

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



INVESTITOR **Port of Koper**  
**LUKA KOPER d.d.**  
Vojkovo nabrežje 38, 6501 Koper

OBJEKT  
**SANACIJA SPODNJE NOSILNE KONSTRUKCIJE OBALE TRT 1 IN**  
**DOSTOPNIH MOSTOV ŠT.1,2 IN 3**

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:  
**1488/2017**

Kraj in datum  
**Trzin, marec 2017**

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
4.33	Demontaža obstoječe opreme
4.34	Kabelski razvod v robni kineti
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 tokokrog katodne zaščite
6.00	Elementi sistema katodne zaščite
6.10	Naprava katodne zaščite US-100-MK
6.20	Priključno merilna omara
6.30	Povezovalno razvodne spojke
6.40	Tračni anodni sistem
6.50	Katodni priključek
6.60	Kabelski razvod
6.70	Stalna merilna mesta
6.80	Referenčne elektrode
6.90	Korozijski kupon
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  $\mu\text{m}$  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 12696:2016	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 13174:2013	Katodna zaščita za pristaniške napeljave
SIST EN 13509:2003	Merilne tehnike za katodno zaščito
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
Handbook of CCP	Teorija in praksa katodne korozijske zaščite – W. von Baeckman, W. Schwenk, W. Prinz

## 3.00 OSNOVNI PODATKI ŠČITENEGA OBJEKTA

Obala TRT1 je bila projektirana in zgrajena v letu 1983. Terminal TRT1 je predstavljal prvo fazo izgradnje obale za prevoz in ostale razsute tovore. Obala je locirana na severnem in severovzhodnem delu II. pomola. Dolžina dela TRT1 je 201,23 m, širina pa 21,90 m. V sklopu obale TRT1 je tudi plato, ki meri 23,40 x 12,95 m. Dostopni most 1 ima tlorisni gabarit 45,40 x 11,00 m. Dostopni most 2 meri v tlorisu 45,40 x 10,20 m, poleg tega ima še dodaten plato z dimenzijami 18,00 x 8,20 m. Dostopni most 3 ima tlorisne dimenzije 51,40 x 11,00 m, dimenzije dodatnega platoja pa so 24 x 8,48 m. Vsi deli obale, ki so obravnavani v tem projektu imajo enako konstrukcijsko zasnovo. To je armiranobetonska branasta konstrukcija, ki je temeljena na zabitih jeklenih pilotih. Premer pilotov je 812,8/12,5 mm, njihov raster pa znaša 9 x 6 m. Dostopni mostovi so temeljeni na pilotih z enakim premerom, dodatni platoji pa imajo pilote dimenzij  $\Phi 508/8$  mm. V oseh D in F so zabiti tudi poševni piloti, ki zagotavljajo horizontalno stabilnost obale. Po projektu je globina zabijanja pilotov na koti 30 m pod gladino morja. Na jeklene pilote so montirane AB kape, ki predstavljajo ležišča montažnih vzdolžnikov oziroma branaste konstrukcije obale.

Branasto konstrukcijo sestavljajo prečniki in vzdolžniki. Vzdolžniki so montažni, prečniki pa so montažni le v spodnjem delu, nato pa so bili dobetonirani na licu mesta. Prečni prerez montažnih vzdolžnikov je v obliki črke »T«, z dimenzijami nosilnega dela (stojine) 40/67 cm. Pasnica elementa s »T« prerazom je široka 150 cm in ima debelino 7-8 cm ter je služila predvsem kot opaz armiranobetonske plošče, ki se je zabetonirala na licu mesta in je podprta z vzdolžniki in prečniki. V osi A in E sta dva vzdolžna tirna nosilca žerjavne proge. Dimenzija tirnih nosilcev je 80/109 cm, pri čemer ima tirni nosilec na morski strani dodan kolektor s škatlastim prerazom v

katerem so vodene inštalacije (elektrika, voda, telefon, katodna zaščita). Montažni deli prečnikov so dimenzij 120/70 cm, preostanek višine do plošče pa je bil zalit na licu mesta skupaj s ploščo. Glede na podatke iz arhivske dokumentacije, je bila betonska konstrukcija v celoti izdelana iz betona MB 300, vgrajena pa je bila rebrasta armatura ČBR 40-2/50 (oznake v skladu s takrat veljavnimi standardi).

Obala EET je bila sanirana v letu 2006. Pregledana je bila fotodokumentacija iz časa izvajanja sanacije, ki jo je posredovalo podjetje Igmat d.d. Deli konstrukcije (predvsem vzdolžniki), ki so se takrat sanirali z zamenjavo kontaminiranega betona oziroma dobetoniranjem, so večinoma v solidnem stanju. Območje nihanja morske vode se v povprečju nahaja pod nivojem prečnikov, ki so lahko v spodnjem delu potopljene le v primerih ekstremnih plim. Tako prečniki kot vzdolžniki pa se nahajajo v območju pljuskanja 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 $\Omega$ m
Specifična upornost vzorec 2	432 $\Omega$ m
Specifična upornost vzorec 3	512 $\Omega$ 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 armiranobetonskih elementov pomola TRT1 ter dostopnih mostov 1, 2 in 3. Pri določevanju tehnične rešitve se, poleg ostalih referenčnih dokumentov, v prvi vrsti upoštevajo standardi SIST EN ISO 12696:2016, 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 pod pomolom izbrana tračna miks-metal-oksid 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 vseh betonskih elementov 267,8 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 nosilno konstrukcijo pomola. Vse kabske povezave anodnega dela tokokroga se preko zbirnih mest pod pomolom zaključijo v priključno merilni omari (PMO), ob napravi katodne zaščite. V omari je predvidena meritev, prevezava in regulacija anodnega tokokroga.

Za katodno mrežo posameznih elementov 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 preko zbirnih mest pod pomolom TRT1 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 korozijskih kuponov. Merilni kabli SMM plimovanju izpostavljenega betona so speljani do omare PMO. Stalna merilna mesta omogočajo kontrolo učinkovitosti zaščitnega sistema. Za kabelski razvod se koristi robna kineta in nadometna instalacija pod priobalno strukturo.

