

ZAŠTITA I SANACIJA AB-KONSTRUKCIJA MCI®-INHIBITORIMA I AK-MATERIJALIMA

Sanacija AB-konstrukcija modula br.3 obale br.5 u Luci Ploče



Sažetak

U radu se razmatra zaštita armature od korozije u AB-konstrukcijama primjenom MCI®-inhibitora (migracijskih korozijskih inhibitora) i AK-materijala (antikorozijskih materijala) sa sadržajem ovih inhibitora.

Razmatra se sastav i kriteriji kvalitete AK- materijala i sustava za zaštitu novih i sanaciju starih/postojećih AB-konstrukcija.

Postupak sanacije modula br.3 obale br.5 u Luci Ploče MCI®-inhibitorima i materijalima sa sadržajem ovih inhibitora

Dr Jure Francišković, dipl ing tehn., LONGUS, Zagreb

Boris Mikšić, dipl. ing. CORTEC CORPORATION, St. Paul Minnesota, USA

Ivan Rogan, dipl ing. CORTECROS/CORTEC, Zagreb

Mijo Tomičić, ŠKILJO-GRADNJA, Zagvozd

2.5.-**Armirani beton** je kompozitni materijal sastavljen od dva osnovna sastojka: betona i armature.

Beton se sastoji od slijedećih osnovnih komponenti:

- očvrstlog cementnog veziva (cementni kamen, cementni matriks) nastalog kemijskom reakcijom hidratacije cementa (mljevenog klinkera/spojeva Ca-silikata i -aluminata) sa vodom tvoreći Ca-hidrosilikate i -aluminat (cementni matriks) te vrlo važni Ca-hidroksid/vapno $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (odgovornog za pH/alkalitet betona), vrlo reaktivnog sastojka koji reakcijom sa CO_2 iz zraka prelazi u CaCO_3 tj. karbonatizira beton i tako snižuje pH-vrijednost betona čime omogućuje koroziju armature u betonu kod alkaliteta $\text{pH} < 9,5$.

- kamenog agregata definirane kvalitete i granulometrijskog sastava koji daje što gušće pakovanje i

- poroziteta odgovornog za mnoga svojstva betona: vodupojnost, plinopropusnost, difuziju klorida, otpornost na atmosferilije, smrzavice i topive soli te druge agresivne utjecaje okoliša.

Betonu se dodaju i razni drugi dodaci prije svega aditivi za reguliranje reoloških svojstava mase svježeg betona i smanjivanje V/C-faktora kao i dodaci za postizanje ciljanih visokovrijednih svojstava očvrstlog/otvrdnutog betona, na pr. mikrosilika, polimerna i čelična vlakanca, dodaci za sprječavanje deformacija/stezanje betona, etc.

2.6.-**MCI[®]-inhibitori** (migracijski korozijski inhibitori) su kemijski spojevi na bazi amina (na pr. aminokarboksilati, aminoalkoholi, i dr.) koji se procesom kemijske adsorpcije tzv. kemisorpcije »vežu«/adsorbiraju na površinu armature/željeza (i drugih metala) tvoreći na površini postojan i otporan mikrosloj debljine ca 20 μm rezistentan na mnoge agresivne supstancije okoliša prvenstveno na utjecaj klorida u prirodi sveprisutnog a istovremeno vrlo agresivnog na okside željeza koje kemijski razara.

MCI[®]-inhibitori korozije štite armaturu od korozije u oba oksidacijska područja: katodnom i anodnom za razliku od nekih drugih tipova inhibitora korozije kao na pr. nitrita – stoga se **MCI[®]-inhibitori** korozije označavaju i kao miješani inhibitori korozije.

MCI[®]-inhibitori korozije na bazi aaminskih spojeva spadaju u grupu tzv. katodnih odn. katodno-anodnih inhibitora koji se adsorbiraju (kemisorpcijom) na površini armature sprječavajući difuziju reaktanata korozije (O_2 , H_2O) do armature i time je štite od oksidacijskih procesa za razliku od anodnih inhibitora na bazi nitrita i/ili kromata koji štite armaturu od korozije anodnom pasivizacijom tako što sami sudjeluju u anodnom procesu tj. oksidiraju umjesto osnovnog metala.

