



Monitoring otpadnih voda iz ugla operatera, nadležnih organa i laboratorija

Prof. Dr Snežana Maletić


Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet

Department za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine

„Monitoring otpadnih voda je merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda koje ima za cilj da obezbedi informacije i neophodne podatke o količinama otpadnih voda, koncentraciji i masenom protoku zagađujućih materija u otpadnim vodama i prečišćenim otpadnim vodama.“



Razlozi za sprovođenje monitoringa

- 
- ✓ Dobijanje informacija o postignutim emisionim nivoima vezanim za primenu BAT i da omogući poređenje rezultata monitoringa sa definisanim BAT-zasnovanim emisionim nivoima (BAT-GVE) za specifični sektor industrije.
 - ✓ Dobijanja odgovarajućih podataka koji se mogu koristiti prilikom definisanja i izvođenja BAT i BAT-GVE, informacije dobijene monitoringom emisije se koriste za pokazivanje performansi tehnike, ili nekoliko tehnika, i za njihovo poređenje

.....

Vrste monitoringa

Operativni (procesni monitoring)

- Monitoring tehnološkog procesa.
- Monitoring postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.
- Efikasnost postrojenja.

Monitoring usaglašenosti sa GVE (emisija)


- Uskladjenost sa
 - odgovarajućom zakonskom regulativom
 - Dozvolama (integrisane dozvole, vodna dozvola...).
- Efikasnost postrojenja.

Monitoring uticaja na životnu sredinu (emisija)

- Usaglašenost sa
 - Odgovarajućom zakonskom regulativom – standardima kvaliteta životne sredine.
 - Dozvolama (integrisane dozvole..)

Da bi se uspešno projektovao monitoring otpadnih voda potrebno je poznavati

Kako nastaju otpadne vode



Dinamiku ispuštanja otpadnih voda



Kako se prečišćavaju otpadne vode



Parametre koje je potrebno određivati u otpadnim vodama

Šta obuhvata monitoring?

- 1 Merenje protoka otpadne vode za vreme uzorkovanja na datom mernom mestu i merenje količine otpadnih voda
- 2 Uzorkovanje otpadnih voda za potrebe njihovog ispitivanja
- 3 Merenja koja se sprovode na terenu: temperatura vode i vazduha; pH....
- 4 Pripremu, transport i skladištenje uzoraka otpadnih voda
- 5 Ispitivanje osnovnih i specifičnih fizičko-hemijskih i hemijskih parametara koji obuhvataju i ekotoksikološke parametre i mikrobiološku analizu otpadnih voda
- 6 Izračunavanje prosečne vrednosti emisije zagađujućih materija, emisije toplote, godišnje količine otpadnih voda
- 7 Proračun efikasnosti prečišćavanja otpadnih voda za određene parameter
- 8 Izradu izveštaja o izvršenim merenjima

Troškovi vezani za monitoring

Resursi za projektovanje sistema, uključujući vreme osoblja, zapošljavanje, spoljni izvođači itd.;

Projektovanje i izgradnja namenskih vodova, kontrolnih petlji, bunari, pristupni otvori, otvori za uzorkovanje itd.

Laboratorijski i analitički troškovi, uključujući osoblje, zgrade i prostorije, održavanje, inicijal obuka operatera itd.

Obuka rukovodioca za promovisanje efektivnu upotrebe informacija za planiranje i razvoj poslovanja;

Kontinuirana obuka osoblja za vođenje monitoring programa;

Uzimanje uzoraka, uključujući vreme osoblja, kontejnere, oprema za uzorkovanje, registratori podataka, itd.

Transport uzoraka (na primer namenski potrebno vozilo za prikupljanje i transport uzoraka);

Tretman uzoraka, uključujući prethodnu obradu, deljenje, obeležavanje, skladištenje , odlaganje uzoraka itd.

Obrada podataka, uključujući softver i skladištenje podataka, pregled, rukovanje podacima itd.

Distribucija podataka, uključujući redovne izveštaje nadležnim organima; itd.

Angažovanje izvođača trećih lica;

◀ Modifikacija sistema monitoringa po potrebi;

Kazne za neadekvatno funkcionisanje monitoringa.

