

Vpliv zračnega onesnaženja na zdravje

Zdrava odrasla oseba vdihne v povprečju 20 m³ zraka dnevno, odvisno od konstitucije in telesne aktivnosti. Ko to primerjamo z dnevnim vnosom tekočine in hrane, je razumljivo, zakaj kakovost zraka, v katerem živi in dela, uvrščamo med najpomembnejše determinante zdravja človeka in tudi njegove delovne sposobnosti.

Hkrati ogromne količine zraka, ki obkrožajo človeka (2,5 milijona ton razpoložljivega zraka na osebo) v primerjavi s 15 do 16 kg zraka, ki ga človek dnevno vdihne, dajejo občutek, da se v atmosfero lahko brez težav spuščajo tone škodljivih snovi brez posledic. Toda te številke zavajajo.

V Evropi je okrog 90 odstotkov mestnega prebivalstva izpostavljenega prekomernim vrednostim prašnih delcev, NO₂, O₃ in benzena. Ocenjuje se, da letno umre od 40.000 do 130.000 ljudi za posledicami izpostavljenosti onesnaženemu zraku, katerega vzrok je promet. V Franciji, Švici in Avstriji so ugotovili, da lahko šest odstotkov vseh smrti letno pripišejo izpostavljenosti onesnaženemu zraku, kar je dvakrat več, kot je število žrtev prometnih nezgod. Naše mnenje je, da so te ocene prenizke, saj upoštevajo le kratkotrajne učinke onesnaženj.

V SLOVENIJI LANI 20 NEPOSREDNIH SMRTI ZARADI ONESNAŽENJA

Na podlagi metodologije, ki je bila razvita pod okriljem Svetovne zdravstvene organizacije (APHECOM, 2010), je bilo ugotovljeno, da je v letu 2006 v Ljubljani umrlo 20 odraslih oseb zaradi onesnaženja z delci PM10 (delci z aerodinamičnim premerom, manjšim od 10 µm). Pri tem gre za prezgodnjo umrljivost zaradi poslabšanja obstoječih bolezni. V istem letu je bilo v bolnišnico sprejetih 40 ljudi zaradi poslabšanja bolezni srca in ožilja in 20 zaradi poslabšanja bolezni dihal. Pri vseh sprejemih je bil vzrok poslabšanje obstoječih bolezni zaradi izpostavljenosti trenutni stopnji onesnaženja z delci PM10.

Če bi bila povprečna letna stopnja onesnaženja s PM10 20 µg/m³, vseh navedenih sprejemov v bolnišnico in smrti ne bi bilo.

UČINKI NA VEČ ORGANSKIH SISTEMOV ČLOVEKA

Številne raziskave so pokazale, da ima izpostavljenost onesnaževalom v zraku škodljive učinke na več organskih sistemov: **dihala, srce in ožilje, živčevje in reproduktivni sistem**. Najpogostejši zdravstveni učinki kot posledica zračnega onesnaženja so bolezni dihal. Skupni znak je kašelj (ki je lahko produktiven - sluz), iritacija sluznice nosu in grla ter oteženo dihanje zmerne stopnje. Znaki s strani dihal so pogosto združeni z iritacijo sluznice oči in občutkom utrujenosti (prebujamo se nenaspani itd.). Lahko so izraženi efekti hipersenzitivnosti in alergije pri individualno občutljivih osebah. Pri bolniku z astmo in kroničnim obstruktivnim bronhitisom se znaki bolezni pomembno poslabšajo v času epizod večjega zračnega onesnaženja.

Negativne posledice na zdravje so se izrazile že pri izpostavljenosti nižjim koncentracijam onesnaževal v zraku, kot so trenutno dopustne. Onesnaženost zraka povzroča tudi druge negativne učinke, saj pospešuje propad materialov in zgradb, povzroča škodo na rastlinah ter negativno vpliva na živali.

AKUTNI UČINKI:

draženje očne veznice, sluznice zgornjih dihal, glavobol, zmanjšanje pljučne funkcije, poslabšanje kroničnih bolezni dihal, srca in ožilja ...

DRUGI UČINKI:

prezgodnji porod, nizka porodna teža, upočasnen kognitivni razvoj dojenčka ...

