

# SADRŽAJ

PREDGOVOR.....	1
<b>POGLAVLJE I - KVALITET VAZDUHA, POJAM, STANJE I ZAŠTITA</b>	
1.1 Uvod.....	5
1.2 OSNOVNE KOMPONENTE ŽIVOTNE OKOLINE.....	6
1.2.1 Vazduh.....	6
1.2.2 Voda.....	7
1.2.3 Zemljište (tlo).....	7
1.3 ZAGAĐENJE ŽIVOTNE OKOLINE.....	7
1.4 STANJE KVALITETA VAZDUHA U SVIJETU I KOD NAS.....	9
1.5 MOGUĆE POSLJEDICE ZAGAĐENJA VAZDUHA.....	10
1.6 STRATEGIJA ZAŠTITE VAZDUHA.....	11
LITERATURA.....	15
<b>POGLAVLJE II - ATMOSFERA</b>	
2.1 Uvod.....	19
2.2 KARAKTERISTIKE ATMOSFERE.....	20
2.3 TEMPERATURNI PROFIL ATMOSFERE.....	21
LITERATURA.....	24
<b>POGLAVLJE III - NAJVAŽNIJI POLUTANTI KOJI SE POJAVLJUJU U ATMOSFERI</b>	
3.1 ČESTICE U VAZDUHU.....	27
3.1.1 Uvod.....	27
3.1.2 Osobine čestica u vazduhu.....	29
3.1.3 Izvori čestica u vazduhu i njihove koncentracije.....	30
3.1.4 Uticaj čestica u vazduhu na sunčevu radijaciju, klimu u blizini tla, vidljivost, materijale i vegetaciju.....	31
3.1.5 Uticaj čestica iz vazduha na respiratorni sistem čovjeka, toksičnost.....	35
3.2 OKSIDI SUMPORA.....	37
3.2.1 Uvod.....	37
3.2.2 Izvori sumpor-dioksida.....	38
3.2.3 Koncentracije oksida sumpora u vazduhu.....	41
3.2.4 Uticaj oksida sumpora u atmosferi na materijale, vodeni eko-sistem i vegetaciju.....	43
3.2.5 Toksični uticaji oksida sumpora koji se pojavljuju u atmosferi.....	44
3.3 UGLJEN-MONOKSID (CO) U VAZDUHU.....	45
3.3.1 Uvod.....	45
3.3.2 Izvori ugljen-monoksida i njegov sadržaj u vazduhu.....	45
3.3.3 Toksični uticaj ugljen-monoksida.....	48
3.4 OKSIDI AZOTA.....	49
3.4.1 Uvod.....	49
3.4.2 Izvori oksida azota i njihov sadržaj u vazduhu.....	49
3.4.3 Uticaj oksida azota na materijale i vegetaciju.....	54

3.4.4	Toksični uticaj oksida azota .....	55
3.5	VOLATILNA ORGANSKA JEDINJENJA (VOJ) .....	56
3.5.1	Uvod .....	56
3.5.2	Izvori VOJ i njihov sadržaj u atmosferi .....	56
3.5.3	Uticaj ugljovodonika i pojedinih aldehida na vegetaciju i zdravlje ljudi .....	59
3.6	FOTHEMIJSKI OKSIDANTI .....	60
3.6.1	Uvod .....	60
3.6.2	Izvori i koncentracije fotohemijskih oksidanata u vazduhu .....	60
3.6.3	Uticaj ozona na materijale, vegetaciju i bakterije .....	65
3.6.4	Toksični uticaj fotohemijskih oksidanata .....	66
3.7	OLOVO (Pb) U VAZDUHU .....	68
3.8	HLOR (Cl <sub>2</sub> ) U VAZDUHU .....	71
3.9	SUMPOR-VODONIK (H <sub>2</sub> S) U VAZDUHU .....	71
3.10	FLUORIDI U VAZDUHU .....	71
3.11	AZBEST U VAZDUHU .....	72
3.12	UGLJEN-DIOKSID (CO <sub>2</sub> ) U VAZDUHU .....	72
	LITERATURA .....	76