Za objekt zaščite so predvidene usmerniške naprave US-100 MK, ki so locirane v prostoru katodne zaščite v transformatorski postaji TP2 pri dostopnem mostu 2. Za kontrolo delovanja sistema je predviden daljinski nadzorni telemetrični sistem. Pri izvedbi se upošteva demontaža in ponovna montaža obstoječe opreme, ki ovira izvedbo sanacije ter zamenjava obstoječih naprav KZ z novimi. Z izračuni, v nadaljevanju, je potrjena pravilna izbira anodnega sistema, kablov ter ostale opreme.

## Zaščitni kriteriji

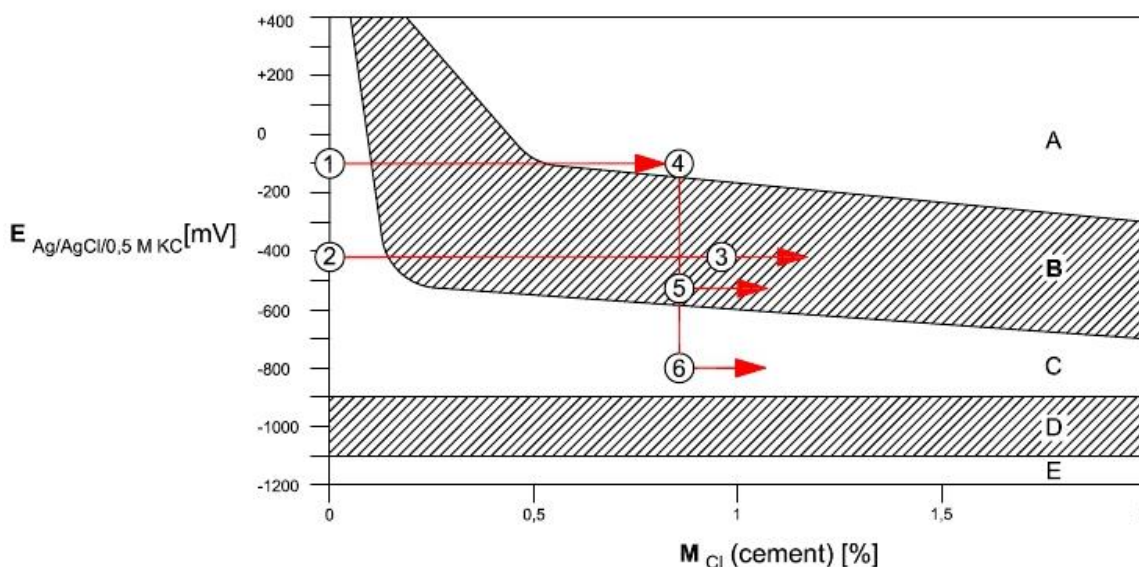
Zaščitni kriterij za armirano betonske konstrukcije je razdelan v ISO/DIS EN 12696 in se uporabi povsod tam, kjer je to mogoče. Merilne tehnike se morajo izvajati skladno s SIST EN 13509:2003 Merilne tehnike v katodni zaščiti. Opraviti jih mora osebje, ki je pravilno usposobljeno in zadošča zahtevam 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 pod pomolom in preko kinete v prostor katodne zaščite TR postaje most 2. Katodna mreža se vzpostavi z izvedbo galvanskih stikov posameznega armiranobetonskega elementa. 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.

#### 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 kovinskega prevodnega traku na vsak posamičen del armature. Galvansko povezanost je potrebno preveriti z meritvami ter zagotoviti dolgotrajno prevodnost kovinskih elementov  $< 1,0 \Omega$ . Najprimernejša metoda meritev je DC prevodnost z reverzno polariteto ali DC potencialno razliko posameznih delov proti skupni referenčni elektrodi. Rezultati naj bodo dokumentirani, meritve skladne z geometrijo novo vgrajene armature.

#### 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 za vsak posamezen vzdolžni ali tirni nosilec. Najprimernejša metoda meritev je DC prevodnost z reverzno polariteto ali metoda z vsiljenim tokom ter IU izračunom.

#### 4.33 DEMONTAŽA OBSTOJEČE OPREME

Pred sanacijskimi posegi na armiranobetonski konstrukciji je potrebno odstraniti obstoječo opremo katodne zaščite jeklenih pilotov, ki bi ovirala sanacijo ali bi bila izpostavljena poškodbam zaradi manipulacije gradbene opreme pod pomolom. Odstranjena oprema se ustrezno shrani in po zaključeni sanaciji montira nazaj skladno z načrti katodne zaščite jeklenih pilotov TRT1 ter dostopni mostovi 1, 2 in 3. Prostor katodne zaščite se v sklopu sanacije premesti iz NN prostora TP2 v SN prostor TP2.

#### 4.34 KABELSKI RAZVOD V ROBNI KINETI

Za del kableskega razvoda katodne zaščite se koristi robna kineta na strani morja (proti Ankaranu). V robni kineti se izvede INOX kableske police s pokrovi na katere se kasneje montira obstoječe kable in nove kable katodne zaščite.

### 5.00 IZRAČUNI

#### 5.10 IZRAČUN ZAŠČITNEGA TOKA

Tokovna gostota za armiranobetonske strukture se giblje med  $2 \text{ mA/m}^2$  do  $15 \text{ mA/m}^2$  in je premo sorazmerna s koncentracijo kloridov, ki prodrejo v beton.

