

RAZISKOVANJE VPLIVA OKOLJA NA ZBOLEVANJE ZA RAKOM IN OCENJEVANJE TVEGANJA

Vesna Zadnik

Povzetek. Tako na globalni kot tudi na lokalni ravni so velike razlike v onesnaženosti okolja, skladno s tem pa se razlikujeta tudi izpostavljenost in ogroženost zdravja zaradi bivanja v onesnaženem okolju. V Mednarodni agenciji za raziskovanje raka so do konca leta 2014 identificirali 18 kemikalij oziroma okoliščin, značilnih za onesnaženo okolje, ki zagotovo večjajo tveganje raka pri ljudeh. Med njimi k bremenu raka največ prispeva onesnažen zunanji zrak kot celota, ki je bil med dokazane kancerogene uvrščen leta 2013. Številni strokovnjaki danes menijo, da je breme raka zaradi dejavnikov iz bivalnega okolja precej večje od 5 %.

V ocenjevanju ogroženosti zdravja ljudi zaradi njihove izpostavljenosti kemikalijam v okolju uporabljamo znanstvene metode. Kljub znanstvenosti postopkov pa ne določamo, kakšno tveganje je za prebivalce sprejemljivo in kakšno je individualno tveganje. Ocenjevanje tveganja poteka v štirih stopnjah: identifikacija nevarnosti, ocena učinka, ocena izpostavljenosti in določitev tveganja. Sklepni del ocenjevanja je priprava konkretnih zaključkov in priporočil ter njihova primerna predstavitev civilni družbi in politiki.

UVOD

Pojav katere koli rakave bolezni je končni rezultat delovanja vseh škodljivih in zaščitnih dejavnikov, za katere smo odgovorni bodisi sami s svojimi zdravimi ali nezdravimi življenjskimi navadami, bodisi je pojav posledica izpostavljenosti kemikalijam, fizikalnim in biološkim dejavnikom v onesnaženem delovnem ali bivalnem okolju, odločilna pa je tudi dedna nagnjenost. Prav zato vsi, ki so izpostavljeni kakemu škodljivemu dejavniku, ne zbolijo za rakom. Pri raku tako ne govorimo o povzročiteljih, pač pa o nevarnostnih dejavnikih, ker izpostavljenost kateremu od njih še ne pomeni, da bo vsak izpostavljeni zagotovo zbolel, ampak le, da je verjetnost oz. nevarnost, da bo zbolel, večja kot pri tistem, ki temu dejavniku ni izpostavljen.

Z industrializacijo so se začele v našem bivalnem okolju – zraku, vodi, prsti – nalagati številne organske in anorganske kemijske spojine. Tem snovem smo izpostavljeni vsi; v vseh življenjskih obdobjih jih v organizem vnašamo z vdihavanjem, uživanjem hrane in pijače ter tudi ob neposrednem stiku. Sledove okoljskih onesnaževal lahko dokažemo že pri novorojenčkih. V medicinski stroki je znanih precej bolezni in stanj, ki so posledica izpostavljenosti nevarnim snovem v okolju. Večinoma gre za akutne zastrupitve, ki so posledica nenamerne izpostavljenosti ljudi visokim koncentracijam nevarnih snovi, večinoma delavcev na delovnih mestih, lahko pa te snovi onesnažijo tudi okolje in so nevarne za izpostavljeno prebivalstvo. Dolgotrajnejša izpostavljenost nižjim koncentracijam nekaterih snovi lahko povzroči kronične spremembe. Z javnozdravstvenega vidika so pomembne

zlasti boleznih dihalnih poti, alergije in rak [1]. Med rake, ki lahko nastanejo tudi kot posledica izpostavljenosti kemikalijam v delovnem ali bivalnem okolju, uvrščajo rake pljuč, kože, sečnega mehurja, popljučnice in potrebušnice (npr. mezoteliom zaradi delovanja azbesta), bezgavk, jeter, ledvic, levkemije ter, manj pa še nekatere druge vrste rakov [2].