Avtor:

prim. prof. dr. Marjan Bilban,
dr. med., specialist medicine
dela, prometa in športa
ZVD Zavod za varstvo pri delu,
UL MF Katedra za javno zdravje

Že pri kratkotrajni izpostavljenosti denimo prašnim delcem lahko pride do poslabšanja stanja in umrljivosti pri bolnikih s kroničnimi boleznimi dihal (npr. astma, kronična obstruktivna pljučna bolezen) in boleznimi srca in žilja (npr. kronično srčno popuščanje). Pri dolgotrajni izpostavljenosti prašnim delcem pa se poveča tveganje za obolevnost in umrljivost za boleznimi dihal ter srca in žilja.

Nekateri učinki po koncu izpostavljenosti izzvenijo, pri drugih je okvara organskega sistema nepovratna.

Delež prebivalstva, ki fizioloških sprememb zaradi izpostavljenosti onesnaženemu zraku niti ne zazna ali pa občuti le nekatere blažje simptome, je bistveno večji od deleža tistih, pri katerih pride do težjih poslabšanj kroničnih bolezni ali celo do smrti.

Ker pa je onesnaženemu zraku izpostavljeno praktično vse prebivalstvo, predstavljajo posledice negativnih učinkov na zdravje veliko breme za sistem zdravstvenega varstva. V dnevih, ko so prisotne visoke koncentracije onesnaževal v zraku, namreč naraste poraba zdravil, poveča se število obiskov pri osebnih zdravnikih in v urgentnih ambulantah ter število sprejemov v bolnišnice. Temu sledi povečanje deleža bolniške odsotnosti z dela, pri otrocih, pri otrocih, zlasti tistih z astmo, pa odsotnosti od pouka.

KRONIČNI UČINKI:

kronično zmanjšanje pljučne funkcije, kronična obstruktivna pljučna bolezen, kronične bolezni srca in ožilja, pljučni rak, pogostejše pojavljanje okužb zgornjih in spodnjih dihalnih poti, umrljivost zaradi kroničnih bolezni dihal, bolezni srca in ožilja ...

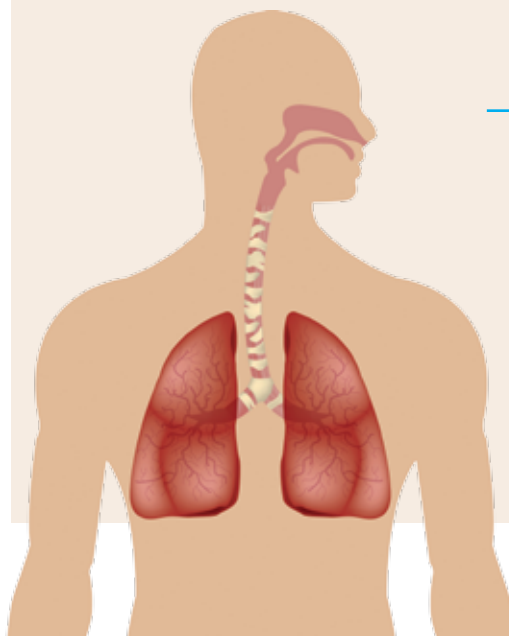
VELIKOST DELCEV IN GLOBINA PRODIRANJA V DIHALA

Razdelitev suspendiranih (lebdječih) delcev na grobe, fine in ultra fine je pomembna z vidika njihove možnosti prodora v pljuča, dolžine zadrževanja v zraku, kot tudi dometa (domet najmanjših delcev je preko 1000 km).

Od velikosti prašnih delcev je odvisna globina prodiranja vzdolž dihalne poti. Prašni delci, ki so večji od 10 μm , se običajno ustavijo v vlažnem okolju nosne votline in žrela. Do pljučnih mešičkov prodrejo prašni delci, katerih aerodinamični premer znaša manj od 2-3 μm . Za pojav negativnih učinkov na zdravje so poleg velikosti prašnih delcev pomembne tudi njihove fizikalno-kemijske lastnosti. Površina zelo finih prašnih delcev (<0.1 μm) je bistveno večja kot površina enako težkih, vendar večjih prašnih delcev, kar olajša raztapljanje in absorpcijo snovi, ki so vezane nanje. Ker jih alveolarni makrofagi slabše odstranjujejo, ostanejo zelo fini prašni delci dlje časa v področju pljučnih mešičkov in povzročajo draženje.

Glede na izvor so delci lahko različne kemijske sestave, oblike in fizikalnih stanj. Delci enake oblike in velikosti, toda različne gostote, imajo različen aerodinamični premer.

Slika: Od velikosti delcev je odvisno, kako daleč v telo prodrejo.



