

ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVLJE SUBOTICA
Centar za higijenu i humanu ekologiju
Odeljenje za fizičko-hemijska ispitivanja
Odsek za vazduh
Laboratorija za ispitivanje aerozagadenja

**MONITORING AMBIJENTALNOG VAZDUHA
U SUBOTICI TOKOM 2015. GODINE**

Godišnji izveštaj

Subotica, februar 2015.

Direktor Zavoda za javno zdravlje	dr med. Morana Miković
Načelnik Centra za higijenu i humanu ekologiju	dr med. Sanja Darvaš
Rukovodilac Odeljenja za fizičko-hemijska ispitivanja	mr sc. Dijana Barna
Odsek za vazduh	Beata Nemet-Gabriel, dipl. inž. tehn. mr sc. Nataša Čamprag Sabo Andrijana Stevanović, hem. tehničar
Izveštaj pripremila	Beata Nemet-Gabriel, dipl. inž. tehn
Saradnici	mr sc. Aleksandar Stanić, spec. san. hem. mr sc. Saša Jovanić, dipl. hem
Terenski tehničari	Žolt Zakopnji Trenka Živko Medić Arpad Vaš

SADRŽAJ:

	Broj strane
UVOD	4
1. PROGRAM MONITORINGA AMBIJENTALNOG VAZDUHA	5
2. METODOLOGIJA RADA	7
3. GRAFIČKI PRIKAZ REZULTATA	9
4. TABELARNI PRIKAZ REZULTATA	10
5. ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA	13
6. ZAKLJUČAK	14
7. PREDLOZI MERA ZA POBOLJŠANJE KVALITETA VAZDUHA	15

U V O D

Praćenje kvaliteta vazduha na teritoriji Grada Subotice tokom 2015. godine sprovodi se sa osnovnim ciljem dobijanja podataka za utvrđivanje kvaliteta vazduha životne sredine i stepena zagađenja vazduha u gradu. Dobijeni podaci su neophodni za pravilan odabir preventivnih mera u cilju zaštite i unapređenja zdravlja ljudi i očuvanja životne sredine.

Kontrola kvaliteta vazduha definisana je:

- Ugovorom o finansiranju programa "Monitoringa parametara životne sredine tokom 2014. godine" broj: 404-257/214-I/A od 23.07.2014. godine, kao i
- Ugovorom o finansiranju programa "Monitoringa parametara životne sredine tokom 2015. godine" broj: II-404-271/2015. od 28.08.2015. godine,

koji su potpisali Gradska Uprava Grada Subotica i Zavod za javno zdravlje Subotica.

Ugovorene obaveze u skladu su sa odredbama iz:

- Zakona o javnom zdravlju, Sl. glasnik RS br. 72/09,
- Zakona o zaštiti vazduha, Sl. glasnik RS br. 36/09 i 10/13 i
- Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha, Sl. glasnik RS br. 11/10, 75/10 i 63/13.

1. PROGRAM MONITORINGA AMBIJENTALNOG VAZDUHA

Shodno ciljevima ispitivanja, Programom se utvrđuju sledeće tačke:

1. Broj i razmeštaj mernih stanica
2. Period ispitivanja
3. Parametri ispitivanja
4. Učestalost uzimanja uzoraka
5. Obrada podataka i izveštavanje

1.1. Broj i razmeštaj mernih stanica

Praćenje koncentracije osnovnih zagađujućih supstanci (NO₂,SO₂) iz ambijentalnog vazduha tokom 2015. godine vršilo se na sledećem mernom mestu:

Mesto	MERNA MESTA	
	Naziv	Koordinate
Subotica	Bolnica	46.082414, 19.672381

Praćenje koncentracije prizemnog ozona (O₃) iz ambijentalnog vazduha tokom 2015. godine vršilo se na sledećem mernom mestu:

Mesto	MERNA MESTA	
	Naziv	Koordinate
Palić	Palić centar	46.102703, 19.761717

Ispitivanje zagađujuće materije čađ iz ambijentalnog vazduha vršila su se prema Ugovoru, od 15.oktobra 2014 do 15.aprila 2015. godine na sledećim mernim mestima:

Mesto	MERNA MESTA	
	Naziv	Koordinate
Bajmok	Bajmok centar	45.967533, 19.423969
Veliki Radanovac	Veliki Radanovac	46. 107034, 19.727953
Čantavir	Čantavir	45.920020, 19.765581

Ispitivanja suspendovanih čestica PM2.5 i PM10 vršila su se na sledećim mernim mestima:

Mesto	MERNA MESTA	
	Naziv	Koordinate
Subotica	Bolnica	46.082414, 19.672381

1.2. Period ispitivanja

Period obrade podataka u Izveštaju obuhvata kalendarsku 2015. godinu.

