



Ocena ranljivosti za okolje Šaleške doline

Poročilo



December, 2012



Naslov poročila: **Ocena ranljivosti za okolje Šaleške doline**

Naslov projekta: **Take a Breath! Adaptation actions to reduce adverse health impacts of air pollution (TAB), oznaka projekta: 3CE356P3**

Financer: **Evropski sklad za regionalni razvoj (ERDF)**

Izvajalca: **ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o.
Mestna občina Velenje**

Odgovorni nosilki: **doc dr. Samar Al Sayegh Petkovšek (ERICo d.o.o.)
Alenka Iršič (MO Velenje)**

Avtorji poročila: **doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek, univ. dipl. biol.
dr. Zdenka Mazej Grudnik, univ. dipl. biol.
mag. Klara Orešnik, univ. dipl. kem.
dr. Ida Jelenko, univ. dipl. geog.
Alenka Iršič, dipl. varst. (UN)**

Zunanji sodelavci: **dr. Tamas Pandics (NIEH, Budimpešta)
dr. Anna Paldy (NIEH, Budimpešta)**

Vodja oddelka: **doc. dr. Boštjan Pokorny, univ. dipl. inž. gozd.**

Datum: 7.12.2012

ERICo d.o.o:

mag. Marko Mavec, direktor

KAZALO VSEBINE

1 UVOD IN PREDSTAVITEV PROJEKTA.....	11
2 METODOLOGIJA.....	13
3 KAKOVOST ZRAKA V ŠALEŠKI DOLINI	15
3.1 PREBIVALSTVO IN KLIMATOLOŠKE ZNAČILNOSTI ŠALEŠKE DOLINE.....	15
3.2 IZPOSTAVLJENOST ZRAČNIM ONESNAŽILOM V OBDOBJU 2006-2010	16
3.2.1 VPLIV ZRAČNIH ONESNAŽIL NA ZDRAVJE LJUDI.....	17
3.2.1.1 Žveplov dioksid (SO ₂).....	17
3.2.1.2 Dušikov oksid (NO _x)	17
3.2.1.3 Ozon (O ₃)	18
3.2.1.4 Prašni delci (PM).....	18
3.2.2 VIRI ZRAČNIH ONESNAŽIL V ŠALEŠKI DOLINI.....	20
3.2.2.1 Industrija.....	20
3.2.2.2 Promet	24
3.2.2.3 Individualna kurišča	25
3.2.3 KONCENTRACIJE ZRAČNIH ONESNAŽIL V ŠALEŠKI DOLINI	27
3.2.3.1 Slovenska zakonodaja na področju kakovosti zunanjega zraka	27
3.2.3.2 Žveplov dioksid.....	29
3.2.3.3 Dušikovi oksidi.....	31
3.2.3.4 Ozon	32
3.2.3.5 Prašni delci PM ₁₀	33
3.3 PRIMERJAVA Z OSTALIMI OBMOČJI V SLOVENIJI.....	35
3.3.1 EMISIJE ZRAČNIH ONESNAŽIL	35
3.3.2 KAKOVOST ZRAKA V SLOVENIJI V OBDOBJU 2006-2010.....	37
3.4 PRIMERJAVA Z NEKATERIMI IZBRANIMI REGIJAMI V CENTRALNI EVROPI. 39	39
4 UMRLJIVOST V ŠALEŠKI DOLINI	41
4.1 DEMOGRAFSKA IN VITALNA STATISTIKA.....	41
4.2 UMRLJIVOST V ŠALEŠKI DOLINI.....	43
4.2.1 ŠTEVILO UMRLIH IN SPLOŠNA UMRLJIVOST V ŠALEŠKI DOLINI.....	43

4.2.2 SPECIFIČNA UMRLJIVOST ZARADI VSEH BOLEZNI BREZ ZUNANJIH VZROKOV, ZARADI BOLEZNI SRCA IN OŽILJA, BOLEZNI DIHAL TER RAKA SAPNIKA, SAPNIC IN PLJUČ, PO SPOLU IN STAROSTNIH SKUPINAH	44
4.2.3 STAROSTNO STANDARDIZIRANA UMRLJIVOST V ŠALEŠKI DOLINI V PRIMERJAVI Z UMRLJIVOSTJO V DRUGIH OBMOČJIH SLOVENIJ.....	47
4.2.4 UMRLJIVOST V ŠALEŠKI DOLINI V PRIMERJAVI Z UMRLJIVOSTJO V NEKATERIH DRUGIH OBMOČJIH CENTRALNE EVROPE.....	53
4.3 OCENA VPLIVA ZMANJŠEVANJA ONESNAŽENJA NA UMRLJIVOST	54
4.3.1 POMEMBNEJŠE RAZISKAVE VPLIVA IZPOSTAVLJENOSTI ZRAČNIM ONESNAŽILOM NA ZDRAVJE LJUDI.....	54
4.3.2 OCENA VPLIVA IZPOSTAVLJENOSTI DELCEM PM ₁₀ IN OZONU PREBIVALCEV ŠALEŠKE DOLINE.....	57
4.3.2.1 Ocena morebitne smrtnosti zaradi presežene mejne vrednosti za PM ₁₀ (50 µg/m ³).....	58
4.3.2.2 Kratkoročne napovedi za oceno vplivov presežnih vrednosti PM ₁₀ na smrtnost ljudi....	59
4.3.2.3 Dolgoročne napovedi za oceno vplivov presežnih vrednosti PM _{2,5} na smrtnost ljudi....	59
4.3.3 PRIMERJAVA VPLIVA IZPOSTAVLJENOSTI DELCEM PM ₁₀ PREBIVALCEV ŠALEŠKE DOLINE Z IZBRANIMI REGIJAMI V SREDNJI EVROPI.....	61
5 ZAKLJUČKI.....	63
6 LITERATURA	65

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Skupne emisije SO ₂ , NO ₂ in skupnega prahu (t/leto) iz industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).....	21
Preglednica 2: Emisije SO ₂ (kg/leto) iz posameznih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).....	21
Preglednica 3: Emisije NO ₂ (kg/leto) iz posameznih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).....	22
Preglednica 4: Emisije skupnega prahu (kg/leto) iz posameznih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).....	23
Preglednica 5: Mejne, alarmne, dopustne in ciljne vrednosti za SO ₂ , NO ₂ , O ₃ in delce PM ₁₀ (Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 9/11)).....	28
Preglednica 6: Raven koncentracij različnih onesnažil v letih 2006 in 2010 (z – varovanje zdravja, e – zaščita ekosistemov, v – varstvo rastlin) (ARSO, 2007, 2011).....	38
Preglednica 7: Prikaz dnevni koncentracij PM ₁₀ (µg/m ³) v epizodah smoga v izbranih območjih srednje Evrope v obdobju 2006-2010.....	40
Preglednica 8: Absolutno število umrlih v Šaleški dolini, po spolu, v obdobju 2006 do 2010.....	43
Preglednica 9: Absolutno število umrlih moških v UE Velenje, po 5 letnih starostnih skupinah, v obdobju 2006 do 2010.....	43
Preglednica 10: Absolutno število umrlih žensk v UE Velenje, po 5 letnih starostnih skupinah, v obdobju 2006 do 2010.....	43
Preglednica 11: Število prebivalcev in delež starega prebivalstva nad 65 let v Šaleški dolini v primerjavi s Slovenijo in nekaterimi drugimi območji Slovenije.....	47
Preglednica 12: Starostno standardizirana umrljivost/100.000 prebivalcev zaradi vseh vzrokov v nekaterih upravnih enotah Slovenije, celjski regiji in v Sloveniji v obdobju 2006-2010.....	49
Preglednica 13: Ciljne povprečne letne koncentracije delcev PM (µg/m ³).....	54
Preglednica 14: Ocena vpliva delcev PM na skupno dnevno umrljivost in stopnjo hospitalizacije. Rezultati študij APHEA2 in NMMAPS.....	56
Preglednica 15: Povprečne letne koncentracije PM ₁₀ in O ₃ (µg/m ³), izmerjene na merilnih mestih Velenje (O ₃) in Škale (PM ₁₀) (Bilten TEŠ, 2010).....	57
Preglednica 16: Število smrti zaradi vseh vzrokov, razen zunanjih (ICD10:A00-R99), ki jih lahko pripišemo preseženi mejni vrednosti za PM ₁₀ (<50 µg/m ³).	58
Preglednica 17: Število smrti zaradi bolezni srca in ožilja (ICD10:I00-I99), ki jih lahko pripišemo preseženi mejni vrednosti za PM ₁₀ (<50 µg/m ³).	58

Preglednica 18: Število smrti zaradi bolezni dihal (ICD10:J00-J99), ki jih lahko pripišemo preseženi mejni vrednosti za PM ₁₀ (<50 µg/m ³).	58
Preglednica 19: Potencialna zmanjšana skupna umrljivost (brez zunanjih vzrokov) zaradi zmanjšane letne stopnje onesnaženja s PM ₁₀ na 20 µg/m ³ oz. zaradi zmanjšanja vseh 24-urnih vrednosti PM ₁₀ za 5 µg/m ³).	59
Preglednica 20: Potencialna zmanjšana skupna umrljivost (brez zunanjih vzrokov) in pričakovana leta ob smrti zaradi zmanjšane letne stopnje onesnaženja s PM _{2,5}	60
Preglednica 21: Potencialna zmanjšana umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja zaradi zmanjšane letne stopnje onesnaženja s PM _{2,5}	60
Preglednica 22: Vrednosti relativnega tveganja, ki se uporabljajo za izračun presežene umrljivosti. ...	69
Preglednica 23: Zdravstveno stanje in relativno tveganje (RR) uporabljeno v študiji tveganja na zdravje ljudi.	70

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Primerjava emisij SO ₂ iz TEŠ z emisijami ostalih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).....	22
Grafikon 2: Primerjava emisij NO ₂ iz TEŠ z emisijami ostalih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).....	23
Grafikon 3: Primerjava emisij skupnega prahu iz TEŠ z emisijami ostalih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).....	24
Grafikon 4: Povprečne dnevne prometne obremenitve na cestah v Šaleški dolini z različnimi tipi vozil v letih 2000 ter letih 2006-2010.	25
Grafikon 5: Povprečne letne koncentracije SO ₂ na merilnih mestih TEŠ v obdobju 1992-2010. Mejna vrednost za varstvo ekosistemov je 20 µg/m ³ (vir ARSO, 2009).....	29
Grafikon 6: Povprečne letne koncentracije SO ₂ na merilnih mestih TEŠ v obdobju 2006-2010. Mejna vrednost za varstvo ekosistemov je 20 µg/m ³	30
Grafikon 7: Povprečne zimske koncentracije (od 1. oktobra do 31. marca) SO ₂ na merilnih mestih TEŠ v obdobju 2006-2010. Kritična vrednost za varstvo rastlin je 20 µg/m ³	30
Grafikon 8: Število primerov s preseženo mejno vrednostjo za urno koncentracijo SO ₂ na merilnih mestih TEŠ v obdobju 2006-2010. Mejna vrednost za varstvo zdravja ljudi 350 µg/m ³ je lahko presežena 24-krat v letu.....	31
Grafikon 9: Povprečne letne koncentracije NO _x na merilnih mestih Zavodnje in Škale v obdobju 2006-2010. Kritična vrednost za varstvo rastlin je 30 µg/m ³	31
Grafikon 10: Povprečne letne koncentracije NO ₂ na merilnih mestih Zavodnje in Škale v obdobju 2006-2010. Mejna vrednost za varstvo zdravja ljudi je 40 µg/m ³	32
Grafikon 11: Število primerov s preseženo opozorilno vrednostjo za 1-urno koncentracijo O ₃ (180 µg/m ³) na merilnih mestih Zavodnje in Velenje v obdobju 2006-2010.	32
Grafikon 12: Število primerov s preseženo mejno vrednostjo za 8-urno koncentracijo O ₃ na merilnih mestih Zavodnje in Velenje v obdobju 2006-2010. Ciljna 8-urna koncentracija za varstvo zdravja ljudi (120 µg/m ³) ne sme biti presežena več kot 25 dni v koledarskem letu.	33
Grafikon 13: Povprečne letne koncentracije PM ₁₀ na merilnih mestih Pesje in Škale v obdobju 2006-2010. Mejna vrednost za varstvo zdravja ljudi je 40 µg/m ³	34
Grafikon 14: Število primerov s preseženo mejno vrednostjo za 24-urno koncentracijo PM ₁₀ na merilnih mestih Pesje in Škale v obdobju 2006-2010. Mejna 24-urna koncentracija za varstvo zdravja ljudi (50 µg/m ³) ne sme biti presežena več kot 35 dni v koledarskem letu.	34

Grafikon 15: Izpusti SO ₂ , NO ₂ in delcev PM ₁₀ po upravnih enotah v letu 2006, UE Velenje je označena s puščico (ARSO, 2010a)	36
Grafikon 16: Emisije SO ₂ , NO _x in PM ₁₀ v Sloveniji iz različnih virov (ARSO, 2011, 2012).....	36
Grafikon 17: Povprečne letne koncentracije PM ₁₀ (µg/m ³) na merilnih mestih Šaleške doline, regije Usti (Češka Republika), Zgornje Šlezije (Poljska) in Várpalote (Madžarska) v obdobju 2006-2010. (Páldy s sod., 2012a).	39
Grafikon 18: Starostna piramida prebivalstva Šaleške doline v letih 2006 in 2010.....	41
Grafikon 19: Aktivnost prebivalcev Slovenije in Šaleške doline, starih nad 15 let v letu 2011 (vir podatkov STAT, 2012).....	42
Grafikon 20: Izobrazbena struktura prebivalcev v Sloveniji in Šaleški dolini, starih nad 15 let v letu 2011 (vir podatkov STAT, 2012).	42
Grafikon 21: Specifična umrljivost/1000 prebivalcev zaradi različnih vzrokov v Šaleški dolini, v obdobju 2006–2010 (Konec Juričič, 2012).	44
Grafikon 22: Specifična umrljivost prebivalcev Šaleške doline zaradi vseh vzrokov, razen zunanjih (umrljivost zaradi namerne samopoškodbe (samomora), nezgod in ubojev), v obdobju 2006–2010. ..	45
Grafikon 23: Specifična umrljivost/1000 prebivalcev zaradi bolezni srca in ožilja, bolezni dihal ter raka sapnika, sapnic in pljuč, po spolu in starostnih skupinah v letu 2006 in 2010.	46
Grafikon 24: Starostno standardizirana umrljivost/100.000 prebivalcev zaradi vseh vzrokov v nekaterih upravnih enotah Slovenije in v Sloveniji v obdobju 2006-2010.	48
Grafikon 25: Starostno standardizirana umrljivost/100.000 prebivalcev zaradi bolezni dihal, bolezni srca in ožilja in zaradi vseh vzrokov v upravnih enotah celjske regije in Slovenije v obdobju 2006-2010.	48
Grafikon 26: Specifična umrljivost zaradi vseh vzrokov, zaradi bolezni srca in ožilja in zaradi bolezni dihal/100.000 prebivalcev v nekaterih regijah srednje Evrope v obdobju 2006-2010 (Páldy s sod., 2012a).....	53
Grafikon 27: Kratkoročne napovedi za oceno vplivov PM ₁₀ na umrljivost/100.000 prebivalcev (št. preprečenih smrti) ob zmanjšanju koncentracije delcev PM ₁₀ za 5 oziroma 20 µg/m ³ . Stolpci si sledijo po državah: Poljska, Češka, Slovenija in Madžarska (Páldy s sod., 2012a).....	61
Grafikon 28: Preprečena skupna umrljivost (A), umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja (B) ter umrljivosti zaradi bolezni dihal (C) na 100.000 prebivalcev zaradi zmanjšanja onesnaževanja v dnevih, ko je bila koncentracija PM ₁₀ >50 µg/m ³ in primerjava z ostalimi regijami srednje Evrope, 2006-2010 (Páldy s sod., 2012a).	62
Grafikon 29: Preprečena skupna umrljivost (A), umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja (B) ter umrljivosti zaradi bolezni dihal (C) na 100.000 prebivalcev zaradi zmanjšanja onesnaževanja v dnevih, ko je bila koncentracija PM ₁₀ >40 µg/m ³ in primerjava z ostalimi regijami srednje Evrope, 2006-2010 (Páldy s sod., 2012a).	62