Potencijalna mesta za smanjenja troškovi vezanih za monitoring

Izabrati odgovarajuće zahteve kvaliteta podataka;

Optimizacija frekvencije monitoringa u skladu sa željenom tačnosti rezultata;

Optimizacija broja parametara koji će se pratiti uzimajući u obzir one koji su strogo neophodni;

Korišćenje kontinualnog praćenja samo kada pruža tražene informacije uz manje troškove

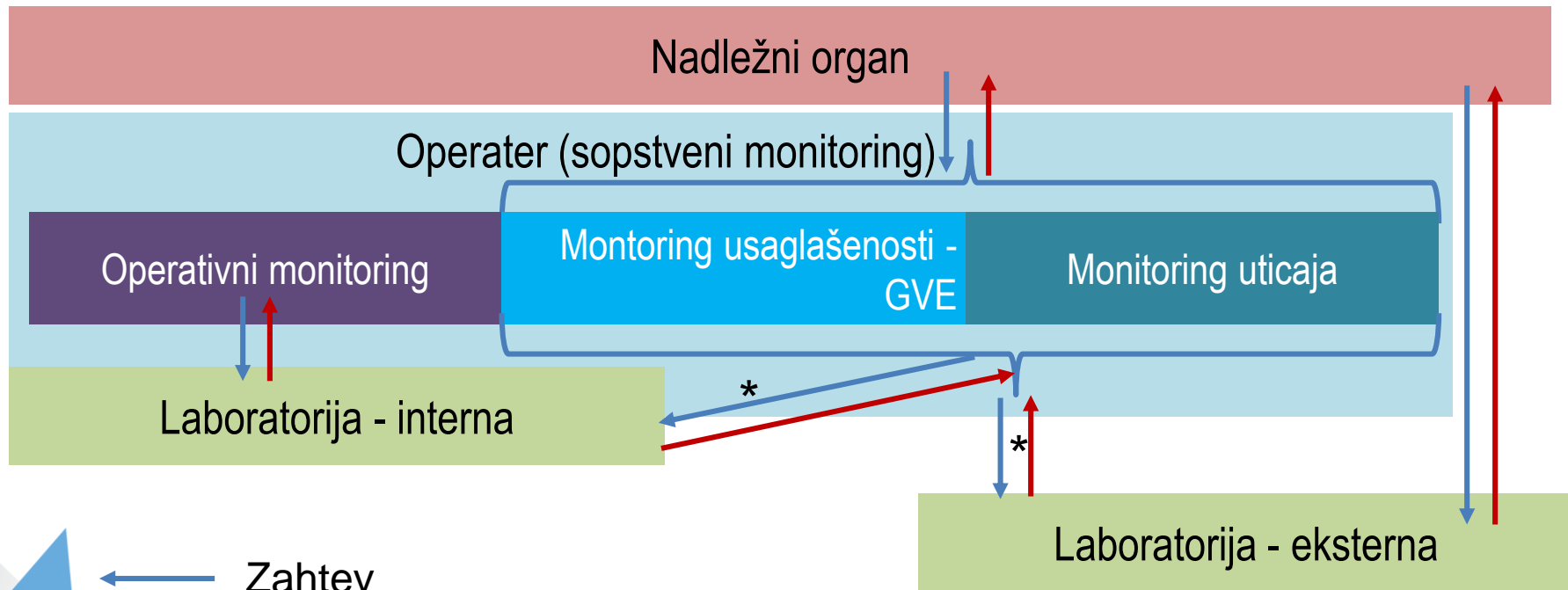
Gde je to moguće, zamena skupih parametara sa surogatima koji su ekonomičniji i jednostavniji za monitoring;

Standardizovati tehnike prikupljanja podataka, koristiti postojeće procedure i alate upravljanja podacima analiza;

Razmotriti dopunu rutinskog monitoring kampanjskim monitoringom. Ovo može da obezbedi bolje razumevanje kvaliteta efluenta i može smanjiti frekvenciju monitoringa, a samim tim i troškove;

Ograničite merenje „pod“ protoka, kao i broj parametara, odrediti ukupnu emisiju na osnovu ukupnog protoka.

