

Nova tehnika mjerenja lutajućih struja doprinosi očuvanju integriteta cjevovoda

Lutajuće su struje jedna od najvećih prijetnji integritetu cjevovoda. Njihov je učinak izrazito opasan jer na mjestu izlaska iz cjevovoda izazivaju brzu lokaliziranu koroziju čiji je krajnji rezultat perforacija stijenke i istjecanje sadržaja. Najnovija tehnika za otkrivanje kritičnih mjesta na cjevovodu pod utjecajem lutajućih struja predviđa upotrebu uređaja stray current mapper (SCM). SCM uređaj razvijen je pred 10-tak godina od strane konzorcija koji čine Northeast Gas Association, Gas Research Institute i više operatera cjevovoda iz Sjeverne Amerike i Europe. Mjerenje SCM-om je neizravno te ne zahtijeva iskapanje niti prekid rada cjevovoda. Senzorska šipka s magnetometrima smješta se na površini iznad cjevovoda i mjeri magnetsko polje izazvano protokom struje kroz cjevovod, a uređaj daje podatak o smjeru i jakosti struje koja teče cjevovodom u realnom vremenu. Iako je pojedinačno mjerenje SCM-om relativno jednostavno provedivo osmišljavanje mjerenja u kompleksnim situacijama i interpretacija podataka zahtijeva kvalificiranu osobu koja će izmjerene rezultate uspješni primijeniti za planiranje i provođenje mjera otklanjanja štetnog utjecaja lutajućih struja

A. Ivanković^a, S. Martinez^a, K. Kekez^b

^a Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za elektrokemiju, Savska cesta 16, 10000 Zagreb, Tel. +385(1)4597116, Fax. +385(1)4597139, aivankov@fkit.hr, sanja.martinez@fkit.hr

^b Pa-el d.o.o., Dubrovčan 33 A, 49214 Veliko Trgovišće, Tel. +385(49)557442, Fax. +385(49)557333, kresimir.kekez@pa-el.hr

Svaka struja sa stranog izvora koja nepredviđeno teče metalnom konstrukcijom predstavlja lutajuću strujnu smetnju koja je ujedno i jedna od najčešćih korozijskih prijetnji integritetu cjevovoda. U današnje se vrijeme korozija i ostale prijetnje tehničkom integritetu cjevovoda kontroliraju na isplativ način menadžmentom integriteta. Sve aktivnosti koje se provode tijekom životnog vijeka konstrukcije, a čiji je cilj smanjenje korozije, popravak korozijom

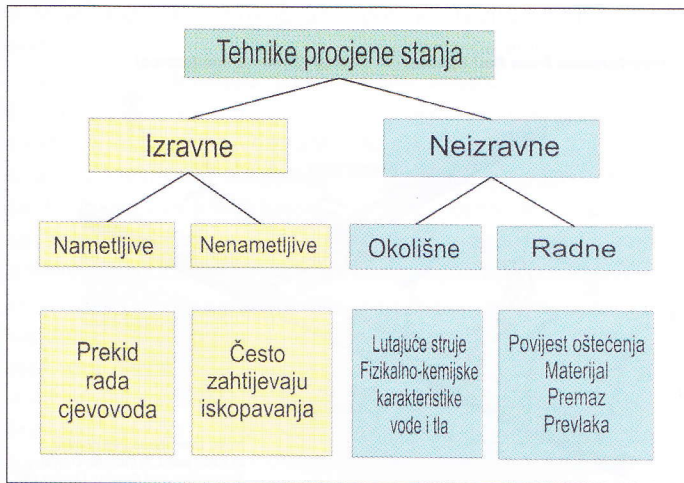
izazvane štete koja utječe na integritet sustava i radne troškove obuhvaćene su pojmom korozijskog menadžmenta. U okviru korozijskog menadžmenta i menadžmenta integriteta procjenjuje se stanje cjevovoda odnosno ocjenjuju se korozijske prijetnje kako bi se utvrdila vjerojatnost i uzroci unutrašnje ili vanjske korozije te se ocjenjuje integritet cjevovoda kako bi se utvrdilo je li on sposoban sigurno obavljati funkciju za koju je projektiran.