Na podlagi aerodinamičnega premera jih delimo na:

- » PM10: delci z aerodinamičnim premerom do 10 μm ,
- » PM2.5: delci z aerodinamičnim premerom do 2.5 μm ,
- » PM1.0: delci z aerodinamičnim premerom do 1 μm ,
- » UFP: zelo fini delci z aerodinamičnim premerom do 0.1 μm .

Primarni delci so običajno večji od 1 μm in jih imenujemo grobi delci (ang. coarse particles). Sekundarni delci imajo aerodinamični premer manjši od 1 μm in jih imenujemo fini delci (ang. fine particles). Za fine delce je značilno, da v atmosferi ostajajo več tednov in se iz nje odstranjujejo s padavinami. Grobi delci se v atmosferi zadržujejo le nekaj ur, nato pa padejo na površino.

PM10 delci (particulate matter) so delci, ki so v premeru manjši od desetih mikrometrov (μm). Njihova majhnost jim omogoča, da ob vdihu pridejo v pljuča in predstavljajo potencialno nevarnost za človekovo zdravje. PM 10 delce glede na njihovo velikost delimo v dve skupini:

Fini delci (PM 2,5) so manjši od 2,5 μm in so dovolj majhni, da pridejo v pljučne mehurčke. Delci velikosti do 0,1 mikrona naj bi bili sposobni prehajati iz pljučnih mehurčkov v kri, ter tako povzročati zdravstvene težave celo v drugih organih telesa.

Grobi delci so velikosti med 2,5 in 10 mikrometrov in nastajajo ob procesih drobljenja, s cestišča jih v zrak dvigujejo vozila.

nos, žrelo 5 - 10 μm

sapnik 3 - 5 μm

sapnici (bronhiji) 2 - 3 μm

bronhialne cevčice 1 - 2 μm

pljučni mešički (alveole)
0,1 - 1 μm

DELCI PM 10 IN PM 2,5 V ČLOVEŠKEM ORGANIZMU

Osnovni mehanizem delovanja delcev PM 10 in PM 2,5 je oksidativni stres, ki povzroči lokalno in sistemsko vnetje. Poleg oksidativnega stresa nekateri menijo, da poteka vnetna reakcija preko C–reaktivnih vlaken in izločanja histamina.

PM10 in PM 2,5 delci lahko povzročajo naslednje spremembe na celičnem nivoju, ki vodijo v okvaro tkiva in povzročajo številne patološke – bolezenske spremembe:

Lokalno vnetje.

Na mestu vstopa v telo – v pljučih nastanejo funkcionalne patofiziološke reakcije in patomorfološke spremembe: povzročijo vnetni odziv, ki mu pljučni protivnetni mehanizmi (pljučni antioksidanti, IL-10, protivnetni pljučni proteini: SP-A, CCSP), niso kos. Pride do nastanka reaktivnih kisikovih in dušikovih spojin. Lokalno vnetje pripelje do kopičenja vnetnic

» makrofagi in neutrofilci odstranijo škodljive delce, ki se kopičijo na sluznici, spremembe znotrajceličnih signalnih kaskad, medceličnih signalnih poti in sprememb v ekspresiji genov. Vnetnice, ki se kopičijo na sluznici dihal, povzročajo aktivacijo celic; poveča se sinteza vnetnih mediatorjev – citokinov in kemokinov; posledica je aktivacija in migracija celic vnetja (neutrofilcev) iz krvi v dihalo; zaradi sproščanja vnetnih mediatorjev pride do poškodbe celic sluznice in drugih celic (npr. makrofagov); posledica je poškodba sluznice dihal – pljuč in poškodba obrambnih celic, s tem je porušen obrambni mehanizem pljuč, kar vodi v večji verjetnost vnetja dihal – pljučnic;

» prašni delci povzročijo sintezo nevrotransmitterjev v dihalnih živčnih celicah – nevrogeno vnetje; prizadete so vse celice (bele krvne celice, epiteljske, celice gladkih mišic); posledica je obsežna lokalna vnetna reakcija; v primeru že obstoječe bolezni dihal (npr. kronična obstruktivna pljučna bolezen) se ta poslabša, pride do superponirane bakterijske vnetne reakcije, ki osnovno bolezen poslabša; mediatorji vnetja, ki se sproščajo pri vnetni reakciji (citokini in kemokini) potujejo po telesu in imajo sistemske učinke; v jetrih povzročajo sproščanje in tvorbo fibrinogena, kar veča viskoznost krvi in koagulabilnost krvi, poveča se število trombocitov, vrednost C reaktivnega proteina in endotelina, ki viša krvni tlak; to lahko vodi v nastanek krvnih strdkov, motnje ritma in srčni infarkt. Ti delci lahko tudi inducirajo alergične reakcije s tvorjenjem specifičnih IgE in eozinofilnim vnetjem ali pa samo povzročajo eksacerbacijo alergičnega odziva. V primeru že obstoječe bolezni dihal (astma, bronhitis, KOPB) ta vnetna reakcija ali dodatno bakterijsko vnetje te bolezni še poslabšajo.

