

Zaštita od korozije u kanalizacijskim crpnim stanicama

- Potrebni standard kvalitete –

Ratimir Ratković, dipl.oec., direktor, Aqualine d.o.o., Hrvatska

Wolfgang Beckmann, dipl.ing., područni voditelj prodaje, STRATE Technologie für Abwasser GmbH,
član grupe TALIS u Njemačkoj

Wolf-Peter Strate, dipl.ing., direktor, STRATE Technologie für Abwasser GmbH,
član grupe TALIS u Njemačkoj

SAŽETAK

Korozija (hrđa) je jedan od glavnih uzroka koji izaziva znatnu štetu na kanalizacijskim crpnim stanicama te znatno skraćuje njihov radni vijek. Zbog navedenoga te u svrhe sprječavanja nastanka velike ekonomske štete, odgovarajuća zaštita od korozije postaje ključni kriterij koji je potrebno uzeti u obzir prilikom donošenja odluka vezanih uz ulaganja u kanalizacijske crpne stanice. Prilikom podnošenja prijave za subvencije iz EZ-a i iz nacionalnih fondova, ulaganja moraju biti opravdana te kvaliteta zaštite od korozije predstavlja važan čimbenik. Stupanj zaštite od korozije mora biti jasno i propisno naveden u dokumentaciji za javno nadmetanje. Ovaj članak uspoređuje dva različita koncepta zaštite od korozije - sustave premaza u skladu s normom DIN EN ISO 12944 (2008) i nehrđajući čelik u skladu s normom DIN EN 1993 - 1-4 (2015). Jasno je da na potrebnu zaštitu ne utječe samo crpljeni medij, već na istu puno veći utjecaj ima okolina u kojoj crpna stanica radi. U članku je prikazan način koji omogućuje jednostavno određivanje stupnja zaštite od korozije za oba koncepta na temelju navedenih europskih normi i okoline.

UVOD

Frustrirajuće je kada se na novoj crpnoj stanici već nakon nekoliko godina rada pojave oštećenja uzrokovana hrđom ili čak narušeno funkcioniranje ili propuštanja u dijelovima cjevovoda, u fitinzima, spremnicima, ventilima te drugim sastavnicama crpke. Ako je navedene neispravne dijelove potrebno popraviti ili čak zamijeniti, nastaju nepredviđeni dodatni troškovi koji nisu obuhvaćeni financijama projekta kao dio početnog ulaganja. U većini slučajeva štetu snosi rukovatelj.



Slika 1: Ograda od nehrđajućeg čelika 1.4571 V4A
Izvor: privatn



Slika 2: Spremnik otpadnih voda od nehrđajućeg čelika
Izvor: nepoznat

Kako izbjeći pojavu korozije?

Osjetljivost korištenog materijala na koroziju ovisi o brojnim elementima.

Gledajući s tehničkog stajališta, ona prvotno ovisi o dobroj pripremi materijala za cjevovode, spremnike i elemente za pričvršćivanje:

- ako su sastavnice premazane, potrebno je pobrinuti se da je površina suha i čista, a hrapavost površine mora biti prikladna za naknadne premaze. Adhezija između površine i premaza, debljina premaza i otpornost na trošenje ključni su za trajnost premaza.
- prilikom korištenja nehrđajućeg čelika, sastavnice ne smiju sadržavati kontaminirajuća sredstva, maziva i ulja. Ako se sastavnice zavaruju, varovi moraju biti pripremljeni prije zavarivanja i pasivizirani nakon varenja kako bi se time pojava korozije spriječila od samog početka.



Slika 3: Cijev od nehrđajućeg čelika 1.4307 unutar spremnika otpadnih voda od nehrđajućeg čelika
Izvor: nepoznat

Gledajući s kemijskog stajališta, potrebno je znati koji će se medij crpiti:

- Ima li u kanalizaciji klorida?
- Dolaze li sastavnice u kontakt sa sumporovodikom (H₂S)?
- Koliki je udio sumporovog dioksida (SO₂) u crpljenom mediju ili u naslagama na sastavnicama, kao npr. u biofilmu na kanalizacijskim tlačnim vodovima?

Uz navedeno, i drugi čimbenici mogu uzrokovati koroziju. Svi ti čimbenici otežavaju proizvođačima, ulagačima, savjetodavnim inženjerima i rukovateljima kanalizacijskih crpnih stanica i cjevovodnih mreža, pri odabiru odgovarajućih materijala ili premaza za projekt.

