

Izgradnja trajnije infrastrukture Građenje u tlima sa velikim sadržajem sulfata i drugim korozivnim uvjetima

Autori: Hadar Halperin, Julie Holmquist, Haggai Shoshany i Jessi Meyer, FICRI
Izvor: The Construction Specifier, izvorni članak objavljen na stranicama 44-49
Pripremio i preveo: Ivan Rogan

Prilikom izgradnje infrastrukture često su male, ako postoje, mogućnosti kontrole okoliša u kojem se grade ceste, mostovi, odvodni propusti ili druge javne strukture. Infrastruktura se mora izgraditi tako da odgovara okolišu koji već postoji kako bi ju podržala zajednica na to prostoru. To zahtijeva od izvođača i inženjera izgradnju građevina koje će trajati mnogo desetljeća, usprkos izlaganju klimatskim uvjetima, uvjetima tla i prisutnosti vode.

Konzultantske tvrtke u Izraelu pronalaze brojne prednosti slijedeći "projektiranje temeljeno na performansama" koje uključuje tehnologiju (MCI) migracije inhibitora korozije. Ovaj članak opisuje tri projekta javnih radova na kojima je primijenjen pristup projektiranju temeljenom na performansama. Svaki je projekt predstavljao posebno velik izazov kod lijevanje debelih komada betona u vrlo nepovoljnim okolišnim uvjetima, a pritom se nastojalo postići 100-godišnji vijek trajanja. Iako je infrastruktura dizajnirana u skladu sa specifikacijama specifičnim za Europu i Izrael, ovi projekti pružaju uvid u strategije za izgradnju infrastrukture veće trajnosti u otežanim uvjetima bilo gdje na svijetu.

Izvedba u odnosu na propisane specifikacije

Na prijelazu tisućljeća građevinska industrija započela je shvaćati da zgrade ne ispunjavaju njihov projektirani vijek trajanja, stoga je u industrijske standarde postavljen koncept trajnosti u uvjetima okoliša. Do tada, inženjeri građevine i infrastrukture uglavnom su se referirali na mehanička svojstva (vlačna i tlačna čvrstoća itd.). U Europi se ta svojstva odražavaju u normi EN 206-1, Beton - Specifikacija, izvedba, proizvodnja i sukladnost, Dio 1.1 Izraelski ekvivalent je IS 118, Beton: Specifikacija, izvedba i proizvodnja². Ove norme obuhvaćaju i 'propisani pristup' "i" izvedbeni pristup. "Američki institut za beton (ACI) 318-08, Zahtjevi građevinskog koda za građevinski beton i komentare i ACI 301-05, Specifikacije za građevinski beton, primjeri su specifikacija koje uključuju propisani i izvedbene zahtjeve koji se temelje na izvedbi u Sjedinjenim Državama³. Iako obje vrste specifikacija postoje u Sjedinjenim Američkim Državama od prve polovice 20. stoljeća, u posljednjih nekoliko desetljeća također postoji sve veća spoznaja o važnosti izgradnje za dugotrajnost korištenja pristupa povezanih sa performansama⁴.

Inženjeri imaju profesionalnu i zakonsku obvezu ispunjavati ove norme kako bi se zajamčila kvaliteta, sigurnost i dugovječnost građevinskog projekta. Odgovornost inženjera je da bude ažuriran kod primjene trenutnih normi i projektiranju u skladu s tim. Na primjer, u Europi i Izraelu, norme EN 206-1 i IS 118 definiraju nekoliko kategorija okolišnih uvjeta kako bi se inženjerima pomoglo u projektiranju trajnosti poput:

- Kemijska agresivnost sastava tla
- Zrak s visokom koncentracijom klorida
- Zrak s visokom koncentracijom ugljičnog dioksida (CO₂)
- Česti ciklusi smrzavanja i odmrzavanja (smrzavanje-odmrzavanje uključeno je u EN 206-1, ali proizlazi iz IS 118 jer smrzavanja u Izraelu gotovo nikada nema).

