

ŠTEVILČNA OZNAKA NAČRTA IN VRSTA NAČRTA
4.1 – NAČRT KOROZIJSKE KATODNE ZAŠČITE

INVESTITOR



LUKA KOPER d.d.
Vojkovo nabrežje 38, 6501 Koper

OBJEKT

**SANACIJA BETONKEGA ROBA IN KINETE NA 3., 4. IN 5. VEZU,
VKLJUČNO Z OBNOVO HIDRANTNEGA IN VODOVODNEGA SISTEMA
NA OBALI OD 2. DO 5. VEZA V LUKI KOPER**

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE
PZI – projekt za izvedbo

ZA GRADNJO
REKONSTRUKCIJA

PROJEKTANT NAČRTA



CPS d.o.o., Blatnica 12, 1236 Trzin
Tel.: 01 562 2222, E-mail: info@cps-cathodicprot.si

ODGOVORNA OSEBA PROJEKTANTA NAČRTA

VINKO ERČULJ- direktor

Žig in podpis :

ODGOVORNI PROJEKTANT

TOMAŽ PEVEC, el.teh.
Ident. Št.: E-9083

Osebni žig in podpis :

Številka načrta:
1482/2016

Kraj in datum
Trzin, september 2016

IZVOD

1 2 3 4 5 6

4/1.2	KAZALO VSEBINE NAČRTA
--------------	------------------------------

4/1.1	Naslovna stran
4/1.2	Kazalo vsebine načrta
4/1.3	Tehnično poročilo
4/1.4	Risbe

4/1.3	TEHNIČNO POROČILO
-------	-------------------

1.00	Predmet načrta
2.00	Referenčni dokumenti
3.00	Osnovni podatki ščitenege objekta
4.00	Predmeritve ter določitev sistema katodne zaščite
4.10	Predmeritve in podatki o mediju
4.20	Določitev sistema katodne zaščite
4.30	Konstruktivski ukrepi na objektu
4.31	Katodna mreža
4.32	Anodna mreža
5.00	Izračuni
5.10	Izračun zaščitnega toka
5.20	Določitev anodne mreže
5.21	Določitev distribucije toka za anodno mrežo
5.30	Izračun električne instalacije
5.31	NN napajanje za katodno zaščito
5.32	DC tokokrogi katodne zaščite
6.00	Elementi sistema katodne zaščite
6.10	Naprava katodne zaščite US-100-MK
6.20	Priključno merilna omara
6.30	Tračni anodni sistem
6.40	Katodni priključek
6.50	Kabelski razvod
6.60	Stalna merilna mesta
6.70	Referenčne elektrode
7.00	Redosled gradnje
8.00	Interferenca
9.00	Oznake
10.00	Varnostni ukrepi za zaščito z vsiljenim tokom
11.00	Daljinski nadzor delovanja
12.00	Preverjanje izvedbe
13.00	Izvršilna dokumentacija
14.00	Pregled in vključitev zaščitnega sistema
15.00	Kontrola
16.00	Vzdrževanje
17.00	Popis opreme, materiala in del

1.00 PREDMET NAČRTA

V osnovi betonsko okolje za železo ne predstavlja nevarnosti za korozijo, ker je beton zadosti alkalen, da pride do pasivacije železa. Formira se stabilna oksidna plast, ki preprečuje nadaljnjo prodiranje korozije v globino železne konstrukcije. Potreba po zaščiti se pojavi, kadar obstajajo okoliščine, katere vplivajo na stabilnost oksidnega filma in povzročajo depasivacijo železa v betonu. Za takšne okoliščine se smatra kontaminacija s kloridi (soljo) na mestu stika železne konstrukcije z betonom, karbonizacija betona (zmanjšana alkalnost), zunanji vpliv napajalnih sistemov kot na primer DC železniška vleka. V primerih kontaminacije s kloridi, kloridni ioni povzročijo depasivacijo, kar se nadaljuje s korozijo, če je na področju preostale pasivirane strukture zadosti prostega kisika. V primeru relativne vlažnosti betona, so pogoji za korozijo zanesljivo izpolnjeni. V armirano betonskih konstrukcijah lahko korozijske poškodbe reda 50 μm že povzročijo razpoke v armaturi ali odstopanje betona od armature, zaradi korozijskih produktov, ki nastanejo na mestu stika armature z betonom.

Depasivacijo ter s tem korozijo je možno izmeriti z merjenjem specifičnega potenciala med betonskim okoljem in železom. Tako pridobimo vrednost korozijskega potenciala E_{kor} . Pri potencialih nad vrednostjo E_{kor} pričakujemo visoko stopnjo korozije in izgube v masi železne konstrukcije, med tem ko pri potencialih nižjih od E_{kor} pričakujemo nizko stopnjo korozije oziroma ohranjamo pasivacijo. Cilj katodne zaščite je zagotoviti potencialni premik v negativno smer in s tem preprečiti nastanek korozije. V primerih, kjer se je korozija že začela, z implementacijo katodne zaščite korozijo ustavimo.

2.00 REFERENČNI DOKUMENTI

Pri načrtovanju sistema korozijske katodne zaščite so upoštevani sledeči referenčni dokumenti:

SIST EN ISO 12696:2010	Katodna zaščita jekla v betonu
SIST EN 15257:2007	Katodna zaščita-Stopnje usposobljenosti in certifikacija osebja za katodno zaščito
SIST EN 12501-1:2003	Protikorozijska zaščita kovinskih materialov – Verjetnost nastanka korozije v zemlji – 1. del
SIST EN 12501-2:2003	Protikorozijska zaščita kovinskih materialov – Malolegirani in nelegirani železovi materiali
SIST EN 12954:2003	Katodna zaščita vkopanih ali potopljenih kovinskih konstrukcij – Splošno
SIST EN 13174:2003	Katodna zaščita za pristaniške napeljave
SIST EN 13509:2003	Merilne tehnike za katodno zaščito
SIST EN 13636:2004	Katodna zaščita vkopanih kovinskih rezervoarjev in pripadajočih cevovodov
EN 14505:2002	Cathodic protection of complex structures
EN ISO 8044:1999	Corrosion of metals and alloys – basic terms and definitions
NS M-503	Cathodic protection
DNV RP B401	Cathodic protection design
BS 7361:1991	British standard, Cathodic protection, Part 1
ISO/TR 60479-1:1994	Effects of current on human beings and livestock
ISO/TR 60479-2:1987	Effects of current passing through the human body
ISO/TR 60479-3:1998	Effects of current on human beings and livestock
Handbook of CCP	Teorija in praksa katodne korozijske zaščite – W. von Baeckman, W. Schwenk, W. Prinz

3.00 OSNOVNI PODATKI ŠČITENEGA OBJEKTA

Objekt zaščite si horizontalne in vertikalne betonske površine 3., 4. in 5. veza pomola v luki Koper. V sklopu sanacije je predvidena rekonstrukcija kinete za vodovod, električne kable nizke napetosti in TK kable, ki poteka vzdolž 2., 3., 4. in 5. veza.

Projekt zajema naslednje posege sanacije betonskih površin pomola:

- Sanacija horizontalne betonske površine 3., 4. in 5. veza dolžine 412 m', skupne površine 800 m².
- Sanacija vertikalne betonske površine 3., 4. in 5. veza dolžine 417 m', skupne površine 834m².

