



Agencija za
strukovno obrazovanje
i obrazovanje odraslih



OBRAZOVNI MATERIJAL ZA STRUČNO USAVRŠAVANJE NASTAVNIKA STRUKOVNIH PREDMETA

**Modul: Usavršavanje u području struke: nova dostignuća i
praćenje promjena (MT 6)**

Autor: Nada Pitinac



Opis modula

MT6 (S2)	
Naziv modula	Usavršavanje u području struke: nova dostignuća i praćenje promjena
CILJ MODULA	
Cilj modula je ojačati strukovne kompetencije nastavnika strukovnih predmeta.	
OPIS/ SADRŽAJI MODULA	
Modul je generički namijenjen za predstavljanje novih dostignuća i promjena u struci i srodnim područjima i aspektima (npr. zakonska regulativa i sl.) nastavnicima koji bi ih trebali implementirati u vlastitoj praksi i nastavi.	
Preporučeni sadržaj/struktura modula:	
<ul style="list-style-type: none">• izazovi i iskustva u vlastitoj strukovnoj/stručnoj praksi• nova znanja, tehnologije i dobre prakse u struci• primjeri svladavanja izazova u strukovnoj/stručnoj praksi (rješavanje problema) uz pomoć novih znanja, tehnologije i dobre prakse u struci• implementacija novih znanja, tehnologija i dobre prakse u vlastitu strukovnu/stručnu i nastavnu praksu• vrednovanje primjene novih znanja, tehnologija i dobre prakse u struci• prijenos novih znanja, tehnologija i dobre prakse na učenike i suradnike.	
ISHODI UČENJA ZA MODUL	
Nakon uspješno završenog modula polaznik će moći:	
<ul style="list-style-type: none">• objasniti inovacije/novine i unapređenja u struci• integrirati nova znanja, tehnologije i dobre prakse u vlastitu strukovnu/stručnu i nastavnu praksu i rješavanje problema• vrednovati korisnost i učinkovitost primjene novih znanja, tehnologija i dobre prakse u struci• osmisliti prijenos novih znanja, tehnologija i dobre prakse na učenike i suradnike.	



Razrada obrazovnog materijala u okviru modula

Uzimanje i priprema uzoraka za analizu

Pod pojmom uzorak podrazumijeva se jedan ili više dijelova uzetih iz sustava namijenjenih pružanju informacija o sustavu i služi kao osnova za mišljenje o sustavu ili njegovom radu.

Prema agregacijskom stanju uzorci mogu biti:

1. čvrsti uzorci – uzorci tla, čvrstog otpada, krute tvari iz proizvodnog procesa
2. tekući uzorci – uzorci vode (voda za piće, površinske i podzemne vode, otpadne vode i dr.), tekući uzorci iz proizvodnog procesa (sirovine, poluproizvodi i gotovi proizvodi)
3. plinoviti uzorci – emisije industrijskih dimnjaka, plinoviti produkti industrijskih procesa.

Uzorkovanje je složen proces i sastavni dio analitičkog postupka te se sastoji od:

1. odabira uzorka
2. uzimanja uzorka
3. pohrane i transporta uzorka
4. obrade uzorka.

Postupak uzimanja, konzerviranja, prijevoza i čuvanja uzorka ne smije utjecati na rezultat laboratorijskog ispitivanja i definiran je samom metodom daljnje analize.

Pogreške koje se javljaju pri postupku uzorkovanja najčešće su posljedica: pogrešno odabranog uzorka, pogrešno obilježenoga uzorka, nepravilnog postupanja s uzorkom i nepravilnog transporta.

Da bi uzorak dao potpunu informaciju o ispitivanom sustavu, potrebno je pridržavati se dobre laboratorijske prakse uzorkovanja, što podrazumijeva: dobro educirano i licencirano osoblje, pažljiv odabir mesta uzorkovanja temeljen na pisanim uputama te provedbu postupka uzorkovanja prema zadatom protokolu i propisanim standardima.

Kako je cilj ovog priručnika opisati fizikalno-kemijske i kemijske metode analize sastavnica okoliša vode, tla, zraka, te otpada (otpadne vode), i sam opis postupka uzorkovanja imat će težište na opisu postupaka uzimanja uzorka za navedene analize. Svi postupci, počevši od uzimanja uzorka, preko skladištenja i transporta uzorka do metoda analize, propisani su hrvatskim normativnim dokumentima.

1. Uzorkovanje vode

Pod pojmom *tijelo vode* podrazumijeva se ukupna voda iz koje se nastoji uzeti reprezentativni uzorak ili uzorci kao i svi čimbenici koji na tu vodu utječu.

Razlikuju se sljedeća tijela vode:

- površinske vode (rijeke, jezera, mora, izvori)



- podzemne vode (zdenci i piezometri)
- oborinske vode
- voda za piće (vodovod, vodospreme, vodotornjevi, autocisterne)
- industrijski i kanalizacijski izljevi.

1.1. Mjesto uzorkovanja

Uzimanje uzorka mora odgovarati svrsi ispitivanja i mjestu s kojega se uzorak uzima. Mjesto uzorkovanja može biti:

1. Vodovodni sustav

Uzorkovanje obavlja educirano osoblje koje dobro poznaje vodovodni sustav. Izbor mjesta uzorkovanja ovisi o vrsti vodovodnog sustava te varijacijama u potrošnji vode. Svaki vodovod mora imati vlastiti sustav nadzora, npr. u malim vodospremnicima ili zdencima moguća je brža kontaminacija nego u vodovodnom sustavu.

2. Cisterne, zdenci, piezometri

Uzorkovanje se provodi sondom ili izravno posudom za uzorkovanje. Za uzorkovanje podzemnih voda koriste se piezometri. Za svaku podzemnu žilu buši se piezometar, a ispitivanje se provodi sisaljkom u različitim režimima podzemnih voda (različita doba godine). Pravilo je da se uzimaju tri uzorka vode (površina, sredina, dno).

3. Stajaćice i tekućice

Uzorkovanje stajaćica provodi se na način da se uzorak uzima s nekoliko mjesta i s različitih dubina, pogotovo ako postoji potencijalni izvor onečišćenja. Uzorkovanje se provodi sondom iz plovila.

Kod tekućica uzima se uzorak iz matice s različitih dubina gdje je manji protok. Razlog tomu su česte promjene režima protoka. Uzorak se uzima pomoću sonde, sisaljke ili automatskim uređajem za uzimanje uzorka.