## POGLAVLJE IV - PREGLED GLAVNIH IZVORA POLUTANATA U VAZDUHU

4.1	UVOD .....	81
4.2	IZGARANJE FOSILNIH I DRUGIH GORIVA U ENERGETSKIM POSTROJENJIMA .....	82
4.2.1	Uvod .....	82
4.2.2	Izgaranje čvrstih goriva u energetske postrojenjima .....	83
4.2.2.1	Izgaranje uglja .....	83
4.2.2.2	Izgaranje otpadaka drveta i kore drveta .....	84
4.2.3	Izgaranje lož-ulja (naftini derivati) .....	85
4.2.4	Izgaranje prirodnog gasa .....	86
4.2.5	Motori sa unutrašnjim sagorijevanjem .....	87
4.3	INDUSTRIJA I DJELATNOSTI KOJE KORIŠTE RASTVARAČE .....	90
4.3.1	Uvod .....	90
4.3.2	Hemijske čistione .....	91
4.3.3	Površinska zaštita .....	91
4.3.4	Skladištenje i distribucija naftnih derivata .....	91
4.4	NEORGANSKA HEMIJSKA INDUSTRIJA .....	92
4.4.1	Uvod .....	92
4.4.2	Proizvodnja amonijaka .....	94
4.4.3	Proizvodnja hlora i kaustične sode .....	95
4.4.4	Proizvodnja hloratne kiseline .....	96
4.4.5	Proizvodnja nitratne kiseline .....	96
4.4.6	Proizvodnja natrijum-karbonata .....	97
4.4.7	Proizvodnja sulfatne kiseline .....	97
4.4.8	Proizvodnja kuhinjske soli .....	100
4.5	ORGANSKA HEMIJSKA INDUSTRIJA (PROCESNA) .....	100
4.5.1	Uvod .....	100
4.5.2	Proizvodnja adipinske kiseline .....	101
4.5.3	Proizvodnja eksploziva .....	103
4.5.4	Proizvodnja anhidrida ftalne kiseline .....	103
4.5.5	Proizvodnja plastičnih masa .....	104

4.5.6	Proizvodnja sapuna i detergenata.....	105
4.5.7	Proizvodnja sintetskih vlakana.....	106
4.5.8	Proizvodnja sintetske gume.....	107
4.5.9	Proizvodnja tereftalne kiseline.....	107
4.5.10	Proizvodnja propilen-oksida.....	108
4.5.11	Proizvodnja anhidrida maleinske kiseline.....	108
4.5.12	Proizvodnja toluendiizocijanata (TDI).....	109
4.5.13	Proizvodnja čađi.....	111
4.6	PREHRAMBENA INDUSTRIJA.....	112
4.6.1	Prženje kafe.....	112
4.6.2	Silosi i mlinovi.....	113
4.6.3	Proizvodnja alkoholnih pića.....	113
4.6.4	Prerada ribe.....	113
4.6.5	Sušenje mesa.....	114
4.6.6	Proizvodnja skroba.....	115
4.6.7	Proizvodnja vještačkog đubriva (fosfatno).....	115
4.6.8	Proizvodnja vještačkog azotnog đubriva.....	115
4.7	METALURGIJA.....	116
4.7.1	Uvod.....	116
4.7.2	Proizvodnja glinice i aluminijuma.....	117
4.7.3	Proizvodnja metalurškog koksa.....	120
4.7.4	Proizvodnja bakra.....	122
4.7.5	Proizvodnja gvožđa i čelika.....	123
4.7.6	Proizvodnja olova.....	124
4.7.7	Proizvodnja cinka.....	125
4.8	INDUSTRIJA MINERALNIH PROIZVODA.....	125
4.8.1	Proizvodnja hidroizolacionih materijala.....	125
4.8.2	Proizvodnja cigle i sličnih keramičkih proizvoda.....	127
4.8.3	Proizvodnja portland-cementa.....	127
4.8.4	Proizvodnja stakla.....	129
4.8.5	Proizvodnja gipsa.....	130
4.8.6	Proizvodnja kreča.....	130
4.9	NAFTNA INDUSTRIJA.....	132
4.9.1	Uvod.....	132
4.9.2	Rafinerije nafte.....	132
4.9.3	Prerada prirodnog gasa.....	134
4.10	PRERADA DRVETA.....	135
4.10.1	Uvod.....	135
4.10.2	Proizvodnja drvne pulpe.....	135
	LITERATURA.....	138