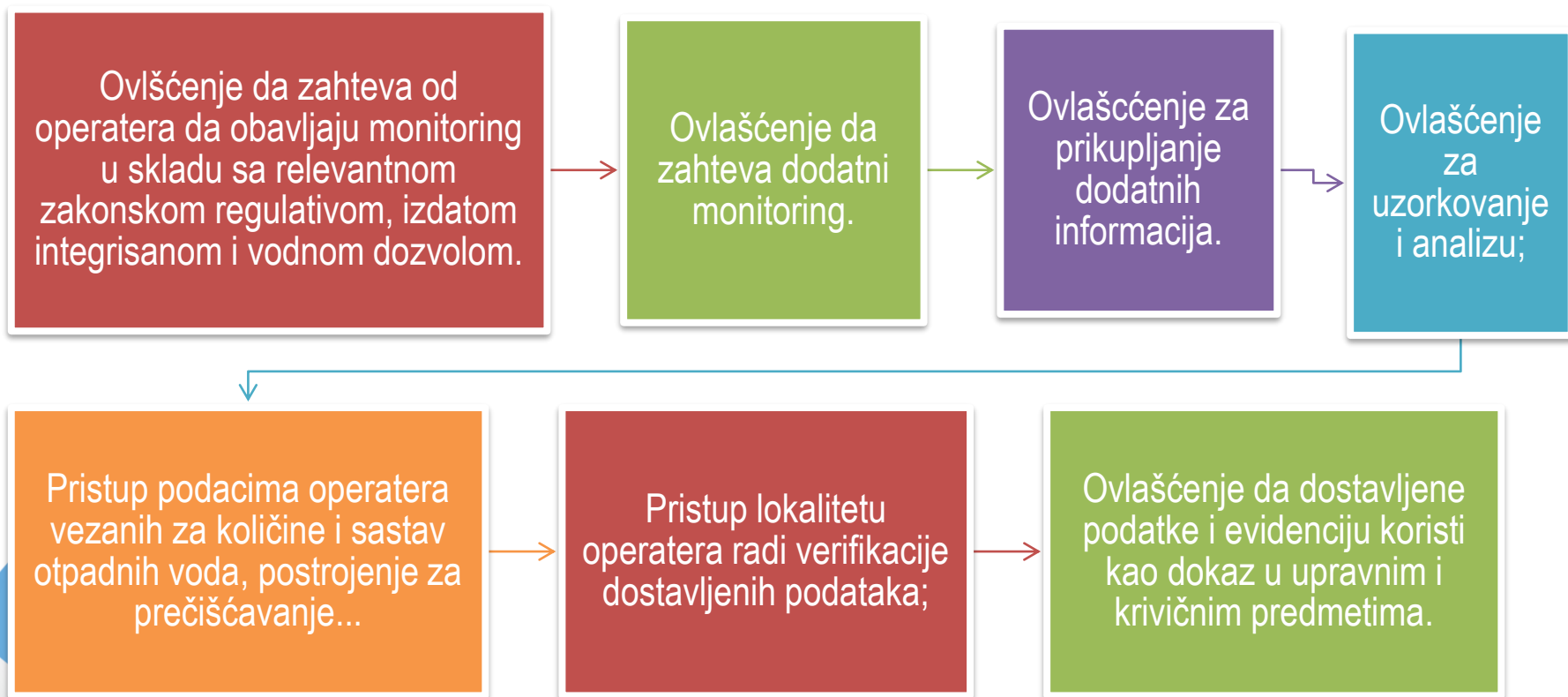
Operater, nadležni organ i laboratorija



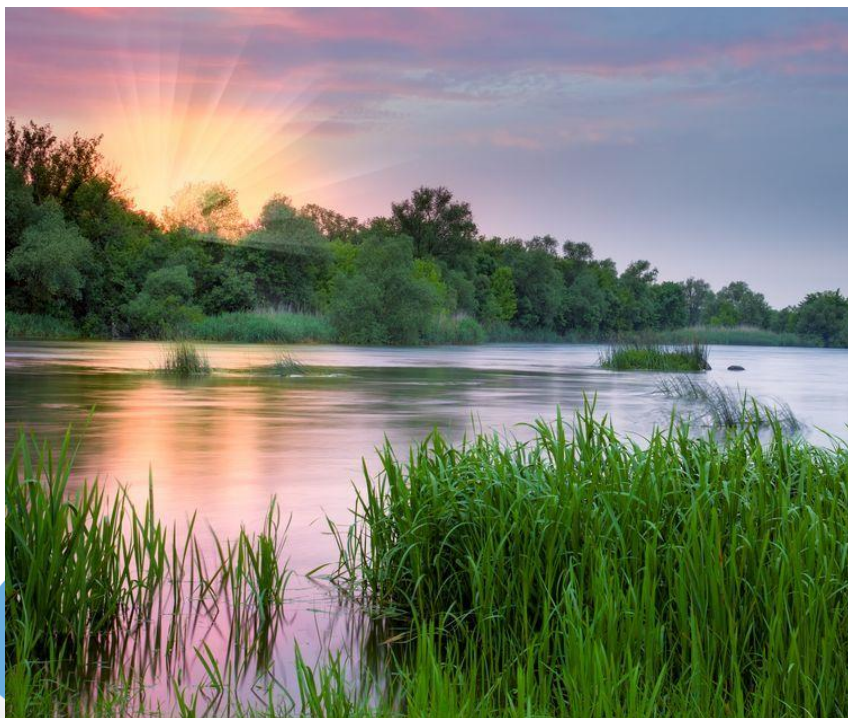
← Zahtev
→ Izveštavanje

* Akreditovana prema SRPS ISO 17025
* Ovlašćena od strane nadležnih organa

Nadzorni organ



Monitoring uticaja



Nadležni organi ne bi trebalo da nameću praćenje uticaja na svim objektima ili u svim slučajevima.

Može biti potreban u sledećim slučajevima:

1. U fazi projektovanja ili tokom suštinskih promena;
2. U blizini osetljivih ekosistema ili stanbenih zona;
3. Nakon slučajnog izlivanja;
4. Za kalibraciju brzih i bio-indikacionih metoda;
5. Kada je isplativije od praćenja emisija.

Zakonska regulativa - monitoring usaglašenosti

1

Zakon o vodama

"Sl. glasnik RS", br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 - dr. zakon

2

Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli
zagađivanja životne sredine

"Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 25/2015 i 109/2021

3

Pravilnik o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje
kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima.

"Sl. glasnik RS", br. 33/2016

4

Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih
materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje

"Sl. glasnik RS", br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016

5

Zakon o zaštiti životne sredine

"Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon,
43/2011 - odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 - dr. zakon i 95/2018 - dr.