V projektu so predvideni naslednji posegi sanacije kinete:

- Izvedba pokrivne plošče kinete na vezu "2" s površino 180 m²,
- Izvedba pokrivne plošče kinete na vezu "3", "4" in "5", 430 m²,
- Izvedba 17 revizijskih jaškov za vodovodne priključke za ladje in požarne hidrante v obstoječi kineti,
- Izvedba nadomestnega vodovoda iz PE cevi DN125 skupne dolžine 577 m'.
- Izvedba 2 kabelskih polic za vodenje nizkonapetostnih in TK vodov.

Pokrivne plošča kinete se izvedejo kot monolitna plošča debeline 40 cm, pri čemer kot opažna plošča služi predfabricirana AB plošča debeline 4-6 cm, položena na predhodno pripravljeno podlago.

Da bi preprečili udor morske vode v kineto je predvideno, da se obstoječe drenažne cevke zatesnijo.

Rekonstrukcija kinete predvideva rezanje in odstranjevanje pokrivne plošče kinete, potem dodatno rezanje ležišča za nove pokrivne plošče.

Na območju kinete se vgradi 17 "revizijskih jaškov", ki omogočajo izvedbo priključkov na obstoječi vodovod ter vgradnjo 10 požarnih hidrantov in 5 priključkov za sanitarno vodo za ladje. Odstranitev betona se izvaja z vodnim curkom pod visokim pritiskom od 1000 do 1500 bar, oziroma mehansko s pnevmatskimi kladivi. Obstoječi vodovodni priključki in hidranti so pozicionirani ob bitvah. Novi hidranti in vodovodni priključki so zamaknjeni od bitev, tako, da štemanje kinete ne vpliva na nosilnost sider bitev.

Minimalni zamik jaškov od mesta bitev je 3,5 m', povprečen pa 5,0 m'. V dnu kinete ob vodovodnih priključkih in požarnih hidrantih se izvede kineta za električne kable dim 39x14 cm'. Kineta je pokrita z PVC rešetkami dim 43x43 cm'. V dnu kinete za električne kable, pod vstopnim oknom se izseka poglobitev za črpanje dim 40x50 cm z globino 22 cm'. Poglobitev omogoča prečrpavanje vode iz kinete (praznjenje vodovoda, puščanje vodovoda, precejne vode...).

4.00 PREDMERITVE IN DOLOČITEV SISTEMA KATODNE ZAŠČITE

4.10 PREDMERITVE IN PODATKI O MEDIJU

Predhodno so se izvedle vse meritve potrebne za določitev ter dimenzioniranje sistema katodne zaščite. Upoštevali so se tudi vsi podatki sistemov zaščit na tem področju. Merilni rezultati so uporabljeni pri izračunih in niso ločeno prikazani v načrtu. Iz spodnjih preglednic so razvidne nekatere karakteristike okolja, v katerem se objekt nahaja in so bistvene za izračun zaščite.

BETON

Specifična upornost vzorec 1	456 Ω m
Specifična upornost vzorec 2	432 Ω m
Specifična upornost vzorec 3	512 Ω m

Opozorilo: Karakteristike betona mora izvajalec del katodne zaščite pred izvedbo ponovno izmeriti in upoštevati morebitna odstopanja v vrednostih.

4.20 DOLOČITEV SISTEMA KATODNE ZAŠČITE

Obravnavani objekt zaščite je kovinska armatura Veza 3,4 in 5 v Luki Koper. Pri določevanju tehnične rešitve se, poleg ostalih referenčnih dokumentov, v prvi vrsti upoštevajo standardi SIST EN ISO 12696:2010, SIST EN 13509:2003 in SIST EN 12954:2003.

Z upoštevanjem razpoložljivega prostora, tokovne oddaje, življenjske dobe, interference ter specifične upornosti okolja je za zagotavljanje tokovne gostote in potrebne za zaščito betonske armature izpostavljene plimovanju izbrana tračna miks-metal-oksidi anodna mreža na titanovem jedru. Za zaščito obravnavane strukture je predvideno anodna mreža po sistemu lokalne tokovne distribucije, tako da znaša predvidena maksimalna oddaja toka lokalnih anod celotnega območja 31 A. Anodna mreža lokalne anode se do naprave katodne zaščite navezuje s tokovnimi distributorji, ki so vgrajeni v beton z anodno mrežo in potekajo v betonu pod novim slojem betona sanacije. Vse kabelske povezave anodnega dela tokokroga se posamično navezujejo po kabelskih lestvah in zaključijo v priključno merilni omari (PMO), ob napravi katodne zaščite. V omari je predvidena meritev, prevezava in regulacija anodnega tokokroga.

Za katodno mrežo armature sanirane površine je predvidena galvansko povezana armatura betona. Galvanska povezava armature je obdelana v projektu. Katodna mreža je povezana s katodnimi vodniki, ki se prav tako navezujejo posamezno po kabelskih lestvah do PMO, kjer je možna prevezava, regulacija ter merjenje. Katodni priključki so predvideni po situacijskem načrtu katodne zaščite. Stalna merilna mesta (SMM) se izvede po situacijskem načrtu z vgradnjo referenčnih elektrod in merilnih kuponov. Merilni kabli SMM izpostavljenega betona so speljani do omare PMO. Stalna merilna mesta omogočajo kontrolo učinkovitosti zaščitnega sistema.

Za objekt zaščite sta predvideni dve usmerniški napravi US-100 MK, ki sta locirani v neposredni bližini obstoječih stikalnih blokov SB 3,4,5 V in SB – F5. Za kontrolo delovanja sistema je predviden daljinski nadzorni telemetrični sistem. Z izračuni, v nadaljevanju, je potrjena pravilna izbira anodnega sistema, kablov ter ostale opreme.

Zaščitni kriteriji

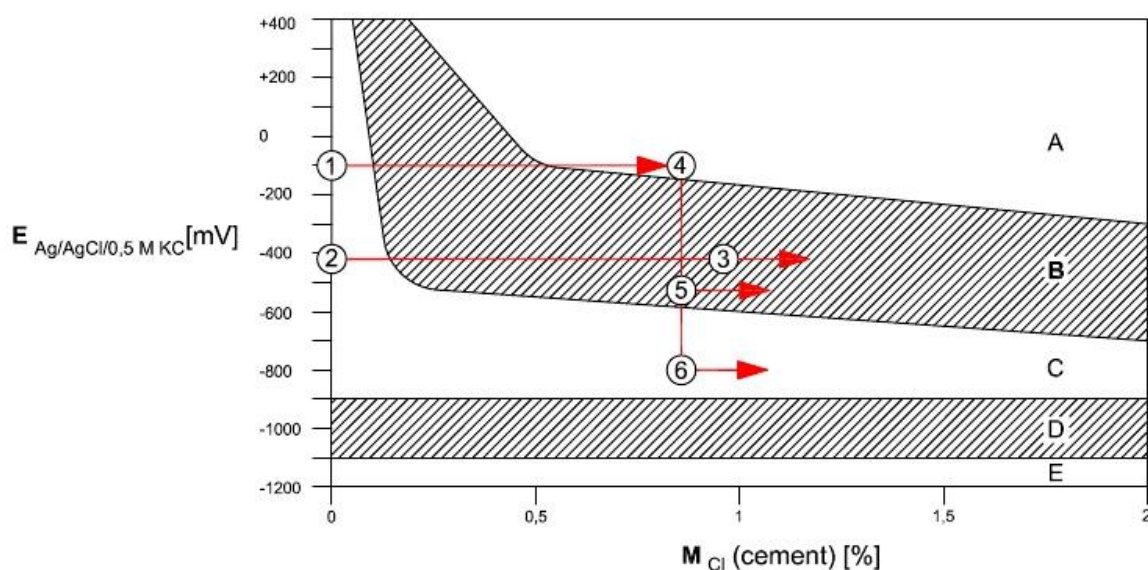
Zaščitni kriterij za armirano betonske konstrukcije je razdelan v ISO/DIS EN 12696 in se uporabi povsod tam, kjer je to mogoče. Merilne tehnike se morajo izvajati skladno s SIST EN 13509:2003 Merilne tehnike v katodni zaščiti. Opraviti jih mora osebje, ki je pravilno usposobljeno in zadošča zahtevam iz standarda za stopnje usposobljenosti in certifikacija osebja za katodno zaščito SIST EN 15257:2007.