Raven izpostavljenosti je najbolj odvisna od geografskega območja, kjer posameznik preživi večino časa. Tako na globalni kot tudi na lokalni ravni so namreč velike razlike v onesnaženosti okolja, skladno z njimi pa se razlikujeta tudi izpostavljenost in tveganje, da bo kdo zaradi bivanja v onesnaženem okolju zbolel. Onesnaženje je na globalni ravni najbolj kritično v visoko ali pa na novo in hitro industrializiranih državah, predvsem v manj razvitih delih sveta, kjer sta zakonodaja in nadzor pomanjkljiva ali preveč ohlapna [2].

Tudi v Sloveniji so območja, kjer so prebivalci zaradi onesnaženosti zraka, vode in prsti bolj ogroženi z nekaterimi raki. Z dokazano ali verjetno rakotvornimi snovmi onesnaženo okolje je pri nas posledica (preteklih) industrijskih izpustov in odlagališč (Anhovo – azbest, Bela krajina – poliklorirani bifenili, Zasavje – prašni delci, benzen, Celjska kotlina – težke kovine), rudarjenja (Idrija – živo srebro, Žirovski vrh – uran, Mežica – svinec, Kočevje – radon), intenzivnega kmetijstva (Dravsko polje – pesticidi) ali prometa (večje ceste in mestna središča – prašni delci, benzen, železniške proge – pesticidi). V strokovnih krogih, predvsem pa v raznih skupinah s civilnimi iniciativami, pa ostajajo odprta vprašanja o večjem tveganju raka prebivalcev tudi številnih drugih območij. Na državni ravni zaenkrat nimamo sestavljenega pregleda območji, kjer je zaradi izpostavljenosti onesnaževalom v bivalnem okolju zdravje prebivalcev ogroženo. Najbolj smo se takemu seznamu približali z vzpostavitev degradiranih okolij, ki jih lahko na podlagi Zakona o varstvu okolja (Ur. l. RS, št. 39/06) določi vlada povsod tam, kjer so kemična ali mikrobiološka onesnaževala v okolju v koncentracijah, ki pomenijo grožnjo za zdravje ljudi oziroma presegajo vrednosti, določene v predpisih (čezmerno obremenjena območja), ali pa se koncentracije kemičnih ali mikrobioloških onesnaževal v okolju zaradi vpliva meteoroloških in drugih zunanjih dejavnikov občasno tako zvišajo, da pomenijo grožnjo za zdravje ljudi (potencialno obremenjena območja).

DOLOČANJE RAKOTVORNOSTI ONESNAŽEVAL

Morebitno rakotvornost kake snovi ugotavljajo z bazičnimi in epidemiološkimi raziskavami. Pri bazičnih laboratorijskih raziskavah gre za kratkotrajne poskuse na celičnih kulturah in bakterijah ter za dolgotrajne na živalih. Z analitičnimi epidemiološkimi raziskavami preverjajo povezanost med izpostavljenostjo in rakom pri človeku. O tem, ali je ta zveza pri človeku res

vzročna, večinoma presojajo skupine strokovnjakov, ki snovi po strogo določenih merilih razvrščajo v več skupin glede na stopnjo dokazane povezanosti z rakom.

Eden najboljšežnejših in najkakovostnejših seznamov nastaja v Mednarodni agenciji za raziskovanje raka iz Lyona (*International Agency for Research on Cancer*, IARC), ki je posebna agencija Svetovne zdravstvene organizacije [3]. V seznamu te agencije so kemikalije, njihove zmesi ali proizvodni postopki, pa tudi virusi in fizikalni dejavniki, razvrščeni v štiri skupine. V prvi skupini (skupina 1) so tisti, za katere je dovolj dokazov o karcinogenosti za ljudi (med njimi so najbolj znani azbest, tobačni dim, alkoholne pijače itd.); v drugi skupini so tisti, za katere vzročna zveza še ni dokazana, je pa verjetna. To skupino delimo na podskupino 2A, kamor so uvrščeni verjetni kancerogeni, pri katerih imamo omejene dokaze pri ljudeh in precej zanesljive dokaze iz eksperimentalnih raziskav oziroma poznamo mehanizme nastanka raka, ter podskupino 2B, kamor so uvrščene možne kancerogene snovi. V primerjavi s skupino 2A imamo za snovi v skupini 2B manj dokazov o karcinogenosti oziroma ne moremo izključiti drugih možnih razlag. V tretji skupini so kemikalije in drugi dejavniki, ki so jih sicer že proučevali, vendar jih zaenkrat še ni mogoče uvrstiti v nobeno od prej omenjenih skupin in tudi ne v četrto, kamor sodijo kemikalije, ki za človeka niso karcinogene. Seznam na osnovi novih spoznanj stalno posodablja in dopolnjujejo; vsem je dostopen na medmrežju (<http://www.iarc.fr/>).

