

Breme raka v občini Kanal ob Soči in Goriški statistični regiji ter potencialna povezanost z okoljskimi onesnaževali zaradi sosežiga odpadkov

Cancer burden in Kanal ob Soči Municipality and Goriška Statistical Region (Slovenia) and potential association with environmental pollutants due to waste co-incineration

Zadnik Vesna¹, Oblak Teja¹, Duratović Konjević Amela¹, Birk Mojca¹, Tomšič Sonja¹, Mihor Ana¹, Žagar Tina¹

¹Onkološki inštitut Ljubljana, Sektor onkološke epidemiologije in register raka, Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana
Korespondenca: prof. dr. Vesna Zadnik, dr. med.
E-mail: vzadnik@onko-i.si
Poslano / Received: 13. 6. 2025
Sprejeto / Accepted: 17. 6. 2025
doi: 10.25670/oi2025-009on

IZVLEČEK

Izhodišče: V občini Kanal ob Soči so prebivalci dolgotrajno izpostavljeni preteklemu onesnaženju z azbestom ter sodobnim izpustom iz sosežiga odpadkov v cementarni. Prispevek obravnava časovne trende raka z osredotočenostjo na mezoteliom ter ocenjuje povezavo med okoljskimi onesnaževali in pojavnostjo raka.

Metode: Na podlagi podatkov Registra raka Republike Slovenije so predstavljeni trendi starostno standardiziranih stopenj (SSS) incidence in umrljivosti za vse rake (2001–2020) in mezoteliom (2001–2022) v Kanalu ob Soči, Goriški statistični regiji in Sloveniji. Povzeti so izsledki krovnega pregleda literature o povezavi med rakom in onesnaževali pri sosežigu (1980–2023) ter opisno-korelacijske geografske analize za tveganje raka (vsi, pljučni, ne-Hodgkinov limfom, sarkomi) v obdobju 2011–2020 glede na ocene PM10 in kroma (Cr) v tleh v štirih občinah (Kanal ob Soči, Tolmin, Nova Gorica, Brda).

Rezultati: Incidenca raka v Kanalu ob Soči je višja kot v Goriški regiji in Sloveniji zaradi več mezotelioma, vendar SSS ostaja stabilna, medtem ko v Goriški in Sloveniji narašča. Vrh mezotelioma v Sloveniji je nastopil okoli leta 2004, od obdobja 2014–2022 beležimo letni upad za 3,1 %. Dokazov o povezavi med rakom in onesnaževalci iz sosežiga ni; povezav s PM10 in Cr nismo ugotovili.

Zaključek: Presežek bremena raka v Kanalu ob Soči je predvsem posledica pretekle izpostavljenosti azbestu; vpliva sosežiga nismo potrdili. Razvita metodologija omogoča nadaljnje spremljanje vplivov okolja. Na tej podlagi podajamo predloge za javnozdravstvene ukrepe.

Ključne besede: rak, onesnaževala, sosežig odpadkov, Anhovo, mezoteliom, azbest

ABSTRACT

Background: In the municipality of Kanal ob Soči, residents are exposed to historical asbestos pollution and current emissions from waste co-incineration in a cement plant. This paper discusses the trends over time in the cancer burden with a focus on mesothelioma and assesses the association between environmental pollutants and cancer incidence.

Methods: Using data from the Slovenian Cancer Registry, we present the trends in the age-standardised incidence and mortality rates (ASRs) for all cancers (2001–2020) and mesothelioma (2001–2022) in Kanal ob Soči, the Goriška statistical region, and in Slovenia as a whole. We summarise the findings from an umbrella review on the association between cancer and pollutants from co-incineration (1980–2023), and from a descriptive-correlational geographical analysis of cancer risk (all cancers, lung cancer,

non-Hodgkin lymphoma and sarcomas) in the 2011–2020 period in relation to the estimated PM10 levels and chromium (Cr) in the soil across four municipalities (Kanal ob Soči, Tolmin, Nova Gorica and Brda).

Results: The cancer incidence in Kanal ob Soči is higher than in the Goriška region and in Slovenia as a whole, mainly due to a higher number of mesothelioma cases. However, the ASR remains stable in Kanal ob Soči, while it is increasing in the Goriška region and in Slovenia. The peak of mesothelioma incidence in Slovenia occurred around 2004; from 2014 to 2022, we can observe an annual decline of 3.1%. There is no evidence of an association between cancer and emissions from co-incineration. No links were found with the PM10 or Cr levels.

Conclusion: The excess cancer burden in Kanal ob Soči is primarily due to historical asbestos exposure; the impact of waste co-incineration was not confirmed. The developed methodology enables continued environmental impact monitoring. Based on this, we propose some public health measures.

Keywords: cancer, pollutants, waste co-incineration, Anhovo, mesothelioma, asbestos

UVOD

Rak je skupno ime za več kot dvesto različnih bolezni, pri katerih lahko do 10 % bremena pripišemo izpostavljenosti okoljskim dejavnikom, kot so sončno sevanje, radon idr. (1), ter okrog 5 % poklicni izpostavljenosti rakotvornim snovem (2). V Sloveniji med najbolj z rakotvornimi snovmi obremenjena območja sodi občina Kanal ob Soči v srednji Soški dolini, ki spada v Goriško statistično regijo (3, 4). Od leta 1921 v naselju Anhovo deluje cementarna, kjer so proizvajali azbestno-cementne izdelke vse do prepovedi azbesta v Sloveniji leta 1996 (5), pozneje pa cementne izdelke. Za energetske potrebe cementarne se od leta 1981 poskusno, od leta 2007 naprej pa stalno izvaja sosežig različnih vrst odpadkov (6). Zaradi preteklih izpostavljenosti azbestu ter potencialno rakotvornih onesnaževal, ki lahko nastajajo pri sosežigu odpadkov, prebivalci in strokovna javnost izražajo skrb glede bremena raka tako med zaposlenimi v cementarni kot tudi med okoliškim prebivalstvom. Za oblikovanje učinkovitih politik varovanja zdravja prebivalstva je zato nujen celostni pristop k epidemiološkim raziskavam in javnozdravstvenemu ukrepanju.

Breme rakavih bolezni v Sloveniji spremljamo v Registru raka Republike Slovenije (Register raka), ki od leta 1950 zbira kakovostne in zanesljive podatke o vseh novoodkritih primerih raka ter omogoča spremljanje incidence, prevalence in umrljivosti (7, 8). Podatki iz Registra raka omogočajo tudi izvedbo geografskih analiz in povezovanje z drugimi zdravstvenimi in demografskimi zbirkami, kar omogoča celovitejše raziskave morebitnega vpliva okoljskih dejavnikov na pojavnost raka (9, 10).

Namen našega prispevka je:

- predstaviti časovne trende bremena raka s poudarkom na mezoteliomu v Kanalu ob Soči, Goriški statistični regiji in Sloveniji;
- predstaviti izsledke študije o potencialni povezanosti med rakom in izbranimi snovmi, ki se lahko v okolju pojavljajo zaradi izpustov pri sosežigu odpadkov;
- predlagati ključne javnozdravstvene ukrepe za krepitev zdravja prebivalcev v Kanalu ob Soči in širši Goriški statistični regiji.

Predstavili bomo zadnje dostopne podatke o bremenu raka v Sloveniji in Goriški statistični regiji (v času priprave te raziskave

so bili na razpolago podatki za vse rake do leta 2020 in mezoteliom do leta 2022) (8), ključne ugotovitve naših povezanih epidemioloških raziskav (4, 11) in ciljnega raziskovalnega projekta »Ocena potencialnega vpliva sežiga in sosežiga odpadkov na zdravstvene posledice pri ljudeh: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo« (12). Uporabljene podatke in metode v teh raziskavah smo že natančno opisali drugje (13, 14).

1. ČASOVNI TRENDI BREMENA RAKA V KANALU OB SOČI, GORIŠKI STATISTIČNI REGIJI IN SLOVENIJI

V obdobju 2016–2020 je v Sloveniji letno za rakom zbolelo v povprečju 16.000 ljudi, od tega 950 (5,9 %) v Goriški statistični regiji in 50 ljudi (0,3 %) v občini Kanal ob Soči. Pojavljanje raka lahko primerjamo med različno velikimi populacijami tako, da število novoodkritih rakov delimo s številom prebivalcem na določenem območju v istem letu, s čimer dobimo grobo incidenčno stopnjo (GS). V obdobju 2001–2020 se je GS vseh vrst raka v Sloveniji povečala za 45 %, v Goriški statistični regiji za 53 %, v Kanalu ob Soči pa za 31 %. Glavni vzrok za to povečanje je hitro staranje prebivalstva – več kot dve tretjini novih primerov raka v Sloveniji se pojavi pri starejših od 65 let (8). Starostna porazdelitev bremena raka je v Kanalu ob Soči in Goriški statistični regiji zelo podobna porazdelitvi v Sloveniji.

