Bosna i Hercegovina
Federacija Bosne i Hercegovine
KANTON SARAJEVO
Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša

Bosnia and Herzegovina
Federation of Bosnia and Herzegovina
CANTON SARAJEVO
Ministry of Physical Planning, Construction and Environmental Protection

REGIONAL EDUCATION AND INFORMATION CENTRE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN SOUTH-EAST EUROPE
REGIONALNI CENTAR ZA OBRAZOVANJE I INFORMISANJE IZ ODRŽIVOG RAZVOJA ZA JUGOISTOČNU EVROPU

Brošura
Upravljanje kvalitetom zraka u Kantonu Sarajevo

Projekat podržan od strane Ministarstva prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo

BROŠURA
Upravljanje kvalitetom zraka u Kantonu Sarajevo

U okviru projekta	Podrška medijima za objektivno i pravovremeno informisanje o stanju kvaliteta zraka u Kantonu Sarajevo
Podrška	Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo
Implementacija	Regionalni centar za obrazovanje i informisanje iz održivog razvoja za Jugoistočnu Evropu

Stavovi i mišljenja izrečeni o ovom dokumentu su isključivo stavovi REIC-a, a ne Ministarstva.

Raspoloživo na:
www.reic.org.ba
www.mpz.ks.gov.ba

Sarajevo, april 2015. godine

Predgovor

Brošura „Upravljanje kvalitetom zraka u Kantonu Sarajevo" je dio projekta „Podrška medijima za objektivno i pravovremeno informisanje o stanju kvaliteta zraka u Kantonu Sarajevo". Projekat je odobren i finansiran od strane Ministarstva prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo.

Opšti cilj projekta je podizanje svijesti opšte javnosti na području Kantona Sarajevo o zraku u cijelosti, te koje aktivnosti poduzeti da bi se izbjegla i/ili smanjila emisije zagađujućih materija u zrak. Također, realizacijom ovog projekta se nastoji stvoriti podloga za objektivno i pravovremeno medijsko izvještavanje o stanju kvalitet zraka u Kantonu Sarajevo.

U toku zimske sezone u Kantonu Sarajevo često budu prekoračene dozvoljene koncentracije zagađujućih materija, a prije svega čvrstih čestica do 10 μm koje su lokalnog karaktera i koje stvaraju najviše problema za lokalno stanovništvo. Registrom emisija u zrak za KS 2010 predložena je šema integralnog upravljanja kvalitetom zraka u Kantonu Sarajevo, a koja uključuje i komponentu reagovanja u realnom vremenu putem davanja pravovremenih i objektivnih informacija (i upozorenja) građanima. Ovaj projekat je uzeo u obzir i preporuke date Planom interventnih mjera u slučajevima prekomjerne zagađenosti zraka u Kantonu Sarajevo. Ovaj je projekat, de facto, biti podrška ova dva dokumenta u njihovoj implementaciji.

Cilj ove brošure je upoznati čitaoca sa osnovnim karakteristikama Kantona Sarajevo u kontekstu upravljanja kvalitetom zraka. Brošura prikazuje opšte karakteristike kantona (meteorološke i orološke karakteristike), historijski pregled i trenutno stanje kvaliteta zraka, te koje je mjere moguće provoditi u stanju prekomjerne zagađenosti zraka, te moguće mjere prevencije.

Vedad Suljić
REIC Sarajevo

1. Problematika kvaliteta zraka

Problematika zagađivanja zraka postoji koliko i industrijalizacija. Historijski gledano ona ima tri karakteristične faze:

- lokalno zagađivanje produktima nepotpunog sagorijevanja [1], karakteristično za period 1870. – 1970.,
- regionalno (razmjera kontinenata) zagađivanje kiselim gasovima [2], karakteristično za period 1950. – 2000., te
- globalno (svjetsko) zagađivanje stakleničkim gasovima, kao i gasovima koji stanjuju ozonski sloj, posebno karakteristično za period nakon 1990.-e godine.

Kretanje materije na liniji tlo – atmosfera – hidrosfera je prirodna pojava. Prirodni zrak nije čist. Sadrži prašinu, sumpor dioksid, azotne okside, ugljenmonoksid. Kroz svoj razvoj živa bića su se navikla na sadržaj ovih materija u atmosferi. Međutim, urbanizacijom i industrijalizacijom ubrzava se ritam kretanja materija na liniji tlo – atmosfera – hidrosfera što izaziva pojavu koncentracija pojedinih zagađujućih materija koja je štetna za zdravlje ljudi, eko-sisteme i izgrađena dobra.

Korištenje uglja, a zatim i drugih fosilnih goriva osnov je industrijske (bolje reći: energetske) revolucije, ali i osnovni uzrok zagađivanja zraka, pa i okoline, uopšte. Problematika zagađivanja zraka prvo se pojavljuje na lokalnom nivou – u pojedinim gradovima sa intenzivnim korištenjem uglja. Pored korisne energije, proizvodi energetske konverzije uglja bili su najkarakterističniji produkti nepotpunog sagorijevanja: ugljenmonoksid, čađ, čvrste čestice (leteći pepeo), te sumpordioksid. Prisustvo čađi u atmosferi gradova pogodovalo je stvaranju magle, a magla je ometala zagrijavanje tla i stvaranje usponskog strujanja zraka[3], čime bi se prizemni slojevi atmosfere grada ventilirali, te dolazi do stvaranja smoga (engl. smoke (dim) + fog (magla)).

Zagađivanje zraka je proces ispuštanja u atmosferu štetnih, opasnih, toksičnih i radioaktivnih gasova ili čestica, uglavnom kao posljedica čovjekovih aktivnosti. Kada se u stručnoj i naučnoj literaturi koristi termin zagađivanje zraka tada se obično misli na zagađivanje koje nastaje kao posljedica ljudskih aktivnosti.

---

[1] Čađ, ugljen monoksid i nesagorjeli ugljikovodici
[2] Gasovi koji uzrokuju zakiseljavanje tla i voda
[3] Zagrijani zrak je lakši i struji prema gore

Osnovni uzroci emisija su:

- veličina potreba koje se zadovoljavaju urbanizacijom i industrijalizacijom,
- način zadovoljenja potreba,
- tehnologija zadovoljavanja potreba.

Osnovni povodi emisije se mogu grupisati u:

- spaljivanje fosilnih goriva i njihovih derivata za potrebe vršenja rada i grijanja,
- tehnološki procesi,
- sagorijevanje goriva u motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem i
- spaljivanje otpada.

Poznato pravilo poteklo iz Velike Britanije:
Rješenje zagađivanja je razrjeđenje
(Solution of pollution is dilution)

Razlikuju se:

- kontrolisana emisija (zagađujuće materije napuštaju izvor zagađivanja kroz cijevi ili dimnjake) i
- nekontrolisana emisija (zagađujuće materije napuštaju objekat kroz prirubničke spojeve i druga mjesta brtvljenja, pretovara, presipnih mjesta itd.).

Dok se emisija čađi i ugljenmonoksida mogla jednostavno otkloniti (i to uz troškove koji su se amortizovali za nekoliko dana ili nekoliko mjeseci), emisija sumpor dioksida, koja je rasla porastom potrošnje energije, nije se mogla jednostavno (sa prihvatljivim troškovima) otkloniti. Problem se rješavao primjenom prirodnih mehanizama samočišćenja atmosfere, koji se pojačavaju izborom povoljne lokacije postrojenja i izgradnjom (dovoljno) visokog dimnjaka. Tako se postiže lokalno razblaživanje dimnih gasova (značajno zbog sumpor dioksida), a u širim razmjerama vrši spiranje sumpor dioksida na tlo (suha depozicija ili u obliku kiselih kiša).

Polu-život sumpordioksida je oko sedam dana i za to vrijeme vazdušne mase koje sadrže značajne količine sumpor dioksida mogu da pređu hiljade kilometara. Emisija sumpordioksida raste, tako da je 1980. godine svjetska emisija ovog polutanta iznosila 120.000.000 tona godišnje, upravo kolika je bila i njegova prirodna emisija. Međutim, dok je prirodna emisija sumpor dioksida raspoređena po cijeloj planeti, emisija porijeklom od čovjekove aktivnosti bila je kocentrisana

na Evropu i Sjevernu Ameriku, te nešto manje Aziju (Kina). Uz sumpor dioksid, pojavljuje se, i djeluje zajedno s njim još jedan gas koji sa kišom daje kiselinu - azotni oksidi. Mjerom visokih dimnjaka pojedine zemlje su rješavale svoje probleme, da bi kiselim kišama (vrlo često sa pH vrijednosti koja odgovara kiselosti sirćeta), zagađivale druge zemlje, uništavajući im šume, smanjujući prinos od poljoprivrede i pojačavajući koroziju izgrađenog (metali), odnosno razjedanje građevina, posebno historijskih (sazidane od krečnjaka). Posebno je bilo značajno zagađivanje Skandinavije iz Velike Britanije, te većeg dijela Evrope iz DDR, ČSSR i Poljske, socijalističkih zemalja sa vrlo ekstenzivnom energetikom. Prethodna Jugoslavija je do 1990. godine bila neto uvoznik, da bi te godine postala neto izvoznik sumpornih spojeva. Zahvaljujući međunarodnoj saradnji i, saglasno tome, poduzetim akcijama, svjetska emisija sumpordioksida od 1980. godine opada.

