

Ocena potencialnega vpliva sežiga in sosežiga odpadkov na breme raka: modelna študija na primeru cementarne Salanit Anhovo

*delno poročilo pri CRP projektu Ocena potencialnega vpliva sežiga
in sosežiga odpadkov na zdravstvene posledice pri ljudeh: modelna
študija na primeru cementarne Salanit Anhovo*

Vesna Zadnik, Mojca Birk, Teja Oblak, Maja Jurtela, Sonja Tomšič, Katarina Lokar,
Ana Mihor, Nika Bric, Miran Mlakar, Amela Duratović Konjević, Tina Žagar
Ljubljana, november 2024

Raziskava

Ocena potencialnega vpliva sežiga in sosežiga odpadkov na breme raka: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo

delno poročilo pri CRP projektu *Ocena potencialnega vpliva sežiga in sosežiga odpadkov na zdravstvene posledice pri ljudeh: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo*

Izvajalec

Izvajalec:

Onkološka epidemiologija in register raka, Onkološki inštitut Ljubljana, Zaloška 2,
1000 Ljubljana

Odgovorni nosilec raziskave:

prof. dr. Vesna Zadnik, dr. med., specialistka javnega zdravja

Izdelovalci raziskave:

prof. dr. Vesna Zadnik, dr. med., specialistka javnega zdravja
Mojca Birk, mag. upor. stat.

Teja Oblak, dr. med., specialistka interne medicine

Maja Jurtela, dr. med., mag. stat. (Francija)

dr. Sonja Tomšič, dr. med., specialistka javnega zdravja

Katarina Lokar, prof. zdr. vzg.

Ana Mihor, dr. med., specialistka javnega zdravja

Nika Bric, mag. graf. inž.

Miran Mlakar, uni. dipl. inž. računalništva in informatike

mag. Amela Duratović Konjević, univ. dipl. komunikologinja

dr. Tina Žagar, univ. dipl. fiz.

Naročnik

Raziskava je del raziskovalnega projekta Javne agencije za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije z naslovom Ocena potencialnega vpliva sežiga in sosežiga odpadkov na zdravstvene posledice pri ljudeh: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo (ARIS V3-2236).

Datum

November 2024.

Besedilo ni lektorirano.

Uporaba in objava besedila ali podatkov, v celoti ali deloma, dovoljena le z navedbo vira: Zadnik V, Birk M, Oblak T, Jurtela M, Tomšič S, Lokar K, Mihor A, Bric N, Mlakar M, Duratović Konjević A, Žagar T. Ocena potencialnega vpliva sežiga in sosežiga odpadkov na breme raka: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo. Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana, Onkološka epidemiologija in register raka, 2024.

Seznam okrajšav in kratic

Kratika	Pomen
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
Cr	krom (kemijski element)
CRP	Centralni register prebivalstva
datoteke shapefiles	poimenovanje datotek, ki vsebujejo podatke v vektorski obliki za uporabo v programih geografskih informacijskih sistemov (<i>angl.</i> shapefiles, kratica SHP); uporablja se v množini, saj gre vedno za skupino vsaj treh datotek
EMŠO	enotna matična številka občana
GIS	geografski informacijski sistem (podatkovni procesni sistem za zbiranje, shranjevanje, analizo in prikazovanje prostorskih podatkov)
IARC	Mednarodna agencija za raziskovanje raka (<i>angl.</i> International Agency for Research on Cancer)
ICD-O-3.2	Mednarodna klasifikacija bolezni za onkologijo z dopolnitvami iz leta 2020 (<i>angl.</i> International Classification of Diseases for Oncology (third revision, 2020 update))
INLA	integrirana gnezdena Laplaceova aproksimacija (<i>angl.</i> integrated nested Laplace approximation)
IZ	interval zaupanja
KI	kredibilni interval
PAF	pripisljivi delež raka (<i>angl.</i> population attributable fraction)
PM10	prašni delci (<i>angl.</i> Particulate Matter (PM)), ki so prisotni v zraku in imajo aerodinamski premer do 10 µm
PM2,5	prašni delci (<i>angl.</i> particulate matter (PM)), ki so prisotni v zraku in imajo aerodinamski premer do 2,5 µm
ppm	število delcev na milijon (<i>angl.</i> parts per million)
RRRS	Register raka Republike Slovenije
RS	Republika Slovenija
SI-EDI	slovenska različica evropskega kazalnika primanjkljaja (<i>angl.</i> Slovenian version of European deprivation index)
SSS	Starostno standardizirana incidenčna stopnja, uporaba neposredne metode standardizacije
SURS	Statistični urad Republike Slovenije

Kazalo

POVZETEK	5
1. UVOD	8
2. EPIDEMIOLOŠKI TEMELJI ZA RAZISKAVO	10
2.1. POJAVLJANJE RAKA IN VPLIV OKOLJA	10
2.2. ONESNAŽEVALA, KI NASTANEJO PRI SEŽIGU IN SOSEŽIGU ODPADKOV	12
2.3. ONESNAŽEVALA IN RAK	13
2.4. DOSEDANJE SLOVENSKE RAZISKAVE	16
3. PODATKI IN METODE	17
3.1. PROSTORSKE ENOTE	17
3.2. BOLNIKI Z RAKOM	20
3.3. PREBIVALCI	25
3.4. KONCENTRACIJA DELCEV PM ₁₀ V ZRAKU	29
3.5. VSEBNOST KROMA V TLEH	31
3.6. KAZALNIK PRIMANJKLJAJA SI-EDI	33
3.7. STATISTIČNE METODE IN PROGRAMSKA OPREMA	35
4. INCIDENCA RAKA	39
4.1. INCIDENCA RAKA IN ČASOVNI TREND	40
4.2. MEZOTELIOM	47
5. PROSTORSKE ANALIZE	50
5.1. ANALIZA PO NASELJIH	50
5.1.1. Območje občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin	50
5.1.2. Območje občine Kanal	53
5.1.3. Naselja občine Kanal, kjer so bile izvedene meritve vsebnosti kroma	55
5.2. ANALIZA PO KATEGORIJAH KONCENTRACIJE PM ₁₀	56
5.2.1. Območje občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin	57
5.2.2. Območje občine Kanal	58
5.3. ANALIZA PO KATEGORIJAH VSEBNOSTI KROMA V TLEH	60
5.4. ŽARIŠČNA ANALIZA	62
6. ZAKLJUČKI	65
6.1. UGOTOVITVE	65
6.2. SKLEPI	68
7. LITERATURA	69
8. PRILOGE	74

Povzetek

Izhodišče

V Sloveniji rakave bolezni predstavljajo pomemben vzrok zbolewnosti in so na drugem mestu po vzroku smrti. Razvoj raka je posledica številnih dejavnikov, tako varovalnih kot nevarnostnih, ki vplivajo na posameznika skozi več desetletij. Po ocenah Evropske agencije za okolje je okrog 10 % primerov raka v Evropi možno pripisati izpostavljenosti okoljskim onesnaževalom in poklicni izpostavljenosti.

V raziskavi *Ocena potencialnega vpliva sežiga in sosežiga odpadkov na breme raka: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo*, ki smo jo v okviru raziskovalnega projekta CRP V3-2236 z naslovom *Ocena potencialnega vpliva sežiga in sosežiga odpadkov na zdravstvene posledice pri ljudeh: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo*, opravili strokovnjaki epidemiološke službe na Onkološkem inštitutu Ljubljana, smo ugotavljali breme raka na ozjem in širšem območju Anhovega ter postavili metodološke temelje za spremljanje pojavljanja raka v povezavi z okoljskimi onesnaževali.

Pristop

Raziskava je bila zastavljena kot prostorska opisno-korelacijska epidemiološka študija. V prvem delu smo naredili pregled incidence raka na območju goriške statistične regije z dodatnim ciljanim pregledom bremena mezotelioma, saj le ta že znano predstavlja javnozdravstveni problem v Posočju.

Osnovna prostorska enota za analizo, ki je služila kot temelj za spremljanje pojavljanja raka v povezavi z onesnaževali, so bila naselja. Dodatno smo analizirali podatke na nivoju prostorske mreže v velikosti 1 km ter posebej pripravljenih prostorskih enot za žariščno analizo. Na vsaki ravni smo s pomočjo programske opreme za geografske informacijske sisteme (GIS) sklopili štiri vire podatkov: (1) iz Registra raka Republike Slovenije vse zbolele za rakom skupaj s kazalnikom socialno-ekonomskega primanjkljaja, (2) iz Statističnega urada Republike Slovenije prebivalce, ter iz (3) Agencije Republike Slovenije za okolje in (4) Biotehnične fakultete Univerze v Ljubljani izpostavljenost onesnaževalom v okolju.

Pri preučevanju prostorskega pojavljanja raka v povezavi z onesnaževali, ki nastanejo pri sežigu in sosežigu odpadkov, smo se omejili na tista onesnaževala, za katere smo v krovnem pregledu literature našli povezavo z rakom. Analizirali smo 10-letno obdobje od 2011 do 2020. Dodatno smo upoštevali različno razporejanje prebivalstva z ozirom na njegovo številčnost, spol in starostno strukturo; kot pojasnjevalne spremenljivke pa smo vključili prostorsko razporeditev onesnaževal in kazalnika socialno-ekonomskega primanjkljaja s poudarkom na interpretaciji vpliva pojasnjevalnih spremenljivk na pojavljanje raka. Pripravljena je tudi analiza po kategorijah izpostavljenosti izbranim onesnaževalom.

Osnovni kazalnik, s katerim smo primerjali razlike v bremenu raka med posameznimi prostorskimi območji, je bila incidenca – število novo zbolelih za posamezno vrsto raka v enem letu. V rezultatih prikazujemo starostno standardizirane incidenčne stopnje. Rak je namreč bolezen starejših ljudi, zato je tam, kjer je prebivalstvo starejše, raka več že samo zaradi višje starosti prebivalcev. Kjer je število prebivalcev v posameznem območju majhno, je ustrezno majhno tudi število bolnikov z določeno vrsto raka in rezultati so tako izrazito podvrženi vplivu naključja. Vpliv naključja za majhne prostorske enote smo omejili s hierarhičnimi Bayesovimi modeli prostorskega glajenja. Za različne modele prostorskega razporejanja raka smo izračunali pripisljivi delež raka, ki predstavlja delež novih primerov raka, ki bi jih lahko preprečili, če bi se izognili določenemu dejavniku tveganja. V poročilu predstavljamo rezultate grafično, v obliki zemljevidov incidence raka. Ključni številski rezultati so dodatno izpostavljeni v besedilu in preglednicah.

Ugotovitve

Podobno kot drugod v Sloveniji se tudi v goriški regiji število novih bolnikov z rakom (incidenca) od leta 1961 stalno povečuje. Groba incidenčna stopnja raka se je v zadnjih dvajsetih letih v Sloveniji povečala za 45 %, v goriški regiji pa za 53 %. V občini Kanal ob Soči (Kanal) je groba incidenčna stopnja statistično neznačilno višja, a ne narašča tako hitro, saj se je v istem obdobju povečala za 31 %. Glavni razlog za opisan porast incidence je staranje prebivalstva, saj dve tretjini rakov nastane pri starejših od 65 let. Starostno standardizirana incidenčna stopnja raka se od leta 2001 do 2020 večja počasneje kot groba stopnja raka v Sloveniji (za 1,0 % povprečno letno) in goriški regiji (za 1,4 % povprečno letno), v občini Kanal pa se ne spreminja. Časovni trend deset najpogostejših rakov se za goriško regijo in občino Kanal ne razlikuje bistveno od trenda pojavljanja rakov v Sloveniji z izjemo mezotelioma v občini Kanal, katerega delež med vsemi raki je v zadnjih 20 letih med 10 % in 13 %, dobrodošla novica pa je, da je s prvega mesta v 2001–2005 zdrsnil na četrto mesto v zadnjih desetih letih.

Incidenca mezotelioma z dolgoletnim zamikom sledi naraščanju ter nato upadanju uvoza azbesta v državo. Vrh incidence mezotelioma je bil v Sloveniji že dosežen leta 2004. Po približno desetletnem stabilnem trendu je sledilo manjšanje SSS mezotelioma povprečno za 3,1 % na leto (obdobje 2014–2022). Število zbolelih za mezoteliomom v občini Kanal po letu 1986 predstavlja med 11 % in 15 % vseh odkritih primerov v Sloveniji z izjemo obdobja 2001–2005, ko je bilo v občini Kanal odkritih 21 % vseh primerov mezotelioma.

V obdobju 2011–2020 lahko na podlagi prostorske analize po naseljih za območje štirih občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin presežkom v kazalniku socialno-ekonomskega primanjkljaja SI-EDI pripišemo 3,6 % vseh primerov raka, presežkom delcev PM₁₀ pa 3,2 % primerov raka. Analiza po naseljih štirih občin je izpostavila naselje Deskle, za katero je relativno tveganje raka za okoli 30 % višje kot med vsemi prebivalci navedenih občin skupaj. Za raziskovanje vpliva cementarne Salonit Anhovo na okolico smo prostorsko analizo ponovili na manjšem območju, samo za naselja občine Kanal – ta analiza ni pokazala povečanega relativnega tveganja raka za nobeno naselje (tudi za naselje Deskle ne).

Meritve kroma v tleh so bile izvedene samo v nekaterih naseljih občine Kanal, zato smo prostorsko analizo povezanosti vsebnosti kroma v tleh s pojavljanjem raka naredili za manjše število naselij kot pri analizi delcev PM₁₀ – tudi ta analiza ni pokazala povečanega relativnega tveganja raka za nobeno naselje v občini Kanal.

Vse prostorske analize smo ponovili za izbrane vrste rakov (pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi) – pri nobeni nismo ugotovili povečanega relativnega tveganja raka v kateri od analiziranih prostorskih enot.

Drugi sklop analiz je bil izveden na podlagi razvrščanja prostorskih enot glede na kategorije koncentracije PM₁₀ in vsebnosti kroma v tleh. Ker imajo te kategorije večje število prebivalcev (in posledično rakov), je bilo možno izvesti dodatne analize tudi za izbrane vrste rakov: pljučni rak, ne-Hodgkinov limfom in sarkomi. Relativno tveganje ni statistično značilno večje za nobeno od kategorij merjenih onesnaževal za nobeno od analiziranih vrst raka ter za nobenega od dveh prostorskih nivojev (naselja in mreža 1 km x 1 km).

S pomočjo žariščne analize smo preverjali tudi, ali se tveganje raka pri prebivalcih, ki živijo v okolici sosežigalnice, manjša z večanjem oddaljenosti stalnega prebivališča od treh dimnikov obrata. Na podlagi žariščne analize zaključujemo, da prebivalci, ki živijo v bližnji okolici cementarne in naprave za sosežig Salonit Anhovo, nimajo statistično značilnega povečanega tveganja raka v primerjavi s prebivalci, ki živijo dlje od dimnikov.

Sklepi

V raziskavi smo razvili kompleksno metodologijo za analizo prostorskih in časovnih trendov incidence raka in spremljanjem vpliva onesnaževal, ki jo bo možno replicirati v prihodnjih epidemioloških študijah na podlagi rutinsko zbranih podatkov. Presežkov v pojavljanju raka, ki bi jih lahko pripisali onesnaževalom, nastalih pri sosežigu odpadkov v cementarni Anhovo, v naši raziskavi nismo ugotovili. Priporočamo, da se zaradi dolge latentne dobe, ki mora preteči med izpostavljenostjo (okoljskim) dejavnikom in zbolevanjem za rakom (med 15 in 20 let), raziskava ponovi čez približno deset let z namenom ugotavljanja morebitne povezanosti med zbolevanjem za rakom in izpostavljenostjo onesnaževalom danes. V raziskavi opisana sedanja ogroženost prebivalcev Anhovega in okolice z rakom pa bo služila kot referenčna vrednost za primerjave v prihodnjih obdobjih. Na ta način bo omogočeno tudi ocenjevanje učinkovitosti predlaganih ukrepov za izboljšanje splošnega zdravstvenega stanja v regiji.

1. Uvod

V Sloveniji rakave bolezni predstavljajo pomemben vzrok zbolewnosti in so na drugem mestu po vzroku umrljivosti (Zadnik et al. 2017b). Povečanje števila rakavih bolezni je eden od zdravstvenih kazalnikov, za katerega je lahko soodgovorno tudi onesnaženo okolje. Količina proizvedenih odpadkov v svetu narašča, vse več je industrijskih izdelkov široke potrošnje, predvidenih za enkratno uporabo. Strategije odstranjevanja odpadkov vključujejo recikliranje, odlaganje in sežiganje. Pri sežigu in sosežigu, odvisno od številnih dejavnikov, vsakokrat nastaja in se v ozračje sprošča mešanica strupenih snovi. Kombinacija le-teh ima lahko različne učinke na zdravje ljudi in okolje, saj smo jim ljudje izpostavljeni neposredno preko vdihavanja, poleg tega pa se nevarne snovi preko suhe in/ali mokre depozicije odlagajo na zemljino in v površinske vode ter posledično prehajajo v podtalnico. Škodljive plinaste snovi in delci različnih velikosti nastajajo tudi med proizvodnjo cementa. Izsledki sistematičnega pregleda literature kažejo, da cementna industrija predstavlja tveganje za povečevanje koncentracije težkih kovin in policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAO) v okoliških zemljinah. To je pomembno, saj smo preko zemljine, vode, predvsem pa hrane rastlinskega in živalskega izvora, onesnaževalom izpostavljeni tudi ljudje.

Razvoj raka je posledica številnih dejavnikov, tako varovalnih kot nevarnostnih, ki vplivajo na posameznika skozi več desetletij. Po ocenah Evropske agencije za okolje (*angl.* Environmental European Agency, EEA) je okrog 10 % primerov raka v Evropi možno pripisati izpostavljenosti okoljskim onesnaževalom in poklicni izpostavljenosti (European Environmental Agency, 2022). Na nastanek raka največkrat vplivajo kombinacija nevarnostnih dejavnikov, trajanje in jakost izpostavljenosti ter čas od začetka izpostavljenosti (latentna doba), ki pa kljub temu ne morejo popolnoma pojasniti nastanka bolezni pri posamezniku, saj večinski delež prispevajo genetski dejavniki in naključje.

V Sloveniji so že bile narejene in objavljene raziskave o povezavi različnih okoljskih izpostavljenosti in pojavljanju raka. Za območje goriške statistične regije so predvsem relevantne analize prostorske in časovne porazdelitve mezotelioma, za nastanek katerega je ključna izpostavljenost azbestu (Zadnik et al. 2017, Bric et al. 2023). Mezoteliom je maligni rak plevre (poprsnice oz. mreke, ki obdaja pljuča in prsni koš), zelo redko se pojavlja kot rak peritoneja (potrebušne mreke) in izjemno redko kot rak perikarda (osrčnika). Nastanek plevralnega mezotelioma pri ljudeh je v večini primerov povezan z izpostavljenostjo azbestu pri delavcih v proizvodnji in uporabi azbesta kot gradbenega materiala, pri prebivalcih pa izpostavljenosti temu materialu v okolju (Schuhmacher et al. 2004, Robinson 2012, Zadnik 2017a). Zato v tem poročilu posodabljam podatke ter povzemamo ugotovitve o bremenu mezotelioma v goriški regiji in Sloveniji do vključno incidenčnega leta 2022. Dodatno je pripravljen celostni pregled bremena raka na tem območju.

V sklopu raziskave smo naredili tudi krovni pregled literature o povezanosti med rakom in onesnaževali, ki nastanejo v procesih sežiga in sosežiga odpadkov, ter ga objavili kot samostojni pregledni znanstveni članek v reviji z recenzijo (Oblak et al. 2023). Na podlagi tega pregleda smo določili onesnaževala ter rake, ki jih smo jih vključili v podrobnejše analize na majhnih prostorskih enotah.

V raziskavi *Ocena potencialnega vpliva sežiga in sosežiga odpadkov na breme raka: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo*, ki smo jo v okviru raziskovalnega projekta ARIS V3-2236 z naslovom *Ocena potencialnega vpliva sežiga in sosežiga odpadkov na zdravstvene posledice pri ljudeh: modelna študija na primeru cementarne Salonit Anhovo* opravili strokovnjaki epidemiološke službe na Onkološkem inštitutu Ljubljana, smo tako v okviru posebne raziskave zbrali podatke iz podatkovne zbirke Registra raka Republike Slovenije in ostalih državnih podatkovnih virov ter opravili specifične analize, katerih cilj je bil:

1. ugotoviti, kakšno je trenutno stanje na področju ogroženosti prebivalcev goriške regije z rakom in ga primerjati s stanjem v preteklosti,
2. ovrednotiti morebitne razlike v tveganju raka znotraj goriške regije,
3. presoditi, ali je tveganje določenih rakov večje za prebivalce, ki živijo blizu izbranega vira onesnaženja.

Osnovni namen raziskave je bil opisati sedanjo ogroženost prebivalcev Anhovega in okolice z rakom, rezultati analize pa bodo služili tudi kot referenčna vrednost za primerjave v naslednjih obdobjih in bodo na ta način omogočali ocenjevanje učinkovitosti predlaganih ukrepov za izboljšanje splošnega zdravstvenega stanja v regiji.

V zaključnem delu analize smo razporejanje raka pojasnjevali z upoštevanjem izpostavljenosti onesnaževal v okolju ter s hkratnim vključevanjem podatka o socialno-ekonomskem statusu. Pri ugotavljanju povezave med izpostavljenostjo onesnaževalom in pojavljanju raka v Sloveniji smo upoštevali različno razporejanje prebivalstva z ozirom na njegovo številčnost, spol in starostno strukturo; kot pojasnjevalni spremenljivki smo vključili informacije o onesnaževalih in kazalniku socialno-ekonomskega primanjkljaja. V poročilu predstavljamo rezultate grafično, v obliki zemljevidov, ključni numerični kazalniki so izpostavljeni v tekstu.

2. Epidemiološki temelji za raziskavo

V sklopu raziskave smo naredili krovni pregled literature o povezanosti med rakom in onesnaževali, ki nastanejo v procesih sežiga in sosežiga odpadkov. Z iskalno strategijo je bilo opredeljenih 7.701 dokumentov, v kvalitativno analizo pa vključenih 14 sistematičnih pregledov literature, od katerih jih 5 vključuje metaanalizo. Na podlagi pregleda literature je bil objavljen članek (Oblak et al. 2023), v katerem je navedena vsa pregledana literatura skupaj s povzetki, v tem poglavju pa opisujemo vpliv okolja na pojavljanje raka ter povzemamo ključne ugotovitve pregleda literature.

2.1. Pojavljanje raka in vpliv okolja

Na zdravje vplivajo številni različni dejavniki, t. i. determinante zdravja, ki so bodisi varovalni dejavniki – delujejo v smeri spodbujanja zdravja ali nevarnostni dejavniki – delujejo v smeri zmanjševanja zdravja oz. vplivajo na razvoj bolezni. Determinante zdravja lahko razdelimo v več sklopov, od genetskih, življenjskih do okoljskih dejavnikov (Slika 1). Pri posameznih boleznih iste determinante zdravja lahko vplivajo v različne smeri: na primer spol je pri nekaterih boleznih nevarnostni dejavnik, pri drugih pa je varovalni dejavnik. Na nekatere determinante, kot so spol, starost in genetika, povečini ne moremo vplivati, drugi dejavniki pa so stvar osebne izbire, okolja in družbe, v kateri živimo.



Slika 1: Determinante zdravja (povzeto po Dahlgren et al. 2006).

Razvoj bolezni je multifaktorski proces, na katerega vplivajo različne determinante zdravja prek celotnega človekovega življenja. Da pride do bolezenskih sprememb, je potrebna kombinacija različnih nevarnostnih dejavnikov, ki se morajo zgoditi oziroma biti prisotni, ali varovalnih dejavnikov, ki morajo biti šibki oziroma izostati. Ti dejavniki se morajo pojaviti v določenem

trajanju, v določeni jakosti in zaporedju, da privedejo do sprememb v funkcioniranju celice / tkiva / organa / celotnega organizma, kar vodi v trajne spremembe in razvoj bolezni. Za večino bolezni je potrebno daljše obdobje izpostavljenosti, da se bolezen razvije. Ista bolezen ima praviloma več različnih mehanizmov nastanka (velikokrat jih mora sočasno delovati tudi več hkrati), kar pomeni, da posamezen nevarnostni dejavnik nikoli ne razloži celotnega pojava bolezni, običajno posamezni nevarnostni dejavnik lahko povezujemo le z manjšim deležem primerov.

Da bi se izognili neutemeljenemu in prehitremu sklepanju o vzročnih povezavah med posameznim nevarnostnim dejavnikom in posledico / boleznijo, je leta 1965 epidemiolog Sir Austin Bradford Hill predstavil devet meril (Tabela 1) (Hill 1965), ki jih je potrebno proučiti in pretehtati, da lahko z veliko verjetnostjo govorimo o vzročni povezanosti.

Tabela 1: Bradford Hillova merila za ugotavljanje vzročnosti (Hill 1965).

1	Moč povezave Močna povezava je bolj verjetno vzročna kot šibka povezava
2	Ponovljivost rezultatov (konsistenca) Povezava je bila dokazana večkrat, v različnih raziskavah
3	Specifičnost povezave Izpostavljenost določenemu dejavniku je povezana z vedno enakim izidom
4	Časovna povezava Izpostavljenost je prisotna pred opazovanim izidom
5	Povezava med dozo in učinkom (biološki gradient) Obstaja povezava med dozo izpostavljenosti in velikostjo opazovanega izida
6	Biološka verjetnost Za povezavo obstaja verjetna biološka razlaga
7	Ujemanje rezultatov (koherenca) Povezava ni v nasprotju (se ujema) z dosedanjimi znanstvenimi spoznanji in zakoni narave
8	Eksperimentalni dokazi Eksperimentalni dokazi, še posebej iz randomiziranih raziskav, večajo verjetnost vzročnosti
9	Analogija Poznamo povezavo med podobnima dejavnikoma ali povezavo med enakima dejavnikoma v drugih okoliščinah (na primer pri živalih)

2.2. Onesnaževala, ki nastanejo pri sežigu in sosežigu odpadkov

V Uradnem listu Republike Slovenije, Uredbi o sežigalnicah odpadkov in napravah za sosežig odpadkov št. 116/21 z dne 16. 7. 2021 (Ur. l. RS, št. 8/16, 116/21 in 44/22–ZVO-2; <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6511#>) je navedeno, da je sežig in sosežig odpadkov kontroliran oksidativni termični razpad odpadkov pri visokih temperaturah v za to tehnološko posebej zasnovanih napravah. Če je prvotni namen toplotna obdelava odpadkov, pri čemer se lahko izkoristi tudi pridobljena zgorevalna toplota, je naprava opredeljena kot sežigalnica. Če je glavni namen tega procesa proizvodnja energije ali izdelkov, kjer so odpadki uporabljeni kot glavno ali dodatno gorivo, pa govorimo o napravi za sosežig.

V procesu sežiga in sosežiga nastanejo plinasti produkti zgorevanja in tekoči ali trdni ostanki, ki lahko vsebujejo težke kovine (kadmij, krom, nikelj, svinec, arzen, živo srebro idr.) ter organske snovi (poliklorirane bifenile (PCB), dioksine in furane, policiklične aromatske ogljikovodike (PAO)), delce v zunanjem zraku PM₁₀ in PM_{2,5}, idr. (Valberg et al. 1996). Nastanek teh onesnaževal je odvisen od vrste odpadkov, pogojev zgorevanja in postopkov za zmanjšanje onesnaževal (npr. procesi za zmanjšanje vsebnosti določenih težkih kovin in dušikovih oksidov, prašnih delcev, organskih snovi), hkrati pa tudi rednega vzdrževanja, obratovalnega monitoringa in tehnoloških nadgradenj (Valberg et al. 1996). Proizvodnja cementnega klinkerja poteka v cementarnah z žganjem surovinske moke. V procesu nastanka cementnega klinkerja lahko nastanejo izpusti PM₁₀ in PM_{2,5}, dušikovih oksidov, žveplovega dioksida in ogljikovega oksida, organskih snovi (dioksini, furani, PAO), azbesta in težkih kovin (Schuhmacher et al. 2004).

Izpostavljenost onesnaževalom iz procesov sežiga, sosežiga in proizvodnje cementa je možna neposredno preko vdihanega onesnaženega zraka ali vnosa preko stika z zemljo ter posredno preko vnosa onesnažene hrane in vode (Valberg et al. 1996). Najbolj izpostavljena populacija so delavci v obratih ter okoliški prebivalci. Že zgodnje študije so pokazale možno povezanost med izpusti onesnaževal iz sežigalnic in cementarn in tveganjem, incidenco ali smrtjo zaradi nekaterih vrst raka (Viel et al. 2000, Floret et al. 2003). Pri tem velja poudariti, da so bile stare sežigalnice in cementarne tehnološko nerazvite in jih ni mogoče primerjati s sedanjimi.

Za izpostavljenost potencialno zdravju škodljivim okoljskim onesnaževalom je značilno, da gre za dolgotrajno, intermitentno izpostavljenost nizkim koncentracijam kemičnih snovi, ki nastopajo v različnih kombinacijah in jih v telo vnašamo prek različnih poti (dihal, kože ali prebavil) (Sankpal et al. 2012, Goodson et al. 2015). Koncentracije onesnaževal, ki jim je izpostavljeno človeško telo, so v prvi vrsti odvisne od količin, ki jih sprošča vir, in oddaljenosti od vira onesnaževanja; nadalje pa od razpršitve, razredčitve ter odlaganja teh snovi v zraku, zemlji in vodi. Obenem so odvisne od vremenskih in zemljepisnih pogojev na določenem območju in koledarskega časa (Goodson et al. 2015, Xiong et al. 2018). Iz teh razlogov je ugotavljanje in merjenje izpustov okoljskih onesnaževal ter potencialnih zdravstvenih učinkov izrazito kompleksno. Ugotavljanje izpostavljenosti prebivalstva je v okoljskih študijah – kjer ne merimo dejanske izpostavljenosti posameznika, kot se to izvaja v študijah humanega biomonitoringa – zahtevno, rezultati tovrstnih analiz pa so vedno le ocena dejanskega stanja. Raziskovalci izvajajo vzorčenja

in natančna merjenja ter modelirajo okoljsko izpostavljenost z uporabo kompleksnih modelov (disperzijski model, georeferenciranje idr.) in izvajajo občutljivostne analize (Negri et al. 2020) ter v analize vključujejo moteče dejavnike pri proučevani populaciji.

2.3. Onesnaževala in rak

Izvedli smo krovni pregled literature o povezanosti med različnimi vrstami onesnaževal in rakom, pregledali ostalo najnovejšo in razpoložljivo znanstveno literaturo ter ugotovitve Mednarodne agencije za raziskave raka (IARC). Na podlagi ugotovitev tega pregleda literature smo sklenili, da bomo med ključnimi dokazanimi rakotvornimi onesnaževali analizirali delce PM_{10} v zunanjem zraku in šestvalentni krom v tleh (Cr(VI); v nadaljevanju krom).

Delci PM_{10} so drobci trdne ali tekoče snovi, razpršeni v zraku, ki imajo aerodinamični premer do 10 μm . Nastanejo ob mehanskem razpadu še večjih delcev v zraku in vključujejo tako grobe (2,5–10 μm) kot drobne delce $PM_{2,5}$ (manj kot 2,5 μm). Koncentracije PM_{10} so v naravnem ozadju izredno nizke. Ključni viri onesnaženja zraka s PM_{10} so izpusti cestnega prometa, industrija in individualna kurišča na les ali fosilna goriva (WHO 2021). K povišanju koncentracije v zunanjem zraku prispevajo vremenske razmere, predvsem temperaturna inverzija, daljše suho obdobje mrzlega vremena, odsotnost padavin in slaba prevetrenost. Na povišanje koncentracije PM_{10} vpliva v Sloveniji še saharski pesek, med umetnimi viri so ognjemeti in uporaba pirotehničnih sredstev (Rebernak et al. 2017). Ljudje smo PM_{10} izpostavljeni preko vdihavanja.

