A photograph of a hillside town with numerous houses. Several chimneys are visible, with white smoke rising from them, creating a hazy atmosphere. The scene is dimly lit, suggesting early morning or late evening. The text is overlaid in the center of the image.

# ZAGAĐENJE ZRAKA I MALA KUĆNA LOŽIŠTA PROBLEM KOJI IMA RJEŠENJE

Eko akcija, Sarajevo, 2019.

# ZAGAĐENJE ZRAKA I MALA KUĆNA LOŽIŠTA PROBLEM KOJI IMA RJEŠENJE

Eko akcija  
Sarajevo, 2019.

**Izdavač:**  
Udruženje građana "Eko akcija", Sarajevo

**Autor:**  
Anes Podić

**Lektor i redaktor:**  
Mirjana Evtov

**Dizajn i priprema za štampu:**  
Tarik Zahirović

**Štampa:**  
Kovertelux

**Tiraž:**  
100 primjeraka

Ova publikacija je urađena u okviru projekta "Za čišći zrak u gradovima BiH" sredstvima Fondacije Heinrich Böll, Ured za Bosnu i Hercegovinu, Sjevernu Makedoniju i Albaniju

Sarajevo, novembar 2019.

# SADRŽAJ

Lista pojmova.....	5
Uvod.....	7
<b>Čvrsta goriva za grijanje domaćinstava kao izvor zagađenja zraka</b> .....	10
Grijanje domaćinstava pećima na uglj.....	11
Smjernice SZO u vezi s kvalitetom zraka u zatvorenim prostorima.....	11
Loženje drveta.....	11
Zagađenje vanjskog zraka uzrokovano grijanjem domaćinstava.....	12
Infiltracija.....	12
Ulazna frakcija.....	12
Nivo zagađenja u zatvorenim prostorijama.....	12
Koliko su emisije iz ložišta za grijanje domaćinstava u poređenju s drugim izvorima?.....	13
Sastojci zagađenja nastalog spaljivanjem biomase i uglja za grijanje domaćinstava.....	13
Čestice: PM2,5, BC, OC.....	13
Gasovi: CO, NOx, PAH, SO2, VOC.....	14
Ostale emisije.....	14
<b>Kako emisija loženja čvrstih goriva utiče na ljudsko zdravlje?</b> .....	15
Epidemiološke studije.....	15
Toksikološke i kliničke studije.....	15
Uticaj crnog ugljika na ljudsko zdravlje.....	16
<b>Kako smanjiti emisije iz malih kućnih ložišta</b> .....	16
Kakve su mjere poduzimane u drugim zemljama za smanjenje emisija nastalih loženjem drveta?.....	16
Smanjenje gubitaka energije - utopljanje.....	17
Zamjena peći.....	17
Programi zamjene peći.....	17
Peći na pelete.....	18
Javno centralno grijanje.....	18
Toplotne pumpe.....	18
Šta je toplotna pumpa?.....	18
Regulatorne mjere.....	19
"Dani bez loženja".....	19
Regulatorna ograničenja emisija - ekodizajn peći.....	19
Područja kontrole dima.....	20
Korištenje kvalitetnog ogrjevnog drveta.....	21
<b>Kako se u Sjevernoj Makedoniji rješava problem zagađenja zraka?</b> .....	22
<b>Kako se u Bosni i Hercegovini rješava problem zagađenja zraka?</b> .....	24
Zagađenje zraka i akcije vlasti u Sarajevu od 1972. do 2019. godine.....	24
1972.....	24
1976.....	24
1983.....	25
2019.....	25
Mjere kantonalnih vlasti.....	26
Djelomična zabrana prodaje i upotrebe uglja.....	26
Mjere energetske efikasnosti.....	27
Subvencije priključaka na plinsku mrežu.....	27
Proširenje mreže javnog centralnog grijanja.....	27
Vezivanje putne prašine.....	28
Tuzla: mala ložišta na čvrsta goriva - problemi i rješenja.....	28
<b>Mjere za smanjenje emisija iz malih ložišta na čvrsta goriva</b> .....	29
Reference.....	32

# LISTA POJMOVA

**BC - Crni ugljik** je crna materija koja se emituje iz plinskih i dizel-motora, elektrana na ugalj i drugih izvora koji sagorijevaju fosilno gorivo. Crni ugljik čini značajan dio lebdećih čestica koje zagađuju zrak i globalni je ekološki problem koji ima negativne posljedice i za ljudsko zdravlje i za klimu. Udisanje crnog ugljika povezano je sa zdravstvenim problemima, uključujući respiratorne i kardiovaskularne bolesti, rak, pa čak i urođene mane.

**CO - Ugljen-monoksid** je bezbojni gas, bez mirisa, kojeg uglavnom proizvode motorna vozila. Ostali izvori ugljen monoksida su postrojenja za spaljivanje i sagorijevanje goriva. Izloženost povećanoj koncentraciji ugljen-monoksida izaziva glavobolju, poremećaje vida, smanjenje kognitivnih sposobnosti, smanjenje sposobnosti obavljanja kompleksnih radnji. Vrlo visoke koncentracije mogu dovesti do nesvjestice i smrti.

**FMOIT** - Federalno ministarstvo okoliša i turizma

**EN** - Evropski standardi (EN) su dokumenti koje je ratificirala jedna od 3 evropske organizacije za standardizaciju CEN, CENELEC ili ETSI. Evropski standardi su ključna sastavnica jedinstvenog evropskog tržišta.

**EPA** - Agencija za zaštitu životne sredine u SAD (*US Environmental Protection Agency*)

**LPG - Ukalupljeni naftni plin** je mješavina tečnih ugljikovodika nastalih preradom nafte, a koji su u normalnom stanju plinovi dok pri povećanju tlaka prelaze u tekuće stanje. Teži je od zraka, bez boje i mirisa. Radi lakše detekcije eventualnog curenja dodaju mu se specijalni dodaci koji mu daju karakterističan i izražen miris. Oko 40% LPG-a dobiva se rafiniranjem sirove nafte, ostatak izdvajanjem propana i butana iz prirodnog zemnog plina. Ova vrsta plina ima vrlo nizak stupanj zagađenja u odnosu na goriva slične ogrjevne moći, što ga čini vrlo poželjnim energentom u domaćinstvima, industriji, ali i autoindustriji.

**NOx - Azotni oksidi** su jedan od najvažnijih polutanata zraka koji nastaju sagorijevanjem fosilnih goriva. Češće su prisutni u blizini puteva i tvornica i u zatvorenim prostorima gdje se za kuhanje koristi plin. Azotni oksidi imaju značajnu ulogu u pogoršanju postojećih bolesti pluća, astme, bronhijalnih simptoma, upale pluća i smanjenju ukupne funkcije pluća.

**OC - Organski ugljik (OC)** uključuje primarni organski ugljik (POC) i sekundarni organski ugljik (SOC); koji uglavnom nastaju vještačkim postupkom izgaranja fosilnih goriva, uz relativno mali doprinos iz prirodnih izvora. Ugljični materijal važan je sastojak lebdećih atmosferskih čestica.

**MVTEO BiH** - Ministarstvo vanjske trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine

**PAH - Policiklički aromatski ugljikovodici** su klasa hemikalija koje se prirodno pojavljuju u uglju, sirovoj nafti i benzinu. Nastaju i spaljivanjem uglja, nafte, plina, drva, smeća i duhana.

PAH generisani iz ovih izvora mogu se vezati za čestice zraka ili same formirati sitne čestice u zraku.

Kuhanje na visokoj temperaturi stvorit će PAH u mesu i u drugim namirnicama. Dim cigarete sadrži mnogo PAH-a.

**PM** označava lebdeće čestice: izraz za mješavinu krutih čestica i kapljica tekućina koje se nalaze u zraku. Neke čestice, poput prašine, prljavštine, čađi i dima, dovoljno su velike i tamne da se mogu vidjeti golim okom. Ostale su tako male da ih se može otkriti samo elektronskim mikroskopom.

**PM<sub>2,5</sub>** - lebdeće čestice promjera manjeg od 2,5 mikrona. Obično se smatraju čak i opasnijim po ljudsko zdravlje zbog male veličine (trideseti dio prečnika dlake ljudske kose) jer mogu prodrijeti duboko u pluća i dalje u krvotok, te izazvati niz zdravstvenih problema uključujući bolesti srca i druge kardiovaskularne komplikacije. PM<sub>2,5</sub> je obično produkt loženja fosilnih goriva, dolazi iz auspuha motornih vozila, termoelektrana i industrijske proizvodnje.

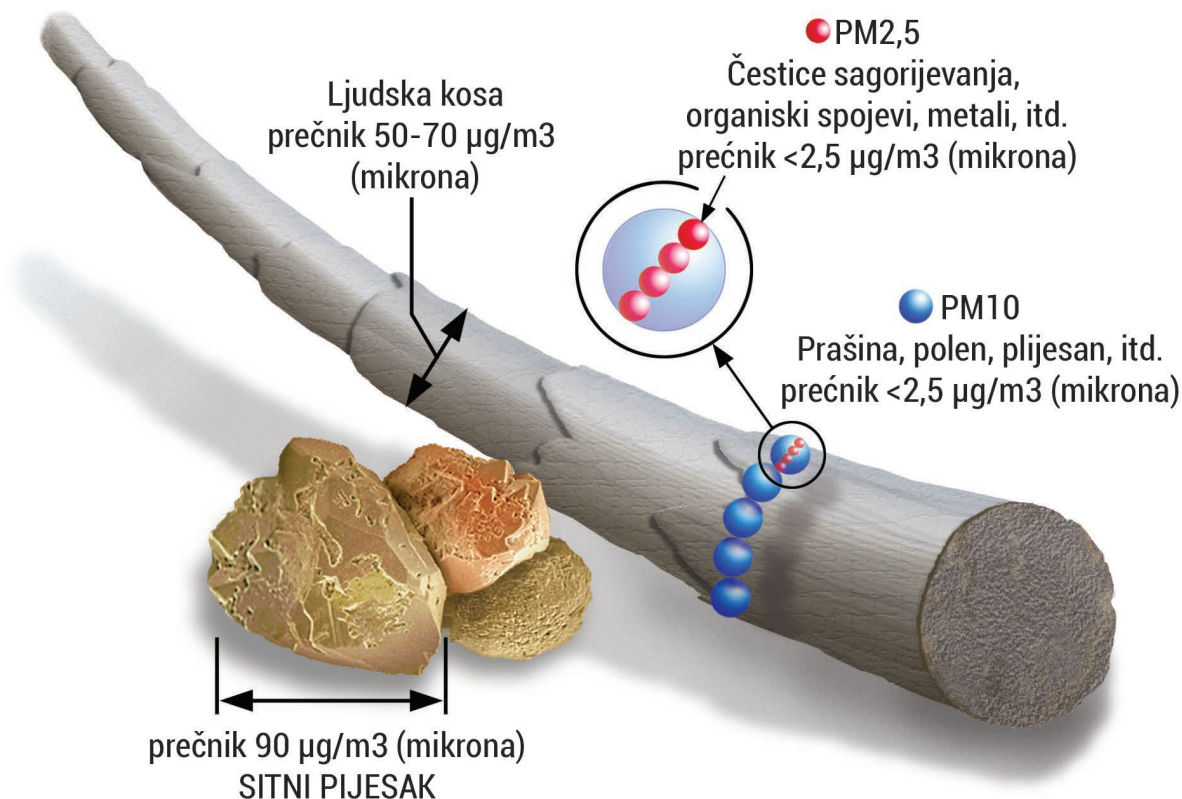


**PM10** - lebdeće čestice promjera manjeg od 10 mikrona (oko jedne sedmine prečnika normalne dlake ljudske kose). Sastoji se obično iz sulfata, nitrata, amonijaka, natrium klorida, crnog ugljika i teških metala. Može sadržavati i koncentracije prirodne prašine koju obično nosi vjetar. PM10 je štetan po zdravlje jer može izazvati blokadu i zapaljenje nazalnih i bronhijalnih prolaza, izazivajući niz disajnih poremećaja koji mogu voditi bolesti ili čak smrti. PM10 je česta komponenta zagađenja zraka u zatvorenim prostorima i šumskih požara.

**SO2 - Sumpor dioksid** je bezbojni gas vrlo oštrog mirisa. Nastaje spaljivanjem uglja ili ulja bogatih sumporom, te pri topljenju mineralne rude koja sadrži sumpor. Sumpor dioksid može postati kiseo kad se pomiješa sa vodom, što dovodi do kiselih kiša koje uzrokuju sušenje i gubitak šuma. Sumpor dioksid može utjecati na respiratorni sistem izazivajući kašalj, stvaranje sekreta, pojačavanje astme i hroničnog bronhitisa. Studije pokazuju da izlaganje povećanim koncentracijama sumpor dioksida povećava smrtnost, posebno među populacijom s bolestima srca i pluća.

**SZO** - Svjetska zdravstvena organizacija

**VOC** - Volatilne organske spojeve koji se pojavljuju kao gasovi emituju određene čvrste ili tečne materije koje se nalaze u nizu izvora prisutnih u zatvorenom prostoru: od boje do kozmetike, tekućina za suho čišćenje i proizvoda za autoindustriju. Jedan od njih je i benzen, poznati kancerogen prvog reda, inače prisutan u duhanskom dimu, u blizini benzinskih pumpi i rafinerija nafte, te u izduvnim gasovima automobila.



# UVOD

Širom planete ljudi iz godine u godinu udišu sve zagađeniji zrak. U nekim gradovima, naročito u bogatijem dijelu svijeta, glavni problem predstavljaju motorna vozila, ali većina svijeta još uvijek se bori s emisijama zagađujućih tvari iz malih kućnih ložišta, što i u Bosni i Hercegovini (BiH) predstavlja glavni problem. U skoro svim naseljenim mjestima gdje nema ni industrije ni značajnijeg saobraćaja, nivo zagađenja zraka znatno se povećava upravo tokom sezone grijanja. Stoga smanjenje emisija štetnih tvari iz malih kućnih ložišta neizostavno mora biti prvi korak ka smanjenju zraka lebdećim česticama širom BiH.

S obzirom na to da bh. institucije još uvijek ne pokazuju odgovarajuće razumijevanje ovog problema, ovim dokumentom pokušavamo ukazati na njegovu važnost, i to kroz pregled:

- polutanata koji nastaju sagorijevanjem čvrstih goriva u malim kućnim ložištima
- zdravstvenih problema koji nastaju kao posljedica emisija iz malih kućnih ložišta
- aktivnosti kojima bi se znatno smanjile emisije iz malih kućnih ložišta.

- 72,9% domaćinstava u BiH zagrijava samo jednu prostoriju: 88,3% tih domaćinstava koristi drvo, a 5,5% ugalj.
- 19% bh. domaćinstava ima vlastito centralno grijanje: 54,5% koristi drvo, a 31,4% ugalj.
- 7,9% bh. domaćinstava priključeno je na javno centralno grijanje.
- oko 10% bh. domaćinstava, uglavnom onih najsiromašnijih, za spremanje hrane svakodnevno koristi isključivo drvo.

