

kao što su vlažnost i temperatura, teško se primjenjuju na plinske smjese i na plinove koji uzajamno djeluju s nanocijevima. U novim sensorima ionizacijske karakteristike daju "fingerprint" za identifikaciju plina i u plinskoj smjesi. Autori objašnjavaju da se metoda zasniva na mogućnosti nano cijevi da proizvode vrlo visoka električna polja kod napona koji su mnogo niži od onih koji se primjenjuju kod konvencionalnih elektroda. Novi detektori imaju mnoge prednosti pred drugim sensorima plina i mogu poslužiti za izvedbu jeftinih sustava za monitoring okoliša. I. J.

Topljivi polimerni nosači pomažu katalizu

Kemičari na Texas A&M University, SAD, sintetizirali su topive polimerne nosače katalizatora na bazi kopolimera poli(4-*tert*-butilstirena) za homogene reakcije u miješanim sustavima otapala, u kojima se proizvod može izdvajati "latentnim" dvofaznim odvajanjem. Oni su priredili polimere koji sadrže katalitički postrani lanac triarilfosfina ili dimetilaminopiridina. U reakciji polimer-katalizator konjugat otopljen u heptanu vezao se s reaktantima 2-nitropropanom i metil-akrilatom u etanolu pri sobnoj temperaturi. Smjesa heptana i vodenog etanola formulirana je tako da upravo ostane mješljiva tijekom reakcije. Kad je reakcija završila, do-

datkom male količine vode potiče se odvajanje faza. Polimer-katalizator odlazi u nepolarni heptan i može se reciklirati, a adicijski produkt odlazi u polarni etanol na regeneraciju. Istraživači smatraju da je moguća formulacija željenih kombinacija polimer-katalizator topljivih u polarnim ili nepolarnim otapalima, kako bi odgovarale očekivanoj topivosti proizvoda. I. J.

Srebrovi spojevi kao antimikrobna sredstva

Još su stari Grci koristili srebrne novčiće za dezinfekciju vode. Čak i NASA u svojim letjelicama koristi srebro za čišćenje vode. Koristi se i kod obrade rana u borbi protiv infekcija, gdje se ioni srebra u malim koncentracijama dodaju tijekom vremena za bolje cijeljenje. Smatralo se da najbolja antimikrobna svojstva imaju kompleksi koji sadrže srebro-kisik ili srebro-dušik, no zbog njihove osjetljivosti na svjetlo to se nije moglo dovoljno izučavati. Sada su znanstvenici u Japanu priredili komplekse srebra stabilne na svjetlu, što je omogućilo njihovu karakterizaciju. Oni su utvrdili da antimikrobna svojstva srebrovih kompleksa ovise o prirodi atoma koordinantno vezanog na srebro i izmjenljivosti liganda. Monovalentni ioni srebra interferiraju s biološkim procesima u stanicama, kao što je deaktiviranje enzima i vezanje na DNA. Srebrovi kompleksi djeluju antimikrobno na bakterije, kvasce i plijesni. I. J.

zaštita okoliša

Uređuje: Vjeročka Vojvodić

Napredak u testiranju kvalitete vode u Austriji

Iz publikacije *Water21* (kolovoz 2006.) prenosimo članak R. Schuhmacher i W. Kandler o Laboratoriju za ispitivanje tragova organske tvari u austrijskom Institutu za abrobiotehnologiju koji uvođenjem nekih najmodernijih analitičkih metoda doprinose napretku programa za ispitivanja kvalitete voda.

Dobro je poznato da se život ne može zamisliti bez kvalitetne pitke vode koja se u zapadnom svijetu beskrajno iscrpljuje, kao da je to samo po sebi razumljivo, često bez spoznaje o nužnim postupcima procesiranja, praćenja i kontrole kvalitete vode koji se moraju poduzeti prije ljudske upotrebe.