Mednarodna agencija za raziskave raka umešča prašne delce v zunanjem zraku med dokazano rakotvorne dejavnike skupine 1 (Tabela 2), in sicer za nastanek pljučnega raka (IARC 2024b, IARC 2016). Prvi dokazi o tej povezanosti so bili objavljeni v zgodnjih 90. letih 20. stoletja na podlagi izsledkov šestih kohortnih študij, ki so v ameriških mestih z najbolj onesnaženim zrakom zaradi prašnih delcev dokazale 1,26-krat večjo umrljivostno stopnjo kot v mestih z najnižjo onesnaženostjo, izpostavljenost delcem pa se je najbolj povezovala z umrljivostjo zaradi pljučnega raka in srčno žilnih bolezni; te ugotovitve so bile enake ne glede na upoštevanje kadilskega statusa (Dockery et al. 1993). V študiji kohorte nekadilcev so leta 1999 ugotovili, da so imeli moški 5,2-krat večjo ogroženost za pojav pljučnega raka in 3,4-krat večjo ogroženost za smrt zaradi pljučnega raka za vsako povišanje atmosferske koncentracije PM_{10} za 24 $\mu g/m^3$ (IARC 2016). Ženske so imele pri enakem povečanju izpostavljenosti 1,08-krat večjo ogroženost za smrt zaradi pljučnega raka, ki ni bila statistično značilna (IARC 2016). V 17 evropskih kohortah so raziskovalci ugotovili, da obstaja značilna povezanost med tveganjem za pljučnega raka in izpostavljenostjo PM_{10} , saj je bila za vsako povišanje koncentracije PM_{10} za 10 $\mu g/m^3$ ogroženost za pojav pljučnega raka 1,22-krat večja, za pojav adenokarcinoma pljuč celo 1,51-krat večja (Rasschou Nielsen et al. 2013). Zadnje metaanalize potrjujejo to povezanost (Chen et al. 2020, Arif et al. 2024), saj se izpostavljenost povišanim koncentracijam PM_{10} povezuje s 1,26-krat večjim tveganjem za pojav pljučnega raka in umrljivostjo zaradi tega raka v Evropi (Arif et al. 2024).

Raziskave niso dokazale povezanosti med izpostavljenostjo PM₁₀ in rakom dojk (Guo et al. 2021) ter raki možganov (Hassanipour et al. 2023), študije niso enoznačne glede možne povezanosti z ledvičnim rakom (Dahman et al. 2024) in raki prebavil (Pritchett et al. 2022). V nadaljnjih raziskavah bo pomembno upoštevati multipolutantne modele, saj se na PM₁₀ lahko vežejo druga rakotvorna onesnaževala, kot so policiklični aromatski ogljikovodiki, težke kovine idr. (Arif et al. 2024).

Tabela 2: Snovi, razporejene v skupine glede na povezanost z rakom, po klasifikaciji Mednarodne agencije za raziskave raka (leta 2024, ko smo pripravljali to raziskavo, <https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>).

	Opis	Število razporejenih snovi oz. agensov
Skupina 1	Snovi, ki so rakotvorne za človeka	129
Skupina 2A	Snovi, ki so verjetno rakotvorne za človeka	96
Skupina 2B	Snovi, ki so morda rakotvorne za človeka	321
Skupina 3	Snovi ni mogoče razvrstiti glede rakotvornosti za človeka	499
Skupina 4	Snovi, ki verjetno niso rakotvorne za človeka	1

Krom je težka kovina, ki se pojavlja v različnih oksidativnih oblikah, pri čemer je šestvalentni krom njegova druga najstabilnejša oblika (IARC 2012). V naravi se krom nahaja zelo redko, saj večina komponent kroma nastane kot stranski ali končni produkt industrijske proizvodnje. Vir kroma so v največji meri industrija s produkcijo kromatov, kromatnega pigmenta in kromiranih platišč, procesi varjenja ter cementarne in sežigalnice odpadkov (IARC 2012). Prebivalci so šestvalentnemu kromu izpostavljeni preko zraka, vode in tal v bližini industrijskih obratov (IARC 2012).

Komponente šestvalentnega kroma dokazano povzročajo pljučnega raka (IARC skupina 1) (Tabela 2), prisotni so še omejeni dokazi za povezanost z rakom nosu in obnosnih votlin (IARC 2024b, IARC 2012). Dokazi za povezanost med izpostavljenostjo šestvalentnemu kromu in nastankom rakov izhajajo predvsem iz študij poklicne izpostavljenosti. Naš krovni pregled (Oblak et al. 2023) je pokazal, da pri delavcih v cementarnah I. do II. generacije obstaja nekaj zmernih dokazov o povezanosti med incidenco vseh rakov, pljučnega raka, raka ustne votline in žrela, prostate in želodca z izpostavljenostjo šestvalentnemu kromu (Deng et al. 2019). V metaanalizah teh raziskav so imeli delavci, izpostavljeni kromu, za 15–30 % večje tveganje navedenih vrst raka in za 6 % večje tveganje za pojav kateregakoli raka (Deng et al. 2019). Nekatere raziskave so pokazale, da je pri poklicni izpostavljenosti šestvalentnemu kromu nad 1 µg/m³ absolutno presežno tveganje raka dihal povečano, in sicer se pojavijo več kot štirje primeri rakov dihal na 1000 izpostavljenih oseb (Seidler et al. 2013). Tveganje pljučnega raka se še poveča v multipolutantnih modelih, pri izpostavljenosti vsaj dvema rakotvornima onesnaževaloma hkrati, npr. šestvalentnemu kromu in kristaliničnemu silicijevemu oksidu (Olson et al. 2024). Jasnega učinka izpostavljenosti kromu pri prebivalcih v bližini industrijskih obratov raziskave še

niso opredelile, vendar v raziskavah humanega biomonitoringa ugotavljajo izrazito povišane vrednosti kroma v urinu (Vimercati et al. 2016). Osebe, ki so izpostavljene kromu v pitni vodi, imajo večje tveganje za nastanek raka (Paustenbach et al. 2003), vendar kontaminacija vode do 100 µg/l ne predstavlja nevarnosti za zdravje.

V krovnem pregledu literature o povezanosti med rakom in onesnaževali, ki nastanejo v procesih sežiga in sosežiga odpadkov (Oblak et al. 2023), smo ugotovili, da so dokazi o povezanosti med izpostavljenostjo onesnaževalom iz sežigalnic, naprav za sosežig in cementarn ter rakom omejeni in nezadostni zaradi izrazito mešanih rezultatov, težke primerljivosti zaradi veliko različnih potencialnih pristranosti primarnih študij ter pomanjkanja primarnih študij, majhnega števila primerov bolezni v preučevani populaciji, širokih intervalov zaupanja in heterogenosti študij, zajetih v oceno velikosti učinka v redkih metaanalizah. Primanjkljaj študij in dokazov je najbolj izrazit pri napravah za sosežig in presojanju učinkov na zdravje pri otrocih. Iz teh razlogov povezave med izpostavljenostjo onesnaževalom iz sežigalnic, naprav za sosežig in cementarn in pojavljanjem raka ne moremo z gotovostjo ne potrditi ne ovreči.

Na podlagi pregleda literature obstaja nekaj omejenih dokazov o povezanosti med določenimi vrstami raka in izpostavljenostjo onesnaževalom iz sežigalnic I. generacije in cementarn I. do II. generacije, ki jih študije na poznejših generacijah naprav ne replicirajo. Za zdaj ne razpolagamo z dokazi in zadostnimi študijami za oceno vpliva sosežiga, ki ga izvaja cementarna Salonit Anhovo. Kljub tehnološkemu razvoju naprav za sežig, sosežig in proizvodnjo cementa ostajajo določene koncentracije onesnaževal v odpadnih plinih in tekočih ter trdnih ostankih, ki jih je možno z dosledno regulacijo in upoštevanjem mej obratovanja minimizirati. Obstaja možnost subkliničnega učinka ob dolgotrajni izpostavljenosti nizkim koncentracijam onesnaževal, to so majhne spremembe v tkivih in fizioloških procesih, ki niso dovolj velike, da bi se pokazale v obliki kliničnih znakov in simptomov in so težko merljive.

Za razvoj in predstavitev metodoloških temeljev za spremljanje pojavljanja raka v povezavi z onesnaževali, ki nastanejo pri sežigu in sosežigu odpadkov, smo izbrali eno onesnaževalo, ki se pojavlja v zraku – PM₁₀, in eno onesnaževalo, ki se pojavlja v tleh – krom (Cr).

Med vrstami raka za modeliranje smo izbrali pljučni rak, ki je eden najpogostejših rakov v Sloveniji in je povezan tudi z onesnaženim zrakom (IARC 2024b). V krovnem pregledu smo ugotovili, da izmed onesnaževal iz cementarn in naprav za so/sežig in nastankom raka največ dokazov obstaja za dioksine, čeprav so tudi ti na zmerni in nizki ravni in veljajo za sežigalnice I. generacije (Oblak et al. 2023), zato smo med modelnimi vrstami raka izbrali še ne-Hodgkinove limfome in sarkome.

2.4. Dosedanje slovenske raziskave

Prvo študijo o razširjenosti raka v Sloveniji sta objavila Ravniharjeva in Gruden že leta 1951 (Ravnihar et al. 1951). V Sloveniji je bil prvi in do sedaj edini atlas zemljevidov rakavih bolezni izdan pod okriljem Registra raka Republike Slovenije (RRRS) leta 1992 (Pompe-Kirn et al. 1992). Slovenski zemljevidi za novejša obdobja so izhajali kot priloga letnega poročila RRRS. Večinoma na pobudo širše javnosti je bilo opravljenih precej raziskav o morebitnem povečanem tveganju za pojav določene oblike rakave bolezni na specifičnem območju. Nekatere med njimi so pokazale, da se določene vrste raka med prebivalci preiskovanega območja dejansko pojavljajo pogosteje (npr. Zadnik et al. 2011, Zadnik et al. 2007).

V najnovejši raziskavi vpliva radona na pojavljanje pljučnega raka v Sloveniji ni bilo najdenih presežkov pljučnega raka v občinah in naseljih goriške statistične regije, kljub temu, da v občinah Idrija in Miren – Kostanjevica obstaja visoko tveganje in v občinah Nova Gorica in Kanal ob Soči zmerno tveganje izpostavljenosti radonu v bivalnem okolju (Birk et al. 2024, Žagar et al. 2022).

V leta 2008 objavljeni analizi (Zadnik et al. 2008) zbolevanja prebivalcev za rakom v Zasavju s poudarkom na ugotavljanju vpliva največjih industrijskih onesnaževalcev je bilo ugotovljeno, da imajo prebivalci, ki živijo v bližini cementarne in termoelektrarne v Trbovljah, povečano tveganje za pojav (katerekoli vrste) raka, med posameznimi vrstami raka pa imajo povečano tveganje pljučnega raka. Raziskav o vplivu onesnaževal, ki nastanejo pri sežigu in sosežigu odpadkov, na pojavljanje raka do sedaj v slovenskem prostoru še ni bilo izvedenih.

V slovenskem prostoru je bilo narejenih tudi veliko raziskav o prostorski in časovni komponenti pojavljanja mezotelioma (npr. Zadnik et al. 2017), katerih povzetek in najnovejša še neobjavljena dognanja bomo opisali v ločenem poglavju.

3. Podatki in metode

Zdravstveni kazalniki so številske mere, s katerimi kvantitativno opišemo zdravje izbrane populacije. V javnem zdravju nam služijo kot diagnostično orodje za ocenjevanje bremena bolezni v populaciji.

Osnovni sestavni del vsake analize zdravstvenega stanja so ustrezni podatki. V epidemioloških analizah, kjer proučujemo breme bolezni v specifični populaciji, uporabljamo dva tipa podatkov: zdravstvene podatke, ki povzemajo informacije o bolnikih, in demografske podatke, ki opišejo populacijo, iz katere zboleli izhajajo. Epidemiologu namreč sam podatek o številu zbolelih ne pove prav dosti, če ni jasno, ali je za rakom npr. zbolelo 50 oseb med 100 ali med 100.000 prebivalci. Pri izračunu zdravstvenih kazalnikov je tako ključno razmerje med številom oseb, ki imajo opazovani zdravstveni izid, in celotno populacijo, ki ji te osebe pripadajo. Poleg podatka o velikosti populacije pa je v onkološki epidemiologiji prav tako pomembno, kakšna je starostna struktura populacije, iz katere izhajajo bolniki – bolezen se namreč glede na starost pojavlja različno pogosto, razlike so tudi med vrstami rakov, čeprav v povprečju velja rak za bolezen starejših. Na primer, če je v določeni populaciji velik delež starejših, lahko 50 primerov raka pomeni manjše tveganje, kot če enako število primerov najdemo v populaciji z mlajšo strukturo prebivalstva.

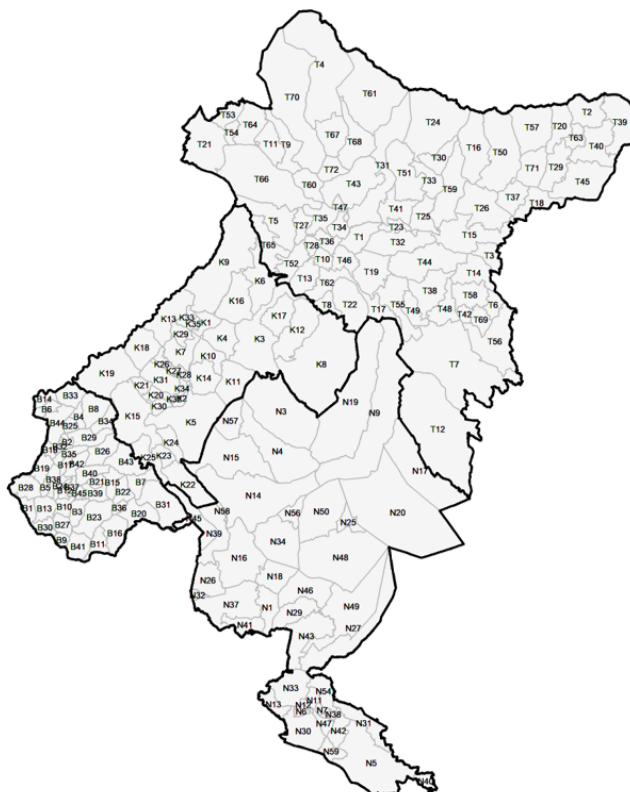
3.1. Prostorske enote

Osnovno območje za raziskavo je zajemalo občine Brda, Kanal ob Soči (Kanal), Nova Gorica in Tolmin. Različne sklope analize smo nato naredili na manjših izbranih območjih in na podlagi treh različnih prostorskih ravni: naselja, mreža 1 km x 1 km in prostorska območja za žariščno analizo.

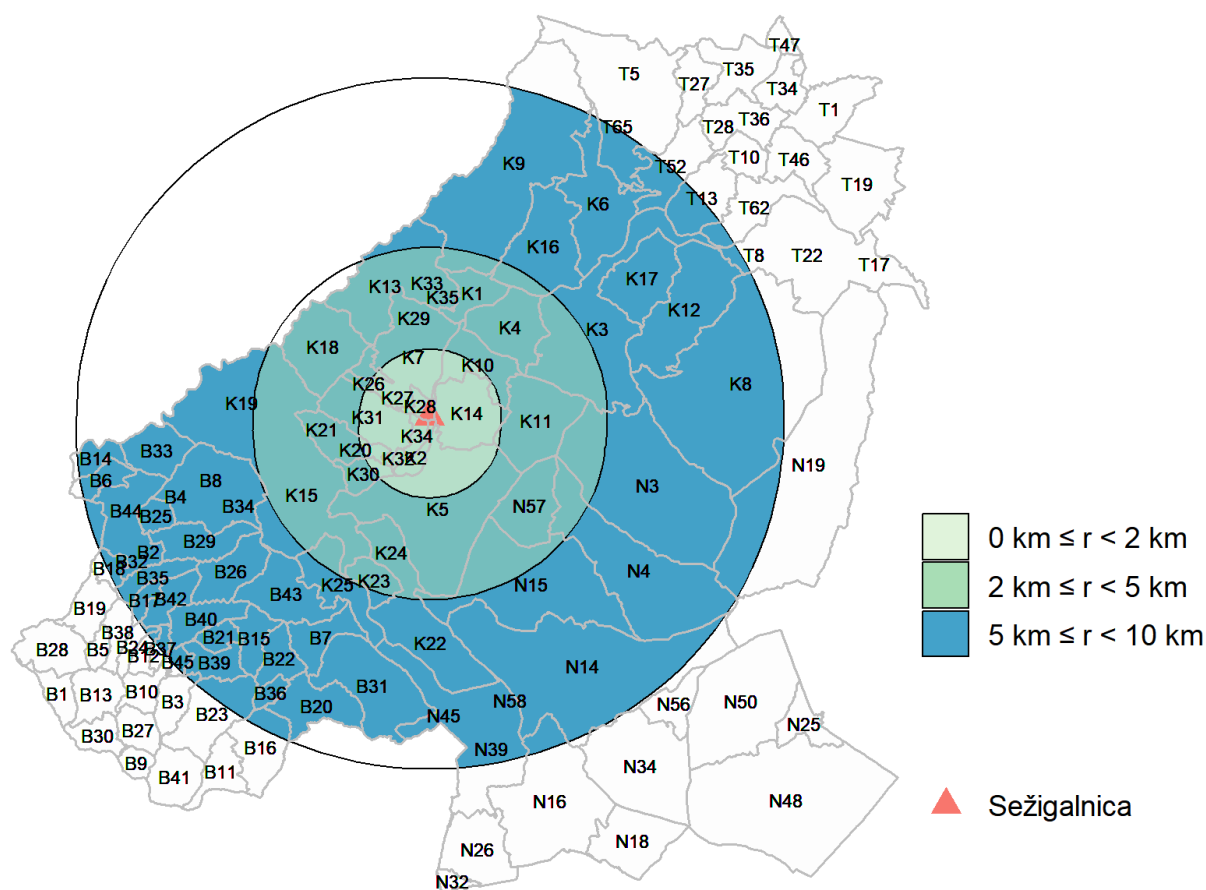
(a) Naselja

Datoteke z digitalnimi vektorskimi sloji na nivoju naselij in občin smo pridobili na Geodetski upravi Republike Slovenije v obliki datotek shapefiles (poimenovanje za vrsto datotek, ki vsebujejo podatke v vektorski obliki za uporabo v programih za delo z geografskimi informacijskimi sistemi (GIS) – iz angleščine shapefiles, kratica SHP).

Nekatere analize so bile narejene za naselja v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin, nekatere pa samo za naselja v občini Kanal. Za oboje smo pripravili nove datoteke shapefiles, ki so vsebovala samo naselja, vključena v posamezno analizo. Imena naselij in oznake za identifikacijo naselij, ki smo jih uporabili na zemljevidih, navajamo v prilogi (Tabela 17, Slika 2). Zaradi majhnega števila prebivalcev v nekaterih naseljih smo le-ta združili s soslednjim naseljem, kot predstavljeno v nadaljevanju.



Slika 2: Zemljevid naselij v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin.



Slika 4: Zemljevid treh prostorskih območij za žariščno analizo.

3.2. Bolniki z rakom

Za spremljanje najpomembnejših zdravstvenih pojavov oziroma za prikaz osnovnih zdravstvenih kazalnikov ima večina razvitih držav vzpostavljen rutinski sistem zbiranja podatkov. Proces zbiranja in obdelave teh podatkov imenujemo registracija, osrednjo podatkovno zbirko, ki vsebuje podatke o določeni kategoriji enot, pa register. Registri raka zbirajo in obdelujejo podatke o bolnikih s to boleznijo (Jensen 1991).

Register raka Republike Slovenije je eden najstarejših populacijskih registrov raka v Evropi; na Onkološkem inštitutu Ljubljana deluje neprekinjeno od leta 1950 (Duratović Konjević et al. 2020, Ravnihar et al. 1951). V RRRS se zbirajo, shranjujejo in obdelujejo podatki o vseh novih primerih raka med prebivalci s stalnim prebivališčem v Sloveniji. To mero bremena bolezni imenujemo incidenca in se običajno poroča za posamezno koledarsko leto.

Namen RRRS je določen v Zakonu o zbirkah podatkov s področja zdravstva in zdravstvenega varstva (ZZPZZ) pod zaporedno številko NIJZ 25: »Obdelovanje podatkov o incidenci in preživetju bolnikov z rakom. Spremljanje, načrtovanje in vrednotenje onkološkega varstva,

osnova za epidemiološke in klinične študije.« Upravljevec zbirke Register raka je Onkološki inštitut Ljubljana; RRRS mora vse podatke trajno hraniti. Prijavljanje raka je v RS obvezno in zakonsko predpisano (Ur. l. SRS, št. 10/50, št. 29/50, št. 14/65, št. 1/80, št. 45/82, št. 42/85; Ur. l. RS, št. 9/92, št. 65/00, št. 47/15 in št. 31/18) že od ustanovitve RRRS. RRRS mora podatke zbirati in obdelovati na način, ki zagotavlja ustrezno varovanje osebnih podatkov in onemogoča njihovo zlorabo. Pri tem upoštevamo Zakon o varovanju osebnih podatkov (ZVOP-1) (Ur. l. 83/2004), Splošno uredbo EU o varstvu podatkov (2016/679) ter druge relevantne zakone in predpise.

Osnovni vir podatkov so prijavnice rakave bolezni, ki jih pošiljajo v RRRS iz vseh bolnišnic in diagnostičnih centrov v Sloveniji ob odkritju bolezni, izjemoma pa tudi iz ordinacij osnovnega zdravstvenega varstva, če bolnik ni napoten na nadaljnje preiskave in/ali zdravljenje. Prijavnice prihajajo v RRRS po pošti v papirnati obliki – za izpolnjevanje prijavnice je zadolžen zdravnik, ki zdravi pacienta, ali njegov pooblaščenec. Osnovna enota v bazi RRRS je rak, saj ima lahko posamezna oseba diagnosticiranih več primarnih (med seboj nepovezanih) rakov. Podatke, ki jih prejemo na prijavnica, v RRRS spremenimo v elektronsko obliko. Vse papirne prijavnice pa trajno hranimo v arhivu, razvrščene v posebne mape. Z letom 2018 smo začeli postopoma uvajati tako imenovano aktivno registracijo, kjer v nasprotju s pasivnim načinom pridobivanja podatkov za registracijo usposobljeno osebje RRRS samo zbira in beleži podatke neposredno pri izvajalcih. Z aktivno registracijo je prijavljanje raka bolj sprotno, kazalniki o bremenu raka v državi pa popolnejši in kakovostnejši. Vzpostavitev aktivne registracije v RRRS je bila postavljena kot prvi cilj Državnega programa obvladovanja raka (DPOR) 2017-2021 na področju spremljanja bremena raka. Aktivna registracija še ne vpliva na podatke, vključene v pričujoče poročilo. Prijave rakave bolezni se za zagotavljanje boljše kakovosti in popolnosti registra dopolnjujejo še z drugimi viri podatkov. Dodatni in zelo pomembni viri so zdravniška poročila o vzroku smrti (Register umrlih na Nacionalnem inštitutu za javno zdravje), obdukcijski zapisniki z diagnozo maligne bolezni (laboratoriji za patologijo) ter podatki iz registrov državnih presejalnih programov na področju raka ZORA, Svit in DORA.

Od leta 2010 ima RRRS na voljo neposredno, 24-urno varno spletno povezavo s Centralnim registrom prebivalstva, ki poleg pridobivanja EMŠO omogoča še dnevne posodobitve podatkov o stalnem naslovu in vitalnem statusu (sledenje bolnikov je temelj za podrobne epidemiološke analize, kot so analize preživetja). Od leta 2001 naprej RRRS razpolaga z georeferenciranimi naslovi za vse bolnike z rakom, kar omogoča umestitev posameznega bolnika na zemljevid do ravni geografskih koordinat (na podlagi naslova stalnega prebivališča osebe ob postavitvi diagnoze raka), s tem pa lahko ovrednotimo morebitno večje tveganje raka na poljubnem prostorskem območju (nismo omejeni na administrativne enote) pri pogoju, da imamo na istem nivoju na razpolago tudi podatke o prebivalcih. Točkovne informacije lahko naknadno, z uporabo GIS, združujemo v uradno (administrativno) ali drugače določene prostorske enote (npr. naselja, občine, okolica industrijskega obrata, ...). Možna je tudi prilagoditev spremembam pri uradno določenih prostorskih enotah, kot je npr. na državni ravni spremenjene meje občine ali nastanek dveh občin iz ene. Ker razpolagamo s podatki na najnižji možni ravni (koordinate naslova prebivališča), jih lahko uporabimo kljub morebitnim naknadnim spremembam administrativnih enot ali potreb raziskovanja, ki jih predhodno ne moremo predvideti.

Vir podatkov o bolnikih z rakom je torej baza RRRS, ki presega mednarodno začrtane standarde popolnosti in kakovosti registracije že od začetka registracije raka pri nas. RRRS je, na primer, eden od le 17 registrov raka na svetu, ki je prispeval podatke za publikacijo Rak na petih kontinentih redno od prve izdaje leta 1966 do današnjih dni, trenutno v skupno dvanajstih izdajah.

V času priprave pričujoče analize so bili podatki o bolnikih z rakom na razpolago do vključno incidenčnega leta 2020. V poglavju 4. *Incidenca raka* smo primerjali incidenco raka v območjih goriške statistične regije s Slovenijo za 20-letno obdobje 2001–2020. Za podrobnejše prostorske analize v poglavju 5. *Prostorske analize*, kjer smo dodatno upoštevali še meritve onesnaževal v tleh in zraku, pa smo analizirali desetletno obdobje, torej incidenčna leta 2011–2020.

V RRRS je primarno mesto raka opredeljeno po mednarodni klasifikaciji MKB-10 (deseta revizija Mednarodne klasifikacije bolezni in sorodnih zdravstvenih problemov za statistične namene) (WHO 2007). Pri uvrščanju med maligne bolezni dodatno uporabljamo morfološki del tretje revizije Mednarodne klasifikacije bolezni za onkologijo z dopolnitvami iz leta 2019 (ICD-O-3.2) (*angl.* International Classification of Diseases for Oncology (third revision, 2019 update)). Analizirali smo incidenco vseh rakov skupaj brez nemelanomskega kožnega raka (C00–C96 brez C44 po MKB-10). Nemelanomski kožni rak (C44) smo izločili, saj je v Sloveniji, kot tudi v drugih evropskih populacijskih registrih raka, registracija nemelanomskega kožnega raka in tistih malignomov, ki se večinoma zdravijo samo ambulantno, nepopolna. Običajno se ga izloči tudi v evropskih ter svetovnih poročilih in raziskavah. Na podlagi pregleda literature (poglavje 2. *Epidemiološki temelji za raziskavo*) smo dodatno analizirali tiste vrste raka, za katere je dokazana povezava z onesnaževali, ki nastanejo v procesih sežiga in sosežiga odpadkov: incidenca pljučnega raka (C33–C34), ne-Hodgkinovi limfomi (C82–C85) in sarkomi (razvrstitev je na podlagi kod ICD-O-3.2 in MKB-10) (Tabela 3).

Tabela 3: Natančnejša opredelitev rakov, ki so bili ločeno analizirani, opredeljenih po mednarodni klasifikaciji MKB-10 (deseta revizija Mednarodne klasifikacije bolezni in sorodnih zdravstvenih problemov za statistične namene) in za sarkome tudi po morfološkem delu klasifikacije ICD-O-3.2 (tretja revizija Mednarodne klasifikacije bolezni za onkologijo z dopolnitvami iz leta 2019).

MKB-10	ICD-O-3.2	Naziv
C33-C34		Pljučni rak
C33	/	Maligna neoplazma traheje (sapnika)
C34	/	Maligna neoplazma bronhija (sapnice) in pljuč
C82-C85		Ne-Hodgkinovi limfomi
C82	/	Folikularni (nodularni) ne-Hodgkinov limfom
C83	/	Difuzni ne-Hodgkinov limfom
C84	/	Limfom celic T in kožni limfom celic T
C85	/	Druge in neopredeljene vrste ne-Hodgkinovega limfoma
		Sarkomi
Razen C40,C41	8710,8711, 8800-8935, 8940, 8950-8959, 8963-8964, 8990-8991, 9020-9044, 9120-9133, 9150, 9170, 9180, 9231, 9240, 9251, 9260, 9364-9372, 9473, 9540, 9560-9571, 9580-9581	Sarkomi mehkih tkiv
C40,C41	8800-8815, 8830, 8840, 8850-8855, 8890-8920, 9040-9044, 9120-9133, 9150, 9170-9250, 9260-9261, 9310, 9364, 9370-9372, 9540, 9560-9581	Sarkomi kosti
/	8936	Gastrointestinalni stromalni tumorji
/	9140	Kaposijev sarkom

Definicije strokovnih tîrminov za opis bremena raka, ki so uporabljeni v raziskavi (Zadnik et al. 2017b, Zadnik et al. 2024):

- **Incidenca** pomeni absolutno število vseh na novo ugotovljenih primerov neke bolezni v točno določeni populaciji v enem koledarskem letu. Ker v kazalniku incidenca raka enota ni bolnik, pač pa primer bolezni, lahko posamezna oseba, če v istem letu zboli za različnimi rakavimi boleznimi, prispeva v incidenco več primerov bolezni. Vir podatkov o incidenci raka je podatkovna zbirka RRRS.
- **Groba stopnja** je podatek o številu novih primerov bolezni ali številu umrlih, preračunana na 100.000 oseb opazovane populacije. Vir podatkov o prebivalstvu je Statistični urad RS.

- **Starostno standardizirana stopnja** je teoretična stopnja, pri kateri predpostavimo, da je starostna struktura opazovane populacije taka kot v standardni populaciji – pove nam torej kakšna bi bila groba stopnja v opazovani populaciji, če bi bila starostna struktura te populacije enaka kot je v standardni populaciji. Uporabljamo jo, če analiziramo incidenco/umrljivost v daljšem časovnem obdobju (saj se starostna struktura prebivalstva v času spreminja) ali če incidenco/umrljivost primerjamo med populacijami z različno starostno strukturo (na primer primerjava med regijami znotraj države ali med državami). Metod za izračun starostno standardiziranih stopenj je več, v tej raziskavi smo uporabili posredno in neposredno (uporaba kratice SSS) metodo.
- Z **relativnim tveganjem** neke bolezni opisujemo pojavljanje te bolezni v opazovani populaciji v primerjavi z referenčno populacijo. Relativno tveganje je enako ena, kadar je incidenca v opazovani kategoriji izpostavljenosti enaka pričakovani incidenci (ki jo dobimo na podlagi primerjave z referenčno populacijo). Relativno tveganje je večje od ena, kadar je incidenca večja od pričakovane, ter manjše od ena, kadar je manjša od pričakovane.
- **Standardizirani količnik incidence (SKI)** je kazalnik, izračunan z metodo posredne starostne standardizacije, in se primarno uporablja za standardizirano primerjavo zdravstvenega kazalnika med populacijami, obenem pa služi za oceno relativnega tveganja raka v primerjavi z referenčno populacijo.

V obdobju 2011–2020 je bilo v naseljih v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin ugotovljenih 3.561 primerov vseh rakov skupaj brez nemelanomskega kožnega raka (C00–C96 brez C44 po MKB-10), od tega je bilo 1.954 primerov pri moških in 1.607 pri ženskah.

