De (on) zin van kathodische bescherming

Evolutie en Prognose

Specifiek vooronderzoek en duurzaamheidsaspecten

Prof. Bart Craeye

Universiteit Antwerpen

Faculteit Ingenieurswetenschappen – EMIB Research Group

Odisee Hogeschool

Opleiding Bouw – DUBiT onderzoekskern

Studienamiddag Kathodische Bescherming
23 oktober 2022
Syntra - Haasrode

Meest recent

MORANDIBRUG GENUA

Gerechtelijk rapport: ingestorte Morandi-brug in Genua "amper gecontroleerd en onderhouden"

De hoofdoorzaak van de ramp waren ontwerp- en constructiefouten, maar de brug werd ook amper geïnspecteerd, stelt een nieuw gerechtelijk rapport.

di 22 dec 2020 11:12

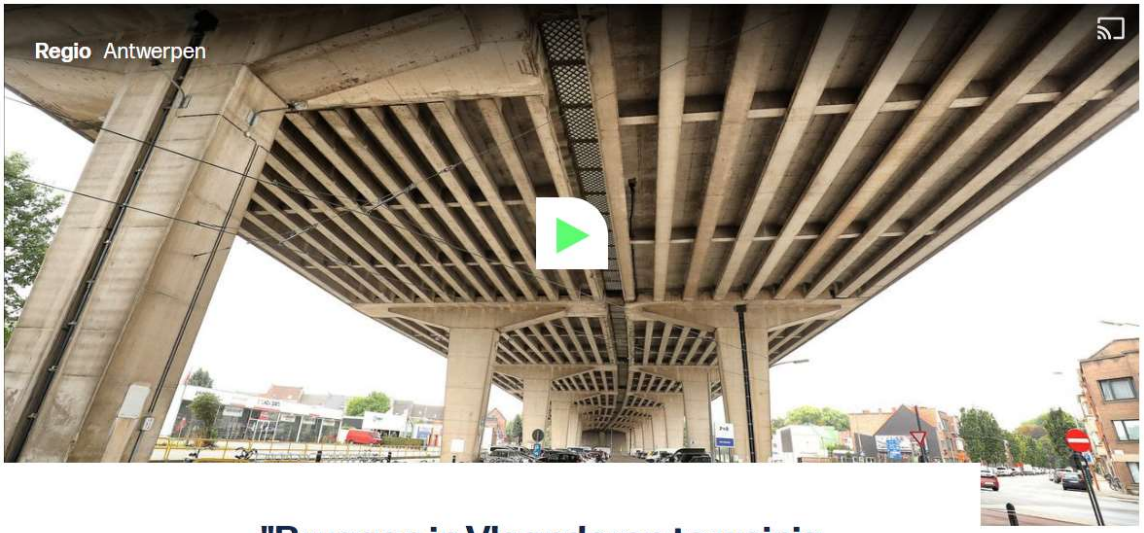
Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

- Vlaamse bruggen (mei 2020)

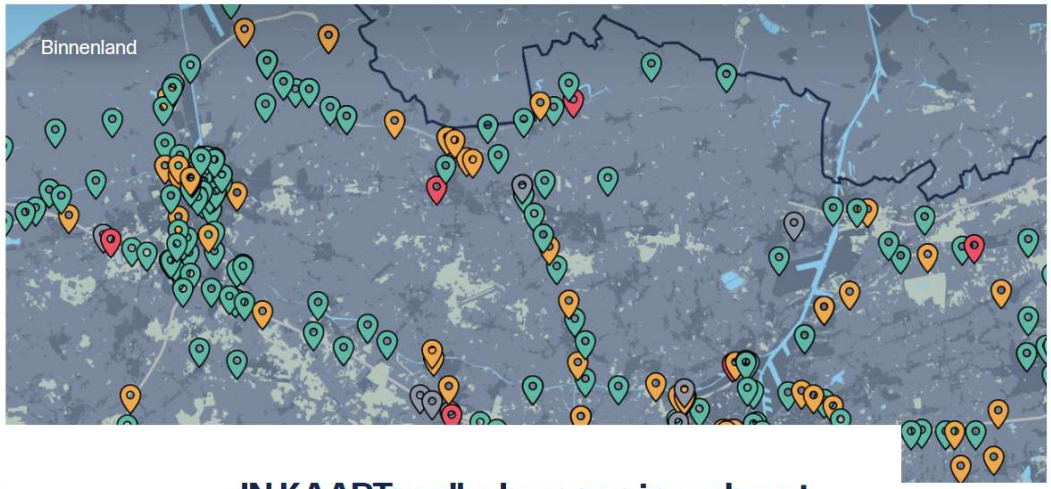
Één op de vijf gewestbruggen in Vlaanderen en Brussel in slechte tot zeer slechte staat: renovatie blijft vaak uit

- Vlaamse bruggen (mei 2020)



"Bruggen in Vlaanderen te weinig gecontroleerd op stabiliteit en slijtage"

Peter Decroubele
Update di 25 feb 2020 09:42
di 25 feb 2020 08:16



IN KAART: welke bruggen in uw buurt zijn in (zeer) slechte staat? Bekijk het hier

Hajo Beeckman, Fabienne Meijer, Pieterjan Huyghebaert
wo 06 mei 2020 06:33

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Beton, een duurzaam materiaal?

Geen gewonden, wel grote schade aan appartementsgebouw Jean Dubrucqlaan

Balkon tiende verdieping stort naar beneden

27/10/2015 om 19:30 door Robin De Becker - Print - Corrigeer

Het instortende balkon sleurde de balkons eronder mee. (FOTO: BACKAERT DIDIER)

Tunnels

Op ontdekkingsreis in Brusselse tunnels betonrot kunnen winnen"

Kathodisch beschermen en versterken van wapening

2. Kan je betonrot herstellen?

Volgens Craeye is het perfect mogelijk om betonrot te herstellen. "Er zijn drie elementen nodig opdat het wapeningsijzer in beton gaat roesten: water, zuurstof en CO2 of zout. In het geval van de Stadsschouwburg in Antwerpen vermoed ik dat CO2 in het spel is."

"Als je een van deze drie elementen kan uitschakelen, dan stopt het

Universiteit Antwerpen

Odisee DE CO-HOGESCHOOL

Nood aan duurzaam betonherstel

- CONREPNET (2007): 230 case studies in Europa
- Levensduur betonherstel vaak ondermaats
- Schade bij herstelde constructies complexer én omvangrijker

Levensduur betonherstellingen ontoereikend

> 25 jaar: 10%

< 10 jaar: 55%

< 5 jaar: 20%

75% faalt opnieuw binnen 10 jaar

Tilly & Jacobs, 'Concrete Repairs: Observations on Performance in Service and Current Practice' , CONREPNET Project Report, IHS BRE Press, Watford, 2007

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Nood aan duurzaam betonherstel

Antwerpse Stadsschouwburg gaat tegen de vlakte:
"Betonrot weghalen zou miljoenen kosten"

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Nood aan duurzaam betonherstel

Illustratie van wapeningsijzer in beton dat bloot ligt en roest.

Stadsschouwburg Antwerpen is niet alleen: 5 vragen bij golf aan betonrot die komende jaren op ons afkomt

3. Is betonrot onvermijdelijk?

"Je kan betonstructuren van 100 jaar hebben die nog in perfecte staat zijn, maar je kan ook structuren van 20 jaar hebben die klaar zijn voor de sloophamer.

"Intussen zijn we in staat om betonstructuren te maken die misschien niet eeuwig, maar toch zeker 100 jaar kunnen meegaan. Dan moet het hele proces wel gestroomlijnd verlopen, van het ontwerp over [illegible]annemers."

[illegible]bouw omgaan en het om [illegible]e kennis is er. Als je die inzet, dan kan je een erg duurzame constructie creëren."

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Nood aan duurzaam betonherstel

Antwerpen

Antwerpse Stadsschouwburg gaat tegen de vlakte: "Betonrot weghalen zou miljoenen kosten"

Update ma 16 mei 16:08 radio2

5. Wat brengt de toekomst?

"De prognose is dat we de komende jaren en decennia een golf van betonherstelprojecten op ons af zullen zien komen. Bij elk
breken en ee

Craeye erken
daar argumenten tegenover. "Er is meer dan geld alleen, er is ook een grote impact op het milieu. Als je elk gebouw met betonrot afbreekt, zit je met een gigantische hoeveelheid betonpuin. Geweldig duurzaam is dat niet."

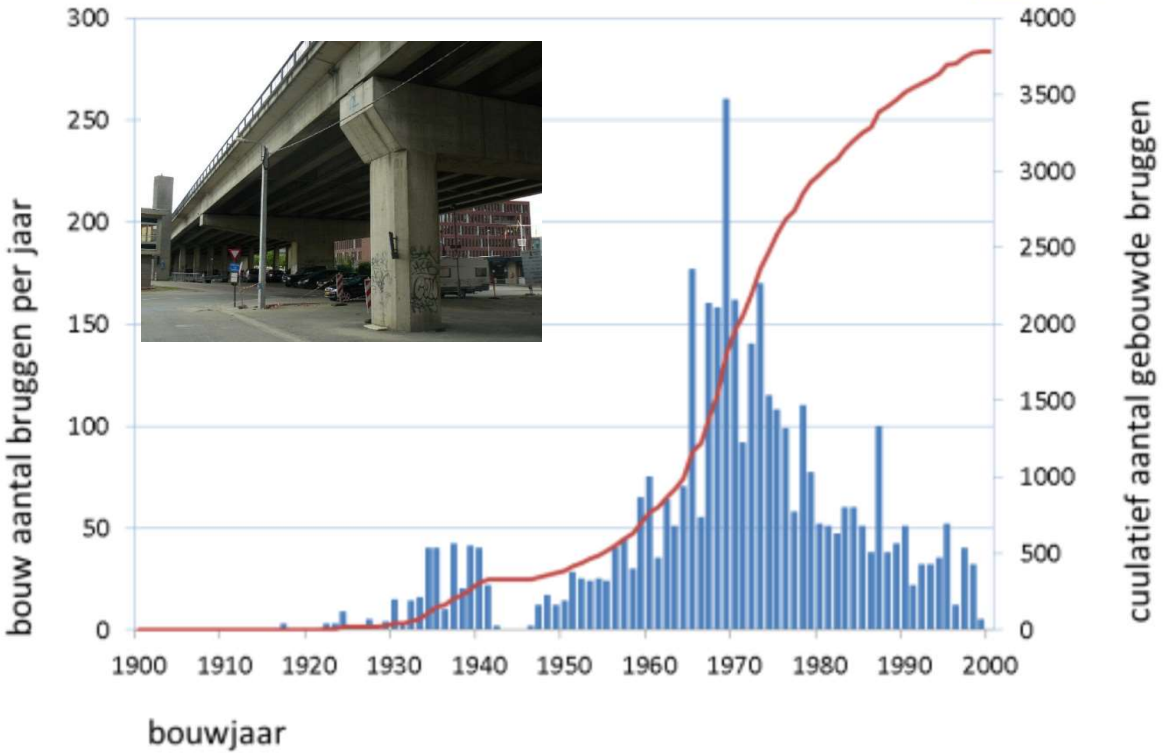
Volgens Craeye is het daarom beter bij elk gebouw dat betonrot heeft na te gaan wat de beste oplossing is. "Eerst moet je de conditie in kaart brengen, is de constructie nog duurzaam en veilig? Zo ja, dan zijn verschillende herstelscenario's mogelijk, ook voor gebouwen die zwaar zijn aangetast."

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Historiek en prognose

- Jaren ‘70: piek betonbouw
- Gemiddelde levensduur: 50 jaar
- Problemen zichtbaar 1980-1990
- Enkel esthetische kwestie?
- Kennis van betonpathologie!
- Nood aan normering: NBN EN1504
- Betonherstelmarkt:
  - Aannemers
  - Studieburelen
  - Producenten
  - …



Situatie Nederland, Bron: TNO Delft (2001)

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Knelpuntberoep

Terwijl de vraag naar betonherstel anno 2020 alleen maar toeneemt, is het gebrek aan goed geschoolde beton-experten nijpend, merkt professor Craeye nog op. “Je zou met andere woorden kunnen stellen dat het beroep betone aan vakbek ectie, maar e ngt ook een me ient men over te stappen naar preventieve maatregelen en ingrepen. Op lange termijn ligt de investeringskost van een preventieve aanpak met onderhoud en meerdere kleinere kosten gespreid over een langere periode en met beperkte maatschappelijke impact lager dan een curatieve aanpak met zeer ingrijpende herstelwerken en bijhorend kostenplaatje”, besluit professor Craeye.

