



PRAVILNIK

O GRANIČNIM VREDNOSTIMA, METODAMA MERENJA IMISIJE, KRITERIJUMIMA ZA USPOSTAVLJANJE MERNIH MESTA I EVIDENCIJI PODATAKA

("Sl. glasnik RS", br. 54/92, 30/99 i 19/2006)

Član 1

Ovim pravilnikom se propisuju granične vrednosti imisije, imisije upozorenja, epizodno zagađenje vazduha, metode sistematskog merenja imisije, kriterijumi za uspostavljanje mernih mesta i način evidencije podataka.

Član 2

Granična vrednost imisije u smislu ovog pravilnika jeste najviši dozvoljeni nivo koncentracije zagađujućih materija u vazduhu.

Član 3

Zagađujuće materije za koje se vrši sistematsko merenje u smislu ovog pravilnika jesu:

1) neorganske materije:

- 1.1. sumpordioksid,
- 1.2. čađ,
- 1.3. suspendovane čestice,
- 1.4. azotdioksid,
- 1.5. prizemni ozon,
- 1.6. ugljenmonoksid,
- 1.7. hlorvodonik,
- 1.8. hlor,
- 1.9. fluorvodonik,
- 1.10. amonijak,
- 1.11. vodoniksulfid;

2) taložne materije iz vazduha;

3) teški metali u suspendovanim česticama:

- 3.1. kadmijum,
- 3.2. mangan,
- 3.3. olovo,
- 3.4. živa;
- 4) organske materije:
 - 4.1. ugljendisulfid,
 - 4.2. stiren,
 - 4.3. tetrahloretilen,
 - 4.4. toluen,
 - 4.5. formaldehid,
 - 4.6. 1,2 dihloretan,
 - 4.7. akrolein;
- 5) kancerogene materije:
 - 5.1. akrilonitril,
 - 5.2. arsen,
 - 5.3. benzen,
 - 5.4. hrom (šestovalentni),
 - 5.5. nikl,
 - 5.6. policiklični aromatični ugljovodonici,
 - 5.7. vinilhlorid,
 - 5.8. azbest,
 - 5.9. etilendihlorid,
 - 5.10. dioksin (2,3,7,8 tetrahlor-dibenzodioksin).





Član 4

Granične vrednosti zagađujućih materija u vazduhu iz člana 3. ovog pravilnika (tabele br. 1 do 8) i način evidentiranja podataka (tabela broj 9) utvrđeni su u prilogu broj 1, koji čini sastavni deo ovog pravilnika.

Član 5

Nivo koncentracije zagađujućih materija u vazduhu utvrđuje se merenjem.

Nivo koncentracije izražava se mernom jedinicom (nanogram, mikrogram i miligram) na jedinicu zapremine vazduha (kubni metar) ili na jedinicu površine (kvadratni metar).

Član 6

Granična vrednost imisije određuje se posebno za naseljena mesta, a posebno za nenastanjena i rekreativna područja.

Član 7

Prisustvo kancerogenih materija iz člana 3. tačka 5. ovog pravilnika u vazduhu nije dozvoljeno.

Izuzetno od stava 1. ovog člana određene kancerogene materije mogu se naći u vazduhu u koncentraciji čija je granična vrednost utvrđena u tabeli broj 6a.

Merenje imisije materija iz stava 1. ovog člana vrši se po potrebi, a u skladu sa članom 15. st. 3. i 4. ovog pravilnika.

Član 8

Imisija upozorenja utvrđuje se za sledeće materije:

- 1) sumpordioksid,
- 2) čađ,
- 3) azotdioksid,
- 4) prizemni ozon i
- 5) ugljenmonoksid.

Imisija upozorenja nastaje kada se prekorače granične vrednosti imisije i kada se dostigne nivo imisije propisan u tabeli broj 7.

Imisija upozorenja za azotdioksid, ugljenmonoksid ili prizemni ozon nastaje kada se prekorače njihove granične vrednosti imisije pojedinačno.



Imisija upozorenja za sumpordioksid i čađ nastaje kada se prekorače njihove granične vrednosti istovremeno.



Član 9

Epizodno zagađenje vazduha utvrđuje se za sledeće materije:

- 1) sumpordioksid,
- 2) čađ,
- 3) azotdioksid,
- 4) prizemni ozon i
- 5) ugljenmonoksid.

Epizodno zagađenje vazduha nastaje zbog nepovoljnih meteoroloških uslova kada se prekorače granične vrednosti imisije zagađujućih materija iz stava 1. ovog člana i dostignu stepen zagađenja propisan u tabeli broj 8.

Epizodno zagađenje vazduha može biti I i II stepena.

Epizodno zagađenje vazduha za sumpordioksid i čađ nastaje kada se istovremeno dostignu granične vrednosti propisane u tabeli broj 8.

Član 10

Na osnovu podataka o sistematskim merenjima imisije obezbeđuje se:

- 1) redovna kontrola vazduha i poređenje sa graničnim vrednostima imisije (stalno praćenje stepena zagađenosti vazduha),
- 2) detekcija povećanih koncentracija zagađujućih materija,
- 3) utvrđivanje trenda zagađujućih materija,
- 4) transport zagađujućih materija,
- 5) analiza uticaja određenih izvora zagađivanja vazduha na kvalitet vazduha,
- 6) analiza prostorne i vremenske raspodele zagađenosti vazduha,
- 7) procena opterećenosti područja ili pojedinih lokacija zagađujućim materijama,
- 8) analiza hemijskih reakcija u atmosferi,
- 9) kalibrisanje modela disperzije zagađujućih materija u atmosferi,
- 10) utvrđivanje efekata preduzetih mera na kvalitet vazduha i



11) istraživanje uticaja zagađenog vazduha na zdravlje ljudi i životnu sredinu.

Član 11

Sistematsko merenje imisije u smislu ovog pravilnika vrši se na mernim mestima.

Na osnovu parametara koji se prate, podaci dobijeni merenjem se evidentiraju, obrađuju, analiziraju i dostavljaju nadležnim organima i drugim pravnim subjektima.