Glavni produkt sagorijevanja fosilnih goriva je ugljen dioksid. Njegova emisija je srazmjerna količini energije koja se želi dobiti sagorijevanjem karbona iz goriva. Sadržaj ugljen dioksida u atmosferi iznosi oko 0,03%, a čak gotovo 100 puta veća koncentracija ne bi bila štetna za čovjeka i životinje, a biljke bi upravo uživale u takvoj ponudi njihovog glavnog prehrambenog artikla. Stoga se ugljen dioksid ne smatra zagađujućom materijom. Međutim, ovaj gas, kao i ostali tro i višeatomni gasovi izazivaju klimatske promjene. Prosječna temperatura na planeti Zemlji je 15 $^{\circ}$C, a da u atmosferi nema CO_2 ona bi bila –18 $^{\circ}$C, tj. čak za 33 $^{\circ}$C niža. Porast ugljen dioksida u atmosferi koji se opaža u drugoj polovini prošlog vijeka, sa ubrzanijim porastom krajem tog vijeka, dovodi do povećanja prosječne temperature na Zemlji, mijenjajući klimu (na nekim dijelovima Planete, prosječna temperatura opada, na nekim raste, mijenja se režim padavina…). Do klimatskih promjena dolazi i zbog promjene namjene prostora (smanjuju se površine pod šumama – rezervoarom ugljika, mijenja se boja tla). Problem je globalan, jer je ciklus ugljen dioksida u atmosferi oko 10 godina. Ova pojava prijeti da izazove značajne posljedice prvo po ekosisteme, a time i na privrede pojedinih država. Ljudska civilizacija dolazi pred njen, do sada najveći, okolinski problem, za koga još nema potpunog rješenja ni na papiru.

1.1 Nivoi problematike zagađivanja zraka

Kod razmatranja strategije očuvanja čistoće zraka važno je problematiku podijeliti u više različitih nivoa. Najjednostavnija je podjela na četiri različita nivoa problematike čistoće zraka – lokalni, regionalni, državni i globalni. Svaki od nivoa je definisan prostornim i vremenskim razmjerama, karakterističnim veličinama emisije i zagađenosti zraka, manifestacijama i djelovanjem zagađenog zraka, te

odgovarajućim mjerama (tehničkim i drugim) zaštite zraka od zagađivanja. Podjela na nivoe omogućava lakše sagledavanje problematike i razradu strategije očuvanja čistoće zraka.

Izvori emisija se razlikuju isto tako po nivoima; na lokalnom i regionalnom nivou to su grijanje stanova, ustanova i industrija i saobraćaj, dok su na nacionalnom i globalnom nivou emisije iz snažnih izvora (velika industrijska postrojenja i termoelektrane), kao i emisija iz površinskih izvora (gradovi), odnosno emisija pojedinih država i kontinenata. Emisija zagađujućih materija od saobraćaja je od značaja samo na lokalnom nivou. Za zagađivanje zraka na području Kantona Sarajevo interesantan je lokalni nivo. Na ovom nivou zagađenost zraka potiče od produkata nepotpunog sagorijevanja iz malih ložišta i pogona. Postoji veći broj manjih izvora. Štetni efekti su izraženi samo na području emisije ili neposredno uz to područje.

Osnovne zagađujuće materije iz malih ložišta su:

- produkti nepotpunog sagorijevanja (čađ, ugljenmonoksid, ugljikovodici),
- produkti koji su rezultat karakteristika goriva i tehnologije sagorijevanja (leteći pepeo, sumpor dioksid).

Kod malih ložišta emisija sumpor dioksida se može smanjiti samo kroz izbor vrste uglja i, donekle, primjenom odgovarajućih tehnologija sagorijevanja. Što se tiče produkata nepotpunog sagorijevanja, pojava ovih produkata ne samo da izaziva zagađivanje zraka, nego se dio energije koju oni nose napušta ložište kroz nesagoreni ugljik i vodik, te je veća potrošnja uglja, a time i emisija sumpor dioksida. Stoga je izbjegavanje produkata nepotpunog sagorijevanja dvostruko značajno – i ekološki i ekonomski.

1.2 Razumijevanje toka zagađivanja zraka

Za zagađujuće materije kao i za ostale materije u prirodi, karakteristično je ciklično kretanje. To kretanje je okarakterisano stalnim emitovanjem materija sa tla i iz hidrosfere u atmosferu i isto tako njihovim neprekidnim vraćanjem iz atmosfere na tlo i hidrosferu. Uzroci ove izmjene materija su prirodni i antropogeni[4]. Prirodno kruženje materija u zraku se odlikuje:

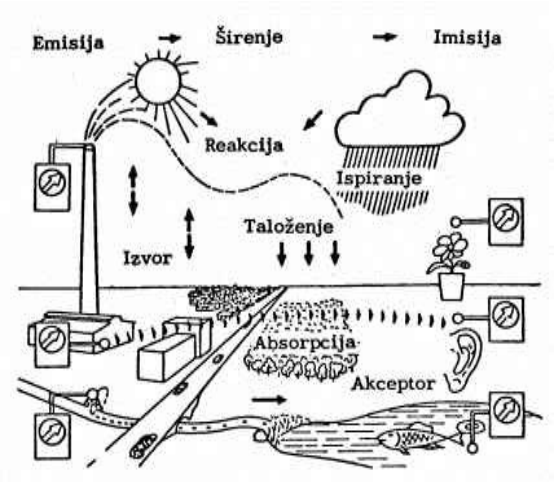
- emitovanjem materija od strane živih bića (disanje), te truljenje,

[4] Efekti koji nastaju djelovanjem čovjeka na okolinu

- emitovanjem materija iz drugih prirodnih procesa (vulkanske erupcije, geolske erozije, šumski požari itd.),
- kondicioniranjem od strane biljaka (asimilacija) i
- kondicioniranjem kroz druge procese (hemijska transformacija polutanata i njihovo uklanjanje iz atmosfere).

Antropogeni tok materija ima sljedeće osnovne komponente (Slika 1):

- zagađivanje kroz transformaciju energije sagorijevanjem fosilnih goriva,
- emitovanje gasova koji su učestvovali u tehnološkim procesima i
- čišćenje otpadnih gasova.



Slika 1. Prikaz lanca zagađivanja, rasprostiranja i djelovanja zagađujućih materija u atmosferi

Brzina prirodnog kondicioniranja zraka je srazmjerna koncentraciji date zagađujuće materije i drugim uslovima pri kojim se ovaj proces odvija. Ovi uslovi su dužina trajanja rasprostiranja, meteorološki uslovi (brzina vjetra i turbulencija atmosfere, količina solarne radijacije), kao i koncentracija drugih primjesa u atmosferi. Stoga su procesi unošenja materija u atmosferu i kondicioniranje zraka uvijek u dinamičkoj ravnoteži, a ravnotežni nivo se uspostavlja na određenoj visini koncentracije date materije u zraku, pri čemu je ovaj nivo utoliko viši što je emisija veća i uslovi kondicioniranja slabiji. Određivanje željene visine koncentracije zagađujućih materija u datom području, a to znači i regulisanje zagađivanja

(prirodnog i tehničkog), kao i određivanja željene količine zagađujućih materija koje će depozicijom ući u tlo i litosferu naziva se upravljanje kvalitetom zraka. U cilju lakšeg izučavanja problematike razlikuju se sljedeće faze problematike upravljanja kvalitetom zraka:

- proizvodnja i emitovanje zagađujućih materija,
- rasprostiranje zagađujućih materija (transmisija),
- kondicioniranje atmosfere - uklanjanje zagađujućih materija (depozicija) i njihov odlazak u tlo i hidrosferu i
- pojava zagađenog zraka u datom području i unos zagađujućih materija u receptore (imisija).