1.3. Parametri ispitivanja

U navedenom vremenskom periodu merene su koncentracije sledećih zagađujućih materija:

1. osnovnih (sumpor-dioksid, čađ i azot-dioksid),
2. suspendovanih čestica (tri frakcije: PM2.5, PM10 i ukupne),
3. teški metali (PB, Cd, As i Ni) iz suspendovanih čestica PM10
4. prizemni ozon

1.4. Učestalost uzimanja uzoraka

- svakodnevno, u trajanju od 24h za određivanje koncentracije sumpor-dioksida, i azot-dioksida,
- od 15. oktobra do 15. aprila, čađ u trajanju od 24h
- u ciklusima od po 7 dana, za određivanje koncentracije prizemnog ozona,
- u ciklusima od po 5 dana suspendovanih čestica PM 2.5, PM 10, i ukupnih, teških metala, PAH i BTX.

1.5. Obrada podataka i izveštavanje

Izveštaj je Korisniku prema zahtevu dostavljan mesečnom dinamikom do 10-tog u mesecu za prethodni mesec.

2. METODOLOGIJA RADA

Zavod za javno zdravlje Subotica poseduje Sertifikat o akreditaciji, pod akreditacionim brojem 01-054, kojim se potvrđuje da organizacija zadovoljava zahteve standarda SRPS ISO/IEC 17025:2006 za obavljanje poslova ispitivanja koji su specificirani u Rešenju o utvrđivanju obima akreditacije. Takođe, kao garanciju uspešnosti sistema menadžmenta kvalitetom, Zavod poseduje sertifikat SRPS ISO 9001:2008. Laboratorija za ispitivanje aerozagađenja poseduje ovlašćenja od Ministarstva zaštite životne sredine i prostornog planiranja RS.

2.1. Metode ispitivanja osnovnih zagađujućih materija

Uzorkovanje gasovitih zagađujućih materija vršilo se aparatima za uzimanje uzoraka vazduha marke Proekos tipa AT-801-2X i AT-801-2BP, apsorpcijom kontaminanata iz poznate zapremine vazduha u pogodnom apsorpcionom rastvoru. Uzorci čađi su dobijani filtriranjem poznate zapremine vazduha kroz adekvatni filter papir. Reflektometrijska merenja indeksa čađi vršila su se na reflektometru tipa RM-02 marke Proekos.

➤ Dokumentovana metoda ispitivanja 66: Određivanje masene koncentracije sumpor-dioksida

Metoda se zasniva na apsorpciji sumpor-dioksida prisutnog u vazduhu u rastvor natrijum-tetrahloromerkurata (TCM) pri čemu se obrazuje kompleks, koji sa para-rozanilinom i formaldehidom daje intenzivno crveno-ljubičasto obojeno jedinjenje, čija se apsorbcija meri na talasnoj dužini od 570 nm.

Opseg merenja: 5-250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Granica kvantifikacije: 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Merna nesigurnost: $\pm 3\%$

➤ Dokumentovana metoda 67: Određivanje masene koncentracije azot-dioksida

Metoda se zasniva na apsorpciji azot-dioksida iz vazduha u rastvor trietanolamina. Dodatkom modifikovanog Griess-Salzman-ovog reagensa obrazuje se ružičasto obojenje, čija se apsorbcija meri na talasnoj dužini od 540 nm.

Opseg merenja: 5-250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Granica kvantifikacije: 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Merna nesigurnost: $\pm 4\%$

➤ ISO 9835:1993: Određivanje sadržaja čađi

Opseg merenja: 5-250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Granica kvantifikacije: 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

2.2. Ispitivanja suspendovanih čestica

Uzorci suspendovanih čestica uzimani su uzorkivačem ambijentalnog vazduha tipa MSV6 marke SVEN LECKEL, Nemačka.