Norme daju svakoj kategoriji kod s nizom brojeva koji opisuju ozbiljnost stanja. Nakon što se utvrde ovi uvjeti, i europski i izraelski standardi daju inženjeru građevine dvije mogućnosti da u tim okolnostima osiguraju trajnost (odjeljak 5.3.1 u obje norme).

Opcija 1: Granične vrijednosti/propisani pristup

Ovaj pristup ima za cilj poboljšati pokrivenost betonom armaturne konstrukcije, čime se odgađa prodiranje oštih elemenata kroz beton i produžuje razdoblje inkubacije korozije. Nakon korozije armature, započinje posljedice izazvane korozijom armature - čelik mijenja obujam, uzrokujući pucanje betona, ljuštenje i daljnje izlaganje uzročnicima korozije, te smanjenju vijeka trajanja građevine.

Opcija 2: Pristup projektiranju u vezi s izvođenjem

Ovaj je pristup namijenjen je poboljšanju trajnosti armature i otpornosti na koroziju, čime se podiže prag koncentracije kemikalija kojima se odgađa korozija (produžava razdoblje inkubacije korozije) i usporava brzina korozije (produžava razdoblje širenja korozije do početka pucanja betona).

Ova opcija ima nekoliko prednosti, kao što su:

- Omogućuje inženjerima da smanje količinu cementa u mješavini u odnosu na količinu cementa potrebnu u propisanom pristupu, što umanjuje termičko i plastično pucanje jer manje cementa stvara nižu toplinu i rezultira smanjenim vremenom sušenja betona nakon lijevanja
- Omogućuje manju betonsku pokrivenost armature
- Omogućuje inženjerima da koriste manje količine armature
- Nastavlja pružati zaštitu od korozije ako se pojave pogreške u aplikaciji (nesavršeno lijevanje), ako je opcija 1. neuspješna.

Bliži pogled na tri projekta u specifična okruženju

Zbog svojih prednosti, pristup utemeljen na performansama imao je važnu ulogu u projektiranju tri različita infrastrukturna projekta u Izraelu: vanjski amfiteatar, odvodnjavanje oborinske vode i tunel za hvatanje poplavne vode. Svaki od ovih projekata trebao je biti izrađen u umjereno teškim i teškim uvjetima, planirajući 100-godišnji vijek trajanja. Svaki je projekt slijedio je konkretne strategije projektiranja temeljenog na performansama koje su specificirale migracijski inhibitor korozije (MCI) ili njegov ekvivalent.

U takvim okruženjima postoje nerazdvojive prednosti pristupa koje se odnose na performanse u pogledu vremena izgradnje, izravnih troškova i trajnosti. Prednost u vremenu izgradnje izražena je u obliku ugrađenih rješenja za pogreške u primjeni kao što su odvajanje, površinsko pucanje i nedovoljna pokrivenost armature, na koje izvođač radova ne treba trošiti vrijeme na eventualne korekcije. Prednost u troškovima iskazuje se i smanjenjem troškova materijala (niži troškovi miješanja betona, manje dimenzije armature) i izbjegavanje troškova korekcija. Prednosti dugovječnosti ogledaju se u softveru za predviđanje životnog vijeka koji će detaljno biti objašnjen u ovome radu.



Slika 1. Mjesto Parka mira Mevaseret-Zion, Izrael, Glimmer Industrial Consulting.

Amfiteatar Park mira izgrađen je u Mevaseret-Zion, nedaleko od autoceste slika 1. koja vodi od Tel-Aviva do Jeruzalema. Samo otprilike 200 m udaljenosti od ove glavne prometnice postojala je veća vjerojatnost rane karbonizacije, što bi moglo smanjiti prirodno visoko alkalno okruženje novog betona koji u početku štiti armaturu od korozije. Procjena je bila da mjesto ima umjereno agresivno kemijsko okruženje od izravnog izlaganja tlu. Ti su čimbenici klasificirali beton prema EN-206-1: Stupanj izloženosti XC-4 i XA-2, visoki nivo izloženosti betona atmosferiliju i utjecaju tla. Projekt je uključivao veliku količinu betona za izradu stuba i izrade platformi za sjedenje⁵.

