



ZAGAĐENJE ZRAKA I MALA KUĆNA LOŽIŠTA PROBLEM KOJI IMA RJEŠENJE

Eko akcija, Sarajevo, 2020.

ZAGAĐENJE ZRAKA I MALA KUĆNA LOŽIŠTA PROBLEM KOJI IMA RJEŠENJE

Eko akcija
Sarajevo, 2020.

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, decembar 2020.

SADRŽAJ

LISTA POJMOVA.....	4
UVOD	6
ČVRSTA GORIVA ZA GRIJANJE DOMAĆINSTAVA KAO IZVOR ZAGAĐENJA ZRAKA	9
Grijanje domaćinstava pećima na ugalj	10
Smjernice SZO u vezi s kvalitetom zraka u zatvorenim prostorima.....	10
Loženje drveta.....	10
Zagađenje vanjskog zraka uzrokovano grijanjem domaćinstava.....	11
Infiltracija.....	11
Udisajna frakcija	11
Nivo zagađenja u zatvorenim prostorijama	11
Emisije iz ložišta za grijanje domaćinstava u poređenju s drugim izvorima.....	12
KAKO EMISIJA LOŽENJA ČVRSTIH GORIVA UTIČE NA LJUDSKO ZDRAVLJE?	14
Kako smanjiti emisije iz malih kućnih ložišta?.....	14
KAKO SJEVERNA MAKEDONIJA RJEŠAVA PROBLEM ZAGAĐENJA ZRAKA?	21
KAKO SE U BOSNI I HERCEGOVINI RJEŠAVA PROBLEM ZAGAĐENJA ZRAKA?	23
Zagađenje zraka i akcije vlasti u Sarajevu od 1972. do 2019. godine	23
Mjere kantonalnih vlasti.....	25
Tuzla: mala ložišta na čvrsta goriva - problemi i rješenja.....	27
MJERE ZA SMANJENJE EMISIJA IZ MALIH LOŽIŠTA NA ČVRSTA GORIVA.....	28
REFERENCE	31

LISTA POJMOVA

BC – Crni ugljik je crna materija koju emituju plinski i dizel-motori, elektrane na ugalj i drugi izvori koji sagorijevaju fosilno gorivo. Crni ugljik čini značajan dio lebdećih čestica koje zagađuju zrak i globalni je ekološki problem zbog negativnih posljedica 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 gas bez boje i mirisa, a uglavnom ga proizvode motorna vozila. Izvori ugljen monoksida su i 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 – Evropske norme su dokumenti koje je ratificirala jedna od tri evropske organizacije za standardizaciju (CEN, CENELEC ili ETSI). Evropske norme (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; u normalnom stanju su plinovi, a pri povećanju tlaka prelaze u tekuće stanje. LPG je teži od zraka, bez boje i mirisa. Radi lakše detekcije eventualnog curenja dodaju mu se specijalni dodaci karakterističnog i izraženog mirisa. 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 emergentom u domaćinstvima, industriji, ali i autoindustriji.

NOx – Azotni oksidi su jedan od najvažnijih zagađivača 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 znatno pogoršavaju postojeće bolesti pluća, astmu, bronhijalne simptome, upalu pluća i ukupnu funkciju pluća.

OC – Organski ugljik 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 – Policklički 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 stvara PAH u mesu i drugim namirnicama. Dim cigarete sadrži mnogo PAH-a.

PM označava lebdeće čestice: izraz koji se koristi 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.

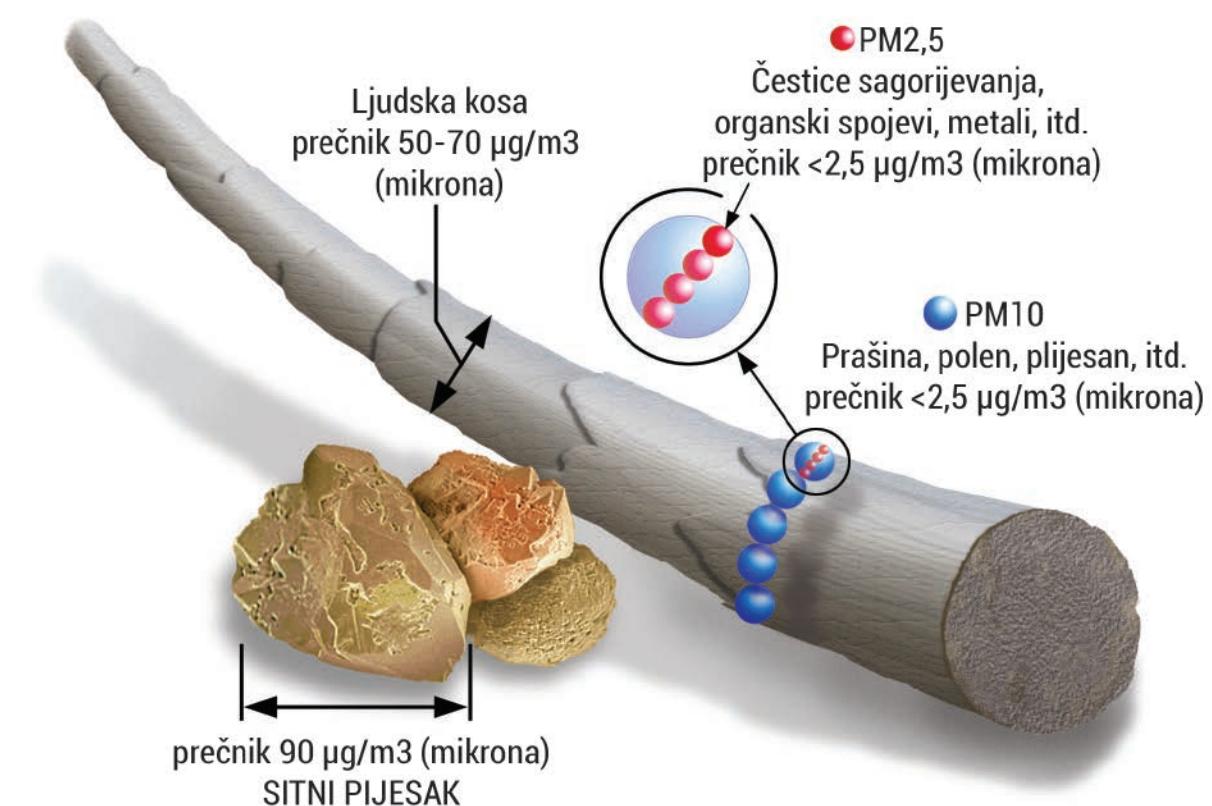
PM_{2,5} – lebdeće čestice promjera manjeg od 2,5 mikrometra. Zbog male veličine (trideseti dio prečnika dlake ljudske kose) smatraju se čak i opasnijim po ljudsko zdravlje jer prodiru duboko u pluća i dalje u krvotok, izazivajući niz zdravstvenih problema – bolesti srca i druge kardiovaskularne komplikacije. PM_{2,5} 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). Sastoje se obično iz sulfata, nitrata, amonijaka, natrium hlorida, 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 šumske požare.

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 utiče na respiratorični sistem izazivajući kašalj, stvaranje sekreta, pojačavanje astme i hroničnog bronhitisa. Brojne studije pokazuju da izlaganje povećanim koncentracijama sumpor-dioksida povećava stopu smrtnosti, posebno među populacijom s bolestima srca i pluća.