## POGLAVLJE V - PRAĆENJE KVALITETA VAZDUHA U URBANIM I INDUSTRIJSKIM SREDINAMA I METODE PRAĆENJA

5.1	UVOD.....	141
5.2	CILJEVI PRAĆENJA KVALITETA VAZDUHA.....	142
5.3	PLANIRANJE MREŽE PRAĆENJA KVALITETA VAZDUHA.....	143
5.3.1	Izrada katastra emisije polutanata.....	144
5.3.2	Ostale potrebne informacije.....	147



5.4	ORGANIZACIJA PRAĆENJA KVALITETA VAZDUHA I POTREBNA SREDSTVA .....	148
5.5	RAZMATRANJE PROGRAMA PRAĆENJA KVALITETA VAZDUHA .....	148
5.5.1	Izbor polutanata koji će se pratiti .....	148
5.5.2	Izbor oblasti u kojoj će se pratiti kvalitet vazduha .....	149
5.5.3	Broj i raspored mjernih mjesta .....	149
5.5.4	Učestalost i trajanje uzorkovanja .....	150
5.6	KRITERIJUMI ZA LOKACIJU MJERNIH STANICA .....	151
5.6.1	Reprezentativnost mjerne stanice .....	151
5.6.2	Uporedivost mjernih stanica .....	151
5.6.3	Fizički uslovi za postavljanje mjernih stanica .....	152
5.7	OSTALI BITNI DJELOVI PROGRAMA PRAĆENJA KVALITETA VAZDUHA .....	152
5.7.1	Učešće laboratorija .....	152
5.7.2	Osiguranje kvaliteta rada .....	153
5.7.3	Prikupljanje i obrada podataka .....	153
5.8	ANALITIČKE METODE I POSTUPCI KOJI SE PRIMJENJUJU PRI KONTROLI KVALITETA VAZDUHA .....	153
5.8.1	Uvod .....	153
5.8.2	Uzorkovanje vazduha za analizu .....	154
5.8.3	Određivanje sadržaja polutanata u vazduhu primjenom diskontinualnih metoda .....	155
5.8.3.1	Određivanje sadržaja sedimentne prašine u vazduhu .....	155
5.8.3.2	Određivanje sadržaja lebdećih čestica u vazduhu .....	156
5.8.3.3	Određivanje sadržaja sulfatne kiseline u vazduhu .....	157
5.8.3.4	Određivanje sadržaja olova, olovnih para i olovnih jedinjenja u vazduhu .....	157
5.8.3.5	Određivanje sadržaja sumpor-dioksida u vazduhu .....	158
5.8.3.6	Određivanje sadržaja ugljen-monoksida u vazduhu .....	160
5.8.3.7	Određivanje sadržaja azot-dioksida u vazduhu .....	160
5.8.3.8	Određivanje sadržaja azot-monoksida u vazduhu .....	161
5.8.3.9	Određivanje sadržaja ukupnih oksidanata ozona i peroksiacetilnitrate u vazduhu .....	162
5.8.3.10	Metoda na osnovi hemiluminiscencije za određivanje ozona u vazduhu .....	163
5.8.3.11	Metode određivanja sadržaja peroksiacetilnitrate u vazduhu .....	163
5.8.3.12	Određivanje sadržaja ukupnih volatilnih organskih jedinjenja u vazduhu .....	163
5.8.3.13	Određivanje sadržaja polinuklearnih aromatskih ugljovodonika u vazduhu .....	164
5.8.3.14	Određivanje sadržaja sumpor-vodonika u vazduhu .....	165
5.8.3.15	Određivanje sadržaja hlora u vazduhu .....	165
5.8.3.16	Određivanje sadržaja fluorida u vazduhu .....	165
5.8.4	Analitičke metode i postupci za određivanje pojedinih specifičnih polutanata u vazduhu .....	166
5.8.4.1	Uvod .....	166
5.8.4.2	Određivanje sadržaja volatilnih organskih jedinjenja u vazduhu koristeći postupak adsorpcije komponenata na smoli Tenax i analiza GC/MS .....	167
5.8.4.3	Određivanje sadržaja volatilnih organskih jedinjenja u vazduhu postupkom adsorpcije na karbon molekulskim sitima i GC/MS analizom .....	167
5.8.4.4	Određivanje sadržaja volatilnih organskih jedinjenja u vazduhu koristeći metodu kriogene predkoncentracije i GC sa FID i ECD detektorom .....	168
5.8.4.5	Određivanje sadržaja organo-hlorinih pesticida i polihloriranih pesticida u vazduhu .....	168
5.8.4.6	Određivanje sadržaja aldehida i ketona u vazduhu uz pomoć HPLC .....	168
5.8.4.7	Određivanje sadržaja fozgena u vazduhu uz pomoć HPLC .....	168
5.8.4.8	Gasno-hromatografsko određivanje sadržaja N-nitrozodimetilamina u vazduhu .....	169
5.8.4.9	Određivanje sadržaja fenola i homologa u vazduhu uz pomoć HPLC .....	169
5.8.4.10	Određivanje sadržaja polihloriranih dibenzo-p-dioksina (PCDD) u vazduhu uz pomoć GC/MS .....	169