Izračun potrebnega zaščitnega toka za posamezne betonske elemente se izračuna:

Elementi TRT 1

Element	Št. Elementov	Površina sanacije ( $\text{m}^2$ )	Zaščitni tok (mA)	Skupni zaščitni tok (mA)
kapa pilota	124	2,5	22,5	6975
kapa poševnega pilota	22	11,2	22,5	5544
prečnik	72	26,5	22,5	42930
vzdolžnik	309	15	22,5	104287,5
Tirni nosilci	66	22,5	22,5	33412,5

Elementi dostopni most 1

Element	Št. Elementov	Površina sanacije (m <sup>2</sup> )	Zaščitni tok (mA)	Skupni zaščitni tok (mA)
kapa pilota	16	2,5	22,5	900
prečnik	15	26,5	22,5	8944
vzdolžnik	31	15	22,5	10463

Elementi dostopni most 2

Element	Št. Elementov	Površina sanacije (m <sup>2</sup> )	Zaščitni tok (mA)	Skupni zaščitni tok (mA)
kapa pilota	20	2,5	22,5	1125
prečnik	18	26,5	22,5	10732
vzdolžnik	43	15	22,5	14513

Elementi predvideni za sanacijo

Polje KZ	Kapa pilota	Kapa poševnega	vzdolžnik	prečnik	Površina sanacije	Tok (A)
P1	4	0	0	0	10	<b>0,2</b>
P2	1	1	0	0	13,7	<b>0,3</b>
P3	5	1	0	0	23,7	<b>0,5</b>
P4	5	1	0	0	23,7	<b>0,5</b>
P5	5	1	0	0	23,7	<b>0,5</b>
P6	5	1	0	0	23,7	<b>0,5</b>
P7	5	1	1	1	64,2	<b>1,4</b>
P8	5	1	2	0	51,7	<b>1,1</b>
P9	5	1	1	0	37,7	<b>0,8</b>
P10	5	1	1	0	37,7	<b>0,8</b>
P11	5	1	1	3	117,2	<b>2,6</b>
P12	5	1	1	0	37,7	<b>0,8</b>
P13	1	5	4	6	273,5	<b>6,0</b>
P14	5	1	0	3	103,2	<b>2,3</b>
P15	5	1	2	0	51,7	<b>1,1</b>
P16	5	1	4	0	79,7	<b>1,8</b>
P17	5	1	1	0	37,7	<b>0,8</b>
P18	5	1	4	3	159,2	<b>3,5</b>
P19	5	1	1	0	37,7	<b>0,8</b>
P20	5	1	0	3	103,2	<b>2,3</b>
P21	5	1	3	3	145,2	<b>3,2</b>
P22	5	1	1	3	117,2	<b>2,6</b>
P23	5	1	1	3	117,2	<b>2,6</b>
P24	4	0	0	3	89,5	<b>2,0</b>
P25	6	0	1	4,5	148,25	<b>3,3</b>
P26	4	0	0	0	10	<b>0,2</b>
P27	4	0	0	2	63	<b>1,4</b>
P28	4	0	0	1	36,5	<b>0,8</b>
P29	4	0	1	0	24	<b>0,5</b>
P30	4	0	1	0	24	<b>0,5</b>
P31	4	0	0	0	10	<b>0,2</b>
P32	4	0	0	0	10	<b>0,2</b>
P33	4	0	1	0	24	<b>0,5</b>
P34	4	0	0	0	10	<b>0,2</b>
<b>SKUPAJ</b>	<b>152</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>38,5</b>	<b>2139,5</b>	<b>47,068</b>



## 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/m<sup>2</sup>. Z upoštevanjem tokovne gostote 15 mA/m<sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> betona (mA/m <sup>2</sup> )	5	10	15	20	25	30

Razdalja med anodnimi trakovi je 10 do 20 cm. Zaradi geometrije objekta se anodna mreža razdeli na posamezen element, 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 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 <sup>2</sup>	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 katodne zaščite se izvede v transformatorski postaji TP2. Kabelski razvod poteka preko kletnega prostor TP do SN prostora. Na dovodni strani se vgradi varovalčni odklopnik 3x50A AC. Elektro kabel je izračunan in definiran v sledeči tabeli.

Material	Cu (bakreni vodniki)
Napetost	400V AC (trifazni priklop)
Dolžina kabla	15 m
Kabel	YYY – J 5x6 mm <sup>2</sup>
Max. Padec napetosti	2 %
Izračunan padec napetosti	0,55%

### 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 tri sekcije za optimalno razporeditev toka.

Material	Cu (bakreni vodniki)
Napetost	8V DC (istosmerna napetost)

**Katodni vodniki polja 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 in 25**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
KV1	4	420	22	77,6
KV2	4	420	19	67,0
KV3	4	420	18	63,5
KV4	4	420	16	56,4
KV5	4	420	15	52,9
KV6	4	420	14	49,4
KV7	4	420	12	42,3
KV8	4	420	11	38,8
KV9	4	420	13	45,9
KV10	4	420	14	49,4
KV11	4	420	16	56,4
KV12	4	420	18	63,5
KV13	4	420	20	70,6
KT1A	4	420	15	52,9
KT1B	4	420	18	63,5
KT2	4	420	15	52,9
KT3	4	420	20	70,6
KK1	4	75	18	11,3
KK2	4	336	16	45,2
KK3	4	75	13	8,2
KK4	4	75	8	5,0
KK5	4	75	5	3,2
KK6	4	75	11	6,9
KP1	4	795	8	53,4
KP2	4	795	3	20,0
KP3	4	795	8	53,4

**Anodni vodniki polja 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 in 25**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
TDV 1	4	420	19	67,0
TDV 2	4	420	15	52,9
TDV 3	4	420	13,5	47,6
TDV 4	4	420	12	42,3
TDV 5	4	420	10	35,3
TDV 6	4	420	9	31,8
TDV 7	4	420	7	24,7
TDV 8	4	420	6	21,2
TDV 9	4	420	8	28,2
TDV 10	4	420	12	42,3
TDV 11	4	420	14	49,4
TDV 12	4	420	17	60,0
TDV 13	4	420	15	52,9
TDT1A	4	420	15	52,9
TDT1B	4	420	19	67,0
TDT2	4	420	13	45,9
TDT3	4	420	18	63,5
TDK1	4	75	18	11,3
TDK2	4	336	15	42,3
TDK3	4	75	12	7,6
TDK4	4	75	8	5,0
TDK5	4	75	4	2,5
TDK6	4	75	2	1,3
TDP1	4	795	11	73,5
TDP2	4	795	3	20,0
TDP3	4	795	8	53,4

