

Univerza v Ljubljani
Medicinska fakulteta



DOKTORSKA DISERTACIJA

Vesna Viher Hrženjak

Ljubljana, 2023

Univerza v Ljubljani
Medicinska fakulteta



INTERDISCIPLINARNI DOKTORSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM VARSTVO OKOLJA

Vesna Viher Hrzenjak

**VPLIV ULTRAFINIH DELCEV V ZRAKU NA ZDRAVJE
PREBIVALCEV LJUBLJANE**

*THE IMPACT OF ULTRAFINE PARTICLES IN THE AIR ON THE HEALTH
OF LJUBLJANA INHABITANTS*

Doktorska disertacija

Imenovanje mentorja na seji senata UL dne 13.11.2018

Imenovanje somentorja na seji senata UL dne 13.11.2018

Imenovanje komisije za spremljanje doktorskega študenta na seji senata UL MF dne 5.2.2018 in
13.11.2018

Datum zagovora: 8.11.2023

Mentor: prof. dr. Ivan Eržen, Nacionalni inštitut za javno zdravje

Somentor: doc. dr. Dalibor Stanimirovič, Nacionalni inštitut za javno zdravje, Fakulteta za javno
upravo, Univerza v Ljubljani

Predsednik komisije: prof. dr. Lijana Zaletel Kragelj, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani

Član: izr. prof. dr. Matej Ogrin, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani

Član: izr. prof. dr. Gregor Skok, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani

Član: prof. dr. Maja Remškar, Inštitut Jožef Stefan

Ljubljana, 2023

Prof. dr. Ivan Eržen kot mentor doktorske disertacije potrjujem, da sem doktorsko disertacijo pregledal in se strinjam z njeno vsebino.

Prof. dr. Ivan Eržen

Doc. dr. Dalibor Stanimirović kot somentor doktorske disertacije potrjujem, da sem doktorsko disertacijo pregledal in se strinjam z njeno vsebino.

Doc. dr. Dalibor Stanimirović

IZVLEČEK

Izhodišče: Izpostavljenost ultrafinim delcem (UFP) v zraku lahko povzroči škodljive posledice za zdravje človeka, zlasti vpliva negativno na dihalno in srčno-žilno obolevnost in povečuje umrljivost. Zaključki raziskav, ki so proučevale druge zdravstvene izide, kot je sladkorna bolezen, so glede učinkov UFP nedokončni in nezadostni. Namen raziskave je bil pridobiti kakovostne podatke za načrtovanje in oblikovanje z dokazi podprtih javnozdravstvenih politik na področju varovanja zdravja prebivalcev v povezavi z onesnaženostjo zunanjega zraka z UFP.

Metode: Z ekološko študijo časovnih trendov smo na podlagi rutinsko zbranih zdravstvenih in okoljskih podatkov na populacijski ravni ocenili povezanost med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v Zdravstvenem domu Ljubljana (ZD Ljubljana) zaradi bolezni dihal, bolezni obtočil in sladkorne bolezni v skupinah vse starosti, otroci in starejši. Raziskava je bila izvedena za obdobje 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017. Za časovno analizo povezanosti med opazovanimi zdravstvenimi izidi, pojasnjevalnim dejavnikom, motečimi dejavniki in dejavniki ozadja so bili uporabljeni Poissonovi regresijski modeli.

Rezultati: Statistično značilne pozitivne povezanosti med koncentracijo UFP vseh velikostnih razredov v zunanjem zraku in dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal, bolezni obtočil in sladkorne bolezni v starostnih skupinah vse starosti, otroci in starejši nismo mogli dokazati razen za povišane koncentracije $UFP_{0,05-0,07}$ (50 do 70 nm; $p \leq 0,001$) z zamikom treh dni, ki so bile pozitivno in statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi sladkorne bolezni v ZD Ljubljana v skupini otroci. Zaradi omejitev raziskave bodo za potrditev teh rezultatov sicer potrebne še nadaljnje raziskave. Dodatno je raziskava potrdila, da ima izpostavljenost različnim onesnaževalom v zunanjem zraku (predvsem $PM_{2,5}$, NO_2 , SO_2 in O_3) z različnimi časovnimi zamiki škodljive učinke na zdravje, ki se odražajo z večjim dnevnim številom obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva v vseh preiskovanih starostnih skupinah.

Zaključek: Raziskava obravnava nekatere pomembne izzive na področju javnega zdravja – tako na področju raziskovanja kakor tudi na področju okoljske in zdravstvene politike Slovenije. Zaključki raziskave bodo služili kot osnova za oblikovanje priporočil snovalcem okoljske in zdravstvene politike v Sloveniji o potrebnosti sprejema ustrezne zakonske podlage za redno rutinsko merjenje UFP v državni merilni mreži za spremljanje kakovosti zunanjega zraka v Sloveniji (DMKŽ), o potrebnosti objavljanja rezultatov meritev in obveščanja o možnih ukrepih blaženja in prilagajanja onesnaženosti zunanjega zraka z UFP tako na ravni družbe kot posameznika.

Ključne besede: onesnaženost zunanjega zraka, ultrafini delci (UFP), bolezni dihal, bolezni obtočil, sladkorna bolezen, ekološka študija časovnih trendov

ABSTRACT

Background: Exposure to ultrafine particles (UFP) in the air can cause adverse effects on human health, particularly affecting respiratory and cardiovascular morbidity and mortality. Conclusions from studies that have examined other health outcomes, such as diabetes, are inconclusive and insufficient regarding the effects of UFP. The aim of this study was to obtain quality data for the planning and formulation of evidence-based public health policies in the area of population health protection in connection with outdoor air pollution with UFP.

Methods: Via an ecological time-trend study based on routinely collected health and environmental data, we assessed the association between the daily number of first curative visits to the Ljubljana Health Center (ZD Ljubljana) for respiratory diseases, circulatory diseases, and diabetes mellitus at the population level in groups of all ages, including children and the elderly. The research was carried out during the period from 01.01.2013 to 31.12.2017. Poisson regression models were used to analyse temporal associations between observed health outcomes, explanatory factors, confounding factors, and background factors.

Results: We could not find a statistically significant positive correlation between the concentration of UFP of all size classes in outdoor air and the daily number of first curative visits to ZD Ljubljana for respiratory diseases, circulatory diseases, and diabetes mellitus in any age groups, except for elevated concentrations of UFP_{0.05-0.07} (50 to 70 nm; $p \leq 0.001$) with a delay of 3 days, which were positively and statistically significantly associated with a higher daily number of first curative visits to ZD Ljubljana due to diabetes mellitus in the group of children. Due to the limitations of the study, further research will be needed to confirm these results. In addition, the research confirmed that exposure to various pollutants in the ambient air (mainly PM_{2.5}, NO₂, SO₂ and O₃) with various time lags has harmful effects on health, which are reflected in a higher daily number of visits at the primary health care level in all investigated age groups.

Conclusion: This study addresses some important challenges in the field of public health, both in the field of research and in the field of environmental and health policy in Slovenia. The results of this study will serve as a basis for formulating recommendations to environmental and health policy makers in Slovenia regarding the need to adopt an appropriate legal basis for regular routine UFP measurement within the national measurement network for monitoring outdoor air quality in Slovenia (DMKŽ) and regarding the need to publish measurement results, and to inform regarding possible mitigating and adaptive measures for outdoor air pollution with UFP, both at the societal and at the individual level.

Key words: air pollution, ultrafine particles, respiratory diseases, cardiovascular diseases, diabetes mellitus, ecological time-trend study.

KAZALO

1	UVOD	1
2	NAMEN, CILJI, HIPOTEZE.....	5
3	METODE	6
3.1	VRSTA RAZISKAVE	6
3.2	FAZE RAZISKAVE.....	6
3.3	OBDOBJE OPAZOVANJA	6
3.4	OBMOČJE OPAZOVANJA	6
3.5	OPAZOVANA POPULACIJA	7
3.6	ORODJA IN METODE ZBIRANJA PODATKOV	8
3.6.1	Opazovani zdravstveni pojavi/izidi.....	8
3.6.2	Pojasnjevalni dejavnik	9
3.6.3	Moteči dejavniki/dejavniki ozadja	10
3.7	ORODJA IN METODE STATISTIČNE ANALIZE	11
3.7.1	Osnovna statistična analiza	11
3.7.2	Analiza časovne povezanosti med spremenljivkami	12
4	ETIČNI VIDIKI RAZISKAVE	14
5	REZULTATI.....	15
5.1	OSNOVNI OPIS PODATKOV.....	15
5.1.1	Zdravstveni podatki – število prvih kurativnih obiskov v zdravstvenih domovih... 15	
5.1.2	Okoljski podatki.....	19
5.1.3	Sezonski podatki	25
5.2	ANALIZA ČASOVNE POVEZANOSTI MED SPREMENLJIVKAMI.....	26
5.2.1	I. faza: univariatni modeli	26
5.2.2	II. faza: multivariatni modeli z enim onesnaževalom	38
5.2.3	III. faza: multivariatni modeli z več onesnaževali	50
5.2.4	Povzetek vseh analiz časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni v posameznih skupinah prebivalcev	59
6	RAZPRAVA	65
6.1	NAJPOMEMBNEJŠI REZULTATI RAZISKAVE	65
6.2	PRIMERJAVA Z OSTALIMI PODOBNIMI RAZISKAVAMI.....	67
6.3	OMEJITVE IN PREDNOSTI RAZISKAVE.....	70
6.4	PRISPEVEK K ZNANOSTI, KI GA PRINAŠA RAZISKAVA.....	74
6.5	NADALJNJE RAZISKAVE	75
7	ZAKLJUČEK	77

ZAHVALA.....	79
LITERATURA.....	80
PRILOGA 1.....	Napaka! Zaznamek ni definiran.

SEZNAM SLIK

Slika 1	Zemljevid Slovenije z mejnimi državami in lokacijo glavnega mesta Ljubljana z mejami občin, hidrografijo in cestami	7
Slika 2	Zemljevid Ljubljane z lokacijami merilnih mest, kjer so potekale meritve kakovosti zunanjega zraka in opazovanih meteoroloških parametrov	11
Slika 3	Časovna variabilnost dnevnega števila prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal: a) vse starosti; b) otroci; c) starejši; MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	16
Slika 4	Časovna variabilnost dnevnega števila prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni obtočil: a) vse starosti; b) otroci; c) starejši; MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	17
Slika 5	Časovna variabilnost dnevnega števila prvih kurativnih obiskov zaradi sladkorne bolezni: a) vse starosti; b) otroci; c) starejši; MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	18
Slika 6	Časovna variabilnost a) povprečnih 24-urnih številčnih koncentracij UFP (št. delcev/cm ³), b) povprečnih 24-urnih koncentracij PM ₁₀ (μg/m ³) in c) povprečnih 24-urnih koncentracij PM _{2,5} (μg/m ³), MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	21
Slika 7	Časovna variabilnost a) povprečnih 24-urnih koncentracij SO ₂ (μg/m ³), b) povprečnih 24-urnih koncentracij NO ₂ (μg/m ³) in c) povprečnih 24-urnih koncentracij O ₃ (μg/m ³), MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	22
Slika 8	Časovna variabilnost a) povprečnih 24-urnih temperatur zraka (°C) in b) povprečnih 24-urnih relativnih vlažnosti zraka (%), MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	24
Slika 9	Časovna variabilnost povprečnih 24-urnih koncentracij cvetnega prahu (št. delcev/cm ³), MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	24

SEZNAM TABEL

Tabela 1	Število dni brez obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni po izbranih starostnih skupinah, MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	15
Tabela 2	Opisna statistika dnevnega števila prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal, bolezni obtočil in sladkorne bolezni, MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	16
Tabela 3	Število dni s podatki o koncentracijah onesnaževal, meteoroloških podatkih in koncentraciji cvetnega prahu, MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	19
Tabela 4	Opisna statistika koncentracije prašnih delcev (UFP, PM ₁₀ , PM _{2,5}), plinastih onesnaževal (NO ₂ , SO ₂ , O ₃), meteoroloških parametrov in koncentracije cvetnega prahu, MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017	20
Tabela 5	Povzetek rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃) v skupinah vse starosti, otroci, starejši, upoštevajoč časovne zamike od 0 do 5 dni (lag 0–5)	28
Tabela 6	Povzetek rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃) v skupinah vse starosti, otroci, starejši, upoštevajoč časovne zamike od 0 do 5 dni (lag 0–5)	32
Tabela 7	Povzetek rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃) v skupinah vse starosti, otroci, starejši, upoštevajoč časovne zamike od 0 do 5 dni (lag 0–5)	37

Tabela 8	Najustreznejši časovni zamiki vpliva posameznih onesnaževal na dnevno število prvih obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni v skupinah vse starosti, starejši in otroci za vključitev v multivariatne modele z več onesnaževali	48
Tabela 9	Povzetek rezultatov Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃), upoštevajoč najustreznejše časovne zamike, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	52
Tabela 10	Povzetek rezultatov Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃), standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	55
Tabela 11	Povzetek rezultatov Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃), standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	58
Tabela 12	Povzetek rezultatov vseh Poissonovih regresijskih analiz časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃)	60
Tabela 13	Povzetek rezultatov vseh Poissonovih regresijskih analiz časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃)	62

Tabela 14	Povzetek rezultatov vseh Poissonovih regresijskih analiz časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM ₁₀ , PM _{2,5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃)	63
-----------	--	----

SEZNAM KRATIC

PM – prašni delci

NO₂ – dušikov dioksid

O₃ – prizemni ozon

PM_{2,5} – fini delci

AED – aerodinamični premer

PM₁₀ – grobi delci

UFP – ultrafini delci

SZO – Svetovna zdravstvena organizacija

UV-sevanje – ultravijolično sevanje

C1 in C2 – cilja 1 in 2

H1 in H2 – raziskovalni hipotezi 1 in 2

MOL – Mestna občina Ljubljana

MKB-10-AM – mednarodna klasifikacija bolezni in sorodnih zdravstvenih problemov za statistične namene – avstralska modifikacija

KOPB – kronična obstruktivna pljučna bolezen

ZD Ljubljana – Zdravstveni dom Ljubljana

UFIREG – mednarodni projekt »Ultrafine particles – An evidence based contribution to the development of regional and European environment«

CPC – Condensation Particle Counter

TSI SNPS spektrometer – Scanning Mobility Particle Sizer

SO₂ – žveplov dioksid

DMKZ – državna merilna mreža za spremljanje kakovosti zunanjega zraka v Sloveniji

RIS – razmerje incidenčnih stopenj (angl. Incidence Rate Ratio – IRR)

lag 0–5 – časovni zamik od 0 do 5 dni

p-vrednost – stopnja statistične značilnosti, ki se uporablja pri preverjanju domnev oziroma hipotez

SPSS – statistični program Statistical Package for Social Sciences

ZVOP-1 – Zakon o varstvu osebnih podatkov (Uradni list RS, št. 95/07 – uradno prečiščeno besedilo in 177/20)

1 UVOD

Onesnažen zrak in vpliv, ki ga ima ta na zdravje ljudi, je vodilni javnozdravstveni problem na področju okoljske medicine tako v razvitem kot nerazvitem svetu (1). Onesnaženost zraka je problem, s katerim se srečujejo vse družbe na vseh ravneh razvoja, posebej je ogroženo mestno prebivalstvo (2, 3). Onesnaženost zraka je globalno razlog za 8,8 milijona prezgodnjih smrti letno (4) in je drugi najpogostejši vzrok smrti zaradi nenalezljivih bolezni, predvsem zaradi bolezni obtočil (ishemične bolezni srca, možganske kapi) in bolezni dihal (kronične obstruktivne pljučne bolezni in pljučni rak) (5). Vse pogostejše so tudi raziskave, ki dokazujejo povezanost med onesnaženostjo zraka in drugimi boleznimi, kot so bolezni živčevja (motnje v nevrološkem razvoju, kognitivne motnje), in presnovnimi boleznimi (sladkorna bolezen) (6).

Trenutno velja, da so najpogostejše prepoznani škodljivi učinki onesnaženosti zraka na zdravje človeka posledica delovanja prašnih delcev (PM), dušikovega dioksida (NO_2) in prizemnega ozona (O_3) (7). Razlog za zaskrbljenost so predvsem PM (2).

Pri toksičnosti PM imata ključno vlogo njhova sestava in velikost. PM po velikosti najpogostejše delimo na grobe in fine delce – fini delci ($\text{PM}_{2,5}$) so manjši od $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{AED} \leq 2,5 \mu\text{m}$), grobi delci (PM_{10}) so manjši od $10 \mu\text{m}$ ($\text{AED} \leq 10 \mu\text{m}$). Ultrafini delci (UFP) so delci, manjši od $0,1 \mu\text{m}$ ($\text{AED} \leq 0,1 \mu\text{m}$) (8). Pri meritvah delcev v urbanih in industrijskih okoljih UFP prispevajo več kot 80 % k številčni koncentraciji delcev, kljub velikemu številu pa prispevajo le malo k masi (8–10). Nastajajo pretežno v cestnem prometu, procesih gorenja (gorenje fosilnih goriv, biomase) in industriji, lahko so tudi naravnega izvora (8, 11–13).

Opravljenе so bile številne raziskave, ki so preučevale vpliv PM na človekovo zdravje. Rezultati izvirnih raziskav so bili pogosto tudi predmet preglednih raziskav in metaanaliz (14–20). Prepoznani učinki na zdravje so bili raznoliki v obsegu, resnosti, trajanju in kliničnem pomenu. Dokazano je bilo, da so PM v zunanjem zraku povezani s povečano splošno umrljivostjo (angl. all-cause mortality), boleznimi obtočil in boleznimi dihal. Nekatere populacijske skupine so bile bolj prizadete zaradi onesnaženosti zraka, zlasti starejši, otroci in nekateri kronični bolniki, ki spadajo med bolj ranljive. Toksikološke raziskave so pokazale, da PM povzročajo vnetje v dihalih in srčno-žilnem sistemu, povzročajo sistemski oksidativni stres in aktivirajo avtonomni živčni sistem (21). Kljub temu da mehanizmi delovanja še niso popolnoma pojasnjeni, je splošno priznано, da sta srčno-žilni in dihalni sistem glavni tarči delovanja PM.

V zadnjih nekaj letih je bilo narejenih tudi več toksikoloških študij, ki nakazujejo povezavo med PM_{2,5} in presnovnimi boleznimi, zlasti s sladkorno boleznijo. Ugotovljeno je bilo, da PM_{2,5} povzročijo vnetje, ki vodi do endotelne disfunkcije, spremenjenega imunskega odziva v visceralnem adipoznem tkivu in spremembe v endoplazmatskem retikulumu, kar povzroči spremembe v inzulinski transdukciji, občutljivosti na inzulin in glukoznem metabolizmu (22–26). Pojavlja se tudi vse več epidemioloških študij, ki raziskujejo povezanost med onesnaženostjo zraka s PM in sladkorno boleznijo, objavljenih je bilo prav tako že nekaj preglednih raziskav in metaanaliz (27–32). Rezultati epidemioloških raziskav niso dali popolnoma enotnih zaključkov, številne med njimi pa so zaključile, da je onesnaženost zraka verjetni dejavnik tveganja za sladkorno bolezen.

Zaradi njihove majhnosti je verjetno, da so UFP bolj toksični kot večji delci. UFP imajo večjo površino na enoto mase. Zaradi velikega razmerja med površino in volumnom imajo povečano kemijsko aktivnost (atomi na površini nimajo zasičenih vseh kemijskih vezi). To vodi do absorpcije relativno večje količine toksičnih snovi, kar omogoči večjo izmenjavo le-teh s fiziološkimi mediji. Manjši aerodinamični premer jim omogoča, da podrejo v najgloblje dele dihal (alveoli), kjer ni migetalk in kjer poteka izmenjava plinov med vdihanim zrakom in krvjo. Manj učinkovito se izločajo iz dihal, kar povečuje kontaktni čas in olajšuje njihovo kopičenje. Učinkovito prehajajo preko alveolarne membrane, vstopajo v krvni obtok, lahko potujejo po celotnem telesu, prehajajo pa lahko celo preko posteljice (8, 33, 34).

Število raziskav, izvedenih za namene proučitve vplivov UFP na zdravje, se v zadnjih letih nenehno povečuje. Večina spoznanj o možnih vplivih na zdravje zaradi izpostavljenosti UFP izhaja iz raziskav, opravljenih na živalih (8), ki z veliko zanesljivostjo kažejo, da je dolgotrajna izpostavljenost UFP povezana z negativnimi učinki na možgane ter živčni in dihalni sistem (8, 35–53). Nekaj raziskav je poročalo tudi o negativnih učinkih na razmnoževanje in razvoj (8, 54–58).

Število epidemioloških raziskav, izvedenih z namenom proučitve vplivov UFP na človekovo zdravje, je omejeno, vendar narašča (8, 59–61). Vse več raziskav dokazuje, da izpostavljenost UFP lahko povzroči škodljive posledice za človekovo zdravje – zlasti negativno vpliva na dihalno in srčno-žilno obolevnost in umrljivost. Dokazana je povezanost med kratkotrajno izpostavljenostjo UFP in vnetnimi in srčno-žilnimi spremembami, ki so vsaj delno neodvisne od drugih onesnaževal (60), vendar ni povsem jasno, ali lahko kratkotrajna ali dolgotrajna izpostavljenost pri človeku povzroči enako hude škodljive učinke kot pri živalih (11, 34). Zaključki raziskav, ki so proučevale druge zdravstvene izide, kot je sladkorna bolezen, so glede neodvisnih učinkov UFP nedokončni in nezadostni (60), kar je povezano z dejstvom, da so podatki o izpostavljenosti UFP zelo nezanesljivi.

UFP v zraku zaenkrat še ne spremljamo rutinsko, poleg tega pa tudi tehnike merjenja teh delcev v zraku niso enotne. Posledica je veliko večja verjetnost, da je ocena izpostavljenosti netočna, predvsem pa veliko manj zanesljiva, kot je to v primeru PM_{2,5} in drugih onesnaževal, kjer so podatki o koncentracijah snovi v zraku veliko bolj natančni. Verjetno bi se prav manjši zanesljivosti podatkov o izpostavljenosti lahko pripisalo dejstvo, da opazovalne epidemiološke študije niso mogle jasno pokazati, ali vodi izpostavljenost UFP do posledic na zdravju, ki so neodvisne od tistih, ki jih povzročajo druga onesnaževala.

Ideja o povezovanju okoljskih in zdravstvenih podatkov z namenom proučevanja vpliva okoljskih onesnaževal na človekovo zdravje ni nova. Povezanost med okoljskimi onesnaževali in vplivi na zdravje je mogoče proučevati na več ravneh: molekularni, individualni, populacijski ali ekosistemski ravni (62). V preteklih desetletjih je bilo število izvedenih študij največje na individualni ravni. Namen teh študij je bil proučevati vpliv posameznih okoljskih dejavnikov tveganja na izpostavljenega posameznika, temu ustrezno so se načrtovali ukrepi preprečevanja izpostavljenosti posameznikov posameznim dejavnikom tveganja. Takšen pristop je z vidika okoljske epidemiologije lahko problematičen, saj zanemari dejstvo, da so ljudje praviloma izpostavljeni več dejavnikom tveganja hkrati in da delovanje onesnaževal večinoma ni omejeno na posameznika (62).

Število populacijskih študij, ki so preučevale povezanost med okoljskimi dejavniki tveganja in zdravjem človeka, se je začelo povečevati v zadnjih dveh desetletjih, ko je Svetovna zdravstvena organizacija (SZO) priporočila metodologije sklapljanja okoljskih in zdravstvenih podatkov (angl. linkage methods for environment and health analysis) kot uporabno orodje za tovrstno proučevanje (63, 64). S temi metodami je mogoče proučevati tako časovno kot prostorsko povezanost med onesnaženostjo okolja in vplivi na zdravje na populacijski ravni. Namen tovrstnih raziskav je skupaj analizirati največkrat že obstoječe okoljske in zdravstvene podatke s kombiniranjem metodologij okoljske epidemiologije in znanosti o okolju, da bi pridobili razumljive informacije za odločevalce pri oblikovanju medsektorskih politik s področja okolja in zdravja. Osnovna enota analize je populacija ali skupina ljudi in ne posameznik. Podatki se opazujejo v natančno opredeljenih prostorskih ali administrativnih enotah (npr. država, regija, upravna enota, občina). Podatke dobimo bodisi iz stalnih virov (obstoječe zbirke podatkov rutinskega spremljanja stanja okolja) bodisi iz občasnih virov (posebne raziskave). Povezanost med pojavi opazujemo z metodami za opazovanje moči povezanosti (korelacijske metode). Tovrstne raziskave so najboljši pristop za proučevanje izpostavljenosti, ki so lažje merljive na skupinah prebivalcev kot pa na individualni ravni, in se največ uporabljajo pri proučevanju povezav med izpostavljenostjo onesnaženemu zraku, onesnaženi pitni vodi ali UV-sevanju in posledicami na zdravje (3).

Ne glede na to, da je SZO primerne metodologije za tovrstne raziskave priporočila že pred več kot dvema desetletjema, so tovrstne študije na področju onesnaženosti zraka v Sloveniji redke (65).

2 NAMEN, CILJI, HIPOTEZE

Namen raziskave je bil pridobiti kakovostne podatke za načrtovanje in oblikovanje z dokazi podprtih javnozdravstvenih politik na področju varovanja zdravja prebivalcev v povezavi z onesnaženostjo zunanjega zraka.

V okviru raziskave smo si zadali naslednja cilja:

C1: Oceniti moč povezanosti med opazovanim izidom (dnevno število obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi izbranih skupin bolezni in pojasnjevalnim dejavnikom (koncentracija UFP v zunanjem zraku) v celotni opazovani skupini ob upoštevanju razpoložljivih motečih dejavnikov (kot so na primer druga onesnaževala, meteorološke značilnosti, sezonske značilnosti).

C2: Oceniti moč povezanosti med opazovanim izidom (dnevno število obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi izbranih skupin bolezni) in pojasnjevalnim dejavnikom (koncentracija UFP v zunanjem zraku) v specifičnih podskupinah prebivalstva (npr. v ogroženih starostnih skupinah, kot so otroci, starostniki) ob upoštevanju razpoložljivih motečih dejavnikov (kot so na primer druga onesnaževala, meteorološke značilnosti, sezonske značilnosti).

Raziskovalni hipotezi sta bili naslednji:

H1: Dnevno število obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva za celotno opazovano populacijo zaradi izbranih skupin bolezni je statistično značilno povezano s koncentracijo UFP v zunanjem zraku.

H2: Dnevno število prvih kurativnih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva za specifične podskupine prebivalstva zaradi izbranih skupin bolezni je statistično značilno povezano s koncentracijo UFP v zunanjem zraku.

3 METODE

3.1 VRSTA RAZISKAVE

Opravljen raziskava je bila ekološka študija časovnih trendov (angl. ecological time-trend study), pri kateri opazujemo eno samo populacijo, a v času. Z raziskavo smo spremljali spreminjanje epidemiološke stopnje opazovanega zdravstvenega pojava ob sočasnem spreminjanju izpostavljenosti v istem časovnem obdobju (3). Enota opazovanja je bila en dan.

3.2 FAZE RAZISKAVE

I. faza: priprava in ocena kakovosti rutinsko zbranih zdravstvenih podatkov o prvih kurativnih obiskih na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi izbranih skupin bolezni kot vhodnih podatkov za povezavo z okoljskimi podatki ter prikaz in ocena časovnega spreminjanja izbranih skupin bolezni. Enota opazovanja je bila posamezni dan znotraj opazovanega obdobja.

II. faza: priprava in ocena kakovosti rutinsko zbranih okoljskih podatkov ter prikaz in ocena časovnega spreminjanja koncentracij izbranih onesnaževal na območju raziskovanja. Enota opazovanja je bila posamezni dan znotraj opazovanega obdobja.

III. faza: izdelava ocene časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi izbranih bolezni in onesnaženostjo zunanjega zraka z UFP ob sočasnem upoštevanju možnih vplivov drugih onesnaževal, meteoroloških dejavnikov in dejavnikov ozadja.

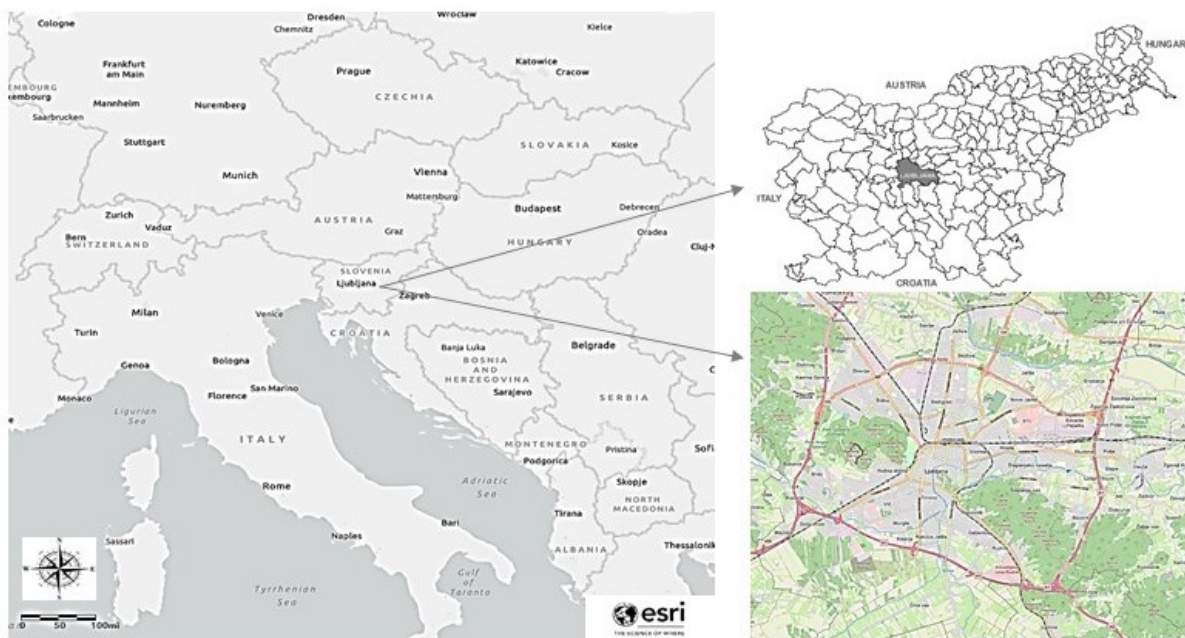
3.3 OBDOBJE OPAZOVANJA

V raziskavo so bili zajeti podatki za obdobje od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017. Skupno je bilo tako opazovanih 1826 dni (365 v letih 2013–2015 in 2017, 366 v letu 2016).

