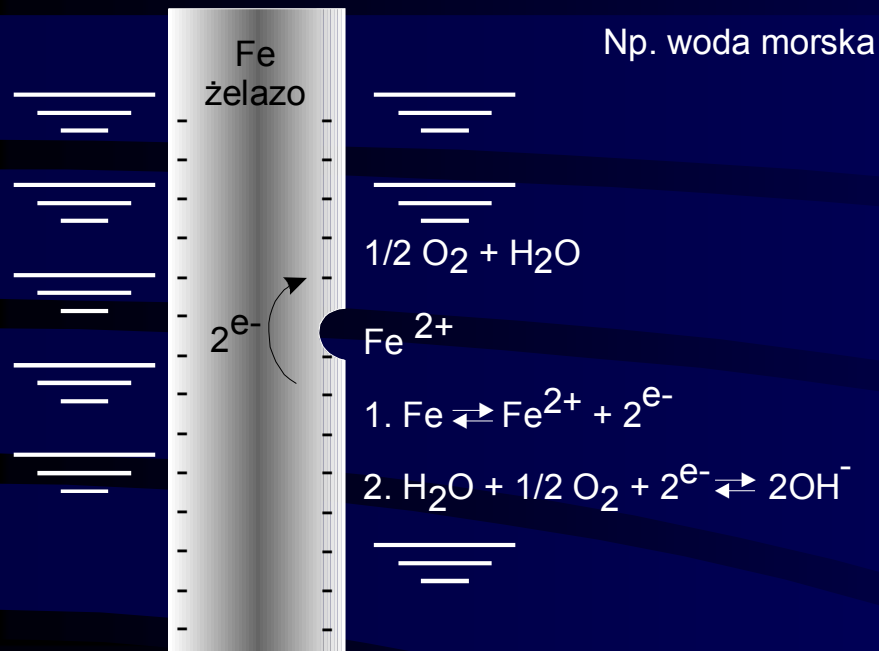


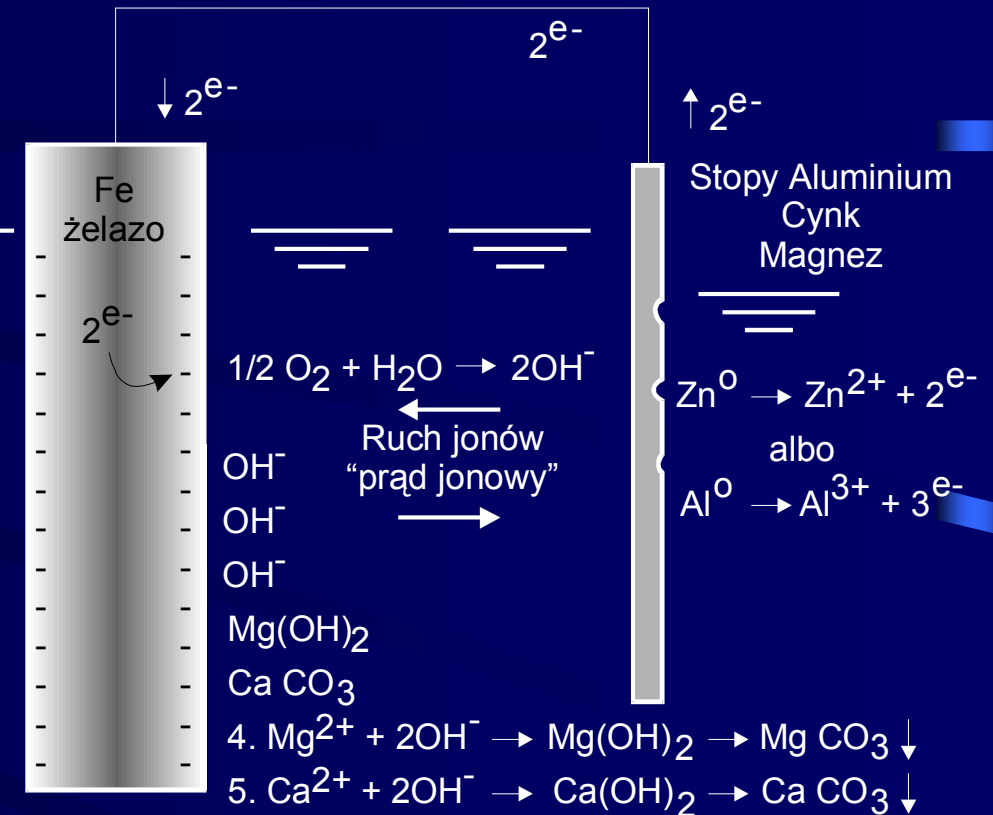
Doświadczenia w ochronie katodowej konstrukcji żelbetowych

Marek Wartecki, Paul Agnello
Corrpro Companies Inc.

Rys. 1



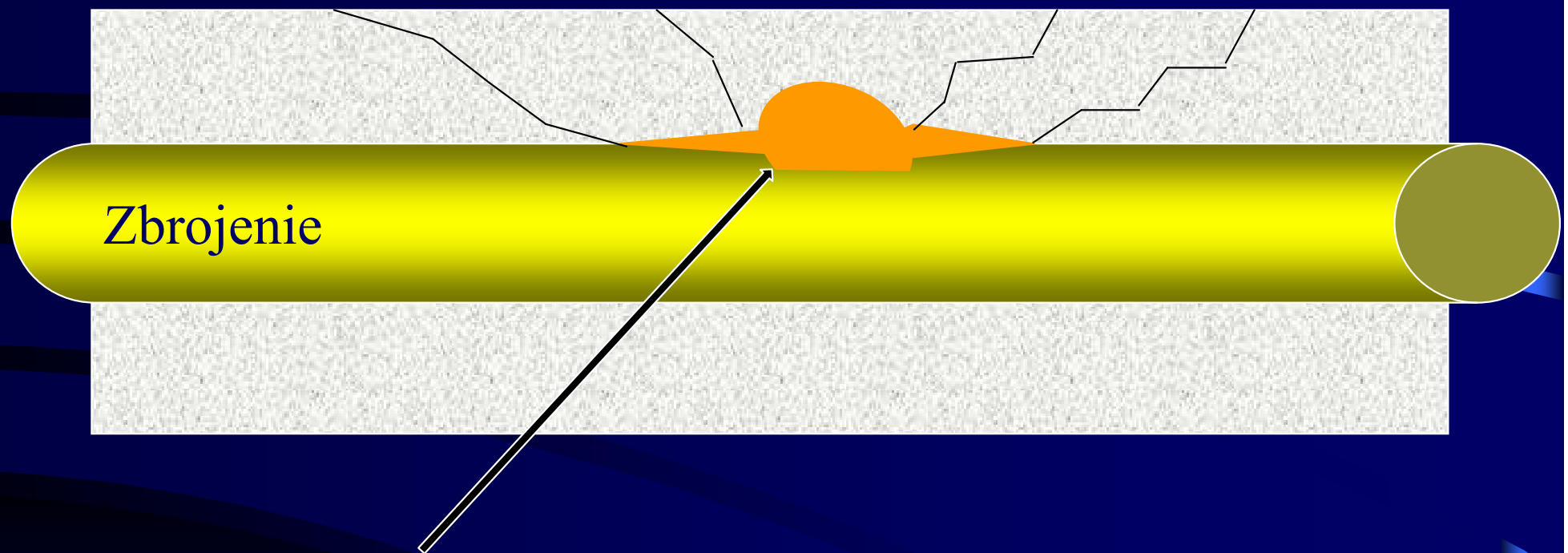
Rys. 2



Wskutek działania OK

1. Reakcja 1 i 3 spowolniona lub zatrzymana
2. Pokrycie żelaza $\gamma \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow$ spasywowanie
3. Pokrycie stali (żelaza) CaCO_3 , MgCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ etc. (reakcje 4 i 5)

Spekany Beton



Produkty Korozji

JONY

CHLORKOWE

TLEN

WODA

Korozja Zbrojenja i jej Efekty





Korozja Żelbetu na Górnej Powierzchni Podpór



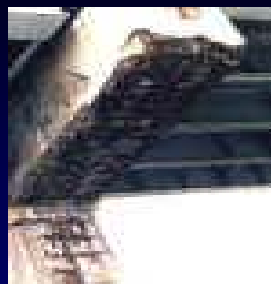
Korozja Ujęć Wody Chłodzącej



Korozja Podłogi Parkingu



Korozja Pali Pirsu Paliwowego



Korozja Obiektów Publicznych

JAK WYKRYWAC ????

