



KAKOVOST ZRAKA - ZDRAVJE

Delovna skupina CEHAP
IVZ RS, ARSO

Zgodovina

“Tako, ko sem zapustil onesnažen zrak Rima, sem se počutil prerujen.”

Seneca, AD 61

Miller, *Living in the Environment: An Introduction to Environmental Science*. Wadsworth Publishers, 1998

Onesnažen zrak ogroža zdravje Evropejcev

Onesnaženemu zraku – dejavniku tveganja za nastanek bolezni je stalno ali občasno izpostavljen vsak prebivalec velikih mest Evrope. V Evropi je cca 90 % mestnega prebivalstva občasno ali stalno izpostavljena prekomernim vrednostim prašnih delcev, NO₂, O₃ .

V nedavno objavljeni študiji je prikazano, da samo v treh evropskih državah (Avstrija, Švica, Francija) vsako leto zaradi vpliva onesnaženega zraku umre od 19000 – 44000 ljudi.

V Franciji, Švici in Avstriji so ugotovili, da lahko 6 % vseh smrti na leto pripišejo izpostavljenosti onesnaženemu zraku, kar je 2 x več kot število žrtev prometnih nesreč.

Ocene o številu umrlih in obolelih za posledicami izpostavljenosti onesnaženemu zraku so podcenjene saj le – te temeljijo na rezultatih študij, v katerih so preučevali le kratkotrajne učinke onesnaženja. Številke so še večje.

Vpliv onesnaženega zraka na zdravje je kompleksen. Promet postaja najpomembnejši vir onesnaženega zraka v urbanih sredinah.

Onesnažen zrak, ki ga povzroča promet ima naslednje negativne vplive na zdravje:

- Povzroča astmo in poslabšanje astme
- Povzroča poslabšanje bolezni dihal in povzroča bolezni dihal pri odraslih in otrocih (vnetja dihal)
- Povzroča upad pljučne funkcije pri odraslih in otrocih (propad pljuč)

GLAVNI POLUTANTI

- ❖ Prašni delci
- ❖ Ozon
- ❖ Dušikovi oksidi
- ❖ Ogljikov monoksid
- ❖ Benzen



WHO



Prašni delci manjši od 10 μ m – PM10

V zadnjem desetletju se večina raziskav, v katerih se ukvarjajo z problematiko zraka in zdravja, usmerja v iskanje povezave med izpostavljenostjo prebivalcem prašnim delcem, in to predvsem tistim manjšim od 10 μ m. Delci manjši od 10 μ m prodrejo globoko v pljuča – pljučne mešičke.

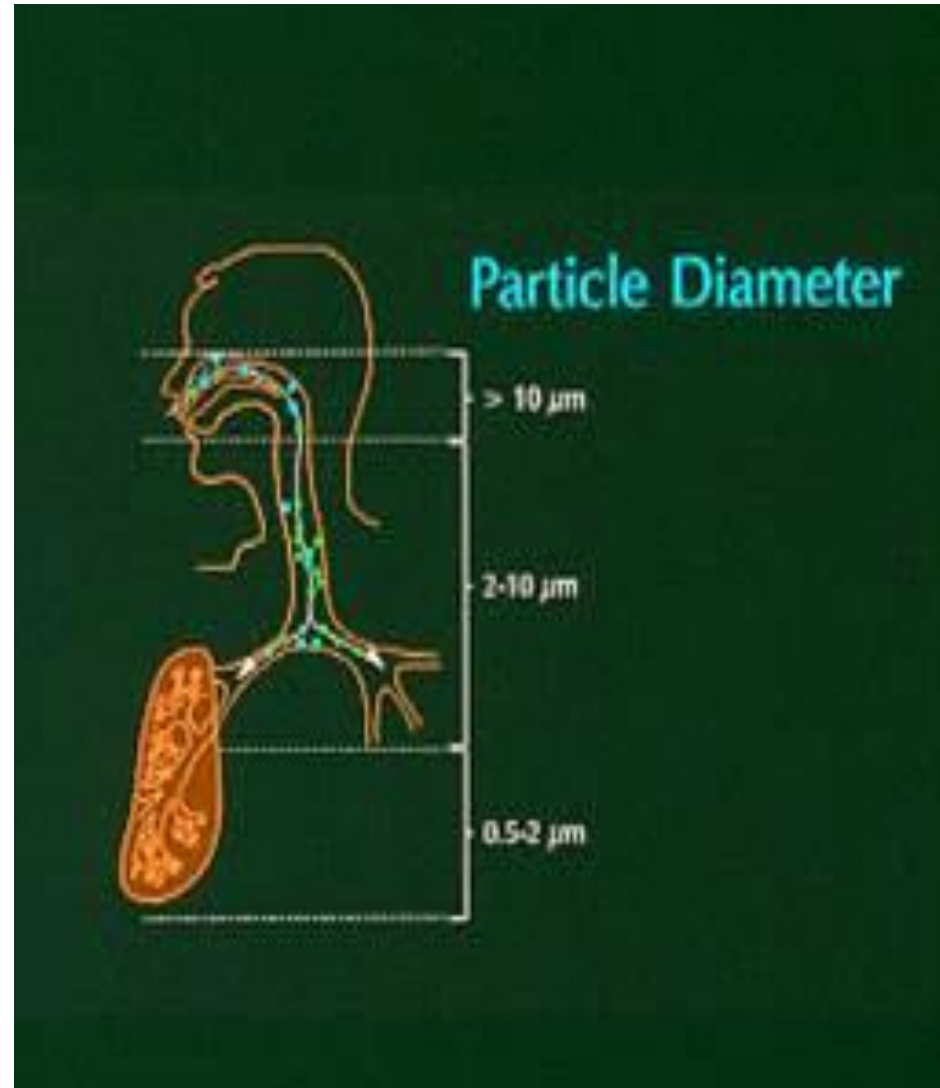
Kje nastajajo delci;

Nastajajo pri gorenju fosilnih goriv:

- kurišča,**
- mot. vozila,**
- del. stroji,**
- elektrarne.**

VELIKOST DELCEV

- ❖ Delci velikosti (2.5–10 mikronov) prodrejo v srednje dihalne poti
- ❖ Delci velikosti (< 2.5 mikronov) prodrejo v globoko v pljuča – pljučne mešičke



Prebivalci so izpostavljeni delcem v zunanjem okolju in tudi v zaprtih prostorih. Koncentracija visoka zaradi notranjih virov in predvsem vpliva zunanjih virov (promet).