KAZALO SLIK

Slika 1: Območje Šaleške doline s prikazom naseljenosti prebivalcev (aglomeracije) (vir: ARSO: Atlas okolja).....	15
Slika 2: Vetrovna roža za avtomatsko merilno postajo Velenje.....	16
Slika 3: Lokacije industrijskih naprav v Šaleški dolini. S kvadratom je označeno merilno mesto za merjenje kakovosti zraka (državni monitoring) (vir: ARSO: Atlas okolja).	20
Slika 4: Prikaz daljinskega ogrevanja v Šaleški dolini (vir: Komunalno podjetje Velenje).	26
Slika 5: Prikaz ogrevanja z zemeljskim plinom v Šaleški dolini (vir: Komunalno podjetje Velenje).	26
Slika 6: Zemljevidi pljučnega raka pri ženskah po upravnih enotah; standardizirani količniki incidence v časovnem obdobju 1997–2007.....	52
Slika 7: Zemljevidi pljučnega raka pri moških po upravnih enotah; standardizirani količniki incidence v časovnem obdobju 1997–2007.....	52

KAZALO PRILOG

PRILOGA 1: Izračun kratkoročnega vpliva povečane koncentracije PM ₁₀ na umrljivost ljudi z uporabo programske opreme AirQ2.2.....	69
PRILOGA 2: Ocena vplivov na zdravje.....	70

POVZETEK

Poročilo Ocena ranljivosti za okolje Šaleške doline je nastalo v sklopu projekta »Take a Breath! Adaptation actions to reduce adverse health impacts of air pollution (TAB)«, ki ga financira Evropski sklad za regionalni razvoj (ERDF) preko programa teritorialnega sodelovanja: program Srednja Evropa. Področje dela in glavni cilj projekta TAB je zmanjšanje negativnega vpliva onesnaženega zraka na zdravje in kvaliteto življenja prebivalcev v izbranih območjih držav srednje Evrope z izrazito industrijo (Zgornja Šlezija, Poljska; Usti regija, Češka; Várpalota in Budimpešta, Madžarska; Piemont, Italija; Šaleška dolina, Slovenija). Ocena ranljivosti je bila izdelana na podlagi podatkov iz obdobja 2006-2010 o izpustih in izpostavljenosti zračnim onesnažilom (žveplov dioksid (SO_2), dušikov dioksid (NO_2), ozon (O_3) in prašni delci (PM_{10})), o umrljivosti v Šaleški dolini in opravljene primerjave z ostalimi območji v Sloveniji ter izbranimi območji srednje Evrope. Pri izdelavi napovedi za oceno vplivov prašnih delcev na umrljivost ob zmanjšanju njihove koncentracije smo upoštevali metodologijo projekta APHEIS3 (*Air Pollution and Health: a European Information System*).

Najpomembnejša vira onesnaženega zraka v Šaleški dolini sta industrija in promet, medtem ko individualna kurišča nimajo pomembnega vpliva na kakovost zraka, saj je v Šaleški dolini urejen sistem daljinskega ogrevanja. Med industrijskimi obrati v Šaleški dolini je najpomembnejša Termoelektrarna Šoštanj, ki je v obravnavanem obdobju prispevala največji delež emisij. V obdobju od 2006 do 2010 je v primerjavi z drugimi industrijskimi obrati v Šaleški dolini, v zrak izpustila skoraj ves SO_2 (99,9 %), od 99,0 % (2008) do 99,7 % (2010) NO_2 in od 81,2 % (2006) do 96,5 % (2010) skupnega prahu. V splošnem so se emisije SO_2 , NO_2 in skupnega prahu iz industrije v obdobju 2006-2010 zmanjševale (SO_2 : 6.196,9 t → 4.041,7 t; NO_2 : 9.203,1 t → 7.835,3 t; skupni prah: 193,3 t → 154,8 t).

Izpostavljenost zračnim onesnažilom smo ocenjevali na podlagi podatkov o izmerjenih koncentracijah zračnih onesnažil na merilnih mestih v Šaleški dolini. Povprečne koncentracije SO_2 v letih 2006 do 2010 niso prekoračevale mejne vrednosti za varstvo ekosistemov na nobeni izmed merilnih postaj. Le v letu 2006 je bila koncentracija SO_2 na Velikem Vrhu izenačena s to vrednostjo. Takrat je bilo na Velikem Vrhu tudi število prekoračitev mejne vrednosti za urno koncentracijo za varstvo zdravja večje kot je dovoljeno. Koncentracije SO_2 po letu 2006 nikjer niso prekoračevale mejnih vrednosti za varstvo ekosistemov in za zdravje ljudi. Podobno velja tudi za NO_2 , saj v obdobju 2006-2010 povprečne letne koncentracije NO_2 niso prekoračevale mejnih vrednosti za zaščito rastlin in za varstvo zdravja.

Povprečne letne koncentracije PM_{10} v obravnavanem obdobju niso prekoračevale mejne vrednosti za zdravje ljudi. Število dni s preseženo mejno 24-urno koncentracijo je bilo manjše od predpisanega, vendar pa je bil presežen zgornji ocenjevalni prag. Slednje nakazuje, da je potrebno opravljati stalne meritve koncentracij prašnih delcev v zraku. Primerjava z izbranimi industrijskimi območji Evrope je pokazala, da je zrak v Šaleški dolini bistveno manj

obremenjen s prašnimi delci. Z izjemo leta 2008 je število primerov s preseženo mejno vrednostjo za 8-urno koncentracijo ozona (O_3) na merilnih mestih Zavodnje in Velenje večje kot je mejna vrednost za varstvo zdravja ljudi. Število prekoračitev je bilo zlasti veliko v letu 2006 in 2007. Tudi sicer je koncentracija O_3 previsoka povsod v Sloveniji.

Specifična umrljivost prebivalcev v upravni enoti (UE) Velenje je v obdobju 2006 do 2010 nekoliko naraščala. Vzrok je najverjetneje v staranju prebivalstva, saj je delež umrlih v skupini nad 85 let v letu 2010 opazno večji v primerjavi z 2006. Umrljivost v UE Velenje smo primerjali z nekaterimi drugimi območji oziroma upravnimi enotami, tako da smo podatke standardizirali in na ta način zmanjšali vpliv starostne strukture na najmanjšo možno mero. Umrljivost zaradi vseh vzrokov v UE Velenje je primerljiva s povprečjem za Slovenijo v letih 2007 in 2009, oziroma manjša v letu 2006. Nasprotno je bila v letih 2008 in 2010 zabeležena večja umrljivost, kot je slovensko povprečje. V teh dveh letih je bila skupna umrljivost v UE Velenje izenačena s povprečjem za celjsko regijo, v ostalih letih pa je manjša. Kratkoročni vpliv koncentracije preseženih koncentracij PM_{10} ($>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) na morebitno umrljivost je v Šaleški dolini zelo majhen. Tudi ocena kratkoročnega vpliva O_3 na umrljivost v Šaleški dolini je pokazala le zanemarljiv vpliv. Nekoliko večji je vpliv delcev $PM_{2,5}$, kjer naj bi zmanjšanje letne koncentracije $PM_{2,5}$ na $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (priporočena vrednost Svetovne zdravstvene organizacije) lahko preprečilo 14 do 20 smrtnih primerov na 100.000 prebivalcev.

Kljub temu, da emisije SO_2 , NO_2 in skupnega prahu iz industrijskih naprav v Šaleški dolini upadajo, prašni delci in O_3 ostajajo relativno problematični z vidika varovanja zdravja ljudi. Povprečne letne koncentracije PM_{10} v obravnavanem obdobju sicer niso prekoračevale mejne vrednosti za zdravje ljudi, vendar pa občasne prekoračitve maksimalne dnevne koncentracije zahtevajo nadaljevanje meritev. Pomemben vir PM_{10} je promet, vendar pa v Šaleški dolini razpolagamo le s posameznimi podatki o emisijah iz prometa. Koncentracije O_3 so bile praviloma v vseh letih (izjema 2008) previsoke in so pomenile potencialno nevarnost za zdravje ljudi. Umrljivost (skupna in zaradi posameznih bolezni) v UE Velenje je primerljiva oz. manjša kot je povprečje za celjsko regijo; na podlagi primerjave z ostalo Slovenijo pa ugotavljamo, da Šaleška dolina sodi v območja Slovenije z manjšo skupno umrljivostjo.

Zagotovo je ob razlagi in komentiranju podatkov o umrljivosti v UE Velenje v povezavi z onesnaženim zrakom potrebno upoštevati velik vpliv ekonomskega položaja posameznikov, njihovega življenjskega sloga (način prehranjevanja, uživanje alkohola in kajenje) in dostopnosti do zdravstvene oskrbe. Najmanjša skupna umrljivost v Sloveniji je bila namreč ugotovljena v večjih mestih v razvitejšem delu države. Opozoriti velja tudi, da smo analizirali relativno kratko obdobje petih let in da je pri primerjavah različnih upravnih enot zagotovo pomembno upoštevati, da imajo nekatere izmed njih relativno majhno število prebivalcev.

1 UVOD IN PREDSTAVITEV PROJEKTA

Pričujoča ocena ranljivosti za okolje Šaleške doline je nastala v sklopu projekta »*Take a Breath! Adaptation actions to reduce adverse health impacts of air pollution (TAB)*«, ki ga financira Evropski sklad za regionalni razvoj (ERDF) preko programa teritorialnega sodelovanja: program Srednja Evropa – »*Central Europe*«.

Na podlagi številnih raziskav je bilo ugotovljeno, da onesnažen zrak predstavlja tveganje za zdravje ljudi in povzroči, da postane populacija ranljiva. Ranljivost populacije lahko izrazimo kot izgubo dela populacije (umrljivost) zaradi specifičnih okoljskih vzrokov (npr. onesnaženega zraka) in je odvisna od izpostavljenosti negativnemu dejavniku ter občutljivosti populacije (Yohe in Tol, 2002). Slednjo primarno določa socialno-ekonomski status obravnavane populacije. V pričujoči oceni ranljivosti smo ocenili izpostavljenost prebivalcev Šaleške doline onesnaženemu zraku in analizirali podatke o umrljivosti. V skladu s sprejeto metodologijo znotraj navedenega projekta socialno-ekonomskega statusa populacij izbranih območij srednje Evrope nismo obravnavali.

Področje dela in glavni cilj projekta TAB je zmanjšanje negativnega vpliva onesnaženega zraka na zdravje in kakovost življenja prebivalcev v območjih držav srednje Evrope z razvito industrijo (Zgornja Šlezija, Poljska; Usti regija, Češka; Várpalota in Budimpešta, Madžarska; Piemont, Italija; Šaleška dolina, Slovenija). Zračno onesnaževanje sicer vpliva in učinkuje na okolje na lokalni ravni, vendar je izvor onesnaženega zraka pogostokrat zunaj tega območja. Onesnažen zrak se namreč razširja na velike razdalje in preko meja, kar poudarja globalen pomen tega problema. Poleg antropogenih dejavnikov na zračno onesnaževanje vplivajo tudi podnebne spremembe, še posebej ekstremni vremenski pojavi. Onesnažen zrak vsebuje lebdeče delce, katerih izvor so izpušni plini, industrija in izgorevanje fosilnih goriv. Delci v zraku lahko prispevajo k nastanku bolezni dihal in tako ogrožajo zdravje ljudi. Slednje slabi konkurenčnost mest oziroma regij, saj takšna območja postanejo manj zanimiva za poselitev in posledično za razvoj gospodarstva.

Onesnaženost zraka učinkuje na različnih časovnih in prostorskih ravneh, v domačem in delovnem okolju, posledice pa so vidne tudi v sistemih zdravstvenega varstva posameznih držav. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) je onesnaženost zraka prepoznala kot resen problem, zlasti v osrednji in v vzhodni Evropi. Trenutno v teh območjih poteka gospodarska rast, ustvarjajo se nova delovna mesta. Še vedno so prisotni negativni vplivi industrije z zastarelimi tehnologijami, ki onesnažujejo okolje. Tako obstaja velika potreba po novih pristopih pri spodbujanju trajnostnega gospodarskega razvoja in pri varstvu okolja.

Vsa partnerska mesta oz. regije, kjer poteka projekt TAB, so območja z razvito industrijo, ki so gosto poseljena in obremenjena z emisijami iz industrije, prometa in individualnih kurišč, posledično pa vsebnosti zračnih onesnažil pogostokrat prekoračujejo predpisane vrednosti (predvsem prašni delci, NO_x, O₃, CO₂, SO₂). Cilj projekta TAB je učinkovito blaženje

škodljivih vplivov na okolje na lokalni in regionalni ravni. Slednje omogočajo celoviti transnacionalni ukrepi, usklajeni na mednarodnem nivoju, izmenjava izkušenj, upoštevanje različnih nivoj onesnaženosti, in uskladitev razvoja in implementacija planiranih akcijskih načrtov na lokalnem nivoju. Specifičen cilj projekta je oblikovanje ukrepov in orodij za zmanjšanje škodljivih učinkov na zdravje ljudi. Slednje bomo dosegli z: (i) zbiranjem izbranih okoljskih podatkov za ocenitev narave in obsega onesnaženosti zraka (virtualni observatorij), kamor sodi tudi pričujoče poročilo; (ii) sodelovanjem z zainteresiranimi skupinami (lokalne oblasti, industrija, zdravstveni sektor, interesne skupine in skupnosti) z namenom vključitve njihovih mnenj v akcijske načrte. S tem namenom bomo ustanovili nacionalne okoljske HEP (*Health Environment Platforma*) platforme, v katerih bomo omogočali komunikacijo in sodelovanje med zainteresiranimi skupinami ter razširjanje in implementacijo rezultatov projekta na lokalnem nivoju.