1.3 Djelovanje zagađenog zraka

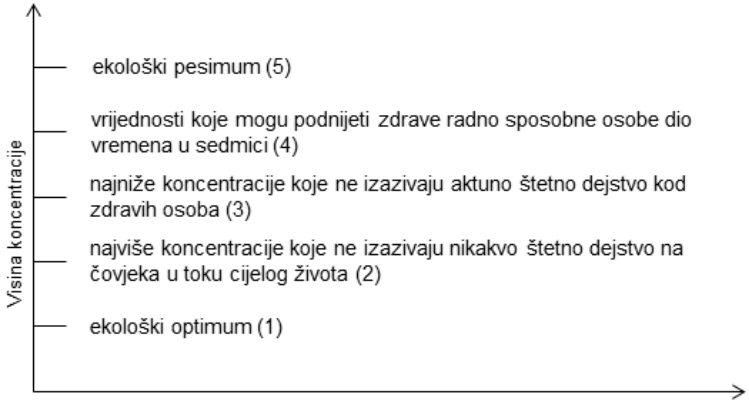
S obzirom da se kroz biološki razvoj čovjek privikao na određene koncentracije materija koje učestvuju u razmjeni između tla i atmosfere jasno je da, uslovno rečeno, ne postoje štetne materije nego samo štetne koncentracije.

Izvjesno je da prirodne koncentracije predstavljaju ekološki optimum za živi svijet. Međutim, važna je činjenica da rastojanje između ekološkog optimuma i pesimuma, mada je zavisno od vrste materije, nije tako malo. To znači da između optimuma i pesimuma[5] postoji čitav niz karakterističnih vrijednosti koncentracija koje izazivaju manje ili više štetne posljedice po živi svijet (Slika 2).

Ekološki optimum (1) je najniža vrijednost, a ekološki pesimum (5) najviša karakteristična vrijednost. Između njih se nalaze koncentracije koje mogu podnijeti, bez lako uočljivih posljedica samo radno sposobne osobe i to samo dio vremena u toku sedmice (4), kao i značajno niže koncentracije koje ne izazivaju akutno štetno dejstvo kod zdravih osoba (koncentracije između nivoa (2) i (3)). U problematici životne sredine značajan je interval koncentracija između nivoa (2) i (3). To su koncentracije znatno više od prirodnih, ali takve da još uvijek ne izazivaju bilo kakve štetne posljedice na čovjeka u toku cijelog života (2), odnosno ne izazivaju akutno štetno dejstvo. Atmosferski zrak u kojeg se emituju zagađujuće materije ne mora da bude zagađen. Zrak se smatra zagađenim samo ukoliko se dinamička ravnoteža između emisije date materije i samočišćenja postigne na tako visokom nivou da su njene koncentracije niže od usvojenih vrijednosti koje se

[5] Najpovoljnije dejstvo koncentracije na životnu aktivnost označava se kao optimum, a najnepovoljnije dejstvo kao pesimum.

smatraju štetnim i ako se u atmosferi pojave primjese koje nisu karakteristične za nju i za koje ne postoji (efikasan) prirodni mehanizam razgradnje i samočišćenja.



Slika 2. Karakteristični nivoi koncentracija hemijskih primjesa u atmosferi

Prema tome, materije koje su dovele do zagađenog zraka su tada zagađujuće materije, a emisija ovih materija je zagađivanje zraka. Pod terminom zagađenost zraka smatrala bi se koncentracija zagađujućih materija u atmosferi datog područja. Unos ovih materija u žive organizme, odnosno adsorpcija od strane materijala naziva se imisija. Povećane koncentracije nekih supstanci u zraku ugrožavaju zdravlje na različite načine tako što izazivaju bolesti disajnih organa, upalu sluzokože, infekcije, trovanja itd.

Posljedice zagađenog zraka na zdravlje ljudi se dijele na hronične i akutne. Razlika između hroničnih i akutnih posljedica uticaja kvaliteta zraka na zdravlje je u vremenskom razdoblju u kojem se posljedice nakon boravka u zagađenoj okolini pojavljuju. Precizno utvrđivanje zdravstvenih posljedica atmosferskih emisija traži raspolaganje velikim statističkim uzorkom uz primjenu dužeg vremena posmatranja. Veza između doze i zdravstvenih posljedica određuje se na temelju posmatranja određene grupe stanovništva kroz neko vrijeme. Do danas su sa najvećom sigurnošću ustanovljene zdravstvene posljedice izlaganja organizma atmosferi s određenim sadržajem lebdećih čvrstih čestica i prizemnog ozona. Uticaj na zdravlje zavisi od veličine čestica. U načelu, što su čestice manje, to dublje prodiru u organizam i imaju veći uticaj na zdravlje. Većina podataka u studijama koje se bave ovom problematikom se odnosi na čestice promjera 10 µm koje su u literaturi poznate pod nazivom PM10. Manje podataka o uticaju na

zdravlje postoji za sitnije čestice. U novije vrijeme dio studija zdravstvenih posljedica razmatra djelovanje čestica promjera oko 2,5 µm (s oznakom PM2,5).

Sastojci fotohemijskog smoga također štetno djeluju na ljudski organizam i mogu prouzrokovati oslabljen vid, iritaciju očiju, smanjen imunitet, podraženost respiratornog trakta, nastajanje ili intenziviranje postojećih hroničnih bolesti pluća te ostale zdravstvene uticaje. Osim toga, ozon kao jaki oksidans izaziva štete na materijalima i biljkama, te može smanjiti agronomsku produktivnost za 5-15%. Djelovanje kiselih gasova je značajno i putem tzv. kiselih kiša. Kisele kiše (kiše čija je pH vrijednost manja od 5,6) nastaju kondenzacijom pare u oblaku koji sadrži sumporne i azotne okside, ili spiranjem ovih supstanci koje se nalaze ispod baze oblaka. Vrijednost pH u ovom slučaju može da bude jako niska što štetno djeluje na šume, poljoprivredne usjeve, kao i izgrađena dobra (korozija, razgradnja građevina sačinjenih od krečnjaka itd.).

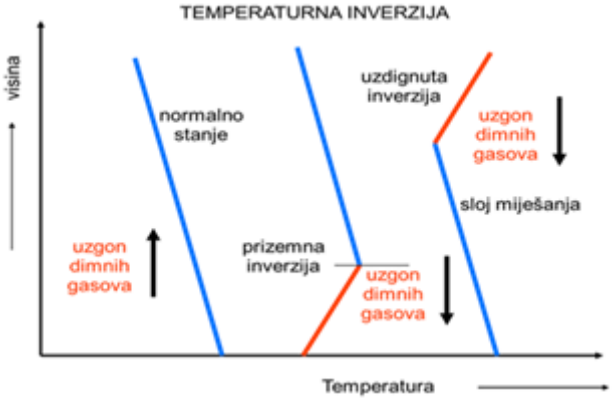
2. Karakteristike Kantona Sarajevo sa aspekta kvaliteta zraka

Centralni dijelovi grada smješteni su u kompozitnoj Sarajevskoj kotlini koja se pruža od istoka prema zapadu i završava u Sarajevskom polju, okruženo planinama Bjelašnicom i Igmanom na jugozapadu, Trebevićem na jugoistoku, te srednjim planinama i međudolinskim rtovima na sjeveru i sjeverozapadu. Najstariji dijelovi grada (Vratnik, Bistrik, Hrid, Kovači, Alifakovac) su na padinama okolnih bregova. Prosječna nadmorska visina Sarajevskog polja je 500 m. Područje Sarajeva nalazi se pod uticajem srednje-evropske kontinentalne klime sa sjevera i mediteranske klime sa juga. Isprepletenost ovih uticaja, kao i raznovrsnost reljefa daju ovom području odlike umjereno kontinentalne klime.

Godišnji hod temperature zraka ima dosta uravnotežen porast od januara do jula i izražen pad prema decembru. Najhladniji mjesec je januar i jedini ima negativnu srednju mjesečnu vrijednost. Međutim, u nekim godinama se dešavalo da mjesec februar bude znatno hladniji ili čak da bude i topliji od mjeseca marta pa ovakve temperaturne promjene u zimskim mjesecima za rezultat imaju izraženu pojavu dugotrajnih magli i temperaturnih inverzija. Izražen kotlinski karakter terena glavni je uzrok čestih pojava magli, posebno u jutarnjim satima.

Za Sarajevsku kotlinu je karakteristična prirodna pojava – nastanak inverzionog sloja. Antropogeni uticaj može pojačati taj fenomen. Normalno je stanje da temperatura zraka opada sa visinom. U tom slučaju postoji uzgon toplih dimnih (ispusnih) gasova u vis. Međutim, može doći do pojave da temperatura zraka raste

sa visinom – pri tlu (prizemna inverzija) i na određenoj visini (uzdignuta inverzija) (Slika 3). Prizemna inverzija nastaje kada noću hladan zrak „sklizne" sa planine i popuni kotlinu. Uzdignuta inverzija nastaje kada na određenoj visini duva topao vjetar. U zonama temperaturne inverzije uzgon dimnih plinova je na dole i oni se gomilaju u kotlini.

