



SANACon
FOR HEALTHY CONCRETE STRUCTURES

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

 **Universiteit
Antwerpen**

KATHODISCHE BESCHERMING OP ONGEKENDE HOOGTE: DE IJZERTOREN

Bjorn Van Belleghem

18-12-2024



SANACon
FOR HEALTHY CONCRETE STRUCTURES



IJZERTOREN

- Vredesmonument ter nagedachtenis van WO I
- Monumentaal erfgoed
- Bouwperiode: 1952 – 1965
- 84 meter hoog
- Opgebouwd uit o.a.:
 - 325.000 bakstenen
 - 388 ton staal
 - 3.000 m³ gewapend beton



RESTAURATIE IJZERTOREN

- Opdrachtgever: vzw Bedevaart naar de Graven aan de IJzer
- Architect: Rudy Vereecke
- Adviesbureau: SANACON
- Aannemer: Monument Renovation Technics (MRT)
- Periode: 2023 – 2025



SANACON
FOR HEALTHY CONCRETE STRUCTURES



KATHODISCHE BESCHERMING IJZERTOREN

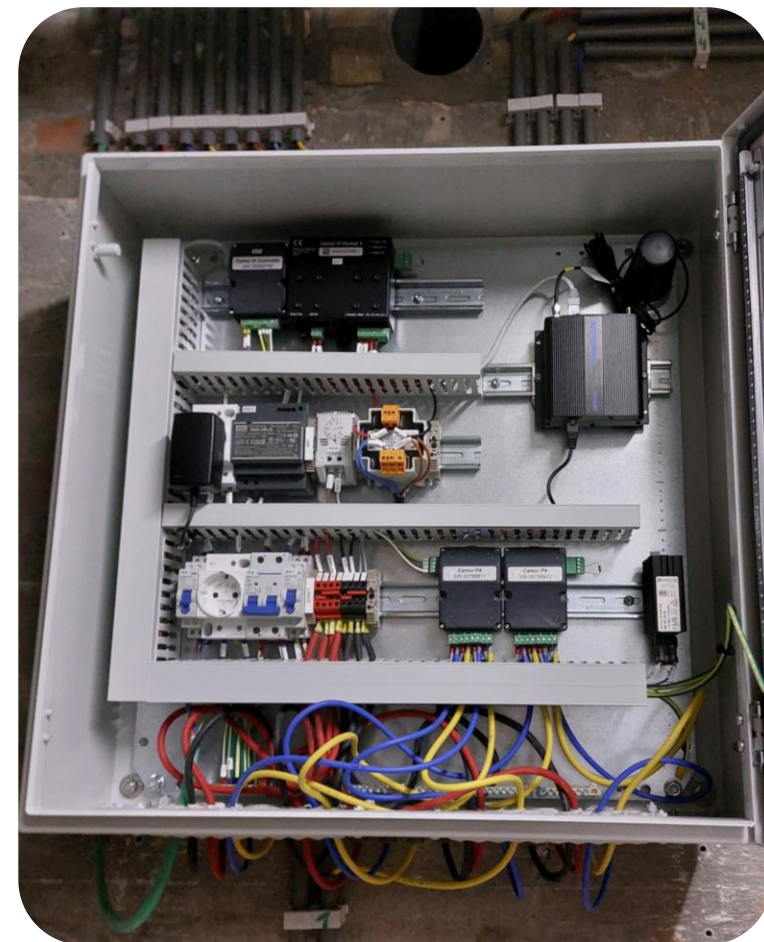
Aanleiding toepassing KB



Ontwerp & installatie



Monitoring & evaluatie



KATHODISCHE BESCHERMING IJZERTOREN

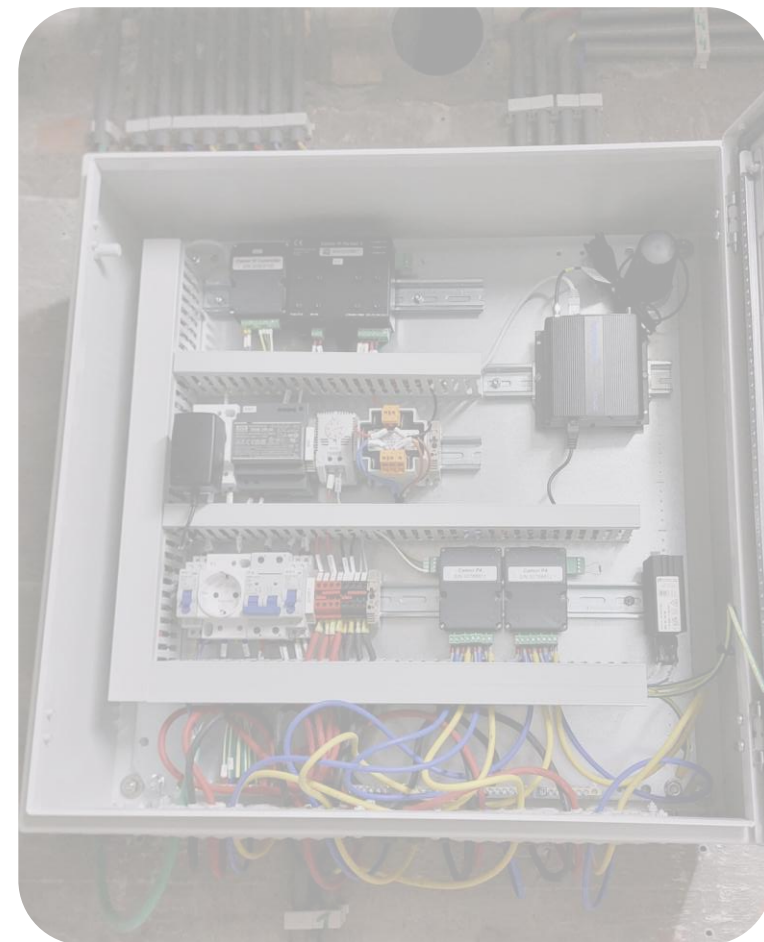
Aanleiding toepassing KB



Ontwerp & installatie



Monitoring & evaluatie



AANLEIDING TOEPASSING KB

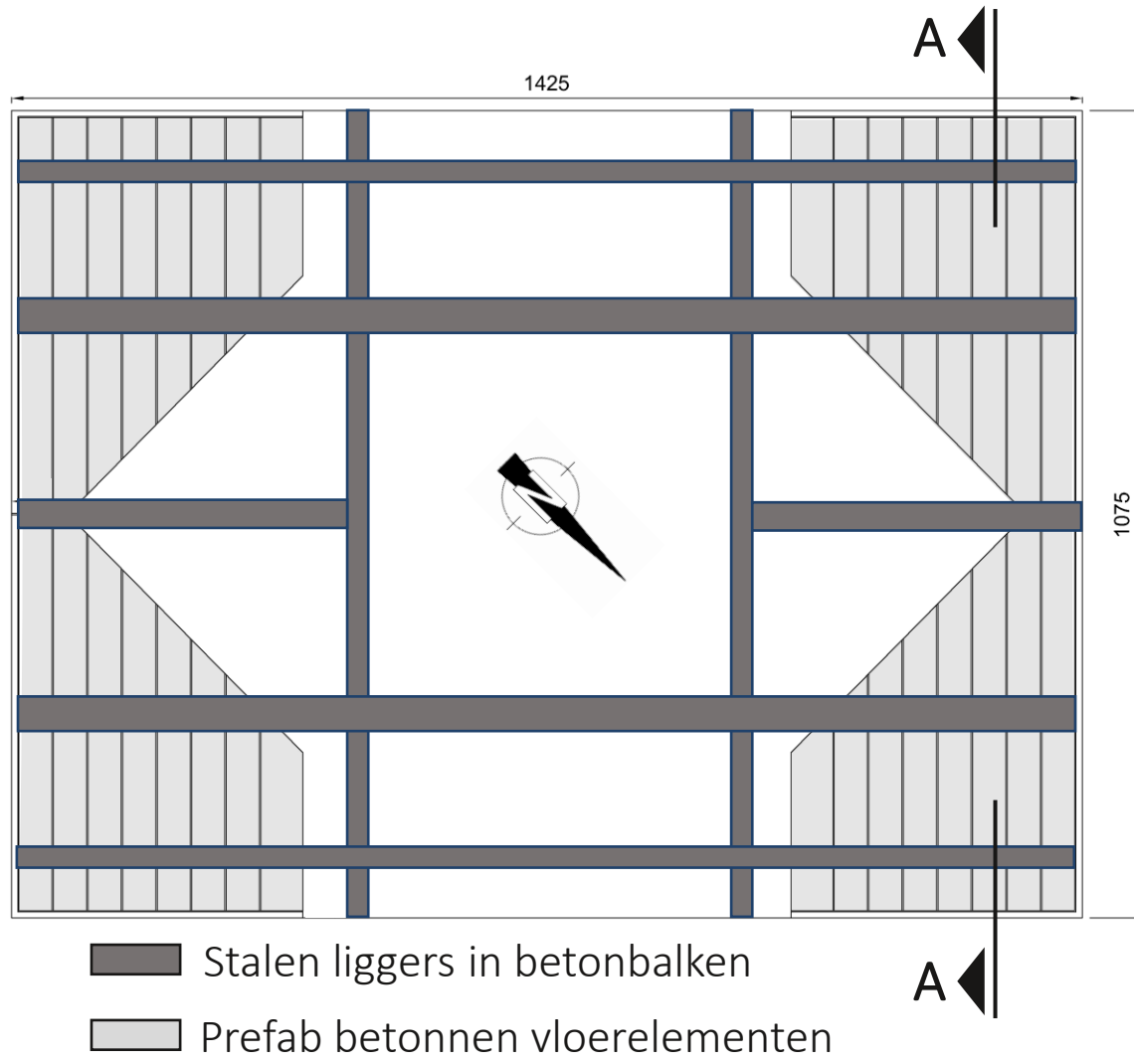
Vallende brokstukken vanaf de vloerplaat van de kruiskop van de toren (op ca. 70 meter hoogte) tijdens de opbouw van de stellingen