U dolini Kulron projektiran je odvodni kanal za sabiranje sezonskih poplavnih voda ispod autoceste 90 u blizini Mrtvog mora.⁶Tlo bogato sulfatom klasificiralo je stupanj izloženosti projekta na XA-3 (veliku agresivnost tla) prema tablici prve EN-206-1 (ekvivalentno IS 118, razina izloženosti 11). Okoliš je također bio izložen visokim temperaturama, a lijevanje vrlo debelih elemenata predstavljalo je veći rizik termičkog pucanja betona.

Projekt Kinnet odvodnog tunela također je klasificiran na nivo izloženosti XA-3 (velike agresivnosti tla), u skladu s EN-206-1 i IS-118. Tunel je projektiran za preusmjeravanje poplavnih voda iz regije Arava i Eilat. Predviđeni okoliš izgradnje tunela je tlo vrlo bogato sulfatom i izloženosti visokim temperaturama. Uz to, meka voda u regiji je vrlo agresivna prema betonu i sa vrlo jakim vodenim strujanjem uz prisutnost naplavina koje mehanički oštećuju beton. Odvodni tunel skuplja vodu punu krhotina u otvorenom kanalu, a ambijent tunela je korozivan i iznutra i izvana.

Tablica 1.

ASTM C1582 Rezultati fizikalnih svojstva mješavine A na bio bazi					
Vrijeme	Kontrola	Mješavina A	U odnosu na kontrolu	ASTM C1582 Zahtjev	Rezultat
Početno stanje (minute)	312	431	+119	+/-210 min. od kontrole	Udovoljava zahtjevu
Završno stanje (minute)	404	524	+120	+/-210 min. od kontrole	Udovoljava zahtjevu
Tlačna čvrstoća					
3 Dana (bar)	231,32	256,42	111%	Minimum 80% od kontrole	Udovoljava zahtjevu
7 Dana (bar)	286,16	307,74	108%	Minimum 80% od kontrole	Udovoljava zahtjevu
28 Dana (bar)	361,60	374,75	104%	Minimum 80% od kontrole	Udovoljava zahtjevu
6 Mjeseci (bar)	427,27	467,55	109%	Minimum 80% od kontrole	Udovoljava zahtjevu
1 Godina (bar)	454,40	483,51	106%	Minimum 80% od kontrole	Udovoljava zahtjevu
Čvrstoća savijanja					
3 Dana (bar)	41,13	41,55	101%	Minimum 80% od kontrole	Udovoljava zahtjevu
7 Dana (bar)	46,47	48,58	104%	Minimum 80% od kontrole	Udovoljava zahtjevu
28 Dana (bar)	53,22	56,04	105%	Minimum 80% od kontrole	Udovoljava zahtjevu
Smanjenje obujma					
Promjena dužine (%)	-0.025	-0.021	0.004	Max 0.010 više od kontrole	Udovoljava zahtjevu
Izdržljivost					
Smrzavanje / Odmrzavanje	99.1	98.8	99.8	RDF 80%	Udovoljava zahtjevu

Podaci preuzeti iz „Mješavina za inhibiciju korozije armiranog čelika u betonu izazvane kloridom (ASTM C1582). Konačno izvješće o ispitivanju svojstava betona“, od strane Tourney Consulting Group iz Kalamazooa, Michigan, u veljači 2011.

Tablica 2.