MCI[®] je registrirano/zaštićeno ime inhibitora korozije na bazi amina prirodoznije američke tvrtke CORTEC Corporation, Minnesota, USA. Zastupnik tvrtke CORTEC je tvrtka CORTECROS, Zagreb a ovlašteni distributer **MCI[®]-inhibitora** je tvrtka LONGUS, Zagreb.

-Naprijed je navedeno da je korozija armature oksidacijski/korozijski proces kemijske/elektrokemijske reakcije željeza (armature) i kisika u prisutnosti vlage pri datoj temperaturi.

-Pored koncentracije reaktanata (Fe , O_2 , H_2O) i temperature brzina reakcije korozije armature ovisi i o alkalnosti/pH-vrijednosti medija/porne vode u betonu: kod $\text{pH} > 9,5$ na površini armature formira se vrlo gusti za reaktante korozije nepropusni sloj željeznog oksida tzv. pasivni sloj koji štiti armaturu od korozije sprječavajući difuziju reaktanata (O_2 , H_2O) do armature – ovo ali vrijedi samo za vrijednost $\text{pH} > 9,5$.

-Ako i kada pH-vrijednost betona padne ispod 9,5 – na pr. karbonatizacijom betona reakcijom CO_2 iz zraka i kalcijeva hidroksida/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ u betonu ili utjecajem kiselih komponenti okoliša na beton na pr. oksida $\text{SO}_{2/3}$, N_xO_y i sl. – slabi i razara se zaštitni pasivni sloj (u pravilu mješavina željeznih oksida)- i započinje reakcija oksidacije/korozije armature jer je otvoren put reaktantima do armature.

-U prisutnosti klorida (klor iona Cl^- u vodenoj otopini) koncentracije $> \text{ca } 0,4\%$ na cement «prirodni» pasivni sloj na površini armature biva razaran kemijskom reakcijom klorida i oksida željeza također i kod $\text{pH} > 9,5$ čime reaktanti (O_2 , H_2O) imaju direktan pristup armaturi i proces korozije započinje – reaktanti većeg termodinamskog potencijala (Fe , O_2 , H_2O) reakcijom oksidacije prelaze u kemijski stabilniji spoj nižeg termodinamskog potencijala (Fe_xO_y).

-Kloridi ne reagiraju kemijski direktno sa željezom/armaturom tj. kloridi nisu oksidanti željeza već pri koncentraciji klorida $> \text{ca } 0,4\%$ na cement (ca $0,7 \text{ kg/m}^3$ betona) kemijski reagiraju sa pasivnim slojem željeznog oksida razarajući ga i time omogućuju pristup reaktanata korozije armaturi uzrokujući kemijsku reakciju tj. koroziju armature. Naime, produkti kemijske reakcije klorida i Fe-oksida/pasivni sloj su topivi u vodi (FeCl_2 odn. $\text{Fe}(\text{OH})_2$) te tako omogućuju napredovanje i ubrzanje procesa korozije (v. t. 2.2.).

3 – Način djelovanja i primjene **MCI[®]-inhibitora**

3.1.- Način djelovanja **MCI[®]-inhibitora**

-**MCI[®]-inhibitori** korozije difundiraju u obliku tekuće i parne faze kroz strukturu betona uključivo i najgušće strukture betona vrlo duboko u konstrukciju do armature s kojom fizikalno- kemijski reagiraju (kemisorpcija) tvoreći na njenoj površini vrlo gusti za agresivne supstancije i reaktante korozije nepropusni i rezistentni mikrosloj debljine ca 20 μm štiteći armaturu od korozije.