Tudi vožnja z avtom ni varna, tudi v zaprtem avtomobilu so koncentracije enake kot zunanjem okolju.

Pri fizični aktivnosti se poveča frekvenca dihanja in s tem se poveča tudi vnos.

Sestava delcev

- **kovine (železo, baker) – poškodujejo dedni material, povzročijo vnetje**
- **organska topila – poškodujejo dedni material, rakotvorne**
- **reaktivni plini – (ozon) – poškodbe tkiva**
- **v veliki večini delcev je glavna komponenta ogljik, na tega pa so lahko dodani številne primesi (povzroča draženje, kronično vnetje, vezivne spremembe, pljučno fibrozo).**

Mehanizem delovanja

- Vstopna mesto delcev - pljuča

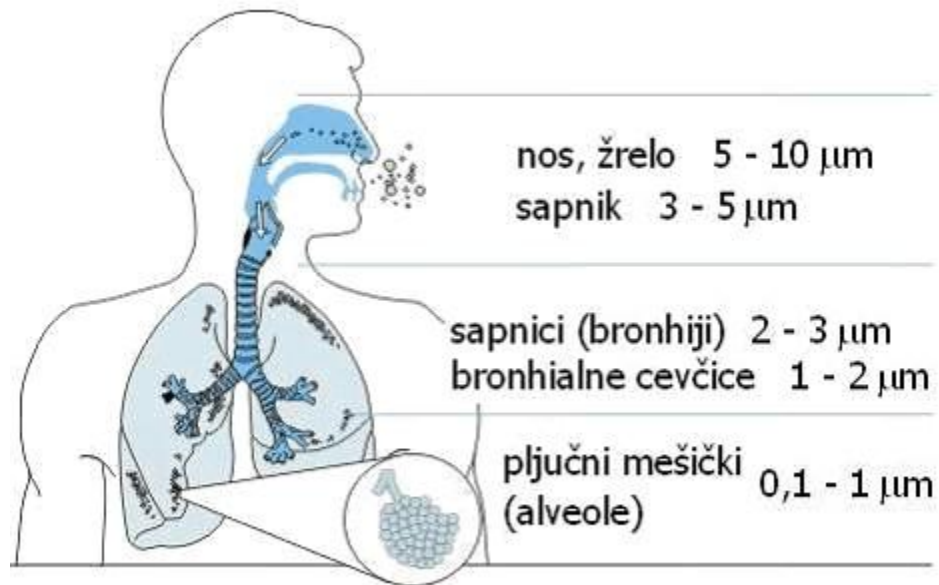
Lokalno vnetje

- **I. Delce odstranijo – bele krvne celice (Makrofagi in neutrofilci), ki se kopičijo na sluznici, povzročijo – aktivacijo celic. Poveča se sinteza vnetnih mediatorjev.**

Posledica je poškodba sluznice in poškodba obrambnih celic, s tem je porušen obrambni mehanizem.

Večja verjetnost vnetja dihal, pljučnic.

Potovanje delcev v dihalih



Sistemska vnetna reakcija

delci potujejo v različna tkiva in povzročajo vnetja- sproščajo se mediatorji vnetja (citokini), ki imajo sistemske učinke – poveča se gostota (vizkoznost) krvi in koagulacija – nastanek krvnih strdkov, nastanek arterioskleroze – (motnje ritma, srčni infarkt)

Delovanje na živčne končiče živca vagusa

- delci dražijo živec vagus, ki ima vpliv na srčni utrip in dihanje (motnje ritma, srčni infarkt)**

Vplivi na zdravje

- Dokazano je, da imajo delci naslednje vplive na zdravje;
- povzročajo vnetje na mestu vstopa v telo (pljučih). Kronično vnetje povzroča zmanjšanje pljučnih funkcij in nastanek kronične obstruktivne pljučne bolezni – vodi v propad pljuč
- pri astmatikih poslabšajo simptomatiko in sprožijo napad
- povečajo umrljivost in sprejeme v bolnišnico pri bolnikih z boleznimi dihal, srca in ožilja.
- povzročajo sistemsko vnetje, spremembo krvnega tlaka, motnje v frekvenci srca, motnje ritma, kar vodi v poslabšanje bolezni srca in ožilja in povečano stopnjo umrljivosti
- vnetje v srčni mišici, kar vodi v srčno popuščanje
- delci povzročajo in pospešujejo nastanek ateroskleroze
- najbolj so ogroženi bolniki z boleznimi dihal, srca in ožilja, bolniki s sladkorno boleznijo, starostniki in otroci

Vpliv delcev na zdravje

VDIH drobnih DELCEV



SRCE

- slabša oskrba srca s krvjo (potrebni hranilni snovi in kisikom)
- povzroč a motnje električne aktivnosti srca
- motnje vplivov delovanja živčevja na srce
- povečana občutljivost srca na povzročitelje motnje ritma

OŽILJE

- povzroč a nastanek ateroskleroze, pospešuje razvoj in nestabilnost plakov na spremenjenih žilah
- okvarja povrhnjico žil
- povzroč a oženje žil in visok krvni tlak