6

Pravilnik o sadržini i obrascu zahteva za izdavanje vodnih akata, sadržini mišljenja u postupku
izdavanja vodnih uslova i sadržini izveštaja u postupku izdavanja vodne dozvole

"Sl. glasnik RS", br. 72/2017,
44/2018 - dr. zakon i 12/2022

Merenje količine odpadnih voda

"Sl. glasnik RS", br. 33/2016

Merenje količine vrši se za komunalne, tehnološke i rashladne odpadne vode, kontinualno ili diskontinualno.

Kontinualno merenje se vrši u slučaju konstantnog nastajanja i ispuštanja odpadnih voda, obezbeđuju se podaci o:

1. protoku odpadnih voda;
2. godišnjoj količini odpadnih voda;
3. najvećem 6-časovnom prosečnom protoku odpadnih voda; - u toku uzorkovanja radi ispitivanja kvaliteta odpadnih voda
4. najvećoj dnevnoj količini odpadnih voda i
5. količini i prosečnoj vrednosti protoka odpadnih voda u toku uzorkovanja odpadnih voda.

Diskontinualno merenje se vrši u slučaju sezonskih/povremenih aktivnosti kada je nastajanje i ispuštanje otpadne vode povremeno.

Količina odpadnih voda u toku uzorkovanja se ne meri u slučaju:

- 1) kada je projektovani godišnji obim tehnološke i rashladne otpadne vode iz postrojenja manji od 30 m³/dan
- 2) malih komunalnih sistema za naselja manja od 500 ES,

Količina otpadne vode - izračunava se iz potrošnje vode.

Izračunavanje godišnje količine otpadnih voda

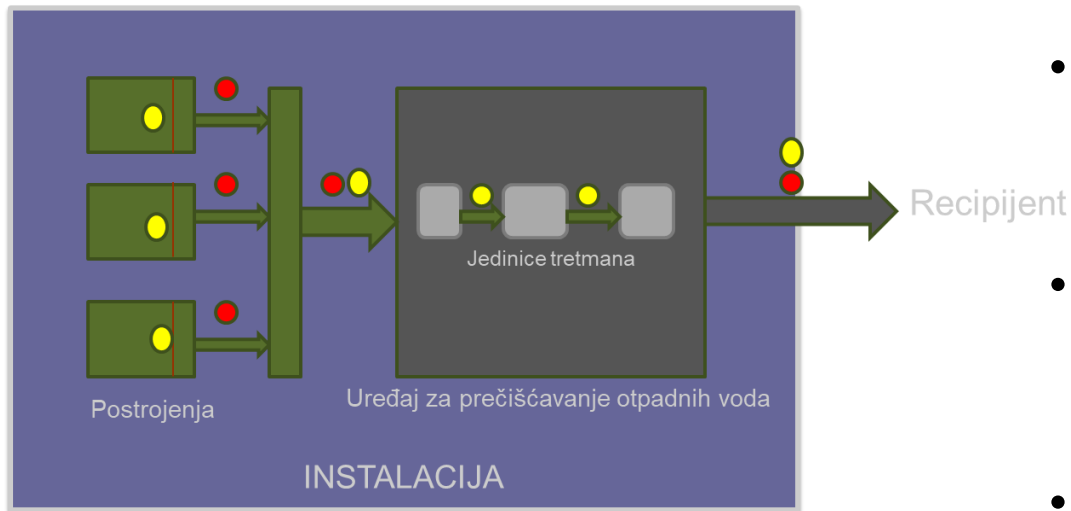
Godišnja količina otpadnih voda utvrđuje se merenjima otpadnih voda pre uliva u prijemnik.