Član 12

Uzimanje uzoraka vazduha vrši se na mernim mestima koja nisu direktno izložena uticaju izvora zagađivanja vazduha na visini od 1,5 do 10 m od nivoa tla.

Merna mesta iz stava 1. ovog člana određuju se zavisno od vrste podataka koje treba obezbediti merenjem.

Mrežu mernih mesta čine sva merna mesta na kojima se vrši sistematsko merenje.

Broj i raspored mernih mesta u mreži mernih mesta zavisi od prostorne gustine i vremenske distribucije zagađujućih materija.

Raspored mernih mesta određuje se zavisno od područja na kome se ispituje kvalitet vazduha, od rasporeda i vrste izvora zagađivanja, gustine naseljenosti, geografije terena i meteoroloških uslova.

Član 13

Za svako merno mesto obezbeđuju se podaci iz postojeće mreže meteoroloških stanica, i to za:

- 1) smer, brzinu i jačinu vetra,
- 2) temperaturu vazduha,
- 3) vlažnost vazduha,
- 4) atmosferski pritisak,
- 5) padavine,
- 6) vidljivost,
- 7) količinu oblaka,
- 8) vrstu oblaka,
- 9) visinu baze oblaka,
- 10) sijanje sunca i dr.





Član 14

Prostorna i vremenska rasprostranjenost zagađujućih materija u vazduhu iskazuje se prikazom horizontalnog i vertikalnog prostiranja, dnevnim, nedeljnim i sezonskim varijacijama.

Član 15

Sistematsko merenje imisije se sprovodi na svakom mernom mestu u mreži mernih mesta i traje najmanje godinu dana.

Merenja imisije koja se sprovode na mernim mestima koja nisu u mreži mernih mesta sistematskog merenja imisije sprovode se u trajanju od najmanje šest meseci.

Isitivanje zagađenosti vazduha merenjem radi dobijanja određenih podataka o imisiji može trajati kraće od šest meseci.

Merenja iz stava 3. ovog člana vrše se radi praćenja zagađenosti vazduha u blizini pojedinačnog izvora, u blizini opterećenih saobraćajnica i u slučaju razbacanih visokih i niskih izvora zagađivanja po čitavoj površini.

Član 16

Učestalost i dužina uzorkovanja zagađujućih materija u vazduhu zavisi od efekata koje izaziva zagađujuća materija, graničnih vrednosti imisije, donje granice detekcije i tehničkih mogućnosti.

Vreme uzorkovanja gasovitih materija je najmanje 60 minuta, a čvrstih čestica 24 sata.

Sumpordioksid i čađ određuju se svakodnevno u dvadesetčetvoročasovnom uzorku vazduha.

Član 17

Dvadesetčetvoročasovni uzorak vazduha iznosi od dva do tri metra kubna pri protoku od 1,5 do 2,0 litra u minutu.

Član 18

Metode za laboratorijsko određivanje pojedinih zagađujućih materija u vazduhu utvrđene su u prilogu broj 2, koji čini sastavni deo ovog pravilnika.

Član 19

Rezultati sistematskog merenja imisije evidentiraju se, obrađuju, analiziraju i izražavaju sledećim pokazateljima:

- srednja koncentracija,
- karakteristična vrednost (broj dana preko graničnih vrednosti imisije),



- frekvencija visokih koncentracija i
- medijana.

Član 20

Pokazatelji iz člana 19. ovog pravilnika moraju se zasnivati na najmanje 75% propisanih podataka.

Pojedinačni prekid merenja ne može biti duži od 15 dana.

Član 21

Evidencija podataka vrši se prema tabeli broj 9, a pokazatelji se prikazuju tabelarno ili grafički.

Član 22

Za određivanje graničnih vrednosti imisije zagađujućih materija koje nisu propisane ovim pravilnikom koriste se međunarodni propisi, metode i standardi Agencije za zaštitu životne sredine Sjedinjenih Američkih država (EPA) u skladu sa Zakonom o standardizaciji.

Član 23

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od objavljivanja u "Službenom glasniku Republike Srbije".

Prilog broj 1

TABELA 1.

GRANIČNA VREDNOST IMISIJE ZA NEORGANSKE MATERIJE

ZAGAĐUJUĆA MATERIJA	JEDINIC A MERE	I				NASTANJENA PODRUČJA				
		NENASTANJENA REKREATIVNA PODRUČJA		- * * C98**	VREME UZROKOVANJ A		- x	VREME UZROKOVANJ A		C 98
		24 časa*	1 čas		24 časa	1 čas				
SUMPORDIOKSID	g/m ³	100	150	3 0	150	150	350	5 0	35 0	
ČAĐ	g/m ³	40	-	3 0	50	50	150	5 0	15 0	





SUSPENDOVANE ČESTICE	g/m ³	70	-	40	100	120	-	70	200
AZOTDIOKSID	g/m ³	70	85	50	85	85	150	60	150
PRIZEMNI OZON	g/m ³	65	120	60	120	85	150	80	150
UGLJENMONOKSID	g/m ³	3	5	3	5	5	10	3	10

* SREDNJA 24 - ČASOVNA VREDNOST

** SREDNJA GODIŠNJA VREDNOST

*** 98 PERCENTILI SVIH SREDNJIH DNEVNIH VREDNOSTI IZMERENIH TOKOM GODINE

TABELA 2.

GRANIČNA VREDNOST IMISIJE ZA UKUPNE TALOŽNE MATERIJE

ZAGAĐUJUĆA MATERIJ	JEDINICA MERE	VREME UZROKOVANJA	NENASTANJENA I REKREATIVNA PODRUČJA	NASTANJENA PODRUČJA
UKUPNE TALOŽNE MATERIJ	mg/m ² /dan	1 mesec	300	450
		1 godina	100	200

TABELA 3.

GRANIČNA VREDNOST IMISIJE ZA TEŠKE METALE U TALOŽNIM MATERIJAMA

ZAGAĐUJUĆA MATERIJ	JEDINICA MERE	VREME UZROKOVANJA	NENASTANJENA I REKREATIVNA PODRUČJA GVI*	NASTANJENA PODRUČJA GVI*
OLOVO		1 mesec	100	250
KADMIJUM	g/m ² /dan	1 mesec	2	5
CINK		1 mesec	200	400

* SREDNJA GODIŠNJA VREDNOST



TABELA 4.