Osiguravanje kvalitetne vode za piće bitni je dio tog procesa i u mnogim zemljama organizirane su mreže laboratorija koji zajedno rade na sustavnom praćenju kvalitete pitke vode iz prirodnih i umjetnih izvora, gdje se ispituju različita organska i anorganska zagađivala kao što su pesticidi, otapala i metali.

Posebna pažnja posvećuje se ispitivanju štetnih kemikalija kao što su metil-*tert*-butil-eter (MTBE), policiklički aromatski ugljikovodici (PAH-ov), hlapljivi halogenirani ugljikovodici i halogenoctene kiseline (HAA).

Metil-*tert*-butil-eter se proizvodi u vrlo velikim količinama (stotine tisuća barela svakog dana), a upotrebljava se gotovo isključivo kao dodatak gorivu za motorna vozila. Pri izloženosti visokim koncentracijama MTBE je potencijalno kancerogena kemikalija za ljude.

PAH-ovi se stvaraju kod nepotpunog sagorijevanja ugljena, nafte plina, drva, duhana i drugih organskih tvari te ulaze u okoliš i

mogu zagađati podzemne i površinske vode. Većina je tih kemikalija opasna za ljudsko zdravlje, a poznato je da su kancerogene za životinje. Mnogi PAH-ovi nalaze se u grupi vjerojatno kancerogenih, a neki od njih nisu kancerogeni.

Halogenirani ugljikovodici često se upotrebljavaju u uređajima za gašenje požara, raketnom gorivu i otapalima. Za neke je poznato da su opasni za okoliš i ljude (klorofluorogljikovodici i brom-fluor (ugljikovodici). Problem je da neke od navedenih kemikalija, kao na primjer halogenooctena kiselina, nastaju kao nusprodukt u postupku kloriranja vode s namjenom dezinfekcije vode.

Tijekom 2001. godine u Europskom parlamentu napravljen je popis od 33 prioritetne kemikalije (Odluka br. 2455/2001 EC), koje se u području upravljanja vodama smatraju opasnim ili potencijalno opasnim za ljudsko zdravlje. Predloženi standardi kvalitete za svaku kemikaliju temelje se na procjeni rizika, pa laboratoriji za ispitivanje kvalitete voda sada rutinski ispituju uzorke pazeći da koncentracije opasnih tvari ne prijeđu dopuštene razine. Te preporučene maksimalno dopuštene koncentracije za opasne kemikalije nalaze se u različitim rasponima vrijednosti, od nekoliko miligrama po litri do nanograma ili pikograma na litru, pa je od bitne važnosti da su analitičke metode za ispitivanje dovoljno osjetljive te da su dobiveni rezultati ponovljivi. Kao rezultat, centri širom Europe, kao što je Laboratorij za ispitivanje tragova organske tvari u austrijskom Institutu za abrobiotehnologiju (IFA-Tulln), uvode poboljšane programe testiranja s dvostrukom kontrolom analiza vode.

U Austriji je prema odluci federalnog Ministarstva poljoprivrede, šumarstva, okoliša i upravljanja vodama program monitoringa podzemnih i površinskih voda započeo 1991. godine. Kvaliteta

voda i svako pogoršanje mjeri se na nizu mjesta utvrđenih za skupljanje uzoraka, koncentriranih oko određenih žarišnih točaka na vodotocima, široko umreženih, tako da pokrivaju i izvore podzemnih voda na cijelom području. Ispitivanja bilježe geogeno porijeklo kao i zagađivanja nastala ljudskim djelatnostima.

Mreža postaja na kojima se sakupljaju uzorci voda postupno se povećavala i sad uključuje 2050 lokacija za uzimanje uzoraka podzemnih voda te 244 postaje za površinske vode. Prema austrijskoj Uredbi o praćenju kakvoće voda, podzemne vode u pravilu se analiziraju četiri puta godišnje, a riječne vode 12 puta godišnje. Na pojedinim graničnim riječnim postajama ispitivanja se vrše svaka dva tjedna, dok se biološka kvaliteta voda i riječni sediment analiziraju jedanput godišnje.