SZO – Svjetska zdravstvena organizacija

VOC – Volatilni organski spojevi pojavljuju se kao gasovi koje emituju određene čvrste ili tečne materije koje se nalaze u nizu izvora prisutnih u zatvorenom prostoru: od raznih boja do kozmetike, tekućina za suho čišćenje i proizvoda za autoindustriju. Jedan od njih je i benzen, poznati kancerogen prve klase opasnosti, obično prisutan u duhanskom dimu, oko benzinskih pumpi i rafinerija nafte, te u izduvnim gasovima automobila.



Izvor: EPA, Sjedinjene Američke Države

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 se većina svijeta još uvijek 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 se znatno povećava upravo tokom sezone grijanja. Stoga smanjenje emisija štetnih tvari iz malih kućnih ložišta neizostavno mora biti prvi korak ka smanjenju zagađenja 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:

- zagađivača 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. godine¹

KAKO NASTAJE PROBLEM EMISIJE IZ MALIH KUĆNIH LOŽIŠTA?

- Drvo za ogrjev mahom se prodaje neosušeno, s visokim sadržajem vlage. Loženjem neosušenog drveta proizvodi se i do četiri puta više zagađujućih materija, a za proizvodnju iste količine toplotne energije treba ga 20% više nego pravilno osušenog drveta.
- Većina domaćinstava kupuje ogrjevno drvo u kasno ljeto i u jesen, 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 uslijed 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. Čak se i u urbanim sredinama danas loži u domaćinstvima koja su nekada mogla priuštiti druge vidove grijanja, što (uz nedostatak sredstava, kao i na selu) predstavlja dodatni problem jer u stambenim blokovima nije predviđen prostor za pravilno skladištenje drveta.
- 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 izaziva znatno zagađenje zraka i u zatvorenim prostorima.

Emisije zagađujućih materija iz malih kućnih ložišta značajan su problem i u drugim zemljama

Studija 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.²

Grijanje domaćinstava loženjem uglja odgovorno je za gotovo polovinu (45%) prosječnih koncentracija lebdećih čestica PM2,5 izmјerenih na otvorenom na sjeveru Kine. Tokom epizoda smoga taj procenat raste čak i do 57%, što premašuje kombinirani doprinos čitavog prometnog i energetskog sektora.³

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

Veliki broj zemalja shvata da dim nastao loženjem drveta za zagrijavanje domaćinstava predstavlja ozbiljan uzrok zagađenja zraka i zdravstvenih problema stanovništva. U skladu s tim su dotične zemlje usvojile propise i standarde kojima regulišu emisije iz kućnih ložišta. Budući da vlasti u BiH još uvijek gotovo potpuno zamjeraju 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 naročitu 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_{2,5}, BC i OC unutar domaćinstava.⁴

Poseban problem svakako predstavlja loženje uglja, ali to nije predmet ovog pregleda. Po smjernicama koje je o kvalitetu zraka u zatvorenom prostoru izdala SZO, ugalj se (zbog visoke toksičnosti) uopšte ne bi ni smio koristiti za zagrijavanje domaćinstava. Očito je da treba iskoristiti sve raspoložive opcije kako bi se ugalj prestao koristiti za grijanje domaćinstava. No, imajući u vidu da je u pitanju prvenstveno socijalno-ekonomski problem koji ugrožava najsiromašnije – upravo one kojima uslijed loženja uglja zdravlje biva trajno narušeno, svaka bi intervencija u smjeru stroge primjene zabrane uglja morala početi zbrinjavanjem siromašnih porodica i obezbeđivanjem svima 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, a pri tome i zaobilaze vrlo očigledno alternativno rješenje: isključivo političku promjenu kursa u trošenju postojećih sredstava.

Godišnje se u BiH prikupi oko 48 miliona KM za poticaje obnovljivim izvorima energije. Ta sredstva dolaze upravo od građana i privrednih subjekata, koji u tu svrhu 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 48 miliona KM godišnje na nabavku toplotnih pumpi, klasifikovanih kao obnovljivi izvor energije, u BiH bi se svake godine bar 25 hiljada domaćinstava riješilo grijanja loženjem prljavih goriva. Korist bi bila neprocjenjiva – i po zdravlje tih ljudi i po njihovu okolinu.

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

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

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

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, nisu na nivou savremene tehnologije dostupne na evropskom tržištu. Nijedan od ispitanih uređaja za sagorijevanje ne ispunjava zahtjeve njemačkog propisa BlmSchV (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 energetsku efikasnost, a izmjerene emisije CO i lebdećih čestica previsoke su u poređenju s njemačkim standardima. Dva tipa praktičnih ispitivanja kvaliteta dovila 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 efikasnosti stvaranja toplove jest kvalitet ogrjevnog drveta (ili drugog drvnog goriva) tj. sadržaj vlage u drvetu. Potrošače treba obrazovati o važnosti korištenja drveta koje se suši najmanje šest mjeseci. Čak i uređaji koji su bili tipski ispitivani prema evropskim normama (EN) nisu se pokazali dovoljno dobrim. Ovo otvara ozbiljna pitanja o stanju uređaja koji se proizvode u Srbiji, o 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 zimi su glavni izvor zagađenja zraka u većini bh. gradova.

ČVRSTA GORIVA ZA GRIJANJE DOMAĆINSTAVA KAO IZVOR ZAGAĐENJA ZRAKA

Skoro tri milijarde ljudi na svijetu, čak i mnogim 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 izaziva znatno zagađenje zraka i u zatvorenim prostorima, bilo da je u pitanju direktna izloženost emisiji zagađenja iz kućnog ložišta (peći, kamina, šporeta, bojlera na čvrsta goriva, ugalj i drvo) ili dotok zagađenog zraka iz spoljašnjeg prostora. Što se odnosi i na domaćinstva u kojima se ne loži, jer dim iz susjedove peći ulazi u stan čak i kada su vrata i prozori čvrsto zatvoreni. Razina problema varira zavisno od geografskih uslova, stepena korištenja čvrstih goriva i korištene tehnologije.

Dim koji nastaje loženjem drveta i uglja u domaćinstvima sadrži sitne lebdeće čestice i gasove koji kad se udahnu mogu izazvati ozbiljne zdravstvene probleme. U dimu se nalazi na stotine različitih hemijskih spojeva – zagađivača zraka. Kada se udahne dim, sitne lebdeće čestice dospjevaju duboko u pluća. One najsitnije iz pluća prelaze u krvotok i tako dospjevaju do svakog unutrašnjeg organa, gdje mogu izazvati niz opasnih bolesti.



Emisije iz malih kućnih ložišta na čvrsta goriva znatno se razlikuju – u zavisnosti od kvaliteta ložišta i kvaliteta korištenog goriva.

Čvrsta goriva koja se koriste za grijanje uglavnom su drvo, drvni peleti i ugalj, potom i otpadci nastali u poljoprivredi i šumarstvu, ponekad čak i obično kućno smeće. Ta goriva se 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 loš kvalitet samih postrojenja. To za posljedicu ima relativno visoke emisije po jedinici goriva. Proizvodi nepotpunog sagorijavanja su i fine lebdeće čestice PM_{2,5} i ugljen-monoksid (CO) – dva velika i opasna zagađivača zraka. Naučne studije pokazuju da ljudskom zdravlju štete čak i niske koncentracije finih lebdećih čestica koje nastaju sagorijevanjem drveta i uglja. Problem je izraženiji zimi kada hladni, nepomični zrak i temperaturne inverzije sprječavaju disperziju dima koji nastaje loženjem, pa on ostaje u dolinama i kotlinama.

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 veličine zagrijavane prostorije i kvaliteta toplotne izolacije. Veći dio emisija koje nastaju loženjem završavaju u okolnom zraku, dok dio emisija ostaje u prostoriji u kojoj se loži.