Izvor: Statistika iz 2015. godine<sup>1</sup>

## KAKO NASTAJE PROBLEM EMISIJE IZ MALIH KUĆNIH LOŽIŠTA?

- Drvo za ogrjev mahom se prodaje neosušeno, s visokim sadržajem vlage. U odnosu na pravilno osušeno drvo, ono neosušeno kad se naloži proizvodi i do četiri puta više zagađujućih materija, a za proizvodnju iste količine toplotne energije treba ga 20% više.
- Većina domaćinstava kupuje ogrjevno drvo u kasno ljeto i ujesen, a za loženje ga koristi već iste zime, tako da drvo nema dovoljno vremena da se osuši (za optimalno sušenje bjelogoričnog drveta, kakvo se u BiH obično koristi za loženje, potrebno je 12 mjeseci).
- Stoljetna tradicija valjanog sušenja drveta nestala je usljed promjene društvenih okolnosti. U ruralnim i manjim urbanim sredinama osiromašena domaćinstva često zavise od sezonskih, ljetnih poslova, tako da ogrjevno drvo mogu nabaviti samo za predstojeću zimu, i to tek po prilivu gotovine. Sad se čak i u urbanim sredinama loži u domaćinstvima koja su nekada mogla priuštiti druge vidove grijanja, što će reći da stambeni blokovi nemaju predviđen prostor za pravilno skladištenje drveta, što predstavlja dodatni problem (uz nedostatak sredstava, kao i na selu).
- Peći na drva koje se koriste u BiH niske su efikasnosti i visokih emisija zagađujućih materija. Kad se u njima sagorijeva neosušeno drvo, emisije zagađujućih materija mogu biti i do 10 puta više nego kod savremenih, visoko efikasnih peći.
- Loženje čvrstih goriva u lošim pećima može izazvati znatno zagađenje zraka i u zatvorenim prostorima.

Studija<sup>2</sup> koju je 2017. godine pripremio Finski meteorološki zavod (u okviru projekta s Ministarstvom zaštite okoliša i prostornog planiranja Republike Sjeverne Makedonije) procjenjuje da oko 90% ukupne emisije lebdećih čestica potiče od ogrjevnog drveta koje se loži u domaćinstvima.

Grijanje domaćinstava loženjem uglja odgovorno je za gotovo polovinu (45%) prosječnih koncentracija lebdećih čestica PM<sub>2,5</sub> izmjerenih na otvorenom na sjeveru Kine. Tokom epizoda smoga taj procenat raste čak i do 57 procenata, što premašuje kombinirani doprinos čitavog prometnog i energetskeg sektora.<sup>3</sup>

## KAKO RIJEŠITI PROBLEM ZAGAĐENJA ZRAKA LOŽENJEM ČVRSTIH GORIVA U KUĆNIM LOŽIŠTIMA?

U velikom je broju zemalja prihvaćeno da dim nastao loženjem drveta za zagrijavanje domaćinstava predstavlja ozbiljan uzrok zagađenja zraka i zdravstvenih problema kod stanovništva. U skladu s tim su dotične zemlje usvojile propise i standarde koji regulišu emisije iz kućnih ložišta. Budući da u BiH vlasti još uvijek gotovo potpuno zanemaruju problem zagađenog zraka, ne čudi da u BiH nema propisa i standarda koji regulišu emisije iz uređaja za loženje drveta u domaćinstvima.

Zdravlju i opštem kvalitetu života stanovništva BiH uveliko bi doprinijelo uvođenje propisa i standarda za ograničenje emisija peći na drvo, kao i primjena subvencioniranih programa zamjene tih peći. Od toga bi naročito korist imale najsiromašnije društvene grupe, koje su najviše izložene štetnom utjecaju zagađenja, te i inače ugrožene visokom cijenom ogrjeva.

Usto bi korištenje novih peći na drva (poput onih sa certifikatom US EPA) i loženje isključivo suhog drveta znatno smanjilo koncentraciju čestica PM<sub>2,5</sub>, BC i OC unutar domaćinstava.<sup>4</sup>

Poseban problem svakako predstavlja loženje uglja, ali to nije predmet ovog pregleda. **Prema smjernicama Svjetske zdravstvene organizacije za kvalitet zraka u zatvorenim prostorijama, ugalj se zbog visoke toksičnosti ne bi ni smio koristiti za zagrijavanje domaćinstava. Očito je od vitalnog značaja iskoristiti sve raspoložive opcije za prestanak korištenja uglja za grijanje domaćinstava. No, imajući u vidu da je u pitanju prvenstveno socijalno-ekonomski problem koji ugrožava upravo najsiromašnije, one kojima usljed loženja uglja zdravlje biva trajno narušeno, intervencija u smjeru stroge primjene zabrane uglja morala bi početi zbrinjavanjem siromašnih porodica i obezbjeđivanjem dostupnih alternativnih načina grijanja.**

### Alternativa?

Nadležne institucije često tvrde da će se problem zagađenog vazduha riješiti razvojem privrede i 'svijesti stanovništva'. Tako prebacuju odgovornost na pojedince umjesto da tragaju za sistemskim rješenjima sistemskog problema, ali pri tome i zaobilaze vrlo očigledno alternativno rješenje: isključivo političku promjenu kursa u trošenju postojećih sredstava.

Godišnje se u BiH prikupi oko 30 miliona KM za poticaje obnovljivim izvorima energije. Ta sredstva dolaze upravo od građana i privrednih subjekata, koji u te svrhe plaćaju određeni procenat u sklopu računa za utrošenu energiju. Trenutno se ta sredstva pretežno usmjeravaju za izgradnju privatnih malih hidrocentrala, koje za širu zajednicu nemaju ni ekonomsku ni ekološku opravdanost.

Usmjeravanjem sume od 30 miliona KM godišnje na nabavku toplotnih pumpi, koje su klasifikovane kao obnovljivi izvor energije, u BiH bi se svake godine bar 20 hiljada domaćinstava riješilo grijanja loženjem prljavih goriva. Korist bi bila neprocjenjiva - kako po zdravlje tih ljudi tako i njihove okoline.

Na primjeru Sarajeva, najveće gradske sredine u BiH, daje se prijedlog mjera kojima bi se emisija zagađujućih materija u zrak iz malih ložišta mogla smanjiti u dosta kratkom roku i uz relativno mala sredstva, tako da više ne predstavlja značajan problem po zdravlje stanovništva i kvalitet zraka. Slične mjere, nakon potrebnih modifikacija, moguće je primijeniti i na ostale zajednice u BiH koje imaju sličan problem zagađenja zraka.



## VISOKE EMISIJE I NISKA EFIKASNOST KUĆNIH LOŽIŠTA, PEĆI I KOTLOVA, KOJA SE KORISTE U BIH

U Bosni i Hercegovini nikad nisu rađena testiranja kvaliteta uređaja na čvrsta goriva, ali je rezultate i zaključke testiranja obavljenog u okviru jednog istraživanja u Srbiji 2014. godine<sup>5</sup> skoro u potpunosti moguće primijeniti i u BiH.

Testirano je 12 različitih uređaja na čvrsta goriva - efikasnost se kretala od 20 do 40%, u prosjeku 32,59%. Pet tipičnih uređaja ispitano je u jednoj univerzitetskoj laboratoriji u Njemačkoj. Glavni nalazi ispitivanja su sljedeći: dva od ispitanih uređaja za sagorijevanje nisu postigla stabilne radne uslove potrebne za kompletan postupak ispitivanja i nisu dostigli tehničke uslove potrebne za rad. Ostali ispitivani uređaji pokazali su razne tehničke nedostatke i, sve u svemu, ispod su nivoa savremene tehnologije dostupne na evropskom tržištu. Nijedan od ispitanih uređaja za sagorijevanje ne ispunjava zahtjeve njemačkog propisa BImSchV (te ih u Njemačkoj ne bi bilo moguće koristiti); to važi i za ukupnu efikasnost i za analizirane emisije zagađujućih materija (CO i lebdeće čestice). Čak su i uređaji koji dobro rade pokazali prenisku energetska efikasnost, a izmjerene emisije CO i lebdećih čestica previsoke u poređenju s njemačkim standardima. Dva tipa praktičnih ispitivanja kvaliteta dovela su do zaključaka relevantnih za daljnji razvoj tržišta uređaja za grijanje na čvrsta goriva u Srbiji. Bez obzira na starost uređaja i navedenu nazivnu efikasnost ili efikasnost postignutu u laboratoriji, ključni faktor koji utiče na efikasnost stvaranja toplote je kvalitet ogrjevnog drveta (ili drugog drvnog goriva) tj. sadržaj vlage u drvetu. Potrošače treba obrazovati o važnosti korišćenja drveta koje se prosušivalo najmanje šest mjeseci. Čak i uređaji koji su bili tipski ispitivani prema EN normama nisu se pokazali dovoljno dobrim. Ovo otvara ozbiljna pitanja o stanju uređaja koji se proizvode u Srbiji, laboratorijama i institutima koji vrše tipska ispitivanja, te generalno o sistemu ispitivanja. Iako se uređaji ispitivani u Njemačkoj nisu pokazali dobrim, moguće je implementirati relativno jednostavna tehnička rješenja za unapređenje tih uređaja.



*Mala kućna ložišta na čvrsta goriva su tokom zime u većini bh. gradova glavni izvor zagađenja zraka.*

# ČVRSTA GORIVA ZA GRIJANJE DOMAĆINSTAVA KAO IZVOR ZAGAĐENJA ZRAKA

Skoro tri milijarde ljudi širom svijeta, uključujući mnoge i u razvijenim zemljama, još uvijek koriste drvo, ugalj i druga čvrsta goriva za grijanje domaćinstava i kuhanje, što predstavlja važan izvor zagađenja vanjskog zraka. Loženje čvrstih goriva može izazvati znatno zagađenje zraka i u zatvorenim prostorima, bilo da je u pitanju direktna ekspozicija emisiji zagađenja iz kućnog izvora ili infiltracija zagađenog zraka iz spoljašnjeg prostora. Razina problema varira zavisno od geografskih uslova, stepena korištenja čvrstih goriva i korištene tehnologije.

Dokazano je da emisije koje nastaju loženjem drveta i uglja u domaćinstvima uzrokuju niz zdravstvenih problema, poput bolesti kardiovaskularnog sistema i organa za disanje. Spaljivanjem uglja i drveta emituju se i kancerogene supstance.

Čvrsta goriva koja se koriste za grijanje uglavnom su drvo i ugalj, potom i otpadci nastali u poljoprivredi i šumarstvu, ponekad čak i obično kućno smeće. Čvrsta goriva se uglavnom spaljuju u malim postrojenjima za sagorijevanje (kućne peći i male kotlovnice za centralno grijanje kuća i zgrada).

Visoka emisija zagađujućih tvari iz malih postrojenja za sagorijevanje čvrstih goriva posljedica je nepotpunog sagorijevanja, čemu je uzrok niska temperatura sagorijevanja čvrstih goriva, ali i razna ograničenja samih postrojenja.

Ovo rezultira relativno visokim emisijama po jedinici goriva, a proizvodi nepotpunog sagorijevanja su i fine lebdeće čestice PM<sub>2,5</sub> i ugljen-monoksid (CO) - dva velika zagađivača zraka.

Sagorijevanje čvrstih goriva u malim ložištima značajan je izvor i emisija crnog ugljika (čađ). Crni ugljik, inače značajan faktor u procesu klimatskih promjena, sastavni je dio finih lebdećih čestica PM<sub>2,5</sub>. Ugalj koji se koristi za grijanje domaćinstava rezultuje i emisijama sumpora i drugih toksičnih supstanci koje kod nekih tipova uglja ne mogu biti eliminisane čak ni pri dobrom sagorijevanju.

Količina goriva potrebnog za grijanje zavisi od efikasnosti peći, kao i osobina prostorije koju se zagrijava. Veći dio emisija koje nastaju loženjem završavaju u okolnom zraku.

Grijanje domaćinstava loženjem čvrstih goriva proizvodi daleko više zagađenja lebdećim česticama nego grijanje električnom energijom, plinom ili tečnim gorivima. Ložišta su obično niske efikasnosti, a kontrola emisija iz domaćinstava u BiH ne postoji.

Situacija se dalje usložnjava u siromašnim zajednicama gdje su ljudi, da bi preživjeli zimu, često prisiljeni da lože stari namještaj, automobilske gume i drugi otpad.

Zagrijavanje domaćinstava drvetom i ugljem je značajan izvor zagađenja vanjskog zraka, ali može izazvati značajno zagađenje i u zatvorenim prostorijama, bilo da je u pitanju direktna izloženost emisijama ili infiltracija zagađenja izvana. Razmjere problema variraju u zavisnosti od reljefa, udjela čvrstih goriva u loženju, te kvaliteta peći.

## GRIJANJE DOMAĆINSTAVA PEĆIMA NA UGALJ

U razvijenim zemljama je tokom stoljeća upotrebe uglja postepeno razvijana svijest o opasnostima koje u gradovima izaziva spaljivanje uglja za grijanje u domaćinstvima. Do značajnog preokreta u relevantnim zakonima dolazi nakon kratkotrajne epizode ("Veliki smog" u Londonu decembra 1952. godine) koja je uzrokovala smrt 12 hiljada ljudi<sup>6</sup>, za što je u velikoj mjeri bio odgovoran dim nastao grijanjem domaćinstava pećima na uglj.

Ugalj obično ima višu temperaturu paljenja, kao i višu temperaturu sagorijevanja, a sadržaj sumpora i azota kod uglja veći je nego kod drveta i druge biomase. Ugalj koji se loži u domaćinstvima izvor je sumpor dioksida, azotnih oksida kao i niza drugih toksičnih polutanata koji se emituju kao lebdeće čestice.

Ugalj koji se iskopava u pojedinim dijelovima svijeta sadrži toksične elemente poput floura, arsenika, selena, žive i olova. Ustanovljena je veza između spaljivanja ovih tipova uglja u domaćinstvima i trovanja toksičnim spojevima koji se oslobađaju tokom sagorijevanja tog uglja.

Na temelju toga, kao i dokaza da su unutarnje emisije iz sagorijevanja uglja u domaćinstvima kancerogene za ljude, Svjetska zdravstvena organizacija (SZO) u svojim najnovijim preporukama za kvalitet zraka u zatvorenim prostorijama upozorava da se neprerađeni uglj ne bi smio koristiti za zagrijavanje domaćinstava<sup>7</sup>. SZO trenutno nema preporuke u vezi s upotrebom prerađenog uglja.

### SMJERNICE SZO U VEZI S KVALITETOM ZRAKA U ZATVORENIM PROSTORIMA

Godine 2014. SZO izdaje preporuke u vezi s loženjem u domaćinstvima i kvalitetom zraka u zatvorenim prostorima. Preporučuju se tehnologije za sagorijevanje goriva u domaćinstvima i goriva koja treba koristiti kako bi se spriječile posljedice negativne po ljudsko zdravlje. Preporuke koje se odnose na zagrijavanje domaćinstava uključuju:

- postavljanje ograničenja emisija za kućna ložišta (za emisiju PM<sub>2,5</sub> i CO)
- sprečavanje korištenja uglja kao goriva u domaćinstvima, s obzirom na to da su emisije u zatvorenom prostoru koje nastaju spaljivanjem uglja kancerogene - ovo prema Međunarodnoj agenciji za istraživanje raka<sup>8</sup>. Preporuke govore o sirovom, neprocesiranom uglju, a o uticaju 'čistog' ili 'bezdimnog' uglja na ljudsko zdravlje još uvijek nema dovoljno istraživanja.