Do konca leta 2014 so v IARC identificirali 18 kemikalij oziroma okoliščin, značilnih za onesnaženo okolje (Tabela 1), ki zagotovo večajo tveganje raka pri ljudeh (IARC, skupina 1). Številni drugi dejavniki, ki so tudi v onesnaženem okolju (npr. številna obstojna organska onesnaževala), pa so razvrščeni v skupino 2, med verjetne oziroma možne kancerogene [4]. Za pravilno ovrednotenje deleža rakov, katerih pojav moramo pripisati bivanju v onesnaženem okolju, je bila ključna uvrstitev onesnaženega zraka kot celote med gotove kancerogene, v skupino 1 [5]. Od leta 1981, ko sta Doll in Peto [6] objavila poenostavljen seznam odpravljljivih dejavnikov tveganja, ki največ prispevajo k umrljivosti zaradi raka, je namreč v strokovnih krogih veljalo, da več kot polovico smrti zaradi raka povzročijo dejavniki, ki so povezani z življenjskim slogom, okrog 5 % vseh rakov naj bi bila posledica izpostavljenosti rakotvornim snovem na delovnem mestu, medtem ko je bil delež, pripisan izpostavljenosti v bivalnem okolju, ocenjen na 1–4 %. Po ocenah IACR iz leta 2013 [5] pa naj bi letno zaradi vdihavanja onesnaženega zunanjega zraka samo zaradi pljučnega raka umrlo več kot 220.000 ljudi, kar je skoraj 2,5 % vseh smrti zaradi raka [7]. Številni strokovnjaki danes menijo, da je breme raka zaradi dejavnikov iz bivalnega okolja precej večje od 5 % [8].

Tabela 1. Znanе zagotovo rakotvorne snovi (IARC, skupina 1), ki se nahajajo v onesnaženem okolju, organ, na katerega delujejo, in najpogosteje onesnaženi medij (povzeto po [2])

<i>Snov</i>	<i>Organ ali malignom</i>	<i>Najpogosteje onesnaženi medij</i>
Arzen in njegove anorganske spojine	pljuča, koža, mehur	voda
Azbest (vseh oblik)	grlo, pljuča, mezoteliom, jajčnik	zrak
Benzen	akutna ne-limfocitna levkemija	zrak (izpušni plini)
1,3 – butadien	levkemija, limfom	zrak
Erionit	mezoteliom	zrak (geografsko točkovno)
Etilenov oksid	dojka, limfoidni tumorji	zrak (notranji)
Formaldehid	nosno žrelo, levkemija	zrak (notranji in zunanji)
Individualna kurišča (premog)	pljuča	zrak (notranji)
Izpušni plini dizelskih motorjev	pljuča	zrak
Krom (VI)	pljuča	voda, prst
Onesnažen zunanji zrak	pljuča	zrak
Prašni delci v onesnaženem zunanjem zraku	pljuča	zrak
Poliklorirani bifenili	koža	hrana, zrak (notranji)
Radon in njegovi razpadli produkti	pljuča	zrak (notranji)
Silicijev prah	pljuča	zrak
TCDD	vsi raki	hrana, prst
Tobačni dim – pasivna izpostavljenost	pljuča	zrak (notranji)
Trikloretilen	ledvica	voda, hrana