Danas se u svijetu koristi velik broj tehnika za procjenu stanja cjevovoda [1] od relativno jednostavnih i jeftinih indirektnih tehnika, do skupih izravnih metoda kao što su unutrašnja ispitivanja i mjerenja debljine stijenke cijevi. Podjela tehnika za procjenu stanja cjevovoda s osnovnim karakteristikama prikazana je na slici 1.

Izravne tehnike su one koje se upotrebljavaju za mjerenje ili procjenu parametara izravno vezanih za stanje cijevi, a najizravnija je vizualni pregled. U svrhu obavljanja izravnog mjerenja potrebno je ostvariti pristup unutrašnjoj površini cijevi (nametljiv) ili vanjskoj površini cijevi (nenametljiv). Pristup cijevi zahtijeva iskopavanje tla u slučaju vanjskog pristu-

pa cijevi, te prekid rada u slučaju da se mjerenje provodi unutar cjevovoda što izravne tehnike procjene čini skupima.

Analiza radnih parametara kao što su: starost cjevovoda, tlak, temperatura, korozivnost tla i prometno opterećenje, može pružiti dobre preliminarne podatke o stanju cjevovoda, ali ne i riješiti konkretne probleme na pojedinim dionicama cjevovoda niti služiti kao jedina podloga za planiranje budućih protukorozijskih aktivnosti za očuvanje integriteta cjevovoda. Za to se često pribjegava primjeni neizravnih tehnika ocjene integriteta koje ne zahtijevaju pristup unutarnjoj ili vanjskoj površini cjevovoda te stoga ne omeđuju rad cjevovoda.



■ Slika 1. Tehnike za procjenu stanja cjevovoda

Vrste lutajućih strujnih smetnji

Lutajuće strujne smetnje mogu biti izmjenične i istosmjerne, a istosmjerne strujne smetnje mogu biti statičke ili dinamičke. Istosmjerne strujne smetnje najčešće su izazvane sustavima katodne zaštite na susjednim konstrukcijama, industrijskim istosmjernim izvorima, uređajima za zavarivanje ili željeznicom s istosmjernom vučom. Izmjenične strujne smetnje najčešće su izazvane željeznicom s izmjeničnom vučom, radom različitih uređaja na izmjeničnu struju te elektromagnetskom indukcijom u slučaju cjevovoda položenih paralelno s dalekovodima. Zato je ustanovljenje postojanja lutajućih struja je bitno za svaki cjevovod koji se nalazi u blizini električnih tranzitnih pogona, industrijskih pogona i kabela visokog napona.

Tok lutajuće struje kroz cjevovod ili mrežu električki povezanih cjevovoda može biti dug kilometrima i relativno je bezopasan. Problemi se javljaju pri prelasku struje na druge konstrukcije ili povratku struje na negativan pol stanice za napajanje istosmjerne vuče. Korozivna oštećenja cjevovoda izazvana lutajućim strujama nastaju na mjestima izlaska istosmjerne strujne smetnje iz cjevovoda.

Izmjenična struja uzrokuje otapanje u anodnom dijelu ciklusa. Zbog vrlo velikog kapaciteta granice faza čelik-tlo, korozija pod djelovanjem izmjenične struje uvelike ovisi o frekvenciji i pri uobičajenim frekvencijama od 50 Hz (javna opskrbna mreža) ili 16 i 2/3 Hz (izmjenična vuča) frekvencijama izražena je samo pri velikim gustoćama struje. Curenje sadržaja cjevovoda često

je prvi znak korozije uzrokovane lutajućim strujama.

Tehnike mjerenja lutajućih strujnih smetnji

Osnovne tehnike mjerenja lutajućih strujnih smetnji su: mjerenje potencijala cjevovod-tlo, mjerenje pada napona na segmentu cjevovoda poznatog specifičnog otpora, mjerenje strujnom obujmicom, mjerenja s pomoću korozivskih kupona i mjerenje Stray Current Mapper-om (SCM) [2,3]. Od navedenih tehnika samo mjerenje SCM-om može nedvojbeno ukazati na mjesto izlaska struje iz cjevovoda.