GRANIČNA VREDNOST IMISIJE ZA TEŠKE METALE U SUSPENDOVANIM ČESTICAMA

ZAGAĐUJUĆE MATERIJE	JEDINICA MERE	VREME UZROKOVANJA	NENASTANJENA, REKREATIVNA PODRUČJA I NASELJENA MESTA GVI*
KADMIJUM		24 časa	0,01
MANGAN	g/m ³	24 časa	1
OLOVO		24 časa	1
ŽIVA		24 časa	1

* SREDNJA GODIŠNJA VREDNOST

TABELA 5.

GRANIČNA VREDNOST IMISIJE ZA GASOVITE NEORGANSKE MATERIJE

ZAGAĐUJUĆE MATERIJE	JEDINICA MERE	VREME UZROKOVANJA	NENASTANJENA, REKREATIVNA PODRUČJA I NASELJENA MESTA GVI*
FLUROVODONIK		3 časa	20
		24 časa	3
HLOR	g/m ³	3 časa	100
		24 časa	30
AMONIЈAK		3 časa	200
		24 časa	100
HLOROVODONIK		3 časa	50
		24 časa	15
VODONIKSULFID		3 časa	8
		24 časa	50





TABELA 6.

GRANIČNA VREDNOST IMISIJE ZA ORGANSKE MATERIJE

ZAGAĐUJUĆE MATERIJE	JEDINICA MERE	VREME UZROKOVANJA	NENASTANJENA, REKREATIVNA PODRUČJA NASELJENA MESTA I GVI*
UGLJENDISULFID			0,10
STIREN			0,80
TETRAHLOR ETILEN	mg/m ³	24 časa	5
TOLUEN			7,5
FORMALDEHID			0,10
1,2 - DIHLORETAN			0,50
AKROLEIN			0,10

TABELA 6a

GRANIČNA VREDNOST IMISIJE ZA KANCEROGENE MATERIJE

Zagađujuće materije	Jedinica mere	Vreme usrednjavanja	Naseljena mesta
AKRILONITRIL	g/m ³	1 godina	0,5
ARSEN	ng/m ³	1 godina	6
BENZEN	g/m ³	1 godina	5*
HROM (ŠESTOVALENTNI)	ng/m ³	1 godina	0,3
NIKL	ng/m ³	1 godina	20
POLICIKLIČNI AROMATIČNI UGLJOVODONICI - BENZO(A)PIREN**	ng/m ³	1 godina	1
AZBEST ***	vl/m ³	1 godina	200

* u naseljenim područjima u kojima je prekoračena propisana granična vrednost zbog postojećih izvora zagađivanja, to prekoračenje može iznositi najviše 5 g/m³ (100%) do 2015. godine s tim da se svakih 12 meseci počev od 2006. godine smanjuje najmanje za po 0,5 g/m³

** benzo(a)piren, predstavnik policikličnih aromatičnih ugljovodonika za urbanu sredinu



*** određivanje se vrši optičkom metodom i izražava u broju vlakana po m³ uzorkovanog vazduha



TABELA 7.

ZAGAĐUJUĆA MATERIJA	JEDINICA MERE	VREME UZROKOVANJA	IMISIJA UPOZORENJA
SUMPORDIOKSID *	mg/m ³	24 časa	0,25
ČAĐ*		24 časa	0,25
AZOTDIOKSID	mg/m ³	1 čas	0,30
UGLJENMONOKSID	mg/m ³	8 časova	10
PRIZEMNI OZON	mg/m ³	1 čas	0,20

* POSMATRANO ISTOVREMENO

TABELA 8.

GRANIČNE VREDNOSTI STEPENA EPIZODNE ZAGAĐENOSTI VAZDUHA

ZAGAĐUJUĆA MATERIJA	JEDINICA MERE	VREME UZROKOVANJA	PRVI STEPEN	DRUGI STEPEN
SUMPORDIOKSID	mg/m ³	24 časa	0,4	0,5
ČAĐ	mg/m ³	24 časa	0,4	0,6
AZOTDIOKSID	mg/m ³	1 čas	0,5	0,7
UGLJENMONOKSID	mg/m ³	8 časova	25	35
PRIZEMNI OZON	mg/m ³	1 čas	0,3	0,4

TABELA 9.

EVIDENCIONA TABELA

GODINA	MATERIJA	JEDINICA MERE	VREME UZROKOVANJA	LOKACIJA MESTA	NAZIV MESTA
_____	_____	_____	_____ m.	_____ m.	_____





Postupak analize

Vazduh se provodi kroz rastvor vodonik-peroksida u gasnoj ispiralici, u toku 24 časa, brzinom od približno 0,5 lit/min. Nastala sumporna kiselina se neutrališe titracijom standardnim rastvorom natrijum-hidroksida uz smesu indikatora brom krezol zelenog i metil crvenog, na pH 4.5.

Osetljivost metode

Donja granica detekcije je oko 0,03 mg/m³.

Interference

Ovim metodom određuje se ukupna kiselost dobijena nakon neutralisanja svih rastvorenih kiselina i alkalnih gasova i para.

Prisustvo amonijaka u vazduhu smanjuje određenu količinu sumpor-dioksida. Interference od amonijaka uklanjaju se istovremenim određivanjem amonijaka u apsorpcionom rastvoru vodonik-peroksida. Dobijena vrednost za koncentraciju amonijaka u vazduhu sabira se sa količinom sumpor-dioksida.

TSMF pararozanilinski metod

Princip metode

Pararozanilinska metoda se zasniva na reakciji sumpor-dioksid iz vazduha, koji je apsorbovan u rastvoru natrijum-tetrahlormerkurata i stvaranju kompleksa dihlorsulfitomerkurata, a dodavanjem r-rozalinhidrohlorida i formaldehida stvara se crveno-violet boja, čiji se intenzitet određuje spektrofotometrijski pri talasnoj dužini od 560 nm.

