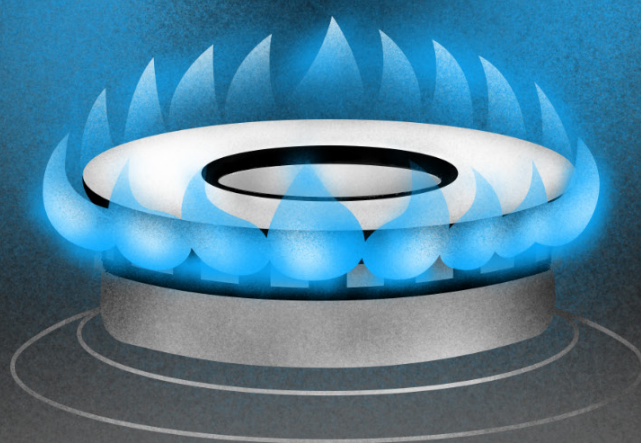




NEVIDLJIVE EMISIJE:

**Smanjenje zdravstvenih rizika prelaskom
s plinskih štednjaka na električne u
stvarnim kućanstvima**



GREENPEACE

Izvještaj Greenpeaceovih istraživačkih laboratorija, Greenpeacea CEE Hrvatska i Greenpeacea Mađarska

Izvršni sažetak - studeni 2025.

Ključni rezultati

- Kuhanjem se ispuštaju štetne onečišćujuće tvari u zrak naših domova, a nekima je izvor uporaba fosilnog plina.
- Razine dušikova dioksida i benzena smanjene su u svim kućanstvima nakon prelaska s plinskog na električni štednjak. Na dio te promjene utjecalo je onečišćenje vanjskog zraka, a na dio onečišćenje u zatvorenom prostoru.
- Smjernica Svjetske zdravstvene organizacije za gornju dnevnu razinu dušikova dioksida je $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$:
 - ▷ Kad se kuhalo na plin, naša su dvotjedna mjerenja pokazala da je ta granica prekoračena u 3 kućanstva.
 - ▷ Kad se kuhalo na struju, dvotjedna mjerenja nisu pokazala nikakva prekoračenja ove zdravstvene smjernice ni u jednom kućanstvu.
- Za razine benzena u zraku ne postoji prag sigurnosti. On je otkriven u svim kućanstvima dok se kuhalo na plin, ali po prelasku na struju nije otkriven u tri kućanstva.
- Modeliranjem smo procijenili koliko je onečišćenja proizišlo iz unutrašnjih izvora, a ne iz zraka izvana.
 - ▷ Prema toj procjeni, razine dušikova dioksida pale su u svim kućanstvima nakon prelaska s plinskog na električni štednjak. Prosječno smanjenje za sva kućanstva iznosi 90%.
 - ▷ Procjena dobivena modeliranjem za benzen u zatvorenom pokazala je smanjenje njegovih razina u 9 od 12 kućanstava nakon prelaska s plinskog na električni štednjak. U preostala tri kućanstva nismo utvrdili pad razina benzena, što ukazuje na druge moguće izvore.
- Prelazak s plinskog na električni štednjak može smanjiti koncentracije pojedinih štetnih onečišćivala zraka.

Uvod

Sve se više prepoznaje važnost kakvoće zraka koji udišemo u svojim domovima za naše zdravlje, zbog toga što odrasle osobe u Europskoj uniji u kućanstvu prosječno provedu čak 90% vremena udišući taj zrak¹, a upravo **kuhanje može biti značajan uzrok onečišćenja zraka u zatvorenim prostorima**.

Najčešće gorivo za kuhanje u kućanstvu je fosilni plin, također poznat kao zemni ili prirodni plin, a glavni mu je sastojak metan, koji snažno onečišćuje zrak i pridonosi klimatskim promjenama. Prirodni plin usto sadrži druge kemijske spojeve poput ne-metanskih hlapljivih organskih spojeva.