ASTM G180 Rezultati fizikalnih svojstva mješavine A na bio bazi										
Uzorak	Potencijal	R _p	1/R _p	log(1/R _p)	Pov. (cm ²)	Doziranje (L/m ³)	Srednja 1/R _p (μS/cm ²)	SD 1/R _p (μS/cm ²)	Log (1/R _p)	Log SD
	mV (SSC)	(Ohms)	(μS/cm ²)							
1	-509	8192	23.85	1.38	5.12	0.60	38.91	21.29	1.33	0.29
2	-530.6	3626	53.96	1.73	5.11					
3	-500.2	9373	20.85	1.32	5.12					
4	-457.9	24360	8.10	0.91	5.07					
Kontrola (13)	-522.9 prosjek					0	394.71	214.21	2.49	0.35

ASTM G180, Standardna metoda ispitivanja korozije čelika u betonu polarizacijskom otpornošću u cementnim suspenzijama, ispitivanje dodatka A. Podaci preuzeti iz „Re: Procjena korozije mješavine betona s MCI dodavanja prema ASTM G180“, TCG projekt 17057, Tourney Consulting Grupa u Kalamazoo, Michigan, u svibnju 2017. Godine.

Strategije za 100-godišnji vijek trajanja

Primjena i/ili specifikacija migrirajući inhibitora korozije (MCI) ili njegovog ekvivalenta bili su sastavni dio izgradnje trajnosti svakog projekta i stvaranja isplative alternative nedostacima pristupa u ograničavajućim propisima. Dok su ograničavajuće vrijednosti konkretne projektne strategije nastojale povećati trajnost i smanjiti koroziju odgađajući izloženost armature korozivnim elementima, migrirajući inhibitori korozije (MCI) imaju važnu ulogu u odgađanju vremena nastanka korozije i smanjenju korozije. Ova će se tehnologija dodatno poboljšati upotrebom materijala i procesa kako bi se prije svega smanjilo pucanje betona i odolijevalo utjecaju sulfata.

Dodatak druge generacije migrirajući inhibitora korozije (MCI) navedenih u ovim projektima temelji se na soli amin-karboksilata. Taj se elektrokemijski proces odvija se na površini armature gdje ima afinitet prema metalu i tvori zaštitni molekularni sloj. Kada se prirodno zaštitno alkalno okruženje betona smanjuje ili kada vode, soli ili drugi korozivi prodiru kroz betonske pore ili pukotine, ovaj sloj migrirajući inhibitora korozije ne dopušta normalan elektrokemijski proces koji bi inače omogućio korozivne reakcije na armaturi betona u prisustvu elektrolita.

Za drugu generaciju migrirajući inhibitora korozije (MCI) kažu da potencijalno odgađaju pokretanje korozije dva do tri puta i smanjuju stupanj korozije nakon pokretanja 5 do 15 puta.⁷ Migrirajući inhibitor korozije naveden u ovim projektima udovoljava ASTM C1582, *Standardnoj specifikaciji za inhibicije dodataka-Korozija armiranog čelika u betonu izazvana kloridom*, rezultati fizičkih svojstava u zadanom vremenu, čvrstoća na tlak, čvrstoća na savijanje, skupljanje i trajnost smrzavanja/odmrzavanja (Tablica 1)⁸. Također zadovoljava svojstva korozije prema ASTM G180, *Standardnoj metodi ispitivanja korozije Inhibicija dodataka čelika u betonu polarizacijskom otpornošću u cementnim suspenzijama* (smanjena korozivna struja za faktor 10, dovođenje unutar zahtjeva da bude za 1/8 vrijednost za kontrolne uzorke) (Tablica 2)⁸ - miksera za rad.

Softver za predviđanje životnog vijeka može pomoći inženjerima da procijene vijek trajanja i troškove armirano betonske konstrukcije na temelju parametara poput klime, dizajna smjese, vrste čelika za armiranje i dodataka koji inhibiraju koroziju. Migracijski inhibitori korozije (MCI) povećavaju životni vijek povećanjem praga utjecaja klorida, te usporavanjem korozije nakon što se ista pokrene. Korišteni migrirajući inhibitor korozije (MCI) povećao je prag klorida u softveru za predviđanje životnog vijeka sa 0,05 posto na 0,18 posto, te također povećao razdoblje širenja korozije pet puta u usporedbi s bazičnim slučajem, kao konzervativnu procjenu smanjenja brzine korozije u standardu ASTM-G109 *Metoda ispitivanja za utvrđivanje učinaka kemijskih dodataka na koroziju armiranog čelika u betonu izloženom okruženju kloridima*, ispitivanje proizvoda¹⁰.