1.2. Tehnike uzimanja uzorka

Uzimanje uzorka može se provoditi:

- **ručno** pomoću boce ili sonde (npr. ako se sumnja na kontaminaciju s tvari koja se ne miše dobro s vodom, uzima se uzorak s površine ili dna površinske vode, zdenca, piezometra ili cisterne za vodu)
- **sisaljkom** koja može biti tlačna ili potopna, a uzorak se uzima s površine ili dna na način da se na početku usisnog voda konstruira filter
- **automatskim uređajem** koji je prikladan kod stalnog nadzora, osobito voda tekućica ili ispusta vode iz kanalizacije. Točno se mogu odrediti volumen uzorka, frekvencija, protok, visina razine vode, temperatura, pH-vrijednost, električna vodljivost. Modernu stanicu kontrolira računalo tako da svi podaci imaju automatski zapis. Takva je stanica osigurana i posjeduje alarm.



1.3. Posuđe i oprema za uzorkovanje

Volumen uzorka od iznimne je važnosti kada treba odrediti tvari koje se u uzorku nalaze u niskim koncentracijama. Volumen uzorka definiran je volumenom potrebnim za analizu, a u pravilu se uzima volumen vode koji predviđa analitički postupak (obično je to jedna litra vode, u posebnim situacijama to može biti i tri do šest litara uzorka).

Za pohranu i transport uzoraka važan je izbor posuđa i opreme. Posuđe mora biti čisto, posebno za određivanje tvari u tragovima jer čistoća posuđa može značajno utjecati na rezultate analize. Materijal od kojeg je posuđe napravljeno mora biti inertan, a najčešće se rabi stakleno ili plastično posuđe, što ovisi o tvari koja se određuje. Plastika može adsorbirati različite organske tvari, a staklo nije pogodno za određivanje tragova anorganskih materijala. Kod mikrobioloških ispitivanja mora se rabiti sterilno posuđe. Pozornost se treba obratiti i na izbor čepa te na materijal od kojeg je isti napravljen.

Oprema za fizikalno-kemijsku analizu u pravilu obuhvaća: staklenu bocu volumena 1 dm³, plastični spremnik od 5 dm³ (ako se radi o opsežnoj analizi), boce po Winkleru od 150 cm³ (za otopljeni kisik i/ili određivanje BPK₅), graduirane pipete (1 – 10 cm³), putni hladnjak, predatnicu, reagense (plastična bočica s navojem s azidom i plastična bočica s navojem s manganovim sulfatom – ako se određuje koncentracija otopljenog kisika) te staklena boca sa 70 % etanolom.

1.4. Postupak uzorkovanja

1. Postupak **uzimanja uzorka iz vodovodnog sustava** provodi se tako da se na mjestu uzimanja uzorka pušta vodu da teče 10 – 20 minuta, a nakon toga voda se ispušta u posudu za uzorkovanje. U slučaju uzimanja uzorka za mikrobiološku analizu slavina se prethodno zagrijava plamenom kako bi se spriječila kontaminacija uzorka. Boca se puni tako da se uzorkom ispere deseterostruki volumen boce. Ako se u uzorku određuje otopljeni kisik, uzorak se uzima u Winklerovu boci u kojoj se, nakon što se iz boce uklone mjehurići zraka, odmah fiksira otopljeni kisik. Kod uzorkovanja kloriranih voda za piće prije sterilizacije u kemijski čiste staklene boce dodaje se Na₂S₂O₃.
2. Za **potpovršinsko uzorkovanje** uroni se posuda (kanta) u površinsku vodu (do 50 cm ispod površine vode) te se sadržaj iste ulije u odgovarajuće boce za uzorke ili se s određenih dubina uzimaju uzorci pomoću opreme za uzorkovanje koja omogućuje uzorkovanje s potrebne dubine. Boce se nekoliko puta ispiru vodom čiji se uzorak uzima, a zatvaraju se staklenim ili plastičnim čepovima. Izmjeri se temperatura vode i rezultat upisuje u obrazac za evidenciju.
3. Za **uzorkovanje vode za mikrobiološke analize** pažljivo se otvori sterilna boca (ne ispirati), držeći bocu za dno i uranjajući grlo oko 30 cm ispod površine i napuni vodom do 3/4 volumena boce. Bocu je potrebno usmjeriti prema toku struje (tako da voda koja ulazi u bocu ne dolazi u doticaj s rukama), kako ne bi došlo do kontaminacije, te po uzimanju uzorka čvrsto zatvoriti bocu. Vodootpornom olovkom na bocu se zapisuju tipični podaci iz obrasca za evidenciju radi lakše identifikacije u laboratoriju.
4. Za **uzorkovanje vode za određivanje metala** bocu se napuni do suženja, čvrsto zatvori te vodootpornom olovkom na bocu zapiše osnovne podatke iz obrasca za evidenciju radi lakše identifikacije u laboratoriju.
5. Za **uzorkovanje vode za određivanje pesticida i THM (trihalometana)** bocu se napuni vodom do vrha, čvrsto zatvori (za organofosforne pesticide začepljenu



bocu dodatno zaštititi aluminijskom folijom preko čepa i grla boce) te vodootpornom olovkom na bocu zapiše tipične podatke.

6. Za **uzorkovanje vode u kojoj se određuje koncentracija otopljenoga kisika** (ako se ne određuje na mjestu uzorkovanja) i BPK₅ bocu se napuni vodom do vrha, po mogućnosti odmah u Winklerovu bocu. Doda se 1 cm³ manganova(II) sulfata i 1 cm³ alkalnog jod-azida. Reagens se dodaje ispod površine uzorka pomoću staklenih pipeta. Nakon dodavanja reagensa nastaje žutosmeđi talog. Bocu se oprezno začepi da u njoj ne ostanu mjehurići zraka i okreće nekoliko puta da se sadržaj dobro izmiješa. Vodootpornom olovkom na bocu se zapišu tipični podaci radi lakše identifikacije u laboratoriju.
7. Transport uzorka provodi se u prijenosnim hladnjacima na temperaturi koja će spriječiti eventualni raspad uzorka te se uzorak dostavi u laboratorij u propisnom vremenskom roku. Za fizikalno-kemijsku analizu uzorak treba čuvati na temperaturi manjoj od 24 °C i dostaviti na analizu u vremenu do 24 sata, a u posebnim slučajevima potrebno je uzorak dostaviti na analizu do šest sati nakon uzorkovanja.
8. Kod **gradske otpadne vode ili otpadne vode iz industrijskih pogona**, čiji je sastav promjenjiv, uzorci se moraju uzimati kontinuirano, ili se uzima više uzoraka te se priprema prosječni uzorak u nekom vremenskom intervalu. Uzeti uzorci moraju kvantitativno i kvalitativno odgovarati odtoku vode za određeno vremensko razdoblje uzimanja. U industrijskim postrojenjima obvezno je voditi mjesecni i godišnji očevidnik (Tablica 1) ispuštene otpadne vode te očevidnik ispitivanja kompozitnih uzoraka.