PLJUČA

- povzroč i vnetje
- pospešuje razvoj in poslabšanje obstoječih bolezni pljuč (kronične obstruktivne pljučne bolezni)
- povzroč a nastanek simptomov bolezni (kašelj, pekoče bolečine)
- povzroč i upad pljučnih funkcij (trajno okvaro - uničenje dela pljuč)
- sprož a reflekse dihal

SISTEMSKO VNETJE

- povzroč i sistemsko vnetje, ki se na krvi kaže kot povečanje vnetnih indikatorjev (povečan CRP, povečana koncentracija ostalih vnetnih indikatorjev, aktivacija belih krvnih celic in krvnih ploščic)

KRI

- prenos delcev po telesu
- povečano tveganje za nastanek krvnih strdkov
- zamašitev žil
- zmanjšana sposobnost prenosa kisika

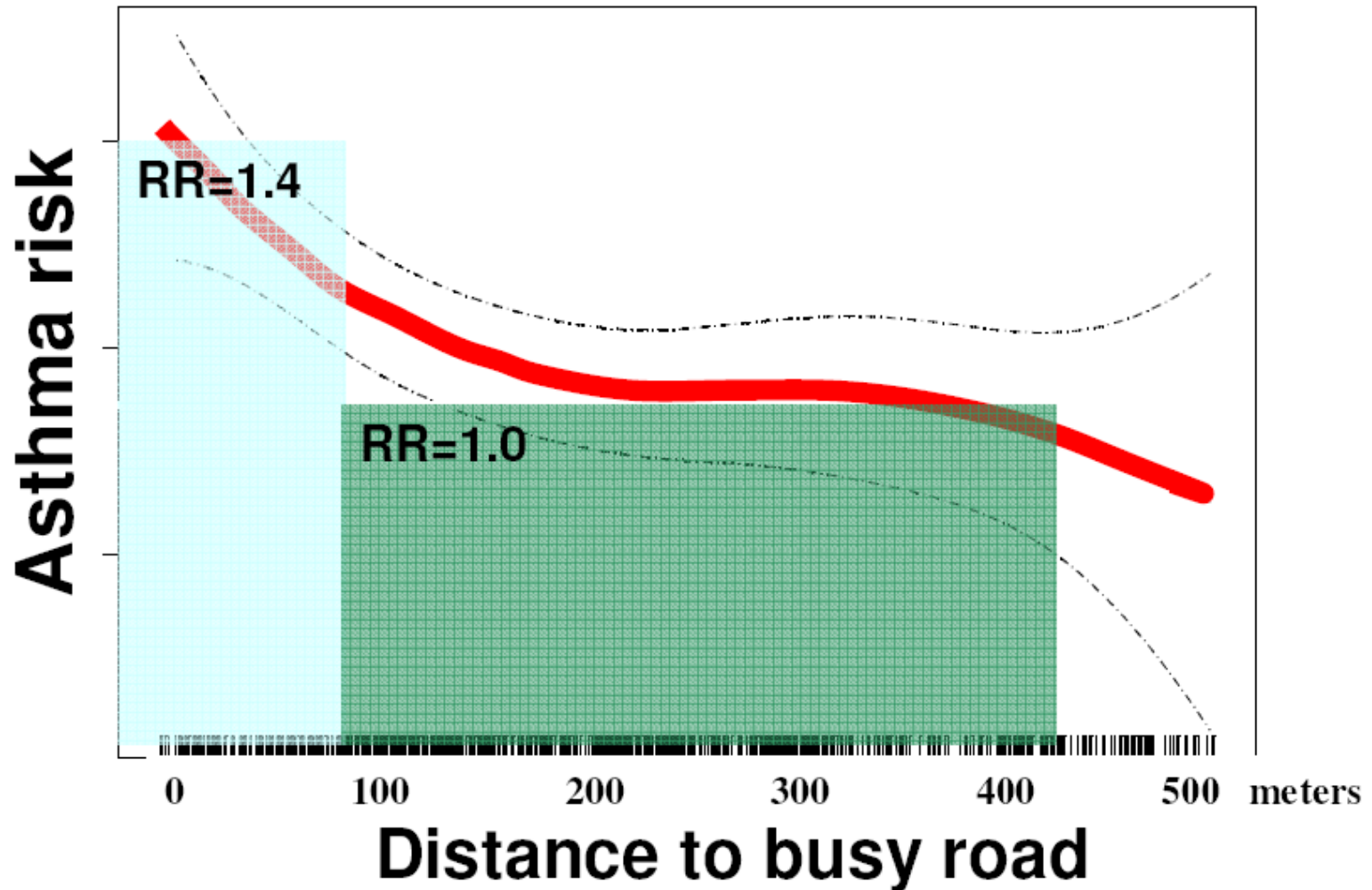
MOŽGANI

- slabša oskrba možganov s krvjo (potrebni hranilni snovi in kisikom)