-MCI[®]-inhibitori difundiraju i kroz „zdravi“ korozijski sloj na armaturi stupnja čistoće ca Sa2 i St3. Ovime se otvaraju osnove za nove kriterije kvalitete u pripremi podloge kod sanacijskih radova: uklanja se samo degradirani od armature odvojeni sloj zaštitnog betona a armatura čisti do navedenih stupnjeva čistoća. Površinu korodirane armature gdje je adhezija zaštitnog sloja betona i armature zadovoljavajuća tj. $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ nije potrebno (kao do sada) otvarati i čistiti do navedenog stupnja čistoće već je dovoljno očišćenu površinu betona samo impregnirati sa odgovarajućim MCI[®]-inhibitorom budući da inhibitor difundira i kroz «zdravi» sloj korozije do armature gdje formira zaštitni sloj rezistentan na koroziju.

-Tako na pr. kod sanacija AB-konstrukcija kontaminiranih kloridima vrlo duboko ispod površine i iza armature - u ekstremnim slučajevima kontaminiranost kloridima je kroz cijeli presjek sloja betonske konstrukcije – i vrlo visoke koncentracije klorida ($>0,4\%$ na cement) više nije potrebno primjenjivati (dosadašnji) kriterij kojim se traži uklanjanje kloridima kontaminiranog sloja betona sve do podloge betona koncentracije klorida $<0,4\%$ na cement ili/i do sloja nekarbonatiziranog betona $\text{pH}>9,5$: uklanja se samo mehanički degradirani sloj betona do međusobne i adhezije za armaturu $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$, a zatim se:

1- očišćena i ohrapvljena podloga impregnira MCI[®]-inhibitorom

2- reprofilira betonska površina i zatvara otvorena armatura reparaturnim mortom sa sadržajem MCI[®]-inhibitora te

3- završno površinski obrađuje zaštitno-ukrasnim premazom ili hidrofobnom impregnacijom oba sa sadržajem MCI[®]-inhibitora u cilju zaštite AB-konstrukcije od navlaživanja, utjecaja atmosferilija, smrzavica, soli i drugih agresivnih supstancija okoliša.

Bitno je naglasiti da zaštitu armature od korozije i zaštitu novih odn. sanaciju starih AB-konstrukcija treba izvršiti cjelovitim zaštitnim sustavom kao navedeno tj. ugraditi materijale za sve tri navedene faze a ne samo parcijalno jer jedino puni zaštitni sustav dugotrajno i efikasno štiti armaturu od korozije i AB-konstrukciju od degradacije/oštećenja.

3.2.- Načini primjene MCI[®]-inhibitora

MCI[®]-inhibitori za zaštitu armature od korozije bilo kod novih ili sanacije starih oštećenih AB-konstrukcija primjenjuju se u principu na dva načina:

1-direktnim dodavanjem MCI[®]-inhibitora u beton, cementni ili PC-mort odn. građevinske materijale na bazi drugih veziva pri njihovom spravljanju bilo na gradilištu ili pogonu i

2-primjenom industrijskih proizvedenih materijala (koji već sadrže MCI[®]-inhibitore) za zaštitne i sanacijske radove AB- konstrukcija, na pr. reparaturne mortove, zalijevne i podljevne mortove, injekcijske mase, zaštitno-ukrasne premaze, hidrofobne impregnacije, ljepila, etc.

Potrebno je još jednom naglasiti da je pouzdana i trajna zaštita armature od korozije u AB-konstrukcijama osigurana samo kada svi slojevi građevinskog sustava/konstrukcije sadrže MCI[®]-inhibitore:

-beton osnovne AB-konstrukcije (kod novih konstrukcija MCI[®]-inhibitor se dodaje kod zamješavanja betona a kod sanacijskih radova očišćeni beton se impregnira MCI[®]-inhibitorom),

-reparaturni mortovi kod sanacijskih radova

-te završni površinski premaz ili hidrofobnu impregnaciju za zaštitu novih i starih AB-konstrukcija od navlaživanja, atmosferilija, smrzavica, soli i drugih agresivnih utjecaja.