Oko 100 parametara koji se ispituju u podzemnim i površinskim vodama podijeljeno je u tri skupine. U prvoj skupini nalazi se većina anorganskih parametara važnih za okoliš kao što su nitrati, nitriti, amonijak, fosfati i alkalijski metali. U drugoj skupini nalaze se teški metali (arsen, živa, kadmij...) i hlapljivi halogenirani ugljikovodici (na primjer tetrakloreten). U trećoj skupini nalaze se brojni spojevi iz grupe pesticida kao što su na primjer triazini i fenoksi karboksilna kiselina te policiklički aromatski ugljikovodici i drugi.

Ispitivanja teških metala u riječnim sedimentima izvode se unutar posebnih programa i pokrivaju parametre koji nisu spomenuti u Uredbi. Različiti elementi vezani uz osiguravanje kvalitete vode uvedeni su u program praćea Laboratorija za ispitivanje tragova organske tvari u Institutu za abrobiotehnologiju (IFA-Tulln), uključujući obavezno učešće u unapređivanju istraživačke sheme (dodatne informacije o radu tog laboratorija dostupne su na internetskoj adresi: www.ifatest.eu). IFA-Tulln uključena je u razne projekte za ispitivanje kvalitete hrane i vode. U laboratoriju je za određivanje i kvantifikaciju specifičnih zagađivala radi zaštite ljudi i životinja od štetnih kemikalija osmišljeno nekoliko novih tehnika, koje se primjenjuju uz temeljnu metodu tekućinske kromatografije α /masene spektrometrije (LC/MS).

Postoje i privatni laboratoriji, koji su ugovorima uključeni u austrijski program sustavnog praćenja kvalitete voda, a uloga IFA-Tullna je provjera njihova rada putem međulaboratorijskih usporedbi rezultata koje se organiziraju jednom do šest puta godišnje. To je obveza ugovorom vezanih laboratorija, ali i svaki drugi laboratorij može provjeriti točnost svojih mjerenja sudjelovanjem u tim eksperimentima. U gotovo svim zemljama Europe primjenjuje se sličan sustav kontrole kvalitete voda.

Postojeći program ispitivanja pokriva 4 grupe različitih parametara: glavne ione i ionske skupine (na primjer kalcij, magnezij, natrij, kalij, kloridi, nitrati, amonij i fosfati); metale (na primjer arsen, živa, olovo i kadmij); herbicide iz skupina triazina (atrazin i drugi) te kisele herbicide kao što je bentazon; fenilurea-herbicide (na primjer bromacil i diuron); hlapljive halogenirane ugljikovodike (na primjer diklormetan i triklormetan).

Uzorci za kontrolu kvalitete eksperimentalnog rada pripremaju se u organizaciji IFA-Tulln i sastoje se ili od sintetske podzemne ili površinske vode pa se dobivaju miješanjem čiste vode, soli i standardnih kemikalija ili se pripremaju iz prirodne izvorske vode u koje se dodaju prave, definirane koncentracije kemikalija koje predstavljaju zagađivala. Koncentracije zagađivala u tim standardnim otopinama odabrane su prema razinama tih tvari koje se uobičajeno nalaze u prirodnim podzemnim i površinskim vodama.

Tražene koncentracije izračunate su iz pripremljenih uzoraka, a procjena rada laboratorija temelji se na točnosti rezultata dobivenih analizom tih standardnih uzoraka. Prilikom pripreme standardnih otopina uvijek se nastoji napraviti odgovarajuća anorganska matrica što bliža prirodnom uzorku. Zbog toga uzorci za testiranje kvalitete mjerenja nisu jednostavne standardne otopine, nego su pripravljene tako da se bitno ne razlikuju od uzoraka prirodnih voda te se mogu analizirati rutinskim postupcima točno kao i pravi uzorci.