3.4 OBMOČJE OPAZOVANJA

Za območje opazovanja je bila izbrana administrativna enota Mestna občina Ljubljana (MOL). Ljubljana je največje in hkrati glavno mesto Slovenije. Leži v Ljubljanski kotlini v osrednjem delu Slovenije in ima 275 km² površine. Leži na povprečni nadmorski višini 295 m (66). V opazovanem obdobju je v MOL živel med 282.741 in 288.250 prebivalcev, gostota poseljenosti prebivalstva je bila od 1028,1 do 1048,2 prebivalca na km² (67). Podnebje je celinsko, ki meji na subtropsko vlažno podnebje, za katero so značilne zmerno mrzle zime in topla poletja. Povprečna letna temperatura zraka

v opazovanem obdobju je bila od 11,1 °C (2017) do 12,6 °C (2014). Letna višina padavin v opazovanem obdobju je bila približno od 1106 mm (2016) do 1851 mm (2014) (66). Gospodarska aktivnost v MOL je raznolika. Na tem območju deluje okoli 50.000 podjetij, pretežno v farmacevtski, petrokemični in živilski dejavnosti. Druge gospodarske dejavnosti vključujejo bančništvo, finance, promet, gradbeništvo, obrt, storitve in turizem. Z vidika kakovosti zunanjega zraka spada MOL med s PM bolj onesnažene občine. Razlog so geografske značilnosti (slabo prevetrjena kotlina), meteorološke razmere (pogoste temperaturne inverzije v zimskih in jesenskih mesecih), visoka gostota poseljenosti prebivalstva in v veliki meri dejavniki cestnega prometa, zlasti v najožjem urbanem območju z gostim prometom. Onesnaženost zraka s PM se v zadnjih letih sicer postopoma, a vztrajno zmanjšuje (68).



Slika 1: Zemljevid Slovenije z mejnimi državami in lokacijo glavnega mesta Ljubljana z mejami občin, hidrografijo in cestami.

3.5 OPAZOVANA POPULACIJA

V raziskavo so bile zajete vse osebe s stalnim ali začasnim prebivališčem v MOL, ki so v opazovanem obdobju iskale zdravniško pomoč na primarni ravni zaradi izbranih skupin bolezni. Predpostavljali smo, da ima večina preiskovancev izbranega osebnega zdravnika v bližini kraja bivanja. V raziskavo niso bili vključeni posamezniki, ki imajo stalno prebivališče v MOL, a imajo izbranega osebnega zdravnika izven Ljubljane.

3.6 ORODJA IN METODE ZBIRANJA PODATKOV

3.6.1 Opazovani zdravstveni pojavi/izidi

V okviru raziskave je bilo opazovanih več pojavov. Predstavljale so jih izbrane skupine bolezni (Mednarodna klasifikacija bolezni in sorodnih zdravstvenih problemov za statistične namene – avstralska modifikacija MKB-10-AM, verzija 6 (69)):

- Bolezni dihal J00–J99
 - Okužbe spodnjega respiratornega trakta J09–J18, J20–J22
 - Kronična obstruktivna pljučna bolezen (KOPB) J40–J44, J47
 - Astma J45, J46
- Bolezni obtočil I00–I99
 - Hipertenzivne bolezni I10–I15
 - Ishemična bolezen srca I20–I25
 - Motnje srčnega ritma I44–I49
 - Odpoved srca I50
 - Cerebrovaskularne bolezni I60–I69
 - Hemoragični cerebrovaskularni inzult I60, I61
 - Ishemični cerebrovaskularni inzult I63, I65, I66
- Sladkorna bolezen E10–E14

Opazovani izid je bilo število prvih kurativnih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi novonastale bolezni ali poslabšanja že obstoječe bolezni znotraj enote opazovanja (en dan) za izbrane skupine bolezni in izbrane starostne skupine prebivalcev: vse starosti, otroci (od 5. do vključno 10. leta starosti) in starejši (osebe stare 60 let ali več).

Zdravstveni podatki so bili pridobljeni iz zdravstvenega informacijskega sistema Zdravstvenega doma Ljubljana (ZD Ljubljana). Za potrebe raziskave so bili izbrani naslednji podatki:

- datum obiska,
- diagnoza ob obisku,
- letnica rojstva.

Pri raziskavi so se upoštevali le prvi kurativni obiski, to so obiski pri zdravniku za novoodkrita diagnozo ali akutno poslabšanje kronične bolezni. Prvi kurativni obiski zaradi kontrole kronične bolezni (nadaljnja obravnava že znane kronične bolezni, ki ni v fazi poslabšanja – prvi obisk v koledarskem letu) in ponovni kurativni obiski (nadaljnja obravnava že znane kronične bolezni, ki ni v fazi poslabšanja – ni prvi obisk v koledarskem letu) niso bili zajeti v raziskavo.

3.6.2 Pojasnjevalni dejavnik

Pojasnjevalni dejavnik v raziskavi je bila koncentracija UFP oziroma koncentracije UFP petih različnih velikostnih razredov v zunanjem zraku.

V raziskavi so bili uporabljeni podatki o koncentraciji UFP, zbrani v okviru mednarodnega projekta UFIREG (angl. Ultrafine particles – An evidence based contribution to the development of regional and European environment), ki je potekal od julija 2011 do konca leta 2014 (70). V skladu z zahtevami projekta so se meritve UFP izvajale še v obdobju petih let po zaključku projekta. Za namene raziskave so bili uporabljeni podatki meritev UFP, opravljenih v obdobju od 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

Merilna postaja je bila nameščena v urbanem okolju Ljubljane, in sicer na lokaciji na območju Kmetijskega inštituta Slovenije. V bližnji okolici so zgradba inštituta, večnadstropne stanovanjske stavbe, zelene površine, vrtec in osnovna šola. Glavna cesta je oddaljena približno 50 m, v bližini je tudi železniška postaja. Merilno mesto zelo dobro predstavlja razmere naseljenega območja MOL, kar omogoča reprezentativnost za velik del mestnega prebivalstva (70). Zavedamo se, da številni dejavniki, ki vplivajo na emisije, transformacijo in disperzijo UFP, prispevajo k prostorski variabilnosti, ki obstaja znotraj urbanih območij. Kljub temu smo predpostavili, da je centralno merilno mesto zadovoljiv približek koncentraciji UFP za celotno urbano območje, kar so na ogledu merilne postaje potrdili tudi strokovnjaki nemškega partnerja projekta UFIREG.

Za delce s premerom, manjšim od 1 μm , je določitev števila delcev na enoto količine zraka (številčna koncentracija – število delcev/ cm^3 zraka) najboljši pokazatelj za določanje izpostavljenosti. Z ustreznimi merilnimi napravami je mogoče določiti tudi razporeditev števila delcev glede na velikost. To pomeni, da pokažejo, koliko delcev določene velikosti je ob določenem času v enem kubičnem centimetru zraka. Meritve UFP so potekale z aparatom CPC (angl. Condensation Particle Counter) model 3772, ki je del TSI SMPS (angl. Scanning Mobility Particle Sizer) spektrometra. Aparat zazna delce premera 10 nm in več ob hitrosti pretoka aerosola 1,0 l/min, razpon koncentracije 0– 10^4 delcev/ cm^3 . Cikel ene meritve traja pet minut, v tem času aparat dvakrat izmeri koncentracije

UFP. Tako se v napravi v prvem koraku naelektrijo delci velikosti od 10 do 800 nm, v drugem koraku pa so ti delci razvrščeni na osnovi različnega naboja kot tudi premera. Rezultati se nato shranijo na računalniku (dnevno ena datoteka z rezultati meritev in ena datoteka s parametri o delovanju merilnika). Ti podatki so bili nato obdelani na način, da smo dobili urne in povprečne 24-urne številčne koncentracije UFP (število delcev/cm³ zraka) v območjih velikosti 10–20 nm, 21–30 nm, 31–50 nm, 51–70 nm, 71–100 nm. Za analize so bile uporabljane povprečne 24-urne številčne koncentracije UFP teh petih različnih velikostnih razredov.

3.6.3 Moteči dejavniki/dejavniki ozadja

Kot moteči dejavniki/dejavniki ozadja so bili upoštevani okoljski in sezonski dejavniki.

Med okoljskimi dejavniki smo kot moteče dejavnike upoštevali koncentracije drugih onesnaževal zunanjega zraka (PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃, cvetni prah) in meteorološke značilnosti (dnevne temperature in dnevna relativna vlažnost).

Podatki o koncentracijah drugih onesnaževal zunanjega zraka so bili pridobljeni iz zbirke podatkov avtomatskih meritev državne merilne mreže za spremljanje kakovosti zunanjega zraka v Sloveniji, DMKZ (71).

Večina podatkov o koncentracijah drugih onesnaževal zunanjega zraka (PM₁₀, SO₂, NO₂, O₃ (v µg/m³)) so bili pridobljeni iz zbirke podatkov avtomatskih meritev merilnega mesta Ljubljana Bežigrad. Opazovalni prostor meteorološke postaje je sredi mesta, na travniku, na nadmorski višini 299 m. Zaradi svoje posebne lege na dnu kotline in v središču mesta je postaja reprezentativna za mesto in bližnjo okolico.

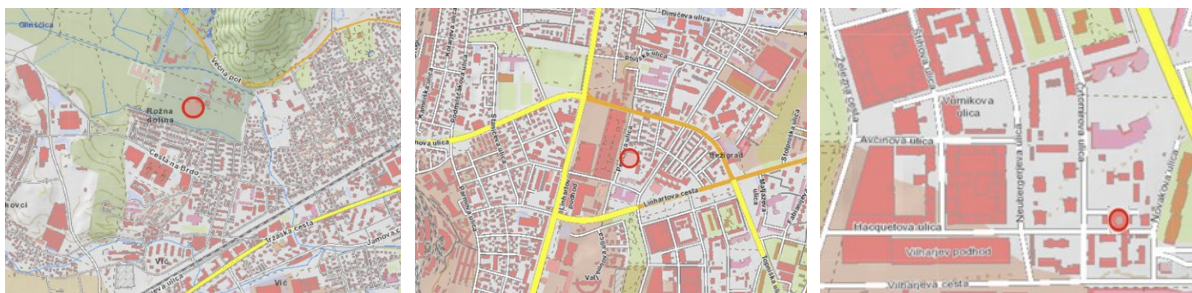
Podatki o koncentraciji delcev PM_{2,5} (v µg/m³) so bili pridobljeni iz zbirke podatkov avtomatskih meritev merilnega mesta Ljubljana Biotehniška fakulteta. Merilno mesto stoji v mirnem predelu Ljubljane, nasproti ljubljanskega živalskega vrta tik pod vznožjem Rožnika. Stanovanjsko naselje z individualnimi kurišči je od merilnega mesta oddaljeno približno 400 m, ljubljanska obvoznica pa 1,5 km. V bližnji okolici merilnega mesta ni drugih večjih virov onesnaževanja zraka.

Za analize so bile uporabljane povprečne 24-urne koncentracije PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃ (v µg/m³).

Podatki o dnevnih obremenitvah zunanjega zraka z alergenim cvetnim prahom so bili pridobljeni iz zbirke 2-urnih koncentracij cvetnega prahu Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano (72). Za namene raziskave so bile uporabljane povprečne 24-urne koncentracije cvetnega prahu

(št. delcev/m³) rastlin z zelo visoko in visoko alergenim potencialom (cipresovke, trave, ambrozija, breza, leska).

Meteorološki podatki (dnevna temperatura in dnevna relativna vlažnost) so bili pridobljeni iz zbirke podatkov avtomatskih meritev merilnega mesta Ljubljana Bežigrad (71). Za analize so bile uporabljene povprečne 24-urne dnevne temperature (v °C) in povprečna 24-urna dnevna relativna vlažnost (v %).



a) ○ Ljubljana Biotehniška fakulteta

b) ○ Ljubljana Bežigrad

c) ○ Ljubljana Hacquetova

Slika 2: Zemljevid Ljubljane z lokacijami merilnih mest, kjer so potekale meritve kakovosti zunanjega zraka in opazovanih meteoroloških parametrov. Vir: Atlas okolja (ARSO, 2022).

Med sezonskimi dejavniki so bili kot moteči dejavniki upoštevani letni čas (pomlad, poletje, jesen, zima), dan v tednu (delovni dan: da/ne) in sezona gripe (da/ne). Podatki o sezoni gripe so bili pridobljeni iz zbirk podatkov Nacionalnega inštituta za javno zdravje (73).

3.7 ORODJA IN METODE STATISTIČNE ANALIZE

3.7.1 Osnovna statistična analiza

Opis porazdelitve posamezne spremenljivke (opazovani zdravstveni izidi, pojasnjevalni in moteči dejavniki) je bila izvedena s prikazom ustreznih mer za centralno tendenco podatkov in odgovarjajočih mer za razpršenost podatkov (povprečje, standardni odklon, najnižja vrednost, prvi kvartil, mediana, tretji kvartil, najvišja vrednost). Porazdelitve vrednosti opazovanih spremenljivk so prikazane tabelarično.

Časovna variabilnost posameznih spremenljivk (opazovanih zdravstvenih izidov, pojasnjevalnih in motečih dejavnikov) je prikazana s sekvenčnim diagramom (74).

3.7.2 Analiza časovne povezanosti med spremenljivkami

Za analizo časovne povezanosti med opazovanim zdravstvenim izidom (št. prvih kurativnih obiskov/dan), pojasnjevalnim dejavnikom (koncentracija UFP) in motečimi dejavniki (druga onesnaževala v zraku, vključno s cvetnim prahom, meteorološki in sezonski dejavniki) so bili uporabljeni Poissonovi regresijski modeli, ki se pogosto uporabljajo v epidemiologiji, vključno z okoljsko (75–77), spadajo pa v družino generaliziranih linearnih modelov (76).

Poissonova regresija je regresijska tehnika, ki se uporablja, kadar je opazovani izid absolutna ali relativna frekvenca opazovanega pojava (75–80).

Statistični programi končni rezultat Poissonove regresije pogosto imenujejo razmerje incidenčnih stopenj (RIS) (angl. Incidence Rate Ratio – IRR) (80) ne glede na to, ali je opazovani izid absolutna ali relativna frekvenca pojava.

Postopek modeliranja povezanosti med opazovanimi zdravstvenimi izidi in pojasnjevalnimi dejavniki je potekal v treh fazah:

- I. Univariatna analiza povezanosti posameznega opazovanega izida s posamezno frakcijo pojasnjevalnega dejavnika in posameznega opazovanega izida s posameznim motečim dejavnikom. Da bi ocenili čas med izpostavljenostjo in učinkom na zdravje (zdravstvenim izidom), smo dodali časovne zamike od 0 do 5 dni (lag 0, lag 1, lag 2, lag 3, lag 4, lag 5).
- II. Izdelava unipolutantnega modela z dodajanjem posamezne frakcije UFP in posameznega motečega dejavnika iz skupine drugih onesnaževal v zunanjem zraku k modelu s spremenljivkami ozadja (meteorološki dejavniki in sezonski dejavniki), upoštevajoč časovne zamike od 0 do 5 dni. Ta faza je bila namenjena ugotavljanju najprimernejšega časovnega zamika, ki ga je bilo treba upoštevati v multipolutantnem modelu za posamezni pojasnjevalni oziroma moteči dejavnik iz skupine drugih onesnaževal v zunanjem zraku.
- III. Izdelava multipolutantnega modela, upoštevajoč najboljše časovne zamike za posamezno frakcijo UFP in ostala onesnaževala v zunanjem zraku, skupaj z meteorološkimi in sezonskimi dejavniki.

Modeli so bili vrednoteni glede na njihovo statistično značilnost (povezanost je bila pri vseh testih upoštevana kot statistično pomembna, če je vrednost p znašala $\leq 0,05$) in biološko smiselnost (smer povezanosti je bila biološko sprejemljiva).

Vse statistične analize so bile izvedene v programu SPSS for Windows, različica 25.0 (Statistical Package for Social Sciences) (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Predhodno smo podatke za SPSS pripravili v programskem paketu Excel (Microsoft Office Excel 2020).

4 ETIČNI VIDIKI RAZISKAVE

Podatki, pridobljeni v raziskavi, so bili shranjeni in obdelovani v skladu z Zakonom o varstvu osebnih podatkov (ZVOP V-1) (Uradni list RS, št. 95/07 – uradno prečiščeno besedilo in 177/20). Podatki so se obravnavali kot strogo zaupni in so bili dostopni samo izvajalcem raziskave. Nobeden od rezultatov raziskave, ki so objavljeni, ne vsebuje podatkov, prek katerih bi lahko identificirali osebe.

Komisija RS za medicinsko etiko je ocenila, da je raziskava etično sprejemljiva in za njeno izvedbo septembra 2017 izdala svoje soglasje (št. soglasja: 0120-109/2017-5, KME 71/03/17).

5 REZULTATI

5.1 OSNOVNI OPIS PODATKOV

5.1.1 Zdravstveni podatki – število prvih kurativnih obiskov v zdravstvenih domovih

Podatki o dnevnem številu prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal, bolezni obtočil in sladkorne bolezni v skupinah vse starosti, otroci, starejši so bili na voljo za vseh 1826 dni opazovanega obdobja.

V opazovanem obdobju je bil v vsakem dnevu opazovanja (1826/1826 dni) zabeležen prvi kurativni obisk zaradi bolezni dihal v skupinah vse starosti in otroci. V skupini starejši je bilo v opazovanem obdobju 6/1826 dni (0,3 %) brez prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal.

V opazovanem obdobju je bil v vsakem dnevu opazovanja (1826/1826 dni) zabeležen prvi kurativni obisk zaradi bolezni obtočil v skupini vse starosti. V skupini otroci je bilo 1480/1826 dni (81,1 %) brez prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni obtočil. V skupini starejši je bilo 3/1826 dni (0,2 %) brez prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni obtočil.

V opazovanem obdobju je bilo brez prvih kurativnih obiskov zaradi sladkorne bolezni 373/1826 dni (20,4 %) v skupini vse starosti, 1758/1826 dni (96,3 %) v skupini otroci in 430/1826 dni (23,5 %) v skupini starejši. Podrobnejši podatki so prikazani v tabeli 1.

Tabela 1: Število dni brez obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni po izbranih starostnih skupinah, MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

Izbrane skupine bolezni	Število vseh dni	Število dni brez prvih kurativnih obiskov po izbranih starostnih skupinah		
		Število (%)		
		Vse starosti	Otroci	Starejši
Bolezni dihal	1826	0	0	6 (0,3)
Bolezni obtočil	1826	0	1480 (81,1)	3 (0,2)
Sladkorna bolezen	1826	373 (20,4)	1758 (96,3)	430 (23,5)

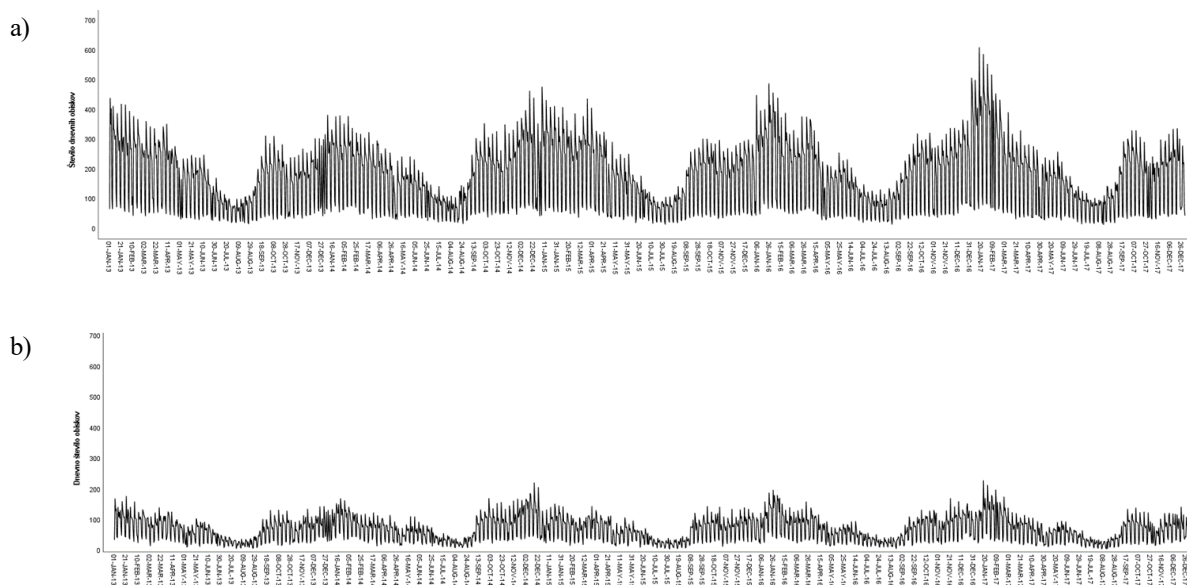
Opisna statistika dnevnega števila prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal, bolezni obtočil in sladkorne bolezni v skupinah vse starosti, otroci, starejši je prikazana v tabeli 2.

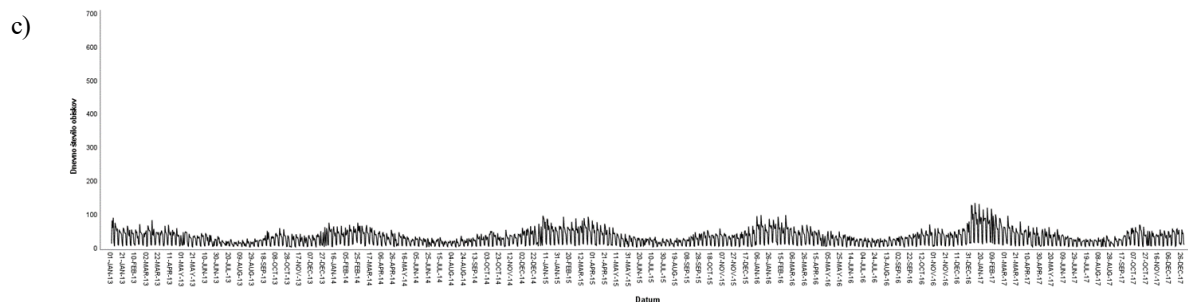
Tabela 2: Opisna statistika dnevnega števila prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal, bolezni obtočil in sladkorne bolezni, MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

	N	Povp.	SD	Min.	Q ₁	Mediana	Q ₃	Max.
Dnevno število obiskov zaradi bolezni dihal: vse starosti, otroci, starejši								
Vse starosti	1826	163,72	109,12	9,00	62,00	157,00	245,00	607,00
Otroci	1826	64,24	40,26	2,00	29,00	59,00	92,00	226,00
Starejši	1826	27,97	21,28	0,00	9,00	25,00	41,00	132,00
Dnevno število obiskov zaradi bolezni obtočil: vse starosti, otroci, starejši								
Vse starosti	1826	60,50	38,59	1,00	12,00	70,00	91,00	162,00
Otroci	1826	0,11	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00
Starejši	1826	42,22	27,12	0,00	9,00	48,00	63,00	116,00
Dnevno število obiskov zaradi sladkorne bolezni: vse starosti, otroci, starejši								
Vse starosti	1826	11,21	9,35	0,00	1,00	11,00	18,00	42,0
Otroci	1826	0,04	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
Starejši	1826	8,17	7,19	0,00	1,00	8,00	13,00	33,00

5.1.1.1 Časovno spreminjanje pojavljanja izbranih skupin bolezni

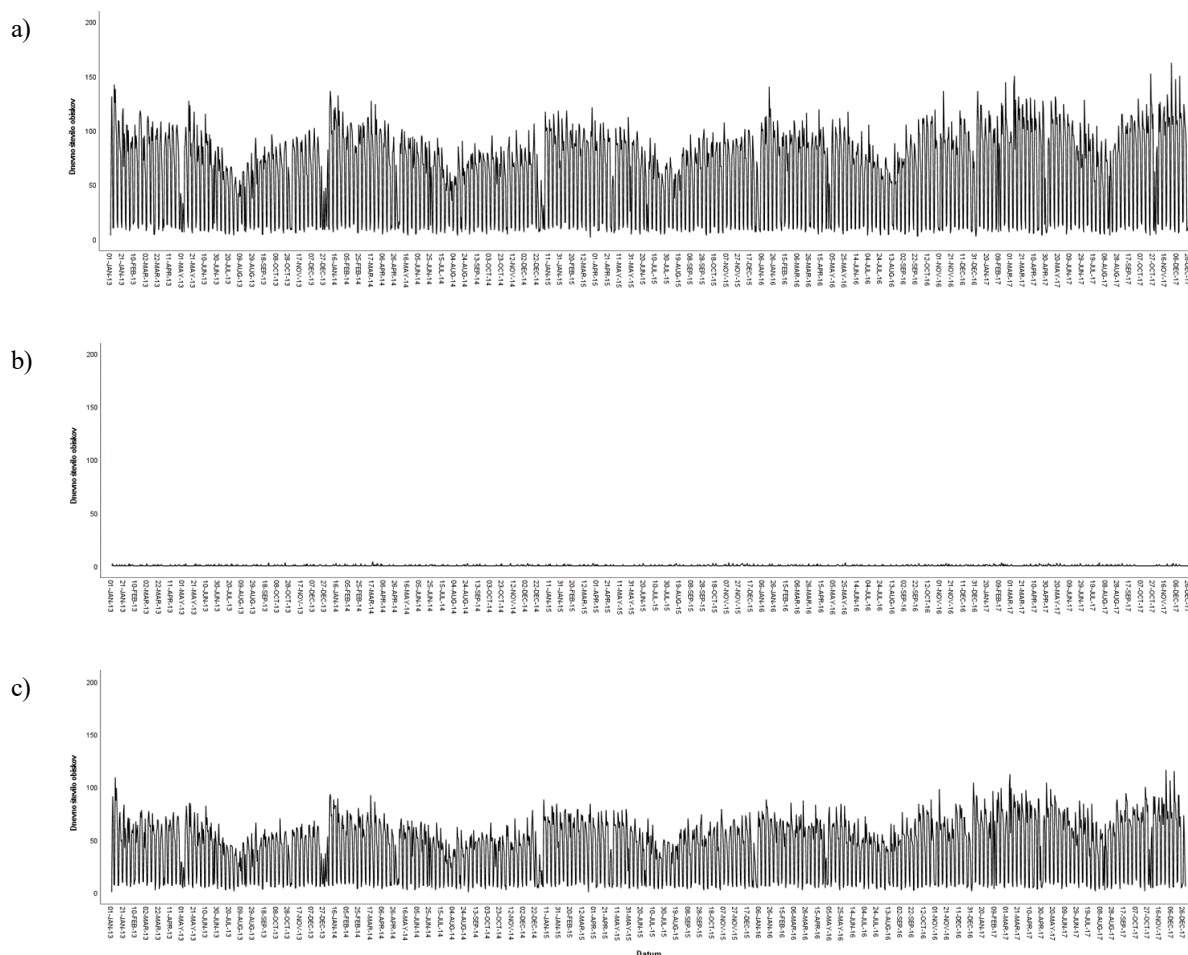
Časovna variabilnost dnevnega števila prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal, bolezni obtočil in sladkorne bolezni v skupinah vse starosti, otroci in starejši je prikazana s sekvenčnimi diagrami (slika 3, 4, 5).





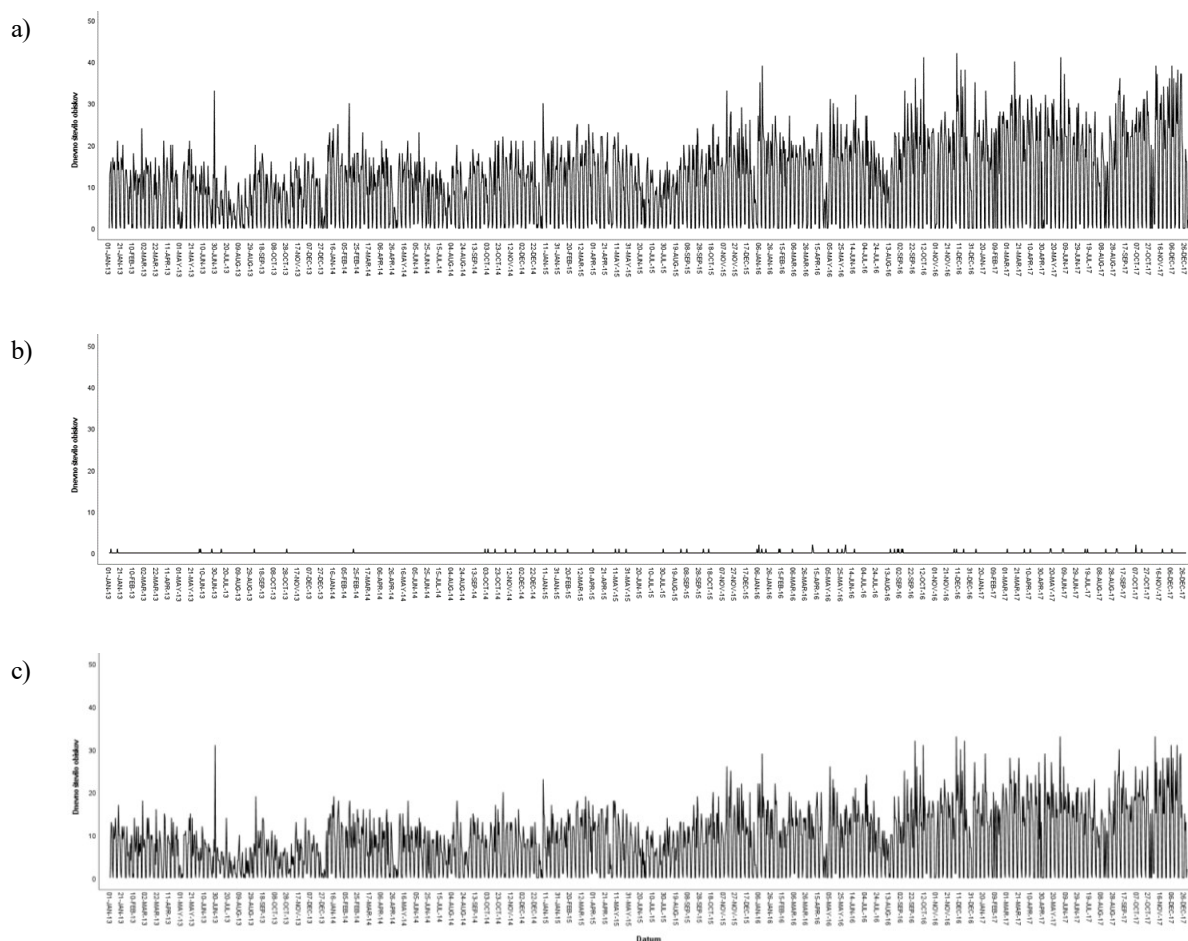
Slika 3: Časovna variabilnost dnevnega števila prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal: a) vse starosti; b) otroci; c) starejši; MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

V celotnem opazovanem obdobju je bilo dnevno število prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal v skupinah vse starosti, otroci in starejši največje v zimskih mesecih (od decembra do februarja).



Slika 4: Časovna variabilnost dnevnega števila prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni obtočil: a) vse starosti; b) otroci; c) starejši; MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

V celotnem opazovanem obdobju je bilo dnevno število prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni obtočil v skupinah vse starosti, otroci in starejši enakomerno razporejeno prek leta z izrazitim padcem v poletnih mesecih (julija in avgusta).