Pojedini hlapljivi organski spojevi, poput benzena, štetni su za zdravlje. Benzen je Međunarodna agencija za istraživanje raka (International Agency for Research on Cancer, krat. IARC) klasificirala kao potvrđeni karcinogen. Kuhanje na plin usto oslobađa dušikov dioksid (NO_2) izravno u dom korisnika²⁻⁵ te može povisiti razine hlapljivih organskih spojeva koji štete zdravlju⁶. NO_2 može pogoršati respiratorne (dišne) simptome, potaknuti napadaje astme i smanjiti plućnu funkciju, napose u djece i osoba s povijesti dišnih tegoba⁷.

Želeći saznati kako plinski štednjaci pridonose onečišćenju zraka u zatvorenom, Greenpeace je proveo terensko istraživanje koje je obuhvatilo 12 kućanstava – 9 u Hrvatskoj i 3 u Mađarskoj – s ciljem da ustanovi hoće li prelazak s plinskog na električni štednjak popraviti kakvoću zraka u zatvorenom prostoru.

Metode

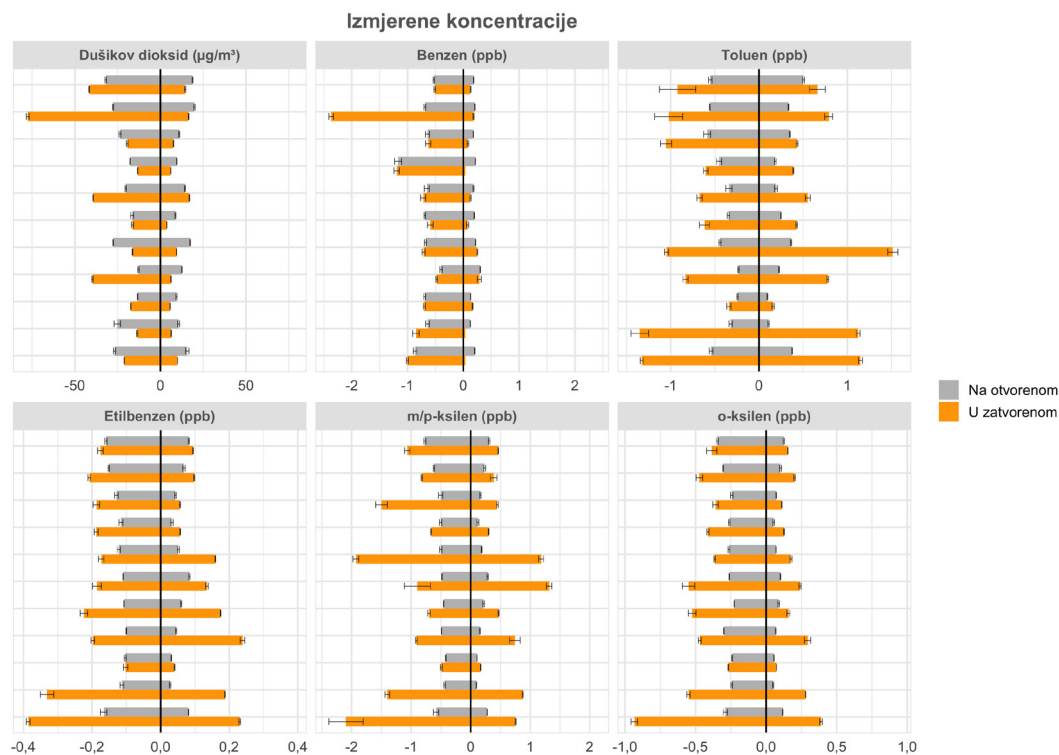
Da bi se ustanovilo hoće li prelazak s plina na struju doista imati mjerljiv učinak, potrebno je kontrolirati i ostale čimbenike koji utječu na kakvoću zraka u zatvorenom prostoru. Stoga smo u ovom istraživanju mjerili kakvoću zraka u istim kućanstvima s istim ukućanima prije i poslije prelaska s plinskog na električni štednjak. Isti se dizajn studije rabio u prethodnom istraživanju razina NO_2 , no, koliko znamo, ovo je prvi put da se koristi za ocjenu promjena u razinama hlapljivih organskih spojeva.