## LOŽENJE DRVETA

Vrste goriva koje se koriste za grijanje domaćinstava često su u mnogim zemljama faktor koji određuje kvalitet i vanjskog i zraka u zatvorenim prostorijama. Loženju drveta nije posvećana ista količina istraživačke pažnje kao uglju, premda je i drvo veliki izvor zagađenja zraka tokom sezone grijanja skoro svugdje u svijetu gdje je drvo lako dostupno.

U slučaju grijanja domaćinstava loženjem drveta emisije finih lebdećih čestica PM<sub>2,5</sub> i crnog ugljika mogu biti značajno smanjene, i to mnogo učinkovitije i isplativije nego kad su u pitanju druge vrste emisija.

I pored toga je (i u Evropi i u Sjevernoj Americi) dosad svega nekoliko zemalja postavilo zakonska ograničenja minimalne efikasnosti sagorijavanja i maksimalne emisije čestica PM i gasovitih spojeva poput CO i gasnih organskih spojeva.

I u slučaju loženja drveta u domaćinstvima, glavni razlog za zabrinutost predstavlja učinak na kvalitet zraka i ljudsko zdravlje.

## ZAGAĐENJE VANJSKOG ZRAKA UZROKOVANO GRIJANJEM DOMAĆINSTAVA

U oblastima gdje se domaćinstva uglavnom griju pećima na drva, istraživanja utvrđuju visoke koncentracije čestica PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> i VOC.

Na nekim mjestima je loženje drveta glavni izvor zagađenja česticama PM<sub>2,5</sub>, posebno u grijnoj sezoni. Koliko koji tip izvora emisija doprinosi ukupnoj koncentraciji čestica PM<sub>2,5</sub> identificira se tzv. *studijama utvrđivanja izvora*.

### INFILTRACIJA

Budući da se drvo loži za grijanje domaćinstava u stambenim četvrtima, gdje je koncentracija ljudi visoka, visoka je i opasnost povećanog izlaganja emisijama - bilo iz pojedinih kućnih ložišta ili ukupnim emisijama iz ložišta okolnih domaćinstava. Takvo izlaganje se uglavnom dešava u zatvorenim prostorima (zbog emisije iz ložišta u datoj prostoriji i infiltracije zagađenog zraka spolja). Ta opasnost se naročito povećava u zimskom periodu.

Domaćinstva koja se griju pećima na čvrsta goriva obično su okružena drugim domaćinstvima koja se griju na sličan način. Od kvaliteta izolacije domaćinstava, a pogotovo vrata i prozora, zavisi i količina zagađenja koja ulazi svana. Stepenn zagađenja u zatvorenim prostorijama drastično raste u grijnoj sezoni.

Za hladnog i mirnog vremena i spaljivanje drveta može u datim naseljima imati visok udio u odnosu na druge izvore zagađenja, što je mjerljivo zahvaljujući principu ulazne frakcije.

### ULAZNA FRAKCIJA

Ulazna frakcija izražava udio određenog polutanta u ukupnim emisijama koje čovjek udiše. Ova frakcija je proporcionalna blizini populacije izvoru zagađenja (od čega zavisi i mogućnost da se zagađenje razrijedi) i gustoći populacije u odnosu na izvor zagađenja<sup>9</sup>.

### NIVO ZAGAĐENJA U ZATVORENIM PROSTORIJAMA

Čak i moderne peći i kamini na čvrsta goriva (i kad se koriste tačno prema uputstvima proizvođača), ispuštaju određene količine finih lebdećih čestica i drugih gasovitih polutanata direktno u prostoriju gdje se loži.

**Ako se ložište koristi na neodgovarajući način ili je lošeg kvaliteta, ako je dotok zraka slab ili postoji povrat dima u prostoriju, i u samoj prostoriji se povećava koncentracija proizvoda sagorijevanja čestica poput PM, CO, VOC, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>!**

Akutno trovanje ugljen-monoksidom, ponekad i fatalno, može biti izazvano emisijom proizvoda sagorijevanja u zatvorenom prostoru, u slučajevima kad nije urađeno primjerenom provjetranje ložišta. U nekim slučajevima je moguće i izlaganje visokim koncentracijama ultrafinskih čestica (lebdeće čestice prečnika manjeg od 100 nanometara).

Izvori sagorijevanja čvrstih goriva često su stanovništvu fizički bliži od drugih izvora zagađenja zraka, pa im je i *ulazna frakcija* veća. I sastav čestica je drugačiji zbog kraćeg vremena koje čestice provedu u okolnom zraku, budući da vani bivaju izložene atmosferskim reakcijama.



## KOLIKE SU EMISIJE IZ LOŽIŠTA ZA GRIJANJE DOMAĆINSTAVA U POREĐENJU S DRUGIM IZVORIMA?

Studija<sup>10</sup> koju je 2017. godine pripremio Finski meteorološki zavod (u okviru projekta s Ministarstvom zaštite okoliša i prostornog planiranja Republike Sjeverne Makedonije) procjenjuje da oko 90% ukupne emisije lebdećih čestica potiče od ogrjevnog drveta koje se loži u domaćinstvima.

Grijanje domaćinstava loženjem uglja odgovorno je za gotovo polovinu (45%) prosječnih koncentracija lebdećih čestica PM<sub>2,5</sub> izmjerenih na otvorenom na sjeveru Kine. Tokom epizoda smoga taj procenat raste i do 57 posto, što premašuje kombinirani doprinos čitavog prometnog i energetskog sektora<sup>11</sup>.

Pod idealnim uslovima sagorijevanja, sav ugljik u gorivima - drvetu i drugim tipovima biomase, uglju, LPG-u, prirodnom gasu, dizelu i benzinu - biva potpuno pretvoren u ugljen dioksid, uz oslobađanje energije. Ovo je tzv. 100% efikasnost sagorijevanja. Nažalost, efikasnost sagorijevanja u običnim kućnim pećima na čvrsta goriva daleko je niža od 100%.

Efikasnost ogromne većine peći i bojlera danas korištenih za grijanje domaćinstava u BiH veoma je niska (20 - 40%) i ima visoku emisiju zagađujućih materija.

U većini kućnih ložišta na čvrsta goriva, uslovi su daleko od idealnih: temperature sagorijevanja su niske, cirkulacija zraka/kisika ispod optimalne, kutija za gorivo često pretrpana, a biomasa (drvo) vlažno. Sve ovo uz gubitak toplote izaziva i dodatne emisije štetnih lebdećih čestica i gasnih komponenti emisije (često označene kao "proizvodi nekompletnog sagorijevanja").

## SASTOJCI ZAGAĐENJA NASTALOG SPALJIVANJEM BIOMASE I UGLJA ZA GRIJANJE DOMAĆINSTAVA

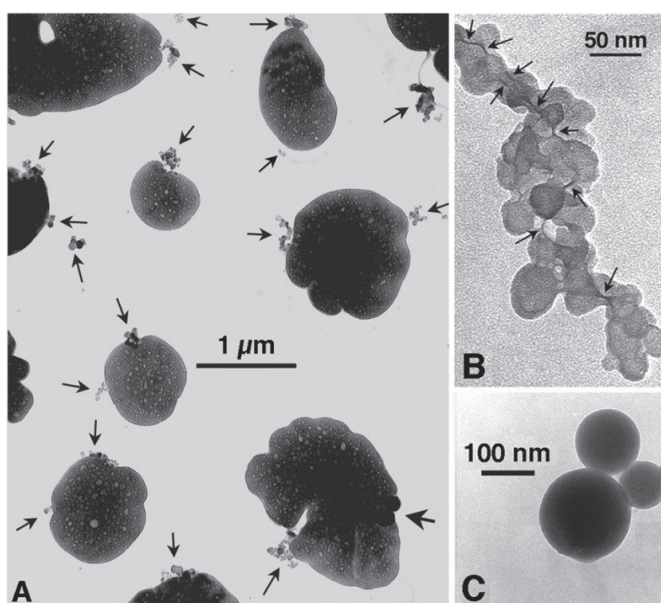
### Čestice: PM<sub>2,5</sub>, BC, OC

PM<sub>2,5</sub> je jedan od glavnih polutanata koji nastaju spaljivanjem čvrstih goriva. Te fine lebdeće čestice obično se smatraju dobrim indikatorom potencijalno negativnih uticaja na ljudsko zdravlje. Kao izvor zagađenja iz ložišta na čvrsta goriva, te čestice su izuzetno dobro izučene i predmet su većine regulatornih mjera na smanjenju emisija.

BC (čađ) je sastojak čestica PM<sub>2,5</sub> - štetnih kako po ljudsko zdravlje tako i po klimu<sup>12 13</sup>. Hlađenjem emisije iz peći na čvrsta goriva dolazi do apsorpcije niza gasnih hidrokarbona u čađ.

U odnosu na konvencionalne peći na drva, peći na drvene pelete, ako se koriste korektno, tj. s optimiziranim strujanjem zraka, proizvode mnogo manju količinu čestica BC i policikličnih aromatskih hidrokarbonata (PAH)<sup>14</sup>.

Jedan od glavnih sastojaka čestica PM je OC (organski ugljik), koji se direktno emituje spaljivanjem mnogih čvrstih goriva, a formira se i kao sekundarni polutant. Organske i neke neorganske emisije podvrgnute su brzim fizičko-hemijskim transformacijama, te dodatnim usporanim reakcijama u atmosferi<sup>15</sup>.



Čestice crnog ugljika različitih dimenzija



Brzina mnogih reakcija zavisi i od dostupnosti sunčevog svjetla (na ultravioletnom dijelu spektra) i od temperature atmosfere, što znači da su te reakcije mnogo sporije tokom hladne i mračne sezone (grijanja) nego tokom svjetlijeg i toplijeg perioda godine.

Čak i kad se efikasnost malih kućnih ložišta na čvrsta goriva poboljša, količina čestica BC emitovana iz date količine goriva ostaje gotovo ista. Bolje sagorijevanje će, međutim, rezultirati puno manjim količinama organskih materija i povećanjem neorganskih soli.<sup>16 17</sup>

### Gasovi: CO, NO<sub>x</sub>, PAH, SO<sub>2</sub>, VOC

Dim nastao spaljivanjem drveta i druge biomase sadrži i gasne polutante zraka koji potencijalno uzrokuju niz zdravstvenih problema (polutanti kao CO, NO<sub>x</sub> i VOCs kao što su akrolein, formaldehid, benzen, gasni i čestične PAH-ove, kao i druga organska jedinjenja uključujući karboksilne kiseline, višestruko zasićene i nezasićene ugljovodonike, aromatična jedinjenja, PAH-ove kao i aldehide, fenole, organske kiseline i alkohole).

### Ostale emisije

Izgaranje uglja oslobađa elemente i spojeve posebno štetne po ljudsko zdravlje (fluor, arsenik, selen, živa i olovo), a loženje uglja u domaćinstvima oslobađa ove elemente u samoj prostoriji gdje se ugali loži.



*Emisije iz malih kućnih ložišta na čvrsta goriva se mogu značajno razlikovati, ovisno od kvaliteta ložišta i kvaliteta korištenog goriva.*

# KAKO EMISIJA LOŽENJA ČVRSTIH GORIVA UTIČE NA LJUDSKO ZDRAVLJE?

Postoji dokazana veza između ozbiljnih efekata po ljudsko zdravlje i emisija koje nastaju loženjem drveta i uglja u domaćinstvima. Ljudskom zdravlju štete i kratkotrajno i dugotrajno izlaganje dimu drveta i uglja, jer emisije koje nastaju loženjem drveta i uglja sadrže spojeve koji izazivaju rak i djeluju na isti način kao i čestice PM iz drugih izvora. Brojne studije pokazuju da izlaganje dimu od loženja drveta i uglja šteti i respiratornom i kardiovaskularnom sistemu.

**Kratkotrajna izlaganja lebdećim česticama štete ljudskom zdravlju bez obzira na to jesu li čestice nastale spaljivanjem drveta ili fosilnih goriva. Istraživanja rađena na životinjama pokazuju toksičnost barem 28 polutanata prisutnih u dimu čvrstih goriva, uključujući i 14 kancerogenih spojeva i četiri agenta koja podstiču nastajanje raka<sup>18</sup>.**

Međunarodna agencija za istraživanje raka (*International Agency for Research on Cancer / IARC*) proglasila je kancerogenima i nediferencirane čestice PM (nastale spaljivanjem uglja i korištenjem čvrstih goriva generalno u domaćinstvima)<sup>19</sup>. Svjetska zdravstvena organizacija je pri izradi smjernica za kvalitet zraka u zatvorenim prostorima koristila upravo rezultate studija poput ove. Da bi se razumjeli učinci spaljivanja čvrstih goriva u svrhu grijanja domaćinstava, korišteni su nalazi epidemioloških studija o učincima zagađenog zraka na zdravlje stanovništva, studija efekata spaljivanja biomase u slučajevima šumskih požara, te toksikoloških i studija u kliničkim uslovima.

## Epidemiološke studije

Stotine epidemioloških studija (urađenih u različitim klimama i na različitim populacijama) povezuju dnevna povećanja koncentracije čestica PM u vanjskom zraku s povećanom smrtnošću i povećanim brojem pacijenata primljenih na bolnički tretman.

Dugotrajna, višegodišnja izloženost česticama PM očito ima jači utjecaj po zdravlje nego kratkotrajna izloženost.

U siromašnim zemljama je dugotrajna izloženost visokim koncentracijama dima nastalog loženjem drveta povezana s infekcijama donjeg respiratornog trakta, uključujući i upalu pluća kod djece, s razvojem hronične obstruktivne bolesti pluća, te smanjenom funkcijom pluća i pojavom raka pluća kod žena, kao i povećanom stopom mrtvorođenčadi i novorođenčadi ispod prosječne težine<sup>20 21</sup>.

Lebdeće čestice nastale spaljivanjem biomase jednako su opasne po zdravlje kao i čestice nastale iz drugih urbanih izvora.

Epidemiološke studije ukazuju na to da i kratkotrajna izloženost česticama nastalim spaljivanjem biomase štetno utiče na respiratorne i kardiovaskularne organe<sup>22 23</sup>.

## Toksikološke i kliničke studije

Lebdeće čestice u dimu nastalom spaljivanjem drveta štete ljudskom zdravlju putem oksidativnog stresa, direktnog toksičnog djelovanja na ćelijskom nivou, usporavanjem obnavljanja oštećenih ćelija, izazivanjem oštećenja na plućima, sekundarnim upalama i genotoksičnosti, uzrokujući povećan rizik od raka respiratornih organa. Upala pluća može voditi i sistemskoj upali. Mnoge od ovih efekata mogu izazvati čestice PAH i njihove izvedenice.

Studije na zdravim dobrovoljcima pokazuju da je izlaganje dimu nastalom spaljivanjem drveta povezano sa:

- sistemskom i upalom bronhija i alveola<sup>24</sup>
- povećanom incidencijom zgrušavanju krvi<sup>25</sup>
- zapaljenjem donjih disajnih puteva<sup>26</sup>
- povećanim brojem slučajeva iritacije mukoznih membrana.

