



ANALIZA PRIORITETNIH SUPSTANCI

dr Jelena Tričković, ms Marijana Kragulj

SADRŽAJ

- Ciljevi Okvirne Direktive o vodama EU (WFD)
- Prioritetne supstance
- Hemijski monitoring
- Analitički aspekti i izazovi
 - Zahtevi u pogledu metoda
 - Postojeće metode/standardi
 - Problemi i novi prilazi
 - QA/QC zahtevi



SADRŽAJ

- **Ciljevi Okvirne Direktive o vodama EU (WFD)**
- Prioritetne supstance
- Hemijski monitoring
- Analitički aspekti i izazovi
 - Zahtevi u pogledu metoda
 - Postojeće metode/standardi
 - Problemi i novi prilazi
 - QA/QC zahtevi



CILJEVI OKVIRNE DIREKTIVE O VODAMA EU

- Krajnji cilj ove Direktive je uklanjanje prioriternih opasnih supstanci iz akvatičnih ekosistema i doprinos postizanju prirodno prisutnih koncentracija supstanci u morskoj sredini.
- Imajući u vidu sprečavanje i kontrolu zagađenja, politika Zajednice u oblasti voda se zasniva na kombinovanom pristupu koristeći kontrolu zagađenja na izvoru, uspostavljanjem graničnih vrednosti emisija i standarda kvaliteta životne sredine.



- Ciljevi Okvirne Direktive o vodama EU
- **Prioritetne supstance**
- Hemijski monitoring
- Analitički aspekti i izazovi
 - Zahtevi u pogledu metoda
 - Postojeće metode/standardi
 - Problemi i novi prilazi
 - QA/QC zahtevi



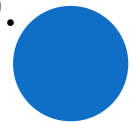
WFD ANEKS X – PRIORITETNE SUPSTANCE

- Aneks X donešen je godinu dana nakon usvajanja WFD Odlukom 2455/2001/EC kojom je uspostavljena prvobitna lista prioriternih supstanci koja je obuhvatila 33 prioritete supstance ili grupe supstanci.
- Aneks II Direktive 2008/105/EC postaje Aneks X WFD
 - Lista prioriternih supstanci je ostala nepromenjena
 - Data je konačna lista prioriternih hazardnih supstanci supstanci (koja je sa prvobitnih 25 skraćena na 17 supstanci)



WFD ANEKS X – PRIORITETNE SUPSTANCE

- Prioritetne supstance
 - Predstavljaju značajan rizik za vodenu sredinu ili preko vodene sredine
 - Cilj WFD: progresivna redukcija ispuštanja, emisija i gubitaka
- Prioritetne hazardne supstance
 - Podgrupa prioriternih supstanci koje su:
 - Toksične
 - Perzistentne
 - Podložne bioakumulaciji
 - Cilj WFD: potpuno ukidanje ispuštanja, emisija i gubitaka i onemogućavanje daljeg zagađenja životne sredine do 2020. godine



PRIORITETNE SUPSTANCE

Prioritetne supstance		Prioritetne hazardne supstance
Alahlor	Nikl i njegova jedinjenja	Antracen
Atrazin	Oktilfenol	Pentabromdifetil etar
Benzen	Pentahlorfenol	Kadmijum i njegova jedinjenja
Hlorfenvifos	Simazin	C10-C13 hloralkani
Hlorpirifos	Trihlorbenzen	Endosulfan
1,2-dihloretnan	Hloroform	Heksahlorbenzen
Dihlormetan	Trifluralin	Heksahlorbutadien
DEHP		Heksahlorcikloheksan
Diuron		Živa i njena jedinjenja
Fluoranten		Nonilfenol (4-nonilfenol)
Izoproturon		Pentahlorbenzen
Olovo i njegova jedinjenja		PAH (benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(g,h,i)perilen, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)piren)
Naftalen		Tributikalaj-katjon

SUPSTANCE NA LISTI MOGUĆIH PRIORITETNIH ILI PRIORITETNIH HAZARDNIH SUPSTANCI (DIREKTIVA 2008/105/EC, ČLAN 8, ANEKS III)