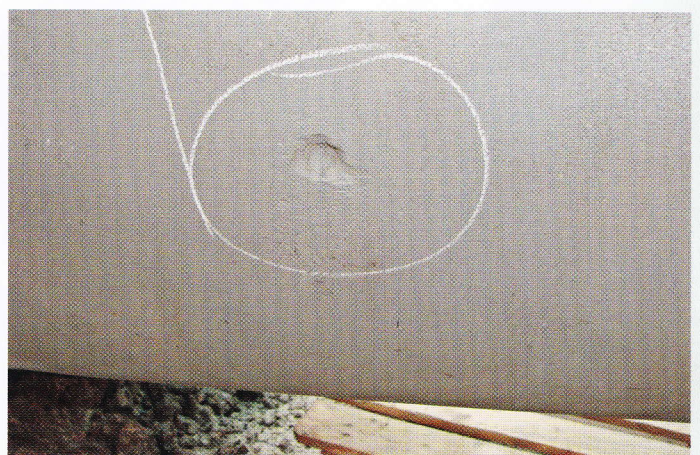
Iz mjerenja koja se provode radi detekcije korozivnog učinka lutajućih struja najvažnije je dobiti dovoljno informacija kako bi se prije nego što dođe do perforacije stjenke pronašlo i saniralo mjesto koje je najpodložnije koroziji. Primjer oštećenja cjevovoda izazvanog lutajućom strujom prikazan je na slici 2.

Statičke lutajuće strujne smetnje npr. one koje dolaze iz susjednih sustava katodne zaštite relativno je jednostavno ustanoviti jer imaju stalan smjer i stalnu jakost dok je smetnje iz prometnih sustava komplicirano ustanoviti i ukloniti zbog nepravilnih promjena u jakosti, a ponekad i smjeru.

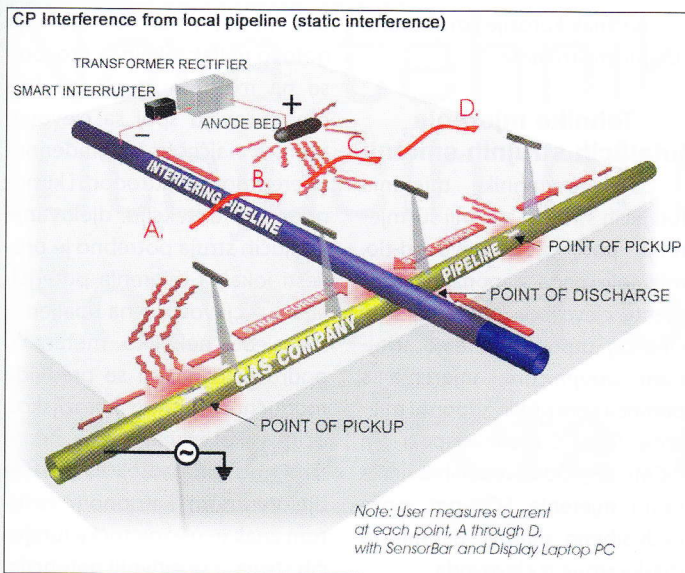
Mjerenja potencijala cjevovod-tlo

Na katodno šticećenim konstrukcijama redovito se rade mjerenja potencijala cjevovod-