## Uticaj crnog ugljika na ljudsko zdravlje

Dim nastao loženjem drveta obiluje česticama crnog ugljika (BC). Pregled<sup>27</sup> epidemioloških, kliničkih i toksikoloških studija pruža dovoljno dokaza o negativnom uticaju koji čestice BC vrše na ljudsko zdravlje, bez obzira je li u pitanju dugotrajna ili kratkotrajna izloženost. Istraživači dokazuju vezu između dnevnih koncentracija čestica BC i opće smrtnosti, povećane smrtnosti od bolesti kardiovaskularnog sistema i povećanog broja slučajeva pacijenata zadržanih u bolnici zbog kardiopulmonarnih problema.

Čestice BC prenose širok raspon hemijskih spojeva u pluća, u glavne odbrambene ćelije organizma, a i u krvotok. Smanjenjem izloženosti česticama PM<sub>2,5</sub> (koje sadrže čestice BC) trebalo bi da smanji njihov negativan uticaj na ljudsko zdravlje.

Desetine hiljada preranih smrti u Evropi pripisuju se zagađenju zraka uzrokovanom grijanjem domaćinstava loženjem drveta i uglja.

## KAKO SMANJITI EMISIJE IZ MALIH KUĆNIH LOŽIŠTA

Na raspolaganju je niz mjera kojima se mogu smanjiti emisije goriva koje nastaju loženjem drveta i uglja.

### Kakve su mjere poduzimane u drugim zemljama za smanjenje emisija nastalih loženjem drveta?

Podsticaji za promjenu goriva, te umjesto uglja i ostalih čvrstih goriva počnu koristiti efikasnije tehnologije grijanja poput peći visoke toplotne efikasnosti, kamina i peći na pelete i toplotnih pumpi može dovesti do značajnog smanjenja emisija ložišta na čvrsta goriva koja se koriste za grijanje domaćinstava. U izvjesnoj mjeri i obrazovne kampanje mogu biti korisne u smislu smanjenja emisije iz ovakvih ložišta.

Državne, regionalne i lokalne regulatorne agencije širom svijeta implementirale su veliki broj mjera za regulisanje upravljanja kvalitetom zraka koje ciljaju na smanjenje koncentracije polutanata nastalih emisijom iz ložišta koja spaljuju drvo. To uključuje akcije fokusirane na zamjenu goriva, promjenu tehnologije spaljivanja (zamjena peći), izgradnju sistema centralnog grijanja, uvođenje toplotnih pumpi i obrazovne kampanje u kojima je ciljan način loženja vatre.

Zakonske mjere uključuju regulisanje tzv. ekodizajna peći kojim se regulišu maksimalne emisije i minimalna toplotna efikasnost peći (EU) i ograničenja emisije peći (SAD, Kanada). Kreatori politika u ovoj oblasti imaju na raspolaganju i mjere kao što su obavezna zamjena goriva, podsticaji da se zamjene peći, te uvođenje dana 'bez loženja'.

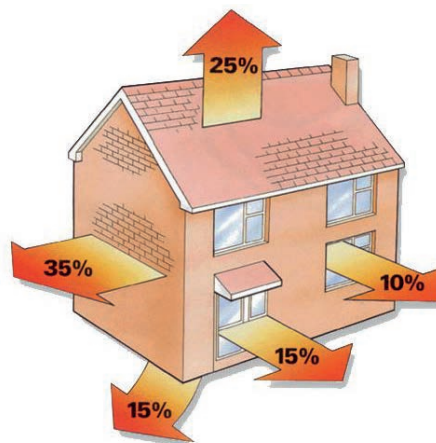
### Smanjenje emisije po jedinici utrošenog novca

U BiH nikada nije urađena analiza ekonomičnosti intervencije, odnosno izračun vremena i novca potrebnih da se primjenom određene mjere kvalitet zraka dovede do ciljanog nivoa. Tuzla je počela sa širenjem mreže centralnog grijanja još 1979. godine i donedavno je to bio jedini način kojim se pokušalo dovesti do smanjenja emisija.

Zbog visoke cijene izgradnje mreže i visoke cijene priključka i izrade unutrašnje instalacije centralnog grijanja, preko 16.000 domaćinstava u Tuzli i dalje se grije na čvrsta goriva, a Tuzla je i dalje jedan od najzagađenijih gradova u Bosni i Hercegovini.

## Smanjenje gubitaka energije - utopljavanje

Negativni uticaji iz malih kućnih ložišta pokušavaju se smanjiti optimizacijom potrošnje energije u zgradama, na primjer inicijativama za poboljšanje toplotne izolacije zgrada (Sarajevo), subvencijama za prelazak na prirodni gas (Sarajevo) i proširivanjem mreže daljinskog grijanja (Tuzla, Lukavac, Kakanj). Troškovi takvih projekata redovno su vrlo visoki i nadilaze i ambicije i mogućnosti vlasti da u kratkom vremenskom roku značajno smanje emisije u ovom sektoru.



## Zamjena peći

Brojni su primjeri širom svijeta gdje je uspješnim intervencijama značajno smanjene emisije iz kućnih ložišta na čvrsto gorivo.

U Launcestonu, Australija, kombinovana je zamjena goriva (peći na drva su zamijenjene grijanjem na struju) s obrazovanjem zajednica i osnaživanjem zakonskih mjera u ovoj oblasti. Tako se udjel domaćinstava koja se griju na drva smanjio sa 66% na 30%. Učinci su objavljeni u studiji koja pokriva period od 13 godina. Na početku je izmjereno da loženje drveta u ukupnim emisijama lebdećih čestica učestvuje s 85%. Nakon intervencija je srednja zimska koncentracija PM10 snižena za 39%, tj. sa 44 na 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ovo poboljšanje je istovremeno dovelo do smanjenja ukupne godišnje stope smrtnosti.

U Njemačkoj postoje povoljni krediti za kupovinu peći na drva i pelete, s podsticajima za kupovinu peći na pelete. Podsticaji se kreću u rasponu od 500 do 2.500 eura, zavisno od modela.

Švedska vlada je za troškove nabavke i ugradnje peći na biomasu uvela subvencije do 14.000 švedskih kruna (oko 1.400 eura). Vlasnici stanova koji s grijanja na električnu energiju žele preći na centralno grijanje, grijanje toplotnim pumpama ili pećima na biomasu subvencionirani su i do 30.000 švedskih kruna (oko 3.000 eura).

Finansijski poticaji za zamjenu goriva ustanovljeni su u nekoliko evropskih zemalja. U Austriji se subvencionira nabavka peći za loženje biomase, peleta ili drveta, i to sa 120 eura/kW za ložišta snage od 0 do 50 kW i 60 eura/kW za svaki dodatni kW do maksimuma od 400 kW, s tim da se subvencionira maksimalno 30% od ukupne cijene ložišta.

## Programi zamjene peći

Zakonske mjere kojima se obezbjeđuje zamjena peći na drvo na snazi su i u pojedinim dijelovima SAD-a. U pokrajini San Joaquin na jugu Kalifornije pri prodaji stana postojeće peći na drva moraju se obilježiti kao neupotrebljive i zamijeniti pećima koje certificira EPA. Dozvoljena je prodaja samo peći na plin, na pelete i peći na drva koje certificira EPA. Usto postoji i ograničenje broja peći i kamina na drvo koji se mogu ugraditi u novim stambenim objektima. Pokrajina sjeverne Kalifornije Santa Clara potpuno je zabranila postavljanje novih peći i kamina na drva.

Vlada Britanske Kolumbije (Kanada) je 2008. godine uspostavila regionalni program kako bi olakšala da se najmanje 50.000 starih peći s visokim emisijama zagađujućih materija zamijeni certificiranim uređajima koji koriste napredne tehnologije izgaranja. Ovaj program se smatra jednim od najuspješnijih sličnih programa u Sjevernoj Americi. Zainteresirane zajednice primaju sredstva i nadoknade (250 USD po zamjeni štednjaka), a osviještene zajednice i same uvode podzakonske akte i nastavljaju s kampanjama za podizanje svijesti<sup>28</sup>.

Studija raspodjele izvora urađena u Goldenu, British Columbia, Kanada otkriva da je udjel zagađenja nastao loženjem drveta u ukupnoj PM<sub>2,5</sub> smanjen četiri puta nakon programa zamjene peći.

Po nalazima kanadskog "National Collaborating Centre for Environmental Health", neophodno je najprije postaviti standarde emisija temeljene na izboru najbolje moguće tehnologije, što obezbjeđuje željeni kvalitet

peći instaliranih kroz programe zamjene. Bez ovakvih standarda, programi zamjene mogu biti primjer izgubljene šanse da se uvedu peći s najčistijom mogućom tehnologijom loženja drveta.

Ista studija zaključuje da je za smanjenje dima nastalog loženjem drveta najbolja strategija uklanjanje necertificiranih peći (zamjenom, davanjem roka za izbacivanje iz upotrebe ili uklanjanjem pri prodaji imovine).

## Peći na pelete

Peći na pelete kao gorivo koriste prerađenu biomasu u formi peleta. Uglavnom su opremljene sistemima za automatski dovod goriva koji obično rade na struju, mada se neki napajaju i gravitacijski, pa je njihovo korištenje daleko nezahtjevnije nego loženje peći na drva.

## Javno centralno grijanje

Centralno grijanje stambenih i poslovnih prostora podrazumijeva sistem kroz koji se toplota distribuira korisnicima iz centralne kotlovnice. Prvo je uveden u Švedskoj 1940-ih, upravo radi izbjegavanja korištenja uglja i mazuta u urbanim sredinama, kao i da bi se podržala tzv. kogeneracijska proizvodnja električne energije (kombinovana proizvodnja električne energije i toplote).

Procjenjuje se da je 1970-ih u gradovima sa centralnim grijanjem nivo  $\text{SO}_2$  bio dva do pet puta niži u poređenju sa sličnim gradovima bez centralnog grijanja. Danas je centralno grijanje najčešći način grijanja u stambenim zgradama s više stanova i u poslovnim objektima.

Rezultat ove (ali i drugih mjera) ogleđa se u činjenici da je npr. u Gothenburgu, gradu koji je u Švedskoj drugi po veličini, koncentracija čađi s  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  1965. godine smanjena na oko  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  1995. godine<sup>29</sup>.

**U siromašnijim zemljama se, zbog visokih troškova ulaganja, centralno grijanje iz javne mreže rijetko koristi za zagrijavanje domaćinstava u porodičnim kućama. Pristup obično jeftinom i za okoliš puno prihvatljivijem centralnom grijanju iz javne mreže obično imaju samo porodice koje stanuju u stambenim zgradama s više stanova.**

## Toplotne pumpe

### Šta je toplotna pumpa?

Toplotna pumpa je uređaj koji može osigurati grijanje, hlađenje i toplu vodu za stambene, komercijalne i industrijske objekte. Bilo koja instalacija toplotne pumpe može obezbijediti i grijanje i hlađenje. Zavisno od toga koja se usluga pretežno koristi, uređaj se naziva toplotna pumpa, klima- uređaj ili mašina za hlađenje tj. frižider.

Toplotne pumpe su vrlo efikasni energetska uređaji. Mogu osigurati tri do šest jedinica korisne toplotne energije po svakoj jedinici utrošene energije.<sup>30</sup> Poređenja radi, tradicionalni sistemi grijanja na čvrsta goriva (koji se uglavnom koriste u BiH) osiguravaju manje od pola jedinice toplotne energije po svakoj jedinici utrošene energije.

**Toplotne pumpe mogu koristiti obnovljive izvore energije iz zraka, vode i zemlje, kao i viškove energije iz industrijskih procesa, infrastrukturnih građevina i zgrada.**



U Evropskoj uniji Direktiva 2009/28/EU o promociji obnovljivih izvora energije, koju je Evropski parlament donio 2009. godine, jasno kaže da se aerotermalni, hidrotermalni i geotermalni izvori koji koriste toplinske pumpe trebaju klasificirati kao obnovljiva energija, što je vodilo uvođenju političkih mjera za promociju upotrebe toplinskih pumpi. Očekuje se da će udio toplotnih pumpi, u kombinaciji obnovljivih izvora energije, do 2020. godine biti oko 5%.<sup>31</sup>

Prelaz domaćinstava s grijanja na ugalj na električno grijanje u žiži je sva tri velika globalna izazova: ublažavanje emisija stakleničkih gasova, smanjenje zagađenja vanjskog i zraka u zatvorenim prostorijama kao glavnog uzroka bolesti i smrtnosti, te pristup dostupnoj, pouzdanoj, održivoj i modernoj energiji. U sva tri se vjerovatno najviše ističe Kina, kao izvor 30% globalnih emisija stakleničkih gasova (od čega 70% od uglja) i gdje, kako se procjenjuje, zagađeni zrak godišnje uzrokuje 1,6 miliona prijevremenih smrti, a preko jedna trećina domaćinstava za grijanje koristi peći na ugalj. Kina je u to ime poduzela ambiciozan plan da 70% svih domaćinstava na sjeveru države prebaci na čisto grijanje<sup>32</sup>. Da bi se ublažili negativni uticaji na zdravlje i životnu sredinu usljed grijanja kuća na ugalj, samo je na području Pekinga u 3.700 sela prvo zabranjeno korištenje uglja, a zatim proveden program subvencioniranog uvođenja i korištenja toplotnih pumpi.

Još je nekoliko zemalja (npr. SAD, Velika Britanija, Australija i Japan) uvelo poreske olakšice, subvencije ili druge pogodnosti za korištenje toplotnih pumpi.

Poticaj za obnovljivu toplotu (*Renewable Heat Incentive*) je program kroz koji se u Engleskoj, Škotskoj i Velsu stimulišu domaćinstva koja instaliraju toplotne pumpe<sup>33</sup>.

Program finansiranja švicarske nevladine organizacije "Myclimate" pomaže s 1.000 franaka vlasnike domaćinstava koji stare sisteme grijanja na lož-ulje ili plin mijenjaju modernim toplotnim pumpama.<sup>34</sup>

**Godišnje se u BiH prikupi oko 30 miliona KM za poticaje obnovljivim izvorima energije. Ta sredstva dolaze upravo od građana i privrednih subjekata, koji u te svrhe plaćaju određeni procenat u sklopu računa za utrošenu energiju. Trenutno se ta sredstva pretežno usmjeravaju za izgradnju privatnih malih hidrocentrala, koje za širu zajednicu nemaju ni ekonomsku ni ekološku opravdanost.**

Usmjeravanjem sume od 30 miliona KM godišnje na nabavku toplotnih pumpi, koje su klasifikovane kao obnovljivi izvor energije, u BiH bi se svake godine bar 20 hiljada domaćinstava riješilo grijanja loženjem prljavih goriva. Korist bi bila neprocjenjiva - kako po zdravlje tih ljudi tako i njihove okoline.

## REGULATORNE MJERE

Regulatorne mjere uključuju pravilnike o primjeni standarda eko-dizajna i labela poput onih koji se primjenjuju u zemljama Evropske unije, ograničenja emisija polutanata primjenom tehnoloških ograničenja, mjere za promjenu goriva i zamjenu peći, kao i ograničavanje loženja tokom perioda povećanog zagađenja.