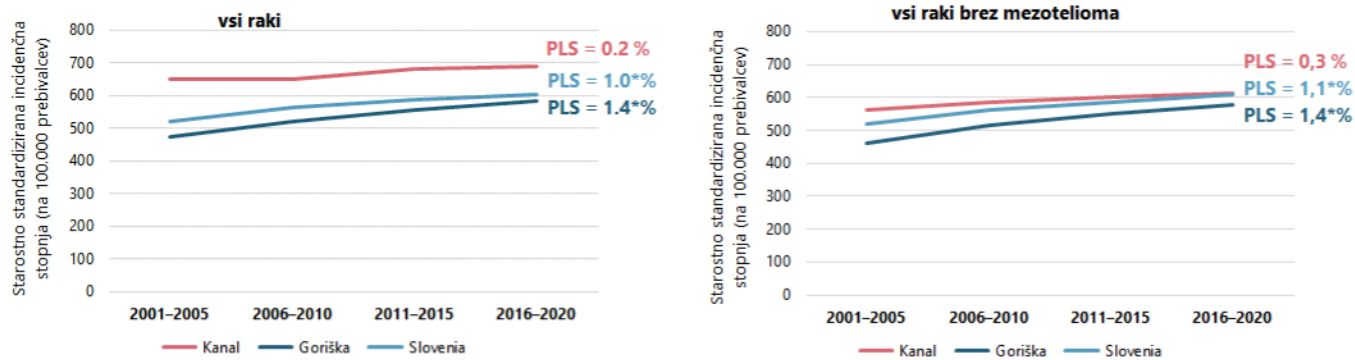
Ker se prebivalstvo stara, se s časom spreminja tudi starostna struktura prebivalstva. Za zanesljivejšo primerjavo pojavljanja neke bolezni skozi časovna obdobja, med različno velikimi geografskimi območji oziroma na splošno med populacijami z različno starostno strukturo uporabljamo starostno standardizirano incidenčno stopnjo (SSS) (15).

V Goriški statistični regiji se podobno kot drugod po Sloveniji SSS raka od leta 1961 stalno zvišuje, vendar počasneje kot GS. V zadnjem obdobju 2001–2020 se SSS v Goriški statistični regiji zvišuje statistično značilno povprečno za 1,4 % na leto, v Sloveniji povprečno za 1,0 % na leto, medtem ko v občini Kanal ob Soči ostaja stabilna (slika 1 levo). Na splošno je breme raka v Kanalu ob Soči večje kot v Goriški statistični regiji in Sloveniji (slika 1 levo), kar velja tako za moške (SSS za Kanal ob Soči: v 2016–2020 zabeleženih 852 primerov raka na 100.000 prebivalcev) kot za ženske (565 na 100.000 prebivalcev).

V Sloveniji več kot polovico vseh rakov predstavljajo rak dojke, prostate, debelega črevesa in danke, pljuč ter nemelanomski kožni raki (8). Tudi trendi pojavljanja desetih najpogostejših vrst raka skozi čas v Goriški statistični regiji in občini Kanal ob Soči se skozi 20-letno obdobje ne razlikujejo pomembno od trendov v Sloveniji – z izjemo pojavljanja mezotelioma, ki je redek rak v drugih delih Slovenije. V občini Kanal ob Soči je mezoteliom s prvega mesta med najpogostejšimi raki sčasoma zdrsnil na četrto mesto v obdobju 2016–2020 (slika 2). Če torej pri analizah izvezemo presežek mezotelioma, je breme raka v Kanalu ob Soči primerljivo s preostalo Slovenijo, kar potrjuje tudi prikaz SSS na sliki 1 desno (vsi raki brez mezotelioma), kjer se incidenca raka v Kanalu ob Soči v zadnjem obdobju 2016–2020 povsem približa slovenskim vrednostim. Splošen časovni trend v 20-letnem obdobju se le minimalno spremeni (za 0,1 odstotno točko) v Kanalu ob Soči in Goriški statistični regiji, ko iz analize odstranimo mezoteliom (slika 1 desno).

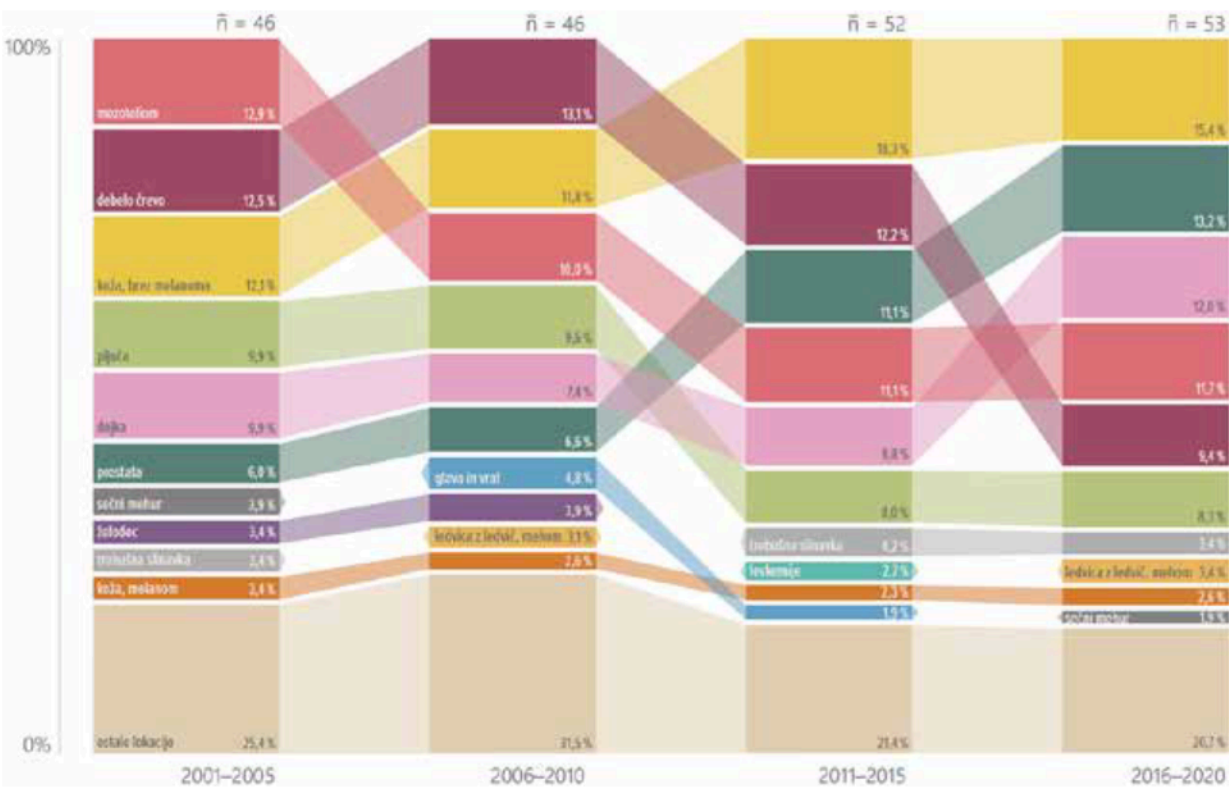
V obdobju 2016–2020 je nemelanomski kožni rak zasedel prvo mesto med najpogostejšimi raki v Sloveniji, Goriški statistični regiji in občini Kanal ob Soči, kožni melanom pa šesto mesto v Goriški statistični regiji in deveto v Kanalu ob Soči, vendar sta SSS za ti obe vrsti kožnega raka v občini in Goriški statistični regiji podobni ali nižji od slovenskega povprečja (tabela 1).

Slika 1: Starostno standardizirana incidenčna stopnja (slovenski standard) vseh vrst raka na 100.000 prebivalcev po 5-letnih obdobjih v 2001–2020 v občini Kanal ob Soči, Goriški statistični regiji in Sloveniji (levo vsi raki, desno vsi raki brez mezotelioma).



Opomba: PLS - povprečna letna sprememba starostno standardizirane incidenčne stopnje, izračunana na podlagi vrednosti za posamezna koledarska leta; z zvezdico (*) so označene PLS, ki so statistično značilne pri stopnji značilnosti 0,05.

Slika 2: Časovni trend deležev najpogostejših vrst raka v občini Kanal ob Soči po petletnih obdobjih, 2001–2020. $\bar{n}$: povprečno absolutno število novoodkritih rakov v petletnem obdobju.



Opomba: $\bar{n}$ - povprečno absolutno število novoodkritih rakov v petletnem obdobju.

Tabela 1: Starostno standardizirana incidenčna stopnja (slovenski standard) na 100.000 prebivalcev (v oklepaju je naveden 95-% interval zaupanja) kožnega melanoma in nemelanomskega kožnega raka v občini Kanal ob Soči, Goriški statistični regiji in Sloveniji v obdobju 2016–2020.

	Nemelanomski kožni rak	Kožni melanom
Slovenija	124,2 (122,3–126,1)	24,8 (23,9–25,7)
Goriška statistična regija	100,1 (93,1–107,7)	25,0 (21,4–29,4)
Občina Kanal ob Soči	105,3 (72,8–155,7)	19,5 (7,5–53,6)

Glavni nevarnostni dejavnik za nastanek nemelanomskega kožnega raka in melanoma je izpostavljenost UV-sevanju naravnega in umetnega izvora (sončni žarki in solariji) (16). Značilno je, da za kožnim melanomom zbolevajo ljudje, ki so izpostavljeni UV-sevanju občasno za krajši čas in intenzivnejše, npr. na dopustu v gorah ali ob morju, medtem ko za nemelanomskim kožnim rakom v večji meri zbolevajo ljudje, ki so UV-sevanju izpostavljeni stalno in daljši čas, npr. gradbeni delavci, kmetovalci (17). Med ostalimi rakotvornimi snovmi iz industrijskih virov, ki lahko dokazano povzročajo nastanek nemelanomskega kožnega raka, so arzen in njegove komponente, mineralna olja, saje in destilacija smolnega koksa, med dokazanimi rakotvornimi dejavniki za kožni melanom so še poliklorirani bifenili. Povezavo med naštetimi snovmi in kožnimi raki so ugotavljali pri visokih izpostavljenostih na delovnem mestu (16).