Slika 5: Časovna variabilnost dnevnega števila prvih kurativnih obiskov zaradi sladkorne bolezni: a) vse starosti; b) otroci; c) starejši; MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

V celotnem opazovanem obdobju je bilo dnevno število prvih kurativnih obiskov zaradi sladkorne bolezni v skupinah vse starosti, otroci in starejši enakomerno razporejeno prek leta z nakazanim padcem v poletnih mesecih. Opazen je blag trend povečevanja obiskov od leta 2013 do leta 2017.

5.1.1.2 Ocena kakovosti zdravstvenih podatkov

5.1.1.2.1 Razlikovanje med obiski zaradi izbranih skupin bolezni in obiski zaradi drugih bolezni

Na podlagi šifriranja diagnoz bolezni po mednarodni klasifikaciji bolezni in sorodnih zdravstvenih problemov za statistične namene – avstralska modifikacija, MKB-10-AM, verzija 6 (69), je bilo

mogoče natančno ločiti med obiski zaradi bolezni dihal (J00–J99), boleznimi obtočil (I00–I99) ter sladkorno boleznijo (E10–E14) in obiski zaradi drugih bolezni.

5.1.1.2.2 Razlikovanje med različnimi vrstami obiskov

Na podlagi šifranta vrst obiskov za namene zunajbolnišnične zdravstvene statistike (81) so podatki omogočali natančno ločitev med prvimi kurativnimi obiski (nova diagnoza ali akutno poslabšanje kronične bolezni – 104), prvimi kurativnimi obiski zaradi kontrole kronične bolezni (nadaljnja obravnava že znane kronične bolezni, ki ni v fazi poslabšanja – prvi obisk v koledarskem letu – 105) in ponovnimi kurativnimi obiski (nadaljnja obravnava že znane kronične bolezni, ki ni v fazi poslabšanja – ni prvi obisk v koledarskem letu – 106). V raziskavo so bili zajeti le podatki o prvih kurativnih obiskih zaradi izbranih skupin bolezni.

5.1.2 Okoljski podatki

Povprečne 24-urne koncentracije UFP različnih velikostnih razredov ($UFP_{0,01-0,02}$, $UFP_{0,02-0,03}$, $UFP_{0,03-0,05}$, $UFP_{0,05-0,07}$ in $UFP_{0,07-0,10}$) so bile na voljo za 1655 od 1826 dni (90,6 %) opazovanega obdobja. Povprečne 24-urne koncentracije PM_{10} so bile na voljo za 1765 od 1826 dni (96,6 %) opazovanega obdobja. Povprečne 24-urne koncentracije $PM_{2,5}$ so bile na voljo za 1742 od 1826 dni (95,4 %) opazovanega obdobja. Povprečne 24-urne koncentracije plinastih onesnaževal (SO_2 , NO_2 in O_3) so bile na voljo za 1753 od 1826 dni (96,0 %) opazovanega obdobja (SO_2), za 1766 od 1826 dni (96,7 %) opazovanega obdobja (NO_2) in za 1786 od 1826 dni (98,0 %) opazovanega obdobja (O_3) (tabela 3).

Povprečni 24-urni temperatura zraka in relativna vlažnost sta bili na voljo za vseh 1826 dni opazovanega obdobja (tabela 3).

Povprečna 24-urna koncentracija cvetnega prahu je bila na voljo za vseh 1826 dni opazovanega obdobja (tabela 3).

Tabela 3: Število dni s podatki o koncentracijah onesnaževal, meteoroloških podatkih in koncentraciji cvetnega prahu, MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

Podatki o onesnaževalih, meteorološki podatki, cvetni prah	Število vseh dni	Število dni s podatki Število (%)
Povprečne 24-urne številčne koncentracije UFP (št. delcev/cm ³)	1826	1655 (90,6)
Povprečne 24-urne koncentracije PM_{10} (μg/m ³)	1826	1765 (96,9)

Podatki o onesnaževalih, meteorološki podatki, cvetni prah	Število vseh dni	Število dni s podatki Število (%)
Povprečne 24-urne koncentracije PM _{2,5} (µg/m ³)	1826	1742 (95,4)
Povprečne 24-urne koncentracije SO ₂ (µg/m ³)	1826	1753 (96,0)
Povprečne 24-urne koncentracije NO ₂ (µg/m ³)	1826	1766 (96,7)
Povprečne 24-urne koncentracije O ₃ (µg/m ³)	1826	1786 (98,0)
Povprečna 24-urna temperatura zraka (°C)	1826	1826 (100)
Povprečna 24-urna relativna vlažnost (%)	1826	1826 (100)
Povprečna 24-urna koncentracija cvetnega prahu (št. delcev/m ³)	1826	1826 (100)

Opisna statistika koncentracije prašnih delcev (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}), plinastih onesnaževal (NO₂, SO₂, O₃), meteoroloških parametrov in koncentracije cvetnega prahu je prikazana v tabeli 4.

Tabela 4: Opisna statistika koncentracije prašnih delcev (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}), plinastih onesnaževal (NO₂, SO₂, O₃), meteoroloških parametrov in koncentracije cvetnega prahu, MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

	N	Povp.	SD	Min.	Q₁	Mediana	Q₃	Max.
Povprečne 24-urne številčne koncentracije UFP (št. delcev/cm³)								
UFP _{0,01–0,02}	1655	1230,53	478,28	16,50	915,30	1172,30	1482,50	4370,40
UFP _{0,02–0,03}	1655	1086,93	434,30	88,10	809,50	1031,30	1308,20	4769,40
UFP _{0,03–0,05}	1655	1517,34	605,96	247,50	1113,00	1420,30	1819,20	4446,20
UFP _{0,05–0,07}	1655	1039,73	467,17	198,10	732,200	932,40	1224,20	3446,70
UFP _{0,07–0,10}	1655	1070,34	578,18	181,20	696,400	924,30	1251,40	4207,90
Povprečne 24-urne koncentracije PM₁₀ in PM_{2,5} (µg/m³)								
PM ₁₀	1765	25,46	16,62	2,00	15,00	20,00	30,00	126,00
PM _{2,5}	1742	20,67	15,25	3,00	11,00	16,00	24,00	114,00
Povprečne 24-urne koncentracije SO₂, NO₂, O₃ (µg/m³)								
SO ₂	1753	4,53	2,54	–0,8	2,90	3,90	5,60	21,10
NO ₂	1766	28,94	14,27	3,8	18,90	25,80	35,30	100,50
O ₃	1786	42,89	25,72	–1,1	21,78	42,10	62,55	164,60
Povprečna 24-urna temperatura zraka (°C) in relativna vlažnost (%)								
Temperatura zraka	1826	12,06	8,107	–7,90	5,80	12,50	18,32	30,00
Relativna vlažnost	1826	75,99	13,66	31,00	65,00	76,00	88,00	100,00

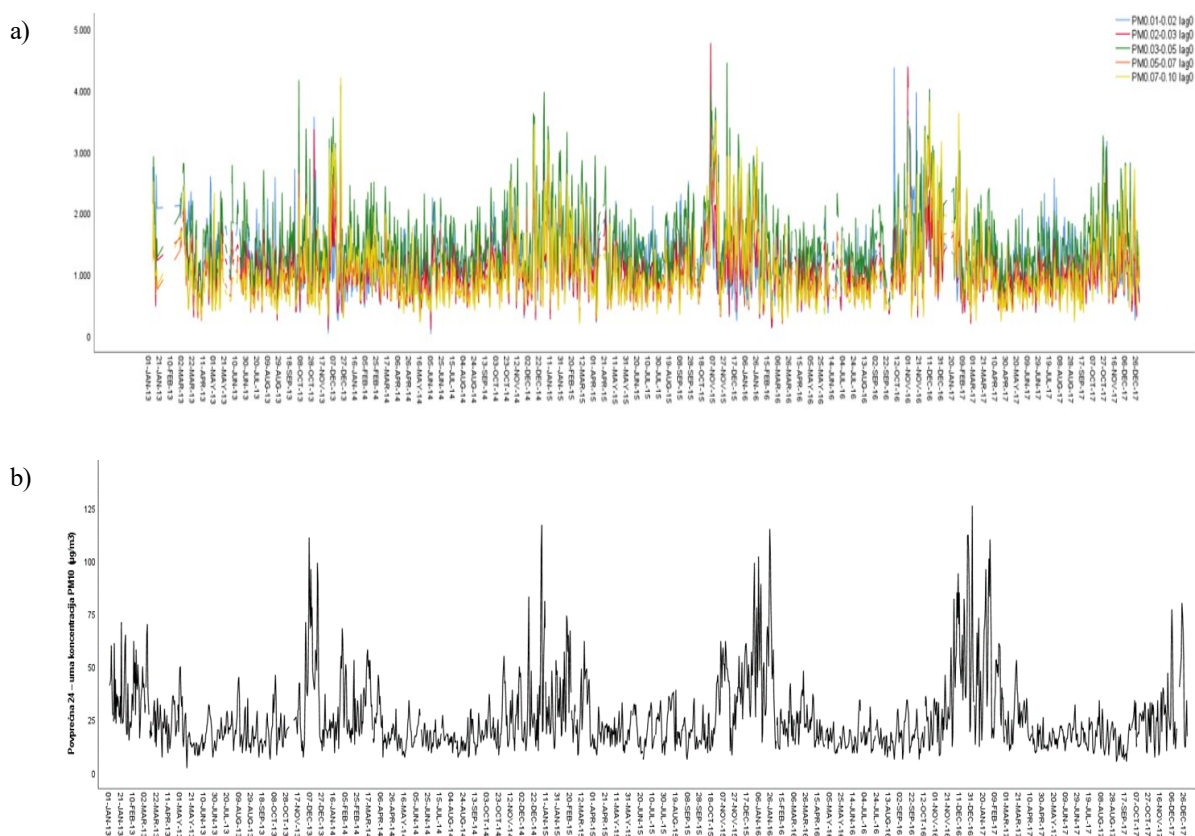
Povprečna 24-urna koncentracija cvetnega prahu (št. delcev/m ³)								
Cvetni prah	1826	8,99	27,36	0,00	0,00	1,00	7,00	323,00

Legenda: N – število podatkov; Povp. – povprečje; SD – standardni odklon; Q1 – prvi kvartil; Q3 – tretji kvartil; UFP – ultrafini delci; PM₁₀ – grobi delci (aerodinamični premer 10 µm ali manj); PM_{2,5} – fini delci (aerodinamični premer 2,5 µm ali manj); NO₂ – dušikov dioksid; SO₂ – žveplov dioksid; O₃ – prizemni ozon.

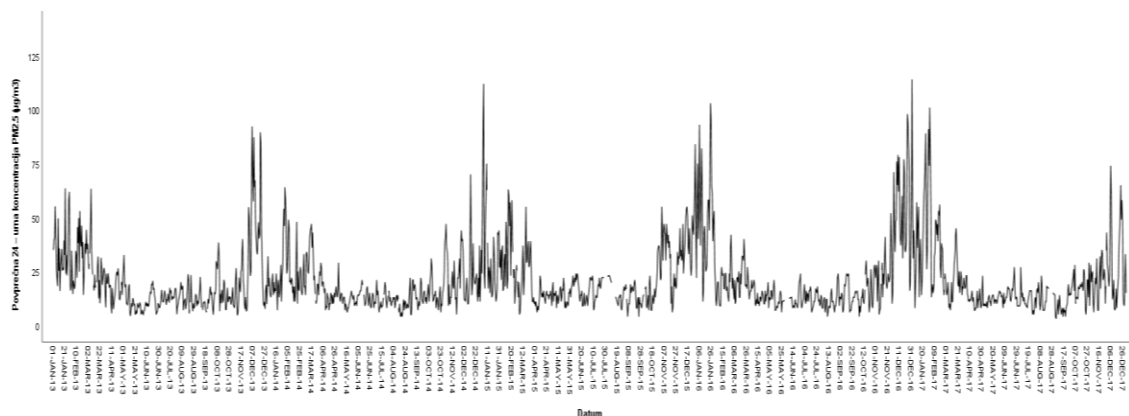
5.1.2.1 Časovno spreminjanje imisijskih podatkov onesnaževal

5.1.2.1.1 Prašni delci (UFP, PM₁₀, PM_{2,5})

Časovna variabilnost povprečnih 24-urnih številčnih koncentracij UFP (št. delcev/cm³) in povprečnih 24-urnih koncentracij PM₁₀ in PM_{2,5} (µg/m³) je prikazana s sekvenčnimi diagrami (slika 6).



c)



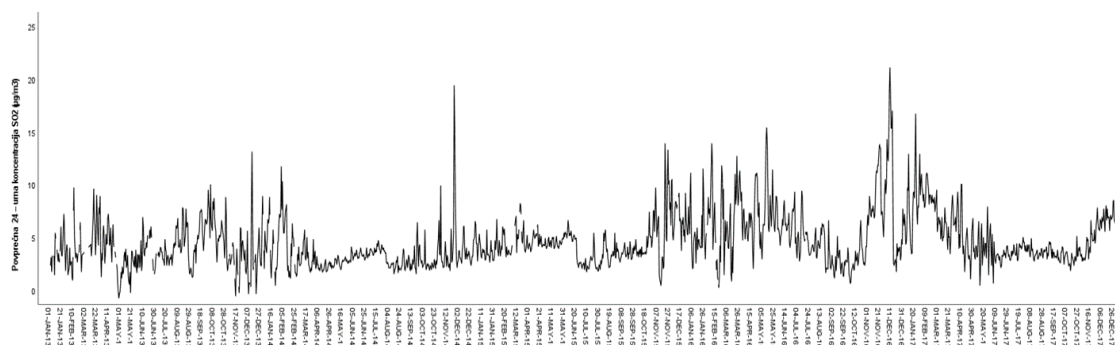
Slika 6: Časovna variabilnost a) povprečnih 24-urnih številčnih koncentracij UFP (št. delcev/cm³), b) povprečnih 24-urnih koncentracij PM₁₀ (µg/m³) in c) povprečnih 24-urnih koncentracij PM_{2,5} (µg/m³), MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

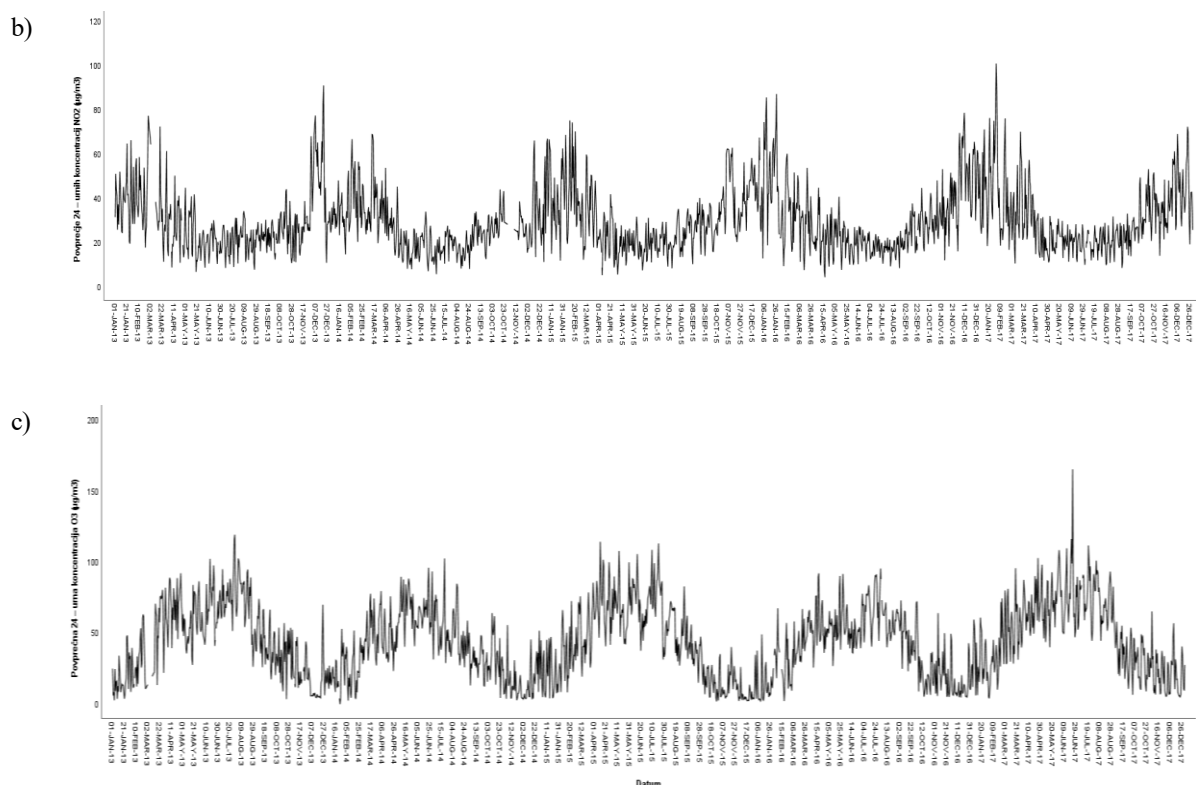
Najvišje povprečne 24-urne številčne koncentracije UFP vseh velikostnih razredov (št. delcev/cm³) in najvišje povprečne 24-urne koncentracije PM₁₀ in PM_{2,5} (µg/m³) so bile v opazovanem obdobju vsako leto izmerjene v zimskem času, med decembrom in februarjem.

5.1.2.1.2 Plinska onesnaževala (SO₂, NO₂, O₃)

Časovna variabilnost povprečnih 24-urnih koncentracij SO₂, NO₂, O₃ (µg/m³) je prikazana s sekvenčnimi diagrami (slika 7).

a)





Slika 7: Časovna variabilnost a) povprečnih 24-urnih koncentracij SO₂ (µg/m³), b) povprečnih 24-urnih koncentracij NO₂ (µg/m³) in c) povprečnih 24-urnih koncentracij O₃ (µg/m³), MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

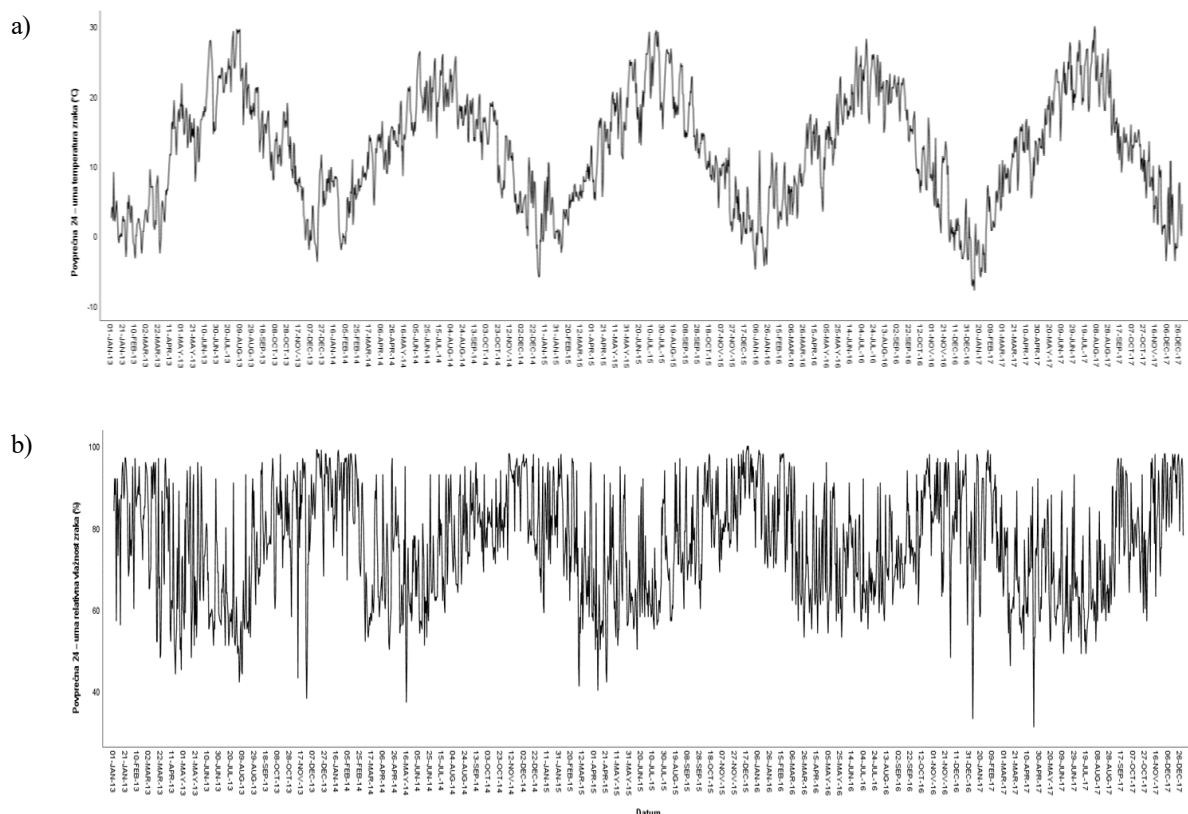
Najvišje povprečne 24-urne številčne koncentracije SO₂ (µg/m³) so bile v opazovanem obdobju izmerjene v zimskem času, med novembrom in februarjem.

Najvišje povprečne 24-urne številčne koncentracije NO₂ (µg/m³) so bile v opazovanem obdobju izmerjene v zimskem času, med novembrom in marcem.

Najvišje povprečne 24-urne koncentracije O₃ (µg/m³) so bile v opazovanem obdobju vsako leto izmerjene v poletnem času, med aprilom in avgustom.

5.1.2.2 Časovno spreminjanje meteoroloških podatkov

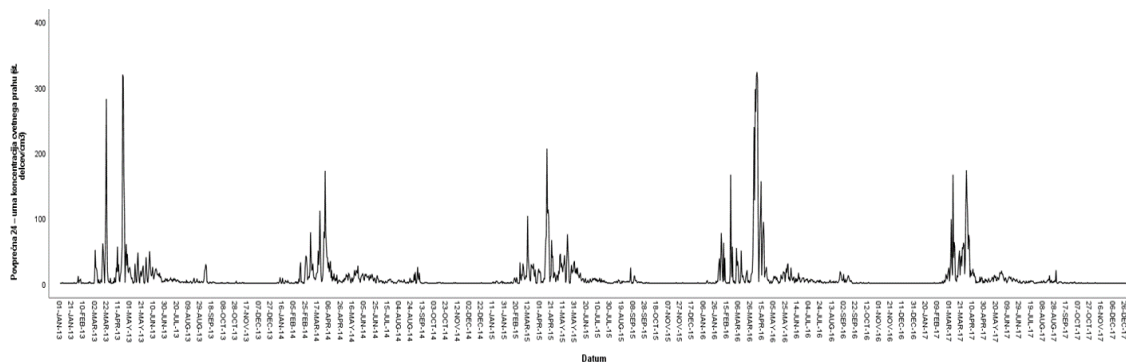
Časovna variabilnost povprečnih 24-urnih temperatur zraka (°C) in relativne vlažnosti (%) je prikazana s sekvenčnimi diagrami (slika 8).



Slika 8: Časovna variabilnost a) povprečnih 24-urnih temperatur zraka ($^{\circ}\text{C}$) in b) povprečnih 24-urnih relativnih vlažnosti zraka (%), MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

5.1.2.3 Časovno spreminjanje obremenjenosti zunanje zraka s cvetnim prahom

Časovna variabilnost povprečnih 24-urnih koncentracij cvetnega prahu ($\text{št. delcev}/\text{m}^3$) je prikazana s sekvenčnim diagramom (slika 8).



Slika 9: Časovna variabilnost povprečnih 24-urnih koncentracij cvetnega prahu ($\text{št. delcev}/\text{cm}^3$), MOL, Slovenija, 1. 1. 2013 do 31. 12. 2017.

Najvišje povprečne 24-urne koncentracije cvetnega prahu (št. delcev/m³) so bile v opazovanem obdobju vsako leto izmerjene v spomladanskem in poletnem času, od konca februarja do konca julija.

5.1.2.4 Ocena kakovosti okoljskih podatkov

Pri oceni kakovosti okoljskih podatkov, pridobljenih z rutinskim spremljanjem kot vhodnih podatkov pri časovnem modeliranju povezanosti med zdravstvenimi in okoljskimi podatki, z natančnim pregledom podatkov ocenjujemo predvsem, katera onesnaževala se spremljajo z rutinskimi meritvami, kolikšen delež podatkov je dejansko na voljo in kateri so razlogi za manjkajoče podatke.

Za namene raziskave so bili uporabljeni podatki o koncentraciji UFP, zbrani v okviru mednarodnega projekta UFIREG in obveznih poprojektnih meritev, podatki o koncentraciji PM₁₀, SO₂, NO₂, O₃, temperaturi in relativni vlažnosti zraka iz zbirke podatkov avtomatskih meritev DMKZ na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad, podatki o koncentraciji PM_{2,5} iz zbirke podatkov avtomatskih meritev DMKZ na merilnem mestu Ljubljana Biotehniška fakulteta in podatki o koncentraciji cvetnega prahu iz zbirke 2-urnih koncentracij cvetnega prahu Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano. Vsa merilna mesta so bila bodisi v okviru projekta bodisi kot stalna merilna mesta DMKZ prepoznana kot reprezentativna za velik del mestnega prebivalstva MOL. Zavedamo se, da številni dejavniki, ki vplivajo na emisije, transformacijo in disperzijo onesnaževal, prispevajo k prostorski variabilnosti, ki obstaja znotraj urbanih območij. Kljub temu smo predpostavili, da so podatki, pridobljeni na navedenih merilnih mestih, zadovoljiv približek koncentracij onesnaževal in meteoroloških podatkov za celotno urbano območje MOL.

Rezultati raziskave so pokazali, da je pri rutinskih meritvah koncentracij vseh onesnaževal manjkalo določen delež podatkov. Največji delež podatkov je manjkalo pri meritvah koncentracij UFP (9,4 %), pri vseh ostalih onesnaževalih je bil delež manjkajočih podatkov nižji (od 2,0 do največ 4,6 %). Podatki o meritvah temperature in relativne vlažnosti zraka in koncentraciji cvetnega prahu so bili na voljo za vse dneve v opazovanem obdobju. Običajni razlogi za manjkajoče podatke meritev so manjše okvare, zamašitve filtrov, servisiranje ali umerjanje merilnih naprav in se jim praktično ni mogoče izogniti.

5.1.3 Sezonski podatki

Med sezonskimi dejavniki so bili kot moteči dejavniki upoštevani letni čas (pomlad, poletje, jesen, zima), dan v tednu (delovni dan: da/ne) in sezona gripe (da/ne).

V opazovanem obdobju je bilo 460/1826 dni (25,2 %) pomladnih dni, 460/1826 dni (25,2 %) poletnih dni, 455/1826 dni (24,9 %) jesenskih dni in 451/1826 dni (24,7 %) zimskih dni.

V opazovanem obdobju je bilo 1258/1826 dni (68,9 %) delovnih dni in 568/1826 dni (31,1 %) dela prostih dni.

V opazovanem obdobju je bilo 518/1826 dni (28,4 %) sezone gripe in 1308/1826 dni (71,6 %) brez sezone gripe.

5.2 ANALIZA ČASOVNE POVEZANOSTI MED SPREMENLJIVKAMI

Postopek modeliranja povezanosti med opazovanimi zdravstvenimi izidi in pojasnjevalnim in motečimi dejavniki je potekal v treh fazah:

5.2.1 I. faza: univariatni modeli

V prvi fazi postopka modeliranja smo izdelali univariatno analizo povezanosti posameznega opazovanega zdravstvenega izida s posamezno frakcijo pojasnjevalnega dejavnika (UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07} in UFP_{0,07–0,10}) in posameznega opazovanega zdravstvenega izida s posameznim motečim dejavnikom (PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂ in O₃). Da bi ocenili čas med izpostavljenostjo in zdravstvenim izidom, smo dodali časovne zamike od 0 do 5 dni.

5.2.1.1 Bolezni dihal

5.2.1.1.1 Vse starosti

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini vse starosti so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 1–10. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 5.

Iz rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini vse starosti je mogoče zaključiti, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP vseh velikostnih razredov nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati univariatne analize povezanosti nakazujejo, da so višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂ in NO₂ v skupini vse

starosti povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal, medtem ko so višje 24-urne povprečne koncentracije O_3 v skupini vse starosti povezane z nižjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati so bili za vsa onesnaževala in vse časovne zamike statistično značilni razen za $UFP_{0,02-0,03}$ lag 3. Smer povezanosti za O_3 glede na podatke iz literature in biološko smiselnost ni smiselna.

5.2.1.1.2 Otroci

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) v skupini otroci so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 11–20. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 5.

Iz rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) v skupini otroci je mogoče zaključiti, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP vseh velikostnih razredov nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati univariatne analize povezanosti nakazujejo, da so višje 24-urne povprečne koncentracije $PM_{2,5}$, PM_{10} , SO_2 in NO_2 v skupini otroci povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal, medtem ko so višje 24-urne povprečne koncentracije O_3 v skupini otroci povezane z nižjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati so bili za vsa onesnaževala in vse časovne zamike statistično značilni razen za $UFP_{0,01-0,02}$ lag 1. Smer povezanosti za O_3 glede na podatke iz literature in biološko smiselnost ni smiselna.

5.2.1.1.3 Starejši

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) v skupini starejši so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 21–30. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 5.

Iz rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) v skupini starejši je mogoče zaključiti, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP vseh velikostnih razredov nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati univariatne analize povezanosti nakazujejo, da so višje 24-urne povprečne koncentracije $PM_{2,5}$, PM_{10} , SO_2 in NO_2 v skupini starejši povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal,

medtem ko so višje 24-urne povprečne koncentracije O_3 v skupini starejši povezane z nižjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati so bili za vsa onesnaževala in vse časovne zamike statistično značilni. Smer povezanosti za O_3 glede na podatke iz literature in biološko smiselnost ni smiselna.

5.2.1.1.4 Povzetek – univariatne analize povezanosti, bolezni dihal, vse skupine

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) nakazujejo, da:

- višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP vseh velikostnih razredov nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal; rezultati so bili za vse velikostne razrede in vse časovne zamike statistično značilni razen za $UFP_{0,02-0,03}$ lag 3 (vse starosti) in $UFP_{0,01-0,02}$ lag 1 (otroci);
- so višje 24-urne povprečne koncentracije $PM_{2,5}$, PM_{10} , SO_2 in NO_2 povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal; rezultati so bili za vsa onesnaževala in vse časovne zamike statistično značilni;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije O_3 povezane z nižjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal; rezultati so bili za vse časovne zamike statistično značilni; smer povezanosti za O_3 glede na podatke iz literature in biološko smiselnost ni smiselna.

Zaključki veljajo za vse izbrane populacijske skupine (vse starosti, otroci, starejši).