### "Dani bez loženja"

U mnogim dijelovima SAD-a, u danima kad meteorološki uslovi pogoduju porastu koncentracija zagađenja (mala brzina vjetera, temperaturna inverzija), stupaju na snagu zakonske mjere zabrane loženja drveta u pećima.

Problem emisija iz malih kućnih ložišta dodatno se uvećava kada ne postoje odgovarajuće zakonske odredbe i standardi za kontrolu ovog značajnog izvora emisija.

### Regulatorna ograničenja emisija - ekodizajn peći

Neke evropske zemlje, uključujući Austriju, Dansku, Njemačku, Norvešku i Švedsku, uvele su državne standarde za emisije instalacija malih kućnih ložišta. Najsveobuhvatniji je njemački zakon iz 2010<sup>35</sup>.

I Kanada primjenjuje državne standarde koji ograničavaju emisije PM<sub>2,5</sub> i ozona. Loženje drveta za grijanje domaćinstava označeno je kao prioritetni sektor u kome treba smanjivati emisije. Standardima usvojenim 2010. godine dozvoljena emisija PM snižena je na svega 4,5 g/h za nekatalitične peći i do 2,5 g/h za katalitične peći na drva.

Unutarnji dizajn peći na drva potpuno je promijenjen otkako je 1988. EPA izdala standarde efikasnosti za nove peći na drva. Obavezna granica emisije dima iz peći na drva sada je 4,5 grama dima na sat u prvoj fazi norme efikasnosti za peći na drva.

Druga faza će stupiti na snagu 15. maja 2020. godine, kad se granica spušta na 2,0 grama na sat.<sup>36</sup>

### **U Evropskoj uniji će se nakon 2022. godine prodavati samo ekološke peći i kamini**

Tokom protekle decenije rad Evropske komisije bio je usmjeren ka mogućnosti regulacije upotrebe čvrstih goriva u pećima i bojlerima, pogotovo onima koji koriste razne oblike goriva od drvenaste biomase (drvenih cjepanica, peleta i drvenih briketa) i na kreiranje prijedloga ograničenja emisija.

Evropska unija uvodi ekološki prihvatljive kriterije za dizajn ložišta na biomasu. Proizvođači će se morati pridržavati zahtjeva za ograničenje emisija i efikasnosti, što će dovesti do boljeg ekološkog učinka novih ložišta za spaljivanje biomase koja se isporučuje na evropsko tržište i smanjenja štetnih emisija.

Uredba o ekodizajnu stupa na snagu u 28 država članica EU:

- za kotlove na biomasu od 1. januara 2020. (Uredba EU 2015/1189);
- za ostala ložišta na biomasu, tj. za peći, kamine i štednjake, od 1. januara 2022. (Uredba EU 2015/1185)<sup>37</sup>.

Emisija peći na drva biće ograničena na 40 mg/m<sup>3</sup> odnosno 5 g/kg suhe mase drveta, zavisno od mjernog metoda. Efikasnost peći na drva neće smjeti biti manja od 65%.

### *Područja kontrole dima*

Potrebno je jasno definisati gušće naseljena i gradska područja u kojima geografski uslovi pogoduju razvoju zagađenja tj. područja poput kotlina gdje bi zagrijavanje domaćinstava pećima na čvrsta goriva bilo moguće isključivo efikasnim pećima s niskim emisijama.

### **Velika Britanija: područja kontrole dima**

Zakone o čistom zraku Velika Britanija donosi 1956. i 1968. godine, a kako bi riješila tadašnje probleme zagađenog zraka. U to vrijeme je u industriji i za zagrijavanje domaćinstava masovno korišten ugalj, a Zakoni su ovlastili lokalne vlasti za kontrolu emisije tamnog dima, prašine i isparenja iz tvornica, kao i za proglašavanje "Područja s kontrolom dima" gdje su zabranjene emisije dima iz kućnih ložišta. Otada su područja s kontrolom dima uvedena u mnoge gradove Velike Britanije.

#### **Područje kontrole dima**

Prema britanskom Zakonu o čistom zraku, vlasti mogu ili dijelove ili cijelu oblast pod svojom upravom proglasiti Područjem kontrole dima.

U tom slučaju se prekršajem smatra ispuštanje tamnog dima iz dimnjaka zgrade (komercijalne ili stambene), iz peći ili bilo kakvog drugog ložišta koje se nalazi u tom Području. Prekršajem se smatra i nabavka „neovlaštenog goriva“ za upotrebu na području kontrole dima, osim kad se koristi u „izuzetom“ tipu ložišta.

Maksimalna kazna za takav prekršaj je £1.000.

Zakon lokalnim vlastima dozvoljava da naprave listu dozvoljenih goriva i ovlaštenih tipova ložišta za koja je testiranjima utvrđeno da neće emitovati tamni dim.

#### **Dozvoljena goriva**

Dozvoljena goriva su pobrojana u propisima donesenim na osnovu Zakona o čistom zraku. Tu spadaju bezdimna goriva poput plina, električne energije i antracita, te ostala goriva za koja je testiranjem utvrđeno da ne stvaraju dim kad se zapale u otvorenom kaminu.

## Nastavak

### Izuzeti tipovi ložišta

Tipovi ložišta izuzeti od propisanih kontrola po Zakonu o čistom zraku one su peći i štednjaci za koje je nakon testiranja utvrđeno da ne ispuštaju dim čak ni kad se u njima loži gorivo koje obično ispušta dim. Mnogi dijelovi Velike Britanije proglašeni su Područjima kontrole dima.

### Tamni dim

Što je dim tamniji i neprozirniji, to je veća vjerovatnoća da je pun zagađujućih materija. Za definisanje tamnog dima u Velikoj Britaniji<sup>38</sup> se koristi Ringelmannova tabela s pet nijansi sive (u rasponu od 0 - čist, proziran do 5 - crn). Dim iznad nijanse 2 na ovoj skali zvanično se označava kao "taman".

U SAD<sup>39</sup> i nizu evropskih država inspekcije koriste vizuelni metod ocjene vidljivih emisija zagađivača zraka ravnopravno s instrumentalnim mjerenjima.

Već od 1859. godine u SAD je neprozirnost dima korištena za regulaciju zagađenja zraka. Danas pojedine države SAD regulišu neprozirnost gasova za emisije tačkastih izvora (poput dima iz dimnjaka), a većina regulira neprozirnost trenutnih emisija. Uobičajena granica neprozirnosti iznosi 20%, što znači da je blokirano 20% svjetlosti, odnosno da kroz dim ispušten iz dimnjaka možete vidjeti 80% pozadine iza dima. U SAD-u se za mjerenje neprozirnosti i provođenje državnih propisa o neprozirnosti emisija koristi Metoda 9 US EPA<sup>40</sup>. Certificirani posmatrač postaje svako ko prođe jednostavnu obuku za primjenu metode 9, a nakon toga može prijaviti kršenja i tražiti provođenje zakona.

Podzakonski akti Federacije BiH predviđaju korištenje vizuelnog metoda (ocjena tzv. dimnog broja), ali bez detaljnog obrazloženja potrebnog za praktičnu primjenu tokom inspeksijskog pregleda.

## KORIŠTENJE KVALITETNOG OGRJEVNOG DRVETA

Zbog relativno lake dostupnosti i velikih zaliha kvalitetnog ogrjevnog drveta u državnim šumama BiH, drvo je najvažnije gorivo koje za grijanje koristi skoro dvije trećine bh. domaćinstava, a svako deseto bh. domaćinstvo i za kuhanje koristi isključivo drvo.

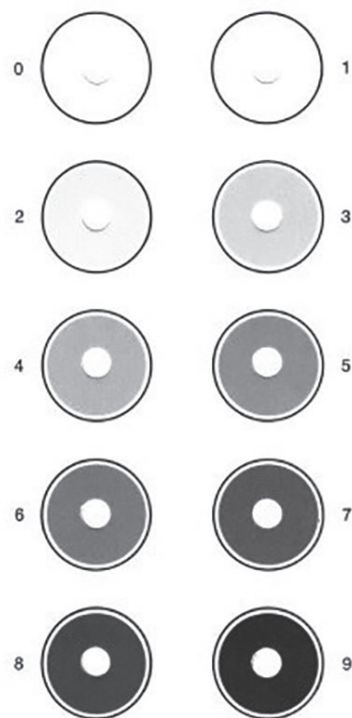
Drvo koje se koristi za ogrjev i kuhanje ne bi smjelo imati udio vlage veći od 25%. Korištenjem drveta s većim postotkom vlage, temperatura u ložištu pada ispod optimalne, što višestruko povećava količinu emisija zagađujućih materija.

Kad se loži vlažno bukovo drvo, kakvo se najčešće upotrebljava u BiH, emisija PM10 može biti i do četiri puta veća u odnosu na emisiju PM10 u slučaju loženja drveta pravilno osušenog na zraku<sup>41</sup>. Korištenjem vlažnog drveta opadaju i njegova ogrjevna vrijednost i proizvedena toplina, budući da se dio energije sadržane u drvetu troši na isparavanje vode prisutne u drvetu.

Kada se loži vlažno drvo, emisija štetnih materija je skoro četiri puta veća nego kod pravilno osušenog drveta - a ušteda koja se može postići sa suhim drvetom je čak 20%.

Na 1000 KM potrošenih u kupovinu suhog drveta, može se uštedjeti i do 200 KM po grijnoj sezoni u odnosu na loženje vlažnog drveta.

Za optimalno sušenje bjelogoričnog drveta, kakvo se u BiH obično koristi za loženje, potrebno je 12 mjeseci.



Pomagalo za vizuelnu ocjenu dimnog broja

# KAKO SE U SJEVERNOJ MAKEDONIJI RJEŠAVA PROBLEM ZAGAĐENJA ZRAKA?

Sjeverna Makedonija ima slične probleme sa zagađenjem zraka kao i BiH. Ipak, zadnjih godina tamošnje vlasti počinju poduzimati odlučne mjere kako bi se ti problemi riješili.

Sve dosad provedene analize i nalazi ukazuju na to da je u dolini Skopja najveći zagađivač zraka - grijanje. Takve nalaze potvrđuje i studija<sup>42</sup> koju je 2017. godine pripremio Finski meteorološki zavod u okviru zajedničkog projekta s Ministarstvom zaštite okoliša i prostornog planiranja Sjeverne Makedonije, a u kojoj se procjenjuje da oko 90% ukupne emisije lebdećih čestica dolazi iz zagrijavanja domova loženjem ogrjevnog drveta.

U januaru 2017. godine Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja u saradnji s Gradom Skopje i UNDP-om provode istraživanje o načinima grijanja domaćinstava na reprezentativnom uzorku od 5044 domaćinstava u svih 17 općina regije Skopje. Rezultati istraživanja predstavljeni su u studiji "Analiza praksi grijanja domaćinstava u dolini Skopja"<sup>43</sup>. Ujedno je sačinjen i dokument "Mapa puta od 2017. do 2025. za smanjenje lokalnog zagađenja zraka uzrokovanog zagrijavanjem domaćinstava Skopje diše utopija ili realnost" dostupna na [www.skopjesezagreva.mk](http://www.skopjesezagreva.mk) zajedno s rezultatima istraživanja i dokumentima koji su poslužili za dalju diskusiju o načinu rješavanja problema kvaliteta zraka u Skopju.

U januaru 2019. Vlada Makedonije donosi "Program za smanjenje zagađenja zraka u Makedoniji"<sup>44</sup> sa sljedećim glavnim ciljevima:

1. do 2020. godine smanjiti zagađenje zraka
  - u Skopju do 50%
  - u ostalim gradovima od 30 do 50%
2. tokom 2019. i 2020. godine provoditi program u svim segmentima:
  - monitoring kvaliteta zraka
  - jačanje inspekcije
  - javna kampanja
  - izmjene i dopune odgovarajućih zakona
  - akcije u oblastima najkritičnijim kad je u pitanju zagađenje zraka:
    - grijanje domaćinstava
    - prevoz
    - industrija
    - gradnja
    - gradsko zelenilo
    - otpad

## PRIORITETNE AKCIJE

U razdoblju između 2019. i 2020. godine predviđeno je finansiranje sljedećih prioriternih akcija:

1. **monitoring kvaliteta zraka** - aktivnosti će biti usmjerene na poboljšanje sistema praćenja kvalitete zraka:
  - a. uradiće se potpuna zamjena instrumenata u mjernim stanicama;
  - b. primijeniće se savremeni matematički modeli za modulaciju i predviđanje zagađenja zraka

2. **poboljšanje kapaciteta inspektorata za inspekciju okoliša**, kako bi se osigurala potpuna primjena relevantnih zakona o zaštiti okoliša. Radnje će obuhvatiti:
  - a. izmjene i dopune zakona (inspektorat, inspekcija zaštite okoliša)
  - b. povećanje broja zaposlenih
  - c. povećanje broja redovnih inspekcija i
  - d. uvođenje učinkovitijeg sistema za provođenje inspekcija.
  
3. **povećanje javne svijesti kroz obrazovne kampanje**
  
4. **smanjenje emisija zagađujućih tvari nastalih grijanjem domaćinstava**  
 Većina aktivnosti će se provesti u ovom sektoru kao najvećem izvoru zagađenja.  
 Postavljeni su sljedeći ciljevi:
  - a. 10.000 domaćinstava biće priključeno na postojeću instalaciju javnog centralnog grijanja (BEG) uz proširenje toplovoda.
  - b. stopa PDV-a za uslugu centralnog grijanja smanjuje se na 5%. Očekuje se da će ova mjera doprinijeti povećanju korištenja usluga centralnog grijanja za 11%.
  - c. 20.000 domaćinstava će zamijeniti stare neekološke peći na drva efikasnijim pećima na drva.
  - d. 20.000 domaćinstava će kupiti inverterske klima-uređaje za grijanje.
  - e. privatne kompanije koje prodaju ekološke uređaje dobiće pomoć u izgradnji svojih kapaciteta, razvoju marketinških strategija i uspostavljanju partnerstva s bankama kako bi ponudili povoljne pakete za sve kategorije građana.
  - f. 10.000 domaćinstava poboljšaće energetska učinkovitost domova.
  - g. 3.000 domaćinstava će preći na prirodni plin.
  - h. za 2.000 socijalno ugroženih kategorija domaćinstava biće subvencionirana promjena načina grijanja, a kroz posebno dizajniran mehanizam potpore.
  - i. uvodi se potpuna zabrana prodaje uglja za grijanje - 2019. godine je usvojena izmjena zakona.

Plan predviđa i niz hitnih poboljšanja u oblastima uređenja gradskog zelenila, upravljanja otpadom, prevoza, industrije i gradnje.

U oktobru 2019. godine Vlada Makedonije započinje program subvencija za zamjenu peći na drva toplotnim pumpama (invertorskim klima-uređajima) gdje je predviđeno da se peći zamijene inverterima u 5.200 domaćinstava u Skopju, 2.500 domaćinstava u Bitolu, 1.500 domaćinstava u Tetovu i 800 domaćinstava u Kičevu (ukupno 10.000 domaćinstava). Program u vrijednosti od 10 miliona eura u potpunosti finansira Državna elektroenergetska kompanija Sjeverne Makedonije (ESM)<sup>45</sup>.