V Goriški statistični regiji in občini Kanal ob Soči med najpogostejše rake, enako kot drugod v Sloveniji, spadajo še rak prostate pri moških, rak dojke pri ženskah, rak debelega črevesa in danke ter pljučni rak. Mednarodna agencija za raziskave raka in številne mednarodne raziskave kažejo, da lahko pojavljanje pljučnega raka ter rakov debelega črevesa in danke v največji meri pripišemo nevarnostnim dejavnikom s področja življenjskega sloga, kot so kajenje tobaka, pitje alkohola, debelost in pomanjkanje telesne dejavnosti, nezdrava prehrana, ki vsebuje pretežno rdeče in procesirano meso, s premalo sadja, zelenjave in hrane, bogate s kalcijem (16, 18). Znani so tudi hormonski in reproduktivni ter nekateri genetski dejavniki (16). Na različno pojavljanje teh vrst raka v populaciji vplivajo še socio-ekonomske neenakosti (19). V analizah smo ugotovili, da v Sloveniji za melanomom, rakom prostate in rakom dojke zbolevajo pogostejše višje izobraženi (20, 21). Nasprotno za pljučnim rakom pogostejše zbolevajo nižje izobraženi moški in srednješolsko izobražene ženske (20, 21).

Izpostavljenost azbestu je dokazano povezana z nastankom mezotelioma, pljučnega raka, raka grla in raka jajčnikov (16). O bremenu mezotelioma pišemo natančneje v naslednjem poglavju. V raziskavah iz 90. let prejšnjega stoletja so največ 10–20 % pojavljanja pljučnega raka pri moških v Evropi pripisali dokazani poklicni izpostavljenosti azbestu, pri ženskah so ocene precej nižje (22). V italijanskih raziskavah so lahko med 1–4 % vseh smrti pri moških zaradi pljučnega raka pripisali izpostavljenosti azbestu (23). Pomembna je dodatna ugotovitev raziskav, da bi lahko preprečili skoraj tretjino smrti zaradi pljučnega raka, povezanih z izpostavljenostjo azbestu, če bi nekdanji delavci v proizvodnji azbesta prenehali kaditi (22). Sočasna izpostavlje-

nost tobačnemu dimu in azbestu ima izrazit multiplikativen učinek na tveganje za nastanek pljučnega raka, kar pomeni, da je skupno tveganje znatno večje od vsote tveganj posameznih dejavnikov (24). Kljub temu je pripisljivost pljučnega raka kajenju tobaka precej višja kot pripisljivost azbestu in je ocenjena na 80–90 % pri moških (25). Nastanek raka grla in raka jajčnikov je dokazano povezan s kajenjem tobaka, rak grla pa tudi s pitjem alkohola (16). Obe vrsti raka sta v Sloveniji relativno redki (8), zato je težko podati številčno oceno, kolikšen delež teh rakov bi lahko pripisali izpostavljenosti azbestu. Za raka debelega črevesa in danke, želodčni rak in rak žrela so dokazi o povezanosti z izpostavljenostjo azbestu pri ljudeh omejeni (16), zato trenutno ni mogoče zanesljivo oceniti deleža primerov, ki bi jih lahko pripisali tej izpostavljenosti. Zanesljivejša je pripisljivost nevarnostnim dejavnikom s področja življenjskega sloga (16) in socio-ekonomskega položaja (19).

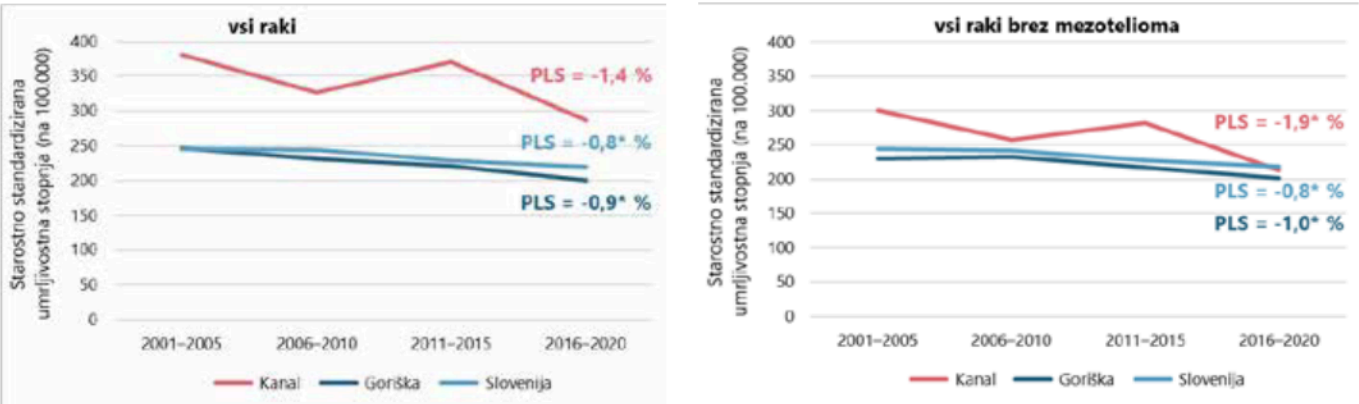
V Sloveniji je v letih 2016–2020 zaradi katere koli vrste raka umrlo povprečno 6.370 ljudi na leto, med njimi 6 % v Goriški statistični regiji in 0,4 % (povprečno 25 oseb) v občini Kanal ob Soči. Če analiziramo vse smrti zaradi raka razen mezotelioma, delež umrlih v občini Kanal ob Soči glede na Slovenijo pade na 0,3 %, saj je okrog četrtnina vseh ljudi v občini Kanal ob Soči umrla zaradi mezotelioma, medtem ko se delež v Goriški statistični regiji praktično ne spremeni. Umrljivostna SSS zaradi raka je bila v obdobju 2001–2020 v Kanalu ob Soči stalno višja kot v Goriški statistični regiji in Sloveniji, vendar od leta 2001 naprej opažamo trend upadanja (slika 3).

Ločeno smo pogledali še umrljivost pred 50. letom starosti. Umrljivost pri mlajših je bila v obdobju 2016–2020 v občini Kanal ob Soči nižja kot v Goriški statistični regiji in celotni Sloveniji, saj sta v teh petih letih umrli le 2 mlajši osebi zaradi raka (14 na 100.000 prebivalcev v primerjavi z 20/100.000 v Goriški statistični regiji in 17/100.000 v Sloveniji). Nasprotno je bila pred tem stopnja umrljivosti zaradi raka pred dopolnjenim 50. letom starosti v obdobju 2001–2015 v občini Kanal ob Soči višja kot v Goriški statistični regiji in Sloveniji.

2. BREME MEZOTELIOMA

Mezoteliom je rak serozne mreže, ki se najpogostejše pojavlja na pljučnici (plevri), redkeje pa na trebušnici (peritoneju), osrčniku in mreži, ki obdaja moda (26, 27). V splošni populaciji je mezoteliom redka bolezen, a se pogostejše pojavlja pri delavcih v panogah, kjer so uporabljali rakotvorni azbest (28), npr. v cemen-

Slika 3: Starostno standardizirana umrljivostna stopnja (slovenski standard) vseh vrst raka na 100.000 prebivalcev po petletnih obdobjih v obdobju 2001–2020 v občini Kanal ob Soči, Goriški statistični regiji in Sloveniji (levo vsi raki, desno vsi raki brez mezotelioma).



Opomba: PLS - povprečna letna sprememba starostno standardizirane umrljivostne stopnje, izračunana na podlagi vrednosti za posamezna koledarska leta; z zvezdico (*) so označene PLS, ki so statistično značilne pri stopnji značilnosti 0,05.

tarnah in ladjedelnicah, pa tudi pri njihovih družinskih članih ter prebivalcih v neposredni bližini teh obratov (29).

Približno 70–90 % vseh primerov plevralnega mezotelioma (29, 30) in 33–50 % peritonealnega mezotelioma pripisujemo izpostavljenosti azbestu (31). Pri osebah z intenzivno izpostavljenostjo azbestu je tveganje za razvoj mezotelioma ocenjeno med 5 in 25 % (29). Tveganje za nastanek tega raka je izrazito povečano pri sočasnem kajenju (29, 32), kar potrjujejo tudi slovenske raziskave (33). Časovni zamik (latentna doba) za pojav mezotelioma po prvi izpostavljenosti azbestu je med 30 in 40 let (29). Druga nevarnostna dejavnika za pojav mezotelioma sta ionizirajoče sevanje pri obsevalnem zdravljenju in genetska nagnjenost, ostali primeri tega raka brez znane izpostavljenosti azbestu pa se najverjetneje pojavljajo naključno (30, 33).