Projekt TAB bo na nov in ustvarjalen način oblikoval akcijske načrte tako, da bodo le-ti kar najbolj pozitivno vplivali na okolje in hkrati kar najmanj zavirali gospodarski ter regionalni razvoj obravnavanih območij. Glavni rezultati projekta bodo vključeni v *Okoljsko platformo srednje Evrope*, ki bo omogočala projektnim partnerjem in drugim zainteresiranim skupinam ohranitev ključnih rezultatov projekta in njihovo širjenje po vsej Evropi z namenom trajnostnega in okolju prijaznega gospodarskega razvoja.

V oceno ranljivosti okolja zaradi onesnaženosti zraka v obdobju od 2006 do 2010 smo vključili prebivalce Mestne občine Velenje, Občine Šoštanj in Občine Šmartno ob Paki (območje Upravne enote Velenje). V nadaljevanju smo za obravnavano območje uporabili ime Šaleška dolina.

2 METODOLOGIJA

Pri pripravi ocene ranljivosti okolja Šaleške doline zaradi onesnaženega zraka smo izhajali iz *Primerjalne ocene ranljivosti in ustrezne metodologije*, ki so jo za izbrana industrijska območja srednje Evrope izdelali raziskovalci *Nacionalnega inštituta za zdravje okolja* (NIEH) iz Budimpešte, upoštevaje metodologijo projekta APHEIS3 (Páldy s sod., 2012). Ocena ranljivosti prebivalcev Šaleške doline je bila izdelana na podlagi demografskih podatkov za Šaleško dolino, podatkov o kakovosti zraka v Šaleški dolini in podatkov o umrljivosti prebivalcev Šaleške doline v obdobju 2006-2010.

Demografske podatke smo pridobili na internetnih straneh Statističnega urada RS (SI-STAT podatkovni portal; <http://www.stat.si/>). Podatke o izmerjenih koncentracijah zračnih onesnažil (SO₂, NO₂, NO_x, O₃, PM₁₀) na merilnih mestih v Šaleški dolini smo pridobili na spletnih straneh ARSO (<http://www.arso.gov.si/>), in sicer iz poročil o kakovosti zraka v Sloveniji za obdobje 2006 – 2010. Te podatke smo uporabili za prikaz kakovosti zraka v Šaleški dolini (poglavje 4.3). Dnevne povprečne koncentracije zračnih onesnažil, izmerjenih na merilnih mestih Velenje in Škale, so nam posredovali na Elektroinštitutu Milan Vidmar iz Ljubljane. Slednje podatke smo uporabili za analizo vpliva zmanjšanja onesnaževanja na umrljivost (poglavje 4.2.5). Iz poročil o kakovosti zraka v Sloveniji za obdobje 2006 – 2010 smo pridobili tudi primerljive podatke o kakovosti zraka v ostalih območjih Slovenije. Podatke o kakovosti zraka v izbranih regijah srednje Evrope (regija Usti, Zgornja Šlezija, Várpalota) so posredovali partnerji projekta TAB.

Podatke o umrljivosti prebivalcev Šaleške doline zaradi različnih vzrokov je posredoval Zavod za zdravstveno varstvo Celje (Konec Juričič, 2012). Ker se vpliv zračnih onesnažil kaže predvsem na dihalnem in kardiovaskularnem sistemu, smo izpostavili smrtnost zaradi bolezni dihal, raka na sapniku, sapnici in pljučih ter bolezni srca in ožilja. Podatke za druga območja Slovenije smo pridobili na spletnih straneh Statističnega urada RS (SI-STAT podatkovni portal; <http://www.stat.si/>) in relevantne literature (Ministrstvo za zdravje, 2011).

Podatki o umrlih so predstavljeni v absolutnih številih, specifičnih stopnjah umrljivosti in starostnih standardiziranih stopnjah. Podatki za **splošno umrljivost** so prikazani kot količnik med številom umrlih in številom prebivalstva na nekem območju na dan 30.6. v istem koledarskem letu. **Specifična umrljivost** je prikazana po bioloških starostnih skupinah in po vzrokih smrti. Specifična umrljivost po bioloških skupinah je prikazana kot količnik med številom umrlih in srednjim številom prebivalcev v določeni starostni skupini; specifična umrljivost po vzrokih smrti je prikazana po spolu in po 5-letnih starostnih skupinah za vse bolezni brez zunanjih vzrokov, za bolezni srca in ožilja, za bolezni dihal in za rak sapnika, sapnic in pljuč. Specifična umrljivost v Šaleški dolini je prikazana kot število umrlih na 1.000 prebivalcev odgovarjajoče populacijske podskupine. V primeru upoštevanja večje populacijske skupine (prebivalcev 100.000 ali več) se specifična stopnja umrljivosti računa na 100.000 prebivalcev. Ob primerjavi z ostalimi regijami srednje Evrope in izbranimi upravnimi

enotami v Sloveniji smo uporabili specifično umrljivost podano na 100.000 prebivalcev, saj imajo nekatera primerljiva območja več kot 100.000 prebivalcev. **Starostno standardizirana stopnja** je teoretična stopnja, pri kateri predpostavimo, da je starostna struktura opazovane populacije taka kot v standardni populaciji – pove nam torej kakšna bi bila stopnja umrljivosti v opazovani populaciji, če bi bila starostna struktura te populacije enaka, kot je v standardni populaciji. Uporabljamo jo, če analiziramo incidenco umrljivosti v daljšem časovnem obdobju (če se starostna struktura prebivalstva v času spreminja) ali če incidenco umrljivosti primerjamo med populacijami z različno starostno strukturo.

Primerjalna ocena ranljivosti je bila opravljena z uporabo protokola, ki je nastal v okviru projekta APHEIS3 (*Air Pollution and Health: a European Information System*) (<http://www.apheis.org/>). Raziskovalci z inštituta NIEH iz Budimpešte so ocenili vpliv zračnih onesnažil (PM_{10} in O_3) na skupno umrljivost ter na umrljivost zaradi bolezni dihal, bolezni srca in ožilja ter raka sapnic, sapnice in pljuč. Z uporabo distribucijske frekvenca 24-urnih povprečnih koncentracij PM_{10} in O_3 , izračunanih faktorjev tveganja v mednarodnih raziskavah in podatkov o smrtnosti v Šaleški dolini in ostalih izbranih območji srednje Evrope, so izračunali kratko- in dolgoročne napovedi povečane umrljivosti, ki jo je mogoče pripisati onesnaženemu zraku. Vplivi različnih stopenj onesnaževanja v prihodnosti na smrtnost ljudi so bili ocenjeni na osnovi različnih scenarijev, ki jih na tem mestu natančneje opisujemo. Podrobnejša metodologija za izračun napovedi je v Priloga 1 in 2 tega poročila.

(i) Kratkoročne napovedi za oceno vplivov PM_{10} na smrtnost ljudi:

Za določitev povezave med dnevnimi vrednostmi koncentracij PM_{10} in skupno umrljivostjo (brez zunanjih vzrokov smrti), kot tudi umrljivostjo zaradi srčno-žilnih bolezni ter bolezni dihal so bili uporabljeni trije scenariji:

- zmanjšanje 24-urne povprečne koncentracije delcev PM_{10} pod $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v dnevih, ko je bila dejanska vrednost nad $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- zmanjšanje 24-urne povprečne koncentracije delcev PM_{10} pod $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v dnevih, ko je bila dejanska vrednost nad $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- zmanjšanje 24-urne povprečne vrednosti PM_{10} za $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

(ii) Dolgoročne napovedi za oceno vplivov delcev PM_{10} ($PM_{2,5}$) na smrtnost ljudi:

Za določitev kroničnih učinkov na skupno umrljivost ljudi (brez zunanjih vzrokov smrti) zaradi dolgotrajne izpostavljenosti ljudi delcem PM_{10} so bili uporabljeni trije scenariji:

- zmanjšanje povprečne letne koncentracije PM_{10} na $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- zmanjšanje povprečne letne koncentracije PM_{10} ($PM_{2,5}$) na $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- zmanjšanje povprečne letne koncentracije PM_{10} ($PM_{2,5}$) za $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

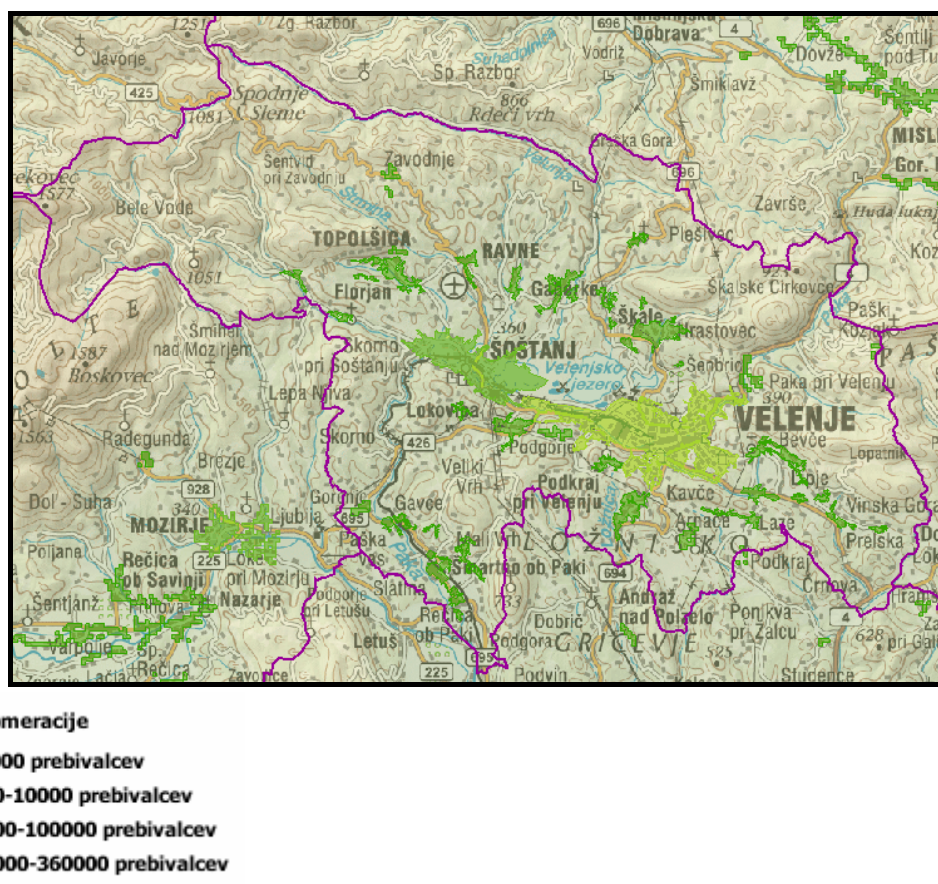
(iii) Kratkoročen učinek na zmanjšano umrljivost zaradi hipotetično zmanjšanih koncentracij O_3 v zraku z uporabo dveh scenarijev:

- zmanjšanje vseh maksimalnih 8-urnih koncentracij $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na koncentracijo $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- zmanjšanje letne povprečne koncentracije za $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3 KAKOVOST ZRAKA V ŠALEŠKI DOLINI

3.1 PREBIVALSTVO IN KLIMATOLOŠKE ZNAČILNOSTI ŠALEŠKE DOLINE

Šaleška dolina se razprostira na površini 197,3 km² in obsega 3 občine: Velenje, Šoštanj in Šmartno ob Paki. Gostota prebivalstva je bila v letu 2010 227,7 prebivalca na kvadratni kilometer. V obravnavanem območju je v tem letu živel 44.925 prebivalcev, od tega 50,9 % moških in 49,1 % žensk.

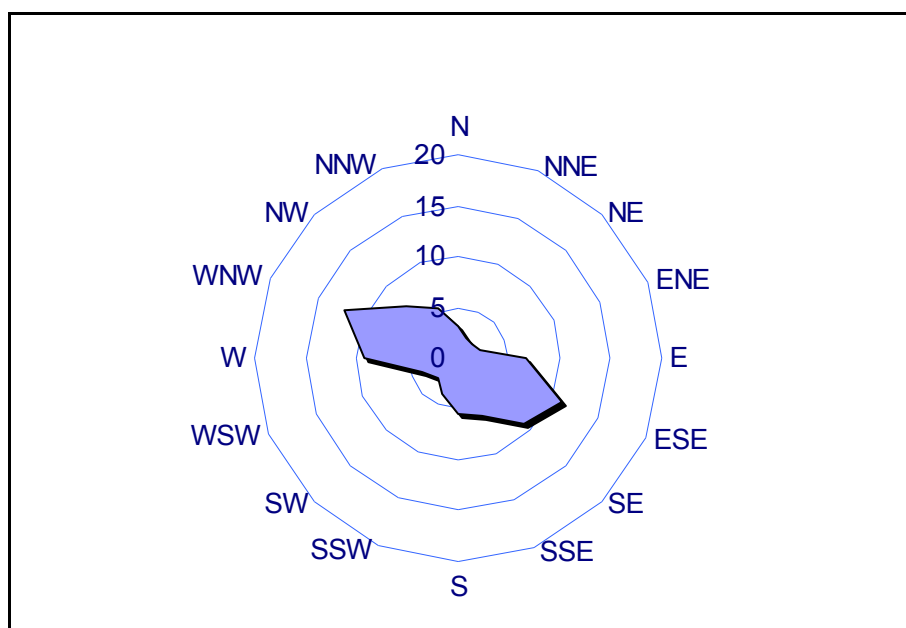


Slika 1: Območje Šaleške doline s prikazom poselitve prebivalcev (aglomeracije) (vir: ARSO; Atlas okolja).

Šaleška dolina ima zmerno celinsko podnebje in spada v osrednje slovensko klimatsko območje. Poletja so v Šaleški dolini zmerno topla, zime mrzle. Povprečna letna temperatura v Velenju je okoli 9 °C. Najhladnejši mesec je januar (-1,0 °C), najtoplejši pa julij (19 °C). Temperaturne inverzije se ob mirnem in jasnem vremenu pojavljajo vse leto, le da so pozimi izrazitejšje in trajajo dalj časa. Po navedbah v literaturi je višina talnih inverzij največ 60 m do 100 m (Šalej, 1999; Pavšek s sod., 2000).