Metode ispitivanja suspendovanih čestica su sledeće:

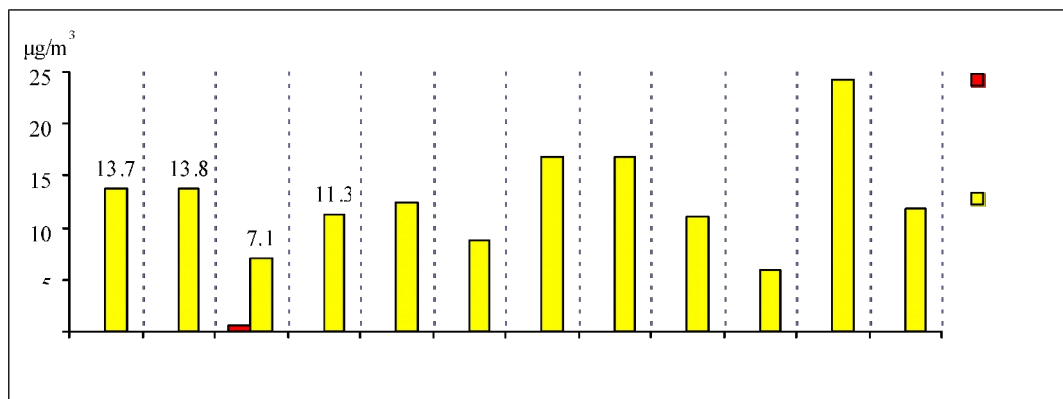
- SRPS EN 12341:2015 – Vazduh ambijenta – Standardna gravimetrijska metoda merenja za određivanje PM10 ili PM2,5 masene koncentracije suspendovanih čestica
- Dokumentovana metoda 38 – Određivanje sadržaja ukupnih suspendovanih čestica u vazduhu, nije akreditovana
- Metoda DM 82 za određivanje metala iz suspendovanih čestica nije akreditovana

Meteorološki podaci su prikupljeni iz najbliže ovlaštene institucije - Meteorološke stanice Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ), koja je locirana na Paliću.

Prikupljeni podaci su sistematizovani, obrađeni, analizirani i interpretirani u skladu sa Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Sl. glasnik RS 11/10, 75/10 i 63/13).

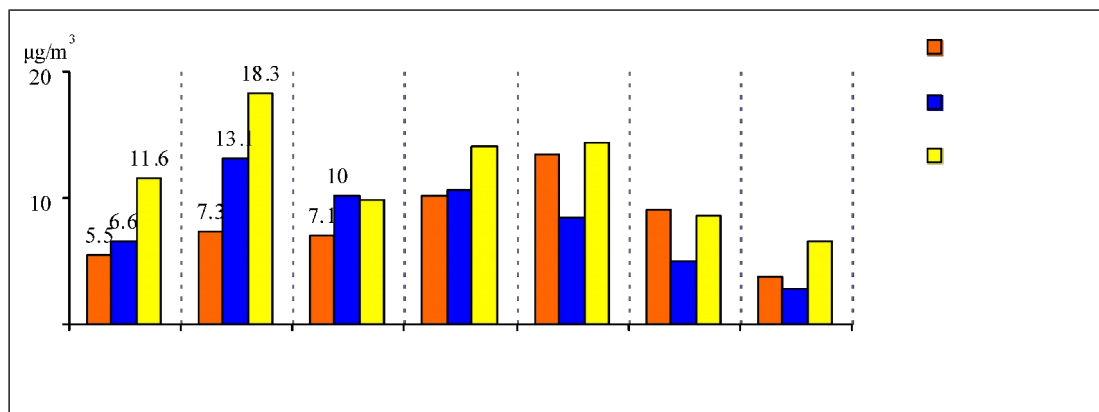
3. GRAFIČKI PRIKAZ REZULTATA

Grafikon 1



Grafikon 1 - Srednje mesečne koncentracije sumpor(IV)-oksida i azot(IV)-oksida za 2015.