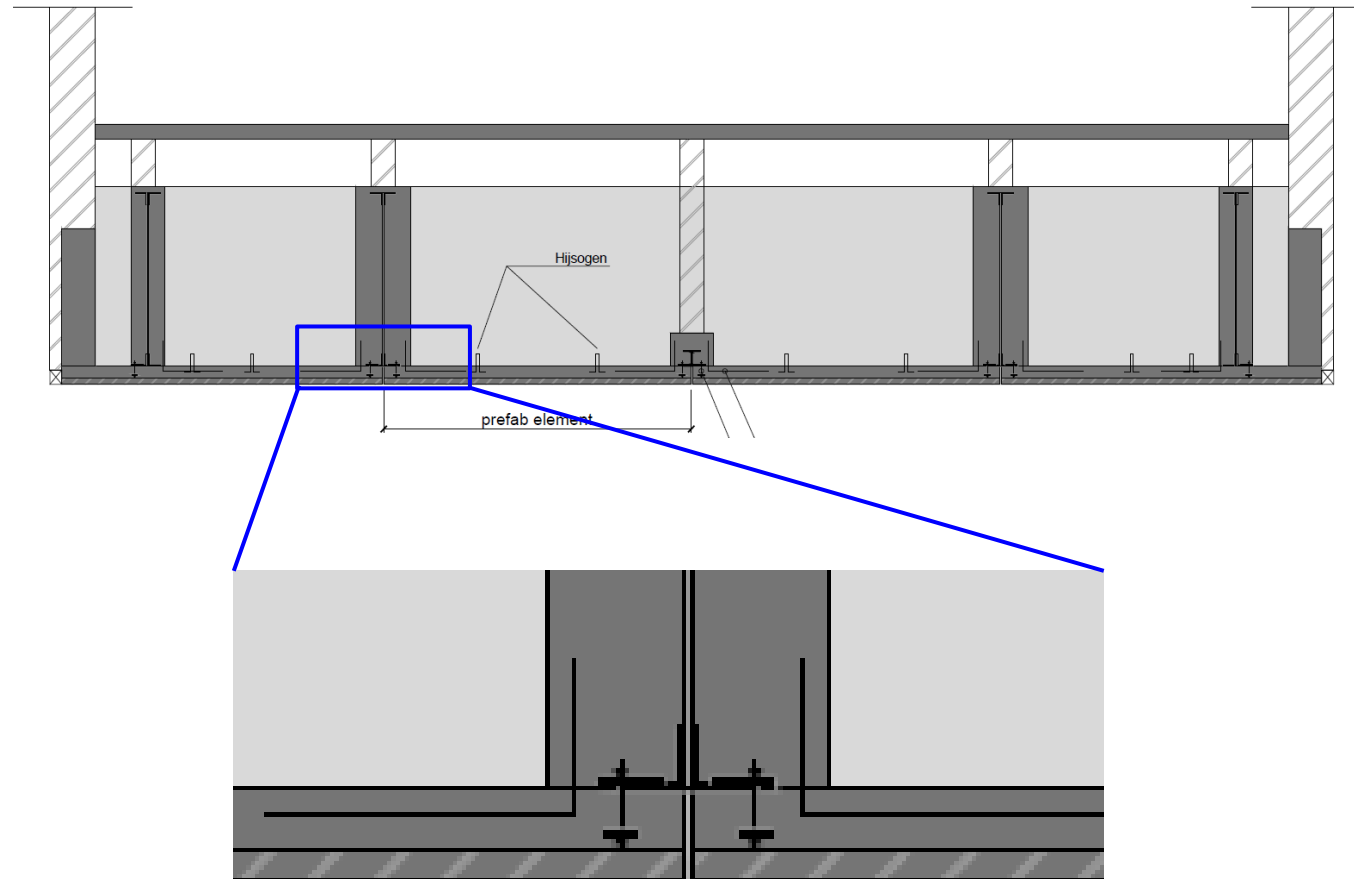
OPBOUW KRUISKOP



OPBOUW KRUISKOP



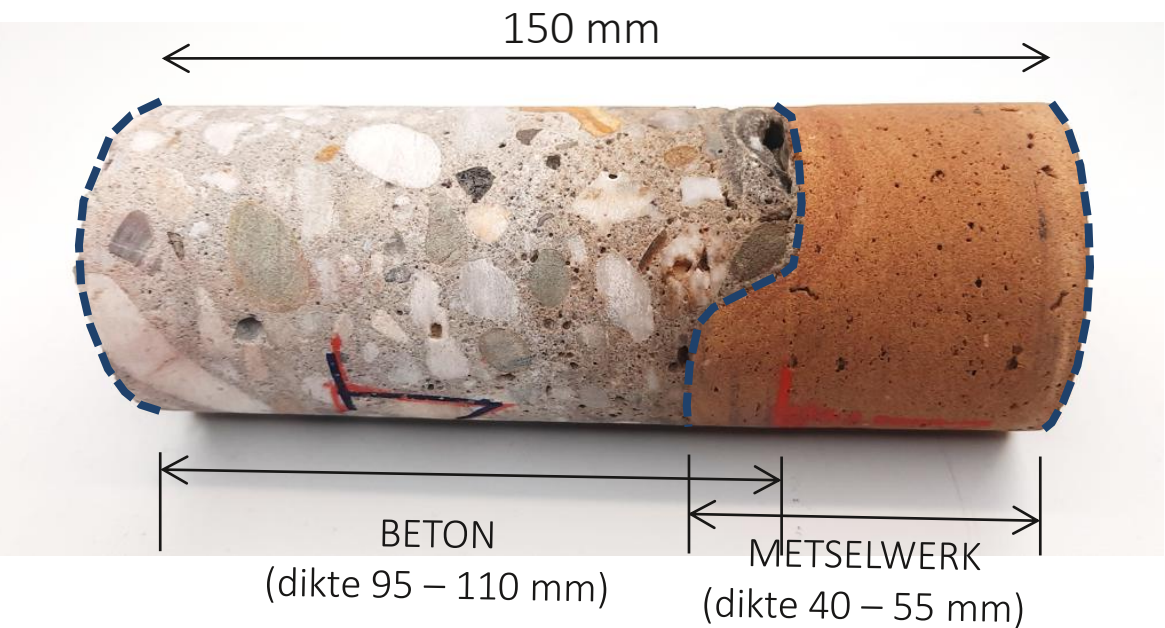
Snede A-A



BETONONDERZOEK: SCHADEDIAGNOSE



BETONONDERZOEK: SCHADEDIAGNOSE



Kern	Diepte (mm) vanaf bovenzijde			Chloridegehalte % t.o.v. cementmassa
K1	100	-	110	0,04
	80	-	90	0,04
	60	-	70	1,00
K2	100	-	110	0,15
	80	-	90	0,17
	60	-	70	0,09
K3	100	-	110	0,19
	80	-	90	0,91
	60	-	70	0,56
K4	100	-	110	0,09
	80	-	90	0,21
	60	-	70	0,25

Algemeen risico op corrosie van staalwapening in de betonelementen



10 Onderwapening in gecarbonateerd beton

KEUZE VOOR KATHODISCHE BESCHERMING ALS HERSTELMETHODE



- Bewaring van oorspronkelijk uitzicht belangrijk
-> herstel zo weinig mogelijk invasief
- Latente schade door corrosie moeilijk vast te stellen
(omwille van moeilijke bereikbaarheid op hoogte én aanwezigheid van metselwerk)
- Geen restrisico op vallende brokstukken toegestaan