OCENJEVANJE TVEGANJA

Pri prepoznavanju, določanju in nadzorovanju nevarnosti, ki so ji podvrženi ljudje zaradi izpostavljenosti škodljivim dejavnikom v okolju, gre za soodvisno delovanje raznih družbenih struktur [1]. Celotni proces, ki ga imenujemo analiza tveganja, je shematično prikazan na Sliki 1. Sestavljen je iz treh ločenih procesov, ki se med seboj vsestransko prepletajo in povezujejo. V ocenjevanju tveganja z znanstvenimi metodami ocenjujemo možne posledice izpostavljenosti na zdravje ljudi. Proces poteka v štirih stopnjah (identifikacija nevarnosti, oceni učinka in izpostavljenosti ter določitev tveganja), ki so podrobneje predstavljene v nadaljevanju [9, 10]. Obvladovanje tveganja je politično voden interdisciplinarni proces, v katerem se predlagajo, izbirajo in izvajajo odločitve, s katerimi se poskuša zmanjšati tveganje pri ljudeh in v ekosistemih. Izvajajo ga politiki, snovalci zakonov, gospodarstveniki, naravovarstveniki in ostali zainteresirani posamezniki. Izbira postopkov je odvisna od zaznavanja nevarnosti v prebivalstvu, družbenih norm, zakonov in standardov ter, ne nazadnje, od stroškov in učinkov. Med znanstvenim ocenjevanjem ogroženosti in političnimi prizadevanji za njeno obvladanje pa je treba ugotovitve, zaključke ter predvidene ukrepe predstavljati ogroženim prebivalcem ter poskrbeti, da jih pravilno razumejo in upoštevajo.



Slika 1. Shematični prikaz procesov v analizi tveganja

Identifikacija nevarnosti

V prvem koraku ocenjevanja tveganja izvedemo postopek identifikacije nevarnosti. V njem ugotovljamo, katerim snovem so bili ljudje izpostavljeni (določimo vire izpostavljenosti in ogroženo skupino), na kakšen način (kako je snov vstopila v telo in kako se je biotransformirala) in kako bi lahko izpo-

stavljenost škodovala njihovemu zdravju. V ocenjevanju tveganja ne ugotavljamo morebitne rakotvornosti snovi po postopkih, opisanih v prejšnjem poglavju. Za večino kemikalij, njihovih zmesi, proizvodnih postopkov, bioloških agensov, fizikalnih dejavnikov ali pa kar skupkov okoliščin, ki so lahko problematični v bivalnem okolju, so končne ocene s kritičnimi vrednostmi že dostopne v podatkovnih zbirkah škodljivih snovi. Med njimi je najpopolnejša že omenjena zbirka, ki jo oblikuje IARC [3], koristne ocene pa so dostopne tudi na spletnih straneh ameriških Agencije za zaščito okolja (*Environmental Protection Agency*, EPA; <https://www.epa.gov/iris>) in Agencije za strupene snovi in register bolezni (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, ATSDR; <http://www.atsdr.cdc.gov/>).

Ocenjevanje učinka

V ocenjevanju učinka, ki je druga stopnja ocenjevanja tveganja, ugotavljamo, kakšne posledice pri človeku povzročajo različne stopnje izpostavljenosti kaki snovi. Za samo poškodbo organizma je namreč pomemben odmerik snovi (količina/čas), ki pride v telo. V ocenjevanju učinka torej ugotavljamo, kakšen je odnos med odmerkom in pojavljanjem bolezni pri ljudeh. Pri nerakotvornih substancah v podatkovnih zbirkah škodljivih substanc poiščemo podatek o največji dozi, pri katerih učinkov na zdravje še ne zaznamo, oziroma o najmanjši dozi, pri kateri se učinki pojavijo. Na tej podlagi izračunamo, kakšna je največja dnevna doza snovi, ki še ne prizadene zdravja posameznika. Posameznik ji je lahko izpostavljen dnevno celo življenje.



Slika 2. Shematični prikaz ocenjevanja učinka po praznem (siva krivulja) in brezpraznem pristopu (črna krivulja)

Zaradi predpostavke o majhnih dozah, ki na zdravje nimajo vpliva, se tak pristop k ocenjevanju učinka izpostavljenosti imenuje pražni pristop, še varna doza pa pražna doza ali kar prag. Na Sliki 2 je pražni pristop prikazan s krivuljo v sivi barvi. Za raketovorne snovi pride pražni pristop redko v poštev. Namesto njega v ocenjevanju učinka uporabljamo t.i. brezpražni pristop (Slika 2, črna krivulja). V njem predpostavljamo, da večja doza ne pomeni hujšega efekta (hujše rakavo bolezen), pač pa večjo verjetnost bolezni (več zbolelih za rakom med izpostavljenimi), saj posameznik rakavo bolezen lahko dobi ali pa ne. Namesto pražnih doz se v ocenjevanju učinka določa sprejemljivo tveganje.