Šaleška dolina leži izven območij izrazitejših padavinskih pasov, ki se na tem območju Slovenije raztezajo preko Savinjskih Alp in Pohorja. Povprečna letna količina padavin znaša v Velenju 1250 mm. Velenje ima izražen kontinentalni padavinski režim z viškom poleti in minimumom padavin pozimi. Čeprav je največji primanjkljaj padavin glede na izhlapevanje poleti, poletne padavine velikokrat predstavljajo naravno ujmo. Padajo predvsem v obliki ploh in neviht, ki jih pogosto spremlja toča in močan veter (Pavšek s sod., 2000).

V Velenju je najpogosteje pihal zahod-severozahodni (WNW) veter (12,2 %), ki so mu po zastopanosti sledili vzhod-jugovzhodni (ESE) vetrovi. V povprečju je bil najmočnejši sever-severozahodni (NNW) veter (1,4 m/s), ki mu po moči sledi severni (N) veter (1,1 m/s). Največje zabeležene povprečne polurne hitrosti v tem obdobju so pri vetrovih iz zahoda (W) (7,0 m/s) in sever-severozahoda (NNW) (6,3 m/s). Vendar je pojavljanje tako močnih vetrov izjemno redko. Maksimalni sunki vetra nikoli ne presegajo hitrosti 20 m/s, vrednosti preko 19 m/s pa so bile izmerjene večkrat v različnih mesecih in iz različnih smeri. V Velenju je v 7,7 % vseh primerov brezveterje, najpogosteje septembra in oktobra. V Šoštanju piha veter pogosteje kot v Velenju, opaženo je bilo, da je brez vetra samo 0,6 % vseh primerov. Najpogostejši je bil (podobno kot v Velenju) veter iz zahod-severozahodne (WNW) smeri (20,3 %), sledil mu je veter iz jugovzhodne smeri (SE) s 7,2 %. V povprečju je bil najmočnejši veter iz jugozahoda (SW) (2,1 m/s). Največje zabeležene povprečne polurne hitrosti v tem obdobju so pri vetrovih iz severne (N) in sever-severovzhodne (NNE) smeri (7,7 m/s). Podobno kot v Velenju, so tudi za Šoštanj značilni šibki vetrovi. Polurne vrednosti vetrov, močnejše od 5 m/s, se pojavljajo zelo redko (Pavšek s sod., 2000).



Slika 2: Vetrovna roža za avtomatsko merilno postajo Velenje (Pavšek s sod., 2000).

3.2 IZPOSTAVLJENOST ZRAČNIM ONESNAŽILOM V OBDOBJU 2006-2010

3.2.1 VPLIV ZRAČNIH ONESNAŽIL NA ZDRAVJE LJUDI

Najbolj problematična zračna onesnažila s stališča negativnega vpliva na zdravje ljudi so v zadnjem obdobju prašni delci PM₁₀ in PM_{2,5}, NO_x in O₃. V preteklosti je bil najbolj problematičen SO₂.

3.2.1.1 Žveplov dioksid (SO₂)

Žveplov dioksid je plin, ki nastaja pri gorenju goriv, ki vsebujejo žveplo. Glavni onesnaževalci so tako energetika, individualna kurišča na premog in cestni promet. Zaradi izgradnje razžveplevalnih naprav na termoelektrarnah ter zaradi zamenjave premoga z drugimi energenti v majhnih kuriščih, so emisije žveplovega dioksida tako v Evropi kot v Šaleški dolini v zadnjih letih znatno upadle.

Učinek žveplovega dioksida temelji v prvi vrsti na draženju in poškodovanju vlažnih sluznic zaradi tvorbe žveplove kisline. Izpostavljenost žveplovemu dioksidu vpliva na razvitje in poslabšanje bolezni dihal. Visoke koncentracije žveplovega dioksida povzročajo bronhialne krče ter zmanjšano pljučno funkcijo. Posebej so občutljivi ljudje, ki trpijo za astmo. Žveplov dioksid povečuje skupno umrljivost, kot tudi tveganje umrljivosti zaradi bolezni dihal in obtočil. SO₂ lahko reagira z drugimi snovmi v ozračju in tako tvori prašne delce (EPA, 2012a).

3.2.1.2 Dušikovi oksidi (NO_x)

Dušikovi oksidi imajo pomembno vlogo pri vplivih onesnaženosti zraka na okolje, kot so zakisovanje, eutrofikacija in fotokemični smog. Glavni viri dušikovih oksidov v urbanih območjih so promet (v letu 2009 je delež 54 %), individualna kurišča in termoenergetski objekti, ki uporabljajo za gorivo premog. Dušikovi oksidi nastajajo s spajanjem dušika in kisika pri visokih temperaturah. V izpušnih plinih motornih vozil je preko 90 % dušikovega oksida (NO), ki v ozračju postopno oksidira v NO₂. Stopnja oksidacije NO, emitiranega iz prometa, v višje okside raste z oddaljenostjo od izvora. Pri tem ima pomembno vlogo ozon v zraku, ki to reakcijo močno pospeši, istočasno pa se zmanjša koncentracija ozona. Sicer pa so koncentracije dušikovega dioksida odvisne tudi od meteoroloških razmer, predvsem od sončnega sevanja in temperature ter letnega časa (ARSO; Kazalci okolja, 2009).

Dušikov dioksid je dražeč plin. Interakcije med dušikovim dioksidom in drugimi onesnažili zraka (trdni delci in ozon), so običajno zelo zapletene, zato je težko oceniti ločene učinke posameznih onesnažil na zdravje ljudi. Vplivi NO₂ na zdravje ljudi se zato določajo na podlagi rezultatov poskusov na živalih. Ti so pokazali, da dušikov dioksid in njegovi reakcijski produkti vodijo do povečanega tveganja za zmanjšano delovanje pljuč in do drugih

respiratornih težav. Pri zelo visokih koncentracijah dušikovega dioksida pride do okrnjene funkcije dihal, tako pri bolnikih z astmo, kot zdravih posameznikov, vendar pa so ljudje z astmo bolj občutljivi. Visoka vsebnost dušikovih oksidov prispeva k večji občutljivosti respiratornih organov na različne okužbe. Dušikovi oksidi (NO_x) reagirajo z amoniakom, vlago in drugimi spojinami in tvorijo prašne delce.

3.2.1.3 Ozon (O₃)

Ozon v prizemni plasti zraka nastaja s kemično reakcijo ob prisotnosti sončne svetlobe (fotokemična reakcija) iz dušikovih oksidov, katerih glavni vir je promet (motorji z notranjim izgorevanjem) in iz nemetanskih lahkih organskih snovi (NMVOC), ki jih prispevajo industrija, cestni in letalski promet, gospodinjstva, bencinske črpalke, kemične čistilnice itd. Snovem, iz katerih nastaja ozon, pravimo predhodniki ozona. Reakcije so tem intenzivnejše, čim višja je temperatura in čim močnejše je sončno obsevanje, zato je onesnaženost zraka z ozonom največja v poletnih mesecih in čez dan (ARSO, Kazalci okolja, 2009). Pri tem govorimo o nastanku fotokemičnega (tudi poletnega) smoga, ki se lahko ob visokih koncentracijah dušikovih oksidov in ozona kaže kot rahlo rjavo-rumena meglica. Onesnaženost zraka z ozonom je odvisna tudi od vremenskih razmer. Najugodnejše so daljša, vsaj 10 dnevna obdobja stabilnega območja visokega zračnega tlaka, pri katerih zaradi intenzivne fotokemične produkcije ozona pride do nastanka ozonskih epizod, ko se koncentracija ozona povečuje iz dneva v dan. Pri ozonu je poleg lokalnega onesnaženja problematičen tudi daljinski transport predhodnikov ozona, ki lahko z zračnimi tokovi potujejo tudi več kot 1000 km. Tako je onesnaženost zraka z ozonom v Sloveniji delno tudi posledica daljinskega transporta predhodnikov ozona zlasti iz Padske nižine (Gomišček s sod., 1997)

Ozon ima neprijeten vonj, draži oči in sluznico dihalnih organov in poslabša kronične bolezni, zlasti bronhitis in astmo. Vdihavanje ozona lahko sproži različne zdravstvene težave, vključno s težjim dihanjem, bolečinami v prsih, kašelj in draženje žrela. Prizemni ozon lahko zmanjša tudi pljučno funkcijo in povzroči vnetje pljuč in drugih dihalnih organov. Ponavljajoča izpostavljenost ozonu lahko pusti za sabo trajne brazgotine na pljučnem tkivu. Poveča se pogostost napadov astme, pljuča so bolj dovzetna za okužbe. Kratkotrajne obremenitve z visokimi koncentracijami ozona so za človeški organizem bolj škodljive kot enakomerne obremenitve. Ženske so na obremenitve z ozonom bolj občutljive kot moški (Kehrl s sod., 1987; EPA, 2012b).

3.2.1.4 Prašni delci (PM)

Prašni delci so kompleksna mešanica trdnih in tekočih delcev, suspendiranih v plinu. Prašne delce lahko sestavljajo: sulfat (SO₄), nitrat (NO₃), amonij (NH₄), različne kovine ter ogljik v organski in anorganski obliki. So različne oblike, velikosti in gostote. Glede na maso in

sestavo jih razdelimo v dve skupini – v fine ($PM_{2,5}$ - delci z aerodinamičnim premerom 2,5 μm ali manj) in grobe delce (PM_{10} - delci z aerodinamičnim premerom 10 μm ali manj).

PM_{10} so bili določeni kot standardna mera za ovrednotenje količine prašnih delcev v zraku v Evropi (Direktiva 1999/30/EC). Glavni viri PM_{10} so: cestni promet (vsa motorna vozila izpuščajo v ozračje prašne delce, vendar med njimi vozila na dizelski pogon izpuščaji največ PM_{10} izraženo na prevožen kilometer), individualna kurišča, termoenergetski objekti in industrija. Več kot polovica izmerjenih delcev PM_{10} najverjetneje sodi k delcem $PM_{2,5}$. Zadrževalni čas delcev PM_{10} v zraku je na splošno manj kot en dan, njihova razdalja potovanja pa nekaj sto kilometrov. Delci se iz ozračja odstranijo zaradi usedanja na tla in zaradi spiranja z dežjem. Peščeni viharji lahko dvignejo prah v višino več kilometrov in raznesejo delce več tisoč kilometrov stran od vira nastanka.

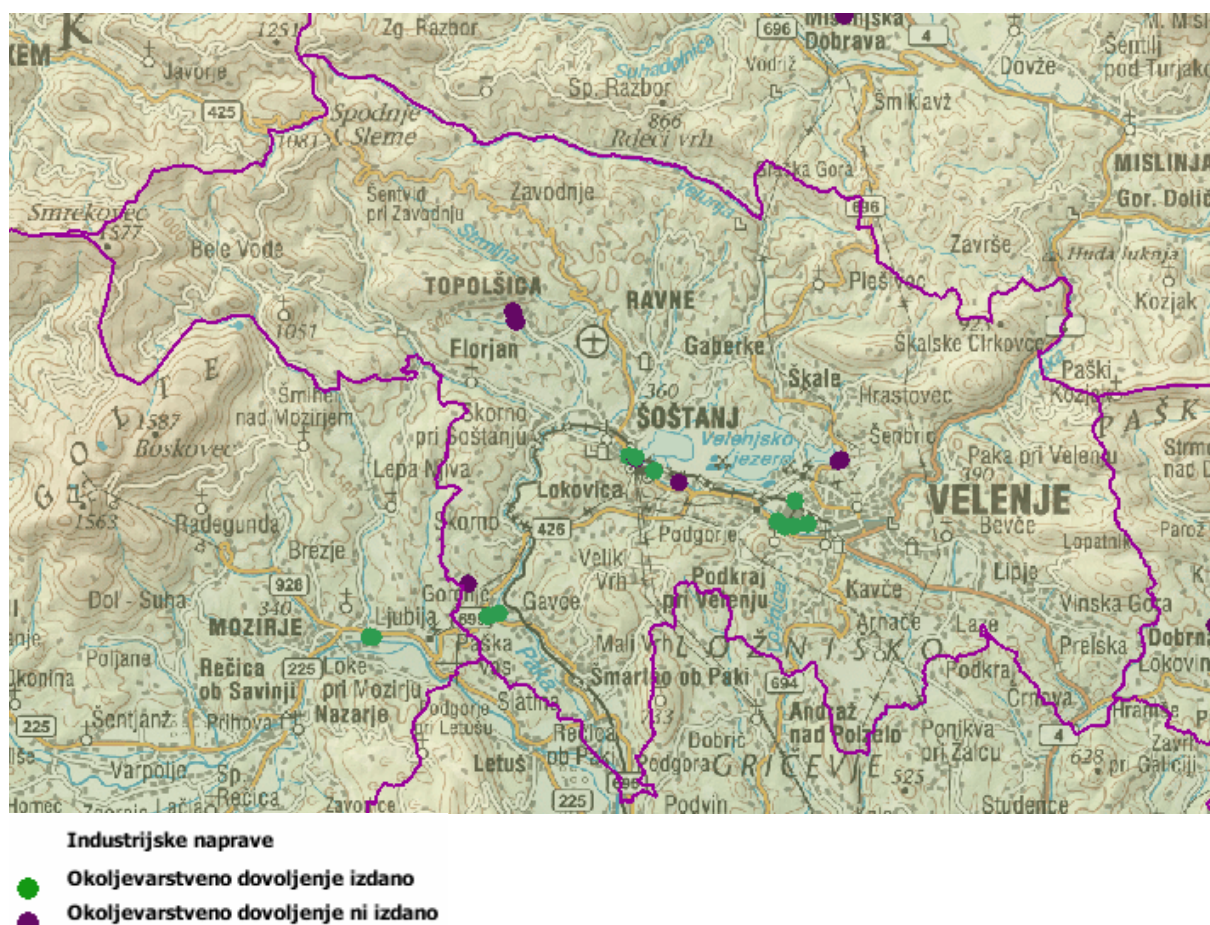
Velikost prašnih delcev je pomembna z vidika izpostavljenosti ljudi, saj lahko PM_{10} vstopi v bronhije, $PM_{2,5}$ pa potuje naprej in doseže bronhiole in pljučne mešičke. Pomemben je tudi čas izpostavljenosti, zaradi česar se določajo letne in 24-urne mejne vrednosti. **Ni varne mejne koncentracije, pod katero delci nimajo negativnega vpliva na zdravje ljudi, kajti študije kažejo, da že nizke koncentracije delcev pomenijo tveganje za zdravje ljudi** (Lippman, 2007). Daljša izpostavljenost povišanim koncentracijam PM_{10} poveča stopnjo umrljivosti pri odraslih. Učinke izpostavljenosti določa koncentracija PM_{10} ter dolžina trajanja izpostavljenosti.