KATHODISCHE BESCHERMING IJZERTOREN

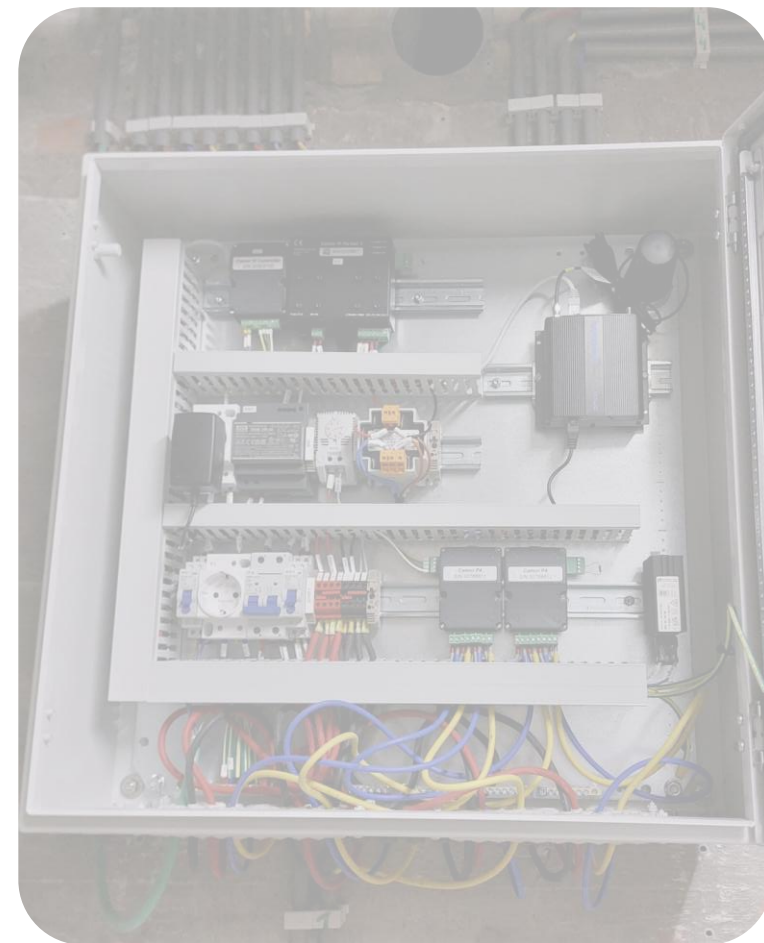
Aanleiding toepassing KB



Ontwerp & installatie

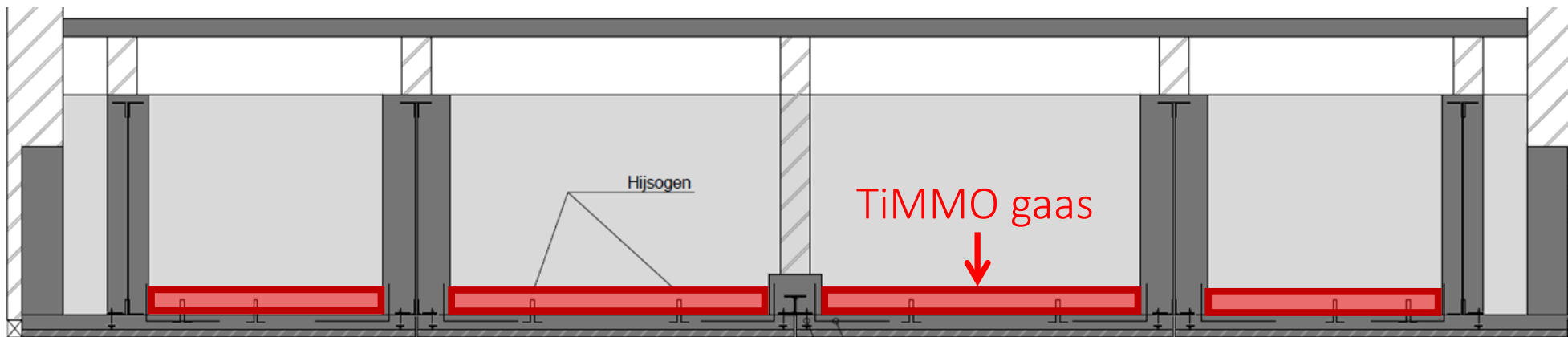


Monitoring & evaluatie



KEUZE EN ONTWERP KB-SYSTEEM

Eerste idee: aanbrengen anodesysteem (TiMMO gaas) aan bovenkant betonelementen (vanuit de kruipruimte tussen de ingestorte vakwerkliggers)



Vrij snel **verworpen** omwille van verschillende nadelen, waaronder:

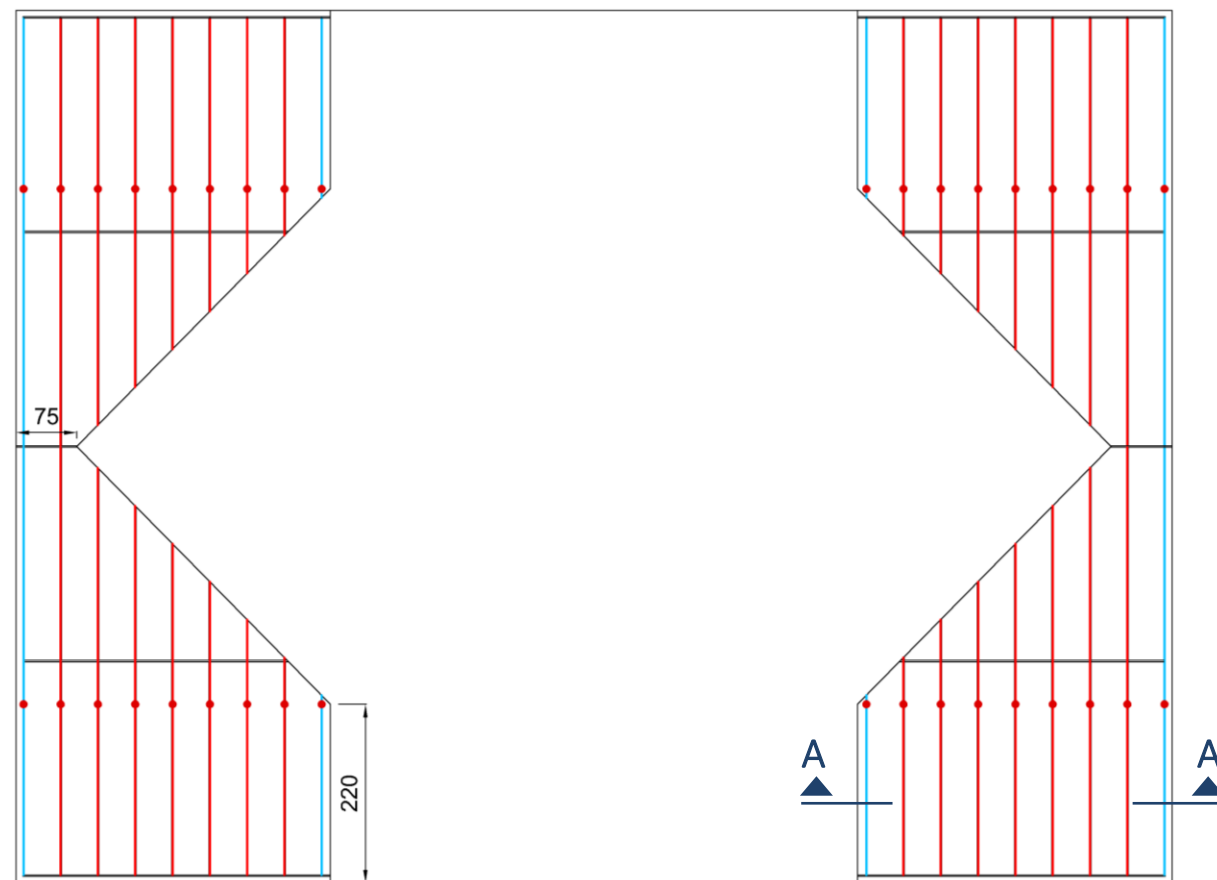
- Onbereikbare delen van platen aan bovenzijde
- Aanwezigheid hijsgen + wapening met lage dekking aan bovenzijde = risico op paden van lage weerstand of kortsluiting in KB-systeem
- Morteloverlaging op TiMMO gaasanode zorgt voor extra belasting

KEUZE EN ONTWERP KB-SYSTEEM

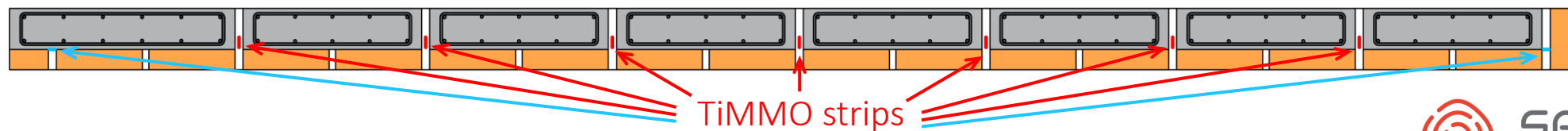
Nieuw voorstel: **TiMMO stripanodes in voegen** tussen betonelementen (aan onderkant)



KEUZE EN ONTWERP KB-SYSTEEM



Snede A-A:



INSTALLATIE KB-SYSTEEM

Plaatsing TiMMO stripanodes in voegen tussen betonelementen



INSTALLATIE KB-SYSTEEM

Plaatsing TiMMO stripanodes in voegen tussen betonelementen



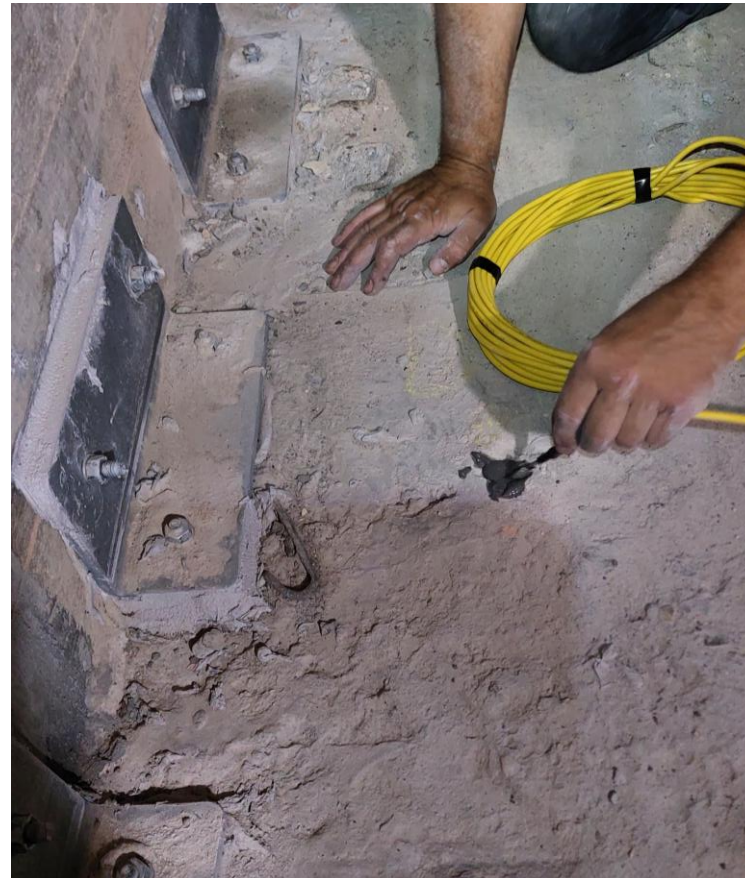
INSTALLATIE KB-SYSTEEM

Plaatsing meetcellen in boorgaten vanaf bovenkant betonelementen in kruipruimte

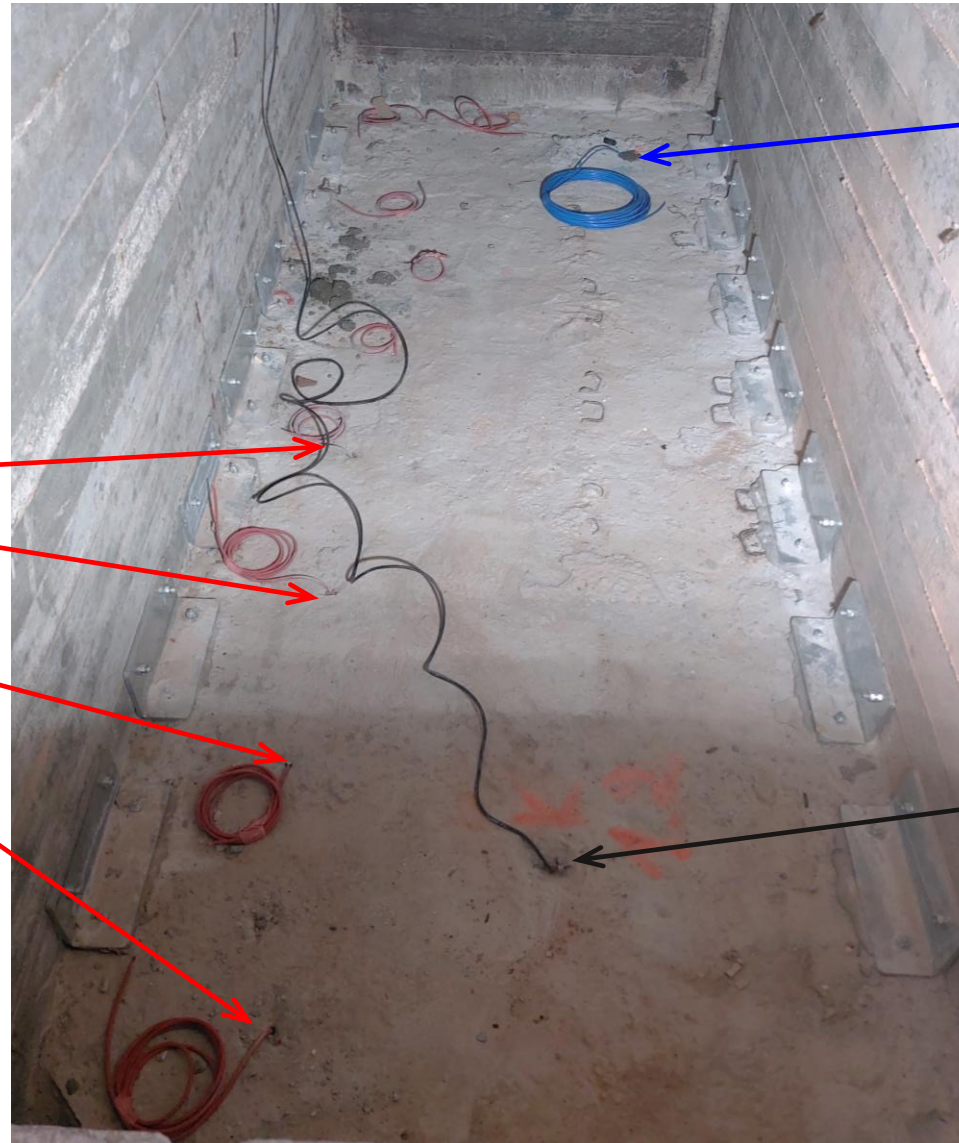
‘True Reference Electrode’



‘Depolarisatiesensor’



INSTALLATIE KB-SYSTEEM



Anodekabels van
individuele TiMMO strips
in voegen tussen
betonelementen

Meetcel

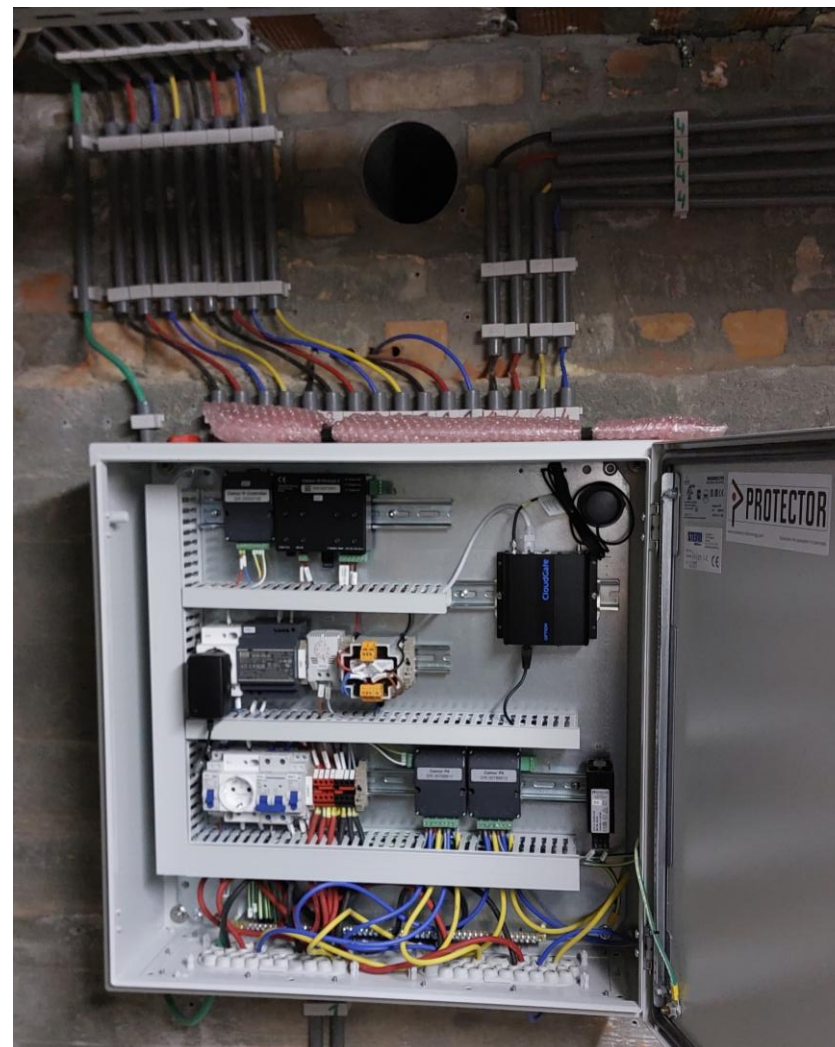
Kathodecontact
(= aansluiting wapening)