Tabela 5: Povzetek rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) v skupinah vse starosti, otroci, starejši, upoštevajoč časovne zamike od 0 do 5 dni (lag 0–5)

Onesnaževalo	Povezanost	Opombe
Vse starosti		
$UFP_{0,01-0,02}$ lag 0–5	ni	vsi RIS 1,000; vsi $p \leq 0,005$ razen za $UFP_{0,02-0,03}$ lag 3.
$UFP_{0,02-0,03}$ lag 0–5	ni	
$UFP_{0,03-0,05}$ lag 0–5	ni	
$UFP_{0,05-0,07}$ lag 0–5	ni	
$UFP_{0,07-0,10}$ lag 0–5	ni	
$PM_{2,5}$ lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000; vsi $p \leq 0,005$.
PM_{10} lag 0–5	poz.	
SO_2 lag 0–5	poz.	
NO_2 lag 0–5	poz.	
O_3 lag 0–5	neg.	vsi RIS < 1,000; vsi $p \leq 0,005$;

Onesnaževalo	Povezanost	Opombe
		smer povezanosti po literaturi in biološki smiselnosti ni smiselna.
Otroci		
UFP _{0,01–0,02} lag 0–5	ni	vsi RIS 1,000;
UFP _{0,02–0,03} lag 0–5	ni	vsi $p \leq 0,005$ razen za UFP _{0,01–0,02} lag 1.
UFP _{0,03–0,05} lag 0–5	ni	
UFP _{0,05–0,07} lag 0–5	ni	
UFP _{0,07–0,10} lag 0–5	ni	
PM _{2,5} lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000;
PM ₁₀ lag 0–5	poz.	vsi $p \leq 0,005$.
SO ₂ lag 0–5	poz.	
NO ₂ lag 0–5	poz.	
O ₃ lag 0–5	neg.	vsi RIS < 1,000; vsi $p \leq 0,005$; smer povezanosti po literaturi in biološki smiselnosti ni smiselna.
Starejši		
UFP _{0,01–0,02} lag 0–5	ni	vsi RIS 1,000;
UFP _{0,02–0,03} lag 0–5	ni	vsi $p \leq 0,005$.
UFP _{0,03–0,05} lag 0–5	ni	
UFP _{0,05–0,07} lag 0–5	ni	
UFP _{0,07–0,10} lag 0–5	ni	
PM _{2,5} lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000;
PM ₁₀ lag 0–5	poz.	vsi $p \leq 0,005$.
SO ₂ lag 0–5	poz.	
NO ₂ lag 0–5	poz.	
O ₃ lag 0–5	neg.	vsi RIS < 1,000; vsi $p \leq 0,005$; smer povezanosti po literaturi in biološki smiselnosti ni smiselna.

5.2.1.2 Bolezni obtočil

5.2.1.2.1 Vse starosti

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini vse starosti so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 31–40. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 6.

Iz rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini vse starosti je mogoče zaključiti, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP vseh velikostnih razredov nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Rezultati so bili za vse velikostne razrede in vse časovne zamike statistično značilni razen za UFP_{0,05–0,07} lag 1.

Rezultati univariatne analize povezanosti nakazujejo, da so višje 24-urne povprečne koncentracije $PM_{2,5}$, PM_{10} in SO_2 v skupini vse starosti povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil, medtem ko so višje 24-urne povprečne koncentracije O_3 v skupini vse starosti povezane z nižjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil ali pa nimajo vpliva. Rezultati so bili za vsa onesnaževala in vse časovne zamike statistično značilni. Negativna smer povezanosti za O_3 glede na podatke iz literature in biološko smiselnost ni smiselna.

Zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij NO_2 samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Ne glede na to pa rezultati univariatnih analiz v povezavi s podatki iz literature in biološko smiselnostjo nakazujejo, da so višje 24-urne povprečne koncentracije NO_2 na dan izpostavljenosti in z zamikom 1 in 5 dni v skupini vse starosti povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Rezultati so bili za navedene časovne zamike statistično značilni, smer povezanosti pa pozitivna.

5.2.1.2.2 Otroci

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) v skupini otroci so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 41–50. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 6.

Iz rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) v skupini otroci je mogoče zaključiti, da so višje 24-urne povprečne številčne koncentracije $UFP_{0,01-0,02}$ in $UFP_{0,02-0,03}$ na dan izpostavljenosti statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP drugih velikostnih razredov v skupini otroci nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Rezultati so bili statistično značilni za $UFP_{0,01-0,02}$ lag 2, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 2, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 0, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 2, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 0, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 2 in $UFP_{0,07-0,10}$ lag 0.

Zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij $PM_{2,5}$, PM_{10} , SO_2 , NO_2 in O_3 samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Ne glede na to pa rezultati univariatnih analiz v povezavi s podatki iz literature in biološko smiselnostjo nakazujejo, da so višje koncentracije $PM_{2,5}$ z zamikom 2 in 3 dni, SO_2 z zamikom 2 dni in NO_2 na dan izpostavljenosti v skupini otroci povezane z višjim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Rezultati

so bili za navedena onesnaževala in navedene časovne zamike statistično značilni, smer povezanosti pa pozitivna.

5.2.1.2.3 Starejši

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini starejši so prikazani v Prilogi 1 v tabelah 51–60. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 6.

Iz rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini starejši je mogoče zaključiti, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP vseh velikostnih razredov nimajo vpliva na dnevno število kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Rezultati so bili za vse velikostne razrede in vse časovne zamike statistično značilni razen za UFP_{0,05–0,07} lag 1.

Zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂ in O₃ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Ne glede na to pa rezultati univariatnih analiz v povezavi s podatki iz literature in biološko smiselnostjo nakazujejo, da so višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{2,5}, PM₁₀ na dan izpostavljenosti ter z zamikom 3, 4 in 5 dni, SO₂ in NO₂ na dan izpostavljenosti ter z zamikom 1 in 5 dni v skupini starejši povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Rezultati so bili za navedena onesnaževala in navedene časovne zamike statistično značilni, smer povezanosti pa pozitivna.

5.2.1.2.4 Povzetek – univariatne analize povezanosti, bolezni obtočil, vse skupine

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) nakazujejo, da:

- višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP vseh velikostnih razredov v skupini vse starosti in starejši nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil; rezultati so bili za vse časovne zamike statistično značilni razen za UFP_{0,05–0,07} lag 1 (vse starosti) in UFP_{0,05–0,07} lag 1 (starejši);
- so višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP_{0,01–0,02} in UFP_{0,02–0,03} na dan izpostavljenosti v skupini otroci statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil; višje 24-urne

- povprečne številčne koncentracije UFP drugih velikostnih razredov v skupini otroci nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{2,5} lag 0–5 v skupini vse starosti in starejši in PM_{2,5} lag 2 in 3 v skupini otroci statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil;
 - so višje 24-urne povprečne koncentracije PM₁₀ lag 0–5 v skupini vse starosti in PM₁₀ lag 0, 3, 4 in 5 v skupini starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo potrdili;
 - so višje 24-urne povprečne koncentracije SO₂ lag 0–5 v skupini vse starosti in starejši ter SO₂ lag 2 v skupini otroci statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil;
 - so višje 24-urne povprečne koncentracije NO₂ lag 0, 1 in 5 v skupini vse starosti, NO₂ lag 0 v skupini otroci in NO₂ lag 0, 1 in 5 v skupini starejši povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil.

Tabela 6: Povzetek rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupinah vse starosti, otroci, starejši, upoštevajoč časovne zamike od 0 do 5 dni (lag 0–5)

Onesnaževalo	Povezanost	Opombe
Vse starosti		
UFP _{0,01–0,02} lag 0–5	ni	vsi RIS 1,000;
UFP _{0,02–0,03} lag 0–5	ni	vsi $p \leq 0,005$ razen za UFP _{0,05–0,07} lag 1.
UFP _{0,03–0,05} lag 0–5	ni	
UFP _{0,05–0,07} lag 0–5	ni	
UFP _{0,07–0,10} lag 0–5	ni	
PM _{2,5} lag 0–5	poz.	vsi RIS >1,000;
PM ₁₀ lag 0–5	poz.	vsi $p \leq 0,005$.
SO ₂ lag 0–5	poz.	
NO ₂ lag 0–5	poz. ali neg. ali ni	RIS > 1,000 za NO ₂ lag 0, NO ₂ lag1 in NO ₂ lag 5; RIS = 1,000 za NO ₂ lag 4; RIS < 1,000 za NO ₂ lag 2 in NO ₂ lag 3; vsi $p \leq 0,005$ razen za NO ₂ lag 4; zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij NO ₂ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Podatki iz literature kažejo na pozitivno povezanost.
O ₃ lag 0–5	neg. ali ni	RIS < 1,000 za O ₃ lag 0, O ₃ lag 1, O ₃ lag 4 in O ₃ lag 5; RIS = 1,000 za O ₃ lag 2 in O ₃ lag 3; vsi $p \leq 0,005$;

Onesnaževalo	Povezanost	Opombe
zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij O ₃ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Negativna smer povezanosti po literaturi in biološki smiselnosti ni smiselna. Podatki iz literature kažejo na pozitivno povezanost.		
Otroci		
UFP _{0,01–0,02} lag 0–5	poz. ali ni	RIS > 1,000 za UFP _{0,01–0,02} lag 0, $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za UFP _{0,01–0,02} lag 1–5, $p \leq 0,005$ za UFP _{0,01–0,02} lag 2.
UFP _{0,02–0,03} lag 0–5	poz. ali ni	RIS > 1,000 za UFP _{0,02–0,03} lag 0, $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za UFP _{0,02–0,03} lag 1–5, $p \leq 0,005$ za UFP _{0,02–0,03} lag 2.
UFP _{0,03–0,05} lag 0–5	ni	vsi RIS = 1,000,
UFP _{0,05–0,07} lag 0–5	ni	$p \leq 0,005$ za UFP _{0,03–0,05} lag 0, UFP _{0,03–0,05} lag 2,
UFP _{0,07–0,10} lag 0–5	ni	UFP _{0,05–0,07} lag 0, UFP _{0,05–0,07} lag 2 in UFP _{0,07–0,10} lag 0.
PM _{2,5} lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000; $p \leq 0,005$ za PM _{2,5} lag 2, PM _{2,5} lag 3.
PM ₁₀ lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000; vsi $p > 0,005$.
SO ₂ lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000; $p \leq 0,005$ za SO ₂ lag 2.
NO ₂ lag 0–5	poz. ali neg.	RIS > 1,000 za NO ₂ lag 0, 1, 3, 4 in 5, $p \leq 0,005$ za NO ₂ lag 0; RIS < 1,000 za NO ₂ lag 2, $p > 0,005$; zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij NO ₂ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Podatki iz literature kažejo na pozitivno povezanost.
O ₃ lag 0–5	neg.	vsi RIS < 1,000; $p \leq 0,005$ za O ₃ lag 0; smer povezanosti po literaturi in biološki smiselnosti ni smiselna.
Starejši		
UFP _{0,01–0,02} lag 0–5	ni	vsi RIS = 1,000;
UFP _{0,02–0,03} lag 0–5	ni	vsi $p \leq 0,005$ razen za UFP _{0,05–0,07} lag 1.
UFP _{0,03–0,05} lag 0–5	ni	
UFP _{0,05–0,07} lag 0–5	ni	
UFP _{0,07–0,10} lag 0–5	ni	
PM _{2,5} lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000; vsi $p \leq 0,005$.
PM ₁₀ lag 0–5	poz. ali ni	RIS > 1,000 za PM ₁₀ lag 0, 3, 4 in 5, $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za PM ₁₀ lag 1 in 2, $p \leq 0,005$ za PM ₁₀ lag 1.
SO ₂ lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000; vsi $p \leq 0,005$.
NO ₂ lag 0–5	poz. ali neg. ali ni	RIS > 1,000 za NO ₂ lag 0, 1 in 5, $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za NO ₂ lag 4, $p > 0,005$; RIS < 1,000 za NO ₂ lag 2 in 3, $p \leq 0,005$; zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij NO ₂ samo na podlagi rezultatov zaradi

Onesnaževalo	Povezanost	Opombe
		nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Podatki iz literature kažejo na pozitivno povezanost.
O ₃ lag 0–5	neg. ali ni	RIS < 1,000 za O ₃ lag 0, 1 in 5, $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za O ₃ lag 2, 3 in 4, $p \leq 0,005$ za lag 4; povezanost po literaturi in biološki smiselnosti ni smiselna.

5.2.1.3 Sladkorna bolezen

5.2.1.3.1 Vse starosti

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini vse starosti so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 61–70. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 7.

Iz rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini vse starosti je mogoče zaključiti, da so višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP_{0,01–0,02} in UFP_{0,02–0,03} na dan izpostavljenosti statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP drugih velikostnih razredov v skupini vse starosti nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Rezultati so bili za vse velikostne razrede in vse časovne zamike statistično značilni razen za UFP_{0,01–0,02} lag 1, UFP_{0,02–0,03} lag 1, UFP_{0,05–0,07} lag 1 in UFP_{0,07–0,10} lag 1.

Zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂ in O₃ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Ne glede na to pa rezultati univariatnih analiz v povezavi s podatki iz literature in biološko smiselnostjo nakazujejo, da so višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{2,5}, PM₁₀ na dan izpostavljenosti ter z zamikom 4 in 5 dni, SO₂ in NO₂ na dan izpostavljenosti ter z zamikom 1 in 5 dni v skupini vse starosti statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Rezultati so bili za navedena onesnaževala in navedene časovne zamike statistično značilni, smer povezanosti pa pozitivna.

5.2.1.3.2 Otroci

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5},

SO₂, NO₂, O₃) v skupini otroci so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 71–80. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 7.

Iz rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini otroci je mogoče zaključiti, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP vseh velikostnih razredov nimajo vpliva na dnevno število kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Rezultati so bili statistično značilni samo za UFP_{0,02–0,03} lag 0 in UFP_{0,03–0,05} lag 0.

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in onesnaževali PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂ in O₃ v zunanjem zraku v skupini otroci niso pokazali statistično značilne povezanosti med posameznimi onesnaževali in dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni.

5.2.1.3.3 Starejši

Rezultati univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini starejši so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 81–90. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 7.

Iz rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupini starejši je mogoče zaključiti, da so višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP_{0,01–0,02} in UFP_{0,02–0,03} na dan izpostavljenosti statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP drugih velikostnih razredov v skupini starejši nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Rezultati so bili za vse velikostne razrede in vse časovne zamike statistično značilni razen za UFP_{0,01–0,02} lag 1, UFP_{0,02–0,03} lag 1, UFP_{0,03–0,05} lag 1, UFP_{0,05–0,07} lag 1 in lag 4 in UFP_{0,07–0,10} lag 1, lag 2 in lag 3.

Zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂ in O₃ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Ne glede na to pa rezultati univariatnih analiz v povezavi s podatki iz literature in biološko smiselnostjo nakazujejo, da so višje

24-urne povprečne koncentracije $PM_{2,5}$, PM_{10} na dan izpostavljenosti ter z zamikom 4 in 5 dni, SO_2 in NO_2 na dan izpostavljenosti ter z zamikom 1 in 5 dni v skupini starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Rezultati so bili za navedena onesnaževala in navedene časovne zamike statistično značilni, smer povezanosti pa pozitivna.

5.2.1.3.4 Povzetek – univariatne analize povezanosti, sladkorna bolezen, vse skupine

Rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) nakazujejo, da:

- so višje 24-urne povprečne številčne koncentracije $UFP_{0,01-0,02}$ in $UFP_{0,02-0,03}$ na dan izpostavljenosti v skupini vse starosti in starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni; višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP drugih velikostnih razredov v skupini vse starosti in starejši nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni;
- višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP vseh velikostnih razredov v skupini otroci nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije $PM_{2,5}$ lag 0–5 v skupini vse starosti in starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo potrdili;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{10} lag 0, lag 4 in lag 5 v skupini vse starosti in starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo potrdili;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije SO_2 lag 0–5 v skupini vse starosti in starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo potrdili;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije NO_2 lag 0, 1 in 5 v skupini vse starosti in starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD

Ljubljana zaradi sladkorne bolezni; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo potrdili.

Tabela 7: Povzetek rezultatov univariatne analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) v skupinah vse starosti, otroci, starejši, upoštevajoč časovne zamike od 0 do 5 dni (lag 0–5)

Onesnaževalo	Povezanost	Opombe
Vse starosti		
UFP _{0,01–0,02} lag 0–5	poz. ali ni	RIS > 1,000 za UFP _{0,01–0,02} lag 0, $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za UFP _{0,01–0,02} lag 1–5, vsi $p \leq 0,005$ razen za UFP _{0,01–0,02} lag 1.
UFP _{0,02–0,03} lag 0–5	poz. ali ni	RIS > 1,000 za UFP _{0,02–0,03} lag 0, $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za UFP _{0,02–0,03} lag 1–5, vsi $p \leq 0,005$ razen za UFP _{0,02–0,03} lag 1.
UFP _{0,03–0,05} lag 0–5	ni	vsi RIS = 1,000;
UFP _{0,05–0,07} lag 0–5	ni	vsi $p \leq 0,005$ razen za UFP _{0,05–0,07} lag 1 in UFP _{0,07–0,10}
UFP _{0,07–0,10} lag 0–5	ni	lag 1.
PM _{2,5} lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000; vsi $p \leq 0,005$.
PM ₁₀ lag 0–5	poz. ali ni	RIS > 1,000 za PM ₁₀ lag 0, 2, 3, 4 in 5; $p \leq 0,005$ za PM ₁₀ lag 0, 4 in 5; RIS = 1,000 za PM ₁₀ lag 1, $p > 0,005$.
SO ₂ lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000; vsi $p \leq 0,005$.
NO ₂ lag 0–5	poz. ali neg. ali ni	RIS > 1,000 za NO ₂ lag 0, 1 in 5, vsi $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za NO ₂ lag 4, $p > 0,005$; RIS < 1,000 za NO ₂ lag 2 in 3, $p \leq 0,005$ za NO ₂ lag 2; zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij NO ₂ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Podatki iz literature kažejo na pozitivno povezanost.
O ₃ lag 0–5	neg.	vsi RIS < 1,000, vsi $p \leq 0,005$. smer povezanosti po literaturi in biološki smiselnosti ni smiselna.
Otroci		
UFP _{0,01–0,02} lag 0–5	ni	vsi RIS = 1,000,
UFP _{0,02–0,03} lag 0–5	ni	$p \leq 0,005$ za UFP _{0,02–0,03} lag 0 in UFP _{0,03–0,05} lag 0.
UFP _{0,03–0,05} lag 0–5	ni	
UFP _{0,05–0,07} lag 0–5	ni	
UFP _{0,07–0,10} lag 0–5	ni	
PM _{2,5} lag 0–5	poz. ali neg.	RIS > 1,000 za PM _{2,5} lag 0, 1, 2 in 5, vsi $p > 0,005$; RIS < 1,000 za PM _{2,5} lag 3 in 4, vsi $p > 0,005$.
PM ₁₀ lag 0–5	poz. ali neg. ali ni	RIS > 1,000 za PM ₁₀ lag 2, $p > 0,005$; RIS = 1,000 za PM ₁₀ lag 0, $p > 0,005$; RIS < 1,000 za PM ₁₀ lag 1, 3, 4 in 5, $p > 0,005$.
SO ₂ lag 0–5	poz. ali neg.	RIS > 1,000 za SO ₂ lag 0, 2, 3, 4 in 5, $p > 0,005$; RIS < 1,000 za SO ₂ lag 1, $p > 0,005$.

Onesnaževalo	Povezanost	Opombe
NO ₂ lag 0–5	poz. ali neg.	RIS > 1,000 za NO ₂ lag 0 in 1, $p > 0,005$; RIS < 1,000 za NO ₂ lag 2, 3, 4 in 5, $p > 0,005$.
O ₃ lag 0–5	poz. ali neg.	RIS > 1,000 za O ₃ lag 3, 4 in 5, $p > 0,005$; RIS < 1,000 za O ₃ lag 0, 1 in 2, $p > 0,005$.
Starejši		
UFP _{0,01–0,02} lag 0–5	poz. ali ni	RIS > 1,000 za UFP _{0,01–0,02} lag 0, $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za UFP _{0,01–0,02} lag 1–5, vsi $p \leq 0,005$ razen za UFP _{0,01–0,02} lag 1.
UFP _{0,02–0,03} lag 0–5	poz. ali ni	RIS > 1,000 za UFP _{0,02–0,03} lag 0, $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za UFP _{0,02–0,03} lag 1–5, vsi $p \leq 0,005$ razen za UFP _{0,02–0,03} lag 1.
UFP _{0,03–0,05} lag 0–5	ni	vsi RIS = 1,000;
UFP _{0,05–0,07} lag 0–5	ni	vsi $p \leq 0,005$ razen za UFP _{0,03–0,05} lag 1, UFP _{0,05–0,07}
UFP _{0,07–0,10} lag 0–5	ni	lag 1 in 4, UFP _{0,07–0,10} lag 1, 2 in 3.
PM _{2,5} lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000, vsi $p \leq 0,005$
PM ₁₀ lag 0–5	poz. ali ni	RIS > 1,000 za PM ₁₀ lag 0, 2, 3, 4 in 5, $p \leq 0,005$ za PM ₁₀ lag 0, 4 in 5; RIS = 1,000 za PM ₁₀ lag 1, $p > 0,005$.
SO ₂ lag 0–5	poz.	vsi RIS > 1,000, vsi $p \leq 0,005$.
NO ₂ lag 0–5	poz. ali neg. ali ni	RIS > 1,000 za NO ₂ lag 0, 1 in 5, vsi $p \leq 0,005$; RIS = 1,000 za NO ₂ lag 3 in 4, $p > 0,005$ RIS < 1,000 za NO ₂ lag 2, $p > 0,005$ zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij NO ₂ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Podatki iz literature kažejo na pozitivno povezanost.
O ₃ lag 0–5	neg.	vsi RIS < 1,000, vsi $p \leq 0,005$; smer povezanosti po literaturi in biološki smiselnosti ni smiselna.

5.2.2 II. faza: multivariatni modeli z enim onesnaževalom

V drugi fazi postopka modeliranja smo izdelali unipolutantne modele z dodajanjem posamezne frakcije UFP (UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07} in UFP_{0,07–0,10}) in posameznega dejavnika iz skupine drugih onesnaževal v zunanem zraku (PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂ in O₃) k modelu s spremenljivkami ozadja (meteorološki dejavniki in sezonski dejavniki). Da bi ocenili čas med izpostavljenostjo in zdravstvenim izidom smo dodali časovne zamike od 0 do 5 dni. Ta faza je bila namenjena ugotavljanju najprimernejšega časovnega zamika, ki ga je bilo treba upoštevati za posamezni pojasnjevalni oziroma moteči dejavnik iz skupine drugih onesnaževal v multipolutantnih modelih III. faze modeliranja.

5.2.2.1 Bolezni dihal

5.2.2.1.1 Vse starosti

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) standardizirano na izbrane dejavnike ozadja v skupini vse starosti so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 91–100.

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so za UFP pokazali, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP (UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07} in UFP_{0,07–0,10}) v skupini vse starosti nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati so bili v vseh primerih statistično značilni razen za UFP_{0,02–0,03} lag 0, UFP_{0,03–0,05} lag 0, UFP_{0,05–0,07} lag 0 in UFP_{0,07–0,10} lag 0 in lag 2.

Zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂ in O₃ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Ne glede na to pa rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom v povezavi s podatki iz literature in biološko smiselnostjo nakazujejo, da so višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{2,5}, PM₁₀ z zamikom 1, 2, 3, 4 in 5 dni, SO₂ in NO₂ z zamikom 3, 4 in 5 dni v skupini vse starosti statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati so bili za navedena onesnaževala in navedene časovne zamike statistično značilni, smer povezanosti pa pozitivna.

Najprimernejši časovni zamiki za vnos v multipolutantne modele III. faze modeliranja so bili UFP_{0,01–0,02} lag 0, UFP_{0,02–0,03} lag 1, UFP_{0,03–0,05} lag 1, UFP_{0,05–0,07} lag 1, UFP_{0,07–0,10} lag 1, PM_{2,5} lag 0, PM₁₀ lag 1, SO₂ lag 0, NO₂ lag 4 in O₃ lag 2.

5.2.2.1.2 Otroci

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) standardizirano na izbrane dejavnike ozadja v skupini otroci so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 101–110.

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so za UFP pokazali, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP (UFP_{0,01–0,02},

UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07} in UFP_{0,07–0,10}) v skupini otroci nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati so bili v vseh primerih statistično značilni razen za UFP_{0,02–0,03} lag 0 in UFP_{0,07–0,10} lag 2.

Zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂ in O₃ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Ne glede na to pa rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom v povezavi s podatki iz literature in biološko smiselnostjo nakazujejo, da so višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{2,5} z zamikom 1, 2, 3, 4 in 5 dni, PM₁₀ z zamikom 3 in 4 dni, SO₂ in NO₂ z zamikom 3, 4 in 5 dni v skupini otroci statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati so bili za navedena onesnaževala in navedene časovne zamike statistično značilni, smer povezanosti pa pozitivna.

Najprimernejši časovni zamiki za vnos v multipolutantne modele III. faze modeliranja so bili UFP_{0,01–0,02} lag 1, UFP_{0,02–0,03} lag 1, UFP_{0,03–0,05} lag 1, UFP_{0,05–0,07} lag 1, UFP_{0,07–0,10} lag 1, PM_{2,5} lag 2, PM₁₀ lag 3, SO₂ lag 0, NO₂ lag 4 in O₃ lag 0.

5.2.2.1.3 Starejši

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) standardizirano na izbrane dejavnike ozadja v skupini starejši so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 111–120.

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so za UFP pokazali, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP (UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07} in UFP_{0,07–0,10}) v skupini starejši nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati so bili v vseh primerih statistično značilni razen za UFP_{0,01–0,02} lag 0 in lag 3, UFP_{0,02–0,03} lag 0, UFP_{0,03–0,05} lag 0, UFP_{0,05–0,07} lag 0 in lag 2 in UFP_{0,07–0,10} lag 0.

Za posamezna onesnaževala PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂ in NO₂ so rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom pokazali, da so višje 24-urne povprečne koncentracije posameznih onesnaževal PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂ in NO₂ na dan izpostavljenosti in z zamikom 3, 4 in 5 dni v skupini starejši povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Rezultati so bili za vsa onesnaževala in vse časovne zamike statistično značilni.

Najprimernejši časovni zamiki za vnos v multipolutantne modele III. faze modeliranja so bili $UFP_{0,01-0,02}$ lag 1, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 1, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 1, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 1, $UFP_{0,07-0,10}$ lag 3, $PM_{2,5}$ lag 1, PM_{10} lag 2, SO_2 lag 0, NO_2 lag 4 in O_3 lag 1.

5.2.2.1.4 Povzetek – multivariatni modeli z enim onesnaževalom, boleznimi dihal, vse skupine

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupinah vse starosti, otroci in starejši nakazujejo, da:

- višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP ($UFP_{0,01-0,02}$, $UFP_{0,02-0,03}$, $UFP_{0,03-0,05}$, $UFP_{0,05-0,07}$ in $UFP_{0,07-0,10}$) v skupinah vse starosti, starejši in otroci nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi boleznimi dihal; rezultati so bili za vse velikostne razrede in vse časovne zamike statistično značilni razen za $UFP_{0,02-0,03}$ lag 0, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 0, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 0 in $UFP_{0,07-0,10}$ lag 0 in lag 2 (vse starosti), $UFP_{0,02-0,03}$ lag 0 in $UFP_{0,07-0,10}$ lag 2 (otroci) in $UFP_{0,01-0,02}$ lag 0 in lag 3, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 0, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 0, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 0 in lag 2 in $UFP_{0,07-0,10}$ lag 0 (starejši);
- so višje 24-urne povprečne koncentracije $PM_{2,5}$ na dan izpostavljenost in z zamikom 1, 2, 3, 4 in 5 dni (vse starosti in starejši) in $PM_{2,5}$ z zamikom 1, 2, 3, 4 in 5 dni (otroci) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi boleznimi dihal;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{10} z zamikom 1, 2, 3, 4 in 5 dni (vse starosti), PM_{10} z zamikom 3 in 4 dni (otroci) in PM_{10} na dan izpostavljenost in z zamikom 1, 2, 3, 4 in 5 dni (starejši) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi boleznimi dihal;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije SO_2 na dan izpostavljenosti in z zamikom 1, 2, 3, 4 in 5 dni (vse starosti, otroci in starejši) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi boleznimi dihal;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije NO_2 z zamikom 3 in 4 dni (vse starosti), NO_2 z zamikom 3, 4 in 5 dni (otroci) in NO_2 na dan izpostavljenosti in z zamikom 3, 4 in 5 dni (starejši) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi boleznimi dihal.

5.2.2.2 Bolezni obtočil

5.2.2.2.1 Vse starosti

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) standardizirano na izbrane dejavnike ozadja v skupini vse starosti so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 121–130.

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so za UFP pokazali, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP (UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07} in UFP_{0,07–0,10}) v skupini vse starosti nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Rezultati so bili v vseh primerih statistično značilni razen za UFP_{0,01–0,02} lag 0, UFP_{0,02–0,03} lag 0 in lag 4, UFP_{0,03–0,05} lag 0, UFP_{0,05–0,07} lag 0 in lag 3 ter UFP_{0,07–0,10} lag 0 in lag 3.

Zaključek glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂ in O₃ samo na podlagi rezultatov zaradi nasprotujočih si rezultatov ni mogoč. Ne glede na to pa rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom v povezavi s podatki iz literature in biološko smiselnostjo nakazujejo, da so višje 24-urne povprečne koncentracije SO₂, NO₂ na dan izpostavljenosti in z zamikom 4 in 5 dni ter O₃ z zamikom 1, 2, 3 in 4 dni v skupini vse starosti statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Rezultati so bili za navedena onesnaževala in navedene časovne zamike statistično značilni, smer povezanosti pa pozitivna.

Najprimernejši časovni zamiki za vnos v multipolutantne modele III. faze modeliranja so bili UFP_{0,01–0,02} lag 1, UFP_{0,02–0,03} lag 1, UFP_{0,03–0,05} lag 1, UFP_{0,05–0,07} lag 2, UFP_{0,07–0,10} lag 2, PM_{2,5} lag 2, PM₁₀ lag 3, SO₂ lag 1, NO₂ lag 5 in O₃ lag 1.

5.2.2.2.2 Otroci

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) standardizirano na izbrane dejavnike ozadja v skupini otroci so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 131–140.

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so za UFP pokazali, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP ($UFP_{0,01-0,02}$, $UFP_{0,02-0,03}$, $UFP_{0,03-0,05}$, $UFP_{0,05-0,07}$ in $UFP_{0,07-0,10}$) v skupini otroci nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Rezultati niso bili statistično značilni razen za $UFP_{0,01-0,02}$ lag 0, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 2 in $UFP_{0,03-0,05}$ lag 2, kjer so bili rezultati statistično značilni.

Glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij $PM_{2,5}$, PM_{10} , SO_2 , NO_2 in O_3 na podlagi rezultatov multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, statistično značilne povezanosti s številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil v skupini otroci nismo dokazali.

Najprimernejši časovni zamiki za vnos v multipolutantne modele III. faze modeliranja so bili $UFP_{0,01-0,02}$ lag 0, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 2, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 2, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 2, $UFP_{0,07-0,10}$ lag 3, $PM_{2,5}$ lag 2, PM_{10} lag 2, SO_2 lag 2, NO_2 lag 5 in O_3 lag 5.

5.2.2.2.3 Starejši

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) standardizirano na izbrane dejavnike ozadja v skupini starejši so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 141–150.