Pod nobenim pogojem ne sme priti do polarizacije železa, na stiku med železom in betonom, ki bi bil nižji od - 1100mV z referenco Ag/AgCl/0,5 M KCl za armaturo ali nižji od - 900 mV z referenco Ag/AgCl/0,5 M KCl za prenapete kovinske konstrukcije.

Kriterij zaščite za kovinske konstrukcije je dosežen v primeru da:

- Je izmerjeni polariziran potencial po metodi »instant off« meritev potenciala bolj negativna od -720 mV z referenco Ag/AgCl/0,5 M KCl
- Je izmerjena degradacija polarizacije potenciala po metodi »degradacije potenciala« v obdobju krajšem kot 24h enaka ali večja od 100 mV.
- Je izmerjena degradacija polarizacije potenciala po metodi »degradacije potenciala« v obdobju daljšem kot 24h in z razvidnim kontinuirano depolarizacijo enaka ali večja od 150 mV. Za meritev je potrebno uporabiti referenčno elektrodo in ne senzorjev potencialne degradacije.

Tabela: Grafični prikaz zaščitnih parametrov med obratovanjem sistema katodne zaščite glede na dosežen potencial in koncentracijo kontaminacije s kloridi



4.30 KONSTRUKCIJSKI UKREPI NA OBJEKTU

Za izvedbo katodne zaščite je na objektu predvidena izvedba povezovalne kableske instalacije, izvedene v kineti do priključno merilnih omar katodne zaščite PMO1 in PMO2. Katodna mreža se vzpostavi z izvedbo galvanskih stikov armaturne mreže posameznih vezov. Mreža je vzpostavljena v betonski armaturi in je razvidna iz načrta katodne mreže (L-4). Anodna mreža se nahaja v neposredni bližini katodne mreže in deluje po principu lokalne anode. Za povezavo anodnih in katodnih tokokrogov se pri stikalnem bloku SB 3,4,5 V in SB – F5 predvidi kableska kanalizacija 6 x fi 110 do priključnih polj PMO. Kableska kanalizacija poteka od stene stikalnega bloka v kineto kjer so postavljene kableske lestve.

4.31 KATODNA MREŽA

Za vzpostavitev električne prevodnosti železne armature celotnega objekta zaščite se izvede katodna mreža, ki galvansko povezuje kovinske dele armature. Galvanske stike se izvede z varjenjem kovinske prevodne palice na vsak posamičen del zgornjega sloja armature na katero se vgradi zaščitni sloj betona . Galvansko povezanost je potrebno preveriti z meritvami. Varjenje katodne mreže je razvidno iz načrta katodne mreže (L-4).

4.32 ANODNA MREŽA

Anodna mreža se vgradi po vzpostavitvi katodne mreže. Lokalna anoda se montira z neprevodnimi distančniki 2 cm nad očiščeno armaturo med sanacijo. Posamezni trakovi lokalne anode se povežejo s tokovnimi distributorji istega materiala, ki se točkovno privarijo na vsako anodo. Anodna mreža nikakor ne sme priti v stik z železno armaturo objekta. Izvedbo je potrebno preveriti z meritvami po vsaki fazi vgradnje.

5.00 IZRAČUNI

5.10 IZRAČUN ZAŠČITNEGA TOKA

Tokovna gostota za armiranobetonske strukture se giblje med 2 mA/m² do 15 mA/m² in je premo sorazmerna s koncentracijo kloridov, ki prodrejo v beton.

Izračun potrebnega zaščitnega toka:

Skupna površina:

Objekt	Sanirana površina (m ²)
Horizontalna površina 3,4,5 Vez	800
Vertikalna površina 3,4,5 Vez	834
Pokrovi kinete 3,4,5 Vez	430
	2064

Razmerje površine betonske konstrukcije s površino vrhnje armature je 1:1

I_{tc}	zaščitni tok (A)
S_b	Površina ščitene konstrukcije (2064 m ²)
d_1	Gostota zaščitnega toka armirane betonske konstrukcije (15 mA/m ²)

$$I_{tc} = S_b \times d_1$$
$$I_{tc} = 30,96A$$

Maksimalen zaščitni tok znaša 30,96A

5.20 DOLOČITEV ANODNE MREŽE

Za izračun anodne mreže je izbran Tip I anode z miks metal oksid katalizatorjem in ASTM B 265 Titan, Razred 1 jedrom s kapaciteto 110 mA/m². Z upoštevanjem tokovne gostote 15 mA/m² se določijo anodne cone. Raster anodnih con se pridobi iz sledeče tabele.

MMO ASTM B 265 Titan, TIP I						
Razdalja (cm)	32	32	31	24	17	14
Tokovna gostota na m ² betona (mA/m ²)	5	10	15	20	25	30

Razdalja med anodnimi trakovi je 30 cm. Zaradi geometrije objekta se anodna mreža razdeli na posamezen vzdolžni ali tirni nosilec, ki je preko tokovnih distributorjev z vodniki povezan v napravo katodne zaščite.

5.21 DOLOČITEV DISTRIBUCIJE TOKA ZA ANODNO MREŽO

Za enakomerno razporeditev toka na anodno mrežo so izbrani tračni tokovni distributorji dimenzije 15 x 1 mm ASTM B 265 Titan, Razred 1. Glede na geometrijo cone anodne mreže se določi raster tokovnih distributorjev tako da padec napetosti v anodni mreži ne preseže 300 mV. Dolžina distributorja glede na geometrijo objekta ne preseže 3,4 m. Razdaljo med tokovnimi distributorji se pridobi iz sledeče tabele.

TOKOVNI DISTRIBUTOR 15 x 1 mm ASTM B 265 Titan,						
Razdalja (m) za 15mA/m ²	30	24	21	12	8	5
Dolžina tokovnega distributorja	2	4	6	8	10	12

Razdala med tokovnimi distributorji je 24 m. Razporeditev je razvidna iz načrta anodne mreže (L- 3)

5.30 IZRAČUN ELEKTRIČNE INSTALACIJE

5.31 NN NAPAJANJE ZA KATODNO ZAŠČITO

Priklop napajalnega kabla naprave katodne zaščite US-100-MK / 1 se izvede iz stikalnega bloka na steni označenega SB 3,4,5 pri prerezu KPP2 med tem ko se napajanje US-100-MK / 2 izvede iz stikalnega bloka na steni označenega SB F-5 pri prerezu KPP3. Kabelski razvod poteka po nadometni instalaciji iz stikalnih blokov direktno v nadometno omaro katodne zaščite. Na dovodni strani se vgradi varovalčni odklopnik 230V/16A. Elektro kabel je izračunan in definiran v sledeči tabeli.

Material	Cu (bakreni vodniki)
Napetost	230V AC (enofazni priklop)
Dolžina kabla	5 m
Kabel	NYJ – J 3x2,5 mm ²
Max. Padec napetosti	2 %
Izračunan padec napetosti	0,01%

5.32 DC TOKOKROGI KATODNE ZAŠČITE

Za izračun presekov električnih vodnikov so upoštevane dolžne in tokovne obremenitve posamične veje anodnih in katodnih tokokrogov. Razdalje in preseki kablov so razdeljeni v devet sekcij za optimalno razporeditev toka.