Podatki Registra raka (8) in naše pretekle raziskave (4) kažejo, da je mezoteliom v obdobju 2001–2020 predstavljal le 0,3 % vseh novoodkritih primerov raka v Sloveniji. V obdobju 2013–2022 je v Sloveniji zbolelo povprečno 41 oseb na leto, pri čimer so moški predstavljali 73 % primerov. Večina bolnikov (71 %) je bila ob diagnozi starejših od 65 let, le 5 % pa je bilo mlajših od 50 let. Najpogostejše je bil diagnosticiran mezoteliom plevre (87,2 %), v dobri desetini (11,9 %) primerov mezoteliom peritoneja, primeri perikarda in ostalih mest so bili redki (< 1 %). Naši rezultati se skladajo z ugotovitvami mednarodnih raziskav (27, 29, 32, 34).

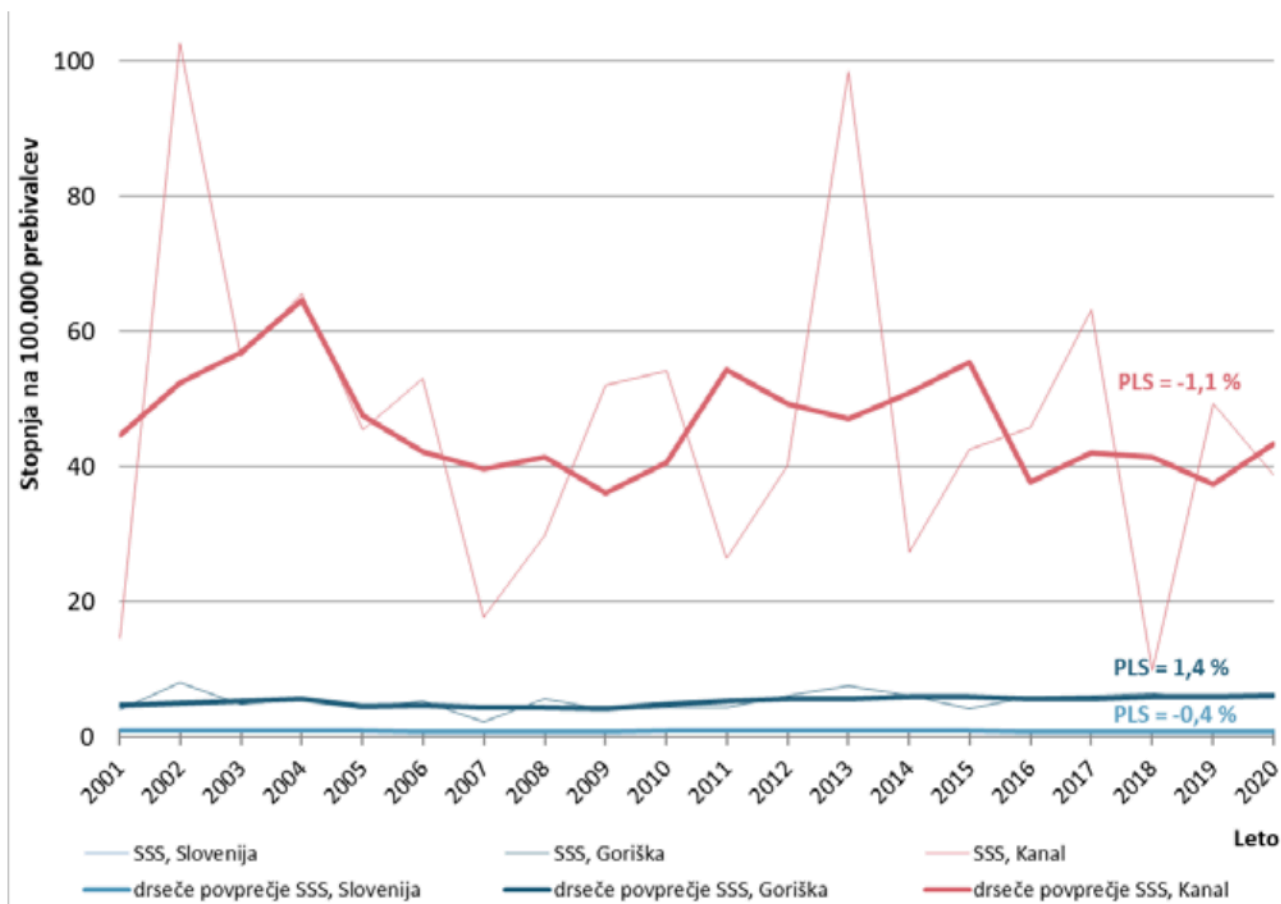
V Goriški statistični regiji je v obdobju 2011–2020 za mezoteli-

omom zbolelo povprečno 16 oseb na leto, kar predstavlja 1,8 % vseh novih primerov raka v tej regiji, v občini Kanal ob Soči pa 6 oseb letno, kar znaša 11,4 % vseh novih primerov raka v občini. Število zbolelih za mezoteliomom v občini Kanal ob Soči po letu 1988 predstavlja med 9 in 17 % vseh odkritih primerov v Sloveniji, z najvišjim deležem v obdobju 2003–2007. V Goriški statistični regiji je delež mezotelioma vse od leta 1988 naprej presegel 20 %, najvišji pa je bil v obdobju 2018–2022, ko je znašal 46 %.

V občini Kanal ob Soči je SSS mezotelioma od leta 2001 naprej stabilna in ne narašča; v obdobju 2016–2020 je znašala 41 primerov na 100.000 prebivalcev. Za primerjavo – SSS mezotelioma v Sloveniji je v istem obdobju znašala 0,8 primera na 100.000 prebivalcev. Podrobneje prikazujemo trend SSS mezotelioma v občini Kanal ob Soči, Goriški statistični regiji in Sloveniji v zadnjih dvajsetih letih (slika 4). Kot je pričakovati zaradi majhnega števila prebivalcev v občini, število primerov raka iz leta v leto močno niha – zato smo na graf (slika 4) dodali petletna drseča povprečja, ki omogočajo stabilnejši in preglednejši rezultat. Kljub močnemu nihanju starostno standardizirane incidenčne stopnje mezotelioma ta ne kaže trenda naraščanja.

Podrobnejša analiza pojavljanja mezotelioma v obdobju 1961–2022 za Slovenijo je pokazala, da je bil vrh pojavljanja mezotelioma že dosežen okrog leta 2004 (slika 5) (4, 11). Zbolevnost za mezoteliomom je najhitreje rasla od druge polovice 90. let prejšnjega stoletja do leta 2004 (povprečno letno za 13,5 %). V

Slika 4: Starostno standardizirana incidenčna stopnja mezotelioma (svetovni standard 1961) s petletnim drsečim povprečjem v obdobju 2001–2020 za občino Kanal ob Soči, Goriško statistično regijo in Slovenijo.



Opomba: PLS - povprečna letna sprememba starostno standardizirane umrljivostne stopnje, izračunana na podlagi vrednosti za posamezna koledarska leta; z zvezdico (*) so označene PLS, ki so statistično značilne pri stopnji značilnosti 0,05.

obdobju 2014–2022 pa beležimo postopen, statistično značilen upad SSS mezotelioma v Sloveniji za povprečno 3,1 % na leto (slika 5). Za mezoteliomom je najbolj zbolevala generacija ljudi, rojenih v letih 1940 in 1944 (11). Vrh pojavljanja mezotelioma v Sloveniji sledi z zamikom 30 let za obdobjem 1973–1975, ko so v državo uvozili največjo količino čistega azbesta za industrijske potrebe (4, 5, 11). Vrh zbolevnosti se torej tudi v Sloveniji ujema s povprečno latentno dobo mezotelioma (29). Tudi v prihodnje pričakujemo, da se število na novo zbolelih za mezoteliomom v občini Kanal ob Soči in širši Goriški statistični regiji ne bo več povečevalo (slika 4) (4).

Upad pojavljanja mezotelioma v Sloveniji v zadnjih letih ni tako hiter, kot bi pričakovali. Tudi mednarodne študije (35) opažajo, da se kljub prepovedi azbesta breme mezotelioma ne zmanjšuje tako hitro, kot je bilo pričakovano, kar pripisujejo premiku zbolevanja od izpostavljenih delavcev med prebivalce, dolgi latentni dobi te vrste raka, različni intenziteti in vrsti izpostavljenosti ter še prisotnim virom azbesta v okolju (4, 35). Prebivalci in delavci so lahko izpostavljeni razpršenim, točkovnim virom azbesta v okolju, kot je azbest, vgrajen v materiale v starejših stavbah, prisotnost azbesta na območju preteklih industrijskih obratov, vdihavanje azbestnih vlaken zaradi neustrezne zaščite pri odstranjevanju azbestnih materialov v gradbeništvu ter divjih in neustreznih odlagališčih azbestnega materiala (5). V Sloveniji opažamo (4), da so v obdobju 1970–2009 zbolevali za mezoteliomom predvsem ljudje, ki so bivali v okolici industrijskih obratov, ki so v proizvodnji uporabljali azbest (5, 36). Od leta 1990 dalje