Postupak analize

Vazduh se propušta kroz apsorpcioni rastvor natrijum-tetrahlormerkurata. Nastali dihlorsulfitomerkurat se tretira sa rastvorom amidosulfonske kiseline, da bi se razorili nitriti nastali iz azotnih oksida iz vazduha. Potom se rastvor tretira sa rastvorima formaldehida i pararozanilina, pri čemu se gradi pararozanilinska-metilsumporna kiselina, crveno-violet boja, čiji se intenzitet meri spektrofotometrijski na 560 nm. Koncentracija sumpor-dioksida se očitava sa kalibracione krive.

Interference

Metoda je primenjiva za uzimanje uzoraka vazduha od 30 min. do nekoliko sati.

Interference od teških metala, azotnih oksida, ozona i reduktivnih spojeva sumpora su prisutne.

Osetljivost metode

Metoda je primenjiva za određivanje koncentracije sumpor-dioksida u rasponu od 5 g/m³ do 1150 g/m³.





Torinska metoda

Princip metode

Sumpor-dioksid iz vazduha se apsorbuje u rastvoru vodonik-peroksida, pri čemu se gradi razblaženi rastvor sulfata. Sulfat reaguje sa barijumom u rastvoru izopropilalkohola/dioksana, pri čemu se gradi nerastvorni barijum-sulfat. Višak barijuma reaguje sa torinom, pri čemu nastaje obojeni kompleks. Apsorpcija obojenog kompleksa meri se na spektrofotometru na 520 nm.

Postupak analize

Provlačiti vazduh kroz apsorpcioni rastvor vodonik-peroksida, pri pH 4.6. Nakon završenog uzorkovanja, dodati rastvor barijum-perhlorata i rastvor torina. Dobro izmešati i nakon 15 min. pročitati apsorpciju na spektrofotometru na 520 nm.

Osetljivost metode

Osetljivost metode je 0,005 mg/m³.

1.2. ČAĐ

Reflektometrijski metod

Princip metode

Količina čađi u vazduhu određuje se merenjem zatamnjenosti mrlje nastale filtriranjem vazduha kroz beli filter papir.

Postupak analize

Filter papir Whatman br. 1 se postavlja u držač papira, sa glatkom stranom prema dole, tj. u pravcu strujanja vazduha i vazduh se propušta u toku 24 časa brzinom od približno 0,5 lit/min.

Zatamnjenost nastale mrlje određuje se na temelju smanjenja refleksije u odnosu na čist filter. Koristi se refraktometar sa odbijajućim belim slojem i linernom skalom od 0 do 100% refleksije.

Iz bazdarne krive očitava se odgovarajuća količina čađi.

1.3. SUSPENDOVANE ČESTICE

Uzorkovanje vazduha radi određivanja količine optičkih osobina, veličine i hemijskog sastava suspendovanih čestica obično se izvodi pomoću filtera. Izbor filtera i instrument za uzorkovanje zavise najviše od podatka koji je potreban. Filteri se mogu klasifikovati u nekoliko grupa prema strukturi i sastavu:

- filteri sa neorganskim i mešovitim vlaknima. Efikasnost filter papira za uzorkovanje aerosola je obično direktno u funkciji pritiska i brzine gasa;





- granulirani filtri obično se sastoje od različitih materijala, kao što su porozni parčići keramike i stakla, kao i rastvorne supstance, kristalne supstance uključujući šećer i salicilinu kiselinu. Iako je njihova efikasnost u sakupljanju nezavisna od veličine čestica, granulirani filtri obično se ne mogu koristiti za uzrokovanje aerosola čija je veličina čestica manja od 1;

- membranski filtri kontrolisanih veličina pora sastoje se od efektivnog filtracionog sloja od oko 0,5 debljine, pri čemu se aerosolne čestice skoro potpuno zadržavaju na površini membrane. Fizičke i hemijske osobine ovih filtera čine ih idealnim za uzorkovanje čestica za mikroskopska određivanja broja i veličine, kao i za određivanje optičke gustine i hemijskih osobina.

Uzorkovanje lebdećih čestica u vazduhu obično se vrši u toku 24 časa, a njihova količina određuje se gravimetrijski u g/m³.

1.4. AZOT-DIOKSID

Spektrofotometrijski metod sa N(1-naftil)-etilendiaminom

Princip metode

Azot-dioksid reaguje sa sulfanilamidom gradeći diazonijumovo jedinjenje koje sa N(1-naftil)-etilendiaminom stvara intenzivno obojeno azo jedinjenje, čiji se intenzitet određuje spektrofotometrijski.

Postupak analize

Vazduh se provlači kroz gasnu ispiralicu, u kojoj se nalazi vodeni rastvor trietanolamina za uzorkovanje azot dioksida. Nakon dodavanja rastvora sulfanilamida i N(1-naftil)-etilendiamina razvija se boja čiji se intenzitet određuje merenjem apsorpcije na spektrofotometru na 550 nm. Količina azot-dioksida određuje se na osnovu kalibracione krive, napravljene od serije standardnih rastvora natrijum-nitrita.

Osetljivost

Osetljivost metode je 0,14 g/ml apsorpcionog reagensa.

Interference

Ozon i drugi oksidansi uzrokuju interference.

1.5. PRIZEMNI OZON

Neutralni puferski kalijum jodidni metod

Princip metode

Oksidansi reaguju sa kalijum-jodidom oslobađajući jod, koji se određuje spektrofotometrijski.





Postupak analize

Vazduh se provodi kroz gasnu ispiralicu, koja sadrži rastvor kalijum-jodida u puferskom rastvoru kalijum-hidrogen sulfata i dinatrijumhidrogen fosfata na pH 6.8. Apsorpcija rastvora se meri spektrofotometrijski, a količina joda se određuje pomoću kalibracione krive pripremljene od standardnog rastvora joda.

Osetljivost

Osetljivost metode je 0,021 mg/m³ prilikom propuštanja 60 litara vazduha.

Interference

Interference koje se javljaju od prisustva sumpor-dioksida mogu se eliminisati provlačenjem vazduha kroz filter-papir impregniran sa hrom-trioksidom. Prisustvo vodonik-sulfida u vazduhu smanjuje vrednosti za količinu ozona u vazduhu.