		Skopski Region			Grad Skopje		
		Frequency	Percent	Estimacija Domakinstva	Frequency	Percent	Estimacija Domakinstva
Valid	1 Centralno parno greenje	1070	21.2	34332	1070	23.9	35092
	2 Ogrevno drvo	2257	44.7	72418	1756	39.3	57590
	3 Elektricna energija	1567	31.1	50279	1503	33.6	49293
	4 Drugi cvrsti goriva (peleti, briketi, jaglen)	106	2.1	3401	97	2.2	3181
	5 Ekstra lesno/ propan butan	44	0.9	1412	43	1.0	1410
	Total	5044	100		4469	100	
				<b>161841</b>			<b>146566</b>

Rezultati ankete urađene u Skopskoj regiji na osnovu koje su donešene mjere za smanjenje zagađenja zraka.



# KAKO SE U BOSNI I HERCEGOVINI RJEŠAVA PROBLEM ZAGAĐENJA ZRAKA?

## ZAGAĐENJE ZRAKA I AKCIJE VLASTI U SARAJEVU OD 1972. DO 2019. GODINE

### 1972.

“U Sarajevu je prosječna zimska koncentracija sumpor dioksida u centralnom dijelu grada  $600 \text{ ug/m}^3$ , a otprilike 50% cjelokupnog stanovništva gradskog područja redovito je izloženo koncentracijama iznad  $200 \text{ ug m}^3$  tokom kasne jeseni, zime i ranih proljetnih mjeseci.

Problem zagađenja zraka u Sarajevu, koji postaje posebno akutan tokom duge, teške zime, rezultat je jedinstvenih gradskih topografskih i klimatskih uslova, što zajedno s upotrebom goriva za grijanje (uglavnom visoko sumpornog lignita i uglja) koje po izgaranju ispušta velike količine sumpornih oksida i čestica.

Konfiguracija terena u vidu planinske doline sprečava protok zraka u samom gradu i iznad njega, uglavnom uz vrlo lagane vjetrove, bez značajnih ventilacijskih karakteristika. Tokom zimskih mjeseci česte su i dugotrajne temperaturne inverzije (porast temperature zraka s povećanjem nadmorske visine). Kao rezultat, velike količine zagađivača zraka ostaju zarobljene pod inverzijskim 'poklopcem' gdje njihova koncentracija narasta i do alarmantnih razmjera. Kad temperatura okolnog zraka padne znatno ispod smrzavanja, emisija zagađivača iz ložišta naglo poraste. Kad se takvi uslovi kombinuju s inverzijom, dolazi do znatnog povećanja zagađujućih materija 'zarobljenih' u gradu i iznad njega.

Medicinske vlasti u Sarajevu upozoravaju da smrtnost među stanovništvom znatno raste tokom razdoblja visokog nivoa zagađenosti zraka. Utvrđen je porast broja smrtnih slučajeva tokom onih sedmica kad su u zraku zabilježene najveće prosječne koncentracije sumpor-dioksida i čađi, odnosno lebdećih čestica. Izvještaji sarajevskih bolnica dokazuju da tokom razdoblja jakog zagađenja dolazi do učestalosti respiratornih simptoma i plućnih komplikacija, zajedno sa sličnim porastom kardiovaskularnih problema. Zbog učestale izloženosti velikim koncentracijama zagađivača, među stanovništvom su rasprostranjeni hronični bronhitis, bronhiektazija, pneumonitis, pneumonija, astma i emfizem. Djeca se često izvode iz grada tokom razdoblja jakog zagađenja.

Smanjenje zagađenja smanjilo bi medicinske i troškove izostanaka s posla uzrokovanim štetom koju zagađenje izaziva po zdravlje stanovnika Sarajeva. Gradski funkcioneri su se javno obavezali da će provoditi program smanjenja zagađenja zraka. Formirana je Komisija za okoliš, koju čine čelnici zajednice i tehnički stručnjaci, a koja Skupštinu grada savjetuje o zagađenju zraka i sličnim pitanjima. U junu 1972. gradska Skupština Grada donosi rezoluciju kojom se u najzagađenijim dijelovima grada ograničava korištenje visokozagađujućih goriva. Iako ovo predstavlja početak, jasno je da adekvatnog rješenja ovog problema neće biti sve dok čisto gorivo ne bude svima dostupno po prihvatljivim cijenama.”<sup>46</sup>

Od 1972. godine se kroz analize i istraživanja razmatraju razni scenariji alternativnih načina zagrijavanja, a na kraju je - kao cjenovno najpovoljnija opcija, koja zadovoljava i standarde emisija - odabran prirodni gas.

## 1976.

Sa Svjetskom bankom je potpisan ugovor o finansiranju Projekta kontrole zagađenja zraka u Sarajevu.

Planira se gradnja:

- (i) glavnog gasovoda od Zvornika do Sarajeva, dužine oko 130 km i prečnika 40 cm;
- (ii) glavne stanice za regulaciju pritiska kapaciteta 125.000 m<sup>3</sup> na sat
- (iii) kružnog distributivnog gasovoda visokog pritiska i dužine oko 20 km
- (iv) oko 50 podstanica koje regulišu pritisak
- (v) oko 160 km distributivne mreže niskog pritiska
- (vi) oko 10 000 servisnih priključaka
- (vii) konverzija na plin oko 300 postojećih kotlovnica
- (viii) telekomunikacijskog sistema za nadgledanje distribucije plina, te
- (ix) tehničke pomoći za razvoj preduzeća: razvoj, obuka i izrada tarifne studije.

## 1983.

Okončan je Projekt kontrole zagađenja zraka u Sarajevu. Ukupno je potrošeno 68,3 miliona tadašnjih američkih dolara (računajući inflaciju, 316 miliona američkih dolara, tj. 560 miliona konvertibilnih maraka).

Provedba projekta trajala je oko dvije i pol godine duže od predviđene. Glavno kašnjenje nastalo je pri postavljanju distributivne mreže, zbog zagušenja na uskim gradskim ulicama gdje se istovremeno odvijala obnova vodovoda i kanalizacije, kao i obnova samih ulica, te prilikom isporuke i ugradnje telemetrijskog sustava, gdje je došlo do kašnjenja zbog promjena dizajna i problema lokacije. U junu 1983. godine završeni su svi grubi radovi osim konverzije kotlovnica, što je nastavljeno kao stalna aktivnost.

Godine 1983. gasni distributivni sistem pokriva 34 km<sup>2</sup>, odnosno 53% površine grada (šest sarajevskih općina). Krajem 1983. godine grad je imao oko 340.000 stanovnika, a 220.000 (63%) je bilo u obuhvatu gasnog sistema, dok je 178.000 (52%) bilo priključeno na gas.

Te godine je potrošnja 80 miliona m<sup>3</sup> plina omogućila grijanje 36.000 stanova (sa 146.000 stanovnika) i 7.500 individualnih domaćinstava, kao i potrošnju gotovo svih uslužnih preduzeća i industrije u središnjim gradskim opštinama.

Analize pokazuju da je u 1982. godini:

- (i) upotreba lignita izražena kao postotak ukupne potrošnje energije smanjena na 13% (sa 40% u 1973. godini);
- (ii) emisija SO<sub>2</sub> smanjena na oko 50% odgovarajuće emisije u 1973. godini, a očekivalo se i dodatno smanjenje. Emisija SO<sub>2</sub> je do 1979. godine smanjivana zahvaljujući zamjeni lignita tečnim gorivom, a nakon toga zahvaljujući zamjeni tečnog goriva plinom.

Statistika Instituta za zaštitu zdravlja pokazala je smanjenje učestalosti kardio-respiratornih bolesti i njima izazvane stope smrtnosti; očekivalo se i daljnje opadanje te stope u budućnosti.<sup>47</sup>

## 2019.

Trideset šest godina nakon okončanja Projekta kontrole zagađenja zraka u Sarajevu (kad je Sarajevo bilo na putu da trajno riješi problem zagađenog zraka), kvalitet zraka u Sarajevu ponovo je vrlo loš. Od oko 132.000 domaćinstava<sup>48</sup> u Sarajevu, oko 41.000 ih je priključeno na centralno grijanje javnog preduzeća Toplana, oko 49.000 za zagrijavanje koristi prirodni plin<sup>49</sup>, a nešto manje od 40.000 domaćinstava grije se na čvrsta goriva, ložeci uglavnom vlažno ogrjevno drvo u lošim pećima niske efikasnosti i visokih emisija zagađujućih materija.

S obzirom na toplotnu snagu, postrojenja za sagorijevanje mogu biti velika, srednja i mala.

Velika su postrojenja za sagorijevanje čija je toplotna snaga jednaka ili veća od 50 MWth, srednja od 1,5 ili 10 MWth (u zavisnosti od vrste goriva) do 50 MWth, a mala su postrojenja s toplotnom snagom manjom od donje granice za srednja postrojenja.

Kanton Sarajevo nema velikih postrojenja; ima samo srednja i mala.

U Kantonu je registrovano 60 preduzeća s oko 300 kotlovnica koje imaju obavezu mjerenja emisija i izvještavanja prema nadležnom ministarstvu. Preduzeća, međutim, ne ispunjavaju te svoje zakonske obaveze ni adekvatno i ni redovno, a inspekcije nisu u stanju niti verifikovati tačnost izmjerenih emisija, a niti natjerati preduzeća na zakonom predviđeno redovno izvještavanje.

Usto u Kantonu Sarajevo postoji i veliki broj malih privrednih i uslužnih subjekata koji zagađujuće materije emituju tokom cijele godine, a čiji rad uopšte nije regulisan<sup>50</sup>.

Saobraćaj je drugi značajan faktor koji utiče na kvalitet zraka tokom cijele godine. Prije rata su postojale dobro razgranate mreže javnog prevoza (trolejbuski, autobuski i tramvajski saobraćaj), uz brojne prigradske putničke željezničke linije. Nakon rata je ovaj vid prevoza strateški zanemaren, a rezultat nedovoljnih ulaganja bio je tek simboličan broj putnika prevezen željeznicom. Istovremeno i gradski prevoz kuburi s brojnim problemima, što je takođe rezultovalo smanjenjem broja prevezenih putnika, kao i drastičnim smanjenjem povjerenja građana u javni prevoz. Broj automobila i ostalih motornih vozila naglo je porastao. U Kantonu Sarajevo trenutno je registrovano preko 150.000 motornih vozila, od kojih su preko dvije trećine s dizel-motorima. Saobraćajni čepovi i gužve često su čak i izvan uobičajene špice. Usto u grad svakodnevno dolazi i preko 30.000 automobila iz šire regije.

“Kvalitet zraka u Sarajevu je opasno narušen vrlo visokim koncentracijama lebdećih čestica. Ovo se odnosi i na godišnje prosjeke i na broj dozvoljenih prekoračenja satnih, odnosno dnevnih koncentracija. Visoke koncentracije sumpordioksida zabilježene su u zapadnim dijelovima grada i prigradskim naseljima gdje dolazi do prekoračenja broja dana s koncentracijom sumpordioksida iznad propisane granične vrijednosti, dok je srednja godišnja koncentracija u okviru propisanih vrijednosti.

Visoke koncentracije azotnog dioksida javljaju se na mjernim mjestima u najgušće naseljenim i saobraćajno najfrekventnijim dijelovima grada (stanice Otoka i Ilidža, te Alipašina - dok je postojala). Na stanici Otoka je 2018. godine srednja godišnja koncentracija bila vrlo bliska propisanoj graničnoj vrijednosti dok ju je ranijih godina prekoračivala. Na stanici Bjelave su tokom ljetnog perioda evidentne visoke koncentracije ozona i učestala prekoračenja osmosatnih propisanih koncentracija.

Trendovi smanjenja ili povećanja koncentracija polutanata u Sarajevu u proteklom periodu nisu primjetni.”<sup>51</sup>

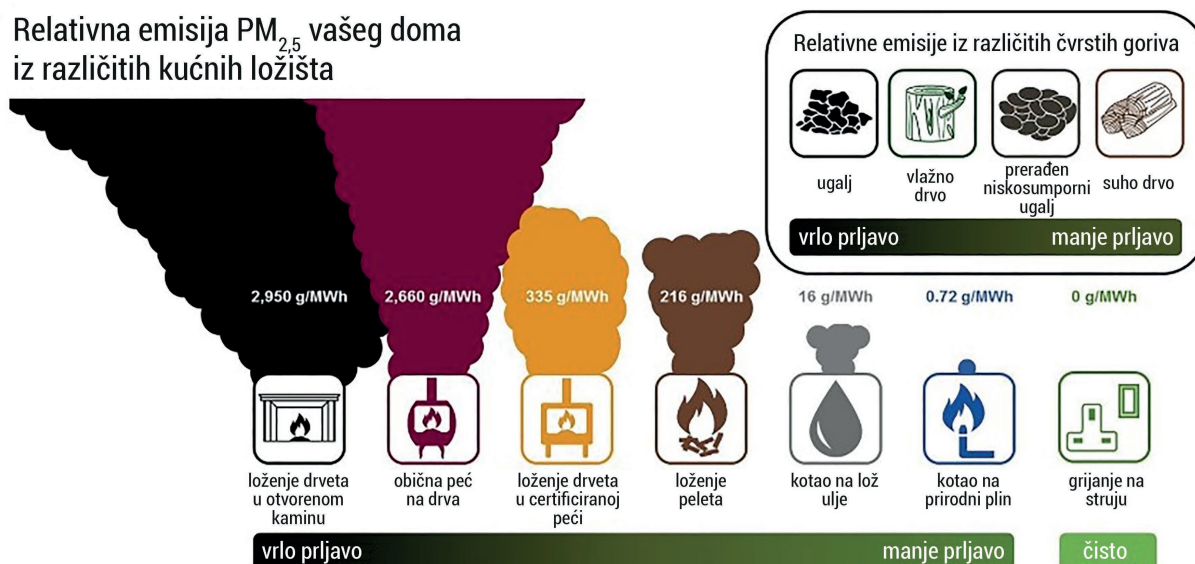
Najveća je prepreka rješavanju problema zagađenja zraka u Sarajevu nepostojanje političke volje političkih elita. To je najočitiije po oskudnim resursima dodijeljenim za rješavanje problema zagađenog zraka.

Kanton Sarajevo 2008. godine nabavlja tri automatske stanice za mjerenje kvaliteta zraka i počinje s mjerenjem koncentracije PM10, CO, O3, SO2, NOx putem tri automatske stanice: Otoka, Ilidža i Alipašina. U novembru 2017. počela je s radom i stanica u Ilijašu.