Svim postupcima uzorkovanja zajedničko je da se za svaki uzorak popuni obrazac za uzorkovanje koji sadržava sljedeće osnovne podatke: datum uzorkovanja, datum dostave uzorka, naziv uzorka, lokaciju, mjesto uzorkovanja, svrhu analize, vrstu proizvoda, porijeklo, ime osobe koja je uzorkovala, postupak uzorkovanja, ime osobe koja je dostavila uzorak te opis uzorka (Tablica 2).



Tablica 1. Dio očevidnika ispitivanja tehnološke otpadne vode u industrijskom postrojenju

Obrazac B 2 - OČEVIDNIK ISPITIVANJA KOMPOZITNIH UZORAKA

OPĆI PODACI		
1	Naziv korisnika:	
2	Djelatnost:	
3	Adresa lokacije:	
4	OIB:	
5	MBPS kod DZS:	
6	Vodno područje:	
7	Prijemnik:	
PODACI O OTPADNIM VODAMA		
1	Naziv / oznaka ispusta	
2	Koordinate ispusta HTRS96/TM:	N E
3	Način pročišćavanja:	
4	Vrsta uređaja za pročišćavanje otpadnih voda:	
5	Datum ispitivanja:	
6	Datum prethodnog ispitivanja:	
7	Kompozitni uzorak dobiven uzimanjem svakih _____ min u vremenu od ___ do ___ sati	
8	Protok otpadnih voda u l/sek:	
9	Srednja dnevna količina otpadnih voda u m ³ /dan:	
10	Maksimalna dnevna količina otpadnih voda u m ³ /dan:	
11	Minimalna dnevna količina otpadnih voda u m ³ /dan:	
REZULTATI ISPITIVANJA OTPADNIH VODA		
POKAZATELJI		
1	pH	
2	Temperatura (°C)	
3	Boja	
4	Miris	
5	Taložive tvari (ml/l)	
6	Suspendirane tvari (mg/l)	
7	Suhi ostatak (mg/l):	
8	Vidljiva otpadna tvar:	
9	Sadržaj otopljenog kisika (mg/l)	
10	BPK _S (mgO ₂ /l)	
11	KPK _{Cr} (mgO ₂ /l)	
Ostali pokazatelji koji se ispituju prema tehnološkom procesu ili su utvrđeni vodopravnom dozvolom		



Tablica 2. Primjer radne upute mesta uzorkovanja i učestalosti analiza na ulazu i izlazu centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda

Uzorak / Mjesto uzorkovanja	RADNA UPUTA			PL-UA
	Mjesta uzorkovanja i učestalost analiza			Izdanje 02
	Parametri	Oznaka	Jedinica	Učestalost
1. Ulaz i Izlaz uređaja				
	Protok otpadne vode	Qul	m3/h	kontinuirano (<i>online</i>)
24h, kompozitni uzorkivač (radi u ovisnosti o vremenu) na podestu između zgrade finih rešetki i pjekovova/mastola.	Temperatura otpadne vode	Tul	°C	kontinuirano (<i>online</i>)
	pH-vrijednost	pH ul		dnevno, kontinuirano
	Električna vodljivost	K	mS/cm	dnevno, kontinuirano
	Otopljeni kisik		mg/l	dnevno
	Boja			dnevno
	Miris			dnevno
	Vidljiva otpadna tvar	VOT		dnevno
	Taložive čestice		ml/l	dnevno
	Ukupna suspendirana tvar (105°C)	STul	mg/l	dnevno
	Kemijska potrošnja kisika	KPK	mg/l	dnevno
	Biološka potrošnja kisika	BPK5	mg/l	1 x tjedno
	Amonij	NH4-N	mg/l	1 x tjedno
	Nitrati	NO3-N	mg/l	1 x tjedno
	Nitriti	NO2-N	mg/l	1 x tjedno
	Ukupni dušik	Nuk	mg/l	1 x tjedno
	Ukupni fosfor	Puk	mg/l	1 x tjedno
	Ortofosfati	P-PO4	mg/l	1 x tjedno
	Sulfati	SO4	mg/l	1 x tjedno

1.5. Popis hrvatskih normativnih dokumenata uzorkovanja vode za ljudsku potrošnju, podzemnih i površinskih voda

UZORKOVANJE I TRANSPORT UZORAKA VODE ZA LJUDSKU POTROŠNJU I PODZEMNIH VODA:

1. HRN EN ISO 5667-3:2008 Kakvoća vode - Uzorkovanje - 3. dio: Smjernice za čuvanje uzoraka i rukovanje uzorcima (ISO 5667-3:20003; EN ISO 5667-3:2003)
2. HRN ISO 5667-2:1999 Kakvoća vode - Uzorkovanje - 2. dio: Smjernice za tehnike uzorkovanja (ISO 5667-2:1991)



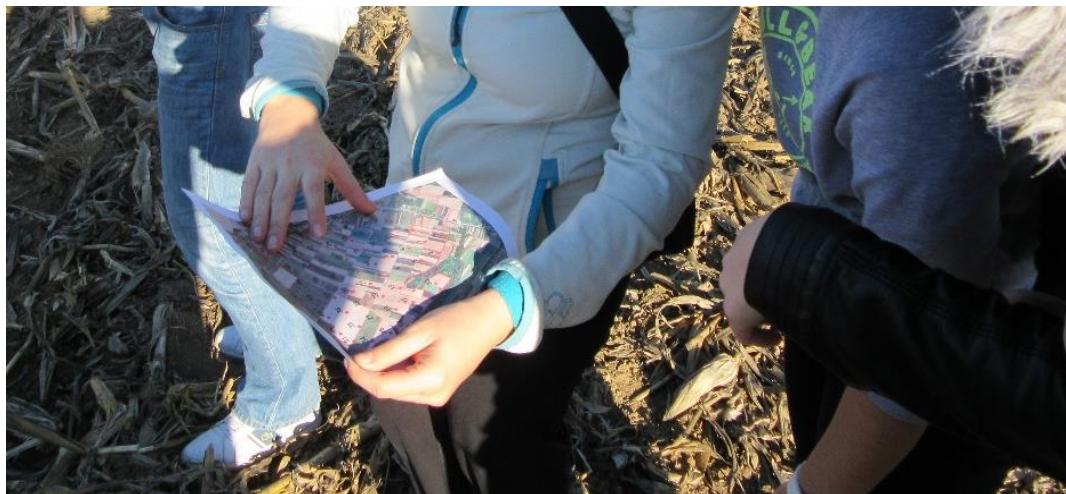
3. HRN ISO 5667-5:2000 Kakvoća vode - Uzorkovanje - 5. dio: Smjernice za uzorkovanje pitke vode i vode za pripremu hrane i napitaka (ISO 5667-5:1991)
4. HRN ISO5667-11:2001 Kakvoća vode - Uzorkovanje - 11. dio: Smjernice za uzorkovanje podzemnih voda (ISO 5667-11:1993)
5. HRN EN ISO 19458:2008 Kakvoća vode - Uzorkovanje za mikrobiološku analizu (ISO 19458:2006; EN ISO 19458:2006)