- Oględziny betonu na obecność spękań, odwastwień, rdzawych plam
- Badanie betonu na zawartość chlorków
- Stężenie chlorków większe niż 0.2% do 0.4% na 1 kg cementu uznane jako wartość graniczna, od której może zacząć się korozja
- Pomiar rezystywności betonu; 20kohmxcm mała szybkość korozji, 5kohmxcm bardzo duża szybkość korozji

- Badanie pH betonu. Wartość graniczna 9.5. Poniżej tej wartości uznaje się, że korozja jest prawdopodobna
- Badanie gruntu: $\text{pH} < 5.0$, zawartość chlorków $> 2000\text{ppm}$, siarczanów > 2000 , rezystywność $< 500\text{ohm}\cdot\text{cm}$
- Badanie wody: $\text{pH} < 5.0$, chlorki $> 2000\text{ppm}$, siarczany > 1500 , rezystywność $< 500\text{ohm}\cdot\text{cm}$

Mapy Potencjalowe ?????

(NACE, SP0187-2008) Nie
(ASTM C876), Tak

ACI 222 – Limity Chlorków

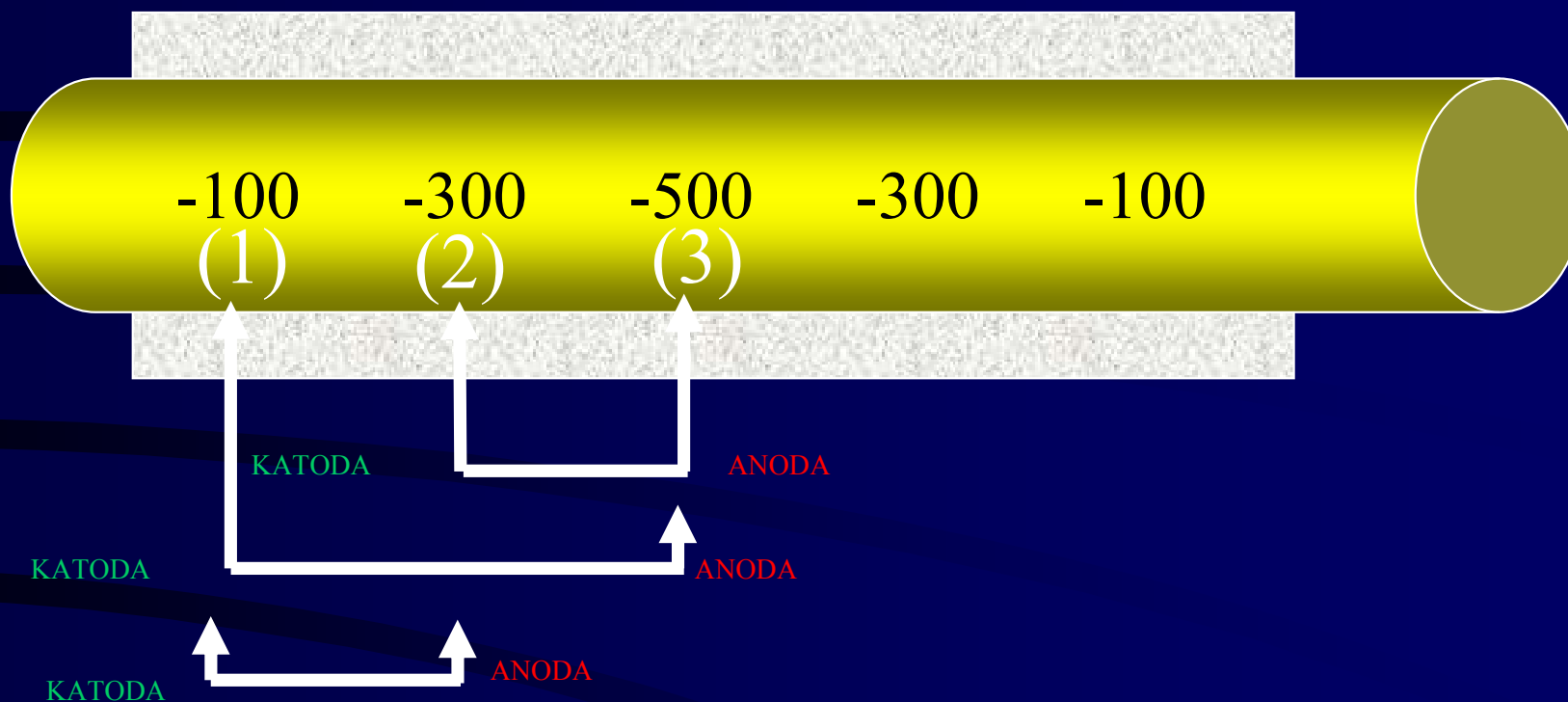
(wolne Cl^- / 1kg cementu)

- Beton Sprężony 0.08 %
- Żelbet w wilgotnych warunkach 0.10 %
- Żelbet w suchych warunkach 0.20 %

JAK NAPRAWIAĆ ????

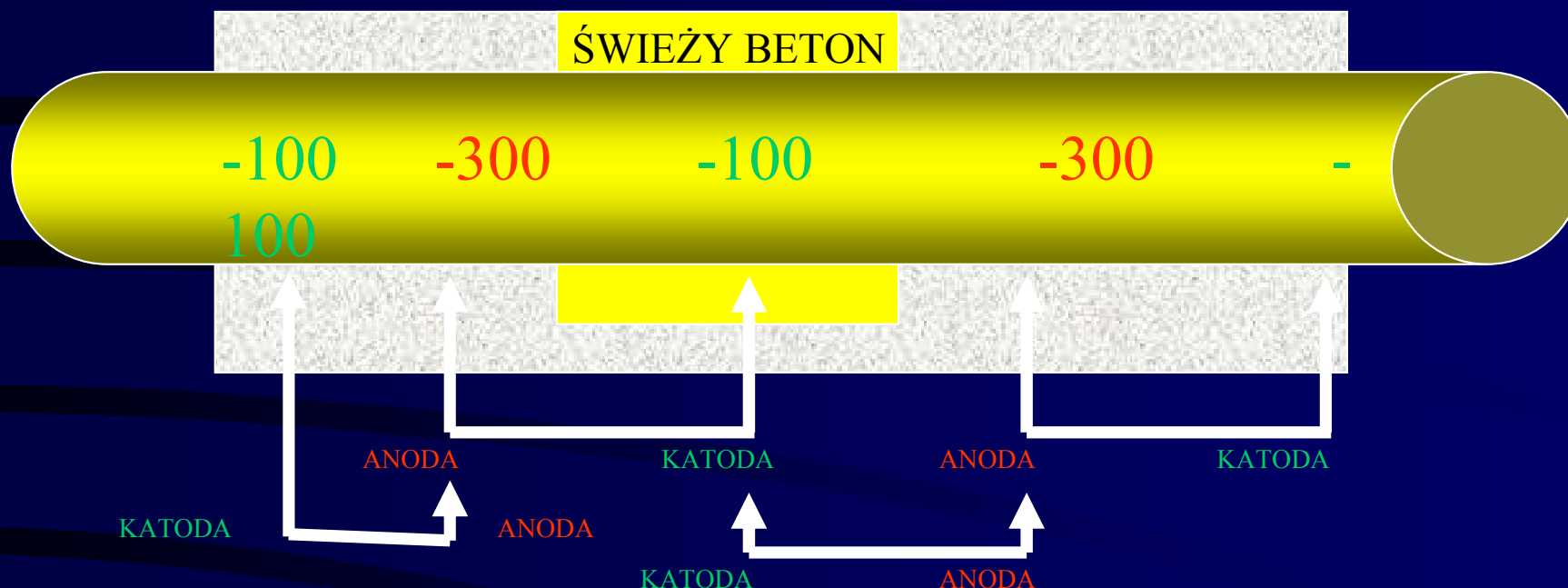
WLEWKI ???