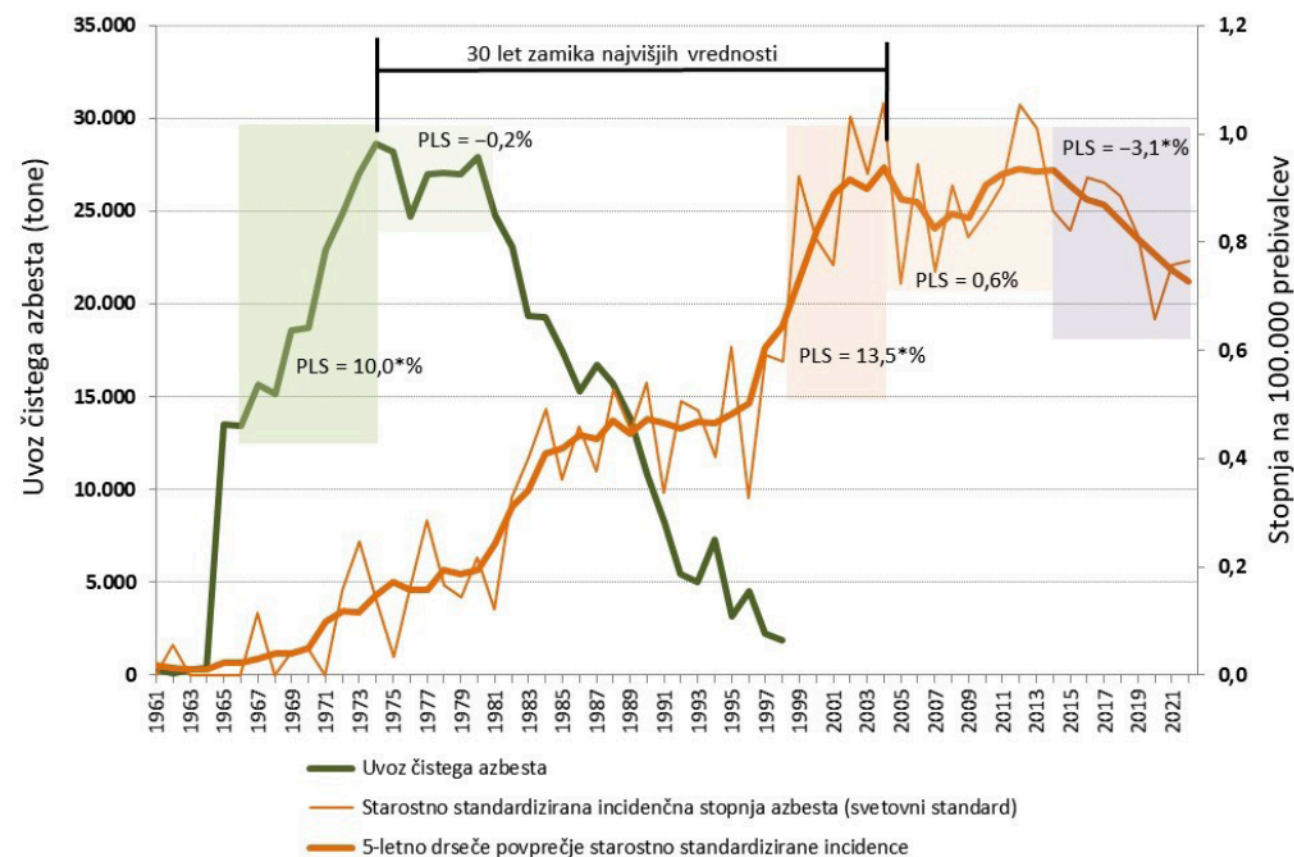
ugotavljamo, da se mezoteliom pojavlja bolj razpršeno po državi in ni omejen le na točkovne vire, kjer je šlo za industrijsko uporabo in povezano izpostavljenost (4).

V Sloveniji je v obdobju 2013–2022 zaradi mezotelioma umrlo povprečno 38 ljudi letno, 2,5-krat več moških kot žensk. Med vsemi umrlimi zaradi mezotelioma v Sloveniji jih je 42 % umrlo v Goriški statistični regiji in 16 % v občini Kanal ob Soči. Podatki o umrljivosti so manj zanesljivi kot podatki o incidenci raka, saj so lahko bolniki umrli tudi zaradi sovpilovanja drugih pridruženih bolezni in okoliščin, česar pa uradna statistika ne poroča (37), zato v onkološki epidemiologiji pogostejše analiziramo in poročamo podatke o incidenci.

3. POTENCIALNA POVEZANOST MED ONESNAŽEVALI PRI IZPUSTIH MED SOSEŽIGOM ODPADKOV V CEMENTARNAH IN POJAVOM RAKA

Naprave za sosežig, ki so pogosto del cementarn, se podobno kot sežigalnice odpadkov razvrščajo po generacijah glede na zakonodajo Evropske unije: naprave I. generacije so obratovala do leta 1989, II. generacije v obdobju 1989–2006, III. pa od leta 2006 naprej (39). Krovni pregled znanstvene literature, objavljene v obdobju 1980–2023, je pokazal, da pri delavcih v cementarnah I. in II. generacije obstaja nekaj zmernih dokazov o povezavi med poklicno izpostavljenostjo šestvalentnemu kromu in pojavnostjo vseh rakov skupaj, pljučnega raka, raka ustne votline in žrela, prostate in želodčnega raka zaradi zaradi poklicne izpostavlje-

Slika 5: Časovni trend pojavljanja (starostno standardizirana incidenčna stopnja; svetovni standard 1961) mezotelioma v Sloveniji glede na količino uvoza čistega azbesta, obdobje 1961–2022.



Opomba: PLS - povprečna letna sprememba. Z zvezdico (*) so označene vrednosti, ki so statistično značilne pri stopnji značilnosti 0,05 (4, 11).

nosti šestvalentnemu kromu (39). Obstajajo tudi nizki do zmerni dokazi o povezavi med sarkomom mehkih tkiv in ne-Hodgkinovim limfomom ter izpostavljenostjo dioksinom v okolici sežigalnic I. generacije, ki so obratovale do leta 1989. Za novejšo generacijo sežigalnic podobnih študij ni. Prav tako še ni dovolj raziskovalnih dokazov o morebitni povezavi med rakom in onesnaževali, ki jih izpuščajo naprave za sosežig odpadkov (39).

V sklopu slovenskega multidisciplinarnega projekta (12) smo izvedli prostorsko opisno-korelacijsko študijo, s katero smo želeli celostno oceniti tveganje raka med prebivalci Kanala ob Soči in Goriške statistične regije zaradi izpostavljenosti okoljskim onesnaževalom, ki lahko nastajajo v procesu sosežiga odpadkov in proizvodnje cementa v Anhovem. Poleg tega smo želeli pripraviti metodologijo za nadaljnje spremljanje rakavih bolezni na tem območju (12–14).

V raziskavi smo povezali več virov podatkov: za izid smo uporabili podatke o vseh prebivalcih, zbolelih za rakom v obdobju 2011–2020, ki so živeli v občinah Kanal ob Soči, Tolmin, Nova Gorica in Brda. Za oceno izpostavljenosti smo uporabili modelirane povprečne koncentracije delcev PM10 v zunanjem zraku za leto 2021 za vsa navedena območja (12) in izmerjene koncentracije celokupnega kroma v tleh v letu 2023 za določena naselja v občini Kanal ob Soči (12), ki so jih pripravili projektni partnerji. Vse koncentracije so bile pod predpisanimi mejnimi vrednostmi. V raziskavi smo predpostavili, da so bile ravni izpostavljenosti podobne že od uvedbe sosežiga odpadkov v cementarni Anhovo leta 2007 naprej. Kot dodaten pojasnjevalni dejavnik smo vključili območni kazalnik socio-ekonomskega primanjkljaja SI-EDI, ki bolje kot posamezni pokazatelji (npr. izobrazba) povzema razlike v socio-ekonomskem položaju prebivalcev (39). Z uporabo mednarodno uveljavljenih geostatističnih metod smo izračunali relativno tveganje za nastanek raka na območju navedenih občin, podrobneje pa še tveganje pljučnega raka, ne-Hodkinovih limfomov in sarkomov (12–14). Analizirali smo tudi tveganje glede na oddaljenost stalnega prebivališča (2–5, 5–10 in več kot 10 kilometrov) od dimnikov cementarne v Anhovem.

V prostorski analizi smo ugotovili, da je relativno tveganje raka za okoli 30 % višje v naselju Deskle v primerjavi z zbolevanjem prebivalcev vseh štirih občin Kanal ob Soči, Tolmin, Nova Gorica in Brda skupaj. V obdobju 2011–2020 lahko v okviru navedenih štirih občin presežkom v kazalniku socialno-ekonomskega primanjkljaja pripišemo 3,6 % vseh novo ugotovljenih primerov raka, presežkom delcev PM10 pa 3,2 %. Prostorska analiza povezave med vsebnostjo kroma v tleh in pojavljanjem raka v določenih naseljih občine Kanal ob Soči ni pokazala povečanega relativnega tveganja raka. Prav tako podrobnejša analiza po kategorijah PM10 in kroma ni pokazala povečanega relativnega tveganja za pljučnega raka, ne-Hodgkinove limfome in sarkome. Prebivalci, ki živijo v bližnji okolici cementarne in naprave za sosežig Anhovo, nimajo statistično značilnega povečanega tveganja raka v primerjavi s prebivalci, ki živijo dlje od dimnikov (12, 13, 14). Presežkov v pojavljanju raka, ki bi jih lahko pripisali izbranim onesnaževalom, nastalih pri sosežigu odpadkov v cementarni Anhovo, torej v naši raziskavi nismo ugotovili.