Grijanje domaćinstava loženjem čvrstih goriva proizvodi daleko više zagađenja lebdećim česticama nego grijanje električnom energijom, plinom i tečnim gorivima. Ložišta koja se koriste u BiH obično su niske efikasnosti i visokih emisija zagađujućih materija, a kontrola emisija iz domaćinstava u BiH još uvijek ne postoji.

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

GRIJANJE DOMAĆINSTAVA PEĆIMA NA UGALJ

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

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 zagađivača koji se emituju kao lebdeće čestice.

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 ugalj loži.

Kada se ugalj loži u jednostavnim pećima (kakve se obično koriste u bh. domaćinstvima) u kojima ugalj tek djelomično sagorijeva, nastaju znatne količine zagađujućih materija koje se emituju u zrak. Znatan dio frakcije ugljika u uglju pretvara se u proizvode nepotpunog izgaranja. Na primjer, tipične peći na ugalj (kakve se koriste u domaćinstvima u Kini i Indiji) emituju u zrak između 10% i 30% ugljika prisutnog u uglju.⁷

Više istraživanja obavljenih u različitim dijelovima Kine, te jedno u Indiji, pružaju uvjerljive dokaze o uzročno-posljedičnoj vezi incidencije raka pluća i emisija koje u zatvorenom prostoru nastaju izgaranjem uglja (koji se u domaćinstvima koristi za grijanje i kuhanje).⁸

Na temelju niza zdravstvenih studija koje dokazuju štetnost loženja uglja, kao i kancerogenost unutarnjih emisija iz sagorijevanja uglja u domaćinstvima, Svjetska zdravstvena organizacija (SZO) u svojim preporukama za kvalitet zraka u zatvorenim prostorima upozorava da se neprerađeni ugalj ne bi smio koristiti za grijanje domaćinstava.⁹ 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 PM2,5 i CO)
 - sprečavanje korištenja uglja kao goriva u domaćinstvima, s obzirom na to da su emisije u zatvorenom prostoru koje nastaju spaljivanjem uglja kancerogene.
- Preporuke govore o sirovom, neprocesiranom uglju, a o uticaju 'čistog' ili 'bezdimnog' uglja na ljudsko zdravlje još uvijek nema dovoljno istraživanja.¹⁰

LOŽENJE DRVETA

U BiH je drvo glavni emergent za grijanje, često i za kuhanje. Često se vjeruje da je drvo "prirodno, ekološko gorivo" koje nije štetno po zdravlje. Međutim, dim koji nastaje loženjem drveta pun je hemijskih spojeva od kojih neki uzrokuju nadražaj disajnih organa, neki su toksični, a neki kancerogeni.

Dim nastao spaljivanjem drveta (i druge biomase) sadrži i gasne zagađivače zraka koji potencijalno uzrokuju niz zdravstvenih problema (zagadživači kao CO, NO_x i VOCs kao akrolein, formaldehid, benzen, gasni i čestični PAH-ovi, kao i druga organska jedinjenja, uključujući karboksilne kiseline, višestruko zasićene i nezasićene ugljikovodike, aromatična jedinjenja, PAH-ove, te aldehyde, fenole, organske kiseline i alkohole).

Udisanje dima nastalog loženjem drveta može izazvati kratkoročne (nadražaji očiju, grla, sinusa i pluća, glavobolja) ali i dugoročne efekte (smanjena funkcija pluća, pogotovo kod djece, upala pluća, povećan rizik pojave bolesti donjeg disajnog trakta i pogoršanje simptoma hroničnih i akutnih bolesti (astma, emfizem, upala pluća, bronhitis). Izloženost dimu od loženja drveta povećava rizik od srčanog i moždanog udara, kao i karcinoma.

Zbog ovoga u nizu zemalja postoje zakonska ograničenja minimalne efikasnosti sagorijevanja i maksimalne emisije lebdećih čestica PM, gasovitih spojeva poput CO i gasnih organskih spojeva.

ZAGAĐENJE VANJSKOG ZRAKA UZROKOVANO GRIJANJEM DOMAĆINSTAVA

U oblastima gdje se domaćinstva uglavnom griju pećima na drva, istraživanja utvrđuju visoke koncentracije čestica PM_{2,5}, PM₁₀ i VOC.

Na nekim mjestima je loženje drveta glavni izvor zagađenja česticama PM_{2,5}, posebno u sezoni grijanja. Doprinos određenih izvora zagađenja ukupnoj koncentraciji čestica PM_{2,5} identificira se tzv. studijama utvrđivanja izvora.

INFILTRACIJA

Domaćinstva koja se griju pećima na čvrsta goriva obično su okružena drugim domaćinstvima koja se griju na sličan način. Količina zagađenja koja ulazi izvana (kroz šupljine na vratima i prozorima) zavisi i od kvaliteta izolacije stanova i zgrada, a pogotovo vrata i prozora. Stepen zagađenja u zatvorenim prostorima drastično raste u sezoni grijanja.

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

UDISAJNA FRAKCIJA

Udisajna frakcija izražava udio određenog zagađivača u ukupnim emisijama koje udiše stanovništvo, a proporcionalna je blizini izvora zagađenja (od čega zavisi i mogućnost da se zagađenje razrijedi) i gustoći stanovništva izloženog izvoru zagađenja.¹¹

NIVO ZAGAĐENJA U ZATVORENIM PROSTORIMA

Ako je ložište lošeg kvaliteta ili se ne koristi na odgovarajući način, ako je dotok zraka slab ili postoji povrat dima u prostoriju, i u samoj prostoriji se povećava koncentracija proizvoda sagorijevanja, gasova i lebdećih čestica. Čak i moderne peći i kamini na čvrsta goriva (i kad se koriste po uputstvima proizvođača) ispuštaju određenu količinu dima s finim lebdećim česticama i gasovima direktno u prostoriju u kojoj se nalaze.

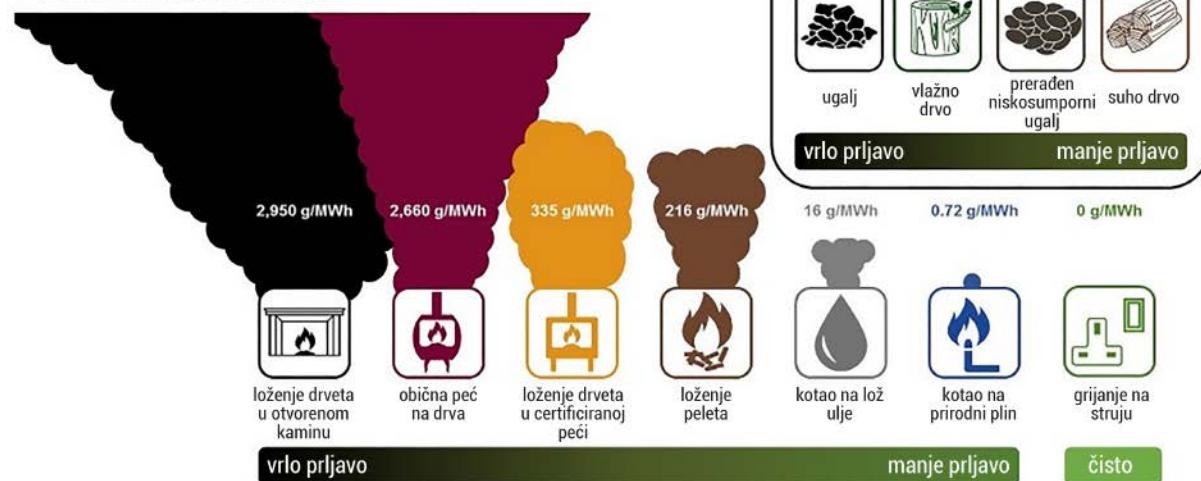
Emisija proizvoda sagorijevanja u zatvorenom prostoru, u slučajevima kad nije urađeno primjereni provjetravanje ložišta, može izazvati akutno trovanje ugljen-monoksidom (gasoviti sastojak dima), ponekad i fatalno.