Material	Cu (bakreni vodniki)
Napetost	8V DC (istosmerna napetost)
Max. Padec napetosti	Diferenčnih 300 mV

Anodni tokokrogi:

Cona	Vodnik	Presek (mm ²)	Tok (mA)	Dolžina (m)	ΔU (mV)
1	TD 1	35	1722	206,4	284,3
	TD 2	35	1722	178,8	246,3
2	TD 3	25	1722	150	289,3
	TD 4	25	1722	121,2	233,8
3	TD 5	16	1722	92,4	278,4
	TD 6	10	1722	63,6	306,7
4	TD 7	6	1722	34,8	279,7
	TD 8	6	1722	36	289,3
5	TD 9	10	1722	62,4	300,9
	TD 10	16	1722	90	271,2
6	TD 11	25	1722	144	277,7
	TD 12	16	1722	112,8	339,9
7	TD 13	16	1722	84	253,1
	TD 14	10	1722	56,4	271,9
8	TD 15	6	1722	27,6	221,8
	TD 16	10	1722	45,6	219,9
	TD 17	10	1722	73,2	352,9
9	TD 18	16	1722	106,8	321,8

Katodni tokokrogi:

Cona	Vodnik	Presek (mm ²)	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec (mV)
1	K 1	35	1823	193,2	281,8
	K 2	25	1823	164,4	335,7
2	K 3	25	1823	134,4	274,4
	K 4	16	1823	106,8	340,7
3	K 5	16	1823	76,8	245,0
	K 6	10	1823	49,2	251,1
4	K 7	4	1823	21,6	275,6
	K 8	10	1823	48	245,0
5	K 9	16	1823	76,8	245,0
	K 10	16	1823	105,6	336,9
6	K 11	25	1823	128,4	262,2
	K 12	16	1823	98,4	313,9
7	K 13	10	1823	69,6	355,3
	K 14	6	1823	40,8	347,1
8	K 15	6	1823	31,2	265,4
	K 16	10	1823	60	306,3
9	K 17	16	1823	88,8	283,3

6.00 ELEMENTI SISTEMA KATODNE ZAŠČITE

6.10 NAPRAVA KATODNE ZAŠČITE

MODULARNI USMERNIK KATODNE ZAŠČITE US 100 MK

NAMEN IN UPORABA

V sistemih korozijske katodne zaščite so v uporabi različne usmerniške naprave. US 100 MK služi za korozijsko katodno zaščito kovinskih struktur po principu vsiljenega toka. Deluje kot izvor zaščitnega toka (žrtvovana anoda) ali prisilno odvaža istosmerne stresane tokove. Glede na zahtevane pogoje se naprava izdeluje v več močnostnih različicah od 1500 W do 4500 W.

IZVEDBA

Mehanska zasnova

US 100 MK je samostojna usmerniška enota – modul, vgrajena v kovinsko omarico. Kot sestavni del se šteje tudi vhodno izhodna zaščitna enota – priključno zaščitni modul, ki je lahko nameščena prosto pod usmerniško napravo ali vgrajena v kovinsko omarico. V njej je priključno polje s prenapetostno in pretokovno zaščito. Zaščitna omarica, kakor tudi ustrezna oprema, se dobavlja po naročilu. Usmernik je možno vgraditi v prostostoječo omaro za zunanjo montažo ali na steno v prostoru objekta.

Električna zasnova

Stikalni usmernik z modularno močnostno tehniko 1500W – 4500W, CE certifikat, izkoristek min. 86,5%, univerzalno napajanje in maksimalno valovitostjo 150 mVp-p. Prikazovalnik parametrov U, I, E_{on}, E_{off}, T ; galvansko ločeni vhodi in izhodi z priklopi za telemetrijo in krmiljenje hlajenja. Krmiljenje z omejitvijo toka, napetosti in regulacijo izhodne moči glede na polariziran potencial (optimizirana energetska poraba). Naprava mora biti izdelana za zagotovitev delovanja po SIST EN12473:2000, 13174:2003

Varnostna priporočila

Priključitev, vključitev in vzdrževanje je dovoljeno le strokovno usposobljenem osebju, ki mora biti seznanjeno s postopki v navodilih.

Varno delovanje brez napak je pogojeno z ustreznim transportom, skladiščenjem, montažo, priključitvijo in prav tako z delovanjem in vzdrževanjem.

Upoštevajo nas se sledeča opozorila:

Med montažo in pred testiranjem je potrebno upoštevati okoljske pogoje.

Paziti je potrebno, da v napravi ni tujih kovinskih delov.

Montaža in vzdrževanje mora izvajati oseba z ustrežno elektro izobrazbo. Ta oseba mora seznaniti operaterja z vsemi varnostnimi pogoji delovanja.

Naprava se ne sme uporabljati za druge namene, kot je narejena.

Naprava se sme samovoljno vgrajevati, le kot je predvideno.

Naprava ne sme biti vgrajena drugače, kot v delovni legi. Drugačna lega mora biti potrjena od proizvajalca.

Pred vsako novo vključitvijo v obratovanje (popravilo, vzdrževanje), pooblaščen osebje preveri vse zaščite in izvede tudi vse kontrolne postopke.

Pri vsaki napravi je potrebno veliko pozornost posvetiti požarni in eksplozijski nevarnosti, predvsem v okoljih, kjer so prisotni vnetljivi plini ali tekočine, kakor tudi vnetljivi prah.

Vsi posegi v napravo morajo biti izvedeni pri izključitvi mrežne napetosti, z izjemo električnih meritev. Te posege morajo izvajati pooblaščen osebje z ustreznimi izoliranimi merilnimi instrumenti.

Ni dovoljeno delovanje naprave v okoljih, ki ne zagotavljajo varnost.

Naprava vsebuje kapacitivne in induktivne elemente, zato je potrebno biti pri rokovanju zelo pazljiv in previden.

Ob vzdrževanju ali popravilih je potrebno paziti, da so kondenzatorski elementi spraznjeni.

Postopek v primeru nevarnosti

- Izključi mrežno napetost.
- Pogasi eventuelni požar z gasilnim aparatom.
- Pod nobenimi pogoji ne uporabljaj vode.
- V primeru nesreče – poškodba z električnim tokom – nadaljuj s predpisanim postopkom.
- Nadaljnji postopek skladno z navodili.

Vzdrževanje

Naprava ne zahteva posebnega preventivnega vzdrževanja. Za povečanje varnosti delovanja je priporočeno upoštevanje naslednjih ukrepov:

Splošna kontrola

- Mesečni vizualni rutinski pregled vseh elementov katodne zaščite:
- Pregled instalacije
- Pregled pravilnega položaja varovalk (vključeno/1)
- Pregled funkcionalnosti prenapetostne zaščite (rdeč čep zunaj-nefunkcionalna zaščita, potrebna zamenjava modula)
- Pregled usmerniške naprave z vpisom vrednosti U_{izh} , I_p , E_r
- Pregled merilnih mest
- Odstranitev nečistoče z elementov naprave

V primeru večjih odstopanj od predhodnih podatkov je potrebno nepravilnost odstraniti, v kolikor pa to ni mogoče, poklicati pooblaščenega vzdrževalca ali izvajalca zaščitnega sistema.

6.20 PRIKLJUČNO MERILNA OMARA

Za zaključitev kablov ter povezavo z usmerniško napravo je predvideno priključno merilno mesto. Izvedeno v zidni montažni omari. V omari so nameščene priključne sponke z ustreznimi oznakami. Merilno mesto je potrebno označiti z ustrežno oznako, ki se mora ujemati z oznako v dokumentaciji. Na notranjo stran omarice je nameščena vezalna shema. Oznaka omarice je US-100 MK / 1 in US-100 MK / 2.