Osnovni mehanizem delovanja delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$ je nastanek oksidativnega stresa, ki povzroči lokalno in sistemsko vnetje. Dokazano je, da delci PM povzročajo vnetje na mestu vstopa v telo (pljučih). Kronično vnetje povzroča zmanjšanje pljučnih funkcij in nastanek kronične obstruktivne pljučne bolezni, kar vodi v propad pljuč. Pri astmatikih se zdravstveno stanje še poslabša. Poleg sistemskega vnetja prašni delci povzročajo spremembo krvnega tlaka, motnje v frekvenci srca, motnje ritma, kar vodi v poslabšanje bolezni srca in ožilja in povečano stopnjo umrljivosti. Prav tako je dokazano, da izpostavljenost prašnim delcem povzroča vnetje v srčni mišici, kar vodi v srčno popuščanje, ter pospešujejo nastanek ateroskleroze. Posebej so občutljivi otroci. Rezultati epidemioloških študij kažejo, da se pri astmatskih otrocih v dneh s povišano koncentracijo PM_{10} ali dima poveča število napadov astme. Poveča se število otrok z vnetji dihal. Dolgotrajna izpostavljenost PM_{10} izrazito poveča verjetnost vnetja dihalnih poti pri otrocih, dolgotrajno vnetje pa povzroči upad pljučnih funkcij že v otroštvu.

3.2.2 VIRI ZRAČNIH ONESNAŽIL V ŠALEŠKI DOLINI

3.2.2.1 Industrija

Emisije onesnažil SO₂, NO₂ in prahu iz industrijskih obratov v Šaleški dolini so v obdobju 2006-2010 upadale (Preglednica 1). V Šaleški dolini je največji industrijski obrat Termoelektrarna Šoštanj, ki izpušča v zrak največje količine onesnažil. V Preglednicah 2, 3 in 4 so naštetih industrijski obrati v Šaleški dolini, ki so zavezani k poročanju o izvajanju obratovalnega monitoringa ter o količinah onesnažil (SO₂, NO₂ in prah), ki so bile v obdobju 2006-2010 emitirane iz teh obratov. Lokacije teh obratov so prikazane na sliki 2. Na podlagi posredovanih podatkov smo izračunali delež emisij, ki jih prispeva posamezna industrijska naprava v Šaleški dolini.



Slika 3: Lokacije industrijskih naprav v Šaleški dolini (ARSO, Atlas okolja).

Preglednica 1: Skupne emisije SO₂, NO₂ in skupnega prahu (t/leto) iz industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).

Onesnažilo	Emisije (t/leto)				
	2006	2007	2008	2009	2010
SO ₂	6.196,95	5.288,96	4.643,79	4.124,48	4.041,07
NO ₂	9.203,15	8.501,50	8.424,62	7.425,44	7.835,29
Skupni prah	193,29	290,89	265,39	224,97	154,83

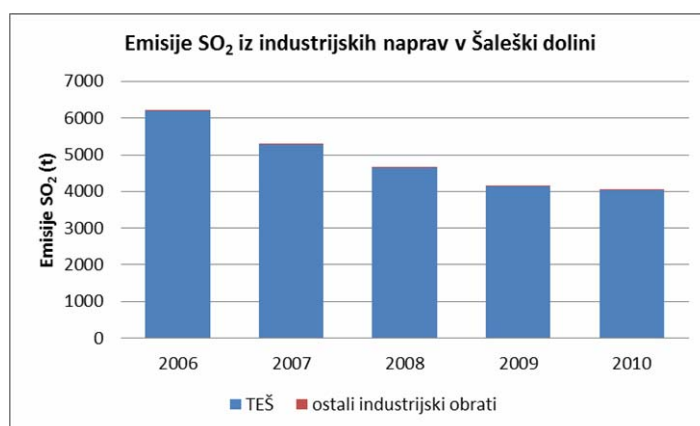
Žveplov dioksid

Emisije SO₂ iz Termoelektrarne Šoštanj (TEŠ) so se po izgradnji odžveplevalnih naprav (na bloku 4 leta 1995, na bloku 5 leta 2000; delno razžvepljevanje dimnih plinov iz blokov 1-3 se je začelo izvajati v čistilni napravi bloka 4 leta 2001) bistveno zmanjšale. Emisije iz leta 2010 (4.038 t) dosegajo le 3 % emisij iz leta 1983 (120.000 t), oziroma 5 % emisij iz leta 1991 (80.390 t). Kljub bistvenemu zmanjšanju izpustov SO₂ iz TEŠ, je le-ta še vedno največji emitent SO₂ v Šaleški dolini; ostala industrija prispeva v celotnem obdobju le zanemarljiv delež (manj kot 1 %). Emisije so bile v letu 2010 v primerjavi z letom 2006 manjše za 35 %. V spodnji preglednici predstavljamo podatke o emisijah SO₂ posameznih podjetij in deleže glede na vse izpuste (emisije) (ARSO, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011).

Preglednica 2: Emisije SO₂ (kg/leto) iz posameznih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).

SO ₂	2006		2007		2008		2009		2010	
	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%
Termoelektrarna Šoštanj d.o.o., Šoštanj	6190000,0	99,89	5285000	99,900	4641390	99,95	4123000	99,96	4038720	99,95
FORI, d.o.o., Velenje	49,2	0,0008	_*	-	-	-	-	-	-	-
GORENJE INDOP, d.o.o., Velenje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GORENJE notranja oprema, d.o.o., Gorenje	5163,0	0,0830	159,2	0,003	159,2	0,0030	1227,9	0,0300	1401,9	0,0300
GORENJE notranja oprema, d.o.o., Šoštanj	66,0	0,0010	110,0	0,002	118,0	0,0025	118,0	0,0030	933,0	0,0230
GORENJE, d.d., Velenje	1513,0	0,0240	2126,5	0,040	-	-	10,4	0,0003	10,4	0,0003
HTZ Velenje, I.P., d.o.o., Velenje	162,7	0,0030	-	-	2126,5	0,0460	-	-	-	-
GRADIS BAU- UND ENGINEERING GMBH, Šmartno ob Paki	-	-	-	-	-	-	119,7	0,0030	-	-
KOMUNALNO PODJETJE VELENJE d.o.o.	-	-	1570,0	0,030	-	-	-	-	-	-
Centralna čistilna naprava	-	-	-	-	-	-	-	-	8,4	0,0002
SKUPAJ EMISIJE	6.196.954	100	5.288.966	100	4.643.794	100	4.124.476	100	4.041.074	100

Pompe: *_ni podatka. Enako velja tudi za preglednico 3.



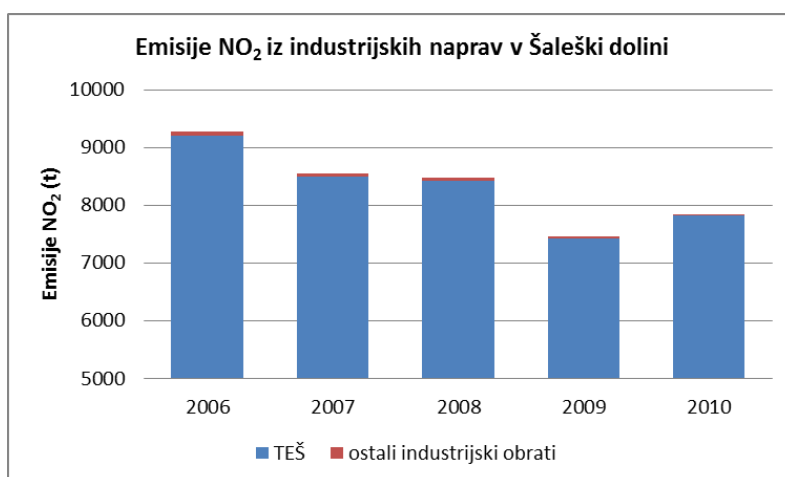
Grafikon 1: Primerjava emisij SO₂ iz TEŠ z emisijami ostalih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).

Dušikov dioksid

Emisije dušikovih oksidov iz TEŠ se enakomerno in stalno zmanjšujejo. V letu 2010 znašajo 70,7 % emisij iz leta 1991 (11.057 t) in 61,2 % emisij iz leta 2002 (12.776 t). Največji emitent NO₂ v Šaleški dolini je vseskozi TEŠ, ostala industrija je v obravnavanem obdobju prispeva le zanemarljiv delež. Emisije NO₂ so bile v letu 2010 v primerjavi z letom 2006 manjše za 15 %.

Preglednica 3: Emisije NO₂ (kg/leto) iz posameznih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).

NO ₂	2006		2007		2008		2009		2010	
	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%
Termoelektrarna Šoštanj d.o.o., Šoštanj	9130000,0	99,200	8449000,0	99,380	8380001,0	99,04	7380000,0	99,4700	7816200,0	99,750
FORI, d.o.o., Velenje	18,9	0	-	-	-	-	-	-	-	-
GORENJE INDOP, d.o.o., Velenje	14,9	0	-	-	-	-	-	-	-	-
GORENJE notranja oprema, d.o.o., Gorenje	34120,0	0,370	9896,0	0,120	9896,0	0,12	8026,8	0,1100	9221,9	0,120
GORENJE notranja oprema, d.o.o., Šoštanj	34310,0	0,370	40000,0	0,470	32200,0	0,38	32200,0	0,4300	4673,0	0,057
GORENJE, d.d., Velenje	2472,0	0,027	-	-	2520,9	0,03	-	-	2409,4	0,031
HTZ Velenje, I.P., d.o.o., Velenje	116,7	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-
GORENJE, d.d., Velenje	4572,0	0,050	2521,0	0,030	-	-	2802,8	0,0400	-	-
Bio Term d.o.o. Letuš	-	-	-	-	-	-	2164,0	0,0300	2164,0	0,028
GORENJE I.P.C., d.o.o.	-	-	-	-	-	-	207,0	0,0003	207,0	0,003
GRADIS BAU- UND ENGINEERING GMBH, Šmartno ob Paki	-	-	-	-	-	-	39,7	0,0005	-	-
KOMUNALNO PODJETJE VELENJE d.o.o.	-	-	78,9	0,001	-	-	-	-	-	-
Centralna čistilna naprava, Šoštanj	-	-	-	-	-	-	-	-	254,4	0,003
SIPOTEH d.o.o.	-	-	-	-	-	-	-	-	156,0	0,002
SKUPAJ EMISIJE	9.203.152	100	8.501.496	100	8.424.618	100	7.425.440	100	7.835.287	100



Grafikon 2: Primerjava emisij NO₂ iz TEŠ z emisijami ostalih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).

Skupni prah

Največji emitent prahu v Šaleško dolini je TEŠ, prispevek ostale industrije se je v obravnavanem obdobju (2006-2010) spreminjal, v letu 2010 je postal zanemarljiv v primerjavi s TEŠ (4,6 % delež). Letne količine emitiranega prahu iz TEŠ stalno upadajo. V letu 2010 emisije iz TEŠ znašajo 2 % emisij iz leta 1991 (7.495 t), oziroma 23,4 % emisij iz leta 2002 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).

Preglednica 4: Emisije skupnega prahu (kg/leto) iz posameznih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).

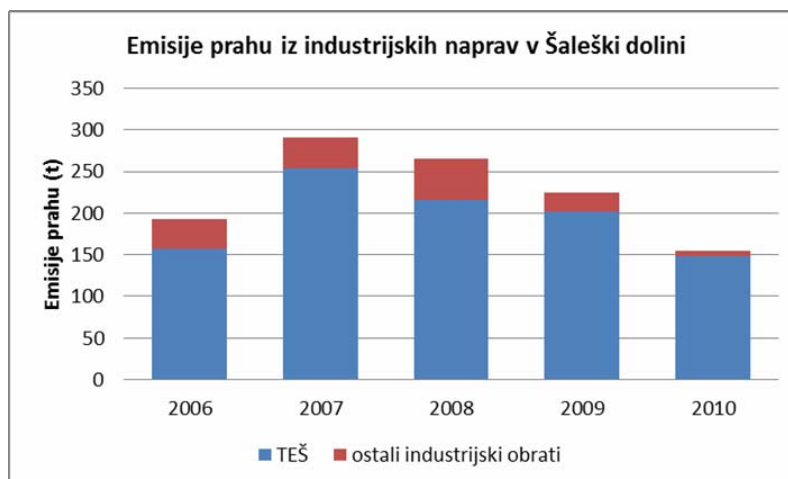
Skupni prah	2006		2007		2008		2009		2010	
	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%
Termoelektrarna Šoštanj d.o.o., Šoštanj	157000,0	81,22	254000,0	87,30	215195,0	81,190	202000,0	89,80	148001,0	95,60
FORI, d.o.o., Velenje	5,9	0,003	-	-	-	-	-	-	-	-
GORENJE INDOP, d.o.o., Velenje	13,0	0,0067	-	-	-	-	-	-	-	-
GORENJE notranja oprema, d.o.o., Gorenje	5127,3	2,65	31593,0	10,86	31593	11,920	7813,2	3,47	3150,3	2,03
GORENJE notranja oprema, d.o.o., Velenje	536,7	0,277	442,9	0,15	329,9	0,120	325,9	0,14	340,75	0,22
GORENJE notranja oprema, d.o.o., Šoštanj	4067,3	2,10	1278,2	0,44	14358	5,420	14355,0	6,38	2576,3	1,66
GORENJE, d.d., Velenje	24635,0	12,8	3476,5	1,19	3806,5	1,440	-	-	-	-
HTZ Velenje, I.P., d.o.o., Velenje	1693,4	0,876	-	-	10,0	0,004	-	-	-	-
VEPLAS, VELENJSKA PLASTIKA, d.d., Velenje	209,99	0,1086	96,5	0,03	96,51	0,036	91,7	0,04	54,8	0,04
AVTO MURŠIČ SERVIS IN TRGOVINA d.o.o. Velenje	-	-	-	-	-	-	15,8	0,007	12,6	0,008
Centralna čistilna naprava, Šoštanj	-	-	-	-	-	-	-	-	5,76	0,003

Opombe: *:ni podatka.

Preglednica 4 (nadaljevanje): Emisije skupnega prahu iz posameznih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010, (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).