Wat met minder uitstekende balkons?

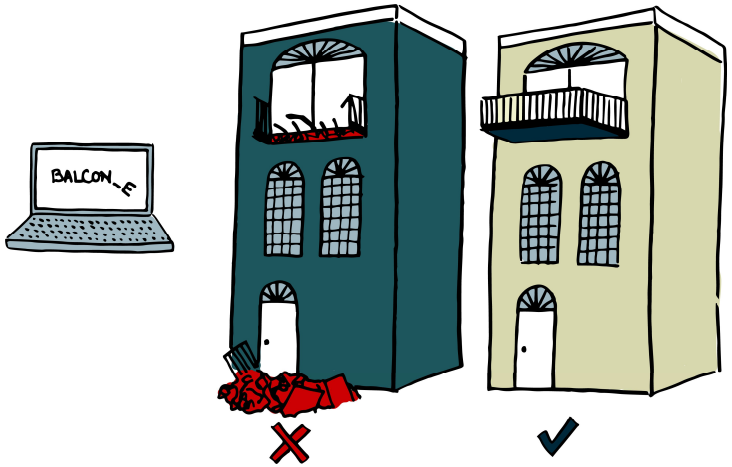
PWO project ‘Balcon-e’

2019-2021: Projectoutput beschikbaar op balcon-e.odisee.be

- Diagnose
- Beoordeling
- Duurzaam herstel

Navorming april 2022

- ‘Diagnose en beoordeling bestaande betonstructuren’
- 22 cursisten



Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

PWO project ‘A Bridge Too Far’

- Praktijkgericht Wetenschappelijk Onderzoek (PWO): *Kathodische bescherming als duurzame hersteltechniek voor levensduurverlenging van bestaande (civiele)betonconstructies*
- September 2021 – September 2024
- Promotor: Odisee Hogeschool – DUBiT onderzoekskern
  - Bart Craeye – Robin Debaene
- Partners
  - Universiteit Antwerpen
  - Sanacon

- Werkveld, stuurgroep:
  round-table discussies, input, brainstorm, demo-wall…
  - Interesse tot deelname: robin.debaene@odisee.be

Opleiding ‘Kathodishe bescherming van betonstructuren’ – najaar 2022

VOLZET

Info – wachtlijst: bart.craeye@odisee.be

Prof. dr. ir. Bart Craeye

ir. Robin Debaene

Prof. dr. ir. Bjorn Van Belleghem

Odisee DE CO-HOGESCHOOL

Universiteit Antwerpen

SANACON

VOLZET Info – wachtlijst: **bart.craeye@odisee.be**

- Module 1– Wapeningscorrosie en de (on)zin van KB
  - *Diagnose en beoordeling van betonstructuren – wapeningscorrosie*
  - *Evolutie van KB toegepast op betonstructuren in België*
- Module 2– Principes KB: van elektrochemie tot duurzaam herstel
  - *Principes en grondslagen van KB*
  - *KB systemen, onderdelen en terminologie*
  - *Vooronderzoek gericht op KB*
  - *Uitvoeringstechnische aspecten*
- Module 3– KB installatie: van ontwerp tot opvolging
  - *Ontwerp en dimensionering*
  - *Opstart en controle voor activering*
  - *Opvolging, monitoring, kwaliteitssysteem, problem solving*
- Module 4– KB herbekeken
  - *Faalmechanismen, levensduuraspecten en risico-analyse*
  - *Levenscyclus Kosten Analyse (LCC) van duurzame betonherstelsystemen*
  - *Cases*
- Module 5– Practicum
  - *diagnose en beoordeling van betonstructuren*
    + specifiek vooronderzoek KB
    + controle KB-installatie

Odisee DE CO-HOGESCHOOL Universiteit Antwerpen SANACON

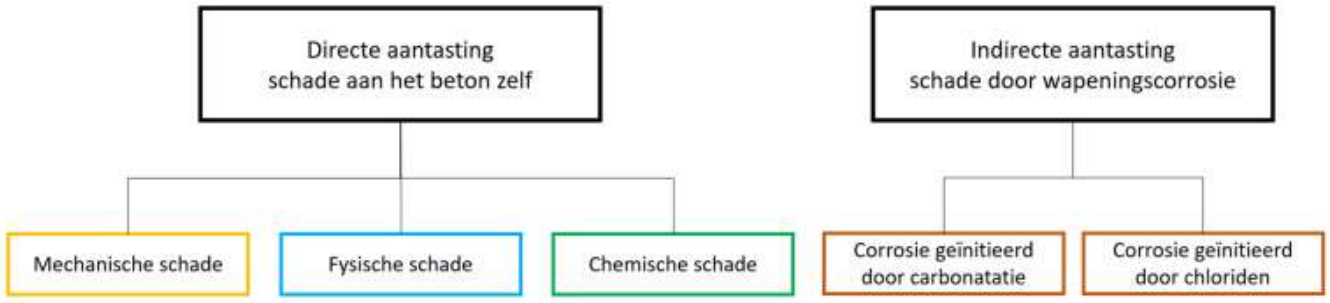
Aanbevolen normering

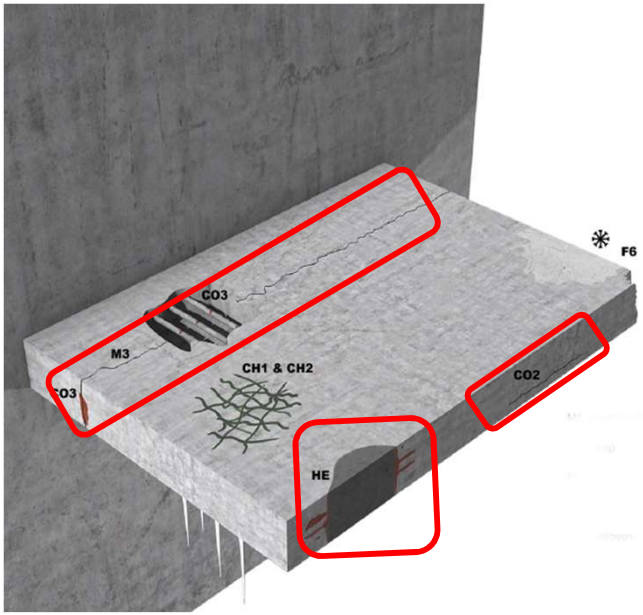
- Omtrent kathodische bescherming:
  - NBN EN ISO 12696 (2022): Cathodic Protection of Steel in Concrete
    - Voor bestaande en nieuwe constructies
    - Gewapend en voorgespannen
    - Specificaties, technische informatie en detaillering
  - NBN EN ISO 15257 (2017): Kathodische bescherming: bekwaamheidsniveaus van kathodische beschermingspersonen
    - Vijf competentieniveaus:
    - Monteur -> Technicus -> Sr. Technicus -> Specialist -> Expert
  - CUR Aanbeveling 45 (1996): Kathodische bescherming van wapening in betonconstructies
    - Eisen en richtwaarden voor KB-systemen
    - Gewapend beton
    - Nederlandse ervaring

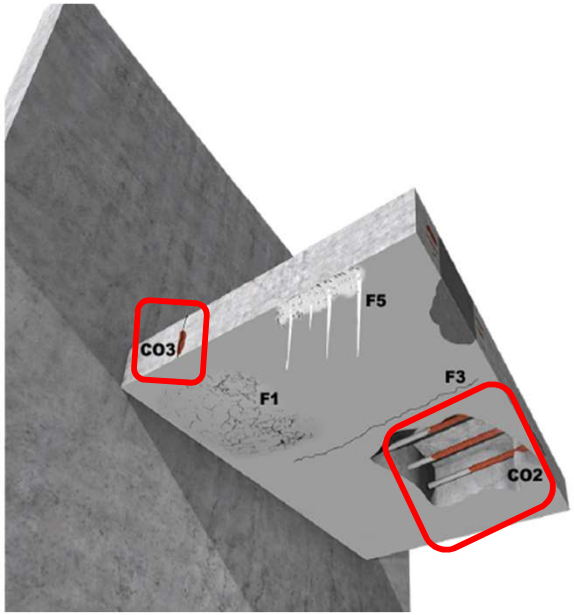
Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Schade aan (gewapende) betonstructuren





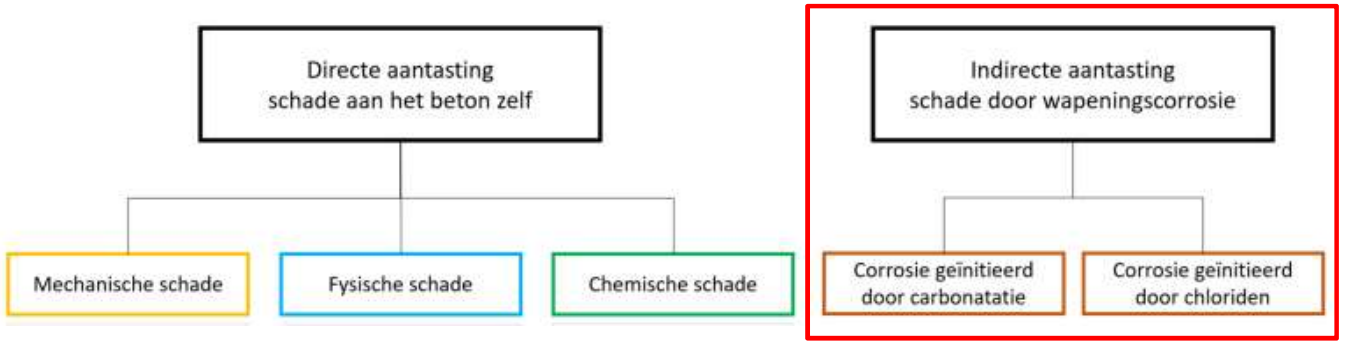


M3	Buigingsscheur // gebouw aan gebouwzijde
F1	Loskomen coating (blaasvorming)
F3	Krimpscheuren (plastisch, uitdroging, thermisch)
F5	Afzetting calciumcarbonaat, stalactieten, zoutkristallisatie
F6	Vorstschade (afbrokkeling, afschilfering)
CH1	Scheuren door ASR
CH2	Andere chemische schade (ettringiet, zuren, thaumasiet, ...)
CO2	Corrosie geïnitieerd door carbonatatie
CO3	Corrosie geïnitieerd door chloriden
HE	Herstelschade

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Kathodische Bescherming bij schade door wapeningscorrosie!



M3	Buigingsscheur // gebouw aan gebouwzijde
F1	Loskomen coating (blaasvorming)
F3	Krimpscheuren (plastisch, uitdroging, thermisch)
F5	Afzetting calciumcarbonaat, stalactieten, zoutkristallisatie
F6	Vorstschade (afbrokkeling, afschilfering)
CH1	Scheuren door ASR
CH2	Andere chemische schade (ettringiet, zuren, thaumasiet, ...)
CO2	Corrosie geïnitieerd door carbonatatie
CO3	Corrosie geïnitieerd door chloriden
HE	Herstelschade

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

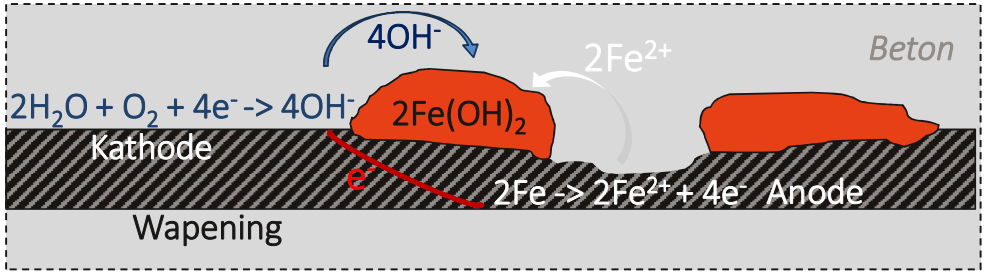
Corrosie van staal

- Staal blootgesteld aan de omgeving gaat roesten (corroderen)
- Corrosie kan enkel optreden indien tegelijkertijd aan drie voorwaarden voldaan is:

1) er is voldoende **(poriën)water** aanwezig in de betondekking rond de wapening (een elektrolyt die de elektronen geleidt)
2) er is voldoende **zuurstof**
3) er is een of ander mechanisme die de beschermende passiveringslaag rond het staal doorbreekt
   - pH < 9-10 **carbonatatie**
   - $[Cl^-]/[OH^-] > 0,6$ **chloriden**