Prilikom izvođenja različitih receptura mješavina betona za izraelske infrastrukture projektirane softverom za predviđanje životnog vijeka, faktor betonske mješavine ima i očekivane karakteristike performansi migrirajućeg inhibitora korozije koji predviđa duži životni vijek u usporedbi s gušćom betonskom mješavinom, ali bez dodatnih troškova. Alternativna betonska mješavina zahtijevala bi čvrstoću C50/60 prema specifikacijama ograničavajućih vrijednosti, što bi zahtijevalo poseban cement i dovelo do loše obradivosti uz visoki rizik od hidratacijskog zagrijavanja, toplinskih pukotina i plastičnog pucanja - čimbenici koji su kontraproduktivni za trajnost. Također bi dodatna obrada bila kompliciranija s ograničenjima vrijednosti, a dodatna armatura bila bi potrebna za kontrolu širine pukotina prema EUROCODE-2, *Projektiranje betonskih konstrukcija - dio 1-1: opća pravila i pravila za građevine i IS 466-1*, *Konkretni kod: Opća načela*.

Umjesto toga, dizajn temeljen na performansama omogućio je primjenu betona C 35/45, zahtijevajući manje cementa i manje armaturne vrijednosti nego za beton C 50/60. Cement rezistentan na sulfat također je određen za dodatnu trajnost dvaju projekata u okruženju velikog sadržaja sulfatima. Također, ovaj cement ima sporiji razvoj čvrstoće, što omogućava inženjerima da još više smanje hidratacijsko zagrijavanje. Konačno, čak i u slučaju naizgled neizbježnih grešaka u konstrukciji - poput površinskog pucanja, nekonstruktivne segregacije i nedovoljnog betonskog pokrivača - primjena migrirajućeg inhibitora korozije nudi se automatski rješenje za ublažavanje rizika od korozije, te kako bi se konstruktoru značajno smanjili troškovi popravaka i održavanja u budućnosti.

Primjena ovih metoda u Sjedinjenim Američkim Državama

Ovi projekti pružaju uvid u izgradnju trajnosti u USA. Slični uvjeti vjerojatno postoje u južnom obalnom okruženju u zemlji zbog visokih temperatura i veće vjerojatnosti visokog sulfatnog tla.¹¹ Također je veća mogućnost izlaganja utjecaju mora sa visokim sadržajem klorida. Faktori poput ovih moraju se uzeti u obzir prilikom izgradnje u takvim okruženjima. Na primjer, građevinska firma koja je projektirala novi hotel duž obale zaljeva Alabama razmotrila je razne mogućnosti izdržljivosti prije nego što se odlučila za migrirajući inhibitor korozije koji im je omogućio produljenje predviđenog životnog vijeka (u usporedbi armaturom zaštićenom epoksi premazom) unutar izrade proračuna troškova.¹² Sudeći prema primjerima izraelskih projekata, buduće građevine koje su suočene s visokim prisustvom sulfata u standardnim morskim sredinama mogu postići bolju izdržljivost kombiniranom primjenom migrirajućih inhibitora korozije (MCI), cementa otpornog na sulfat i betona C 35/45, a sve u cilju smanjenja pucanja betona i zahtjevom za dodatnom armaturom.

Čak i samo po sebi, specificiranjem migrirajućeg inhibitora korozije (MCI) u mješavinu betona MCI može pružiti veću trajnost u situacijama koje mogu biti korozivne iako nisu izložene utjecaju mora, visokim sadržajem sulfata ili visokim temperaturama. Na primjer, sjeverne regije USA koje doživljavaju oštre zime s puno snijega i leda, opasne uvjete vožnju sanira se velikom primjenom soli za odmrzavanje. Ceste, mostovi, prilazi i parkirna mjesta izgrađeni u tim okruženjima podliježu smrzavanju, odmrzavanju, pucanju i prodiranju klorida što dovodi do teške korozije armirano betonske konstrukcije. Dodavanje MCI u beton može produljiti životni vijek građevine uz minimalnu promjenu u izradi gotove betonske mješavine, osim neznatnog odgađanja planiranog vremena, što je ponekad prednost za građevinske radnike, ali moguće je izbjeći ako je to potrebno.