Pošto su stanovništvu izvori sagorijevanja čvrstih goriva često fizički bliži nego drugi izvori zagađenja, i udisajna frakcija im je veća. I sastav čestica je drugačiji – zbog kraćeg vremena koje čestice provedu u zraku, budući da vani bivaju izložene atmosferskim reakcijama.

EMISIJE IZ LOŽIŠTA ZA GRIJANJE DOMAĆINSTAVA U POREĐENJU S DRUGIM IZVORIMA

Studija 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.²

Relativna emisija PM_{2,5} vašeg doma
iz različitih kućnih ložišta



Izvor: DEFRA, Velika Britanija

Grijanje domaćinstava loženjem uglja odgovorno je za gotovo polovinu (45%) prosječnih koncentracija lebdećih čestica PM_{2,5} izmjerениh na otvorenom na sjeveru Kine. Tokom epizoda smoga taj procenat raste i do 57%, što premašuje kombinirani doprinos čitavog prometnog i energetskog sektora.¹²

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

Ogromna većina peći i bojlera koji se danas koriste za grijanje domaćinstava u BiH imaju veoma nisku efikasnost (20-40%) a visoku emisiju zagađujućih materija.

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

POREĐENJE TROŠKOVA RAZLIČITIH NAČINA GRIJANJA U SARAJEVU

Tip grijanja	Energent	Godišnji trošak grijanja (KM)*	Godišnji trošak po jedinici površine grijanog prostora (KM/m ²)
peć na drva, klasična (30% efikasnost)	vlažna drva	2425	40
konvekcijska grijalica (konvektor)	električna energija	1884	31
peć na drva, klasična (30% efikasnost)	suha drva	1865	31
peć na ugalj, klasična (30% efikasnost)	ugalj "Banovici"	1524	25
plinska peć (70% efikasnost)	prirodni gas	1293	22
kućno centralno grijanje (90% efikasnost bojlera)	prirodni gas	1005	17
kućno centralno grijanje (80% efikasnost bojlera)	drvni peleti	988	16
centralno grijanje ("Toplane" Sarajevo)		922	15
certificirana peć na drva (80% efikasnost)	vlažna drva	909	15
certificirana peć na drva (80% efikasnost)	suha drva	699	12
toplotna pumpa (zrak-zrak inverter, SCOP 4)	električna energija	471	8

*Godišnji trošak grijanja stana od 60 m² u loše izolovanoj stambenoj zgradi

KAKO EMISIJA LOŽENJA ČVRSTIH GORIVA UTIČE NA LJUDSKO ZDRAVLJE?

Brojna istraživanja dokazuju da emisije koje nastaju loženjem drveta i uglja u domaćinstvima imaju ozbiljne posljedice po ljudsko zdravlje. 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 štetna su bez obzira na to da li čestice nastaju spaljivanjem drveta ili fosilnih goriva. U dimu koji nastaje loženjem drveta nalazi se preko 200 različitih organskih spojeva. Istraživanja rađena na životnjama pokazuju toksičnost barem 28 zagađivača prisutnih u dimu čvrstih goriva, uključujući i 14 kancerogenih spojeva i četiri agenta koja podstiču nastajanje raka.¹³

Smatra se da su fine lebdeće čestice najbolji pojedinačni pokazatelj utjecaja na zdravlje.¹⁴ Lebdeće čestice u dimu koji nastaje loženjem drveta obično su u rasponu veličina (0,02–2,5 µm) koje se smatraju najštetnijim po ljudsko zdravlje.¹⁵

Međunarodna agencija za istraživanje raka (*International Agency for Research on Cancer / IARC*) proglašila je kancerogenima i nediferencirane čestice PM (nastale spaljivanjem uglja i generalno korištenjem čvrstih goriva u domaćinstvima).¹⁶

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

Dugotrajna, višegodišnja izloženost česticama PM očito više šteti zdravlju nego kratkotrajna izloženost.

U siromašnim zemljama je ustanovljeno da dugotrajna izloženost visokim koncentracijama dima nastalog loženjem drveta ima veze s infekcijama donjeg respiratornog trakta, uključujući i upalu pluća kod djece, s razvojem hronične opstruktivne bolesti pluća, te smanjenom funkcijom pluća i pojmom raka pluća kod žena, kao i povećanom stopom mrtvorodenčadi i novorodenčadi ispod prosječne težine.¹⁷

Lebdeće čestice nastale spaljivanjem drveta 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 šteti respiratornim i kardiovaskularnim organima.¹⁸

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

- hroničnom i akutnom upalom bronhija i alveola¹⁹
- povećanom incidencijom zgrušavanju krvi²⁰
- zapaljenjem donjih disajnih puteva²¹
- povećanim brojem slučajeva iritacije mukoznih membrana.

KAKO SMANJITI EMISIJE IZ MALIH KUĆNIH LOŽIŠTA ?

Postoji niz mjera kojima je moguće smanjiti emisije nastale loženjem drveta i uglja.

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

Podsticaji za promjenu goriva za grijanje domaćinstava i korištenje efikasnije tehnologije (peći visoke topotne efikasnosti, kamini i peći na pelete, topotne pumpe) čime se značajno smanjuju emisije iz ložišta na čvrsta goriva. U smislu smanjenja emisije iz ovakvih ložišta mogu u izvjesnoj mjeri koristiti i obrazovne kampanje.

U cilju upravljanja kvalitetom zraka, širom svijeta su državne, regionalne i lokalne regulatorne agencije već implementirale niz mjera za smanjenje koncentracije zagađivača nastalih emisijom iz ložišta koja spaljuju drvo. To uključuje akcije fokusirane na zamjenu goriva, promjenu tehnologije spaljivanja (zamjena peći), izgradnju sistema centralnog grijanja, uvođenje topotnih pumpi, te obrazovne kampanje o važnosti načina loženja vatre.

Zakonske mjere uključuju propise o tzv. eko-dizajnu peći kojim se regulišu maksimalne emisije i minimalna topotna 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, subvencije za zamjenu peći, te uvođenje dana 'bez loženja'.

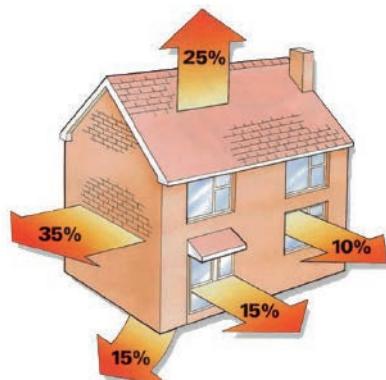
Smanjenje emisije po jedinici utrošenog novca

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 pokušaj smanjenja emisija zagađivača zraka.

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 najzagđenijih 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 topotne 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 zagađivača u ovom sektoru.