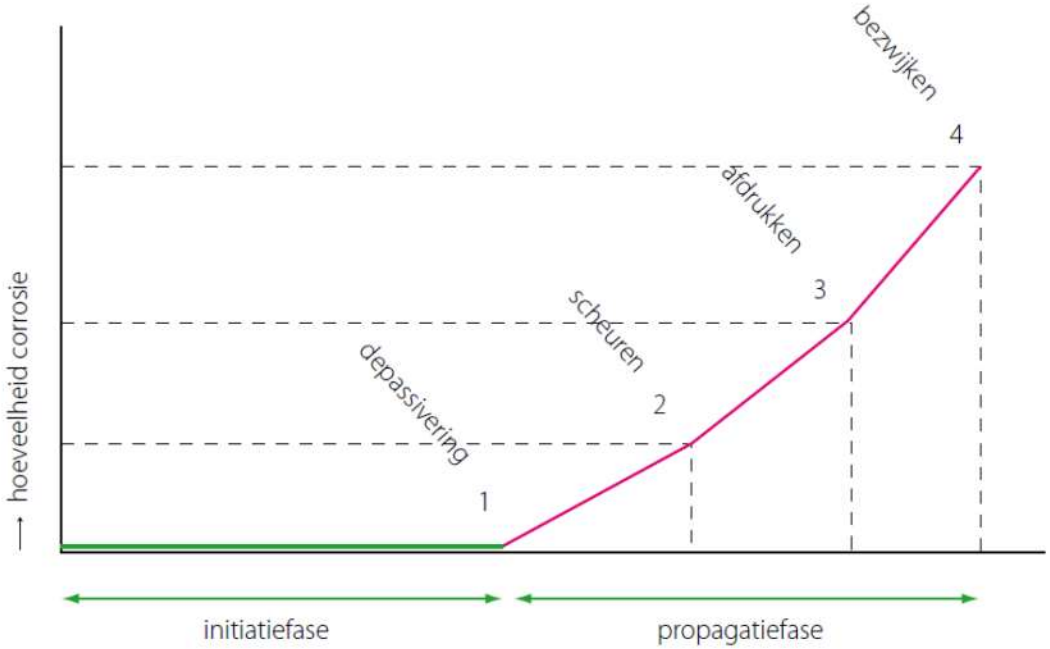
Elektrochemisch proces

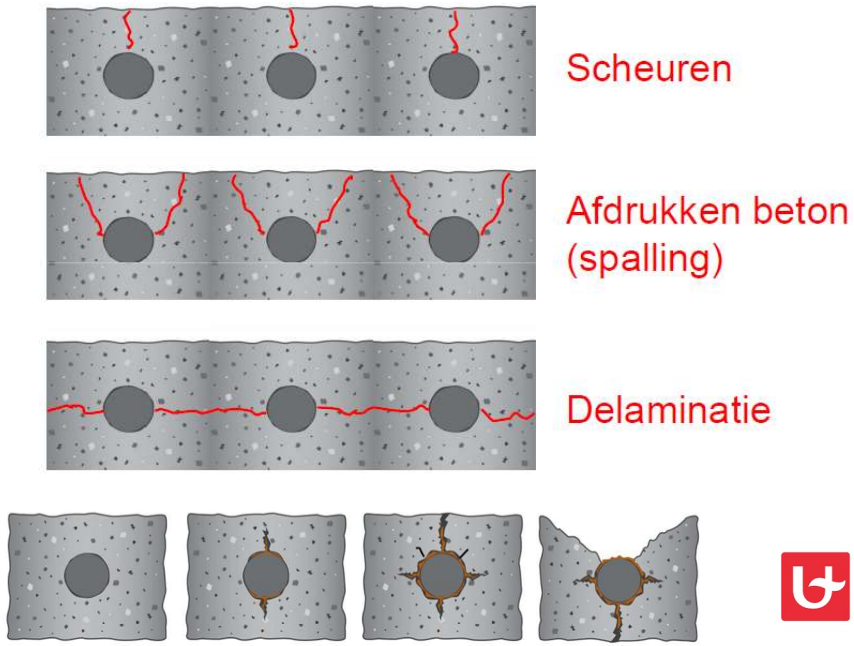
$Fe(OH)_2$ oxideert verder tot Fe_2O_3 (roest)



Corrosie van staal

- **Initiatie**fase = tijd nodig om passiveringslaag te doorbreken
- **Propagatie**fase = tijd nodig om onaanvaardbare corrosiegraad te bereiken





"Ongeveer 70-90% van de schade-gevallen bij betonconstructies"

Universiteit Antwerpen

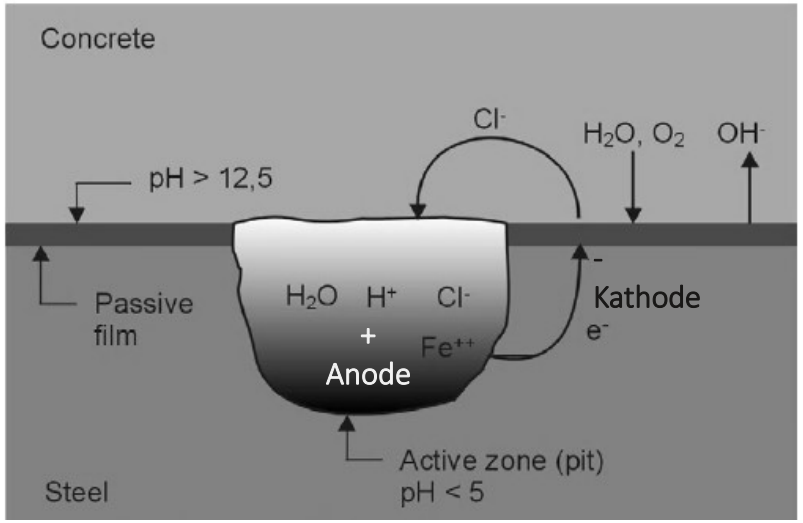
Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Schade aan beton door wapeningscorrosie: initiatie door carbonatatie

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

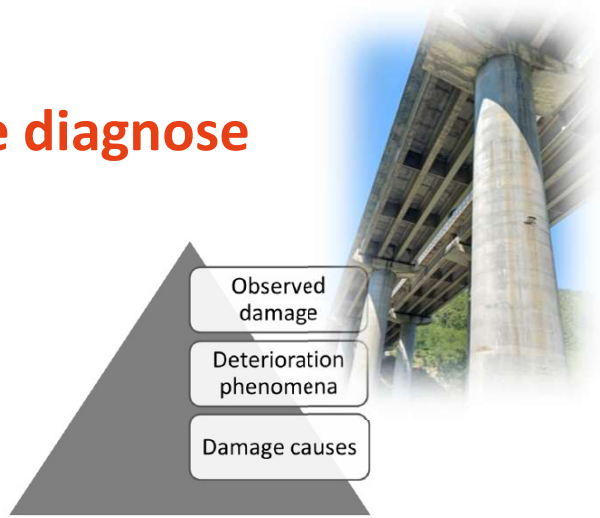
Schade aan beton door wapeningscorrosie: initiatie door chloriden



Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Bij de huisdokter… een goede genezing start bij een correcte diagnose



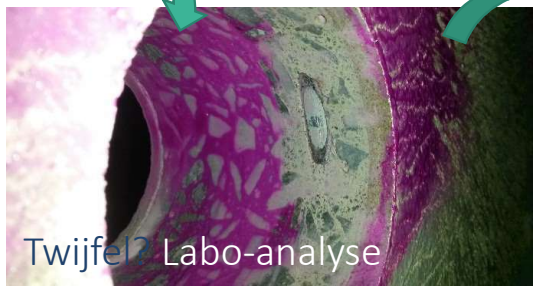
Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

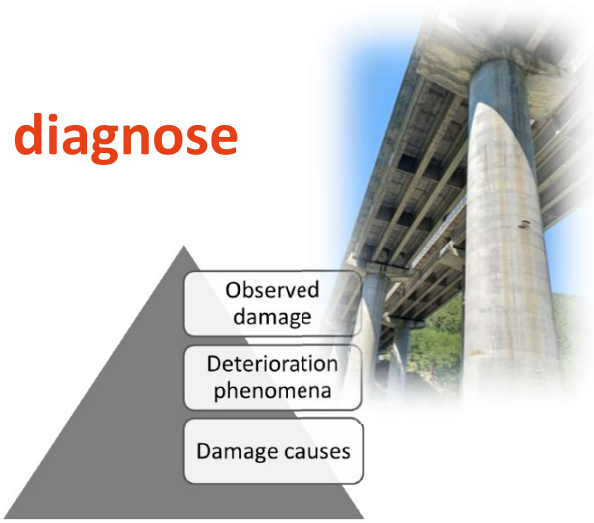
Bij de betondokter… een goede genezing start bij een correcte diagnose

Niet-destructief

Niet-destructief

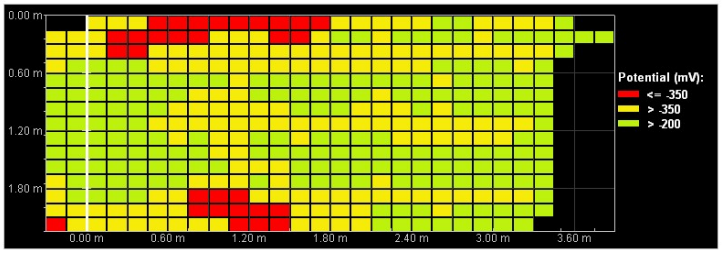


Destructief



Niet-destructief

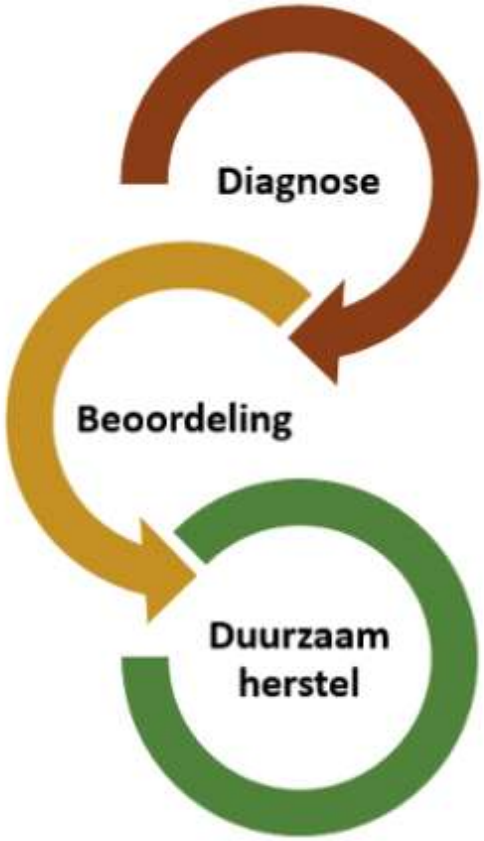
Omvang schade? Locatie corrosiehaard?



Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

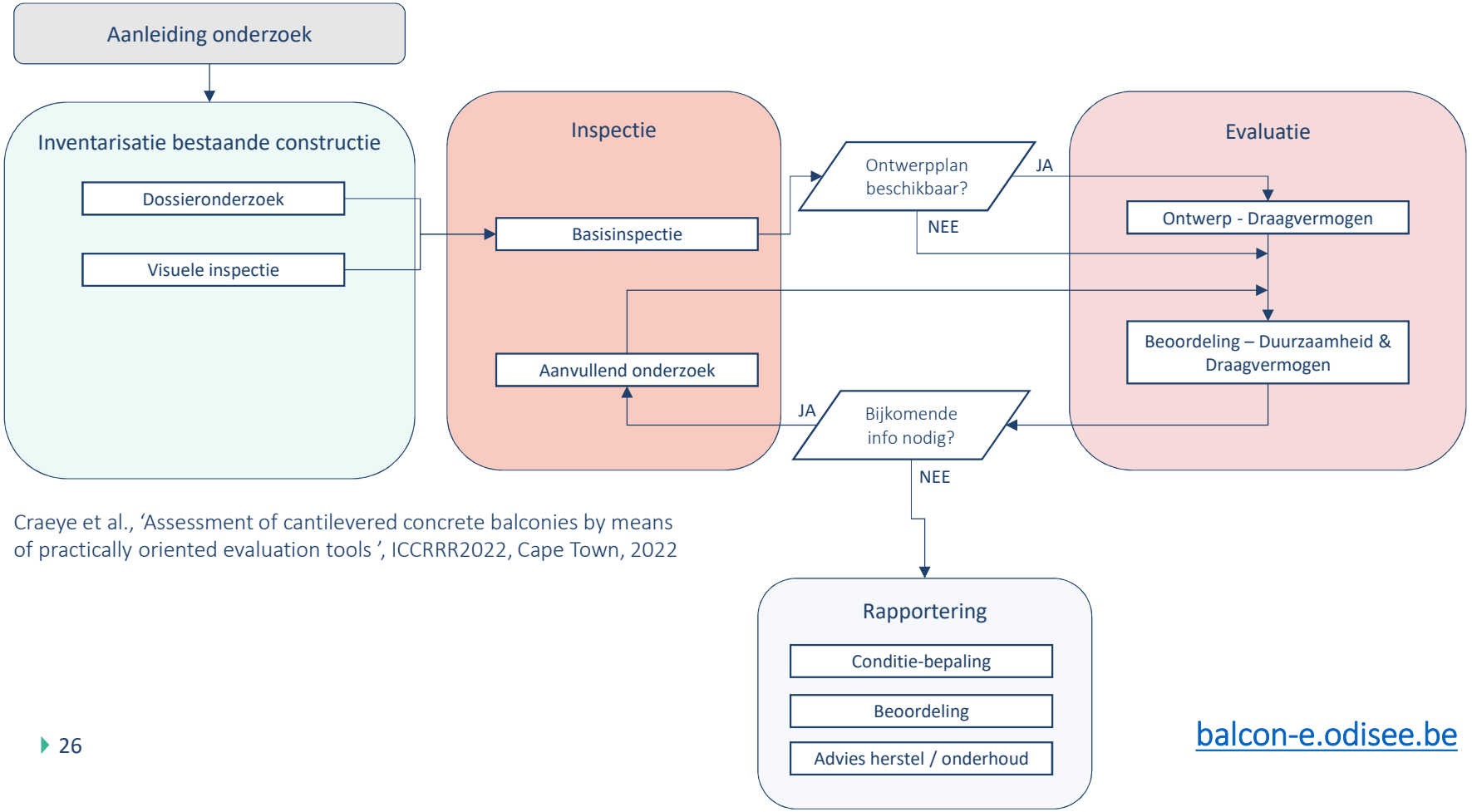
Betonschade: van waarneming tot duurzaam herstel



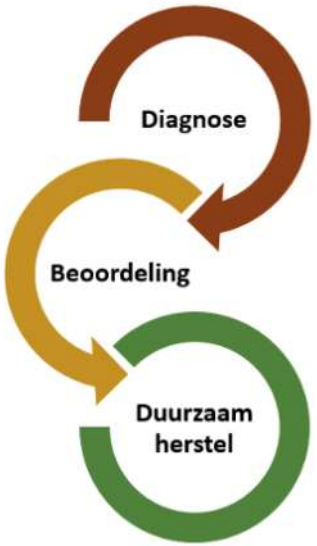
Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Voorbeeld protocol ‘diagnose en beoordeling van bestaande constructie’



Craeye et al., ‘Assessment of cantilevered concrete balconies by means of practically oriented evaluation tools ’, ICCRRR2022, Cape Town, 2022



balcon-e.odisee.be

Universiteit Antwerpen

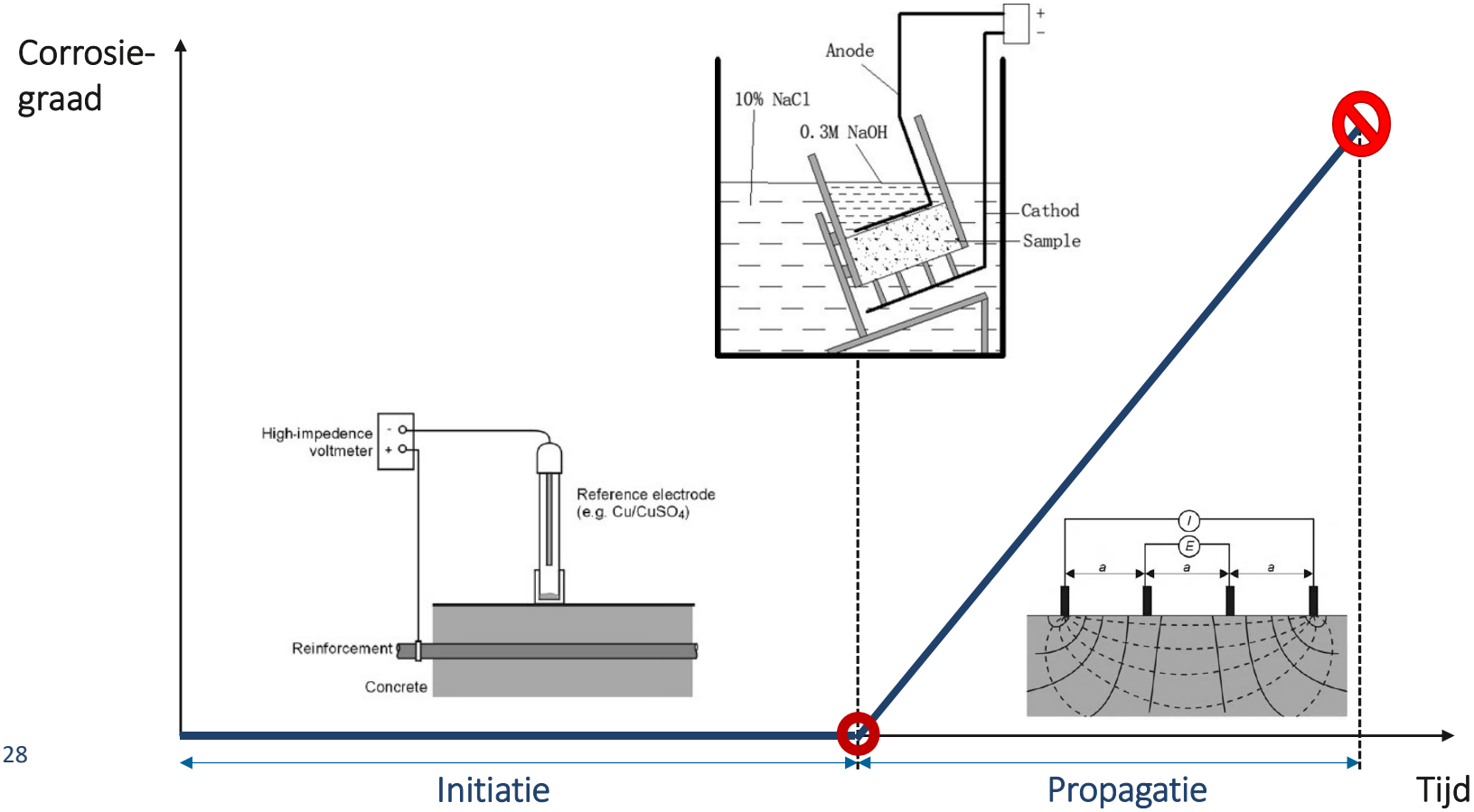
Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Inspectie: DT vs. NDT

- Ter bepaling van **aard**, **omvang** en **oorzaak** schadebeeld
- Destructieve en niet-destructieve meettechnieken
- Focus op wapeningscorrosie -> basisinspectie omvat:
  - Wapeningsdetectie
  - Bepaling diepte carbonatatiefront
  - Bepaling chloride-gehalte
  - Optioneel: sclerometer – afkloppen beton (delaminaties)
- Aanvullend onderzoek:
  - Identificatie corrosiehaarden
  - Inschatting corrosiesnelheid
  - Inschatting restlevensduur
  - Specifiek vooronderzoek KB

Aanvullend onderzoek met bijkomende meettechnieken

- Doel = corrosie in kaart brengen en evolutie voorspellen

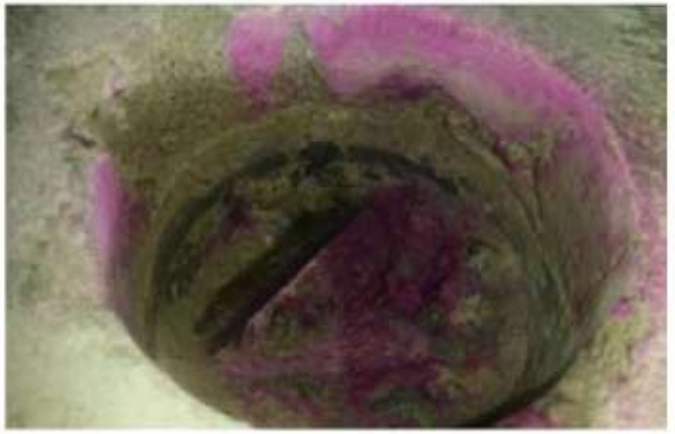


Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Aanvullend onderzoek met bijkomende meettechnieken

- Kijkvenster of kernboring boven wapening
  - In functie van bepaling carbonatatie of chloridenprofiel
  - Controle laagopbouw
  - Validering wapeningsdetectie, controle A_s - ϕ
  - Attributieve eigenschappen staal (f_y)
  - Bepaling Q_{corr}
  - Connectie potentiaalmeter én destructieve controle potentiaalmap

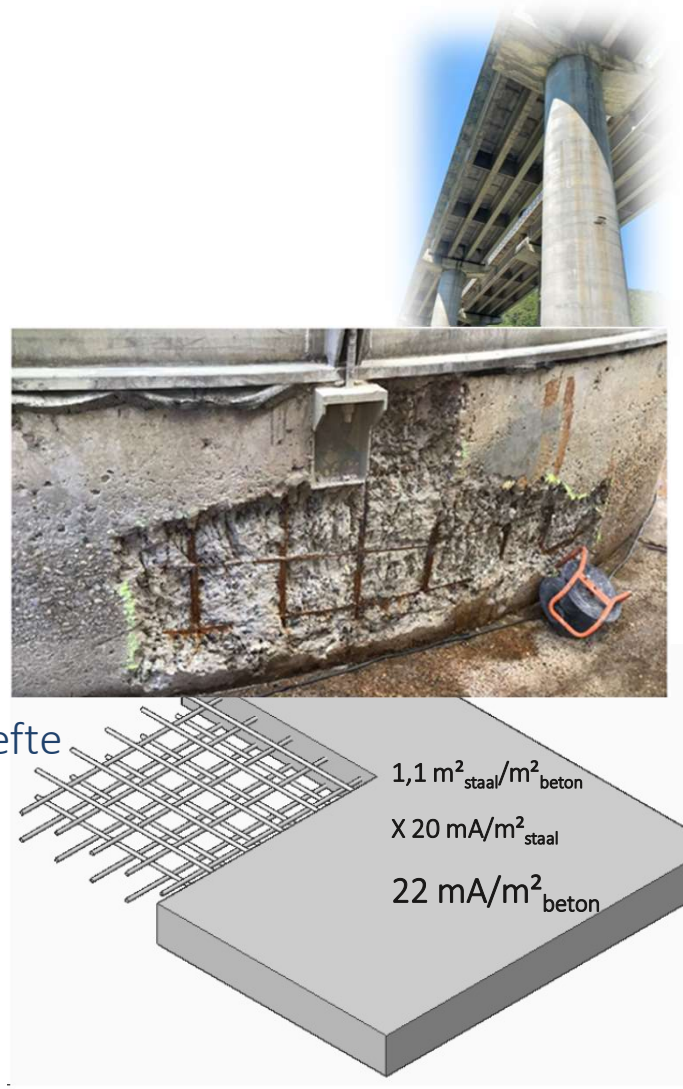


Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Aanvullend onderzoek met bijkomende meettechnieken

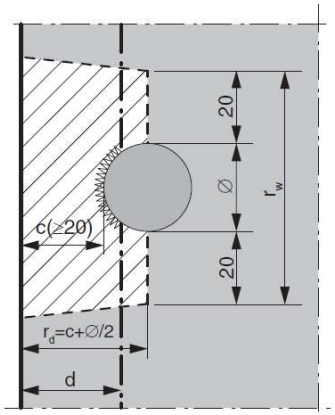
- Specifiek vooronderzoek KB cruciaal voor goed ontwerp
  - Digitale reconstructie opbouw element:
    - Oriëntatie gebouw, vochtbelasting
    - Aanwezige metallische elementen
    - In kaart brengen scheuren, delaminaties, loszittend beton
  - Wapening in kaart brengen:
    - Ligging wapening en dekking (paden van lage weerstand)
    - Totaal manteloppervlak m^2_{staal} voor bepaling stroombehoefte
    - Continuïteit wapening (< 1 Ω)
  - Corrosie-gerelateerd onderzoek
    - Resistiviteit: opdeling zones – keuze herstelmortel
    - Potentiaalmetingen: hotspots -> destructieve controle
  - Historiek constructie: voorgaand herstel, coatings,…