Grafikon 2



Grafikon 2 - Srednje koncentracije čađi za period 15.oktobar 2014.-15.april 2015. na 3 merna mesta (Bajmok, Čantavir, Veliki Radanovac)

4. TABELARNI PRIKAZ REZULTATA

Tabela 1 - Prikaz srednjih vrednosti rezultata sumpor-dioksida i azot-dioksida u vazduhu u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za 2015. godine u Subotici

Parametar	Merna mesta	Bolnica
	Statistička obrada	REZULTAT
SO ₂	Broj merenja	333
	Srednja vrednost	<GK
	Medijana	<GK
	C98	0,4
	C95	0,3
	Minimum	<GK
	Maksimum	6
	Broj dana iznad GV	0
NO ₂	Broj merenja	332
	Srednja vrednost	12,8
	Medijana	11,7
	C98	21,5
	C95	18,6
	Minimum	<GK
	Maksimum	107
	Broj dana iznad GV	2

Napomena: <GK - dobijeni rezultat je ispod granice kvantifikacije date metode

Tabela 2 - Prikaz srednjih vrednosti rezultata čađi u vazduhu u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za 2015. godine u Subotici

Parametar	Merna mesta	Veliki Radanovac	M.Z. Čantavir	M.Z. Bajmok
	Statistička obrada	REZULTAT		
ČAD	Broj merenja	102	102	102
	Srednja vrednost	8,1	8,1	11,9
	Medijana	8,6	8,3	13,0
	C98	13,7	13,9	25,6
	C95	13,1	13,4	20,3
	Minimum	<GD	<GD	<GD
	Maksimum	31	36	86
	Broj dana iznad GV	0	0	3

Napomena: <GD - dobijeni rezultat je ispod granice detekcije date metode

Tabela 3 - Prikaz srednjih vrednosti rezultata PAH-ova i BTX-a u vazduhu u ng/m³ za 2015. godine

Statistička obrada	Gradska bolnica				
	Benzo-a-piren	Benzen	Toluen	m,p-ksilen	orto-ksilen
	ng/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
	R E Z U L T A T I				
Broj merenja	46	46	45	45	45
Srednja vrednost	7.61	5.05	7.69	7.76	2.58
Medijana	5.22	4.49	5.60	4.17	1.08
Minimum	2.95	2.95	3.55	2.89	0.87
Maksimum	19.31	10.01	21.51	29.10	11.27

Tabela 4 - Prikaz srednjih vrednosti koncentracija suspendovanih čestica – PM 2.5 i ukupnih za 2015.

Parametar	Statistička obrada	Gradska bolnica R E Z U L T A T I
PM 2.5	Broj merenja	49
	Srednja vrednost	63
	Medijana	48
	C95	162
	C98	214
	C90,4	115
	Minimum	10
	Maksimum	250
	Broj dana veći od GV*	8
	Ukupne suspendovane čestice	Broj merenja
Srednja vrednost		75
Medijana		59
C95		147
C98		188
C90,4		137
Minimum		31
Maksimum		250
Broj dana veći od GV**		7
Broj dana veći od GV***		18

*Napomena- Broj dana preko granične vrednosti (25µg/m³) za period usrednjavanja kalendarska godina

**Napomena- Broj dana preko granične vrednosti (120µg/m³) za period usrednjavanja jedan dan,

***Napomena- Broj dana preko granične vrednosti (70µg/m³) za period usrednjavanja kalendarska godina

Tabela 5 - Prikaz srednjih vrednosti koncentracija suspendovanih čestica sa teškim metalima u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za 2015. na mernom mestu Gradska bolnica

Broj ciklusa:	R E Z U L T A T I				
	PM10	Pb	As	Cd	Ni
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Broj merenja	50	50	50	50	50
Srednja vred.	56	0,013	0,002	<GK	0,002
Medijana	36	0,010	0,002	<GK	0,001
C95	177	0,039	0,007	0,001	0,008
C98	221	0,064	0,017	0,001	0,010
C90,4	129	0,024	0,005	0,001	0,006
Minimum	4	0,002	<GK	<GK	<GK
Maksimum	280	0,064	0,022	0,002	0,014
Br. dana veći od GV*	15	/	/	/	/
Br. dana veći od GV**	17	/	/	/	/

*Napomena- Broj dana preko granične vrednosti ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) za period usrednjavanja jedan dan,

**Napomena- Broj dana preko granične vrednosti ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$) za period usrednjavanja kalendarska godina