Ogniwo korozyjne w żelbecie



DUALIZM ANOD I KATOD (mV)

DIRECT LOCAL REPAIR ON A CORROSION

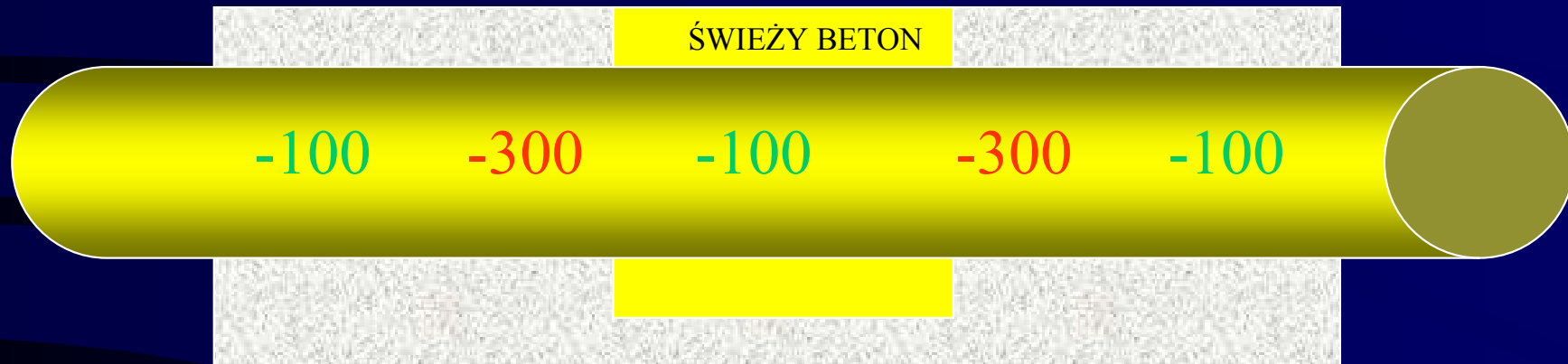


USUWAJAC POPEKANY ŻELBET W CZEŚCI “ANODOWEJ” I NAPRAWIAJĄC JE “ŚWIEŻYM” ŻELBETEM WPROWADZAMY NOWY OBSZAR KATODOWY, ALE TWORZYMY TEŻ DWA NOWE OBSZARY ANODOWE.

**OBSZAR KOROZJI ZATEM SIĘ
POMNAŻA**

EFFECT OF LOCAL REPAIR ON CORROSION

REPAIR WITH



REAKCJA NA ANODZIE: $2\text{Fe} = 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{e}^-$

REAKCJA NA KATODZIE: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$

ONLY THE CATHODIC REACTION IS DEPENDENT ON OUTSIDE FACTORS THEREFORE THIS REACTION IS RATE DETERMINING

STAN POCZATKOWY
PO NAPRAWIE

1 ANODA
2 ANODY

NAPRAWY BETONU

“Repairing areas which are seen to be defective, e.g. delaminated, spalled or cracked, is still practiced by some authorities in the belief that such repairs will be durable.

This will not be the case where chloride contaminated concrete remains adjacent to the repaired areas.

Corrosion will be initiated in the areas bounding the repairs and evidence of further deterioration will soon manifest itself.

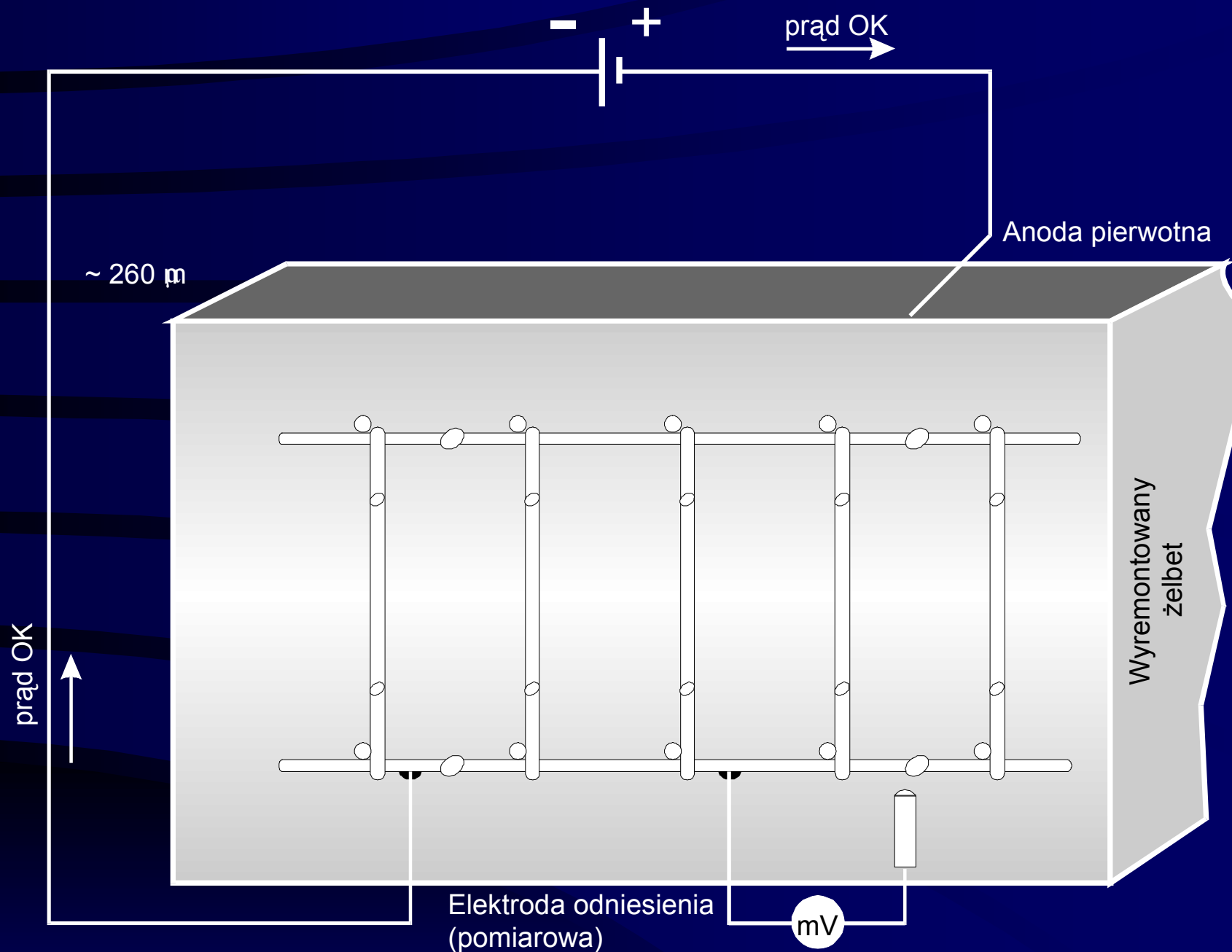
This procedure will therefore not produce durable repairs.”