- AMPA
- Bentazon
- Bisfenol-A
- Dikofol
- EDTA
- Cijanid
- Glifosat
- Mekoprop
- Musk ksilen
- Perfluorooktan-sulfonska kiselina (PFOS)
- Hinoksifen
- Dioksini
- PCB



- Ciljevi Okvirne Direktive o vodama EU
- Prioritetne supstance
- **Hemijski monitoring**
- Analitički aspekti i izazovi
 - Zahtevi u pogledu metoda
 - Postojeće metode/standardi
 - Problemi i novi prilazi
 - QA/QC zahtevi

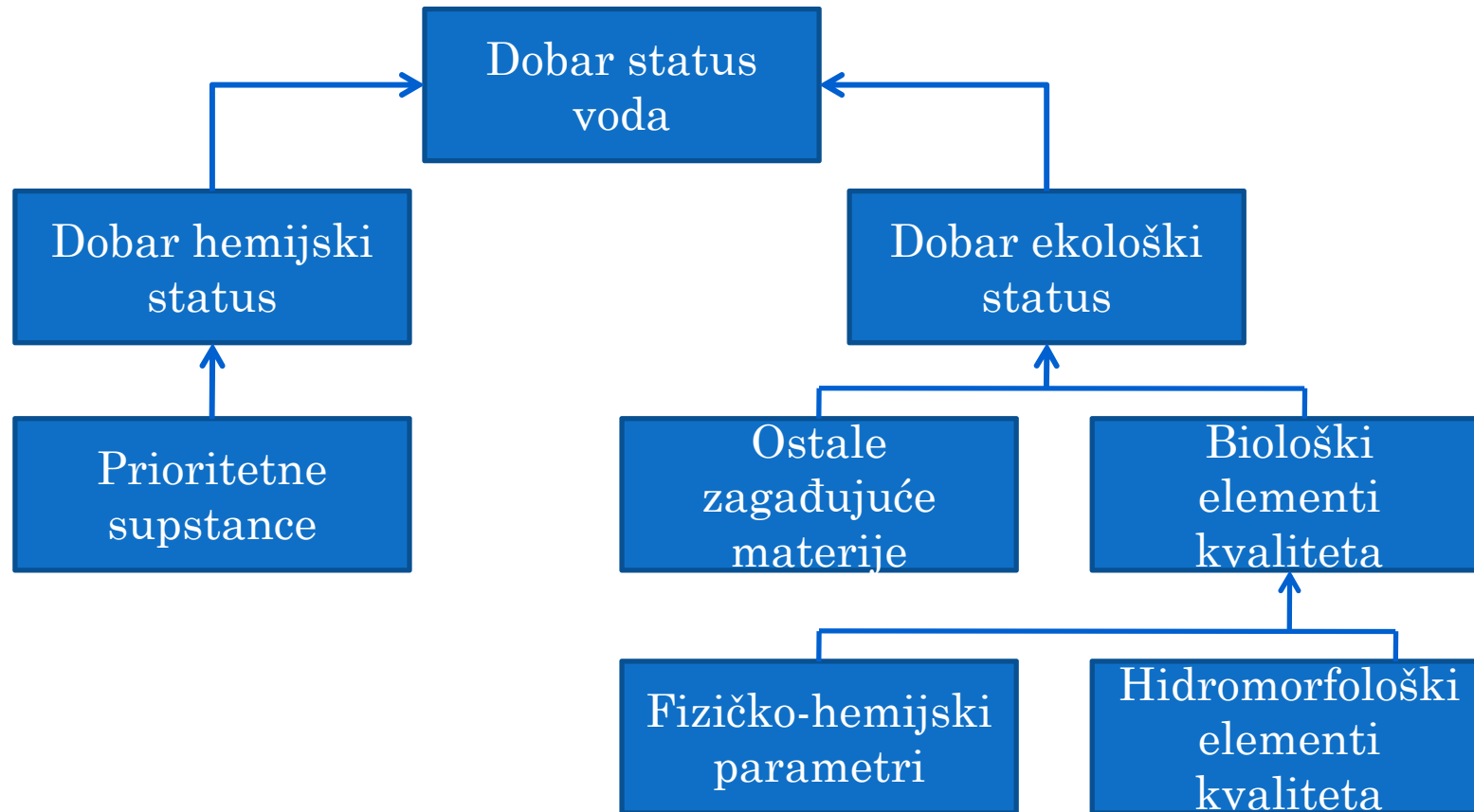


ŠTA SE PRATI?