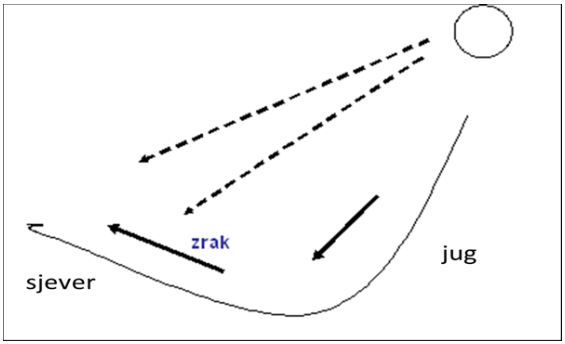


Slika 3. Prikaz temperaturne inverzije

Ovakve meteorološke situacije uglavnom se nepovoljno odražavaju na uslove života u Sarajevu sa aspekta kvaliteta zraka jer uzrokuju formiranje gustih magli koje prekrivaju gradsko područje.

Pored temperaturne inverzije veliki uticaj na kvalitet zraka ima još i strujanje zraka. U zimskom periodu kada su najveće emisije za Kanton Sarajevo je karakteristično odsustvo vjetrova. Stoga je za ventilaciju značajna pojava usponskih strujanja. Međutim smog sprječava da sunčevi zraci dospijevaju do tla, te teže dolazi do usponskih strujanja (rezultat zagrijavanja tla), što opet usporava procese samočišćenja zraka. Isti efekat daje snijeg na tlu. Ovo znači da bi bila manja zagađenost sa svim polutantima, treba smanjiti emisiju čvrstih čestica. Isto tako, treba čistiti ulice od snijega.

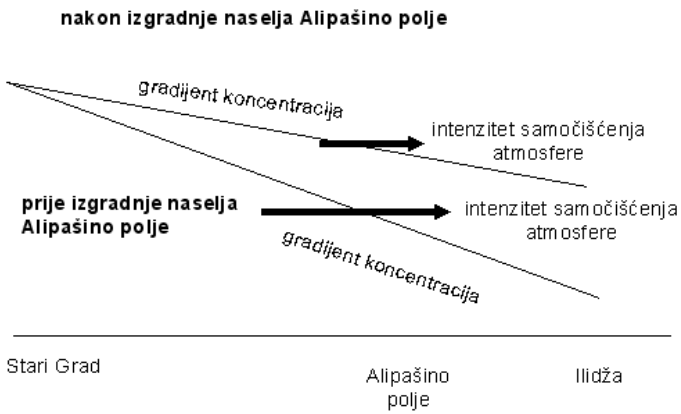
Za procese samočišćenja atmosfere značajan je i odnos prisojnih i osojnih strana grada u kotlini (Slika 4). Sunce je zimi nisko na jugu i u toku dana grije prisojnu stranu (sjeverne padine oko Sarajeva). Na toj strani dolazi do usponskog strujanja, te se zagađeni zrak iz kotline penje uz prisojnu (sjevernu) stranu.



Slika 4. Uticaj osunčanosti na procese samočišćenja atmosfere

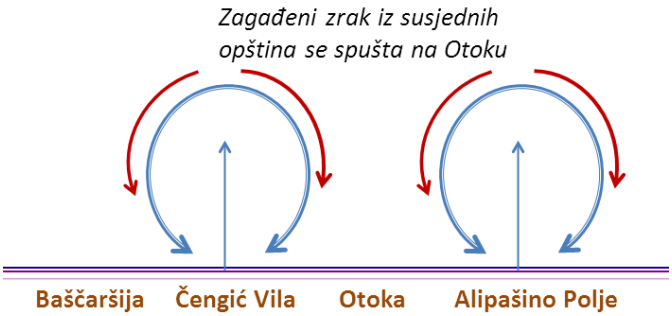
Pored procesa samočišćenja atmosfere strujanjem zraka, važan proces predstavlja i tzv. turbulentna difuzija odnosno kretanje zagađenog zraka od mjesta veće koncentracije ka mjestu niže koncentracije. Ovdje se kao primjer može uzeti izgradnja naselja Alipašino polje. Izgradnja ovog naselja (zapadni dio Sarajeva) uticala je na promjenu kvaliteta zraka u istočnom dijelu grada (Stari Grad i Centar). Naime, intenzitet prirodnog samočišćenja atmosfere jednak je koeficijentu turbulentne difuzije i razlike koncentracija zagađujućih materija. Unošenjem novih izvora zagađivanja zraka (u to vrijeme se Alipašino Polje grijalo pomoću mazuta sa viskom sadržajem sumpora) smanjio se gradijent koncentracija, te je time usporena ventilacija općina Centar i Stari Grad – Slika 5.

Također, na kvalitet zraka u Kantonu Sarajevo veliki uticaj imaju i tzv. toplotni otoci. Sva toplotna energija koja se oslobodi napušta izgrađene objekte kroz dimnjake, prozore, zidove i topao zrak grije okolinu. Gradovi su zbog toga 0,5 do 1 stepeni topliji od okoline. Ovaj zrak se podiže, stvara se podpritisak i zrak iz periferije grada struji prema centru. Ukoliko je u periferiji neki izvor zagađivanja zraka, tada se grad ventilira zagađenim zrakom.



Slika 5. Promjena gradijentna koncentracija zagađujućih materija nakon izgradnje naselja Alipašino polje i smanjenje intenziteta samočišćenja atmosfere

Za Sarajevo su karakteristična dva toplotna otoka, čime se objašnjava zašto je kod naselja Otoka najveća zagađenost zraka. Ovo je rezultat postojanja dva toplotna otoka – naselja istočno i zapadno od Otoke. Na području Otoke dolazi do spuštanja zagađenog zraka iz oba toplotna otoka (Slika. 6).



Slika 6. Povećanje zagađenosti zraka u naselju Otoka kao rezultat toplotnih otoka naselja istočno i zapadno od naselja Otoke

3. Stanje kvaliteta zraka kroz historiju

Kod upravljanja kvalitetom zraka se polazi od postavke da je kvalitetan zrak potreba građana, poput mnogih drugih. Upravljanjem razvoja grada se postiže određeni balans u zadovoljenju ovih potreba. Energetika grada treba da povezuje razvoj i kvalitet zraka, međutim ona nije razvijana u tom pravcu. Energetika je razvijana prema potrebama (grijanje, industrija), da bi se zatim uticalo na nju kada je bilo potrebno sanirati kvalitet zraka. Sigurno bi se postigli bolji rezultati da su sve ove aktivnosti tekle istovremeno.

U tabeli 1. je dat vremenski pregled odluka direktno vezanih za kvalitet zraka u Kantonu Sarajevo.

Poslije II svjetskog rata dolazi do naglog razvoja Sarajeva. Broj stanovnika, kao i industrijska proizvodnja je u velikom porastu. Zbog toga, te i zbog samog standarda grijanja, dolazi do porasta toplotnih potreba. Ovo, kao i nedovoljna toplotna izolacija novih zgrada, neracionalna potrošnja energije, te korištenje uređaja za loženje sa niskim stepenom korisnosti[6], doprinijeli su naglom porastu potrošnje fosilnih goriva[7]. Konstrukcije korištenih ložišta su najčešće bile neodgovarajuće za ugljeve koji su spaljivani. Prekomjerna zagađenost zraka u Sarajevu do koje je dolazilo u zimskim periodima šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća bila je od nepotpunog sagorijevanja goriva koja su se koristila za grijanje, a sadržavala su mnogo sumpora. Takvo stanje, zagađenosti zraka, je uticalo da se pokrene organizovana društvena akcija.

[6] Postrojenja na fosilna goriva građena 70-tih i 80-tih godina 20-tog stoljeća imaju relativno nizak stepen korisnosti (odnos dobijenog rada i uložene toplote) u odnosu na današnja moderna postrojenja

[7] Fosilna goriva su goriva koja nastaju od prirodnih resursa (fosilnih ostataka biljaka ili životinja). Tu spadaju ugalj, nafta, itd.