Obsežno vnetje

v pljučnem tkivu in tudi vnetje, ki ga povzročajo delci, ko prestopijo alveolo-kapilarno pregrado in se vsidrajo v različna tkiva, povzročijo sproščanje obilice vnetnih mediatorjev (citokinov), ki povzročajo sistemske vnetne učinke (dodatno sproščajo fibrinogen iz jeter, poveča se viskoznost krvi in koagulabilnost krvi, poveča se število trombocitov, C reaktivni protein in endotelin. Delci delujejo na srce s tem, da povzročajo motnje ritma, večajo odzivnost srca na kateholamine, vplivajo na repolarizacijo srčne mišice in večajo ishemijo miokarda (povečano tveganje za nastanek krvnih strdkov in posledičnih kardiovaskularnih dogodkov).

Prav tako ni izključen vpliv na destabilizacijo aterosklerotičnih strdkov.

Delujejo na žilni sistem, povzročajo in pospešujejo nastanek ateroskleroze preko mehanizma oksidativnega stresa, povzročajo vazokonstrikcijo in povišan krvni tlak.

Vagusni živec:

delci dražijo vagusni živec, ki ima vpliv na srčni utrip in dihanje, kar lahko povzroči motnje ritma in posledično srčni infarkt.

Poškodba DNA.

Lahko povzročajo tudi direktno poškodbo DNA, povzročajo mutacije, pripisuje pa se jim tudi kancerogeni učinek.

Sposobnost delcev, da povzročajo oksidativni stres in vnetno reakcijo (nastanek citokinov, maščobno peroksidacijo) je odvisna od velikost delcev. Delci PM 2,5 so bolj toksični in v večji meri povzročajo nastanek vnetnih reakcij v ostalih delih telesa. Manjši delci ne povzročajo pomembnih vnetnih reakcij na vstopu v pljuča, ampak delujejo predvsem sistemsko (sistemsko vnetja, povečana koncentracija fibrinogena, nevtrofilija). Vzrok za to je lažji prehod teh delcev skozi pljučno bariero in lažje potovanje delcev po telesu. Majhni delci vstopajo že preko nazofarinksa in olfaktornega živca v možgane. Če delci vsebujejo težke kovine, je njihova toksičnost še večja (npr. prisotnost cinka v delcih poveča moč vnetja, stopnjo nekroze in preobčutljivost dihal).

TRAJANJE IN INTENZIVNOST IZPOSTAVITVE

Vpliv na zdravje je odvisen od časa trajanja izpostavitve in same koncentracije delcev, ki jim je posameznik izpostavljen v tem času. Posledice so odvisne od tega, ali gre za kratkotrajno izpostavitvev močnejšim koncentracijam, ali pa imamo opravka z dolgotrajno izpostavljenostjo nizkim koncentracijam.

Kratkotrajna izpostavitvev nekaj ur ali dni vpliva na pojav astmatskih napadov, povzroča akutni bronhitis in poveča nagnjenost k razvoju respiratornih okužb. Pri ljudeh s kardiovaskularnimi boleznimi obstaja povezava med izpostavitvijo in pojavom srčnih aritmij in infarktov (še posebej pri ogroženih skupinah prebivalcev – diabetiki, bolniki s KOPB). Kratkotrajna izpostavljenost povzroča aktivacijo – povečano koagulabilnost trombocitov in tvorbo vnetnih parametrov, ki večajo verjetnost nastanka strdkov in srčnega infarkta pri bolnih s koronarno srčno boleznijo.

Zdravi posamezniki, tako odrasli kot otroci, ob kratkotrajni izpostavljenosti ne zaznajo resnejših posledic, prišlo naj bi zgolj do pojava blažjih iritacij v primeru višje koncentracije delcev v zraku, kot so iritacija nosu, oči, grla, stiskajoč občutek v prsih, kašelj in občutek dispneje.

Povišana obolevnost in smrtnost zaradi kratkotrajne izpostavitve se pojavlja predvsem pri starostnikih in ljudeh, ki imajo obolenja pljuč in krvnožilnega sistema, ter pri diabetikih tipa 2.