6.30 TRAČNI ANODNI SISTEM

Mreža tračne anode je sestavljena iz MMO trakovi tipa 1 dim. (š) $25.4 \pm 0.5\text{mm}$, (g) $0.9 \pm 0.1\text{ mm}$ ter Titanovih tokovnih distributorjev. Po izračunanemu rastru se anodne in napajalne trakove namesti na armaturo sanirane površine z odmikom 22 mm z neprevodnimi distančniki. Razmiki med posameznimi trakovi so podani v izračunu ter shematskem načrtu. Vsaka križanja se izvedejo s točkovnim varjenjem. Skladno z načrtom in izračunom, se izvedejo kabelski priključki na anodo in kabli se speljejo po kabelskih lestvah do priključno merilnega mesta, ki se nahaja pri napravi katodne zaščite. Pri izvedbi je potrebno paziti, da v nikakršnem primeru ne pride do galvanskega stika anode z armaturo oz. katero koli kovinsko strukturo. Na mestih kjer so kovinske konstrukcije se anodno mrežo prekine najmanj 15 cm pred kovinsko strukturo. Potrebno je izvajati sproti nadzor in izvajati ustrezne meritve. Raster polaganja je razviden iz načrta L-3.

6.40 KATODNI PRIKLJUČEK

Katodni priključek se izvede na izvod armaturnega železa. Armaturna palica se očisti do korozijske nepoškodovanosti v dolžini 10 cm. Priključek napajalnega kabla se izvede s Cadweld varjenjem tipa, CA15PLUS ali CA25PLUS, na mestih označenih na situacijskem načrtu L-1, merilni kabel stalnega merilnega mesta se privari po istem postopku. Spoj se zaščiti z dvokomponentno zalivno maso. Detajl priključka je razviden iz načrta L-5.

6.50 KABELSKI RAZVOD

Vsi elementi katodne zaščite so povezani s kablji tip NYY, HMWPE oz. RHH # 14 AWG, različnega preseka, odvisno od obremenitve in dolžine. Položeni v kabelske police, ki potekajo po kineti. Pri izvedbi nadometne instalacije je potrebno ves povezovalni material, ki posega v betonsko konstrukcijo tesniti z dvokomponentnim epoksi tesnilno maso. Vezava kablov je razvidna iz shematskega načrta L-2, medtem ko je trasa prikazana na načrtu L-1. Vsi kabli morajo imeti ustrezne ateste ter električno preizkušeni pred in po montaži.

Kabelski razvod vključuje sledeče kable:

RHH # 14 AWG	Merilni tokokrog
HMWPE 1 x 35 mm ²	Anodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 35 mm ²	Katodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 25 mm ²	Anodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 25 mm ²	Katodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 16 mm ²	Anodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 16 mm ²	Katodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 10 mm ²	Anodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 10 mm ²	Katodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 6 mm ²	Anodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 6 mm ²	Katodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 4 mm ²	Anodni povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 4 mm ²	Katodni povezovalni vodnik
NYY 3 x 2,5 mm ²	Napajanje katodne zaščite

Vsi elementi katodne zaščite so povezani s kablji tip HMWPE, le merilni tokokrogi so, zaradi točnosti merjenja, povezani s kablom RHH # 14 AWG. Kabli so različnega preseka, odvisno od obremenitve in dolžine. Pri polaganju je posebno potrebno paziti, da ne pride do poškodb izolacije.

Kabli morajo biti dovolj dolgi, da je možna manipulacija z njimi.

Vsi zaključki kablov na priključnih sponkah morajo biti označeni, da je omogočena lažja priključitev komponent ter izvajanje meritev.

6.60 STALNA MERILNA MESTA

Sistem korozijske katodne zaščite se kontrolira z ugotavljanjem električnega potenciala na merilnih mestih oz. merilnih točkah. V ta namen se vgradijo na kontrolnih točkah Ag-AgCl stacionarne referenčne elektrode proizvajalca BORIN oznake "STELTH 6". Dimenzije in karakteristike elektrode so razvidne iz podatkovnega lista L-7. Merilni kabli so vpeljani preko povezovalno razvodnih spojk do priključno merilnega mesta (PMO), kjer je možno ugotavljati učinkovitost zaščitnega sistema. Za celoten objekt je predvidenih osemnajst (18) referenčnih elektrod. Referenčne elektrode so definirane v EN 12473:1999. Referenčne elektrode je potrebno kalibrirati, direktno ali posredno, skladno z predpisanimi intervali. Kalibriranje se izvede proti nasičeni Kalomelni referenčni elektrodi. Za stalne elektrode, ki jih ni moč od instalirati, se kalibracija izvede s prenosno elektrodo, ki se jo postavi v neposredno bližino elektrode, ki se jo kalibrira. V neposredni bližini referenčne elektrode se vgradijo tudi merilni kuponi za ugotavljanje polarizacije in tokovne gostote.

6.70 REFERENČNE ELEKTRODE

Sistem katodne zaščite je kontroliran z ugotavljanjem električnega potenciala na merilnih mestih oz. merilnih točkah, skladno z meritvami po SIST EN 13509:2003. Za precizno merjenje in krmiljenje oz. indikacijo, so predvidene Ag-AgCl stacionarne referenčne elektrode proizvajalca BORIN oznake "STELTH 6". Referenčna elektroda se vgradi v isti material kot ščiteni objekt. Umestitev referenčnih elektrod je prikazana v situacijskem načrtu L-1.

7.00 REDOSLED GRADNJE

Za zagotovitev dinamičnega poteka rekonstrukcije, se nujni elementi katodne zaščite vgrajujejo med fazami gradbene sanacije posameznega dela Veza 3,4 in 5. Izvedba kabelskih razvodov je predvidena po zaključenih grobih delih sanacije betona.

FAZNOST IZVEDBE VEZ 3 in 4:

1. Vertikalno rezanje betona - odprtine, širine 80cm nad kineto, globina rezanja 42cm in 9cm
2. Horizontalno rezanje betona v globino 40cm na višini 36cm od kote terena na desni strani kinete ter globine 20cm na levi strani na višini 36cm od kote terena
3. Odstranjevanje poškodovanega betona na čelni in zgornji površini obale s poglobitvijo na zgornjem robu, globine do 100mm z vodnim curkom do 2000 barov
4. Rušitev betona v deb. 10cm, odstranitev nasipa v jašku za žerjavno progo, naknadno zalitje odprtine z betonom C16/20
5. Vertikalni odrez asfalta v širini 35-40 cm od betonskega roba obale, z izkopom do globine 45 cm ter zapolnitvijo luknje s pustim betonom do planuma asfalta. Med beton obale in pusti beton se vstavi plošč debeline 2 cm.
6. Izvede se razširitev v steno napram železniškemu tiru povprečne deb. 20cm
7. Izvede se razširitev v steno napram obalni strani povprečne deb. 25cm
8. Ureditev inštalacij v kineti
9. Na stiku novega in obstoječega betona se položi nabrekli tesnilni trak
10. Izvede se monolitna AB plošča v deb. 35cm s sidranjem v obst. konstr.
11. Varjenje katodne mreže armature AB plošče in priprava katodne povezave z armaturo vertikalne in horizontalne površine
12. Montaža anodne mreže na izpostavljeno armaturo AB plošče in priprava povezave anodne mreže na anodno mrežo vertikalne in horizontalne površine.
13. Vgradnja merilne opreme na izpostavljeno armaturo AB plošče
14. Stik na desni strani se zalije s trajno elastičnim kitom
15. Odstranjevanje poškodovanega betona na čelni in zgornji površini obale s poglobitvijo na zgornjem robu, globine do 100mm z vodnim curkom do 2000 barov
16. Varjenje katodne mreže armature in izvedba katodnih priključkov v kineto
17. Montaža anodne mreže na izpostavljeno armaturo in izvedba anodnih priključkov v kineto
18. Vgradnja merilne opreme na izpostavljeno armaturo
19. Sanacija vertikalne površine obale z vogalom
20. Sanacija zgornje horizontalne površine