Mjerenja razina NO_2 i hlapljivih organskih spojeva u kuhinjama sudionika u istraživanju provedena su u dva navrata, oba puta u trajanju od dva tjedna. U prvom navratu, tj. 1. fazi mjerenja, sudionici su kuhali na plin. Svako je kućanstvo potom zamijenilo plinski štednjak električnim. U 2. fazi mjerenja u kućanstvima se kuhalo na struju. Pritom su u obje faze mjerene razine ovih spojeva na otvorenom kako bi se uzeo u obzir utjecaj njihovih koncentracija na onečišćenje zraka u zatvorenom do kojeg dolazi prilikom ulaska vanjskog zraka u dom.

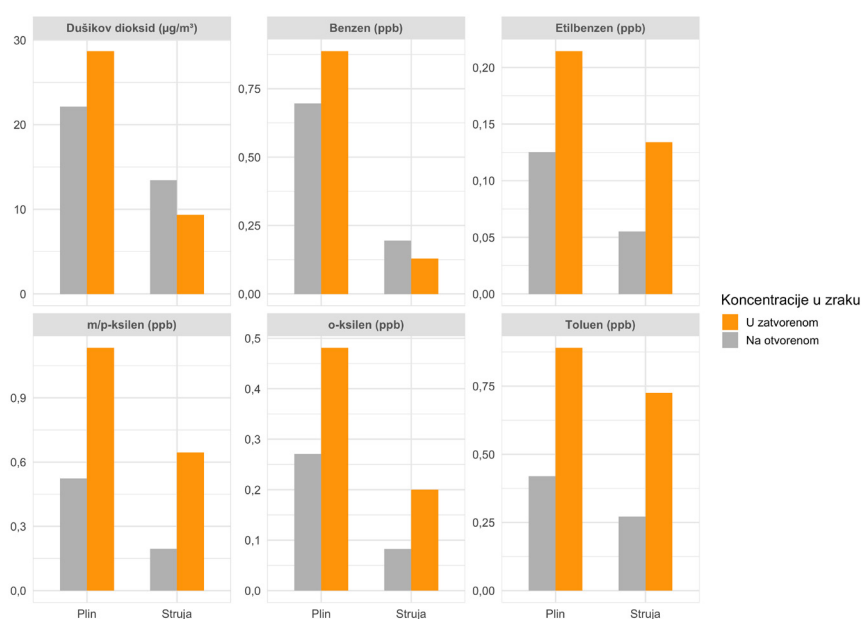
Za uzorkovanje NO_2 koristili smo Palmesove cijevi dobavljača Gradko International Limited, koji ih je i analizirao. Uzorci hlapljivih organskih spojeva prikupljani su termalnim desorpcijskim cijevima i analizirani pomoću termalne desorpcijske plinske kromatografije – masene spektrometrije u istraživačkim laboratorijima Greenpeacea (Greenpeace Research Laboratories). Sva su mjerenja provedena tripot po uzorku.

Rezultati

Mjerenja u 1. i 2. fazi pokazuju da su s prelaskom na struju prosječne koncentracije NO_2 , benzena i ksilena pale, dok su toluen i etilbenzen ostali na sličnim razinama. Istodobno su pale i razine svih spojeva mjerene na otvorenom. Od 12 kućanstava koja su dovršila ovo istraživanje, apsolutna sniženja razina NO_2 u zatvorenom prostoru bila su izraženija nego na otvorenom u osam kućanstava, benzena u devet, toluena u osam, etilbenzena u osam, m/p-ksilena u sedam te o-ksilena u devet (Slike 1 i 2).