Posledice dolgotrajne izpostavljenosti onesnaženosti z delci v zraku so podobne tistim pri kratkotrajni izpostavljenosti. Poleg že prej omenjenih akutnih obolenj dihal, kot so astmatski napadi in razvoja kroničnih bolezni pljuč npr. kroničnega bronhitisa, se ob dolgotrajni izpostavljenosti pojavljajo tudi učinki na nivoju razmnoževanja in razvoja ploda (npr. nizka porodna teža). Povišana je tudi verjetnost razvoja rakavih obolenj, predvsem raka pljuč.

V veliki raziskavi v ZDA so ugotovili, da je bil vsak porast PM 2,5 za 10 mikrogramov/m³ povezan s 24% povečanim tveganjem za sprejem v bolnišnico zaradi bolezni srca in ožilja in 76% povečanim tveganjem za umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja.

KAJ IN KOGA ZRAČNO ONESNAŽENJE NAJBOLJ PRIZADENE

» Pljuča.

Tveganje za škodljive posledice je večje ob fizični aktivnosti, ker je dihanje globlje in hitrejše, zato pride v pljuča večja količina delcev. Pljuča so tako zaradi načina vstopa delcev v telo najpogostejše prizadeta. Draženje delcev lahko povzroča nespecifično vnetje ali splošno pljučno simptomatiko, kot sta kašelj in piskanje.

Lahko pride do zmanjšane pljučne funkcije, ki se lahko razvije akutno, ali pa je posledica različnih kroničnih procesov zaradi draženja, kot sta kronični bronhitis in kronična obstruktivna pljučna bolezen (poslabšanje ali eksacerbacija že obstoječe pljučne patologije). Pri otrocih pretirana izpostavljenost PM10 delcem lahko vpliva na zmanjšano razvitost pljuč in večjo pojavnost astme. Pri že znanih astmatikih pa so ti delci sprožilni dejavniki za astmatske napade. Povečana je tudi verjetnost razvoja raka na pljuči.

» Srce in ožilje.

Prizadetost srca in ožilja se običajno kaže s pospešenim srčnim utripom, motnjami srčnega ritma, povečanim deležem srčnih infarktov in visokim krvnim tlakom. Pospešen je tudi proces ateroskleroze.

Prizadetost krvi in krvnožilnega sistema se kaže s povečano viskoznostjo krvi, pospešeno koagulacijo, kar privede do povečanega tveganja za trombozo oz. trombotične dogodke, lahko pride do znižane saturacije krvi s kisikom, vazokonstrikcije in povišanega krvnega tlaka in v končni fazi pospešene ateroskleroze, progresije in destabilizacije aterosklerotičnih plakov.



Otrokom zračno onesnaženje lahko povzroči največ škode.

» Centralni živčni sistem.

Poleg obtočil in dihal je lahko prizadet tudi centralni živčni sistem. Prizadetost možganskega žilja se kaže s povišano pojavnostjo možganske kapi, nalaganje delcev pa lahko pripomore k razvoju Parkinsonove in Alzheimerjeve bolezni.

Na bolezenske procese izven pljuč vpliva predvsem prisotnost najmanjši ultrafinih PM 0,1 delcev, ki so sposobni prehajati iz pljučnih alveolov v kri.

» Občutljivost glede na starost.

Po podatkih Inštituta za varovanje zdravja RS so otroci v Sloveniji, stari do 15 let, v povprečju izpostavljeni koncentracijam PM10 (prašnim delcem obsega do 10 μm) v območju 30-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, kar je nad priporočili Svetovne zdravstvene organizacije (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Število sprejemov v bolnišnico zaradi bolezni dihal otrok, starih od 0-15 let, predstavlja dobrih 15 % vseh sprejemov otrok v bolnišnico v Sloveniji. Glede na izračun Svetovne zdravstvene organizacije bi se število sprejemov otrok (starih do 15 let) zaradi bolezni dihal v bolnišnico zmanjšalo za okoli 200, v kolikor bi bila povprečna letna koncentracija PM10 v Sloveniji 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ali manj). Z zmanjšanjem koncentracije delcev PM10 za 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bi za 1,9 dni/leto/otroka skrajšali čas, ko imajo otroci, stari 5-14 let, bolezni spodnjih dihal (sopenje, stiskanje v prsih, kratka sapa, kašelj). Predvideva se tudi, da bi se za 18 % na leto zmanjšala uporaba bronhodilatatorjev pri otrocih z astmo, starih 5-14 let.