Skupni prah	2006		2007		2008		2009		2010	
	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%	Emisije (kg/leto)	%
GORENJE I.P.C., d.o.o.	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	0,002
Gorenje Orodjarna d.o.o., Velenje	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6	0,002
KAMTECH GMBH, Šmartno ob Paki	-	-	-	-	-	-	-	-	546,7	0,350
SIPOTEH d.o.o., Velenje	-	-	-	-	-	-	-	-	97,5	0,062
Bio Term d.o.o. Letuš	-	-	-	-	-	-	34,6	0,015	34,6	0,020
GRADIS BAU- UND ENGINEERING GMBH, Šmartno ob Paki	-	-	-	-	-	-	334,8	0,150	-	-
SKUPAJ EMISIJE	193.289	100	290.887	100	265.389	100	224.971	100	154.826	100

Opombe: *:ni podatka.

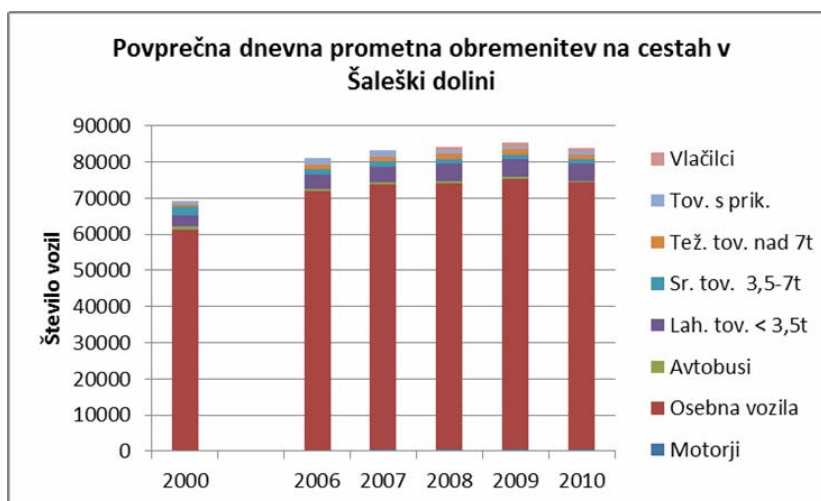


Grafikon 3: Primerjava emisij skupnega prahu iz TEŠ z emisijami ostalih industrijskih obratov v Šaleški dolini v obdobju 2006-2010 (ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav).

3.2.2.2 Promet

Promet predstavlja velik vir onesnaževanja zraka, predvsem z dušikovimi oksidi, prašnimi delci, ogljikovim monoksidom in benzenom. S primerjavo meritev na prometnih merilnih mestih in merilnih mestih mestnega ozadja v Sloveniji je bilo potrjeno, da je promet izvor onesnaženja zraka z NO_x in s prašnimi delci PM_{10} (ARSO, Kazalci okolja Slovenije). Promet je v letu 2010 prispeval 53 % emisij NO_x in 11 % PM_{10} v Sloveniji (ARSO, 2010). Skozi Šaleško dolino vodita dve pomembni, medregionalni cestni povezavi in sicer cesta, ki povezuje Arjo vas (vstop na avtocesto) z Velenjem in naprej s Koroško in magistralna cesta,

ki povezuje Velenje z Zgornjo Savinjsko dolino. Emisije plinov ob cestah se ne merijo v okviru rednih monitoringov, zato ocene o količini emitiranih zračnih onesnažil zaradi prometa ne moremo dati. Na osnovi podatkov o prometnih obremenitvah na posameznih odsekih cest (DRSC, 2012) pa lahko sklepamo o trendu onesnaževanja zaradi prometa. Iz Graf. 4 je razvidno, da ostaja promet v obdobju 2006-2010 približno na enakem nivoju, primerjava z letom 2000 pa kaže na porast prometa po tem letu za več kot 20 %. V Zasavju, ki je primerljivo območje (vplivno območje Termoelektrarne Trbovlje), so analizirali emisije iz prometa in ocenili, da več kot 10 % vseh emisij dušikovih oksidov izhaja iz prometa (Inštitut za energetiko Energis, 2007).

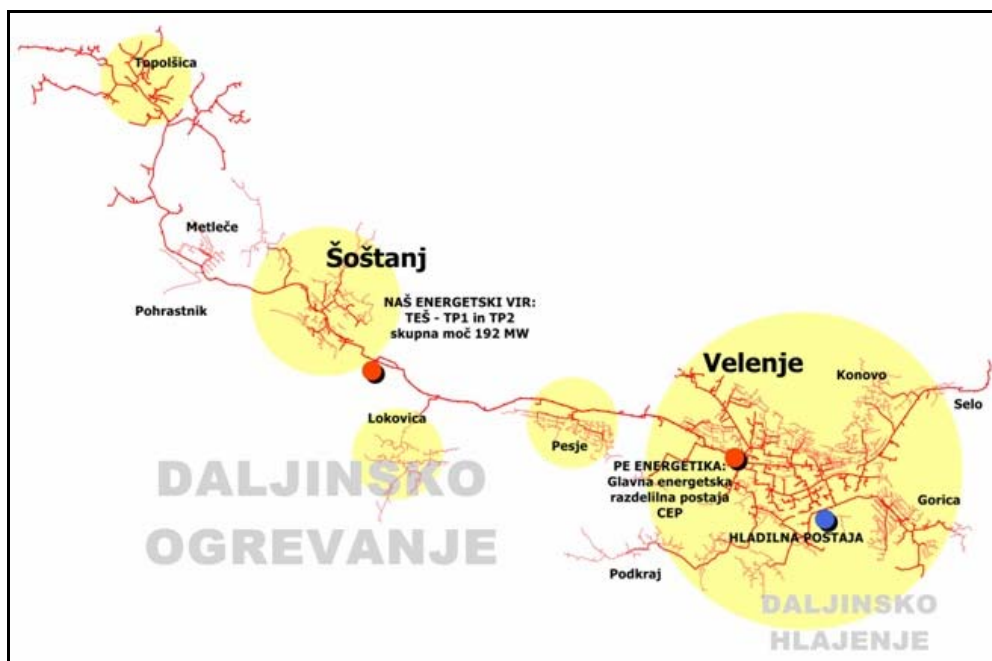


Grafikon 4: Povprečne dnevne prometne obremenitve na cestah v Šaleški dolini z različnimi tipi vozil v letih 2000 ter letih 2006-2010.

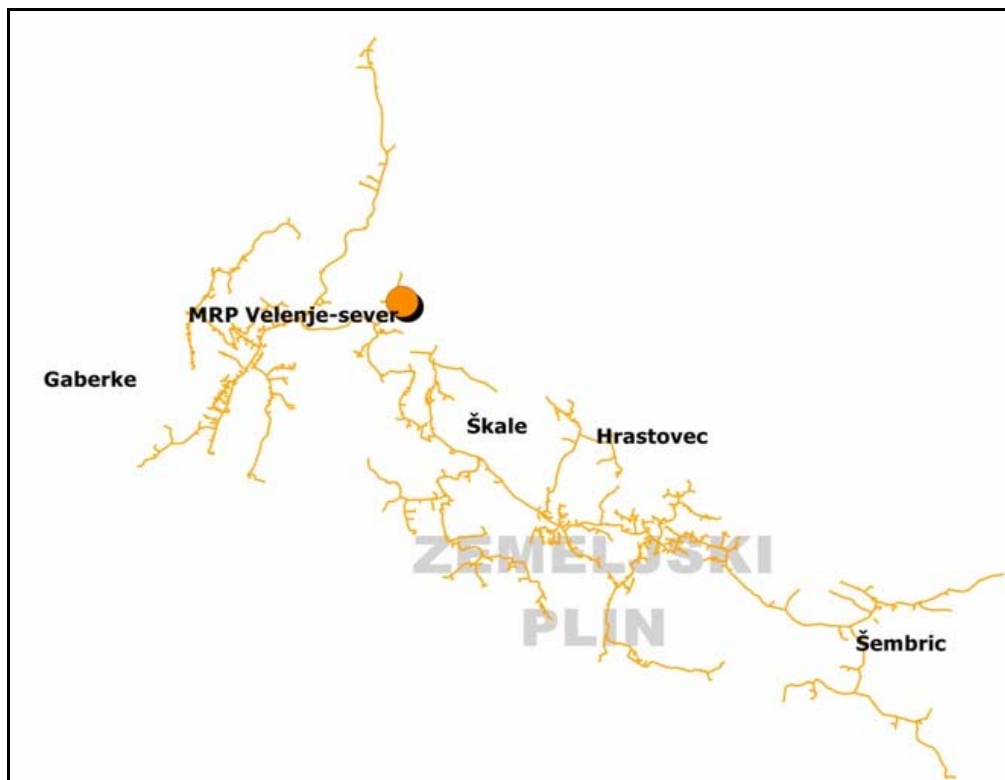
Študija meritev določenih onesnažil (NO_x , NO_2 , O_3 , PM_{10}) ob različno obremenjenih cestah v Šaleški dolini (Kopušar s sod., 2011) je pokazala, da promet vpliva na količino plinastih onesnažil, zaradi česar zadrževanje v bližini prometnic lahko pomeni tveganje za zdravje ljudi. S povečevanjem gostote prometa se povečujejo koncentracije obravnavanih onesnažil.

3.2.2.3 Individualna kurišča

V delu Šaleške doline (Velenje in Šoštanj z okolico) je zgrajen sistem daljinske oskrbe s toploto (Slika 4), ki zagotavlja ogrevanje sanitarne vode in ogrevanje prostorov tako stanovanjskih objektov, kot tudi poslovnih, upravnih in industrijskih objektov. Na ta sistem je priključeno 90 % prebivalcev Šaleške doline (Pavšek, 2004). Dodatno se nekatera gospodinjstva in drugi objekti ogrevajo z zemeljskim plinom (Slika 5). Obstaja le malo skupnih kotlovnice, mala kurišča pa so predvsem v naseljih v hribovitem delu Šaleške doline. Zaključimo torej lahko, da individualna kurišča v Šaleški dolini ne prispevajo pomembno k onesnaževanju zraka.



Slika 4: Prikaz daljinskega ogrevanja v Šaleški dolini (vir: Komunalno podjetje Velenje, 2012).



Slika 5: Prikaz ogrevanja z zemeljskim plinom v Šaleški dolini (vir: Komunalno podjetje Velenje, 2012).

3.2.3 KONCENTRACIJE ZRAČNIH ONESNAŽIL V ŠALEŠKI DOLINI

3.2.3.1 Slovenska zakonodaja na področju kakovosti zunanjega zraka

V slovensko zakonodajo so sprejete vse uredbe iz zakonodaje *Evropske skupnosti* na področju varstva zraka, ki se nanašajo na različna onesnažila in ki določajo mejne vrednosti oziroma stopnje koncentracij, nad katerimi so potrebni ukrepi za zmanjševanje koncentracij.

Z *Uredbo o kakovosti zunanjega zraka* (Ur.l. RS, št. 9/11), ki je v skladu z *Direktivo 2008/50/ES evropskega parlamenta in sveta z dne 21. maja 2008*, so določene mejne vrednosti za vsa omenjena onesnažila, alarmna vrednost za žveplov dioksid in dušikove okside, dolgoročno naravnane vrednosti za delce ter s tem povezane stopnje zmanjševanja onesnaženosti zraka in drugi obvezni ukrepi.

V veljavi je sledeča zakonodaja s področja kakovosti zunanjega zraka:

- Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 9/11),
- Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 56/06),
- Sklep o določitvi območij in stopnji onesnaženosti zaradi žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, delcev, svinca, benzena, ogljikovega monoksida in ozona v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 72/03),
- Pravilnik o monitoringu kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 36/07),
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur.l. RS, št. 31/07).

Ti podzakonski akti predpisujejo, katera onesnažila je potrebno spremljati; njihove mejne, ciljne, opozorilne in alarmne vrednosti, najmanjše potrebno število merilnih mest, vrste merilnih mest, njihove gostote v merilnih mrežah, referenčnih merilnih metod in izračunavanja statističnih vrednosti in izmenjave oziroma prikaza podatkov. Pregled predpisanih vrednosti je podan v Preglednici 5.

Preglednica 5: Mejne, alarmne, dopustne in ciljne vrednosti za SO₂, NO₂, O₃ in delce PM₁₀ (Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 9/11)).

Onesnaževalec	1 ura	3 ure	8 ur	24 ur	zima	leto
Žveplov dioksid (µg/m ³)	350 (MV) ¹	500 (AV)		125 (MV) ³ 75 (ZOP) ³ 50 (SOP) ³	20 (KV) 12 (ZOP) 8 (SOP)	20 (MV)
Za varstvo:	zdravja	zdravja		zdravja	rastlin	ekosistemov
Dušikov dioksid (µg/m ³)	200 (MV) ² 100 (SOP) ² 140 (ZOP) ²	400 (AV)				40 (MV) 26 (SOP) 32 (ZOP)
Za varstvo:	zdravja	zdravja				zdravja
Dušikovi oksidi (µg/m ³)						30 (KV) 19,5 (SOP) 24 (ZOP)
Za varstvo:						rastlin
Ozon (µg/m ³)	180 (OV) 240 (AV)		120 (CV) ⁵			40 (MV)
Za varstvo:	zdravja		zdravja			materialov
Delci PM ₁₀ (µg/m ³)				50 (MV) ⁴ 20 (SOP) ⁴ 30 (ZOP) ⁴		40 (MV) 10 (SOP) 14 (ZOP)
Za varstvo:				zdravja		zdravja

¹ - vrednost je lahko presežena 24-krat v enem letu

² - vrednost je lahko presežena 18-krat v letu

³ - vrednost je lahko presežena 3-krat v enem letu

⁴ - vrednost je lahko presežena 35-krat v enem letu

⁵ - vrednost je lahko presežena 25-krat v enem letu (cilj za leto 2010)

MV – mejna vrednost

KV - kritična vrednost za varstvo rastlin

AV – alarmna vrednost

CV – ciljna 8-urna vrednost

OV – opozorilna urna vrednost

SOP – spodnji ocenjevalni prag koncentracije

ZOP - zgornji ocenjevalni prag koncentracije

Mejna vrednost (MV) je raven koncentracije, določena na podlagi znanstvenih spoznanj, katere cilj je izogniti se škodljivim učinkom na zdravje ljudi oziroma naravno okolje (ekosistemi), jih preprečiti ali zmanjšati, in ki jo je v določenem roku treba doseči, ko pa se ta doseže, se ne sme preseči.

Alarmna vrednost (AV) je predpisana raven onesnaženosti, pri kateri je treba zagotoviti takojšnje ukrepe za zavarovanje zdravja ljudi in okolja. Alarmna vrednost se določi pri kritični ravni onesnaženosti, nad katero že kratkotrajna izpostavljenost zaradi snovi v zraku pomeni tveganje za zdravje ljudi. Pri ozonu sta definirani opozorilna urna vrednost (OV) in ciljna 8-urna vrednost (CV), ki naj bi bila dosežena leta 2010.