INSTALLATIE KB-SYSTEEM

Afwerken bekabeling



Plaatsing kast met voeding en CCU



KATHODISCHE BESCHERMING IJZERTOREN

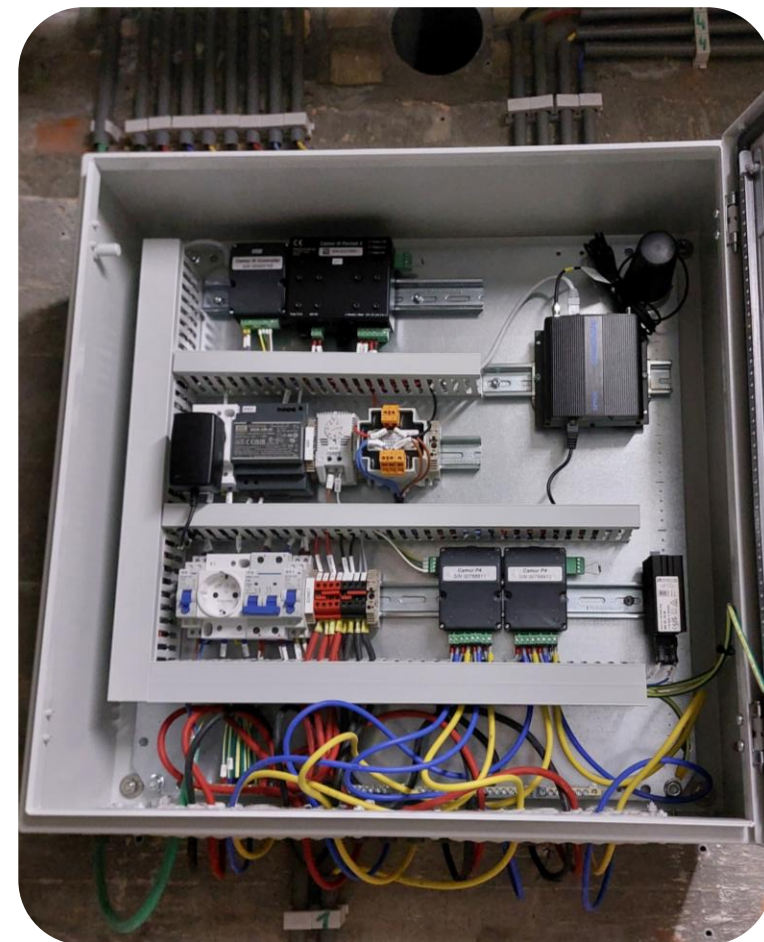
Aanleiding toepassing KB



Ontwerp & installatie

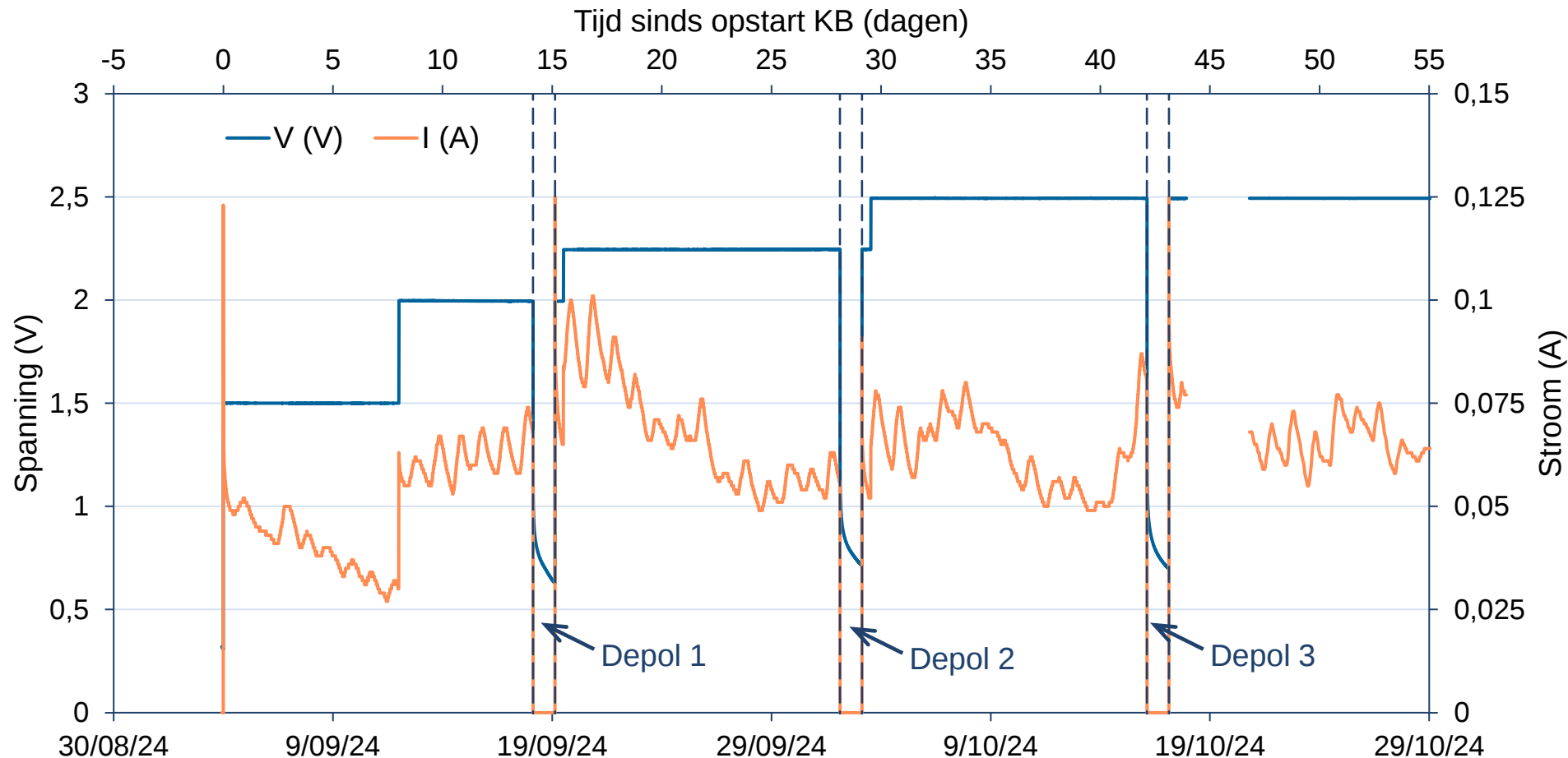


Monitoring & evaluatie

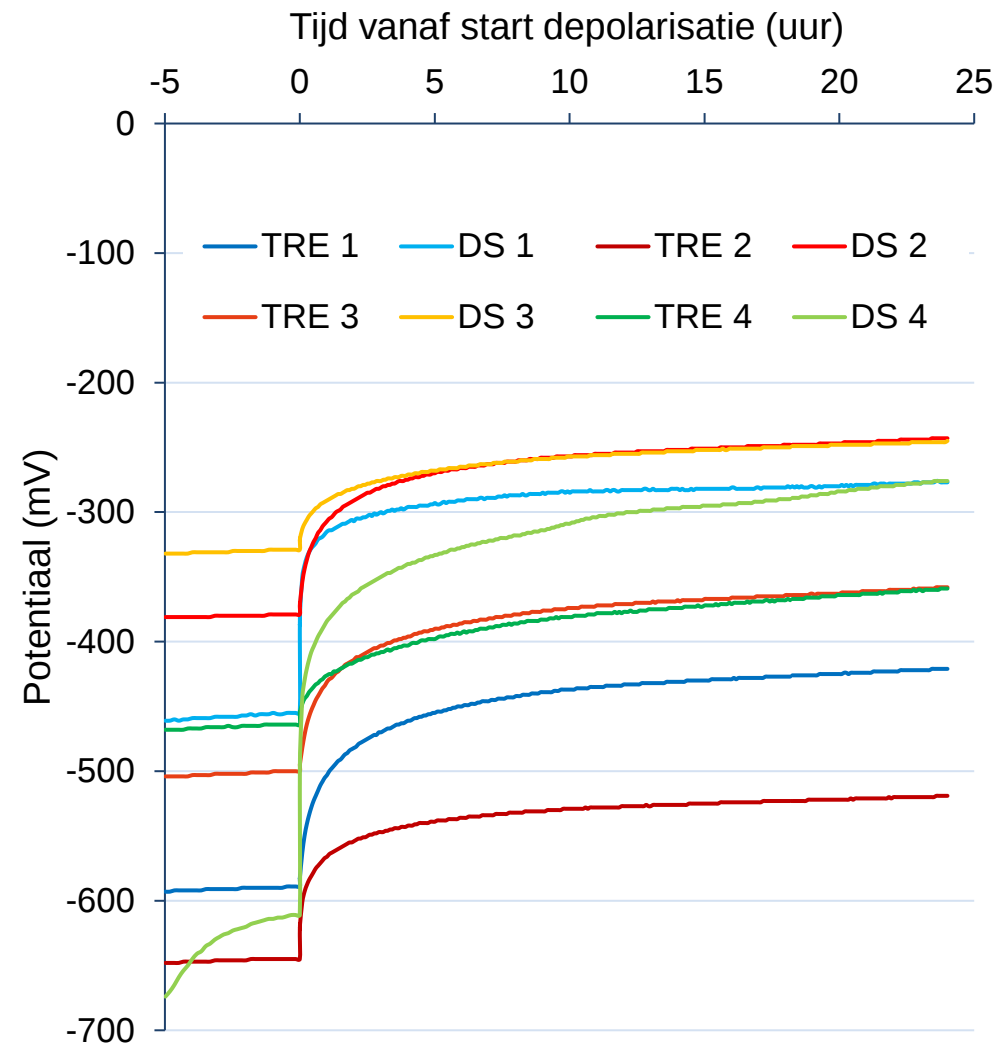


OPSTART + INREGELING KB-SYSTEEM

- Systeem gestuurd op **constante (DC) spanning**: opstart **1,5 V**
- **Stelselmatige verhoging spanning** tijdens inregeling **tot 2,5 V**
- **Depolarisatiemetingen** ter controle beschermgraad wapening **elke 14 dagen**



CONTROLE BESCHERMINGSGRAAD WAPENING: DEPOLARISATIEMETINGEN



Depol	V (V)	Depolarisatie (mV)								GEM
		TRE 1	DS 1	TRE 2	DS 2	TRE 3	DS 3	TRE 4	DS 4	
1	2,0	157	117	109	125	147	72	101	260	136
2	2,25	163	118	108	130	137	77	97	244	134
3	2,5	179	138	121	142	152	87	120	323	156

- Vanaf 3e meting: min. depolarisatie > 80 mV
- Gemiddelde depolarisatie > 100 mV



SANAcon

FOR HEALTHY CONCRETE STRUCTURES

bjorn.vanbelleghem@sanacon.be

www.sanacon.be