UZORKOVANJE I TRANSPORT POVRŠINSKIH VODA:

1. HRN EN ISO 5667-3:2008 Kakvoća vode - Uzorkovanje - 3. dio: Smjernice za čuvanje uzoraka i rukovanje uzorcima (ISO 5667-3:20003; EN ISO 5667-3:2003)
2. HRN ISO 5667-2:1999 Kakvoća vode - Uzorkovanje - 2. dio: Smjernice za tehnike uzorkovanja (ISO 5667-2:1991)
3. HRN EN ISO 19458:2008 Kakvoća vode - Uzorkovanje za mikrobiološku analizu (ISO 19458:2006; EN ISO 19458:2006)
4. HRN ISO 5667-4:2000 Kakvoća vode - Uzorkovanje - 4. dio: Smjernice za uzorkovanje prirodnih i umjetnih jezera (ISO 5667-4:1987)
5. HRN ISO 5667-6:2000 Kakvoća vode - Uzorkovanje - 6. dio: Smjernice za uzorkovanje vode rijeka i potoka (ISO 5667-6:1990)
6. HRN ISO 27828:2008 Kakvoća vode - Metode biološkog uzorkovanja: Smjernice za uzorkovanje bentoskih i makroavertebrata ručnom mrežom (ISO 7828:1985; EN 27828:1994)

2. Uzorkovanje tla

Uzorkovanje tla vrlo je složen postupak koji treba unaprijed isplanirati ovisno o cilju i svrsi ispitivanja (Slika 1). Tlo se može uzorkovati za pedološka ispitivanja gdje se pri samom uzorkovanju ispituju i svojstva tla, za agrokemijska ispitivanja u svrhu kontrole plodnosti i određivanja optimalne gnojidbe, ili za ispitivanja onečišćenja i zaštite tla.



Slika 1. Prikaz mjesta uzorkovanja

2.1. Uzorkovanje tla u narušenom i nenarušenom stanju u svrhu terenskih pedoloških istraživanja

Ako se uzorkovanje provodi u pedološke svrhe, prvi je korak sondiranje koje se izvodi pomoću sonde koja može biti različitih izvedbi kao što je, primjerice, Edelmanovo svrdlo.



Uzorak se uzima zakretanjem svrdla pri čemu se otvor na dnu svrdla puni uzorkom i vadi van. Postupak se ponavlja postupno do dubine matičnog supstrata ili podzemnih voda.

Svaki sondažni izvadak (Slika 2) slaže se u dužinu počevši od gornjeg sloja prema nižim slojevima te se na taj način dobiva pregled redoslijeda i broja horizonta (slojeva tla), što se pri ispitivanju sondažnog izvata koristi za determinaciju tla. Svi podaci o pojedinom izvatu upisuju se u obrazac za opis sondažnog izvata. Obrazac za opis sondažnog izvata sadrži sljedeće elemente: broj sonde, lokalitet, koordinate, reljef, vegetaciju, dubinu podzemne vode (ako je ima), skelet, datum, ime(na) istraživača, sistematiku tla, dubinu, horizont, boju, teksturu, strukturu, prisutnost kalcijevog karbonata i tvorevina te ostale zabilješke.



Slika 2. Prikaz sondažnog izvata

Na temelju sondažnih ispitivanja određuju se mjesta otvaranja pedoloških profila (Slika 3).

Prilikom otvaranja pedološkog profila treba se pridržavati sljedećih pravila:

1. Profil tla otvara se do dubine matičnoga supstrata ili podzemne vode.
2. Dimenziije profila su: duljina 1,5 do 2 m i širina 0,8 m.
3. Profil se kopa strojno ili ručno tako da čeona strana bude okomita na površinu tla, a na suprotnoj se strani izvode stepenice radi lakšeg ulaska u profil.
4. Čeona strana profila mora biti pod izravnim sunčevim osvjetljenjem.
5. Čeona strana profila, kao i površina tla iznad nje, treba biti čista jer se na tom dijelu provodi ispitivanje na samom terenu te uzorkovanje tla za laboratorijska istraživanja.

6. Na samom terenu ispituje se: sklop tla, boja, tekstura, struktura, sadržaj kalcijevog karbonata, specifične pedodinamske tvorevine te se uzimaju uzorci za laboratorijska ispitivanja.



Slika 3. Prikaz pedološkog profila

2.2. Uzorkovanje tla i priprema uzorka za laboratorijsku analizu

Tlo se uzorkuje iz pedološkog profila tako da se uzorak uzima iz svakog postojećeg horizonta. Uzorci se uzimaju na čeonoj strani profila u narušenom i nenarušenom stanju.

Uzorci (u narušenom stanju) uzimaju se od najdubljeg horizonta prema gore, mehaničkim skidanjem sloja tako da se zahvati cijela dubina horizonta, a da se pri tome ne zahvati sljedeći horizont. Uzima se oko 1 kg uzorka i stavlja u označene plastične vrećice te se hermetički zatvara. Podaci u vrećici i na vrećici moraju sadržavati broj profila, lokaciju, dubinu uzorkovanog horizonta, datum.

Uzorak u narušenom stanju prije same analize priprema se na način da se prvo evidentira datum, lokacija, broj profila, horizont. Opisani uzorak se čisti, odstranjuju se primjese, ručno usitnjava, suši na zraku, usitnjava u mlinu, prosijava, homogenizira i pohranjuje na čuvanje.

Za ispitivanje fizikalnih svojstva tla uzorka se mora uzeti i u nenarušenom stanju (Slika 4), odozgo prema dolje iz svakog horizonta pomoću metalnih valjaka volumena 100 cm^3 (metalni valjak po Kopeckom). Valjak sadrži i dva označena poklopca te mrežicu. Uzorkovanje se provodi tako da se u izdubljenu stepenicu u visini horizonta na čeonoj strani profila utisne valjak djelovanjem mehaničke sile. Iz svakog horizonta uzimaju se tri uzorka na način da valjci obuhvate središnji dio horizonta. Oznake utisnutih valjaka upisuju se u obrazac za opis profila uz opisani horizont iz kojega se uzima uzorak.