3.3.-Kriteriji zaštite armature od korozije

1- Kriteriji zaštite izraženi korozijskom strujom $I/\mu\text{A}/\text{cm}^2$:

- Prema ASTM STP 1065 (Andrade):

- $I = < 0,1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ pasivizacija/nema korozije armature

- $I = 0,2 - 0,5 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ mala do umjerena korozija armature

- $I = 0,5 - 1,0 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ umjerena do pojačana korozija armature

- $I = > 1,0 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ vrlo jaka korozija armature

- Prema ASTM C 09 0384 i ASTM G 109:

- tijekom testa: $I = < 10 \mu\text{A}$

- na kraju testa: $I = < 2 \mu\text{A}$

- korodiranost armature na kraju testa u odnosu na kontrolni uzorak: $< 15\%$

- Prema Bavarian: stupnjevi oštećenja korozijom

Jačina korozijske struje, $\mu\text{A}/\text{cm}^2$:

$< 0,5$

0,5-2,7

2,7-27

> 27

Stupanj oštećenja korozijom:

Ne očekuje se oštećenje korozijom

Oštećenja korozijom moguća su za 10-15 godina

Oštećenja korozijom očekuju se za 2-10 godina

Oštećenja korozijom očekuju se za 2 godine i prije

2- Kriteriji zaštite izraženi elekropotencijalom korozije E/mV:

- Prema ASTM C-876:

$E = > -200$ mV:.....> 95% vjerojatnosti da nema pojave korozije

$E =$ od -200 mV do -350 mV:.....50% vjerojatnosti pojave korozije (nesigurno područje)

$E = < -350$ mV > 90% vjerojatnosti da je korozija nastupila

3- Kriteriji zaštite temeljem polarizacijske otpornosti $R_p/k\Omega\text{cm}$ (Broomfield 1994., Andrade 1999.):

$R_p = > 100$ $k\Omega\text{cm}$:.....nije moguće utvrditi koroziju između aktivnog i pasivnog područja

$R_p = 50 - 100$ $k\Omega\text{cm}$:.....mali stupanj korozije

$R_p = 10 - 50$ $k\Omega\text{cm}$:.....srednji do visoki stupanj korozije gdje je još aktivan čelik

$R_p = > 10$ $k\Omega\text{cm}$:.....otpornost nije moguće kontrolirati uz pomoć stupnja korozije .

4 – Kriteriji kvalitete antikorozijskih sanacijsko-zaštitnih materijala i sustava:

4.1.-Kriteriji kvalitete očišćene betonske podloge i armature AB-konstrukcija za prihvata AK-sanacijsko-zaštitnih sustava sa sadržajem MCI-inhibitora:

1-Vlačna čvrstoća betonske podloge i prionkljivost betona i armature: $\geq 1,5$ N/mm²

2-Hrapavost površine - ovisno o debljini sloja reparaturnog morta: ca 5mm za slojeve debljine ca 10-50 mm a ca 1mm za slojeve debljine 2-10 mm

3-pH: alkalno područje, >9

4-Koncentracija klorida: bez ograničenja (neki autori navode max 1%)

5-Otvorenost strukture betonske površine: >50% vidljivih zrnaca agregata , obuhvaćenost zrnaca cementnim matriksom ca 2/3 volumena zrna

6-Stupanj čistoće očišćene armature: min Sa2 odn. St3 (prema međunarodnim standardima ISO 8501-1, SIS 05 59 00 1967, DIN 55 928-Teil 4, ASTM D 2200-67, SSPC VIS) ovisno o metodi čišćenja: pjeskarenje, sačmarenje, hidrodinamički, ručno.

4.2.-Kriteriji kvalitete antikorozijskog sanacijsko-zaštitnog sustava/ materijala slojeva poviše armature: betona odn. reparaturnog morta, zaštitno-ukrasnog premaza odn.hidrofobne impregnacije svi sa sadržajem MCI-inhibitora:

1-Fluidonepropusnost: koeficijent plinopropusnosti $\leq 1 \times 10^{-16}$ m² (EN 993-4)

2- Difuzija klorida: $< 1 \times 10^{-12}$ m²/s (GF)

3-Koeficijent kapilarne vodoupojnosti: $< 10^{-1}$ kg/m²h^{1/2} (HRN.U.M8.300)

4-Alkalnost: pH > 9,5

5-Antikorozijska zaštita armature izražena jačinom/gustoćom korozijske struje:

- prema ASTM STP 1065: $< 0,1$ $\mu\text{A}/\text{cm}^2$

5 – Tehnološki postupak ugradnje antikorozijskih sanacijsko-zaštitnih sustava

5.1.-Antikorozijska zaštita armature novih AB-konstrukcija:

1-Dodavanje MCI[®]-inhibitora zamješavanjem pri proizvodnji betona za AB-konstrukcije.