UK Concrete Society, Technical report 36 - 1989

NAPRAWY I OCHRONA KATODOWA

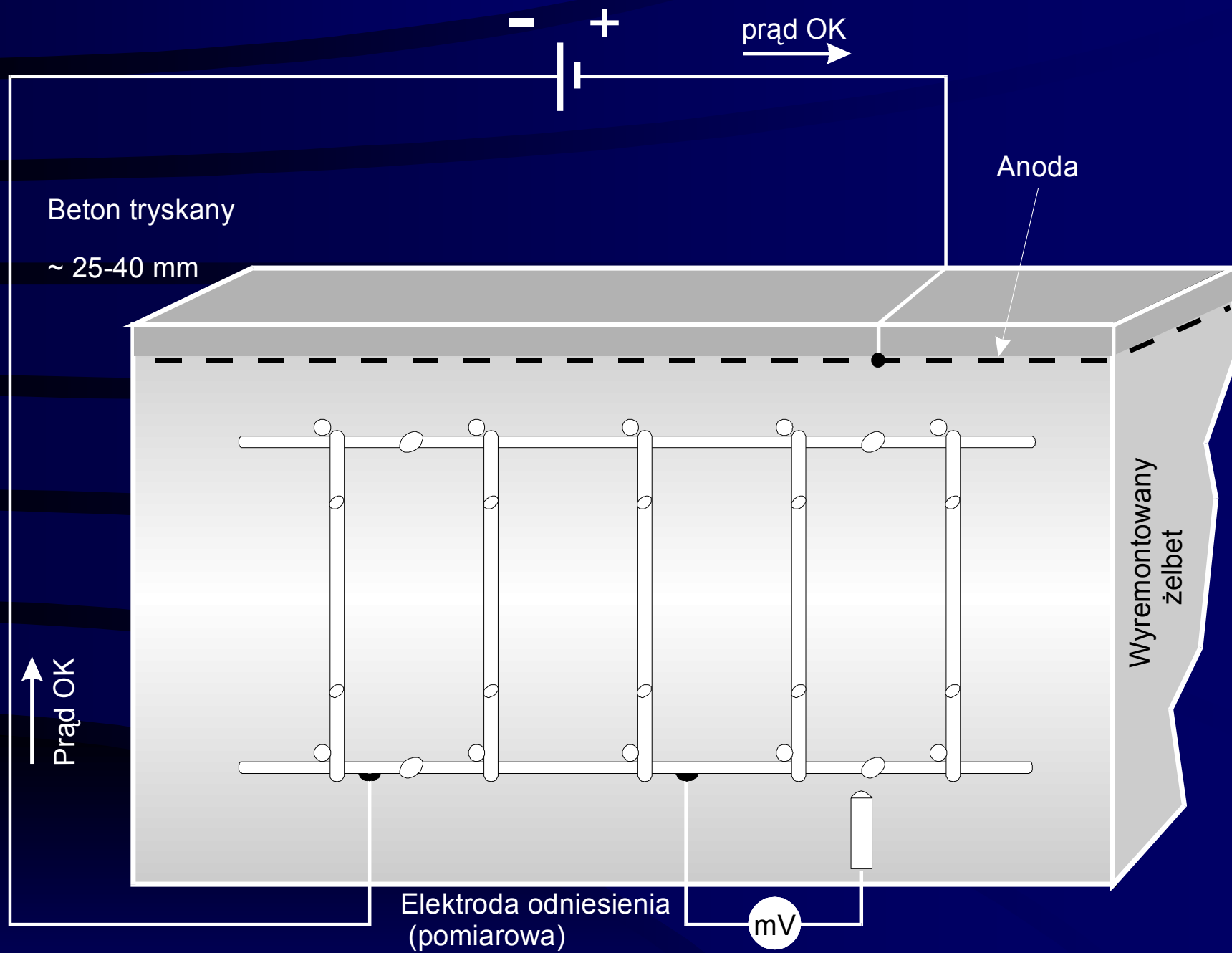
British Standard BS 7361

- “....Cathodic Protection is a means, possibly the only means, of indefinitely extending the life of reinforced concrete structures which are suffering reinforcing steel corrosion arising from chloride intrusion....”



Anoda - farba przewodząca

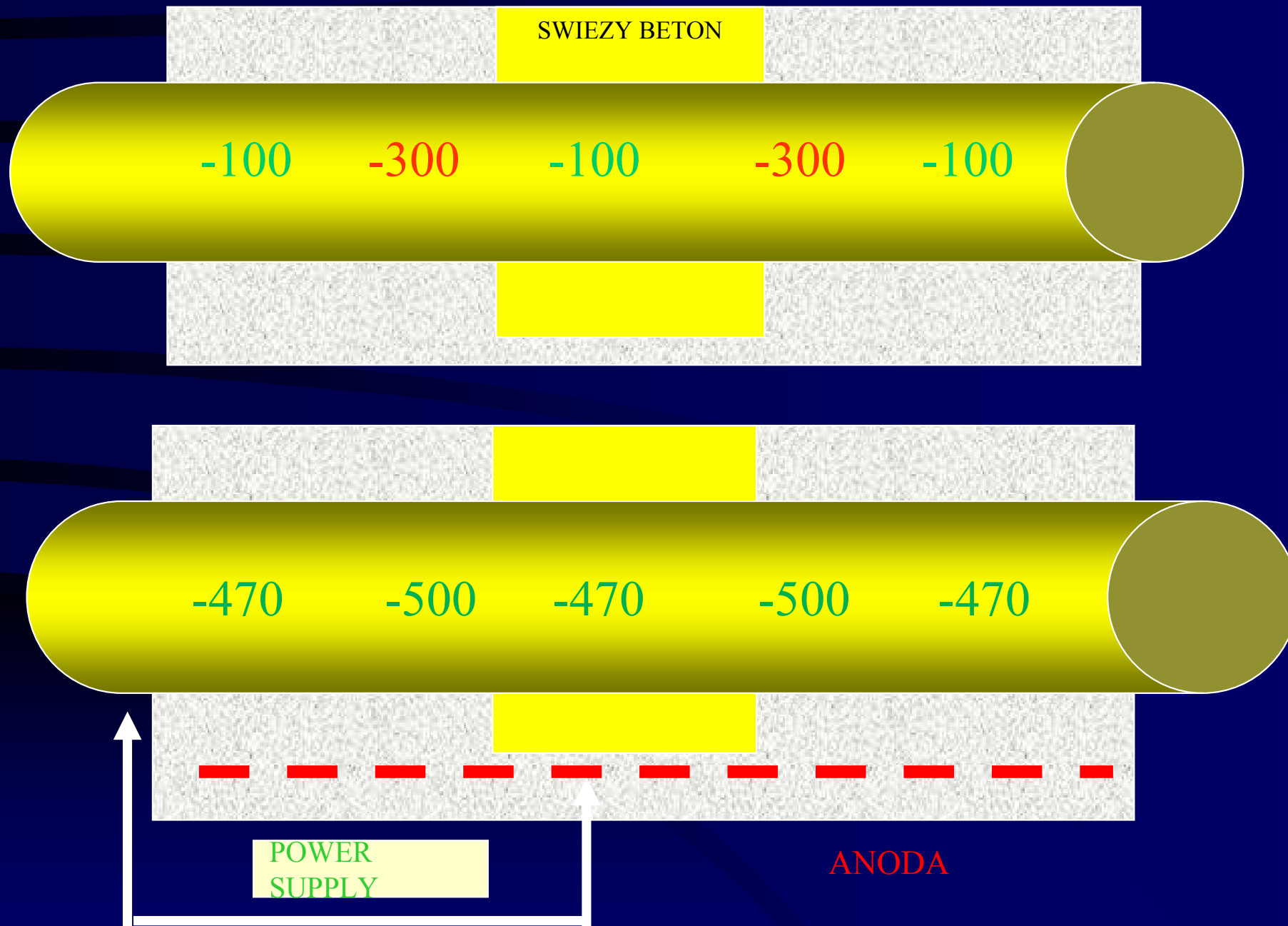
Anoda pierwotna - drut miedziany
pokryty Nb, Ta, PI



Anoda - tytan platynowany (siatka)

Rys. 4

CATHODIC PROTECTION CELL



PRZYKŁADY



Anoda z farby przewodzącej. Podpory
Autostrady M6 niedaleko Birmingham.