Tabela 6 - Prikaz srednjih vrednosti koncentracija prizemnog ozona u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za 2015. na mernom mestu Gradska bolnica

Statistička obrada	Gradska bolnica
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Broj merenja	35
Srednja vrednost	54.09
Medijana	48.65
Minimum	0
Maksimum	252

5. ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA

5.1. Rezultati ispitivanja sumpor-dioksida

Prekoračenja granične i tolerantne ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vrednosti sumpor-dioksida u 24-časovnim uzorcima vazduha tokom 2015. godine nisu utvrđena ni u jednom slučaju od ukupno 333 merenja (2014: isto nije bilo).

Srednja godišnja vrednost koncentracije sumpor-dioksida na teritoriji grada iznosila je ispod granice kvantifikacije date metode u $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.2. Rezultati ispitivanja čađi

Granična vrednost za čađ tokom jednog dana prema važećoj Uredbi iznosi $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a tolerantna $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Prekoračenje maksimalno dozvoljene vrednosti za čađ u 24-časovnim uzorcima vazduha tokom 2015. godine utvrđeno je kod 3 od ukupno 306 uzoraka. Prošle godine zabeležena su 1 prekoračenja izmerenih vrednosti od ukupno 608 uzoraka. Ova tri prekoračenja su zabeležena na mernom mestu M.Z.Bajmok.

Srednja vrednost čađi tokom perioda merenja, tj. u periodu loženja od 15. oktobra 2014 da 15. aprila 2015. na teritoriji grada iznosila je $8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksimalna vrednost od $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ izmerena jednom na mernom mestu M.Z.Bajmok.

5.3. Rezultati ispitivanja azot-dioksida

Granična vrednost azot-dioksida za jedan dan prema Uredbi iznosi $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a tolerantna $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dnevne koncentracije ovog polutanta tokom 2015. godine merene su kretale su se do $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2014: $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Prekoračenje granične vrednosti azot-dioksida u 24-časovnim uzorcima vazduha tokom 2015. godine je utvrđeno 2 od ukupno 332 uzoraka (nije utvrđeno niti u jednom od ukupno 580 uzoraka).

Srednja vrednost azot-dioksida tokom 2015. godine iznosila je $12,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.4. Rezultati ispitivanja suspendovanih čestica

Za suspendovane čestice PM_{2.5} granična vrednost od $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je propisana samo za period usrednjavanja od jedne kalendarske godine. Granična vrednost suspendovanih čestica PM₁₀ za jedan dan iznosi $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (za kalendarsku godinu iznosi $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i ne sme se prekoračiti 35 puta u kalendarskoj godini, a tolerantna $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Koncentracija suspendovanih čestica PM_{2,5} je 8 puta prešlo $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tokom kalendarske godine.

Tokom 2015. godine, broj prekoračenja dnevne maksimalno dozvoljene vrednosti za PM₁₀ je 15 od ukupno 50 uzoraka (30%). Međutim, ako se povremena uzimanja uzoraka koriste za ocenu prekoračenja granične vrednosti za PM₁₀, ocenjuje se 90,4 - percentil (koji treba da je niži od ili jednak $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) umesto broja prekoračenja, što zavisi od raspoloživosti podataka. 90,4 percentil za srednju godišnju koncentraciju PM₁₀ je $129 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za što je više od dozvoljene vrednosti od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tokom 2015. godine, broj prekoračenja dnevne maksimalno dozvoljene vrednosti za ukupne suspendovane čestice je 7 od ukupno 47 uzoraka (15%).

6. ZAKLJUČAK

Obrađeni podaci se odnose na dnevne uzorke, što znači da su tokom dana moguća kratkotrajna, epizodna zagađenja sa znatno višim koncentracijama. Ovakvo stanje može iritirajuće delovati, naročito ako su i meteorološki uslovi nepovoljni.