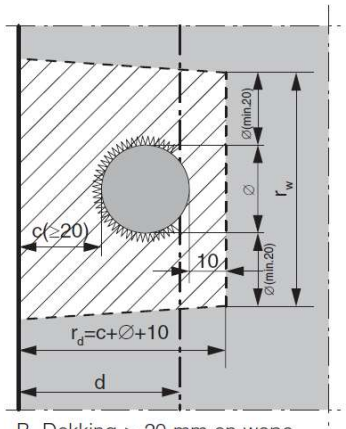
Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Patch repair en klassiek betonherstel

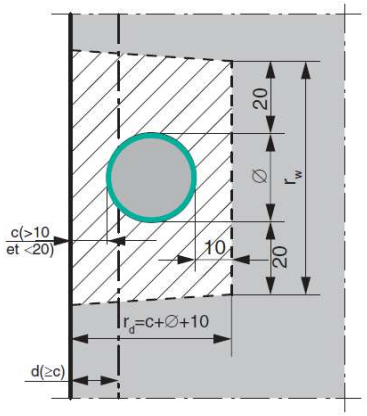
- Zandstralen + al het verontreinigd beton verwijderen: carbonatie vs. Cl^-
- Wapening: ontroesten en eventueel behandelen
- Opnieuw aanstorten en preventief coaten



A. Dekking > 20 mm en wapeningsomtrek grotendeels in de niet-gecarbonateerde zone.



B. Dekking > 20 mm en wapeningsomtrek grotendeels in de gecarbonateerde zone.



C. Dekking tussen 10 en 20 mm.

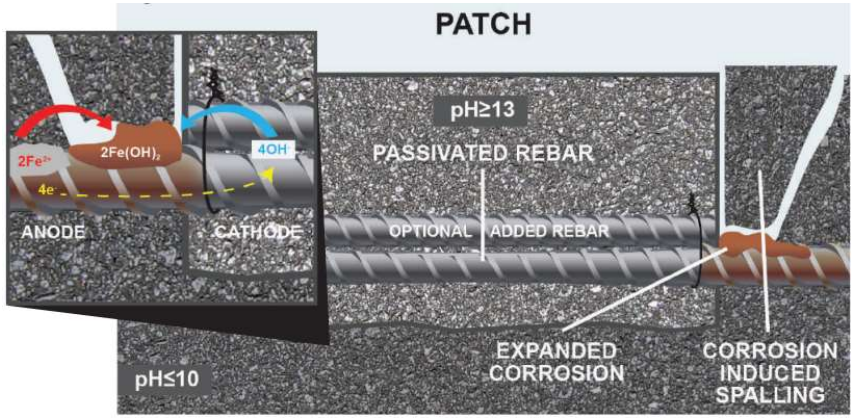
eit
en

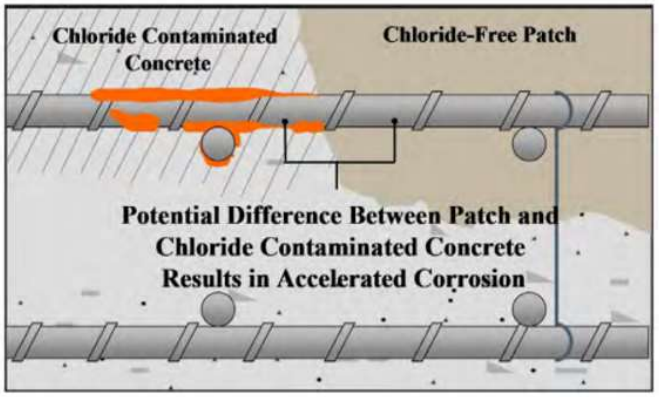
WTCB – TV231 'Herstelling en bescherming van beton' (2008)

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Herstelschade: ringanode of halo-effect

- Bij klassiek betonherstel geldt: al het verontreinigend beton verwijderen
  - Indien Cl^- achterblijven of pH-verschil na herstel: ontstaan van potentiaalverschil
  - Risico op herstelschade door halo-effect (ompoling, ringanode…)
  - Dus niet enkel focus op (meest) beschadigde zones!
  - Zekerheid inbouwen via KB?





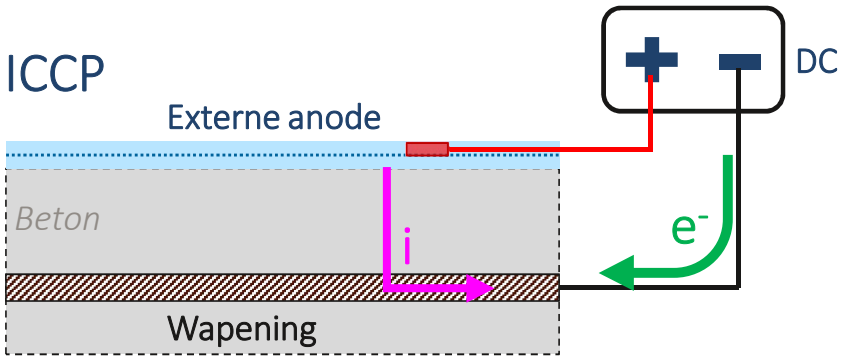
Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

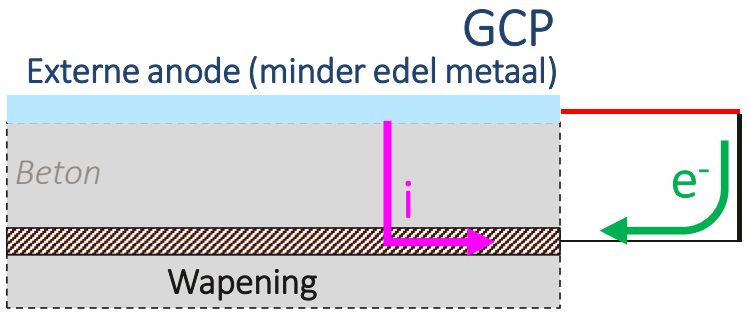
Kathodische bescherming

- KB wordt toegepast bij structuren waar corrosie reeds optreedt
- Potentiaal van het wapeningsstaal wordt verlaagd zodat de corrosiesnelheid significant verlaagd of gestopt wordt (kathodische polarisatie)
- Verschillende systemen:
  - KB met opgedrukte stroom: actief systeem (ICCP)
  - KB met opofferanodes: passief systeem (GCP)
  - Hybride systeem

Anodes:

- Discreet
- Semi-continu
- Continu



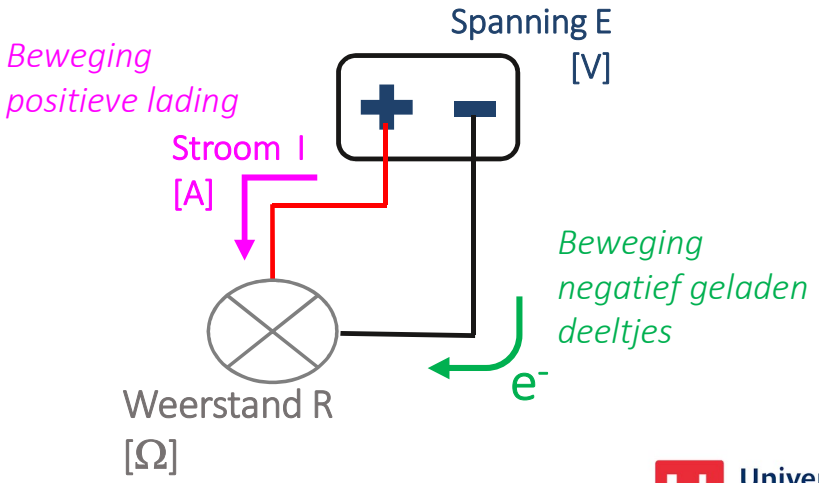


Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Kathodische bescherming

- KB wordt toegepast bij structuren waar corrosie reeds optreedt
- Potentiaal van het wapeningsstaal wordt verlaagd zodat de corrosiesnelheid significant verlaagd of gestopt wordt (kathodische polarisatie)
- Wet van Ohm:
  - De drijvende kracht
    - Spanning/potentiaal … E -> Volt
  - Hoeveelheid elektronen per tijdseenheid
    - Stroom … I -> Ampère
  - Weerstand/resistiviteit … R -> Ohm

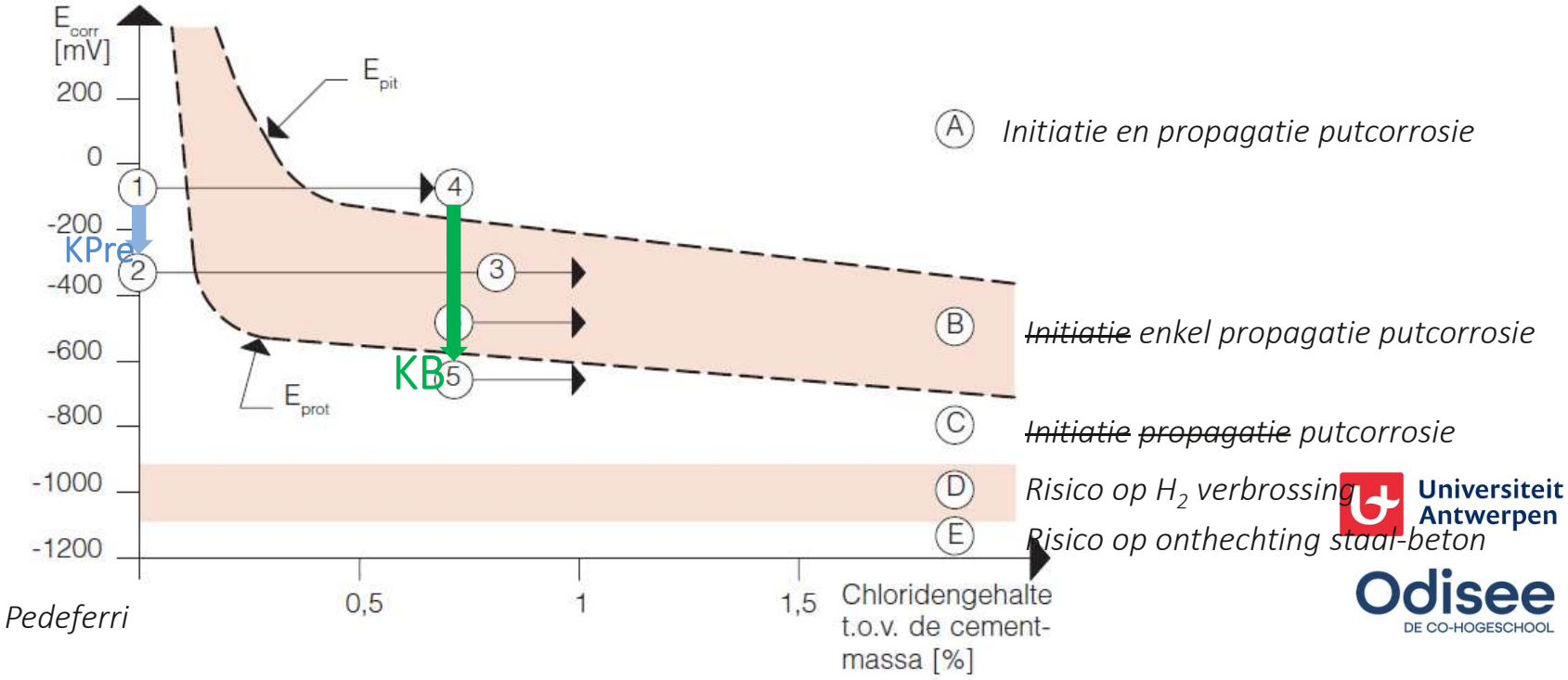


Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Kathodische bescherming

- KB wordt toegepast bij structuren waar corrosie reeds optreedt
- Potentiaal van het wapeningsstaal wordt verlaagd zodat de corrosiesnelheid significant verlaagd of gestopt wordt (kathodische polarisatie)