Često se prilikom razmatranja izostavi iznimno važna stavka: okolina u kojoj će crpna stanica raditi. Projektant i rukovatelj moraju specificirati granične uvjete koji rezultiraju iz okoline te ih navesti i u prijavi za nadmetanje.

Usporedba između materijala s premazom i materijala od nehrđajućeg čelika

Usporedba dva različita koncepta za zaštitu kanalizacijskih crpnih sustava od korozije obuhvaća materijal s premazima koji je razvrstan prema kategorijama korozivnosti te materijal od nehrđajućeg čelika u skladu s razredima otpornosti od korozije.

A. Premazi ^[1]

a. Konvertibilni premaz

Klorirana guma, kopolimeri-vinil klorida (poli(vinil-klorid) - PVC), akrilni polimeri

b. Nekonvertibilni premaz

Boje koje se suše zrakom (oksidativno očvršćivanje)

vrste: alkidi, uretanski alkidi, epoksidni esteri

Boje na bazi vode (pojedinačno pakiranje)

vrste: akrilni polimeri (žuti akril), polimeri vinila (PVC), poliuretanske smole (PUR)

c. Boje koje očvršćuju kemijskim reakcijom

Epoksi boje u dvostrukom pakiranju

vrste: dvokomponentni kompozitni premaz od epoksidne smole s ili bez punila poput keramičkih čestica, itd.

Kategorija korozivnosti	Korozivnost	Vijek trajanja zaštite od korozije (klasa)	Vijek trajanja (godine)*	Nazivna debljina premaza (μm)	Uobičajene primjene	
					Unutrašnja okolina	Vanjska okolina
C1 jako niska	jako niska zanemariva agresivnost unutrašnji prostor	kratak srednji dugačak	2 - 5 godina 5-15 godina > 15 godina	70	Grijani objekti s čistim zrakom, kao što su uredi, trgovine, škole, hoteli, itd.	Nema
C2 niska	niska niska agresivnost vanjski/unutrašnji prostor	kratak srednji dugačak	2 - 5 godina 5-15 godina > 15 godina	80 120 160	Objekti koji nisu grijani i u kojima se može pojaviti kondenzacija, kao što su skladišta i sportske dvorane.	Atmosfera s niskom razinom onečišćenja. Na primjer, u selima.
C3 srednja	srednja srednja agresivnost vanjski/unutrašnji prostor	kratak srednji dugačak	2 - 5 godina 5-15 godina > 15 godina	120 160 200	Objekti za proizvodnju uz visoku atmosfersku vlagu i manje količine onečišćenog zraka, kao što su proizvođači prehrambenih proizvoda, pivovare, mljekare i prionice rublja.	Gradska i industrijska područja uz umjerenu onečišćenost sumporovim dioksidom. Obalna područja s niskim sadržajem soli.
C4 visoka	visoka umjerena agresivnost vanjski/unutrašnji prostor	kratak srednji dugačak	2 - 5 godina 5-15 godina > 15 godina	160 200 240-280	Proizvođači kemijskih proizvoda, kupališta i brodogradilišta uz more.	Industrijska i obalna područja uz umjereni utjecaj soli.
C5-I jako visoka (industrijska)	jako visoka agresivna vanjski/unutrašnji prostor	kratak srednji dugačak	2 - 5 godina 5-15 godina > 15 godina	200 240-280 320	Objekti ili područja uz gotovo trajnu kondenzaciju i visoku razinu onečišćenosti.	Industrijska područja s visokom vlagom i agresivnom atmosferom.
C5-M jako visoka (ekstremna)	jako visoka more (otvoreno more) vanjski/unutrašnji prostor	kratak srednji dugačak	2 - 5 godina 5-15 godina > 15 godina	200 240-280 320		Obalna područja i područja otvorenog mora s visokim sadržajem soli.

*bez jamstvenog razdoblja

Tablica 1: kategorije korozivnosti premaza

Lokaciju projektirane crpne stanice moguće je uvrstiti u stupac „Uobičajene primjene – vanjska okolina“ u Tablici 1. Prema tome, potrebnu kategoriju korozivnosti moguće je jednostavno odrediti na temelju Tablice 1.



Slika 4: Maže-Novalja: AWALIFT crpna stanica – u blizini obale



Slika 5: Maže-Novalja: AWALIFT 1/2 penta u oknu od staklom-ojačane plastike – AWAguard® premaz

Slika 4 i Slika 5 sadržavaju prikaz AWALIFT kanalizacijske crpne stanice montirane u okno od staklom-ojačane plastike. Prikazano rješenje uspješno je pušteno u rad u svibnju 2018.