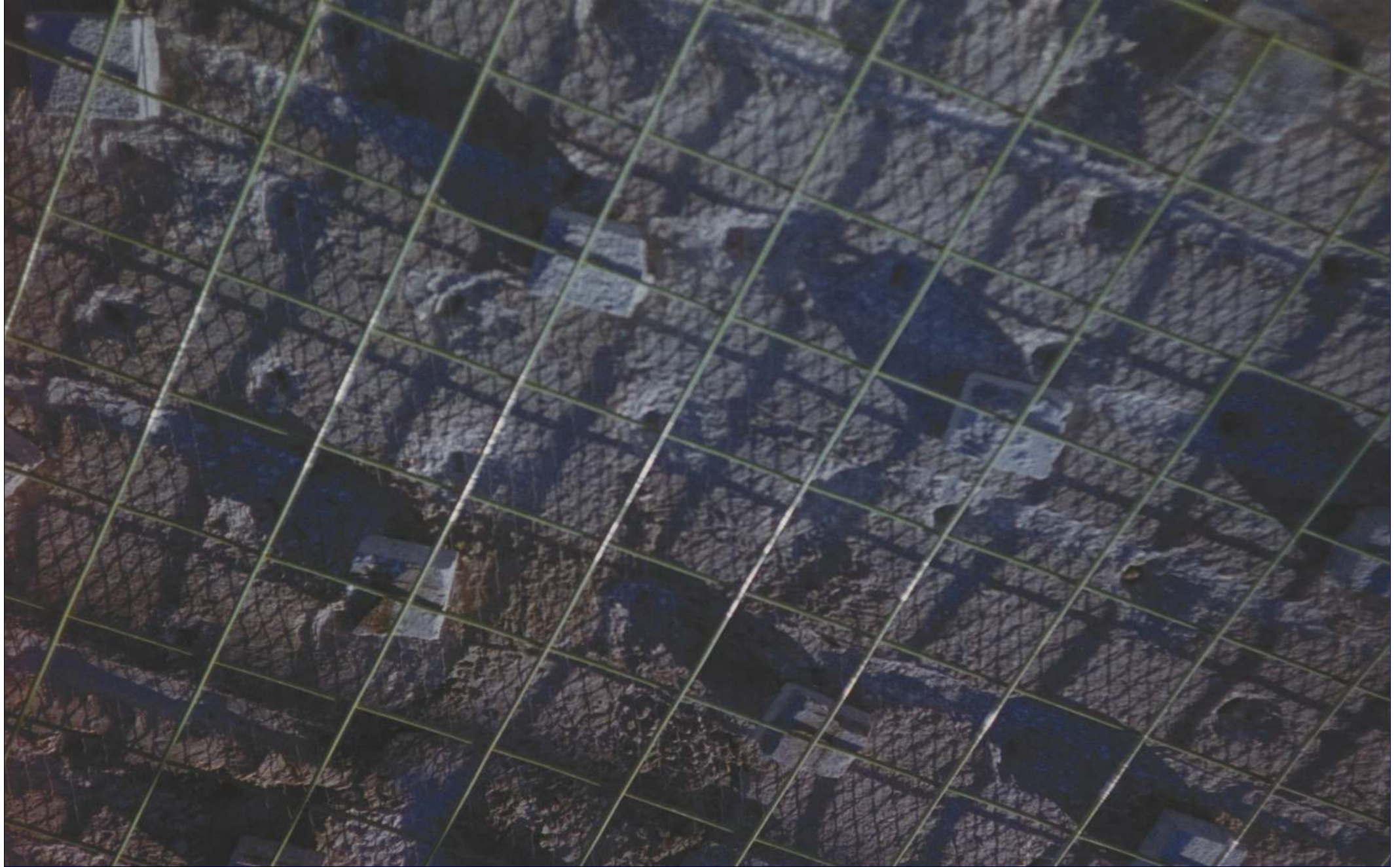
Instalacja OK Podpór Pirsu Paliwowego.
Siatka Tytanowa (Diego Garcia).



Przed
zainstalowaniem
OK pali pirsu
paliwowego
(Diego Garcia)



Po zainstalowaniu OK i koszulek palowych



Siatka tytanowa jako anoda do OK
jezdni pirsu paliwowego (Diego Garcia)



Przywracanie pierwotnego profilu jezdni po
zainstalowaniu OK (Diego Garcia)



Przygotowanie powierzchni przed pierwszą warstwą betonu na mostach w Manamie (Bahrajn)



Instalacja elektrody odniesienia przed wylaniem
pierwszej warstwy betonu



Instalacja anody siatkowej na ‘mokrym’ betonie
Manama – Sitra (Bahrajn)

A photograph of a large-scale industrial construction project, likely the Jubail Refinery in Saudi Arabia. Two massive, cylindrical concrete cooling towers are the central focus, surrounded by numerous tall construction cranes. The foreground is a dusty, unpaved area with a large pile of sand and some construction equipment. The sky is clear and blue.

OCHRONA KATODOWA

CHŁODNI KOMINOWYCH
W

SAUDI KAYAN PETROCHEMICALS
W JUBAIL

Dlaczego Ochrona Katodowa?

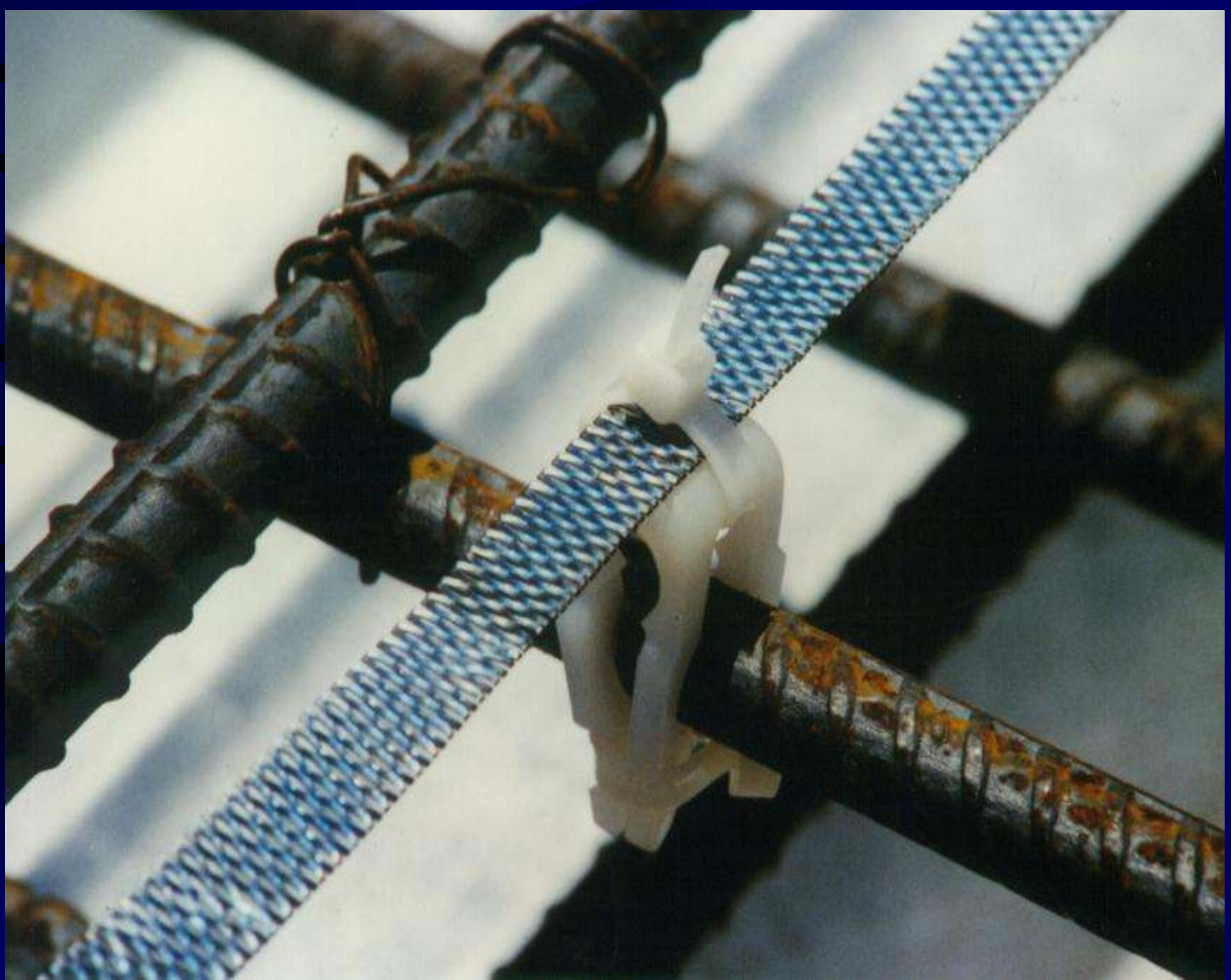
- Woda morska jest czynnikiem chłodzącym
stężenie chlorków 40,000ppm (4%)
- Posadowiona w zasolonym gruncie
woda gruntowa 0.9m od powierzchni gruntu i
stężenie chlorków do 100000ppm (10%)“subkha”
- Penetracja betonu chlorkami nieunikniona
- Każda przerwa w dostawach wody chłodzącej
spowodowana remontem powoduje
unieruchomienie całej rafinerii