Prosečni dnevni protok koji služi za izračunavanje dnevnog opterećenja otpadnih voda, izračunava se na osnovu godišnjeg protoka.

U slučajevima kada se ne meri protok otpadnih voda, godišnja količina otpadnih voda dobija se:

- iz podataka o potrošnji vode;
- iz razlike količine zahvaćene vode i količine vode koja je ugrađena u proizvod i iskorišćena za sanitarne potrebe ili iz zapremine rezervoara za ujednačavanje ili reaktora za serijsku obradu otpadnih voda i učestalosti njihovog pražnjenja.

Mesto uzorkovanja



● Monitoring usaglašenosti

● Operativni monitoring

- Mesto izliva otpadne vode u prijemnik;
- Mesto pre i posle postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda;
- Mesto na unutrašnjem toku otpadne vode **ukoliko** otpadne vode sadrže opasne materije.

Način sprovođenja monitoringa - uzorkovanje

- 24-časovni kompozitni uzorak, osim ako nije drugačije propisano aktom kojim se uređuju GVE.
- Diskontinualno ispuštanje, a vreme ispuštanja nije duže od 24 h, uzima se trenutni uzorak na mestu ispuštanja
- Trenutni uzorci uzimaju se u slučaju:
 - sastav otpadnih voda relativno konstantan;
 - otpadne vode sadrže mineralna ulja ili isparljive supstance
 - usled razlaganja, isparavanja ili koagulacije prisutne zagađujuće materije nisu stabilne u uzorku, mikrobiološki parametri...



Frekvencija vršenja monitoringa

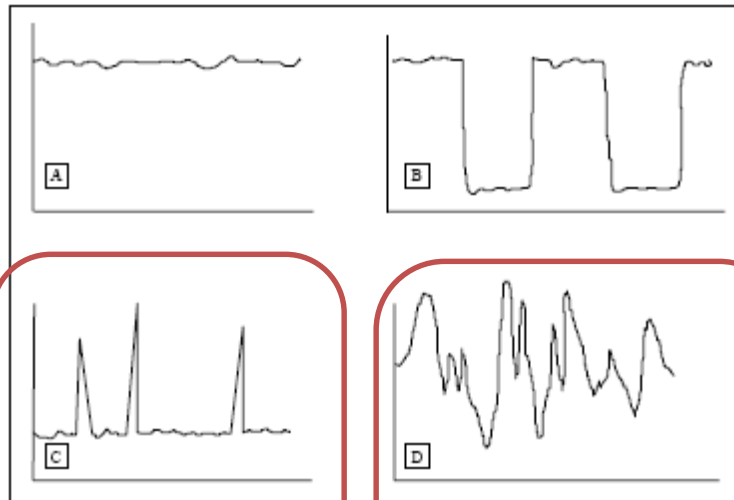
Kontinualno, kada se vrši 24-časovno merenje količine otpadne vode, osnovnih i specifičnih parametara kvaliteta otpadnih voda, u skladu sa propisom kojim se uređuju GVE i/ili vodnom dozvolom ili integrisanom dozvolom, a posebno u slučaju kada otpadna voda sadrži opasne materije;

Periodično, u slučajevima kada otpadna voda nastaje i ispušta se periodično u redovnim vremenskim intervalima tokom godine ili u toku sezonskog rada ukoliko se otpadna voda ne ispušta tokom cele kalendarske godine.

U tom slučaju vrši se uzimanje 2-časovnog ili trenutnog uzorka i merenje količine otpadne vode tokom uzorkovanja, kao i ispitivanje osnovnih i specifičnih parametara u skladu sa propisom kojim se uređuju GVE i/ili vodnom dozvolom i integrisanom dozvolom.