B. Nehrđajući čelik [2,3,4]

Kako odabrati odgovarajuću vrstu nehrđajućeg čelika koja će osigurati zadovoljavajuću otpornost od korozije? Okolina se procjenjuje pomoću **faktora otpornosti na koroziju (CRF)** koji čine 3 sastavnice, $CRF = F1 + F2 + F3$:

F1 označuje rizik izloženosti kloridima iz morske vode ili soli za posipavanje (služi za odmrzavanje).

F2 označuje rizik izloženosti sumporovom dioksidu.

F3 označuje režim čišćenja ili izloženost ispiranju kišom.

Tablica podudaranosti prikazuje odgovarajući **razred otpornosti na koroziju (CRC)** za određeni CRF.

Razredi nehrđajućeg čelika razvrstani su u razrede otpornosti na koroziju od I do V, prema njihovoj CRF vrijednosti.

F1 Rizik od izloženosti kloru (morska voda i soli za posipavanje)	
Napomena: M je udaljenost od mora, a S je udaljenost od cesta sa solima za posipavanje	
1	Interno upravljana okolina
0	Nizak rizik od izloženosti M > 10 km ili S > 0,1 km
-3	Srednji rizik od izloženosti 1 km < M ≤ 10 km ili 0.01 km < S ≤ 0,1 km
-7	Visoki rizik od izloženosti 0,25 km < M ≤ 1 km ili S ≤ 0,01 km
-10	Jako visok rizik od izloženosti Cestovni tuneli u kojima se koristi sol za posipavanje ili u kojima postoji mogućnost unošenja soli za posipavanje preko vozila.
-10	Jako visok rizik od izloženosti M ≤ 0,25 km Njemačka sjevernomorska obala Sva baltička obalna područja
-15	Jako visok rizik od izloženosti M ≤ 0,25 km Obala Atlantskog oceana duž Portugala, Španjolske i Francuske Obala Ujedinjenog Kraljevstva, Francuske, Belgije, Nizozemske, južnog dijela Švedske Sva ostala obalna područja Ujedinjenog Kraljevstva, Norveške, Danske i Irske Meditranska obala

Tablica 2: Faktor otpornosti na koroziju F1

F2 Rizik od izloženosti sumporovom dioksidu	
Napomena: za europska obalna područja vrijednost sumporovog dioksida uobičajeno je niska. Za kopnena područja, vrijednost sumporovog dioksida je ili niska ili srednja. Visoka klasifikacija je neuobičajena i povezana uz područja s izričito teškom industrijom ili uz posebna područja kao što su cestovni tuneli. Taloženje sumporovog dioksida moguće je procijeniti korištenjem metode navedene u normi ISO 9225.	
0	Nizak rizik od izloženosti (<10 µg/m³ - prosječno taloženje)
-5	Srednji rizik od izloženosti (10 – 90 µg/m³ - prosječno taloženje)
-10	Visok rizik od izloženosti (90 – 250 µg/m³ - prosječno taloženje)

Tablica 3: Faktor otpornosti na koroziju F2

F3 Režim čišćenja ili izloženost ispiranju kišom (ako je F1 + F2 = 0, onda je F3 = 0)	
0	U potpunosti izložen ispiranju kišom
-2	Specificirani režim čišćenja
-7	Nema ispiranja kišom ili nema specificiranog čišćenja 43

Tablica 4: Faktor otpornosti na koroziju F3

Određivanje razreda otpornosti na koroziju (CRF)	
Faktor otpornosti na koroziju (CRF)	Razred otpornosti na koroziju (CRC)
CRF = 1	I
$0 \geq \text{CRF} > -7$	II
$-7 \geq \text{CRF} > -15$	III
$-15 \geq \text{CRF} \geq -20$	IV
$\text{CRF} < -20$	V