Dva uzorka s različitim koncentracijskim razinama raspodjeljuju se u laboratorije i kao rezultat opsežnih mjerenja provedenih za vrijeme pripreme uzoraka, osigurana je velika točnost referentnog uzorka. U svakom eksperimentalnom krugu provjerava se točnost referentnih vrijednosti, homogenost te stabilnost uzoraka.

Za analizu organske tvari u vrlo niskim koncentracijama za pripremu uzoraka za međulaboratorijsku usporedbu laboratorij koristi LC/MS metodu s dva hibridna instrumenta, tro-kvadrupolna linearna hvatača iona, 2000 i 4000 Q TRAP LC/MS (Applied Biosystems/MDS Sciex). Ti hibridni instrumenti omogućavaju brzo određivanje i visoku osjetljivost za kvantifikaciju ispitivanih kemijskih tvari u jednom mjerenju. Posebno je za određivanje koncentracija tragova kemikalija podesan instrument 4000 Q TRAP.

LC/MS se primjenjuje za analize čistoće standardnih kemikalija koje se uzimaju u pripremljenim uzorcima s rastućom koncentracijom herbicida kao i za analizu slijepa probe koja može biti prirodna izvorska voda. Vrlo je važno da su razine pesticida u slijepoj probi što niže budući da izravno doprinose nesigurnosti referentnih vrijednosti pripremljenih uzoraka. Drugim riječima, nužno je moći pouzdano odrediti niske udjele (1 %) analiziranih kemikalija, što znači da je granična vrijednost od 0,05 ng/L potrebna da bi se pripravili uzorci s referentnom vrijednosti 0,05 mg/L, s prihvatljivim kolebanjima nesigurnosti.

Te vrste istraživanja obavezno zahtijevaju vrlo osjetljive instrumente. Postojeća metoda tekućinske kromatografije s visokim razlučivanjem i diodnim detektorom (HPLC-DAD) temelji se na ekstrakciji jedne litre uzorka na krutoj fazi (polimer etilvinilbenzen/divinilbenzen) koji se lako prenosi u sustav LC/MS, što rezultira porastom osjetljivosti za više od 100 puta. Shodno tome, koncentracije herbicida od samo 0,5 ng/L u ultra-čistoj vodi i izvorskoj vodi može se vrlo dobro i s velikom ponovljivošću odrediti. Druge metode LC/MS primjenjivane su za određivanje nečistoća u standardima s herbicidima, te se pojavio i iznenađujući rezultat vezan uz herbicid simazin koji se mogao odrediti i kvantificirati u udjelima između 1 % i 3 % u "čistim" standardima atrazina, propazina, terbutilazina i sebutilazina.

Masena spektroskopija također se primjenjuje za ispitivanje postojanosti testiranih uzoraka. Tako se na primjer dvije komponente koje se rutinski određuju u uzorcima vode mogu lako oksidirati s izuzetno niskom koncentracijom hipoklorita (ostaci od pranja u bocama za uzorke), a uz primjenu MS moguće je identificirati i riješiti problem.

Znatan broj i raznolikost kemijskih tvari koje ulaze u vode gdje mogu biti potencijalno štetne i pri izuzetno niskim koncentracijama, upućuje na to da se zbog zaštite moramo oslanjati na pažljivo utvrđen monitoring kvalitete voda kao i na postupke pročišćavanja voda. Tehnološka dostignuća, kao što su danas dostupni visoko osjetljivi brzi mjerni sustavi LC/MS, uključujući hibridne instrumente, omogućavaju određivanje i kvantifikaciju kemijskih tvari u jednom jedinom mjerenju te predstavljaju važan korak prema osiguravanju lakšeg praćenja beskrajnog niza zagađivala u vodama.

Praktične smjernice za učinkovito upravljanje gubitcima vode

Iz publikacije **Water21** (kolovoz 2006.) prenosimo članak o smjernicama za aktivno praćenje gubitaka pitke vode zbog istjecanja. Voditelji dvije radne grupe, Steve Tooms i Richard Pilcher pripremaju članak o svom istraživanju u publikaciji IWA.

