

Spis treści

1	Stosowane skróty i noty wyjaśniające	7
1.1	Stosowane skróty	7
1.2	Noty wyjaśniające	7
2	Wprowadzenie	8
3	Historia ochrony katodowej w betonie	9
4	Specyfikacja korozji stalowego zbrojenia w betonie	10
4.1	Mechanizm korozji stali w betonie	10
4.2	Czynniki degradujące zbrojenia konstrukcji betonowych	12
4.3	Korozja spowodowana karbonatyzacją	13
4.4	Korozja zbrojenia stalowego wskutek obecności chlorków	14
5	Ocena stanu konstrukcji oraz jej naprawa	16
5.1	Ocena defektów betonu oraz ich powodów	16
5.2	Budowlano-techniczne badania konstrukcji betonowych	17
5.3	Stwierdzenie stosowności ochrony katodowej	20
5.3.1	Dostępna dokumentacja	20
5.3.2	Kontrola wizualna i zbadanie odłupywania	20
5.3.3	Analiza chlorków	21
5.3.4	Pomiar głębokości karbonatyzacji	21
5.3.5	Oslona betonowa i pozycja zbrojenia	21
5.3.6	Przewodne połączenie zbrojenia	22
5.3.7	Potencjał stali w betonie	23
5.3.8	Elektryczna rezystywność betonu	24
6	Monitoring korozji stalowego zbrojenia w betonie	25
6.1	Wizualna kontrola i kategoryzacja defektów	25
6.2	Próby mechaniczne oraz ultradźwiękowe	25
6.3	Metody sprawdzania fizycznych oraz chemicznych właściwości betonu	25
6.3.1	Wilgotność betonu	27
6.3.2	Porowatość betonu	28
6.3.3	Odbiór próbek	29
6.4	Lokalizacja prętów zbrojenia i sprawdzanie ich stanu	30
6.5	Detekcja szczelin	31
6.6	Ustalenie wytrzymałości betonu	32
6.7	Metody ustalenia zawartości produktów korozji w betonie i w środowisku	33
6.7.1	Chlorki	34
6.7.2	Siarczany	34
6.7.3	Ustalenie zawartości szkodliwych składników środowiska płynnego	35
6.7.4	Detekcja w żwirze	35
6.8	Metody wykrywania korozyjnych uszkodzeń zbrojenia stalowego	36

6.8.1	Pomiary prętośną elektrodą odniesienia	37
6.8.2	Stosunki między poszczególnymi elektrodami odniesienia	38
6.8.3	Kryteria dla zagrożenia konstrukcji korozją.....	39
6.8.4	Metoda oporu polaryzacyjnego (ss).....	39
6.9	Ustalenie elektrycznej rezystywności betonu	40
6.9.1	Metody laboratoryjne.....	40
6.9.2	Pomiary na terenie budowy.....	41
6.9.3	Rezystywność elektryczna jako kryterium korozji zbrojenia stalowego w betonie.....	43
6.9.4	Przykład ustalenia elektrycznej rezystywności w laboratorium	43
6.10	Ocena wyników badań korozyjnych i zarys zabiegów.....	44
7	Zasady ochrony katodowej stalowego zbrojenia w betonie.....	46
7.1	Ogólnie	46
7.2	Zarys ochrony katodowej zbrojenia stalowego w betonie.....	48
7.3	Kryteria ochrony	49
7.3.1	Kryterium potencjału	50
7.3.2	Kryterium depolaryzacji.....	51
7.3.3	Kryterium gęstości prądu ochrony.....	51
7.4	Kryterium gęstości prądu ochrony przy obecności chlorków w betonie.....	51
7.5	Założenia do stosowania ochrony katodowej	52
7.5.1	Badania korozyjne	52
7.5.2	Naprawy konstrukcji betonowej	52
7.6	Składniki systemu ochrony katodowej.....	54
8	Elektrochemiczna naprawa żelbetu realkalizacją.....	56
9	Elektrochemiczna poprawa środowiska granicy zbrojenie – beton ekstrakcją chlorków.....	57
10	Praktyczne zastosowanie katodowej ochrony stali w betonie.....	58
10.1	Ogólnie.....	58
10.2	Materiały dla systemu anodowego.....	59
10.2.1	Powłoki organiczne.....	60
10.2.2	Powłoki metalowe	61
10.2.3	Systemy anodowe z aktywowanego oplatinowanego tytanu.....	62
10.2.4	Inne systemy anodowe.....	64
10.3	Czujniki do monitoringu skuteczności ochrony katodowej.....	65
10.3.1	Ogólnie.....	65
10.3.2	Prętośne elektrody odniesienia.....	66
10.3.3	Inne czujniki	66
10.4	Urządzenia do monitoringu	68
10.4.1	Ogólnie.....	68
10.4.2	Mierniki cyfrowe	68
10.4.3	Rejestratory danych	68
10.5	System zbierania i oceny danych.....	70
10.6	Kable do prowadzenia prądu stałego.....	71
10.7	Pudełko zaciskowe.....	72
10.8	Źródła prądu ochrony	72