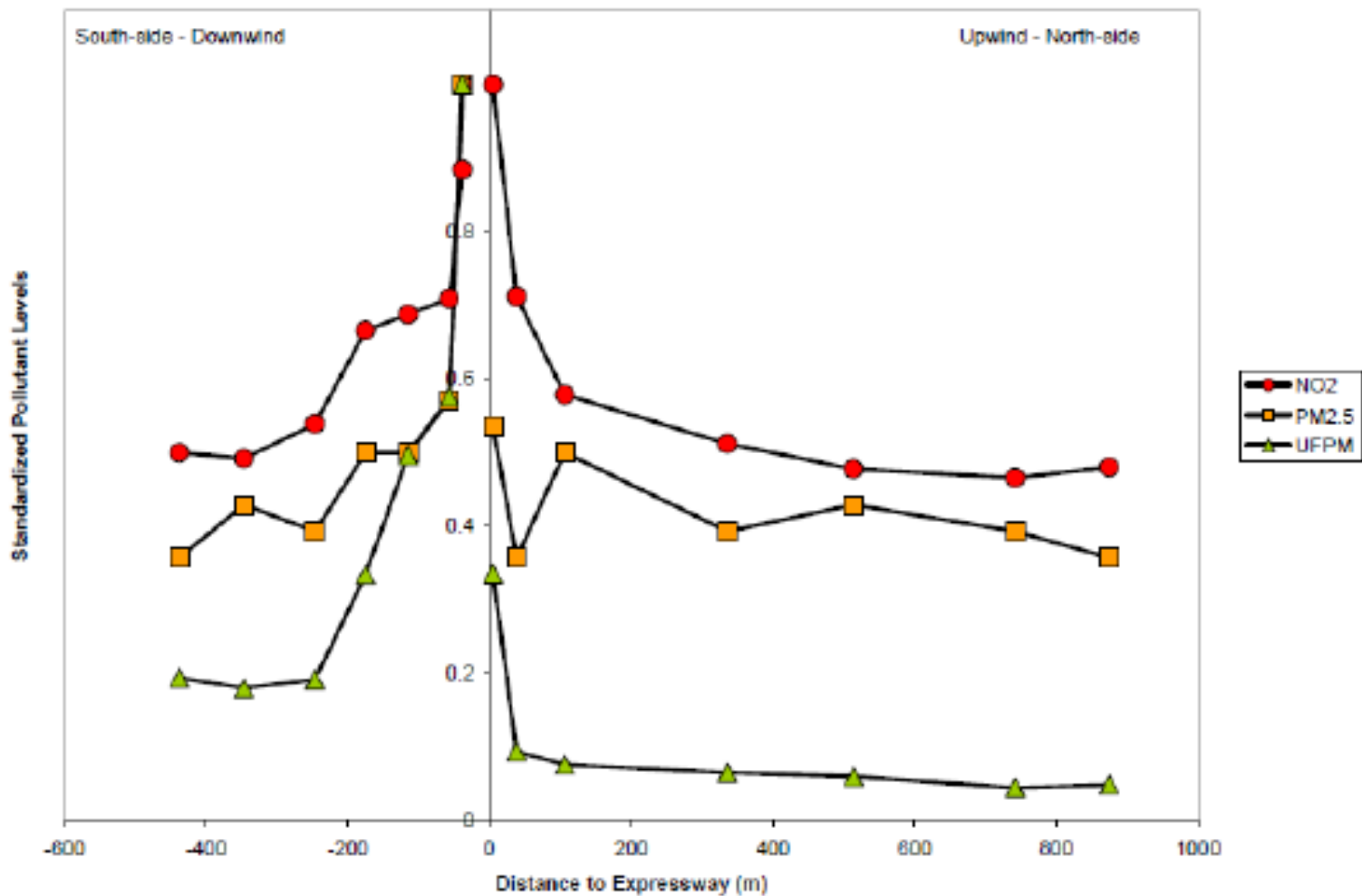
**Zadnji podatki kažejo, da ne povzroča
samo poslabšanje astme, ampak tudi
astmo pri otrocih.**

Letno 272 (12 %) primerov astme pri otrocih (0-17 let), katerih vzrok je izpostavljenost onesnaženemu zraku v LJ!

