

PRIZEMNI OZON – ŠKODLJIVI UČINKI NA LJUDI IN RASTLINE IN PRISPEVEK KMETIJSTVA K NJEGOVEMU NASTAJANU

Ob sončnih in vročih poletnih popoldnevih se v zraku pogosto povečajo koncentracije prizemnega ozona. Po podatkih Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) je v Sloveniji v zadnjih letih število dni s preseženo povprečno osemurno ciljno vrednostjo gible od približno 10 do 40, odvisno od lokacije in drugih dejavnikov. Preseganja so najpogostejša na podeželju, predvsem na Primorskem. Zelo visoke vsebnosti prizemnega ozona se lahko pojavljajo tudi v gorskem svetu. Presežene koncentracije prizemnega ozona škodujejo zdravju ljudi, živali in rastlin. V Sloveniji imamo vzpostavljen sistem, ki prebivalstvo opozarja na povečane vsebnosti ozona v zraku. Opozorila ARSO posredujejo javnosti različni mediji, stanju pa lahko sledimo tudi na spletni strani ARSO ([Modelska napoved ozona \(CAMX\)](#)). Med osnovnimi priporočili za zmanjšanje učinka prizemnega ozona na zdravje ljudi je zadrževanje v zaprtih prostorih. Med najbolj izpostavljenimi prebivalci so kmetje, ki se v času žetve, spravila travniške krme in drugih poletnih del ne morejo umakniti v zaprte prostore. Prizemni ozon na eni strani ogroža zdravje kmetov in kmetijskih rastlin, po drugi strani pa je kmetijstvo vir predhodnikov ozona, ki povečujejo koncentracije ozona v zraku.

Škodljivi vplivi prizemnega ozona na zdravje ljudi

Izpostavljenost povečanim koncentracijam ozona v zraku lahko pri ljudeh povzroča draženje in vnetja dihal. Najbolj so izpostavljeni ljudje s kroničnimi boleznimi dihal, srca in ožilja ter otroci in starostniki. Znaki izpostavljenosti ozonu se kažejo v kašlju in oteženem dihanju, pri astmatikih se poveča pogostnost napadov astme. Izpostavljene osebe občutijo tudi draženje očesne sluznice. Pogostejša izpostavljenost povečanim koncentracijam ozona lahko povzroča tudi trajnejše okvare dihal. Po ocenah Evropske okoljske agencije pripisujemo v Evropski uniji akutni izpostavljenosti ozonu 24.000 prezgodnjih smrti letno.

Škodljivi vplivi prizemnega ozona na kmetijske rastline

Ozon vstopa v rastline skozi listne reže in povzroča poškodbe celic, ki se kažejo sprva v obliki svetlih pik (kloroze), ki kasneje preidejo v nekoliko večje in temnejše pege odmrlega tkiva (nekroze). Dvokaličnice, kot so metuljnice in krompir, so bolj občutljive kot enokaličnice (žita, koruza, trave). Zaradi povečanih koncentracij ozona se zmanjša obseg fotosinteze, kar zmanjšuje pridelke. Po grobih ocenah se lahko zaradi ozona pridelki kmetijskih rastlin zmanjšajo za približno 10 %. Zaradi poškodb se lahko zmanjša tudi tržna vrednost nekaterih kmetijskih pridelkov, pri katerih je pomemben videz (npr. pri listnati zelenjavi).

Snovi, ki povzročajo nastajanje prizemnega ozona (predhodniki ozona)

Ozon nastaja s fotokemičnimi reakcijami, ki so najintenzivnejše v poletnih sončnih in vročih dneh. Nastajanje je odvisno od različnih onesnaževal zraka, ki jih imenujemo predhodniki ozona. V Sloveniji so med predhodniki ozona najpomembnejši dušikovi oksidi (NO_x), ki po podatkih ARSO prispevajo 43 % prizemnega ozona in ogljikov monoksid (CO), ki prispeva 42 % prizemnega ozona. S 13 odstotnim deležem sledijo nemetanske hlapne organske spojine (NMVOC-i) in metan (CH_4), ki prispeva približno 1 % prizemnega ozona. Največ dušikovih oksidov se sprosti zaradi cestnega prometa, največ ogljikovega monoksida pa zaradi rabe goriv v gospodinjstvih in pri storitvenih dejavnostih.

Izpusti predhodnikov ozona v slovenskem kmetijstvu

Slovensko kmetijstvo prispeva k skupnim izpustom predhodnikov ozona 13 %. Po ocenah Kmetijskega inštituta Slovenije (KIS) prispevajo od kmetijskih virov k nastajanju ozona največ NMVOC-i (62,6 %), sledijo NOX-i (30,4 %) in metan (7,0 % od izpustov v kmetijstvu).

NMVOC-i iz kmetijstva vključujejo več sto različnih organskih spojin prijetnega ali neprijetnega vonja. Pomen kmetijstva za izpuste teh snovi še ni povsem dorečen, saj so kot glavni vir NMVOC-ov pogosto omenjeni gozdovi, z opustitvijo kmetovanja pa bi se izpusti iz gozdov povečali. Tudi potencial vseh teh snovi za tvorbo ozona še ni povsem jasno določen, znano pa je, da se različne hlapne organske spojine v sposobnosti tvorbe ozona med seboj razlikujejo. Razpolagamo le z količinskimi ocenami izpustov NMVOC-ov. Večino (36 %) prispevajo hlapne snovi iz silaže (predvsem očetna kislina in etanol), sledijo različne hlapne snovi iz prebavil rejnih živali in iz gnojišč (32 %) in različne hlapne snovi, ki se sprostijo pri gnojenju z živinskimi gnojili (29 %). Manjše količine NMVOC-ov prispevajo tudi kmetijske rastline (3 % od NMVOC-ov v kmetijstvu). Pri slednjih gre med drugimi tudi za spojine prijetnega vonja, katerih namen je privabljanje oprasovalcev.