Kalijum jodidni metod

Princip metode

Vazduh se provodi kroz gasnu ispiralicu, koja sadrži 10 ml 1% KJ u 1.0N NaOH. Gradi se stabilno jedinjenje, koje se može čuvati nekoliko dana. Analiza je kompletna u laboratoriji dodatkom fosfor-sulfaminskog reagensa, koji oslobađa jod. Intenzitet žuto obojenog rastvora određuje se spektrofotometrijski, merenjem apsorpcije na 352 nm.

Postupak analize

Provlačiti vazduh kroz gasnu ispiralicu, u kojoj se nalazi apsorpcioni rastvor, brzinom od 0,5 l/min. Nakon završenog uzorkovanja, podesiti zapreminu apsorpcionog rastvora i dodati 1/5 zapremine izmerenog apsorpcionog rastvora zakiseljeni reagens. Snažno izmućkati i ostaviti da se ohladi. Pročitati apsorbanču rastvora na spektrofotometriju na 353 nm, prema destilovanoj vodi. Količinu prisutnog ozona odrediti na osnovu kalibracione krive napravljene sa kalijum jodatom.

Osetljivost metode

Osetljivost metode zavisi od zapremine uzorkovanog vazduha, a opseg merenja je od 0,01 do oko 20 mg/m³.

Interference

Oksidujuće supstance takođe oslobađaju jod ovom metodom. Smetnje od azot-dioksida su otklonjene korišćenjem sulfaminske kiseline. Negativne interference daju redukujući gasovi.

1.6. UGLJEN-MONOKSID

Spektrofotometrijski metod sa srebrovom soli r-sulfaminobenzoevom kiselinom

Princip metode

Ugljen-monoksid reaguje sa alkalnim rastvorom srebrne soli r-sulfaminobenzoeve kiseline gradeći koloidnu suspenziju srebra. Apsorbanca nagrađene suspenzije određuje se na spektrofotometru i proporcionalna je koncentraciji ugljen-monoksida.

Postupak analize

Uzorak vazduha se uzima u polietilensku kesu, tačno određene zapremine, a zatim se prebacuje u evakuisanu staklenu posudu pod atmosferskim pritiskom. U kontaktu sa rastvorom r-sulfaminobenzoeve kiseline i srebro-nitrita gradi se koloidna suspenzija srebra čiji se intenzitet apsorpcije određuje spektrofotometrijski.

Osetljivost metode

Opseg koncentracije koji se meri zavisi od talasne dužine na kojoj se meri i koncentracije uzorka čija se apsorbanca određuje. Koncentracije ugljen-monoksida od 0 do 20 ug/50ml meri se na talasnoj dužini od 425 nm, a koncentracije u opsegu od 20 do 90 ug ugljen-monoksida na talasnoj dužini od 600 nm.

Interference

Acetilen, olefini, vodonik-sulfid i aldehiti u visokoj koncentraciji ometaju određivanje ugljen-monoksida. Smetnje se otklanjanju provlačenjem uzorka vazduha kroz silika gela koji sadrži merkuri-sulfat.

Infracrveni apsorpcioni metod

Princip metode

Ugljen-monoksid ima apsorpcionu traku na 2143 cm^{-1} i 2119 cm^{-1} u opsegu infracrvenog spektra. Apsorpcija merena na 2143 cm^{-1} u 10 m infracrvenoj gasnoj ćeliji proporcionalna je koncentraciji prisutnog ugljen-monoksida.

Postupak analize

Uzorak vazduha uzet u plastičnoj kesi, određene zapremine uvodi se u vakumiranu 10 m gasnu ćeliju, pod atmosferskim pritiskom. Intenzitet apsorpcione trake od ugljen-monoksida se određuje na infracrvenom spektrofotometru na talasnoj dužini od 2143 cm^{-1} .

Osetljivost metode

Osetljivost metode zavisi od zapremine uzorkovanog vazduha i za zapreminu uzorkovanog vazduha od 3,85 lit. osetljivost je 10 mg/m^3 .





Gasno-hromatografski metod

Princip metode

Uzorak vazduha se preko gasnih valvi uvodi u gasni hromatograf, snabdeven odgovarajućim kolonama i detektorima, koji omogućavaju pravilno odvajanje isparljivih ugljovodonika (C1 do C9), permanentnih gasova, sumpornih i azotnih oksida.

Gasni hromatograf "prirodni gasni analizer" se sastoji od dva detektora, plameno jonizujućeg (FID) i termal-konduktiviti detektora (TCD), koji određuje pojedine komponente prirodnog gasa koje su prethodno odvojene na odgovarajućim PLOT kolonama.

Količina prisutnog ugljen-monoksida u razdvojenoj smesi lako isparljivih ugljovodonika, permanentnih gasova, sumpornih i azotnih oksida određuje se na osnovu kalibracione tabele napravljene od gasnih standarda ugljen-monoksida.

1.7. HLOROVODONIK

Nefelometrijski metod

Princip metode

U prisustvu hlorovodonika dolazi do zamućenja rastvora srebro-nitrata, usled taloženja srebro-hlorida.

Postupak analize

Uzorak vazduha se propušta kroz apsorpcioni rastvor destilovane vode, u gasnoj ispiralici brzinom od 2-3 lit/min. Suspendovane čestice se uklanjaju iz rastvora filtracijom kroz Whatman No 24 filter papir i filtrat se tretira sa rastvorom srebro-nitrata u razblaženoj azotnoj kiselini. Srebro-hlorid se određuje spektrofotometrijski, a Koncentracija hlorida sa kalibracione krive pripremljene tretiranjem rastvora koji sadrži g količine natrijum-hlorida.

Osetljivost metode

Osetljivost metode je 1 g na 2 ml rastvora koji se određuje nefelometrijski.

Interference

Druge kiseline, uključujući i cijanovodoničnu kiselinu, utiču na određivanje.

Volumetrijski metod sa merkuri nitratom

Princip metode

Rastvoreni hloridi se titruju sa razblaženim rastvorom merkuri-nitrata, uz prisustvo mešanog indikatora difenil-karbazon-bromfenol plavog. Hloridni jon sa merkuri jonom gradi nejonizovani merkuri-hlorid, a višak Hg ++ reaguje sa difenilkarbazonom, gradeći plavo-violet obojenje.