Potreba za kontinualnim monitoringom

- Potreba za kontrolom visoko varijabilnih emisija i prisustvo prioriternih supstanci,
- Nestabilnost parametra tokom uzorkovanja, transporta i skladištenja (npr isparljiva jedinjenja);
- Očekivani uticaj emisije otpadnih voda na životnu sredinu,
- Potreba da se prati i kontroliše rad postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda
- Specifični zahtevi industrijskom sektoru, i/ili specifične okolnosti instalacije



U zavisnosti od trajanja pikova, može biti dovoljno periodično merenje u stabilnim uslovima i povremeno merenje tokom trajanja pikova.

U ovim slučajevima kontinualno merenje može biti jedina moguća solucija za monitoring režim kako bi se obuhvatile sve varijacije u emisijama.

Minimalan broj uzorkovanja kod periodičnog merenja

Učestalost merenja i vreme uzorkovanja za komunalne otpadne vode i tehnološke otpadne vode sa dominantnim organskim opterećenjem

Kapacitet komunalnog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda izražen u ES (ekvivalent stanovnik)	Učestalost merenja osnovnih i specifičnih parametara (broj merenja na godinu dana) ^{(1),(2)}	Period uzorkovanja reprezentativnog uzorka (časovi)
< 50	1 merenje godišnje	2
50-999	2 merenja u toku godine	2
1000-1999	3 merenja u toku godine	6
2000-9999	prve godine 12 merenja godišnje ⁽³⁾	24
10000-49 999	12 merenja godišnje	24
>50 000	24 merenja godišnje	24

Godišnja učestalost merenja i ispitivanja za ostale tehnološke otpadne vode sa diskontinualnim ispuštanjem

Protok otpadnih voda na pojedinačnom izlivu (l/s)	Otpadne vode koje sadrže opasne materije		Ostale otpadne vode	
	Godišnji broj uzoraka	Učestalost ispitivanja	Godišnji broj uzoraka	Učestalost ispitivanja
< 50	4	jednom u tri meseca	3	jednom u četiri meseca
50-99	6	jednom u dva meseca	4	jednom u tri meseca
100-499	12	jednom mesečno	6	jednom u dva meseca
≥ 500	24	dvaput mesečno	12	jednom mesečno

Osnovni parametri pokazatelji kvaliteta otpadnih voda



- ∂ Protok (minimalni, maksimalni i srednji dnevni),
- ∂ Temperatura vazduha,
- ∂ Temperatura vode,
- ∂ Barometarski pritisak,
- ∂ Boja, miris, vidljive materije,
- ∂ Taložive materije (nakon 2h),
- ∂ pH vrednost,
- ∂ BPK5, HPK,
- ∂ Sadržaj kiseonika,
- ∂ Suvi ostatak, žareni ostatak, gubitak žarenjem,
- ∂ Suspendovane materije,
- ∂ Elektroprovodljivost

Specifični parametri – pokazatelji kvaliteta otpadnih voda

Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje

- Npr. Proizvodnja ugljovodonika

Dodatni parametri mogu biti definisani u vodnim i integrisanim dozvolama

Granične vrednosti emisije na mestu ispuštanja u površinske vode⁽¹⁾

Parametri	Jedinica mere	Granična vrednost emisije ⁽¹⁾
Temperatura	°C	30
pH		6,5-9
Suspendovane materije	mg/l	30
Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK ₅)	mgO ₂ /l	25
Hemijska potrošnja kiseonika (HPK)	mgO ₂ /l	120 ^(III)
Ugljovodonični indeks	mg/l	2
Ukupan fosfor	mg/l	1,5
Ukupni neorganski azot (NH ₄ -N, NO ₃ -N, NO ₂ -N)	mg/l	25 ^(IV)

Granične vrednosti emisije pre mešanja sa ostalim otpadnim vodama na nivou pogona

Parametri	Jedinica mera	Granična vrednost emisije ⁽¹⁾
AOH (adsorbujući organski halogen)	mg/l	0,15 ^(II)
Fenolni indeks	mg/l	0,15
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/l	0,05
Sumpor iz sulfida i merkaptana	mg/l	0,6

Direktni i indirektni pristup monitoringu –ispitivanje kvaliteta otpadnih voda

Direktna merenja - merenje količine specifičnih parametara emitovanih na izvoru.