Petogodišnjim ispitivanjima kvaliteta vazduha sa aspekta zagađenja sumpor-dioksidom, utvrđeno je da su najviše koncentracije ovog polutanta zabeležene 2009. godine. Kasnijih godina koncentracije su bile u opadanju što se moglo i očekivati usled premeštanja dela industrijske zone iz Subotice kao i usled uvođenja zakonskih regulativa koje su zaživele u susednim zemljama, članicama EU, kojom je propisana obavezna ugradnja katalizatora u motore sa unutrašnjim sagorevanjem. Kao posledica navedenih mera, tokom 2013. godine, maksimalna koncentracija sumpor-dioksida iznosila je svega 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Petogodišnje analize čađi i azot-dioksida ukazuju da su njihove koncentracije od 2010. do 2015. godine u blagom opadanju.

Pored toga što oštećuju zdravlje, suspendovane čestice stvaraju smanjenu vidljivost tokom dana. Od veličine čestica koje se nalaze u vazduhu zavisi njihova sudbina, zdravlje ljudi i stanje životne sredine. Što su čestice manje mogu dopreti dalje od izvora emisije, ali i dublje u pluća čoveka. Monitoring suspendovanih čestica se u Subotici, za sada, temelji samo na povremenim ispitivanjima. U suspendovane čestice se ubraja i čađ koja često čini 5-10% od ukupnog sadržaja PM2.5, mada koncentracija čađi pored puteva dostiže do 20% od ukupnog sadržaja fino suspendovanih čestica.

Na osnovu svega navedenog, a na osnovu indeksa SAQI 11, može se zaključiti da je vazduh na teritoriji grada Subotice odličnog kvaliteta. Aerozagađenje je neznatno, sve manje izraženo tokom godina, a prvenstveno potiče od saobraćaja, kao i iz difuznih tačkastih izvora (loženje u domaćinstvima) u zimskom periodu.

7. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE KVALITETA VAZDUHA

Smanjenu zagađivanja koje potiče iz stacionarnih izvora doprinosi nastavljanje gasifikacije, širenje daljinskog sistema grejanja, izbor goriva te obezbeđenje kontrole procesa sagorevanja u kotlarnicama. Od velikog značaja su mere unapređenja procesa proizvodnje u industriji uz redovnu kontrolu emisije zagađujućih supstanci.

Potrebno je obezbediti uredno čišćenje i pranje saobraćajnica, popločanih površina i redovno odnošenje smeća. Od posebnog značaja je sprečavanje nastanaka divljih deponija i uklanjanje postojećih nehigijenskih deponija uz sistematsko regulisanje odlaganja otpada u smislu izgradnje higijenske deponije. Spaljivanje otpada neophodno je zamenjivati naprednijim metodama razvrstavanja i uklanjanja otpada.

U cilju smanjenja potrošnje energije posebnu pažnju treba posvetiti merama termoizolacije kao racionalnoj meri za smanjenje utrošenog goriva, što indirektno dovodi i do smanjenja aerozagađenja.

Radi **smanjenja aerozagađivanja uzrokovanog saobraćajem**, neophodno je:

- izgraditi zaobilazne puteve oko Subotice i Palića za tranzitni saobraćaj,
- obezbediti viši nivo tehničke ispravnosti vozila,
- obezbediti kvalitetno gorivo i sprečavati prodaju goriva lošeg kvaliteta,
- izgraditi kvalitetne i bezbedne biciklističke i pešačke staze,
- strogom kontrolom rada benzinskih pumpi svesti njihovo zagađivanje vazduha naftnim derivatima na najmanju moguću meru.

U cilju smanjenja postojećeg aerozagađivanja potrebno je više pažnje posvetiti i **kontroli difuznog zagađivanja**:

- kontrolom ispravnog funkcionisanja sistema sagorevanja individualnih ložišta,
- nastavkom započete gasifikacije grada,
- proširivanjem sistema centralnog zagrevanja.

U cilju **smanjenja zagađenja vazduha taložnim materijama** više pažnje posvetiti:

- čišćenju i pranju ulica,
- negovanju i proširivanju zelenih površina,
- sadnji zaštitnog zelenog pojasa pored saobraćajnica,
- pretvaranju zapuštenih i korovom zaraslih parcela u parkove i dečja igrališta,
- sanaciji divljih deponija.

Neophodno je sprovoditi akcije, uz aktivno uključivanje stanovništva, grada i inspeksijskih organa. Pored stalne edukacije stanovništva, u cilju razvijanja ekološke svesti, neophodno je i pravovremeno i objektivno informisanje o preduzetim akcijama za čistiji vazduh kao i o postignutim efektima.