (2018). Cathodic protection of concrete with conductive coating anodes: 25 years of experience with projects and monitoring results. MATEC Web of Conferences, 199. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819905009>

Polder, R., Pan, Y., Courage, W., & Peelen, W. (2016). Preliminary study of life cycle cost of preventive measures and repair options for corrosion in concrete infrastructure. Heron, 61(1), 1–13. <http://resolver.tudelft.nl/uuid:f4428119-41df-45f8-b80a-4b43910d6097>

Nairn, K.M., Holloway L., Cherry B., Forsyth M., A review of the performance of surface applied corrosion inhibitor. Melbourne, Corrosion control and NDT, European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research, 2003.

Cigna, R., Nürnberger, U., Andrade, C., Corrosion of steel in reinforced concrete structures. Final report. Brussel, COST Action 521, 2003.

Technische voorlichting/rapporten/aanbevelingen

WTCB, *Herstelling en bescherming van beton (gebouwen en burgerlijke bouwkunde)*, Technische Voorlichting TV 231, pp. 64, 2008.

WTCB, *Gelijmde wapening voor de versterking van betonconstructies*, Technische Voorlichting 248, pp. 52, 2013.

FEREB, *Aanbeveling behandeling chlorideschade*, pp. 16, 2011.

CUR, *Kathodische bescherming van wapening in betonconstructies*, Aanbeveling 45, pp. 20, 1996.

SBR, *B15-2: Schadegevallen bij uitkragende balkons en galerijen*, pp. 37, 1983.

ACI, *Concrete repair guide 546R-96*, pp. 41, 2001.

Boeken

Grantham, M., *Concrete repair: a practical guide*, London: CRC Press Taylor & Francis Group, pp. 328, 2011.

Dyer, T., *Concrete Durability*, London: CRC Press Taylor & Francis Group, pp. 447, 2014.

Broomfield, J. P., *Corrosion of Steel in Concrete*, London: CRC Press Taylor & Francis Group, second edition, pp. 296, 2003.

Bertolini, L., Elsener, B., Pedefferri, P., Redaelli, E., Polder, R., *Corrosion of Steel in Concrete – Prevention, Diagnosis, Repair*. Second, Completely revised and enlarged Edition. Wiley-VCH, pp. 414, 2013.

Raupach, M., Büttner, T., *Concrete Repair to EN 1504*, London: CRC Press Taylor & Francis Group, pp. 292, 2014.

Chess, P., *Cathodic Protection for Reinforced Concrete Structures*, London: CRC Press Taylor & Francis Group, pp. 110, 2019.

Svensson, O., Fagerlund, G., Petersons, N., "Repair of concrete balcony slabs" in *Advances in Concrete Slab Technology*, Pergamon, pp. 649-662, 1980.

Normen

NBN EN 1504-1 (2005): Producten en systemen voor de bescherming en herstelling van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en overeenkomstigheidsbeoordeling – Deel 1: Definities

NBN EN 1504-2 (2015): Producten en systemen voor de bescherming en herstelling van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en overeenkomstigheidsbeoordeling – Deel 2: Oppervlaktebeschermingssystemen voor beton

NBN EN 1504-3 (2006): Producten en systemen voor de bescherming en herstelling van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en overeenkomstigheidsbeoordeling – Deel 3: Constructieve en niet-constructieve herstelling

NBN EN 1504-4 (2005): Producten en systemen voor de bescherming en herstelling van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en overeenkomstigheidsbeoordeling – Deel 4: Constructieve hechting

NBN EN 1504-5 (2013): Producten en systemen voor de bescherming en herstelling van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en overeenkomstigheidsbeoordeling – Deel 5: Injecteren van beton

NBN EN 1504-6 (2006): Producten en systemen voor de bescherming en herstelling van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en overeenkomstigheidsbeoordeling – Deel 6: Verankeren van betonstaal

NBN EN 1504-7 (2007): Producten en systemen voor de bescherming en herstelling van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en overeenkomstigheidsbeoordeling – Deel 7: Bescherming tegen wapeningscorrosie

NBN EN 1504-8 (2016): Producten en systemen voor de bescherming en herstelling van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en overeenkomstigheidsbeoordeling – Deel 8: Kwaliteitsbeheersing en conformiteitsbeoordeling

NBN EN 1504-9 (2008): Producten en systemen voor de bescherming en herstelling van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en overeenkomstigheidsbeoordeling – Deel 9: Algemene principes voor het gebruik van producten en systemen

NBN EN 1504-10 (2017): Producten en systemen voor de bescherming en herstelling van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en overeenkomstigheidsbeoordeling – Deel 10: Gebruik van producten en systemen op de bouwplaats en kwaliteitsbeheersing van het werk

NBN EN 12696 (2017): Kathodische bescherming van wapening in betonconstructies

NEN 2767-1 (2019): *Conditiemeting gebouwde omgeving - Deel 1: Methodiek*

NEN 2767-2 (2008): *Conditiemeting van bouw- en installatiedelen - Deel 2: Gebrekenlijsten*

Referenties overgenomen figuren

- [1] Raupach, M., Büttner, T., Concrete Repair to EN 1504, London: CRC Press Taylor & Francis Group, pp. 133, 2014.
- [2] WTCB, Herstelling en bescherming van beton (gebouwen en burgerlijke bouwkunde), Technische Voorlichting TV 231, pp. 64, 2008.
- [3] Foto verkregen via Fortius – mailverkeer
- [4] WTCB, Kathodische bescherming van betonstaal, pp.6, 2001.
- [5] SBR, B15-2: Schadegevallen bij uitkragende balkons en galerijen, pp. 37, 1983.
- [6] Vogel, Herstel uitkragende galerij vloeren, te raadplegen via: <https://vogel-bv.nl/oplossing/herstel-uitkragende-galerij-vloeren/>
- [7] Balm, Uitkragende galerijen en balkons, te raadplegen via: <https://balmbv.nl/?PAGREF=50>



Balcon-e

Diagnose, beoordeling en duurzaam herstel van uitkragende betonnen balkons