



# Betonschade: De herstelling begint bij een degelijke betondiagnose





# BETONSCHADE: DE HERSTELLING BEGINT BIJ EEN DEGELIJKE BETONDIAGNOSE

## Inhoudstabel

<b>Inleiding</b>	4
<b>Normatief kader</b>	5
<b>Meest voorkomende schadefenomenen</b>	6
<b>Betononderzoek en -diagnose</b>	8



## INLEIDING

Rond de jaren 1970 kende de bouwwereld hoogdagen. Zowel in de residentiële sector als in de utiliteitsbouw werden tal van gebouwen uit de grond gestampt. Ook het wegennetwerk werd sterk uitgebreid met het oprichten van veel kunstwerken (bruggen, tunnels) als gevolg. Al deze constructies hebben momenteel de leeftijd van ongeveer 50 jaar bereikt waardoor de tand des tijds zichtbaar wordt. We worden vandaag dan ook vaak geconfronteerd met het optreden van betonschade wat gemeenzaam veelal betonrot wordt genoemd.

Net zoals we bij ziektesymptomen een beroep doen op een arts om een diagnose te stellen en een geschikte behandeling voor te schrijven is een dergelijke gang van zaken ook noodzakelijk in het geval van betonschade. Uit een studie in 2007 bleek dat in Europa 20% van de betonherstellingen faalden binnen de 5 jaar en 55% binnen de 10 jaar. Vaak ligt een gebrekkige of niet-uitgevoerde betondiagnose mee aan de basis hiervan. Met dit document willen we dan ook even stilstaan bij het belang en de meerwaarde van een degelijke betondiagnose.



## NORMATIEF KARAKTER

De normenreeks NBN EN 1504 omvat het volledige proces van diagnose tot herstel en bescherming van beton. Deze vormt dan ook de basis voor het uitvoeren van een betondiagnose. Verder kan er nog beroep gedaan worden op andere referentiedocumenten waaronder Technische Voorlichting 231 (“Herstelling en bescherming van beton”, Buildwise).

Diagnose					
INFORMATION ABOUT THE STRUCTURE	PROCESS OF ASSESSMENT	MANAGEMENT STRATEGY	DESIGN OF REPAIR WORK	REPAIR WORK	ACCEPTANCE OF REPAIR WORK
<b>Basic considerations and actions</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Condition and history of structure</li> <li>Documentation</li> <li>Previous repair and maintenance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Defects and their classification and causes</li> <li>Safety/structural appraisal before protection and repair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Options</li> <li>Principles</li> <li>Methods</li> <li>Safety/structural appraisal during protection and repair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intended use of products</li> <li>Requirements                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- substrate</li> <li>- products</li> <li>- work</li> </ul> </li> <li>Specifications</li> <li>Drawings</li> <li>Safety/structural appraisal after protection and repair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Choice and use of products and systems and methods and equipment to be used</li> <li>Tests of quality control</li> <li>Health and safety</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acceptance testing</li> <li>Redemial works</li> <li>Documentation</li> </ul>

*De verschillende fases van een typebetonherstelling volgens NBN EN 1504*

# MEEST VOORKOMENDE SCHADEFENOMENEN

## Schade door wapeningscorrosie



### Carbonatatie

Door de initieel hoge pH-waarde van beton ontstaat er een passivatielaag rond het staal (wapening) dat zich in het beton bevindt. Deze passivatielaag vormt een beschermlaag waardoor corrosie van het staal verhinderd wordt.

Bij blootstelling van beton aan de lucht zal koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ) via de normale openingen van het beton (poriën, scheuren, grindnesten,...) binnendringen en er reageren met de vrije kalk ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) die steeds aanwezig is

in het beton tot calciumcarbonaat. Door deze reactie daalt de pH van het beton onder 9 waardoor de passivatielaag aangetast wordt en het staal niet langer beschermd is tegen corrosie. Dit fenomeen wordt carbonatatie genoemd en is de meest voorkomende oorzaak van wapeningscorrosie en ook van betonschade.

Wanneer er corrosie optreedt ten gevolge van carbonatatie zal het gevormde corrosieproduct zorgen voor een volumetoename waardoor spanningen in het beton ontstaan. Deze leiden tot scheurvorming en het afdrukken van beton met in een later stadium blootliggende wapening tot gevolg.