Vsem osebam smo lahko določili naselje, v katerem so imele stalno bivališče ob ugotovitvi rakave bolezni. V obdobju 2011–2020 ni bilo nobenega primera rakave bolezni v petih naseljih: Breg pri Golem Brdu (B6), Hlevnik (B18), Kožbana (B25), Vrhovlje pri Kožbani (B44, združeno z naseljema Belo (B2) in Pristavo (B32)) ter Zagora (K23). V 97 od 166 naselij je bilo v desetletnem obdobju 10 primerov raka ali manj. Pričakovano je bilo največ primerov rakavih bolezni v naseljih z največjim številom prebivalcev; v Novi Gorici (N26) je bilo odkritih 833 primerov, Tolminu (T60) 250, Solkanu (N39) 233, Kromberku (N16) 139 in v Desklah (K5) 107. Zemljevid incidence raka po naseljih (ni prikazan v poročilu) je skladen z zemljevidom prebivalcev, saj je incidenca v grobem sorazmerna s številom prebivalcev (Slika 5).

3.3. Prebivalci

Podatke o prebivalcih na ravni naselij smo pridobili iz Statističnega urada Republike Slovenije (SURS) in so za leta 2008–2020 dostopni za vsako posamezno koledarsko leto (prej pa za popisna leta). V analiziranem obdobju 2011–2020 je v 197 naseljih občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin v povprečju živel 54.351 prebivalec, od tega 27.053 moških in 27.298 žensk (Tabela 4).

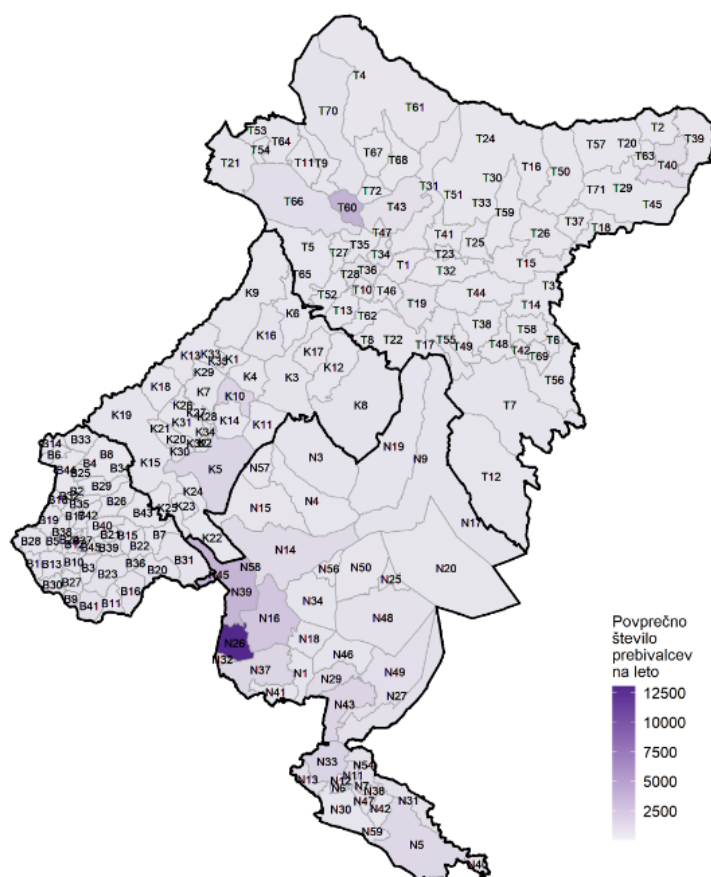
Tabela 4: Povprečno število (v oklepaju so navedeni deleži) prebivalcev občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin v obdobju 2011–2020 s porazdelitvijo po starosti.

Občina	Brda	Kanal	Nova Gorica	Tolmin
Starostna skupina				
0–19	1.013 (17,9 %)	971 (17,7 %)	5.872 (18,4 %)	2.015 (17,8 %)
20–49	2.213 (39,0 %)	2.089 (38,1 %)	12.334 (38,7 %)	4.192 (37,0 %)
50–74	1.817 (32,0 %)	1.855 (33,8 %)	10.419 (32,7 %)	3.857 (34,0 %)
75+	631 (11,1 %)	566 (10,3 %)	3.231 (10,1 %)	1.276 (11,3 %)
Skupaj	5.674 (100,0 %)	5.481 (100,0 %)	31.856 (100,0 %)	11.340 (100,0 %)

Največje število prebivalcev v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin v obdobju 2011–2020 je živel v naselju Nova Gorica (N26), kjer je v povprečju živel 13.031 prebivalec, sledita naselji Tolmin (T60) s povprečno 3.424 prebivalci in Solkan (N39), ki sta mu za potrebe analize pridruženi naselji Sveta Gora (N58) in Šmaver (N45), s povprečno 3.237 prebivalci. Naselja, v katerih je živel več kot 1.000 prebivalcev, so še Kromberk (N16), Prvačina (N33), Kanal (K10), Deskle (K5), Šempas (N43) in Rožna Dolina (N37) (Tabela 5). Zemljevid (Slika 5) prikazuje povprečno letno število prebivalcev po združenih naseljih v obdobju 2011–2020.

Tabela 5: Povprečno letno število prebivalcev v 10 največjih (združenih) naseljih v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin v obdobju 2011–2020.

Naziv naselja	Oznaka naselja	Povprečno število prebivalcev
Nova Gorica	N26	13.031
Tolmin	T60	3.424
Solkan, Sveta Gora, Šmaver	N39, N58, N45	3.237
Kromberk	N16	2.080
Prvačina	N33	1.253
Kanal	K10	1.200
Deskle	K5	1.199
Šempas	N43	1.148
Rožna Dolina	N37	1.093
Branik	N5	937



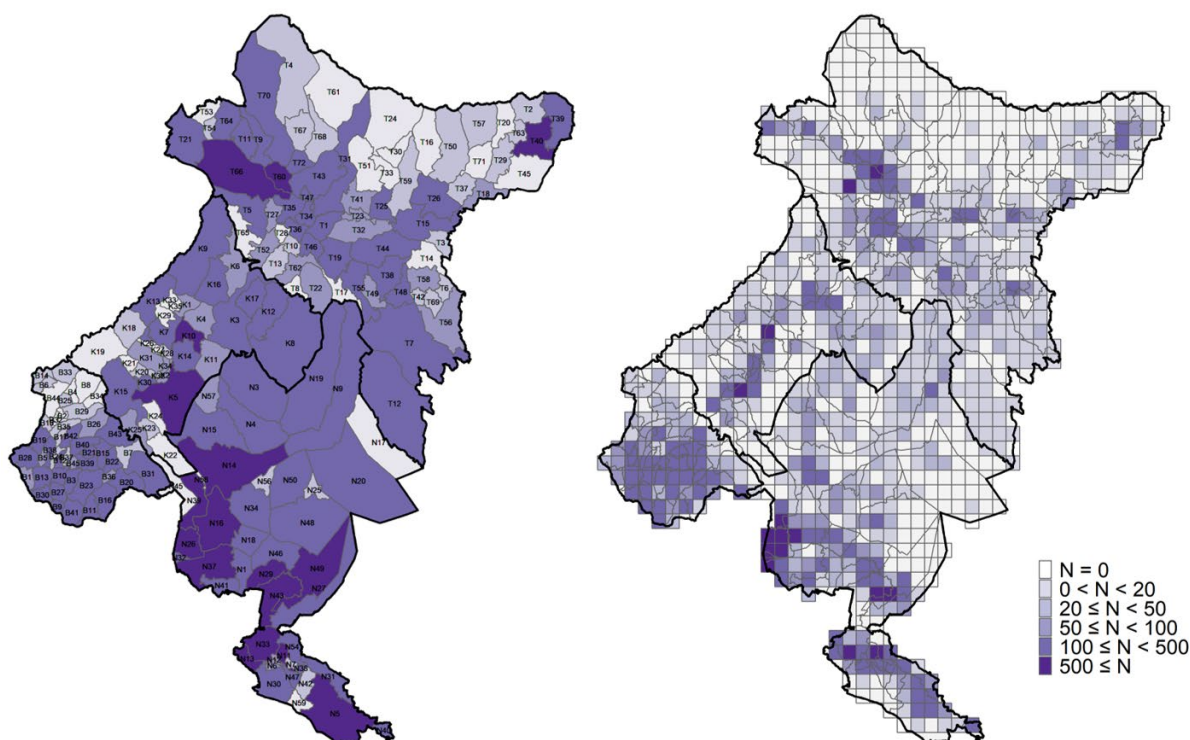
Slika 5: Zemljevid porazdelitve prebivalcev (povprečno letno število prebivalcev) po združenih naseljih v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin v obdobju 2011–2020.

Zaradi majhnega števila prebivalcev v nekaterih naseljih smo le-ta združili s sosednjim naseljem, da smo zagotovili zanesljive statistične analize in preprečili morebitne napake zaradi premajhnega števila statističnih enot (prebivalcev). Napačno pa bi bilo takšna naselja izločiti iz analize. Tako smo s sosednjimi združili 34 naselij, ki so imela v povprečju letno manj kot 20 prebivalcev (Tabela 6, Slika 6 levo). Na zemljevidih z rezultati prikazujemo že združena naselja v večje prostorske enote – imena naselij in oznake za identifikacijo naselij, ki smo jih uporabili na zemljevidih, navajamo v prilogi (Tabela 17). Za vse analize smo uporabili enake prostorske enote (enake datoteke shapefiles). Združevanje naselij je potekalo po naslednjih kriterijih:

- naselje, ki ima povprečno letno manj kot 20 prebivalcev, smo pridružili sosednjemu naselju;
- za združevanje smo izbrali tisti dve naselji, ki imata obe majhno število prebivalcev, da smo tako izboljšali zanesljivost kazalnikov za obe (sosedski) naselji;
- za združevanje smo izbrali tisti dve naselji, ki imata enako ali čim bolj podobno vrednost celokupnega PM₁₀.

Osrednja podatkovna baza o prebivalstvu v Sloveniji je Centralni register prebivalcev Republike Slovenije (CRP) (Režek 2015). Njegovo delovanje predpisuje Zakon o centralnem registru prebivalstva (Ur. l. RS, št. 1/99). V CRP se podatki o prebivalstvu centralno zbirajo, obdelujejo, hranijo in uporabljajo z namenom spremljanja stanja in gibanja prebivalstva za potrebe

državnih organov in drugih uporabnikov, ki jih potrebujejo za opravljanje predpisanih nalog, za katere imajo zakonsko podlago. RRRS ima v Zakonu o zbirkah podatkov s področja zdravstva in zdravstvenega varstva zakonsko osnovo za pridobivanje podatkov o prebivalcih iz CRP. Za potrebe onkoloških prostorskih analiz tako CRP letno od 2005 naprej (izjema je bilo leto 2013, zato smo za leto 2013 upoštevali podatke iz leta 2012) v RRRS posreduje podatke za vse žive osebe s prijavljenim stalnim prebivališčem v RS. Podatke o prebivalcih za obdobje 2011–2020 smo za analizo uredili po 5-letnih starostnih skupinah po naseljih, za potrebe analiz po manjših prostorskih enotah pa po mreži velikosti 1 km x 1 km ter za žariščno analizo po območjih glede na oddaljenost od treh dimnikov cementarne Salonit Anhovo.



Slika 6: Povprečno letno število prebivalcev po naseljih (levo) in mreži velikosti 1 km x 1 km (desno), Slovenija 2011–2020. Izbor skale omogoča poudarek na naseljih z majhnim številom prebivalstva.

Tabela 6: Naselja, ki imajo v obdobju 2011–2020 povprečno letno manj kot 20 prebivalcev in so bila zato združena s sosednjimi naselji v večje prostorske enote. Identifikator (ID) naselja je identifikator Geodetske uprave Republike Slovenije (uporabljen v datotekah shapefiles).

ID naselja	Oznaka naselja na zemljevidih	Naselje	Občina	Povprečno št. prebivalcev 2011–2020
44035	K35	Dolenje Nekovo	Kanal	0
44021	K21	Kamenca nad Ložicami	Kanal	0
84045	N45	Šmaver	Nova Gorica	0
128030	T30	Lisec	Tolmin	0
7034	B34	Slapnik	Brda	0
128020	T20	Kal	Tolmin	4
44027	K27	Jesen	Kanal	4
44026	K26	Ravna	Kanal	5
44022	K22	Zagomila	Kanal	5
128061	T61	Tolminske Ravne	Tolmin	7
128051	T51	Sela nad Podmelcem	Tolmin	7
44019	K19	Zapotok	Kanal	7
7008	B8	Brezovk	Brda	8
128024	T24	Kneške Ravne	Tolmin	9
7002	B2	Belo	Brda	9
128017	T17	Grudnica	Tolmin	9
128033	T33	Loje	Tolmin	10
128053	T53	Selce	Tolmin	10
7032	B32	Pristavo	Brda	10
84017	N17	Lazna	Nova Gorica	10
128045	T45	Porezen	Tolmin	10
128071	T71	Znojile	Tolmin	11
128014	T14	Gorski Vrh	Tolmin	13
84058	N58	Sveta Gora	Nova Gorica	13
128065	T65	Volčanski Ruti	Tolmin	14
44024	K24	Paljevo	Kanal	15
128008	T8	Dolgi Laz	Tolmin	16
84059	N59	Pedrovo	Nova Gorica	16
128016	T16	Grant	Tolmin	16
44029	K29	Čolnica	Kanal	16
44033	K33	Gorenje Nekovo	Kanal	18
7004	B4	Brdice pri Kožbani	Brda	18
7044	B44	Vrhovlje pri Kožbani	Brda	19
128028	T28	Kozmerice	Tolmin	20

3.4. Koncentracija delcev PM₁₀ v zraku

Raziskovalci Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) so posredovali podatke o povprečnih dnevniških modelskih vrednostih koncentracije delcev PM₁₀ v zraku za leto 2021 na mreži 1 km x 1 km za območje občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin. Podatki prikazujejo skupno onesnaženje, na katerega vpliva tako sosežigalnica kot tudi drugi viri v obravnavanem okolju (npr. individualna kurišča, promet) ter tudi daljinski transport onesnaževal, ki je predvsem posledica dejavnosti v Padski nižini. Analiza stanja kakovosti zraka je bila pripravljena s postopkom združevanja meritev in modelskih izračunov. Podrobnosti so navedli v svojem poročilu v raziskovalnem projektu ARIS V3-2236 (Slika 7 levo).

Vrednosti koncentracije PM₁₀ v zraku smo uporabili za oceno izpostavljenosti prebivalcev in zbolelih delcem PM₁₀. V direktivi Evropske unije iz leta 2008 ter aneksih k direktivi (https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality_en#law) je kot standard za kvaliteto zraka za PM₁₀ določena povprečna 24-urna vrednost 50 µg/m³ (to vrednost je dovoljeno to prekoračiti 35-krat v letu) in največ 40 µg/m³ v letnem povprečju. Koncentracija PM₁₀ se znotraj opazovanega območja štirih občin malo razlikuje in je razdelitev v kategorije kot »nizke« ali »visoke« vrednosti arbitrarna. Kljub temu smo za potrebe statistične analize vrednosti koncentracije PM₁₀ razvrstili v tri kategorije, saj vzpostavljamo metodologijo, ki jo bomo lahko uporabljali tudi v prihodnje. V prvo kategorijo spadajo naselja/enote mreže s koncentracijo PM₁₀ pod 14,0 µg/m³, v drugo kategorijo naselja/enote mreže z vrednostjo med 14,0 µg/m³ in 14,5 µg/m³ ter v tretjo kategorijo naselja/enote mreže z vrednostjo nad 14,5 µg/m³ (Slika 7 desno):

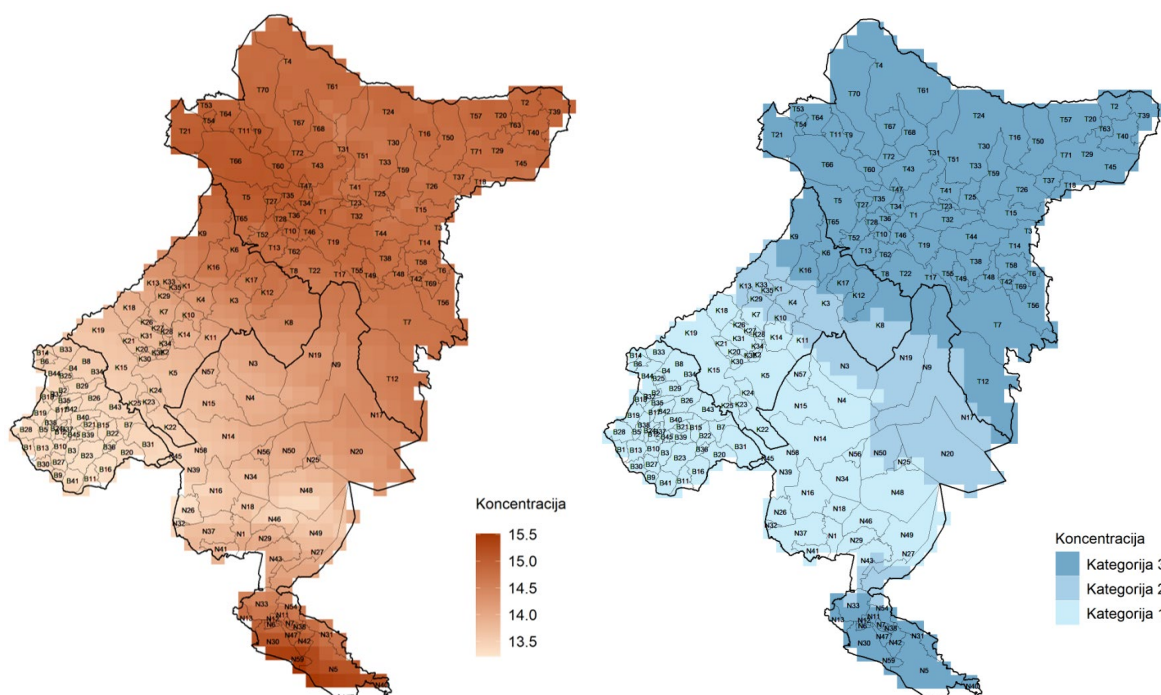
Kategorija 1: PM₁₀ < 14,0 µg/m³;

Kategorija 2: 14,0 µg/m³ ≤ PM₁₀ < 14,5 µg/m³;

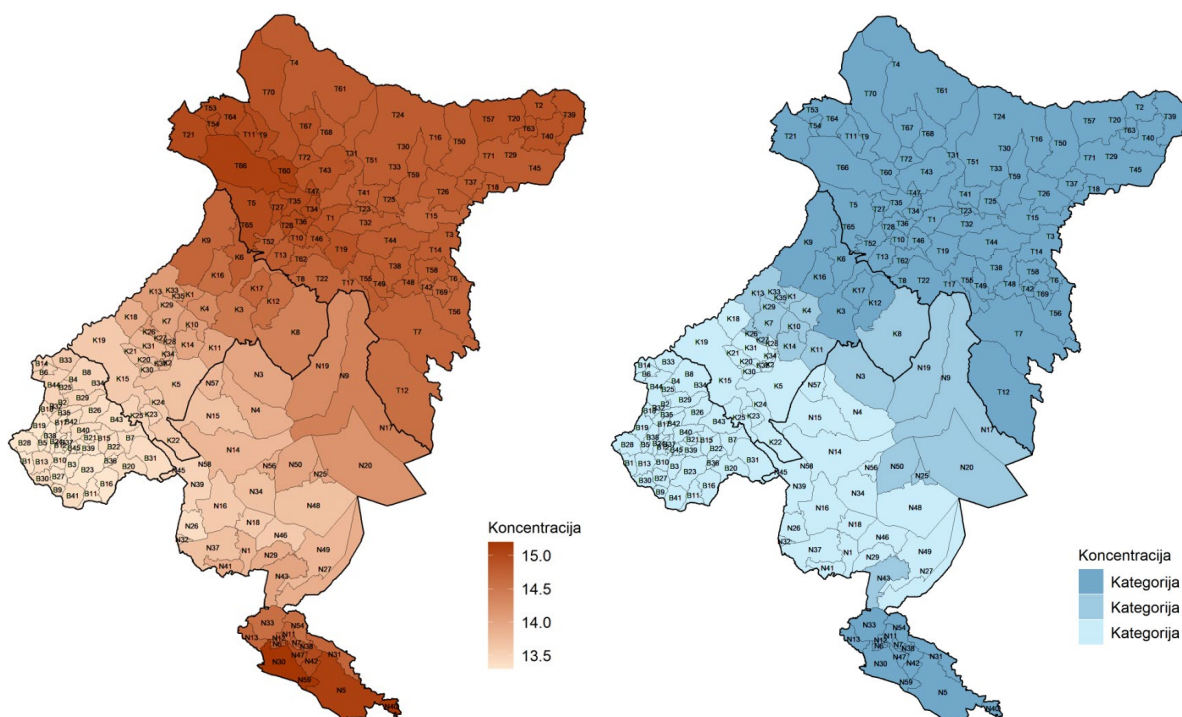
Kategorija 3: 14,5 µg/m³ ≤ PM₁₀.

V tabeli, ki je priloga tega poročila (Tabela 17), je za vsako naselje pripisana kategorija PM₁₀.

Za posamezno naselje smo kot vrednost koncentracije delcev PM₁₀ v zraku upoštevali povprečno vrednost koncentracije PM₁₀ prostorskih enot kilometrske mreže (prostorske enote imajo obliko kvadrata s stranico 1 km), ki so znotraj tega naselja (glede na centroid mrežnih prostorskih enot) (Slika 7 levo). Razvrstitev v kategorije smo naredili na podlagi enakih vrednosti koncentracije PM₁₀ kot pri mrežnih prostorskih enotah (Slika 8 desno). Za analize na manjših geografskih območjih smo uporabili enake kategorije kot za analize na večjih geografskih območjih (Slika 7 desno in Slika 8 desno).



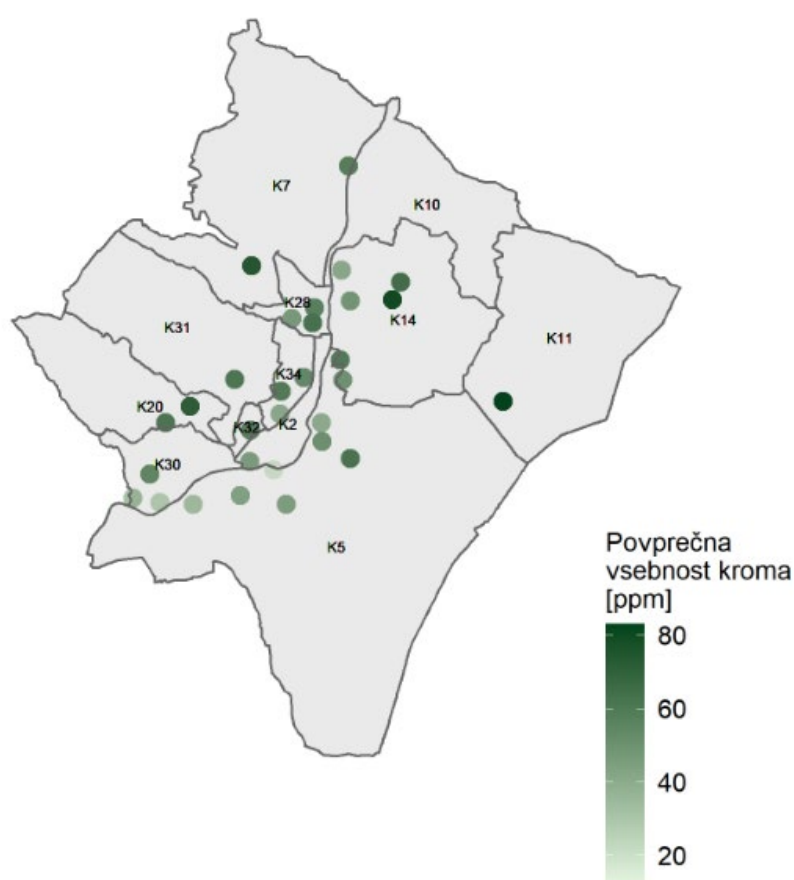
Slika 7: Povprečna koncentracija delcev PM_{10} po mreži 1 km x 1 km (levo) in razvrstitev v tri kategorije (desno).



Slika 8: Prostorsko razporejanje koncentracije delcev PM_{10} v zraku po naseljih v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin (levo) in razvrstitev v tri kategorije (desno).

3.5. Vsebnost kroma v tleh

Raziskovalci Biotehnične fakultete Univerze v Ljubljani so posredovali podatke o vsebnosti kroma (oznaka elementa Cr) v tleh na 30 vzorčnih mestih v okolici sežigalnice odpadkov v občini Kanal, ki so bila za namene projekta izbrana in vzorčena leta 2023. Podrobnosti so navedli v svojem poročilu v raziskovalnem projektu ARIS V3-2236. Na vsakem vzorčnem mestu sta bila odvzeta dva vzorca in sicer na globini 0–5 cm in 5–20 cm. V odvzetih vzorcih so bili analizirani pedološki parametri in potencialno nevarne kovine, ki jih opredeljuje Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/96). V analizi smo kot vrednost vsebnosti kroma v tleh upoštevali povprečje obeh globin (Slika 9).



Slika 9: Vzorčna mesta v občini Kanal in povprečna izmerjena vsebnost kroma.

Za vrednost vsebnosti kroma v posameznem naselju smo upoštevali povprečno vrednost vseh meritev kroma v tem naselju (če je bilo v naselju več kot eno merilno mesto). Ker v naselju Kanal ni bilo meritev, smo zanj uporabili vrednost vsebnosti kroma v naselju Gorenja vas, ki mu je najbližje (Slika 10 levo). Povprečne vsebnosti kroma smo uporabili za oceno izpostavljenosti prebivalcev in zbolelih. V Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/96) je za celokupni krom kot mejna vrednost navedena vrednost 100 ppm, opozorilna 150 ppm in kritična vrednost 380 ppm. Vsebnosti kroma v tleh so na vseh

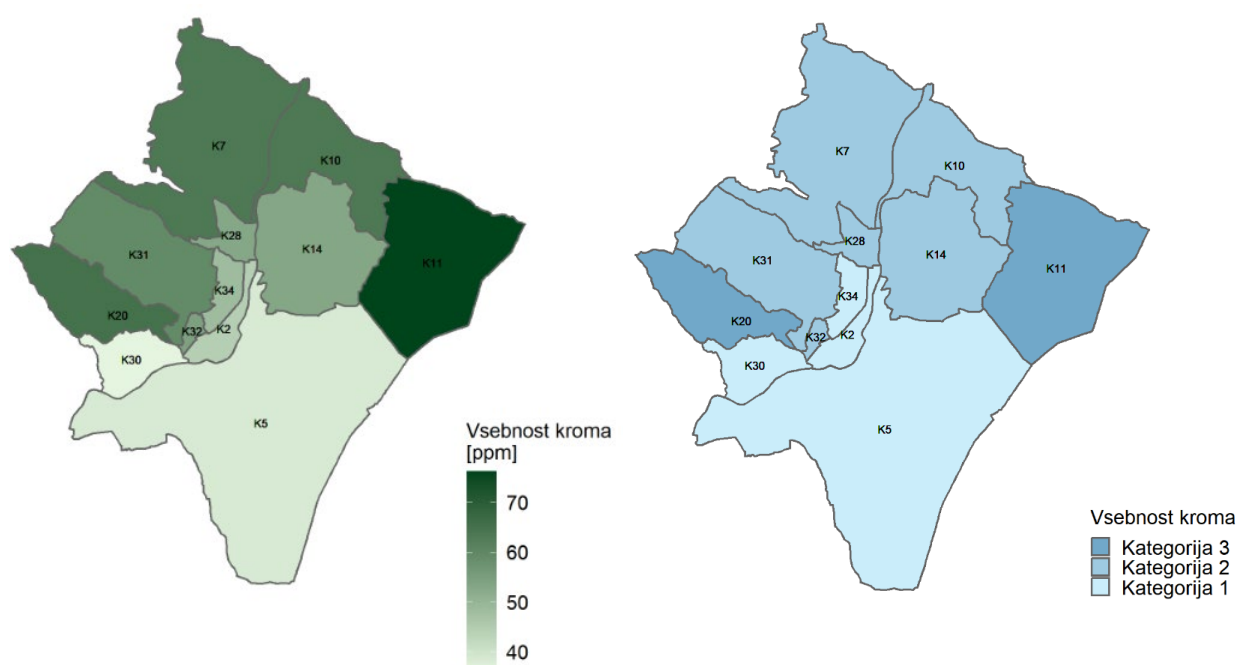
vzorčnih mestih pod mejnimi vrednostmi, ki jih opredeljuje Uredba, se med vzorčnimi mesti zelo malo razlikujejo in zato je razdelitev v kategorije »nizkih« ali »visokih« vrednosti arbitrarno. Kljub temu smo za potrebe statistične analize vrednosti vsebnosti kroma razvrstili v tri kategorije, saj vzpostavljamo metodologijo, ki jo bomo lahko tudi v prihodnje uporabljali. V prvo kategorijo so spadala naselja/enote mreže s povprečno vsebnostjo kroma pod 50 ppm, v drugo kategorijo naselja/enote mreže z vrednostjo med 50 in 65 ppm ter v tretjo kategorijo naselja/enote mreže z vrednostjo nad 65 ppm (Slika 10 desno):

Kategorija 1: $Cr < 50,0$ ppm;

Kategorija 2: $50,0 \text{ ppm} \leq Cr < 65,0$ ppm;

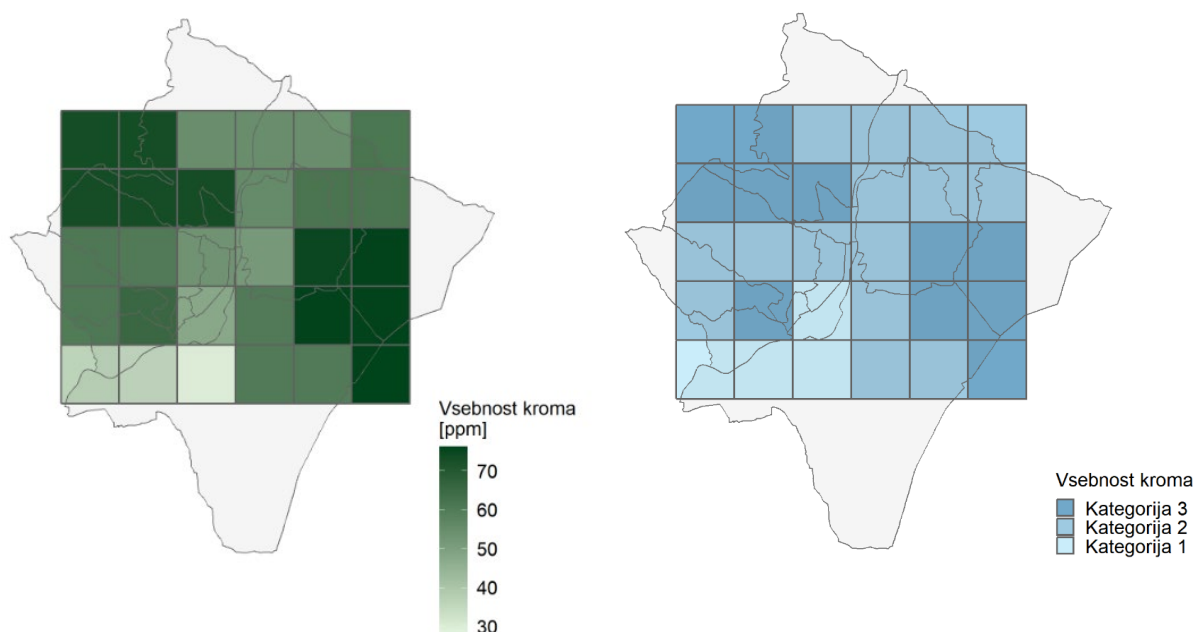
Kategorija 3: $65,0 \text{ ppm} \leq Cr$.