Postupak analize

Vazduh se provlači kroz apsorpcioni rastvor destilovane vode u gasnoj ispiralici, brzinom od 1 lit/min. Nakon uzorkovanja odmeriti alikvot apsorpcionog rastvora, koji ne bi trebalo da bude veći od 50 ml ili da ne sadrži više od 12 mg hlorida. Dodati indikator i podesiti boju rastvora sa azotnom kiselinom do žute. Titrovati sa standardnim rastvorom merkuri-nitrata do promene boje u plavo-ljubičastu.

Osetljivost metode

Osetljivost metode je od 0,01 do 12 ml hlorida u odgovarajućoj zapremini.

Interference

Interference od teških metala mogu biti eliminisane upotrebom katlonskih smola, a od sulfita i sulfida dodatkom vodonik-peroksida, pre izvršenja analize.

Jodidi, bromidi, cijanidi i tiocijanati daju pozitivne interference.

1.8. HLOR

Spektrofotometrijski metod sa metil oranžom

Princip metode

Boja metil-oranž rastvora sa pH 3,0 blede u prisustvu slobodnog hlora. Intenzitet obezbojenog rastvora određuje se spektrofotometrijski, a proporcionalan je količini slobodnog hlora.

Postupak analize

Vazduh se provodi kroz ispiralicu sa fritom u kojoj se nalazi 100 ml rastvora meri se na spektrofotometru na 505 nm, sa kivetama od 5 cm, prema destilovanoj vodi.

Osetljivost metode

Metoda je preporučena za opseg merenja od 5 do 100 g slobodnog hlora na 100 ml apsorpcionog rastvora.

Interference

Pozitivne reference daje slobodni brom, mangan i azot-dioksid, dok negativne interference daje sumpor-dioksid.

1.9. FLUOR VODONIK

Elektrohemijski metod sa jon selektivnom elektrodom

Princip metode

Jon selektivna elektroda uronjena u merni rastvor daje potencijal sa linearnom zavisnošću od negativnog logaritma koncentracije fluorida.

Postupak analize

Vazduh se provlači kroz apsorpcioni rastvor natrijum-hidroksida u gasnoj ispiralici, brzinom od 1,5 lit/min. Nakon dodavanja 25 ml puferskog rastvora apsorpcionom rastvoru meri se potencijal u mB. Količina fluorida određuje se na osnovu kalibracione krive, konstruisane na osnovu semilogaritamske zavisnosti od serije razblaženih rastvora fluorida.

Osetljivost metode

Osetljivost metode se kreće od 10^{-7} mol f/m³. Granica pouzdanog određivanja je od 10^{-5} do 10^{-3} mol f/m³.

1.10. AMONIJAK

Spektrofotometrijski metod sa Neslerovim reagensom

Princip metode

Amonijak reaguje sa Neslerovim reagensom gradeći žuto-braon obojenje, čiji intenzitet je proporcionalan količini amonijaka u vazduhu.

Postupak analize

Vazduh se provodi kroz 20 ml razblaženog rastvora sumporne kiseline u standardnoj gasnoj ispiralici. Brzina protoka kroz apsorpcioni rastvor treba da bude oko 0,120 lit/min. Nakon završenog uzorkovanja, rastvor se tretira sa Neslerovim reagensom i intenzitet boje se meri spektrofotometrijski na 450 nm. Količina amonijaka u vazduhu određuje se pomoću kalibracione krive napravljene od serije standardnih rastvora.

Osetljivost metode

Osetljivost metode je 1g po zapremini rastvora korišćenog za određivanje apsorbance.

Interference

Amonijumove soli, vodonik-sulfid kao i neki alifatični amini, ometaju reakciju.

Spektrofotometrijska indofenolna metoda





Princip metode

Amonijak iz vazduha reaguje sa razblaženim rastvorom sumporne kiseline pri čemu se gradi amonijum-sulfat. Amonijum-sulfat u reakciji sa fenolom i alkalnim rastvorom natrijum-hipohlorita gradi indofenol plavo obojeno jedinjenje.

Postupak analize

Kroz ispiralicu sa fritom, u kojoj se nalazi 12 ml apsorpcionog rastvora provlačiti vazduh brzinom od 200 ml/min. Neophodno je postaviti filter pre ispiralice, ukoliko se određuje samo amonijak u gasnom stanju. Ukoliko se ne postavi filter prilikom analize, dobijeni rezultat za koncentraciju amonijaka u vazduhu predstavljaće zbir gasovitog amonijaka i amonijaka u suspendovanim česticama. Nakon završenog uzorkovanja, u rastvor dodati pufer i rastvor fenola. Snažno promešati i dodati hipohloritni rastvor. Nakon 25 min. pročitati apsorbanca rastvora prema reagensu blanku na 630 nm.

Osetljivost metode

Osetljivost metode je 0,38 g/m³ amonijaka, pri protoku vazduha od 200 ml/min.

Interference

Jedinjenja amonijaka u suspendovanim česticama određuju se takođe ovim metodom, ukoliko se ne odstrane preko filtera. Gvožđe, hrom i mangan, ukoliko su prisutni u mg količinama, ometaju ovu reakciju. Prisustvo bakarnog jona ometa razvijanje boje pri određivanju amonijaka ovom metodom, što se eliminiše dodatkom etilendiamina tetrasirćetne kiseline. Nitriti i sulfiti, ukoliko su prisutni u 100 puta većoj koncentraciji od amonijaka, ometaju reakciju. Formaldehid daje negativne rezultate za amonijak 10% do 15% ukoliko je prisutan u vazduhu.

1.11. VODONIK SULFID

Metod metilensko plavog

Princip metode

Sulfidni jon reaguje sa r-aminodimetilanilinom i feri-hloridom gradeći metilensko plavo, čiji se intezitet određuje spektrofotometrijski.