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so za UFP pokazali, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP ($UFP_{0,01-0,02}$, $UFP_{0,02-0,03}$, $UFP_{0,03-0,05}$, $UFP_{0,05-0,07}$ in $UFP_{0,07-0,10}$) v skupini starejši nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Rezultati so bili v vseh primerih statistično značilni razen za $UFP_{0,01-0,02}$ lag 0, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 0 in lag 4, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 0 in lag 4, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 0 in lag 3 in $UFP_{0,07-0,10}$ lag 0 in lag 3.

Za posamezna onesnaževala $PM_{2,5}$, PM_{10} , SO_2 in NO_2 so rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, pokazali, da so višje 24-urne povprečne koncentracije posameznih onesnaževal $PM_{2,5}$ z zamikom 5 dni, PM_{10} z zamikom 5 dni, SO_2 , NO_2 na dan izpostavljenosti in z zamikom 4 in 5 dni ter O_3 na dan izpostavljenosti in z zamikom 1, 2, 3 in 4 dni v skupini starejši povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana

zaradi bolezni obtočil. Rezultati so bili za vsa navedena onesnaževala in vse navedene časovne zamike statistično značilni.

Najprimernejši časovni zamiki za vnos v multipolutantne modele III. faze modeliranja so bili $UFP_{0,01-0,02}$ lag 2, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 1, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 1, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 2, $UFP_{0,07-0,10}$ lag 2, $PM_{2,5}$ lag 5, PM_{10} lag 5, SO_2 lag 1, NO_2 lag 5 in O_3 lag 1.

5.2.2.2.4 Povzetek – multivariatni modeli z enim onesnaževalom, bolezni obtočil, vse skupine

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupinah vse starosti, otroci in starejši nakazujejo, da:

- višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP ($UFP_{0,01-0,02}$, $UFP_{0,02-0,03}$, $UFP_{0,03-0,05}$, $UFP_{0,05-0,07}$ in $UFP_{0,07-0,10}$) v skupinah vse starosti, starejši in otroci nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil; rezultati so bili za vse velikostne razrede in vse časovne zamike statistično značilni razen za $UFP_{0,01-0,02}$ lag 0, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 0 in lag 4, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 0, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 0 in lag 3 ter $UFP_{0,07-0,10}$ lag 0 in lag 3 (vse starosti), $UFP_{0,01-0,02}$ lag 1, lag 2, lag 3, lag 4 in lag 5, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 0, lag 1, lag 3, lag 4 in lag 5, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 0, lag 1, lag 3, lag 4 in lag 5, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 0, lag 1, lag 2 lag 3, lag 4 in lag 5 ter $UFP_{0,07-0,10}$ lag 0, lag 1, lag 2 lag 3, lag 4 in lag 5 (otroci) in $UFP_{0,01-0,02}$ lag 0, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 0 in lag 4, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 0 in lag 4, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 0 in lag 3 in $UFP_{0,07-0,10}$ lag 0 in lag 3 (starejši);
- so višje 24-urne povprečne koncentracije $PM_{2,5}$ z zamikom 5 dni v skupini starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil; statistično značilne povezanosti v skupini vse starosti in otroci nismo dokazali;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{10} z zamikom 5 dni v skupini starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil; statistično značilne povezanosti v skupini vse starosti in otroci nismo dokazali;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije SO_2 na dan izpostavljenosti in z zamikom 1, 2, 3, 4 in 5 dni v skupinah vse starosti in starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo dokazali;

- so višje 24-urne povprečne koncentracije NO₂ na dan izpostavljenosti in z zamikom 4 in 5 dni v skupinah vse starosti in starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo dokazali;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije O₃ z zamikom 1, 2, 3 in 4 dni (vse starosti), O₃ na dan izpostavljenosti in z zamikom 1, 2, 3 in 4 dni (starejši) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo dokazali.

5.2.2.3 Sladkorna bolezen

5.2.2.3.1 Vse starosti

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃) standardizirano na izbrane dejavnike ozadja v skupini vse starosti so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 151–160.

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so za UFP pokazali, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP (UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07} in UFP_{0,07–0,10}) v skupini vse starosti nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Rezultati so bili v vseh primerih statistično značilni razen za UFP_{0,03–0,05} lag 0, lag 2, lag 3 in lag 4, UFP_{0,05–0,07} lag 0, lag 1, lag 2, lag 3 in lag 4 ter UFP_{0,07–0,10} lag 0, lag 1, lag 2, lag 3 in lag 4.

Glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij PM_{2,5}, PM₁₀ na podlagi rezultatov multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, statistično značilne povezanosti s številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v skupini vse starosti nismo dokazali.

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so pokazali, da so višje 24-urne povprečne koncentracije SO₂, NO₂ na dan izpostavljenosti in z zamikom 2, 3, 4 in 5 dni ter O₃ na dan izpostavljenosti v skupini vse starosti povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Rezultati so bili za vsa navedena onesnaževala in vse navedene časovne zamike statistično značilni.

Najprimernejši časovni zamiki za vnos v multipolutantne modele III. faze modeliranja so bili $UFP_{0,01-0,02}$ lag 0, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 0, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 1, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 5, $UFP_{0,07-0,10}$ lag 5, $PM_{2,5}$ lag 2, PM_{10} lag 5, SO_2 lag 3, NO_2 lag 5 in O_3 lag 0.

5.2.2.3.2 Otroci

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) standardizirano na izbrane dejavnike ozadja v skupini otroci so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 161–170.

Z rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, za UFP ($UFP_{0,01-0,02}$, $UFP_{0,02-0,03}$, $UFP_{0,03-0,05}$, $UFP_{0,05-0,07}$ in $UFP_{0,07-0,10}$), $PM_{2,5}$, PM_{10} , SO_2 , NO_2 in O_3 z zamikom 1, 2, 3, 4 in 5 dni, statistično značilne povezanosti med višjimi 24-urnimi povprečnimi koncentracijami in številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v skupini otroci nismo dokazali. Za O_3 so rezultati pokazali, da so višje 24-urne povprečne koncentracije O_3 na dan izpostavljenosti v skupini otroci povezane z nižjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Rezultat je bil statistično značilen, vendar smer povezanosti glede na literaturo in biološko smiselnost ni smiselna.

Najprimernejši časovni zamiki za vnos v multipolutantne modele III. faze modeliranja so bili $UFP_{0,01-0,02}$ lag 4, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 3, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 0, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 3, $UFP_{0,07-0,10}$ lag 3, $PM_{2,5}$ lag 2, PM_{10} lag 2, SO_2 lag 4, NO_2 lag 0 in O_3 lag 4.

5.2.2.3.3 Starejši

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in posameznimi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3) standardizirano na izbrane dejavnike ozadja v skupini starejši so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 171–180.

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so za UFP pokazali, da višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP ($UFP_{0,01-0,02}$, $UFP_{0,02-0,03}$, $UFP_{0,03-0,05}$, $UFP_{0,05-0,07}$ in $UFP_{0,07-0,10}$) v skupini starejši nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Rezultati so bili statistično značilni za $UFP_{0,01-0,02}$ lag 0, lag 1, lag 3 in lag 4, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 0, lag 1, lag 3, lag 4 in lag 5, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 1 in lag 5, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 4 in lag 5, $UFP_{0,07-0,10}$ lag 4 in lag 5.

Glede vpliva višjih 24-urnih povprečnih koncentracij $PM_{2,5}$ in PM_{10} na podlagi rezultatov multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, statistično značilne povezanosti s številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v skupini starejši nismo dokazali.

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so pokazali, da so višje 24-urne povprečne koncentracije SO_2 , NO_2 z zamikom 2, 3, 4 in 5 dni ter O_3 na dan izpostavljenosti v skupini starejši povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Rezultati so bili za vsa navedena onesnaževala in za vse navedene časovne zamike statistično značilni.

Najprimernejši časovni zamiki za vnos v multipolutantne modele III. faze modeliranja so bili $UFP_{0,01-0,02}$ lag 0, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 0, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 1, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 5, $UFP_{0,07-0,10}$ lag 5, $PM_{2,5}$ lag 2, PM_{10} lag 4, SO_2 lag 3, NO_2 lag 5 in O_3 lag 0.

5.2.2.3.4 Povzetek – multivariatni modeli z enim onesnaževalom, sladkorna bolezen, vse skupine

Rezultati multivariatnih modelov z enim onesnaževalom, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupinah vse starosti, otroci in starejši nakazujejo, da:

- višje 24-urne povprečne številčne koncentracije UFP ($UFP_{0,01-0,02}$, $UFP_{0,02-0,03}$, $UFP_{0,03-0,05}$, $UFP_{0,05-0,07}$ in $UFP_{0,07-0,10}$) v skupinah vse starosti in starejši nimajo vpliva na dnevno število prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni; rezultati so bili za vse velikostne razrede in vse časovne zamike statistično značilni razen za $UFP_{0,03-0,05}$ lag 0, lag 2, lag 3 in lag 4, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 0, lag 1, lag 2, lag 3 in lag 4 ter $UFP_{0,07-0,10}$ lag 0, lag 1, lag 2, lag 3 in lag 4 (vse starosti) in $UFP_{0,01-0,02}$ lag in lag 5, $UFP_{0,02-0,03}$ lag 2, $UFP_{0,03-0,05}$ lag 0, lag 2, lag 3 in lag 4, $UFP_{0,05-0,07}$ lag 0, lag 1, lag 2 in lag 3 ter $UFP_{0,07-0,10}$ lag 0, lag 1, lag 2 in lag 3 (starejši); statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo dokazali;
- za višje 24-urne povprečne koncentracije $PM_{2,5}$ in PM_{10} statistično značilne povezanosti s številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v skupinah vse starosti, starejši in otroci nismo dokazali;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije SO_2 v skupinah vse starosti in starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo dokazali;

- so višje 24-urne povprečne koncentracije NO₂ na dan izpostavljenosti in z zamikom 2, 3, 4 in 5 dni (vse starosti) in NO₂ z zamikom 2, 3, 4 in 5 dni (starejši) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo dokazali;
- so višje 24-urne povprečne koncentracije O₃ na dan izpostavljenosti v skupinah vse starosti in starejši statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni; statistično značilne povezanosti v skupini otroci nismo dokazali.

Povzetek najprimernejših časovnih zamikov vpliva posameznih onesnaževal na dnevno število prvih obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni v skupinah vse starosti, starejši in otroci za vključitev v multivariatne modele z več onesnaževali je prikazan v tabeli 8.

Tabela 8: Najustreznejši časovni zamiki vpliva posameznih onesnaževal na dnevno število prvih obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni v skupinah vse starosti, starejši in otroci za vključitev v multivariatne modele z več onesnaževali

Izbrana skupina bolezni	Izbrana skupina prebivalcev	Najprimernejši časovni zamiki vpliva posameznih onesnaževal za vključitev v multivariatne modele z več onesnaževali (multipolutantni modeli)		
		Onesnaževalo, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	RIS	p-vrednost
BOLEZNI DIHAL	Vse starosti	UFP _{0,01-0,02} lag 0	1,000	< 0,001
		UFP _{0,02-0,03} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,02-0,03} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,05-0,07} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,07-0,10} lag 1	1,000	< 0,001
		PM _{2,5} lag 0	1,001	< 0,001
		PM ₁₀ lag 1	1,001	< 0,001
		SO ₂ lag 0	1,012	< 0,001
		NO ₂ lag 4	1,003	< 0,001
		O ₃ lag 2	1,000	< 0,001
	Otroci	UFP _{0,01-0,02} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,02-0,03} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,03-0,05} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,05-0,07} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,07-0,10} lag 1	1,000	< 0,001
		PM _{2,5} lag 2	1,001	< 0,001
		PM ₁₀ lag 3	1,001	0,004
		SO ₂ lag 0	1,010	< 0,001
		NO ₂ lag 4	1,003	< 0,001
		O ₃ lag 0	0,999	< 0,001
	Starejši	UFP _{0,01-0,02} lag 1	1,000	< 0,001

Izbrana skupina bolezni	Izbrana skupina prebivalcev	Najprimernejši časovni zamiki vpliva posameznih onesnaževal za vključitev v multivariatne modele z več onesnaževali (multipolutantni modeli)		
		Onesnaževalo, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	RIS	p-vrednost
BOLEZNI OBTOČIL	Vse starosti	UFP _{0,02-0,03} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,03-0,05} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,05-0,07} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,07-0,10} lag 3	1,000	< 0,001
		PM _{2,5} lag 1	1,002	< 0,001
		PM ₁₀ lag 2	1,002	< 0,001
		SO ₂ lag 0	1,017	< 0,001
		NO ₂ lag 4	1,004	< 0,001
		O ₃ lag 1	1,001	< 0,001
		UFP _{0,01-0,02} lag 1	1,000	< 0,001
	Otroci	UFP _{0,02-0,03} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,03-0,05} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,05-0,07} lag 2	1,000	< 0,001
		UFP _{0,07-0,10} lag 2	1,000	< 0,001
		PM _{2,5} lag 2	1,000	0,051
		PM ₁₀ lag 3	1,000	0,044
		SO ₂ lag 1	1,007	< 0,001
		NO ₂ lag 5	1,004	< 0,001
		O ₃ lag 1	1,001	< 0,001
		UFP _{0,01-0,02} lag 0	1,000	0,045
SLADKORNA BOLEZEN	Vse starosti	UFP _{0,02-0,03} lag 2	1,000	0,020
		UFP _{0,03-0,05} lag 2	1,000	0,025
		UFP _{0,05-0,07} lag 2	1,000	0,125
		UFP _{0,07-0,10} lag 3	1,000	0,393
		PM _{2,5} lag 2	1,005	0,191
		PM ₁₀ lag 2	1,004	0,226
		SO ₂ lag 2	1,025	0,188
		NO ₂ lag 5	1,004	0,348
		O ₃ lag 5	1,002	0,589
	Starejši	UFP _{0,01-0,02} lag 2	1,000	< 0,001
		UFP _{0,02-0,03} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,03-0,05} lag 1	1,000	< 0,001
		UFP _{0,05-0,07} lag 2	1,000	< 0,001
		UFP _{0,07-0,10} lag 2	1,000	0,001
		PM _{2,5} lag 5	1,001	0,048
		PM ₁₀ lag 5	1,001	0,040
		SO ₂ lag 1	1,009	< 0,001
		NO ₂ lag 5	1,004	< 0,001
		O ₃ lag 1	1,001	< 0,001
SLADKORNA BOLEZEN	Vse starosti	UFP _{0,01-0,02} lag 0	1,000	< 0,001
		UFP _{0,02-0,03} lag 0	1,000	< 0,001
		UFP _{0,03-0,05} lag 1	1,000	0,005
		UFP _{0,05-0,07} lag 5	1,000	< 0,001
		UFP _{0,07-0,10} lag 5	1,000	< 0,001
		PM _{2,5} lag 2	1,001	0,130

Izbrana skupina bolezni	Izbrana skupina prebivalcev	Najprimernejši časovni zamiki vpliva posameznih onesnaževal za vključitev v multivariatne modele z več onesnaževali (multipolutantni modeli)		
		Onesnaževalo, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	RIS	p-vrednost
Otroci		PM ₁₀ lag 5	1,001	0,164
		SO ₂ lag 3	1,030	< 0,001
		NO ₂ lag 5	1,006	< 0,001
		O ₃ lag 0	1,001	0,007
		UFP _{0,01–0,02} lag 4	1,000	0,209
		UFP _{0,02–0,03} lag 3	1,000	0,344
		UFP _{0,03–0,05} lag 0	1,000	0,237
		UFP _{0,05–0,07} lag 3	1,000	0,246
		UFP _{0,07–0,10} lag 3	1,000	0,159
		PM _{2,5} lag 2	1,004	0,668
		PM ₁₀ lag 2	1,002	0,804
		SO ₂ lag 4	1,086	0,058
		NO ₂ lag 0	1,003	0,800
		O ₃ lag 4	1,008	0,224
		UFP _{0,01–0,02} lag 0	1,000	< 0,001
Starejši		UFP _{0,02–0,03} lag 0	1,000	< 0,001
		UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	0,017
		UFP _{0,05–0,07} lag 5	1,000	< 0,001
		UFP _{0,07–0,10} lag 5	1,000	< 0,001
		PM _{2,5} lag 2	1,001	0,057
		PM ₁₀ lag 4	1,001	0,180
		SO ₂ lag 3	1,033	< 0,001
		NO ₂ lag 5	1,007	< 0,001
		O ₃ lag 0	1,002	0,002

Legenda: RIS – razmerje incidenčnih stopenj; lag 0–5 – časovni zamik 0–5 dni; p-vrednost: povezanost je bila pri vseh testih upoštevana kot statistično pomembna, če je vrednost p znašala $\leq 0,05$.

5.2.3 III. faza: multivariatni modeli z več onesnaževali

V tretji fazi postopka modeliranja smo izdelali multipolutantne modele z dodajanjem vseh frakcij UFP (UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07} in UFP_{0,07–0,10}), prašnih delcev PM_{2,5}, PM₁₀ in plinastih onesnaževal SO₂, NO₂ in O₃ k modelu s spremenljivkami ozadja (meteorološki dejavniki in sezonski dejavniki). Da bi ocenili čas med izpostavljenostjo in zdravstvenim izidom, smo dodali časovne zamike od 0 do 5 dni. Pri dodajanju onesnaževal v multipolutantne modele smo upoštevali najprimernejši časovni zamik, ki smo ga za posamezna onesnaževala ugotovili v drugi fazi modeliranja.

5.2.3.1 Bolezni dihal

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 181–183. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 9.

5.2.3.1.1 Vse starosti

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najboljše časovne zamike ter standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupini vse starosti so prikazani v Prilogi 1, v tabeli 181.

Rezultati multivariatnih modelov z več onesnaževali so pokazali, da so v skupini vse starosti višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{2,5} na dan izpostavljenosti (lag 0), SO₂ na dan izpostavljenosti (lag 0) in NO₂ z zamikom 4 dni (lag 4) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Za vsa ostala onesnaževala (UFP – vsi velikostni razredi, PM₁₀ in O₃) statistično značilne povezanosti z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal v skupini vse starosti nismo dokazali.

5.2.3.1.2 Otroci

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najboljše časovne zamike ter standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupini otroci so prikazani v Prilogi 1, v tabeli 182.

Rezultati multivariatnih modelov z več onesnaževali so pokazali, da so v skupini otroci višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{2,5} z zamikom 2 dni (lag 2), SO₂ na dan izpostavljenosti (lag 0) in NO₂ z zamikom 4 dni (lag 4) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Za vsa ostala onesnaževala (UFP – vsi velikostni razredi, PM₁₀ in O₃) statistično značilne povezanosti z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal v skupini otroci nismo dokazali.

5.2.3.1.3 Starejši

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najboljše časovne zamike ter standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupini starejši so prikazani v Prilogi 1, v tabeli 183.

Rezultati multivariatnih modelov z več onesnaževali so pokazali, da so v skupini starejši višje 24-urne povprečne koncentracije SO₂ na dan izpostavljenosti (lag 0), NO₂ z zamikom 4 dni (lag 4) in O₃ z zamikom 1 dan (lag 1) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal. Za vsa ostala onesnaževala (UFP – vsi velikostni razredi, PM_{2,5} in PM₁₀) statistično značilne povezanosti z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal v skupini starejši nismo dokazali.

Tabela 9: Povzetek rezultatov Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najustreznejše časovne zamike, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja.

Model	Onesnaževalo, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	RIS	95-% interval zaupanja za RIS		p- vrednost
			spodnji	zgornji	
Vse starosti					
Vsi prašni delci + plinasta onesnaževala	UFP _{0,01–0,02} lag 0	1,000	1,000	1,000	< 0,001
	UFP _{0,02–0,03} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,032
	UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	1,000	1,000	< 0,001
	UFP _{0,05–0,07} lag 1	1,000	1,000	1,000	< 0,001
	UFP _{0,07–0,10} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,001
	PM _{2,5} lag 0	1,001	1,000	1,001	0,001
	PM ₁₀ lag 1	1,000	1,000	1,001	0,677
	SO ₂ lag 0	1,008	1,006	1,009	< 0,001
	NO ₂ lag 4	1,002	1,002	1,003	< 0,001
	O ₃ lag 2	1,000	0,999	1,000	0,068
Otroci					
Vsi prašni delci + plinasta onesnaževala	UFP _{0,01–0,02} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,036

Model	Onesnaževalo, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	RIS	95-% interval zaupanja za RIS		p- vrednost
			spodnji	zgornji	
	UFP _{0,02–0,03} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,161
	UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	1,000	1,000	< 0,001
	UFP _{0,05–0,07} lag 1	1,000	1,000	1,001	< 0,001
	UFP _{0,07–0,10} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,017
	PM _{2,5} lag 2	1,001	1,000	1,002	0,024
	PM ₁₀ lag 3	0,999	0,998	1,000	0,007
	SO ₂ lag 0	1,008	1,005	1,010	< 0,001
	NO ₂ lag 4	1,003	1,002	1,003	< 0,001
	O ₃ lag 0	0,998	0,997	0,998	< 0,001
Starejši					
Vsi prašni delci + plinasta onesnaževala	UFP _{0,01–0,02} lag 1	1,000	1,000	1,000	< 0,001
	UFP _{0,02–0,03} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,115
	UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,007
	UFP _{0,05–0,07} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,001
	UFP _{0,07–0,10} lag 3	1,000	1,000	1,000	0,258
	PM _{2,5} lag 1	1,000	0,999	1,001	0,701
	PM ₁₀ lag 2	1,001	1,000	1,002	0,253
	SO ₂ lag 0	1,010	1,006	1,014	< 0,001
	NO ₂ lag 4	1,003	1,002	1,004	< 0,001
	O ₃ lag 1	1,001	1,000	1,002	0,015

Legenda: UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07}, UFP_{0,07–0,10} – 24-urne številčne koncentracije ultrafinih delcev različnih velikosti 10–100 nm (število delcev/cm³ zraka); PM₁₀ – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 10 µm ali manj – AED ≤ 10 µm (µg/m³ zraka); PM_{2,5} – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 2,5 µm ali manj – AED ≤ 2,5 µm (µg/m³ zraka); SO₂ – 24-urne koncentracije žveplovega dioksida (µg/m³ zraka); NO₂ – 24-urne koncentracije dušikovega dioksida (µg/m³ zraka); O₃ – 24-urne koncentracije prizemnega ozona (µg/m³ zraka); RIS – razmerje incidenčnih stopenj; p-vrednost: povezanost je bila pri vseh testih upoštevana kot statistično pomembna, če je vrednost p znašala ≤ 0,05.

5.2.3.2 Bolezni obtočil

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč

najboljše časovne zamike in standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 184–186. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 10.

5.2.3.2.1 Vse starosti

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najboljše časovne zamike in standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupini vse starosti so prikazani v Prilogi 1, v tabeli 184.

Rezultati multivariatnih modelov z več onesnaževali so pokazali, da so v skupini vse starosti višje 24-urne povprečne koncentracije SO₂ z zamikom 1 dan (lag 1), NO₂ z zamikom 5 dni (lag 5) in O₃ z zamikom 1 dan (lag 1) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Za vsa ostala onesnaževala (UFP – vsi velikostni razredi, PM_{2,5} in PM₁₀) statistično značilne povezanosti z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil v skupini vse starosti nismo dokazali.

5.2.3.2.2 Otroci

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najboljše časovne zamike in standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupini otroci so prikazani v Prilogi 1, v tabeli 185.

Rezultati multivariatnih modelov z več onesnaževali so pokazali, da so v skupini otroci višje 24-urne povprečne koncentracije O₃ z zamikom 5 dni (lag 5) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Za vsa ostala onesnaževala (UFP – vsi velikostni razredi, PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂ in NO₂) statistično značilne povezanosti z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil v skupini otroci nismo dokazali.

5.2.3.1.3 Starejši

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najboljše časovne zamike in standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupini starejši so prikazani v Prilogi 1, v tabeli 186.

Rezultati multivariatnih modelov z več onesnaževali so pokazali, da so v skupini starejši višje 24-urne povprečne koncentracije PM_{2,5} z zamikom 5 dni (lag 5), SO₂ z zamikom 1 dan (lag 1), NO₂ z zamikom 5 dni (lag 5) in O₃ z zamikom 1 dan (lag 1) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil. Za vsa ostala onesnaževala (UFP – vsi velikostni razredi in PM₁₀) statistično značilne povezanosti z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil v skupini starejši nismo dokazali.

Tabela 10: Povzetek rezultatov Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), standardizirano na izbrane dejavnike ozadja

Model	Onesnaževalo, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	RIS	95-% interval zaupanja za RIS		p- vrednost
			spodnji	zgornji	
Vse starosti					
Vsi prašni delci + plinasta onesnaževala	UFP _{0,01–0,02} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,064
	UFP _{0,02–0,03} lag 1	1,000	1,000	1,000	< 0,001
	UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,006
	UFP _{0,05–0,07} lag 2	1,000	1,000	1,000	0,008
	UFP _{0,07–0,10} lag 2	1,000	1,000	1,000	0,175
	PM _{2,5} lag 2	1,000	0,999	1,001	0,434
	PM ₁₀ lag 3	0,999	0,998	0,999	< 0,001
	SO ₂ lag 1	1,004	1,002	1,007	0,002
	NO ₂ lag 5	1,004	1,004	1,005	< 0,001
	O ₃ lag 1	1,001	1,000	1,001	0,001
Otroci					
Vsi prašni delci + plinasta onesnaževala	UFP _{0,01–0,02} lag 0	1,000	1,000	1,001	0,027
	UFP _{0,02–0,03} lag 2	1,000	0,999	1,001	0,656
	UFP _{0,03–0,05} lag 2	0,999	0,998	1,000	0,236
	UFP _{0,05–0,07} lag 2	1,000	0,999	1,002	0,461
	UFP _{0,07–0,10} lag 3	1,000	1,000	1,000	0,532
	PM _{2,5} lag 2	1,014	0,969	1,063	0,543
	PM ₁₀ lag 2	0,996	0,955	1,037	0,837

Model	Onesnaževalo, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	RIS	95-% interval zaupanja za RIS		p- vrednost
			spodnji	zgornji	
	SO ₂ lag 2	1,018	0,976	1,060	0,393
	NO ₂ lag 5	1,006	0,995	1,016	0,279
	O ₃ lag 5	1,008	1,000	1,015	0,036
Starejši					
Vsi prašni delci + plinasta onesnaževala	UFP _{0,01–0,02} lag 2	1,000	1,000	1,000	0,266
	UFP _{0,02–0,03} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,002
	UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,017
	UFP _{0,05–0,07} lag 2	1,000	1,000	1,000	0,376
	UFP _{0,07–0,10} lag 2	1,000	1,000	1,000	0,065
	PM _{2,5} lag 5	1,004	1,001	1,007	0,020
	PM ₁₀ lag 5	0,995	0,992	0,997	< 0,001
	SO ₂ lag 1	1,006	1,003	1,010	< 0,001
	NO ₂ lag 5	1,006	1,005	1,007	< 0,001
	O ₃ lag 1	1,001	1,000	1,001	0,004

Legenda: UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07}, UFP_{0,07–0,10} – 24-urne številčne koncentracije ultrafinih delcev različnih velikosti 10–100 nm (število delcev/cm³ zraka); PM₁₀ – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 10 µm ali manj – AED ≤ 10 µm (µg/m³ zraka); PM_{2,5} – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 2,5 µm ali manj – AED ≤ 2,5 µm (µg/m³ zraka); SO₂ – 24-urne koncentracije žveplovega dioksida (µg/m³ zraka); NO₂ – 24-urne koncentracije dušikovega dioksida (µg/m³ zraka); O₃ – 24-urne koncentracije prizemnega ozona (µg/m³ zraka); RIS – razmerje incidenčnih stopenj; p-vrednost: povezanost je bila pri vseh testih upoštevana kot statistično pomembna, če je vrednost p znašala ≤ 0,05.

5.2.3.3 Sladkorna bolezen

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najboljše časovne zamike in standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, so prikazani v Prilogi 1, v tabelah 187–189. Povzetek rezultatov je prikazan v tabeli 11.

5.2.3.3.1 Vse starosti

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5},

SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najboljše časovne zamike in standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupini vse starosti so prikazani v Prilogi 1, v tabeli 187.

Rezultati multivariatnih modelov z več onesnaževali so pokazali, da so v skupini vse starosti višje 24-urne povprečne koncentracije SO₂ z zamikom 3 dni (lag 3) in NO₂ z zamikom 5 dni (lag 5) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Za vsa ostala onesnaževala (UFP – vsi velikostni razredi, PM_{2,5}, PM₁₀ in O₃) statistično značilne povezanosti z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v skupini vse starosti nismo dokazali.

5.2.3.3.2 Otroci

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najboljše časovne zamike in standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupini otroci so prikazani v Prilogi 1, v tabeli 188.

Rezultati multivariatnih modelov z več onesnaževali so pokazali, da so v skupini otroci višje 24-urne povprečne koncentracije UFP_{0,05–0,07} z zamikom 3 dni (lag 3) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Za vsa ostala onesnaževala (UFP – ostali velikostni razredi, PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, NO₂ in O₃) statistično značilne povezanosti z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v skupini otroci nismo dokazali.

5.2.3.3.3 Starejši

Rezultati Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), upoštevajoč najboljše časovne zamike in standardizirano na izbrane dejavnike ozadja, v skupini starejši so prikazani v Prilogi 1, v tabeli 189.

Rezultati multivariatnih modelov z več onesnaževali so pokazali, da so v skupini starejši višje 24-urne povprečne koncentracije SO₂ z zamikom 3 dni (lag 3) in NO₂ z zamikom 5 dni (lag 5) statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni. Za vsa ostala onesnaževala (UFP – vsi velikostni razredi, PM_{2,5}, PM₁₀ in O₃) statistično značilne povezanosti z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v skupini starejši nismo dokazali.