V tabeli, ki je priloga tega poročila (Tabela 17), je za vsako naselje pripisana kategorija vsebnosti kroma.



Slika 10: Povprečna vsebnost kroma v naseljih občine Kanal (levo) in razvrstitev v tri kategorije (desno).

Za vrednost vsebnosti kroma v tleh po mreži 1 km x 1 km smo uporabili povprečno vrednost meritev kroma v posamezni prostorski enoti kilometrske mreže. Za enote, ki nimajo meritev, smo za vrednost vsebnosti kroma upoštevali vrednost povprečne vsebnosti na merilnem mestu, ki je bilo po evklidski razdalji najbližje merjeno od centroida te prostorske enote (Slika 11 levo). Razvrstitev v kategorije smo naredili na podlagi enakih vrednosti vsebnosti kroma kot pri naseljih (Slika 11 desno). Za analize na manjših geografskih območjih smo uporabili enake kategorije kot za analize na večjih geografskih območjih (Slika 10 desno in Slika 11 desno).



Slika 11: Povprečna vsebnost kroma po mreži 1 km x 1 km (levo) in razvrstitev v tri kategorije (desno).

3.6. Kazalnik primanjkljaja SI-EDI

Kazalniki, ki na ravni izbranih prostorskih enot prikazujejo socialno-ekonomsko blagostanje oziroma primanjkljaj prebivalstva, so danes temeljno orodje za preučevanje in razumevanje neenakosti v zdravju. Socialno-ekonomski status v slovenskih epidemioloških raziskavah s področja raka merimo s slovensko različico evropskega socialno-ekonomskega kazalnika primanjkljaja (SI-EDI) (Zadnik et al. 2018). Opira se na Townsendovo filozofijo relativnega primanjkljaja, v kateri se kot prikrajšane opredeli tiste posameznike, ki niso zmožni zadovoljiti potreb, ki jih kot temeljne opredeli večina oseb v družbi, v kateri bivajo (Townsend 1987). Pri določitvi ustreznih komponent in izboru statističnih postopkov pri pripravi SI-EDI je bila uporabljena metodologija, ki jo je za izdelavo Evropskega kazalnika primanjkljaja (European Deprivation index, EDI) predlagala Poret s sodelavci (Poret et al. 2012). Kazalnik SI-EDI je zasnovan na mednarodno priznanem znanstvenem konceptu, lahko se replicira v času in prostoru, ter, kar je najpomembnejše, odraža socialno-ekonomske in kulturne posebnosti populacije. Evropski kazalnik primanjkljaja temelji na Anketi o življenjskih pogojih (*angl.* Statistics on Income and Living Conditions, EU-SILC), ki se izvaja v vseh državah članicah Evropske unije in zato omogoča primerljivost z drugimi državami – v javnozdravstvenih raziskavah ga že uspešno uporabljajo v Franciji, Španiji, Italiji, Angliji in na Portugalskem.

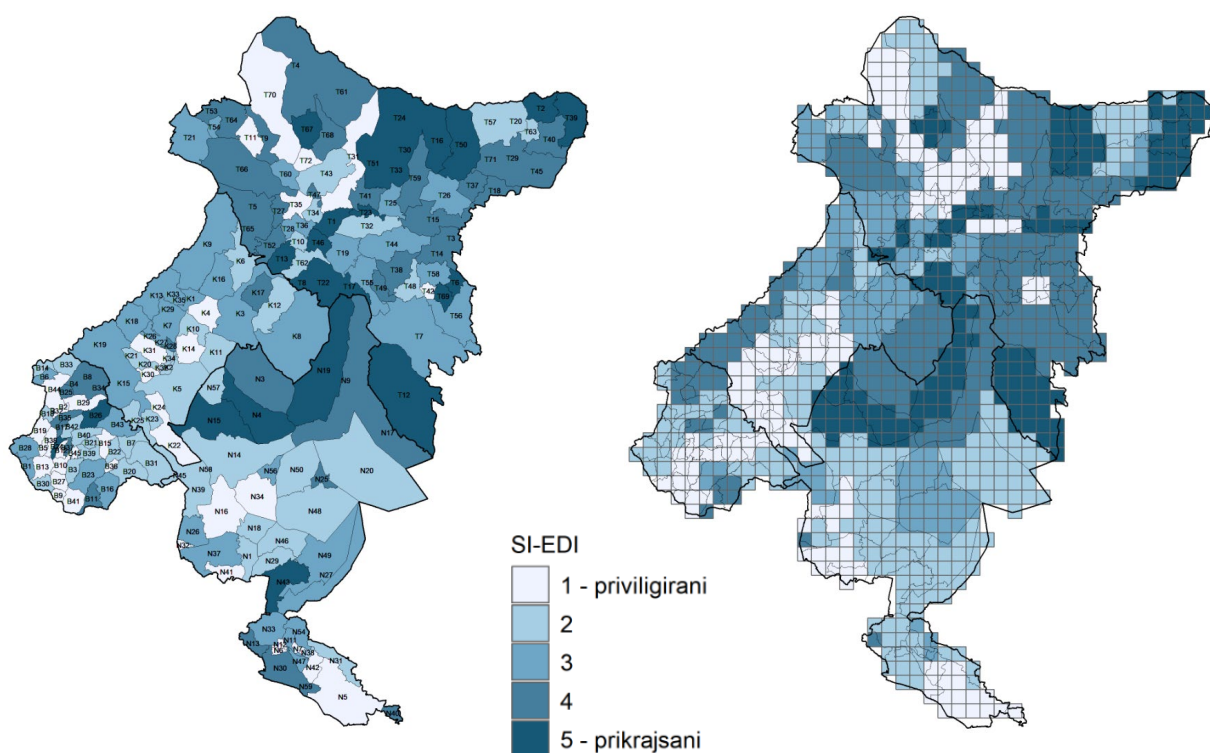
Za pojasnjevanje prostorske porazdelitve bremena raka smo vključili tudi SI-EDI, ki so ga razvili in izračunali raziskovalci RRRS. Kazalnik SI-EDI je za leto 2011 izračunan na ravni statističnih regij, upravnih enot, občin, naselij in državnoborskih volišč (Zadnik et al. 2018, Lokar et al. 2019). Izračunane numerične vrednosti kazalnika so arbitrarne za nadaljnjo uporabo v analizah in se iz njih določi pet ordinalno razvrščenih razredov na podlagi kvintilov: 1. kvintil označuje najmanj in 5. kvintil najbolj socialno-ekonomsko prikrajšane. Pri analizah po naseljih smo uporabili

podatke o kvantilih SI-EDI po naseljih, pri čemer smo v analizo vključili podatek, v kateri kvintil se naselje uvršča glede na celotno območje Slovenije (kvantilov nismo določili glede na vrednosti SI-EDI v analiziranem območju). V primeru združevanja naselij smo izračunali povprečni kvintil združenih naselij (Tabela 7) (Slika 12 levo). V tabeli, ki je priloga tega poročila, je za vsako naselje in občino pripisan kazalnik SI-EDI (Tabela 17).

Posamezni prostorski enoti v mreži 1 km x 1 km smo pripisali podatek za kvintil SI-EDI po voliščih glede na volišče, v katerega spada centroid kvadrata. Kvintili so določeni glede na vrednosti SI-EDI po voliščih območju celotne Slovenije) (Slika 12 desno). Za analize na manjših geografskih območjih smo uporabili enake kategorije, kot so prikazane na spodnji sliki (Slika 12).

Tabela 7: Število naselij in mrežnih prostorskih enot kot se razvrščajo v posamezne razrede slovenske različice evropskega kazalnika primanjkljaja (SI-EDI).

SI-EDI	Število naselij	Število mrežnih točk
1. kvintil (najbolj socialno-ekonomsko privilegirani)	34	155
2. kvintil	44	225
3. kvintil	36	119
4. kvintil	33	246
5. kvintil (najbolj socialno-ekonomsko prikrajšani)	19	138
Skupaj	166	883



Slika 12: Slovenska različica evropskega kazalnika primanjkljaja (SI-EDI) na ravni naselij (levo) in po mreži 1 km x 1 km (desno) glede na volišča.

3.7. Statistične metode in programska oprema

V raziskavi smo uporabljali naslednje mere za oceno incidence raka: metoda neposredne starostne standardizacije, metoda posredne starostne standardizacije in izračun pripisljivega deleža raka. Pri prostorskem modeliranju smo uporabili kompleksne metode analize: georeferenciranje, zemljevide incidence raka, prostorsko analizo in metodo Bayesovega hierarhičnega glajenja. S tem smo lahko ocenili morebitne skupke primerov raka v povezavi z izpostavljenostjo izbranim onesnaževalom na opazovanem območju ter izračunali relativno tveganje raka in delež raka, ki ga lahko pripišemo izpostavljenosti.

Po posameznih naseljih se število in starostna struktura prebivalcev razlikujeta, zato incidence (števila novih primerov raka) po posameznih naseljih ne smemo neposredno primerjati med seboj. Zemljevid incidence raka (ne prikazujemo v poročilu) po naseljih je skladen z zemljevidom prebivalcev, saj je incidenca v grobem sorazmerna s številom prebivalcev, se pravi, da je v najbolj poseljenih naseljih tudi incidenca najvišja. V času in prostoru se spreminjata število in starostna struktura prebivalcev, zato števila novih primerov raka v posameznih prostorskih enotah ne moremo neposredno primerjati med sabo. Starostno standardizacijo pri interpretaciji pojavljanja raka uporabljamo, kadar analiziramo incidenco v daljšem časovnem obdobju (starostna struktura prebivalstva se v času spreminja) ali če incidenco primerjamo med populacijami z različno starostno strukturo, kar pride v poštev pri naši primerjavi incidence raka med naselji in drugimi vrstami prostorskih enot (Dos Santos Silva 1999). Pri **neposredni metodi starostne standardizacije** (uporaba kratice **SSS** za starostno standardizirano incidenčno stopnjo) smo uporabili slovensko standardno populacijo (popis prebivalstva 2022) ali svetovni standard (Segi 1961) ter izračunali 95 % intervale zaupanja (IZ).

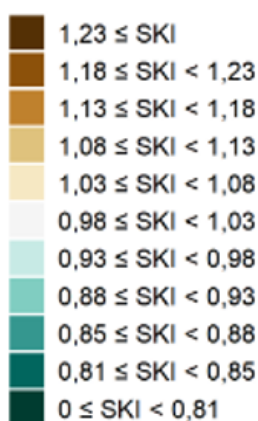
Metodo posredne starostne standardizacije – **standardizirani količnik incidence (SKI)** – smo uporabili za nepristransko oceno relativnega tveganja raka in ga interpretiramo kot **relativno tveganje** bolezni v posamezni skupini prebivalcev glede na referenčno populacijo, za katero smo v naši analizi uporabili t. i. strategijo združene populacije, v katero združimo vse populacije, ki jih želimo primerjati (Dos Santos Silva 1999). V primeru izračuna SKI po naseljih štirih občin je tako bila naša referenčna populacija vsi prebivalci občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin. V primeru analize po naseljih v občini Kanal, je bila naša referenčna populacija vsi prebivalci občine Kanal.

Za oceno **relativnega tveganja raka** glede na kategorije pojasnjevalnih spremenljivk (onesnaževali Cr, PM₁₀ in kazalnik primanjkljaja SI-EDI) ali po prostorskih enotah (žariščna analiza, analiza po kategorijah) smo združili informacije o vseh prebivalcih in primerih bolezni, ki so bivali na celotnem analiziranem območju, ki je nato služilo za referenčno vrednost. Primerjava med kategorijami pojasnjevalnih spremenljivk je narejena izključno znotraj posameznega območja, saj so referenčne vrednosti drugačne za vsako posamezno analizo in jih zato ne smemo primerjati med različnimi analizami.

Prostorski podatki so podatki, ki so posredno ali neposredno vezani na geografsko lokacijo. Vse podatke, ki opredeljujejo naslov osebe, je potrebno pred vključitvijo v kakršnokoli prostorsko analizo in preden jih sploh lahko prikažemo na zemljevidu, natančno zemljepisno opredeliti, t.j. **georeferencirati**, kaj je možno na različnih prostorskih nivojih (administrativne

enote, mreža, točkovni podatki). Zemljevidi agregiranih podatkov merijo povezanost med spremenljivkami za določene izbrane prostorske enote in nikakor ne veljajo neodvisno od teh enot. Za vse tri v tej raziskavi določene prostorske nivoje, kot so opisani v poglavju 3.7 *Prostorske enote*, smo pripravili datoteke shapefiles. V naslednjem koraku smo v oblikovane datoteke shapefiles sklopili podatke o prebivalcih, bolnikih z rakom, vsebnosti kroma v tleh, koncentraciji PM₁₀ v zraku in kazalniku primanjkljaja SI-EDI. Za vsak prostorski nivo je bilo potrebno ločeno sklopiti vse podatke.

Za prikaz **zemljevidov incidence raka** smo uporabili različne svetlostne tone enobarvne lestvice, kjer temnejša barva označuje večjo vrednost. Za prikaz zemljevidov relativnega tveganja smo uporabili razhajajočo barvno lestvico, kjer je sredinski razred (kadar je SKI enak 1) svetle barve, najnižje in najvišje vrednosti pa so označene z dvema temnima barvama, ki imata kontrastni barvni odtenek, s čimer poudarimo razliko, ko se vrednosti (razredi) v obeh smereh oddaljujejo od sredinske vrednosti (Slika 13). Meje razredov smo postavili tako, da prikazujemo čim več podrobnosti okoli vrednosti SKI je enako 1; to nas zanima predvsem pri prikazovanju glajenih vrednosti SKI, zato je meja za najvišji razred že pri relativnem tveganju 1,23. Meje razredov za vrednosti manj kot 1 so recipročne vrednosti mej razredov za vrednosti več kot 1 (na primer $1/1,23 = 0,81$) (Slika 13).



Slika 13: Kategorije standardiziranega količnika incidence (SKI) za predstavitev relativnega tveganja na zemljevidih.

Namen zemljevidov bolezni je, da prikažemo prostorsko razporejanje bolezni ali pa tveganja za nastanek bolezni. **Tveganje raka** lahko v grobem opišemo kot verjetnost, da se zgodi nek dogodek, v našem primeru da oseba zboli za rakom, pri čemer na ta pojav vplivajo različni dejavniki, kot so genetika, življenjski slog, in izpostavljenost onesnaževalom. **Pripisljivi delež raka** (*angl.* population attributable fraction, PAF) se izračuna na podlagi pojavljanja preučevanega dejavnika tveganja in relativnega tveganja za pojav raka (Rockhill B et al. 1998). Torej predstavlja delež novih primerov raka, ki bi jih lahko preprečili, če bi se izognili določenemu dejavniku tveganja.

Kljub temu, da pri izračunu SKI poleg incidence upoštevamo tudi razporeditev in starostno strukturo prebivalcev, zaključkov na podlagi nezglajenih vrednosti SKI ne moremo delati zaradi

velike variabilnosti, ki je posledica (pre)majhnega števila prebivalstva (in posledično zelo majhnega števila bolnikov z določeno vrsto raka). Predvsem na območjih z zelo majhnim številom prebivalcev in/ali številom primerov preučevane bolezni lahko že en sam primer bolezni prestavi območje iz zelo ogroženega v območje brez primerov ali obratno. Kadar želimo ugotoviti, ali je opaženo prostorsko razporejanje bremena raka posledica naključja zaradi majhnega števila prebivalstva in/ali primerov raka ali različne izpostavljenosti dejavnikom tveganja (kot so življenjski slog in okoljski dejavniki), je smiselno dejanske vrednosti modelirati (s čimer kontroliramo tudi prostorsko avtokorelacijo in vzorčno variabilnost). V onkološki epidemiologiji največkrat za modeliranje uporabljamo **Bayesove hierarhične modele prostorskega glajenja** (Zadnik 2006). Interpretacija glajenega SKI ostaja podobna: približek relativnemu tveganju bolezni v posamezni enoti v primerjavi s populacijskim povprečjem. Zanesljivost ocene Bayesovih analiz podajamo s 95 % **kredibilnim intervalom** (KI) (ter ne z intervalom zaupanja).

Bayesovi hierarhični modeli so kompleksni. V primeru incidence raka, za katero predpostavimo Poissonovo porazdelitev, se velikokrat uporablja Besag-York-Mollié (BYM) model, ki spada med hierarhične modele. Njegove parametre lahko izračunamo na podlagi dveh različnih pristopov, eden uporablja metode iz družine metod za vzorčenje iz verjetnostnih porazdelitev, Markovske verige Monte Carlo (*angl.* Markov Chain Monte Carlo, MCMC), natančneje Gibbsov vzorčevalnik, drugi pa integrirano gnezdeno Laplaceovo aproksimacijo (*angl.* integrated nested Laplace approximation, INLA). Uporabili smo slednjo, saj INLA za razliko od metode Markovske verige Monte Carlo porabi manj računskega časa, potrebnega za dobro prilaganje modela, rezultati pa so primerljivi (Korat 2020).

Za to poročilo so med vsemi parametri modela ključna razmerja med natančnostima (τ) heterogene (H) in prostorske slučajne komponente (S), τ_s/τ_h . S tem razmerjem ocenjujemo, katera od slučajnih komponent ima večji vpliv na oceno posteriorne verjetnostne porazdelitve. Natančnost (τ) je obratna vrednost variance, torej višja natančnost pomeni manjšo variabilnost. Če je $\tau_s/\tau_h < 1$, potem ima večji pomen prostorska slučajna spremenljivka (S) in v zemljevidu obstaja pomembno prostorsko razporejanje oziroma prostorska povezanost sosednjih območij, v nasprotnem primeru pa je pomembnejša heterogena slučajna spremenljivka (H), kar pomeni, da se kazalnik na zemljevidu v prostoru razporeja naključno. Z razmerjem je τ_s/τ_h smo torej ocenjevali, če je prostorsko razporejanje glajenih SKI naključno ali se pojavlja prostorsko združevanje, ali z drugimi besedami, **pojavljanja skupkov** na celotnem analiziranem prostorskem območju.

Za obdelavo podatkov in statistične analize smo uporabili podatkovno skladišče RRRS, Excel 2016 in programski jezik R (R verzija 4.3.1) (R Core Team 2023), kjer smo dodatno uporabili R paket dplyr (verzija 1.1.2).

Za ovrednotenje spreminjanja časovnih trendov incidence smo uporabili segmentirano linearno regresijo, ki omogoča identifikacijo prelomnih točk (*angl.* joinpoints) v časovnem trendu, v katerih se strmina oziroma naklon trenda značilno spremeni. Naklon spreminjanja incidence je izražen s povprečno letno spremembo (PLS) za izbrana obdobja in je statistično značilno različen od nič, kadar časovni trend pomembno narašča ali pada. V primeru stabilnosti

trenda PLS ni statistično značilna. Analize smo izvedli s programom Joinpoint Regression Program (različica 4.1.1).

Za vse izračune, potrebne za risanje zemljevidov in oceno hierarhičnih Bayesovih modelov, smo uporabili aplikacijo CanMapTool, različico 1.1., ki se uporablja za prikaz podatkov o incidenci raka in smo jo razvili v RRRS v okviru projekta WASABY ter kasneje nadgradili za potrebe raziskav, ki jih izvajamo v Sloveniji. CanMapTool uporablja paketa nimble (verzija 0.10.1) in spdep (verzija 1.1-5) za programski jezik R.

Nekatere zemljevide smo risali izven aplikacije CanMapTool, pri čemer smo uporabljali programski jezik R (R verzija 4.3.1) in R pakete rgdal (verzija 1.6-7) in sf (verzija 0.9-7) za delo s datotekami shapefiles ter ggplot2 (verzija 3.3.3) za risanje zemljevidov.

4. Incidenca raka

Rakave bolezni predstavljajo eno največjih zdravstvenih bremen v Sloveniji, saj so odgovorne za visoko stopnjo obolevnosti in so na drugem mestu med vzroki smrti. Število novougotovljenih primerov raka (incidenca) pri prebivalcih Slovenije se glede na podatke Registra raka RS vsako leto povečuje. Več kakor polovica tega povečanja gre pripisati staranju prebivalstva, saj se z daljšo življenjsko dobo poveča število ljudi, ki doživijo starost, pri kateri je tveganje za razvoj raka višje (Zadnik et al. 2017b). Starostno standardizirana incidenčna stopnja (SSS) raka, kjer se učinek staranja populacije izniči, pa kaže, da se število novih primerov raka povečuje počasneje, kot bi sklepali zgolj iz absolutnih števil.

Incidenca je tisti kazalnik bremena raka, ki v najvišji meri odraža vpliv dejavnikov, tako varovalnih kot nevarnostnih, ki vplivajo na posameznika skozi več desetletij. Ostali kazalniki bremena raka kot so prevalenca, umrljivost in preživetje so v prvi vrsti odvisni od incidence, vendar pa na njihovo gibanje vplivajo tudi značilnosti bolnikov (npr. pridružene bolezni), značilnosti bolezni (npr. stadij raka), razvoja zdravstvene stroke (npr. diagnostika in zdravljenje) kot tudi organizacija, dostopnost, kakovost in učinkovitosti sistema zdravstvenega varstva. Za prikaz bremena raka v povezavi z dejavniki tveganja je tako najbolj primerno uporabiti incidenco, kar smo tudi storili v tem poročilu.

Za območje Slovenije je značilna razpršena in redka poselitev, saj je večina prebivalstva zgoščena v urbanih središčih. V majhnih slovenskih občinah živi majhno število ljudi, med katerimi je lahko zelo malo ali nič zbolelih za rakom. Zaradi navedenega problema zelo majhnih števil in zaveze po varovanju občutljivih osebnih podatkov RRRS v svojih rednih publikacijah in na spletnem portalu SLORA (www.slora.si) objavlja podatke o incidenci za večje prostorske enote, kot so upravne enote ali statistične regije (Zadnik et al. 2024). Na območjih z majhnim številom prebivalcev in/ali številom primerov preučevane bolezni lahko namreč že en sam primer bolezni (napačno) spremeni območje brez primerov v zelo ogroženo območje. Iz rezultatov geografskih analiz po slovenskih občinah pogosto vidimo, da izstopajo občine z majhnim številom prebivalstva, vendar predvsem ali izključno zaradi problema majhnih števil in vpliva naključnega nihanja pojavljanja raka. Šele podrobne prostorske analize (kot so v tem poročilu uporabljene v poglavju 5. *Prostorske analize*) lahko znanstveno pravilno in pošteno ovrednotijo razporejanje primerov raka na zelo majhnih geografskih območjih z majhnim številom prebivalstva. Kljub navedenim problemom v tem poglavju opisujemo ter prikazujemo incidenco za občino Kanal. Tudi za občino Kanal je značilno, da se uvršča med slovenske občine z manjšo gostoto poselitve kot v celotni državi, prav tako pa v njej živijo starejši prebivalci kot v povprečju v Sloveniji (vir: Statistični urad Republike Slovenije). To pomeni, da moramo biti izredno previdni pri interpretaciji podatkov o obolevnosti za rakom v občini Kanal, saj lahko na območjih z majhnim številom prebivalcev število primerov raka odraža predvsem naključna odstopanja, ki so posledica visoke variabilnosti incidence zaradi majhnega števila prebivalcev in naključnega nihanja pojavljanja raka skozi čas. Hkrati je treba pri interpretaciji absolutnih števil upoštevati dejstvo, da je tveganje raka pri starejših prebivalcih raka večje kot pri mlajših.

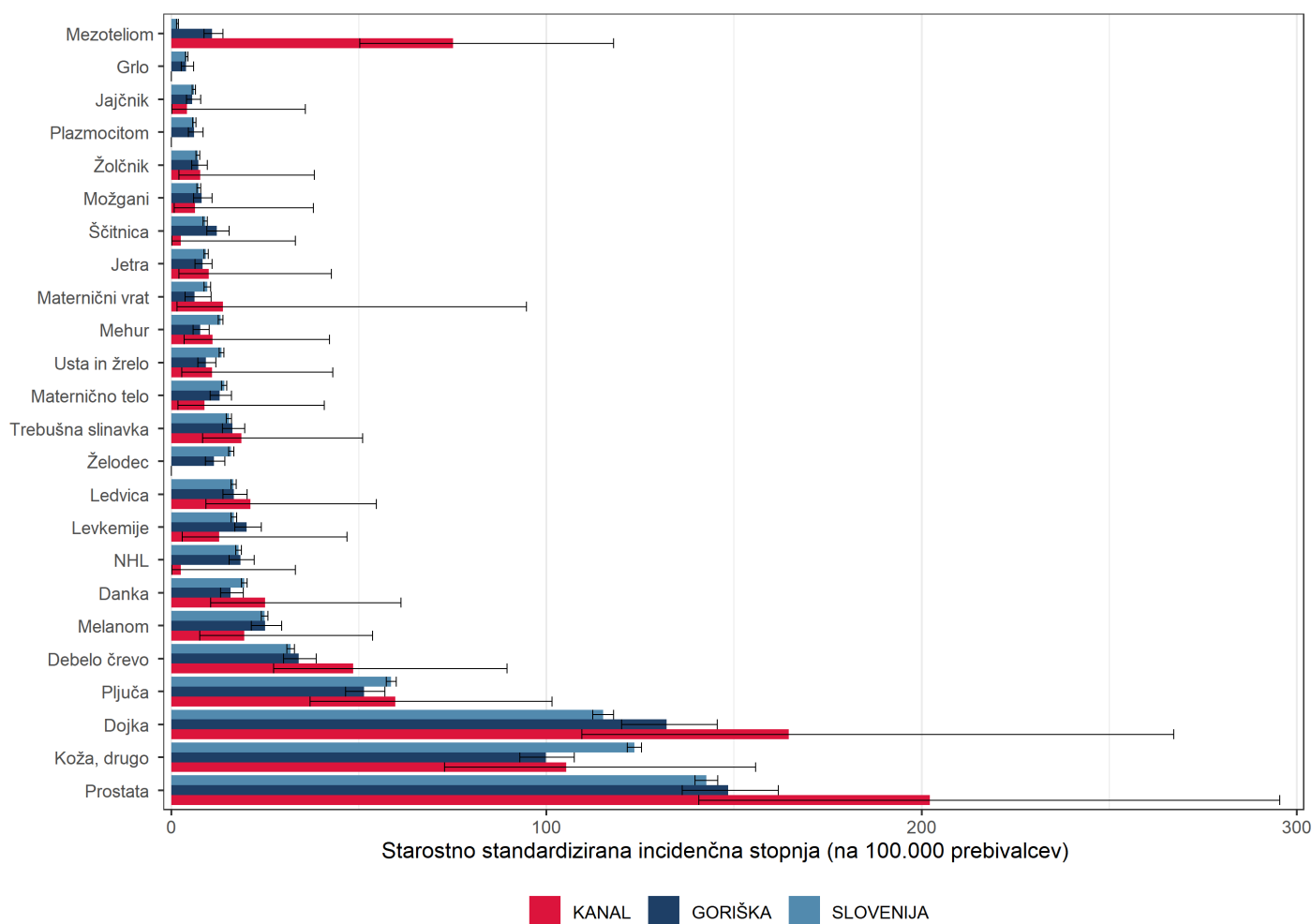
4.1. Incidenca raka in časovni trend

Po podatkih RRRS je v petletnem obdobju 2016–2020 za rakom v Sloveniji zbolelo okoli 16.000 prebivalcev letno, od tega nekaj več kot 50 (0,3 %) prebivalcev v občini Kanal (Tabela 8). Groba incidenčna stopnja (število primerov raka na 100.000 prebivalcev) je bila v občini Kanal nekoliko višja kot v Sloveniji, vendar ne statistično značilno višja (95 % IZ se prekrivata) (Tabela 8). Groba incidenčna stopnja raka odraža tudi starost prebivalstva na nekem območju (v občini Kanal živijo v povprečju starejši). Za zanesljivo oceno se zato uporablja starostno standardizirana stopnja (SSS) incidence, ki vpliv različnih starosti izniči in tako poda zanesljivejšo primerjavo s Slovenijo in ostalimi območji po državi. Tudi SSS je bila v občini Kanal višja kot v Sloveniji, vendar ne statistično značilno višja (Tabela 8).

Tabela 8: Prebivalci, incidenca, groba incidenčna stopnja in starostno standardizirana incidenčna stopnja (slovenski standard) (SSS) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) in prevalenca raka v občini Kanal in Sloveniji, 2016–2020.

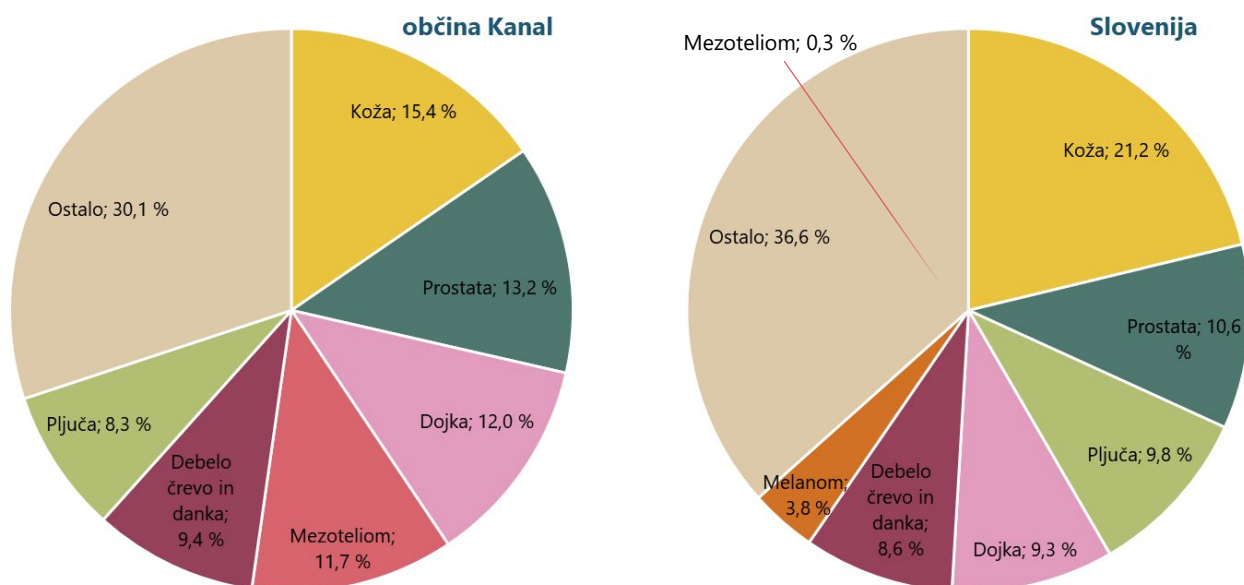
Spol	Prebivalci (povprečno število letno)	Incidenca (povprečno število zbolelih letno)	Groba incidenčna stopnja (na 100.000 prebivalcev) s 95 % IZ	SSS (na 100.000 prebivalcev) s 95 % IZ
Občina Kanal				
Skupaj	5.335	53	998,8 [731,3–1.266,3]	689,7 [605,2–789,3]
Moški	2.691	30	1.101,0 [702,1–1.499,9]	857,4 [721,4–1.022,5]
Ženske	2.644	24	894,6 [531,4–1.257,8]	565,3 [459,8–711,2]
Slovenija				
Skupaj	2.074.746	15.971	768,6 [756,7–780,5]	607,4 [603,1–611,7]
Moški	1.033.044	8.535	823,8 [806,3–841,3]	720,3 [713,4 –727,2]
Ženske	1.041.702	7.435	713,6 [697,4–729,8]	527,8 [522,1–533,5]

Slika 14 prikazuje SSS raka (slovenski standard) v občini Kanal, goriški statistični regiji in Sloveniji po posameznih skupinah raka. V občini Kanal ni bilo nobenega primera raka grla, želodca ali plazmocitoma v letih 2016–2020. Edino incidenca mezotelioma je v občini Kanal značilno večja tako v primerjavi s Slovenijo kot z goriško regijo. Tudi še pri nekaterih drugih rakih (rak materničnega vratu, trebušne slinavke, ledvic, danke, debelega črevesa, pljuč, dojke in prostate) so SSS v občini Kanal višje kot v povprečju v Sloveniji, a razlike niso značilne, saj so zaradi majhnega absolutnega števila zbolelih 95 % intervali zaupanja zelo široki, kar pomeni, da so primerjave vrednosti za občino Kanal s Slovenijo in goriško regijo nezanesljive (Slika 14).