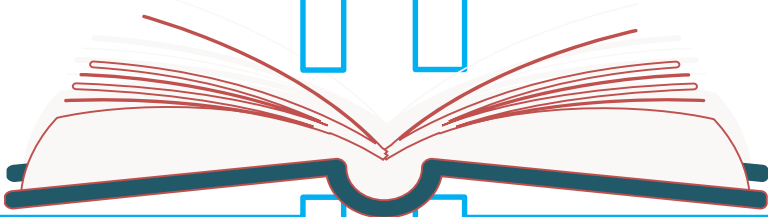
Direktna merenja = monitoring usaglašenosti.

Direktna merenja =operativni monitoring

Indirektni pristup – merenje surogat parametara.

Indirektna merenja \neq monitoring usaglašenosti.

Indirektna merenja =operativni monitoring



Kada je direktni metod složen, skup i/ili nepraktičan treba koristiti druge metode kako bi se pronašlo najbolje rešenje.

Direktna merenja

- **Kontinualna merenja**
- Fiksni *in-situ* (ili *in-line*) instrumenti sa kontinualnim očitavanjem
- Fiksni *on-line* (ili ekstraktivni) instrumenti sa kontinualnim očitavanjem
- **Periodična merenja**
 - Prenosivi instrumenti korišćeni za serijska merenja
 - Laboratorijske analize uzoraka uzetih sa fiksnim *on-line* uzorkivačem
 - Laboratorijske analize trenutnih uzoraka.

Surogat parametri



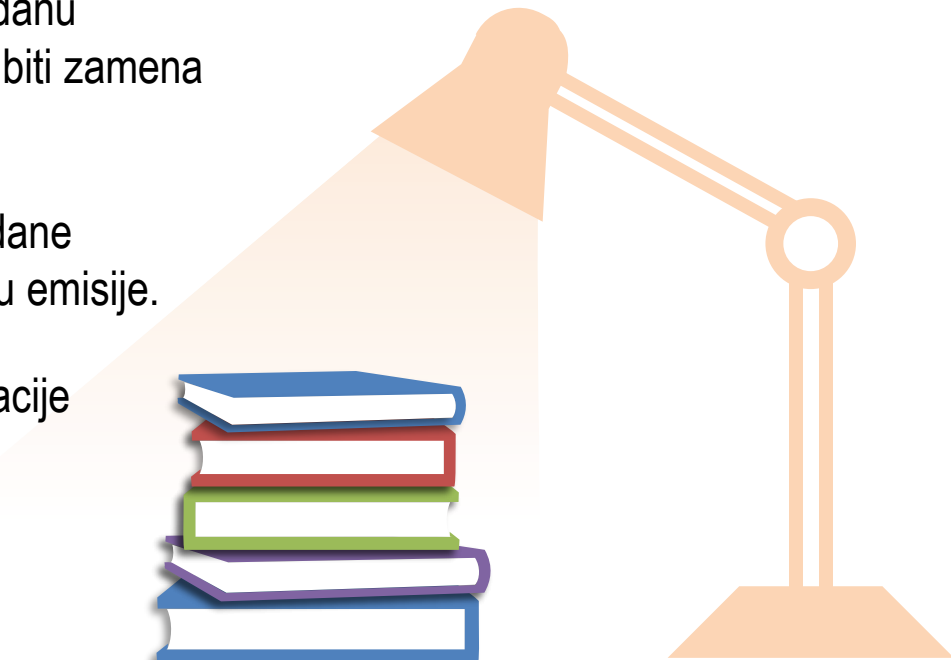
Kvantitativni surogati - daju pouzdanu kvantitativnu sliku o emisiji mogu biti zamena za direktna merenja.



Kvalitativni surogati - daju pouzdane kvalitativne informacije o sastavu emisije.



Indikativni surogati - daju informacije o radu postrojenja ili procesa, a samim tim daju indikativne informacije o emisiji.