Glavna omejitev naše raziskave je, da je rak bolezen z dolgo latentno dobo (vsaj 10–15 let), zato bo mogoče morebitne učinke današnje izpostavljenosti okolju zanesljivo ocenjevati šele v prihodnjih letih. Za raziskovano območje je značilno izseljevanje prebivalcev, ki so bili v preteklosti izpostavljeni onesnaževalom v bivalnem okolju ali poklicno, zboleli pa pozneje, ko so že bivali drugje. Prav tako je značilno, da se prebivalci dnevno globljejo izven doma, v drugih občinah in regijah, zato ne poznamo natančne dolžine in intenzivnosti njihove dejanske izpostavljenosti onesnaževalom v zunanjem zraku in tleh (39, 40). Poleg

tega nismo imeli podatkov, ki bi omogočili razlikovanje med poklicno izpostavljenimi osebami in ostalimi prebivalci. Zaradi pomanjkanja prostorskih podatkov o izmerjenih koncentracijah dioksinov tega onesnaževala v raziskavo nismo mogli vključiti.

Prednost naše raziskave je, da smo uspešno razvili metodologijo za prostorsko analizo povezave med pojavljanem raka in okoljsko izpostavljenostjo na območju Kanala ob Soči in širše Goriške statistične regije. Četudi gre za območje z majhnim številom zbolelih za rakom, smo uporabili mednarodno uveljavljeno, kompleksno metodologijo, ki omogoča zaznavanje presežkov raka tudi v zelo majhnih prostorskih enotah (41, 42). Pričakujemo, da bo podobno raziskavo mogoče ponoviti čez 10–15 let, izračunana ogroženost prebivalcev za pojav raka 2011–2020 pa bo služila kot izhodiščna in primerjalna vrednost ter s tem omogočila zanesljivejšo oceno dolgoročnih učinkov izpostavljenosti.

4. IZZIVI RAZISKOVANJA PRESEŽKOV RAKA V POVEZAVI Z OKOLJSKIMI ONESNAŽEVALI

Na Registru raka zasledujemo načela strokovnosti, znanstvene poštenosti in mednarodne primerljivosti populacijskih podatkov o bremenu raka in raziskovanju. Ko v raziskavah ugotovimo presežke raka, o tem obvestimo strokovno in splošno javnost. Pri interpretaciji teh podatkov predlagamo pazljivost, saj se lahko med različnimi zbiralci podatkov in metodologijami pojavljajo razlike (denimo v načinu štetja stadijev bolezni (primarni rak, zasevki), vključevanju benignih tumorjev (v Registru raka jih večinoma ne poročamo, izjema so nekateri specifični primeri) ali v rabi različnih primerjalnih populacij (npr. različno velika območja, različna časovna obdobja, različne standardne populacije)). Tovrstne težave so predvsem očitne pri majhnih populacijah in redkih oblikah raka. Tako lahko pogosto slišimo opažanja prebivalcev, da poznajo več primerov raka v svoji bližini, kot kažejo uradni podatki. Ob tem velja opozoriti, da gre pri teh opažanjih pogosto za zaznano prevalelco (skupno število ljudi, ki so kadar koli v življenju zboleli), ne pa za letno incidenco (število novo zbolelih v posameznem letu).

V raziskavah na populacijski ravni se lahko pojavi ekološka napaka (21), kar pomeni, da ugotovljeni presežek tveganja raka velja za populacijo, živečo na nekem območju, in ne pomeni, da ima točno določena posamezna oseba na tem območju tudi presežek tveganja bolezni.

V Registru raka smo pravno in etično zavezani k upoštevanju varovanja osebnih podatkov, zato v javnosti na zemljevidih in tabelah ne prikazujemo podatkov o posameznikih, zbolelih za rakom, ter ne navajamo števila primerov raka, kadar bi se dalo na podlagi le-tega identificirati posameznika (43, 44).

Pri razlagi podatkov o vplivu okolja na raka je pomembno tudi, kako opredelimo »okoljske dejavnike tveganja«, saj v nekaterih tujih člankih ta izraz vključuje tudi izpostavljenost tobačnemu dimu v notranjem in zunanjem zraku (45, 46), kar lahko vodi do precenjenih ocen deleža raka, pripisanega okoljskim vplivom. V registrih raka in pri Mednarodni agenciji za raziskave raka ta izraz uporabljamo v ožjem pomenu: za onesnaževala, ki so jim ljudje izpostavljeni v notranjem in zunanjem zraku, tleh in pitni vodi, vključeno je tudi sončno sevanje, radon in ionizirajoče sevanje (2, 47, 48). Okoljski nevarnostni dejavniki in dejavniki življenjskega sloga skupaj prispevajo k 50 % globalnega bremena raka (48), medtem ko okoljski dejavniki skupaj s poklicno izpostavljenostjo po ocenah prispevajo največ do 10 % skupaj (1, 47).

Eden ključnih izzivov prihodnosti ostaja merjenje učinkov kombiniranih izpostavljenosti različnim onesnaževalom – pogosto v nizkih koncentracijah in skozi daljše časovno obdobje. Ti vplivi so lahko subklinični, a dolgoročno pomembni za zdravje (38, 49).

5. JAVNOZDRAVSTVENI UKREPI ZA OMEJEVANJE VPLIVA OKOLJSKEGA ONESNAŽENJA NA POJAVNOST RAKA

S populacijskega vidika naj bodo ključni javnozdravstveni ukrepi za obvladovanje okoljskih dejavnikov tveganja usmerjeni predvsem v izboljšanje fizičnega in socialnega okolja (2). V Sloveniji je primer dobre prakse za izboljšanje kakovosti okolja z učinki na zdravje prebivalcev program za Zgornjo Mežiško dolino (50).

Dosedanji populacijski ukrepi proti zbolevnosti zaradi pretekle rabe azbesta so v Sloveniji vključevali zakonsko popolno prepoved rabe in uvoza azbesta (51), programe krepitev in varovanja zdravja na delovnem mestu (52), številne aktivnosti o ozaveščanju prebivalstva o vplivih azbesta, ki je vgrajen v stavbah, in o njegovem varnem odstranjevanju, vzpostavitev Registra stavb, ki vsebujejo azbest (53), in javno dostopno Evidenco oseb, ki imajo okoljevarstveno dovoljenje za odstranjevanje azbesta (6). Izvajajo se raziskave o zgodnjem odkrivanju genetske predispozicije za povečano tveganje za mezoteliom (33, 54) ter za izboljšanje zdravljenja mezotelioma (55) in raziskave o obremenjenosti okolja v občini Kanal ob Soči (56).

Za zmanjšanje bremena mezotelioma in ostalih rakov, povezanih z izpostavljenostjo azbestu v preteklosti ali sedanjosti, v Sloveniji predlagamo (2, 19, 50, 52, 53, 56–58):

- pripravo nacionalne strategije za eliminacijo mezotelioma in drugih rakov, povezanih z izpostavljenostjo azbestu;
- izvedbo čimprejšnje načrtovane, varne in strogo nadzorovane odstranitve vgrajenega azbestnega materiala v zasebnih in javnih stavbah ter njegovo zamenjavo z varnejšimi snovmi;
- izvedbo načrtovanega, nadzorovanega in varnega odlaganja in imobilizacije azbestnih odpadkov;
- ozaveščanje splošne javnosti, ogroženih delavcev in prebivalcev, živečih na nekdanjih industrijskih območjih, o tveganju izpostavljenosti azbestu med nenadzorovano in nezaščiteno rabo ter nestrokovnim odstranjevanjem azbestnega materiala iz stavb in okolja;
- strokovno presojo možnih dodatnih ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti azbestu v fizičnem okolju na območjih z obsežno industrijsko rabo azbesta v preteklosti, kot je občina Kanal ob Soči (npr. mokro čiščenje cest, zatravitev površin, menjava zemljine idr.);
- vzpostavitev registra oseb s preteklo ali sedanjo poklicno izpostavljenostjo azbestu;
- izvajanje nadaljnjega epidemiološkega spremljanja prostorskih in časovnih trendov bremena mezotelioma;
- podporo in izvedbo programov humanega biomonitoringa pri prebivalcih v okolici industrijskih območij z visoko obremenjenostjo z azbestom v okolju;
- podporo in izvedbo raziskave za uspešnejše zgodnje odkrivanje in zdravljenje mezotelioma pri delavcih in prebivalcih z visokim tveganjem zaradi sedanje ali pretekle izpostavljenosti azbestu;
- krepitev izvajanja ciljane promocije zdravja pri delu v poklicih z večjim tveganjem za izpostavljenost azbestu (gradbeništvo idr.);
- ozaveščanje javnosti in izvajanje programov krepitev zdravja in primarne preventive proti raku in drugim nenalezljivim kroničnim boleznim, kot je Evropski kodeks proti raku;
- podporo visoki udeležbi vseh prebivalcev v obstoječih nacionalnih presejalnih programih za raka dojke, debelega črevesa in danke ter materničnega vratu in morebitnih novih presejalnih programih;

- izvajanje ciljanih ukrepov socialne politike za zmanjšanje socialno-ekonomskih neenakosti.