Slika 14: Starostno standardizirana incidenčna stopnja raka (slovenski standard) v občini Kanal, statistični regiji Goriška in Sloveniji po skupinah raka, 2016–2020.

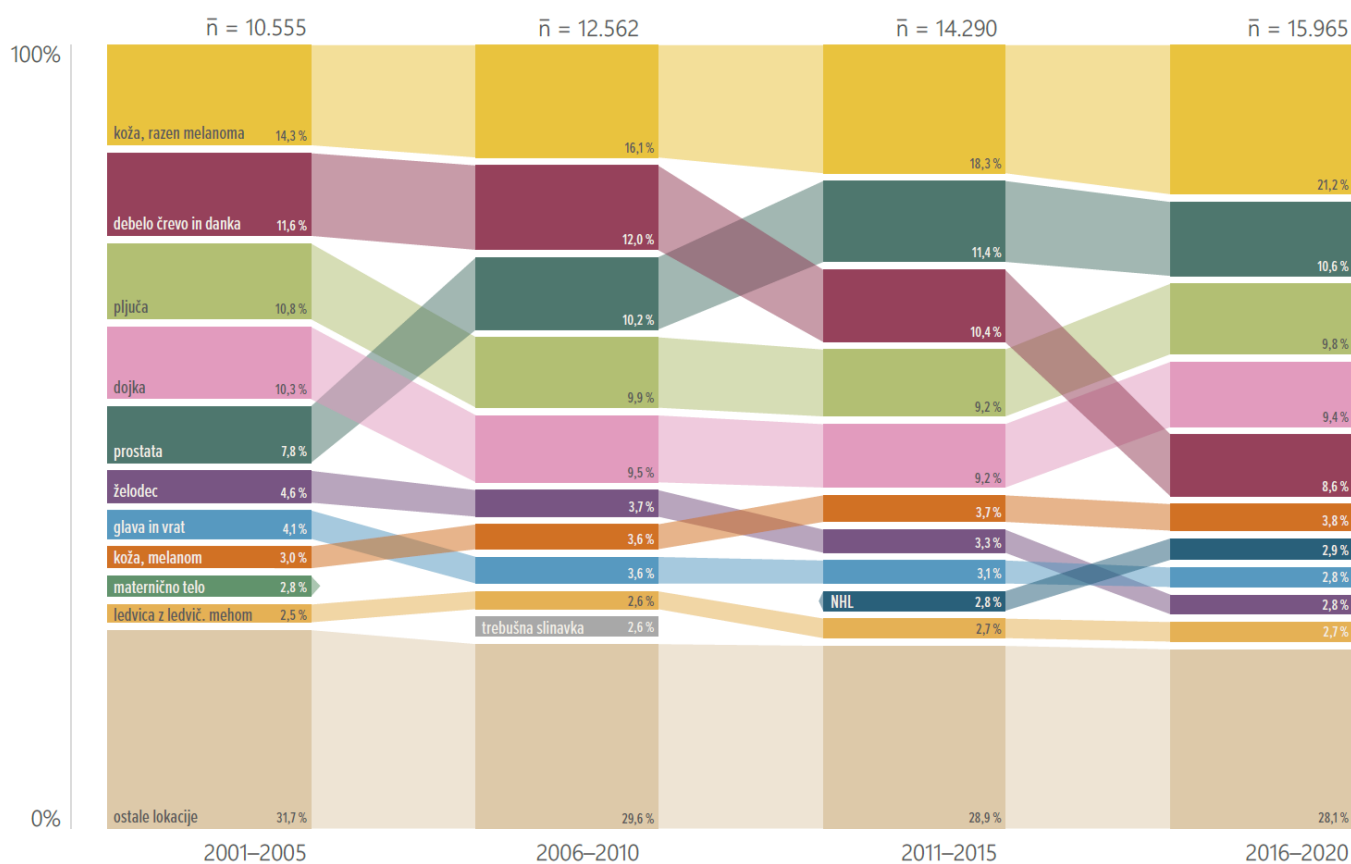
Najpogostejša raka v občini Kanal sta, tako kot v Sloveniji, nemelanomski kožni rak, ki mu sledi rak prostate. Med prvih šest najpogostejših rakov se poleg rakov dojk, debelega črevesa in danke ter pljuč na četrto mesto razvršča tudi mezoteliom, ki v Sloveniji, nasprotno, predstavlja le 0,3 % vseh na novo ugotovljenih rakov (Slika 15). Najpogostejše vrste raka (razen mezotelioma), zaradi katerih so zboleli prebivalci v občini Kanal, so podobne kot v Sloveniji. Ključni nevarnostni dejavniki za pojav teh vrst raka so nezdrave izbire s področja življenjskega sloga prebivalcev, kot so kajenje tobaka in tobaknih izdelkov, pitje alkohola, debelost zaradi neustrezne prehrane in pomanjkanja telesne dejavnosti (IARC 2024a).



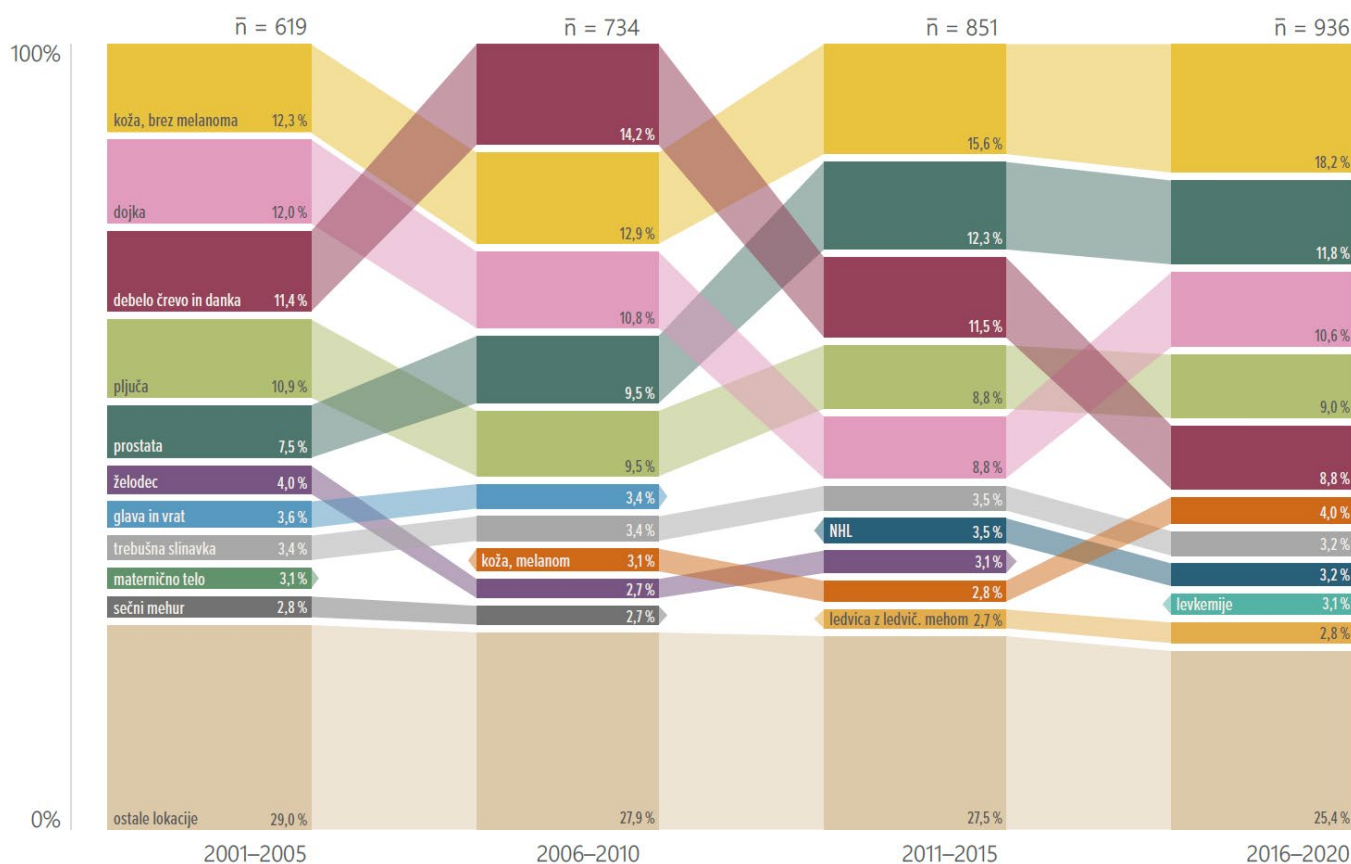
Slika 15: Najpogostejši raki v občini Kanal (levo) in Sloveniji (desno), 2016–2020.

Časovni trend deset najpogostejših rakov se za goriško regijo (Slika 17) ne razlikuje bistveno od trenda pojavljanja rakov v Sloveniji (Slika 16). V Sloveniji je pet najpogostejših rakov (nemelanomski kožni rak, rak prostate, pljuč, dojk ter debelega črevesa in danke) predstavljalo skupaj med 55 % in 60 % vseh rakov (Slika 16), v goriški regiji med 54 % in 59 % (Slika 17) ter v občini Kanal med 48 % in 58 % vseh rakov, če ne upoštevamo mezotelioma (Slika 18).

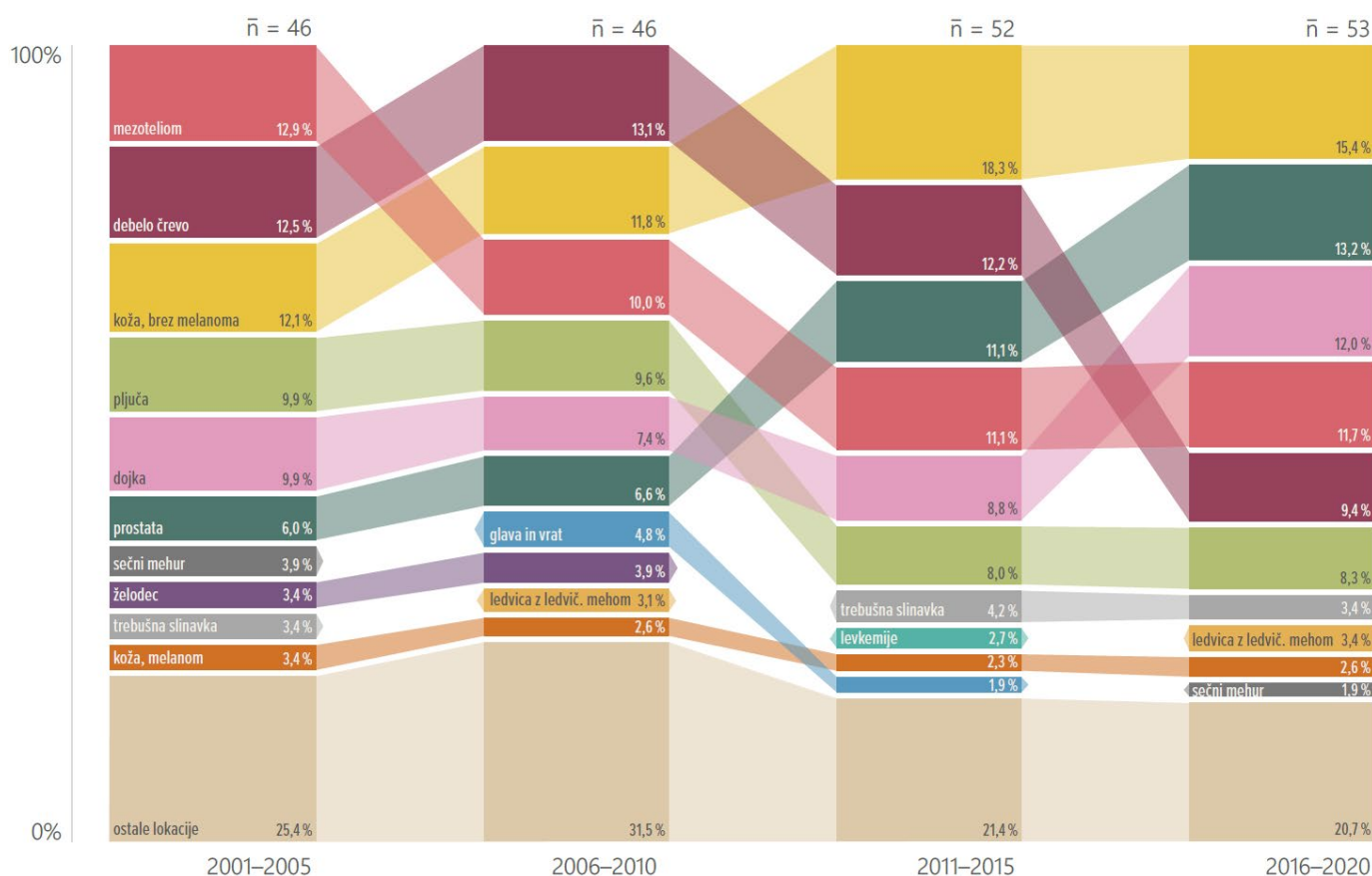
V Sloveniji in goriški regiji mezoteliom ni med najpogostejšimi raki. Delež mezotelioma v občini Kanal (Slika 18) je v zadnjih 20 letih med 10 % in 13 %, dobrodošla novica pa je, da je s prvega mesta v 2001–2005 zdrsnil na četrto mesto v zadnjih desetih letih.



Slika 16: Deset najpogostejših rakov v **Sloveniji** po petletnih obdobjih v 2001–2020.



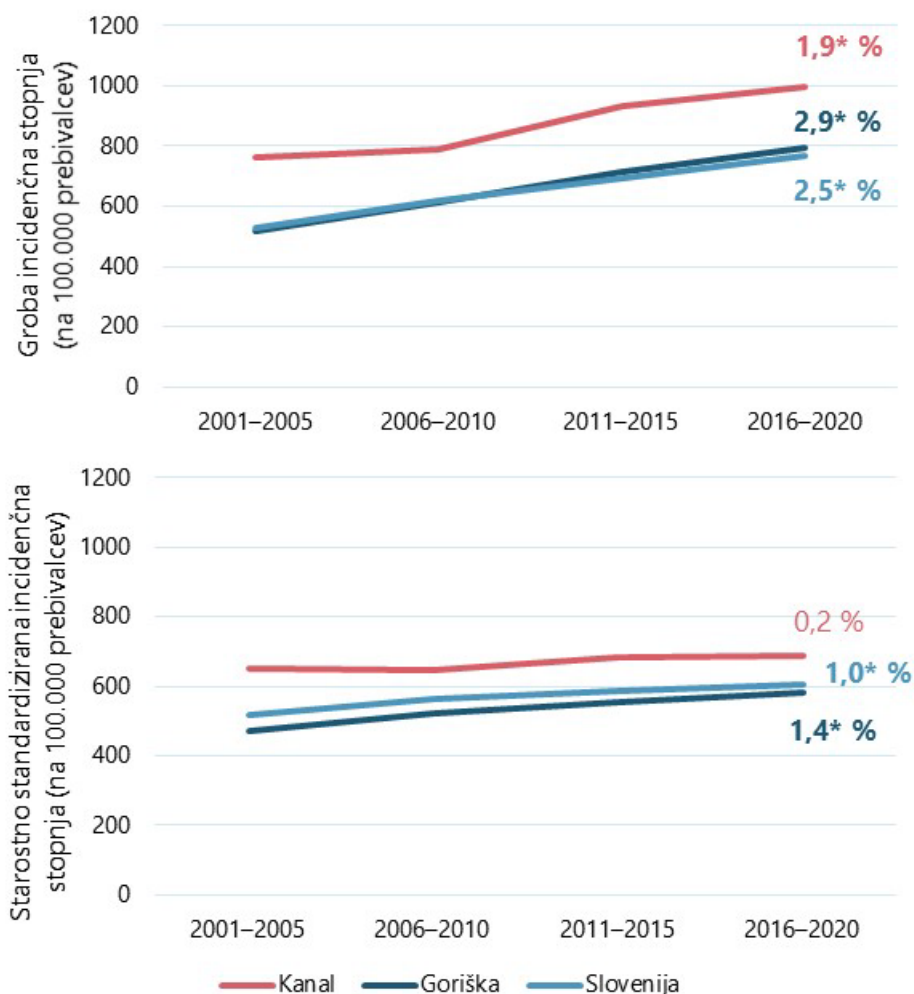
Slika 17: Deset najpogostejših rakov v **goriški statistični regiji** po petletnih obdobjih v 2001–2020.



Slika 18: Deset najpogostejših rakov v občini Kanal po petletnih obdobjih v 2001–2020.

V splošnem se groba incidenčna stopnja raka večja tako v Sloveniji kot v vseh njenih manjših prostorskih enotah, kar velja tudi za občino Kanal (Slika 19, zgoraj). Groba incidenčna stopnja se je v zadnjih dvajsetih letih v Sloveniji povečala za 45 % (iz 530/100.000 v 2001–2005 je narasla na 770/100.000 v 2016–2020), v goriški regiji pa za 53 %. V občini Kanal je groba incidenčna stopnja višja, vendar ne narašča tako hitro, saj se je v zadnjih 20 letih povečala za 31 % (z 765/100.000 v 2001–2005 je narasla na 1.000/100.000 prebivalcev v 2016–2020). V zadnjem desetletju se večja za 2,5 % povprečno letno v Sloveniji, za 2,9 % v goriški regiji in za 1,9 % v občini Kanal (vse povprečne letne spremembe so statistično značilne s $p < 0,001$). Povprečne letne spremembe so izračunane na podlagi podatkov za posamezno koledarsko leto, čeprav na grafu prikazujemo podatke za petletna obdobja (Slika 19).

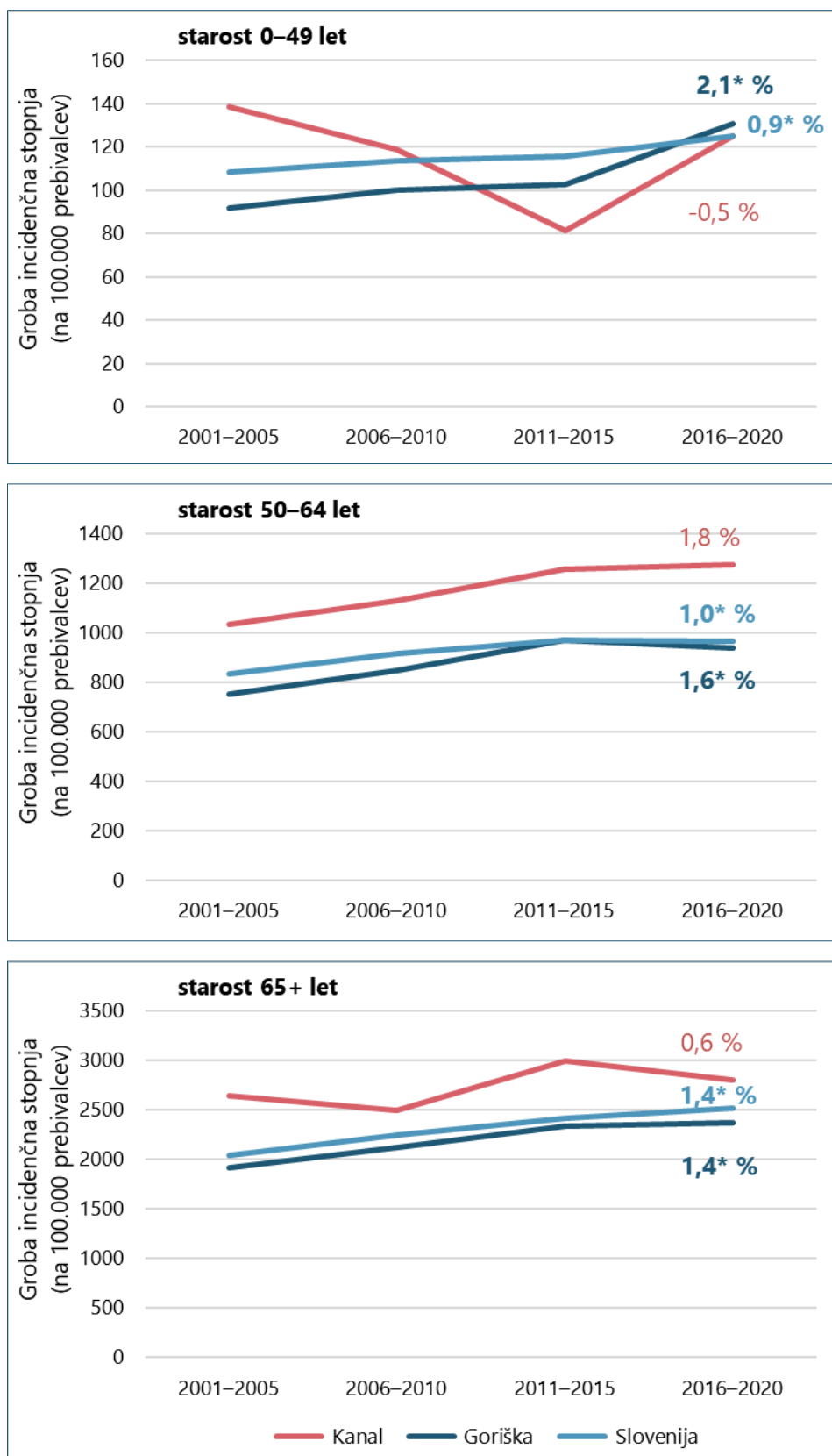
Več kot polovico tega povečanja incidence raka lahko pripišemo staranju prebivalstva, saj z daljšo življenjsko dobo lahko tudi več ljudi dočaka to bolezen. Starostno standardizirana incidenčna stopnja (SSS, slovenski standard) raka kaže (Slika 19, spodaj), da se tveganje raka večja počasneje kot groba stopnja raka v Sloveniji (za 16 % oziroma za 1,0 % povprečno letno) in goriški regiji (za 23 % oziroma za 1,4 % povprečno letno), v občini Kanal pa se ne spreminja in je okoli 650/100.000 prebivalcev.



Slika 19: Groba (zgoraj) in starostno standardizirana (spodaj) (slovenski standard) incidenčna stopnja raka s povprečno letno spremembo (izražena v odstotkih) v občini Kanal, goriški statistični regiji in Sloveniji, 2001–2020. S zvezdico so označene statistično značilne povprečne letne spremembe.

Groba incidenčna stopnja raka v starostni skupini 0–49 let (starost osebe v času ugotovitve raka) je v občini Kanal in goriški regiji primerljiva z grobo stopnjo v Sloveniji (Slika 20). V občini Kanal je groba incidenčna stopnja višja za starostni skupini 50–64 let ter starejše od 65 let, predvsem na račun večje incidence mezotelioma. Ker je rak veliko pogostejši pri starejših, so tudi grobe stopnje veliko večje za starostni skupini 50–64 let ter 65 let in več v primerjavi s starostno skupino 0–49 let, zato so rezultati predstavljeni na ločenih grafih (Slika 20).

Povprečne letne spremembe so izračunane na podlagi podatkov za posamezno koledarsko leto, čeprav na grafu prikazujemo podatke za petletna obdobja (Slika 20). Povprečna letna sprememba v zadnjih dveh desetletjih 2001–2020 je v starostni skupini 0–49 let 0,9 % v Sloveniji in 2,1 % v goriški regiji, v starostnih skupinah 50–64 let ter 65 let in več pa so povprečne letne spremembe med 1,0 % in 1,6 % (vse povprečne letne spremembe za Slovenijo in Goriško regijo so statistično značilne s $p < 0,001$). V občini Kanal so grobe stopnje stabilne za vse tri starostne skupine (povprečna letna sprememba za starostno skupino 0–49 let je -0,5 % in ni statistično značilno različna od nič ($p = 0,83$)).



Slika 20: Groba incidenčna stopnja raka v občini Kanal, goriški statistični regiji in Sloveniji, 2001–2020, glede na starost osebe v času ugotovitve raka: 0–49 let (zgoraj), 50–64 let (sredina) in 65 let ali več (spodaj). Številke ob krivuljah označujejo povprečno letno

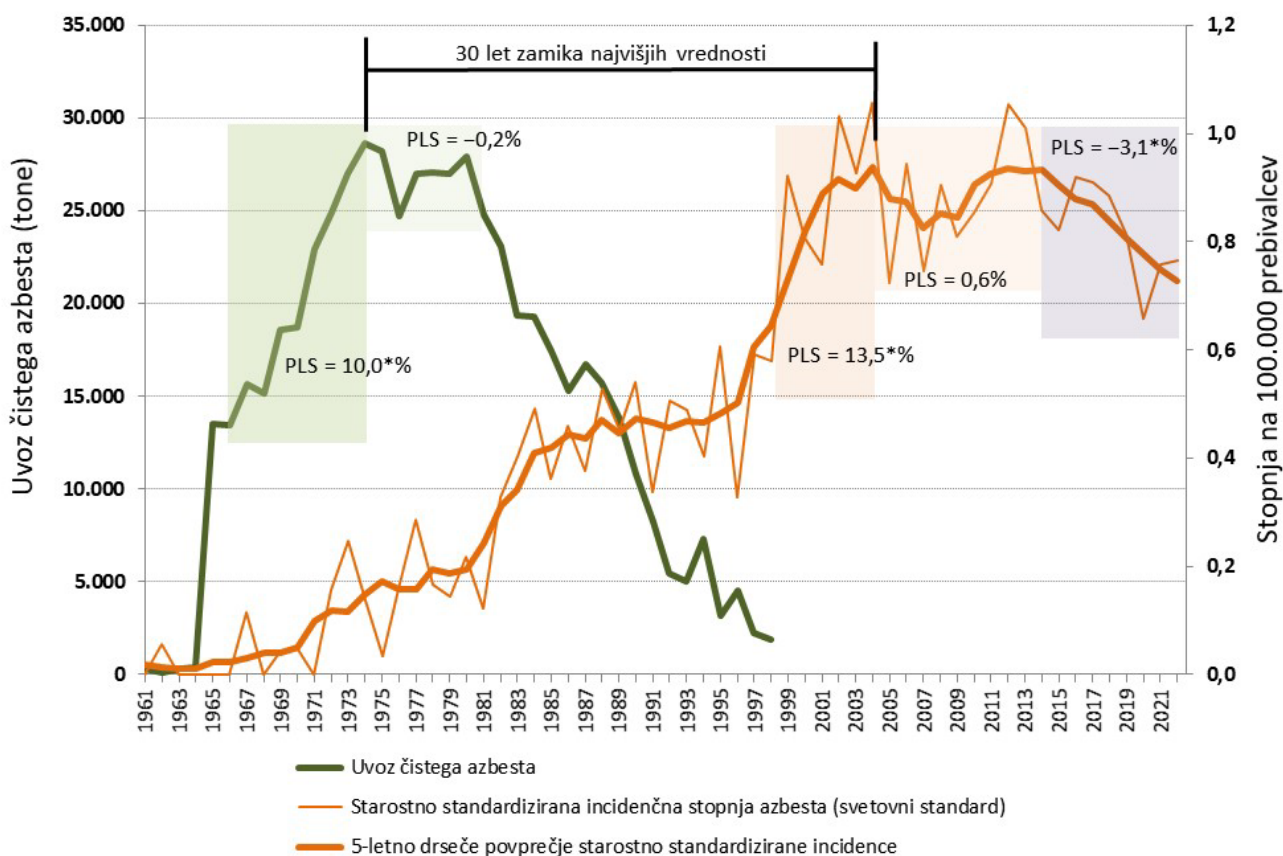
spremembo (izražena v odstotkih), pri čemer so s zvezdico so označene tiste povprečne letne spremembe, ki so statistično značilne od nič.

4.2. Mezoteliom

Proizvodnja in uporaba azbesta v Sloveniji upada od leta 1982, od leta 1998 pa je v celoti prepovedana (Dodič Fikfak in Sesok 1999, Zadnik et al. 2017a). V analizi časovnih trendov pojavljanje mezotelioma v Sloveniji smo ugotovili, da incidenca mezotelioma z dolgoletnim zamikom sledi naraščanju ter nato upadanju uvoza azbesta v državo (Slika 21), pri čemer največja vrednost SSS mezotelioma leta 2004 sledi s 30-letnim zamikom od največjega uvoza azbesta leta 1974. Naraščanje uvoza azbesta in SSS mezotelioma sta podobna tako v časovnem intervalu kot naklonu (povprečna letna sprememba je 10,0 % (95 % IZ je 5,8–14,4 %) za uvoz azbesta in 30 let kasneje 13,5 % (95 % IZ je 5,7–20,6 %) za SSS mezotelioma). Latentna doba za nastanek mezotelioma sicer ni natančno določena in se med raziskavami razlikuje od 16 do več kot 40 let (Zadnik et al. 2017a), saj je odvisna tudi od intenzitete in vrste izpostavljenosti. V analizi smo tudi ugotovili, da je bila v obdobju 2004–2014 SSS mezotelioma stabilna (trend ni statistično značilen), od leta 2014 do 2022 pa se je manjšala povprečno za 3,1 % na leto (95 % IZ je od -3,4 % do -2,8 %) (Slika 21).

Vrh incidence mezotelioma je bil torej v Sloveniji že dosežen in je povezan predvsem s poklicno izpostavljenostjo azbestu. Upadanje incidence mezotelioma pa je počasnejše, kot se je manjšal uvoz čistega azbesta, saj se izpostavljenost določenih prebivalcev Slovenije nadaljuje zaradi neustreznih, divjih azbestnih odlagališč in neustreznega odstranjevanja vgrajenega materiala v stavbah, ki vsebuje azbest. To potrjuje naša prostorska analiza pojavljanja mezotelioma v Sloveniji (Zadnik et al. 2017a): primeri mezotelioma so se v prvih obdobjih analize pojavljali okoli tovarn, ki so v preteklosti proizvajale ali uporabljale azbest, v zadnjem obdobju pa se novi primeri mezotelioma pojavljajo bolj razpršeno po državi.

Pojavnost mezotelioma v Sloveniji se je ustalila na okoli 40 novougotovljenih primerih tega raka letno do zadnjega leta 2022, ko še razpolagamo s podatki. 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 bil delež odkritih mezoteliomov (v primerjavi s Slovenijo) po letu 1988 več kot 20 % in je najvišji v obdobju 2018–2022, ko je znašal 46 % (Tabela 9).