Slika 4. Uzimanje uzorka u nenarušenom stanju

2.3. Uzorkovanje tla za određivanje prosječne raspoloživosti hraniva

Agrokemijske analize tla obuhvaćaju utvrđivanje prosječne raspoloživosti hraniva (N , NO_3^- - N , NH_4^+ - N , P , K , Ca , Mg i mikroelementi) i ostalih svojstava tla (pH-vrijednost, humus, tekstura, kapacitet adsorpcijskoga kompleksa) koje značajno utječu na hraniva u tlu te na djelotvornost gnojiva i poboljšivača tla.

Najvažnije je pripremiti uzorak koji će predstaviti prosječni uzorak s ispitivane površine. Uzorak se definira horizontalno i vertikalno.

Plan uzorkovanja obuhvaća prostorni raspored, broj uzoraka, a ovisi o nizu čimbenika kao što su veličina parcele, homogenost tla, teksturna različitost i dr.

Prostorno uzorkovanje može biti:

- slučajno ili randomizirano uzorkovanje
- nesustavno statističko uzorkovanje
- sustavno statističko uzorkovanje
- kontrolno kružno uzorkovanje.

Uzorkovanje se provodi sondom (Slika 5), štihačom ili svrdлом od materijala (čelik) koji neće kemijski reagirati s tvarima iz tla da bi se izbjegla kontaminacija uzorka.



Slika 5. Sonda za uzimanje uzorka za kontrolu plodnosti

Prosječni uzorak dobiva se miješanjem 20 do 25 poduzoraka koji se uzimaju prema planu prostornog uzorkovanja. Masu prosječnog uzorka treba svesti na 0,5 do 1 kg, a ako se uzorak uzima štihačom, potrebno je provesti četvrtanje, jer je u tom slučaju količina uzorka veća od potrebne količine. Postupak se ponavlja dok se masa ne svede na propisanu količinu od 0,5 do 1 kg. Dubina uzorkovanja ovisi o načinu gospodarenja tлом, tj. određena je vrstom nasada.

Postupak uzorkovanja tla pomoću sonde sastoji se od sljedećih koraka:

1. uklanjanje biljnih ostataka s površine tla čiji se uzorak uzima
2. utiskivanje sonde u tlo
3. kružno okretanje sonde u tlu i izvlačenje iz tla
4. istiskivanje (šipkom ili nožem) uzorka tla u vrećicu za prosječni uzorak.

Postupak uzorkovanja tla pomoću štihače sastoji se od sljedećih koraka:

1. uklanjanje biljnih ostataka s površine tla
2. otvaranje malog kopa u površinskom sloju tla
3. okomito izuzimanje 2 – 3 cm tankog sloja tla na površini štihače
4. odsijecanje (nožem) suvišnih bočnih dijelova od srednjeg dijela uzorka širine 3 – 5 cm i dužine jednake planiranoj dubini uzorkovanja
5. prenošenje pojedinačnoga uzorka u vrećicu ili kantu za prosječni uzorak
6. usitnjavanje pojedinačnog uzorka rukom.



Svi uzorci moraju biti propisano označeni vanjskom i unutarnjom oznakom.

Zapisnik koji se prilaže uz uzorce mora sadržavati:

1. popis uzorka (broj uzorka, oznaku ili ime parcele, vlasnika površine, dubinu uzimanja uzorka, predusjev, prethodnu gnojidbu (ako je poznata), planirani usjev ili nasad, zahtijevanu vrstu analize i preporuke, datum i ime osobe koja je uzela uzorak tla)
2. skicu terena s prikazom uzorkovanja (nije nužno).

Prilikom izbora vremena uzorkovanja treba uzeti u obzir da se ono u pravilu provodi kada je tlo optimalne vlažnosti, tj. kada je pogodno za obradu. Najpogodnije je vrijeme uzorkovanja tla nakon žetve ili berbe pa do pripreme tla za novi usjev, tj. u razdoblju kada je tlo slobodno (površina bez usjeva koja nije gnojena) kako ne bi došlo do pogrešne interpretacije rezultata analize.

3. Uzorkovanje i metodologija praćenja kvalitete zraka

Zemljinu atmosferu čine plinovi u određenom omjeru i dinamičkoj ravnoteži, ali i tekućine te krutine ovisno o procesima koji se odvijaju na površini zemlje i u samoj atmosferi. Narušavanje te ravnoteže najčešće je posljedica ljudskog djelovanja u vidu onečišćenja. Onečišćenje zraka problem je suvremenoga društva na lokalnoj i globalnoj razini. Za veliki broj onečišćujućih tvari (polutanti) u zraku dokazano je ili se sumnja da imaju negativne učinke na ljudsko zdravlje i okoliš. Polutanti mogu biti u krutom, tekućem ili plinovitom stanju.

Postoje brojni izvori onečišćenja zraka koji mogu biti antropogenog (uzrokovano ljudskim djelovanjem) i prirodnog podrijetla:

- izgaranje fosilnih goriva za proizvodnju električne energije, promet, industrija i kućanstva
- industrijski procesi i uporaba otpalja, npr. u kemijskoj i mineralnoj industriji
- poljoprivreda
- obrada otpada
- erupcije vulkana, prašina nanesena vjetrom, raspršena morska sol i emisija hlapivih organskih spojeva iz biljaka.

3.1. Nepokretni i pokretni emisijski izvori

1. Nepokretni izvori dijele se na:

- točkaste, kod kojih se onečišćujuće tvari ispuštaju u zrak kroz to oblikovane ispuste (postrojenja, tehnološki procesi, industrijski pogoni, uređaji, građevine i slično) (Slika 6)



Slika 6. Točkasti nepokretan izvor onečišćenja zraka

- difuzne, kod kojih se onečišćujuće tvari unoše u zrak bez određenog ispusta/dimnjaka (uređaji, određene aktivnosti, površine i druga mesta).

2. Pokretni izvori u pravilu su prijevozna sredstva koja ispuštaju onečišćujuće tvari u zrak: motorna vozila, šumski i poljoprivredni strojevi, necestovni pokretni strojevi (kompresori, buldožeri, gusjeničari, hidraulični rovokopači, cestovni valjci, pokretne dizalice, oprema za održavanje putova i drugo), lokomotive, plovni objekti, zrakoplovi (Slika 7).



Slika 7. Pokretni izvori onečišćenja zraka



3.2. Nadležnost praćenja kakvoće zraka

Uzorkovanje i analiza u svrhu određivanja kakvoće zraka vrlo je složen postupak, a da bi se dobila realna slika, mora se uzeti u obzir niz faktora. Sama analiza najčešće se provodi na mjestu uzimanja uzorka, tj. na mjernoj postaji (Slika 8). Proces uzorkovanja i analiziranja provodi se pomoću automatskih analizatora koji kontinuirano i u realnom vremenu pružaju informacije o koncentracijama onečišćenja zraka, te je umjesto pojma uzorkovanje primjereno koristiti pojam mjerjenje. Stoga je razmatranju uzorkovanja zraka potrebno pristupiti na potpuno drugačiji način u odnosu na uzorkovanje vode i tla te pri tome uzeti u obzir zakonski propisanu metodologiju praćenja kvalitete zraka.