Na ravni posameznikov za občino Kanal ob Soči in Goriško statistično regijo predlagamo naslednje javnozdravstvene ukrepe za zmanjšanje bremena mezotelioma in ostalih rakov, povezanih z izpostavljenostjo azbestu:

- povečati udeležbo v programih preventive in krepitev zdravja za odrasle v lokalnih okoljih (v ambulantah družinske medicine, Centrih za krepitev zdravja, Centrih za duševno zdravje in Zdravstvenovzgojnih centrih);
- povečati udeležbo prebivalcev v preventivnih programih za pravočasno odkrivanje tveganja za razvoj raka in drugih kroničnih bolezni in obravnavo prisotnih kroničnih bolezni;
- podpreti izvajanje z dokazi podprtih ukrepov za prenehanje kajenja in pitja alkohola ter ukrepe za omogočanje bolj zdravih navad in izbor v ambulantah družinske medicine in lokalnem okolju;
- presoditi možnost programa zgodnjega odkrivanja pri delavcih in prebivalcih z visokim tveganjem za mezoteliom zaradi sedanje ali pretekle izpostavljenosti azbestu (57, 59, 60);
- podpreti dostop do rehabilitacije in paliativne oskrbe pri zbolelih za mezoteliomom in ostalimi raki, povezanimi z izpostavljenostjo azbestu (57).

5. ZAKLJUČEK

Podobno kot drugod v Sloveniji se tudi v Goriški statistični regiji in občini Kanal ob Soči breme raka s časom povečuje. Zaradi izpostavljenosti delavcev in okoliških prebivalcev azbestu, ki so ga do leta 1996 uporabljali v proizvodnji cementa v Anhovem, je breme raka med prebivalci Kanala ob Soči še danes večje kot v Goriški statistični regiji in Sloveniji. Presežki raka gredo skoraj izključno na račun bolnikov z mezoteliomom, ki spada med najpogostejše rake v Kanalu ob Soči, je pa izjemno redek v drugih delih Slovenije. Podatki Registra raka kažejo, da je tveganje raka prebivalcev naselja Deskle v občini Kanal ob Soči za okoli 30 % višje v primerjavi z ostalimi prebivalci občine Kanal ob Soči ter okoliških občin Tolmin, Nova Gorica in Brda.

V posebni raziskavi, v kateri smo za občino Kanal ob Soči preučevali povezavo med pojavnostjo raka in izbranimi snovmi, ki se lahko pojavljajo v okolju kot posledica sosežiga odpadkov, nismo ugotovili pomembnih presežkov v pojavnosti raka, ki bi jih bilo mogoče pripisati onesnaževalcem, nastalim pri sosežigu odpadkov v cementarni Anhovo. Smo pa v tej raziskavi razvili kompleksno metodologijo za analizo prostorskih in časovnih trendov incidence raka ter spremljanje možnega vpliva onesnaževal na njegov nastanek. Ta metodologija je zasnovana tako, da jo je mogoče replicirati v prihodnjih epidemioloških študijah, ki temeljijo na rutinsko zbranih podatkih, in bo omogočala spremljati današnjo izpostavljenost v prihodnje v zdravstvenih izidih.

Onkološki epidemiologi bomo s pomočjo podatkov Registra raka še naprej izvajali skrbno in stalno spremljanje bremena mezotelioma in ostalih rakov v občini Kanal ob Soči in širši Goriški statistični regiji. S tem bo omogočeno tudi ocenjevanje učinkovitosti uvedenih ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja in zdravja prebivalstva.