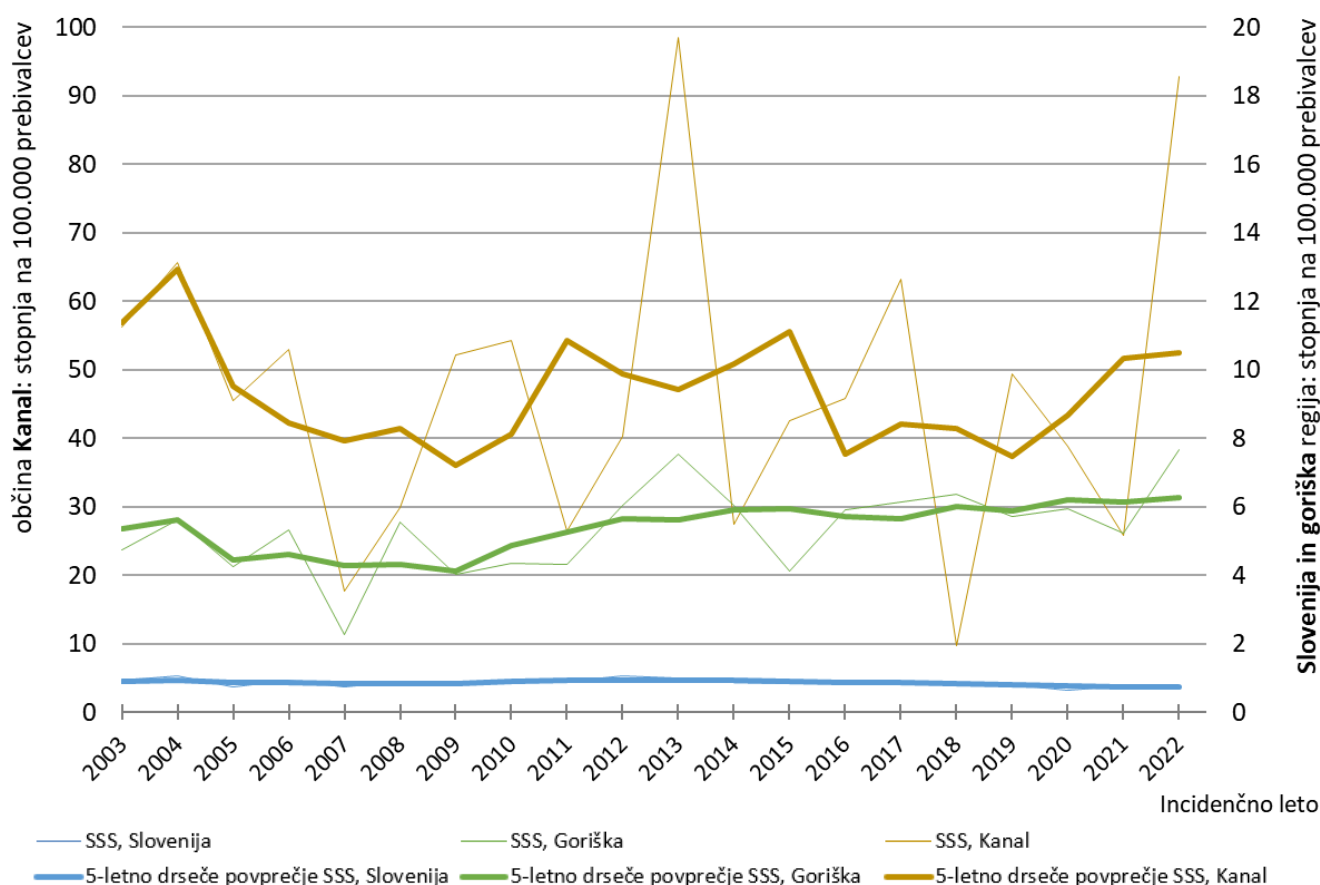


Slika 21: Starostno standardizirana incidenčna stopnja mezotelioma (svetovni standard) v obdobju 1961–2022 s pet-letnim drsečim povprečjem ter uvoz azbesta v obdobju 1961–1998. Povprečna letna sprememba (PLS) starostno standardizirane incidenčne stopnje mezotelioma je prikazana za izbrana obdobja. Številke, označene z zvezdico, pomenijo statistično značilen trend ($p < 0,05$).

Tabela 9: Število in delež zbolelih za mezoteliomom v občini Kanal ob Soči, goriški statistični regiji in Sloveniji med leti 1973 in 2022, po petletnih obdobjih (razen za 1973–1982 podajamo številke za desetletno obdobje zaradi majhnih števil v občini Kanal ob Soči in goriški statistični regiji). V oklepajih so napisani deleži glede na število mezoteliomov v Sloveniji.

Obdobje	Slovenija	Goriška statistična regija	Občina Kanal
1973–1982	42	5 (11,9 %)	3 (7,1 %)
1983–1987	48	9 (18,8 %)	5 (10,4 %)
1988–1992	61	16 (26,2 %)	10 (16,4 %)
1993–1997	68	13 (19,1 %)	6 (8,8 %)
1998–2002	128	41 (32,0 %)	21 (16,4 %)
2003–2007	150	47 (31,3 %)	26 (17,3 %)
2008–2012	182	58 (31,9 %)	24 (13,2 %)
2013–2017	208	79 (38,0 %)	34 (16,3 %)
2018–2022	205	94 (45,9 %)	31 (15,1 %)
skupaj 1973–2020	1092	362 (33,2 %)	160 (14,7 %)

Podrobneje prikazujemo trend SSS mezotelioma v občini Kanal, goriški regiji in Sloveniji v zadnjih dvajsetih letih (Slika 22) (pred letom 1999 ni podatkov o prebivalcih občine Kanal). Kot je pričakovati glede na majhno število prebivalcev v občini Kanal, SSS mezotelioma iz leta v leto zelo niha, vendar trend ne kaže porasta SSS; povprečna letna sprememba v zadnjem desetletju 2013–2022 je -1,8 % in ni statistično značilno različna od nič ($p = 0,810$). SSS mezotelioma v Sloveniji se v zadnjem desetletju statistično značilno ($p = 0,002$) zmanjšuje v povprečju za -2,9 % (razlika s trendom prikazanim na sliki 20 je v tem, da ta ocena velja za drugo obdobje, 2013–2022 ter ne za odseke prikazane na sliki 21). Nasprotno se SSS mezotelioma v goriški regiji od leta 2000 rahlo povečuje, vendar je v zadnjem desetletju stabilna (povprečna letna sprememba v 2013–2022 je 0,6 % in ni statistično značilno različna od nič ($p = 0,78$)) (Slika 22).



Slika 22: Starostno standardizirana incidenčna stopnja (SSS) mezotelioma (svetovni standard) s pet-letnim drsečim povprečjem v obdobju 2003–2022 za občino Kanal ob Soči, goriško statistično regijo in Slovenijo. Zaradi zelo različnih vrednosti sta uporabljeni dve različni skali.

5. Prostorske analize

V raziskavi smo uporabili različne metode za prostorsko analizo pojavljanja raka, da bi ovrednotili pojavljanje vzrocev razporejanja raka in morebitno povezavo z izpostavljenostjo onesnaževalom na opazovanem območju. Analizirali smo geografsko razporejanje vseh rakov skupaj brez nemelanomskega kožnega raka (C00–C96 brez C44 po MKB-10) v obdobju 2011–2020 v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin. Pri analizah po kategorijah izbranih dveh onesnaževal smo ločeno pripravili rezultate za izbrane vrste raka: pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi. Najprej predstavljamo analizo po naseljih v vseh štirih občinah, sledita analizi po naseljih občine Kanal – analiza po vseh naseljih v tej občini ter ločeno analiza po tistih naseljih, v katerih so bile izvedene meritve vsebnosti kroma v tleh. V nadaljevanju je predstavljena analiza tveganja raka po treh kategorijah na podlagi modelske vrednosti koncentracij celokupnega PM₁₀ za območje vseh štirih občin. Sledi analiza po območjih, razdeljenih na tri kategorije glede na vsebnost kroma v tleh za določena naselja občine Kanal. Na koncu je predstavljena žariščna analiza, narejena na podlagi treh območij glede na oddaljenost od treh dimnikov cementarne Salonit Anhovo.

5.1. Analiza po naseljih

Izračunali smo relativno tveganje za raka po naseljih za tri različna območja. Pri vsakem območju so relativna tveganja izračunana glede na referenčno populacijo, ki jo predstavljajo prebivalci celotnega analiziranega območja. Modeli z vključeno vrednostjo kroma v tleh vključujejo najmanjše geografsko območje, saj je razpoložljivost teh meritev bolj prostorsko omejena od razpoložljivosti modelske koncentracije delcev PM₁₀. Vse v tem poglavju navedene prostorske analize smo ponovili za izbrane vrste rakov (pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi) in pri nobeni nismo ugotovili povečanega relativnega tveganja raka v kateri od analiziranih prostorskih enot – teh rezultatov ne prikazujemo v poročilu, saj zaradi majhnega števila primerov teh rakov niso zares smiselne.

5.1.1. Območje občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin

Za naselja v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin smo ocenili relativno tveganje raka s pomočjo štirih različnih modelov prostorskega glajenja z metodo INLA. V spodnji tabeli (Tabela 10) so združeni statistično značilni rezultati vseh štirih uporabljenih modelov:

Model 1: brez vključevanja dodatnih pojasnjevalnih spremenljivk;

Model 2: ena pojasnjevalna spremenljivka, kazalnik SI-EDI;

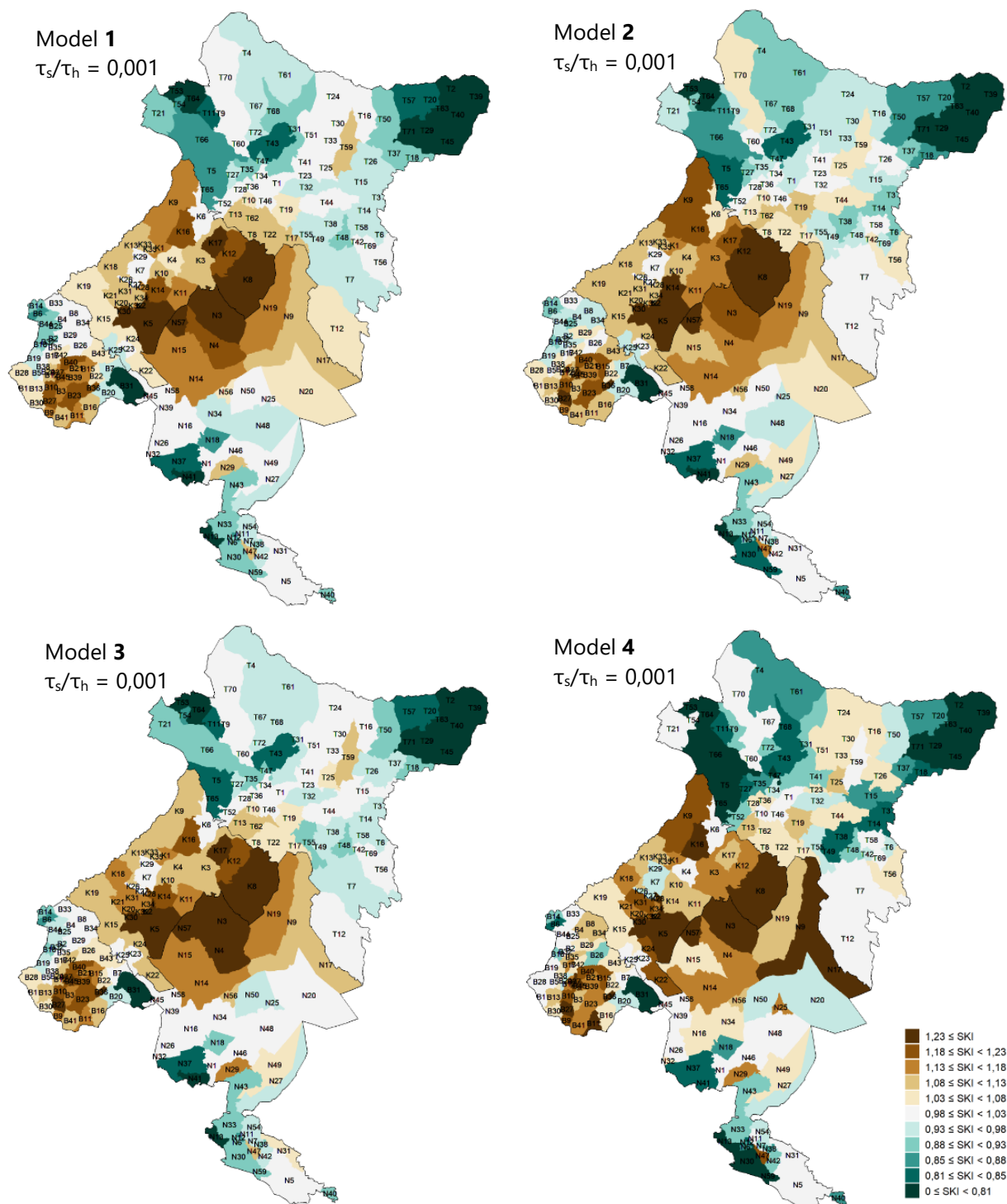
Model 3: ena pojasnjevalna spremenljivka, koncentracija PM₁₀;

Model 4: dve pojasnjevalni spremenljivki, kazalnik SI-EDI in koncentracija PM₁₀.

Vsi štiri modeli prostorskega glajenja nakazujejo, da je v naselju Deskle relativno tveganje raka statistično značilno višje kot med prebivalci celotnega preiskovanega območja (občine Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin). Modeli 2, 3 in 4, v katere smo vključili dodatne pojasnjevalne spremenljivke, nakazujejo, da je relativno tveganje raka statistično značilno višje tudi v naselju Ložice. Model 2 (kot pojasnjevalna spremenljivka je vključen kazalnik SI-EDI) nakazuje, da je relativno tveganje statistično značilno višje tudi v naselju Kal nad Kanalom. Vpliv kazalnika SI-EDI lahko interpretiramo tako, da bi bilo relativno tveganje raka za prebivalce treh omenjenih naselij (Ložice, Deskle in Kal nad Kanalom) višje kot za prebivalce občin na modelnem območju, če bi imela vsa analizirana naselja enak SI-EDI. Model 4 (kot pojasnjevalni spremenljivki sta vključeni kazalnik SI-EDI in koncentracija PM₁₀) nakazuje, da je relativno tveganje raka statistično značilno višje tudi v naselju Banjšice. Na zemljevidih vseh štirih modelov (Slika 23) je nakazano prostorsko razporejanje glajenega SKI v skupke, ki ga podpira tudi razmerje τ_s/τ_h , ki je za vse modele manjše od 1.

Tabela 10: Naselja v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin, ki imajo v obdobju 2011–2020 relativno tveganje rakov (vsi raki skupaj brez nemelanomskega kožnega raka) statistično značilno višje od ena po rezultatih vsakega od štirih uporabljenih modelov (predstavljeno z glajenim standardiziranim količnikom incidence (SKI) s 95 % kredibilnim intervalom (KI)).

Model	Naselje	Občina	Incidenca	Prebivalci	Glajeni SKI s 95 % KI
Model 1: brez	Deskle (K5)	Kanal	107	1199	1,30 [1,10–1,52]
Model 2: kazalnik SI-EDI	Ložice (K30)	Kanal	27	265	1,31 [1,00–1,70]
	Deskle (K5)	Kanal	107	1.199	1,30 [1,10–1,53]
	Kal nad Kanalom (K8)	Kanal	27	326	1,29 [1,00–1,66]
Model 3: koncentracija PM ₁₀	Deskle (K5)	Kanal	107	1199	1,32 [1,12–1,55]
	Ložice (K30)	Kanal	27	265	1,31 [1,01–1,69]
Model 4: kazalnik SI-EDI in koncentracija PM ₁₀	Banjšice (N3)	Nova Gorica	22	244	1,42 [1,03–1,92]
	Ložice (K30)	Kanal	27	265	1,38 [1,05–1,80]
	Deskle (K5)	Kanal	107	1199	1,33 [1,12–1,56]



Slika 23: Zemljevid glajenih standardiziranih količnikov incidence (SKI) vseh rakov skupaj (brez nemelanomskega kožnega raka) po naseljih v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin v obdobju 2011–2020 za štiri modele: model 1, ki ne vključuje dodatnih pojasnjevalnih spremenljivk; model 2, ki ima kot pojasnjevalno spremenljivko vključen kazalnik SI-EDI; model 3, ki ima kot pojasnjevalno spremenljivko vključeno koncentracijo PM_{10} ; ter model 4, ki ima vključeni dve pojasnjevalni spremenljivki, kazalnik SI-EDI in koncentracijo PM_{10} .

Na podlagi analize relativnega tveganja in pripisljivega deleža raka (vseh rakov skupaj brez nemelanomskega kožnega raka) po naseljih v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin v obdobju 2011–2020 lahko razlikam v kazalniku socialno-ekonomskega primanjkljaja SI-EDI pripišemo 128 (3,6 %) primerov raka (skupna incidenca v tem obdobju je 3.561), razlikam v modelskih vrednostih koncentracije delcev PM₁₀ pripišemo 114 (3,2 %) primerov in kombinaciji obeh dejavnikov 75 (2,1 %) primerov vseh rakov skupaj brez nemelanomskega kožnega raka (Tabela 11).

Tabela 11: Pripisljivi delež raka (PAF) in pripisljiva incidenca vseh rakov skupaj brez nemelanomskega kožnega raka v občinah Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin v obdobju 2011–2020.

	Pripisljivi delež (PAF)	Pripisljiva incidenca
Model 1 (kazalnik SI-EDI)	3,6 %	128
Model 2 (koncentracija PM ₁₀)	3,2 %	114
Model 3 (SI-EDI in PM ₁₀)	2,1 %	75

5.1.2. Območje občine Kanal

Za naselja v občini Kanal smo ocenili relativno tveganje raka s pomočjo štirih različnih modelov prostorskega glajenja z metodo INLA, ki so enaki kot pri analizi po naseljih vseh štirih občin skupaj:

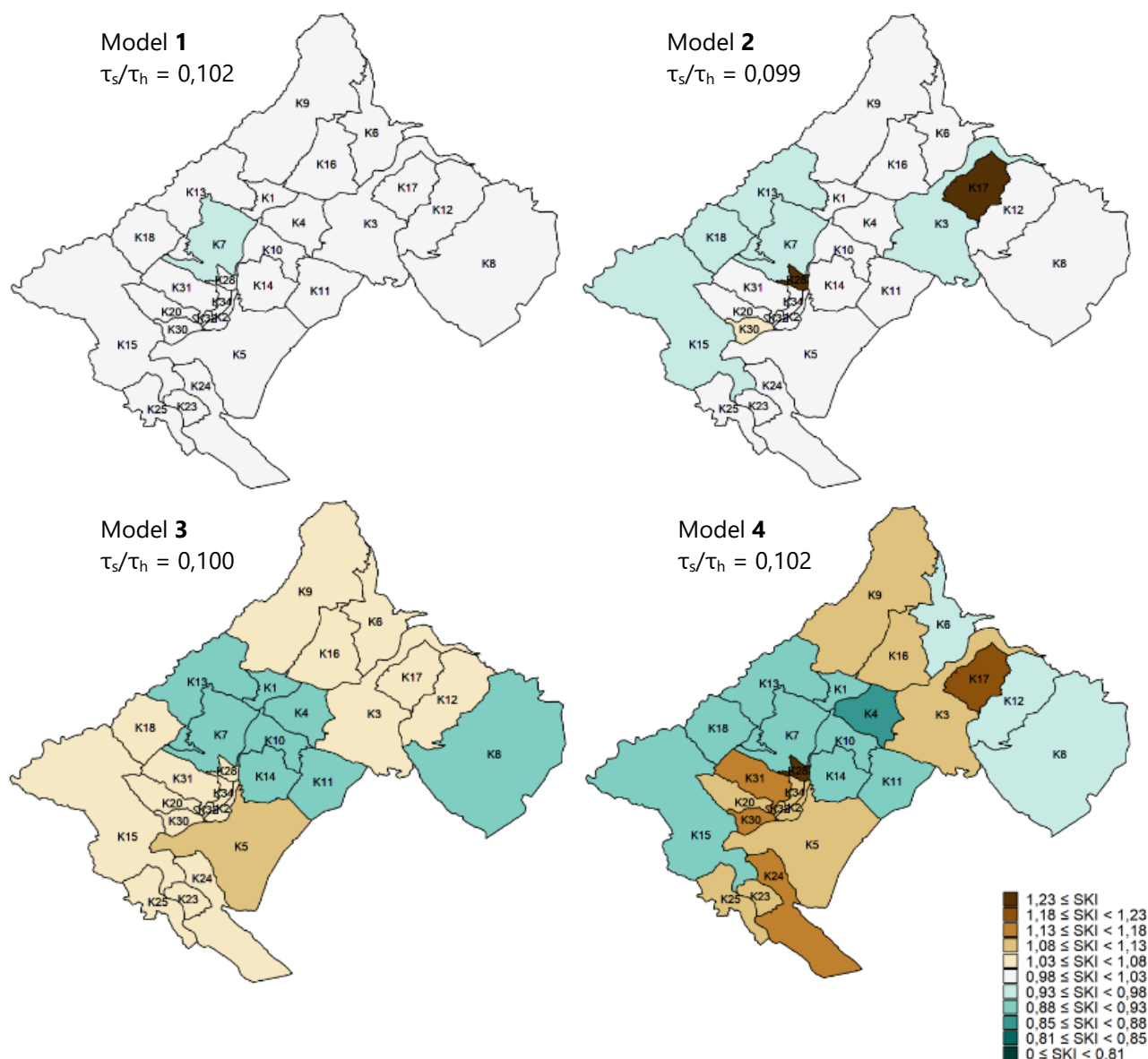
Model 1: brez vključevanja dodatnih pojasnjevalnih spremenljivk;

Model 2: ena pojasnjevalna spremenljivka, kazalnik SI-EDI;

Model 3: ena pojasnjevalna spremenljivka, koncentracija PM₁₀;

Model 4: dve pojasnjevalni spremenljivki, kazalnik SI-EDI in koncentracija PM₁₀.

Vsi štirje modeli prostorskega glajenja kažejo, da ni naselij v občini Kanal, ki bi imela glajeni SKI statistično značilno višji od 1, torej ni naselij, katerih prebivalci bi imeli relativno tveganje raka statistično značilno višje kot prebivalci celotnega preiskovanega območja (celotna občina Kanal). To velja tudi za naselje Deskle, ki ima glede na modele relativno tveganje med 1,02 in 1,08 s širokim intervalom zaupanja (v analizi na ravni štirih občin, kjer je referenčna populacija prebivalci vseh štirih občin, pa je imelo to naselje višje relativno tveganje). Na zemljevidih vseh štirih modelov (Slika 24) je nakazano prostorsko razporejanje glajenega SKI v skupke, ki ga podpira tudi razmerje τ_s/τ_h , ki je za vse modele manjše od 1.



Slika 24: Zemljevid glajenih standardiziranih količnikov incidence (SKI) vseh rakov skupaj (brez nemelanomskega kožnega raka) po naseljih v občini Kanal v obdobju 2011–2020 za štiri modele: model 1, ki ne vključuje dodatnih pojasnjevalnih spremenljivk; model 2, ki ima kot pojasnjevalno spremenljivko vključen kazalnik SI-EDI; model 3, ki ima kot pojasnjevalno spremenljivko vključeno koncentracijo PM₁₀; ter model 4, ki ima vključeni dve pojasnjevalni spremenljivki, kazalnik SI-EDI in koncentracijo PM₁₀.

Na podlagi analize relativnega tveganja in pripisljivega deleža raka (vseh rakov skupaj brez nemelanomskega kožnega raka) po naseljih v občini Kanal v obdobju 2011–2020 lahko razlikam v kazalniku socialno-ekonomskega primanjkljaja SI-EDI pripišemo 15 (4,4 %) primerov raka (skupna incidenca v tem obdobju je 349) in kombinaciji obeh dejavnikov 14 (3,9 %) primerov vseh rakov skupaj brez nemelanomskega kožnega raka (Tabela 12). Razlikam v modelskih vrednostih koncentracije delcev PM₁₀ pripišemo -0,8 % – razlog za negativen doprinos je, da so glajeni SKI nad 1 v naseljih z višjimi (kategorija 3) in nižjimi (kategorija 1) koncentracijami PM₁₀, pod 1 pa so v naseljih z srednjo koncentracijo (kategorija 2).

Tabela 12: Pripisljivi delež raka (PAF) in pripisljiva incidenca vseh rakov skupaj brez nemelanomskega kožnega raka v občini Kanal v obdobju 2011–2020.

	Pripisljivi delež (PAF)	Pripisljiva incidenca
Model 1 (kazalnik SI-EDI)	4,4 %	15
Model 2 (koncentracija PM10)	-0,8 %	-3
Model 3 (SI-EDI in PM10)	3,9 %	14

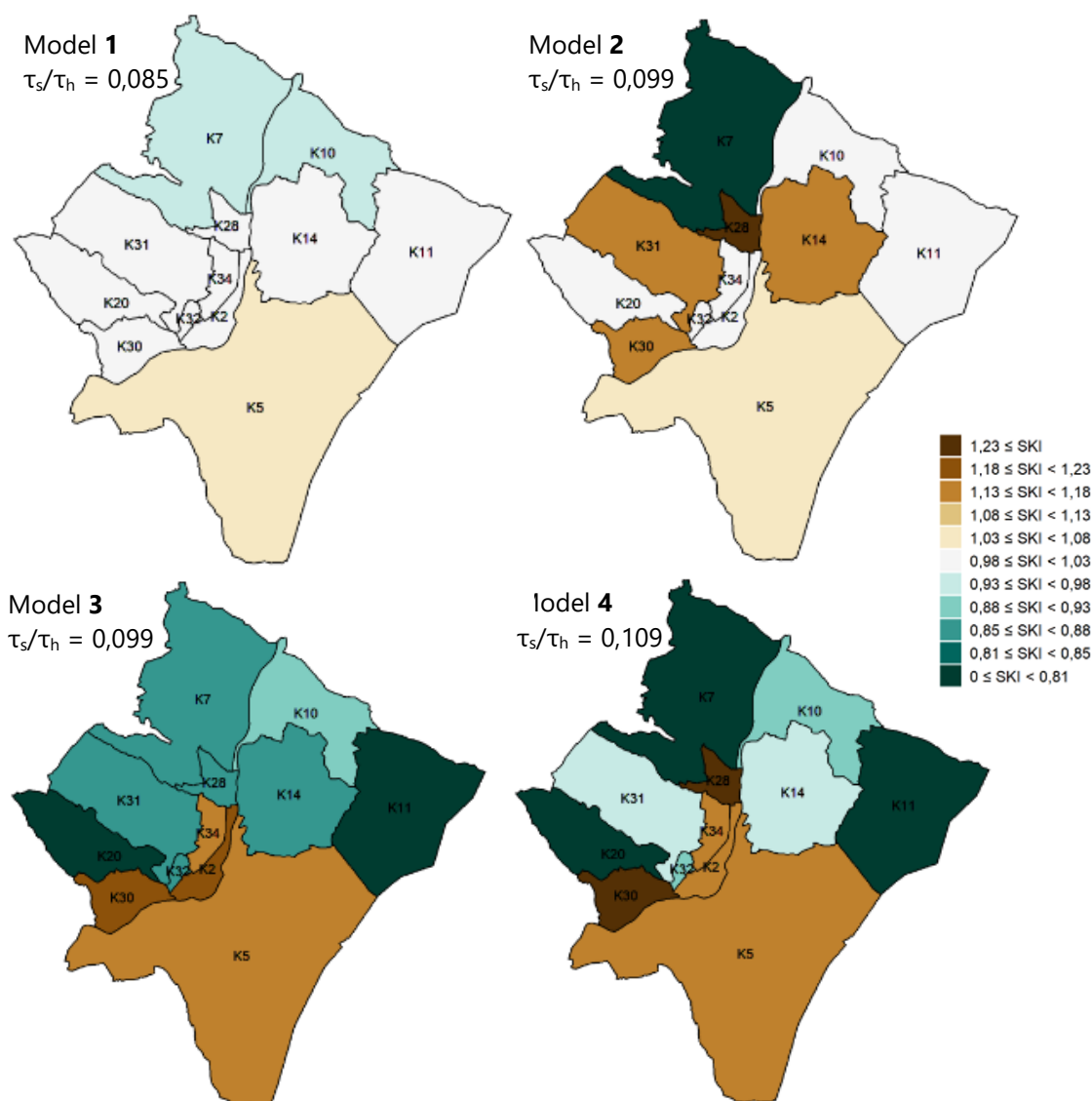
5.1.3. Naselja občine Kanal, kjer so bile izvedene meritve vsebnosti kroma

Za naselja v občini Kanal, kjer so bile izvedene meritve vsebnosti kroma v tleh, smo ocenili relativno tveganje raka s pomočjo štirih različnih modelov prostorskega glajenja z metodo INLA:

- Model 1: brez vključevanja dodatnih pojasnjevalnih spremenljivk;
- Model 2: ena pojasnjevalna spremenljivka, kazalnik SI-EDI;
- Model 3: ena pojasnjevalna spremenljivka, vsebnost kroma v tleh;
- Model 4: dve pojasnjevalni spremenljivki, kazalnik SI-EDI in vsebnost kroma v tleh.

Vsi štirje modeli prostorskega glajenja kažejo, da ni naselij v občini Kanal, ki bi imela glajeni SKI statistično značilno večji od 1, torej ni naselij, katerih prebivalci bi imeli relativno tveganje raka statistično značilno višje kot prebivalci celotnega preiskovanega območja (izbrana naselja v občini Kanal). Na zemljevidih vseh štirih modelov (Slika 25) je nakazano prostorsko razporejanje glajenega SKI v skupke, ki ga podpira tudi razmerje τ_s/τ_h , ki je za vse modele manjše od 1.

Zaradi premajhnega števila prostorskih enot, ki so vključene v to analizo, ki imajo poleg tega še majhno število prebivalcev in primerov raka, ni bilo mogoče izračunati pripisljivega deleža raka.



Slika 25: Zemljevid glajenih standardiziranih količnikov incidence (SKI) vseh rakov skupaj (brez nemelanomskega kožnega raka) po izbranih naseljih v občini Kanal, kjer so bile opravljene meritve kroma, v obdobju 2011–2020 za štiri modele: model 1, ki ne vključuje dodatnih pojasnjevalnih spremenljivk; model 2, ki ima kot pojasnjevalno spremenljivko vključen kazalnik SI-EDI; model 3, ki ima kot pojasnjevalno spremenljivko vključeno vsebnost kroma v tleh; ter model 4, ki ima vključeni dve pojasnjevalni spremenljivki, kazalnik SI-EDI in vsebnost kroma v tleh.