Zamjena peći

Širom svijeta postoje brojni primjeri uspješnih intervencija kojima je značajno smanjena emisija 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 mjer 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%, a nakon intervencija je srednja zimska koncentracija PM10 snižena za 39%, tj. sa 44 na 27 µg/m³. Ovo poboljšanje je istovremeno dovelo do smanjenja ukupne godišnje stope smrtnosti.²²

Finansijski poticaji za zamjenu goriva ustanovljeni su u nekoliko evropskih zemalja. U Njemačkoj, na primjer, postoje povoljni krediti za kupovinu peći na drva i pelete, te podsticajima za kupovinu peći na pelete (80 eura po kW snage peći).²³

U Austriji se nabavka peći za loženje biomase, peleta ili drveta subvencionira s 500 do 2.000 eura (maksimalno 35% od ukupne cijene ložišta), a nabavka toplotnih pumpi sa 70 eura po kWh toplotne snage (maksimalno 30% od ukupne investicije).²⁴

U Krakovu (Poljska) je 1. septembra 2019. godine stupila na snagu potpuna zabrana korištenja čvrstih goriva (uglja i drveta) u kotlovcima i pećima. Za zamjenu kotlova na čvrsto gorivo Krakov je od 2013. do 2016. godine nudio subvencije od 100%, 2017. godine od 80% a 2018. godine od 60%. Najsiromašnjima su osigurane i dodatne subvencije (dio sistema socijalne zaštite) za troškove grijanja.²⁵

Programi zamjene peći

I u pojedinim dijelovima SAD-a postoje zakonske mjere koje obezbjeđuju zamjenu peći na drva. Pri prodaji stanova u pokrajini San Joaquin (Kalifornija) obavezno je postojće peći na drva obilježiti kao neupotrebljive i zamijeniti ih pećima koje certificira EPA. Dozvoljena je prodaja isključivo peći (na plin, pelete i drva) s tim certifikatom. Usto je ograničen i broj peći i kamina na drvo koji je dozvoljeno ugraditi u nove stambene objekte. Pokrajina sjeverne Kalifornije Santa Clara potpuno je zabranila postavljanje novih peći i kamina na drva.

U gradiću Libby (SAD) proveden je (2005-2007.) program zamjene peći na drva radi smanjenja nivoa lebdećih čestica PM2.5 u vanjskom zraku. To je pružilo i mogućnost za procjenu promjene u kvaliteti zraka u zatvorenim prostorima (nakon uvođenja peći s certifikatom Američke agencije za zaštitu okoliša).¹ Ustanovljeno je da su prosječne koncentracije PM2.5 i maksimalne koncentracije PM2.5 smanjene za 71%, odnosno 76%.²⁶

Vlada Britanske Kolumbije (Kanada) 2008. godine uspostavlja regionalni program zamjene 50.000 starih peći (s visokim emisijama zagađujućih materija) certificiranim uređajima koji koriste napredne tehnologije izgaranja. Ovaj program se smatra jednim od najuspješnijih te vrste 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 .

U Goldenu (British Columbia, Kanada) je nakon programa zamjene peći studijom raspolođene izvora utvrđeno da je udjel zagađenja iz loženja drveta u ukupnoj koncentraciji PM2,5 četiri puta manji nego prije toga.

Po nalazima kanadskog *National Collaborating Centre for Environmental Health*, neophodno je najprije postaviti standarde emisija bazirane na izboru najbolje moguće tehnologije, što obezbjeđuje željeni kvalitet peći instaliranih kroz programe zamjene. Bez ovakvih standarda, programi zamjene mogu biti tek izgubljena šansa da se uvedu peći s najčišćom 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 koriste kao gorivo 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 ih je daleko lakše koristiti nego peći na drva.

¹ Peć na drva sa certifikatom EPA je peć za koju se testiranjem u nezavisnom, akreditiranom laboratoriju utvrdi da zadovoljava ograničenje emisije lebdećih čestica (7,5 g/h za ne-katalitičke peći na drva i 4,1 g / h za katalitičke peći na drva). Poređenja radi, stare (necertificirane) peći i kamini ispuštaju 40–60 g dima na sat, a nove peći (sa certifikatom EPA) samo 2–5 g dima na sat.

Javno centralno grijanje

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

Procjenjuje se da je 1970-ih nivo SO_2 bio dva do pet puta niži u gradovima u kojima je postojalo centralno grijanje. Danas je centralno grijanje najčešći način grijanja stambenih zgrada s više stanova, kao i poslovnih objekata.

Uvođenjem centralnog grijanja (ali i drugih mjera) u Gothenburgu (drugom po veličini švedskom gradu), koncentracija čadi je s $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 1965. godine smanjena na oko $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 1995. godine.²⁷

Zbog visokih troškova ulaganja se centralno grijanje iz javne mreže u siromašnijim zemljama rijetko koristi za zagrijavanje domaćinstava u porodičnim kućama. Pristup mreži obično jeftinog i za okoliš daleko prihvatljivijeg javnog centralnog grijanja obično imaju samo oni koji stanuju u stambenim zgradama s više stanova.

Toplotne pumpe

Šta je toplotna pumpa?

Toplotna energija se prirodno prenosi od toplijeg ka hladnjem objektu. Toplotna pumpa je uređaj kojim se taj proces može obrnuti, pa se koristi i za hlađenje (uklanjanjem toplote iz zraka) i za zagrijavanje zatvorenog prostora (apsorpcijom toplote iz vanjskog zraka, vode ili zemlje, i prenosom u unutrašnji prostor na puno višu temperaturu). Za taj prenos se koristi određena količina dodatne energije, obično električne, koja je nekoliko puta manja od prenesene toplote.

Na taj način se mogu osigurati grijanje, hlađenje i topla voda za stambene, komercijalne i industrijske objekte. Svaka instalacija toplotne pumpe osigurava 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 energetski uređaji. Osiguravaju tri do šest jedinica korisne toplotne energije po svakoj jedinici utrošene energije.²⁸ 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.

Jednostavnije toplotne pumpe kao izvor toplote koriste vanjski zrak. Primjer takvih pumpi su, recimo, invertorski klima-uređaji. Kada je potrebna veća količina energije i veća učinkovitost, onda se koriste toplotne pumpe koje kao izvor toplote koriste podzemne vode i geotermalnu energiju. Zbog komplikovanije izvedbe, i njihova cijena je daleko veća od cijene toplotnih pumpi koje kao izvor toplote koriste vanjski zrak.

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

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 toplotnih pumpi u EU. Očekuje se da će do 2020. godine udio toplotnih pumpi (u kombinaciji obnovljivih izvora energije) biti oko 5%.²⁹

Prelaz 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 prostorima (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 prebac na čisto grijanje.³⁰ Da bi se ublažili negativni efekti koje na zdravlje i životnu sredinu ima grijanje kuća na ugalj, samo je na području Pekinga u 3.700 sela prvo zabranjeno korištenje uglja, a zatim proveden program subvencioniranog uvođenja i korištenja topotnih pumpi.

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

Poticaj za obnovljivu topotu (*Renewable Heat Incentive*) je program kojim se u Engleskoj, Škotskoj i Velsu stimuliše instalacija topotnih pumpi u domaćinstva.³¹

Program švicarske nevladine organizacije "Myclimate" pomaže s 1.000 franaka vlasnike koji stare sisteme grijanja na lož-ulje ili plin u svojim domaćinstvima mijenjaju modernim topotnim pumpama.³²

Godišnje se u BiH prikupi oko 48 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 48 miliona KM godišnje na nabavku topotnih pumpi - klasifikovanih kao obnovljivi izvor energije – u BiH bi se svake godine bar 25 hiljada domaćinstava riješilo grijanja prljavim gorivima. Korist bi bila neprocjenjiva – i po zdravlje tih ljudi i po njihovu okolinu.

REGULATORNE MJERE

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

"Dani bez loženja"

U mnogim dijelovima SAD-a, u danima kad meteorološki uslovi pogoduju porastu koncentracija zagađenja (mala brzina vjetra, 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: eko-dizajn peći

Neke evropske zemlje, uključujući Austriju, Dansku, Njemačku, Norvešku i Švedsku, uvele su državne standarde za emisije instalacija malih kućnih ložišta.