Pedeferri

Universiteit Antwerpen

Odisee DE CO-HOGESCHOOL

ICCP vs. GCP

GCP	ICCP
Eenvoudig ontwerp Eenvoudige installatie	Ontwerp vergt kennis en ervaring Installatie = vakgebied
Geen stroombron nodig	Stroombron nodig
Verlaagd risico op H_2 verbrossing	Neveneffecten mogelijk
Minder/meer ervaring? Monitoring?	Minder/meer ervaring? Monitoring!
Niet mogelijk om bij te regelen Graad van bescherming onbekend	Regelbaar KB-systeem
Kortere levensduurverlenging Op = op	Levensduurverlenging > 25j mogelijk
Werking twijfelachtig bij hoge resistiviteit	Goede werking zelf bij hoge resistiviteit

Byrne et al., 'State-of-the-art review of cathodic protection for reinforced concrete structures', Magazine of Concrete Research, 1500083, 2015

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Kathodische bescherming: terminologie

Wapeningscorrosie
Chlorideverontreiniging
Carbonatatie
Elektrochemie
Elektrische stroom
Potentiaal
Resistiviteit

ICCP – GCP – Hybrid
Anodesysteem: discreet of (semi-)continu

Elektronische componenten
Monitoring
Stroomcircuit
Referentie-Electrode
Zonering
Depolarisatie

Gelijkmatige bescherming

Basisprincipes

Voldoende bescherming

Systeem

Controleerbare bescherming

Kathodische bescherming

Chronologie

Diagnose en beoordeling
Duurzaam herstel - LCA - LCC
Vooronderzoek en ontwerp
Installatie, controle en opstart
Opvolging en monitoring
Problem-solving
Faalmechanismen en levensduur

Langdurige bescherming

(Niet-)Destructief Onderzoek

Basisinspectie: initiatie
Aanvullend onderzoek: mapping en propagatie
Specifiek vooronderzoek KB
Opmeten stroom, spanning, weerstand

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Kathodische bescherming: why (~~not~~)?

- Voordelen
  - KB stopt corrosie (~~herstelschade/ringanode-effect~~)
  - Beperkte **sanering**: enkel loszittend beton dient verwijderd te worden
    - Reductie puin, minder hinder, kortere uitvoeringstermijn…
  - Elektrochemische behandeling **verlegt initiatiefase**:
    - Re-alkalisatie (RA) pH ↑ door toename [OH^-]
    - Chloriden-extractie (CE) en preventie bijkomende indringing
  - Kan positief effect op **milieu-impact** en **levenscyclus kost** (LCA en LCCA)
  - Bescherming/herstel van moeilijk bereikbare plaatsen mogelijk (balk-koppen)
  - Vergaande vorm van **controle** op herstel en goede werking door monitoring

'In geval van chloride-verontreiniging is KB altijd [een-dé] hersteloptie'

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Kathodische bescherming: why (not)?

- Nadelen
  - Controle, opvolging en onderhoud noodzakelijk (én verplicht)
  - Vervangt of herstelt geen gecorrodeerde wapening (draagvermogen?)
  - KB enkel nuttig bij schade door wapeningscorrosie
  - Specifiek vooronderzoek nodig
  - Specialisatie én vakkennis vereist
  - Kortsluiting: scheuren voorafgaand injecteren, waterdoorsijpeling stoppen…
  - Levensduur KB hangt af van elektronische componenten
  - Neveneffecten: H_2-verbrossing, ASR, opwarming, gasvorming, onthechting

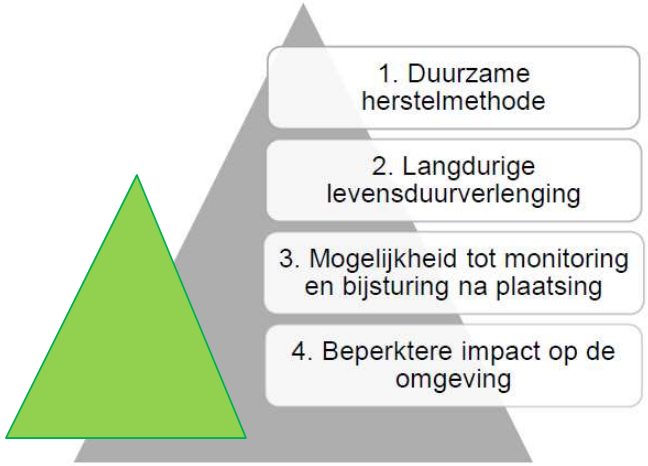
'The monitoring and maintenance are the main reasons for not selecting cathodic protection systems'

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Marktonderzoek en kennisbevraging

- Rangschikking specifieke voor- en nadelen van KB



Andere:

- Beperkt saneerwerk

Andere:

- Zeer gevoelig systeem
- Negatieve perceptie omtrent KB
- Gebrekkige specialisatie leidt tot gebrekkige uitvoering
- Duur vooronderzoek
- Er is geen uniformiteit bij uitvoering monitoring na installatie

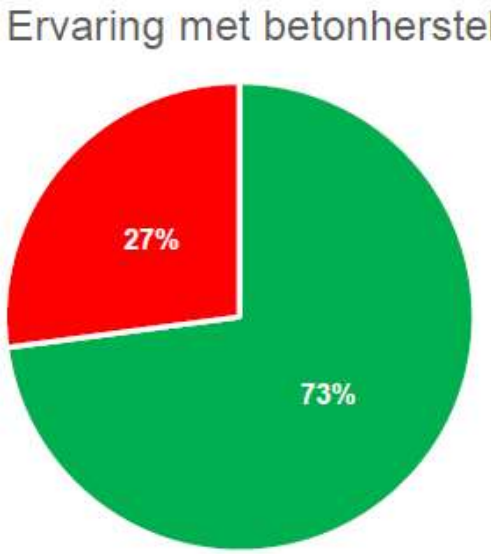
Jolien Libeer, 'Kathodische bescherming in Vlaanderen: marktonderzoek en kennisbevraging', Odisee Hogeschool, BAP, 2022

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Marktonderzoek en kennisbevraging

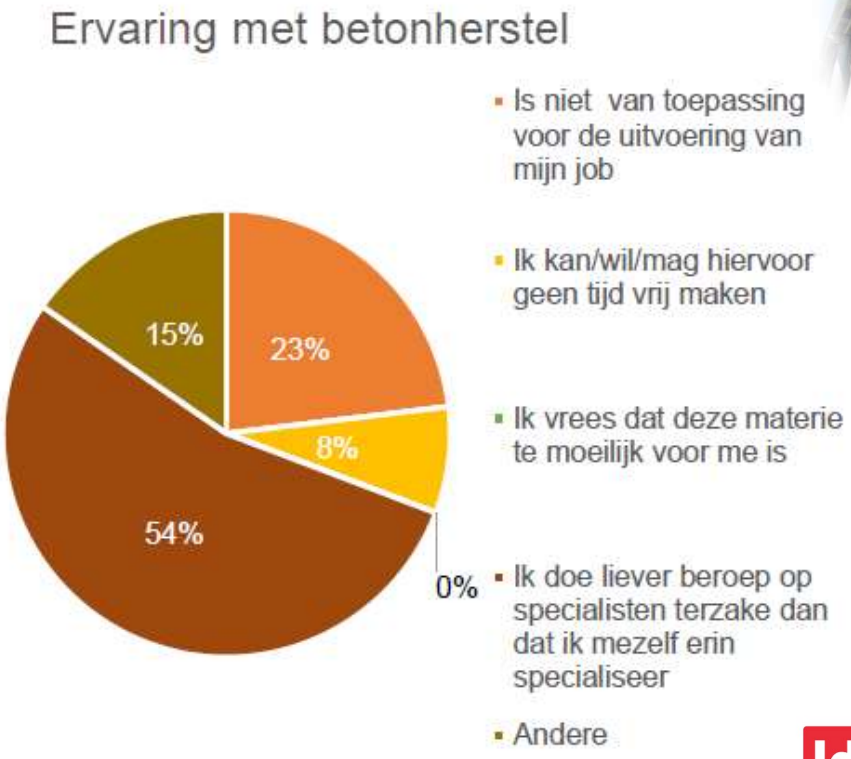
- Interesse in opleiding KB



Ja

Nee

Waarom niet?



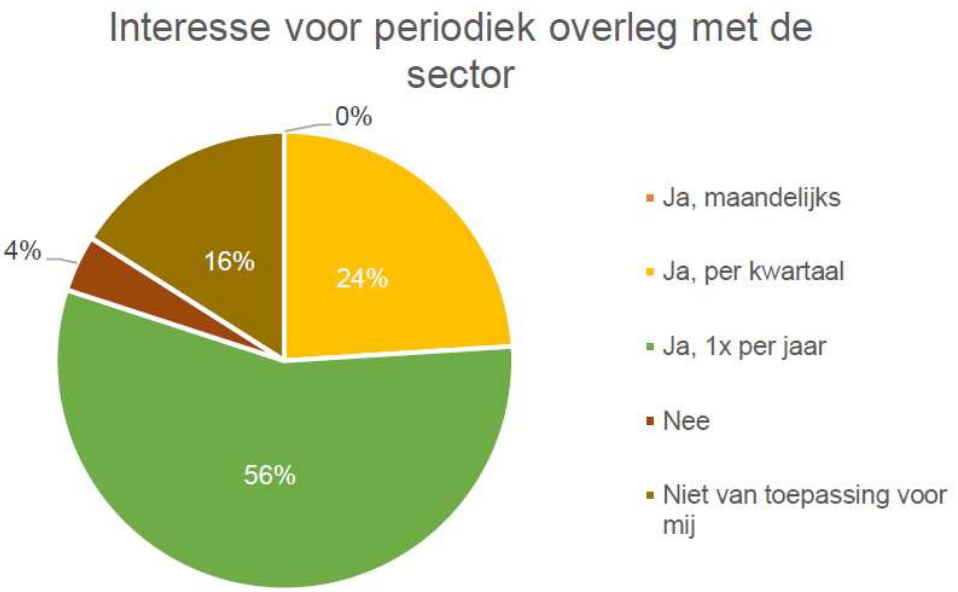
Jolien Libeer, 'Kathodische bescherming in Vlaanderen: marktonderzoek en kennisbevraging', Odisee Hogeschool, BAP, 2022

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Marktonderzoek en kennisbevraging

- Periodiek overleg



KB KENNISCENTRUM

KENNISPLATFORM VOOR KATHODISCHE BESCHERMING

Jolien Libeer, 'Kathodische bescherming in Vlaanderen: marktonderzoek en kennisbevraging', Odisee Hogeschool, BAP, 2022

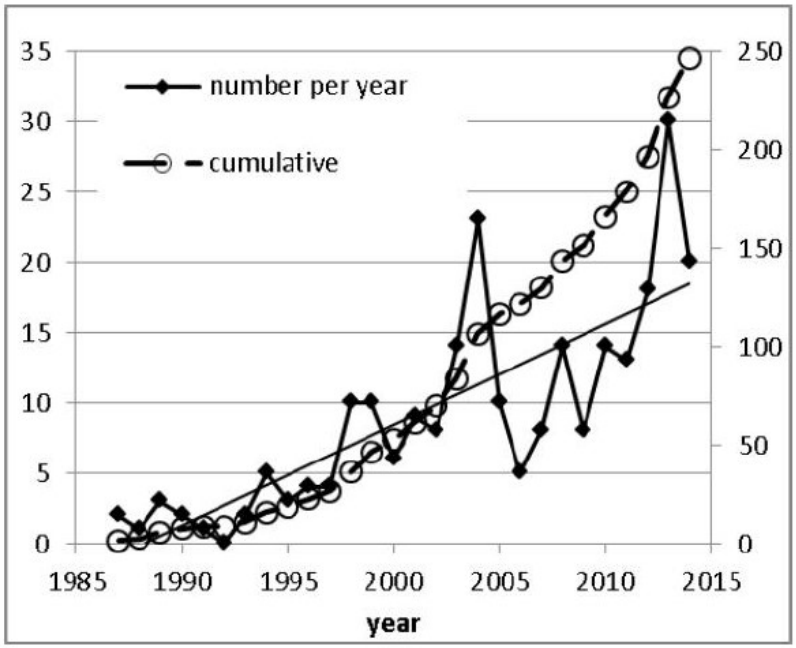
Universiteit Antwerpen

Odisee DE CO-HOGESCHOOL

Korte geschiedenis van KB (in gewapend beton)

