



MONITORING VAN KB-SYSTEMEN VOOR WAPENING IN BETON

Definitieve versie 2019.1

Aanleiding

Kathodische Bescherming (KB) van staal in beton is een effectieve onderhoudsmaatregel om corrosie van wapeningsstaal in beton te stoppen en te voorkomen. Na het installeren en in gebruik nemen van het beschermingssysteem, dient periodiek het functioneren gecontroleerd te worden. Garantieverplichtingen vanuit de opdrachtnemer aan opdrachtgever, worden gekoppeld aan deze uit de norm voortvloeiende verplichte controles.

KB-SYSTEEM ALS OPLOSSING, MONITORING ALS NOODZAAK

Betonschades ontstaan meestal door corrosie (het roesten) van de wapening. Door verzuring (carbonatatie) en/of de aanwezigheid van chloride, verliest het beton zijn beschermende werking voor het staal. Duurzaam betonherstel is vaak alleen mogelijk door het toepassen van een KB-systeem. Hierbij kan gewerkt worden met een voeding (ICCP) of met opofferingsanodes (GCP). Hoewel GCP niet 'ingesteld' kan worden op spanning of stroomsterkte, is het nadrukkelijk wel van belang ook deze systemen te monitoren. Dit wordt soms 'vergeten' door het karakter van GCP.

Nadat de opdrachtnemer het kathodisch beschermingssysteem heeft aangelegd, zorgt de KB ervoor dat de wapening niet meer corrodeert. Daarvoor is wel een correcte werking van de zwakstroominstallatie (of opofferingsanodes) noodzakelijk. De juiste hoeveelheid stroom (en dus ook spanning) is noodzakelijk voor een goede werking. Bij te lage instellingen kan de wapening weer gaan corroderen, en bij te hoge instelling is er onnodig belasting en veroudering van het KB-systeem (wat nadelig is voor de duurzaamheid van het KB-systeem).

De installatie wordt meestal, naar omvang en onderlinge verschillen tussen beschermde delen, in meerdere zones verdeeld. Deze zones betreffen individueel te beschermen delen van de betonconstructie die afzonderlijke aangestuurd en gecontroleerd kunnen worden. Deze zones zijn ieder afzonderlijk voorzien van in het beton aangebrachte sensoren waarmee kan worden bepaald of het KB-systeem voor die zone goed functioneert.

De garantie op betonreparaties in de beschermde delen en op het beschermingssysteem zelf, wordt geregeld tussen opdrachtgever en opdrachtnemer bij de contractvorming. Gebruikelijk beslaat de garantie een termijn van 10 jaar. Het is voor een optimale werking van het KB-systeem absoluut noodzakelijk om gedurende deze gehele periode, het KB-systeem periodiek te controleren op een juiste werking. Immers, als het systeem uit wordt gezet, beschadigd raakt of uit staat door welke oorzaak dan ook, dan houdt de actieve bescherming ook op. Staat het systeem te laag ingesteld, dan is de bescherming onvolledig.

Als onderdeel van de monitoring worden periodieke controles middels metingen uitgevoerd. Hierbij wordt achterhaald hoeveel stroom er loopt en er voldoende bescherming aanwezig is. Verder wordt de gehele beschermde constructie gecontroleerd op gebreken die nadelig zijn voor de werking van het systeem. Denk hierbij niet alleen aan de componenten van het KB-systeem zelf, maar ook aan de condities van het beton, het voorkomen van schadekenmerken aan de beschermde delen van het beton, en allerlei randzaken die invloed zouden kunnen hebben op de beschermde delen zoals lekkages en dergelijke.

De controlemetingen moeten tenminste tweemaal per jaar worden uitgevoerd en tenminste één maal per jaar moet het systeem worden bezocht en visueel geïnspecteerd. Deze bezoeken en metingen zijn absoluut noodzakelijk voor de afgegeven garantie en mogelijk dus ook de constructieve veiligheid. Het systeem is immers aangelegd om corrosie van de wapening te stoppen. Monitoring van het KB-systeem zou dan ook vergeleken kunnen worden met jaarlijkse veiligheidsinspecties aan bijvoorbeeld een CV- of liftinstallatie.

NORM NEN-EN-ISO 12696

Voor de kathodische bescherming van beton is een internationale standaard beschikbaar, de norm NEN-EN-ISO 12696 *Cathodic Protection of steel in concrete*, waarin alle basisvereisten zijn opgenomen waaraan een KB-systeem voor wapeningsstaal aan moeten voldoen. Voor de monitoring zijn inspectiefrequentie en beoordelingscriteria in deze norm vastgelegd.