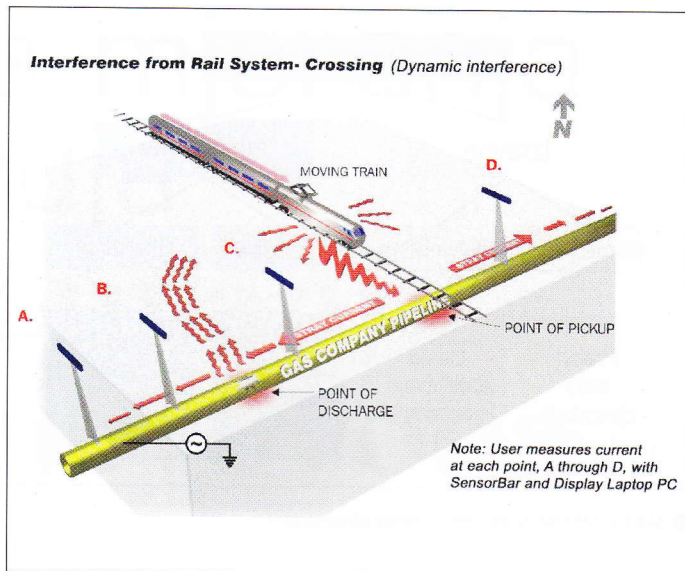
tlo, međutim ta su mjerenja gotovo uvijek lokalna i provode se na mjernim stupićima koji omogućavaju spoj sa cjevovodom, a najčešće i ugrađenom referentnom elektrodom i kuponom. Za detekciju djelovanja lutajućih struja potrebno je provesti lokalna mjerenja potencijala duž cjevovoda na udaljenostima od nekoliko metara u području u kojem se predviđa mogućnost štetnog korozivskog učinka. Potencijal koji je negativniji od onoga koji se postiže djelotvornom katodnom zaštitom znak je ulazne točke lutajućih struja, a pozitivniji potencijal pokazatelj je izlazne točke lutajuće struje. Valja međutim napomenuti da lokalna mjerenja potencijala ne daju informaciju o jakosti lutajuće struje. Ponekad je zbog fizičkih prepreka, kao što su zaštitne cijevi, nemoguće provesti lokalna mjerenja potencijala ili je teško razlučiti utjecaje električnih polja iz različitih izvora i oštećenja izolacije na izmjereni potencijal cjevovod-tlo. Mjerenja potencijala cjevovod-tlo posebice su otežana u prisutnosti dinamičkih strujnih smetnji te mogu biti korisna tek ako se potencijal na cjevovodu mjeri u vremenu i uspoređuje s vanjskim događajima. Mjerenja potencijala međutim dobro nadopunjuju strujna mjerenja dobivena SCM-om i također se mogu provoditi istovremeno s mjerenjem struje s pomoću SCM-a.



■ Slika 2. Oštećenje izazvano lutajućom strujom nakon skidanja izolacije i nakon pjeskarenja.



■ Slika 3. Prikaz moguće statičke strujne smetnje (Reproducirano uz dozvolu Radiodetection Ltd.)[4].



■ Slika 4. Prikaz dinamičke strujne smetnje (Reproducirano uz dozvolu Radiodetection Ltd.)[4].

Mjerenje lutajućih struja SCM-om

Cjevovod je obično opterećen statičkom strujnom smetnjom iz industrijskog strujnog izvora ili sustava katodne zaštite na susjednoj konstrukciji. Primjer mjerenja SCM-om kod

ustanovljavanja statičke smetnje izazvane sustavom katodne zaštite prikazan je na slici 3.

Nakon određivanja položaja cjevovoda lokatorom, SCM uređaj postavlja se točno iznad cijevi, te se spaja s računalom. Pomicanjem uređaja duž cjevovoda,

ustanovljava se mjesto ulaska ili izlaska struje u točki u kojoj struja mijenja smjer. Uz pomoć podataka izmjerenih veličina jačine struje i polariteta, možemo utvrditi postojanje lutajuće struje i gdje je ona ušla odnosno gdje izlazi iz cjevovoda.

Dinamičke strujne smetnje dolaze od električnih vozila kao što su vozila podzemne željeznice, tramvaji i ostala električna vozila te mogu putovati kilometrima preko i uz mrežu dobro izoliranih cjevovoda. Primjer mjerenja SCM-om kod ustanovljavanja dinamike smetnje prikazan je na slici 4.