Druga primjena u kojoj migrirajući inhibitori korozije doprinose dugotrajnosti je rizik od područja lutajućih struja (podzemni armirani beton koji je ponovno učvršćen unutar 3 km kod električnog vlaka, cijevi sa sustavima katodne zaštite ili visokonaponski električni vodovi). Kako migrirajući inhibitori korozije formiraju na armaturi zaštitni molekularni sloj, armirani beton koji sadrži migrirajući inhibitori korozije smanjuje stopu korozije s faktorom od tri do pet¹³.

Zaključak

Izgradnja sa većom trajnošću betonske infrastrukture u ekstremno teškim uvjetima je stalni izazov. Korištenje metode dizajna povezanog s performansama, kao što je učinjeno u tri izraelska infrastrukturna projekta, nudi dobru strategiju za produljenje životnog vijeka dugoročnim pristupom ublažavanju utjecaja korozije. Umjesto da samo odgodite koroziju odabirom strategije koja može zahtijevati dodatni cement i armaturu - uz minimalnu zaštitu nakon pucanja i korozije - ovdje opisani pristup temeljen na performansama minimizira pucanje, smanjuje potrebe materijala i pruža stalnu zaštitu od korozije čak i nakon pucanja. Sličan se pristup može prilagoditi konkretnoj infrastrukturi diljem USA, te na drugim mjestima

u svijetu radi veće izdržljivosti u uvjetima utjecaja mora, velikom zasićenošću sulfatima, pa čak i u otežanim zimskim uvjetima.

Reference

- ¹ Vidi EN-206-1:2000, *Concrete – Specification, Performance, Production and Conformity, Part 1*, British Standards Institution, London, United Kingdom.
- ² Konzultiraj IS-118:2008, *Concrete: Specification, Performance and Production*, Standards Institution of Israel, Tel Aviv, Israel.
- ³ Za kratko upoznavanje vidi www.nrmca.org/p2p/Guide%20Spec%20Final.pdf.
- ⁴ Pročitaj (ACI) Odbor američkog instituta za beton, Committee 329's, "ACI 329R-14: Report on Performance-Based Requirements for Concrete," (December 2014) at www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/329R_14PREVIEW.pdf and "Performance-Based Concrete Mixtures and Specifications for Today" by James M. Shilstone, Sr. and James M. Shilstone, Jr. (February 2002) at www.shilstone.com/library/Shilstone_CI0202.pdf.
- ⁵ Pregled "Enhancing Durability at Park of Peace Amphitheater," Case History 650 (December 2019) at www.corteccasehistories.com/?s2member_file_download=access-s2member-level1/ch650.pdf.
- ⁶ Pregled "Kidron Valley Culvert: Building for 100-Year Service Life," Case History 659 at www.corteccasehistories.com/?s2member_file_download=access-s2member-level1/ch659.pdf.
- ⁷ Čitaj *Improving Durability of Infrastructure with Migratory Corrosion Inhibitors (MCI) Handbook* by Boris Miksic.
- ⁸ Konzultiraj "Admixture to Inhibit Chloride-induced Corrosion of Reinforcing Steel in Concrete (ASTM C1582) Concrete Properties Testing Final Report," by Glenn Schaefer.
- ⁹ Čitaj "Re: Evaluation of Corrosion Inhibiting Admixture According to ASTM G180, TCG Project 17057" by Neal S. Burke, PhD.
- ¹⁰ Za više informacija vidi, www.cortecmci.com/wp-content/uploads/2017/09/LIFE-365-Inputs-for-MCI2c-5.27.15.pdf.
- ¹¹ Vidi "Soil Survey Technical Note 11: Acid Sulfate Soils in the Coastal and Subaqueous Environment" by the United States Department of Agriculture (USDA) at www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcseprd1461815.
- ¹² Čitaj "Bio-based Corrosion Inhibitors: Building for resiliency in marine environments" by Julie Holmquist, Andrea Moore, and Casey Heurung in *The Construction Specifier* at www.constructionspecifier.com/bio-based-corrosion-inhibitors-building-for-resiliency-in-marine-environments.
- ¹³ Konzultiraj "Corrosion Protection of Reinforcement from Stray Current by MCI 2005/2006 NS Admixtures," by Cortec Corporation. Research is also currently underway at the Israeli National Building Research Institute.
- ¹⁴ Posebna zahvala Sen Kang, PhD, senior corrosion engineer, at Cortec Corporation, for technical review and editing.