Za zmanjšanje izpustov NMVOC-ov v kmetijstvu imamo precej možnosti. Med najpomembnejšimi so: vzdrževanje čistoče v hlevih, izogibanje krmljenju prevelikih količin beljakovin rejnim živalim, sprotno odgnojevanje in pokrivanje skladišč za živinska gnojila, takojšnja zadelava živinskih gnojil v tla ali uporaba opreme za gnojenje v pasovih ali za vbrizgavanje gnojevke v tla, sprotno odvzemanje silaže iz silosov in sprotno pripravljanje enolončnic in izvajanje vseh ukrepov za preprečevanje kvarjenja silaže na zraku (temeljito tlačenje in dovolj velik dnevni odzem silaže, silirni dodatki za preprečevanje kvarjenja silaže). Več o izpustih NMVOC in o priporočilih za zmanjšanje izpustov lahko preberete v publikaciji [Izpusti nemetanskih hlapnih organskih spojin v kmetijstvu](#).



Izpuste NMVOC je mogoče zmanjšati z izboljšanimi načini gnojenja. Problematično je predvsem gnojenje v poletnem času, ko je zaradi visokih temperatur izhlapevanje teh snovi hitrejše in ko je obsežnejše tudi nastajanje prizemnega ozona. Z zadelavo gnojevke v tla zmanjšamo smrad in izgube dušika z amonijakom, prispevamo pa tudi k zmanjšanju koncentracij prizemnega ozona.

Slovensko kmetijstvo prispeva k skupnim izpustom nekaj manj kot 10 % NOX-ov. NOX-i iz skladišč za živinska gnojila prispevajo 4 %, NOX-i iz kmetijskih zemljišč pa 96 % izpustov iz kmetijstva (ocene KIS). Sproščanje NOX-ov iz kmetijskih zemljišč je odvisno predvsem od gnojenja z dušikovimi gnojili. Za zmanjšanje izpustov NOX-ov je pomembno dobro izkoriščanje beljakovin pri rejnih živalih in dobro izkoriščanje dušika pri gojenju kmetijskih rastlin. To pomeni, da je treba krmljenje oz. krmne obroke prilagoditi potrebam rejnih živali, gnojenje pa potrebam kmetijskih rastlin. Pomembna je tudi učinkovita raba živinskih gnojil, saj je mogoče z zmanjšanjem izgub dušika v vode in v zrak zmanjšati potrebe po dušiku iz mineralnih gnojil.

Med predhodnike ozona uvrščamo tudi metan. V Sloveniji prispeva živinoreja skoraj dve tretjini vseh izpustov metana. Največ se ga sprosti iz prebavil rejnih živali (približno 80 % od izpustov v kmetijstvu), preostanek iz skladišč za živinska gnojila. **Kljub zelo velikim količinam metana (v kmetijstvu ga nastane približno 8 krat več kot NMVOC-ov) pa je njegov prispevek k nastajanju prizemnega ozona razmeroma majhen.** To je predvsem posledica njegove majhne sposobnosti za tvorbo ozona, ki je kar približno 70 krat manjša kot pri NMVOC-ih. Izpuste metana lahko zmanjšamo predvsem z učinkovito rejo in s skrbjo za zdravje živali. To omogoča, da ciljne količine mleka, mesa in jajc priredimo z manjšim številom živali, kot v primeru slabih rezultatov reje. Izpuste metana je mogoče zmanjšati tudi s krmnimi dodatki, ki zmanjšujejo nastajanje metana v predželodcih prežvekovalcev in z zajemom bioplina iz skladišč za živinska gnojila.

Sklep

Prizemni ozon škoduje zdravju ljudi in povzroča škode na kmetijskih rastlinah. Koncentracije v zraku se povečajo predvsem ob sončnih in vročih poletnih popoldnevih. V naravnih okoljih so koncentracije večje kot v mestih. Zaradi narave poklica so kmetje med najbolj izpostavljenimi prebivalci. Četudi nekatera kmetijska dela, kot so žetev žit in spravilo travniške krme, časovno sovpadajo s povečanimi koncentracijami ozona, bi morali kmetje s kroničnimi boleznimi dihal, srca in ožilja upoštevati opozorila ARSO in se popoldanskemu delu v dneh s povečanimi koncentracijami prizemnega ozona izogibati.

Kmetijstvo je tudi vir predhodnikov ozona. Gre za nemetanske hlapne organske spojine, dušikove okside in metan, ki prispevajo k nastajanju ozona v Sloveniji približno 13 %. Izpuste teh snovi je mogoče zmanjšati predvsem z vzdrževanjem čistoče v hlevih, z izboljšanimi načini reje, skladiščenja živinskih gnojil in gnojenja ter z izboljšanimi postopki priprave in krmljenja silaže.

Jože Verbič, Kmetijski inštitut Slovenije