Izpostavljenost PM10 povzroči poslabšanje bronhitisa pri otrocih. V Sloveniji je približno 23 % otrok (0-17 let), ki so v bolnišnico sprejeti zaradi kroničnega bronhitisa. Nekatere študije pričajo tudi o pojavu ateroskleroze in padca pljučne funkcije pri mladostnikih kot posledicah onesnaženosti z delci.

Občutljivost za pojav učinkov na zdravje se med ljudmi razlikuje, prav tako se pri posamezniku spreminja skozi življenjska obdobja.

Ob izpostavljenosti enakim koncentracijam onesnaževal v zraku se pri malo občutljivih ne pokažejo nikakršni simptomi ali je opaziti le blažje spremembe, pri najbolj občutljivih pa je moč opaziti hujša poslabšanja zdravstvenega stanja. Med občutljive populacijske skupine uvrščamo:

- » otroke,
- » nosečnice,
- » starejše in
- » bolnike z nekaterimi kroničnimi boleznimi (astma, alergijska obolenja, kronična obstruktivna pljučna bolezen, sladkorna bolezen, bolezen srca in žilja).

Otroci spadajo med občutljive skupine, ker imajo višjo frekvenco dihanja od odraslih in na ta način vdihnejo večjo količino onesnaževal na enoto telesne teže. Njihova dihalna se še razvijajo, prav tako njihov obrambni sistem. Otroci več časa preživijo na prostem, kjer so običajno tudi telesno aktivni. Zaradi naštetih značilnosti in nekaterih drugih dejavnikov (npr. odsotnost aktivnega kajenja, poklicne izpostavljenosti onesnaževalom in raznih pridruženih boleznih) so pogosto izbrana populacijska skupina za raziskave povezanosti med izpostavljenostjo onesnaženemu zraku in učinki na zdravje.

V raziskavah so ugotovili, da otroci, ki živijo v bližini prometnih cest, bolj pogosto zbolijo za astmo ter vnetji ušes in grla. Prav tako so ugotovili več otrok z astmo in ostalimi alergičnimi obolenji. Ugotovili so, da so otroci, ki so živeli do 500 metrov od prometnic v starosti 10 do 18 let, imeli močno zmanjšane pljučne funkcije pri starosti 18 let v primerjavi z otroci, ki so živeli najmanj 1500 metrov od ceste.

Plod je zaradi visoke stopnje delitve in rasti celic ter metabolnih sprememb veliko bolj občutljiv na razne toksine, ki jih nosečnica vnaša v svoje telo. Posledice PM10 onesnaženosti na plod naj bi bile podobne posledicam aktivnega ali pasivnega kajenja med nosečnostjo.

Leta 2005 je raziskava WHO dokazala povezavo med PM10 izpostavitvijo ploda in

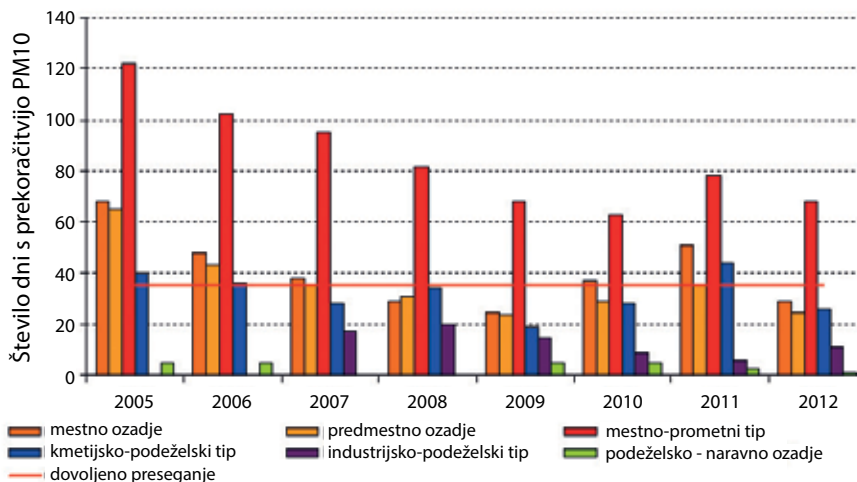
- » postneonatalno (dojenčki od starosti enega meseca do enega leta) respiratorno smrtnostjo,
- » posledicami na razvoju pljučne funkcije (reverzibilna akutna pljučna disfunkcija in kronična redukcija rasti pljuč in slabša pljučna funkcija),
- » razvojem astme v otroški dobi,
- » povečano prevalenco in incidenco kašlja in bronhitisa kasneje v življenju,
- » nizko porodno težo in
- » retardacijo rasti ploda.