U članku objavljenom u lipnju 2006. godine u publikaciji **Water21**, predsjednik (u odlasku) radne grupe Water Loos, Ken Brothers opisao je napredak koji je učinjen u naporima da se pronađe najbolji način koji bi obuhvatio sve aspekte gubitaka vode. U članku je istaknut rad dva od skupine timova posvećenih toj problematici; tim "District Meter Area Management" i tim "Leak Detection Practices, Techniques and Repair".

Smanjenje i kontrola gubitka vode postali su vitalno važni u ovim godinama s porastom potražnje vode i promjenama režima klime koji donose nestašice vode na velikom broju lokacija širom svijeta. Pronađena su mnoga komunalna rješenja ili su u fazi pronalaženja strategije za smanjenje gubitaka vode na ekonomskoj i prihvatljivoj razini kako bi se zaštitili dragocjeni izvori vode. Te strategije imaju ili će neizbježno imati uključene moderne tehnike upravljanja gubicima vode zbog istjecanja iz sustava opskrbe. Jedna od tehnika je sustavno praćenje protoka i pritiska u manjem dijelu mreže koja se naziva **District Meter Area (DMA)**. Drugi aktivni pristup može se najbolje opisati kao proaktivna strategija za smanjenje gubitaka vode putem otkrivanja nevidljivih istjecanja i brzih popravak sustava pomoću visoko uvježbanih timova inženjera i tehničara uz upotrebu specijalizirane opreme.

Smjernice za upravljanje u DMA

Smjernice za upravljanje putem DMA zamišljene su kao uvod za stručnjake koji prate istjecanje vode u vidu alata za upravljanje gubicima vode uz primjenu strategije DMA. Smjernice posebno ističu ključni cilj DMA koji se odnosi na organiziranje aktivne, puno učinkovitije kontrole istjecanja vode. Međutim, postoje i druge prednosti navedene u smjernicama, kao što su bolje razumijevanje protoka vode, koje vode do bolje kontrole incidentnih situacija, te izolacije područja koja čini kontrolu pritiska jednostavnijom. Smjernice posebno ističu potrebu da se bude nezavisan koliko je to god moguće, ali uz uključivanje svih referencija s ključnim dokumentima iz djelokruga rada.

Smjernice slijede jednostavnu strukturu. U prvom poglavlju opisana je filozofija kontrole istjecanja vode putem DMA-upravljanja. "Filozofija" je predstavljena nizom jednostavnih principa kao što su noćna mjerenja protoka, važnost trajanja istjecanja u ukupnim razinama istjecanja – zabilježena napuknuća cijevi, još nezabilježena napuknuća cijevi kao i popratni učinci koji su nužni za razumijevanje primjene DMA.

Smjernice tada prelaze na opisivanje kako organizirati DMA unutar distribucijske mreže. Taj proces ide od općeg pregleda do detaljnog dizajna pojedinačnih DMA-postupaka.

Nadalje, smjernice pokrivaju upravljanje DMA u običnim operacijama kao i onda kad su prisutni određeni problemi. Upravljanje DMA uključuje:

- tehnike mjerenja razine istjecanja u okviru DMA,
- odlučivanje gdje i kada poslati obavijest o pronađenim izvorima istjecanje,
- kako prepoznati pogreške u podacima o istjecanju i kako s njima raditi.

Upute podupire niz dodataka koji objašnjavaju ključna računanja kao što su izračunavanja faktora dan-noć za procjenjivanje noćne potrošnje kao i za pretvaranje mjerenja noćnog protoka u dnevno istjecanje.

Na kraju, ti dodaci uključuju i spektar aktualnih DMA-projekata u sjevernoj Europi, na Mediteranu, južnoj Aziji i sjevernoj Americi. Ti uspješni projekti pokazuju da DMA mogu biti uspješno provedeni u različitim fizičkim, socijalnim i pravnim okruženjima.