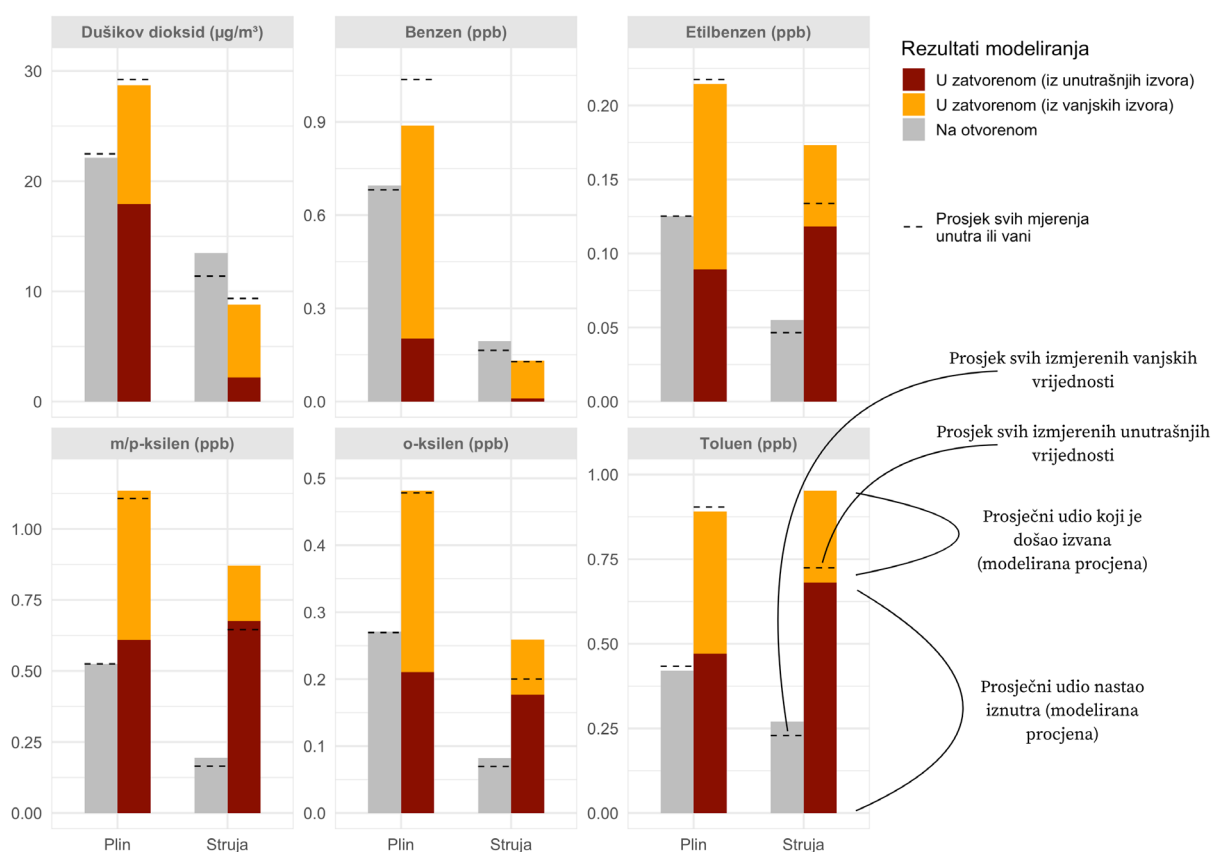
Slika 1. Izmjerene koncentracije NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), benzena, toluena, etilbenzena, m/p-ksilena i o-ksilena (ppb) u uzorcima zraka u zatvorenom i vanjskom prostoru u 1. (lijevo) i 2. (desno) fazi mjerenja



Slika 2. Prosječne koncentracije NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), benzena, toluena, etilbenzena, m/p-ksilena i o-ksilena (ppb) u zraku iz zatvorenog i vanjskog prostora iz 1. (plin) i 2. (struja) faze mjerenja

Izrazitije smanjenje koncentracija NO₂ i benzena zabilježeno u zraku većine kućanstava od njihovih koncentracija izmjerenih vani u 1. i 2. fazi mjerenja snažno ukazuje na to da je uklanjanje plinskoga štednjaka pridonijelo poboljšanju kakvoće zraka u zatvorenom prostoru.