PREDLAGANI UKREPI

Slovenija sodi med bolj onesnažene države s PM10. Letna mejna vrednost presega tudi po WHO določena priporočila. Tako Slovenija sodi med države EU z najvišjo stopnjo onesnaženja s PM10 delci na prebivalca. Res pa je, da koncentracije v zadnjih letih padajo.

Pri določitvi varne oziroma sprejemljive meje za tveganje za delce, manjše od 2,5 μm , avtorji menijo, da povprečna letna koncentracija ne sme presegati 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nad to vrednostjo se tveganje zvišuje. Zato predlagamo, da se zaradi zmanjšanja tveganja za zdravje zagotovi povprečno letno vrednost 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za PM2.5 in 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za PM10.

Osnova ukrepov, ki so usmerjeni v okolje, so prizadevanja za trajnostno izboljševanje kakovosti zunanega zraka preko zmanjševanja količine emisij iz najpomembnejših virov onesnaženja (npr. promet, industrija, pridobivanje toplotne energije). Pri tem igra pomembno vlogo vzpostavljane strožjih meril v okoljski zakonodaji, izvajanje nadzora s sistemi spremljanja kakovosti zunanega zraka (okoljske meritve) ter uveljavljanje z dokazi podprtih politik s področja okolja in zdravja. Pri slednjem so lahko v pomoč Smernice Svetovne zdravstvene organizacije za kakovost zraka, ki so bile razvite z namenom podpore različnih vrst ukrepov za doseganje izboljšanja



Število dni s preseženo dnevno mejno koncentracijo PM10 50 µg/m³ (lahko presežena največ 35-krat v koledarskem letu). Vir: DMKZ, ARSO in zbirka podatkov dopolnilnih avtomatskih merilnih mrež.

kakovosti zunanega in notranjega zraka ter varovanja zdravja ljudi. V njih so navedene priporočene vrednosti posameznih onesnaževal in postavljeni prehodni cilji v postopnem zmanjševanju onesnaženosti zunanega zraka.

Glavne naloge na področju izboljšanja kvalitete zunanega zraka so:

- » zmanjšanje onesnaževanja zraka iz industrijskih virov,
- » zmanjšanje emisij iz termoelektrarn,
- » obvladovanje onesnaževanja zraka zaradi prometa,
- » zmanjševanje emisij iz individualnih in skupinskih (kotlovnice) kurilšč v naseljih,
- » zmanjševanje vzrokov za pojav fotokemijskega smoga in troposferskih fotooksidantov (ozona, peroksiacetil nitrata),
- » odprava uporabe snovi, ki ogrožajo ozonski plašč,
- » posamezniki lahko vplivamo na nivo emisij z upoštevanjem navodil o pravilnem kurjenju, z uporabo alternativnih virov energije, zmanjševanjem uporabe motornih vozil itd.

Na zmanjševanje negativnih posledic za zdravje pa vpliva zgolj zmanjševanje izpostavljenosti onesnaženemu zraku. V času visoke koncentracije delcev se odsvetuje dolgotrajno zadrževanje na prostem, še posebej ni priporočljiva pretirana fizična aktivnost na onesnaženih področjih, ker le ta povišuje

frekvenco dihanja in posledično koncentracijo vdihnenih delcev.

Med ukrepe, ki so usmerjeni v okolje, sodijo tudi priporočila za vzdrževanje ustrezne kakovosti notranjega zraka. Kljub temu, da je kakovost notranjega zraka pogojena s kakovostjo zunanega zraka, so koncentracije onesnaževal v zaprtih prostorih precej nižje. Pomembno je, da v času najvišjih koncentracij onesnaževal v zunanjem zraku ne prezračujemo prostorov, ampak to storimo takrat, ko so koncentracije v zunanjem zraku nizke. V to skupino ukrepov tako uvrščamo navodila glede prezračevanja, uporabe umetnih prezračevalnih sistemov in čistilcev zraka. Možni ukrep je namestitev filtracijskih naprav, ki preprečujejo vdor delcev v bivalne prostore. Skupina ukrepov, ki so usmerjeni v človeka, postavlja v ospredje prizadevanja za zmanjšanje izpostavljenosti onesnaženemu zraku. Pomembna je ozaveščenost prebivalstva o krajih in času v dnevu, ko so koncentracije onesnaževal najvišje, da bi lahko ustrezno prilagodili aktivnosti na prostem. **DV**