**Katodni vodniki polja 1, 2 in 3**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
KV1	4	420	22	77,6
KV2	4	420	19	67,0
KV3	4	420	18	63,5
KV4	4	420	16	56,4
KV5	4	420	15	52,9
KV6	4	420	14	49,4
KV7	4	420	12	42,3
KV8	4	420	11	38,8
KV9	4	420	13	45,9
KK1	4	75	18	11,3
KK2	4	75	16	10,1
KP1	4	795	8	53,4

**Anodni vodniki polja 1, 2 in 3**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
TDV 1	4	420	18	63,5
TDV 2	4	420	15	52,9
TDV 3	4	420	14	49,4
TDV 4	4	420	12	42,3
TDV 5	4	420	10	35,3
TDV 6	4	420	9	31,8
TDV 7	4	420	7	24,7
TDV 8	4	420	6	21,2
TDV 9	4	420	8	28,2
TDK1	4	75	18	11,3
TDK2	4	75	15	9,5
TDP1	4	795	11	73,5

## Katodni vodniki polja 4 in 15

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
KV1	4	420	22	77,6
KV2	4	420	19	67,0
KV3	4	420	18	63,5
KV4	4	420	16	56,4
KV5	4	420	15	52,9
KV6	4	420	14	49,4
KV7	4	420	12	42,3
KV8	4	420	11	38,8
KV9	4	420	13	45,9
KV10	4	420	14	49,4
KV11	4	420	16	56,4
KV12	4	420	18	63,5
KV13	4	420	20	70,6
KT1A	4	420	15	52,9
KT1B	4	420	18	63,5
KT2	4	420	15	52,9
KT3	4	420	20	70,6
KK1	4	75	18	11,3
KK2	4	336	16	45,2
KK3	4	75	13	8,2
KK4	4	75	8	5,0
KK5	4	75	5	3,2
KK6	4	75	11	6,9
KK0A	4	75	22	13,9
KK0B	4	75	16	10,1
KK0C	4	75	13	8,2
KK0D	4	75	21	13,2
KP1	4	795	8	53,4
KP2	4	795	3	20,0
KP3	4	795	8	53,4
KP0A	4	795	17	113,5
KP0B	4	795	12	80,1
KP0C	4	795	19	126,9

## Anodni vodniki polja 4 in 15

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
TDV 1	4	420	18	63,5
TDV 2	4	420	15	52,9
TDV 3	4	420	14	49,4
TDV 4	4	420	12	42,3
TDV 5	4	420	10	35,3
TDV 6	4	420	9	31,8
TDV 7	4	420	7	24,7
TDV 8	4	420	6	21,2
TDV 9	4	420	8	28,2
TDV 10	4	420	9	31,8
TDV 11	4	420	12	42,3
TDV 12	4	420	14	49,4
TDV 13	4	420	16	56,4
TDT1A	4	420	15	52,9
TDT1B	4	420	19	67,0
TDT2	4	420	12	42,3
TDT3	4	420	18	63,5
TDK1	4	75	18	11,3
TDK2	4	336	15	42,3
TDK3	4	75	12	7,6
TDK4	4	75	8	5,0
TDK5	4	75	4	2,5
TDK6	4	75	11	6,9
TDK0A	4	75	22	13,9
TDK0B	4	75	16	10,1
TDK0C	4	75	12	7,6
TDK0D	4	75	19	12,0
TDP1	4	795	11	73,5
TDP2	4	795	3	20,0
TDP3	4	795	8	53,4
TDP0A	4	795	19	126,9
TDP0B	4	795	15	100,2
TDP0C	4	795	16	106,8

**Katodni vodniki polja P26M1 in P30M2**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
KV1	4	420	16	56,4
KV2	4	420	15	52,9
KV3	4	420	13	45,9
KV4	4	420	12	42,3
KV5	4	420	12	42,3
KV6	4	420	13	45,9
KV7	4	420	15	52,9
KV8	4	420	17	60,0
KV9	4	420	18	63,5
KK1	4	75	16	10,1
KK2	4	75	7	4,4
KK3	4	75	13	8,2
KK4	4	75	4	2,5
KP1	4	795	13	86,8
KP2	4	795	4	26,7
KP3	4	795	16	106,8
KP4	4	795	6	40,1

**Anodni vodniki polja P26M1 in P30M2**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
TDV 1	4	420	12	42,3
TDV 2	4	420	11	38,8
TDV 3	4	420	9	31,8
TDV 4	4	420	7	24,7
TDV 5	4	420	7	24,7
TDV 6	4	420	9	31,8
TDV 7	4	420	11	38,8
TDV 8	4	420	13	45,9
TDV 9	4	420	14	49,4
TDK1	4	75	16	10,1
TDK2	4	75	7	4,4
TDK3	4	75	13	8,2
TDK4	4	75	4	2,5
TDP1	4	795	13	86,8
TDP1	4	795	5	33,4
TDP3	4	795	16	106,8
TDP4	4	795	6	40,1

**Katodni vodniki polja P27M1, P28M1, P31M2 in P32M2**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
KV1	4	420	14	49,4
KV2	4	420	13	45,9
KV3	4	420	12	42,3
KV4	4	420	11	38,8
KV5	4	420	13	45,9
KV6	4	420	15	52,9
KV7	4	420	16	56,4
KV8	4	420	18	63,5
KK1	4	75	11	6,9
KK2	4	75	6	3,8
KK3	4	75	10	6,3
KK4	4	75	4	2,5
KP1	4	795	13	86,8
KP2	4	795	5	33,4
KP3	4	795	17	113,5
KP4	4	795	8	53,4