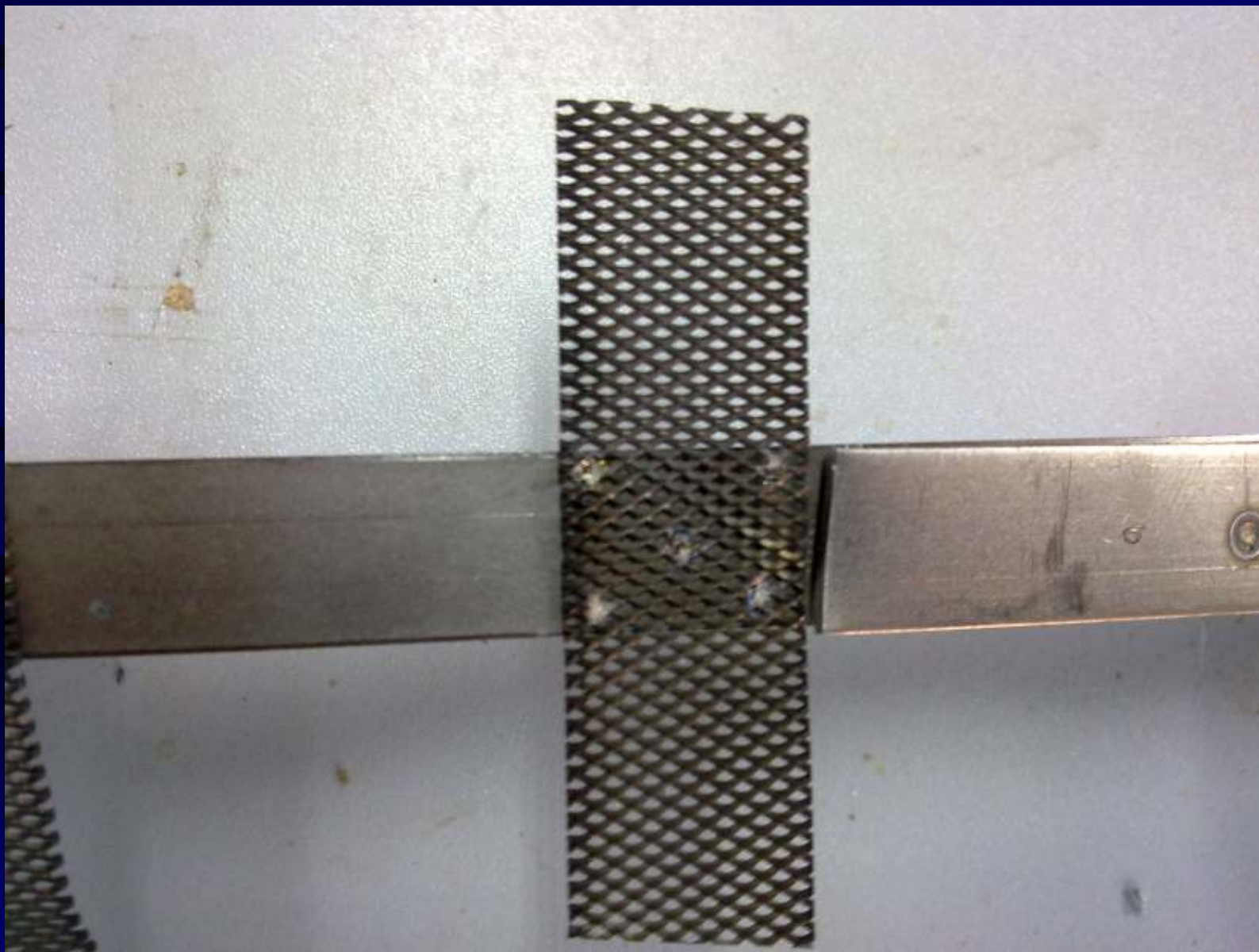
Podstawowe Elementy OK

- Anody z taśmy siatkowej z MMO/Ti
- Podłączenia anodowe
- Podłączenie do zbrojenia prądowe
- Elektrody kontrolne
- Podłączenie do zbrojenia sterujące
- Kable