I Kanada primjenjuje državne standarde koji ograničavaju emisije PM_{2,5} i ozona. Loženje drveta za grijanje domaćinstava označeno je kao prioritetski sektor u kome treba smanjivati emisije. Standardima usvojenim 2010. godine dozvoljena emisija PM snižena je na svega 4,5 g/h za ne-katalitičke peći i do 2,5 g/h za katalitičke peći na drva.

Unutarnji dizajn peći na drva potpuno je promijenjen otkako je EPA 1988. godine izdala standarde efikasnosti za nove peći na drva. Obavezna granica emisije dima iz peći na drva otad je 4,5 grama dima na sat (prva faza normiranja efikasnosti peći na drva).

Druga faza je stupila na snagu 15. maja 2020. godine, a granica je spuštena na 2,0 grama na sat.³³

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

Protekle decenije je rad Evropske komisije na ovom području bio usmjeren ka mogućnosti regulacije upotrebe čvrstih goriva u pećima i bojlerima, pogotovo onima koji koriste razne oblike goriva od drvenaste biomase (drvenih cjevanica, 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 tržiste, te smanjenja štetnih emisija.

Uredba o eko-dizajnu stupa na snagu u 28 država članica EU:

- za kotlove na biomasu od 1. januara 2020. godine (Uredba EU 2015/1189);
- za ostala ložišta na biomasu, tj. za peći, kamine i štednjake, od 1. januara 2022. godine (Uredba EU 2015/1185).³⁴

Emisija peći na drva biće ograničena na 40 mg/m³ 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 gdje 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

Velika Britanija 1956. i 1968. godine donosi Zakone o čistom zraku, u cilju rješavanja tadašnjih problema zagađenog zraka. U to vrijeme se ugalj masovno koristio i u industriji i za zagrijavanje domaćinstava, a dotičnim Zakonima su lokalne vlasti ovlaštene ne samo za kontrolu emisije tamnog dima, prašine i isparenja iz tvornica, nego i određivanje "Područja s kontrolom dima" u kojima su zabranjene emisije dima iz kućnih ložišta. Otada su područja s kontrolom dima uvedena u mnoge britanske gradove.

Područje kontrole dima

Prema britanskom Zakonu o čistom zraku, lokalne vlasti mogu dijelove ili cijelu oblast pod svojom upravom proglašiti Područjem kontrole dima. Na tom Području se prekršajem smatra svako ispuštanje tamnog dima iz dimnjaka (komercijalne ili stambene zgrade), iz peći i svakog drugog ložišta. Prekršajem se smatra i nabavka „neovlaštenog goriva“ koje se koristi na području kontrole dima, osim kad se koristi u „izuzetom“ tipu ložišta.

Maksimalna kazna za takav prekršaj je £1.000.

Lokalne vlasti sačinjavaju liste dozvoljenih goriva i ovlaštenih tipova ložišta za koja se testiranjem utvrdi da ne emituju 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 se testiranjem utvrdi da ne stvaraju dim kad se zapale u otvorenom kaminu.

Nastavak

Izuzeti tipovi ložišta

Od kontrola koje propisuje Zakon o čistom zraku izuzeti su tipovi ložišta (peći i štednjaci) za koje se testiranjem utvrdi da ne ispuštaju dim čak ni kad se u njima loži gorivo koje obično stvara dim.

Tamni dim

Što je dim tamniji i neprozirniji, to je veća vjerovatnoća da je pun zagađujućih materija. U Velikoj Britaniji se za definisanje tamnog dima koristi Ringelmannova tabela s pet nijansi sive (0 - čist, proziran; 5 – crn). Dim iznad nijanse 2 na ovoj skali zvanično se označava kao "taman".³⁵

U SAD³⁶ i nizu evropskih država inspekcije koriste vizuelni metod ocjene vidljivih emisija zagađivača zraka ravnopravno s instrumentalnim mjerjenjima.

U SAD i nizu evropskih država inspekcije pri ocjeni vidljivih emisija zagađivača zraka podjednako koriste vizuelni metoda i instrumentalna mjerjenja.

U SAD-u se još od 1859. godine neprozirnost dima koristi kao mjerilo regulacije zagađenja zraka. Danas pojedine države SAD regulisu 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 se kroz dim može vidjeti 80% pozadine iza dima. Za mjerjenje neprozirnosti i provođenje državnih propisa o neprozirnosti emisija koristi se Metoda 9 US EPA.³⁷ Certificirani posmatrač postaje svako ko prođe jednostavnu obuku za primjenu metode 9, nakon čega može službeno prijaviti kršenja i tražiti provođenje zakona.

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 koriste skoro dvije trećine bh. domaćinstava. 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.³⁸ 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.

Loženjem vlažnog drveta emisija štetnih materija se povećava skoro četiri puta (u odnosu na loženje pravilno osušenog drveta).

Loženjem suhog drveta postiže se ušteda od čak 20%. Na svakih 1.000 KM utrošenih za kupovinu drveta, u jednoj grijnoj sezoni se uštedi i do 200 KM ukoliko se kupuje suho, a ne vlažno drvo.

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

KAKO SJEVERNA MAKEDONIJA RJEŠAVA PROBLEM ZAGAĐENJA ZRAKA?

Sjeverna Makedonija ima slične probleme sa zagađenjem zraka kao i BiH. Zadnjih godina tamošnje vlasti poduzimaju odlučne mjere za rješenje tih problema.

Sve dosad provedene analize i nalazi ukazuju na to da je grijanje najveći zagađivač zraka u dolini Skopja. Takve nalaze potvrđuje i studija 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 potiče od loženja ogrjevnog drveta.³⁹

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 5.044 domaćinstava u svih 17 općina regije Skopje. Rezultati istraživanja predstavljeni su u studiji "Analiza prakse grijanja domaćinstava u dolini Skopja".⁴⁰ Ujedno je sačinjen i dokument "Mapa puta 2017-2025. / za smanjenje lokalnog zagađenja zraka uzrokovanih grijanjem domaćinstava / SKOPJE DIŠE:UTOPIJA ILI STVARNOST" dostupan na www.skopjesezagreva.mk zajedno s rezultatima istraživanja i dokumentima koji su poslužili za daljnju diskusiju o načinu rješavanja problema kvaliteta zraka u Skopju.

U januaru 2019. Vlada Makedonije donosi "Program za smanjenje zagađenja zraka u Makedoniji"⁴¹ sa sljedećim glavnim ciljevima:

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

PRIORITETNE AKCIJE

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

1. monitoring kvaliteta zraka – aktivnosti će biti usmjereni na poboljšanje sistema praćenja kvalitete zraka:
 - a. uradiće se potpuna zamjena instrumenata u mjernim stanicama;
 - b. primjeniće 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:
 - i. izmjene i dopune zakona (inspektorat, inspekcija zaštite okoliša)
 - ii. povećanje broja zaposlenih
 - iii. povećanje broja redovnih inspekcija i
 - iv. 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 peći na drva efikasnijim eko-pećima na drva.
 - d. 20.000 domaćinstava će kupiti inverterske klima-uređaje za grijanje.
 - e. privatne kompanije koje prodaju ekološke uređaje dobiće pomoć za izgradnju kapaciteta, razvoj marketinških strategija i uspostavljanje partnerstva s bankama – kako bi svim kategorijama građana ponudili povoljne pakete.
 - f. 10.000 domaćinstava će poboljšati svoju energetsku učinkovitost.
 - g. 3.000 domaćinstava će preći na prirodni plin.
 - h. 2.000 socijalno ugroženih kategorija će kroz posebno dizajniran mehanizam potpore primiti subvencije za promjenu načina grijanja domaćinstava.
 - 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 počinje program subvencija za zamjenu peći na drva toplotnim pumpama (invertorskim klima-uređajima) gdje je predviđeno da se peći zamijene invertorima u 5.200 domaćinstava u Skopju, 2.500 domaćinstava u Bitolu, 1.500 domaćinstava u Tetovu i 800 domaćinstava u Kicevu (ukupno 10.000 domaćinstava). Program u vrijednosti od 10 miliona eura u potpunosti finansira Državna elektroenergetska kompanija Sjeverne Makedonije (ESM).⁴²

q1 Kakvo gorivo koristite kako OSNOVNO za greenje na objektot?							
		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	
		161841			146566		

Rezultati ankete provedene u Skopskoj regiji na osnovu koje su donesene 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 2020. GODINE

1972.