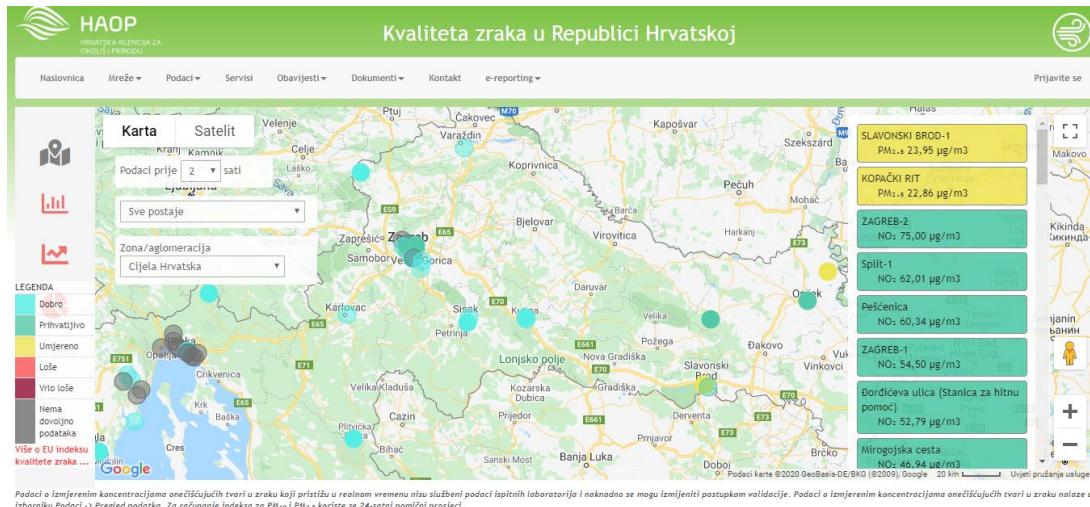
Mjerjenje onečišćujućih tvari u zraku u Republici Hrvatskoj obavlja se u Državnoj mreži za trajno praćenje kvalitete zraka (11 mjernih postaja) kojom upravlja Državni hidrometeorološki zavod, pod stručnim nadzorom Ministarstva zaštite okoliša i prirode te u lokalnim mrežama koje su u nadležnosti županija, Grada Zagreba, gradova i općina.



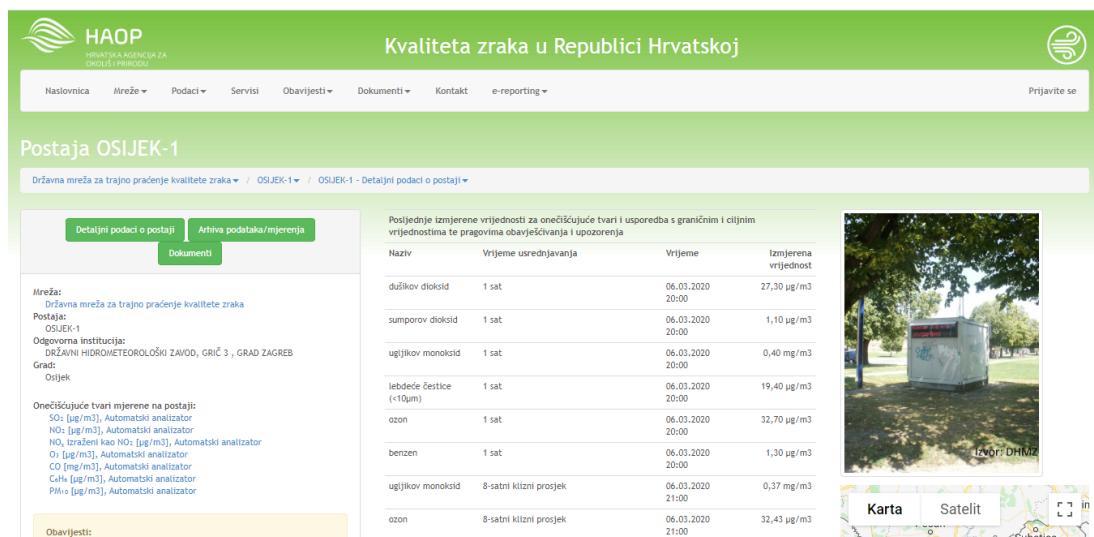
Slika 8. Mjerna postaja OSIJEK-1



Svi mjerni podaci iz mjernih postaja u državnoj mreži mogu se pratiti na mrežnoj stranici Agencije za zaštitu okoliša <http://iszz.azo.hr/iskzl/> (Slika 9 i Slika 10).



Slika 9. Prikaz mjernih podataka u RH



Slika 10. Prikaz mjernih podataka mjerne postaje OSIJEK-1

Osim navedenoga onečišćivači su dužni u okolini izvora onečišćenja zraka osigurati praćenje kvalitete zraka prema Rješenju o prihvatljivosti zahvata na okoliš ili Rješenju o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša.

Onečišćivači koji su vlasnici i/ili korisnici izvora onečišćivanja (Slike 11 i 12) dužni su:

- osigurati redovito praćenje emisije i o tome voditi evidenciju
- osigurati obavljanje mjerjenja emisije onečišćujućih tvari iz nepokretnog izvora
- voditi evidenciju o obavljenim mjerjenjima s podacima o mjernim mjestima i rezultatima mjerjenja te o učestalosti mjerjenja emisija



- voditi evidenciju o upotrijebljenom gorivu i otpadu koji se koriste kod procesa suspaljivanja
- voditi evidenciju o radu uređaja za smanjivanje emisija, te su ova mjerena posebne namjene sastavni dio lokalnih mreža za praćenje kvalitete zraka
- osigurati kontinuirani prijenos podataka o izmjerenim emisijskim veličinama računalnom mrežom u Agenciju za zaštitu okoliša, javnosti dostupan na poveznici <http://iszz.azo.hr/stacion/>.



Slika 11. Primjer korisnika izvora onečišćenja 1



Slika 12. Primjer korisnika izvora onečišćenja 2



Praćenje kvalitete zraka u postajama iz državne mreže, što uključuje mjerjenje, prikupljanje podataka, osiguranje kvalitete i provjere mjerjenja i podataka, ugađanje i provjeru tehničkih karakteristika mjerne opreme u skladu s referentnim metodama mjerjenja te obradu i prikaz rezultata mjerjenja, obavlja pravna osoba, referentni laboratorij koji ima dozvolu za obavljanje navedene djelatnosti.