- Prioritetne supstance
 - Usaglašenost sa standardima kvaliteta životne sredine (EQS)
- Polutanti specifični za rečni sliv ili podsliv – sve ostale supstance koje se u značajnim količinama ispuštaju u vodno telo
 - Usaglašenost sa nacionalnim EQS
- Fizičko-hemijski parametri
 - Opšti elementi kvaliteta (temperaturni uslovi, kiseonični režim, acidifikacija, salinitet, suspendovane materije, nutrijenti)
 - Omogućavaju interpretaciju podataka biološkog monitoringa
 - Omogućavaju klasifikaciju ekološkog statusa



KLASIFIKACIJA STATUSA VODA



FREKVENCIJA MONITORINGA

Fizičko-hemijski elementi kvaliteta	Reke	Jezera	Prelazne vode	Vode obalnog mora
Temperaturni uslovi	3 meseca	3 meseca	3 meseca	3 meseca
Kiseonični režim	3 meseca	3 meseca	3 meseca	3 meseca
Salinitet	3 meseca	3 meseca	3 meseca	
Sadržaj nutrijenata	3 meseca	3 meseca	3 meseca	3 meseca
Acidifikacija	3 meseca	3 meseca		
Druge zagađujuće materije	3 meseca	3 meseca	3 meseca	3 meseca
Prioritetne supstance	1 mesec	1 mesec	1 mesec	1 mesec



FREKVENCIJA MONITORINGA

- Niža frekvencija je moguća samo ukoliko je opravdana (npr. biota, sediment).
- Viša frekvencija je ponekad neophodna:
 - Da bi se identifikovale kratkoročne promene i unos polutanata (npr. pesticida)
 - Da bi se uzele u obzir varijabilnosti uzrokovane prirodnim i antropogenim uslovima
 - Da bi se postigao prihvatljiv nivo pouzdanosti u utvrđivanju statusa vodnog tela
- Uopšteno, preporučljivo je uzimati uzorke u jednakim vremenskim intervalima tokom godine (mesečno, kvartalno).



STANDARDI KVALITETA ŽIVOTNE SREDINE (EQS)

- Direktiva 2008/105/EC
- Postavljeni standardi kvaliteta za 33 prioritetne supstance i 8 drugih supstanci.
- U ovom momentu EQS su postavljeni samo za površinsku vodu, osim za živu, heksahlorbenzen i heksahlorbutadien za koje su postavljeni EQS i za biotu jer za nije moguće osigurati zaštitu od posrednih uticaja i sekundarnog trovanja.
 - Države članice bi trebale uspostaviti standarde kvaliteta životne sredine za sediment i/ili biotu na nacionalnom nivou i primeniti ove EQS umesto EQS utvrđenih za vodu.



DVE GRUPE EQS VREDNOSTI

○ AA-EQS

- Standard kvaliteta životne sredine izražen kao srednja godišnja vrednost (za zaštitu od dugoročnih i hroničnih efekata).

○ MAC-EQS

- Standard kvaliteta životne sredine izražen kao maksimalna dozvoljena koncentracija (za zaštitu od ozbiljnih ireverzibilnih promena ekosistema kao posledica akutnog izlaganja visokim koncentracijama polutanata u kratkom vremenskom intervalu).

- U ovom trenutku nije bilo moguće uspostavljanje MAC-EQS za sve prioritetne i druge polutante. U tom slučaju primenjuje se AA-EQS – INDIKACIJA HEMIJSKOG STATUSA.



USAGLAŠENOST SA EQS

○ AA-EQS

- Za svaku reprezentativnu monitoring tačku vodnog tela aritimetrička sredina koncentracija izmerenih u različito vreme u toku jedne godine je ispod pomenutog standarda za dato jedinjenje.

○ MAC-EQS

- Za svaku reprezentativnu monitoring tačku vodnog tela merena koncentracija datog jedinjenja u bilo koje vreme u toku godine je ispod pomenutog standarda za dato jedinjenje.