5.8.4.11	Određivanje sadržaja organo-hlornih pesticida u vazduhu uz pomoć gasne hromatografije sa ECD detektorom .....	169
5.8.4.12	Određivanje sadržaja nemetanskih organskih jedinjenja (NOJ) vazduhu metodom kriogene predkoncentracije i direktne detekcije sa FID detektorom .....	170
5.8.5	Određivanje sadržaja polutanata u vazduhu pomoću automatskih instrumenata .....	170
5.8.5.1	Uvod .....	170
5.8.5.2	Osnove uređaja za automatski monitoring .....	171
5.8.5.3	Automatski monitori za određivanje polutanata .....	171
5.8.5.3.1	Automatsko određivanje lebdećih čestica u vazduhu .....	171
5.8.5.3.2	Automatsko određivanje sumpor-dioksida u vazduhu .....	172
5.8.5.3.3	Automatsko određivanje ugljen-monoksida u vazduhu .....	172
5.8.5.3.4	Automatsko određivanje oksida azota u vazduhu .....	173
5.8.5.3.5	Automatsko određivanje fotohemijskih oksidanata u vazduhu .....	173
5.8.5.3.6	Automatsko određivanje ugljovodonika u vazduhu .....	174
5.8.5.3.7	Automatsko određivanje sadržaja sumpor-vodonika u vazduhu .....	174
5.8.5.3.8	Automatsko određivanje sadržaja fluor-vodonika u vazduhu .....	174
5.8.5.3.9	Monitori na bazi senzora .....	174
5.8.5.3.10	Monitoring sistemi daljinske kontrole kvaliteta vazduha .....	176
5.8.6	Postavljanje automatskog monitoring sistema .....	177
5.8.6.1	Uvod .....	177
5.8.6.2	Izbor lokacije imisionih stanica .....	177
5.8.6.3	Izbor polutanata koji će se pratiti mrežom monitoringa .....	178
5.8.6.4	Tehnički opis monitoring sistema .....	178
LITERATURA	.....	181