Tabela 1. Vremenski pregled - kvalitet zraka u Kantonu Sarajevo

1965	Praćenje kvalitete zraka
1967	Osnovano društvo, a u drugoj polovini iste godine i komisija za čistoću zraka, kao organ Gradskog vijeća
1968	Komisija za čistoću zraka je objavila prvu studiju o mogućim mjerama zaštite zraka u gradu
68-71	Institut za procesnu tehniku, energetiku i tehniku sredine Mašinskog fakulteta u Sarajevu radi na razvoju metoda za mjerenje emisije i regulacije zagađujućih materija
1972	Skupština grada donosi program mjera zaštite zraka od zagađivanja
1972	Komisija za čistoću zraka Skupštine grada uputila je poziv građanima za poduzimanje mjera zaštite zraka od zagađivanja
1972	Skupština grada Sarajeva je na zajedničkoj sjednici svih vijeća donijela Odluku o zaštiti zraka od zagađivanja u gradu Sarajevu
1975	Druga (pooštrena) odluka
1980	Treća odluka - kategorizacija dijelova gradskog područja prema dozvoljenom nivou zagađenosti zraka
1980	Granične vrijednosti zagađenosti zraka ozakonjene gradskom odlukom

Na prijedlog Instituta, Skupština grada 1972. godine donosi program mjera zaštite zraka od zagađivanja koji predstavlja dva puta rješenja problema:

1. Poboljšanje trenutnog stanja (kratkoročne mjere).
2. Mjere koje bi zahtijevale značajnije finansijsko ulaganje (dugoročne mjere).

Prvi put je predviđao donošenje Odluke o zaštiti zraka od zagađivanja 1972. godine i njeno poboljšanje i pooštrenje 1974. ili 1975. godine kao i mnogobrojne prateće akcije koje će potpomoći sprovođenju Odluke. Drugi put je predviđao, između ostalog, prognoziranje zagađivanja za slučaj poduzimanja određenih sistematskih mjera. Sedamdesetih godina uložen je obiman organizovani društveni rad da bi se zaustavilo povećavanje zagađivanja i da bi se postiglo smanjivanje zagađenosti zraka u gradu. Već 1971. godine potrošnja tečnih goriva po kaloričnoj vrijednosti[8] nalazi se ispred potrošnje uglja. U porastu su potrošnja električne energije i plina za grijanje. U toku zime 1972. godine počela je i potrošnja koksa[9].

Komisija za čistoću zraka Skupštine grada uputila je 1972. godine poziv građanima za poduzimanje mjera zaštite zraka od zagađivanja koji je distribuiran u desetinama hiljada primjeraka. Organizovana je, kao organ uprave Skupštine grada, Služba za zaštitu životne sredine. Postavljeni su posebni inspektori za zaštitu zraka od zagađivanja. Jedno od glavnih uporišta akcije su bile mjesne zajednice. U skoro svim mjesnim zajednicama u gradu su obrazovane i posebne komisije za čistoću zraka koje su se razvile u komisije za zaštitu životne sredine. Štampano je i, uglavnom putem mjesnih zajednica, distribuirano preko 80.000 uputstava za ispravno tehničko održavanje i loženje peći u domaćinstvima. Mjesne zajednice su organizovale mnoge seminare, predavanja, obilaske domaćinstava i radnih organizacija, angažovale povremeno posebne instruktore za obučavanje ložača u kotlovnicama centralnog grijanja u kojima se ugalj ložio ručno. Sve ove akcije su doprinjele da je postignuto smanjivanje količina čađi i sumpor dioksida koje se izbacuju u zrak.

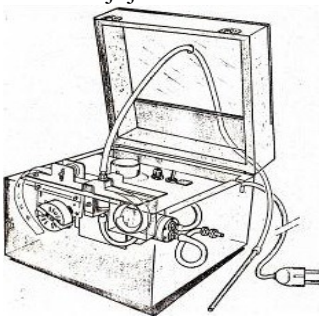
Skupština grada Sarajeva je na zajedničkoj sjednici svih vijeća 1972. godine donijela Odluku o zaštiti zraka od zagađivanja u gradu Sarajevu. Po donošenju Odluke znatno je intenziviran rad sanitarne inspekcije dok su istovremeno počele sa kontrolom saobraćajna i tržišna inspekcija. Inspekcija drumskog saobraćaja uz stručnu i tehničku pomoć radnika Zavoda za motore Mašinskog fakulteta i

[8] Toplota koja se oslobađa pri sagorijevanju goriva
[9] Koks je vrsta uglja. Predstavlja umjetno visokokalorično gorivo

asistenciju saobraćajne policije odmah po stupanju na snagu Odluke, otpočela je sa kontrolom emisije gasova kod drumskih motornih vozila. U samom početku kontrole konstantovano je zabrinjavajuće stanje vozila u smislu prekoračenja dozvoljenih emisija. Pored sanitarnih i saobraćajnih inspektora u kontroli primjene odredaba Odluke otpočeo je sa radom i tržišni inspektor. Kontrolom je konstantovano da se ni jedna radna organizacija koja se bavi prometom čvrstih i tečnih goriva na području grada nije pridržavala odredaba Odluke sve do momenta izvršenja pregleda. Kontinuiranim i organiziranim radom inspekcijski organi su doprinijeli da se Odluka dosljednije primjenjuje, odnosno da se smanji zagađivanje zraka što je i bio osnovni cilj donošenja Odluke o zaštiti zraka od zagađivanja u gradu Sarajevu.

Istraživanja, kao i mjere zaštite zraka, u periodu 1970-1984. godine uglavnom su se odnosile na ložišta, a paralelno sa predlaganjem mjera zaštite zraka od zagađivanja vršena su određena naučna istraživanja, čiji su rezultati odmah primjenjivani i kroz efekte kontrolirali ispravnost pojedinih zaključaka. Tako je Sarajevo postalo pogodna laboratorija naučno-istraživačkih organizacija na zaštiti zraka od zagađivanja.

Istraživanja emisije sumpor dioksida odnosila su se na utvrđivanje sadržaja ukupnog sumpora u čvrstim i tečnim gorivima, kao i stepen emitovanja sumpora. Najuočljiviji nastanak produkata nepotpunog sagorijevanja primijećen je kod kotlova na ugalj sa ručnim loženjem. U nemogućnosti da se promjene vrsta i goriva i ložišta, izlaz je tražen i nađen u promjeni načina loženja. Mjerenja emisija ugljikovodika vršena su aparatom koji je konstruisao Institut (Slika 7).



Slika 7. Uređaj za mjerenje emisija ugljikovodika iz ložišta

Jedna od karakteristika klime Sarajeva, vezano za kotlinski položaj je pojava lokalnih vjetrova koji preko dana imaju smjer uz padine, a preko noći niz padine.

Ovi vjetrovi su uzročnik stvaranja temperaturnih inverzija[10], koje se javljaju tokom cijele godine. U javnosti je bilo postavljeno pitanje i kako je na zagađenost u opštinama Centar i Stari Grad uticala gradnja novih dijelova grada, tj. da li su visoke zgrade, dijelom poprečno postavljene na prevladavajući pravac vjetra istok-zapad, usporile vazdušna strujanja, a time i efekte ventilacije grada. Mada je poznato postojanje uticaja zgrada na profil brzine vjetra, smatralo se da primarni efekat gradnje novih dijelova grada leži u emisiji zagađujućih materija ovog dijela grada, što je prouzrokovalo da se područja starog dijela grada sada ventiliraju sa donekle zagađenim zrakom iz novih dijelova.
Granične vrijednosti zagađenosti zraka[11] donesene su 1979. godine, a u Sarajevu su ozakonjene gradskom odlukom 1980. godine. Ovim normama utvrđena su dva granična nivoa zagađenosti zraka:

- Stroge granične vrijednosti zagađenosti koje vrijede za šira kao i za rekreaciona, poljoprivredna i posebno zaštićena područja, ta kao cilj za urbana i industrijska područja (SGVZ).
- Granične vrijednosti zagađenosti, za već ugrožena urbana i industrijska područja (GVZ).

Sprovođenje tehničkih mjera osigurano je gradskim odlukama o zaštiti zraka od zagađivanja iz 1972. godine i 1975. godine, a potpomognuto različitim društvenim akcijama. Cilj Odluke o zaštiti zraka od zagađivanja iz 1972. godine bio je da se zaustavi porast zagađivanja zraka; da se, koliko je to moguće smanji emisija sumpor dioksida, a da se učini znatno više na smanjenju emisije čađi i ugljikovodika, čime se postižu istovremeno i uštede u gorivu. Sve predložene tehničke mjere bile su prethodno provjerene i u praksi ispitane. U Odluci su propisane vrijednosti dozvoljene emisije i uvedena je kontrola emisije iz ložišta. Predviđeno je smanjenje emisije sumpor dioksida kroz ograničenja u korištenju goriva sa visokim sadržajem sumpora u najugroženijem dijelu Grada, ali i kroz smanjenje potrošnje goriva boljim sagorijevanjem. Bilo je predviđeno uvođenje alarmnih stanja, a u cilju snižavanja emisije u vrijeme pojave visokih koncentracija zagađujućih materija. Nova, pooštrena Odluka donesena je 1975. godine čiji je cilj bio dodatno smanjenje emisije sumpor dioksida, jer su prethodnom odlukom bile gotovo iscrpljene sve mjere za smanjenje emisije čađi i ugljikovodika. Trećom odlukom iz 1980. godine uvedena je mogućnost kategorizacije dijelova gradskog područja prema dozvoljenom nivou zagađenosti zraka. Uvedene su norme za

[10] Pojava u atmosferi kada temperatura, umjesto da pada, raste s visinom iznad tla
[11] Najviši dozvoljeni nivo koncentracije zagađujućih materija u zraku

kvalitet zraka, a u cilju da se sačuvaju od porasta emisije još neugroženih gradskih područja.