Ocenjevanje izpostavljenosti

V tretjem koraku ocenjevanja tveganja pripravimo oceno izpostavljenosti. To je postopek, pri katerem ocenjujemo dejansko izpostavljenost ljudi v ciljnem prebivalstvu škodljivi snovi, oziroma ocenjujemo, koliko snovi je organizem dejansko absorbiral. Metode za določanje izpostavljenosti so številne in jih glede na način merjenja delimo na direktne in indirektno. Pri direktnih metodah s posebnimi napravami nadzorujemo dejansko izpostavljenost ljudi ali pa merimo koncentracijo bioloških kazalnikov izpostavljenosti v organizmu. Uporaba direktnih metod je organizacijsko in časovno zahtevna in zato precej dražja, rezultati pa so seveda veliko bolj verodostojni v primerjavi z indirektnimi metodami, pri katerih v ocenjevanju uporabimo t.i. nadomestne mere izpostavljenosti, ki dejansko izpostavljenost odražajo bolj ali manj natančno.

Pri raziskovanju vpliva onesnaženega okolja na zbolevanje za rakom se za oceno izpostavljenosti direktne metode uporabijo le izjemoma, saj smo zaradi dolge latenčne dobe večinoma primorani v retrospektivno ocenjevanje izpostavljenosti, število zbolelih pa je tudi med izpostavljenimi relativno majhno, kar pomeni, da moramo, če se želimo v rezultatih izogniti vplivom naključja, v analize vključiti dovolj veliko število ljudi/meritev, kar seveda raziskavo tako organizacijsko kot finančno oteži.

V populacijskih raziskavah, kjer vpliv bivalnega okolja na pojavljanje raka ocenjujemo na podlagi rutinsko zbranih podatkov v registrih raka, se kot nadomestna mera izpostavljenosti najpogosteje uporablja geografska lokacija stalnega bivališča ob diagnozi bolezni. V Sloveniji je ta podatek dostopen na ravni geografskih koordinat, kar omogoča analize na poljubno določenih geografskih enotah ali celo na individualni ravni.

Pri geografski analizi je ključna določitev najprimernejše velikosti osnovne enote oziroma minimalnega števila prebivalcev v tej enoti. Kakovostni podatki o dejavnih tveganja, ki bi jih želeli vključiti v analizo, so rutinsko