Tablica 5: tablica podudaranja za razrede otpornosti na koroziju

Često korišteni nehrđajući čelici prema razredima otpornosti na koroziju (CRC)					
Naziv prema normi EN	Br. materijala prema normi EN	Građa	CRC	Uobičajene primjene	
X5CrNi18-10	1.4301	Austenitni nehrđajući čelici	II	1. Standardni materijali za sve poznate primjene u dostupnim objektima i za sastavnice kao što su balkonske ograde, ogradne konstrukcije, vanjske obloge zida te pričvrtni elementi u ruralnim i gradskim okolinama bez značajnijih opterećenja uzrokovanih izloženošću kloridima i SO ₂ . 2. Pri uporabi nerazvodnjenih komponenti za dobivanje vizualno privlačnog izgleda, potrebno je najmanje jednom godišnje provesti čišćenje u svrhe održavanja.	
X2CrNi18-9	1.4307				
X6CrNiTi18-10	1.4541				
X3CrNiCu18-9-4	1.4567				
X2CrNi18-7	1.4318				
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	Austenitni nehrđajući čelici s molibdenom	III	1. Standardni materijali za konstrukcije s umjerenim opterećenjima koja su uzrokovana kloridima, npr. putem soli za posipavanje ili u morskoj okolini s umjerenim klimatskim uvjetima i / ili s umjerenom izloženošću SO ₂ , te također za konstrukcije i sastavnice kod kojih nije moguće provesti redovne provjere i čišćenja zbog njihove lokacije i dostupnosti, a čiji je očekivani vijek trajanja 50 godina. 2. U svrhe ispunjavanja visokih zahtjeva za optimalnu izvedbu, obratite posebnu pozornost pri odabiru prikladne završne površinske obrade.	
X2CrNiMo17-12-2	1.4404				
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571				
X3CrNiCuMo17-11-3-2	1.4578				
X2CrNi23-4	1.4362				Tanki dupleks čelici
X2CrNi22-2	1.4062				
X2CrMnNi21-5-1	1.4162				
X2CrNiMnMoCuN24-4-3-2	1.4662				
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	Dupleks / super dupleks čelici	IV	Ovi materijali prikladni su za uporabu pri visokim korozivskim opterećenjima koja su uzrokovana kloridima, čak i u samim raspršivačima i područjima za raspršivanje, te posebice u okolinama s istovremeno povećanim koncentracijama SO ₂ i višom razinom vlage te sa značajnijim koncentracijama onečišćujućih elemenata.	
X2CrNiMoN17-13-5	1.4439	super austenitni nehrđajući čelici			
X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539				

Tablica 6: vrste nehrđajućeg čelika prema razredima otpornosti na koroziju

Preporuke za primjenu nehrđajućeg čelika

V2A čelike (1.4307) uobičajeno je moguće koristiti za primjene vezane uz otpadne vode.

V4A čelici (1.4404) često se preporučuju za korištenje na cijevima za pitku vodu te se preporučuju za nosive cijevi za otpadne vode.

Dupleks čelici (1.4362 i 1.4462) su austenitno-feritni nehrđajući čelici koji bi se po mogućnosti trebali koristiti za zavarene cijevi od nehrđajućeg čelika koje služe za prijenos tekućina, uključujući i pitke vode.

Premazi ili nehrđajući čelik

Uzimajući u obzir Tablicu 1 i 6, moguće je jednostavno odrediti kvalitetu one vrste zaštite od korozije koja vam je potrebna, kako za rješenja vezana uz primjenu premaza, tako i za ona vezana uz primjenu nehrđajućih čelika.

Uz to, moguće je napraviti i **usporedbu različitih premaza i različitih vrsta nehrđajućih čelika** uzimajući u obzir potrebnu kvalitetu.

Na primjer, na Njemačkom institutu za zaštitu od korozije „IKS“ (Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH) napravljena je usporedba zaštite od korozije koju omogućuje dvokomponentni keramički kompozitni premaz, npr. STRATE AWAGUARD premaz, i one koju omogućuje nehrđajući čelik (klase materijala CRC II [1.4301, AISI 304] i CRC III [1.4571, AISI 316Ti]) te je ustanovljeno kako premaz omogućuje bolju zaštitu od korozije [5]:

- nehrđajući čelici klase CRC II (npr. 1.4301) i CRC III (npr. 1.4571) nemaju ekvivalentne učinke vezane uz zaštitu od korozije kao što imaju premazi, a koji bi bili prikladni za uporabu za kategorije korozivnosti C5-I i C5-M, kao i za IM 2 uz osiguranu visoku razinu trajnosti.
- usporedivi učinak zaštite od korozije postignut je isključivo primjenom čelika klase CRC IV (npr. 1.4462).

Ulaganje i ponovno ulaganje

U konačnici, ulaganje je važan čimbenik u postupcima odlučivanja, pri čemu je potrebno razmotriti sljedeće:

- početno ulaganje u crpnu tehnologiju i povezane objekte/okna,
- ponovno ulaganje u nove dijelove tijekom radnog vijeka crpne stanice te u objekte/okna,
- ponovno ulaganje u novu crpnu stanicu nakon isteka radnog vijeka,
- operativne troškove (energija, servisiranje i održavanje, popravke).