## POGLAVLJE VI - UPRAVLJANJE EMISIJOM POLUTANATA - RJEŠAVANJE PROBLEMA ZAGAĐENJA VAZDUHA

6.1	UVOD .....	185
6.2	KONTROLA (UPRAVLJANJE) EMISIJE ČESTICA .....	191
6.2.1	Uvod .....	191
6.2.2	Taložne komore .....	196
6.2.3	Ciklonski uređaji (suvi centrifugalni kolektori) .....	198
6.2.4	Mokri kolektori (skruberi) .....	201
6.2.5	Elektrostatski precipitatori (elektro-fiteri) .....	206
6.2.6	Izdvajanje čestica uz pomoć filtera (cjedila) .....	214
6.3	KONTROLA EMISIJE OKSIDA AZOTA .....	218
6.3.1	Uvod .....	218
6.3.2	Modifikacija uslova izgaranja .....	219
6.3.3	Čišćenje dimnih i otpadnih gasova .....	222
6.3.3.1	Uvod .....	222
6.3.3.2	Suvi postupci .....	223
6.3.3.3	Mokri postupci .....	233
6.3.3.4	Postupci smanjenja emisije SO <sub>2</sub> i NO <sub>x</sub> .....	234
6.3.3.5	Iradijacija snopom elektrona .....	238
6.3.4	Smanjenje emisije oksida azota iz industrijskih procesa .....	239
6.4	KONTROLA EMISIJE OKSIDA SUMPORA .....	244
6.4.1	Uvod .....	244
6.4.2	Supstitucija goriva .....	244

6.4.3	Odsumporavanje goriva.....	245
6.4.4	Odsumporavanje otpadnih (dimnih) gasova .....	247
6.4.4.1	Uvod.....	247
6.4.4.2	Mokri postupci.....	251
6.4.4.2.1	Krečni (krečnjački) skruberski postupak.....	251
6.4.4.2.2	Duplo bazno tretiranje SO <sub>2</sub> .....	258
6.4.4.2.3	Apsorpcija u razblaženom rastvoru H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	259
6.4.4.2.4	Postupak čišćenja Niro Atomizer.....	260
6.4.4.2.5	Welman-Lord postupak.....	260
6.4.4.2.6	Walther postupak odsumporavanja.....	264
6.4.4.2.7	Magnezitna metoda.....	265
6.4.4.3	Polusuvi postupak odsumporavanja u skruberskim uređajima .....	266
6.4.4.4	Suvi postupci .....	269
6.4.4.4.1	Krečnjačka ili krečna aditivna metoda .....	269
6.4.4.5	Katalitički postupci .....	273
6.4.4.5.1	Katalitička oksidacija u parnoj fazi (21) .....	274
6.4.4.5.2	Postupak redukcije SO <sub>2</sub> do elementarnog sumpora.....	274
6.4.4.6	Ostali postupci .....	275
6.4.4.6.1	Postupak sa taljenim karbonatima .....	275
6.4.5	Smanjenje emisije sumpor-dioksida iz industrijskih procesa .....	276
6.5	KONTROLA EMISIJE VOLATILNIH JEDINJENJA(VJ) I ORGANSKIH RASTVARAČA IZ STACIONARNIH IZVORA.....	277
6.5.1	Uvod.....	277
6.5.2	Postupci kontrole emisije volatilnih jedinjenja .....	278
6.5.2.1	Uvod.....	278
6.5.2.2	Destrukcija (spaljivanje) volatilnih jedinjenja.....	281
6.5.2.3	Adsorpcija.....	286
6.5.2.4	Apsorpcija.....	290
6.5.2.5	Kondenzacija .....	293
6.5.2.6	Biološki postupci čišćenja gasova.....	295
6.5.2.6.1	Uvod.....	295
6.5.2.6.2	Biofilteri.....	296
6.5.2.6.3	Bioskruberi.....	298
6.6	KONTROLA EMISIJE POLUTANATA IZ MOTORNIH VOZILA.....	300
	LITERATURA.....	302
<b>DODATAK</b>		