U pojedinim je slučajevima smanjenje onečišćenja zraka na otvorenom između 1. i 2. faze bilo izraženije od onoga u zatvorenom prostoru. Te su vanjske promjene mogle utjecati na promjene razina u zatvorenom prostoru. Da to uzmemo u obzir, oslonili smo se na jednostavno modeliranje radi procjene kako su prozračivanje i onečišćenje vanjskog zraka mogli utjecati na promjene između 1. i 2. faze mjerenja zraka u zatvorenom prostoru. Modeliranjem se procijenilo koliki bi udio onečišćenja izmjerenog u zatvorenom prostoru došao iz izvora u kućanstvu da su uvjeti bili jednaki u 1. i 2. fazi mjerenja. To nazivamo „modeliranim onečišćenjem zraka u zatvorenom“. Riječ je o stručnoj procjeni, a ne o preciznom mjerenju. **Modelirano onečišćenje zraka NO₂ i benzenom u zatvorenom potvrđuje zaključak da je uklanjanje štednjaka na plin smanjilo koncentracije tih onečišćivala (Slike 3 i 4).**



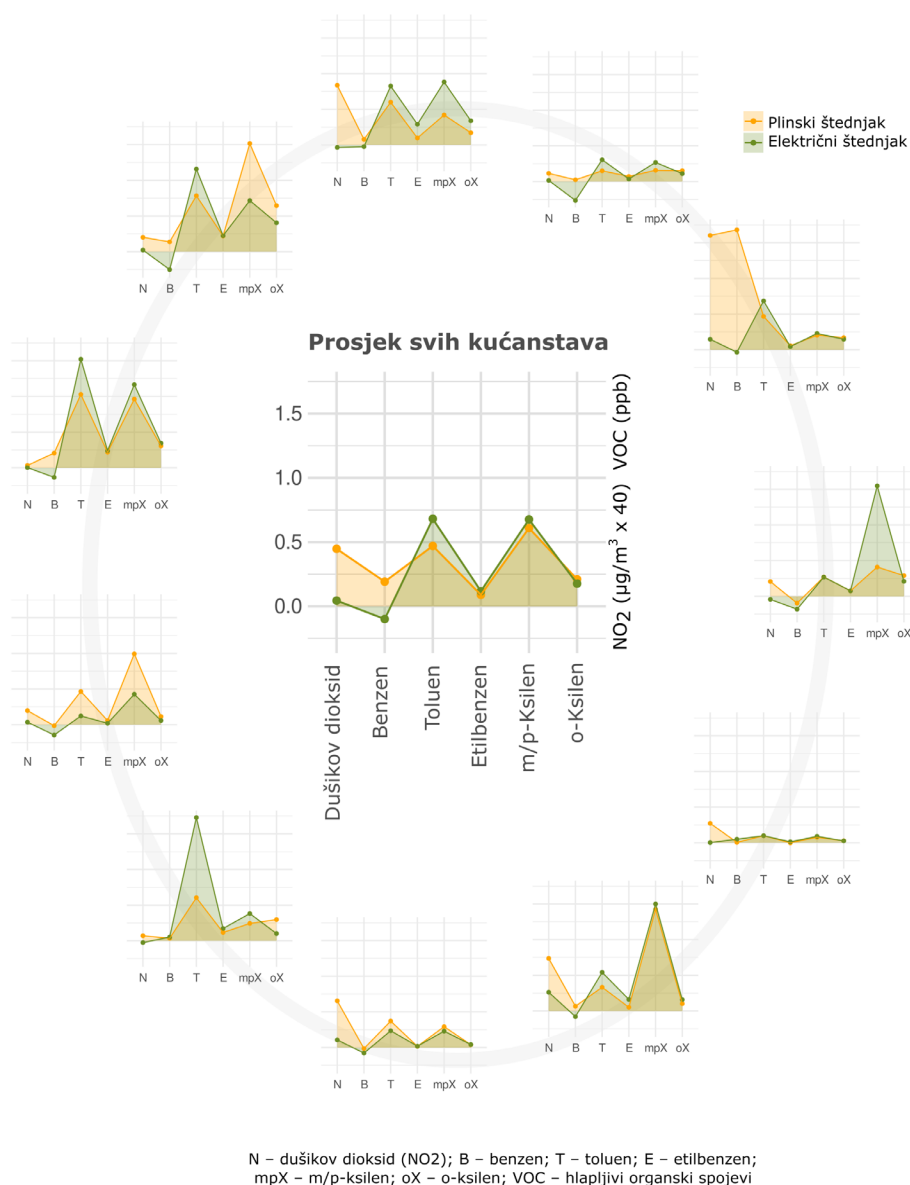
Slika 3. Prosječni udjeli modeliranog onečišćenja zraka vanjskim i unutrašnjim koncentracijama NO₂ (µg/m³), benzena, toluena, etilbenzena, m/p-ksilena i o-ksilena (ppb) u 1. (plin) i 2. (struja) fazi mjerenja u svim kućanstvima. Isprekidane linije pokazuju prosječne izmjerene koncentracije. Zbroj prosječnih modeliranih vrijednosti u vanjskom i unutrašnjem zraku ne poklapa se uvijek s prosječnim izmjerenim vrijednostima.