**Anodni vodniki polja P27M1, P28M1, P31M2 in P32M2**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
TDV 1	4	420	10	35,3
TDV 2	4	420	9	31,8
TDV 3	4	420	8	28,2
TDV 4	4	420	6	21,2
TDV 5	4	420	9	31,8
TDV 6	4	420	11	38,8
TDV 7	4	420	12	42,3
TDV 8	4	420	14	49,4
TDK1	4	75	11	6,9
TDK2	4	75	6	3,8
TDK3	4	75	9	5,7
TDK4	4	75	4	2,5
TDP1	4	795	13	86,8
TDP1	4	795	4	26,7
TDP3	4	795	17	113,5
TDP4	4	795	7	46,7



**Katodni vodniki polja P29M1 in P33M2**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
KV1	4	420	14	49,4
KV2	4	420	13	45,9
KV3	4	420	12	42,3
KV4	4	420	11	38,8
KV5	4	420	13	45,9
KV6	4	420	15	52,9
KK1	4	75	11	6,9
KK2	4	75	6	3,8
KK3	4	75	10	6,3
KK4	4	75	4	2,5
KP1	4	795	13	86,8
KP2	4	795	5	33,4

**Anodni vodniki polja P29M1 in P33M2**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
TDV 1	4	420	10	35,3
TDV 2	4	420	9	31,8
TDV 3	4	420	8	28,2
TDV 4	4	420	6	21,2
TDV 5	4	420	9	31,8
TDV 6	4	420	11	38,8
TDK1	4	75	11	6,9
TDK2	4	75	6	3,8
TDK3	4	75	9	5,7
TDK4	4	75	4	2,5
TDP1	4	795	13	86,8
TDP1	4	795	4	26,7

**Katodni vodniki polja P34M2**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
KV1	4	420	22	77,6
KV2	4	420	19	67,0
KV3	4	420	18	63,5
KV4	4	420	16	56,4
KV5	4	420	15	52,9
KV6	4	420	14	49,4
KV7	4	420	12	42,3
KV8	4	420	11	38,8
KV9	4	420	13	45,9
KV10	4	420	14	49,4
KV11	4	420	16	56,4
KV12	4	420	18	63,5
KK1	4	75	18	11,3
KK2	4	75	16	10,1
KK3	4	75	13	8,2
KK4	4	75	8	5,0
KP1	4	795	8	53,4
KP2	4	795	3	20,0

**Anodni vodniki polja P34M2**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
TDV 1	4	420	19	67,0
TDV 2	4	420	15	52,9
TDV 3	4	420	13,5	47,6
TDV 4	4	420	12	42,3
TDV 5	4	420	10	35,3
TDV 6	4	420	9	31,8
TDV 7	4	420	7	24,7
TDV 8	4	420	6	21,2
TDV 9	4	420	8	28,2
TDV 10	4	420	12	42,3
TDV 11	4	420	14	49,4
TDV 12	4	420	17	60,0
TDK1	4	75	18	11,3
TDK2	4	75	15	9,5
TDK3	4	75	12	7,6
TDK4	4	75	8	5,0
TDP1	4	795	11	73,5
TDP2	4	795	3	20,0

# **Anodni in katodni vodniki PRSC do PRS (enaka dolžina anode in katode)**

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
P01	16	4725	42	416,7
P02	16	4725	32	317,5
P03	16	4725	24	238,1
P04	16	12921	16	434,1
P05	16	10236	27	580,4
P06	16	10236	38	816,8
P07	16	10236	37	795,3
P08	16	10236	25	537,4
P09	16	10236	16	343,9
P10	16	10236	28	601,9
P11	16	10236	38	816,8
P12	16	10236	49	1053,3
P13	16	10236	37	795,3
P14	16	10236	25	537,4
P15	16	12921	15	407,0
P16	16	10236	27	580,4
P17	16	10236	38	816,8
P18	16	10236	49	1053,3
P19	16	10236	48	1031,8
P20	16	10236	37	795,3
P21	16	10236	25	537,4
P22	16	10236	15	322,4
P23	16	10236	27	580,4
P24	16	10236	38	816,8
P25	16	10236	49	1053,3
P26M1	16	7260	24	365,9
P27M1	16	6840	9	129,3
P28M1	16	6840	9	129,3
P29M1	16	4410	24	222,3
P30M2	16	7260	24	365,9
P31M2	16	6840	10	143,6
P32M2	16	6840	10	143,6
P33M2	16	4410	24	222,3
P34M2	16	6930	52	756,8

## Anodni in katodni vodniki US do PRSC (enaka dolžina anode in katode)

Vodnik	Presek (mm <sup>2</sup> )	Tok (mA)	Dolžina (m)	Padec napetosti (mV)
Anoda PRSC 1	120	47568	236	3143,3
Katoda PRSC 1	120	47568	236	3143,3
Anoda PRSC 2	120	61416	182	3129,8
Katoda PRSC 2	120	61416	182	3129,8
Anoda PRSC 3	120	61416	115	1977,6
Katoda PRSC 3	120	61416	115	1977,6
Anoda PRSC 4	95	22624	39	329,4
Katoda PRSC 4	95	22624	39	329,4
Anoda PRSC 5M1	120	25350	292	2072,6
Katoda PRSC 5M1	120	25350	292	2072,6
Anoda PRSC 6M2	120	32280	51	461,0
Katoda PRSC 6M2	120	32280	51	461,0

## 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,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

###### 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.

Upoštevanje 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 osebni 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 osebe z ustreznimi izoliranimi merilnimi instrumenti.

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

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 so predvidena priključno merilna mesta. Izvedena v polju katodne zaščite transformatorske postaje (TP2) TRT2. V omarici 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 PMO je nameščena vezalna shema. Oznaka omare je KZ TRT 1 in TRT 2.