Nederland

- 20-30 nieuwe projecten per jaar
- >250 projecten sinds 1985, > 140’000 m² beschermd



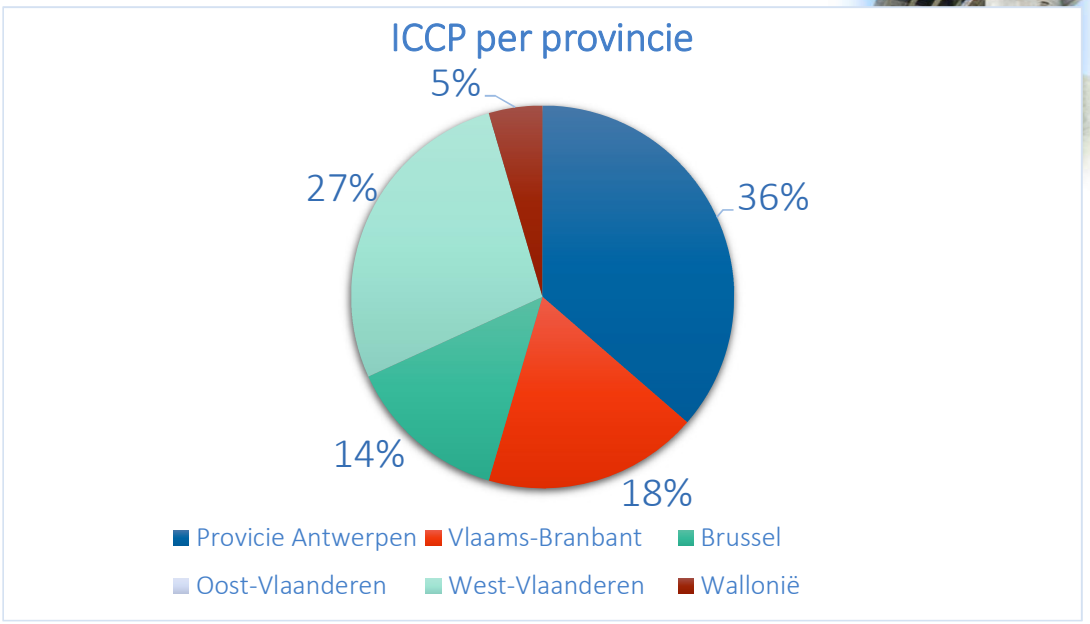
Opgebouwde ervaring en tal van cases/rapporten/papers

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Geplaatste ICCP-systemen in België

- Operationeel
- Gedeeltelijk operationeel
- Niet meer operationeel
- Onbekend



Sarah Splingaer, 'ICCP in België', Odisee Hogeschool, BAP, 2022

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

De do’s van kathodische bescherming op basis van ervaring

8 praktische maatregelen om goed functioneren KB te waarborgen:

- Hou de **beschermstroom** zo laag mogelijk
- Vermijd **lekkages** (vooral bij geleidende coatings)
- Lasdozen plaatsen in beschutte omgeving
- Goede **uitvoering** van anode-koperverbindingen is cruciaal
- Regelmatige **controle**/inspectie
- Goede **onderhoud**sstrategie
- Plaats meer **RE’s** dan strict noodzakelijk
- Negeer RE’s die niet (meer) goed funtioneren
- Vervang voedingen, sturing en loggers waar/wanneer nodig

- Groot onderhoud KB systeem na 10 jaar

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

De don’ts van kathodische bescherming op basis van ervaring

Barrière keuze kathodische bescherming:

- Geen of te weinig **kennis** over KB bij de opdrachtgever
- Geen enkele firma wil onderhoud doen op systemen geplaatst door andere firma’s
- Bij oudere systemen was het niet mogelijk om het systeem continu te laten controleren door de leverancier
- Beperkt aantal aannemers die ICCP plaatsen en opvolgen
- Kostprijs?
- Voorkeur keuze GCP door minder complexe monitoring en opvolging
- Hogere kost ICCP in vergelijking met traditioneel herstel in combinatie met GCP
- **Wantrouwen** door KB problemen (opvolging) uit het verleden…

‘The monitoring and maintenance are the main reasons for not selecting cathodic protection systems’

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Nood aan duurzaam beton~~herstel~~ onderhoud

Antwerpse Stadsschouwburg gaat tegen de vlakte:
"Betonrot weghalen zou miljoenen kosten"

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Nood aan duurzaam beton~~herstel~~ onderhoud

- Europa: 50% van budget/jaar → herstel/rehabilitatie van betonconstructies
- Mentaliteitswijziging nodig:
  preventieve strategie reeds bij ontwerp implementeren
- Ruimte voor verbetering beheer betonconstructies
  - Preventief (pro-actief) beter dan curatief (reactief) beter dan destructief (heropbouw)
  - Erkende meerwaarde van monitoring en onderhoud
  - Levensduurverlenging mogelijk
  - Noodzaak en meerwaarde (correcte) voorafgaande diagnose
  - Onderhoud- en herstelstrategie bij aanvang
  - Beslissingsorgaan op basis van LCA - LCC
- Uitstelgedrag loont niet!
  - Kost sloop&heropbouw = 5 x kost duurzaam herstel
  - Kost duurzaam herstel = 5 x kost preventief onderhoud

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Gebruik van LC(C)A voor selectie duurzame hersteltechniek

- Doel = duurzame onderhoud- en herstelstrategieën en tools ontwikkelen voor bestaande betonstructuren
  ter ondersteuning van beslissingen omtrent levensduurverlenging

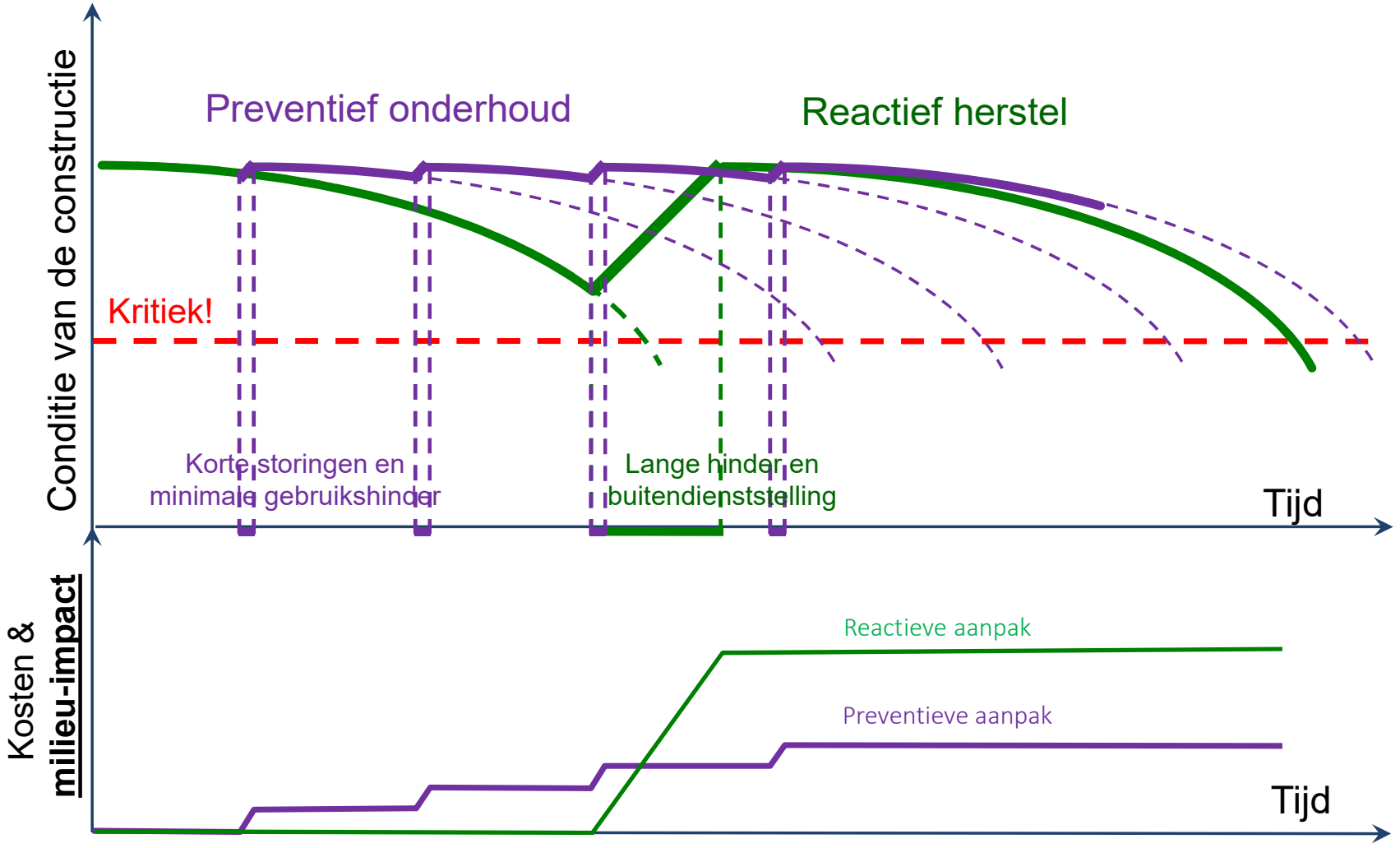
- Sustainability assessment of concrete repair and maintenance
  - LCA: life cycle analysis
  - LCCA: life cycle cost analysis

- Mogelijkheid om meerdere herstelopties over een **volledige levensduur**(verlenging) te vergelijken op vlak van **milieu-impact** en **kosten**: optimalisatie en besparing mogelijk
- Aantal studies die LCA **én** LCCA combineert in kader van duurzaam betonherstel
  = beperkt
  lopend doctoraat Neel Renne – UAntwerpen
  neel.renne@uantwerpen.be

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

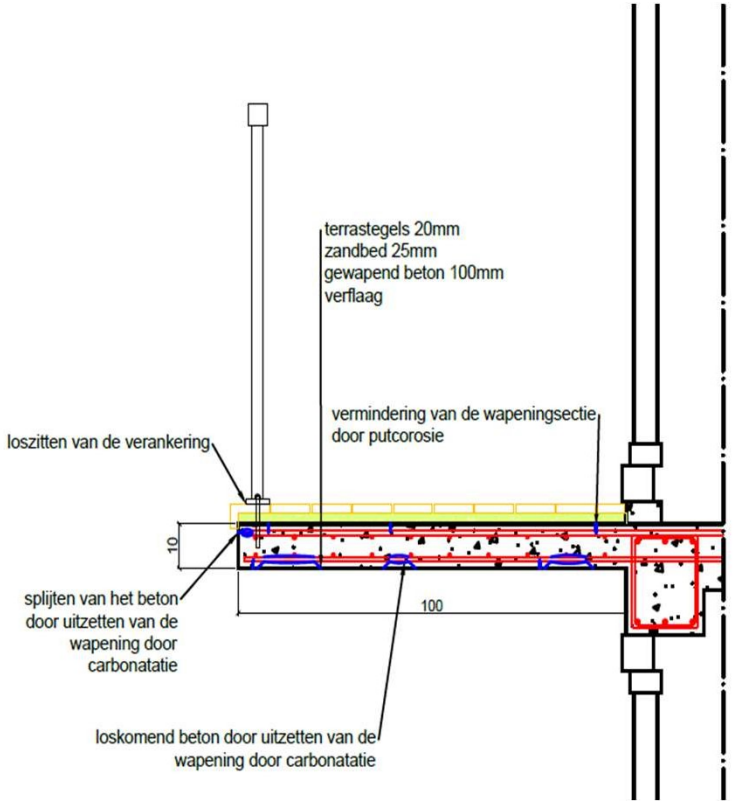
Nood aan duurzaam beton~~herstel~~ onderhoud