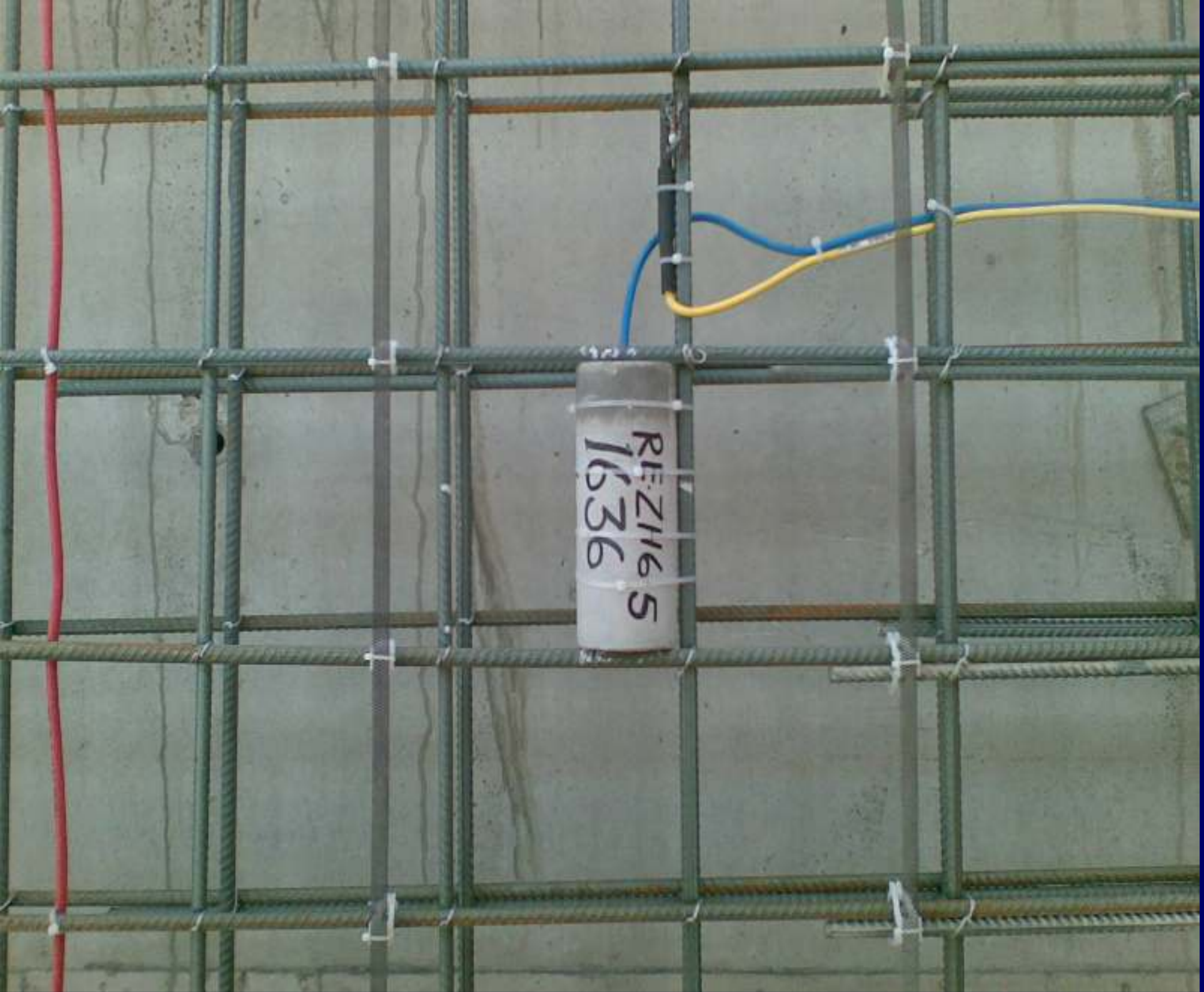


Połączenie anody i taśmy tytanowej





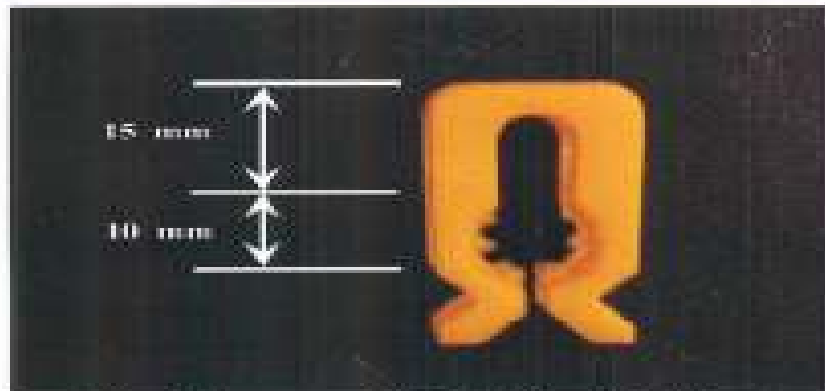




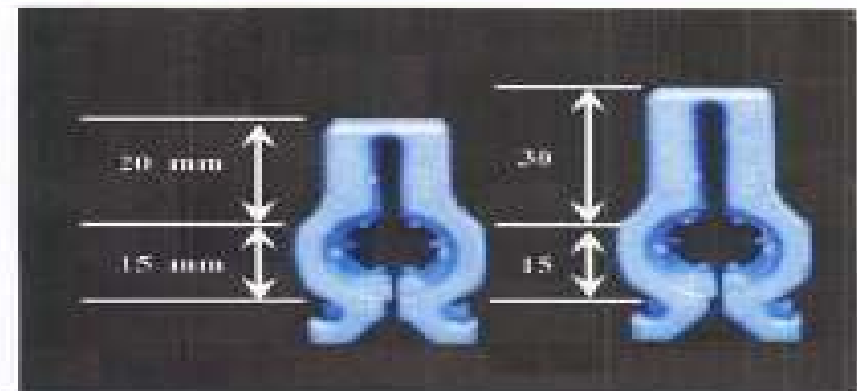
Podłączenia do zbrojenia



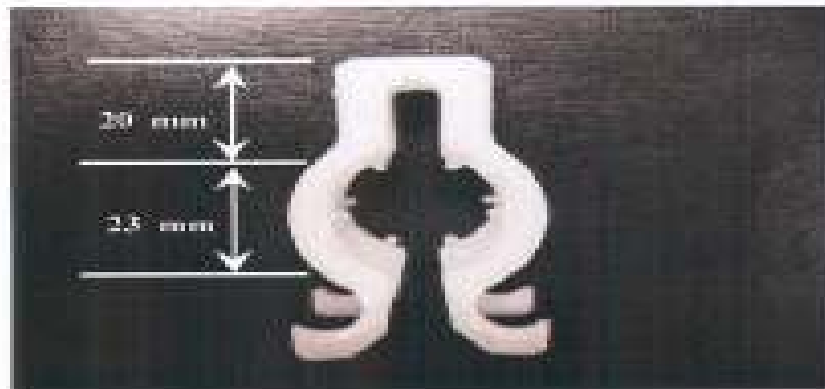
PLASTIC REBAR CLIPS



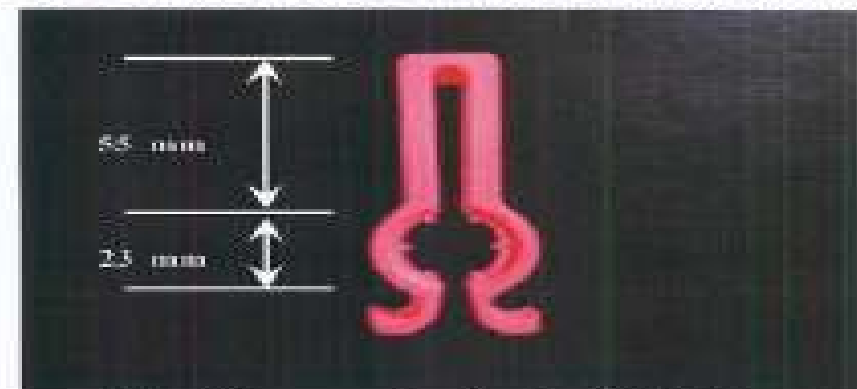
10 – 14 mm or No. 3 – No. 4 (Yellow)



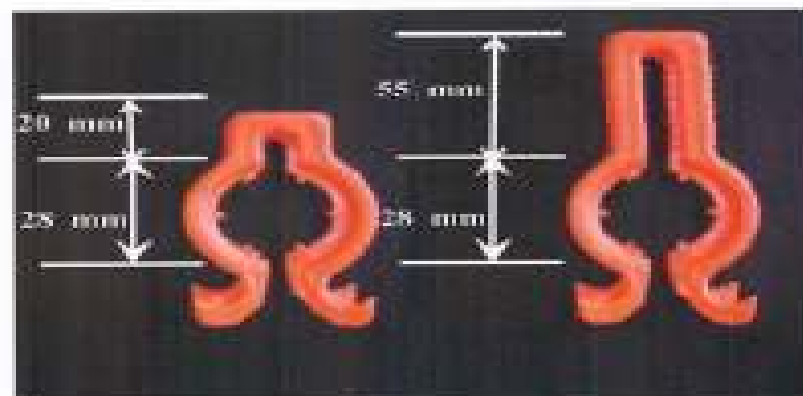
15 – 20 mm or No. 5 – No. 6 (Blue and B. Tall)



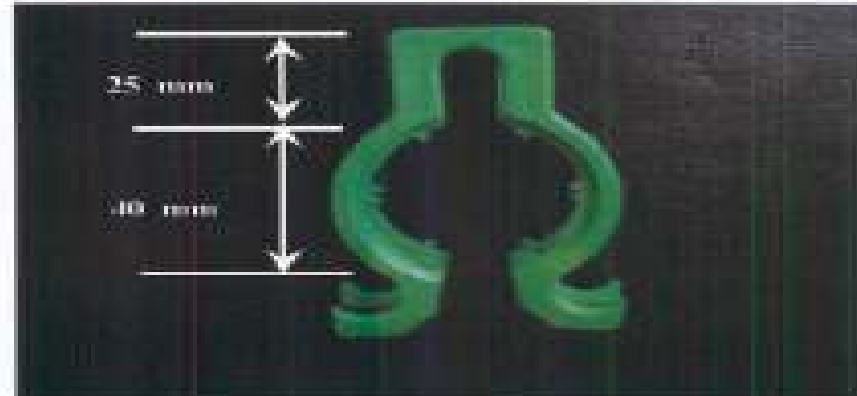
23 – 28 mm or No. 8 – No. 9 (White)



