

PRAŠNI DELCI V KMETIJSTVU IZVOR, ŠKODLJIVI VPLIVI NA ZDRAVJE LJUDI IN ŽIVALI TER UKREPI ZA ZMANJŠANJE KONCENTRACIJ V ZRAKU



ONESNAŽILA ZRAKA

**PRAŠNI DELCI V KMETIJSTVU
IZVOR, ŠKODLJIVI VPLIVI NA ZDRAVJE LJUDI IN
ŽIVALI TER UKREPI ZA ZMANJŠANJE
KONCENTRACIJ V ZRAKU**

Žan Pečnik, Jože Verbič, Tomaž Poje

Ljubljana 2022

Izdal in založil

KMETIJSKI INŠTITUT SLOVENIJE

Ljubljana, Hacquetova ulica 17

Publikacija je izšla v elektronski obliki in je objavljena na spletni strani Kmetijskega inštituta Slovenije, <http://www.kis.si/>

Avtorji

Žan Pečnik, mag. inž. zoot., mag. ekon. nar. virov

dr. Jože Verbič, mag., univ. dipl. inž. zoot.

mag. Tomaž Poje, univ. dipl. inž. agr.

Uredila Lili Marinček, univ. dipl. inž. zoot

Fotografija na naslovnici

Tomaž Poje

Elektronska izdaja

Pripravo in objavo besedila je financiralo Ministrstvo za okolje in prostor v sklopu Strokovnih nalog s področja okolja.

Prispevek kmetijstva k izpustom prašnih delcev

V kmetijstvu nastajajo prašni delci, ki jih razlikujemo po izvoru, velikosti, kemijski sestavi in njihovem učinku na zdravje ljudi ter živali. Po velikosti jih delimo na delce PM₁₀ in delce PM_{2,5}. Delci PM₁₀ so delci, ki so večji od 0,1 mikrometra in manjši od 10 mikrometrov, delci PM_{2,5} pa so delci velikosti med 0,1 in 2,5 mikrometra. Frakcija delcev PM₁₀ vsebuje torej tudi frakcijo delcev PM_{2,5}. Okrajšava PM izhaja iz angleške besede za delce (Particulate Matter), velikostna razdelitev (10 in 2,5 mikrometra) pa je definirana z metodiko meritev. Omenjeni delci (PM₁₀ in PM_{2,5}) so približno pet do tridesetkrat manjši od premera človeškega lasu.

Po uradnih evidencah nastane v slovenskem kmetijstvu letno nekaj več kot 500 ton PM₁₀ in nekaj več kot 120 ton PM_{2,5}. Prispevek kmetijstva k skupnim izpustom PM₁₀ je 3,9 %, k izpustom PM_{2,5} pa 1,2 %. Največ poročanih izpustov drobnih prašnih delcev nastane v hlevih (67,6 % PM₁₀ in 87,8 % PM_{2,5}), preostanek pri obdelavi tal ter spravilu, čiščenju in sušenju kmetijskih pridelkov ter pri pripravi sena. V živinoreji sta najpomembnejša vira prašnih delcev govedoreja (38 % PM₁₀ in 80 % PM_{2,5}) in perutninarstvo (54 % PM₁₀ in 17 % PM_{2,5}). V rastlinski pridelavi so najpomembnejši viri prašnih delcev obdelava tal (34 % PM₁₀ in 22 % PM_{2,5}), spravilo pridelkov (vključno s sušenjem sena na prostem; 44 % PM₁₀ in 19 % PM_{2,5}) in sušenje kmetijskih pridelkov (17 % PM₁₀ in 55 % PM_{2,5}). Ob tem je treba poudariti, da gre za grobe ocene in da vsi viri prašnih delcev niso ocenjeni. Izpusti PM₁₀ in PM_{2,5} v kmetijstvu so se v obdobju 1990–2019 zmanjšali za 24,5 % ter 28,0 % (KIS, 2021). Prašnim delcem, ki nastanejo v kmetijstvu, so najbolj izpostavljeni kmetje in drugi zaposleni v kmetijstvu, pa tudi okoliško prebivalstvo. Prenašajo se na zelo velike razdalje (tudi več tisoč kilometrov) in s tem ogrožajo tudi zdravje prebivalstva bolj oddaljenih območij. K prašnim delcem v ozračju prispeva posredno tudi amonijak, ki se sprošča iz hlevov, gnojišč in pri gnojenju z organskimi ter mineralnimi gnojili. V ozračju reagira s kislinami in pri tem nastanejo soli, ki jih prav tako uvrščamo med prašne delce.