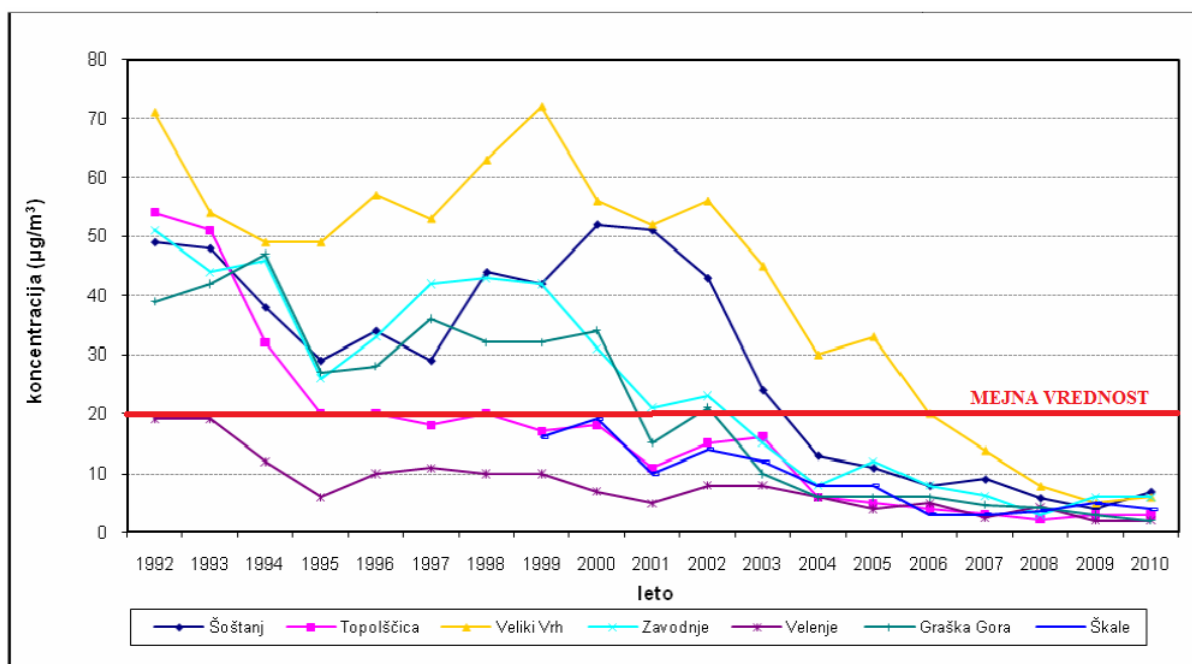
Kritična vrednost (KV) je raven, določena na podlagi znanstvenih spoznanj, katere preseganje ima lahko za posledico neposredne škodljive učinke na nekatere receptorje, kakor so drevesa, druge rastline ali naravni ekosistemi, vendar ne na človeka.

Pri nekaterih onesnažilih sta definirana še **spodnji in zgornji ocenjevalni prag koncentracije (SOP in ZOP)**. Če so bile izmerjene koncentracije v določenem časovnem obdobju pod SOP, se lahko za nadaljnjo oceno stanja uporabijo le modelni izračuni oziroma strokovne ocene, če pa so med SOP in ZOP, se lahko uporabi kombinacija meritev in modelnih izračunov. V primeru, da koncentracije v določenem časovnem obdobju presegajo

ZOP, je potrebno izvajati stalne meritve kakovosti zraka. (ARSO, 2011; Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 9/11)).

3.2.3.2 Žveplov dioksid

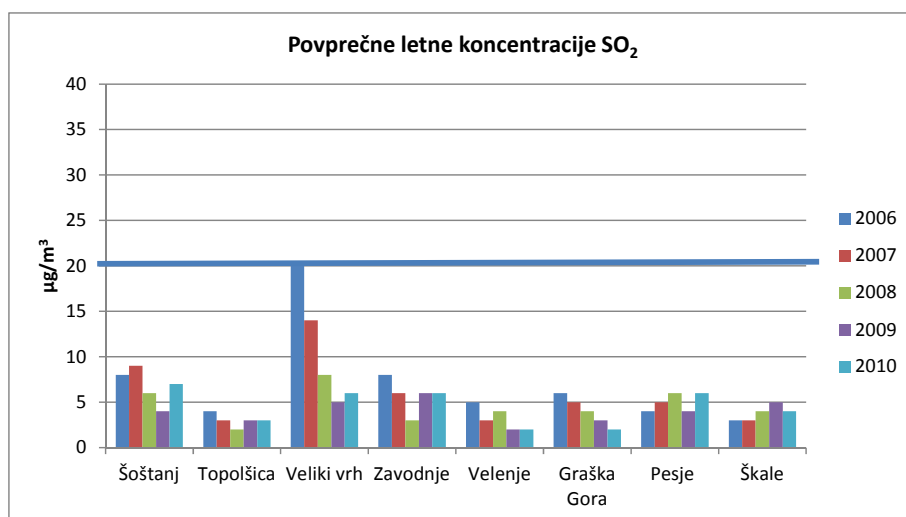
V obdobju od leta 1995 do 2010 so se emisije SO₂ bistveno zmanjšale (glej tudi poglavje 3.2.2.1), ustrežno je opazno tudi pomembno zmanjšanje koncentracij, izmerjenih na merilnih mestih v Šaleški dolini (Graf. 5). Pred letom 2001 so bile povprečne letne rednosti večje od mejne vrednosti za varstvo ekosistemov, ki pa je stopila v veljavo v letu 2002, na merilnih mestih Topolšica (do 1998), Veliki Vrh, Škale, Zavodnje in Graška gora, v letih 2001 in 2002 pa samo še na lokacijah Veliki Vrh, Šoštanj in Zavodnje. Po letu 2002 ostajata problematični lokaciji Šoštanj (do vključno 2003) in Veliki Vrh (do vključno 2006). Po letu 2006 mejne vrednosti za varstvo ekosistemov niso bile več prekoračene (ARSO, 2009).



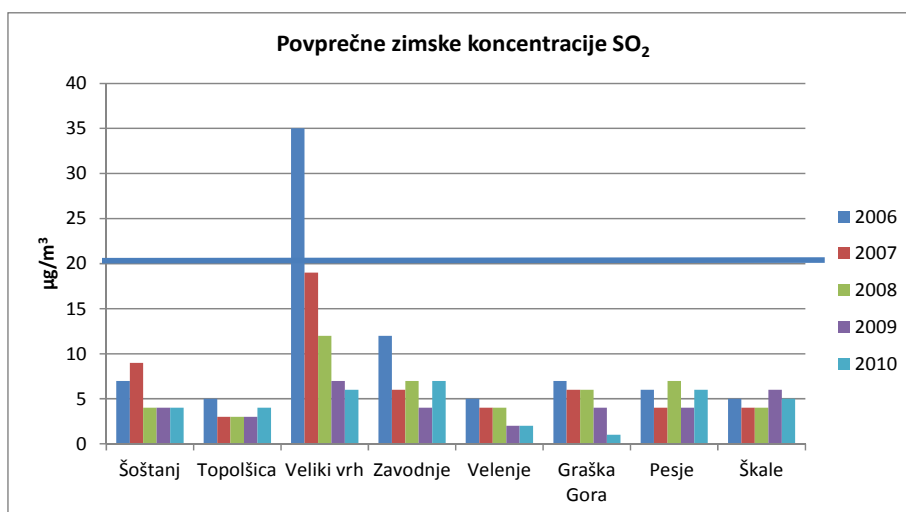
Grafikon 5: Povprečne letne koncentracije SO₂ na merilnih mestih TEŠ v obdobju 1992-2010. Mejna vrednost za varstvo ekosistemov je 20 µg/m³ (vir ARSO, 2009).

Koncentracije žveplovega dioksida smo obravnavali tudi z vidika njihovega vpliva na zdravje ljudi. Po izgradnji čistilnih naprav v TEŠ se je začelo zmanjševati tudi število prekoračitev mejnih vrednosti. Dovoljeno število prekoračitev maksimalne urne koncentracije (350 µg/m³) je bilo v letu 2002 prekoračeno na lokacijah Šoštanj, Veliki Vrh, Zavodnje in Graška gora (prekoračeno dovoljeno število maksimalnih dnevni koncentracij), v letih 2003 in 2004 v Šoštanju in na Velikem Vrhu, v letu 2005 pa na Velikem Vrhu.

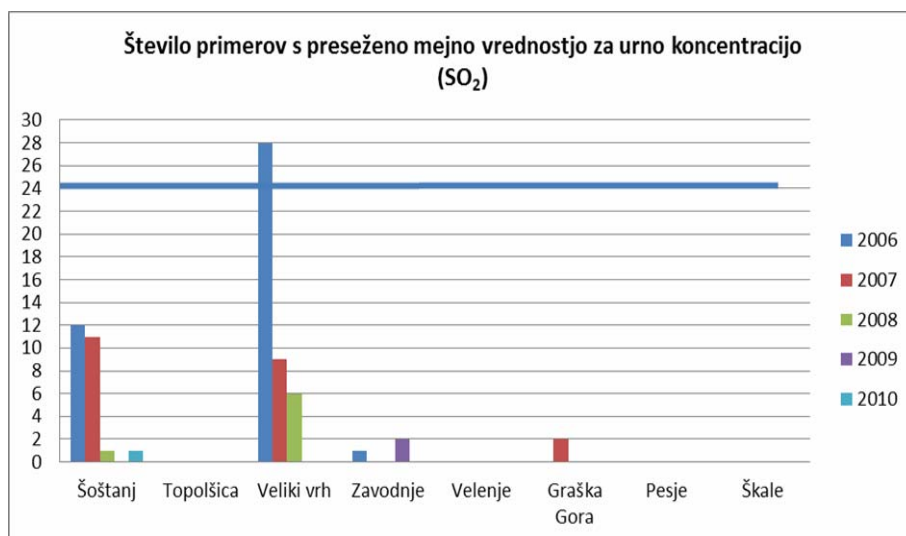
V obdobju (2006-2010), ki ga obravnavamo v sklopu ocene ranljivosti, je bila vrednost za urno koncentracijo na Velikem Vrhu v letu 2006 presežena 28-krat (Graf. 8), kar je več kot dovoljuje zakonodaja (mejna vrednost je lahko presežena 24-krat v enem letu). Nekajkrat je bila v letih 2006 in 2007 urna koncentracija presežena tudi na merilnem mestu v Šoštanju (12-krat v letu 2006 in 11-krat v letu 2007). Od leta 2007 na nobenem od merilnih mest v Šaleški dolini ni bilo zabeleženih prekoračenih 24-urnih koncentracij, prav tako pa povprečne letne vrednosti niso presegle mejne vrednosti za varstvo ekosistemov ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na Velikem Vrhu so bile po letu 2007 izmerjene vrednosti, primerljive z vrednostmi na drugih merilnih mestih Šaleške doline. Po vsej verjetnosti je to rezultat zaustavitve delovanja blokov 1 in 2. V letu 2008 je v TEŠ prišlo do zaustavitve bloka 2 (30 MW), 31.03.2010 pa do zaustavitve bloka 1 (30 MW). Brez čistilne naprave deluje še blok 3 (75 MW), ki bo zaustavljen v letu 2014.



Grafikon 6: Povprečne letne koncentracije SO₂ na merilnih mestih TEŠ v obdobju 2006-2010. Mejna vrednost za varstvo ekosistemov je $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



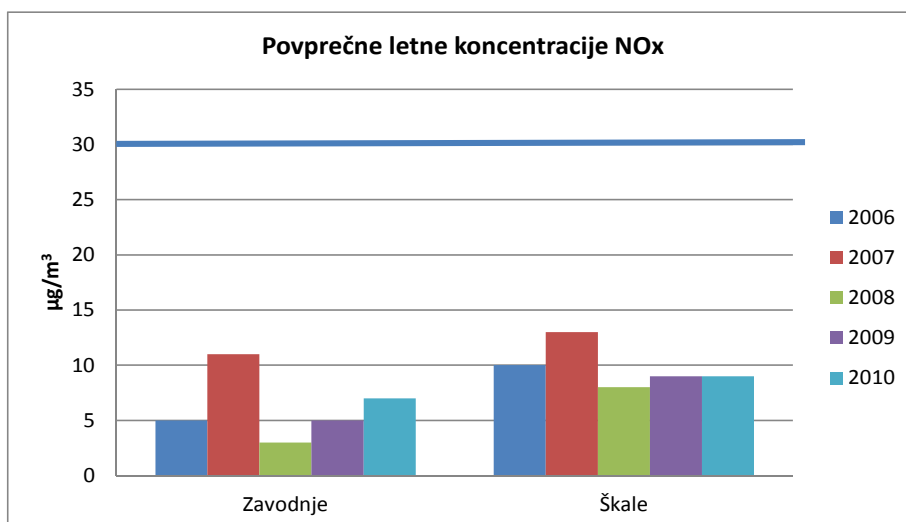
Grafikon 7: Povprečne zimske koncentracije (od 1. oktobra do 31. marca) SO₂ na merilnih mestih TEŠ v obdobju 2006-2010. Kritična vrednost za varstvo rastlin je $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



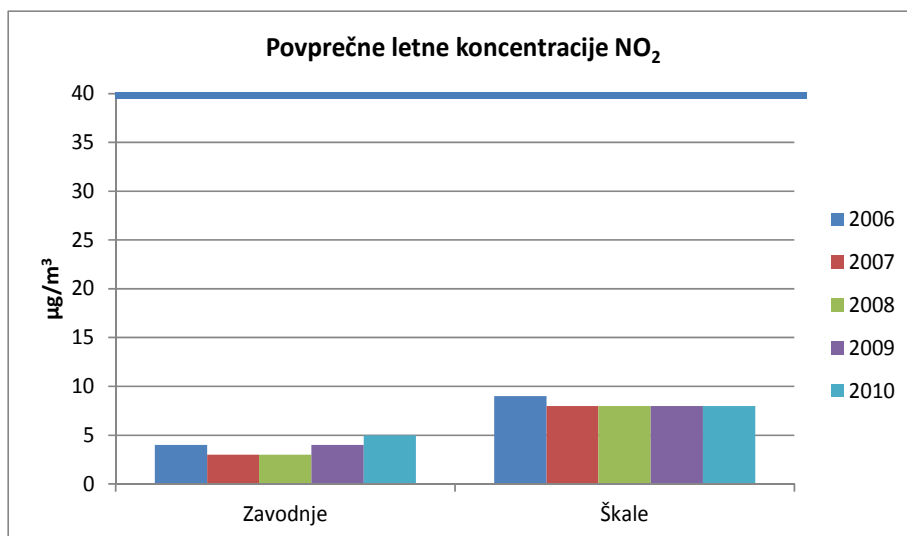
Grafikon 8: Število primerov s preseženo mejno vrednostjo za urno koncentracijo SO₂ na merilnih mestih TEŠ v obdobju 2006-2010. Mejna vrednost za varstvo zdravja ljudi 350 µg/m³ je lahko presežena 24-krat v letu.