Tveganje za astmo pri otrocih glede na bivanje v bližini prometne ceste



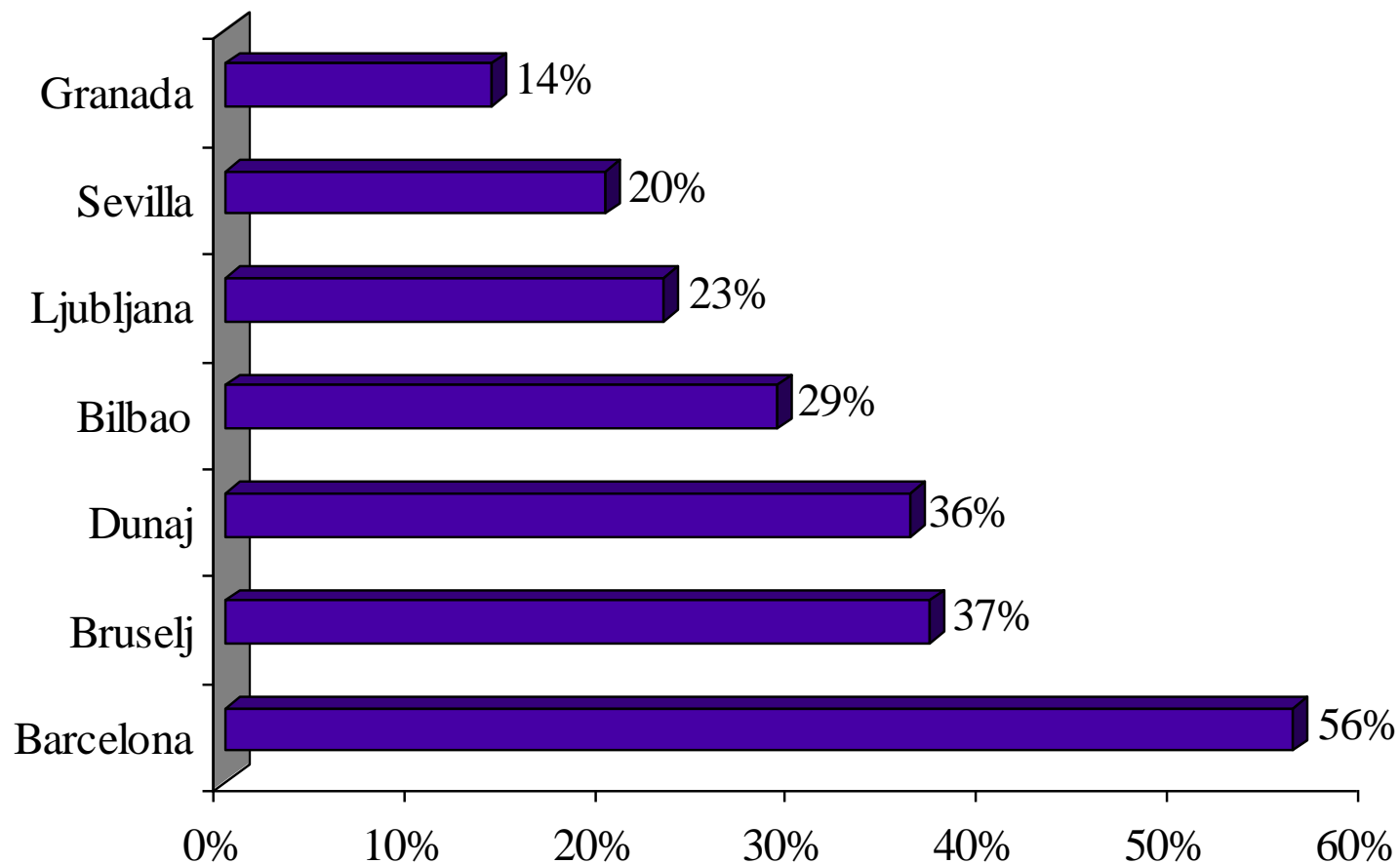
Bližina prometnic in izpostavljenost



Beckerman et al. 2008

Bližina prometnic

delež prebivalcev, ki živi ≤ 75 m od prometnice



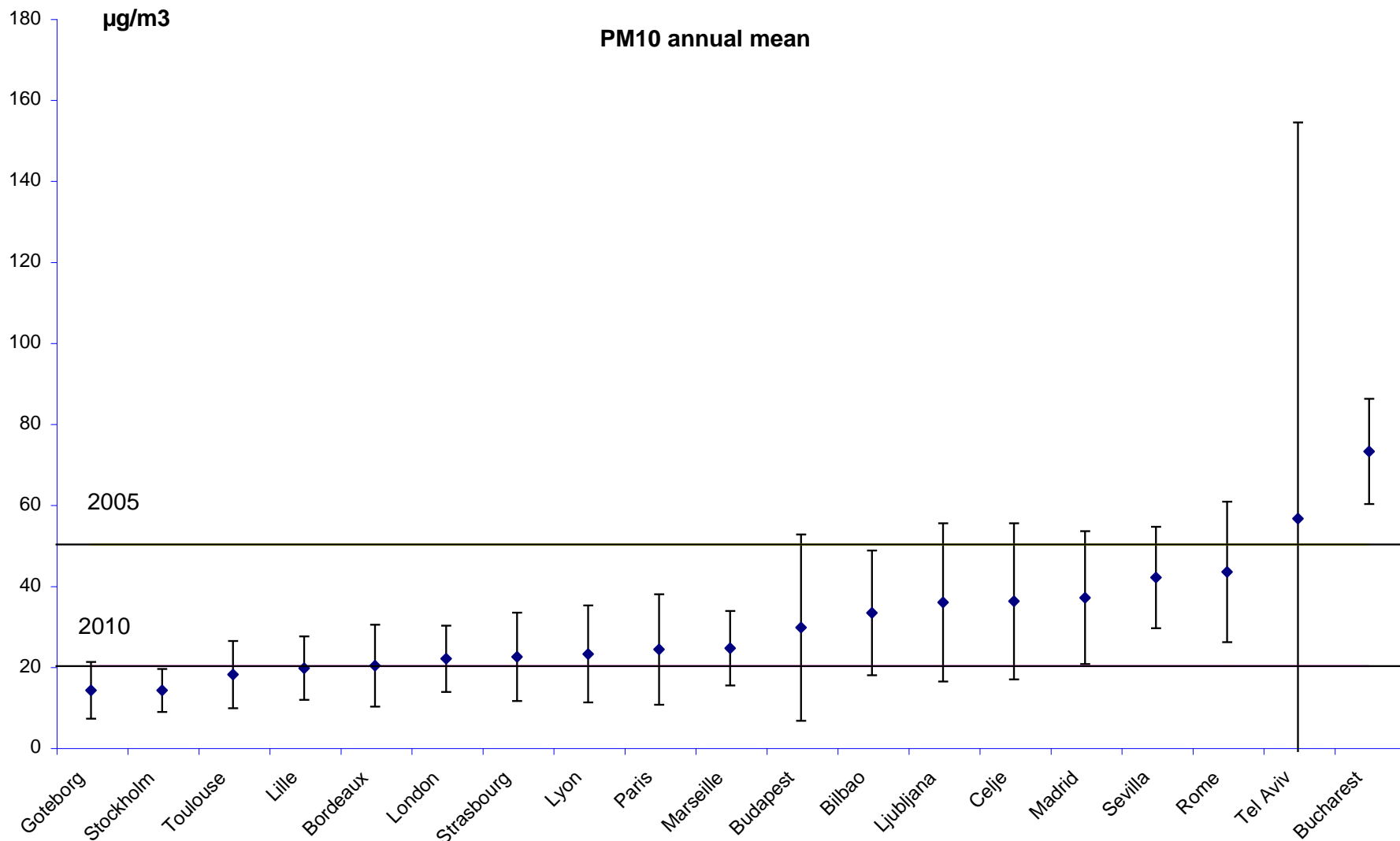
Najbolj so prizadeti:

bolniki s obstoječimi boleznimi srca in ožilja ter pljučnimi obolenji, starejši ljudje ter