Vpliv prašnih delcev na zdravje ljudi in živali

Prašni delci vplivajo na zdravje ljudi in živali ob vdihu ter prenosu v dihalni sistem in krvni obtok. Delci, ki so večji od 10 mikrometrov se zadržijo v zgornjih dihalnih poteh, v nosu in v ustih. Delci, ki so manjši od 10 mikrometrov prodrejo z dihanjem globlje v dihala, s tem da pridejo do pljučnih mešičkov (alveol) le drobni delci, kot so delci PM_{2,5}. Najmanjši delci (PM_{0,1}) lahko preidejo prek pljuč v krvni obtok, se prenesejo po telesu in povzročajo vnetne procese. S tem škodujejo predvsem notranjim organom, kot so srce, jetra in možgani.

Vdihani prašni delci lahko v pljučih ostanejo več let in vodijo v kronične zdravstvene težave. Z izpostavljenostjo prašnim delcem so povezane predvsem bolezni dihal in srčno-žilne bolezni: astma, kronični bronhitis, zmanjšano delovanje pljuč, kašljanje, sopenje, stiskanje v prsih, pljučni rak, povečana možnost infarkta pa tudi vnetja oči ter kože. Ob splošnih boleznih, ki jih povzročajo s prašnimi delci onesnažen zrak, se v kmetijstvu pojavljata še dve poklicni bolezni. To sta toksični sindrom zaradi vdihovanja organskega prahu in kronični alergijski bronhioloalveolitis kmetovalcev (ekstrinzični bronhioloalveolitis – EABA). Pri slednjem gre za kronična vnetja pljučnih mešičkov, povzročajo pa jih lahko bakterije in plesni, ki se razvijajo med skladiščenjem vlažnega sena.

Prašni delci lahko povzročajo različne zdravstvene težave. Te so povezane tudi z izvorom delcev. Astma je bolj verjetno posledica vdihovanja organskega prahu, na primer prahu, ki nastane ob delu s krmo. Bronhitis in kronična obstruktivna bolezen dihalnih poti sta

pogosteje povezana z vdihovanjem anorganskega prahu, ki nastaja pri obdelavi tal. Vdihovanje prahu je lahko nevarno tudi zaradi prenosa strupov in mikroorganizmov. V raziskavah so ugotovili, da je precej boleznih in smrti povezanih z vdihovanjem prahu, ki izvira iz rejskih objektov in polj, kot tudi s prašnimi delci iz naravnega okolja. Vdihovanje prašnih delcev lahko ogroža tudi zdravje živali. Ima lahko takojšnje ali trajne zdravstvene posledice. Prašni delci lahko pri živalih povzročajo trajna vnetja in fibrozo pljuč.

Prašni delci pri pridelavi poljščin in krme

Prašni delci v poljedelstvu nastajajo tako med obdelavo tal kot tudi med spravilom (žetvijo) poljščin. Prah nastaja tudi pri sušenju in morebitnem čiščenju žit, zrnatih stročnic ter drugih pridelkov. Izpusti prašnih delcev pri obdelavi tal so odvisni od tipa tal, izbire metode obdelave tal in talnih razmer. Izpusti prašnih delcev pri žetvi so odvisni od vrste poljščine – pri žetvi strnih žit so obsežnejši kot pri spravilu koruze. Prašni delci nastajajo tudi med pripravo sena, pri gnojenju z mineralnimi gnojili in pri apnenju tal. Obdelava tal ustvarja večinoma anorganski prah, spravilo žit in sena pa pretežno organski prah. Prašni delci, ki nastanejo pri obdelavi tal in spravilu pridelkov, so večji kot prašni delci iz živinorejskih objektov.