- Sa izuzetkom metala, EQS se odnose na ukupnu koncentraciju supstance u **ukupnom (nefiltriranom) uzorku vode**:
 - **Metali**
 - u filtriranim uzorcima vode ($< 45 \mu\text{m}$) – koncentracija rastvorenih metala
 - U obzir se mora uzeti prirodni fon
 - DOC, pH, tvrdoća – biodostupnost
 - **Organska jedinjenja**
 - Rezultati se daju za ukupni uzorak vode
 - Međutim, moguća je odvojena analiza suspendovane materije i filtriranog uzorka i izračunavanje ukupne koncentracije ako je opravdano
 - Naročito relevantno za hidrofobne organske supstance
 - Sadržaj suspendovane materije nema većeg uticaja kod isparljivih organskih supstanci

- Ciljevi Okvirne Direktive o vodama EU
- Prioritetne supstance
- Hemijski monitoring
- **Analitički aspekti i izazovi**
 - **Zahtevi u pogledu metoda**
 - **Postojeće metode/standardi**
 - **Problemi i novi prilazi**
 - **QA/QC zahtevi**



ZAHTEVI WFD U POGLEDU PRIMENJENIH ANALITIČKIH METODA I KVALITETA REZULTATA

- Član 8.3
 - Tehničke specifikacije i standardizovane metode za analize i monitoring statusa voda biće ustanovljene u postupku iz člana 21.
- Aneks V, paragraf 1.3.6
 - Metode korišćene za monitoring definišu se u skladu sa međunarodnim standardima, ili s drugim nacionalnim ili međunarodnim standardima kojima se obezbeđuje prikupljanje uporedivih podataka odgovarajućeg naučnog kvaliteta.
 - Alternativno, moguće je koristiti druge ne standardizovane validovane metode koje obezbeđuju isti ili bolji naučni kvalitet i uporedivost podataka.
 - Uzimanje uzoraka, čuvanje i postupanje s uzorcima – relevantni delovi ISO 5667.



DIREKTIVA 2009/90/EC

- Postavlja zahteve u pogledu minimalnih QA/QC kriterijuma za analitičke metode koje se primenjuju za monitoring statusa voda, sedimenta i biote kojim se obezbeđuju kvalitet i uporedivost analitičkih rezultata.
- Važni zahtevi u pogledu QA/QC u skladu sa WFD bi trebali biti:
 - Generalno obezbeđeni kroz sistem akreditacije laboratorija u skladu sa EN ISO/IEC-17025,
 - Harmonizovani na evropskoj skali
- Ova Direktiva dodatno objašnjava detalje koji nisu sadržani u postojećim dokumentima.



DIREKTIVA 2009/90/EC – MINIMALNI KRITERIJUMI ZA ANALITIČKE METODE

○ Analitičke metode

- Sve metode analize korišćene u programu hemijskog monitoringa bi trebale biti validovane i dokumentovane, a pogodan okvir za sprovođenje validacije predstavlja međunarodni standard EN ISO/IEC-17025.
- U cilju postizanja zahteva validacije i obezbeđivanja odgovarajućeg kvaliteta rezultata, koji obezbeđuje uporedivost rezultata između laboratorija, sve analitičke metode moraju zadovoljiti odgovarajuće minimalne kriterijume, uključujući odgovarajuću mernu nesigurnost i limit kvantitacije.



DIREKTIVA 2009/90/EC – MINIMALNI KRITERIJUMI ZA ANALITIČKE METODE

- Minimalni limit kvantitacije (LOQ)

$$LOQ \leq 0,3 \cdot AA - EQS$$

Parametar	LOQ ($\mu\text{g/l}$)	Parametar	LOQ ($\mu\text{g/l}$)
Kadmijum	0,033	Tributil-kalajna jedinjenja	0,06
Olovo	2,4	BDE	0,00015
Živa	0,017	Suma benzo(b) i benzo(k)fluorantena	0,009
Nikal	7	Suma benzo(g,h,i)perilen i indeno(1,2,3-cd)piren	0,0006

DIREKTIVA 2009/90/EC – MINIMALNI KRITERIJUMI ZA ANALITIČKE METODE

- Minimalni kriterijumi za sve analitičke metode su bazirani na mernoj nesigurnosti od 50% ili niže ($k=2$) procenjenoj na nivou odgovarajućeg EQS.
- U odsustvu odgovarajuće standardne metode koja zadovoljava zahteve, monitoring se sprovodi korišćenjem najbolje dostupne tehnike koja ne prouzrokuje dodatne troškove.