23 – 28 mm or No. 8 – No. 9 (Pink)



28 – 35 mm or No. 9 – No. 11 (Orange and O. Tall)



40 – 50 mm or No. 12 – No. 16 (green)















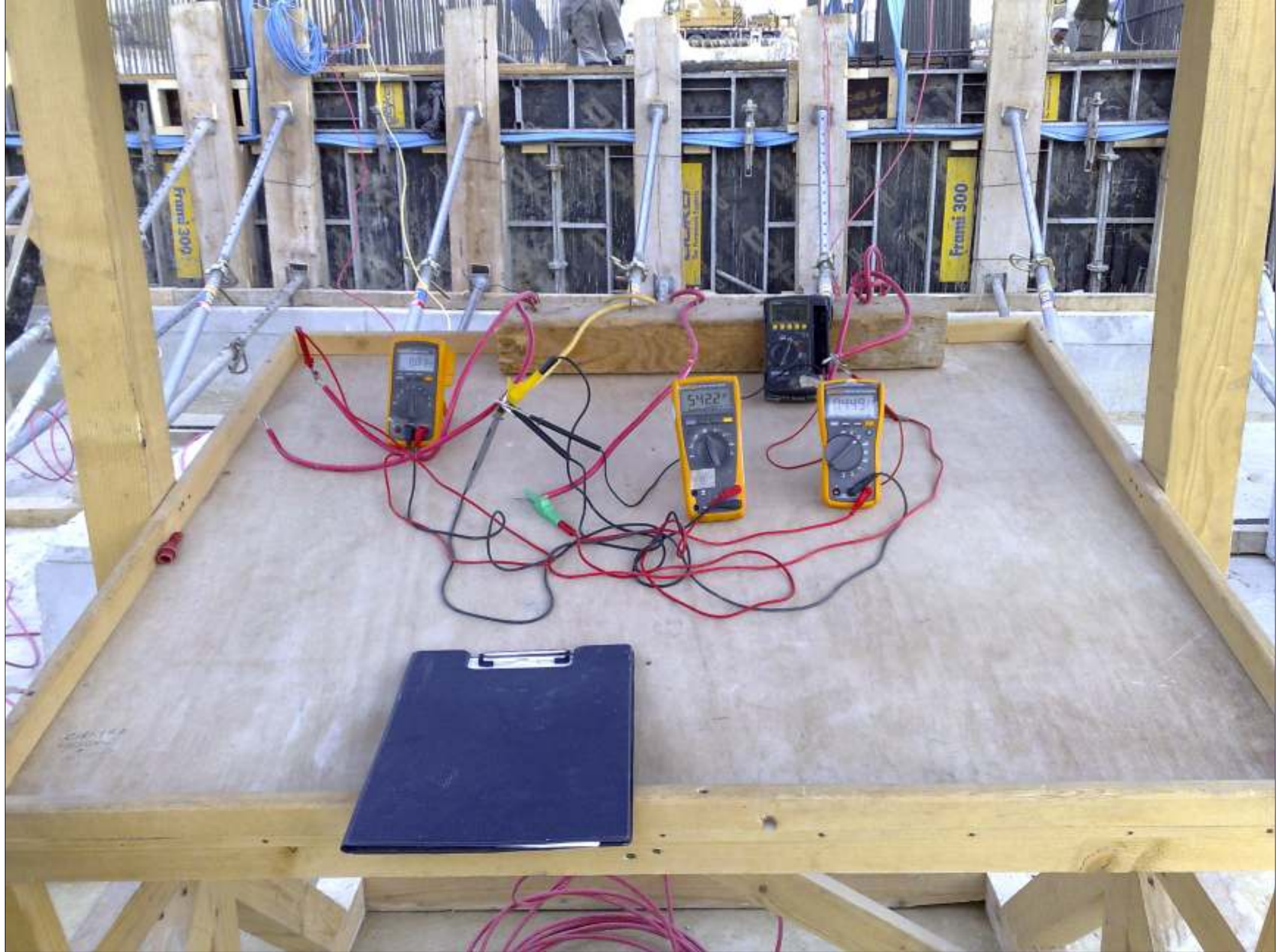
Przygotowanie elektrod odniesienia







Wylewanie betonu, betonowanie













NIEBEZPIECZEŃSTWA!!!

- brak ciągłości elektrycznej zbrojenia
- brak ciągłości elektrycznej anody
- możliwość zwarcia elektrycznego anody ze zbrojeniem
- prace instalacyjne po betonowaniu (instalowanie kotw)
- niedostateczny kontakt elektrody odniesienia z betonem

Pomiary przed uruchomieniem

STRUCTURE: COOLING TOWER				TEST LEAD (Mv- Ohms) 0.1Ω			
AREA (Plant Unit) : WTP							
JB No :04							
POMIAR		OPOR ELEKTRYCZNY OHMS		NAPIECIE (-+mV)		UWAGI	
OD	TO	PROSTY	ODWROTNY	(-) PROSTY	(+) ODWROTNY		
AF-B1-01	AF-B1-02	(-)0.2Ω	(+)1.0Ω	0.1	0.2		
AF-B1-01	AF-B1-03	(-)0.1Ω	(+)0.6Ω	0.2	0.3		
AF-B1-01	AF-B1-04	(-)0.5Ω	(+)1.3Ω	0.1	0.2		
AF-B1-02	AF-B1-03	(-)0.6Ω	(+)0.0Ω	0.1	0.2		
AF-B1-02	AF-B1-04	(-)0.0Ω	(+)0.6Ω	0.2	0.3		
AF-B1-03	AF-B1-04	(-)0.3Ω	(+)1.0Ω	0.2	0.3		
AF-W1-01	AF-W1-02	(-)0.3Ω	(+)0.4Ω	0.4	0.5		
AF-W1-01	AF-W1-03	(-)0.4Ω	(+)0.5Ω	0.2	0.3		
AF-W1-01	AF-W1-04	(-)0.5Ω	(+)0.5Ω	0.1	0.2		
AF-W1-02	AF-W1-03	(-)0.5Ω	(+)0.6Ω	0.1	0.2		
AF-W1-02	AF-W1-04	(-)0.4Ω	(+)0.6Ω	0.2	0.3		
AF-W1-03	AF-W1-04	(-)0.4Ω	(+)0.4Ω	0.2	0.3		
AF-H1-01	AF-H1-02	(-)0.2Ω	(+)0.4Ω	0.1	0.2		
AF-H1-01	AF-H1-03	(-)0.2Ω	(+)0.5Ω	0.2	0.3		
AF-H1-01	AF-H1-04	(-)0.3Ω	(+)0.5Ω	0.1	0.2		
AF-H1-02	AF-H1-03	(-)0.3Ω	(+)0.5Ω	0.1	0.2		
AF-H1-02	AF-H1-04	(-)0.4Ω	(+)0.4Ω	0.2	0.3		

Sprawdzanie efektywności działania po uruchomieniu

Longitudinal Clarifiers H & A Zones					48 Hour Potential Decay Readings				
DATE: 29/04/2014									
Zone H1									
Reference	Native	On	Instant off	Polarized steel Potential			Potential decay		
Electrode	Potential	Potential	Potential	1 Hour	24 Hour	48 Hour	1 Hour	24 Hour	48 Hour
RE-H1-01	-24	-281	-279	-250	-110	-109	31	171	170
RE-H1-02	-26	-289	-267	-256	-142	-129	33	147	160
RE-H1-03	-11	-333	-330	-311	-250	-137	32	83	196
Meets criteria in SABIC Engineering Standard L02-M02, 5.5.1 (b) minimum -150 mV									

[illegible]

Dziękuję
za
Uwagę!