Autori



Hadar Halperin, voditeljica poslovnog razvoja tvrtke Glimmer Industrial Consulting, Izrael, pomaže dokazano tehnološki naprednim proizvodima vlasnicima, inženjerima i izvođačima radova u rješavanju problema životnog vijeka i trajnosti u građevinarstvu i infrastrukturi. Magistrica škole menadžmenta na Sveučilištu Collier University MBA (MBA) s bogatim iskustvom u rješenjima za zaštitu od korozije i vijeka trajanja, usredotočena na ekonomičan inženjering, realne uvjete primjene i dugoročnu perspektivu. Do nje se može doći putem e-maila na hadar@glimmer.co.il



Julie Holmquist, već je četiri godine autorica mnogih tema iz korozije u korporaciji Cortec. Specijalizirala se za pisanje o tehnologiji inhibicije korozije za beton, elektroniku, proizvodnju, naftu i plin i mnoge druge industrije. Njezini su članci objavljeni u desecima industrijskih časopisa. Do nje se može doći putem e-maila na jholmquist@cortecvci.com



Haggai Shoshany, Stručni je savjetnik za strukturalnu zaštitu i trajnosti više od 15 godina. Specijalizirao se za tehnologiju betona, tehnologiju korozije i industrijske procese. Njegovi su članci objavljeni u mnogim profesionalnim inženjerskim časopisima u Izraelu. Njegova su izlaganja objavljena u mnogim zbornicima tehničkih konvencija koje su održali NACE-Izrael, AEAI, IACIE i sl. Do njega se može doći putem e-maila na haggai@gic-eng.com



Jessi Meyer, FICRI, potpredsjednik odjela prodaje - Azija / MCI u Cortec Corporation. Diplomirala je na Sveučilištu Concordia (MBA) u St. Paulu, MN, i stekla zvanje doktorata kemije i poslovanja na Sveučilištu Wisconsin-Eau Claire, Eau Claire, WI. Meyer ima veliko iskustvo u industriji betona, građevine i korozije, Posjeduje ima šest patenata na tim poljima. Napisala je brojne tehničke radove i bila glavni govornik na mnogim forumima vezanim za industriju. Aktivna je članica Američkog instituta za beton (ACI), NACE International i Međunarodnog instituta za popravak betona (ICRI) - gdje je nedavno dobila nagradu za stipendiranje. Do nje se može doći putem e-maila na jmeyer@cortecvci.com

Obratite tvrtki Cortec® Corporation ili CorteCros d.o.o. sa pitanjima o primjeni i mogućnostima nabavke Cortec® MCI® sustava za zaštitu armirano betonskih konstrukcija.

Saznajte više o MCI® proizvodima:

Cortec Web stranica: <http://www.cortecvci.com>

CorteCros d.o.o. Web stranica: <http://www.cortecros.com>

Cortec® Corporation je globalni lider u inovativnim, ekološki odgovornim VpCI® i MCI® tehnologijama za kontrolu korozije za pakiranje, obrada metala, graditeljstvo, elektronika, obrada voda, nafta i plin i druge industrije Cortec® Corporation sa sjedištem u St. Paul, Minnesota, Cortec® proizvodi više od 400 proizvoda distribuirano se širom svijeta. ISO 9001, ISO 14001: 2004 i ISO 17025 certificirani.