### **6.30 POVEZOVALNO RAZVODNE SPOJKE**

Za povezavo posameznega polja in za združevanje polji z usmerniško napravo je predvidena nadometna HDPE razvodna omarica. Izvedena je kot nadometna omarica z zbiralkami za anodne in katodne vodnike. V omari se povežejo tudi referenčne elektrode, ki se združujejo v več-žilne vodnike. Povezovalno razvodne spojke so predvidene za montažo pod pomolom po situacijskem načrtu (L-1). Po vzpostavitvi povezav in opravljenih kontrolnih meritvah se nadometno omarico zalije z dvokomponentno epoksi maso s samogasnim polnilom.

## 6.40 TRAČNI ANODNI SISTEM

Mreža tračne anode je sestavljena iz MMO trakovi tipa 1 dim. (š)  $25.4 \pm 0.5$  mm, (g)  $0.9 \pm 0.1$  mm ter Titanovih tokovnih distributorjev. Po izračunanemu rastru se anodne in napajalne trakove namesti na armaturo posameznega betonskega elementa na globino 18 mm na neprevodne distančnike. Razmiki med posameznimi trakovi so podani v izračunu ter shematskem načrtu. Vsa križanja se izvedejo s točkovnim varjenjem. Skladno z načrtom in izračunom, se izvedejo kabelski priključki na anodo in kabli se speljejo po nadometni instalaciji, preko povezovalno razvodnih spojk do priključno merilnega mesta, ki se nahaja pri napravi katodne zaščite, v TP TRT1. Pri izvedbi je potrebno paziti, da v nikakršnem primeru ne pride do galvanskega stika anode z armaturo oz. katero koli kovinsko strukturo. Potrebno je izvajati sproti nadzor in izvajati ustrezne meritve. Raster polaganja je razviden iz načrta L-3.

## 6.50 KATODNI PRIKLJUČEK

Katodni priključek se izvede na izvod armaturnega železa. Armaturna palica se očisti do korozijske nepoškodovanosti v dolžini 10 cm. Priključek napajalnega kabla NYY 1 x 4 mm<sup>2</sup> 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 s spojko, z zalivno dvokomponentno maso Cellpack. Detajl priključka je razviden iz načrta L-5.

## 6.60 KABELSKI RAZVOD

Vsi elementi katodne zaščite so povezani s kabli tip NYY, RHH # 14 AWG in HMWPE različnega preseka, odvisno od obremenitve in dolžine. Položeni v kabelsko kineto ali nadometno INOX instalacijo pod pomolom. 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:

NYY-J 1 x 120 mm <sup>2</sup>	Anodni/katodni tokokrog
NYY-J 1 x 95 mm <sup>2</sup>	Anodni/katodni tokokrog
NYY-J 1 x 16 mm <sup>2</sup>	Anodni/katodni tokokrog
RHH # 14 AWG	Merilni tokokrog
RHH # 3 x 14 AWG	Merilni tokokrog
HMWPE 1 x 4 mm <sup>2</sup>	Anodna povezovalni vodnik
HMWPE 1 x 4 mm <sup>2</sup>	Katodni povezovalni vodnik
NYY 3 x 2,5 mm <sup>2</sup>	Napajanje katodne zaščite

Vsi elementi katodne zaščite so povezani s kabli tip NYY ali 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.

## 6.70 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 BORIN oznake "STELTH 2. Dimenzije in karakteristike elektrode so razvidne iz podatkovnega lista L-7. Merilni kabli so vpeljeni preko povezovalno razvodnih spojk do priključno merilnega mesta (PMO), kjer je možno ugotavljati učinkovitost zaščitnega sistema. Za celoten objekt je predvideno osemindeset (68) referenčnih elektrod. Med sanacijo se vgradi devetnajst (19) ref. 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 odinstalirati, se kalibracija izvede s prenosno elektrodo, ki se jo postavi v neposredno bližino elektrode, ki se jo kalibrira.

## 6.80 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 BORIN oznake "STELTH 2. Referenčna elektroda se vgradi v isti material kot ščiteni objekt. Umestitev referenčnih elektrod je prikazana v situacijskem načrtu L-1.

## 6.90 KOROZIJSKI KUPONI

Za ugotavljanje maksimalne tokovne gostote in polarizacije so predvideni korozijski kuponi na lakacijah po situacijskih načrtih. Kupone se vgradi neposredno v bližino referenčne elektrode, kot prikazano na risbi L-9. Za zagotavljanje natančnosti meritev morajo biti kuponi iz istega materiala kot armatura.

## 7.00 REDOSLED GRADNJE

Za zagotovitev dinamičnega poteka rekonstrukcije, se nujni elementi katodne zaščite vgrajujejo med fazami gradbene sanacije vzdolžnih in tirnih nosilcev. Izvedba kabelskih razvodov je predvidena po zaključeni gradbeni sanaciji.

- Izdelava novega preboja skozi AB ploščo – ureditev dostopa pod obalo.
- Odstranjevanje betona nad armaturo do globine približno 3 cm pod armaturo.
- Izvedba katodne mreže.
- Čiščenje in antikorozijska zaščita armature.
- Podroben pregled stanja konstrukcije.
- Izvedba anodne mreže, vgradnja merilne tehnike
- Vgradnja novega, za prodor kloridov, kar se da neprepustnega zaščitnega sanacijskega sloja samozgoščevalnega betona (SCC).
- Nanos zaščitnih sredstev proti prodoru agresivnih snovi iz okolja.
- Sekundarni ukrepi: sanacija manjših razpok in poškodb (predvsem stranski deli prečnikov in deli vzdolžnikov in območja spodnjih delov kril vzdolžnikov).
- Izvedba nadometne instalacije in kabelskih povezav katodne zaščite

## 8.00 INTERFERENCA

Sistem korozijske katodne zaščite ne sme vplivati na druge naprave.

Možne motnje na ščitenu 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 ščiteneh 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 tuje 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.