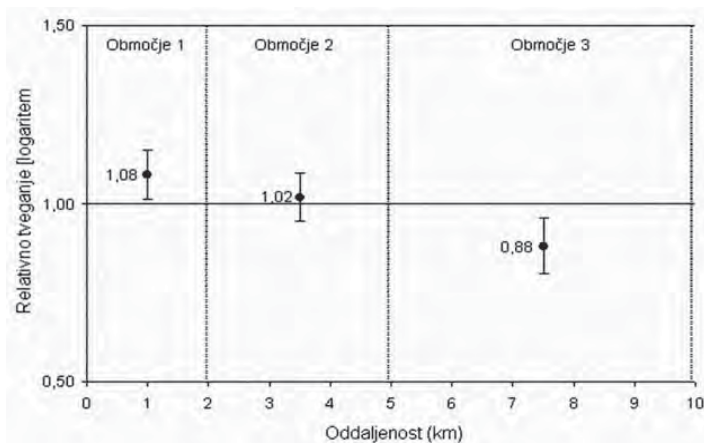
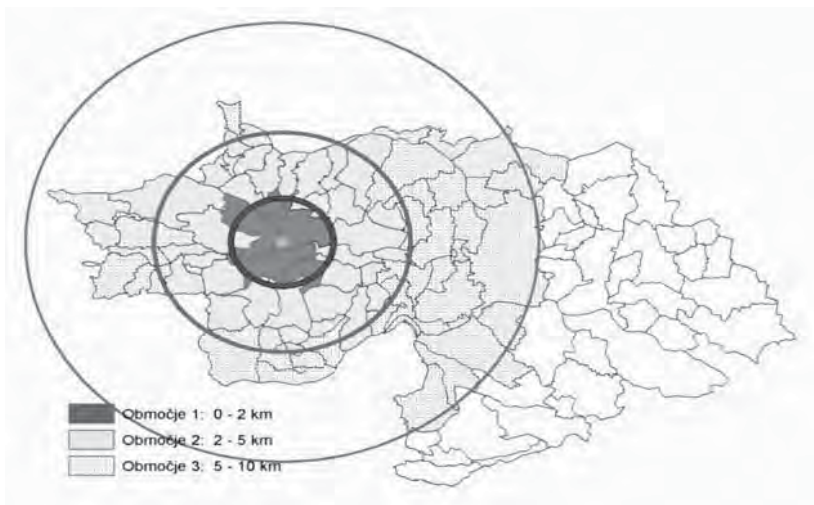
na voljo za večje upravno-administrativno določene enote – v Sloveniji največkrat po regiji, redko na ravni občin. Glavni problem velikih enot je njihova heterogenost. Vrednosti uporabljenih spremenljivk za izbrano enoto namreč zrcalijo povprečje dejanskih vrednosti posameznih delov te enote. Enota, ki ima na enem delu velik presežek tveganja bolezni (npr. zaradi točkovnega industrijskega onesnaženja), sicer pa je tveganje podpovprečno, se bo v analizi pojavila kot element s povprečnim tveganjem. Področje, kjer je tveganje v presežku, se bo v tem primeru zakrilo.

Heterogenosti velikih enot se izognemo z izbiro manjših območij. Z izbiro manjše osnovne enote sicer zvečamo ločljivost, a hkrati pri redkih boleznih in majhnih območjih zvečamo problem verodostojnosti statističnih podatkov. Verjetnost pojavljanja redke bolezni na majhnem območju ali na velikem območju z majhnim številom prebivalcev je namreč majhna in s tem zelo variabilna, tako da so običajno rezultati nadaljnjih analiz posledica naključja (so statistično neznačilni). Statistično verodostojnost lahko zvečamo s podaljšanjem opazovanega obdobja ali pa z uporabo ene od tehnik glajenja, kjer na podlagi dejanskega števila zbolelih v posamezni enoti ter podatkov o incidenci v sosednjih območjih oziroma drugih pomembnih informacij ocenimo ogroženost z boleznijo v enoti, ki nas zanima [11, 12].

Z uporabo podatka o stalnem prebivališču ob diagnozi kot nadomestne mere pri ocenjevanju izpostavljenosti se v analizo lahko prikradejo nekatere dodatne pristranosti. V analizi, shematično prikazani na Sliki 3, smo ocenjevali vpliv točkovnega industrijskega onesnaževalca na pojavljanje raka, tako da smo izračunali in med seboj primerjali tveganje raka prebivalcev, ki živijo v območju, oddaljenem do 2 km od vira, v primerjavi s tistimi, ki živijo v pasu, 2–5 km oddaljenem od vira, ter tistimi, ki živijo v oddaljenosti 5–10 km od vira [13]. Osnovna podmena je bila, da v kolikor točkovni industrijski vir veča breme raka, bodo imeli prebivalci v prvem območju največje tveganje, v tretjem pa najmanjše. Ob tem smo med drugim predpostavili tudi, da so ostali nevarnostni dejavniki enakomerno razporejeni v prostoru ter da se škodljivi dejavnik širi koncentrično od točkovnega vira. Obeh predpostavk najverjetneje s konkretnimi meritvami ne bi mogli potrditi.

Določitev tveganja

V zadnji fazi ocenjevanja tveganja združimo podatke, ki smo jih pridobili v prvih treh stopnjah. Dovoljene oziroma zdravstveno še sprejemljive izpostavljenosti primerjamo z dejanskimi izpostavljenostmi ciljnega prebivalstva. Tveganje določimo za različne podskupine: zdrave odrasle, otroke, starostnike, kronične bolnike idr.