POSTOJEĆE STANDARDNE EN I ISO METODE

METALI

Prioretna supstanca	Standardna metoda	Tehnika
Kadmijum i njegova jedinjenja	ISO 17294-2:2003	ICP-MS
Olovo i njegova jedinjenja	ISO 17294-2:2003 ISO 15586:2003	ICP-MS ET-AAS
Nikl i njegova jedinjenja	ISO 17294-2:2003 EN ISO 11885:2007 ISO 15586:2003	ICP-MS ICP-AES ET-AAS
Živa i njegova jedinjenja	EN 12338:1998	Atomska fluorescentna spektrometrija tehnikom hladnih para



POSTOJEĆE STANDARDNE EN I ISO METODE

AROMATIČNI I HLOROVANI UGLJOVODONICI

Prioretna supstanca	Standardna metoda	Tehnika
Benzen	EN ISO 15680:2003 ISO 11423-1:1997	“Purge&Trap” + termalna desorpcija Headspace-GC-FID
Heksahlorbutadien	EN ISO 10301: 1997 EN ISO 15680:2003 EN ISO 6468:1996	GC ili “Headspace”-GC ili “Purge&Trap” + termalna desorpcija GC-ECD
Dihlormetan Trihloreten, Trihlormetan, Tetrahloreten, 1,2-dihloreten	EN ISO 10301:1997 EN ISO 15680:2003	GC-ECD ili “Headspace”-GC-ECD ili “Purge&Trap” + termalna desorpcija
Trihlorbenzen	EN ISO 6468:1996 EN ISO 15680:2003	GC-ECD “Purge&Trap” + termalna desorpcija

POSTOJEĆE STANDARDNE EN I ISO METODE

PESTICIDI, FTALATI

Prioretna supstanca	Standardna metoda	Tehnika
Atrazin Simazin	EN ISO 11369:1997 EN ISO 10695:2000	HPLC-UV; GC-NPD ili GC-MS
Hlorfenvifos Hlorpirifos (-etil,-metil)	EN 12918:1999	GC-FPD, GC-NPD, GC- MS, GC-AED ili GC-ECD
Di (2-etilheksil) ftalat (DEHP)	ISO 18856:2004	GC-MS
Diuron, Izoproturon	EN ISO 11369:1997	HPLC-UV
Alahlor Heksahlorocikloheksan DDT (4 izomera) Heksahlorbenzen	EN ISO 6468:1996	GC-ECD
Trifluralin	EN ISO 10695:2000	GC-NPD ili GC-MS

POSTOJEĆE STANDARDNE EN I ISO METODE

PAH, FENOLI

Prioretna supstanca	Standardna metoda	Tehnika
Oktilfenol	ISO 18857-1:2005	GC-MS
Nonilfenol		
Pentahlorfenol	EN 12673:1998	GC-ECD ili GC-MS posle derivatizacije
Antracen	ISO 17993:2002	HPLC-fluoroscentni detektor
Fluoranten		
Benzo(a)piren		
Benzo(b)fluoranten		
Benzo(k)fluoranten		
Naftalen	ISO 17993:2002 EN ISO 15680:2003	HPLC-fluoroscentni detector “Purge&Trap” + termalna desorpcija

- Poređenjem osetljivosti postojećih standardnih metoda sa EQS vrednostima nisu sve analitičke metode dovoljno osetljive.
- Primenom postojećih standardnih metoda niske granice kvantitacije nije moguće postići tako da je nemoguća usklađenost sa EQS vrednostima za:
 - Organohlornih pesticida (aldrin, endrin, izodrin, endosulfan),
 - PAH-ova (benzo(b)fluoranten i benzo(k)fluoranten, benzo(g,h,i)perilen, indeno(1,2,3-cd piren),
 - Tributil-kalajnih.
- Za analizu BDE i C10-C13 hloroalkana ne postoje standardne analitičke metode određivanja u vodi.