Postupak analize

Vazduh se provodi kroz alkalnu suspenziju kadmijum-hidroksida u standardnoj gasnoj ispiralici. Dodavanje N, N-dimetil-r-fenilendiamina u sumpornoj kiseline i rastvor feri-hlorida gradi se metilensko plavo, čiji se intenzitet određuje spektrofotometrijski, a količina vodonik-sulfida na osnovu kalibracione krive pripremljene od serije standardnih rastvora sulfida.

Osetljivost metode

Osetljivost metode je 0,05 g po ml apsorpcionog rastvora.

Interference

Oksidujućci agensi, uključujući azotne okside i hlor ometaju reakciju. Vodonik sulfiti takođe interferiraju, ali su oni retko prisutni u vazduhu. Interference od prisustva sumpor-dioksida u vazduhu mogu biti eliminisane propuštanjem vazduha kroz rastvor koji sadrži barijum-acetat i sirćetnu kiselinu.

2. TALOŽNE MATERIJE IZ VAZDUHA

Princip metode

Metodom sedimentacije prikupljaju se čestice, čiji dijametar prelazi 10 mikrona, na osnovu njihove osobine da se usled sopstvene težine same talože na određenu površinu. Ovom metodom se određuje količina tečnih zagađivača kao i čvrstih materija koje kišnica rastvara u atmosferi i spira na svom putu do zemlje.

U sedimentator za prikupljanje čestica koje se talože iz vazduha, a sastoji se iz metalnog stalka, plastične boce, zapremine od 2 do 5 litara i levka sa otvorom prečnika od 20 cm, dodaje se 10 ml 0,02 H rastvora bakar-sulfata i postavi na otvorenom prostoru.

Posle perioda uzorkovanja, vrši se analiza sadržaja sedimentatora. U aerosedimentu određuje se: količina padavina pH vrednost padavina, u padavini rastvora i u padavini nerastvorne materije.

Količina rastvornih materija u aerosedimentu određuje se nakon filtriranja, tačno određene zapremine padavina i sušenjem na 105 C. Dobijena vrednost se preračuna na ukupnu količinu sakupljene padavine u mg.

U rastvornim materijama takođe se određuju: hloridi, sulfati i kalcijum.

Količina nerastvornih materija u aerosedimentu određuje se gravimetrijski, iz razlike u težini filter papira pre i posle filtriranja i sušenja na 105 C do konstantne težine. Dobijena vrednost se preračuna na ukupnu količinu sakupljene padavine u mg.

Količina pepela u aerosedimentu određuje se žarenjem filter papira u porcelanskom tiglju, na kome su prikupljene nerastvorene materije na 750 C. Razlika u težini porcelanskog tigla prethodno žarenog na istoj temperaturi i posle žarenja nerastvorne materije daje vrednost pepela u mg.

Sagorljive materije u aerosedimentu izračunavaju se iz razlike nerastvornih materija i pepela.

Dobijeni rezultati za količinu analiziranih parametara u aerosedimentu izražavaju se u mg/m²/dan.

U taložnim materijama određuju se teški metali i to: olovo, kadmijum, cink, metodom AAS.





3. TEŠKI METALI U SUSPENDOVANIM ČESTICAMA

Metod atomske apsorpcione spektrometrije

U suspendovanim česticama određuju se sledeći teški metali: olovo, kadmijum, cink, mangan, nikl, arsen i hrom (šestovalentni).

Uzorak suspendovanih čestica, da bi se mogao analizirati metodom AAS, potrebno je prevesti u rastvorni oblik. Način prevođenja zavisi od vrste filtera koji je upotrebljen:

- uzorci suspendovanih čestica adsorbovani na filter papiru od staklenih vlakana ekstrahuju se u aparatu po Soksletu sa azotnom kiselinom;
- uzorci suspendovanih čestica adsorbovani na membranskim filtrima razaraju se sa smesom azotne i perhlorne kiseline na odgovarajućoj temperaturi;
- arsen u suspendovanim česticama iz atmosfere adsorbovan na filteru (od staklenih vlakana ili membranskom) se rastvara sa hlorovodoničnom kiselinom i redukuju do trovalentnog stanja pomoću kalijum-jodida i stanohlorida. Trovalentni se redukuje od arsina i kao takav se određuje metodom AAS.

Korišćenjem odgovarajućih lampi i podešavanjem talasne dužine za očitavanje apsorpcije određenih metala na AAS dobijaju se vrednosti za količinu teških metala u suspendovanim česticama, izražene u g/m³.

3.4. ŽIVA

Metod atomske apsorpcije

Princip metode

Metodom bez plamene tehnike (hladnih para) živa se redukuje u rastvoru do atomskog stanja sa stanohloridom. Apsorpcija rezonantnog zračenja žive isparavanjem, se tada meri propuštanjem pare kroz gasnu optičku ćeliju smeštenu u svetlosnom talasu u AAS.

Postupak analize

Kroz gasnu ispiralicu u kojoj se nalazi 100 ml apsorpcionog kalijum permanganatnog rastvora provlačiti 100 lit. vazduha, brzinom od 1,5 l/min. Nakon završenog uzorkovanja, redukovati višak kalijum permanganata sa hidrokisilamin hidrohloridom. Primenom metode bez plamene tehnike, redukcijom žive do atomskog stanja pomoću stano-hlorida odrediti apsorpciju rastvora uz odgovarajuću lampu na atomskom apsorpcionom spektrometrije.

4. ORGANSKE MATERIJE

Metod gasne hromatografije

Ovim postupkom se određuje stiren, tetrahloretilen, toluen, 1,2-dihloretilan, akrilonitril, benzen, vinilhlorid.





Postupak metode

Osnovni princip za određivanje lako isparljivih organskih jedinjenja (alifatičnih, aromatičnih i hlorovanih ugljovodonika) u vazduhu je njihova adsorpcija na pogodnom adsorbensu ili odgovarajućim kesama, i kasnija analiza u laboratoriji metodom gasne hromatografije.