FAZNOST IZVEDBE VEZ 5:

1. Vertikalno rezanje betona - odprtine, širine 80cm nad kineto, globina rezanje 45cm
2. Horizontalno rezanje betona na desni strani v globino 25cm in rušenje (štemanje) betona, višine 40cm, širine 40cm, ohraniti armaturo
3. Horizontalno rezanje betona na levi strani v globino 10cm in rušenje (štemanje) betona, višine 40cm, širine 20cm, ohraniti armaturo
4. Na stiku asfalta in betona se zareže in poruši asfalt in spodnji sloji v širini 15cm do globine za izvedbo nove plošče
5. Rušitev betona v deb. 10cm, odstranitev nasipa v jašku za žerjavno progo, naknadno zalitje odprtine z betonom C16/20
6. Rušenje betona v deb. 10 cm za sanacijo površine
7. Ureditev inštalacij v kineti
8. Na stiku novega in obstoječega betona se položi nabrekli tesnilni trak
9. Izvede se monolitna AB plošča v deb. 35cm s sidranjem v obst. konstr., kot opaž je položen betonski plošč deb. 5cm
10. Varjenje katodne mreže armature AB plošče in priprava katodne povezave z armaturo vertikalne in horizontalne površine
11. Montaža anodne mreže na izpostavljeno armaturo AB plošče in priprava povezave anodne mreže na anodno mrežo vertikalne in horizontalne površine.
12. Vgradnja merilne opreme na izpostavljeno armaturo AB plošče
13. Na desni strani posega se vrne sloje v prejšnje stanje (asfalt) z izvedbo bitumenske rege in dilatacijo - stiropor 2cm
14. Odstranjevanje kontaminiranega betona na čelni in zgornji površini obale s poglobitvijo na zgornjem robu, globine do 100mm z vodnim curkom do 2000 barov
15. Varjenje katodne mreže armature in izvedba katodnih priključkov v kineto
16. Montaža anodne mreže na izpostavljeno armaturo in izvedba anodnih priključkov v kineto
17. Vgradnja merilne opreme na izpostavljeno armaturo
18. Sanacija vertikalne površine obale z vogalom
19. Sanacija zgornje horizontalne površine

8.00 INTERFERENCA

Sistem korozijske katodne zaščite ne sme vplivati na druge naprave.

Možne motnje na ščitnem objektu, so odvisne od obsega strukture, možnih tokovnih izvorov ali bližnjih drugih katodno zaščitnih sistemov. Škodljivi vplivi in motnje enosmernih sistemov so obrazložene v EN 50162.

Jakost motnje na tuje strukture, zaradi katodno ščitnih sistemov, je v glavnem odvisna od velikosti zaščitnega toka in razdalje med anodo in tujo instalacijo.

Za zmanjšanje tveganja motnje na tujo instalacijo naj se upošteva naslednje:

- a) izhodna napetost usmernika in anodni tok naj bo čim manjši
- b) razdalja med anodo in ščitenim objektom naj bo čim večja

Navedeni ukrepi obravnavajo le anodni del zaščitnega sistema. Prav tako lahko pride do škodljivega vpliva na tujo instalacijo, v kolikor se ta nahaja blizu področij gole ščitene površine (poškodbe izolacije), kjer se lahko pojavi škodljiva napetost.

Za preprečitev nastanka škodljivega vpliva na tuje instalacije, v bližini gole katodno ščitene površine, se uporabi ukrepe po EN 50162.

Za preprečitev škodljivega vpliva, je potrebno vse tuje vkopane kovinske instalacije odmakniti od vplivnega področja anod. Posebna pozornost je potrebna pri izvedbi ozemljitvenega sistema.

9.00 OZNAKE

Za potrebe evidence ter varnostnih vzrokov je potrebno ustrezne elemente katodne zaščite označiti.

Ovisno od vrste strukture in mesta instalacije morajo oznake:

- a) vsebovati opozorilne simbole (nevarnost napetost)
- b) vsebovati oznake ogroženega področja
- c) opis ukrepov v primeru napake
- d) ime lastnika instalacije
- e) opozorilo o nepretrganem delovanju, razen kadar gre za popravila ali vzdrževalna dela
- f) električne sheme

Vsi kabli v merilnih mestih morajo biti jasno razpoznavni.

10.00 VARNOSTNI UKREPI ZA SISTEME Z VSILJENIM TOKOM

V zvezi s tem je potrebno upoštevati vse predpise, ki regulirajo varnost ljudi in naprav.

Poleg tega je potrebno biti seznanjen tudi s sledečimi splošnimi informacijami:

- Kljub temu, da se uporabi stopenjski transformator z dvojno izolacijo, mora biti naprava opremljena z zaščitnimi elementi za primer napake na AC ali DC izhodu
- Upoštevana mora ustrezna maksimalna napetost in maksimalna tokovna gostota
- IEC/TR2 60479-1, IEC/TR2 60479-2, IEC/TR2 60479-3 obravnavajo dovoljene tokove skozi telo
- Z upoštevanjem najvišjega dovoljenega toka skozi telo 40 mA, je maksimalna varna DC napetost 30V.
- Sistem katodne zaščite naj se izključi, v kolikor potekajo dela na objektu.
- Detajlni pregled anod naj se izvaja pri izključeni katodni zaščiti.

11.00 DALJINSKI NADZOR DELOVANJA

Pogoj za uspešnost delovanja zaščitnega sistema, je redna kontrola delovanja naprav, vključno s periodičnimi meritvami. Kljub redni kontroli, ni možno zagotoviti neprekinjeno delovanje oz. takojšnje ukrepanje v primeru napake zaščitnega sistema. Telemetrični nadzorni sistem omogoča poleg takojšnje indikacije napake, tudi izvedbo meritev v daljšem časovnem obdobju, evidentiranje nenormalnih stanj, shranjevanje ter grafično in statistično obdelavo podatkov ter mnogo drugih funkcij, ki so potrebne za učinkovitost zaščitnega sistema. Potrebno je opozoriti, da je uspešna korozijska zaščita možna le z efektivnim nadzorom. Z instalacijo nadzornega sistema se verjetnost korozijskih poškodb zmanjša na minimum, s tem pa poveča varnost ljudi, izključi ekološko onesnaževanje ter ohranja vrednost objekta.

Nadzorni sistem

Monitoring sistem sestavljajo nadzorni center ter periferne enote – merilna mesta.

Nadzorni center – WinTrans

Celotna kontrola oz. upravljanje senzorjev je pogojena z WinTrans softwarom. Vse operacije brezžičnega monitoringa, kot merilna področja, merilni časi, radijski prenos ali vključitveni ciklusi, so upravljani iz nadzornega centra in prenesena na brezžične senzorje kontrolnih merilnih točk. Obširen in vsestranski ter razumljiv program, z močno podatkovno bazo, zadošča vsem zahtevam celotnega zaščitnega sistema.