### Chloriden

Een tweede mogelijke oorzaak van corrosie van wapening is de aanwezigheid van chloriden in het beton. Ze kunnen tijdens het mengen toegevoegd zijn (calciumchloride als bindingsversneller, gebruik van zeewater, gebruik van met chloriden verontreinigde granulaten, ...) of van buitenaf in het beton dringen via bijvoorbeeld dooizouten (bruggen, weginfrastructuur, parkings, ...), blootstelling aan zeeklimaat (tot 2km landinwaarts) of specifieke activiteiten (industriële processen, zwembaden, ...). Chlorideionen hebben de

eigenschap in de gepassiveerde laag rond de wapening door te dringen en daardoor plaatselijk corrosie op te wekken. Deze vorm van corrosie wordt ook putcorrosie of "pitting" genoemd. Dit is een putvormige corrosie die zeer gelokaliseerd is, doch zeer hevig kan zijn en tot breuk van de wapening kan leiden zonder dat hierbij veel corrosieproducten gevormd worden, zodat hier veelal de waarschuwendende werking van afspringende betondekking en/of scheuren achterwege blijft. In sommige gevallen ontstaan er roestvlekken aan het betonoppervlak.

De literatuur leert ons dat er geen veilige grens voor de chlorideconcentratie bestaat waaronder geen corrosie optreedt. Ieder spoor ervan kan in bepaalde omstandigheden van aanwezigheid van water en zuurstof staalcorrosie geven. Uiteraard vergroot het risico op corrosie met een stijgende chlorideconcentratie. Chloriden zijn bijgevolg absoluut te weren uit beton.

## Schade aan het beton zelf

### Chemische aantasting

Alkali-silicareactie (ASR) is een reactie tussen de alkalische betonbestanddelen (cement, hulpstoffen, ...) en reactieve alkaligevoelige granulaten. Deze reactie vindt plaats onder bepaalde voorwaarden. Wanneer deze voorwaarden vervuld zijn vormt zich een alkali-silicagel die water aantrekt en zwelt. Hierdoor ontstaan interne trekspanningen in het beton waardoor scheurvorming optreedt.

Andere vormen van chemische aantasting zijn aantasting door agressieve producten (vb. zuren), sulfaataantasting en biologische reacties (vb. in riolering).

### Fysische aantasting

Vorstschade (of schade ten gevolge van vorst-dooicycli) kan optreden tijdens het uitharden van het beton door bevriezing van het vrije water, maar ook in ouder beton door het bevriezen van het water in de poriën.

Krimp en thermische werking zijn eveneens voorbeelden van fysische fenomenen die een oorzaak zijn van scheurvorming.

### Mechanische schade

Mechanische schade wordt veroorzaakt door uitwendige factoren zoals trillingen, explosie, overbelasting, zettingen, ...



# BETONONDERZOEK EN -DIAGNOSE

Om een goede diagnose te stellen, dient men zoveel mogelijk relevante informatie te vergaren en te verwerken. Dit is het doel van het betononderzoek. Een betononderzoek gebeurt in verschillende fases die al dan niet in situ worden uitgevoerd.

## Historiek en inplanting

De geschiedenis en de omgeving van een constructie kunnen al een indicatie geven van de te verwachten toestand en van het risico op bepaalde schadebeelden en -oorzaken. Op basis van de tijdsgeest waarin de constructie werd gebouwd kan het risico op een mindere (vb. poreuzere) betonkwaliteit bijvoorbeeld groter ingeschat worden. Zo werd vóór de jaren 1970 de betonsamenstelling niet genormeerd of gecertificeerd waardoor de betonkwaliteit minder homogeen was dan vandaag. Ook de bestemming en ligging van de constructie is zeer relevant. Een constructie of deel ervan dat afwisselend vochtig en droog is, is meer gevoelig aan carbonatatie; in een gebouw aan de kust of in een zwembad verwachten we dan weer verhoogde chlorideconcentraties, enz.

Eventuele bouwplannen kunnen een indicatie geven van de hoeveelheid wapening en van de betondekking.