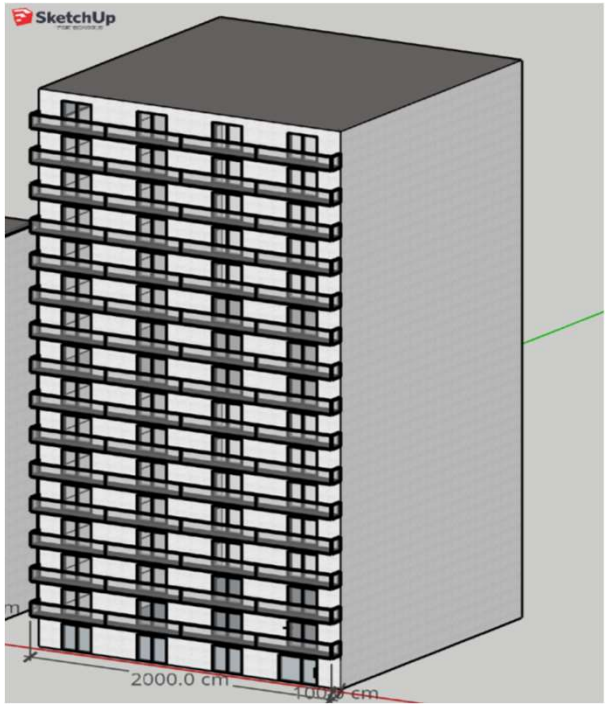


Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Gebruik van LC(C)A voor selectie duurzame hersteltechniek: case-study





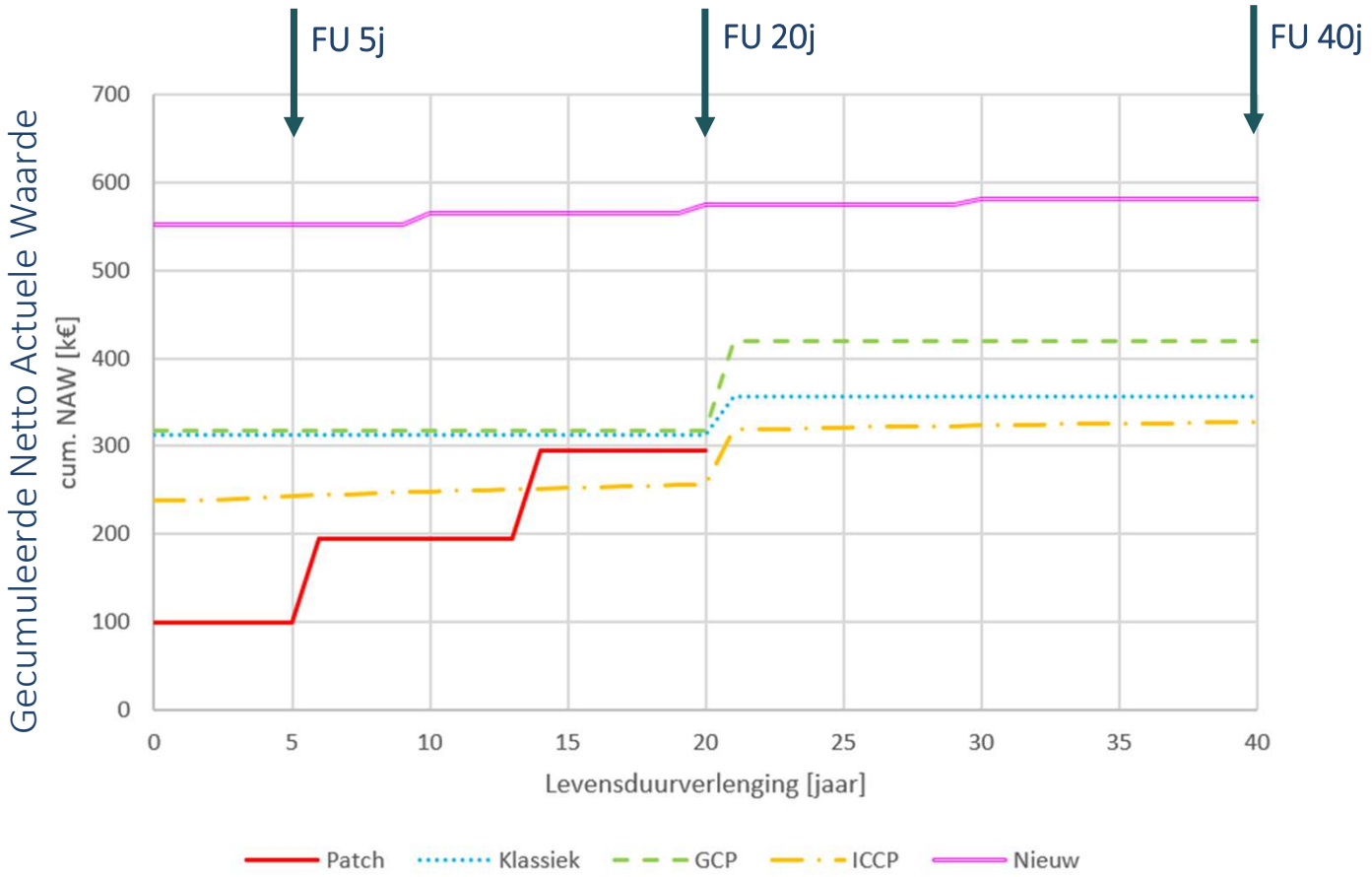
L. Wittocx et al., 'Revamping corrosion damaged reinforced concrete balconies: Life cycle assessment and life cycle cost of life-extending repair methods', Journal of Building Engineering 52, 2022

balcon-e.odisee.be

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Gebruik van LCCA voor selectie duurzame hersteltechniek: case-study

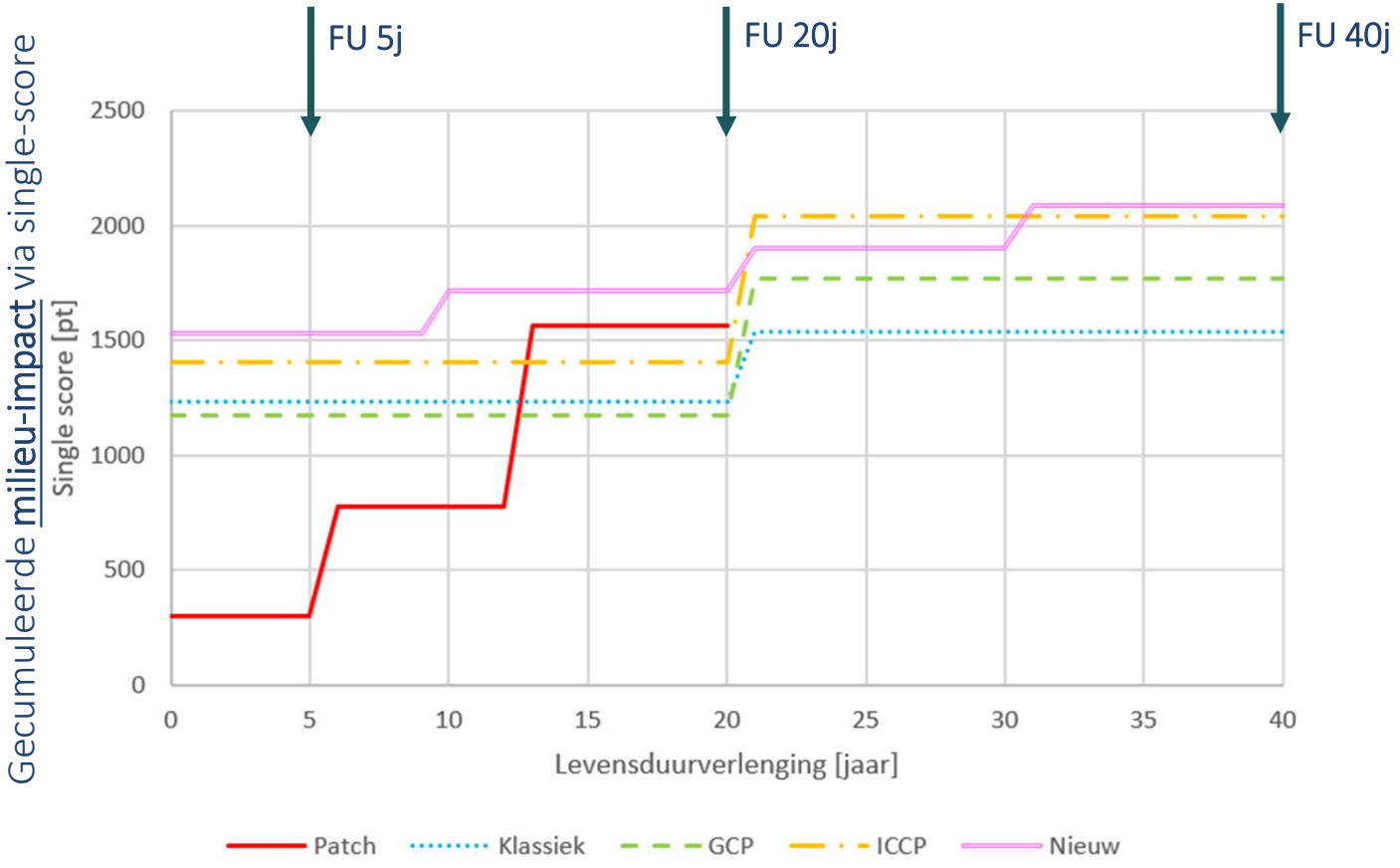


balcon-e.odisee.be

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Gebruik van LCA voor selectie duurzame hersteltechniek: case-study

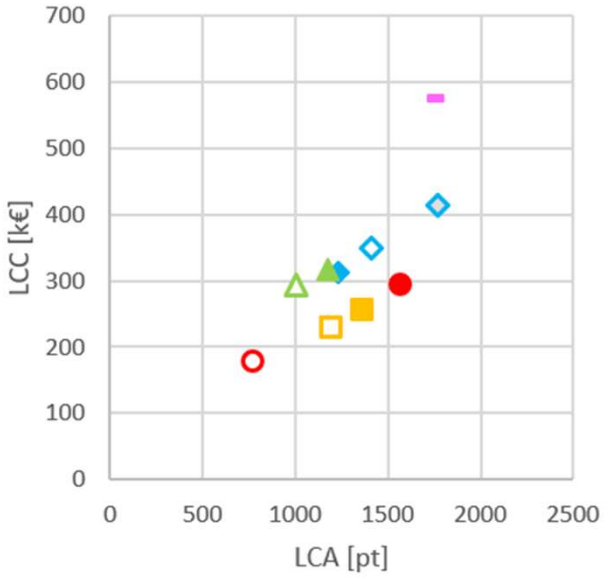


balcon-e.odisee.be

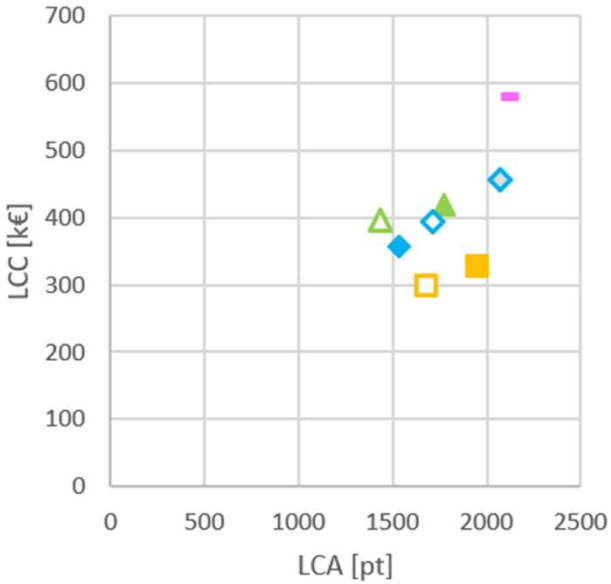
Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Gebruik van LC(C)A voor selectie duurzame hersteltechniek: case-study



FU = 20 jaar



FU = 40 jaar

- Patch
- Klassiek
- GCP
- ICCP
- Nieuw

Default scenario's

Effect van aannames en ingrepen:

- Patch [SA1] *Levensduurverlenging 5j -> 10j*
- GCP [SA2] *Geen esthetische coating*
- ICCP [SA2] *Geen esthetische coating*
- Klassiek 10% [SA3] *Toename omvang sanering 5% -> 10%*
- Klassiek 20% [SA3] *Toename omvang sanering 5% -> 20%*

Universiteit Antwerpen

Odisee DE CO-HOGESCHOOL

balcon-e.odisee.be

De (on) zin van kathodische bescherming

Evolutie en Prognose

Specifiek vooronderzoek en duurzaamheidsaspecten

blikopener
hogescholen partners in innovatie

Thema-sessies | Intake gesprek | Eerstelijns advies | Doorverwijzen | Ideeverkenning

FEREB

BBG
Belgische Betongroepering

Studienamiddag Kathodische Bescherming
23 oktober 2022
Syntra - Haasrode

Universiteit Antwerpen

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Thank you!

Questions?

bart.craeye@odisee.be