Periferna enota – MiniTrans

Enota je razvita za avtomatizirani brezžični nadzor sistema katodne zaščite, torej prenos podatkov, kot je to potencial ščitnega objekta, napetost, zaščitni tok usmerniške naprave in mnogo drugih, ki omogočajo spremljanje delovanja in učinkovitost sistema. Nizkoenergijski hardware in najnovejša GSM radio tehnologija omogoča delovanje senzorja do treh let brez menjave baterij. Z upoštevanjem nove GSM tarifne strukture in inteligentne prenosne tehnologije GSM omrežja je strošek prenosa minimalen.

Zasnova senzorja je taka, da omogoča enostavno instaliranje in to z minimalnimi stroški. Antenska kombinacija je specialno skonstruirana, tako da sprejema DCF-77 radijski čas ter mobilno telefonijo. Priklučitev je enostavna

in zahteva le priključitev, skladno z načrtom oz. glede na zahtevane parametre. Enota deluje tudi kot večkanalni Data Logger, ki je nastavljiv na samem mestu ali preko nadzornega centra.

Sistem zaščite je zanesljiv takrat, kadar je na njem ni napak oz. so le te odpravljene v najkrajšem možnem času. Nadzorni sistem nam takoj sporoči napako ali nepravilno delovanje usmerniške naprave, kar pomeni kratek odzivni čas popravila.

MiniTrans senzorji uporabljajo komunikacijo SMS sporočil, kar omogoča uporabo katerega koli mobilnega telefona. S SMS sporočili je možno aktivirati drugačen režim delovanja senzorja.

Sistem lahko deluje lokalno, preko državnih meja, iz treh ali več nadzornih centrov ali preko kateregakoli mobilnega telefona. Sistem je zanesljiv, zaščiten proti vdoru in varen.

Z uvedbo daljinskega nadzora delovanja, se zmanjšajo stroški kontrole, omogoči sprotno odpravljanje napak, s tem pa zmanjša stroške zamenjave poškodovane opreme (anod). Pogostost funkcijske kontrole ter strukturnih meritev se zmanjša na tri leta.

12.00 PREVERJANJE IZVEDBE

Vse vkopane dele, vključno s priključki, je potrebno pred zasipavanjem preveriti.

Vsa odstopanja v izvedbi je potrebno opravičiti in odobriti ter jih kasneje vnesti v izvedbeno dokumentacijo.

Kontrola naj obsega:

- a) instalacija usmerniške naprave
- b) instalacija anodnega ležišča
- c) polaganje kablov, kabelski priključki, kabelske oznake, kabelska kanalizacija
- d) instalacija stalnih merilnih mest

13.00 IZVRŠILNA DOKUMENTACIJA

Potrebno je narediti električno shemo, na kateri je razviden sistem katodne zaščite, ščitena struktura z vsemi glavnimi deli, lokacijo in tip anodnih ležišč, napajalne naprave, kontrolne postaje in izolirni bloki, vključno z bližnjimi tujimi instalacijami.

14.00 PREGLED IN VKLJUČITEV ZAŠČITNEGA SISTEMA

Predhodna kontrola

Preden se zaščitni sistem vključi v obratovanje, je potrebno preveriti, če je izvedba skladna z načrtom.

Posebno pozornost je potrebno posvetiti kabelskim priključkom, varnostnim meritvam (zaščita proti dotiku, strel vodna zaščita, eksplozijska varnost).

Preveriti je potrebno DC priključke usmerniške naprave, če imajo pravilno polariteto.

Izvesti se morajo naslednje meritve in zapiske primerjati z zahtevam načrta.

- a) Meritev upornosti
 - ponikalno upornost anodne mreže
 - upornost med ščiteno strukturo in anodno mrežo
 - upornost med ščitenim objektom in tujimi strukturami
- b) Meritev potenciala
 - Prosti potencial E_n strukture na vseh merilnih točkah
 - Interferenca možnih stresnih tokov
 - Tuje bližnje strukture
 - Potencialna razlika med ščitenim objektom in tujo strukturo

Vključitev v obratovanje

Zaščitni sistem se vključi, nastavi izračunani zaščitni tok in preveri pravilnost delovanja. Po polarizacijski dobi, 14 dni, se izvedejo ustrezne meritve.

Upošteva se naslednji vrstni red postopkov:

- a) Vklopi se usmerniška naprava in preveri funkcijsko delovanje
- b) Izvede se nastavitve toka, kot je predvideno. V kolikor so odstopanja večja, jih je potrebno raziskati in napake odpraviti.
- c) Nato se izvedejo naslednje meritve:
 - Izhodna napetost
 - Zaščitni tok
 - $E_{on/off}$ na katodnem priključku
 - $E_{on/off}$ na kritičnih lokacijah
 - Meritev potenciala na tujih strukturah
- d) Preveri se vpliv stresnih tokov na ščiteni objekt ter na tuje strukture
- e) Ugotovi se stopnjo interference na tuje strukture ob vključenem zaščiti

Potrditev učinkovitosti katodne zaščite

Po ustreznem času se izvedejo meritve učinkovitosti zaščitnega sistema.

Določitev merilnih točk

Na koncu pregleda se določi tudi ustrezne merilne točke za bodoče meritve.

Dokumenti pregledov

Po uspešnem pregledu sistema katodne zaščite se pripravi:

- a) izvedbeni načrti instalacije, vključno s tujimi strukturami, na katere sistem vpliva
- b) načrti sistema, izvedbeni načrti, z vsemi detajli
- c) rezultate testov interference na bližnjih strukturah
- d) detajle delovanja naprav, nastavitve in rezultati merjenj pred in po pregledu
- e) skupek vseh dokumentov o opremi in materialih

Končni podatki so osnova za sistem, za kasnejšo kontrolo in morajo biti shranjeni na objektu oz. pri lastniku.

15.00 KONTROLA

Kontrola in vzdrževanje sistema katodne zaščite zagotavlja objektu dolgo življenjsko dobo. V ta namen je potrebno izvajati meritve potenciala ščitene strukture, skladne z navodili za vzdrževanje.

Pregled sistema se vrši skladno z navodili, ki jih potrdi lastnik objekta.

Postopek mora temeljiti na izkušnjah in novih tehnologijah.

Instrumenti morajo biti brezhibni, redno justirani in kontrolirani.

Nadzor delovanja

Nadzor delovanja zaščitnega sistema se običajno deli na dva področja, funkcijska kontrola naprav ter meritve na objektu.

Meritve in vse ostale ugotovitve morajo biti zabeležene in arhivirane.

Pridobljene rezultate je potrebno analizirati s strokovnjaki za katodno zaščito, ki imajo ustrezno teoretično strokovno znanje in certifikat o usposobljenosti.

V kolikor se pojavijo nepravilnosti, jih je potrebno raziskati, najti vzroke ter odpraviti.

Nadzor delovanja vključuje:

- stalno vgrajene referenčne elektrode.
Referenčne elektrode morajo biti vgrajene na vseh globinah vkopa strukture tako, da so zavarovane in v bližini merjene strukture. Referenčne elektrode morajo biti električno izolirane od strukture in priključene na sistem prenosa podatkov.