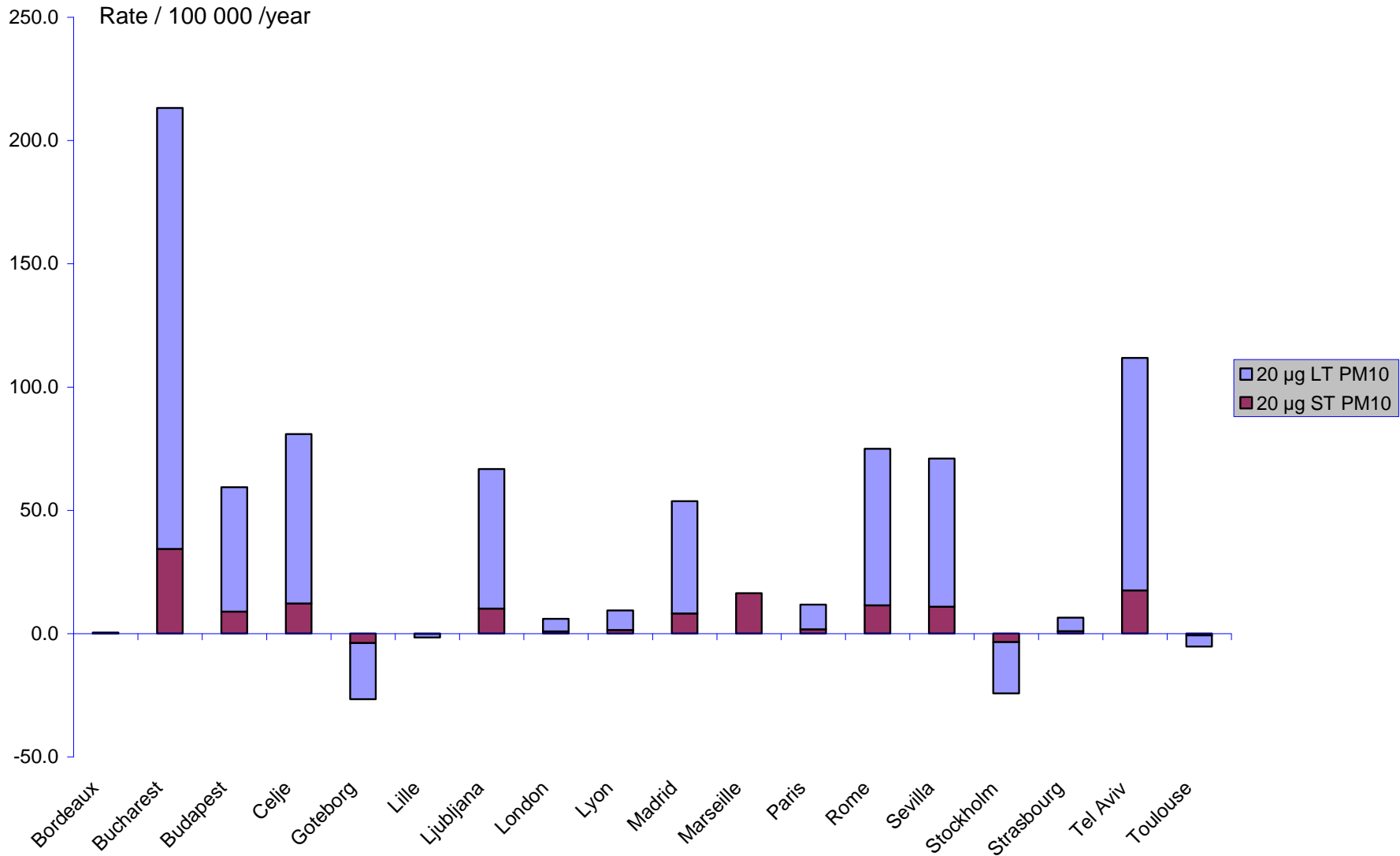
glede na raziskave zadnjih študij o dolgoročnem vplivu na zdravje - celotna populacija, kronična vnetna reakcija - padec pljučne funkcije, poškodba pljuč, bolezni srca in ožilja, astma

Posebej zanimiva je dolgoročna umrljivost in obolevnost, kot posledica življenja v okolju z onesnaženim zrakom. V tem primeru gre za posledico dolgotrajne izpostavljenosti, ki se začne že v otroški dobi. Vpliv izpostavljenosti zraku onesnaženemu z delci smo ocenili za prebivalce Ljubljane in Celja in jih primerjali s podatki iz velikih mest Evrope.

Trenutne povprečne letne koncentracije PM10, koncentracije zahtevane v skladu z direktivo EU leta 2005 (50 ug/m³) in 2010 (20 ug/m³)



Letno število preprečenih smrti, če bi bila povprečna letna koncentracija PM10 (20 ug/m3)