Odkvisno 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 ščitenega 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 konstruirana, tako da sprejema DCF-77 radijski čas ter mobilno telefonijo. Priključitev je enostavna in zahteva le priključitev, skladno z načrtom oz. glede na zahtevane parametre. Enota deluje tudi kot večkanalni Data Logger, ki je nastavljen 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, strelovodna 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 vključenih 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:

- a) izhodna napetost na usmerniški napravi
- b) izhodni zaščitni tok
- c) on/off potencial na merilnih mestih
- d) on/off potencial in pretok toka od ali na tujo instalacijo
- e) 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 izlitja.

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 izlitja	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**

Opravljanje 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.

A1. Demontaža/montaža elementov KZ jeklenih pilotov

A2. TRT 1

A3. Dostopni most 1

A4. Dostopni most 2

Zap.št.	Opis postavk	EM	količina
A1.	Demontaža/montaža elementov KZ jeklenih pilotov		
1.	Demontaža obstoječih anod in pritrdilnega materiala. Odklop MMO anode na spoju izven območja plimovanja. Odstranitev uteži in vrvi ter odvoz na deponijo.	kos	31
2.	Demontaža obstoječih kabelskih razvodov katodne zaščite. Odstranitev anodnih, katodnih kablov in pritrdilnega materiala. Uvlačevanje kabla v kabelsko kineto ali kabelski jašek.	m	506
3.	Montaža MMO anode z obešanjem pod priobalno konstrukcijo. Dobava in montaža pritrdilnega in obešalnega materiala, vgradnja anode in priključitev na obstoječi kabelski razvod.	kos	31
4.	Montaža kablov pod obalo 16-120 mm <sup>2</sup> , na betonsko konstrukcijo, kompletno s pritrdilnim materialom in nerjavečega jekla.	m	506
5.	Dobava in montaža naprave za katodno zaščito, priključitev, nastavitev naprave in umerjanje. Parametri naprave: Stikalni usmernik z modularno močnostno tehniko 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

**A2. TRT 1**

1.	Dobava in montaža naprave za katodno zaščito, priključitev, nastavitve naprave in umerjanje. Parametri naprave: Stikalni usmernik z modularno močnostno tehniko 1500W , 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 prostostoječe omare barvano RAL 7035 dimenzije (ŠxVxG) 1600x2000x400 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 prikllop NN napajanja	kos	1
3.	Izvedba elektro napajanja za napravo katodne zaščite v TP TRT 2. Prestavitev prostora katodne zaščite iz NN prostora v SN prostor.	kpl	1
4.	Vodnik NYY-J 1x120mm <sup>2</sup> (montaža delno pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite, delno na kabelske police v kineti). Montažni pribor pod priobalno konstrukcijo INOX 316L barvan epoxsy zinc 250 µm.	m	1066
5.	Vodnik NYY-J 1x95mm <sup>2</sup> (montaža delno pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite, delno na kabelske police v kineti). Montažni pribor pod priobalno konstrukcijo INOX 316L barvan epoxsy zinc 250 µm.	m	78
6.	Vodnik HMWPE 1x16mm <sup>2</sup> (montaža delno pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite, delno na kabelske police v kineti)	m	1604
7.	Vodnik HMWPE 1x4mm <sup>2</sup> (montaža pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite)	m	4178
8.	Vodnik RHH # 3x 14 AWG (montaža pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite)	m	726
9.	Vodnik RHH # 1x 14 AWG (montaža pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite)	m	580
10.	Vodnik NYY- J 16x2,5mm <sup>2</sup> (montaža delno pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite, delno na kabelske police v kineti)	m	533
11.	Dobava in vgradnja ref. elektrode AgAgCl vključno s montažnim priborom in priključitev elektrode na merilni kabel z izdelavo kabelske spojke.	kpl	11

12.	Dobava in vgradnja Korozijskega kupona za armaturo B 500 B vključno z montažnim priborom in priključitev kupona na merilni kabel z izdelavo kabske spojke.	kpl	11
13.	MMO (Mix metal oksid) trak kapacitete 110mA/m <sup>2</sup> . Dobava in vgradnja na distančnike za polaganje anod, direktno na armaturo. Na mestih izpostavitve atmosferi, zaščiten z epoksi maso Sikadur RAPID. (ali enakovredno)	m	6890
14.	Dobava in vgradnja titan tokovnih distributorjev anodnega sistema. Na mestih izpostavitve atmosferi, zaščiten z epoksi maso Sikadur RAPID. (ali enakovredno)	m	582
15.	Vzpostavitev katodne mreže elementa na posameznem katodnem priključku, vključno z meritvami in izvedbo katodnega priključka na katodni vodnik	kos	213
16.	Vzpostavitev anodne mreže elementa na posameznem anodnem polju s točkovnim varjenjem titan trakov, vključno z meritvami o ustreznosti in izvedbo anodnega priključka na anodni vodnik	kos	213
17.	Dobava in montaža priključnega mesta za posamično polje pod pomolom z razdelitvijo anodnih kablov na zbiralki, katodnih kablov na zbiralki in priključki za merilno opremo. Priključitev vodnikov in zalivanje s vodotesno maso odporno na kloride.	kpl	25
18.	Dobava in montaža priključnega mesta za posamično cono pod pomolom z razdelitvijo anodnih kablov na zbiralki, katodnih kablov na zbiralki in priključki za merilno opremo. Priključitev vodnikov in zalivanje s vodotesno maso odporno na kloride.	kpl	4
19.	Dobava in montaža kabskih polic INOX 304L PK 200 s pokrovi in pritrdilnim materialom. Montirano v robni kineti. Odpiranje jaškov na 8m za dostop.	m	196
20.	Dobava, montaža MiniTrans periferne enote za daljinski nadzor delovanja naprav katodne zaštite, komplet (periferna enota, baterija, DCF antena) z napajalnikom in MiniControl enoto vgrajeno v omari PMO	kpl	1
21.	Nepredvidena dela	kpl	5%
22.	Meritve, funkcijski preizkus in merilno poročilo	kpl	1
23.	Priprava in zavarovanje gradbišča	kpl	1
24.	Projektantski nadzor	kpl	1
25.	Izdelava PID dokumentacije	kpl	1