Prašni delci nastajajo pri različnih kmetijskih opravilih, tudi pri gnojenju z mineralnimi gnojili ali pri apnenju, kot na fotografiji (Foto: David Jekovec).

Prašni delci v živinoreji

Največ prašnih delcev v živinoreji nastane v hlevih, nekaj pa tudi pri reji v izpustih na prostem in na paši. Koncentracija prahu v hlevih je odvisna od vrste rejnih živali, kategorije živali, aktivnosti živali, načina nastiljanja, čistoče v objektu, temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, stopnje prezračevanja, gostote naselitve in načina krmljenja. Veliko prašnih delcev

nastane zaradi nastiljanja, npr. s slamo ali žagovino. V objektih za rejo perutnine je v zraku veliko delcev perja in posušenih iztrebkov, v objektih za rejo prašičev pa odpadlih lusk kože ter delcev blata in stelje. Nekaj prašnih delcev nastane tudi pri krmljenju. Gibanje živali dviguje prah, ki je bil v objektu že uležan. Prah dvigujejo slabo načrtovani prezračevalni sistemi in preprih. Podrobnejše raziskave so pokazale, da so v hlevskem zraku delci zemlje in stelje, delci blata ter krme, pa tudi bakterije, glive in virusi. Hlevski zrak je lahko tudi vir na antibiotike odpornih bakterij, ki so z vidika zdravja ljudi še posebej problematične. Od 80 do 90 % prašnih delcev v hlevih za prašiče in perutnino je manjših od 5 mikrometrov. Gre torej za delce, ki prodrejo v najgloblje dele pljuč.

Splošni ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti ljudi in živali prahu

Ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti ljudi prašnim delcem so lahko usmerjeni v zagotavljanje ustreznega delovnega okolja na kmetijah, ali pa v zmanjševanje izpustov prašnih delcev v širše okolje, torej tudi izven kmetij. Z večino ukrepov dosegamo oba cilja, nekateri pa si tudi nasprotujejo. Če npr. z ventiliranjem prašne delce odstranimo iz hleva, izboljšamo razmere v hlevu, izpusti delcev, ki se prenašajo na velike razdalje, pa se povečajo.

Izpostavljenost prahu, s katero se srečujemo pri kmečkih opravilih, v večini primerov zaznamo s čutili. S prahom povezanim tveganjem se v celoti ne moremo izogniti, lahko pa jih zmanjšamo. Preprost ukrep je nošenje zaščitne maske, s katero učinkovito preprečimo vdihovanje prašnih delcev. Nošenje zaščitne maske je še posebej pomembno, če obstaja sum na prisotnost bakterij in plesni. Med najbolj tveganimi opravili v kmetijstvu je delo v senikih in skladiščih za žita. Kroničnim dihalnim boleznim so nekoliko bolj izpostavljeni tudi delavci v živinoreji, še posebej v perutninarstvu. Pred izpostavljenostjo prašnim delcem v poljedelstvu dobro varuje traktorska kabina z ustreznim filtriranjem zraka.

Ukrepi za zmanjšanje izpustov prašnih delcev iz kmetijskih in drugih zemljišč

Prašni delci se dvigujejo v zrak predvsem, ko so tla suha in prekrita z drobnimi delci. Do velikih izpustov pride med obdelavo tal. Za zmanjšanje izpustov prašnih delcev je najučinkovitejša obdelava primerno vlažnih tal. Izpuste prašnih delcev v zrak lahko zmanjšamo z zmanjšanjem števila prehodov preko zemljišča. To dosežemo s kombiniranjem delovnih operacij, kot so sočasna obdelava tal in setev, sočasno gnojenje ter škropljenje ali sočasna žetev in mulčenje žetvenih ostankov. Zelo učinkovita je ohranitvena obdelava tal, pri kateri se lahko izpusti zmanjšajo tudi za več kot 50 %. Gre za prakse neposredne setve ali plitve konzervirajoče obdelave, pa tudi drugi načini pridelovanja poljščin, kot je trakasta setev (setev v pasovih). K manjšim izpustom prašnih delcev prispeva tudi gnojenje kmetijskih rastlin z živinskimi gnojili. Z njimi spremenimo kemijsko in biološko strukturo tal, zaradi česar postanejo tla manj prašna. Dvigovanje prašnih delcev lahko zmanjšamo tudi z nastavitvijo strojev. Na mestih, kjer se ob delovanju dviguje prah, lahko namestimo ščite, ki zmanjšujejo prašenje. Zelo majhni prašni delci prehajajo v višje plasti ozračja predvsem ob povečani hitrosti vetra. Zaradi tega je obdelovanje kmetijskih tal odsvetovano, če hitrost vetra na višini dveh metrov preseže hitrost 40 km/h. Iz golih (nepokritih) tal se dviguje prah tudi, ko jih ne obdelujemo. Z vidika izpustov prašnih delcev, pa tudi zaradi drugih vidikov ohranjanja rodovitnosti tal je ugodno, da so kmetijska tla ozelenjena. Ugodne so tako poletne kot zimske ozelenitve kmetijskih zemljišč.