Praćenje emisije zagađujućih materija se u Sarajevu vrši od 1975. godine, kada je utvrđen Katastar emisije od ložišta[12]. Za uže područje grada emisija sumpor dioksida u 2010. godini je značajno smanjena u odnosu na 1980. godinu i to 16 puta, a u odnosu na 1970. godinu skoro 10 puta. Iako su toplotne potrebe rasle iz godine u godinu emisija sumpor dioksida je značajno smanjenja, ponajviše zahvaljujući uvođenju gasa u kotlovnice i individualna ložišta krajem 20-tog stoljeća. Posebno je vidljiva i promjena gustine emisije u centralnim dijelovima grada. Emisija nitrooksida je u razdoblju 1970-2010. godine porasla, tako da je emisija za 2010. u odnosu na 1970. godinu viša od dva puta. Razlog za povećanje emisije nitrooksida iz stacionarnih izvora je velika urbanizacija grada, te nastanak emisija u kotlovnicama centralnog grijanja na području Kantona Sarajevo. Emisija ugljenmonoksida je u periodu 1970 – 1980. godine opala za oko tri puta, dok je u periodu 1970- 2010. porasla za skoro 20%. Emisija čvrstih čestica je opala 1970. u odnosu na 1980. godinu, ali je u 2010. godini taj iznos povećan skoro tri puta.

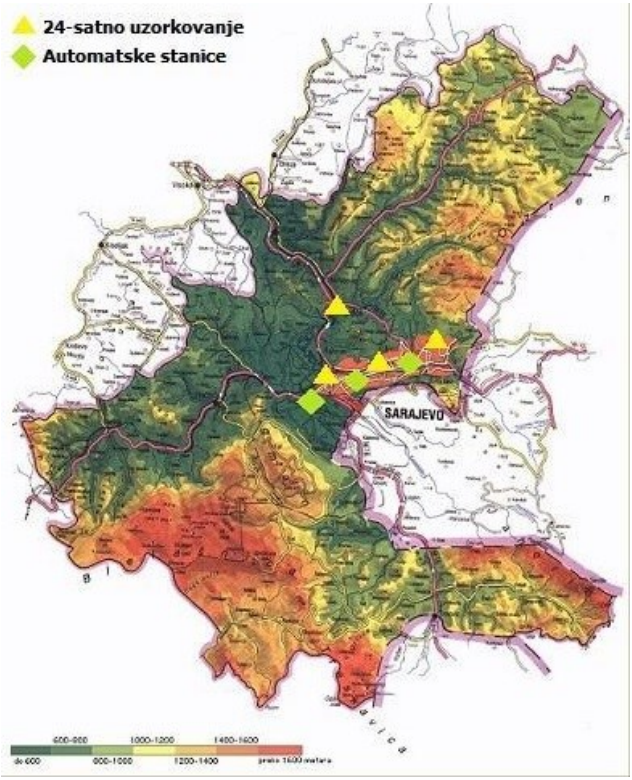
U svim Sarajevskim akcijama prvenstveno se težilo da se snizi emisija zagađujućih materija, i to godišnja emisija. Nisu posebno istražene mogućnosti da se na kvalitet zraka utiče urbanističkim mjerama. Uz pomoć urađenog „atmosferskog modela" pokazano je da je u periodu 1965-1970. godina došlo do snažnog porasta zagađenosti zraka u opštinama Centar i Stari Grad, između ostalog, i zbog gradnje Novog Sarajeva, tako da su se nakon toga ove opštine „ventilirale" sa već zagađenim zrakom iz Novog Sarajeva.

4. Trenutno stanje kvaliteta zraka

Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša je angažovalo CETEOR d.o.o. Sarajevo da izradi Registar emisije zagađujućih materija u zrak za Kanton Sarajevo za 2010. godinu. U ovom dokumentu je vršena poređenje emisije za urbano područje iz 2010. godine sa emisijama iz 1970. i 1980.godine. Vršeno je poređenje za emisiju ugljenmonoksida, nitrooksida, čvrstih čestica i sumpordioksida i rezultati su pokazali da je u 2010. godini došlo do porasta emisije čvrstih čestica i nitrooksida u posljednjih 30 godina.

CETEOR d.o.o. je za potrebe istog ministarstva 2013. godine izradio Akcioni plan za smanjenje čvrstih čestica sa predloženim mjerama po sektorima i ročnosti.

[12] Službena evidencija



Slika 8. Mreža stanica za praćenje kvaliteta zraka u Kantonu Sarajevo

Mreža monitoringa kvaliteta zraka na području Kantona Sarajevo se trenutno sastoji od pet automatskih i tri manuelne stanice. Automatske mjerne stanice postavljene na lokacijama Skenderija - Alipašina, Otoka i Ilidža (mobilna stanica), su dio mreže Kantona Sarajevo, a na lokacijama i dio mreže kojom upravlja Federalni hidrometeorološki zavod. Poslove monitoringa kvaliteta zraka za potrebe Kantona Sarajevo, vrši ovlaštena institucija – Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo, putem tri automatske mjerne stanice, te tri manuelne stanice instalirane na lokalitetima Higijenski zavod, Otoka i Ilidža. Manuelne stanice vrše prikupljanje 24-satnih uzoraka kvaliteta zraka, narednog dana ručno se vrši analiza i rezultati se iskazuju kao prosječne vrijednosti za taj period. Centar za prikupljanje i obradu podataka sa svih stanica koje čine mrežu monitoringa kvaliteta zraka na

području Kantona Sarajevo, nalazi se u Zavodu za javno zdravstvo Kantona Sarajevo. Od 2001. godine se na pet mjernih mjesta u Kantonu (Vijećnica, Higijenski zavod, Otoka, Ilidža i Vogošća) određuje zagađenost zraka sumpor dioksidom i čađi te se vode elektronski zapisi. Od 2008. godine zbog nedostatka sredstava mjerenja na stanicama Vogošća i Vijećnica su privremeno obustavljena. Na slici 8. je prikazana mreža stanica za praćenje kvaliteta zraka u Kantonu Sarajevo.

Prema Kantonalnom akcionom planu zaštite okoliša, da bi se utvrdilo pouzdano i realno stanje kvaliteta zraka, 2004. godine je na području grada Sarajeva provedena serija mjerenja za pojedine grupe zagađujućih materija, kao i za meteorološke parametre. Rezultati mjerenja sa reprezentativne mjerne stanice Bjelave, koja ima najduži historijski niz praćenja, pokazuju da je poslije rata došlo do pada koncentracija sumpor dioksida, dok je s druge strane uočen godišnji porast koncentracije crnog dima koji prelazi prijeratne koncentracije. U 2004. godini prosječna maksimalna koncentracija čađi izmjerena u toku 24 sata bila je četvrta po veličini u posljednjih 30 godina. Iako je najveća vrijednost ovog parametra zabilježena na stanici Bjelave, prema podacima posljednjih godina, najduže epizode visokih koncentracija crnog dima bilježe se na stanici Otoka, a potom na stanici Higijenski zavod. Ipak, prema Izvještaju o praćenju kvaliteta zraka za Kanton Sarajevo koji izdaje Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo za 2013. godinu, od 2012. praćenje koncentracija čađi na tri manuelne stanice ukazuje da je primjetan lagani pad na svim stanicama osim na Otoci gdje je zabilježeno smanjenje čađi od 50% u odnosu na 2012. Mjeseci bilježenja najvećih izmjerenih koncentracija su svakako januar, oktobar, novembar, decembar i mart što se i poklapa sa sezonom grijanja.