Kvantitativni surogat parametri

Surogat parametar	Direktna merenja
TOC/HPK	određivanje pojedinačnih organskih komponenti
UV apsorbanacija na 254 nm, 350 nm i 580 nm	TOC/HPK
UV apsorbanacija na 254 nm	TOC, HPK, ukupne suspendovane materije
	HPK
Ukupna UV apsorbanacija (200-600 nm)	HPK
UV apsorbanacija na 260 nm	HPK
HPK, UV apsorbanacija na 260 nm	BPK ₅
UV apsorbanacija na 550 nm	određivanje sadržaja suspendovanih materija
ukupna UV apsorbanacija	BPK ₅
ukupni adsorbabilni organohalogeni, AOX	određivanje pojedinačnih organohalogenata

Kvalitativni surogat parametri

Surogat parametar	Direktna merenja
elektroprovodljivost	merenje koncentracije pojedinih metalnih komponenti
mutnoća	merenje koncentracije pojedinih metalnih komponenti
mutnoća	određivanje sadržaja nesuspendovanih materija

Indikativni surogat parametri

pad pritiska, protoka, pH i vlažnosti kompozitne filtracione jedinice

pad pritiska i vizuelni pregled tekstilnog filtra;

pH u procesu precipitacije i sedimentacije

oksidoredukcijski potencijal (ORP) u procesu denitrifikacije (brzina denitrifikacije linearno opada sa porastom ORP)

pH i ORP u procesu hlorisanja otpadne vode

produkcija biogasa, kompozicija biogasa, pH, alkalitet, volatilne masne kiseline u procesu anaerobne digestije

volatilne masne kiseline i alkalitet u procesu anaerobne obrade otpadnih voda

Lista parametara koji se mogu pratiti na različitim mestima uzorkovanja u operativnom monitoringu-primer

Jedinica	Parametar
Egalizacioni bazen	pH, ukupne rastvorene i suspendovane materije, BPK, HPK, temperatura
Bazen za neutralizaciju	pH
Koagulacija	pH
Flokulacija	
Primarni taložnik	ukupne rastvorene i suspendovane materije, BPK, HPK, pH
Biološki reaktor	Rastvoreni kiseonik, pH, temperatura, mikroskopski pregled
Sekundarni taložnik	BPK, HPK, ukupne suspendovane materije
Finalni efluent	ukupne rastvorene i suspendovane materije, BPK, HPK, pH

Analiza otpadnih voda

- Za potrebe monitoringa usaglašenosti – Akreditovane laboratorije prema SRPS ISO/IEC 17025.
- Referentne metode prema **Pravilniku o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima** ili druge metode u skladu sa ISO/IEC 17025.
- Operater (sa aspekta Laboratorija **korisnik**) odgovoran za:
 - Upućivanja zahteva Laboratoriji za uzorkovanje i analizu otpadnih voda
 - Utvrđivanje adekvatnosti dostavljene ponude od strane Laboratorije u pogledu nameravane upotrebe rezultata ispitivanja.

Analiza otpadnih voda

- Npr. zahtev Laboratoriji za uzorkovanje i analizu otpadnih voda može da sadrži
 - Zahtevane analize i uzorkovanje –parametri
 - Razlozi za vršenje analize - usaglašenost sa specifičnom zakonskom regulativom
 - Podatke o korisniku (operateru)
 - Zahtevani kvalitet podataka
 - Da li je potrebno dati izjavu o usaglašenosti.
 - (precizniji zahtev – adekvatnija ponuda u pogledu nameravene upotrebe rezultata.

• Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje

OPŠTI KRITERIJUMI ZA ODREĐIVANJE POJEDINAČNIH ZAGAĐUJUĆIH MATERIJA U OTPADNIM VODAMA

Za određivanje navedenih zagađujućih materija mogu se primeniti sve standardizovane metode koje ispunjavaju zahteve date u tabeli ovog priloga.

Tabela: Zahtevi koje je potrebno ispoštovati pri odabiru analitičke metode za analizu zagađujućih materija u otpadnim vodama

Parametar	% korektnosti vrednosti parametra ^(I)	% preciznosti vrednosti parametra ^(II)	% granice detekcije vrednosti parametra ^(III)
Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK ₅)	25	25	10
Hemijska potrošnja kiseonika (HPK)	25	25	10
Ukupne suspendovane materije	15	15	15
Ukupni fosfor	10	10	10

Izveštavanje

- Zahtevi za sadržaj izveštaja s dati u *Pravilniku o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima (Sl. glasnik RS, 33/16)*
- Laboratorije u skladu sa zahtevima SRPS ISO/IEC 17025.
- SRPS ISO/IEC 7.8.1.2 moraju da obuhvate sve informacije koje su dogovorene sa korisnikom i koje su neophodne za tumačenje rezultata, kao i sve informacije koje se zahtevaju korišćenom metodom.
- Npr. Zahtevi pravilnika koji nisu obuhvaceni SRPS ISO/IEC 17025



**HVALA NA
PAŽNJI!!!**