10.9	Transformatory z prostownikiem.....	73
11	Sposób instalacji urządzeń ochrony katodowej.....	76
11.1	Przewodne połączenie zbrojenia.....	76
11.2	System monitoringu działania ochrony.....	77
11.3	Przyłączenie do stali w betonie.....	77
11.4	Naprawy betonu związane z instalacją części systemu ochrony katodowej.....	78
11.5	Przygotowanie powierzchni do instalacji anod.....	78
11.6	Instalacja anod.....	78
11.7	Przyłączenie do systemu anodowego.....	79
11.8	Naniesienie ochronnej warstwy anody, powłoki impregnacynnej lub dekoracyjnnej.....	80
11.9	Elektroinstalacje.....	81
11.10	Próby w trakcie instalacji.....	82
12	Uruchomienie.....	83
12.1	Kontrola wizualna.....	83
12.2	Pomiary przed włączeniem prądu.....	83
12.3	Początkowe włączenie prądu.....	84
12.4	Nastawienie początkowe.....	85
12.5	Wstępna ocena działania.....	85
12.6	Kryteria ochrony. Interpretacja wyników oceny działania.....	86
12.7	Nastawienie prądu ochrony.....	87
13	Zapisy i dokumentacja systemu.....	88
13.1	Zapisy o jakości i próbach.....	88
13.2	Protokół o instalacji i uruchomieniu.....	88
13.3	Instrukcja eksploatacji i konserwacji.....	89
14	Eksploatacja i konserwacja.....	90
14.1	Interwały i sposoby.....	90
14.2	Sprawdzenie systemu.....	91
14.3	Protokół o kontroli systemu.....	91
15	Przykłady sposobu projektowania katodowej ochrony zbrojenia w betonie.....	92
15.1	Sposób projektowania.....	92
15.1.1	Zarys koncepcji.....	92
15.1.2	Typ systemu anodowego.....	92
15.1.3	Układ systemu anodowego.....	92
15.1.4	Dostarczanie prądu.....	92
15.1.5	Przyłączenie zbrojenia.....	93
15.1.6	Kable.....	93
15.1.7	Transformator z prostownikiem.....	93
15.1.8	Monitoring.....	93
15.1.9	Dokumentacja.....	93

15.2	Przykład zdalnego sterowania stacją katodowej ochrony zbrojenia w betonie	94
15.3	Przykłady skutecznego i ekonomicznego zastosowania ochrony katodowej	95
15.4	Podsumowanie	98
16	Aneks nr 1	99
16.1	Wartości zmierzone omomierzem według rysunku nr 16	99
16.1.1	Opór elektryczny	99
16.1.2	Elektryczny opór próbki po 3 dniach	99
16.2	Wartość elektrycznej rezystywności wody w porach próbki betonu	99
16.3	Obliczenie przepuszczalnej porowatości próbki betonu	99
16.3.1	Elektryczna przewodność suchego betonu	100
16.3.2	Elektryczna przewodność mokrego betonu	100
16.4	Obliczenie głębokości przenikania wody do próbki betonu	101
16.4.1	Objętość porów w próbce suchej	101
16.4.2	Objętość porów nasyconych wodą	101
16.4.3	Całkowita objętość porów w próbce betonu	101
16.5	Obliczenie elektrycznej rezystywności betonu	102
16.5.1	Dla próbki suchej	102
16.5.2	Dla części nasyconej wodą	102
16.5.3	Kontrola	102
17	Aneks nr 2: Normy i przepisy w aplikacyjnym sektorze A4 Żelbetowe konstrukcje	103
17.1	Ważne normy i przepisy	103
17.1.1	ČSN EN 15257 Certyfikacja	105
17.1.2	ČSN EN 12696 03 8340 Ochrona katodowa stali w betonie. [8]	109
17.1.3	CEN/TS 14038-1 Elektrochemiczna realkalizacja	114
17.1.4	CEN/TS 14038-2 Ekstrakcja chlorków	114
18	Literatura	116