5.2. Analiza po kategorijah koncentracije PM_{10}

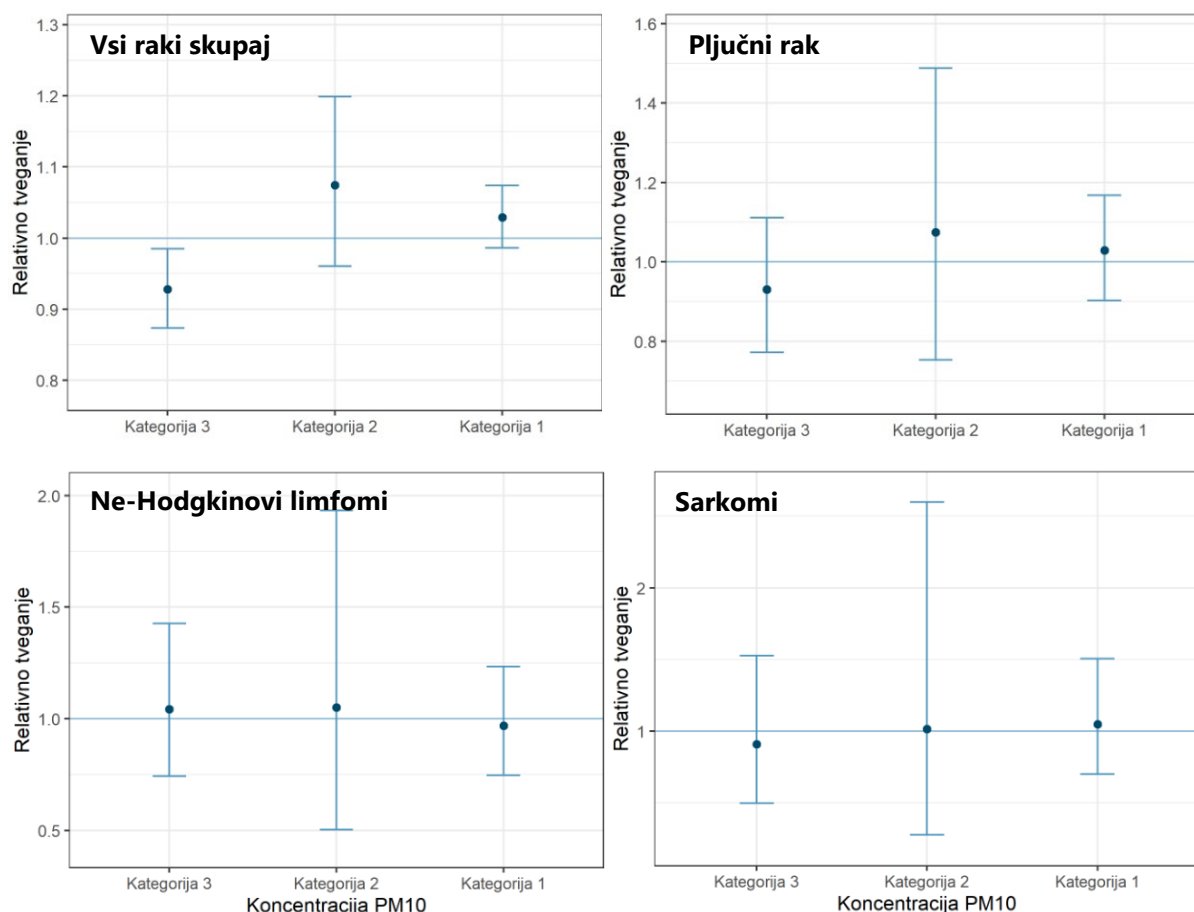
Predstavljamo relativno tveganje za raka po kategorijah modelskih vrednosti koncentracije delcev PM_{10} v obdobju 2011–2020 za območje vseh štirih občin in ločeno za območje občine Kanal. Analizo smo izvedli za dva prostorska nivoja – po naseljih in po mreži. Prostorske enote smo združili glede na kategorije koncentracije celokupnega PM_{10} (opredeljene v poglavju 3.4.) in izračunali relativno tveganje (predstavljeno s standardiziranim količnikom incidence (SKI)) za posamezno kategorijo. Na podlagi rezultato prostorske analize smo se odločili, da analize po kvantilih kazalnika SI-EDI niso smiselne, zato jih ne prikazujemo v tem poročilu.

5.2.1. Območje občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin

V analizi naselij vseh štirih občin (Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin), razvrščenih glede na kategorijo koncentracije PM₁₀, relativno tveganje ni statistično značilno višje za nobeno od treh kategorij, pri nobeni od analiziranih vrst raka (vsi raki skupaj, pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi). SKI, ki jih interpretiramo kot relativna tveganja, so izračunani za dva prostorska nivoja, po naseljih in po mreži 1 km x 1 km (Tabela 13). Iste rezultate na prostorskem nivoju naselij predstavljamo tudi grafično (Slika 26).

Tabela 13: Standardizirani količnik incidence (SKI) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) po kategorijah koncentracije PM₁₀ za analizirane vrste raka v obdobju 2011–2020 v območju občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin na dveh prostorskih nivojih (po naseljih in po mreži 1 km x 1 km).

	Kategorija koncentracije PM ₁₀	Naselja			Mreža 1 km x 1 km		
		Incidenca	Prebivalci	SKI s 95 % IZ	Incidenca	Prebivalci	SKI s 95 % IZ
Vsi raki skupaj (brez nemelanomskega kožnega)	3 (največ)	1.082	17.523	0,93 [0,87-0,98]	1.067	17.522	0,94 [0,89-1,00]
	2 (srednje)	321	4.533	1,07 [0,96-1,20]	261	3.810	1,02 [0,90-1,16]
	1 (najmanj)	2.158	32.294	1,03 [0,99-1,07]	2184	32.342	1,03 [0,98-1,07]
Pljučni rak	3 (največ)	121	17.523	0,93 [0,77-1,11]	121	17.523	0,96 [0,80-1,15]
	2 (srednje)	36	4.533	1,07 [0,75-1,49]	29	3.810	1,02 [0,68-1,46]
	1 (najmanj)	240	32.294	1,03 [0,90-1,17]	242	32.342	1,02 [0,89-1,16]
Ne-Hodgkinovi limfomi	3 (največ)	39	17.523	1,04 [0,74-1,43]	39	17.523	1,07 [0,76-1,47]
	2 (srednje)	10	4.533	1,05 [0,50-1,93]	5	3.810	0,61 [0,20-1,41]
	1 (najmanj)	65	32.294	0,97 [0,75-1,23]	69	32.342	1,01 [0,79-1,28]
Sarkomi	3 (največ)	14	17.523	0,91 [0,50-1,53]	14	17.523	0,92 [0,50-1,54]
	2 (srednje)	4	4.533	1,01 [0,28-2,60]	2	3.810	0,59 [0,07-2,13]
	1 (najmanj)	29	32.294	1,05 [0,70-1,50]	31	32.342	1,09 [0,74-1,55]



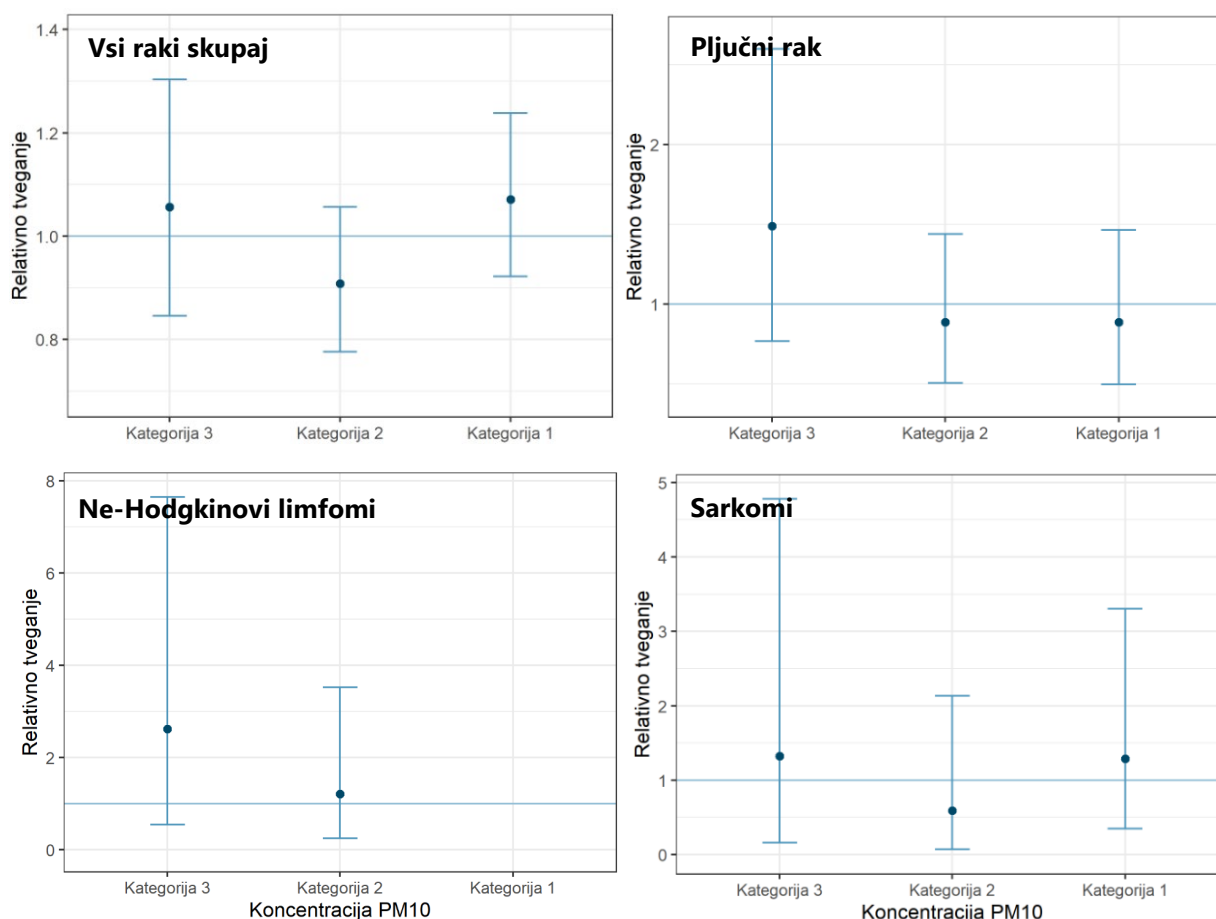
Slika 26: Standardizirani količnik incidence (ki ga interpretiramo kot relativno tveganje) s 95 % intervalom zaupanja po kategorijah koncentracije PM₁₀ za analizirane vrste raka v obdobju 2011–2020 v območju občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin na prostorskem nivoju naselij.

5.2.2. Območje občine Kanal

V analizi naselij občine Kanal, ki smo jih razvrstili glede na kategorijo koncentracije PM₁₀, relativno tveganje ni statistično značilno večje za nobeno od treh kategorij, za nobeno od analiziranih vrst raka (vsi raki skupaj, pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi). SKI (ki jih interpretiramo kot relativna tveganja) so izračunana za dva prostorska nivoja, po naseljih in po mreži 1 km x 1 km (Tabela 14). Iste rezultate na prostorskem nivoju naselij predstavljamo tudi grafično (Slika 27). Noben rezultat ni statistično značilen, se pa nakazuje trend (tako pri analizi po naseljih kot po mreži) pri pljučnem raku in ne-Hodgkinovih limfomih, zato je potrebno ti dve skupini rakov tudi v prihodnje pozorno spremljati.

Tabela 14: Standardizirani količnik incidence (SKI) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) po kategorijah koncentracije PM₁₀ za analizirane vrste raka v obdobju 2011–2020 v občini Kanal na dveh prostorskih nivojih (po naseljih in po mreži 1 km x 1 km).

	Kategorija koncentracije PM ₁₀	Naselja			Mreža 1 km x 1 km		
		Incidenca	Prebivalci	SKI s 95 % IZ	Incidenca	Prebivalci	SKI s 95 % IZ
Vsi raki skupaj (brez nemelanomskega kožnega)	3 (največ)	87	1.010	1,06 [0,85-1,30]	70	880	1,01 [0,79-1,28]
	2 (srednje)	168	2.267	0,91 [0,78-1,06]	174	2.362	0,93 [0,80-1,08]
	1 (najmanj)	184	2.205	1,07 [0,92-1,24]	204	2.535	1,07 [0,93-1,22]
Pljučni rak	3 (največ)	12	1.010	1,49 [0,77-2,60]	12	880	1,68 [0,87-2,94]
	2 (srednje)	16	2.267	0,89 [0,51-1,44]	15	2.362	0,78 [0,44-1,29]
	1 (najmanj)	15	2.205	0,89 [0,50-1,46]	19	2.535	0,97 [0,58-1,51]
Ne-Hodgkinovi limfomi	3 (največ)	3	1.010	2,62 [0,54-7,64]	4	880	4,18 [1,14-10,71]
	2 (srednje)	3	2.267	1,21 [0,25-3,52]	2	2.362	0,82 [0,10-2,96]
	1 (najmanj)	0	2.205	/	0	2.535	/
Sarkomi	3 (največ)	2	1.010	1,32 [0,16-4,78]	1	880	0,80 [0,02-4,48]
	2 (srednje)	2	2.267	0,59 [0,07-2,13]	2	2.362	0,59 [0,07-2,14]
	1 (najmanj)	4	2.205	1,20 [0,35-3,31]	5	2.535	1,48 [0,48-3,45]



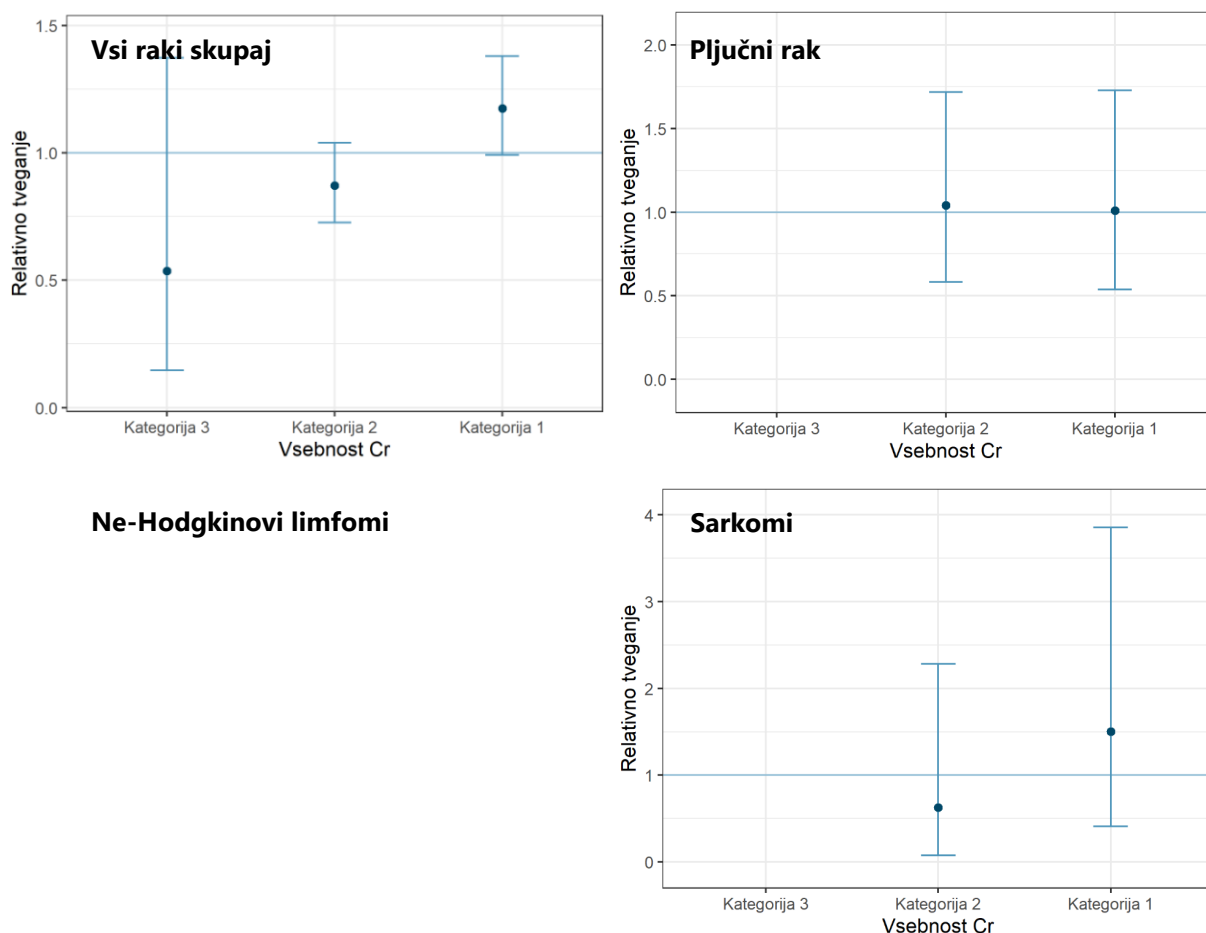
Slika 27: Standardizirani količnik incidence (ki ga interpretiramo kot relativno tveganje) s 95 % intervalom zaupanja po kategorijah koncentracije PM₁₀ za analizirane vrste raka v obdobju 2011–2020 v občini Kanal na prostorskem nivoju naselij.

5.3. Analiza po kategorijah vsebnosti kroma v tleh

Analiza, ki vključuje podatek o vsebnosti kroma v tleh, je bila možna le za območje izbranih naselij občine Kanal, kjer so bile izvedene meritve kroma. Prostorske enote za dva prostorska nivoja, po naseljih in po mreži 1 km x 1 km, smo združili glede na kategorije vsebnosti kroma v tleh (opredeljene v poglavju 3.5.) in izračunali SKI (ki jih interpretiramo kot relativna tveganja) po posamezni kategoriji (Tabela 15). Relativno tveganje ni statistično značilno večje za nobeno od treh kategorij vsebnosti kroma v tleh za nobeno od analiziranih vrst raka v obdobju 2011–2020 (vsi raki skupaj, pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi). Zaradi premajhnega števila zbolelih za ne-Hodgkinovimi limfomi izračun relativnega tveganja po kategorijah vsebnosti kroma v tleh ni bil mogoč. Rezultate na prostorskem nivoju naselij predstavljamo tudi grafično (Slika 28).

Tabela 15: Standardizirani količnik incidence (SKI) s 95 % intervalom zaupanja (IZ) po kategorijah vsebnosti kroma v tleh za analizirane vrste raka v obdobju 2011–2020 v območju izbranih naselij občine Kanal, kjer so bile meritve kroma izvedene, na dveh prostorskih nivojih (po naseljih in po mreži 1 km x 1 km).

	Kategorija vsebnosti kroma	Naselja			Mreža 1 km x 1 km		
		Incidenca	Prebivalci	SKI s 95 % IZ	Incidenca	Prebivalci	SKI s 95 % IZ
Vsi raki skupaj (brez nemelanomskega kožnega)	3	4	100	0,54 [0,15-1,37]	4	57	0,98 [0,27-2,51]
	2	125	1.716	0,87 [0,73-1,04]	128	1.778	0,87 [0,72-1,03]
	1	147	1.626	1,17 [0,99-1,38]	148	1.710	1,15 [0,98-1,36]
Pljučni rak	3	0	100	/	1	57	2,49 [0,06-13,87]
	2	15	1.716	1,04 [0,58-1,72]	16	1.778	1,10 [0,63-1,78]
	1	13	1.626	1,01 [0,54-1,73]	11	1.710	0,85 [0,42-1,51]
Ne-Hodgkinovi limfomi	3	1	100	/	0	57	/
	2	1	1.716	/	2	1.778	/
	1	0	1.626	/	0	1.710	/
Sarkomi	3	0	100	/	0	57	/
	2	2	1.716	0,63 [0,08-2,28]	2	1.778	0,62 [0,07-2,24]
	1	4	1.626	1,50 [0,41-3,85]	4	1.710	1,49 [0,41-3,82]



Slika 28: Standardizirani količnik incidence (ki ga interpretiramo kot relativno tveganje) s 95 % intervalom zaupanja po kategorijah vsebnosti kroma v tleh za analizirane vrste raka v obdobju 2011–2020 v območju izbranih naselij občine Kanal, kjer so bile meritve kroma izvedene, na prostorskem nivoju naselij. Rezultati za ne-Hodgkinove limfome niso prikazani zaradi premajhnega števila zbolelih v tem prostorskem območju.

5.4. Žariščna analiza

Za namen žariščne analize smo konstruirali tri območja ovalne oblike na podlagi oddaljenosti od treh dimnikov cementarne Salonit Anhovo. Prvo območje se razteza do oddaljenosti 2 km od dimnikov, drugo od 2 do 5 km in tretje območje od 5 do 10 km od dimnikov (Slika 4). Če bi onesnaževala iz teh točkovnih virov onesnaževal (dimnikov) povečala tveganje raka, bi pričakovali, da bo tveganje raka najvišje v prvem območju, ki je najbližje virom, najmanjše pa v tretjem območju, ki je od obrata najbolj oddaljeno.

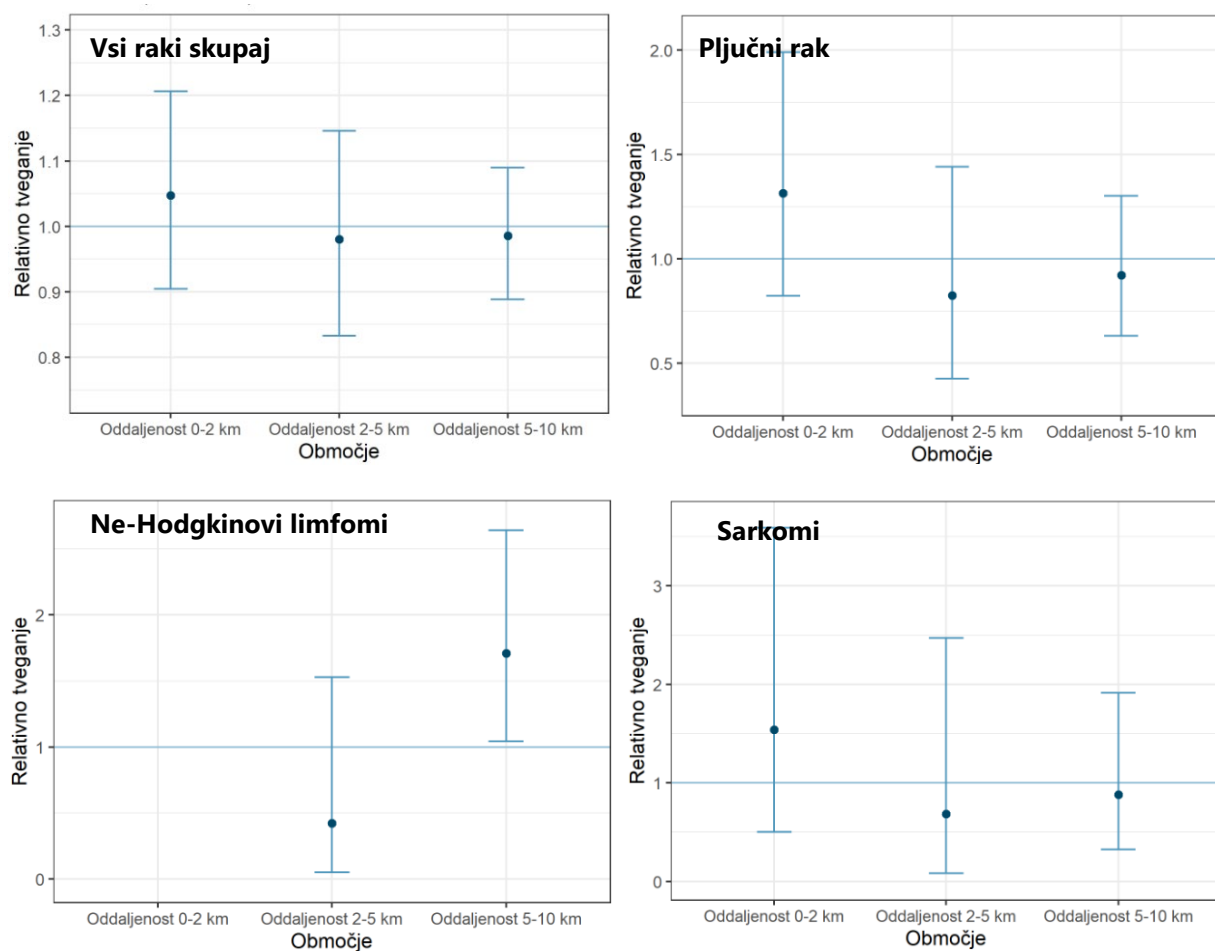
V naseljih prvega območja je za rakom med leti 2011–2020 zbolelo 193 od 2.484 prebivalcev, od tega 22 za pljučnim rakom, 5 za sarkomom in nobeden za ne-Hodgkinovim limfomom (Tabela 12). V drugem območju (2–5 km) je zbolelo 157 prebivalcev, v tretjem (5–10 km) pa 379

prebivalcev. Število zbolelih v prvem območju je sicer višje tako za vse rake skupaj, kot za pljučnega raka in sarkome, kot bi pričakovali glede na število prebivalcev in njihovo starostno strukturo v primerjavi z referenčno populacijo (ki so bili v tej analizi prebivalci vseh treh območij za žariščno analizo skupaj), vendar ne statistično značilno višje. V prvem območju ni nobenega prebivalca, ki bi v obdobju 2011–2020 zbolel za ne-Hodgkinovim limfomom. Za vse analizirane skupine rakov (vsi raki skupaj, pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi) velja, da je tveganje v drugem območju oddaljenosti manjše kot v tretjem, torej ne moremo govoriti o jasnem trendu. Relativna tveganja (oziroma SKI) prikazujemo v tabeli (Tabela 16) in tudi grafično (Slika 29).

Ugotavljamo, da prebivalci, ki živijo bližje točkovnim virom onesnaževal (dimnikom), nimajo statistično značilnega povečanega tveganja raka v primerjavi s prebivalci, ki živijo dlje od dimnikov cementarne Salonit Anhovo.

Tabela 16: Standardizirani količnik incidence (SKI), ki ga interpretiramo kot relativno tveganje raka s 95 % intervalom zaupanja (IZ) za območja žariščne analize in analizirane vrste raka (incidenca) v obdobju 2011–2020.

	Incidenca	Prebivalci	SKI (95 % IZ)
Vsi raki skupaj (brez nemelanomskega kožnega)			
1. območje (0–2 km)	193	2.484	1,05 [0,90–1,21]
2. območje (2–5 km)	157	2.008	0,98 [0,83–1,15]
3. območje (5–10 km)	379	5.154	0,99 [0,89–1,09]
Pljučni rak			
1. območje (0–2 km)	22	2.484	1,31 [0,82–1,99]
2. območje (2–5 km)	12	2.008	0,82 [0,43–1,44]
3. območje (5–10 km)	32	5.154	0,92 [0,63–1,30]
Ne-Hodgkinovi limfomi			
1. območje (0–2 km)	0	2.484	/
2. območje (2–5 km)	2	2.008	0,42 [0,05–1,53]
3. območje (5–10 km)	20	5.154	1,71 [1,04–2,64]
Sarkomi			
1. območje (0–2 km)	5	2.484	1,54 [0,50–3,59]
2. območje (2–5 km)	2	2.008	0,68 [0,08–2,47]
3. območje (5–10 km)	6	5.154	0,88 [0,32–1,91]



Slika 29: Standardizirani količnik incidence (ki ga interpretiramo kot relativno tveganje) s 95 % intervalom zaupanja po območjih žariščne analize za analizirane vrste raka v obdobju 2011–2020.

6. Zaključki

Namen naše raziskave je bil opisati trenutno breme raka prebivalcev Anhovega in okolice, ter pripraviti kompleksno metodologijo za oceno časovne in prostorske povezanosti incidence raka z izpostavljenostjo okoljskim onesnaževalom, ki jo bo možno replicirati v prihodnjih epidemioloških raziskavah.

Izvedli smo geografsko opisno-korelacijsko epidemiološko raziskavo. Na podlagi podatkov o raku Registra raka Republike Slovenije smo pripravili pregled časovnih in prostorskih trendov incidence raka v območju goriške statistične regije s poudarkom na občini Kanal. Poseben poudarek smo dali analizi bremena mezotelioma, saj le ta že znano predstavlja javnozdravstveni problem v Posočju. V nadaljevanju smo na različnih nivojih georeferenciranih podatkov ocenili morebitno povezanost incidence raka (vseh rakov skupaj, pljučnega raka, ne-Hodgkinovih limfomov in sarkomov) z izpostavljenostjo dvema izbranima onesnaževaloma, ki nastajata pri sežigu in sosežigu odpadkov in za katera je dokazana povezanost z rakom. Proučevali smo obdobje med leti od 2011 do 2020. Onesnaževali smo izbrali na podlagi krovnega pregleda mednarodne literature in razpoložljivih terenskih podatkov, ki smo jih dobili iz Agencije Republike Slovenije za okolje – modelskih vrednosti koncentracije delcev PM₁₀ v zraku – in Biotehnične fakultete Univerze v Ljubljani – vsebnosti kroma v tleh. Dodatno smo v analize vključili še prostorsko razporejanje kompleksnih socialno-ekonomskih dejavnikov, kjer smo uporabili slovensko različico evropskega kazalnika primanjkljaja (SI-EDI), ki smo ga za Slovenijo razvili in izračunali raziskovalci Registra raka Republike Slovenije in ga rutinsko uporabljamo tudi v drugih epidemioloških analizah.

Ekološko analizo prostorskega razporejanja smo izvedli na dveh prostorskih nivojih (naselja in mreža 1 km × 1 km) z uporabo posredne starostne standardizacije incidence, Bayesovih hierarhičnih modelov prostorskega glajenja in izračunom pripisljivega deleža raka.

Na osnovi izsledkov naše raziskave lahko zaključimo:

6.1. Ugotovitve

1. Podobno kot drugod v Sloveniji se tudi v goriški regiji število novih bolnikov z rakom (incidenca) pri moških in pri ženskah od leta 1961 stalno povečuje. Groba incidenčna stopnja raka se je v zadnjih dvajsetih letih v Sloveniji povečala za 45 %, v goriški regiji pa za 53 %. V občini Kanal ob Soči (Kanal) je groba incidenčna stopnja statistično neznačilno višja, a ne narašča tako hitro, saj se je v istem obdobju povečala za 31 %. Glavni razlog za takšen porast incidence je staranje prebivalstva, saj dve tretjini rakov nastane pri starejših od 65 let. Starostno standardizirana incidenčna stopnja raka se od leta 2001 do 2020 veča počasneje kot groba incidenčna stopnja v Sloveniji (za 1,0 % povprečno letno) in goriški regiji (za 1,4 % povprečno letno), v občini Kanal pa se ne spreminja.

2. Časovni trend deset najpogostejših rakov se za goriško regijo in občino Kanal ne razlikuje bistveno od trenda pojavljanja rakov v Sloveniji z izjemo incidence mezotelioma. Zaradi majhnega absolutnega števila zbolelih v občini Kanal je 95 % interval zaupanja za posamezne rake zelo širok in primerjave vrednosti za občino Kanal s Slovenijo in goriško regijo niso zanesljive.
3. Proizvodnja in uporaba azbesta v Sloveniji upada od leta 1982, od leta 1998 pa je v celoti prepovedana. Incidenca mezotelioma z dolgoletnim zamikom sledi naraščanju ter nato upadanju uvoza azbesta v državo. Vrh incidence mezotelioma je bil v Sloveniji že dosežen leta 2004 in je povezan predvsem s poklicno izpostavljenostjo azbestu. Upadanje incidence mezotelioma pa je počasnejše, kot se je manjšal uvoz čistega azbesta (od leta 2014 do 2022 se SSS mezotelioma manjša povprečno za 3,1 % na leto), saj se izpostavljenost določenih prebivalcev Slovenije nadaljuje zaradi neustreznih, divjih azbestnih odlagališč in neustreznega odstranjevanja vgrajenega materiala v stavbah, ki vsebuje azbest. Število zbolelih za mezoteliomom v občini Kanal po letu 1986 predstavlja med 11 % in 15 % vseh odkritih primerov v Sloveniji z izjemo obdobja 2001–2005, ko je bilo v občini Kanal odkritih 21 % vseh primerov mezotelioma. To znova potrjuje dejstvo, da je bilo tveganje za nastanek bolezni na tem območju v opazovanem obdobju še vedno višje kot drugje v Sloveniji. Kot je za pričakovati glede na majhno število prebivalcev v občini Kanal, SSS mezotelioma iz leta v leto zelo niha, vendar je po letu 1999 trend SSS mezotelioma v občini Kanal stabilen. V primerjavi s pojavljanjem ostalih rakov občini Kanal, pa je s prvega mesta najpogostejših rakov v 2001–2005 zdrsnil na četrto mesto v zadnjih desetih letih.
4. Vrednosti koncentracije PM₁₀ v zraku in vsebnosti kroma v tleh se v posameznih delih preiskovanega območja med seboj zelo malo razlikujejo in so pod predpisanimi uradnimi mejnimi vrednostmi. Kljub temu smo za potrebe statistične analize vrednosti koncentracije PM₁₀ v zraku in vsebnosti kroma v tleh razvrstili v tri (v tem primeru arbitrarne) kategorije, saj vzpostavljamo metodologijo, ki jo bomo lahko tudi v prihodnje uporabljali.
5. Analiza po naseljih za območje štirih občin Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin za vse rake skupaj za obdobje 2011–2020 je izpostavila naselje Deskle, za katero je relativno tveganje raka za okoli 30 % višje kot med prebivalci vseh navedenih občin. Trije modeli, kjer smo vključili pojasnjevalni spremenljivki SI-EDI in PM₁₀, nakazujejo, da je relativno tveganje raka za dobrih 30 % višje tudi v naselju Ložice. Višje je tudi v naselju Kal nad Kanalom (pojasnjevalna spremenljivka SI-EDI) in Banjščice (model s skupnim vplivom pojasnjevalnih spremenljivk koncentracija PM₁₀ in SI-EDI). Razlikam v kazalniku primanjkljaja SI-EDI lahko pripišemo 3,6 % vseh primerov raka, razlikam v modelskih vrednostih koncentracije delcev PM₁₀ pa 3,2 % primerov raka. Vse prostorske analize smo ponovili za izbrane vrste rakov (pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi) – pri nobeni nismo ugotovili povečanega relativnega tveganja raka v kateri od analiziranih prostorskih enot.