Postupak analize

Lako isparljivi ugljovodonici i hlorovani ugljovodnici, sakupljaju se provlačenjem vazduha, brzinom ne većom od 0,05 lit/min kroz cevčicu odgovarajuće veličine u kojoj se nalazi adsorbens, odgovarajuće granulacije. Pogodni adsorbensi su aktivni ugalj, silikagel i porozni polimeri, kao što je tenah. Vrsta adsorbensa koji se koristi za uzorkovanje zavisi od vrste organskog gasovitog jedinjenja koje se želi analizirati. Količina uzorkovanog vazduha ne sme biti manja od 10 lit. Za vreme uzorkovanja vazduha, cevčica mora biti u vertikalnom položaju i da vazduh ulazi direktno, kako bi se eliminisala kontaminacija uzorka. Takođe, uzorci vazduha se mogu skupljati i u odgovarajućim kesama, zapremine od približno 10 lit. i kasnije, u laboratoriji, adsorbovati na cevčice sa odgovarajućim gore pomenutim adsorbensom.

Adsorbovana lako isparljiva organska jedinjenja se ekstrahuju sa pogodnim organskim rastvaračem sa adsorbenta, najčešće ugljen-disulfidom ili termalnom desorpcijom. Metodom gasne hromatografije, korišćenjem odgovarajućih hromatografskih kolona i detektora, organska lako isparljiva jedinjenja se razdvoje i kvantitativno određuju na osnovu kalibracionih tabela.

4.1. UGLJEN-DISULFID

Spektrofotometrijski metod sa bakar ditiokarbamatom

Princip metode

U prisustvu bakar-acetata, ugljen-disulfid reaguje sa dietilaminom ili piperidinom, gradeći bakar ditiokarbamat.

Postupak analize

Uzorak se prikuplja provođenjem vazduha kroz dve gasne ispiralice u nizu, sa sinterom. Adsorpcioni rastvor je alkoholni rastvor bakar-acetata i dietilamina ili piperidina i uronjen je u led. Provlačenje vazduha kroz rastvor ne sme biti veće od 0,150 lit/min. Količina ugljen-disulfida u vazduhu određuje se na osnovu merenja intenziteta adsorpcije rastvora, spektrofotometrijski i kalibracione krive pripremljene od serije razblaženih rastvora ugljen-disulfida.

Osetljivost metode

Osetljivost metode je 0,5 g po zapremini analiziranog rastvora.

Interference

Reakcija nije specifična za ugljen-disulfid u prisustvu vodonik-sulfida ili tiosirćetne kiseline. Interference od vodonik-sulfida mogu se eliminisati provođenjem vazduha kroz rastvor natrijum-arsenita i amonijum-karbonata.

4.5. FORMALDEHID

Spektrofotometrijski metod sa hromotropnom kiselinom

Postupak metode

Formaldehid reaguje sa rastvorom hromotropna kiselina - sumporna kiselina gradeći purpurni hromogen. Apsorbanca obojenog rastvora se određuje spektrofotometrijski na 580 nm i proporcionalna je količina formaldehida u rastvoru.

Postupak analize

Vazduh se provodi kroz dve gasne ispiralice u seriji sa sinterom, koje sadrže destilovanu vodu, brzinom od 0,5 lit/min. Dodavanjem 1% vodenog rastvora hromotropne kiseline i koncentrovane sumporne kiseline, razvija se ljubičasta boja čiji se intenzitet određuje merenjem apsorpcije rastvora na spektrofotometru na 580 nm. Količina prisutnog formaldehida u uzorku određuje se na osnovu kalibracione krive napravljene od serije standardnih rastvora formaldehida.

Osetljivost metode

Osetljivost metode je 0,1 g/m apsorpcionog rastvora.

4.7. AKROLEIN

Spektrofotometrijski metod sa 4-heksilrezorcionolom

Postupak metode

U prisustvu merkuri hlorida i trihlorsirćetne kiseline, akrolein reaguje sa 4-heksilrezorcionolom gradeći plavo obojeni kompleks.

Postupak analize

Vazduh se provodi kroz 10 ml etanolnog rastvora, 4-heksilrezorcinola, merkuri - hlorida i trihlorsirćetne kiseline u nizu od dve gasne ispiralice, sa sinterom brzinom od 1 do 2 lit/min, u toku 30 do 60 minuta. Razvijanje boje rastvora vrši se u vodenom kupatilu na 60 u toku 15 minuta. Apsorpcija rastvora određuje se spektrofotometrijski, a koncentracija akroleina u uzorku na osnovu kalibracione krive, pripremljene od serije razblaženih rastvora akroleina.

Osetljivost metode

Osetljivost metode je 0,05 do 25 mg/m³. Kada se koriste dve gasne ispiralice u nizu, efikasnost apsorpcije je 95%.



Interference

Krotonaldehid i dieni uslovljavaju neznatne interference.

5. KANCEROGENE MATERIJE

5.6. POLIČIKLIČNI AROMATIČNI UGLJOVODONICI

Metod gasne hromatografije

Policiklični aromatični ugljovodonici se najbolje kvantitativno uzorkuju na staklenim filtrima. Neophodno je uzorkovati najmanje 50 m³ vazduha za analizu, da bi se mogla odrediti koncentracija od 0,1 ng/m³.

Za vreme uzorkovanja neophodno je da filtri budu zaštićeni od svetlosti i u odgovarajućem zatvorenom kontejneru.

Ekstrakcija RAN vrši se u Sokslet aparatu ili ultrazvučnom kupatilu sa odgovarajućim rastvaračem (cikloheksan, metilen-hlorid, toluen, metanol). Za dalju analizu neophodno je prečistiti ekstrakt, jer količina drugih ugljovodonika u vazduhu ometa kvantitativno određivanje. Analiza prisutnih RAN vrši se pomoću gasne hromatografije uz plameno jonizujući ili maseni detektor.

5.8. AZBEST

Određivanje i identifikacija azbestnih vlakana vrši se elektronskim mikroskopom. Metod je precizan, s obzirom na ostale vlaknaste čestice prisutne u prizemnom sloju vazduha.

Elektronskim mikroskopom se određuje poreklo, dužina i prečnik vlakana. Takođe se određuje i broj vlakana uzetih u uzorku vazduha.

Analize dobijene ovim metodom odnose se isključivo na lokaciju sa koje su uzeti uzorci vazduha, kao i na vreme uzorkovanja.

Dobijeni rezultati se izražavaju kao broj vlakana na m³.