Debljina zaštitnog sloja betona poviše armature min 2 cm.

PS: Umjesto dodavanja inhibitora u beton tijekom njegova spremanja zaštitu armature od korozije novih AB-konstrukcija može se izvesti naknadno nakon njene izvedbe impregnacijom površine zaštitnog sloja MCI[®]-inhibitorom. Poželjno je da se impregnacija učini na suhom i očvrslom betonu.

2-Obrada betonske površine zaštitno-ukrasnim premazom ili hidrofobnom impregnacijom oba sa sadržajem MCI[®]-inhibitora u cilju dodatne zaštite armature od korozije i sprječavanja upijanja atmosferskih oborina te time zaštita betona AB-konstrukcija od utjecaja vlage, atmosferilija, smrzavica, topivih soli i drugih utjecaja.

5.2.-Antikorozijska zaštita armature pri sanaciji postojećih/oštećenih AB-konstrukcija:

1- Priprema betonske površine u cilju prihvata sloja reparaturnog morta na način i do kriterija kvalitete kao u t.4.1. opisano.

- Ev. injektiranje pukotina injekcijskom smolom

2-Impregnacija cjelokupne betonske površine - dubinski očišćene uklanjanjem degradiranog površinskog/zaštitnog sloja betona ili samo površinski očišćene - sa MCI[®]-inhibitorom

3-Reprofiliranje betonske površine uključivo i zatvaranje otvorene i očišćene armature reparaturnim mortom sa sadržajem MCI[®]-inhibitora

4-Završna obrada betonske površine zaštitno-ukrasnim premazom sa sadržajem MCI[®]-inhibitora ili hidrofobnom impregnacijom također sa sadržajem MCI[®]-inhibitora u cilju dodatne zaštite armature od korozije i spriječavanja upijanja atmosferskih oborina te time zaštita betona AB-konstrukcija od utjecaja vlage, atmosferilija, smrzavica i topivih soli.

Zaštitno-ukrasni premazi mogu biti tankoslojni (debljine do ca 0,5 mm) ili debeloslojni (debljine sloja ca 2-3 mm) elastični koji pored zaštite od agresivnog okoliša premoštavaju i time brtve mikropukotine (širine do ca 1 mm).

6 – Monitoring

Kod projektiranja AB-konstrukcija, posebice značajnijih objekata, neophodno je projektirati održavanje objekata tijekom njihova životnog vijeka također ugradnjom senzora u AB-konstrukcije putem kojih će se pratiti stanje korozijske zaštite armature i stanje sanacijskog/zaštitnog sustava i pravovremeno poduzimati mjere zaštite i obnove korozijske zaštite armature novom impregnacijom sa MCI-inhibitorom odn. reparaturom oštećenih elemenata sanacijskog odn. zaštitnog sustava.

Na taj način stjecati će se praktično iskustvo neophodno za pravilno razumijevanje i tumačenje procesa korozijske zaštite armature MCI[®]-inhibitorima i za poduzimanje mjera za razvoj antikorozijskih materijala i sustava sa sadržajem MCI[®]-inhibitora – ovo tim više što smo mi ovdje na samom početku primjene ove obećavajuće tehnologije koja se u svijetu nedvojbeno dokazala i u praktičnoj primjeni. Navedimo samo primjer zaštite AB-konstrukcija zgrade PENTAGONA u Washingtonu, ca 100.000 m²: do primjene je moglo doći samo temeljem jasnog znanstveno-teorijskog objašnjenja i pozitivnog praktičnog iskustva u primjeni MCI[®]-inhibitora.