Izpustom prašnih delcev se pri pridelovanju poljščin ne moremo v celoti izogniti, lahko pa jih zmanjšamo s kombiniranjem delovnih operacij, kot je sočasna obdelava tal in setev (Foto: Tomaž Poje).

Prašni delci prehajajo v zrak tudi iz zemljišč, ki niso neposredno namenjena pridelovanju hrane. To so poti, dvorišča, parkirišča za stroje, jarki, nasipi in zemljišča namenjena skladiščenju kmetijskih pridelkov. Izpuste prašnih delcev iz teh površin lahko zmanjšamo z odstranjevanjem prahu (npr. pometanje asfaltiranih površin) ali nasipanjem z materialom, ki se ne praši. Primeren je prod premera vsaj 2,5 cm. Sloj naj bo debel vsaj 10 cm. Pri tovrstnem nasipu se prašni delci posedejo med prod in se z vetrom ne morejo dvigovati in zaprašiti okolice. Prenos prahu z vetrom lahko omejimo tudi s postavitvijo fizičnih pregrad. Uporabimo lahko različne pregrade, kot so protivetrne mreže, bale krme ali kaj podobnega. S tem lahko zmanjšamo izpuste prašnih delcev na razdalji desetkratnika višine pregrade. Prašenje lahko zmanjšamo tudi z zasaditvijo živih mej. Hitrost vožnje po neasfaltiranih poteh in kolovozih naj ne presega 30 km/h, četudi vozilo to omogoča.



Kmetijstvo prispeva tudi k izpustom prašnih delcev izven kmetijskih zemljišč in objektov za rejo živali. Nezanemarljiv vir prašnih delcev so tudi dvorišča in transportne poti (Foto: Tomaž Poje).

Ukrepi za zmanjšanje izpustov prašnih delcev pri spravilu sena

Spravilo sena poteka običajno v vročem, suhem in vetrovnem vremenu. Med spravilom nastajajo tako prašni delci anorganskega izvora, ki se dvigujejo iz tal, kot tudi organski delci, ki so posledica drobljenja travniških rastlin. Izpuste prašnih delcev zmanjšamo tako, da preprečimo onesnaženje krme z zemljo in s tem prašenje krme tekom sušenja. Pri tem je najpomembnejše poravnavanje (brananje) krtin pred sezono, ustrezna višina košnje (vsaj 7 cm nad tlemi) in izogibanje košnji na razmočenih tleh. Dviganju prahu pri obračanju in grabljenju krme se izognemo s pravilno nastavitvijo obračalnikov in zgrabljalnikov (1–3 cm nad tlemi).



Za zmanjšanje prahu pri obračanju in grabljenju krme je ključna pravilna nastavitve višine vzmetnih prstov (rogljev). S tem prispevamo tudi k zmanjšanju onesnaženja krme z zemljo in prašenja na senikih in pri krmljenju (Foto: Branko Lukač).

Veliko prašnih delcev nastane pri zmetavanju sena na senik s puhalniki. Te lahko zmanjšamo s spraviom vlažnega sena, ki ga na seniku nato dosušimo s hladnim, toplim ali razvlaženim zrakom. Z dosuševanjem sena na seniku ali v balah zmanjšamo tudi tveganja povezana s plesnjenjem sena, kot so težave zaradi kroničnega alergijskega bronhioloalveolitisa kmetovalcev (EABA).