Prema navodima iz projektnog dokumenta Svjetske banke "U Sarajevu je prosječna zimska koncentracija sumpor dioksida u centralnom dijelu grada 600 ug/m³, a otprilike 50% cijelokupnog stanovništva gradskog područja redovito je izloženo koncentracijama iznad 200 ug m³ 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 zagadživača zraka ostaju zarobljene pod inverzijskim 'poklopcem' gdje njihova koncentracija narasta i do alarmantnih razmjera. Kad temperatura okolnog zraka padne znatno ispod smrzavanja, emisija zagadživača 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 čadi, 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 zagadživača, među stanovništvom su rasprostranjeni hronični bronhitis, bronhiekstazija, 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."⁴³

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

1976.

Sa Svjetskom bankom je potpisana 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 stанице за regulaciju pritiska kapaciteta 125.000 m³ 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).

Provđba 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 km², 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 m³ 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 SO₂ smanjena na oko 50% odgovarajuće emisije u 1973. godini, a očekivalo se i dodatno smanjenje. Emisija SO₂ 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.⁴⁴

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 u Sarajevu⁴⁵, oko 41.000 ih je priključeno na centralno grijanje javnog preduzeća Toplane, oko

49.000 za zagrijavanje koristi prirodni plin⁴⁶, a nešto manje od 40.000 domaćinstava grije se na čvrsta goriva, ložeći 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 mjerena 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 izmjerene emisije, a niti natjerati preduzeća na zakonom predviđeno redovno izvještavanje.⁴⁷

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.⁴⁷

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 Iliča, 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 zagađivača u Sarajevu u proteklom periodu nisu primjetni.⁴⁸ Najveća je prepreka rješavanju problema zagađenja zraka u Sarajevu nepostojanje političke volje političkih elita. To je najočitije po oskudnim resursima dodijeljenim za rješavanje problema zagađenog zraka.

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

Budući da kantonalne vlasti nikad nisu obezbijedile ljudske i materijalne resurse nužne za redovno održavanje stanica, često dolazi do prekida u mjerjenjima - 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 inspekcijske poslove trenutno su angažovana svega dva inspektora zaštite okoliša. Pored kontrole provođenja propisa u vezi sa zaštitom zraka, ta dva inspektora kontrolisu 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.⁴⁹

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.

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, kako pokazuje gore navedena visina prekršajnih naloga.⁵⁰

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 javnih⁵¹ i 30 stambenih zgrada⁵², što je tek 0,8% od ukupnog broja većih zgrada (u Sarajevu ima ukupno oko 600 javnih zgrada⁵³, preko 12.000 stambenih zgrada s tri i više stanova, od čega 2.500 zgrada s 11 i više stanova⁵⁴).

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"⁵⁵ 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 hidrokskopne 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.⁵⁶ 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 PM10.⁵⁷

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 raspolagao nadležni ministar.⁵⁸

TUZLA: MALA LOŽIŠTA NA ČVRSTA GORIVA - PROBLEMI I RJEŠENJA

Tuzla je jedan od najzagađenijih gradova Evrope; nalazi se na 84. mjestu u bazi podataka SZO gdje su koncentracije PM2,5 mjerene u 2.543 grada širom svijeta.⁵⁹ 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.⁶⁰

Od 2015. godine grad Tuzla od Elektroprivede BiH dobija oko 5 miliona KM godišnje na ime naknade za rad termoelektrane Tuzla⁶¹, čiji se pogon i odlagališta šljake nalaze na teritoriji grada. 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.⁶²

Troškovi daljnog širenja toplovida izuzetno su visoki.⁶³ Tuzla je početkom 2019. godine radi smanjenja emisija iz kućnih ložišta pokrenula program kroz koji domaćinstva primaju subvencije za upotpunjavanje domova, zamjene ložišta na čvrsta goriva toplotnim pumpama ili priključivanjem na toplovod. Skromni rezultati ovog programa rezultat su njegove loše pripreme, budući da je strogo postavljene zahtjeve moglo zadovoljiti tek mali broj domaćinstava.⁶⁴ Cijelim programom su 2019. i 2020. godine subvencionirana tek 244 domaćinstva.⁶⁵

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 zarade 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 moraju se maksimalno pojednostaviti.

POREĐENJE TROŠKOVA RAZLIČITIH NAČINA GRIJANJA U TUZLI

Tip grijanja	Energet	Godišnji trošak grijanja (KM)*	Godišnji trošak po jedinici površine grijanog prostora (KM/m ²)
peć na drva, klasična (30% efikasnost)	vlažno ogrjevno drvo (bukva)	2425	40,4
konvekcijska grijalica	električna energija	1884	31,4
peć na drva, klasična (30% efikasnost)	suho ogrjevno drvo (bukva)	1865	31,1
peć na ugalj, klasična (30% efikasnost)	ugalj "Banovici"	1524	25,4
kućno centralno grijanje (80% efikasnost bojlera)	drvni peleti	988	16,5
certificirana peć na drva (80% efikasnost)	vlažno ogrjevno drvo (bukva)	909	15,2
certificirana peć na drva (80% efikasnost)	suho ogrjevno drvo (bukva)	699	11,7
centralno grijanje (Tuzla)		612	10,2
toplotna pumpa (zrak-zrak inverter, SCOP 4)	električna energija	471	7,9

*Godišnji trošak grijanja stana od 60 m² u loše izolovanoj stambenoj zgradi

MJERE ZA SMANJENJE EMISIJA IZ MALIH LOŽIŠTA NA ČVRSTA GORIVA

Zagađenje zraka nije prirodna nužnost – u pitanju je problem uzrokovani 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 mјere, 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 mјera:

U najkraćem mogućem roku značajno smanjiti zagađenje zraka zbog loženja i odstraniti izvore dima iz većih gradskih područja, ali bez udara na standard i kvalitet života stanovništva.