## Visuele inspectie

Een grondige visuele inspectie laat toe om de staat van de constructie en de zichtbare schade in kaart te brengen. Tevens wordt een eerste inschatting gemaakt van het type, de omvang en het stadium van de schade. Op basis van deze informatie kan ook het proefprogramma definitieve vorm krijgen. Het laat toe om te bepalen op welke plaats welke proeven en testen best worden uitgevoerd om een representatief beeld te krijgen van de toestand.

## Proefprogramma

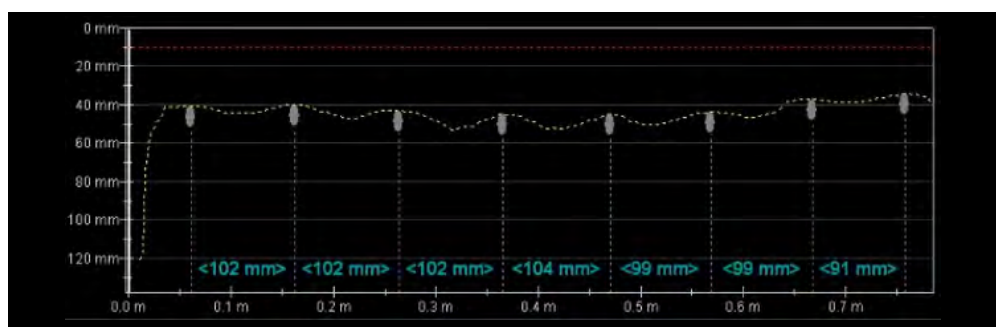
### Basisproeven

Volgende basisproeven m.b.t. de meest voorkomende schadefenomenen maken sowieso steeds deel uit van een betononderzoek.

#### *Pachometrie*

De betondekking op de wapening wordt op verschillende plaatsen gemeten d.m.v. een pachometer (niet-destructief). Dit toestel laat toe om vrij snel grote zones te scannen om de ligging van de wapening te detecteren en de betondekking op de wapening te bepalen.

In combinatie met de metingen van de carbonatatie diepte kan op basis hiervan het risico op wapeningscorrosie ten gevolge van carbonatatie worden ingeschat.





### Meting carbonatatie diepte

De carbonatatie diepte wordt bepaald d.m.v. de kleurindicator fenolftaleïne. Een roze verkleuring duidt op een voldoende hoge pH en dus op niet gecarbonateerd beton. Geen verkleuring duidt dan op gecarbonateerd beton.



Er worden **twee methodes** toegepast om deze metingen uit te voeren. De **meest eenvoudige, maar ook iets onnauwkeurigere methode** bestaat erin om gaten te boren in het betonnen element. Tijdens het boren wordt het boorstof opgevangen op een doekje dat gedrenkt werd in fenolftaleïne. Wanneer er een verkleuring optreedt, wordt het niet-gecarbonateerde beton bereikt. De diepte van het boorgat komt dan ongeveer overeen met de diepte van het carbonatatiefront.



Een **tweede mogelijkheid** bestaat erin om betonkernen te ontnemen uit de constructie en deze kernen te besprenkelen met fenolftaleïne. Het verkleurde deel duidt dan weer het niet-gecarbonateerde beton aan. Deze methode is dus nauwkeuriger, maar veroorzaakt ook meer schade aan de constructie waardoor er minder metingen mogelijk zijn dan met het opvangen van boorstof.

### Bepaling van het chloridegehalte

Het chloridegehalte wordt bepaald door (labo) analyses op een betonmonster. Ook hiervoor zijn weer twee opties mogelijk. Men kan ofwel boorstof opvangen en hierop de analyse uitvoeren ofwel kan men monsters nemen uit betonkernen. Deze laatste methode heeft het voordeel dat op de kern de diepte waarop de analyse moet plaatsvinden nauwkeurig kan worden aangeduid en op die manier er ook een chlorideprofiel (chloridegehalte op verschillende dieptes) kan bepaald worden.