Kad je riječ o statistici, Wilcoxonov test jasno potvrđuje da su razine NO₂ i benzena pale uslijed prelaska s plinskog na električni štednjak, no nema jasnih pokazatelja takvog učinka za ostale hlapljive organske spojeve. Prosječno smanjenje razina iznosilo je 90% za NO₂ odnosno 100% za benzen.

Načini na koje se može promicati smanjenje javnozdravstvenog rizika mogu biti uredbe kojima se subvencionira zamjena plinskih štednjaka električnima, zabranjuje postavljanje plinskih štednjaka u novim stambenim zgradama te regulacija kakvoće zraka u zatvorenim prostorima koje se tiču NO₂ i hlapljivih organskih tvari štetnih za zdravlje. Subvencije bi ponajprije trebale biti usmjerene na kućanstva u kojima obitavaju ranjive skupine poput djece ili bolesnika, zatim prenapučena kućanstva i ona s lošim prozračivanjem te kućanstva s niskim primanjima.

Sve pojedinosti o ovom istraživanju dostupne su na engleskom na poveznici:

['Unseen Emissions: Health Risks Cut by Shifting from Gas to Electric Cooking in Real Homes - Report by Greenpeace Research Laboratories, Greenpeace CEE Croatia and Greenpeace Hungary'](#)



Slika 4. Modelirana procjena onečišćenja zraka u zatvorenom za NO₂ (µg/m³), benzen, toluen, etilbenzen, m/p-ksilen i o-ksilen (ppb) u 1. (plinski štednjak) i 2. (električni štednjak) fazi mjerenja

1. WHO. Review of evidence on health aspects of air pollution: REVIHAAP project: technical report. <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2013-4101-43860-61757> (2013).
2. Lebel, E. D., Finnegan, C. J., Ouyang, Z. & Jackson, R. B. Methane and NO_x Emissions from Natural Gas Stoves, Cooktops, and Ovens in Residential Homes. *Environ. Sci. Technol.* **56**, 2529–2539 (2022).
3. Moschandreas, D., Relwani, S., Johnson, D. & Billick, I. Emission rates from unvented gas appliances. *Environ. Int.* **12**, 247–253 (1986).
4. Mullen, N. A. et al. Results of the California Healthy Homes Indoor Air Quality Study of 2011–2013: impact of natural gas appliances on air pollutant concentrations. *Indoor Air* **26**, 231–245 (2016).
5. Singer, B. C., Pass, R. Z., Delp, W. W., Lorenzetti, D. M. & Maddalena, R. L. Pollutant concentrations and emission rates from natural gas cooking burners without and with range hood exhaust in nine California homes. *Build. Environ.* **122**, 215–229 (2017).
6. Kashtan, Y. S. et al. Gas and Propane Combustion from Stoves Emits Benzene and Increases Indoor Air Pollution. *Environ. Sci. Technol.* **57**, 9653–9663 (2023).
7. Committee on the Medical Effects of Air Pollution. Associations of Long-Term Average Concentrations of Nitrogen Dioxide with Mortality. (2018).