**A2. Dostopni most 1**

1.	Vodnik NYY-J 1x120mm <sup>2</sup> (montaža delno pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite, delno na kabelske police v kineti). Montažni pribor pod priobalno konstrukcijo INOX 316L barvan epoxsy zinc 250 µm.	m	584
2.	Vodnik HMWPE 1x16mm <sup>2</sup> (montaža delno pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite, delno na kabelske police v kineti)	m	132
3.	Vodnik HMWPE 1x4mm <sup>2</sup> (montaža pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite)	m	244
4.	Vodnik RHH # 3x 14 AWG (montaža pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite)	m	108
5.	Vodnik RHH # 1x 14 AWG (montaža pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite)	m	82
6.	Vodnik NYY- J 16x2,5mm <sup>2</sup> (montaža delno pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite, delno na kabelske police v kineti)	m	292
7.	Dobava in vgradnja ref. elektrode AgAgCl vključno s montažnim priborom in priključitev elektrode na merilni kabel z izdelavo kabelske spojke.	kpl	4
8.	Dobava in vgradnja Korozijskega kupona za armaturo B 500 B vključno z montažnim priborom in priključitev kupona na merilni kabel z izdelavo kabelske spojke.	kpl	4
9.	MMO (Mix metal oksid) trak kapacitete 110mA/m <sup>2</sup> . Dobava in vgradnja na distančnike za polaganje anod, direktno na armaturo. Na mestih izpostavitve atmosferi, zaščiteno z epoksi maso Sikadur RAPID. (ali enakovredno)	m	575
10.	Dobava in vgradnja titan tokovnih distributorjev anodnega sistema. Na mestih izpostavitve atmosferi, zaščiteno z epoksi maso Sikadur RAPID.(ali enakovredno)	m	80
11.	Vzpostavitev katodne mreže elementa na posameznem katodnem priključku , vključno z meritvami in izvedbo katodnega priključka na katodni vodnik	kos	20
12.	Vzpostavitev anodne mreže elementa na posameznem anodnem polju s točkovnim varjenjem titan trakov, vključno z meritvami o ustreznosti in izvedbo anodnega priključka na anodni vodnik	kos	20
13.	Dobava in montaža priključnega mesta za posamično polje pod pomolom z razdelitvijo anodnih kablov na zbiralki, katodnih kablov na zbiralki in priključki za merilno opremo. Priključitev vodnikov in zalivanje s vodotesno maso odporno na kloride.	kpl	4



14.	Dobava in montaža priključnega mesta za posamično cono pod pomolom z razdelitvijo anodnih kablov na zbiralki, katodnih kablov na zbiralki in priključki za merilno opremo. Priključitev vodnikov in zalivanje s vodotesno maso odporno na kloride.	kpl	1
-----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----	---

### A3. Dostopni most 2

1.	Vodnik NYY-J 1x120mm <sup>2</sup> (montaža delno pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite, delno na kabelske police v kineti). Montažni pribor pod priobalno konstrukcijo INOX 316L barvan epoxsy zinc 250 µm.	m	102
2.	Vodnik HMWPE 1x16mm <sup>2</sup> (montaža delno pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite, delno na kabelske police v kineti)	m	240
3.	Vodnik HMWPE 1x4mm <sup>2</sup> (montaža pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite)	m	392
4.	Vodnik RHH # 3x 14 AWG (montaža pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite)	m	196
5.	Vodnik RHH # 1x 14 AWG (montaža pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite)	m	116
6.	Vodnik NYY- J 16x2,5mm <sup>2</sup> (montaža delno pod pomolom na plavajočem podestu izvajalca katodne zaščite, delno na kabelske police v kineti)	m	51
7.	Dobava in vgradnja ref. elektrode AgAgCl vključno s montažnim priborom in priključitev elektrode na merilni kabel z izdelavo kabelske spojke.	kpl	4
8.	Dobava in vgradnja Korozijskega kupona za armaturo B 500 B vključno z montažnim priborom in priključitev kupona na merilni kabel z izdelavo kabelske spojke.	kpl	4
9.	MMO (Mix metal oksid) trak kapacitete 110mA/m <sup>2</sup> . Dobava in vgradnja na distančnike za polaganje anod, direktno na armaturo. Na mestih izpostavitve atmosferi, zaščiten z epoksi maso Sikadur RAPID. (ali enakovredno)	m	506
10.	Dobava in vgradnja titan tokovnih distributorjev anodnega sistema. Na mestih izpostavitve atmosferi, zaščiten z epoksi maso Sikadur RAPID.(ali enakovredno)	m	88
11.	Vzpostavitev katodne mreže elementa na posameznem katodnem priključku , vključno z meritvami in izvedbo katodnega priključka na katodni vodnik	kos	22
12.	Vzpostavitev anodne mreže elementa na posameznem anodnem polju s točkovnim varjenjem titan trakov, vključno z meritvami o ustreznosti in izvedbo anodnega priključka na anodni vodnik	kos	22

- |     |                                                                                                                                                                                                                                                     |     |   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| 13. | Dobava in montaža priključnega mesta za posamično polje pod pomolom z razdelitvijo anodnih kablov na zbiralki, katodnih kablov na zbiralki in priključki za merilno opremo. Priključitev vodnikov in zalivanje s vodotesno maso odporno na kloride. | kpl | 5 |
| 14. | Dobava in montaža priključnega mesta za posamično cono pod pomolom z razdelitvijo anodnih kablov na zbiralki, katodnih kablov na zbiralki in priključki za merilno opremo. Priključitev vodnikov in zalivanje s vodotesno maso odporno na kloride.  | kpl | 1 |
-

<b>4.1.4</b>	<b>RISBE</b>
--------------	--------------

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
Korozijski kupon	L – 8
Priloge:	
Daljinski nadzor	P – 1