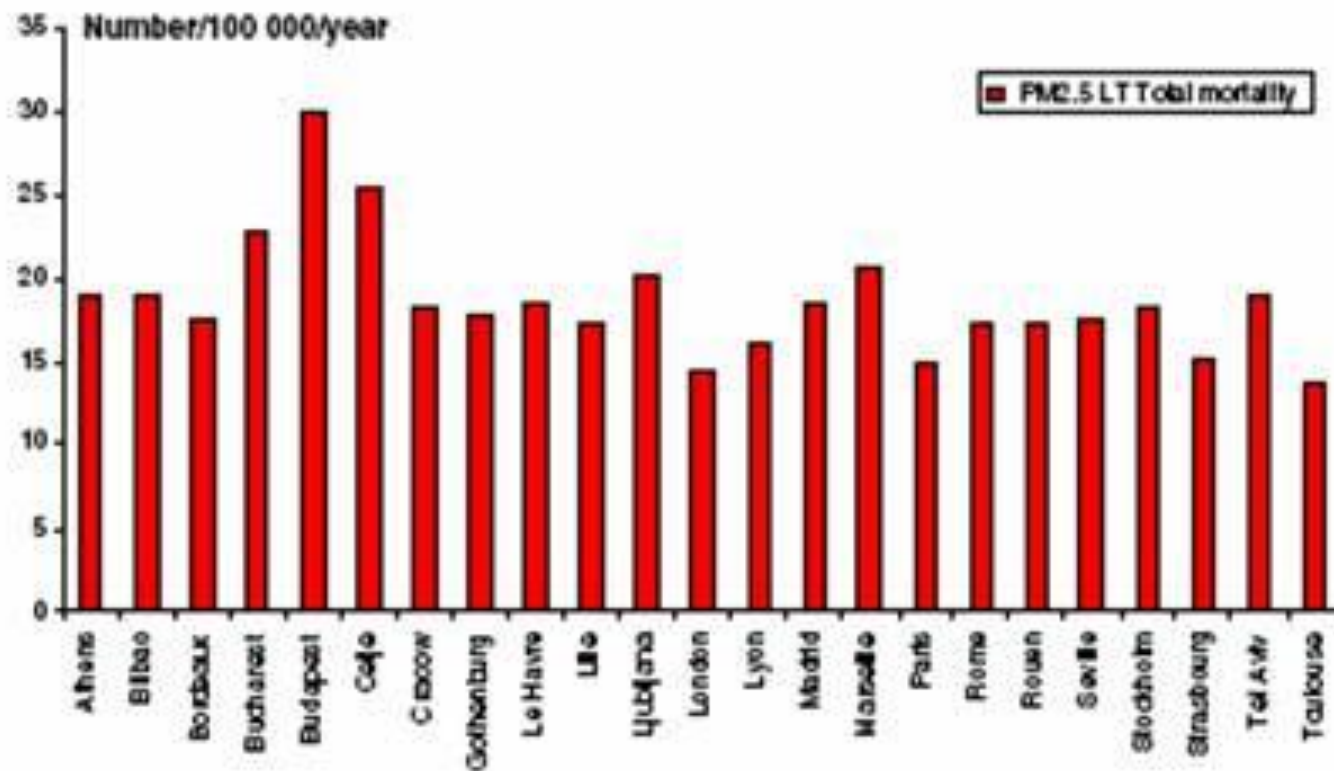
Breme onesnaženja s PM 10 v Ljubljani

Če bi bila koncentracija PM10 v Ljubljani takšna kot v nekaterih skandinavskih mestih potem bi vsako leto v Ljubljani umrlo 300 ljudi manj za boleznimi srca in ožilja ter dihal. Podobno velja za druga večja mesta v Sloveniji.

Letno število preprečenih smrti v Ljubljani, če bi bila povprečne letne vrednosti PM10 (20 and 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (število umrlih 100 000 prebivalcev):

Ljubljana	št. umrlih/100.000 preb.
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	66,7
10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	106,8

Ocena: letno število preprečenih smrti, če bi bila povprečna letna vrednost PM2.5 manjša za $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (število umrlih/100 000 prebivalcev)

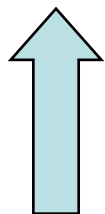


Ocena: letno število preprečenih smrti, če bi bila povprečna letna vrednost PM2.5 manjša za 3.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (število umrlih/ 100 000 prebivalcev)

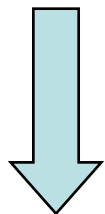
PM2.5	Št. umrlih/100.000 prebivalcev Ljubljana	Št. umrlih/100.000 prebivalcev Celje
Manjša za 3.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	25

PRAŠNI DELCI: VPLIVI NA ZDRAVJE

Prašni delci v distalnih dihalnih poteh :



Povečana obolevnost in umrljivost za boleznimi dihal ter srca in ožilja



Upad pljučnih funkcij pri otrocih, astma

Tveganje za nastanek astme pri izpostavljenosti prašnim delcem PM10

- Tveganje za nastanek astme pri otrocih
1.0013 / 1 ug/m³

Tveganje za nastanek astme pri izpostavljenosti prašnim delcem PM2.5

- Tveganje za nastanek astme pri odraslih
1.0042 / 1 ug/m³

Ozon

- **Najmočnejši oksidant. Povzroča oksidacijo - vezavo na SH skupine aminokislin (encimov, proteinov, peptidov) in oksidacijo polinenasičenih maščobnih kislin v kislinske peroksidge.**
- **Deluje na celično membrano – jo uniči in s tem povzroči smrt celice.**
- **Povzroča vnetno reakcijo - akutno, ki lahko preide v kronično. Uničenje celice in vnetna reakcija je glavni mehanizem delovanja.**

VPLIV OZONA NA ZDRAVJE: “OPEKLINE PLJUČ”

Draženje, vnetje dihalnih poti

Zmanjšanje obrambne sposobnosti pljuč

Upad pljučne funkcije

Draženje, očesne veznice

**Prekomeren odgovor pljuč na zunanje
dražljaje**

Povzroča astmatične napade pri astmatikih

Ozon

- ❖ Kronična izpostavljenost ozonu povzroča:
 - Kronično pljučno bolezen – vodi v propad pljuč
 - Razrast veziva v pljučih - pljučno fibrozo
 - Trajno zoženje dihalnih poti - Obstrukcija malih dihalnih poti - vnetje
- ❖ Že 4 letna izpostavljenost višjim koncentracijam ozona v bivalnem okolju je povzročila upad pljučnih funkcij

Vpliv na srčno – žilni sistem

Povzročča motnje ritma in večja število utripov - to je najpomembnejši dejavnik tveganja za nastanek srčnega infarkta.