Tabela 11: Povzetek rezultatov Poissonove regresijske analize povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃), standardizirano na izbrane dejavnike ozadja

Model	Onesnaževalo, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	RIS	95-% interval zaupanja za RIS		p- vrednost
			spodnji	zgornji	
Vse starosti					
Vsi prašni delci + plinasta onesnaževala	UFP _{0,01–0,02} lag 0	1,000	1,000	1,000	0,179
	UFP _{0,02–0,03} lag 0	1,000	1,000	1,000	0,001
	UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,464
	UFP _{0,05–0,07} lag 5	1,000	1,000	1,000	0,009
	UFP _{0,07–0,10} lag 5	1,000	1,000	1,000	0,016
	PM _{2,5} lag 2	1,000	0,999	1,002	0,533
	PM ₁₀ lag 5	0,997	0,995	0,999	0,001
	SO ₂ lag 3	1,021	1,014	1,027	< 0,001
	NO ₂ lag 5	1,009	1,007	1,011	< 0,001
	O ₃ lag 0	1,001	1,000	1,002	0,107
Otroci					
Vsi prašni delci + plinasta onesnaževala	UFP _{0,01–0,02} lag 4	1,001	1,000	1,001	0,081
	UFP _{0,02–0,03} lag 3	0,999	0,997	1,000	0,035
	UFP _{0,03–0,05} lag 0	1,001	1,000	1,001	0,094
	UFP _{0,05–0,07} lag 3	1,003	1,000	1,005	0,035
	UFP _{0,07–0,10} lag 3	0,998	0,996	1,000	0,015
	PM _{2,5} lag 2	1,029	0,925	1,151	0,615
	PM ₁₀ lag 2	0,993	0,896	1,092	0,896
	SO ₂ lag 4	1,040	0,929	1,149	0,471
	NO ₂ lag 0	0,986	0,954	1,019	0,398
	O ₃ lag 4	1,004	0,987	1,021	0,610
Starejši					
Vsi prašni delci + plinasta onesnaževala	UFP _{0,01–0,02} lag 0	1,000	1,000	1,000	0,057
	UFP _{0,02–0,03} lag 0	1,000	1,000	1,000	< 0,001
	UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	1,000	1,000	0,518

Model	Onesnaževalo, standardizirano na izbrane dejavnike ozadja	RIS	95-% interval zaupanja za RIS		p- vrednost
			spodnji	zgornji	
	UFP _{0,05–0,07} lag 5	1,000	1,000	1,000	< 0,001
	UFP _{0,07–0,10} lag 5	1,000	1,000	1,000	< 0,001
	PM _{2,5} lag 2	1,001	0,999	1,002	0,405
	PM ₁₀ lag 4	0,998	0,997	1,000	0,047
	SO ₂ lag 3	1,022	1,015	1,030	< 0,001
	NO ₂ lag 5	1,008	1,006	1,011	< 0,001
	O ₃ lag 0	1,001	0,999	1,003	0,244

Legenda: UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07}, UFP_{0,07–0,10} – 24-urne številčne koncentracije ultrafinih delcev različnih velikosti 10–100 nm (število delcev/cm³ zraka); PM₁₀ – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 10 µm ali manj – AED ≤ 10 µm (µg/m³ zraka); PM_{2,5} – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 2,5 µm ali manj – AED ≤ 2,5 µm (µg/m³ zraka); SO₂ – 24-urne koncentracije žveplovega dioksida (µg/m³ zraka); NO₂ – 24-urne koncentracije dušikovega dioksida (µg/m³ zraka); O₃ – 24-urne koncentracije prizemnega ozona (µg/m³ zraka); RIS – razmerje incidenčnih stopenj; p-vrednost: povezanost je bila pri vseh testih upoštevana kot statistično pomembna, če je vrednost p znašala ≤ 0,05.

5.2.4 Povzetek vseh analiz časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni v posameznih skupinah prebivalcev

5.2.4.1 Bolezni dihal

Rezultati analize časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in povprečnimi 24-urnimi koncentracijami UFP v zunanjem zraku, ob upoštevanju vseh razpoložljivih motečih dejavnikov (druga onesnaževala, meteorološke in sezoneke značilnosti), so pokazali, da višje povprečne 24-urne koncentracije UFP niso statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana v skupinah vse starosti, otroci in starejši. Rezultati so pokazali pozitivno in statistično značilno povezanost med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in višjimi 24-urnimi povprečnimi koncentracijami PM_{2,5} (PM_{2,5} na dan izpostavljenosti – vse starosti; PM_{2,5} z zamikom 2 dni – otroci), SO₂ (SO₂ na dan izpostavljenosti – vse starosti, otroci, starejši), NO₂ (NO₂ z zamikom 4 dni – vse starosti, otroci, starejši) in O₃ (O₃ z zamikom 1 dan – starejši). Statistično značilne povezanosti z ostalimi opazovanimi onesnaževali in ostalimi časovnimi zamiki nismo dokazali ali pa smer povezanosti ni bila biološko smiselna.

Tabela 12: Povzetek rezultatov vseh Poissonovih regresijskih analiz časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃)

Skupine prebivalcev/ onesnaževalo	Modeli					
	Univariatni modeli (eno onesnaževalo, brez dejavnikov ozadja)		Multivariatni modeli (eno onesnaževalo + dejavniki ozadja)		Multivariatni modeli (vsa onesnaževala + dejavniki ozadja)	
	RIS ^a	p	RIS ^b	p	RIS ^c	p
Vse starosti						
UFP _{0,01–0,02} lag 0	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001
UFP _{0,02–0,03} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,032
UFP _{0,02–0,03} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001
UFP _{0,05–0,07} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001
UFP _{0,07–0,10} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,001
PM _{2,5} lag 0	1,009	< 0,001	1,001	< 0,001	1,001	0,001
PM ₁₀ lag 1	1,008	< 0,001	1,001	< 0,001	1,000	0,677
SO ₂ lag 0	1,048	< 0,001	1,012	< 0,001	1,008	< 0,001
NO ₂ lag 4	1,011	< 0,001	1,003	< 0,001	1,002	< 0,001
O ₃ lag 2	0,993	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,068
Otroci						
UFP _{0,01–0,02} lag 1	1,000	0,652	1,000	< 0,001	1,000	0,036
UFP _{0,02–0,03} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,161
UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001
UFP _{0,05–0,07} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001
UFP _{0,07–0,10} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,017
PM _{2,5} lag 2	1,010	< 0,001	1,001	< 0,001	1,001	0,024
PM ₁₀ lag 3	1,008	< 0,001	1,001	0,004	0,999	0,007
SO ₂ lag 0	1,045	< 0,001	1,010	< 0,001	1,008	< 0,001
NO ₂ lag 4	1,012	< 0,001	1,003	< 0,001	1,003	< 0,001
O ₃ lag 0	0,989	< 0,001	0,999	< 0,001	0,998	< 0,001
Starejši						
UFP _{0,01–0,02} lag 1	1,000	0,002	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001
UFP _{0,02–0,03} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,115
UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,007
UFP _{0,05–0,07} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,001
UFP _{0,07–0,10} lag 3	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,258
PM _{2,5} lag 1	1,010	< 0,001	1,002	< 0,001	1,000	0,701
PM ₁₀ lag 2	1,009	< 0,001	1,002	< 0,001	1,001	0,253
SO ₂ lag 0	1,054	< 0,001	1,017	< 0,001	1,010	< 0,001
NO ₂ lag 4	1,012	< 0,001	1,004	< 0,001	1,003	< 0,001
O ₃ lag 1	0,994	< 0,001	1,001	< 0,001	1,001	0,015

Legenda: UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07}, UFP_{0,07–0,10} – 24-urne številčne koncentracije ultrafinih delcev različnih velikosti 10–100 nm (število delcev/cm³ zraka); PM₁₀ – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 10 µm ali manj – AED ≤ 10 µm (µg/m³ zraka); PM_{2,5} – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 2,5 µm ali manj – AED ≤ 2,5 µm (µg/m³ zraka); SO₂ – 24-urne koncentracije žveplovega dioksida (µg/m³ zraka); NO₂ – 24-urne koncentracije dušikovega dioksida (µg/m³ zraka); O₃ – 24-urne koncentracije prizemnega ozona (µg/m³ zraka); RIS – razmerje incidenčnih stopenj; ^a – vrednosti 95-% intervala zaupanja za RIS so razvidne v Prilogi 1, tabele 1 do 30; ^b – vrednosti 95-% intervala zaupanja za RIS so razvidne v Prilogi 1, tabele 91 do 120; ^c – vrednosti 95-% intervala zaupanja

za RIS so razvidne v Prilogi 1, tabele 183, 186 in 189; p-vrednost: povezanost je bila pri vseh testih upoštevana kot statistično pomembna, če je vrednost p znašala $\leq 0,05$.

5.2.4.2 Bolezni obtočil

Rezultati analize časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in povprečnimi 24-urnimi koncentracijami UFP v zunanjem zraku, ob upoštevanju vseh razpoložljivih motečih dejavnikov (druga onesnaževala, meteorološke in sezonske značilnosti), so pokazali, da višje povprečne 24-urne koncentracije UFP niso statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana v skupinah vse starosti, otroci in starejši. Pozitivna in statistično značilna povezanost se je nakazovala v skupini otroci v I. fazi modeliranja (univariatni modeli – eno onesnaževalo, brez dejavnikov ozadja) za višje povprečne 24-urne koncentracije $UFP_{0,01-0,02}$ na dan izpostavljenosti, vendar multivariatni modeli z več onesnaževali tega niso potrdili. Rezultati so pokazali pozitivno in statistično značilno povezanost med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in višjimi 24-urnimi povprečnimi koncentracijami $PM_{2,5}$ ($PM_{2,5}$ z zamikom 5 dni – starejši), SO_2 (SO_2 z zamikom 1 dan – vse starosti, starejši), NO_2 (NO_2 z zamikom 5 dni – vse starosti, starejši) in O_3 (O_3 z zamikom 1 dan – vse starosti, starejši; O_3 z zamikom 5 dni – otroci). Statistično značilne povezanosti z ostalimi opazovanimi onesnaževali in ostalimi časovnimi zamiki nismo dokazali ali pa smer povezanosti ni bila biološko smiselna.

Tabela13: Povzetek rezultatov vseh Poissonovih regresijskih analiz časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 , NO_2 , O_3)

Skupine prebivalcev/ onesnaževalo	Modeli					
	Univariatni modeli (eno onesnaževalo, brez dejavnikov ozadja)		Multivariatni modeli (eno onesnaževalo + dejavniki ozadja)		Multivariatni modeli (vsa onesnaževala + dejavniki ozadja)	
	RIS	p	RIS	p	RIS	p
Vse starosti						
$UFP_{0,01-0,02}$ lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,064
$UFP_{0,02-0,03}$ lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001
$UFP_{0,03-0,05}$ lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,006
$UFP_{0,05-0,07}$ lag 2	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,008
$UFP_{0,07-0,10}$ lag 2	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,175
$PM_{2,5}$ lag 2	1,002	< 0,001	1,000	0,051	1,000	0,434
PM_{10} lag 3	1,001	< 0,001	1,000	0,044	0,999	< 0,001
SO_2 lag 1	1,018	< 0,001	1,007	< 0,001	1,004	0,002
NO_2 lag 5	1,003	< 0,001	1,004	< 0,001	1,004	< 0,001
O_3 lag 1	0,999	< 0,001	1,001	< 0,001	1,001	0,001

Otroci						
UFP _{0,01–0,02} lag 0	1,001	< 0,001	1,000	0,045	1,000	0,027
UFP _{0,02–0,03} lag 2	1,000	< 0,001	1,000	0,020	1,000	0,656
UFP _{0,03–0,05} lag 2	1,000	0,001	1,000	0,025	0,999	0,236
UFP _{0,05–0,07} lag 2	1,000	0,050	1,000	0,125	1,000	0,461
UFP _{0,07–0,10} lag 3	1,000	0,368	1,000	0,393	1,000	0,532
PM _{2,5} lag 2	1,007	0,024	1,005	0,191	1,014	0,543
PM ₁₀ lag 2	1,005	0,075	1,004	0,226	0,996	0,837
SO ₂ lag 2	1,042	0,023	1,025	0,188	1,018	0,393
NO ₂ lag 5	1,004	0,208	1,004	0,348	1,006	0,279
O ₃ lag 5	0,998	0,371	1,002	0,589	1,008	0,036
Starejši						
UFP _{0,01–0,02} lag 2	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,266
UFP _{0,02–0,03} lag 1	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,002
UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	0,002	1,000	< 0,001	1,000	0,017
UFP _{0,05–0,07} lag 2	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,376
UFP _{0,07–0,10} lag 2	1,000	< 0,001	1,000	0,001	1,000	0,065
PM _{2,5} lag 5	1,004	< 0,001	1,001	0,048	1,004	0,020
PM ₁₀ lag 5	1,003	< 0,001	1,001	0,040	0,995	< 0,001
SO ₂ lag 1	1,020	< 0,001	1,009	< 0,001	1,006	< 0,001
NO ₂ lag 5	1,003	< 0,001	1,004	< 0,001	1,006	< 0,001
O ₃ lag 1	0,999	< 0,001	1,001	< 0,001	1,001	0,004

Legenda: UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07}, UFP_{0,07–0,10} – 24-urne številčne koncentracije ultrafinih delcev različnih velikosti 10–100 nm (število delcev/cm³ zraka); PM₁₀ – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 10 µm ali manj – AED ≤ 10 µm (µg/m³ zraka); PM_{2,5} – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 2,5 µm ali manj – AED ≤ 2,5 µm (µg/m³ zraka); SO₂ – 24-urne koncentracije žveplovega dioksida (µg/m³ zraka); NO₂ – 24-urne koncentracije dušikovega dioksida (µg/m³ zraka); O₃ – 24-urne koncentracije prizemnega ozona (µg/m³ zraka); RIS – razmerje incidenčnih stopenj; ^a – vrednosti 95-% intervala zaupanja za RIS so razvidne v Prilogi 1, tabela 31 do 60; ^b – vrednosti 95-% intervala zaupanja za RIS so razvidne v Prilogi 1, tabele 121 do 150; ^c – vrednosti 95-% intervala zaupanja za RIS so razvidne v Prilogi 1, tabele 192, 195 in 198; p-vrednost: povezanost je bila pri vseh testih upoštevana kot statistično pomembna, če je vrednost p znašala ≤ 0,05.

5.2.4.3 Sladkorna bolezen

Rezultati analize časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in povprečnimi 24-urnimi koncentracijami UFP v zunanjem zraku – ob upoštevanju vseh razpoložljivih motečih dejavnikov (druga onesnaževala, meteorološke in sezonske značilnosti) – so pokazali, da so višje povprečne 24-urne koncentracije UFP_{0,05–0,07} z zamikom 3 dni pozitivno in statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana v skupini otroci. Pozitivna in statistično značilna povezanost se je nakazovala tudi v skupinah vse starosti in starejši v I. fazi modeliranja (univariatni modeli – eno onesnaževalo, brez dejavnikov ozadja) za višje povprečne 24-urne koncentracije UFP_{0,01–0,02} na dan izpostavljenosti in višje povprečne 24-urne koncentracije UFP_{0,02–0,03} na dan izpostavljenosti, vendar multivariatni modeli z več onesnaževali tega niso potrdili. Rezultati so pokazali pozitivno in statistično značilno povezanost med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in višjimi 24-urnimi povprečnimi koncentracijami SO₂ (SO₂ z zamikom 3

dni – vse starosti, starejši) in NO₂ (NO₂ z zamikom 5 dni – vse starosti, starejši). Statistično značilne povezanosti z ostalimi opazovanimi onesnaževali in ostalimi časovnimi zamiki nismo dokazali ali pa smer povezanosti ni bila biološko smiselna.

Tabela 14: Povzetek rezultatov vseh Poissonovih regresijskih analiz časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v posameznih skupinah prebivalcev (vse starosti, otroci, starejši) in vsemi onesnaževali v zunanjem zraku (UFP, PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃)

Skupine prebivalcev/ onesnaževalo	Modeli					
	Univariatni modeli (eno onesnaževalo, brez dejavnikov ozadja)		Multivariatni modeli (eno onesnaževalo + dejavniki ozadja)		Multivariatni modeli (vsa onesnaževala + dejavniki ozadja)	
	RIS	p	RIS	p	RIS	p
Vse starosti						
UFP _{0,01–0,02} lag 0	1,001	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,179
UFP _{0,02–0,03} lag 0	1,001	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,001
UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	0,033	1,000	0,005	1,000	0,464
UFP _{0,05–0,07} lag 5	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,009
UFP _{0,07–0,10} lag 5	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,016
PM _{2,5} lag 2	1,002	< 0,001	1,001	0,130	1,000	0,533
PM ₁₀ lag 5	1,002	< 0,001	1,001	0,164	0,997	0,001
SO ₂ lag 3	1,034	< 0,001	1,030	< 0,001	1,021	< 0,001
NO ₂ lag 5	1,004	< 0,001	1,006	< 0,001	1,009	< 0,001
O ₃ lag 0	0,996	< 0,001	1,001	0,007	1,001	0,107
Otroci						
UFP _{0,01–0,02} lag 4	1,000	0,447	1,000	0,209	1,001	0,081
UFP _{0,02–0,03} lag 3	1,000	0,204	1,000	0,344	0,999	0,035
UFP _{0,03–0,05} lag 0	1,000	0,023	1,000	0,237	1,001	0,094
UFP _{0,05–0,07} lag 3	1,000	0,244	1,000	0,246	1,003	0,035
UFP _{0,07–0,10} lag 3	1,000	0,251	1,000	0,159	0,998	0,015
PM _{2,5} lag 2	1,004	0,571	1,004	0,668	1,029	0,615
PM ₁₀ lag 2	1,002	0,782	1,002	0,804	0,993	0,896
SO ₂ lag 4	1,080	0,051	1,086	0,058	1,040	0,471
NO ₂ lag 0	1,011	0,131	1,003	0,800	0,986	0,398
O ₃ lag 4	1,004	0,425	1,008	0,224	1,004	0,610
Starejši						
UFP _{0,01–0,02} lag 0	1,001	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	0,057
UFP _{0,02–0,03} lag 0	1,001	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001
UFP _{0,03–0,05} lag 1	1,000	0,092	1,000	0,017	1,000	0,518
UFP _{0,05–0,07} lag 5	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001
UFP _{0,07–0,10} lag 5	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001	1,000	< 0,001
PM _{2,5} lag 2	1,003	< 0,001	1,001	0,057	1,001	0,405
PM ₁₀ lag 4	1,002	< 0,001	1,001	0,180	0,998	0,047
SO ₂ lag 3	1,034	< 0,001	1,033	< 0,001	1,022	< 0,001
NO ₂ lag 5	1,004	< 0,001	1,007	< 0,001	1,008	< 0,001
O ₃ lag 0	0,996	< 0,001	1,002	0,002	1,001	0,244

Legenda: UFP_{0,01–0,02}, UFP_{0,02–0,03}, UFP_{0,03–0,05}, UFP_{0,05–0,07}, UFP_{0,07–0,10} – 24-urne številčne koncentracije ultrafinih delcev različnih velikosti 10–100 nm (število delcev/cm³ zraka); PM₁₀ – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti

10 μm ali manj – AED $\leq 10 \mu\text{m}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka); PM_{2,5} – 24-urne koncentracije prašnih delcev velikosti 2,5 μm ali manj – AED $\leq 2,5 \mu\text{m}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka); SO₂ – 24-urne koncentracije žveplovega dioksida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka); NO₂ – 24-urne koncentracije dušikovega dioksida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka); O₃ – 24-urne koncentracije prizemnega ozona ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka); RIS – razmerje incidenčnih stopenj; ^a – vrednosti 95-% intervala zaupanja za RIS so razvidne v Prilogi 1, tabela 61 do 90; ^b – vrednosti 95-% intervala zaupanja za RIS so razvidne v Prilogi 1, tabele 151 do 180; ^c – vrednosti 95-% intervala zaupanja za RIS so razvidne v Prilogi 1, tabele 201, 204 in 207; p-vrednost: povezanost je bila pri vseh testih upoštevana kot statistično pomembna, če je vrednost p znašala $\leq 0,05$.

6 RAZPRAVA

6.1 NAJPOMEMBNEJŠI REZULTATI RAZISKAVE

Z raziskavo smo analizirali časovno povezanost med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni in povprečnimi 24-urnimi koncentracijami UFP v zunanjem zraku ob upoštevanju razpoložljivih motečih dejavnikov (druga onesnaževala, meteorološke in sezonske značilnosti) s ciljem oceniti, ali obstaja časovna povezanost med koncentracijo UFP v zunanjem zraku in dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni.

Na osnovi opravljene raziskave lahko potrdimo, da obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med višjimi 24-urnimi povprečnimi koncentracijami $UFP_{0,05-0,07}$ (50 do 70 nm; $p \leq 0,001$) v zunanjem zraku z zamikom 3 dni in višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni v skupini otroci.

Najpomembnejši rezultati raziskave po izbranih skupinah bolezni in izbranih populacijskih skupinah so naslednji:

- Rezultati analize časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in povprečnimi 24-urnimi koncentracijami UFP v zunanjem zraku – ob upoštevanju vseh razpoložljivih motečih dejavnikov (druga onesnaževala, meteorološke in sezonske značilnosti) – so pokazali, da višje povprečne 24-urne koncentracije UFP niso statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana v skupinah vse starosti, otroci in starejši. Rezultati so pokazali pozitivno in statistično značilno povezanost med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal in višjimi 24-urnimi povprečnimi koncentracijami $PM_{2,5}$ ($PM_{2,5}$ na dan izpostavljenosti – vse starosti; $PM_{2,5}$ z zamikom 2 dni – otroci), SO_2 (SO_2 na dan izpostavljenosti – vse starosti, otroci, starejši), NO_2 (NO_2 z zamikom 4 dni – vse starosti, otroci, starejši) in O_3 (O_3 z zamikom 1 dan – starejši). Statistično značilne povezanosti z ostalimi opazovanimi onesnaževali in ostalimi časovnimi zamiki nismo dokazali ali pa smer povezanosti ni bila biološko smiselna.
- Rezultati analize časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in povprečnimi 24-urnimi koncentracijami UFP v zunanjem zraku – ob upoštevanju vseh razpoložljivih motečih dejavnikov (druga onesnaževala, meteorološke in sezonske značilnosti) – so pokazali, da višje povprečne 24-urne koncentracije

UFP niso statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana v skupinah vse starosti, otroci in starejši. Pozitivna in statistično značilna povezanost se je nakazovala v skupini otroci v I. fazi modeliranja (univariatni modeli – eno onesnaževalo, brez dejavnikov ozadja) za višje povprečne 24-urne koncentracije $UFP_{0,01-0,02}$ (10 do 20 nm; $p \leq 0,001$) na dan izpostavljenosti, vendar multivariatni modeli z več onesnaževali tega niso potrdili. Rezultati so pokazali pozitivno in statistično značilno povezanost med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni obtočil in višjimi 24-urnimi povprečnimi koncentracijami $PM_{2,5}$ ($PM_{2,5}$ z zamikom 5 dni – starejši), SO_2 (SO_2 z zamikom 1 dan – vse starosti, starejši), NO_2 (NO_2 z zamikom 4 dni – vse starosti, starejši) in O_3 (O_3 z zamikom 1 dan – vse starosti, starejši; O_3 z zamikom 5 dni – otroci). Statistično značilne povezanosti z ostalimi opazovanimi onesnaževali in ostalimi časovnimi zamiki nismo dokazali ali pa smer povezanosti ni bila biološko smiselna.

- Rezultati analize časovne povezanosti med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in povprečnimi 24-urnimi koncentracijami UFP v zunanjem zraku – ob upoštevanju vseh razpoložljivih motečih dejavnikov (druga onesnaževala, meteorološke in sezonske značilnosti) – so pokazali, da so višje povprečne 24-urne koncentracije $UFP_{0,05-0,07}$ (50 do 70 nm; $p \leq 0,001$) z zamikom 3 dni pozitivno in statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana v skupini otroci. Pozitivna in statistično značilna povezanost se je nakazovala tudi v skupinah vse starosti in starejši v I. fazi modeliranja (univariatni modeli – eno onesnaževalo, brez dejavnikov ozadja) za višje povprečne 24-urne koncentracije $UFP_{0,01-0,02}$ (10 do 20 nm; $p \leq 0,001$) na dan izpostavljenosti in višje povprečne 24-urne koncentracije $UFP_{0,02-0,03}$ (20 do 30 nm; $p \leq 0,001$) na dan izpostavljenosti, vendar multivariatni modeli z več onesnaževali tega niso potrdili. Rezultati so pokazali pozitivno in statistično značilno povezanost med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi sladkorne bolezni in višjimi 24-urnimi povprečnimi koncentracijami SO_2 (SO_2 z zamikom 3 dni – vse starosti, starejši) in NO_2 (NO_2 z zamikom 5 dni – vse starosti, starejši). Statistično značilne povezanosti z ostalimi opazovanimi onesnaževali in ostalimi časovnimi zamiki nismo dokazali ali pa smer povezanosti ni bila biološko smiselna.

Hipoteze H1, da je dnevno število obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva za celotno opazovano populacijo zaradi izbranih skupin bolezni statistično značilno povezano s koncentracijo UFP v zunanjem zraku, nismo potrdili.

Hipotezo H2, da je dnevno število obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva za specifične podskupine prebivalstva zaradi izbranih skupin bolezni statistično značilno povezano s koncentracijo UFP v zunanjem zraku, smo potrdili za sladkorno bolezen, za $UFP_{0,05-0,07}$ z zamikom 3 dni, in sicer za skupino otroci.

6.2 PRIMERJAVA Z OSTALIMI PODOBNIMI RAZISKAVAMI

Število raziskav, izvedenih za namene proučitve vplivov UFP na zdravje, se v zadnjih letih nenehno povečuje. Večina spoznanj o možnih vplivih na zdravje zaradi izpostavljenosti UFP izhaja iz raziskav, opravljenih na živalih (8), medtem ko je število epidemioloških raziskav omejeno, vendar narašča (8, 59–61, 82–102).

Vse več raziskav nakazuje, da izpostavljenost UFP lahko povzroči škodljive posledice za človekovo zdravje, zlasti negativno vpliva na dihalno (82–86) in srčno-žilno (83–88) obolevnost in umrljivost, vendar so rezultati raziskav nekonsistentni. Raziskava, ki je proučevala povezanost med izpostavljenostjo različnim velikostim UFP in umrljivostjo zaradi bolezni dihal v Pekingu, je pokazala pozitivno povezanost s prašnimi delci velikosti 300–1000 nm, ne pa tudi z manjšimi velikostnimi razredi (82), medtem ko so druge raziskave dokazale pozitivno povezanost med koncentracijo UFP in umrljivostjo zaradi bolezni dihal (85, 86). Za Mestno občino Ljubljana je raziskava, opravljena v letih 2012 in 2013 (89), ocenila, da je 24-urna povprečna koncentracija $UFD_{0,05-0,07}$ statistično značilno povezana z višjim dnevnim številom smrti zaradi bolezni dihal (89). Med raziskavami, ki so z upoštevanjem več onesnaževal skušale dokazati neodvisen učinek UFP na umrljivost zaradi bolezni dihal, se je pozitivna povezanost z dodajanjem drugega onesnaževala (npr. NO_2) okrepila (85), v drugih raziskavah pa dodajanje drugih onesnaževal (npr. NO_2 , SO_2 , $PM_{2,5}$) ni imelo bistvenega vpliva (82, 86). Povezanost med UFP in obolevnostjo zaradi bolezni dihal je večina raziskav proučevala prek sprememb števila sprejemov v bolnišnice ali obiskov v urgentnih oddelkih pri odraslih ali otrocih zaradi poslabšanja simptomov astme (86, 90–92). Večina raziskav je pokazala vsaj eno pozitivno povezanost z različnimi časovnimi zamiki, vendar je zanesljivo pozitivno povezanost med UFP izvora iz individualnih kurišč in številom sprejemov zaradi obolenj dihal pokazala le ena raziskava (90). Raziskave kažejo na pozitivno povezanost predvsem pri otrocih, kar nakazuje, da so otroci posebej ranljiva skupina (86, 91). Pri uporabi multipolutantnih modelov je dodajanje drugih onesnaževal zmanjšalo vpliv UFP, v nekaterih primerih tudi v smer negativne povezanosti. Najmočnejši vpliv je imelo dodajanje NO_2 . Raziskav v tujini ali Sloveniji, ki bi proučevale povezanost med UFP in dnevnim številom prvih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi bolezni dihal, nismo našli. V Sloveniji je bilo sicer opravljenih nekaj raziskav, ki so proučevale vpliv onesnaževal v

zunanjem zraku na dnevno število prvih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva, vendar so se nanašale na druga onesnaževala (PM_{10} , SO_2 , O_3) (80, 93–98). Pričujoča raziskava, ki je proučevala povezavo med dnevnim številom prvih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi bolezni dihal in onesnaženostjo zunanjega zraka z UFP, je po našem vedenju ena od prvih na svetu sploh, zagotovo pa v Sloveniji. S tako raziskavo smo iskali pojav manj izrazitih sprememb v zdravju prebivalstva, povezanih z onesnaženostjo zunanjega zraka z UFP, ki ne vplivajo na umrljivost oziroma ne terjajo sprejema v bolnišnico.

Podobno nekonsistentni so tudi rezultati glede vpliva delcev UFP na umrljivost in obolevnost zaradi srčno-žilnih obolenj. Raziskava opravljena v Pekingu pred in po olimpijskih igrah je pokazala jasno pozitivno povezanost med umrljivostjo zaradi srčno-žilnih obolenj in UFP večjimi od 30 nm, ne pa tudi z manjšimi (87). Podobno pozitivno povezanost s prašnimi delci, večjimi od 250 nm, sta pokazali še dve raziskavi (83, 88). V raziskavah z multipolutantnimi modeli je dodajanje drugih onesnaževal (npr. NO_2) zmanjšalo statistično značilnost pozitivne povezanosti (87), lahko tudi v smer negativne povezanosti (85). Dodajanje onesnaževala $PM_{2,5}$ na povezanost ni imela bistvenega vpliva (86). Raziskave povezanosti med UFP in srčno-žilnimi obolenji so večinoma pokazale šibke pozitivne povezanosti (86, 88, 99–100), in to brez jasne časovne povezave, pri čemer večina nakazuje vpliv predvsem na dan izpostavljenosti (86, 99–100). Ena od raziskav je pokazala tudi, da so bolniki s predhodnimi srčno-žilnimi obolenji bolj občutljivi za škodljive vplive UFP (88). Dodajanje drugih onesnaževal v multipolutantnih modelih je zmanjšalo pozitivno povezanost med UFP in sprejemi v bolnišnico zaradi obolenj srčno-žilnega sistema. Najmočnejši vpliv je podobno kot pri obolenjih dihal imelo dodajanje NO_2 .

Zaključki raziskav, ki so proučevale druge zdravstvene izide, kot je sladkorna bolezen, so glede neodvisnih učinkov UFP nedokončni in nezadostni (60). Opravljenih je bilo veliko raziskav o povezavi med prašnimi delci, zlasti $PM_{2,5}$ in sladkorno boleznijo (22–32). V zadnjih nekaj letih je bilo narejenih več toksikoloških študij, ki nakazujejo povezavo med $PM_{2,5}$ in presnovnimi boleznimi, zlasti s sladkorno boleznijo. Ugotovljeno je bilo, da $PM_{2,5}$ povzročijo vnetje, ki vodi do endotelne disfunkcije, spremenjenega imunskega odziva v visceralnem adipoznem tkivu in spremembe v endoplazmatskem retikulumu, kar povzroči spremembe v inzulinski transdukciji, občutljivosti na inzulin in glukoznem metabolizmu (22–26). Pojavlja se tudi vse več epidemioloških študij, ki raziskujejo povezanost med onesnaženostjo zraka s PM in sladkorno boleznijo – objavljenih je bilo tudi že nekaj preglednih raziskav in metaanaliz (27–32). Rezultati epidemioloških raziskav niso dali povsem enotnih zaključkov, številne raziskave med njimi pa so zaključile, da je onesnaženost zraka verjetni dejavnik tveganja za sladkorno bolezen. Podobna tveganja za pojav sladkorne bolezni, kot jih

imajo PM_{2,5}, se predvidevajo tudi za UFP. Zaradi njihove majhnosti je celo verjetno, da so UFP bolj toksični kot večji delci. Trenutno število epidemioloških raziskav, izvedenih z namenom preučitve vplivov UFP na pojavnost sladkorne bolezni, je zelo omejeno (92, 101–103). Raziskave, opravljene v okviru projekta UFIREG, so pokazale povezavo med kratkotrajno izpostavljenostjo UFP, PNC in PM in sprejemi v bolnišnico zaradi sladkorne bolezni (92). Populacijska kohortna študija, izvedena v Torontu (Kanada), je pokazala, da je vsaka interkvartilna sprememba izpostavljenosti UFP povezana s povečanim tveganjem za sladkorno bolezen (101). Druga epidemiološka študija je pokazala kratkotrajno povezanost med prediabetičnim markerjem HbA1c in izpostavljenostjo UFP v notranjem, ne pa tudi zunanjem zraku (102). Ob tem pa raziskava o povezanosti med dolgotrajno izpostavljenostjo UFP prebivalcev, živčih ob avtocesti, in srčno-žilnimi obolenji, sladkorno boleznijo in povišanim krvnim tlakom ni pokazala pozitivne povezanosti s pojavljanjem sladkorne bolezni (103).