Smjernice za određivanje istjecanja

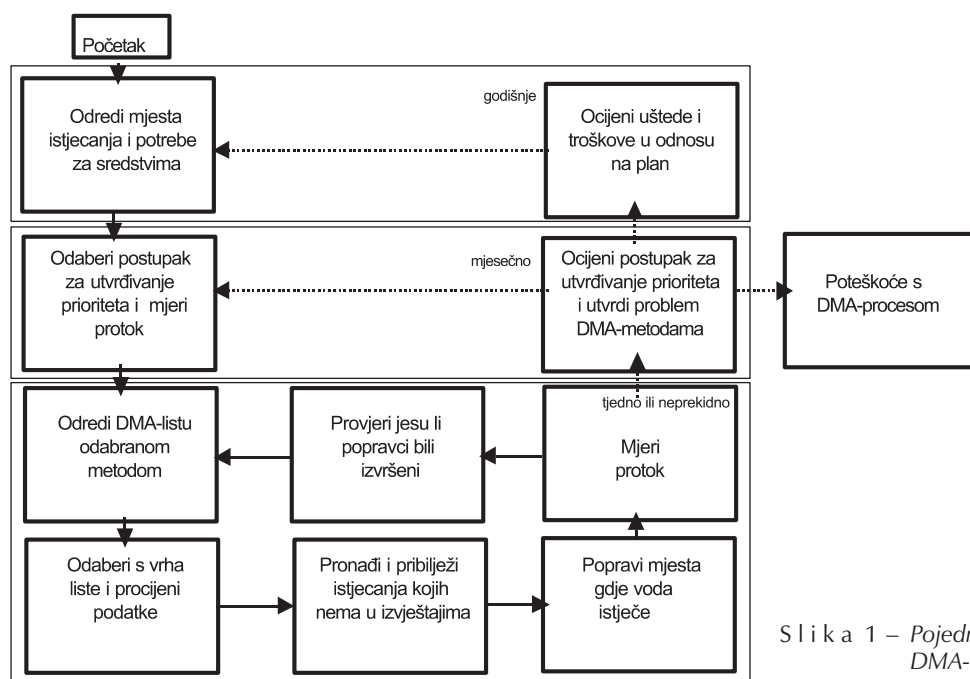
Glavni je predmet ovog poglavlja identifikacija, lociranje i popravljivanje mjesta istjecanja vode u procesu. Dokument opisuje kako su se s vremenom razvijale metode detekcije te kako su pronađeni postupci koji zadovoljavaju potrebe 21. stoljeća.

U istom poglavlju raspravlja se o faktorima koji utječu na istjecanje, a ponajprije se to odnosi na stanje infrastrukture kao i na pritisak unutar sustava. Navedeni su pojedini primjeri uobičajenih istjecanja kao i volumen vode koji se može izgubiti u određenom vremenu istjecanja.

Detaljno su opisane aktivnosti oko utvrđivanja mjesta istjecanja u okviru cjevovodne mreže kao i preciznog utvrđivanja mjesta istjecanja. Različiti tipovi opreme koji se mogu primijeniti u pojedinim slučajevima prikazani su slikama te su dostupne informacije o novim uređajima i tehnologijama.

Potreba za održivom i kompetentnom radnom snagom središnje je pitanje uspješnosti svake organizacije. Zato se provode različiti studijski i terenski edukacijski programi za upravljanje istjecanjem vode. U zadnjem poglavlju govori se o načinima popravljivanja oštećenih mjesta koje se mora provesti brzo i učinkovito.

Rad dvije skupine stručnjaka s novim "case studies i techniques" objavit će se na internetskoj adresi IWA-e u obliku uputstva, te se očekuje da će predstavljati značajnu pomoć u rješavanju problema gubitaka vode.



Slika 1 – Pojednostavljeni proces DMA-upravljanja