U slučajevima dinamičkih strujnih smetnji, mjerenja SCM-om mogu biti i dugotrajna. U ovim okolnostima podatci se spremaju na memorijsku karticu koja se nalazi u SCM uređaju. Nakon završetka mjerenja podatci se prenose na računalo i analiziraju da bi se otkrio profil dinamičkih lutajućih struja na ispitivanom dijelu cjevovoda.

Primjeri mjerenja lutajućih struja SCM-om

Mjerenja prikazana u ovom članku provedena su uređajem Stray Current Mapper proizvođača Radiodetection Ltd. Položaj i dubina cjevovoda određeni su uređajem Pipeline Current Mapper istog proizvođača. Podaci su prikupljeni frekvencijom 1 Hz. Postupak mjerenja prikazan je na slici 5. Za mjerenja potencijala cjevovod tlo referentna Cu/CuSO₄ elektroda bila je priključena na jedan ulaz SCM-a, a cjevovod na drugi ulaz. U tom slučaju



■ Slika 5. Mjerenje lutajuće struje Stray Current Mapperom

SCM je služio kao prikupljač podataka.

Mjerenja potencijala (slika 6.) su izvršena s referentnom elektrodom postavljenom iznad osi cjevovoda ukopanog na dubini od 2 m dok je katodna zaštita bila uključena pa izmjereni uključni potencijal u sebi sadrži i doprinos pada napona u tlu. Izmjereni potencijal varira između -0.696 V i -1.485 V , oko srednje vrijednosti približno jednake -1.2 V i predstavlja potencijal mjerne sonde koja je postavljena uz cjevovod u neposrednoj blizini cijevi na mjestu mjerenja. Porast potencijala na vrijednosti pozitivnije od -850 mV (crtkana linija na slici 6.) ukazuje na anodnu polarizaciju mjerne sonde u područje u kojem katodna zaštita nije djelotvorna.

Na slici 7. primjećuje se porast struje koja teče cjevovodom proizročen statičkom strujnom smetnjom.

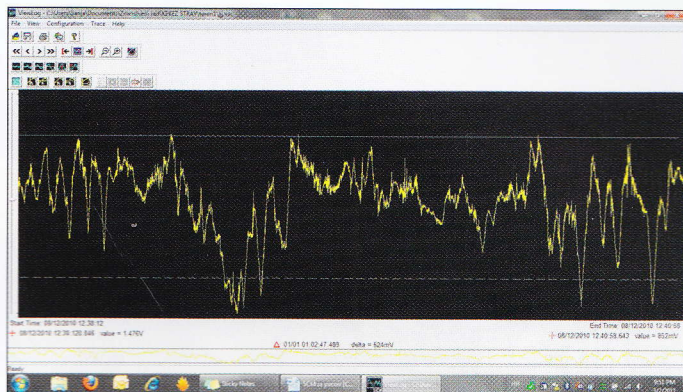
Rezultati snimljeni na lokaciji s dinamičkom strujnom smetnjom prikazani su na slici 8. Uski visoki strujni vrhovi su posljedica prometnih smetnji, dok su široki strujni vrhovi posljedica prolaska lutajuće struje kroz cjevovod koju uređaj detektira u dužem vremenskom intervalu. Dinamičke strujne smetnje bile su izazvane prolaskom tramvaja paralelnog s cjevovodom i udaljenog od cjevovoda oko 10 m. Istovremeno je detektiran i pomak

potencijala cjevovoda u odnosu na referentnu elektrodu u anodnom smjeru izvan područja katodne zaštite (nije prikazano na slikama).

Prikazani primjeri zorno ilustriraju osnovni princip rada uređaja te pokazuju da je njime moguće utvrditi postojanje utjecaja lutajućih struja na cjevovod. Kompleksnijim mjerenjima s više senzora i/ili na više položaja duž cjevovoda te mjerenjima u dužim vremenskim razdobljima moguće je utvrditi položaj kritičnih mjesta na cjevovodu te uvođenjem odgovarajućih zaštitnih mjera očuvati njegov integritet.