Raziskava je za posamezna onesnaževala (zlasti PM₁₀ in O₃) za izbrane skupine bolezni in izbrane populacijske skupine (zlasti otroci) pokazala negativno povezanost med opazovanim zdravstvenim izidom in onesnaževali v zunanjem zraku, torej da so višje povprečne 24-urne koncentracije onesnaževal v zunanjem zraku povezane z nižjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni, v posameznih primerih tudi statistično značilno. Podobne rezultate so pokazale tudi nekatere druge epidemiološke raziskave, tako v tujini (104) kot v Sloveniji (80, 93–98). Takšne rezultate, upoštevajoč samo rezultate statistične analize, bi lahko zmotno razlagali kot »varovalni« učinek višjih koncentracij onesnaževal v zunanjem zraku na izbrane skupine bolezni (105). Za pravilno razlago takšnih rezultatov epidemioloških raziskav je potrebno upoštevati smiselnost smeri povezave med opazovanim zdravstvenim izidom in pojasnjevalnim ali motečim dejavnikom. Smer povezanosti ni verjetna in ni smiselna, če je v nasprotju z vzročnimi mehanizmi in mehanizmi delovanja pojasnjevalnega ali motečega dejavnika na opazovani zdravstveni izid, ki so bili potrjeni s predhodnimi raziskavami na živalih ali z epidemiološkimi študijami. Za take rezultate je možnih več razlag. Praviloma se pojavljajo v raziskavah, ki zajemajo krajša časovna obdobja ali opazujejo manjše populacije, kar ima za posledico manjše število opazovanih zdravstvenih izidov in s tem vpliv na statistično značilnost rezultatov. Rezultati so lahko tudi posledica nenatančne ocene izpostavljenosti zaradi enega centralnega merilnega mesta in posledične slabe korelacije med izmerjeno koncentracijo onesnaževala v zunanjem zraku in izpostavljenostjo posameznika. Izpostavljenost posameznikov se lahko zmanjša tudi zaradi preventivnih ukrepov posameznikov. Agencija Republike Slovenije za okolje, Nacionalni inštitut za javno zdravje in druge strokovne institucije v Sloveniji ob pričakovanih višjih

koncentracijah onesnaževal v zraku (zlasti prašnih delcev) redno objavljajo opozorila o pričakovani onesnaženosti zunanjega zraka in priporočila o omejenem gibanju na prostem v času največjih obremenitev. Posledično se zaradi manjše izpostavljenosti pojavljajo blažji simptomi, ki niso tako izraziti, da bi potrebovali zdravniško pomoč. Omejitve raziskave, ki bi še lahko vplivale na rezultate raziskave, so podrobneje razčlenjene še v poglavju 6.3.

Zaključimo lahko, da so rezultati raziskav, ki so proučevale povezavo med UFP in različnimi zdravstvenimi izidi, ki bi bili neodvisni od drugih onesnaževal, nedokončni in nezadostni. Delno je to zagotovo povezano z dejstvom, da so podatki o izpostavljenosti UFP zelo nezanesljivi. UFP v zraku zaenkrat še ne spremljamo rutinsko, poleg tega pa tudi tehnike merjenja teh delcev v zraku niso enotne. Posledica je veliko večja verjetnost, da je ocena izpostavljenosti netočna, predvsem pa veliko manj zanesljiva, kot je to v primeru $PM_{2,5}$ in drugih onesnaževal, kjer so podatki o koncentracijah snovi v zraku veliko bolj natančni. Verjetno se lahko prav manjši zanesljivosti podatkov o izpostavljenosti pripiše dejstvo, da opazovalne epidemiološke študije niso mogle jasno pokazati, ali izpostavljenost UFP vodi do posledic na zdravju, ki so neodvisne od tistih, ki jih povzročajo druga onesnaževala. Zelo malo je tudi opravljenih raziskav z multipolutantnimi modeli, kar dodatno omejuje razlago rezultatov v smislu neodvisnosti učinkov UFP. Opravljene raziskave se dodatno medsebojno razlikujejo po tudi drugih pomembnih metodoloških elementih, kot so velikostni razredi prašnih delcev, časovni zamiki, povprečni časi izpostavljenosti, kar še prispeva k nedokončnim in nezadostnim rezultatom o neodvisnih vplivih UFP na zdravje.

6.3 OMEJITVE IN PREDNOSTI RAZISKAVE

Pri razlagi rezultatov raziskave je treba upoštevati nekatere potencialne omejitve raziskave.

V raziskavah, v katerih se uporablja metodologija celovitega sklapljanja okoljskih in zdravstvenih podatkov, na natančnost ocene povezanosti med opazovanim zdravstvenim izidom (v primeru te raziskave dnevni številom prvih kurativnih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva) in pojasnjevalnim dejavnikom (v primeru te raziskave koncentracijo UFP v zunanjem zraku) pomembno vpliva zmožnost dobre in natančne opredelitve izpostavljenosti. Najočitnejša omejitev raziskave je, da smo za oceno izpostavljenosti UFP in drugim onesnaževalom v zunanjem zraku uporabili podatke posameznih centralnih merilnih postaj, kar bi lahko vodilo do napačne ocene izpostavljenosti posameznikov znotraj opazovane populacije v različnih delih opazovanega območja. Za namene raziskave so bili uporabljeni podatki o koncentraciji UFP, zbrani v okviru mednarodnega projekta UFIREG in obveznih poprojektnih meritev, podatki o koncentraciji PM_{10} , SO_2 , NO_2 , O_3 ,

temperaturi in relativni vlažnosti zraka iz zbirke podatkov avtomatskih meritev DMKZ na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad, podatki o koncentraciji $PM_{2,5}$ iz zbirke podatkov avtomatskih meritev DMKZ na merilnem mestu Ljubljana Biotehniška fakulteta in podatki o koncentraciji cvetnega prahu iz zbirke 2-urnih koncentracij cvetnega prahu Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano. Vsa merilna mesta so bila bodisi v okviru projekta bodisi kot stalna merilna mesta DMKZ prepoznana kot reprezentativna za velik del mestnega prebivalstva MOL zaradi njihove lege na dnu ljubljanske kotline in v središču mesta. Zavedamo se, da številni dejavniki, ki vplivajo na emisije, transformacijo in disperzijo onesnaževal, prispevajo k prostorski variabilnosti, ki obstaja znotraj urbanih območij. Kljub temu smo predpostavili, da so podatki, pridobljeni na navedenih centralnih merilnih mestih, zadovoljiv približek koncentracij onesnaževal in meteoroloških podatkov za celotno urbano območje MOL, da se časovne spremembe koncentracij onesnaževal na merilnih mestih odražajo tudi s spremembo izpostavljenosti populacije in se lahko uporabijo za oceno kratkotrajnih sprememb izpostavljenosti onesnaževalom v zunanjem zraku za namen raziskave (106–107). Podobno je ugotovila tudi študija, opravljena v Augsburgu in Dresdnu (Nemčija), ki je pokazala majhno prostorsko variabilnost UFP znotraj urbanih merilnih mest in nakazala, da se kratkotrajna izpostavljenost UFP za celotno populacijo lahko adekvatno oceni na podlagi rezultatov meritev ene centralne merilne postaje, če je njena lokacija primerno izbrana (108).

Na oceno izpostavljenosti posameznikov znotraj opazovane populacije v različnih delih opazovanega območja bi lahko vplivala tudi različna smer in jakost vetra. Smeri vetra med meteorološkimi parametri, vključenimi v raziskavo, nismo spremljali. Merilno mesto zelo dobro predstavlja razmere naseljenega območja MOL. MOL leži v Ljubljanski kotlini v osrednjem delu Slovenije. Ima specifične geografske značilnosti. Razporeditev onesnaženja znotraj kotline je z nekaj odstopanji običajno precej homogena, nanjo pa poleg razporeditve virov onesnaženja vplivajo šibka komaj zaznavna gibanja zraka znotraj kotline. Gre za slabo prevetreno kotlino s sistemom nad kotlino, ki je zaprt in ločen od splošnega gibanja zraka, zaradi česar je hiter transport onesnaževal iz kotline in vanjo minimalen. Predvsem pozimi se pod temperaturnim obratom razvije samostojna cirkulacija zraka, pri tleh navadno proti središču mesta zaradi toplotnega otoka oziroma toplejšega mestnega jedra glede na okolico. To gibanje je zelo šibko. Ponoči in dopoldne pozimi je lahko šibko kroženje edino gibanje zraka, popoldne pa se lahko zaradi ogrevanja severnih pobočij Ljubljanske kotline okrepi južna komponenta vetra, pri čemer je v samem mestu gibanje zraka močno kanalizirano v smeri ulic. Povprečna letna jakost vetra v Ljubljani na merilnem mestu Bežigrad je 1,3 m/s, kar je približno trikrat šibkejši veter kot v Københavnu ali na Dunaju. Meteorološki pogoji za redčenje onesnaženja

so torej v Ljubljani zaradi šibke prevetrenosti bistveno bolj neugodni. To kažejo tudi pogosti dolgotrajni temperaturni obrati v zimskih in jesenskih mesecih, ki zelo dolgo vztrajajo ravno zaradi pomanjkljive prevetrenosti kotline. Za MOL so značilni tudi visoka gostota poseljenosti prebivalstva, cestni promet, enakomerno razporejen po celotni Ljubljanski kotlini, z nekoliko večjo gostoto v najožjem urbanem območju, in različne dejavnosti, ki kumulativno prispevajo k slabši kakovosti zraka (109). Ocenili smo, da smeri vetra glede na značilnosti lege MOL, gosto poseljenost in cestni promet kot glavni vir UFD nimajo bistvenega vpliva na morebitno različno izpostavljenost prebivalcev UFD na posameznih mikrolokacijah znotraj MOL. V doktorski disertaciji smo spremljali vse prebivalce, ki imajo stalno bivališče v MOL, ne glede na njihovo mikrolokacijo in časovno povezanost med obiski pri zdravniku in koncentracije UFD presojali na populacijski ravni.

Kot pogosta omejitev pri uporabi rutinsko zbranih okoljskih podatkov kot vhodnih podatkov za statistične modele pri časovni analizi povezanosti med zdravstvenimi in okoljskimi podatki se pojavlja nepopolnost podatkov. Okoljski podatki so večinoma pridobljeni z avtomatskimi merilniki onesnaževal v zunanjem zraku, zato so obdobja izpada meritev posameznih onesnaževal dokaj pogosta. V pričujoči raziskavi je največji delež podatkov manjkal pri meritvah koncentracij UFP (9,4 %), pri vseh ostalih onesnaževalih je bil delež manjkajočih podatkov nižji (od 2,0 do največ 4,6 %). Podatki o meritvah temperature in relativne vlažnosti zraka in o koncentraciji cvetnega prahu so bili na voljo za vse dneve v opazovanem obdobju. Razlogi za manjkajoče podatke meritev so bili manjše okvare, zamašitve filtrov in servisiranje ali umerjanje merilnih naprav in se jim praktično ni bilo mogoče izogniti.

Pri toksičnosti PM ima ključno vlogo njihova velikost, pri čemer velja, da so manjši delci bolj toksični kot večji delci. Vendar so predhodne raziskave pokazale, da ima pomembno vlogo pri toksičnosti PM tudi njihova kemijska sestava (110–113). Dodatna omejitev raziskave bi zato lahko bila, da smo v raziskavi upoštevali zgolj velikost delcev, ne pa tudi njihove kemijske sestave, kar je v raziskavah z metodologijo sklapljanja zdravstvenih in okoljskih podatkov lahko ključnega pomena za razlago rezultatov. V nadaljnjih raziskavah vpliva UFP na zdravje prebivalcev bo zato ključno upoštevati tudi kemijsko sestavo delcev.

Pri uporabi zdravstvenih podatkov kot vhodnih podatkov v raziskavah z metodologijo sklapljanja zdravstvenih in okoljskih podatkov se je treba zavedati tudi možnosti napačne ocene števila dnevnih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi izbranih skupin bolezni. V pričujočo raziskavo so bile zajete vse osebe s stalnim ali začasnim prebivališčem v MOL, ki so v opazovanem

obdobju iskale zdravniško pomoč na primarni ravni zaradi izbranih skupin bolezni. Predpostavljali smo, da ima večina preiskovancev osebnega zdravnika izbranega v bližini kraja bivanja. Zavedamo se, da ni vedno tako. V raziskavo niso bili vključeni posamezniki, ki imajo stalno prebivališče v MOL, a imajo izbranega osebnega zdravnika izven ZD Ljubljana. Dodatna omejitev uporabe tako zbranih podatkov je tudi dejstvo, da nekateri prebivalci, ki sicer imajo stalno prebivališče v MOL in tam tudi izbranega osebnega zdravnika, zaradi dnevnih ali celo tedenskih migracij lahko večji del dneva/tedna preživijo izven kraja bivanja, kjer je izpostavljenost onesnaževalom v zunanjem zraku lahko bistveno drugačna. Dodatna omejitev pri uporabi zdravstvenih podatkov izhaja tudi iz relativne majhnosti opazovane populacije in posledičnega manjšega dnevnega števila obiskov zaradi izbranih skupin bolezni, kar lahko vpliva na statistično značilnost rezultatov.

K napačni oceni števila dnevnih obiskov zaradi izbranih skupin bolezni lahko prispeva tudi razlika v kodiranju posameznih diagnoz, ki se lahko pojavi med posameznimi izvajalci ali enotami ZD Ljubljana. S podobnimi težavami so se že srečali izvajalci raziskave v okviru projekta, ki se je zaključil leta 2012 v Sloveniji (80, 96–98), kjer pa so uporabljali zdravstvene podatke iz več ZD. V predhodnih raziskavah, izvedenih v Sloveniji (93–95), so bili uporabljeni podatki iz samo enega ZD, razlike pa niso bile zaznane. V pričujoči raziskavi smo uporabljali le zdravstvene podatke ZD Ljubljana. Kljub temu različnosti kodiranja med posameznimi izvajalci ali enotami ne moremo povsem izključiti, je pa verjetnost različnosti majhna. Na podlagi šifriranja diagnoz bolezni in vrst obiskov je bilo sicer mogoče natančno ločiti med obiski zaradi izbranih skupin bolezni in vrstami obiskov. Na voljo so bili podatki za celotno obdobje raziskave.

Raziskava ima poleg omejitev tudi svoje prednosti. Prva med njimi je, da smo zbrali in obdelali zelo obsežen nabor nepretrganih meritev koncentracij onesnaževal v zunanjem zraku in meteoroloških podatkov na območju MOL in zelo obsežen nabor zdravstvenih podatkov o obiskih na primarni ravni zdravstvenega varstva iz ZD Ljubljana. To nam je omogočilo, da smo analizirali časovno povezanost med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal, bolezni obtočil in sladkorne bolezni in povprečnimi 24-urnimi koncentracijami UFP v zunanjem zraku, upoštevajoč številna druga onesnaževala v zunanjem zraku, sezonske in meteorološke dejavnike. Raziskava je bila kompleksna, obsežna in zahtevna zaradi specifičnega opazovanega okolja in s tem povezanega velikega števila dejavnikov, ki bi lahko vplivali na rezultate raziskave in velike količine podatkov, ki jih je bilo treba zbrati, pripraviti in analizirati. Predvsem je bilo zahtevno pridobiti in pripraviti veliko količino podatkov iz zdravstvenoinformacijskega sistema ZD Ljubljana. To je vključevalo pripravo kompleksne ukazne skripte za poizvedbo v podatkovni bazi ter izvoz podatkov o številu

obiskov, vključno z izbranimi diagnozami in starostjo pacientov za petletno obdobje, kasneje pa urejanje, čiščenje in združevanje podatkov z oblikovanjem starostnih razredov.

6.4 PRISPEVEK K ZNANOSTI, KI GA PRINAŠA RAZISKAVA

Ne glede na omejitve je pričujoča raziskava izjemno pomemben prispevek h globalnemu poznavanju vpliva UFP na zdravje. Že predhodno opravljene raziskave so zaključile, da je onesnaženost zraka verjetni dejavnik tveganja za obolenja dihal, srčno-žilna obolenja in sladkorno bolezen. Statistično značilne pozitivne povezave med različnimi onesnaževali v zunanjem zraku in dnevnim številom prvih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva je kljub omejitvam potrdila tudi pričujoča raziskava. Raziskava je ena izmed redkih ekoloških študij časovnih trendov v svetu, zlasti pa v Sloveniji, ki je povezala rutinsko zbrane zdravstvene in okoljske podatke s ciljem, da se z metodologijo celostnega sklapljanja okoljskih in zdravstvenih podatkov na populacijski ravni preuči, ali obstaja povezava med dnevnim številom prvih obiskov pri zdravniku na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi izbranih skupin bolezni in onesnaženostjo zunanjega zraka, in sploh prva v svetu in Sloveniji, ki je s tega vidika obravnavala onesnaženost zraka z UFP. V preteklosti je bilo v svetu izvedenih nekaj podobnih raziskav, vendar se je večina od njih omejila na eno onesnaževalo v zunanjem zraku in en zdravstveni izid, zajele so krajše časovno obdobje, opazovana populacija je bila praviloma starostno ali drugače specifična, proučevana je bila morebitna povezava med umrljivostjo in številom dnevnih sprejemov v bolnišnico in onesnaženostjo zunanjega zraka, redke med njimi pa so upoštevale tudi UFP. Nobena izmed študij ni proučevala povezave med dnevnim številom prvih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi izbranih skupin bolezni in onesnaženostjo zunanjega zraka z UFP in s tem pojava manj izrazitih sprememb v zdravju prebivalstva, ki ne vplivajo na umrljivost oziroma ne zahtevajo sprejema v bolnišnico. Dodatno gre za sploh prvo raziskavo v Sloveniji, ki je proučevala povezavo med številom prvih obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva zaradi sladkorne bolezni in onesnaženostjo zunanjega zraka z UFP v časovnem obdobju petih let. V Sloveniji kot tudi drugod po svetu smo priča porastu prevalence sladkorne bolezni, ki postaja pomemben javnozdravstveni problem in ima številne posledice za bolnike, njihove družine in našo skupnost kot celoto (115, 115). Trenutno število epidemioloških raziskav, izvedenih z namenom preučitve vplivov UFP na pojavnost sladkorne bolezni, je tudi v svetu zelo omejeno, zato bo pričujoča raziskava pomembno prispevala k osvetlitvi tega problema.

Zaključki raziskave bodo služili kot osnova za oblikovanje priporočil snovalcem okoljske in zdravstvene politike o potrebnosti sprejema ustrezne zakonske podlage za redno rutinsko merjenje

UFP v zunanjem zraku, o potrebnosti objavljanja rezultatov meritev in obveščanja pristojnih okoljskih in zdravstvenih ustanov ter prebivalstva. Zaključki raziskave bodo služili tudi kot osnova za osveščanje strokovne in laične javnosti o zdravstvenih tveganjih, povezanih s prisotnostjo UFP v zunanjem zraku, in možnih ukrepih blaženja in prilagajanja tako na ravni družbe kot posameznika.

6.5 NADALJNJE RAZISKAVE

Rezultati dosedanjih raziskav, ki so proučevale povezavo med UFP in različnimi zdravstvenimi izidi, ki bi bili neodvisni od drugih onesnaževal, so nedokončni in nezadostni. Delno je to zagotovo povezano z dejstvom, da so podatki o izpostavljenosti UFP zelo nezanesljivi. UFP v zraku se zaenkrat ne spremljajo rutinsko, poleg tega pa tudi tehnike merjenja teh delcev v zraku niso enotne. Za nadaljnje raziskave bo zelo pomembno, da se določi enotna metodologija merjenja UFP v zunanjem zraku glede tehnike merjenja delcev in določanja velikostnih razredov delcev za standardizirano uporabo v raziskavah.

V raziskavah, v katerih se uporablja metodologija celostnega sklapljanja okoljskih in zdravstvenih podatkov, na natančnost ocene povezanosti med opazovanim zdravstvenim izidom in pojasnjevalnim dejavnikom pomembno vpliva zmožnost dobre in natančne opredelitve izpostavljenosti. Uporaba podatkov posameznih centralnih merilnih postaj lahko vodi do napačne ocene izpostavljenosti posameznikov znotraj opazovane populacije v različnih delih opazovanega območja. Številni dejavniki, ki vplivajo na emisije, transformacijo in disperzijo onesnaževal, prispevajo k prostorski variabilnosti, ki obstaja znotraj urbanih območij. Za natančnejšo oceno izpostavljenosti bo v prihodnje treba ocenjevati izpostavljenost na ravni manjših prostorskih enot, najverjetneje z uporabo modelirnih sistemov za oceno širjenja onesnaževal v zunanjem zraku.

Pri toksičnosti prašnih delcev, tudi UFP, ima ključno vlogo njihova velikost, pri čemer velja, da so manjši delci bolj toksični kot večji delci. Vendar so predhodne raziskave pokazale, da ima pomembno vlogo pri toksičnosti prašnih delcev tudi njihova kemijska sestava. V nadaljnjih raziskavah vpliva UFP na zdravje prebivalcev bo zato ključno upoštevati tudi kemijsko sestavo delcev.

Kot omenjeno že prej, so raziskave na področju onesnaženosti zunanjega zraka v Sloveniji, ki so uporabile metodologijo celostnega sklapljanja okoljskih in zdravstvenih podatkov s ciljem oceniti vpliv onesnaženosti zunanjega zraka na zdravje prebivalstva na populacijski ravni, redke, in to ne glede na to, da je SZO primerne metodologije za tovrstne raziskave priporočila že pred več kot dvema desetletjema. Ugotovitev velja tako za analize časovne povezanosti, še bolj pa za analize prostorske povezanosti onesnaževal zunanjega zraka z zdravstvenimi izidi. Večina dosedanjih raziskav (z

izjemo raziskave v Zasavju) se je omejila na eno onesnaževalo v zunanjem zraku in en zdravstveni izid (obolenja dihal), zajele so krajše časovno obdobje, opazovana populacija je bila manjša in specifična (predvsem otroci). V prihodnjih raziskavah bo zato nujno vključevati hkratne vplive vseh onesnaževal v zunanjem zraku, sezonske in meteorološke dejavnike in tudi druge dejavnike, ki vplivajo na pojavnost preučevanih obolenj (npr. telesno aktivnost, prehranjevalne navade, kajenje, genetske dejavnike ipd.). Le na ta način bo mogoče doseči bolj zanesljive rezultate glede neodvisnega vpliva UFP na zdravje.

Raziskave vpliva UFP v zunanjem zraku na zdravje so relativno novo področje raziskovanja v javnem zdravju, ki bo zaradi svoje kompleksnosti zahtevalo dobro premišljene metodološke okvire in interdisciplinarni pristop.

7 ZAKLJUČEK

Namen raziskave je bil pridobiti kakovostne podatke za načrtovanje in oblikovanje z dokazi podprtih javnozdravstvenih politik na področju varovanja zdravja prebivalcev v povezavi z onesnaženostjo zunanjega zraka. Z raziskavo smo analizirali časovno povezanost med dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni in povprečnimi 24-urnimi koncentracijami UFP v zunanjem zraku ob upoštevanju razpoložljivih motečih dejavnikov (druga onesnaževala, meteorološke in sezonske značilnosti) s ciljem oceniti, ali obstaja povezanost med koncentracijo UFP v zunanjem zraku in dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi izbranih skupin bolezni. Statistično značilne pozitivne povezanosti med koncentracijo UFP vseh velikostnih razredov v zunanjem zraku in dnevnim številom prvih kurativnih obiskov v ZD Ljubljana zaradi bolezni dihal, bolezni obtočil in sladkorne bolezni v starostnih skupinah vse starosti, otroci in starejši nismo mogli dokazati razen za povišane koncentracije $UFP_{0,05-0,07}$ (50 do 70 nm; $p \leq 0,001$) z zamikom 3 dni, ki so bile pozitivno in statistično značilno povezane z višjim dnevnim številom prvih kurativnih obiskov zaradi sladkorne bolezni v ZD Ljubljana v skupini otroci. Zaradi omejitev raziskave bodo za potrditev teh rezultatov sicer potrebne še nadaljnje raziskave. Dodatno je raziskava potrdila, da ima izpostavljenost različnim onesnaževalom v zunanjem zraku (predvsem $PM_{2,5}$, NO_2 , SO_2 in O_3) z različnimi časovnimi zamiki škodljive učinke na zdravje, ki se odrazijo z večjim dnevnim številom obiskov na primarni ravni zdravstvenega varstva v vseh preiskovanih starostnih skupinah.

Raziskava obravnava nekatere pomembne izzive na področju javnega zdravja – tako na področju raziskovanja kakor tudi na področju okoljske in zdravstvene politike Slovenije in drugih držav. Rezultati raziskave kažejo, da obstaja nujna potreba po usklajenih interdisciplinarnih javnozdravstvenih pristopih in aktivnostih za zmanjšanje škodljivih okoljskih dejavnikov s poudarkom na onesnaženosti zunanjega zraka v MOL in širši regiji. Obravnava problematike onesnaženosti zunanjega zraka na nacionalni, regijski in občinski ravni žal še ni dala zadovoljivih rezultatov, saj se je osredotočala na posamezne ukrepe brez upoštevanja širših socialnoekonomskih dejavnikov in brez zadostnega poudarka na preprečevanju onesnaževanja zunanjega zraka in mobilizacije javnosti v ta namen. Jasno je, da ukrepi, omejeni na posamezne občine, regije ali države, čeprav sicer sami po sebi ustrezni in uspešni, ne bodo mogli odpraviti globalnih negativnih učinkov prašnih delcev, tudi UFP, na zdravje. Onesnaženost zraka je ena od škodljivih globalnih posledic nenadzorovane industrializacije in pomanjkanja trajnostnega modela za gospodarski razvoj, pretirane potrošnje in splošne ignorance velikega dela prebivalstva. Vse kaže, da je potrebna korenita redefinicija

trenutne socialnoekonomske paradigme in odločno ukrepanje glede celovite ureditve okoljskih vprašanj. Nekateri dogodki v zadnjih letih so že kazali pozitivne globalne premike v posameznih segmentih, ki pa se v luči postpandemične krize in vojaških spopadov ter posledičnega negativnega vpliva na razvoj zelenega gospodarstva ponovno odmikajo v prihodnost.

ZAHVALA

Na prvem mestu se zahvaljujem spoštovanemu mentorju prof. dr. Ivanu Erženu. Z neskončno potrpežljivostjo in vztrajnostjo me je usmerjal in spodbujal pri delu, mi pomagal pri pridobivanju novih znanj ter s konstruktivno kritiko prispeval h kakovosti doktorske disertacije. Pomagal mi je prebroditi marsikatero težko obdobje, za kar se še posebej zahvaljujem.

Zahvaljujem se tudi spoštovanemu somentorju doc. dr. Daliborju Stanimiroviću, ki je vse od prve zamisli za temo doktorske disertacije z neskončno potrpežljivostjo in nenehnim spodbujanjem ter svojimi izkušnjami pri znanstvenoraziskovalnem delu bistveno prispeval h kakovosti in dokončanju doktorske disertacije.

Zahvaljujem se tudi spoštovani kolegici doc. dr. Andreji Kukec. Brez njenih neprecenljivih izkušenj pri javnozdravstvenem znanstvenoraziskovalnem delu, zlasti na področju metodologije in njene neskončne pripravljenosti odgovarjati na moja vprašanja, te doktorske disertacije ne bi bilo.

Zahvaljujem se spoštovani direktorici Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano Zorici Levačič, ki je podprla mojo željo po doktorskem študiju, mi omogočila ustrezne delovne pogoje in mi tako zelo olajšala delo. Zahvaljujem se ji za vso podporo in spodbudo.

Hvala tudi sodelavcem Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano Matevžu Gobcu, Urošu Lešniku in Andreji Kofol Seliger, kolegom Agencije Republike Slovenije za okolje, kolegom Zdravstvenega doma Ljubljana in kolegom Nacionalnega inštituta za javno zdravje za okoljske, meteorološke in zdravstvene podatke, ki so omogočili pripravo doktorske disertacije.

Zahvaljujem se komisiji za spremljanje doktorskega študenta za usmeritve in konstruktivno kritiko.

Hvala Vam!

LITERATURA

1. Kuček A, Zaletel Kragelj L. (ur.). Kakovost zunanjega zraka: interdisciplinarni pristop k oceni stanja in oblikovanju ter izvajanju ukrepov: zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2016. Pridobljeno 18. 5. 2021 s spletne strani: <http://www.arso.gov.si/novice/datoteke/036334-Zbornik%20Kakovost%20zunanjega%20zraka.pdf>
2. WHO. Air pollution. Pridobljeno 18. 5. 2021 s spletne strani: <https://www.who.int/health-topics/air-pollution>
3. Eržen I, Gajšek P, Hlastan Ribič C, Kuček A, Poljšak B, Zaletel Kragelj L. Zdravje in okolje: izbrana poglavja. Maribor: Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta, 2010. Pridobljeno 18. 5. 2021 s spletne strani: https://www.fzv.um.si/sites/default/files/2018/Zdravje_in_okolje.pdf
4. Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, Daiber A, Münzel T. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *Eur. Heart. J.* 2019, 40, 1590–1596. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz135.
5. WHO, Regional Office for Europe. Noncommunicable diseases and air pollution. WHO European high-level Conference on Noncommunicable diseases. WHO, Regional Office for Europe, 2019 Ashgabat, Turkmenistan. 9.–10. april. Pridobljeno 18. 5. 2021 s spletne strani: https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/397787/Air-Pollution-and-NCDs.pdf
6. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project, technical report. Copenhagen: WHO, Regional Office for Europe, 2013. Pridobljeno 18. 5. 2021 s spletne strani https://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf
7. EEA Report No. 10/2019. Air quality in Europe – 2019 report. Pridobljeno 13. 5. 2021 s spletne strani: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>
8. Diaz E, Marien K, Manahan L, Fox J. Summary of Health Research on Ultrafine Particles. Washington State Department of Health, 2019. Pridobljeno 18. 5. 2021 s spletne strani: <https://www.doh.wa.gov/Portals/1/Documents/4000/334-454.pdf>
9. Hussein T, Puustinen A, Aalto PP, Mäkelä JM, Hämeri K, Kulmala, M. Urban aerosol number size distributions. *Atmos. Chem. Phys.* 2004; 4: 391–411.