3.3. Parametri praćenja

U svrhu praćenja koncentracija onečišćujućih tvari u zraku prate se sumporov dioksid, dušikov dioksid i ostali dušikovi oksidi, lebdeće čestice (PM₁₀ i PM_{2,5}), olovo, benzen, ugljikov monoksid, prizemni ozon i prekursori prizemnog ozona, arsen, kadmij, živa, nikal, benzo(a)piren i drugi policiklički aromatski ugljikovodici u zraku.

Lebdeće čestice (PM) čestice su koje lebde zrakom. Takve onečišćujuće tvari su, primjerice, morska sol, crni ugljen, prašina i zgusnute čestice određenih kemikalija.

Dušikov dioksid (NO₂) i dušikovi oksidi (NO_x) izraženi kao NO₂ većinom nastaju prilikom procesa izgaranja koji se odvijaju u motorima vozila i termoelektranama.

Prizemni ozon (O₃) nastaje kemijskim reakcijama (uzrokovanim sunčevom svjetlošću) u kojima se onečišćujuće tvari emitiraju u zrak, uključujući one koje nastaju u prometu, vađenjem prirodnog plina, iz odlagališta otpada i kućnih kemikalija.

Benzo(a)piren (BaP) nastaje prilikom nepotpunog sagorijevanja goriva. Glavni izvori uključuju izgaranje drva i otpada, proizvodnju koksa i čelika i rad motora vozila.

Sumporov dioksid (SO₂) ispušta se prilikom izgaranja goriva koja sadrže sumpor, najčešće kao posljedica rada termoelektrana i rada motornih vozila. Vulkani također ispuštaju SO₂ u atmosferu.

3.4. Zakonska regulativa u praćenju kvalitete zraka

Praćenje kvalitete zraka temelji se na nizu pravnih akata: Zakonu o zaštiti zraka (NN 130/11 i 47/14), Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (NN 3/13), Uredbi o utvrđivanju popisa mjernih mjesta za praćenje koncentracija pojedinih onečišćujućih tvari u zraku i lokacija mjernih postaja u državnoj mreži za trajno praćenje kvalitete zraka (NN 22/14) kojom se određuje popis mjernih mjesta koja će se koristiti za uzajamnu razmjenu informacija i izvješćivanje o kvaliteti zraka s Europskom komisijom (EK) i dr.

Uredbom o određivanju zona i aglomeracija (Slika 13) prema razinama onečišćenosti zraka na teritoriju Republike Hrvatske (NN 1/14) određeno je pet zona i četiri aglomeracije za potrebe praćenja kvalitete zraka.

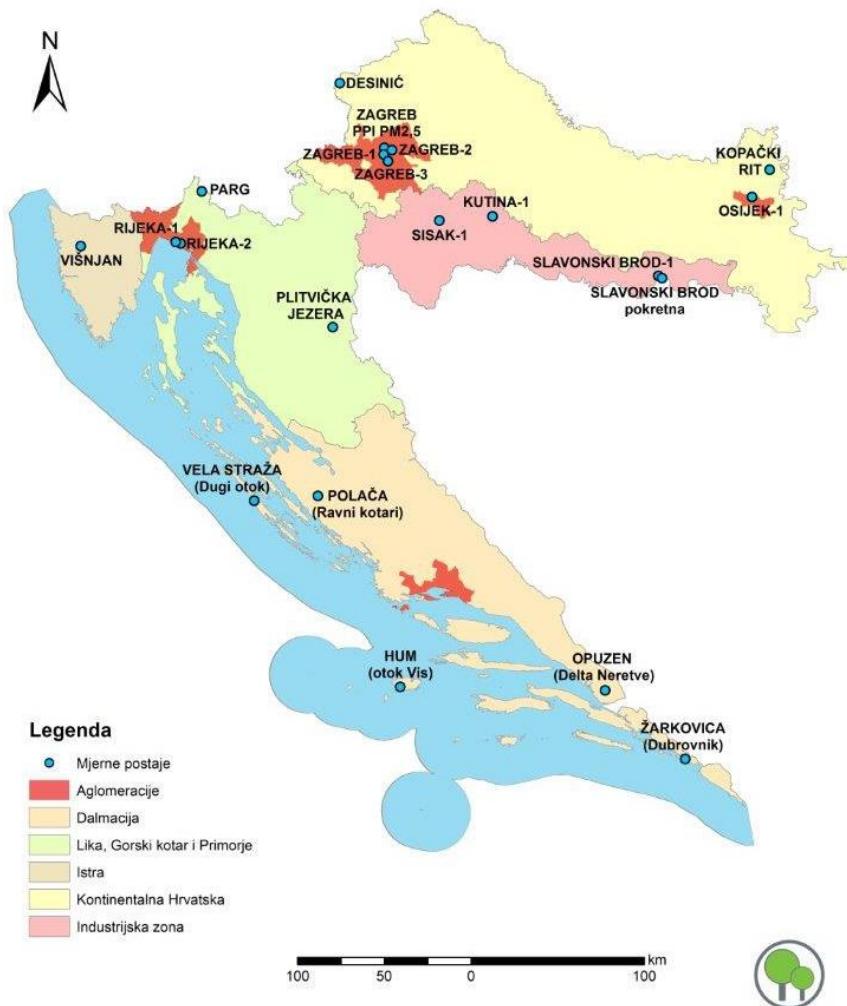
Aglomeracije (naseljeno područje) područja su s više od 250.000 stanovnika ili područja s manje od 250.000 stanovnika, a gustoća je stanovništva veća od prosječne u Republici Hrvatskoj ili je kvaliteta zraka znatno narušena te je nužna ocjena i upravljanje kvalitetom zraka.

Sukladno popisu mjernih mjesta određenog člankom 4. Uredbe o utvrđivanju popisa mjernih mjesta za praćenje koncentracija pojedinih onečišćujućih tvari u zraku i lokacija mjernih postaja u državnoj mreži za trajno praćenje kvalitete zraka (NN 22/14), određuje se ocjena onečišćenosti zona i aglomeracija za prethodnu kalendarsku godinu (ocjena sukladnosti s ciljevima zaštite okoliša propisanih Direktivom 2008/50/EK).

Sukladno Pravilniku o uzajamnoj razmjeni informacija i izvješćivanju o kvaliteti zraka (NN 57/13) te Provedbenoj Odluci 2011/850/EU-IPR ocjena onečišćenosti dostavlja se u Europsku agenciju za okoliš/Europskoj komisiji (EEA/EK).

Također, ocjena onečišćenosti (sukladnosti) zona i aglomeracija dobivena mjerjenjima kvalitete zraka može se sukladno određenim kriterijima dopuniti podacima modeliranja, objektivne procjene i indikativnim mjerjenjima.