ANALITIČKI PROBLEMI

KRATKI LANCI HLOROVANIH PARAFINA (C10-C13 HLOROALKANI)

- Zasićeni ugljovodonici, supstituisani različitim brojem atoma hlora i na različitim ugljenikovim atomima.
- Analitičke metode za analiza parafina u uzorcima životne sredine zasnivaju se na primeni gasne hromatografije (GC) u kombinaciji sa različitim detektorima (ECD, ECNI-MS).
- Međulaboratorijska ispitivanja ukazuju na varijabilnost analitičkih rezultata kao posledicu upotrebe različitih referentnih materijala (posledica upotrebe pojedinačnih standarda i smeše za kvantifikaciju parafina).



KRATKI LANCI HLOROVANIH PARAFINA (C10-C13 HLOROALKANI)

- Važnost izbora odgovarajućih referentnih materijala za kvantitativnu analizu (istog tipa kao i parafini u uzorcima).
- **Trenutno, nema u potpunosti validovane analitičke metode koja se preporučuje za monitoring parafina u vodi, a koja je u skladu sa predloženim EQS.**
- Postoji *hitna* potreba da se razvije i validuje metod za sadržaj parafina u vodama.



TRIBUTIL-KALAJNA JEDINJENJA

- AA-EQS za tributil-kalajna jedinjenja je znatno niži od granice kvantitacije analitičkih metoda.
- **Za AA-EQS od 0,2 ng/l; PQL treba da bude 0,06 ng/l.**
- Granice kvantitacije najčešće korišćenih analitičkih metoda su u opsegu od 1-10 ng/l.
- **Istraživanja u smislu razvoja novih ili poboljšanja osetljivosti postojećih analitičkih metoda.**



TRIBUTIL-KALAJNA JEDINJENJA

- Većina metoda koje se koriste zahtevaju derivatizaciju tributil-kalajnih jedinjenja do isparljivijih alkilovanih derivata ili hidrida.
- Alkilovanje organokalajnih jedinjenja:
 - Grinjarov reagens (RMgX , R izabrana alkil grupa, a X je obično halid) ili
 - Natrijum-tetraetilborat (NTEB).
- Upotrebom GC-MS ili GC-FPD, zajedno uz optimizaciju uslova za unošenje uzoraka u gasni hromatograf može se sniziti granica detekcije za tributilkalajna jedinjenja do 0,5 ng/l ili čak i niže.



POLIBROMOVANI-DIFENIL-ETRI (PBDE)

- Usporivači gorenja
- **AA-EQS** za sumu 6 jedinjenja iz grupe BDE (BDE 28, BDE 47, BDE 99, BDE 100, BDE 153, BDE 154) za **kopnene vode je 0,0005 µg/l i druge površinske vode je 0,0002 µg/l.**
- Niske koncentracije PBDE prisutnih u površinskoj vodi (nekoliko pg/l do nekoliko stotina pg/l) zahtevaju velike zapremine uzoraka za analizu.
- Na sadržaj rastvorenih PBDE značajno utiče sadržaj suspendovanih materija u vodi.
 - Za analizu PBDE obe frakcije se moraju uzeti u obzir.



POLIBROMOVANI-DIFENIL-ETRI (PBDE)

- **Trenutno, ne postoji EN niti ISO standardna metoda za analizu sadržaja PBDE u vodi.**
- Za određivanje sadržaja PBDE u vodi u upotrebi je metoda za analizu PBDE u sedimentu i otpadnoj vodi (GC-MS sa negativnom hemijskom jonizacijom).
- Dalja istraživanja usmerena na iznalaženje pogodne metode za **pripremu i analizu ukupnih PBDE u uzorcima vode.**



PESTICIDI

- Tipične sintetske supstance.
- Analiza pesticida podrazumeva:
 - **Metode za pripremu uzoraka** tečno-tečno ekstrakcija (LLE), čvrsto-tečna ekstrakcija (SPE), čvrsto-tečna mikroekstrakcija (SPME).
 - **Metode za analizu pesticida** zasnovane na primeni gasne ili tečne hromatografije u kombinaciji sa MS.