LITERATURA

- European Environmental Agency. Beating cancer – the role of Europe's environment. EEA web report no. 01/2022 [spletna stran na internetu]. Pridobljeno 10.6.2025 s spletne strani: <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-burden-of-cancer/beating-cancer-the-role-of-europes>.
- Saracci R, Vincis P. Disease proportions attributable to environment. *Environ Health* 2007; 28; 6:38. doi: 10.1186/1476-069X-6-38.
- Modic S. Azbest. V: Zbornik Onkološki vikend (4; 1993; Šmarješke Toplice). Novo mesto: Krka, 1993: 49–55.
- Zadnik V, Primic Žakelj M, Jarm K, Žagar T. Time trends and spatial patterns in the mesothelioma incidence in Slovenia, 1961-2014. *Eur J Cancer Prev* 2017; S191–S196. doi: 10.1097/CEJ.0000000000000384.
- Dodič-Fikfak M, Šešok J, Valič S, Družina B, Jeren B, Eržen I, et al. Nacionalne smernice za azbest. Zaključno poročilo (1.12.1998 - 31.10.1999). Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja RS, 1999: 39–43.
- Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo. Evidenca upravljalcev sežigalnic odpadkov in naprav za sežig odpadkov, ki imajo okoljevarstveno dovoljenje za sežig – odstranjevanje odpadkov ali sežig – predelavo odpadkov, kot določa 28. člen Uredbe o sežigalnicah odpadkov in napravah za sežig odpadkov (Uradni list RS, št. 8/16, 116/21 in 44/22 – ZVO-2), na podlagi 154. člena Zakona o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-10, 78/23 – ZUNPEOVE in 23/24) [spletna stran na internetu] Pridobljeno 9.6.2025 s spletne strani: <https://spot.gov.si/sl/dejavnosti-in-poklici/dovoljenja/okoljevarstveno-dovoljenje-za-odstranjevanje-azbesta/>.
- Duratović Konjević A, Škrbec V, Tomšič S, Lokar K, Bric N, Zadnik V. 70 let Registra raka Republike Slovenije: znanje, kakovost, uporabnost. Ljubljana: Onkološki inštitut, 2020.
- Zadnik V (ur.). Rak v Sloveniji 2020. Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana, Epidemiologija in register raka, Register raka Republike Slovenije, 2023.
- Birk M, Žagar T, Tomšič S, Lokar K, Mihor A, Bric N, et al. Impact of indoor radon exposure on lung cancer incidence in Slovenia. *Cancers (Basel)* 2024; 9; 16(8): 1445. doi: 10.3390/cancers16081445.
- Žagar T, Valič B, Kotnik T, Korat S, Tomšič S, Zadnik V, et al. Estimating exposure to extremely low frequency magnetic fields near high-voltage power lines and assessment of possible increased cancer risk among Slovenian children and adolescents. *Radiol Oncol* 2023; 8; 57(1): 59–69. doi: 10.2478/raon-2023-0002.
- Bric N, Žagar T, Lokar K, Birk M, Oblak T, Mihor A, et al. 60-year time trends and cohort effect on mesothelioma incidence in Slovenia. V: ENCR IACR Scientific Conference, 14-16 November 2023. Granada: ENCR IACR, 2023: 270.
- Agencija za raziskovalno in inovacijsko dejavnost. Ocena potencialnega vpliva sežiga in sežežiga odpadkov na zdravstvene posledice pri ljudeh: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo. CRP V3-2236, 1.10.2022-28.2.2025. Ljubljana: Agencija za raziskovalno dejavnost, 2022.
- Zadnik V, Birk M, Oblak T, Jurtela M, Tomšič S, Lokar K, et al. Assessing the impact of waste co-incineration at the Anhovo cement plant (Slovenia) on the regional cancer burden. *Radiol Oncol* 2025 (še neobjavljen članek).
- Kucek A (ur). Ocena potencialnega vpliva sežiga in sežežiga odpadkov na zdravstvene posledice pri ljudeh: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo. Poročilo Ciljnega raziskovalnega projekta CRP V3-2236. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, marec 2025.
- dos Santos S. Cancer epidemiology: principles and methods. Lyon: IARC, 1999.
- International Agency for Research on Cancer. List of classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, IARC Monographs Volumes 1–138a. Lyon: IARC, 2019.
- World Health Organisation. The effect of occupational exposure to solar ultraviolet radiation on malignant skin melanoma and nonmelanoma skin cancer: a systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. Geneva: World Health Organization, 2021.
- Islami F, Marlow EC, Thomson B, McCullough ML, Rumgay H, Gapstur SM, et al. Proportion and number of cancer cases and deaths attributable to potentially modifiable risk factors in the United States, 2019. *CA Cancer J Clin* 2024; 74(5): 405–432. doi: 10.3322/caac.21858.
- Launoy G, Zadnik V, Coleman MP. Social environment and cancer in Europe: towards an evidence-based public health policy. Cham: Springer Nature Switzerland, 2021.
- Gabrijelčič Blenkuš M, Kofol Bric T, Zaletel M, Hočevar Grom A, Lesnik T. Neenakosti v zdravju: izziv prihodnosti v medsektorskem povezovanju. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2021.
- Lokar K, Žagar T, Zadnik V. Estimation of the ecological fallacy in the geographical analysis of the association of socio-economic deprivation and cancer incidence. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 22; 16(3): 296. doi: 10.3390/ijerph16030296.
- Albin M, Magnani C, Krstev S, Rapiti E, Shefer I. Asbestos and cancer: An overview of current trends in Europe. *Environ Health Perspect* 1999; 107(Suppl 2): 289–98. doi: 10.1289/ehp.99107s2289.
- Gariazzo C, Binazzi A, Alfio M, Massari S, Stafoggia M, Marinaccio A. Predictors of lung cancer risk: an ecological study using mortality and environmental data by municipalities in Italy. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18: 1896. doi: 10.3390/ijerph18041896.
- Klebe S, Leigh J, Henderson DW, Nurminen M. Asbestos, smoking and lung cancer: an update. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17: 258. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010258>.
- Simonato L, Agudo A, Ahrens W, Benhamou E, Benhamou S, Boffetta P, et al. Lung cancer and cigarette smoking in Europe: an update of risk estimates and an assessment of inter-country heterogeneity. *Int J Cancer* 2001; 15; 91(6): 876–87. doi: 10.1002/1097-0215(200102)9999:9999<::aid-ijc1139>3.0.co;2-7.
- Kovač V. Mezoteliomi. *Onkologija* 2012; 16(2): 64–68.
- Vimercati L, Cavone D, Delfino MC, De Maria L, Caputi A, Ferri GM, et al. Asbestos exposure and malignant mesothelioma of the tunica vaginalis testis: a systematic review and the experience of the Apulia (southern Italy) mesothelioma register. *Environ Health* 2019; 30; 18(1): 78. doi: 10.1186/s12940-019-0512-4.
- International Agency For Research on Cancer Working Group. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man, Vol. 14: asbestos. Lyon: IARC, 1987.
- Alpert N, van Gerwen M, Taioli E. Epidemiology of mesothelioma in the 21st century in Europe and the United States, 40 years after restricted/banned asbestos use. *Transl Lung Cancer Res* 2020; 9(Suppl 1): S28–S38. doi: 10.21037/tlcr.2019.11.11.
- Attanoos RL, Churg A, Galateau-Salle F, Gibbs AR, Roggli VL. Malignant mesothelioma and its non-asbestos causes. *Arch Pathol Lab Med* 2018; 142(6): 753–760. doi: 10.5858/arpa.2017-0365-RA.
- Broeckx G, Pauwels P. Malignant peritoneal mesothelioma: a review. *Transl Lung Cancer Res* 2018; 7(5): 537–542. doi: 10.21037/tlcr.2018.10.04.
- Mott FE. Mesothelioma: a review. *Ochsner J* 2012; 12(1): 70–9.
- Franko A, Kotnik N, Goricar K, Kovac V, Dodič-Fikfak M, Dolzan V. The influence of genetic variability on the risk of developing malignant mesothelioma. *Radiol Oncol* 2018; 24; 52(1): 105–111. doi: 10.2478/raon-2018-0004.
- Mangone L, Storch C, Pinto C, Giorgi Rossi P, Bisceglia I, Romanelli A. Incidence of malignant mesothelioma and asbestos exposure in the Emilia-Romagna region, Italy. *Med Lav* 2022; 24; 113(5): e2022047. doi: 10.23749/mdl.v113i5.13312.
- Pira E, Donato F, Maida L, Discalzi G. Exposure to asbestos: past, present and future. *J Thorac Dis* 2018; 10(Suppl 2): S237–S245. doi: 10.21037/jtd.2017.10.126.
- Kameda T, Takahashi K, Kim R, Jiang Y, Movahed M, Park EK, et al. Asbestos: use, bans and disease burden in Europe. *Bull World Health Organ* 2014; 92(11): 790–7. doi: 10.2471/BLT.13.132118.
- Roskamp M, De Schutter H, Henau K, Nackaerts K, Van Meerbeeck JP, Praet M, et al. Assessing the completeness and correctness of the registration of malignant mesothelioma in Belgium. *Lung Cancer* 2018; 122: 38–43. doi: 10.1016/j.lungcan.2018.05.018.
- Oblak T, Carli T, Zadnik V, Samec N, Kucek A. Povezanost med rakom in onesnaževali, ki nastanejo v procesih sežiga in sežežiga odpadkov: krovni pregled literature. *Onkologija* 2023; 27(2): 26–38. doi: 10.25670/oi2023-007on.
- Zadnik V, Guillaume E, Lokar K, Žagar T, Primic Žakelj M, Launoy G, et al. Slovenian version of the European Deprivation Index at municipal level. *Zdr Varst* 2018; 57(2): 47–54. doi: 10.2478/sjph-2018-0007.
- Joseph AC, Fuentes M, Wheeler DC. The impact of population mobility on estimates of environmental exposure effects in a case-control study. *Stat Med* 2020; 39(11): 1610–1622. doi: 10.1002/sim.8501.
- Gelman A, Carlin JB, Stern HS, Rubin DB. Bayesian Data Analysis. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2003.
- Waller LA, Gotway CA. Applied Spatial Statistics for Public Health Data. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.
- Zakon o zbirkah podatkov s področja zdravstvenega varstva (ZZPPZ) (2000). Uradni list RS, št. 65/00, 47/15, 31/18, 152/20 – ZZUOP, 175/20 – ZIUOPDVE, 203/20 – ZIUPOPdVE, 112/21 – ZNUPZ, 196/21 – ZDOsk, 206/21 – ZDUPŠOP, 141/22 – ZNUNBZ, 18/23 – ZDU-10, 84/23 – ZDOsk-1 in 112/24 – ZDIUZDZ. Pridobljeno 12.6.2025 s spletne strani: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO1419>.
- Zakon o varstvu osebnih podatkov (ZVOP-2) (2022). Uradni list RS, št. 163/22. Pridobljeno 12.6.2025 s spletne strani: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO7959>.
- Lewandowska A, Rudzki M, Rudzki S, Lewandowski T, Laskowska B. Environmental risk factors for cancer – review paper. *Ann Agric Environ Med* 2019; 26: 1–7. doi: 10.26444/aacm/94299.
- National Cancer Institute. Environmental carcinogens and cancer risk. Pridobljeno 10.6.2025 s spletne strani: <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/substances/carcinogens>.
- Boffetta P, Nyberg F. Contribution of environmental factors to cancer risk. *Br Med Bull* 2003; 68: 71–94. doi: 10.1093/bmp/ldg023.
- International Agency for Research on Cancer. Environment and Lifestyle Epidemiology Branch (ENV). Pridobljeno 10.6.2025 s spletne strani: <https://www.iarc.who.int/branches-env/>.
- Goodson WH 3rd, Lowe L, Carpenter DO, Gilbertson M, Manaf Ali A, Lopez de Cerain Salsamendi A, et al. Assessing the carcinogenic potential of low-dose exposures to chemical mixtures in the environment: the challenge ahead. *Carcinogenesis* 2015; 36(Suppl 1): S254–96. doi: 10.1093/carcin/bgv039.
- Nacionalni inštitut za javno zdravje. Reševanje okoljsko-zdravstvene problematike onesnaženega območja. Zgornja Mežiška dolina – primer dobre prakse. Posvet, 12.4.2019. Pridobljeno 12.6.2025 s spletne strani: https://www.sanacija-svinec.si/wp-content/uploads/2024/03/Zivljenje_s_svincem_DS_2019_B.pdf.
- Zakon o prepovedi proizvodnje in prometa z azbestnimi izdelki ter o zagotovitvi sredstev za prestrukturiranje azbestne proizvodnje v neazbestno (ZPPPA) (1996). Ur. l. RS, št. 56/1996. Pridobljeno 9.6.2025 s spletne strani: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/1996-01-3229/zakon-o-prepovedi-proizvodnje-in-prometa-z-azbestnimi-izdelki-ter-o-zagotovitvi-sredstev-za-prestrukturiranje-azbestne-proizvodnje-v-neazbestno-zpppai>.
- Miklič Milek D, Rutar M, Dodič Fikfak M. Priročnik Varno odstranjevanje azbestcementne kritine. Promocija zdravja za varno delo z azbestom. Ljubljana: Univerzitetni klinični center Ljubljana, 2016.
- Bitenc K, Krošel M, Lampič V, Pohar M, Veninšek Perpar I. Informacija o nastajajočih registrih stavb, ki vsebujejo azbest. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2023.
- Levpuscek K, Goričar K, Kovač V, Dolzan V, Franko A. The influence of genetic variability of DNA repair mechanisms on the risk of malignant mesothelioma. *Radiol Oncol* 2019; 53(2): 206–212. doi: 10.2478/raon-2019-0016.
- Kovač V, Zwitter M, Žagar T. Improved survival after introduction of chemotherapy for malignant pleural mesothelioma in Slovenia: Population-based survey of 444 patients. *Radiol Oncol* 2012; 46(2): 136–44. doi: 10.2478/v10019-012-0032-0.

56. Šinkovec M. Vzorčenje tal na območju občine Kanal ob Soči. Končno poročilo. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 2022. Pridobljeno 12.6.2025 s spletne strani: <https://www.obcina-kanal.si/sl/novice/2022050413445266/vzorcenje-tal-na-obmocju-obcine-kan%20al-ob-soci-nar0012-2022--koncno-porocilo/>.

57. World Health Organisation. Elimination of asbestos-related diseases. Updated March 2014. Geneve: WHO, 2014. Pridobljeno 12.6.2025 s spletne strani: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-FWC-PHE-EPE-14.01>.

58. IARC. Evropski kodeks proti raku. Pridobljeno 12.6.2025 s spletne strani: <https://cancer-code-europe.iarc.fr/index.php/sl/>.

59. Fasola G, Belvedere O, Aita M, Zanin T, Follador A, Cassetti P, et al. Low-dose computed tomography screening for lung cancer and pleural mesothelioma in an asbestos-exposed population: baseline results of a prospective, nonrandomized feasibility trial--an Alpe-adria Thoracic Oncology Multidisciplinary Group Study (ATOM 002). *Oncologist* 2007; 12(10): 1215–24. doi: 10.1634/theoncologist.12-10-1215.

60. Roberts HC, Patsios DA, Paul NS, DePerrot M, Teel W, Bayanati H, et al. Screening for malignant pleural mesothelioma and lung cancer in individuals with a history of asbestos exposure. *J Thorac Oncol* 2009; 4(5): 620–8. doi: 10.1097/JTO.0b013e31819f2e0e.

© Avtor(ji). To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva 4.0.

© The author(s). This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0. International License (CC-BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>