Voor objecten wordt jaarlijks minimaal 2 maal gedepolariseerd en 1 maal visueel geïnspecteerd. De beschermingscriteria uit NEN 12696 worden nagestreefd, waarbij op voorhand verwacht mag worden dat het 100 mV depolarisatie-criterium (NEN 12696 paragraaf 8.6 punt b), leidend zal zijn. In sommige gevallen (zeer natte constructies) zal mogelijk zuurstofdepletie optreden (NEN 12696 paragraaf 8.6 punt a) of zal (bij zeer passiverende omstandigheden en/of erg droge condities) het wapeningsstaal zeer goed tegen corrosie beschermd zijn waarbij depolarisatie zeer langzaam plaatsvindt (NEN 12696 paragraaf 8.6 punt c; langer depolariseren dan 24 uur tot minimaal 150 mV depolarisatie). Bij alle drie de criteria is aangetoond dat er voldoende bescherming van het wapeningsstaal aanwezig is: de wapening corrodeert niet.

Bij aanwezigheid van voorspanning, geldt voor die delen waarin de voorspanning voorkomt, dat tijdens de monitoring ook geverifieerd wordt dat overbescherming van de voorspanstaven wordt voorkomen. Bij voorspanstaal kan namelijk een risico op verbrossing bestaan door vorming van waterstofgas bij zeer negatieve staalpotentialen. De grens voor de staalpotentiala van de voorspanning conform NEN 12696 is -900 mV t.o.v. zilver-zilverchloride referentie-elektrode. Er wordt middels metingen bij de monitoring op toegezien dat de instant-off-potential aan de voorspanning niet beneden deze grenswaarde komt.

DEPOLARISATIEMETINGEN

Het hierboven beschreven 100 mV-depolarisatie-criterium, behelst de eis dat na uitschakelen van het KB-systeem er na 4 tot ten hoogste 24 uur een depolarisatie (dat wil zeggen een potentiaalverschuiving in de positieve richting) dient te hebben plaatsgevonden van minimaal 100 mV. De depolarisatie wordt gemeten in het tijdsinterval vanaf het moment volgend op het uitschakelen van de stroom (instant-off-potentiaal) tot 4 of maximaal 24 uur na dit tijdstip. De depolarisatie geeft de verschuiving aan in de potentiaal aan het grensvlak wapeningsstaal/poriewater.

Aan de depolarisatie wordt een bovengrens gesteld van 250 mV. Te veel beschermingsstroom is niet gewenst. Dit wordt niet ingegeven door het stroomverbruik (dit is geen relevante kostenfactor), maar berust voornamelijk op de nadelen die een te hoge stroomdichtheid met zich mee kan brengen:

- Een kortere levensduur van het anodesysteem;
- Een snellere aantasting van het beton;
- Een mogelijke vermindering van de hechting tussen staal en beton; en



- Het mogelijk optreden van waterstofbrosheid als gevolg van waterstofvorming (bij voorspanstaal).

Een neveneffect van de toepassing van KB is dat, evenals bij chloride-extractie (de-chloreren) en re-alkalisatie, door de stroomdoorgang het betonmilieu in positieve zin veranderd. Chloride migreert richting anode (gewoonlijk naar de buitenzijde van het beton) en hydroxide wordt aan de wapening gevormd en blijft (gedeeltelijk) achter waardoor de pH rond het staal weer stijgt. Door deze zeer positieve bijeffecten komt het wel voor dat na enige jaren (vaak meer dan 5 jaar) de wapening niet meer 'wil' roesten en slechts zeer langzaam depolariseert. Het KB-systeem is dan echter nog steeds effectief. Na een lange depolarisatie kunnen de wapeningspotentialen van de wapening worden beoordeeld op corrosie-risico. Potentialen positiever dan -150 mV (t.o.v. zilver-zilverchloride referentie-elektroden) worden dan gebruikelijk beoordeeld als "passief staal".