10. Shi JP, Evans DE, Khan AA, Harrison RM. Sources and concentration of nanoparticles (< 10 nm diameter) in the urban atmosphere. *Atmos. Env.* 2001; 35: 1193–1202.
11. Baldauf RW, Devlin RB, Gehr P, Giannelli R, Hassett-Sipple B, Jung H, Martini G, McDonald J, Sacks J, Walker K. Ultrafine particle metrics and research considerations: Review of the 2015 UFP workshop. *Int. J. Env. Res. Public Health* 2016; 13: 1054.
12. Manigrasso M, Natale C, Vitali M, Protano C, Avino P. Pedestrians in Traffic Environments: Ultrafine Particle Respiratory Doses. *Int. J. Env. Res. Public Health* 2017; 14, 288. DOI: 10.3390/ijerph14030288ž.
13. Marcias G, Fostinelli J, Catalani S, Uras M, Sanna AM, Avataneo G, De Palma G, Fabbri D, Paganelli M, Lecca LI et al. Composition of Metallic Elements and Size Distribution of Fine and Ultrafine Particles in a Steelmaking Factory. *Int. J. Env. Res. Public Health* 2018; 15: 1192. DOI: 10.3390/ijerph15061192.
14. Hoek G, Krishnan RM, Beelen R, Peters A, Ostro B, Brunekreef B, Kaufman JD. Long-term air pollution exposure and cardiorespiratory mortality: A review. *Environ. Health.* 2013; 12: 43. DOI: 10.1186/1476-069X-12-43.
15. Lu F, Xu D, Cheng Y, Dong S, Guo C, Jiang X, Zheng X. Systematic review and meta-analysis of the adverse health effects of ambient PM_{2.5} and PM₁₀ pollution in the Chinese population. *Environ. Res.* 2015; 136: 196–204.
16. Mustafic H, Jabre P, Caussin C, Murad MH, Escolano S, Tafflet M, Perier MC, Marijon E, Vernerey D, Empana JP. et al. Main air pollutants and myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis. *J. Am. Med. Assoc.* 2012; 307(7): 713–721. DOI: 10.1001/jama.2012.126.
17. Shah AS, Langrish JP, Nair H, McAllister DA, Hunter AL, Donaldson K, Newby DE, Mills NL. Global association of air pollution and heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2013; 382: 1039–1048.
18. Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R, Samoli E, Stafoggia M, Weinmayr G, Hoffmann B, Fischer P, Nieuwenhuijsen MJ, Brunekreef B. et al. 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.* 2013; 14: 813–822. DOI: 10.1016/S1470-2045(13)70279-1.
19. Cesaroni G, Forastiere F, Stafoggia M, Andersen ZJ, Badaloni C, Beelen R, Caracciolo B, De Faire U, Erbel R, Eriksen KT. et al. Long term exposure to ambient air pollution and incidence of acute coronary events: Prospective cohort study and meta-analysis in 11 European cohorts from the ESCAPE Project. *BMJ* 2014; 348: f7412.

20. Beelen R, Raaschou-Nielsen, O, Stafoggia M, Andersen ZJ, Weinmayr G, Hoffmann B, Wolf K, Samoli E, Fischer P, Nieuwenhuijsen M. et al. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: An analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet* 2014; 383: 785–795. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)62158-3.
21. Brook RD, Rajagopalan S, Pope, CA, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, Holguin F, Hong Y, Luepker RV, Mittleman MA. et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2010; 121: 2331–2378.
22. Rajagopalan S, Brook RD. Air pollution and type 2 diabetes: Mechanistic insights. *Diabetes* 2012; 61: 3037–3045.
23. Liu C, Ying Z, Harkema J, Sun Q, Rajagopalan S. Epidemiological and experimental links between air pollution and type 2 diabetes. *Toxicol Pathol* 2013; 41(2): 361–73. DOI: 10.1177/0192623312464531.
24. Liu C, Xu X, Bai Y, Tse-Yao W, Rao X, Wang A, Sun L, Ying Z, Gushchina L, Maisseyeu A. et al. Air pollution-mediated susceptibility to inflammation and insulin resistance: Influence of CCR2 pathways in mice. *Environ. Health Perspect.* 2014; 122: 17–26.
25. Zheng Z, Xu X, Zhang X, Wang A, Zhang C, Hüttemann M, Grossman LI, Chen LC, Rajagopalan S, Sun Q. et al. Exposure to ambient particulate matter induces a NASH-like phenotype and impairs hepatic glucose metabolism in an animal model. *J. Hepatol.* 2013; 58: 148–154.
26. Sun Q, Yue P, Deiuliis JA, Lumeng CN, Kampfrath T, Mikolaj MB, Cai Y, Ostrwski MC, Lu B, Parthasarathy S. et al. Ambient air pollution exaggerates adipose inflammation and insulin resistance in a mouse model of diet-induced obesity. *Circulation* 2009; 119(4): 538–546. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.799015.
27. Li Y, Xu L, Shan Z, Teng W, Han C. Association between air pollution and type 2 diabetes: An updated review of the literature. *TherAdv Endocrinol Metab.* 2019; 10: 1–15. DOI: 10.1177/2042018819897046.
28. Park SK, Wang W. Ambient Air Pollution and Type 2 Diabetes: A Systematic Review of Epidemiologic Research. *Curr. Env. Health Rep.* 2014; 1: 275–286.
29. Wang B, Xu D, Jing Z, Liu D, Yan S, Wang Y. Effect of long-term exposure to air pollution on type 2 diabetes mellitus risk: A systemic review and meta-analysis of cohort studies. *Eur. J. Endocrinol.* 2014; 171(5): R173–R182. DOI: 10.1530/EJE-14-0365.

30. Eze IC, Hemkens LG, Bucher HC, Hoffmann B, Schindler C, Künzli N, Schilowski T, Probst-Hensch NM. Association between ambient air pollution and diabetes mellitus in Europe and North America: Systematic review and meta-analysis. *Env Health Perspect.* 2015; 123: 381–389.
31. He D, Wu S, Zhao H, Qiu H, Fu Y, Li X, He Y. Association between particulate matter 2.5 and diabetes mellitus: A meta-analysis of cohort studies *J. Diabetes Investig.* 2017; 8: 687–696. DOI: 10.1111/jdi.12631.
32. Yang BY, Qian ZM, Li S, Chen G, Bloom MS, Elliott M, Syberg KW, Heinrich J, Markevych I, Wang SQ. et al. Ambient air pollution in relation to diabetes and glucose-homoeostasis markers in China: A cross-sectional study with findings from the 33 Communities Chinese Health Study. *Lancet Planet Health* 201; 2: e64-e73. DOI: 10.1016/S2542-519630001-9.
33. Kreyling WG, Semmler-Behnke M, Möller, W. Ultrafine particle-lung interactions: Does size matter? *J. Aerosol. Med.* 2006; 19: 74–83.
34. Li N, Georas S, Alexis N, Fritz P, Xia T, Williams MA, Horner E, Nel A. A work group report on ultrafine particles (AAAAI) why ambient ultrafine and engineered nanoparticles should receive special attention for possible adverse health outcomes in humans. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2016; 138: 386–396.
35. Li N, Sioutas C, Cho A, Schmitz D, Misra C, Sempf J, Wang M, Oberley T, Froines J, Nel A. Ultrafine particulate pollutants induce oxidative stress and mitochondrial damage. *Env. Health Perspect.* 2003; 111: 455–460. DOI: 10.1289/ehp.6000.
36. Bhargava A, Tamrakar S, Aglawe A, Lad H, Srivastava RK, Mishra DK, Tiwri R, Chaudhury K, Goryacheva IY, Mishra PK. Ultrafine particulate matter impairs mitochondrial redox homeostasis and activates phosphatidylinositol 3-kinase mediated DNA damage responses in lymphocytes. *Environ. Pollut.* 2018; 234: 406–419. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.11.093.
37. Cheng H, Saffari A, Sioutas C, Forman HJ, Morgan TE, Finch CE. Nano-scale particulate matter from urban traffic rapidly induces oxidative stress and inflammation in olfactory epithelium with concomitant effects on brain. *Environ. Health Perspect.* 2016; 124: 1537–1546. DOI: 10.1289/EHP134.
38. Tyler CR, Zychoowski KE, Snchez BN, Rivero V, Lucas S, Herbert G, Liu J, Irshad H, McDonald JD, Bleske BE. et al. Surface area-dependence of gas-particle interactions influences pulmonary and neuroinflammatory outcomes. *Part. Fibre Toxicol.* 2016; 13: 64. DOI: 10.1186/s12989-016-0177-x.

39. Zhang H, Liu H, Davies KJA, Siutas C, Finch CE, Morgan TE, Forman HJ. Nrf2-regulated phase II enzymes are induced by chronic ambient nanoparticle exposure in young mice with age-related impairments. *Free Radic. Biol. Med.* 2012; 52: 2038–2046. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2012.02.042.
40. Seagrave J, Campen MJ, McDonald JD, Mauderly JL, Rohr AC. Oxidative stress, inflammation, and pulmonary function assessment in rats exposed to laboratory-generated pollutant mixtures. *J. Toxicol. Environ. Health* 2008; 71: 1352–1362. DOI: 10.1080/15287390802271566.
41. Weissenberg A, Sydlik U, Peuschel H, Schroeder P, Schneider M, Schins RPF, Abel J, Unfried K. Reactive oxygen species as mediators of membrane-dependent signaling induced by ultrafine particles. *Free Radic. Biol. Med.* 2010; 49: 597–605. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2010.05.011.
42. Morgan TE, Davis DA, Iwata N, Tanner JA, Snyder D, Ning Z, Kam W, Hsu YT, Winkler JW, Chn JC. et al. Glutamatergic neurons in rodent models respond to nanoscale particulate urban air pollutants in vivo and in vitro. *Environ. Health Perspect.* 2011; 119: 1003–1009. DOI: 10.1289/ehp.1002973.
43. Kleinman MT, Araujo J, Nel A, Siutas C, Campbell A, Cong PQ, Li H, Bondy SC. Inhaled ultrafine particulate matter affects CNS inflammatory processes and may act via MAP kinase signaling pathways. *ToxicolLett.* 2008; 178: 127–130. DOI: 10.1016/j.toxlet.2008.03.001.
44. Allen JL, Liu X, Weston D, Prince L, Oberdörster G, Finkelstein JN, Johnston CJ, Cory-Slechta DA. Developmental exposure to concentrated ambient ultrafine particulate matter air pollution in mice results in persistent and sex-dependent behavioral neurotoxicity and glial activation. *Toxicol. Sci.* 2014; 140: 160–178. DOI: 10.1093/toxsci/kfu059.
45. Woodward NC, Pakbin P, Saffari A, Shirmohammadi F, Haghani A, Sioutas C, Cacciottolo M, Morgan TE, Caleb EF. Traffic-related air pollution impact on mouse brain accelerates myelin and neuritic aging changes with specificity for CA1 neurons. *Neurobiol. Aging*, 2017; 53: 48–58. DOI: 10.1016/j.neurobiolaging.2017.01.007.
46. Klocke C, Allen JL, Sobolewski M, Mayer-Pröschel M, Blum JL, Lauterstein D, Zelikoff JT, Cory-Slechta DA. Neuropathological Consequences of Gestational Exposure to Concentrated Ambient Fine and Ultrafine Particles in the Mouse. *Toxicol. Sci.* 2017; 156: 492–508. DOI: 10.1093/toxsci/kfx010.

47. Allen JL, Conrad K, Oberdörster G, Johnston CJ, Sleezer B, Cory-Slechta DA. Developmental exposure to concentrated ambient particles and preference for immediate reward in mice. *Environ. Health Perspect.* 2013; 121: 32–38. DOI: 10.1289/ehp.1205505.
48. Davis DA, Bortolato M, Godar SC, Sander TK, Iwata N, Pakbin P, Shih JC, Berhane K, McConnell R, Siutas C, Finch CE, Morgan TE. Prenatal exposure to urban air nanoparticles in mice causes altered neuronal differentiation and depression-like responses. *PLoS ONE* 2013; 8: e64128. DOI: 10.1371/journal.pone.0064128.
49. Fonken LK, Xu X, Weil ZM, Chen G, Sun Q, Rajagopalan S, Nelson RJ. Air pollution impairs cognition, provokes depressive-like behaviors and alters hippocampal cytokine expression and morphology. *Mol. Psychiatry* 2011; 16: 987–995, 973. DOI: 10.1038/mp.2011.76.
50. Suzuki T, Oshio S, Iwata M, Saburi H, Odagiri T, Udagawa T, Sugawara I, Umezawa M, Takeda K. In utero exposure to a low concentration of diesel exhaust affects spontaneous locomotor activity and monoaminergic system in male mice. *Part Fibre Toxicol.* 2010; 7: 7. DOI: 10.1186/1743-8977-7-7.
51. Li N, Harkema JR, Lewandowski RP, Wang M, Bramble LA, Gookin GR, Ning Z, Kleinman MT, Sioutas C, Nel AE. Ambient ultrafine particles provide a strong adjuvant effect in the secondary immune response: Implication for traffic-related asthma flares. *Am. J. Physiol. Lung Cell Mo. Physiol.* 2010; 299: 374–383. DOI: 10.1152/ajplung.00115.2010.
52. Kleinman M, Hamade A, Meacher D, Oldham M, Sioutas C, Chakrabarti B, Stram D, Froines JR, Cho AK. Inhalation of concentrated ambient particulate matter near a heavily trafficked road stimulates antigen-induced airway responses in mice. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2005; 55: 1277–1288. DOI: 10.1080/10473289.2005.10464727.
53. Saleh Y, Antherieu S, Dusautoir R, Alleman LY, Sotty J, De Sousa C, Platel A, Perdrix E, Riffault V, Fronval I. et al. Exposure to Atmospheric Ultrafine Particles Induces Severe Lung Inflammatory Response and Tissue Remodeling in Mice. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019; 16: 1210. DOI: 10.3390/ijerph16071210.
54. Li C, Li X, Jigami J, Hasegawa C, Suzuki AK, Zhang Y, Fujitani Y, Nagaoka K, Watanabe G, Taya K. Effect of nanoparticle-rich diesel exhaust on testosterone biosynthesis in adult male mice. *Inhal. Toxicol.* 2012; 24: 599–608. DOI: 10.3109/08958378.2012.702140.
55. Laurent O, Hu J, Li L, Cockburn M, Escobedo L, Kleeman MJ, Wu J. Sources and contents of air pollution affecting term low birth weight in Los Angeles County, California, 2001–2008. *Environ. Res.* 2014; 134: 488–495. DOI: 10.1016/j.envres.2014.05.003.

56. Laurent O, Hu J, Li L, Kleeman MJ, Bartell SM, Cockburn M, Ecsobedo L, Wu J. A statewide nested case-control study of preterm birth and air pollution by source and composition: California, 2001–2008. *Environ. Health Perspect.* 2016; 124: 1479–1486. DOI: 10.1289/ehp.1510133.
57. Chang YC, Cole TB, Costa LG. Prenatal and early-life diesel exhaust exposure causes autism-like behavioral changes in mice. *Part. Fibre Toxicol.* 2018; 15: 18.
58. Bourdon M, Torres-Rovira L, Monniaux D, Faure C, Levy R, Tarrade A, Rousseau-Ralliard D, Chavatte-Palmer P, Jolivet G. Impact of a gestational exposure to diesel exhaust on offspring gonadal development: Experimental study in the rabbit. *J. Dev. Orig. Health Dis.* 2018; 9: 519–529. DOI: 10.1017/S2040174418000351.
59. U. S. EPA. Integrated Science Assessment (ISA) For Particulate Matter (Final Report, Dec 2009). U. S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-08/139F, 2009. Pridobljeno 14. 5. 2021 s spletne strani: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=216546>
60. Ohlwein S, Kappeler R, Kutlar JM, Künzli N, Hoffmann B. Health effects of ultrafine particles: A systematic literature review update of epidemiological evidence. *Int. J. Public Health* 2019; 64: 547–559. DOI: 10.1007/s00038-019-01202-7.
61. HEI Review Panel on Ultrafine Particles, Understanding the Health Effects of Ambient Ultrafine Particles. HEI Perspectives 3. 2013, Health Effects Institute: Boston, MA. Pridobljeno 14. 5. 2021 s spletne strani: <https://www.healtheffects.org/publication/understanding-health-effects-ambient-ultrafine-particles>.
62. Pekannen J, Pearce N. Environmental Epidemiology: Challenges and Opportunities. *Environ. Health Perspect.* 2001; 109(1): 1–5. DOI: 10.1289/ehp.011091.
63. HEADLAMP, World Health Organization. Office of Global and Integrated Environmental Health, United Nations Environment Programme & United States. Environmental Protection Agency. (1996). Linkage methods for environment and health analysis: general guidelines: a report of the Health and Environment Analysis for Decision-making (HEADLAMP) project. World Health Organization. Pridobljeno 21. 5. 2021 s spletne strani: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/62988>
64. HEADLAMP, Corvalán C, Nurminen M, Pastides H. World Health Organization. Office of Global and Integrated Environmental Health. (1997). Linkage methods for environment and health analysis: technical guidelines: a report of the Health and Environment Analysis for Decision-making (HEADLAMP) project / edited by Corvalán C, Nurminen M,

- Pastides H. World Health Organization. Pridobljeno 21. 5. 2021 s spletne strani: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/63490>
65. Galičič A, Zaletel Kragelj L, Kušec A. Epidemiološke raziskave vpliva onesnaženosti zunanjega zraka na zdravje v Sloveniji; sistematični pregled. V: Kakovost zunanjega zraka: interdisciplinarni pristop k oceni stanja in oblikovanju ter izvajanju ukrepov: zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2016. Pridobljeno 18. 5. 2021 s spletne strani: <http://www.arso.gov.si/novice/datoteke/036334-Zbornik%20Kakovost%20zunanjega%20zraka.pdf>
 66. Ljubljana v številkah. Pridobljeno 24. 5. 2021 s spletne strani: <https://www.ljubljana.si/sl/o-ljubljani/ljubljana-v-stevilkah/>
 67. Population by age and sex, municipalities, Slovenia, half-yearly. The Statistical Office of the Republic of Slovenia (SURS). Pridobljeno 15. 5. 2020 s spletne strani: https://pxweb.stat.si/SiStatDb/pxweb/en/10_Dem_soc/10_Dem_soc_05_prebivalstvo_10_stevilo_preb_20_05C40_prebivalstvo_obcine/05C4002S.px/
 68. Čermelj S. (ured.). Stanje okolja v Mestni občini Ljubljana. Poročilo 2014–2017. Mestna občina Ljubljana, 2018. Pridobljeno 24. 5. 2021 s spletne strani: <https://www.ljubljana.si/assets/Uploads/MOL-Porocilo-o-stanju-okolja-2018-za-objavo.pdf>
 69. WHO. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (ICD-10). Pridobljeno 15. 5. 2021 s spletne strani: <https://icd.who.int/browse10/2010/en>
 70. UFIREG. Data collection and methods. Report. Dresden: Technische Universität Dresden, 2014. Pridobljeno 15. 5. 2020 s spletne strani: http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/UFIREG_Handbook_2014_final.pdf
 71. ARSO. Agencija Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno 14. 11. 2019 s spletne strani: <https://www.arso.gov.si>. Osebna komunikacija.
 72. Zbirka 2-urnih koncentracij cvetnega prahu. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano). Pridobljeno 1. 8. 2019 s spletne strani: <https://www.nlzoh.si>. Osebna komunikacija.
 73. Epidemiološko spremljanje nalezljivih bolezni. Nacionalni inštitut za javno zdravje. Pridobljeno 15. 5. 2020 s spletne strani: <https://www.nijz.si/sl/epidemiolosko-spremljanje-nalezljivih-bolezni-letna-in-cetrletna-porocila>
 74. Morgenstern H, Thomas D. Principles of study design in environmental epidemiology. *Env. Health Perspect.* 1993; 101: 23–38.

75. De Souza Tadano Y, Ugaya CML, Franco AT. Methodology to assess air pollution impact on human health using the generalized linear model with Poisson Regression. V: Khare M. (Ur.). Air Pollution-Monitoring, Modelling and Health. Rijeka: In Tech, 2012.
76. Cox S, West SG, Aiken LS. The analysis of count data: a gentle introduction to poisson regression and its alternatives. *J. Pers. Assess.* 2009; 91: 121–36. DOI: 10.1080/00223890802634175.
77. Bhaskaran K, Gasparrini A, Shakoor H, Smeeth L, Armstrong B. Time series regression studies in environmental epidemiology. *Int. J. Epidemiol.* 2013; 42: 1187–1195.
78. Parodi S, Bottarelli E. Poisson regression model in epidemiology – an introduction. *Ann Fac. Medic. Vet. di Parma.* 2006; 26: 25–44.
79. Bender R. Introduction to the use of regression models in epidemiology. *Methods Mol. Biol.* 2002; 471: 179–95. DOI: 10.1007/978-1-59745-416-2_9.
80. Farkaš Lainščak J, Zaletel Kragelj L, Kučec A, Bizjak M, Poljšak B, Jereb G, Fink R, Zadnik V, Košnik M, Močnik G. Študija celostnega sklapljanja zdravstvenih in okoljskih podatkov v Zasavju kot model študije za podporo pri oblikovanju in izvajanju medsektorskih politik s področja okolja in zdravja. Šifra projekta: V3 – 1049. Končno poročilo. Ljubljana, 2012.
81. Metodološko navodilo ZUBSTAT – Obiski in napotitve ter bolezni in stanja 2013–2017. Nacionalni inštitut za javno zdravje. Pridobljeno 28. 6. 2021 s spletne strani: <https://www.nijz.si/sl/podatki/zunajbolnisnicna-zdravstvena-dejavnost-zubstat>
82. Leitte AM, Schlink U, Herbarth O, Wiedensohler A, Pan XC, Hu M. et al. Associations between size-segregated particle number concentrations and respiratory mortality in Beijing, China. *Int. J. Environ. Health Res.* 2012; 22: 119–133. <https://doi.org/10.1080/09603123.2011.605878>.
83. Meng X, Ma YJ, Chen RJ, Zhou ZJ, Chen BH, Kan HD. Sizefractionated particle number concentrations and daily mortality in a Chinese city. *Environ. Health Perspect.* 2013; 121: 1174–1178. <https://doi.org/10.1289/ehp.1206398>.
84. Stafoggia M, Schneider A, Cyrys J, Samoli E, Andersen ZJ, Bedada GB. et al. Association between short-term exposure to ultrafine particles and mortality in eight European urban areas. *Epidemiology* 2017; 28: 72–180. <https://doi.org/10.1097/ede.0000000000000599>.
85. Lanzinger S, Schneider A, Breitner S, Stafoggia M, Erzen I, Dostal M. et al. Associations between ultrafine and fine particles and mortality in five central European cities – results from the UFIREG study. *Environ. Int.* 2016; 88: 44–52. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.006>.

86. Samoli E, Atkinson RW, Analitis A, Fuller GW, Beddows D, Green DC. et al. Differential health effects of short-term exposure to source-specific particles in London, UK. *Environ. Int.* 2016; 97: 246–253. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.09.017>.
87. Su C, Hampel R, Franck U, Wiedensohler A, Cyrus J, Pan X. et al. Assessing responses of cardiovascular mortality to particulate matter air pollution for pre-, during- and post-2008 Olympics periods. *Environ. Res.* 2015; 142: 112–122. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.06.025>.
88. Wolf K, Schneider A, Breitner S, Meisinger C, Heier M, Cyrus J. et al. Associations between short-term exposure to particulate matter and ultrafine particles and myocardial infarction in Augsburg, Germany. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2015; 218: 535–542. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2015.05.002>.
89. Galičič A, Kranjec N. Vpliv ultrafinih delcev v ozračju na bolezni dihal pri prebivalcih Mestne občine Ljubljana. Raziskovalna naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta., 2015
90. Diaz-Robles LA, Fu JS, Vergara-Fernandez A, Etcharren P, Schiappacasse LN, Reed GD, Silva MP. Health risks caused by short term exposure to ultrafine particles generated by residential wood combustion: a case study of Temuco, Chile. *Environ. Int.* 2014; 66: 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.01.017>.
91. Evans KA, Halterman JS, Hopke PK, Fagnano M, Rich DQ. Increased ultrafine particles and carbon monoxide concentrations are associated with asthma exacerbation among urban children. *Environ. Res.* 2014; 129: 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2013.12.001>.
92. Lanzinger S, Schneider A, Breitner S, Stafoggia M, Erzen I, Dostal M. et al. Ultrafine and Fine Particles and Hospital Admissions in Central Europe – results from the UFIREG study. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2016; 194(10): 1233–1241. DOI: 10.1164/room.201510-2042OC.
93. Šimac N. Onesnaženost zraka z ozonom na Goriškem – ocean vplivov na zdravje ljudi. Specialistična naloga. Nova Gorica: Zavod za zdravstveno varstvo Nova Gorica, 2008
94. Rems Novak MM. Effects of air pollution with ozone on primary health care consultations for upper respiratory tract diseases in children in Koper municipality. Magistrsko delo. Nova Gorica: Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za podiplomski študij, 2013.
95. Rems Novak MM, Kuček A, Krek M. et al. Effects of ozone on consultations for asthma in children in Koper municipality: A time trend study. *Sanitarno inženirstvo* 2014; 8(1): 4–15.

96. Kučec A. An environmental model for the relationship between air pollution and respiratory diseases in children – the Zasavje case. Doktorska disertacija. Nova Gorica: Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za podiplomski študij, 2013.
97. Kučec A, Erzen I, Farkas J. et al. Impact of air pollution with PM₁₀ on primary health care consultations for respiratory diseases in children in Zasavje, Slovenia: a time trend study. *Zdrav. Var.* 2014; 53(1): 55–68.
98. Kučec A, Jereb G, Zaletel-Kragelj L, Farkaš-Lainščak J, Bizjak M, Eržen, I. Kakovost zunanjega zraka kot determinanta zdravja. Sanitarno inženirstvo [na spletu]. 2014. Vol. Special edition, p. 4–18. Pridobljeno 5.4.2023 s spletne strani: <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=113027>
99. Gardner B, Ling F, Hopke PK, Frampton MW, Utell MJ, Zareba W. et al. Ambient fine particulate air pollution triggers ST elevation myocardial infarction, but not non-ST elevation myocardial infarction: a case-crossover study. *Part Fibre Toxicol.* 2014; 11: 1 <https://doi.org/10.1186/1743-8977-11-1>.
100. Rosenthal FS, Kuisma M, Lanki T, Hussein T, Boyd J, Halonen JI, Pekkanen J. Association of ozone and particulate air pollution with out-of-hospital cardiac arrest in Helsinki, Finland: evidence for two different etiologies. *J. Expo Sci. Environ. Epidemiol.* 2013; 23: 281–288. <https://doi.org/10.1038/jes.2012.121>.
101. Bai L, Chen H, Hatzopoulou M, Jerrett M, Kwong JC, Burnett RT, Van Donkelaar A, Copes R, Martin RV, Van Ryswyk K. et al. Exposure to Ambient Ultrafine Particles and Nitrogen Dioxide and Incident Hypertension and Diabetes. *Epidemiology* 2018; 29: 323–332.
102. Karotki DG, Bekö G, Clausen G, Madsen AM, Andersen ZJ, Massling A, Ketzel M, Ellermann T, Lund R, Sigsgaard T. et al. Cardiovascular and lung function in relation to outdoor and indoor exposure to fine and ultrafine particulate matter in middle-aged subjects. *Environ. Int.* 2014; 73: 372–381.
103. Li Y, Lane KJ, Corlin L, Patton AP, Durant JL, Thanikachalam M, Woodin M, Wang M, Brugge D. Association of Long-Term Near-Highway Exposure to Ultrafine Particles with Cardiovascular Diseases, Diabetes and Hypertension. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017; 14: 461.
104. WHO. Effects of air pollution on children's health and development: a review of the evidence. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2005. Pridobljeno 8.9.2023 s spletne strani: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107652>.

105. Dos Santos Silva I. Cancer Epidemiology: Principles and Methods. Lyon: IARC. 1999. Pridobljeno 8.9.2023 s spletne strani: <https://publications.iarc.fr/Non-Series-Publications/Other-Non-Series-Publications/Cancer-Epidemiology-Principles-And-Methods-1999>.
106. Johansson C, Norman M, Gidhagen L. Spatial & temporal variations of PM10 and particle number concentrations in urban air. *Environ. Monit. Assess.* 2007; 127: 477–487.
107. Cyrus J, Pitz M, Heinrich J, Wichmann HE, Peters A. Spatial and temporal variation of particle number concentration in Augsburg, Germany. *Sci. Total Environ.* 2008; 401: 168–175.
108. Birmili W, Tomsche L, Sonntag A, Opelt C, Weinhold K, Nordmann S, Schmidt W. Variability of aerosol particles in the urban atmosphere of Dresden (Germany): Effects of spatial scale and particle size. *Meteorol. Z.* 2013; 22: 195–211.
109. Kakovost zraka V Sloveniji v letu 2021. Agencija Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno 5.3.2023 s spletne strani: https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Letno_porocilo_2021_Final.pdf
110. Weinmayr G, Hennig F, Fuks K, Nonnemacher M, Jacobs H, Möhlenkamp S, Erbel R, Jöckel KH, Hoffman B, Moebus S. Long-term exposure to fine particulate matter and incidence of type 2 diabetes mellitus in a cohort study: Effects of total and traffic-specific air pollution. *Environ. Health* 2015; 14: 53.
111. Strak M, Janssen N, Beelen R, Schmitz O, Vaartjes I, Karssenberg D, Van den Brink C, Bots ML, Dijst M, Brunekreef B. et al. Long-term exposure to particulate matter, NO2 and the oxidative potential of particulates and diabetes prevalence in a large national health survey. *Environ. Int.* 2017; 108: 228–236.
112. Sun S, Qiu H, Ho KF, Tian L. Chemical components of respirable particulate matter associated with emergency hospital admissions for type 2 diabetes mellitus in Hong Kong. *Environ. Int.* 2016; 97: 93–99.
113. Zanobetti A, Franklin M, Koutrakis P, Schwartz J. Fine particulate air pollution and its components in association with cause-specific emergency admissions. *Environ. Health* 2009; 8: 58.
114. Paulin S, Nadrag P, Kelšin N, Truden-Dobrin P, Korošec A, Simončič M, Zaletel M, Zupanc I, Eržen I, Zaletel J. et al. Ožji nabor kazalnikov za spremljanje obvladovanja sladkorne bolezni v Sloveniji. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2019. Pridobljeno 24. 6. 2020 s spletne strani: <https://www.nijz.si/>

115.IDF Diabetes Atlas. Ninth Edition. 2019. Pridobljeno 25. 6. 2020 s spletne strani:
<https://www.diabetesatlas.org>