Analize pokazuju da je problem pojave visokih koncentracija čađi sezonski, odnosno da se visoke koncentracije bilježe u zimskim mjesecima, što je svakako posljedica nepotpunog sagorijevanja iz ložišta, te motornih vozila sa neispravnim sagorijevanjem, kao i specifičnih klimatskih uvjeta i geografskog položaja Sarajevske kotline. Sumpordioksid u zraku grada Sarajeva, iako niži u odnosu na prijeratni period, također bilježi određeni porast posljednjih godina. Ako se ima u vidu da je uvođenjem gasa kao energenta u gradu smanjena emisija sumpor dioksida, te da su povećane vrijednosti zabilježene i u ljetnim mjesecima, nameće se zaključak da su ovakvi rezultati posljedica daljinskog transporta emisija sa udaljenih izvora, a nikako emisija iz lokalnih izvora. Analizom vremenskih karakteristika i dominirajućih pravaca vjetra, može se pretpostaviti da emisije sumpor dioksida dolaze iz visokog dimnjaka termoelektrane Kakanj - Čatići. Smatra se da te emisije mogu da povećaju ljetne koncentracije sumpor dioksida u

Sarajevu, ali ne i zimi, jer se struje zagađenog zraka tada kreću iznad inverzionog sloja. Analiza mjerenja tokom 2013. godine na manuelnim stanicama pokazuju da izmjerene koncentracije za sumpor dioksid imaju najveće vrijednosti na lokalitetu Ilidže što je isti trend kao i prethodnih godina. Periodi s najvišim izmjerenim koncentracijama su januar, februar i decembar za sve tri manuelne stanice. Od 2009. bilježi se rast koncentracije sumpor dioksida na svim mjernim stanicama ali godišnji prosjek ne prelazi graničnu vrijednost. Poređenjem trendova prethodnih godina tokom mjeseci za lokalitet Otoka primjećuje se da koncentracija sumpor dioksida raste ne samo tokom grijne sezone već i tokom ljetnih mjeseci što je najvjerovatnije posljedica ranije spomenutog daljinskog transporta. Ako se izuzme 2009. godina i uzmu svi prosjeci zadnje tri godine od juna mjeseca bilježi se više od 50% veće povećanje prosječnih mjesečnih vrijednosti. Sumirajući situaciju vezano za koncentracije sumpor dioksida može se reći da Ilidža kao opština ima realan i ozbiljan problem kada je u pitanju ovaj polutant. U toku 2013. godine prosječna godišnja vrijednosti za sumpor dioksid u općini Ilidža prekoračuje i graničnu i tolerantnu godišnju vrijednost za ovaj polutant.

Što se tiče koncentracije PM10 u prethodnom periodu može se reći da je u toku sezone grijanja najveća na lokalitetima Otoke i općine Centar. U općini Centar srednje mjesečne vrijednosti za mjesec decembar su u porastu u odnosu na prethodne godine. Ostali mjeseci tokom 2013. su u nivou ili nešto malo ispod prosjeka ostalih praćenih godina. Kritičan mjesec je svakako decembar kada su bilježene izrazito visoke vrijednosti i prosjek za decembar je gotovo dvostruko veći prosjek decembra 2012. godine., tačnije, to je najveći izmjereni prosjek od kada stanica vrši mjerenja. Koncentracije PM10 na lokalitetu Otoke prelaze 133 puta tolerantnu vrijednost koja je predviđena kao tolerantna dnevna vrijednost koja ne bi smjela biti prekoračena više od 35 puta u kalendarskoj godini. Prosječna godišnja vrijednost također prelazi i graničnu i tolerantnu godišnju vrijednost. Najveće izmjerene koncentracije su u periodu grijanja.

Koncentracije nitrodioksida također bilježe kontinuiran rast tokom svih mjeseci 2013. godine na mjerenim lokalitetima u odnosu na iste periode prethodnih godina. Specifičnost koja je primijećena je da koncentracija azot dioksida tokom ove kao i prethodne 2012. godine u konstantnom blagom porastu i da nema "epizoda" samo pojedinih dana u godini. Najteži mjesec je svakako decembar iako na svu sreću izrazito visok rast ostalih polutanata nije pratio azot dioksid što je potvrda da je najveći uticaj na zagađenost zraka tokom decembra mjeseca imalo individualno zagrijavanje domaćinstava čvrstim gorivima s neadekvatnim ložištima.

Osnovni uzroci prekomjernog zagađivanja zraka iz malih ložišta su:

- sobne peći i kotlovi male snage koji su u upotrebi, uglavnom su pravljeni po zapadnoevropskim licencama, (konstruirani za druge vrste ugljena) i ne omogućavaju efikasno i malozagađujuće sagorijevanje domaćih ugljeva,
- ne postoji usmjeravanje potrošnje uglja zavisno od kvaliteta uglja i lokalnih ekoloških uslova (da rudnik deklariše za koji tip sagorijevanja i snagu ložišta je njegov ugalj podoban),
- nepostojanje oplemenjivanja ugljeva za potrebe malih ložišta na tržištu,
- slabo održavanje energetskih i industrijskih postrojenja, posebno one opreme od koje zavisi emisija zagađujućih materija.

Ako se tome doda da je Kanton Sarajevo svojim većim dijelom lociran u kotlini gdje postoje slabi uslovi ventilacije, onda povećana emisija zagađujućih materija iz malih ložišta još više dobija na značaju.

5. Mjere za poboljšanje kvaliteta zraka

Historijski gledano, čovjek je bio zauzet i ponesen tehnološkim uspjesima, te je povećanjem društvenog standarda, zanemario uticaj na okoliš. Tako je došlo i do znatnog zagađivanja zraka. Zagađenost vanjskog zraka je uglavnom prisutna u niskim koncentracijama, ali dugotrajna izloženost tim nivoima može izazvati neželjene efekte na zdravlje. Zavisno od nivoa različiti su i pojavni oblici zagađivanja zraka – od neposrednih na lokalnom nivou do posrednih (preko vode, tla i hrane) na globalnom nivou. Mjere za smanjenje zagađenosti zraka u urbanoj sredini se trebaju sprovoditi kontinuirano. One moraju biti troškovno efikasne[13]. Mjere koje su troškovno neefikasne, bez obzira što se s njima smanjuje emisija, nisu na liniji održivog razvoja.

U cijeli proces treba da su uključeni građani, koji moraju razumjeti vremensku dimenziju problema i pravila održivog razvoja, kako bi se predlagale realne i razvojne mjere. Kada se govori o mjerama, veoma je važno identificirati ne samo koristi tih mjera (sniženje emisije), nego i eksterne koristi ili, kako se u posljednje vrijeme nazivaju, kobenefiti. Kobenefiti mogu biti smanjen uvoz energenata iz inostranstva, zapošljavanje u zemlji. Međutim, onaj koji investira u smanjenje emisije (javno ili privatno lice) ne osjeća direktno kobenefite svojih ulaganja u benefite. Veoma često se u zemljama u tranziciji ovi kobenefiti ne razumiju. Kako je korištenje energije osnovni uzrok zagađivanja zraka, veoma je jasno da treba

[13] Politika koja ostvaruje određeni nivo smanjenja zagađivanja uz najniže moguće troškove

podsticati mjere za smanjenje potrošnje energije, a ne podsticati korištenje energije, kao mjeru socijalne politike.

Postoje razne mjere koje bi građani mogli poduzeti u cilju povećanja kvalitete zraka. Jedna od njih je sadnja drveća i povećanje zelenih površina. Sađenje drveća je često korištena mjera za smanjenje koncentracije čestične tvari u zraku. Zasađivanjem jedne četvrtine zemljišta drvećem, prosječna koncentracija čvrstih čestica se može smanjiti za 2 do 10%. Zelene površine, pored sadnje drveća, mogu da doprinesu i poboljšanju kvaliteta zraka. Pored ostalih koristi sadnja vegetacije bliže zagađenijim područjima imat će veće efekte.

Ekspanzivni rast broja automobila, te velike količine ispušnih plinova doveli su do problema zagađivanja okoline. Nažalost, ispušne plinove iz motora automobila ne možemo izbjeći. Svakim paljenjem motora i svakom vožnjom se doprinosi zagađivanju zraka i okoline. Zbog velikog broja vozila, neodgovarajuće mreže saobraćajnica, neodgovarajućeg održavanja vozila i nekvalitetne provjere emisije na tehničkim pregledima, zrak je prekomjerno zagađen zagađujućim materijama saobraćajnog porijekla, što djeluje nepovoljno na zdravlje ljudi. Najveći efekti u smanjenju zagađivanja zraka od saobraćaja postižu se podsticanjem javnog prijevoza, te smanjivanjem saobraćaja osobnim vozilima. Pored podsticanja javnog prevoza, evidentno je da se smanjenjem potrošnje goriva u saobraćaju postiže i značajno smanjenje emisija u zrak. Efektivnost prevoza bi se mogla znatno povećati ukoliko bi se jednim vozilom prevozilo više putnika ili jedno vozilo koristilo više osoba. Prednosti ovih modela su višestruke i veoma su zastupljene u razvijenim zemljama. Prednosti se ogledaju prije svega u manjim troškovima, smanjenju broja vozila, te manjoj emisiji zagađujućih materija. Pored putničkih vozila ove modele je moguće primijeniti i na motocikle i bicikle. Poželjna je i promocija ovih vidova transporta putem kampanji i implementacije pilot projekata. Prvi pilot projekat bi se mogao odnositi na promociju bikesharing-a, gdje bi određena organizacija nudila bicikla na korištenje na kraći vremenski period (do nekoliko sati) članovima kluba, a bicikla bi se preuzimala i ostavljala na unaprijed definisanim lokacijama. Na ovaj način moguće je smanjiti upotrebu privatnih vozila i prije svega rasteretiti saobraćaj, a posebno za vrijeme „saobraćajnih špica".