Budući da kantonalne vlasti nikad nisu obezbijedile ljudske i materijalne resurse nužne za redovno održavanje stanica, često dolazi do prekida u mjerenjima - sve zbog velikih poteškoća u redovnom održavanju stanica. Jedanaest godina nakon što su te stanice nabavljene, *niti za jednu lokaciju u gradu ne postoji petogodišnji niz validnih mjernih podataka koncentracija PM10.*

U Ministarstvu prostornog uređenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo na poslovima kvaliteta zraka radi samo jedan službenik. U Kantonalnoj upravi za inspeksijske poslove trenutno su angažovana svega dva inspektora zaštite okoliša. Pored kontrole provođenja propisa u vezi sa zaštitom zraka, ta dva inspektora kontrolišu i primjenu sve ostale okolinske regulative (otpad, priroda, buka, okolinske dozvole...). U gradu koji je više no očito prepun okolišnih problema, inspektori zaštite okoliša su tokom 2018. godine izdali svega 24 prekršajna naloga u ukupnom iznosu od 27.700 KM<sup>52</sup>.

## Relativna emisija PM<sub>2,5</sub> vašeg doma iz različitih kućnih ložišta



## MJERE KANTONALNIH VLASTI

### Djelomična zabrana prodaje i upotrebe uglja

U Kantonu Sarajevo nije dozvoljena prodaja i upotreba uglja koji ima ukupni sadržaj gorivog sumpora iznad 1% i toplotnu moć nižu od 12000 kJ/kg<sup>53</sup>.

Zakon, međutim, predviđa kazne samo za pravna, ali ne i fizička lica, tj. samostalne autoprevoznike koji obavljaju najveći dio dostava uglja domaćinstvima u Sarajevu. Stoga učinak ove zabrane i jest tek simboličan,<sup>54</sup> kako pokazuje gore navedena visina prekršajnih naloga.

### Mjere energetske efikasnosti

U okviru dva programa energetske efikasnosti zgrada i javnih objekata u Kantonu Sarajevo (2018-2019. i 2007-2018.) izvršena je energetska sanacija 69 javnih<sup>55,56</sup> i 30 stambenih zgrada<sup>57</sup>, što je tek 0,8% od ukupnog broja većih zgrada (u Sarajevu ima ukupno oko 600 javnih zgrada<sup>58</sup>, preko 12.000 stambenih zgrada s tri i više stanova, od čega 2.500 zgrada s 11 i više stanova<sup>59</sup>).

Pošto uopšte nema podataka o načinu grijanja utopljenih zgrada, nije moguća ni procjena smanjenja emisija eventualno postignuta ovom mjerom.

U svakom slučaju, s obzirom na postojeće emisije zagađujućih materija, učinak ove mjere može se smatrati tek simboličnim.

### Subvencije priključaka na plinsku mrežu

Godine 2018. Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša u saradnji s KJKP Sarajevogas pokreće program "Subvencioniranje plinskih priključaka na postojeću infrastrukturu Sarajevogasa" koji predviđa subvencioniranje novih korisnika plina s 1.000 KM. Tokom 2018. godine subvencionirano je priključivanje oko 400, a tokom 2019. godine još oko 300 novih korisnika. Pod pretpostavkom da su se sva subvencionirana domaćinstva prethodno grijala pećima na čvrsta goriva, ovom mjerom se broj domaćinstava koja za grijanje koriste peći na čvrsta goriva smanjuje po stopi od oko 1% godišnje.

## Proširenje mreže javnog centralnog grijanja

„Studija izvodljivosti o proširenju i unapređenju sistema daljinskog grijanja u Kantonu Sarajevo“<sup>60</sup> pripremljena je u sklopu projekta „Poboljšanje kvaliteta zraka u BiH kroz promociju obnovljivih izvora energije i poboljšanja daljinskog grijanja“ kojeg finansira Ministarstvo zaštite okoliša, kopna i mora Republike Italije, a implementira Razvojni program Ujedinjenih nacija (UNDP). Prema nalazima te studije, implementacija preporučenog optimalnog scenarija (proširenje mreže javnog centralnog grijanja) smanjila bi emisije PM10 iz ovog sektora za oko 10%, uz trošak od 171,5 miliona KM.

## Vezivanje putne prašine

Pojam *vezanje prašine* odnosi se na posipanje tekućine (često higroskopne otopine) na asfaltirane ulice - da bi se održavanjem vlage na površini ceste spriječile emisije ulične prašine. Neki nordijski gradovi u tu svrhu koriste otopine poput kalcij-magnezijevog acetata (CMA), magnezijevog hlorida i kalcijevog hlorida. U Helsinkiju su (od 2006. do 2009. godine) u danima *vezivanja prašine* prosječne proljetne koncentracije PM10 bile snižavane za 24%. U Londonu je za posipanje saobraćajnica sa CMA tokom 2011. i 2012. godine potrošeno 1,43 miliona britanskih funti. Istraživanje objavljeno godinu dana kasnije pokazalo je da je ovaj pokušaj vezivanja putne prašine bio potpuno neuspješan<sup>61</sup>. Učinak vezivanja prašine na koncentraciju PM10 očito zavisi od količine prašine na cestama i učešća te prašine u ukupnoj PM10. U sredinama i situacijama gdje je količina putne prašine mala, i njen je doprinos PM10 mali, te vezivanje prašine nema znatnog uticaja na ukupnu PM10<sup>62</sup>.

U Kantonu Sarajevu nikad nisu rađena istraživanja o udjelu putne prašine u ukupnoj emisiji PM10, Kanton Sarajevo je na nabavku kalcijevog hlorida za vezivanje prašine na gradskim ulicama potrošio 100.000 KM - na bazi "nezvaničnih informacija" kojima je raspologao nadležni ministar<sup>63</sup>.

## TUZLA: MALA LOŽIŠTA NA ČVRSTA GORIVA - PROBLEMI I RJEŠENJA

Tuzla je jedan od najzagađenijih gradova Evrope; nalazi se na 84. mjestu<sup>64</sup> u bazi podataka SZO gdje su koncentracije PM2,5 mjerene u 2.543 grada širom svijeta. Tuzla ukupno ima preko 41.000 nastanjenih domaćinstava. Skoro 60% ih je priključeno na javno centralno grijanje, dok je od preostalog broja skoro jedna trećina (preko 13.000 domaćinstava) zagrijava samo jednu sobu koristeći peći na čvrsta goriva i ložeći pretežno ugalj<sup>65</sup>.

Od 2015. godine grad Tuzla od Elektroprivrede BiH dobija oko 5 miliona KM godišnje na ime naknade za rad termoelektrane Tuzla, čiji se pogon i odlagališta šljake nalaze na teritoriji grada<sup>66</sup>. Od 2015. do 2019. godine Tuzla je na ime ove naknade dobila ukupno 24,9 miliona KM, od čega je svega 7,05 miliona KM potrošeno za razvoj toplovodne mreže i povećanje broja domaćinstava priključenih na javno centralno grijanje<sup>67</sup>.

Troškovi daljnjeg širenja toplovoda izuzetno su visoki<sup>68</sup>. Tuzla je početkom 2019. godine pokrenula program zamjene ložišta na čvrsta goriva toplotnim pumpama, ali s vrlo lošim rezultatima. Uzrok tome je vrlo loša priprema programa, sa zahtjevima tako strogim da ih je mogao zadovoljiti tek mali broj domaćinstava<sup>69</sup>. Na kraju je ovim programom 2019. godine subvencionirano samo jedno domaćinstvo<sup>70</sup>.

Uprkos tome je program zamjene postojećih peći u Tuzli ili certificiranim pećima ili toplotnim pumpama i dalje najekonomičniji način za smanjenje emisija iz kućnih ložišta. Ako bi se prihodi od naknade za rad termoelektrane u potpunosti usmjerili na zamjenu peći na čvrsta goriva toplotnim pumpama u domaćinstvima koja imaju samo sobno grijanje, Tuzla bi u roku od četiri godine mogla eliminisati čvrsta goriva iz svih takvih domaćinstava. Da bi se to ostvarilo, administrativne procedure zamjene peći se moraju maksimalno pojednostaviti.

**Usmjeravanjem sume od 30 miliona KM godišnje na nabavku toplotnih pumpi, koje su klasifikovane kao obnovljivi izvor energije, u BiH bi se svake godine bar 20 hiljada domaćinstava riješilo grijanja loženjem prljavih goriva. Korist bi bila neprocjenjiva - kako po zdravlje tih ljudi tako i njihove okoline.**



# MJERE ZA SMANJENJE EMISIJA IZ MALIH LOŽIŠTA NA ČVRSTA GORIVA

Zagađenje zraka nije prirodna nužnost - u pitanju je problem uzrokovan neadekvatnom politikom i nedovoljnim javnim ulaganjima u periodu osjetnog osiromašenja velikog dijela populacije. U okolnostima naših relativno malih naselja i malobrojne populacije, rješenje problema zagađenja zraka traži samo dobro usmjerene mjere, zasnovane na ravnoteži između realnog i idealnog, te spremnost vlasti da ovaj problem smatraju prioritetom i s tim usklade dugoročna javna ulaganja i kontinuirano djelovanje nadležnih i odgovornih.

Glavni cilj mjera:

**Značajno smanjenje zagađenja zraka usljed loženja i odstranjivanje izvora dima iz većih gradskih područja, u najkraćem mogućem roku, a bez udara na standard i kvalitet života stanovništva.**

**Na primjeru Sarajeva, najveće gradske sredine u BiH, daje se prijedlog mjera kojima bi se emisija zagađujućih materija u zrak iz malih ložišta mogla smanjiti u dosta kratkom roku i uz relativno mala sredstva, tako da više ne predstavlja značajan problem po zdravlje stanovništva i kvalitet zraka. Slične mjere, nakon potrebnih modifikacija, moguće je primijeniti i na ostale zajednice u BiH koje imaju sličan problem zagađenja zraka.**

Mjere	Napomena	Institucija	Trošak implementacije	Potrebno vrijeme
Potpuna zabrana oglašavanja, prodaje, korištenja i transporta uglja na urbanom području Sarajeva	Svjetska zdravstvena organizacija je izdala smjernice za kvalitet zraka u zatvorenim prostorijama. Po tim smjernicama se ugalj zbog visoke toksičnosti uopšte ne bi smio koristiti za grijanje domaćinstava.	Kanton Sarajevo	0 KM	1 godina
Implementacija Uredbe EU o ekodizajnu ložišta na biomasu	Evropska unija uvodi ekološki prihvatljive kriterije za dizajn ložišta na biomasu. Proizvođači će se morati pridržavati zahtjeva za ograničenje emisija i efikasnosti, što će dovesti do boljeg ekološkog učinka ložišta za spaljivanje biomase koja se isporučuju na evropsko tržište i do smanjenja štetnih emisija. U 28 država EU Uredba o ekodizajnu stupa na snagu: - od 1. januara 2020. za kotlove na biomasu (Uredba EU 2015/1189) - od 1. januara 2022. za ostala ložišta na biomasu, tj. peći, kamine i štednjake, (Uredba EU 2015/1185). Navedene uredbe treba u što kraćem razumnom roku prevesti u domaći zakonski okvir.	Entitetska ministarstva okoliša	0 KM	2 godine

Mjere	Napomena	Institucija	Trošak implementacije	Potrebno vrijeme
Dopuna opštinskih propisa i revizija komunalnih dozvola svim pravnim licima koja emituju zagađujuće materije u zrak	Učinkovito uspostavljanje <i>Područja kontrole dima</i> podrazumijeva da u tim područjima uopšte ne smije biti emisija tamnog dima iz ložišta, bez obzira da li emisije potiču iz malih ložišta pravnih lica ili domaćinstava.	Kanton Sarajevo opštine	0 KM	1 godina
Popis domaćinstava koja se griju na čvrsta goriva i izrada njihove socio-ekonomske karte po mjesnim zajednicama	Da bi se odredili prioriteti unutar programa zamjene peći ili zamjene načina grijanja, potrebno je popisati domaćinstva koja se griju na čvrsta goriva i izraditi njihovu socio-ekonomsku kartu.	Kanton Sarajevo preko opština i mjesnih zajednica	420.000 KM	2 godine
Izrada programa subvencija za zamjenu peći ili zamjenu načina grijanja (toplotne pumpe, kotlovi na pelet)	Subvencije bi se dodjeljivale po prioritetima, u iznosu obrnuto srazmjernom stepenu siromaštva domaćinstva. Iz fondova za subvencioniranje obnovljivih izvora energije finansirale bi se subvencije za zamjenu peći ili načina grijanja u domaćinstvima koja su se grijala na ugalj. Iz istog izvora finansirale bi se i subvencije dijela troškova električne energije domaćinstvima koja s grijanja na čvrsta goriva pređu na grijanje toplotnim pumpama.	Kanton Sarajevo Entitetska ministarstva energije	prosječno 1.200 KM po domaćinstvu <b>Ukupno:</b> 42 miliona KM za svih 35.000 sarajevskih domaćinstava koja se griju na čvrsta goriva	3 godine
Uspostava kontrole cijene i kvaliteta ogrjevnog drveta	Dozvoliti prodaju samo ogrjevnog drveta s vlažnošću ispod 20%. Omogućiti prodaju drveta iz državnih šuma samo državnim preduzećima, kako bi se spriječile špekulacije cijenom drveta.	Kanton Sarajevo	0 KM	2 godine
Zabrana izvoza ogrjevnog drveta	Izvoz je jedan od faktora koji dovode do rasta cijena ogrjevnog drveta. Snabdijevanje stanovništva ogrjevnim drvetom mora biti prioritet.	MVTEO BIH	0 KM	1 godina

Mjere	Napomena	Institucija	Trošak implementacije	Potrebno vrijeme
Uspostava <i>Centra za kvalitet zraka i pomoć građanima</i> pri Univerzitetu u Sarajevu	Centar za kvalitet zraka i pomoć građanima potreban je za izradu i praćenje učinka dugoročnih i kratkoročnih mjera za smanjenje zagađenja zraka, održavanje mreže mjernih stanica, izradu stručnih studija i izvještaja, obavještanje građana itd. Centar će ustro građanima i pravnim licima pružati besplatnu pomoć u optimalnom izboru i održavanju ložišta, te primjeni mjera utopljanja domaćinstava i pravnih subjekata. Uspostavom pri Univerzitetu u Sarajevu, Centar će dobiti pristup naučno-istraživačkim resursima Univerziteta.	Kanton Sarajevo	1.000.000 KM godišnje	1 godina
Dopuna <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Pravilnika o graničnim vrijednostima emisije u zrak iz postrojenja za sagorijevanje</b></li> <li>- <b>Pravilnika o monitoringu emisija zagađujućih materija u zrak</b></li> </ul> Dopuna bi sadržavala detaljno obrazloženje metode za vizuelnu procjenu emisija, čime bi se stekli uslovi za jednostavnu kontrolu emisija iz malih ložišta.		FMOIT	0 KM	1 godina
Program fazne uspostave administrativnih Područja kontrole dima, u kojima će biti dozvoljeno loženje samo u certificiranim pećima, a emisije pravnih lica biti strogo kontrolisane. Cilj je da postepeno cijeli grad postane područje bez dima.		Kanton Sarajevo	0 KM	5 godina
Znatno povećanje kadrovskih i tehničkih kapaciteta nadležnih inspekcija radi uspostavljanja učinkovite kontrole na <i>Područjima kontrole dima</i> .		Kanton Sarajevo Vlada FBiH	400.000 KM godišnje	1 godina