U sklopu hrvatskog projekta vezanog uz kanalizacije napravljeni su izračun profitabilnosti i usporedba crpne tehnologije sa separatorskim sustavom za mokru i suhu izvedbu (za prikupljanje krutih tvari).

Navedeno je izvedeno u skladu sa smjernicom Državne Radne Grupe za Vodu (LAWA - *Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser*) za dinamičku usporedbu troškova (KVR) [6], kojom se nalaže izrada izračuna za razdoblje od 50 godina.

Radni vijek kroz 50 godina		Mokra izvedba (50 PE)		
Ulaganja i ponovna ulaganja kroz godine	Puti			
Ulaganje	1	EUR 25.313	25%	25%
Ponovno ulaganje u crpke/jedinicu	6,3	EUR 38.680	39%	75%
Ponovno ulaganje u spojke, navodeće kanale	3,1	EUR 1.235	1%	
Ponovno ulaganje u elemente za kontrolu propuštanja i temperature	8	EUR 2.483	2%	
Ponovno ulaganje u cjevovod i ventile	3,1	EUR 11.806	12%	
Ponovno ulaganje u upravljačku ploču, itd.	1,4	EUR 8.014	8%	
Ponovno ulaganje u objekt	1,4	EUR 12.902	13%	
		EUR 100.433	100%	100%

Tablica 7: troškovi ulaganja i ponovnog ulaganja kao dio troškova tijekom radnog vijeka - mokra izvedba

Radni vijek kroz 50 godina		Suha izvedba (50 PE)		
Ulaganja i ponovna ulaganja kroz godine	Puti			
Ulaganje	1	EUR 27.049	44%	44%
Ponovno ulaganje u crpke/jedinicu	1,4	EUR 15.857	26%	56%
Ponovno ulaganje u spojke, navodeće kanale	nije primjenjivo	EUR 0	0%	
Ponovno ulaganje u elemente za kontrolu propuštanja i temperature	uklj.	EUR 0	0%	
Ponovno ulaganje u cjevovod i ventile	1	EUR 1.308	2%	
Ponovno ulaganje u upravljačku ploču, itd.	1,4	EUR 8.014	13%	
Ponovno ulaganje u objekt	1	EUR 9.031	15%	
		EUR 61.259	100%	100%

Tablica 8: troškovi ulaganja i ponovnog ulaganja kao dio troškova tijekom radnog vijeka - suha izvedba

Tablica 7 ukazuje na to da troškovi ulaganja i ponovnog ulaganja za mokru izvedbu za razdoblje od 50 godina iznose EUR 100.433, od kojih početno ulaganje čini samo 25%, a značajniji dio od 75% čini ponovno ulaganje.

Tablica 8 prikazuje da uslijed puno nižih troškova ulaganja i ponovnog ulaganja u iznosu od EUR 61.259, relativni udio početnog ulaganja iznosi 44%; ovaj dio obuhvaćen je financijskom potporom iz državnih sredstava.

Objekti inačice ukazuju na to da visoka razina zaštite od korozije umanjuje troškove ponovnog ulaganja i produžuje radni vijek.

ZAKLJUČAK

- Preporučeno je uvijek primijeniti odgovarajuću zaštitu od korozije .
 - Za usporedbu i odabir vaše specifične primjene i okoline, koristite kategorije korozivnosti za premaze te razrede otpornosti na koroziju (CRC) za nehrđajuće čelike.
 - Ne navodite točno određeni materijal.
 - U dokumentaciji za nadmetanje navedite potrebne norme za zaštitu od korozije.
- ➔ Kvaliteta zaštite od korozije znatno utječe na ulaganja, ponovna ulaganja i radni vijek kanalizacijske crpne stanice.

Literatura:

- [1] DIN EN ISO 12944 (2008)
- [2] DIN EN 1993 1-4, rev. A1, 2015
- [3] Buildings Authorities, General Approval Z-30.3-6, 2014
- [4] Chapter 5 Corrosion Resistance of Stainless Steels;
http://www.worldstainless.org/Files/issf/Education/English/Module_05_Corrosion_Resistance_of_Stainless_Steels_en_2017.pdf
- [5] Technical Opinion ST200/002/17, IKS Dresden GmbH
- [6] LAWA KVR Guideline, 2012; http://www.lawa.de/documents/KVR_Leitlinien_2012_fb3.pdf