- Kabelska kanalizacija in kablji
Vsa priključna oprema mora biti izvedena skladno z načrti. Vodi za kable morajo biti dimenzionirani ustrezno, zadostno število in dimenzije. Pritrjevanje kablov mora biti izvedeno z nerjavečimi pritrdilnimi elementi ter ustrezati obremenitvi.
- Priključne omarice
Število omaric mora biti ustrezno. Pritrditev ter uvod kablov mora ustrezati okolju, v katerem se nahajajo. Izvedena mora biti kabelska povezava med nadzorovanimi anodami, referenčnimi elektrodami in sistemom za prenos podatkov.
- Daljinski nadzorni sistem omogoča prenos podatkov brez kabelske povezave. Izbira števila in vrste podatkov, ki se bodo prenašali je odvisno od velikosti objekta ter od vrste nadzornega sistema

Funkcijska kontrola naprav

Redna kontrola obsega vizualni pregled usmerniške naprave, odčitavanje indikatorjev, dostopnost merilnih mest, priključkov.

Strukturne meritve

Učinkovitost katodne zaščite se doseže z primerjavo merilnih rezultatov z referenčnimi.

Potrebne so sledeče meritve:

- izhodna napetost na usmerniški napravi
- izhodni zaščitni tok
- on/off potencial na merilnih mestih
- on/off potencial in pretok toka od ali na tujo instalacijo
- možne AC ali DC interference

Pogostost pregledov

Naprava	Pogostost in oblika pregleda
Naprava zaščite za vsiljen tok	Vsak mesec
Priključki na tuje strukture	Letno
Zaščitne in varnostne naprave	Letno
Stalna merilna mesta	Letno

V kolikor pogoji delovanja zahtevajo večjo pozornost (področje nevarnosti, možnost prenapetosti, stresni tokovi), se lahko pogostost pregleda poveča.

V kolikor je zaščitni sistem kontroliran z daljinskim nadzorom, ki omogoča spremljanje spremembe zaščitnega toka ali napak na napravah, zgornja tabela ni umestna.

Pogostost strukturnih meritev

Učinkovitost katodne zaščite se mora preverjati, v primeru sprememb na ščiteni strukturi ali okolju, v katerem se nahaja.

Čas med dvema ugotavljanjem učinkovitosti zaščite je eno leto, vendar se lahko skrajša ali podaljša, odvisno od tipa, lokacije in posledic izlita.

Za določitev pogostosti se uporabi tabele, vendar čas med kontrolo ne sme prekoračiti 3 leta.

Interval kontrole se lahko zmanjša, če tako narekujejo nacionalni predpisi.

Izbira faktorjev pomembnosti

Pogoji	Stopnja pomembnosti		
	nizka	srednja	visoka
Kompleksnost katodne zaščite	0	3	6
Nepopolnost izolacije	0	2	4
Vpliv okolja - interferenca	0	2	4
Možnost poškodb strele ali mehanske vplivov	0	1	2
Tveganja za osebje, onesnaževanje okolja, uničevanje zaradi izlita	0	3	6

Skupna stopnja	Pogostost pregleda
9 - 22	1 leto
5 - 8	2 leti
0 - 4	3 leta

Poročilo o pregledu

Rezultate pregleda je potrebno zabeležiti in oceniti. Poročila je potrebno hraniti in služijo za primerjalne analize, pri reševanju neskladij z normalnim delovanjem zaščite.

Vsi ti dokumenti se morajo hraniti toliko časa, kot je življenjska doba ščitene objekta.

16.00 VZDRŽEVANJE

Naprave katodne zaščite

Opravljeni se mora rutinski pregled, kateri omogoča neprekinjeno delovanje zaščitnega sistema.

Usmerniška naprava naj se vzdržuje skladno z navodili proizvajalca.

Vzdrževalna dela na napravi se prav tako opravijo nujno, med ali takoj po, funkcijskem preskusu ali strukturnih meritev.

Instrumentizacija naj bo v dobrem stanju in naj se periodično kalibrira in preverja.

17.00 POPIS DEL IN OPREME

A.	Katodna zaščita		
	Za vse postavke velja, da je v ceni upoštevana dobava, usklajevanje z naročnikom in ostalimi izvajalci, organiziranje, montaža in montažni material.		
Zap.št.	Opis postavk	EM	količina
A1.	Vez 7D		
1.	Dobava in montaža naprave za katodno zaščito, priključitev, nastavitve naprave in umerjanje. Parametri naprave: Stikalni usmernik z modularno močnostno tehniko 1500W – 4500W, CE certifikat, izkoristek min. 86,5%, univerzalno napajanje in maksimalno valovitostjo 150mVp-p. Prikazovalnik parametrov U,I,Eon,Eoff ,T; galvansko ločeni vhodi in izhodi z priklopi za telemetrijo in krmiljenje hlajenja. Krmiljenje z omejitvijo toka, napetosti in regulacijo izhodne moči glede na polariziran potencial.(optimizirana energetska poraba). Naprava mora biti izdelana za zagotovitev delovanja po SIST EN12473:2000, 13174:2003	kos	2
2.	Dobava in montaža nadometne zidne omare INOX barvano RAL 7035 dimenzije (ŠxVxG) 600x1000x250 vključno s priključno merilnim mestom z zbiralkami anodnih in katodnih tokokrogov, predvidenim prostorom za montažo telemetrije in opremo za priključitev aktivnih in pasivnih merilnih zank. Vključno z opremo za priklop NN napajanja	kos	2
3.	Izvedba elektro napajanja za napravo katodne zaščite v stikalni blok SB 3,4,5 V	kpl	1
4.	Izvedba elektro napajanja za napravo katodne zaščite v stikalni blok SB-F5	kpl	1
5.	Vodnik HMWPE 1x35mm ²	m	594
6.	Vodnik HMWPE 1x25mm ²	m	712
7.	Vodnik HMWPE 1x16mm ²	m	1142
8.	Vodnik HMWPE 1x10mm ²	m	564
9.	Vodnik HMWPE 1x6mm ²	m	185
10.	Vodnik HMWPE 1x4mm ²	m	32
11.	Vodnik RHH # 3x14 AWG	m	1729
12.	Dobava in vgradnja ref. elektrode AgAgCl vključno s montažnim priborom in priključitev elektrode na merilni kabel z izdelavo kableske spojke.	kpl	18
13.	Dobava in vgradnja Korozijskega kupona za armaturo B 500 B vključno z montažnim priborom in priključitev kupona na merilni kabel z izdelavo kableske spojke.	kpl	18
14.	MMO (Mix metal oxid) trak kapacitete 110mA/m ² .Dobava in vgradnja na distančnike za polaganje anod, direktno na armaturo. Na mestih izpostavitve atmosferi, zaščiten z epoksi maso Sikadur RAPID. (ali enakovredno)	m	5160
15.	Dobava in vgradnja titan tokovnih distributorjev anodnega sistema. Na mestih izpostavitve atmosferi, zaščiten z epoksi maso Sikadur RAPID.(ali enakovredno)	m	120
16.	Priklop katodne mreže na posameznem katodnem priključku , vključno z meritvami in izvedbo katodnega priključka v PMO	kos	17
17.	Priklop anodne mreže v posameznem anodnem polju s točkovnim varjenjem titan trakov, vključno z meritvami o ustreznosti in izvedbo anodnega priključka v PMO	kos	18
18.	Dobava,montaža MiniTrans periferne enote za daljinski nadzor delovanja naprav katodne zaščite, komplet (periferna enota, baterija, DCF antena) z napajalnikom; vgrajeno v omari PMO	kpl	2
19.	Meritve, funkcijski preizkus in merilno poročilo	kpl	1

4.1.4	RISBE
--------------	--------------

Situacijski načrt elementov katodne zaščite	L – 1
Shematski načrt zaščitnega sistema	L – 2
Anodna mreža	L – 3
Katodna mreža	L – 4
Katodni priključek	L – 5
El .shema zaščitnega sistema	L – 6
Referenčna elektroda	L – 7
 Priloge:	
Daljinski nadzor	P – 1