Uređajem GECOR-6 razvijenom u projektu Eureka/Eurocare EU-401 mjeri se stupanj korozije *in situ*. Ovim uređajem se mogu mjeriti slijedeći parametri

- Jačina/gustoća korozijske struje I/μA/cm²
- Elektropotencijal korozije E/mV
- Polarizacijski otpor Rp/kΩcm
- Temperatura, T^{°C}
- Relativna vlažnost, %RH

7- Postupak sanacije AB-konstrukcija modula br.3 obale br.5 u Luci Ploče izvršenih tijekom 2005. godine

Radove sanacije izvršila je tvrtka ŠKILJO-GRADNJA, Zagvozd prema Projektu sanacije koji je uradila tvrtka GEOKON, Zagreb. Kvalitetu primjenjenih materijala i kvalitetu izvedenih radova ispitivao je i kontrolirao IGH-Poslovni centar, Split.

1- Pripremni radovi: Čišćenje betonske površine i armature hidrodinamičkim uklanjanjem degradiranog materijala mlazom vode visokog pritiska (>2000 bara) za prihvat materijala sanacijsko-zaštitnog sustava: uklanjao se od armature odvojeni i degradirani sloj zaštitnog betona sve do zdrave, čiste i čvrste podloge (kriterij kvalitete: vlažna čvrstoća betonske površine i prionljivost betona za armaturu $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$) hrapavosti ca 3-5mm ovisno o debljini sloja reparaturnog morta, otvorene strukture površine/>50% vidljivih zrnaca agregata obuhvaćenih sa ca 2/3 volumena cementnim matriksom. Korodirana armatura čistila se hidrodinamički mlazom vode do stupnja čistoće min Sa2 odn. ručno do St3.

Visokotlačna pumpa nalazila se na plovilima sa kojih se vršila i ugradnja reparaturnog morta i završna površinska obrada zaštitno-ukrasnim premazom odn. hidrofobnom impregnacijom.

Transport materijala i komunikacija ljudi obavljala se kroz otvore u AB-ploči.

2- AKZ armature obavljena je sa PC premazom koji sadrži MCI inhibitor. Nanos u 1-2 sloja četkom, utošak cca $0,2 \text{ kg/m}^2$, za armaturu promjera 12 mm.



3- Impregnacija cjelokupne betonske površine sa vodenom otopinom (1:4) inhibitora korozije MCI – u prahu. Nanos četkom ili valjkom u 2-3 sloja ukupne izdašnosti cca $25 \text{ m}^2/\text{kg}$.



4- Reprofiliranje betonske površine i zatvaranje otvorene armature vršilo se reparaturnim mortom sa na bazi 1-k PC-veziva sa sadržajem MCI-inhibitora ručnim nanošenjem u 1-3 sloja ovisno o ukupnoj debljini sloja morta (bilo je površina i do 8cm debljine morta). Svježe ugrađeni reparaturni mort u unutrašnjosti i podgledu konstrukcije gotovo da nije trebalo „njevovati“/štititi od prebrzog sušenja i gubitka tehnološke vlage jer je betonska konstrukcija u prostoru sa visokom relativnom vlažnošću zraka. Na betonskim površinama lica obale koje su izložene insolaciji i strujanju zraka svježe ugrađeni reparaturni mort, štitio se od prebrzog sušenja/“pregorijevanja“ vlaženjem, vlagonepropusnim pokrivkama ili obradom sa curingom na bazi sojina ulja koji sadrži MCI inhibitor nanosom sa četkom ili valjkom u jednom sloju, izdašnost ca 5 m²/l.



5- Zaštita cjelokupne površine tj. betonske i reprofilirane reparaturnim mortom od utjecaja vlage i atmosferilija vršila se zaštitno-ukrasnim premazom ili hidrofobnom impregnacijom:

- *Lice obale* obrađivano je zaštitno-ukrasnim premazom (svjetlo siva boja) na bazi 1-k akrilatnog veziva sa sadržajem MCI-inhibitora nanosom četkom ili valjkom u dva sloja ukupne izdašnosti ca 8 m²/l a,

- *Betonske površine u podgledu i unutrašnjosti konstrukcije* zaštićivane su obradom sa hidrofobnom impregnacijom na bazi silan-siloxana u vodenom mediju sa sadržajem MCI-inhibitora nanosom četkom ili valjkom u 1-2 sloja, obrađena površina ne mijenja izgled niti boju, izdašnost ca 3,5m²/l.