Med najnevarnejšim prahom, ki so mu izpostavljeni kmetovalci, je prah na senikih. Na površini kupov, kjer pride seno v stik z okoliškim zrakom, se je težko v celoti izogniti plesnjenju (oprhlости) sena (Foto: Matija Verbič).

Ukrepi za zmanjšanje izpustov prašnih delcev v živinoreji

Med pomembnejšimi ukrepi za zmanjšanje koncentracij prašnih delcev v hlevskem zraku in njihovih izpustov v okolje je redno čiščenje opreme, talnih in drugih hlevskih površin. Pomemben vir prahu je stelja. Zaradi tega so izpusti prašnih delcev v hlevih z nastilom precej večji kot v rejah na rešetkastih tleh ali v rejah s sprotnim odstranjevanjem izločkov s strgali ali trakovi. Največ prahu nastane pri nastiljanju ali pri mešanju stelje, prašenje povečuje tudi povečana aktivnost (gibanje) rejnih živali. Izpusti so še posebej veliki, če za nastiljanje uporabljamo žagovino, drobno rezano slamo ali druge drobno rezane rastlinske materiale. Prašenje je mogoče zmanjšati z uporabo razprašene peletirane slame, saj se peleti razpustijo šele, ko se navlažijo. Izpuste lahko zmanjšamo z uporabo nerezane ali razprašene slame. Če redimo živali na slami, naj bo debelina plasti slame vsaj 5 cm. Najmanjši delci se usedajo na tla, zgornja plast slame pa preprečuje njihovo dvigovanje v zrak. Slama za nastiljanje mora biti neoporečna. Slama, ki je bila med spravilom ali skladiščenjem dlje časa navlažena, se bolj drobi, večja pa je tudi verjetnost onesnaženosti z glivami. Prehajanje prašnih delcev v zrak lahko v hlevih za perutnino zelo zmanjšamo tudi z rastlinskimi olji, ki jih razpršimo po nastilu. S tem se drobni delci vežejo na večje delce in med seboj. Koncentracije prašnih delcev v hlevih lahko zmanjšujemo tudi s pršenjem vode, ki ob ustrezni izvedbi blaži tudi vročinski stres. Primerna vlažnost hlevskega zraka je od 40 do 60 %. Če je zrak bolj suh, se povečajo koncentracije prašnih delcev, pri večjih koncentracijah pa so rejne živali bolj izpostavljene vročinskemu stresu, poveča se tudi kondenziranje vode na izpostavljenih površinah hleva in opreme. Med najučinkovitejšimi tehnikami za zmanjšanje koncentracij prašnih delcev v hlevskem zraku je prezračevanje, ki je lahko naravno ali mehansko (z ventilatorji). Pri mehanskem prezračevanju je izvedljivo tudi filtriranje zraka. S suhimi ali vodnimi filtri odstranimo prah in s tem prispevamo tudi k zmanjšanju izpustov prašnih delcev v bližnjo in

širšo okolico hlevov. Prezračevanje hlevov mora biti izvedeno tako, da tok zraka ne teče tik nad nastlanimi tlemi. Pri vertikalnem dvigu zračnega toka so izpusti prašnih delcev intenzivnejši, kot če se zračni tok spušča navzdol. Do večjih izpustov prašnih delcev prihaja tudi pri skladiščenju bolj suhih živinskih gnojil, kot je npr. perutninski gnoj iz talne reje. Pri skladiščenju tovrstnih gnojil na prostem je treba kupe gnoja pokriti z zaščitnimi folijami.



Pri krtačenju živali se s površine kože sproščajo odmrle celice kože in delci posušenega blata. Nastajanje prahu v hlevih lahko zmanjšamo s pravilno načrtovanimi in čistimi ležišči za živali (Foto: Jože Verbič).