6. Za raziskovanje vpliva cementarne Salonit Anhovo na okolico smo prostorsko analizo ponovili na manjšem območju, samo za naselja občine Kanal – ta analiza ni pokazala povečanega relativnega tveganja raka za nobeno naselje (tudi za naselje Deskle ne). Razlikam v kazalniku primanjkljaja SI-EDI v teh naseljih pripisujemo 4,4 % vseh primerov raka, razlikam v modelskih vrednostih koncentracije delcev PM₁₀ v zraku pa na podlagi te analize ne moremo pripisati povečanega tveganja za pojavljanje raka.
7. Meritve kroma v tleh so bile izvedene samo v nekaterih naseljih občine Kanal, zato smo prostorsko analizo povezanosti vsebnosti kroma v tleh s pojavljanjem raka naredili za manjše število naselij kot pri analizi delcev PM₁₀. Tudi ta analiza ni pokazala povečanega relativnega tveganja raka za nobeno naselje v občini Kanal v povezavi s vsebnostjo kroma v tleh. Zaradi premajhnega števila prostorskih enot, ki so vključene v to analizo, ni bilo mogoče izračunati pripisljivega deleža raka.
8. V analizi naselij vseh štirih občin (Brda, Kanal, Nova Gorica in Tolmin), ki smo jih razvrstili glede na kategorije koncentracij PM₁₀, relativno tveganje ni statistično značilno večje za nobeno od treh kategorij koncentracije PM₁₀, za nobeno od analiziranih vrst raka (vsi raki skupaj, pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi) ter nobenega od dveh prostorskih nivojev (naselja in mreža 1 km x 1 km).
9. V analizi naselij občine Kanal, ki smo jih razvrstili glede na kategorije koncentracij PM₁₀, relativno tveganje raka ni statistično značilno povečano za nobeno od treh kategorij koncentracije PM₁₀, za nobeno od analiziranih vrst raka (vsi raki skupaj, pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi) ter nobenega od dveh prostorskih nivojev (naselja in mreža 1 km x 1 km), se pa nakazuje povečevanje ogroženosti pri večjih izpostavljenostih pri pljučnem raku in ne-Hodgkinovih limfomih, zato je smiselno ti dve skupini rakov tudi v prihodnje pozorno spremljati.
10. Analiza, ki vključuje podatek o vsebnosti kroma v tleh, je bila možna le za območje izbranih naselij občine Kanal, kjer so bile izvedene meritve kroma. Relativno tveganje ni večje za nobeno od treh kategorij vsebnosti kroma v tleh, za nobeno od analiziranih vrst raka (vsi raki skupaj, pljučni rak, ne-Hodgkinovi limfomi in sarkomi) ter nobenega od dveh prostorskih nivojev (naselja in mreža 1 km x 1 km).
11. V žariščni analizi smo preverjali, ali se tveganje raka pri prebivalcih, ki živijo v okolici cementarne, manjša z večanjem oddaljenosti stalnega prebivališča od treh dimnikov tega obrata. Na podlagi žariščne analize zaključujemo, da prebivalci, ki živijo v bližnji okolici cementarne in naprave za sosežig Salonit Anhovo, nimajo statistično značilnega povečanega tveganja raka v primerjavi s prebivalci, ki živijo dlje od dimnikov.

12. Ob interpretaciji predstavljenih ugotovitev se moramo ves čas zavedati, da mora med izpostavljenostjo dejavniku tveganja in nastankom raka preteči kar nekaj časa. Tako imenovana latentna doba za nastanek solidnih tumorjev je med 15 in 20 let. Izpostavljenost nevarnostnim dejavnikom, ki so povezani z nastankom rakov, vključenih v naši raziskavi, je tako časovno umeščena 15–20 let prej, torej v 1980-ta in 1990-ta leta. Kakšna je morebitna povezanost med zbolevanjem za rakom in izpostavljenostjo onesnaževalom danes pa bomo lahko analizirali šele v prihodnje.
13. V naši raziskavi smo razvili kompleksno metodologijo za analizo prostorskih in časovnih trendov incidence raka in okoljskimi onesnaževali, ki jo bo možno replicirati v prihodnjih epidemioloških študijah. Našo metodologijo smo uspešno testirali s podatki o danes prisotnih onesnaževalih in današnjem pojavljanju raka, ki je sicer nastal zaradi izpostavljenosti različnim nevarnostnim dejavnikom v preteklosti. Če bi bilo onesnaževanje v preiskovanem območju ogromno, bi se odražalo na pojavljanju raka tudi že v času priprave te raziskave, presežkov v pojavljanju raka pa v naši raziskavi nismo ugotovili. Z vidika onkološke epidemiologije predlagamo, da bi se v nadaljnjih raziskavah izvedlo tudi merjenje koncentracije benzena v zraku, ki je dokazani rakotvorni dejavnik. Smiselno pa bi bilo tudi pridobiti merilne vrednosti onesnaževal za večje geografsko območje.

6.2. Sklepi

V raziskavi smo 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.. Presežkov v pojavljanju raka, ki bi jih lahko pripisali onesnaževalom nastalih pri sosežigu odpadkov v cementarni Anhovo v naši raziskavi nismo ugotovili. Priporočamo, da se zaradi dolge latentne dobe, ki mora preteči med izpostavljenostjo in zbolevanjem za rakom (med 15 in 20 let), raziskava ponovi čez približno deset let z namenom ugotavljanja morebitne povezanosti med zbolevanjem za rakom in izpostavljenostjo onesnaževalom danes. V raziskavi opisana sedanja ogroženost prebivalcev Anhovega in okolice z rakom pa bo služila kot referenčna vrednost za primerjave v prihodnjih obdobjih. Na ta način bo omogočeno tudi ocenjevanje učinkovitosti predlaganih ukrepov za izboljšanje splošnega zdravstvenega stanja v regiji.

7. Literatura

- Arif I, Adams MD, Johnson MTJ. 2024. A meta-analysis of the carcinogenic effects of particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environ Pollut* 351:123941.
- Hill AB. 1965. The Environment and Disease: Association or Causation? *Proc R Soc Med* 58(5):295–300.
- Behrens T, Ge C, Vermeulen R, Kendzia B, Olsson A, Schüz J, et al. 2023. Occupational exposure to nickel and hexavalent chromium and the risk of lung cancer in a pooled analysis of case-control studies (SYNERGY). *Int J Cancer* 152(4):645–660.
- Birk M, Žagar T, Tomšič S, Lokar K, Mihor A, Bric N, Mlakar M, Zadnik V. 2024. Impact of Indoor Radon Exposure on Lung Cancer Incidence in Slovenia. *Cancers* 16(8):1445.
- Bric N, Žagar T, Lokar K, Birk M, Oblak T, Mihor A, Tomšič S, Zadnik V. 2023. 60-year time trends and cohort effect on mesothelioma incidence in Slovenia. V: ENCR IACR Scientific conference, 14–16 November 2023, Granada, Spain. Str. 270.
- Chen J, Hoek G. 2020. Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int* 143:105974.
- Cole-Hunter T, Johnston FH, Marks GB, Morawska L, Morgan GG, Overs M, et al. 2020. The health impacts of waste-to-energy emissions: a systematic review of the literature. *Environ Res Lett* 15(12).
- Dahlgren G, Whitehead M. 2006. European strategies for tackling social inequities in health: Levelling up Part 2. WHO Collaborating Centre for Policy Research on Social Determinants of Health. University of Liverpool, Copenhagen, Denmark.
- Dahman L, Gauthier V, Camier A, Bigna JJ, Glowacki F, Amouyel P, et al. 2024. Air pollution and kidney cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *J Nephrol*. doi: 10.1007/s40620-024-01984-x
- Dockery DW, Pope CA 3rd, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, et al. 1993. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med* 329(24):1753–1759.
- Dodič Fikfak M, Šešok J. 1999. Nacionalne smernice za azbest, zaključno poročilo. Ljubljana: Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije.
- Doll R, Peto R. 1996. Epidemiology of cancer. In: Weatherall DJ, Ledingham JGG, Warrell DA, eds. *Oxford textbook of medicine*. 3rd ed. Oxford University Press, New York; p. 197–222.
- Dos Santos Silva I. 1999. *Cancer Epidemiology: Principles and Methods*. International Agency for Research on Cancer, Lyon.
- Duratović Konjević A, Škrbec V, Tomšič S, Lokar K, Bric N, Zadnik V. 2020. 70 let Registra raka: Znanje, kakovost, uporabnost. Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana, Epidemiologija in register raka, Register raka Republike Slovenije.

European Environmental Agency. Beating cancer – the role of Europe’s environment. EEA web report no. 01/2022. Copenhagen: European Environmental Agency, doi: 10.2800/086710.

Floret N, Mauny F, Challier B, Arveux P, Cahn JY, Viel JF. 2003. Dioxin emissions from a solid waste incinerator and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Epidemiology* 14(4):392–398.

Goodson WH 3rd, Lowe L, Carpenter DO, Gilbertson M, Manaf Ali A, Lopez de Cerain Salsamendi A, et al. 2015. Assessing the carcinogenic potential of low-dose exposures to chemical mixtures in the environment: the challenge ahead. *Carcinogenesis* 36(Suppl 1):S254–S296.

Guo Q, Wang X, Gao Y, Zhou J, Huang C, Zhang Z, et al. 2021. Relationship between particulate matter exposure and female breast cancer incidence and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Int Arch Occup Environ Health* 94(2):191–201.

Hassanipour S, Nikbakht HA, Amrane A, Arab-Zozani M, Shojaie L, Rostami S, et al. 2023. The relationship between air pollution and brain cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Glob Health* 89(1):45.

Hole DJ, Lamont DW. 1992. Problems in the interpretation of small area analysis of epidemiological data: the case of cancer incidence in the West of Scotland. *J Epidemiol Community Health* 46:305–310.

IARC – International Agency for Research on Cancer. 2024a. Human cancer: known causes and prevention by organ site. IARC Monographs on identification of carcinogenic hazards to humans 1-136 and Handbook of cancer prevention 1-20A. Lyon: International Agency for Research on Cancer.

IARC – International Agency for Research on Cancer. 2024b. List of classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans. IARC Monographs Volumes 1–134a. Lyon: International Agency for Research on Cancer, Lyon. <https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>, zadnji dostop 9.10.2024.

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2016. Outdoor air pollution. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, No. 109. Lyon: International Agency for Research on Cancer.

IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2012. Arsenic, metal, fibers and dust. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, No. 100C. Lyon: International Agency for Research on Cancer.

Jensen OM, Parkin M, MacLennan R, Muir CS, Skeet RG, uredniki. 1991. Cancer registration: principles and methods (IARC Scientific Publication No. 95). Lyon: International Agency for Research on Cancer, Lyon.

Korat S. 2020. Bayesovo prostorsko glajenje – lastnosti in uporaba na podatkih Registra raka Republike Slovenije : magistrsko delo. Ljubljana.

Lokar K, Žagar T, Zadnik V. 2019. 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* 16(3):296.

McDonnell WF, Nishino-Ishikawa N, Petersen FF, Chen LH, Abbey DE. 2000. Relationships of mortality with the fine and coarse fractions of long-term ambient PM10 concentrations in nonsmokers. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 10(5):427–436.

Negri E, Bravi F, Catalani S, Guercio V, Metruccio F, Moretto A, et al. 2020. Health effects of living near an incinerator: A systematic review of epidemiological studies, with focus on last generation plants. *Environ Res* 184:109305.

Oblak T, Carli T, Zadnik V, Samec N, Kuček A. 2023. Povezanost med rakom in onesnaževali, ki nastanejo v procesih sežiga in sosežiga odpadkov: krovni pregled literature = Correlation between cancer and pollutants formed from waste incineration and co-incineration processes: an umbrella review. *Onkologija* 27(2):26–38.

Olsson A, Bouaoun L, Schüz J, Vermeulen R, Behrens T, Ge C, Kromhout H, et al. 2024. Lung cancer risks associated with occupational exposure to pairs of five lung carcinogens: results from a pooled analysis of case-control studies (SYNERGY). *Environ Health Perspect* 132(1):17005.

Pascutto C, Wakefield JC, Best NG, Richardson S, Bernardinelli L, Staines A, Elliott P. 2000. Statistical issues in the analysis of disease mapping data. *Stat Med* 19:2493–519.

Paustenbach DJ, Finley BL, Mowat FS, Kerger BD. 2003. Human health risk and exposure assessment of chromium (VI) in tap water. *J Toxicol Environ Health A* 25;66(14):1295–1339.

Pompe-Kirn V, Primic Žakelj M, Ferligoj A. 1992. Zemljevidi incidence raka v Sloveniji 1978–1987. Onkološki inštitut, Ljubljana.

Pornet C, Delpierre C, Dejardin O, Grosclaude P, Launay L, Guittet L, Lang T, Launoy G. 2012. Construction of an adaptable European transnational ecological deprivation index: the French version. *J Epidemiol Community Health* 66:982–989.

Primic Žakelj M, Žagar T, Zadnik V. 2007. Epidemiologija malignega melanoma. *Radiol Oncol* 41:S1–12.

Pritchett N, Spangler EC, Gray GM, Livinski AA, Sampson JN, Dawsey SM. 2022. Exposure to outdoor particulate matter air pollution and risk of gastrointestinal cancers in adults: a systematic review and meta-analysis of epidemiologic evidence. *Environ Health Perspect* 130(3):36001.

R Core Team. 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.

Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R, Samoli E, Stafoggia M, Weinmayr G, et al. 2013. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). *Lancet Oncol* 14(9):813–822.

- Ravnihar B, Gruden I. 1951. Statistični pregled in kratka analiza prijavljenih rakovih obolenj iz področja LRS za leto 1950. *Zdrav Vest* 20:264–277.
- Rebernak U. 2017. Air pollution with PM10 particles in Maribor, Ljubljana and Koper in the period 2005–2014. *J Geogr* 12(1): 21–42.
- Režek S. 2015. Centralni register prebivalstva Republike Slovenije. Ministrstvo za notranje zadeve Republike Slovenije.
- Robinson BM. 2012. Malignant pleural mesothelioma: an epidemiological perspective. *Ann Cardiothorac Surg* 1:491–496.
- Rockhill B, Newman B, Weinberg C. 1998. Use and Misuse of Population Attributable Fractions. *Am J Public Health* 88(1):15–19.
- Sankpal UT, Pius H, Khan M, Shukoor MI, Maliakal P, Lee CM, et al. 2012. Environmental factors in causing human cancers: emphasis on tumorigenesis. *Tumour Biol* 33(5):1265–1274.
- Schuhmacher M, Domingo JL, Garreta J. 2004. Pollutants emitted by a cement plant: health risks for the population living in the neighborhood. *Environ Res* 95(2):198–206.
- Seidler A, Jähnichen S, Hegewald J, Fishta A, Krug O, Rüter L, Strik C, Hallier E, Straube S. 2013. Systematic review and quantification of respiratory cancer risk for occupational exposure to hexavalent chromium. *Int Arch Occup Environ Health* 86(8):943–955.
- Tait PW, Brew J, Che A, Costanzo A, Danyluk A, Davis M, et al. 2020. The health impacts of waste incineration: a systematic review. *Aust N Z J Public Health* 44(1):40–48.
- Townsend, P. Deprivation. *Journal of Social Policy* 1987; 16: 125–146.
- Viel JF, Arveux P, Baverel J, Cahn JY. 2000. Soft-tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma clusters around a municipal solid waste incinerator with high dioxin emission levels. *Am J Epidemiol* 152(1):13–19.
- Vimercati L, Baldassarre A, Gatti MF, Gagliardi T, Serinelli M, De Maria N. 2016. Non-occupational exposure to heavy metals of the residents of an industrial area and biomonitoring. *Environ Monit Assess* 188:673.
- WHO – World Health Organization. 2007. International statistical classification of diseases and related health problems, 10th revision. Geneva: World Health Organization.
- WHO – World Health Organization. 2019. International Classification of Diseases for Oncology, 3rd Edition, 2nd update (ICD-O-3.2). Geneva: World Health Organization.
- WHO – World Health Organization. 2021. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulf dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organisation.
- Zadnik V. 2006. Geografska analiza vpliva socialno-ekonomskih dejavnikov na incidenco raka v Sloveniji v obdobju 1995–2002 : doktorsko delo. Ljubljana.

Zadnik V, Guillaume E, Lokar K, Žagar T, Primic Žakelj M, Launoy G, Launay L. 2018. Slovenska različica evropskega kazalnika primanjkljaja na ravni občin. *Zdravstveno varstvo : Slovenian journal of public health* 57(2):47–54.

Zadnik V, Ivanuš U, Primic Žakelj M. 2011. Geografska analiza incidence raka v Beli krajini in okolici : ugotavljanje morebitnega presežka incidence raka zaradi izpostavljenosti PCB-jem : zaključno poročilo. Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana.

Zadnik V, Pompe-Kirn V. 2007. Effects of 500-year mercury mining and milling on cancer incidence in the region of Idrija, Slovenia. *Collegium antropologicum* 31(3):897–903.

Zadnik V, Žagar T. [internetni vir]. SLORA: Slovenija in rak. Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana, Epidemiologija in register raka. Citirano 20. 09. 2024. Dostopno na: www.slora.si.

Zadnik V, Primic Žakelj M, Jarm K, Žagar T. 2017a. Time trends and spatial patterns in the mesothelioma incidence in Slovenia, 1961–2014. *Eur J Cancer Prev* 26 Joining forces for better cancer registration in Europe:S191–S196.

Zadnik V, Primic Žakelj M, Lokar K, Jarm K, Ivanuš U, Žagar T. 2017b. Cancer burden in Slovenia with the time trends analysis. *Radiol Oncol* 51:47–55.

Zadnik V, Primic Žakelj M, Žagar T. 2008. Razširjenost rakavih bolezni v Sloveniji in Zasavju: zaključno poročilo. Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana.

Žagar T, Zadnik V, Birk M, Tomšič S, Lokar K, Mihor A, Ahačič M, Bric N, Mlakar M. 2022. Analiza vpliva radona na pojavljanje pljučnega raka v Sloveniji. Ljubljana: Onkološki inštitut Ljubljana, Epidemiologija in register raka.

8. Priloge

Tabela 17: Seznam naselij in občin z oznako naselja za prikaz na zemljevidih ter identifikatorjem (ID) naselja v zapisu datotek shapefiles naselij pred združevanjem naselij. Pripisani so podatki za povprečno število prebivalcev v desetletnem obdobju 2011–2020, kategorijo koncentracije PM₁₀ v zraku, kategorijo vsebnosti kroma (Cr) v tleh in razredu slovenske različice evropskega kazalnika primanjkljaja (SI-EDI).

ID naselja	Oznaka naselja na zemljevidih	Naselje	Občina	Povprečno št. prebivalcev 2011–2020	Kategorija koncentracije PM ₁₀	Kategorija vsebnosti Cr	SI-EDI kvintil
7001	B1	Barbana	Brda	58	1		3
7002, 7032, 7044	B2, B32, B44	Belo, Pristavo, Vrhovlje pri Kožbani	Brda	37	1		1
7003	B3	Biljana	Brda	153	1		2
7008, 7034, 7004	B8, B34, B4	Brezovk, Slapnik, Brdice pri Kožbani	Brda	27	1		4
7005	B5	Brdice pri Neblem	Brda	53	1		1
7006	B6	Breg pri Golem Brdu	Brda	28	1		3
7007	B7	Brestje	Brda	41	1		2
7009	B9	Ceglo	Brda	112	1		1
7010	B10	Dobrovo	Brda	340	1		1
7011	B11	Dolnje Cerovo	Brda	136	1		4
7012	B12	Drnovk	Brda	135	1		1
7013	B13	Fojana	Brda	150	1		1
7014	B14	Golo Brdo	Brda	24	1		2
7015	B15	Gonjače	Brda	168	1		1
7016	B16	Gornje Cerovo	Brda	314	1		3
7017	B17	Gradno	Brda	43	1		4
7018	B18	Hlevnik	Brda	35	1		2
7019	B19	Hruševlje	Brda	122	1		1
7020	B20	Hum	Brda	308	1		2
7021	B21	Imenje	Brda	127	1		2
7022	B22	Kojsko	Brda	266	1		2
7023	B23	Kozana	Brda	375	1		3
7024	B24	Kozarno	Brda	44	1		5
7025	B25	Kožbana	Brda	37	1		4
7026	B26	Krasno	Brda	97	1		5
7027	B27	Medana	Brda	227	1		1
7028	B28	Neblo	Brda	204	1		3
7029	B29	Nozno	Brda	28	1		1
7030	B30	Plešivo	Brda	235	1		2
7031	B31	Podsabotin	Brda	299	1		2
7033	B33	Senik	Brda	23	1		2
7035	B35	Slavče	Brda	26	1		4
7036	B36	Snežatno	Brda	87	1		1
7037	B37	Snežeče	Brda	49	1		4
7038	B38	Šlovrenc	Brda	110	1		1

ID naselja	Oznaka naselja na zemljevidih	Naselje	Občina	Povprečno št. prebivalcev 2011–2020	Kategorija koncentracije PM10	Kategorija vsebnosti Cr	SI-EDI kvintil
7039	B39	Šmartno	Brda	203	1		2
7040	B40	Vedrijan	Brda	180	1		2
7041	B41	Vipolže	Brda	435	1		1
7042	B42	Višnjevnik	Brda	149	1		2
7043	B43	Vrhovlje pri Kojskem	Brda	108	1		3
7045	B45	Zali Breg	Brda	83	1		1
44001	K1	Ajba	Kanal	73	2		3
44002	K2	Anhovo	Kanal	76	1	1	2
44003	K3	Avče	Kanal	217	3		3
44004	K4	Bodrež	Kanal	99	2		1
44005	K5	Deskale	Kanal	1.199	1	1	2
44006	K6	Doblar	Kanal	82	3		2
44007, 44029, 44026, 44027	K7, K29, K26, K27	Gorenja vas, Čolnica, Ravna, Jesen	Kanal	175	2	2	3
44008	K8	Kal nad Kanalom	Kanal	326	2		3
44009	K9	Kambreško	Kanal	105	3		3
44010	K10	Kanal	Kanal	1.200	2	2	2
44011	K11	Kanalski Vrh	Kanal	64	2	3	2
44012	K12	Levpa	Kanal	180	3		2
44033, 44035, 44013	K33, K35, K13	Gorenje Nekovo, Dolenje Nekovo, Lig	Kanal	145	2		3
44014	K14	Morsko	Kanal	194	2	2	1
44019, 44015	K19, K15	Zapotok, Plave	Kanal	245	1		3
44016	K16	Ročinj	Kanal	299	3		3
44017	K17	Seniški Breg	Kanal	127	3		4
44018	K18	Ukanje	Kanal	42	1		3
44020, 44021	K20, K21	Goljevica, Kamenca nad Ložicami	Kanal	36	1	3	2
44023	K23	Zagora	Kanal	24	1		2
44022, 44024	K22, K24	Zagomila, Paljevo	Kanal	20	1		1
44025	K25	Prilesje pri Plavah	Kanal	56	1		2
44028	K28	Krstenica	Kanal	36	1	2	4
44030	K30	Ložice	Kanal	265	1	1	1
44031	K31	Močila	Kanal	78	1	2	1
44032	K32	Robidni Breg	Kanal	34	1	2	2
44034	K34	Gorenje Polje	Kanal	86	1	1	2
84001	N1	Ajševica	Nova Gorica	260	1		2
84003	N3	Banjšice	Nova Gorica	244	2		4
84004	N4	Bate	Nova Gorica	158	1		5
84005	N5	Branik	Nova Gorica	937	3		1

ID naselja	Oznaka naselja na zemljevidih	Naselje	Občina	Povprečno št. prebivalcev 2011–2020	Kategorija koncentracije PM10	Kategorija vsebnosti Cr	SI-EDI kvintil
84006	N6	Brdo	Nova Gorica	59	3		1
84007	N7	Budihni	Nova Gorica	41	3		1
84009, 84017	N9, N17	Čepovan, Lazna	Nova Gorica	346	2		4
84011	N11	Dornberk	Nova Gorica	801	3		3
84012	N12	Draga	Nova Gorica	95	3		1
84013	N13	Gradišče nad Prvačino	Nova Gorica	515	3		4
84014	N14	Grgar	Nova Gorica	798	1		2
84015	N15	Grgarske Ravne	Nova Gorica	124	1		5
84016	N16	Kromberk	Nova Gorica	2.080	1		1
84018	N18	Loke	Nova Gorica	300	1		2
84019	N19	Lokovec	Nova Gorica	281	2		5
84020	N20	Lokve	Nova Gorica	109	2		2
84025	N25	Nemci	Nova Gorica	26	2		4
84026	N26	Nova Gorica	Nova Gorica	13.031	1		3
84027	N27	Osek	Nova Gorica	418	1		3
84029	N29	Ozeljan	Nova Gorica	822	1		2
84059, 84030	N59, N30	Pedrovo, Potok pri Dornberku	Nova Gorica	169	3		4
84031	N31	Preserje	Nova Gorica	456	3		2
84032	N32	Pristava	Nova Gorica	381	1		1
84033	N33	Prvačina	Nova Gorica	1.253	3		3
84034	N34	Ravnica	Nova Gorica	235	1		1
84037	N37	Rožna Dolina	Nova Gorica	1.093	1		3
84038	N38	Saksid	Nova Gorica	110	3		2
84040	N40	Spodnja Branica	Nova Gorica	106	3		4
84041	N41	Stara Gora	Nova Gorica	196	1		1
84042	N42	Steske	Nova Gorica	27	3		1
84043	N43	Šempas	Nova Gorica	1.148	2		5
84058, 84039, 84045	N58, N39, N45	Sveta Gora, Solkan, Šmaver	Nova Gorica	3.237	1		2
84046	N46	Šmihel	Nova Gorica	283	1		2
84047	N47	Tabor	Nova Gorica	183	3		3
84048	N48	Trnovo	Nova Gorica	365	1		2
84049	N49	Vitovlje	Nova Gorica	539	1		3
84050	N50	Voglarji	Nova Gorica	112	2		2
84054	N54	Zalošče	Nova Gorica	421	3		3
84056	N56	Podgozd	Nova Gorica	44	1		3
84057	N57	Dragovica	Nova Gorica	52	1		2
128001	T1	Bača pri Modreju	Tolmin	128	3		5
128002	T2	Bača pri Podbrdu	Tolmin	20	3		5

ID naselja	Oznaka naselja na zemljevidih	Naselje	Občina	Povprečno št. prebivalcev 2011–2020	Kategorija koncentracije PM10	Kategorija vsebnosti Cr	SI-EDI kvintil
128014, 128003	T14, T3	Gorski Vrh, Bukovski Vrh	Tolmin	34	3		4
128061, 128004	T61, T4	Tolminske Ravne, Čadrg	Tolmin	54	3		4
128065, 128005	T65, T5	Volčanski Ruti, Čiginj	Tolmin	201	3		4
128006	T6	Daber	Tolmin	22	3		5
128007	T7	Dolenja Trebuša	Tolmin	278	3		3
128009	T9	Dolje	Tolmin	150	3		4
128010	T10	Drobočnik	Tolmin	30	3		2
128011	T11	Gabrje	Tolmin	105	3		1
128012	T12	Gorenja Trebuša	Tolmin	105	3		5
128013	T13	Gorenji Log	Tolmin	47	3		5
128015	T15	Grahovo ob Bači	Tolmin	128	3		4
128018	T18	Hudajužna	Tolmin	89	3		4
128019	T19	Idrija pri Bači	Tolmin	294	3		3
128021	T21	Kamno	Tolmin	231	3		3
128008, 128022, 128017	T8, T22, T17	Dolgi Laz, Kanalski Lom, Grudnica	Tolmin	113	3		5
128023	T23	Klavže	Tolmin	72	3		5
128025	T25	Kneža	Tolmin	200	3		3
128026	T26	Koritnica	Tolmin	142	3		3
128027	T27	Kozaršče	Tolmin	85	3		4
128045, 128071, 128029	T45, T71, T29	Porezen, Znojile, Kuk	Tolmin	49	3		4
128031	T31	Ljubinj	Tolmin	134	3		1
128032	T32	Logaršče	Tolmin	59	3		2
128034	T34	Modrej	Tolmin	290	3		2
128035	T35	Modrejce	Tolmin	110	3		1
128036, 128028	T36, T28	Most na Soči, Kozmerice	Tolmin	439	3		3
128037	T37	Obloke	Tolmin	20	3		4
128038	T38	Pečine	Tolmin	153	3		4
128039	T39	Petrovo Brdo	Tolmin	125	3		5
128040	T40	Podbrdo	Tolmin	635	3		4
128041	T41	Podmelec	Tolmin	89	3		4
128042	T42	Polje	Tolmin	36	3		1
128043	T43	Poljubinj	Tolmin	444	3		2
128044	T44	Ponikve	Tolmin	176	3		3
128046	T46	Postaja	Tolmin	114	3		5
128047	T47	Prapetno	Tolmin	113	3		4
128048	T48	Prapetno Brdo	Tolmin	123	3		2
128049	T49	Roče	Tolmin	58	3		4

ID naselja	Oznaka naselja na zemljevidih	Naselje	Občina	Povprečno št. prebivalcev 2011–2020	Kategorija koncentracije PM10	Kategorija vsebnosti Cr	SI-EDI kvintil
128050	T50	Rut	Tolmin	43	3		5
128024, 128030, 128016, 128051, 128033	T24, T30, T16, T51, T33	Kneške Ravne, Lisec, Grant, Sela nad Podmelcem, Loje	Tolmin	41	3		5
128052	T52	Sela pri Volčah	Tolmin	77	3		4
128054	T54	Selišče	Tolmin	20	3		3
128055	T55	Slap ob Idrijci	Tolmin	241	3		3
128056	T56	Stopnik	Tolmin	83	3		3
128020, 128057	T20, T57	Kal, Stržišče	Tolmin	46	3		2
128058	T58	Šentviška Gora	Tolmin	98	3		3
128059	T59	Temljine	Tolmin	42	3		4
128060	T60	Tolmin	Tolmin	3.424	3		3
128062	T62	Tolminski Lom	Tolmin	75	3		2
128063	T63	Trtnik	Tolmin	23	3		2
128053, 128064	T53, T64	Selce, Volarje	Tolmin	256	3		4
128066	T66	Volče	Tolmin	574	3		4
128067	T67	Zadlazi-Čadrg	Tolmin	27	3		5
128068	T68	Zadlazi-Žabče	Tolmin	37	3		4
128069	T69	Zakraj	Tolmin	33	3		5
128070	T70	Zatolmin	Tolmin	346	3		1
128072	T72	Žabče	Tolmin	160	3		1