Obveza Hrvatske agencije za zaštitu okoliša i prirode je izrada Godišnjeg izvješća o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske. Izvješće se izrađuje u tekućoj godini za proteklu kalendarsku godinu.



Slika 13. Zone i aglomeracije za potrebe praćenja kvalitete zraka

3.5. Način praćenja kvalitete zraka

Kvaliteta zraka prati se na osnovi:

- mjerjenja na stalnim mjernim mjestima i/ili ocjene razina onečišćenosti zraka u zonama i aglomeracijama



- mjerena na stalnim mjernim mjestima i/ili ocjene razina onečišćenosti zraka uslijed daljinskoga i prekograničnoga prijenosa onečišćujućih tvari u zraku i oborini na teritoriju Republike Hrvatske
- mjerena i analize meteoroloških uvjeta i kvalitete zraka
- mjerena i opažanja promjena koje ukazuju na učinak onečišćenosti zraka (posredni pokazatelji kvalitete zraka): na tlu, biljkama, građevinama, u biološkim nalazima i sl.
- modeliranja prijenosa i disperzije onečišćujućih tvari odgovarajućim atmosferskim modelima
- drugih metoda procjene i mjerila koji se primjenjuju na području Europske unije.

U slučaju kada u određenoj zoni ili aglomeraciji za pojedinu onečišćujuću tvar nije potrebno provoditi stalna mjerena, obvezno je modeliranjem, indikativnim mjerjenjima ili objektivnom procjenom doći do informacije o razinama onečišćenosti zraka za propisane onečišćujuće tvari.

Periodičnost mjerena definirana je vrstom onečišćenja, a mjerena mogu biti neprekinuta, kontinuirana i nasumična.

Nasumično uzorkovanje mora biti ravnomjerno raspoređeno tijekom godine kako bi se izbjegla nesimetričnost rezultata. Nesigurnost uzrokovana nasumičnim uzorkovanjem može se odrediti postupkom iz norme HRN ISO 11222:2007, Kvaliteta zraka – Određivanje nesigurnosti vremenskog srednjaka parametara kvalitete zraka (ISO 11222:2002).

Uloga Agencije za zaštitu okoliša je uspostava, vođenje, razvijanje, koordinacija i održavanje Informacijskog sustava zaštite okoliša (ISZO). ISZO je niz međusobno informacijski povezanih elektroničkih baza podataka i izvora podataka o stanju i opterećenjima pojedinih sastavnica okoliša, pritiscima na okoliš, prostornim obilježjima i drugim podacima i informacijama važnim za praćenje stanja okoliša na nacionalnoj razini koje se nalaze na linku <http://www.azo.hr/Baze>.



4. Zadaci za samostalni rad

4.1. Uzimanje i priprema tekućih uzoraka

1. Obzirom na svrhu analize, navesti primjere uzimanja uzorka iz različitih izvora, npr. površinske vode, vode iz vodovoda, vode za piće iz ambalaže, tekućih sirovina, tekućih poluproizvoda ili proizvoda tijekom industrijskog procesa, uzorka otpadne vode iz industrijskog procesa i dr.
2. Poštujući upute i norme pripremiti sve materijale i opremu za uzimanje tekućeg uzorka, npr. uzorka površinske vode.
3. Odabrat odgovarajuće mjesto uzimanja uzorka kako bi se dobili točni i precizni podatci o analiziranim parametrima.
4. Pravilno označiti ambalažu za uzimanje uzorka.
5. Prema uputi i propisanim normama uzeti uzorak vode (iz vodovoda, otpadne vode, površinske vode ili tehnološke vode iz industrijskog procesa).
6. Opisati postupak čuvanja i transporta uzorka vode.
7. Izraditi očevidnik ispitivanja tehnološke otpadne vode i navesti koje pokazatelje sadrži.

4.2. Uzorkovanje tla

1. Navesti potreban pribor za uzimanje uzorka tla.
2. Izraditi obrazac za opis sondažnog izvata i navesti elemente koje mora sadržavati.
3. Nabrojati pravila kojih se treba pridržavati prilikom otvaranja pedološkog profila.
4. Opisati postupak uzorkovanja tla iz pedološkog profila.
5. Opisati postupak uzimanja uzorka tla za ispitivanje fizikalnih svojstava tla.
6. Objasniti postupak uzorkovanja tla pomoću sonde.
7. Izraditi skicu zapisnika pri uzorkovanju tla u svrhu određivanja prosječne raspoloživosti hraniva.

4.3. Uzorkovanje i praćenje kvalitete zraka

1. Razlikovati vrste onečišćenja prema podrijetlu.
2. Navesti primjere pokretnih i nepokretnih emisijskih izvora onečišćenja zraka.
3. Opisati hijararhiju nadležnosti praćenja kvalitete zraka.
4. Upoznati se sa podacima o praćenju kvalitete zraka koji se nalaze na mrežnoj stranici Agencije za zaštitu okoliša.
5. Proučiti mogućnosti praćenja, tablično i grafički, vremenskog tijeka promjene koncentracija onečišćujućih tvari po mjernoj postaji.
6. Navesti zakonske obveze i dužnosti onečišćivača.
7. Proučiti podatke o emisijama većih onečišćivača u bližem okruženju.
8. Proučiti podatke o kvaliteti zraka obzirom na onečišćujuće tvari, na tri mjerne postaje po izboru, u vremenskom intervalu od zadnjih godinu dana.



Popis literature:

1. B. Mihanović, I. Perina, Fizikalno i kemijsko ispitivanje zagađenosti vode, Školska knjiga, Zagreb, 1982, str. 12–33.
2. N. Pernar, D. Bakšić, I. Perković, Terenska i laboratorijska istraživanja tla, Priručnik za uzorkovanje i analizu, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2013, str. 5–52.
3. Z. Lončarić, D. Rastija, B. Popović, K. Karalić, V. Ivezić, V. Zebec, Uzorkovanje tla i biljke za agrokemijske i pedološke analize, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, 2014, str. 6–42.
4. I. Perina, B. Mihanović, Ispitivanje onečišćenja zraka, SKTH / Kemija u industriji, Zagreb, 1999, str. 17–36.
5. D. Tuhtar, Zagađivanje zraka i vode, Svjetlost, Sarajevo, 1990, str. 11–52.
6. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_80_1681.html, pristupljeno 4. prosinca 2015.
7. <http://iszz.azo.hr/iskzl/>, pristupljeno 4. ožujka 2020.
8. <http://www.azo.hr/Baze>, pristupljeno 4. ožujka 2020.
9. <http://www.eea.europa.eu/hr/themes/air/intro>, pristupljeno 4. ožujka 2020.