LITERATURA IN VIRI (OBA PRISPEVKA PRIM. PROF. DR. BILBANA)

- Farkaš LJ, Koprivnikar H, Kukec A, Košnik M. Najpomembnejši dejavniki tveganja za boleznih dihal. Medicinski razgledi 2012; 51(3/4):409-424
- Pranjič N. Zdravstvena ekologija, Office set, Tuzla, 2006
- Agencija RS za okolje. Ljubljana.
- Air Quality Guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. WHO, 2006.
- APHECOM, Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe, September 23-24 2010, Barcelona.
- Asher MI et al. Worldwide time trends in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and eczema in childhood: ISAAC Phase One and Three repeat multicountry cross-sectional surveys. Lancet, 2006, 368:733-743.
- Brook RD, Franklin B, Cascio W et al. Air pollution and cardiovascular disease: a statement for healthcare professional from the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. Circulation 109: 2655-2671 (2004).
- Bruneekreeft Bert. Air pollution and health. The Lancet, vol 360, october 2002 1233 – 1242.
- Kim BJ, Hong SJ. Ambient Air pollution and allergic diseases in children. Korean J Pediatr, 2012; 55(6):185-92.
- WHO, 2004. CEHAP - Children's Environment and Health Action Plan for Europe. Budapest.
- Ji-Yeon Yang, Jin-Yong Kim, Ji-Young Jang, Gun-Woo Lee, Soo-Hwan Kim, Dong-Chun Shin, and Young-Wook Lim. Exposure and Toxicity Assessment of Ultrafine Particles from Nearby Traffic in Urban Air in Seoul, Korea. Environ Health Toxicol. 2013; 28: e2013007.
- Kenneth Donaldson, M Ian Gilmour, and William MacNee. Asthma and PM10. Respir Res. 2000; 1(1): 12-15.
- Health Effects from PM10 Air Pollution [internet]. Nova Zelandija. Dosegljivo na: <http://www.cleanheatashburton.org.nz/pdfs/health-effects-from-pm10-factsheet.pdf>, pridobljeno 10. 02. 2014
- Ebisu K, Bell ML. Airborne PM2.5 chemical components and low birth weight in the northeastern and mid-Atlantic regions of the United States. Environ Health Perspect. 2012 Dec;120(12):1746-52. doi: 10.1289/ehp.1104763. Epub 2012 Sep 20.
- Ulrike Gehring, Olena Gruzdeva, Raymond M. Agius, Rob Beelen, et al. Air Pollution Exposure and Lung Function in Children: The ESCAPE Project. Environ Health Perspect. 2013 December 1; 121(11-12): 1357-1364.
- Bruneekreef B, Beelen R, Hoek G, Schouten L, Bausch-Goldbohm S, Fischer P, Armstrong B, Hughes E, Jerrett M, van den Brandt P. Effects of long-term exposure to traffic-related air pollution on respiratory and cardiovascular mortality in the Netherlands: the NLCS-AIR study. Res Rep Health Eff Inst. 2009 Mar;139:5-71; discussion 73-89.
- Kuenzli N, Perez L, Rapp R. Air quality and health. Lausanne: European Respiratory Society, 2010.
- Curtis L, Rea W, Smith-Willis P, Fenyes E, Pan Y. Adverse health effects of outdoor air pollutants. Environ Int 2006; 32: 815-30.
- Cohen AJ, Ross-Anderson H, Ostro B, Pandey KD, Krzyzanowski M, Kuenzli N, et al. The global burden of disease due to outdoor air pollution. J Toxicol Environ Health 2005; 68: 1301-7.
- World Health Organization. Air quality guidelines - global update 2005. Geneva: World Health Organization, 2006.
- Bizjak M. Onesnaženost ozračja. Skripta za študente sanitarnega inženirstva. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta, 2007.
- Bruneekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. Lancet 2002; 360: 1233-42.
- Goetschi T, Heinrich J, Sunyer J, Kuenzli N. Long-term effects of ambient air pollution on lung function. Epidemiology 2008; 19: 690-701.
- Eržen I, Gajšek P, Hlastan RC, Kukec A, Poljšak B, Kragelj ZL. Zdravje in Okolje, Izbrana poglavja: Zrak; UM Medicinska fakulteta v Mariboru 2010: 159-169
- Otorepec P, Kovač N. Vpliv onesnaženja zraka na zdravje ljudi, (predavanje pdf); IVZ 2013, pridobljeno 02. 03. 2014
- Valič F. Zdravstvena ekologija, Medicinska naklada, Zagreb, 2001