Literatura

- [1] I. Vickridge, T. Lau, Lessons Learnt from Pipeline Condition Assessment in Hong Kong, Singapore International Water Week, 2006
- [2] G. W. Parker, J. Walton, Non-Contact Stray Current Measurements in a Multi-Line, Multi-Crossing Pipeline Corridor, NACE Paper No. 07649, 2007
- [3] Anton Kacicnik, Use of New Stray Current Mapping Technique to Enhance Direct Assessment (DA) Results on Urban Stray Current Influenced Pipeline, NACE, Northern Area Western Conference, 2004
- [4] Radiodetection Ltd Western Drive Bristol BS14 OAZ, UK: Stray Current Mapper User Manual, 2002



Slika 6. Prikaz izmjerenih vrijednosti potencijala cjevovod-tlo.



Slika 7. Prikaz izmjerenih vrijednosti struje u području statičke strujne smetnje



Slika 8. Prikaz izmjerenih vrijednosti struje u području dinamičke strujne smetnje

ČETVRTAK 31.03.2011.

On line prijava: www.fkit.hr/korozija

SEMINAR - MJERNE TEHNIKE U KATODNOJ ZAŠTITI

FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE, MARULIČEV TRG 19, ZAGREB

Cilj seminara je stjecanje znanja neophodnih za prepoznavanje i rješavanje problema mjerenja. Seminar pretpostavlja osnovna znanja iz elektriciteta te je stoga namijenjen širokom krugu profesionalaca koji se na različitim razinama bave problemom mjerenja u katodnoj zaštiti – od mjeritelja do menadžera integriteta.

PROGRAM SEMINARA

Mjerne tehnike prema normama HRN EN 13509:2004 i NACE Standard TM0497-2002, dr. sc. Sanja Martinez, izvanredni profesor, FKIT; Mjerenja u katodnoj zaštiti offshore konstrukcija: Općeniti pristup / Cathodic Protection Measurements for Offshore Pipelines: a General Approach, Marco Cattalini, PhD, Saipem S.P.A. Offshore B.U. Cathodic Protection Organisational Referent; Katodna zaštita ispod odvojenih toplinski stazljivih rukavaca na cjevnim spojevima / Cathodic protection under disbonded heat shrinkable sleeves field joint coatings, Alphonse Boreave, PhD, Saipem S.P.A. Offshore B.U. Cathodic Protection Technical Leader; Fizikalno-kemijske značajke okoliša konstrukcije koje utječu na mjerenja u sustavima katodne zaštite, dr. sc. Katarina Marušić, znanstveni suradnik FKIT; Korozijska oštećenja ukopanih metalnih konstrukcija, dr. sc. Vesna Alar, docent, FSB; Mjerenje potencijala KZ na različitim konstrukcijama i interpretacija rezultata, Krešimir Kekez, dipl. ing., NACE Certified Cathodic Protection Technologist, PA-EL d.o.o.; Mjerni uređaji za primjenu u sustavima zaštite, dr. sc. Lidija Valek Zulj, znanstveni suradnik, FKIT; Utjecaj lutajućih struja na katodno štice konstrukcije, dr. sc. Sanja Martinez, izvanredni profesor, FKIT; Mjerenja lutajućih struja Stray Current Mapper uređajem / Antonio Ivanković dipl. ing., znanstveni novak, FKIT; Radionica i diskusija

KOTIZACIJA I KONTAKTI

Kotizacija za sudjelovanje na seminaru iznosi: 750 KN + PDV. Kotizacija uključuje kavu, bezalkoholna pića, nučak pisane predavanja i sudjelovanju. Kotizacija se uplaćuje na žiro račun Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije: OIB: 71259740533; Žiro račun: Hrvatska banka broj: 2360000-1101338626; Svrha doznake: Seminar MTKZ; Poziv na broj: nema; E-mail: vpavic@fkit.hr; Adresa: Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Maruličev trg 19, p.p.177, 10000 Zagreb; Fax: +385(1)4597139 Tel: +385(1)4597130 Mob: +385(91)5335101; Kontakt osoba: Vesna Alar