PESTICIDI

- Granica kvantitacije metoda su na nivou od **1-15 ng/l** (dovoljno da se zadovolje zahtevi WFD za većinu pesticida).
- **AA-EQS za ostale površinske vode** za endosulfan, heksahlorcikloheksan i sumu ciklodienskih pesticida (aldrin, dieldrin, endrin i izodrin) **je niži od vrednosti granice kvantitacije** većine primenjenih analitičkih metoda.
- Primena gasne hromatografije u kombinaciji sa ECD - LOQ vrednosti su u opsegu od 2-5 ng/l.



POLICIKLIČNI AROMATIČNI UGLJOVODONICI (PAH)

- Antracen, benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(g,h,i)perilen, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)piren) klasifikovani su kao prioritetne hazardne supstance.
- Naftalen i fluoranten prioritetne supstance.
- Neke od metoda:
 - Tečna hromatografija (HPLC) sa fluorescentnim detektorom nakon LLE.
 - Metoda ISO/CD 28540 bazira se na primeni gasne hromatografije sa masenom spektrometrijom posle LLE ili SPE.
 - EPA metod 525 primenjuje SPE na C18 fazi



POLICIKLIČNI AROMATIČNI UGLJOVODONICI (PAH)

- Metode za analizu PAH-ova ne mogu zadovoljiti stroge tehničke zahteve za monitoring u skladu sa WFD:
 - EQS za sumu benzo(b) i benzo(k)fluorantena je **0,05 µg/l** (LOQ **0,01 µg/l**).
 - EQS za sumu benzo(g,h,i)perilen i indeno(1,2,3-cd)piren je **0,002 µg/l** (LOQ **0,005 µg/l**).
 - EQS se odnosi na ukupne koncentracije u vodi, bez obzira da li PAH-ovi potiču iz rastvorene ili adsorbovane frakcije (problemi vode sa visokim sadržajem SM).
 - Osetljivost metoda može se povećati analizom PAH-ova sorbovanih na SM.



ALKILFENOLI

- Iz grupe surfaktanata APEOs, 80% je NPEOs, ostalih 20% predstavlja izomer oktilfenol-etoksilat.
 - Veliki izvor NP su efluenti iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.
- Metoda za analizu alkilfenola u nefiltriranim uzorcima vode:
 - Analiza podrazumeva primenu gasne hromatografije sa maseno selektivnim detektorom (GC-MS).
 - Problem suspendovane materije!



FTALATI

- Estri 1,2-benzendikarboksilne (ftalne) kiseline.
- Koriste se kao plastifikatori u polivinil-hloridnoj plastici (PVC).
- Ftalati su široko rasprostranjeni polutanti.
- Metoda koja se koristi za analizu ftalata je tečno-tečno ekstrakcija sa metilen-hloridom uz primenu gasne hromatografije.
- Veliki problem u analizi ftalata predstavlja njihovo prisustvo u slepoj probi kao posledice široke rasprostranjenosti (posuđe u laboratoriji).



SUSPENDOVANA MATERIJA

- Standardne metode ne nude jasne preporuke za vodu koja sadrži suspendovane materije.
- Nepotpuna ekstrakcija hidrofobnih organskih polutanata može dati lažno negativan rezultat za uzorke vode.
- Sadržaj suspendovanih materija u vodi ne utiče na analize jedinjenja sa visokom ili umerenom hidrofилношću.
- Rešavanje ovog problema može se postići odvajanjem suspendovanih čestica filtriranjem i odvojenom analizom suspendovanih čestica i filtriranog uzorka vode.



LISTA PRIORITETNIH SUPSTANCI ZA KOJE JE NEOPHODAN DALJI RAZVOJ ANALITIČKIH METODA

- Ciklodienski pesticidi
 - Aldrin, dieldrin, endrin, izodrin
- Pentabromdifeniletar
 - Problemi sa osetljivošću metode (LOQ)
- Tributikalajna jedinjenja
 - Ekstremni zahtevi u pogledu LOQ: predloženi EQS je 0,2 ng/l!
- Kratki lanci (C10-C13) hlorovanih parafina
- PAH (sa 5 i 6 prstenova)
 - Osetljivost postojećih analitičkih metoda nije dovoljna da zadovolji zahteve Direktive
 - Metode nisu pogodne za uzorke sa visokim sadržajem suspenovanih materija (ukupni uzorci vode)!



HVALA NA PAŽNJI!!!