MONITORINGSCONTRACT

Gebruikelijk wordt bij oplevering van het KB-systeem een direct ingaand monitoringscontract afgesloten tussen opdrachtgever en opdrachtnemer. Onder verwijzing naar deze publicatie kan een dergelijke overeenkomst eenvoudig worden vormgegeven. Hierbij dient wel bedacht te worden dat:

- Het object en de met KB beschermde delen, dienen te worden aangeduid
- Het monitoringscontract gedurende de garantietermijn dient te worden voortgezet (gebruikelijk door stilzwijgende verlenging per jaar)
- De kosten voor monitoring jaarlijks worden voldaan
- De monitoringskosten alleen betrekking hebben op de bovenstaand omschreven werkzaamheden. Eventuele werkzaamheden onder garantie vallen vanzelfsprekend buiten de monitoring, maar bijkomende werkzaamheden worden gebruikelijk eerst gemeld, aangeboden en overeengekomen tot opdracht alvorens uitvoering plaats vindt. In sommige gevallen worden in de monitoringsovereenkomst ook periodieke onderhoudswerkzaamheden (aan het KB-systeem of anderszins) opgenomen.

JAARLIJKSE WERKZAAMHEDEN MONITORING KB-SYSTEMEN

1. Tweemaal per jaar wordt (gebruikelijk op afstand) het functioneren van het systeem gecontroleerd. Hiertoe behoort het uitlezen van alle kanalen om te controleren of de spanning cq stroomsterkte zich beweegt tussen de verwachte richtwaarden. Onder- of overschrijding van de verwachtingen zou kunnen wijzen op draadbreek, op een kortsluiting in het systeem, op een lekkage of een andere afwijking ten opzichte van de uitgangspunten. Indien de afwijking niet kan worden gecorrigeerd door proportioneel geringe aanpassing van de ingestelde waarden voor de betreffende zone, zal nadere inspectie ter plaatse uitsluitel moeten geven.

Voor alle voedingskanalen worden de spanning en stroomsterkte gemeten. Ook worden de referentiecellen uitgelezen ter indicatie van de beschermingspotentiaal van het wapeningsstaal.

2. Tweemaal per jaar wordt een depolarisatie uitgevoerd gedurende maximaal 24 uur. Dit houdt in dat het systeem wordt uitgeschakeld, waarna onmiddellijk de “instant-off” waardes van de referentiecellen wordt gemeten. Na maximaal 24 uur wordt het systeem weer ingeschakeld. Conform NEN 12696, wordt voldoende bescherming van het wapeningsstaal aangetoond door met behulp van de referentie-elektroden een toename van staalpotentiaal vast te stellen van tenminste 100 mV na aftrek van de “I/R-drop” (de spanningsval binnen 1/10 seconde na uitschakelen).

Op basis van de uit deze depolarisatiemetingen voortkomende gegevens zullen instellingen van de voedingen zo worden aangepast dat bij een opvolgende depolarisatie de meetwaarden binnen de beoogde grenzen uitkomen. Indien zulks niet mogelijk blijkt zonder dat dit belangrijke verschillen te zien geeft met gelijksoortig velden binnen het KB-systeem, zal tijdens een controle ter plekke moeten worden achterhaald wat hiervan de oorzaak is.

3. Elk jaar rond dezelfde tijd zal een visuele inspectie ter plaatse worden uitgevoerd waarbij wordt gekeken naar de toestand van alle bedrading, het anodemateriaal, de stroombron en de overige systeemcomponenten. Van de waarnemingen wordt een rapport opgemaakt waarin waarnemingen, oorzaken en eventuele maatregelen worden aangegeven. Bij beschadiging en/of overmatige slijtage wordt een rapport opgemaakt waarin oorzaak alsmede wijze van herstel worden aangegeven.

4. De opdrachtgever ontvangt jaarlijks een rapportage waarin verslag wordt gedaan van de resultaten van de monitoring en inspectie. In dit rapport wordt tevens aangegeven of het KB-systeem functioneert conform de in NEN 12696 gegeven richtlijnen en welke maatregelen zijn genomen om eventuele afwijkingen te corrigeren dan wel te voorkomen.

Disclaimer : De Kennispublicatie van het KB-Kenniscentrum is een weergave van de algemeen besproken punten en inzichten van de werkgroep. De doelstelling hiervan is informatievoorziening van partijen betrokken bij het KB-Kenniscentrum. Als zodanig dient informatie uit deze publicatie met inzicht en voorbehoud te worden gebruikt. Aan deze tekst kunnen geen rechten worden ontleend en het KB-Kenniscentrum zal nimmer aansprakelijk zijn voor enigerlei schade die is ontstaan door het gebruiken van deze tekst en de weergegeven inzichten. Dit betreft een moment-opname van de kennis en techniek, zoals die door de werkgroep op het moment van verschijnen begrepen werd.