Zatvoreni prostori mogu biti opasniji po zdravlje ljudi, budući da u njima zrak ne cirkuliše. Većina zagađujućih materija izvana ulazi u domove, gdje ljudi provode većinu vremena. Na kvalitet zraka u zatvorenom prostoru utiču mnogi drugi faktori, uključujući kuhanje, peći na drva itd. Kvaliteta zraka se ne poboljšava donošenjem zakona. Svi mi možemo poduzeti korake za kontroliranje i smanjenje zagađujućih

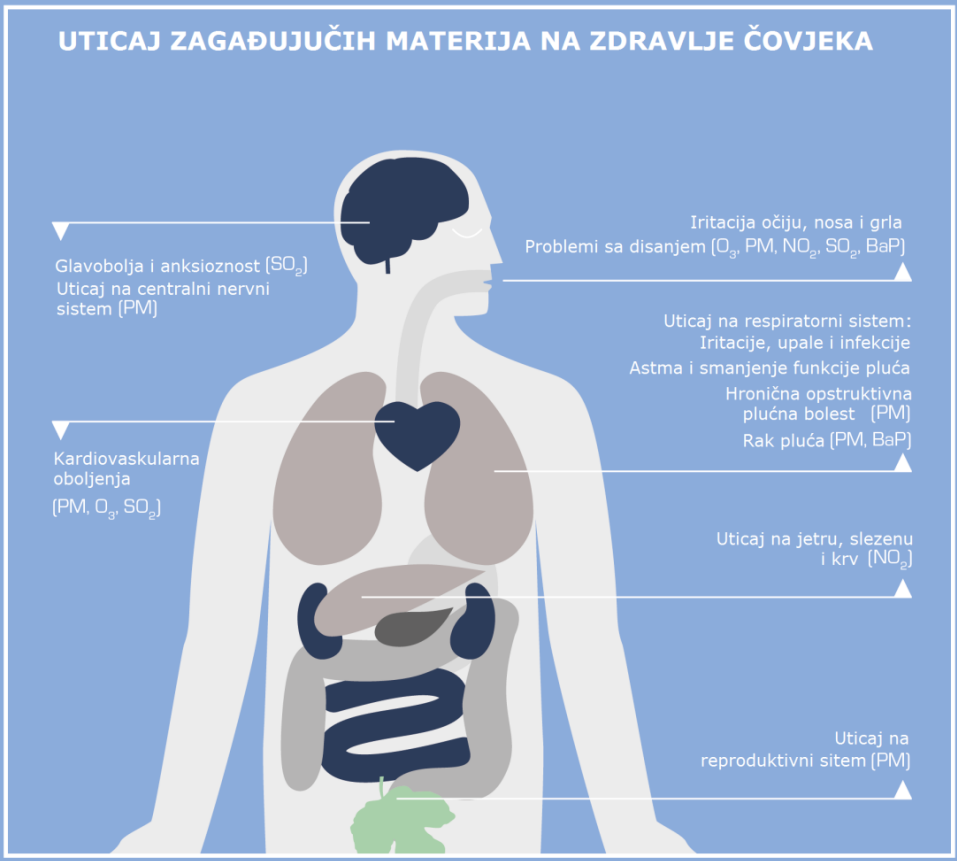
materija. Jednostavne radnje mogu uticati na poboljšanje kvaliteta zraka. Kvalitet zraka se može kontrolisati i povećanjem energijske efikasnosti.

Na osnovu dostupnih studija i postojeće statistike, zaključuje se da su javne ustanove intenzivni potrošači toplotne (i ostalih vidova) energije, odnosno da su rastrošni objekti. U zavisnosti od objekta i primijenjene mjere toplotne sanacije, moguće je ostvariti uštede u rasponu od 20% do 50% toplotne energije. Nakon toplotne sanacije javnog objekata, čime se značajno smanjuju njegove toplotne potrebe, raste i ekonomska opravdanost korištenja prirodnog gasa kao najčistijeg energenta kada je riječ o emisiji čvrstih čestica. U suprotnom, u slučaju energijski rastrošnog objekta, koji se prethodno ne sanira, konzumacija bilo kojeg energenta za zagrijavanje objekta, a posebno konverzija na skuplji energent, nije ekonomski održiv i opravdan korak.

U nastavku su date neke od preporuka u cilju smanjenja zagađivanja zraka.

SEKTOR	MJERA
Domaćinstva	• Upozoravanje rizičnih grupa stanovništva putem medija o stanju prekomjerne zagađenosti zraka – preporučiti da mala djeca, trudnice, stariji ljudi, hronični bolesnici, osobe slabog zdravlja i osjetljive osobe u vrijeme kritične situacije ne izlaze na ulicu. • Zatvarati prozore u stubištima – otvoreni prozori hlade stubište i kroz ulazna vrata se snižava unutarnja temperatura u stanovima što zahtjeva dodatno zagrijavanje. • Izolirati zidove u kući čime se smanjuju potrebe za grijanjem i time potrošnja energenata. • Strogo voditi računa o usklađenosti energenta i ložišta čime se postiže garantovana efikasnost ložišta i smanjuje emisija zagađujućih materija u zrak. • Postavite programirane termostate – automatski će smanjiti grijanje ili hlađenje noću i ponovno ga pojačati ujutro. • Čistiti i redovno mijenjati filtere u napama i klima uređajima – čišćenjem prljavog filtera možete smanjiti emisiju ugljičnog dioksida za 150 kg godišnje. • Obložiti bojlere toplotnom izolacijom. • Ne dopustiti da toplota nepotrebno izlazi iz doma – kad prozračujete svoje stambene prostorije, otvorite prozore samo na

	nekoliko minuta. • Zamijeniti stara jednostruka stakla na prozorima dvostrukima. • Ne vršiti spaljivanje otpadnih materija u dvorištu, a što je i kažnjivo u skladu sa Zakonom. • Preporučiti da se ne upotrebljavaju uređaji za zagrijavanje prostorija fosilnim gorivima, pogotovo ne oni bez efikasnog odvođenja dimnih plinova.
Saobraćaj	• Apel vozačima da smanje korištenje motornih vozila te stimulisati korištenje javnog prijevoza – izbjegavanjem 100 km vožnje automobilom svake sedmice, smanjuje se emisija ugljendioksida blizu 900 kg godišnje. • Dogovoriti vožnju automobila na smjenu - Ako se dva dana u sedmici povezete s nekim ili se netko poveze s vama, smanjit ćete emisiju ugljičnog dioksida za 730 kg godišnje. • Provjeriti pritisak u gumama - Odgovarajući pritisak u gumama smanjuje potrošnju goriva. • Omogućiti brži protok vozila na gradskim saobraćajnicama putem regulacije semafora ili uvođenjem saobraćajne policije. • Maksimalno smanjiti korištenje motornih vozila koja ispunjavaju norme EURO3 i niže. • U stanju Uzbune u skladu sa Planom interventnih mjera u slučajevima prekomjerne zagađenosti zraka u Kantonu Sarajevo uvesti režim saobraćaj motornih vozila po sistemu par-nepar.
Industrija i javni sektor	• Poziv pravnim licima, vlasnicima ili korisnicima kotlovnica ili ložišta, da preduzmu sve potrebne, tehnički izvodive mjere kako bi se smanjile emisije u zrak, uključujući i čišćenje dimovodnih instalacija, a po potrebi odgoditi izvođenje svih operacija koje bi mogle pogoršati kvalitet zraka. • Spaljivati otpad i biomasu u samo za to projektovanim postrojenjima. • U slučajevima prekomjerne zagađenosti zraka u stanju Uzbune u skladu sa Planom interventnih mjera u slučajevima prekomjerne zagađenosti zraka u Kantonu Sarajevo smanjiti proizvodne kapacitete.



REGIONAL EDUCATION AND INFORMATION CENTRE
FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN SOUTH-EAST EUROPE
REGIONALNI CENTAR ZA OBRAZOVANJE I INFORMISANJE
IZ ODRŽIVOG RAZVOJA ZA JUGOISTOČNU EVROPU

REIC

Topal Osman Paše 32B, 71000 Sarajevo
(033) 613 193 www.reic.org.ba info@reic.org.ba