Na primjeru Sarajeva, najveće gradske sredine u BiH, daje se prijedlog mјera kojima bi se emisija zagađujućih materija 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 mјere, 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	3 godine
Implementacija Uredbe EU o eko-dizajnu 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 eko-dizajnu 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 (toplote pumpe, kotlovi na pelet)	Subvencije bi se dodjeljivale po prioritetima, u iznosu obrnuto srazmernom 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 predu na grijanje toplotnim pumpama.	Kanton Sarajevo Entitetska ministarstva energije	prosječno 1.200 KM po domaćinstvu Ukupno: 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 Centra za kvalitet zraka i pomoć građanima pri Univerzitetu u Sarajevu	<p>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 stаницa, izradu stručnih studija i izvještaja, obavještavanje građana itd.</p> <p>Centar će usto građanima i pravnim licima pružati besplatnu pomoć u optimalnom izboru i održavanju ložista, te primjeni mjera utopljavanja domaćinstava i pravnih subjekata.</p> <p>Uspostavom pri Univerzitetu u Sarajevu, Centar će dobiti pristup naučno-istraživačkim resursima Univerziteta.</p>	Kanton Sarajevo	1.000.000 KM godišnje	1 godina
Dopuna - Pravilnika o graničnim vrijednostima emisije uzrak iz postrojenja za sagorijevanje - Pravilnika o monitoringu emisija zagađujućih materija uzrak Dopuna bi sadržavala detaljno obrazloženje metode za vizuelnu procjenu emisija, čime bi se stekli uslovi za jednostavnu kontrolu emisija iz malih ložista.		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 Područjima kontrole dima.		Kanton Sarajevo Vlada FBiH	400.000 KM godišnje	1 godina

REFERENCE

- 1 Anketa o potrošnji energije u domaćinstvima, Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine, (2015) 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
- 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 PM_{2.5} 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 Zhang J & Smith KR (1999). Emissions of carbonylcompounds from various cookstoves in China. *Environ Sci Technol*, 33: 2311–2320.
- 8 Zhang J & Smith KR (1999). Emissions of carbonylcompounds from various cookstoves in China. *Environ Sci Technol*, 33: 2311–2320.
- 9 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
- 10 Household use of solid fuels and high-temperature frying. Lyon: IARC (IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 95, (2010)
- 11 Bennett, DH; McKone, TE; Evans, JS; Nazaroff, WW; Margni, MD; Joliet, O; Smith, KR; 2002. Defining intake fraction. *Environmental Science and Technology* 36, 206A–211A
- 12 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)
- 13 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
- 14 Naehler LP, Brauer M, Lipsett M, et al. Woodsmoke Health Effects: A Review. *Inhalation Toxicology*. 2007;
- 15 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
- 16 Loomis, D; Grosse, Y; Lauby-Seretan, B; Ghissassi, FE; Bouvard, V; Benbrahim-Tallaa, L. et 41 al. (2013). The Carcinogenicity of Outdoor Air Pollution. *Lancet Oncol*. 14(13):1262–1263
- 17 Loomis, D; Grosse, Y; Lauby-Seretan, B; Ghissassi, FE; Bouvard, V; Benbrahim-Tallaa, L. et 41 al. (2013). The Carcinogenicity of Outdoor Air Pollution. *Lancet Oncol*. 14(13):1262–1263
- 18 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.
- 19 WHO (2014a). Indoor Air Quality Guidelines for Household Fuel Combustion. Geneva: World Health Organization
- 20 McCracken, JP; Welleńius GA; Bloomfield GS; Brook RD; Tolunay HE; Dockery, DW et al. (2012). Household Air Pollution from Solid Fuel Use: evidence for links to CVD. *GlobHeart*. 7(3):223–234.
- 21 WHO Regional Office for Europe (2013). Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution – REVIHAAP project: technical report
- 22 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.
- 23 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.
- 24 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.
- 25 Evaluation of interventions to reduce air pollution from biomass smoke on mortality in Launceston, Australia: retrospective analysis of daily mortality, 1994–2007, F H Johnston et al.
- 26 Pellet stoves in Germany 2016: barriers and opportunities, biomassa.de
- 27 Legal sources on renewable energy, Environmental Assistance in Austria, <http://www.res-legal.eu/search-by-country/austria/single/s/res-hc/t/promotion/aid/subsidy-environmental-assistance-in-austria-ufi/lastp/94/>
- 28 Domestic heating and the LIFE project in the Małopolska Region, Piotr Łyczko, 2018. https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2018/Air/WGSR/Piotr_Lyczko.pdf
- 29 Results of a residential indoor PM_{2.5} sampling program before and after a woodstove changeout. Ward T et al. *Indoor Air*. 2008
- 30 Areskoug, 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.
- 31 International Renewable Energy Agency (IRENA), Heat Pumps: Technology Brief (2013) <https://www.irena.org/publications/2013/Jan/Heat-pumps>
- 32 European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport, Snapshot of Renewable Energy Development In The EU-28 Volume 2 p.22 (2015)
- 33 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)
- 34 Government Grants UK, Air Source Heat Pumps (Domestic Renewable Heat Incentive) (2019)
- 35 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/>
- 36 Choosing the Right Wood-Burning Stove, US EPA, 2019. <https://www.epa.gov/burnwise/choosing-right-wood-burning-stove#emission-limits>

- 34 Commission Regulation (EU) 2015/1185 of 24 April 2015
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015R1185&from=EN>
- 35 "Preventing Air Pollution", Vlada Velike Britanije <https://www.gov.uk/preventing-air-pollution>
- 36 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>
- 37 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>
- 38 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
- 39 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
- 40 PrymApps, 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>
- 41 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>
- 42 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/>
- 43 Sarajevo Air Pollution control project, World Bank, 1976
- 44 Sarajevo Air Pollution Control Project, Project Performance Audit Report, World Bank, 1986
- 45 Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Bosni i Hercegovini, Knjiga 5 - Stanovi, zgrade i uslovi stanovanja, Agencija za statistiku BiH, 2019.
- 46 Bilans energetskih potreba Kantona Sarajevo za 2017. godinu, Ministarstvo privrede Kantona Sarajevo, 2017.
- 47 Informacija o kvalitetu zraka u Kantonu Sarajevo za 2014. godinu, Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša, 2015.
- 48 Godišnji izvještaj o stanju kvaliteta zraka u Federaciji Bosne i Hercegovine za 2018. godinu, Federalni hidrometeorološki zavod, 2019.
- 49 Izvještaj o radu kantonalne uprave za inspekcijske poslove kantona sarajevo za 2018. godinu, Kantonalna uprava za inspekcijske poslove (2019.)
- 50 Odluka o zaštiti i poboljšanju kvaliteta zraka u Kantonu Sarajevo, Službene novine Kantona Sarajevo, broj 23, 2016.
- 51 Informacija o kvaliteti zraka u Kantonu Sarajevo, Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša, decembar 2018.
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>
- 52 Informacija o kvaliteti zraka u Kantonu Sarajevo, Ministarstvo prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša, decembar 2018.
- 53 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>
- 54 Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Bosni i Hercegovini, Knjiga 5 - Stanovi, zgrade i uslovi stanovanja, Agencija za statistiku BiH, 2019.
- 55 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/Saže-tak%20Studija%20izvodljivosti%20Kanton%20Sarajevo.pdf
- 56 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
- 57 Road dust and PM10 in the Nordic countries, Nordic Council of Ministers, 2017
<https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1069152/FULLTEXT02.pdf>
- 58 "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>
- 59 WHO Global Ambient Air Quality Database (update 2018) <https://www.who.int/airpollution/data/cities/en/>
- 60 Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Bosni i Hercegovini, Knjiga 5 - Stanovi, zgrade i uslovi stanovanja, Agencija za statistiku BiH, 2019.
- 61 Zakon o izdvajaju i usmjeravanju dijela prihoda poduzeća ostvarenih radom termoelektrana, Službene novine Federacije BiH broj 80/14 (2014)
- 62 Budžet grada Tuzla 2015-2019, internet stranica Grada Tuzla <http://grad.tuzla.ba/category/tuzla-institucionalno/budzet-za-gradane/>
- 63 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>
- 64 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>
- 65 Javni pozivi i rang lista podnositelaca prijava za sufinansiranje mjere smanjenja aerozagađenja u Tuzli tokom 2019. i 2020. godine
<http://grad.tuzla.ba/javni-pozivi-i-konkursi/>



HEINRICH BÖLL STIFTUNG
SARAJEVO

Bosna i Hercegovina | Albanija |
Sjeverna Makedonija