Koncentracija ozona 100 ug/m³ je tista pri kateri večina ljudi nima težav. To ne velja za astmatike !!

Študije kažejo, da je pri nastanku astme pomembna koncentracija ozona v zraku in fizična aktivnost.

Sočasno delovanje temperature, ozona in delcev potencira delovanje posameznega dejavnika tveganja.

UKREP ZMANJŠANJA EMISIJ - IZBOLJŠANJE ZDRAVJA

V času OI 1996 v Atlanti, je bilo mesto zaprto za promet. Posledica - zmanjšanje koncentracije ozona v zraku



**Število astmatičnih napadov se
je zmanjšalo za 42%**

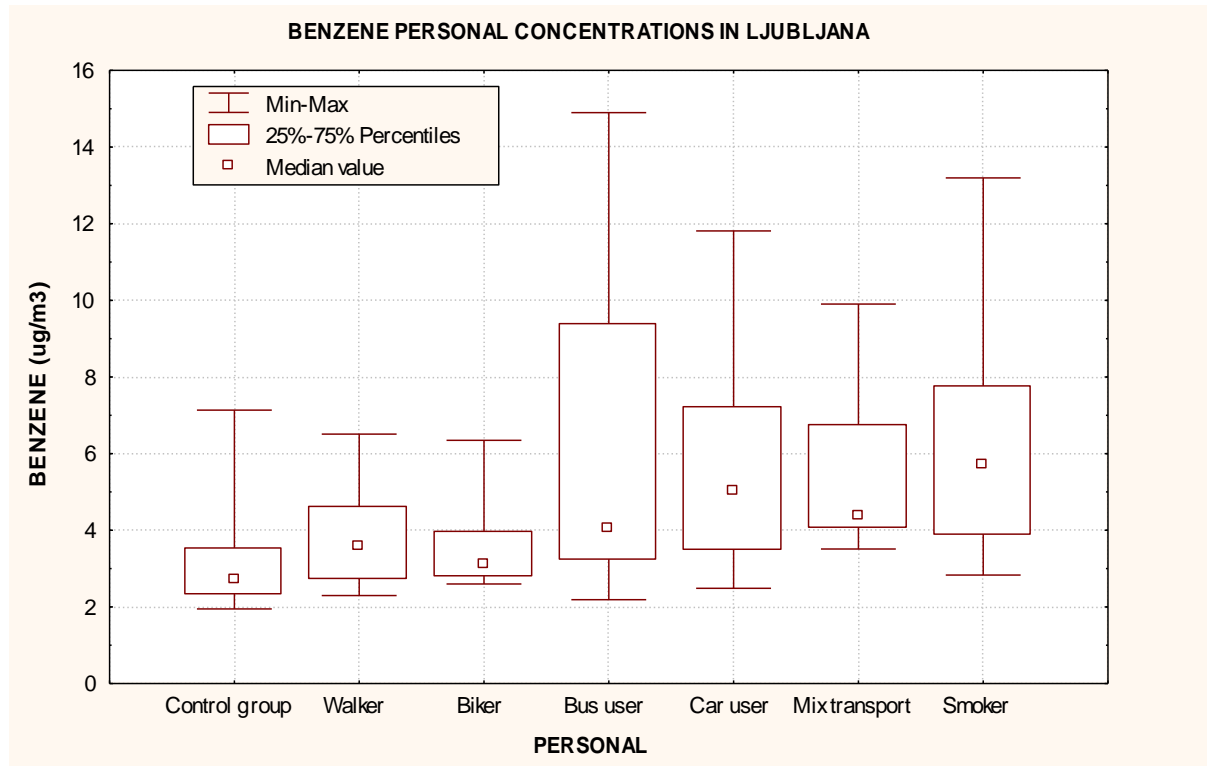
Benzen

- Znana rakotvorna snov – sodi v 1 skupino rakotvornih snovi po klasifikaciji Mednarodne Agencije za Raziskavo Rakotvornih Snovi (IARC - Lyon)
- Za snovi v tej skupini velja, da obstaja dovolj dokazov o rakotvornem delovanju za ljudi

Izpostavljenost benzenu

- *Izpostavljenost posameznih skupin prebivalcev povprečnim dnevnim koncentracijam benzenu glede na vrsto uporabe transportnega sredstva za prihod na delovno mesto*
- *Kontrolna skupina – nekadilci, so preživel večino dneva doma (2.7 ug·m⁻³).*
- Kadilci (5.7 ug·m⁻³) do 9 pokajenih cigaret/dan
- Osebni avto (5.0 ug·m⁻³).
- Kombinirana uporaba osebnega vozila in mestnega avtobusa (4.4 ug·m⁻³)
- Mestni avtobus (4.0 ug·m⁻³).
- Pešci (3.6 ug·m⁻³)
- Kolesarji (3.1 ug·m⁻³).

Project PEOPLE



Benzen

- Vrednosti v zaprtih prostorih in v okolju so podobne

Izpostavljenost je največja pri uporabnikih osebnega avtomobila in mestnega avtobusa

Kajenje je še vedno najpomembnejši dejavnik izpostavljenosti

Benzen - tveganje za zdravje

- V kolikor bi bil vsak prebivalec mesta Ljubljane izpostavljen daljše časovno obdobje povprečni koncentraciji benzena 3 ug/m^3 , potem lahko pričakujemo, da bo vsako leto v Ljubljani zbolelo za levkemijo od 4 do 7 prebivalcev (dodatno zboleli) pri katerih bo vzrok – življenje v mestu s povprečno letno koncentracijo benzena 3 ug/m^3 .