Slika 3. Geografska analiza vpliva industrijskega onesnaževala na pojavljanje raka.
Povzeto po [13]

Na koncu določanja tveganja se moramo odločiti za enega izmed zaključkov:

- dopustno tveganje je preseženo – potrebni so dodatni okoljski in javno-zdravstveni ukrepi in njihova evalvacija;
- tveganje ni večje od dopustnega – trenutni ukrepi zadoščajo;
- za določitev tveganja so potrebne dodatne raziskave – do končne razjasnitve svetujemo upoštevanje previdnostnega načela.

V sporočilih za strokovno in laično javnost moramo vedno razkriti, da smo med celotnim procesom ocenjevanja tveganja naredili veliko predpostavk, zaradi katerih je končna določitev tveganja bolj ali manj zanesljiva.

Med najpogostejšimi vzroki nezanesljivosti določitve tveganja so:

- razlike v toksičnosti in biokinetičnih mehanizmih pri različnih živalskih vrstah;
- ekstrapolacija z visokih na nizke doze;
- uporaba podatkov iz raziskave, kjer je pot vnosa škodljivega dejavnika drugačna, kot je običajno pri človeku;
- razlike med skupino, vključeno v raziskavo, in skupino, ki je resnično izpostavljena (otroci, zdravi delavci);
- izpostavljenost dodatnim dejavnikom tveganja, ne samo proučevanemu;
- napačna razvrstitev zdravstvenih posledic.

Kljub uporabi vseh ustreznih znanstvenih postopkov pa pri ocenjevanju tveganja ne določimo in se na podlagi določitve tveganja ne opredeljujemo, kakšno tveganje je za ciljno prebivalstvo (še) sprejemljivo, ali obstajajo razlike znotraj proučevane populacije, oziroma kakšno je individualno tveganje.

ZAKLJUČEK

Strokovnjakom s področja javnega zdravja kot tudi javnozdravstveni politiki zaskrbljena laična in strokovna javnost redno zastavlja vprašanja, ali ni morda na območju, kjer živi, več raka kot drugje. V službi Epidemiologija in register raka na Onkološkem inštitutu Ljubljana že več kot deset let delamo analize o raku na manjših območjih v Sloveniji. Podatki Registra raka Republike Slovenije namreč omogočajo umestitev posameznega bolnika na zemljevid do ravni geografskih koordinat, tako da lahko z uporabo ustreznih metod prostorskega glajenja ocenimo morebitno zvečano tveganje raka na poljubnem območju. Kot omejitveni faktor pri poskusih pojasnjevanja morebitnih presežkov največkrat ugotavljamo, da primanjkuje natančnih podatkov o stanju in prostorski razporejenosti dejavnikov tveganja, saj je ozemlje Slovenije za geografsko analizo vpliva okoljskih faktorjev na pojav bolezni zaradi razgibanega terena in specifičnih meteoroloških pogojev izredno zahtevno [15].

Geografske analize presežkov raka na manjšem področju niso rutinske naloge naše epidemiološke službe. Pripravljamo jih v sklopu posebnih projektov, največkrat na pobudo državne ali pa regionalne javnozdravstvene stroke in politike. Vse pogostejša so tudi vprašanja in zahteve različnih civilnih iniciativ in medijev. Predvsem rumeni tisk z alarmantni prispevki v smislu "Iz Strasbourga opozorili na skrb zbujajočo ugotovitev: Tretjina Sočanov umrla zaradi raka" [16] seje med ljudmi bolj ali manj upravičen

strah. Nedostopnost ustreznih informacij ali pa neprimerno oziroma nepravočasno podajanje se praviloma konča s splošnim nezaupanjem v pooblaščen državnne ustanove ter z večanjem vpliva "kvazi" znanstvenikov, katerih cilj delovanja ni razjasnitev perečega problema, temveč lastna promocija in finančna dobrobit.