## REFERENCE

- 1 Anкета o potrošnji energije u domaćinstvima, Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine, (2015)  
[http://www.bhas.ba/saopstenja/2015/APED\\_2015\\_001\\_01\\_BA.pdf](http://www.bhas.ba/saopstenja/2015/APED_2015_001_01_BA.pdf)
- 2 Macedonian Air Quality Assessment Report For The Period 2005–2015, Ministry of environment and physical planning, Finnish Meteorological Institute (2017)  
[http://air.moepp.gov.mk/wp-content/uploads/2017/07/AirQualityReport\\_EN.pdf](http://air.moepp.gov.mk/wp-content/uploads/2017/07/AirQualityReport_EN.pdf)
- 3 Liu, J. et al. Air pollutant emissions from Chinese households: a Major and Underappreciated Ambient Pollution Source. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 113, 7756–7761 (2016)
- 4 Fleisch, AF; Rokoff, LB; Garshick, E. et al. Residential wood stove use and indoor exposure to PM2.5 and its Components in Northern New England. *J Expo Sci Environ Epidemiol* (2019)
- 5 Ocena tržišta drvnih goriva i uređaja na čvrsta goriva za grejanje i kuvanje u Srbiji, E4tech (UK) Ltd za GIZ, (2017)
- 6 Bell, M; Davis, DL (2001). Reassessment of the lethal London Fog of 1952: Novel indicators of acute and chronic consequences of acute exposure to air pollution. *Environmental Health Perspectives*, 109(s3), 389–394.
- 7 WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion, World Health Organization (2014)  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/141496/9789241548885\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/141496/9789241548885_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 8 Household use of solid fuels and high-temperature frying. Lyon: IARC (IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 95, (2010)
- 9 Bennett, DH; McKone, TE; Evans, JS; Nazaroff, WW; Margni, MD; Jolliet, O; Smith, KR; 2002. Defining intake fraction. *Environmental Science and Technology* 36, 206A–211A
- 10 Macedonian Air Quality Assessment Report For The Period 2005–2015, Ministry of environment and physical planning, Finnish Meteorological Institute (2017)  
[http://air.moepp.gov.mk/wp-content/uploads/2017/07/AirQualityReport\\_EN.pdf](http://air.moepp.gov.mk/wp-content/uploads/2017/07/AirQualityReport_EN.pdf)
- 11 Liu, J. et al. Air pollutant emissions from Chinese households: a major and underappreciated ambient pollution source. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 113, 7756–7761 (2016)
- 12 Bond, T.C. et al. Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment, *Journal Of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 118, 5380–5552 (2013)  
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jgrd.50171>
- 13 Park, M., Joo, H.S., Lee, K. et al. Differential toxicities of fine particulate matters from various sources. *Sci Rep* 8, 17007 (2018)  
<https://www.nature.com/articles/s41598-018-35398-0>
- 14 Eriksson, AC; Nordin, EZ; Nyström, R; Pettersson, E; Swietlicki, E; Bergvall, C. et al. (2014). Particulate PAH Emissions from Residential Biomass Combustion: Time-resolved Analysis with Aerosol Mass Spectrometry. *Environ Sci Technol*. 48(12):7143–7150
- 15 Kocbach Bølling, A; Pagels, J; Yttri, K; Barregard, L; Sällsten, G; Schwarze, PE et al. (2009). Health Effects of Residential Wood Smoke Particles: the Importance of Combustion Conditions and Physicochemical Particle Properties. *Part Fibre Toxicol*. 6:29
- 16 Larson T, Koenig JQ (1994). Wood Smoke: Emissions and Noncancer Respiratory Effects. *Annu Rev Public Health*. 15:133–156
- 17 Lighty, JS; Veranth, JM; Sarofim, AF (2000). Combustion Aerosols: Factors Governing Their Size and Composition and Implications to Human Health. *J Air Waste Manag Assoc*. 50(9):1565–1618.
- 18 Smith, K; Bruce, N; Balakrishnan, K; Adair-Rohani, H; Balmes, J; Chafe, Z. et al. (2014). Millions Dead: How Do We Know and What Does It Mean? Methods used in the comparative risk assessment of household air pollution. *Annu Rev Public Health*. 35:185–206
- 19 Loomis, D; Grosse, Y; Lauby-Secretan, B; Ghissassi, FE; Bouvard, V; Benbrahim-Tallaa, L. et al. (2013). The Carcinogenicity of Outdoor Air Pollution. *Lancet Oncol*. 14(13):1262–1263
- 20 Smith, K; McCracken, JP; Weber, M; Hubbard, A; Jenny, A; Thompson, LM et al. (2011). Effect of Reduction in Household Air Pollution on Childhood Pneumonia in Guatemala (RESPIRE): a randomized controlled trial. *Lancet*. 378:1717–1726.
- 21 WHO (2014a). Indoor Air Quality Guidelines for Household Fuel Combustion. Geneva: World Health Organization
- 22 McCracken, JP; Wellenius GA; Bloomfield GS; Brook RD; Tolunay HE; Dockery, DW et al. (2012). Household Air Pollution from Solid Fuel Use: evidence for links to CVD. *Glob Heart*. 7(3):223–234.
- 23 WHO Regional Office for Europe (2013). Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution – REVIHAAP project: technical report
- 24 Ghio, AJ; Soukup JM; Case, M; Dailey LA; Richards, J; Berntsen, J. et al. (2011). Exposure to Wood Smoke Particles Produces Inflammation in Healthy Volunteers. *Occup Environ Med*. 69(3):170–5.
- 25 Barregard, L; Sällsten, G; Gustafson, P; Andersson, L; Johansson, L; Basu, S. et al. (2006). Experimental Exposure to Wood-smoke Particles in Healthy Humans: Effects on Markers of Inflammation, Coagulation, and Lipid Peroxidation. *Inhal Toxicol*. 18:845–853.
- 26 Barregard, L; Sällsten, G; Andersson, L; Almstrand, A-C; Gustafson, P; Andersson, M. et al. (2008). Experimental Exposure to Wood Smoke: Effects on Airway Inflammation and Oxidative Stress. *Occup Environ Med*. 65:319–324.
- 27 Anssen, NA; Gerlofs-Nijland, ME; Lanki, T; Salonen, RO; Cassee, F; Hoek, G. et al. (2012). Health Effects of Black Carbon. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe;
- 28 Canada's Experiences: Thematic Session on Wood/Solid Fuel Residential Heating, UNECE, 2018  
[https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2018/Air/WGSR/Maygan\\_McGuire\\_Canada.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2018/Air/WGSR/Maygan_McGuire_Canada.pdf)
- 29 Areskou, H; Camner, P; Dahlén, S-E; Låstbom, L; Nyberg, F; Pershagen, G et al. (2000). Particles in Ambient Air: a Health Risk Assessment. *Scand J Work Environ Health*. 26:1–96.
- 30 International Renewable Energy Agency (IRENA), Heat Pumps: Technology Brief (2013)  
<https://www.irena.org/publications/2013/Jan/Heat-pumps>
- 31 European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport, Snapshot of Renewable Energy Development In The EU-28 Volume 2 p.22 (2015)  
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC95262/Idna27182enn.pdf>,
- 32 Barrington-Leigh, C; Baumgartner, J; Carter, E. et al. An Evaluation of Air Quality, Home Heating and Wellbeing under Beijing's Programme to Eliminate Household Coal Use. *Nat Energy* 4, 416–423 (2019)
- 33 Government Grants UK, Air Source Heat Pumps (Domestic Renewable Heat Incentive) (2019)  
<https://www.government-grants.co.uk/air-source-heat-pump>
- 34 Myclimate, Switch to climate-friendly heat pumps and benefit from subsidies (2016)  
<https://www.myclimate.org/information/news-press/news/newsdetail/detail/News/switch-to-climate-friendly-heat-pumps-and-benefit-from-subsidies/>
- 35 Bond et al., Willey, (2013)
- 36 Choosing the Right Wood-Burning Stove, US EPA, 2019.  
<https://www.epa.gov/burnwise/choosing-right-wood-burning-stove#emission-limits>
- 37 Commission Regulation (EU) 2015/1185 of 24 April 2015  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015R1185&from=EN>

- 38 "Preventing Air Pollution", Vlada Velike Britanije <https://www.gov.uk/preventing-air-pollution>
- 39 Method 9 and 22, US EPA, <https://www.epa.gov/emc/method-9-visual-opacity>  
<https://www.epa.gov/emc/method-22-visual-determination-fugitive-emissions>
- 40 Method 9 and 22, US EPA, <https://www.epa.gov/emc/method-9-visual-opacity>  
<https://www.epa.gov/emc/method-22-visual-determination-fugitive-emissions>
- 41 Price-Allison, A; Lea-Langton, AR; Mitchell, EJS; Gudka, B; Jones, JM; Mason, PE; Williams, A et al, Emissions Performance of High Moisture Wood Fuels Burned in a Residential Stove, 2019
- 42 Macedonian Air Quality Assessment Report For The Period 2005–2015, Ministry of environment and physical planning, Finnish Meteorological Institute (2017)  
[http://air.moep.gov.mk/wp-content/uploads/2017/07/AirQualityReport\\_EN.pdf](http://air.moep.gov.mk/wp-content/uploads/2017/07/AirQualityReport_EN.pdf)
- 43 PymApps, Analysis of household heating practices in the Skopje Valley, UNDP (2017)  
<https://www.skopjesezagreva.mk/wp-content/uploads/2018/07/Document-1-Household-heating-survey-report.pdf>
- 44 Vlada na Republika Severna Makedonija, Program for reducing the air pollution in the Republic of Macedonia (2019)  
<https://vlada.mk/node/15965?ln=en-gb>
- 45 Makedonski ESM subvencionise nabavku inverter klima uređaja sa 10 miliona evra, Balkan Green Energy News (2019)  
<https://balkangreenenergynews.com/rs/makedonski-esm-subvencionise-nabavku-inverter-klima-uredaja-sa-10-miliona-evra/>
- 46 Sarajevo Air Pollution control project, World Bank, 1976
- 47 Sarajevo Air Pollution Control Project, Project Performance Audit Report, World Bank, 1986
- 48 Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Bosni i Hercegovini, Knjiga 5 - Stanovi, zgrade i uslovi stanovanja, Agencija za statistiku BiH, 2019.
- 49 Bilans energetskih potreba Kantona Sarajevo za 2017. godinu, Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo, 2017.
- 50 Informacija o kvalitetu zraka u Kantonu Sarajevo za 2014. godinu, Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, 2015.
- 51 Godišnji izvještaj o stanju kvaliteta zraka u Federaciji Bosne i Hercegovine za 2018. godinu, Federalni hidrometeorološki zavod, 2019.
- 52 Izvještaj o radu kantonalne uprave za inspeksijske poslove kantona sarajevo za 2018. godinu, Kantonalna uprava za inspeksijske poslove (2019)
- 53 Odluka o zaštiti i poboljšanju kvaliteta zraka u Kantonu Sarajevo, Službene novine Kantona Sarajevo, broj 23, 2016.
- 54 Izvještaj o radu Kantonalne uprave za inspeksijske poslove Kantona Sarajevo za 2017. godinu
- 55 Informacija o kvaliteti zraka u Kantonu Sarajevo, Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša, decembar 2018.
- 56 Izjava ministra prostornog planiranja, građenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo, TV N1, 30.10. 2019.  
<http://ba.n1info.com/Vijesti/a387531/Sta-radi-Vlada-Kantona-Sarajevo-po-pitanju-zagadjenog-zraka.html>
- 57 Informacija o kvaliteti zraka u Kantonu Sarajevo, Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša, decembar 2018.
- 58 Tipologija javnih zgrada u Bosni i Hercegovini, UNDP BiH, 2018. <http://test.ged.ba/wp-content/uploads/2018/09/ged-tipologija-javnih-zgrada-u-bih-publikacija.pdf>
- 59 Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Bosni i Hercegovini, Knjiga 5 - Stanovi, zgrade i uslovi stanovanja, Agencija za statistiku BiH, 2019.
- 60 Studija izvodljivosti o proširenju i unapređenju sistema daljinskog grijanja u Kantonu Sarajevu, UNDP BiH, 2019.  
[https://www.ba.undp.org/content/dam/bosnia\\_and\\_herzegovina/docs/News/E&E%20Sector/DistrictHeating/Sažetak%20Studija%20izvodljivosti%20Kanton%20Sarajevo.pdf](https://www.ba.undp.org/content/dam/bosnia_and_herzegovina/docs/News/E&E%20Sector/DistrictHeating/Sažetak%20Studija%20izvodljivosti%20Kanton%20Sarajevo.pdf)
- 61 Barrett B., Carslaw D., Fuller G., Green D., Tremper A., (2012), Evaluation of the impact of dust suppressant application on ambient PM10 concentrations in London. Kings College London
- 62 Road dust and PM10 in the Nordic countries, Nordic Council of Ministers, 2017  
<https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1069152/FULLTEXT02.pdf>
- 63 "Mokri postupak" za čišći zrak zimi u Sarajevu, portal klix.ba, 26.jul 2019.  
<https://www.klix.ba/vijesti/bih/mokri-postupak-za-cisci-zrak-zimi-u-sarajevu/190726070>
- 64 WHO Global Ambient Air Quality Database (update 2018)  
<https://www.who.int/airpollution/data/cities/en/>
- 65 Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Bosni i Hercegovini, Knjiga 5 - Stanovi, zgrade i uslovi stanovanja, Agencija za statistiku BiH, 2019.
- 66 Zakon o izdavanju i usmjeravanju dijela prihoda poduzeća ostvarenih radom termoelektrana, Službene novine Federacije BiH broj 80/14 (2014)
- 67 Budžet grada Tuzla 2015-2019, internet stranica Grada Tuzla  
<http://grad.tuzla.ba/category/tuzla-institucionalno/budzet-za-gradane/>
- 68 Projekt priključenja 75 individualnih objekata na mrežu centralnog grijanja koštao bi skoro dva miliona KM, "Problem grijanja niko da riješi", Dnevni Avaz, 11.novembar 2019.  
<https://avaz.ba/kantoni/tuzlanski-kanton/528417/problem-grijanja-niko-da-rijesi>
- 69 Odluka o uslovima, kriterijima i postupku dodjele sredstava za sufinansiranje mjera smanjenja aerozagađenja na području grada Tuzle  
<http://grad.tuzla.ba/wp-content/uploads/2019/02/Nacrt-Odluke-o-uslovima-kriteriju-i-postupku-dodjele-sredstava-za-sufinansiranje-mjera-smanjenja-aerozagađenja-na-području-grada-Tuzle-.pdf>
- 70 Konačna rang lista podnosilaca prijava za sufinansiranje mjere smanjenja aerozagađenja „Nabavka i ugradnja toplotne pumpe sa pratećom opremom i radovima“  
<http://grad.tuzla.ba/wp-content/uploads/2014/11/KONACNA-RANG-LISTA-PODNOŠILACA-PRIJAVA-PO-DRUGOM-JAVNOM-POZIVU-ZA-DODJELU-SREDSTAVA-ZA-SUFINANSIRANJE-MJERA-SMANJENJA-AEROZAGAĐENJA-NA-PODRUČJU-GRADA-TUZLE-U-2019.-GO.pdf>





■■■ HEINRICH BÖLL STIFTUNG  
**SARAJEVO**  
Bosna i Hercegovina | Albanija |  
Sjeverna Makedonija