## Bijkomende proeven

Er is een heel gamma aan bijkomende onderzoeksmethoden beschikbaar om informatie te verkrijgen over de toestand van het beton en de wapening. Enkel voorbeelden:

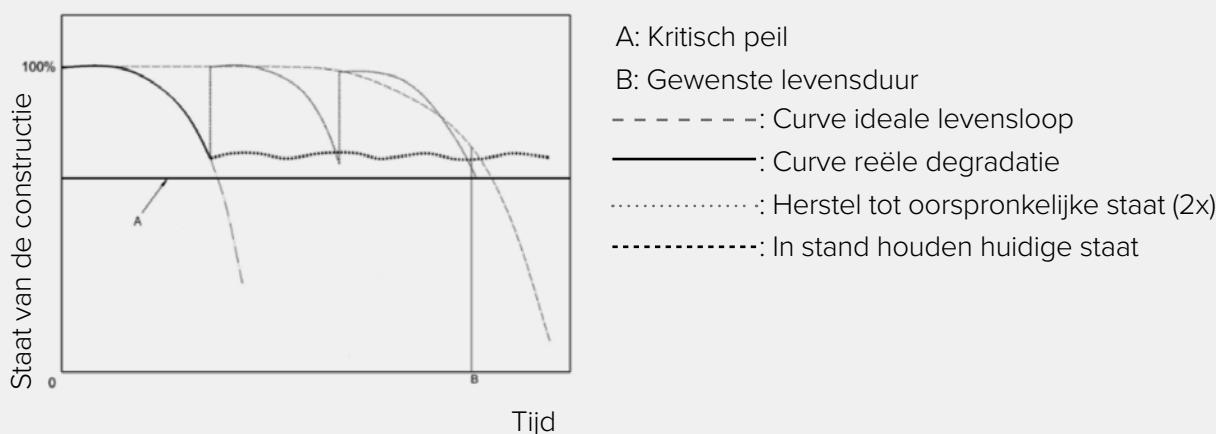
- Door middel van een petrografische analyse kunnen onder andere chemische schademechanismen (vb. ASR) aangetoond worden.
- Corrosiepotentiaalmetingen kunnen op een semi-destructieve wijze een indicatie geven van de corrosiegraad van de wapening.
- Door het creëren van een “kijkvenster” kan men visueel het type en de staat van de wapening verifiëren



## Diagnose

Op basis van al de verworven informatie zal de huidige staat van het beton worden geëvalueerd en kan de mate waarin betonschade zal evolueren in de (nabije) toekomst ingeschat worden. Dit vormt dan weer de basis om de wenselijkheid van bepaalde ingrepen of herstellingen te bepalen. NBN EN 1504-9 leert ons dat om een bepaalde levensduur te bereiken de staat van de constructie boven een kritisch peil dient te blijven. Vanaf wanneer het kritisch peil bereikt wordt kan de constructie zijn functie niet langer vervullen (de stabiliteit is bijvoorbeeld niet langer gegarandeerd).

Om ervoor te zorgen dat het kritisch peil niet vroegtijdig bereikt wordt, zijn gedurende de levensduur één of meerdere ingrepen (vb. betonherstel) nodig. Dit is schematisch weergegeven in volgende grafiek uit NBN EN 1504-9.



Afhankelijk van waar de staat van de constructie zich bevindt op de grafiek zal dan ingeschat worden of herstellingen aangewezen zijn en binnen welke termijn.

De aan te wenden herstelprincipes zullen eveneens worden bepaald. Deze zijn onder andere afhankelijk van de vastgestelde schademechanismen. Dit kan gaan van een klassieke betonherstelling tot de noodzaak van sloop van bepaalde elementen afhankelijk van de aard en de omvang van de schade.

In geval van een matig tot groot risico op wapeningscorrosie ten gevolge van chloriden zullen eventuele betonherstellingen aangevuld dienen te worden met een vorm van kathodische bescherming.



**vincotte.be**

**Maatschappelijke zetel**

Jan Olieslagerslaan 35  
1800 Vilvoorde  
Tel: +32 2 674 57 11

**Offices**

Jan Olieslagerslaan 35  
1800 Vilvoorde  
Tel: +32 2 674 57 11  
brussels@vincotte.be

Noordersingel 23  
2140 Antwerpen  
Tel: +32 3 221 86 11  
antwerpen@vincotte.be

Rue Phocas Lejeune 11  
5032 Gembloux  
Tel: +32 81 432 611  
gembloux@vincotte.be

Bollebergen 2a bus 12  
9052 Gent  
Tel: +32 9 244 77 11  
gent@vincotte.be

**Technical Training Center**

Leuvensesteenweg 248 A  
Tel: +32 2 674 58 57  
1800 Vilvoorde  
academy@vincotte.be