Strokovnjaki lahko v procesu ocenjevanja tveganja z znanstvenim pristopom kvantificiramo tveganje, ki ga imajo izpostavljeni prebivalci, da bodo zboleli za kako boleznijo. Sklepni del je priprava konkretnih zaključkov in priporočil ter njihova ustreznost predstavitev civilni družbi in politiki. Ves čas se je treba zavedati, da je zaznavanje tveganja v laični javnosti odvisno od številnih faktorjev in tipično izključuje numerične rezultate znanstvenih analiz [17]. Med najpomembnejše faktorje, ki ob realno nizki nevarnosti večajo občutek ogroženosti, so:

- izpostavljenost otrok in drugih ranljivih skupin;
- neprostovoljna izpostavljenost;
- nezmožnost nadzora nad izpostavljenostjo;
- pristranost v razporeditvi izpostavljenosti;
- umetni viri onesnaženja;
- nepoznavanje vira onesnaženja;
- onesnaženje je stranski produkt dejavnosti, ki koristi le onesnaževalcu.

Poznavanje in upoštevanje teh faktorjev je v vseh okoljsko-javno-zdravstvenih projektih ključna, če želimo, da bodo predlogi slišani in sprejeti.

LITERATURA

1. Kreinbrock L. Environmental epidemiology. In: Ahrens W, Pigeot I (editors). Handbook of epidemiology. Berlin: Springer, 2007: 951–98.
2. Cohen AJ, Cantor KP. Pollution of air, water, and soil. In: Stewart BW, Wild CP (editors). World cancer report 2014. Lyon: IARC, 2014: 151–60.
3. IARC. Preamble to the IARC monographs. Lyon: IARC 2006. Pridobljeno 25. 8. 2016 s spletne strani <http://monographs.iarc.fr/ENG/Preamble/index.php>.
4. Espina C, Straif K, Friis S, Kogevinas M, Saracci R, Vainio H, et al. European code against cancer. 4th ed. Environment, occupation and cancer. Cancer epidem 2015; 39 (Suppl 1): S84–92.
5. Straif K, Cohen AJ, Samet JM (editors). Air pollution and cancer. Lyon: IARC, 2013.
6. Doll R, Peto R. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. J Nat Cancer Institute 1981; 66: 1191–308.
7. Ferlay J, Soerjomataram I, Ervik M, Dikshit R, Eser S, Mathers C, et al. GLOBOCAN 2012 v1.0, Cancer incidence and mortality worldwide: IARC CancerBase No. 11 Lyon: IARC, 2013. Pridobljeno 25. 8. 2016 s spletne strani <http://globocan.iarc.fr>.
8. Kessler R. Prevention: Air of danger. Nature 2014; 509: S62–3.
9. Duffs JH, Park MV. Chemical risk assessment. UNEP/IPCS/WHO, 1999.

10. EPA. Human health risk assessment. Pridobljeno 25. 8. 2016 s spletne strani <https://www.epa.gov/risk/human-health-risk-assessment>.
11. Zadnik V, Žagar T, Drobne S, Primic Žakelj M. Estimation of cancer burden in Brežice municipality, a community neighboring Krško nuclear power plant in Slovenia. *Croat Med J* 2008; 49: 257–66.
12. Žagar T, Zadnik V, Primic Žakelj M. Local standardized incidence ratio estimation and comparison with other mapping methods for small geographical areas using Slovenian breast cancer data. *J Appl Stati* 2011; 38: 2571–61.
13. Zadnik V, Primic Žakelj M, Žagar T. Razširjenost rakavih bolezni v Sloveniji in Zasavju: Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana, 2008.
14. Zadnik V. Geografska analiza vpliva socialno-ekonomskih dejavnikov na incidenco raka v Sloveniji v obdobju 1995–2002. Doktorsko delo. Ljubljana: Medicinska fakulteta. Univerza v Ljubljani, 2006.
15. Kučec A, Božnar MZ, Mlakar P, Grašič B, Herakovič A, Zadnik V, et al. Methodological approach in determination of small spatial units in a highly complex terrain in atmospheric pollution research: the case of Zasavje region in Slovenia. *Geospatial Health* 2014; 8: 527–35.
16. Stamejčič D. Iz Strasbourga opozorili na skrb zbujajočo ugotovitev: Tretjina Sočanov umrla zaradi raka. *Delo*, 19. 11. 2003.
17. Sandman PM, Lanard J. Crisis communication: Guidelines for action planning. What to say when terrorists, epidemics, or other emergencies strike. American industrial hygiene association, 2004.