Z različnimi tehnikami lahko zmanjšamo tudi nastajanje prahu pri krmljenju rejnih živali. Peletirane krmne mešanice se prašijo bistveno manj kot mešanice v obliki moke. Prašenje krmnih mešanic lahko zmanjšamo tudi z dodajanjem olj. Zelo učinkovit ukrep za zmanjšanje izpustov prašnih delcev je tekoče krmljenje, ki je primerno predvsem za prašiče. Gre za krmljenje z vodo pomešanih krmnih mešanic, ki jih po ceveh dovajamo v krmilnike. Pri krmljenju suhih mešanic je pomembno, da jih v krmilnike vsipamo iz čim manjše višine.

Ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti prahu med žetvijo

Izpusti prahu med žetvijo so odvisni predvsem od vlažnosti žita. Z vidika potreb po sušenju žit, in s tem povezane porabe energije, je najbolj ugodna popoldanska žetev ob suhem in vročem vremenu. Z vidika prašenja je to neugodno. Nastali prašni delci med žetvijo obremenjujejo predvsem upravljavca kombajna, obremenjujejo pa tudi okoliške prebivalce in druge ljudi, ki se v času žetve zadržujejo v bližini polj. Uporaba žitnih kombajnov po eni strani povzroča prašenje, po drugi strani pa lahko primerno opremljeni kombajni varujejo njihove uporabnike. Najboljšo zaščito pred prašnimi – trdnimi delci zagotavlja zaprta voznikova kabina, ki je opremljena z ustreznim filtrirnim sistemom za vstopajoči zrak. Za

traktorje in samovozne škropilnice velja od leta 2010 evropska homologacijska zahteva, da ima kabina definirano kategorijo zaščite pred nevarnimi snovmi po evropskem standardu EN 15695. Tudi nekateri proizvajalci žitnih kombajnov navajajo stopnjo zaščite, ki jo zagotavljajo kabine. Nekateri proizvajalci opremljajo kombajne s kabinami 2. kategorije glede na standard EN 15695, kar pomeni, da zagotavljajo zaščito pred prahom (prašnimi - trdnimi delci). Nekateri omogočajo kupcu tudi izbiro filtrirnega sistema kategorije 4, ki zagotavlja najvišjo zaščito dihal skozi 4 filtrirne cone in omogoča zmanjšanje prisotnosti delcev PM₁₀ v kabini kombajnov za 99,8 %.



Veliko prašnih delcev nastane pri žetvi žit, ki se običajno izvaja v suhem in vročem vremenu (Foto: Tomaž Poje).

Sodobni kombajni imajo lahko vgrajene tudi različne druge tehnične rešitve, ki varujejo uporabnika in okolico pred prašnimi delci. Med opsijsko opremo najdemo naprave za odsesavanje prahu na dovajalnem (vhodnem) kanalu kombajna. To omogoča bolj jasen pogled uporabniku kombajna in še boljše učinkovitost čiščenja žita. Nekateri kombajni so opremljeni tudi s tako imenovanim dinamičnim hlajenjem motorja (Dynamic Cooling). Hladilni sistem ne zagotavlja le zanesljivega hlajenja motorja, ampak tudi zmanjšuje dvig prahu z zračnim tokom, ki deluje kot zaščitna pregrada. Od zgoraj navpično vsesan svež zrak prehaja v hladilnik skozi mrežo. Nato prehaja skozi motorni prostor in čez stranska hladilna rebra. Ta idealen zračni tok skoraj v celoti onemogoča dvig prahu in tako prevzame funkcijo trajnega čiščenja. Poleg osnovne funkcije, t.j. hlajenja motorja, dinamično hlajenje zmanjšuje dvigovanje prahu, zmanjšuje kontaminacijo hladilnika in motornega prostora s prahom, zmanjšuje porabo goriva in podaljša intervale za servisiranje zračnih filtrov. Med inovativnimi rešitvami za varovanje upravljalcev kombajnov pred prašnimi delci so tudi »vrata, ki varujejo pred prahom«. Ko upravljaavec kombajna zapre vrata, jih električni motor še dodatno

»potegne« v tesnila okvirja vrat. To zagotavlja popolno tesnjenje in preprečuje vdor prahu v kabino. V kabini je tudi rahel nadtlak, zato prah ob odpiranju vrat ne prehaja v kabino.



Prah nastaja tudi pri strojnem spravilu drugih pridelkov, kot je čebula (Foto: Andrej Paušič).