Napomena: Posebno treba naglasiti vrlo otežane uvjete izvođenja radova: s jedne strane uski prostori stiješnjeni morem i betoskom pločom i gredama a s druge strane neprekidno uplovljavanje i isplovljavanje brodova koji podižu valove, zatim jugo i plima i oseka koji podižu/mijenjaju nivo mora te konačno prilagođavanje ritmu rada luke tako da je izvođač primoran često prekidati radove.



6- Izveštaj IGH-PC, Split o kontroli kvalitete ugrađenog materijala i kvaliteti izvedenih radova je pozitivan, tako stoji u:

- t.2.1. Prethodna provjera kvalitete odabranog materijala: na osnovi dobivenih rezultata ispitivanja zaključuje se da sanacijski antikorozijski reparaturni mort zadovoljava kriterije navedene u Izvedbenom projektu projektantske tvrtke GEOKON

- t.2.2. Prethodna provjera kvalitete pripremljenosti podloge: vlačna čvrstoća betonske podloge „pull off“ iznosi > 1,5 N/mm² čime zadovoljava traženi kriterij kao i koncentracija klorida koja iznosi <0,4%

- t.2.3. Kontrolna ispitivanja kvalitete ugrađenog materijala: na osnovi dobivenih tekućih rezultata ispitivanja kvalitete reparaturnog morta zaključuje se da reparaturni mort ugrađen na obali br.5 modulu br.3 u luci Ploče zadovoljava uvjete i kriterije date u Izvedbenom projektu

- t.2.4. Kontrola kvalitete izvedenog sanacijskog sustava: na osnovi svakodnevnih dobivenih tekućih rezultata ispitivanja kvalitete reparaturnog morta zaključuje se da reparaturni mort ugrađen u svakom šaftu modula br.3 na obali br.5 u luci Ploče zadovoljava uvjete i kriterije date u Izvedbenom projektu

- t.3. Završna ocjena kakvoće tekuće kontrole: potvrđuje se da je kakvoća materijala i radova dokazana propisanim i dokumentiranim ispitivanjima i da je u skladu sa uvjetima i kriterijima datim u Izvedbenom projektu Sanacija podgleda i lica AB-konstrukcije obale br.5 izrađenog od strane tvrtke GEOKON iz Zagreba.

7 – Literatura

1- Bjegović D., Mikšić B., Ukrainczyk V., Zaštita armature od korozije migracijskim inhibitorima

2- Bjegović D., Projektiranje životnog vijeka armiranobetonskih objekata na prometnicama, Znanstveno-istraživački projekt

3- Haynes M., (1997), Use of migratory corrosion inhibitors, Konstruktion Repair July/August

4- Mikšić B., Gelner L., Bjegović D., Sipos L., Migrating Corrosion Inhibitors for Reinforced Concrete, Proceedings of the 8th European Symposium on Concrete Inhibitors, University of Ferrara, Italy, 1995

5- Broomfield J., The pros and cons of corrosion inhibitors, Construction Repair July/August, 1997

6- Alonso C., Andrade C., Effect of Nitrite as a Corrosion Inhibitor in Contaminated and Chloride-free Carbonated Mortars, American Concrete Institute Materials Journal, 1990

7- Rosenfeld I.L., Corrosion Inhibitors, McGraw-Hill Inc. New York, 1981

8- Berke N., Corrosion Inhibitors in Concrete, Concrete International 7, 1991

9- Concrete Manual, Cortec Corporation, St. Paul, 1996

10- Tehnička dokumentacija tvrtke CORTEC Corporation, Minnesota, USA

11. Izveštaj IGH-PC-Split o rezultatima ispitivanja kvalitete primjenjenih materijala i izvedenih radova sanacije u 2005.