3.2.3.3 Dušikovi oksidi

Glavni vir dušikovih oksidov je promet, kar pomeni, da je onesnaženost zraka z dušikovimi oksidi omejena na obcestni pas in na gosto poseljena območja. Vir emisije pa so tudi veliki termoenergetski objekti, ki uporabljajo za gorivo premog. V obdobju 2006-2010 povprečne letne koncentracije NO₂ in NO_x na obeh merilnih mestih v Šaleški dolini (Pesje in Škale) niso presegale zakonsko določenih kritičnih vrednosti za zaščito rastlin in mejnih vrednosti za zdravje ljudi. Prav tako v tem obdobju ni bilo zabeleženih preseženih mejnih urnih koncentracij NO₂ za varstvo zdravja ljudi (200 µg/m³).



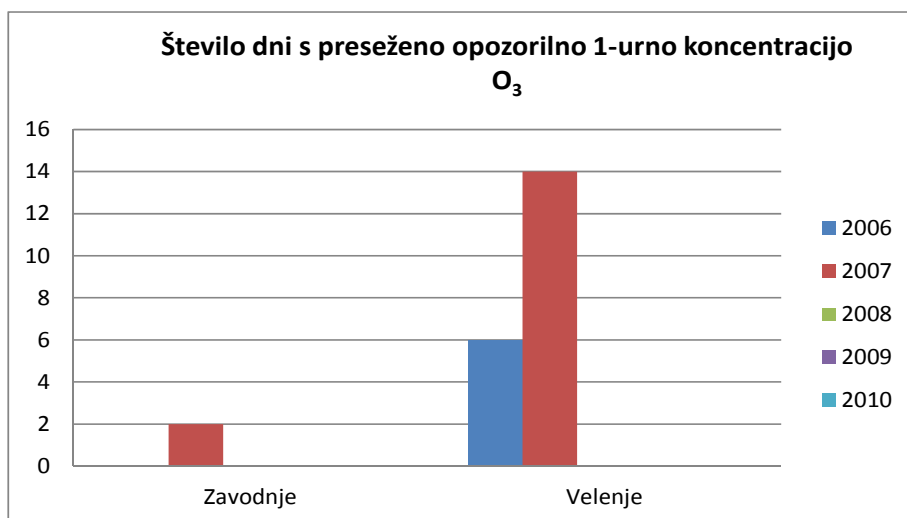
Grafikon 9: Povprečne letne koncentracije NO_x na merilnih mestih Zavodnje in Škale v obdobju 2006-2010. Kritična vrednost za varstvo rastlin je 30 µg/m³.



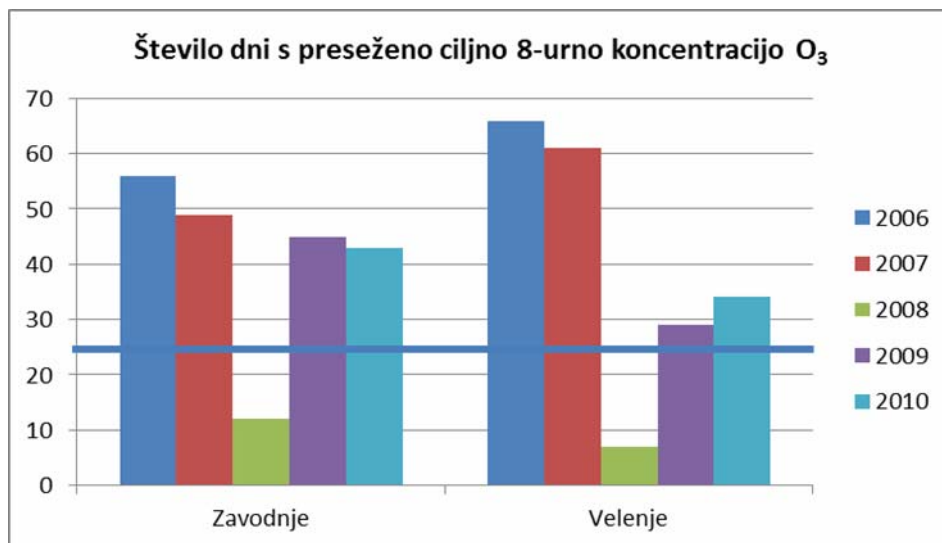
Grafikon 10: Povprečne letne koncentracije NO₂ na merilnih mestih Zavodnje in Škale v obdobju 2006-2010. Mejna vrednost za varstvo zdravja ljudi je 40 µg/m³.

3.2.3.4 Ozon

Pri ozonu sta za varstvo zdravja ljudi definirani opozorilna urna vrednost (OV) in ciljna 8-urna vrednost, ki naj bi bila dosežena do leta 2010 (CV). V obdobju 2006 – 2010 so bile OV na merilnih mestih Zavodnje in Velenje nekajkrat presežene v letih 2006 in 2007, medtem ko je zaskrbljujoč podatek o številu dni s preseženo ciljno 8 urno koncentracijo v letu. Število takih dni se je sicer v zadnjih treh letih zmanjšalo, predvsem je opazno znižanje na merilnem mestu v Velenju, vendar je število dni še vedno nad predpisanimi. Izstopa leto 2008, z nizkimi koncentracijami ozona, kar je posledica pogostih neviht v poletju 2008 (ARSO, 2009). Koncentracije ozona so bile to leto razmeroma nizke tudi v ostalih predelih Slovenije.



Grafikon 11: Število primerov s preseženo opozorilno vrednostjo za 1-urno koncentracijo O₃ (180 µg/m³) na merilnih mestih Zavodnje in Velenje v obdobju 2006-2010.

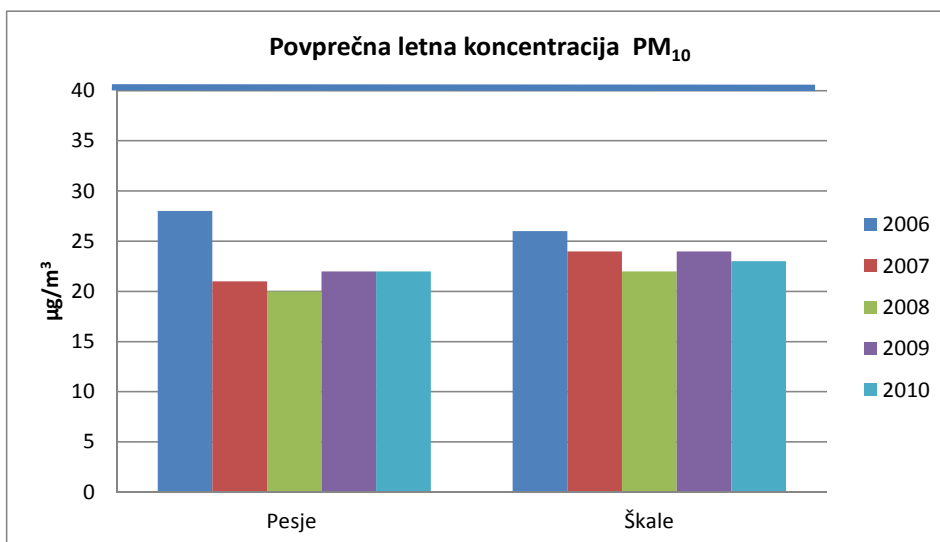


Grafikon 12: Število primerov s preseženo mejno vrednostjo za 8-urno koncentracijo O₃ na merilnih mestih Zavodnje in Velenje v obdobju 2006-2010. Ciljna 8-urna koncentracija za varstvo zdravja ljudi (120 µg/m³) ne sme biti presežena več kot 25 dni v koledarskem letu.

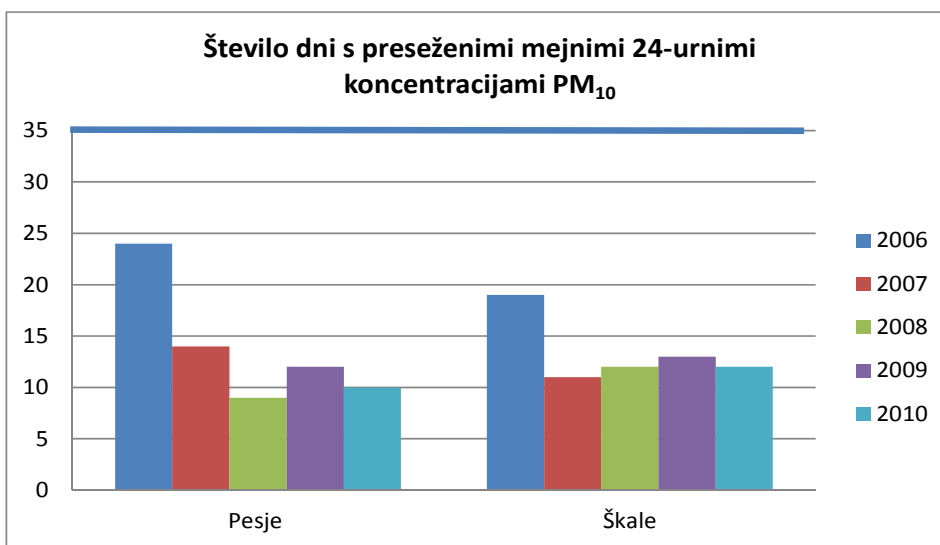
3.2.3.5 Prašni delci PM₁₀

Povprečne letne koncentracije PM₁₀, izmerjene na obeh merilnih mestih Pesje in Škale, v obdobju 2006-2010 niso presegale mejne koncentracije za varstvo zdravja ljudi 40 µg/m³. Presežen pa je bil zgornji ocenjevalni prag (povprečna letna vrednost 14 µg/m³). V istem obdobju je bilo število dni s preseženimi mejnimi 24-urnimi koncentracijami PM₁₀ (50 µg/m³), manjše od mejne vrednosti za varstvo zdravja ljudi, to je 35 dni. Po letu 2006 je opažena manjša obremenjenost s prašnimi delci PM₁₀, ki ostaja bolj ali manj na enakem nivoju do leta 2010. Deloma na koncentracije PM₁₀ v zraku vplivajo prevladujoče vremenske situacije. Npr. na nižje koncentracije v letu 2007 je vplivala nadpovprečno topla in vetrovna prva polovica leta, v letu 2008 in 2009 pa pogoste padavine zlasti v poletnem času (ARSO, 2011).

V Velenju so se meritve delcev PM₁₀ začele izvajati leta 2011. Podatki so na voljo od konca avgusta 2011 na spletni strani Mestne občine Velenje (Mestna občina Velenje, Meteorološki in okoljski podatki, 2012).



Grafikon 13: Povprečne letne koncentracije PM₁₀ na merilnih mestih Pesje in Škale v obdobju 2006-2010. Mejna vrednost za varstvo zdravja ljudi je 40 µg/m³.



Grafikon 14: Število primerov s preseženo mejno vrednostjo za 24-urno koncentracijo PM₁₀ na merilnih mestih Pesje in Škale v obdobju 2006-2010. Mejna 24-urna koncentracija za varstvo zdravja ljudi (50 µg/m³) ne sme biti presežena več kot 35 dni v koledarskem letu.

3.3 PRIMERJAVA Z OSTALIMI OBMOČJI V SLOVENIJI

3.3.1 EMISIJE ZRAČNIH ONESNAŽIL V SLOVENIJI V OBDOBJU 2006-2010

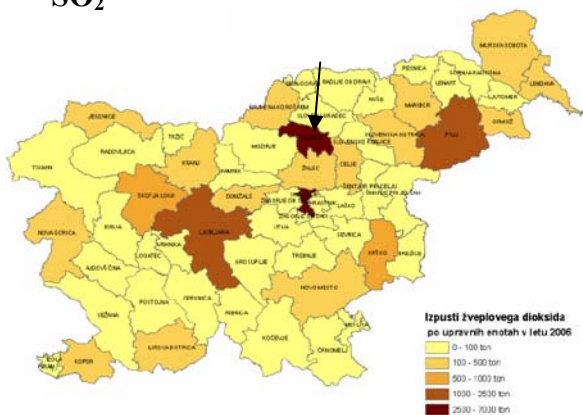
Letni izpusti **žveplovega dioksida** v Sloveniji so se od leta 1980 do 2010 zmanjšali za 95,8 % zaradi delovanja razžveplevalnih naprav na Termoelektrarni Šoštanj (TEŠ) in na Termoelektrarni Trbovlje (TET), čistilne naprave v cementarni Lafarge Cement ter uporabe kakovostnejših goriv. Po letu 2006 so emisije SO₂ relativno nizke, tako da padejo pod nacionalno zgornjo mejo emisij SO₂ zunanjega zraka (ang. kratica NEC - *national emission ceilings*) za leto 2010 (to je 27.000 t) (*Operativni program doseganja nacionalnih zgornjih mej emisij onesnaževal zunanjega zraka, 2007*). Operativni program doseganja nacionalnih zgornjih mej emisij onesnaževal zunanjega zraka je nastal na osnovi obveze iz *Direktive 2001/81/ES o nacionalnih zgornjih mejah emisij za nekatera onesnaževala zraka* (NEC direktiva). NEC direktiva namreč določa obveznost izdelave projekcij emisij zračnih onesnažil in nacionalnega programa za njihovo postopno zmanjšanje. Mejne emisije za Slovenijo v direktivi so enake kot v *Göteborgskem protokolu* in znašajo za v tem poročilu obravnavana onesnažila: 27.000 t za SO₂ in 45.000 t za NO_x. Še vedno največ k izpustom SO₂ prispejo termoelektrarne (TEŠ in TET) in termoelektrarna toplotna Ljubljana (TE-TOL), in sicer v letu 2010 skoraj 63 %.

V obdobju 1992-1997 so se izpusti **dušikovih oksidov** povečali zaradi povečanega prometa. Po letu 1997 so opazna nihanja, najprej so se sicer izpusti dušikovih oksidov zmanjšali zaradi zmanjšane porabe goriv, vendar pa so v obdobju 2006-2008 zopet narasli in se v letu 2009 in 2010 ustalili okoli zgornje meje emisij NO_x (NEC) (Graf. 16). V letu 2010 znašajo emisije NO_x 44.721 t, od tega predstavljajo emisije TEŠ 17,5 %, cesti promet pa 53 % (ARSO, 2011).

Emisije **prašnih delcev** so se od leta 2000 do 2010 povečale za 1 %. Največji delež k skupnim emisijam v letu 2010 prispevajo individualna (mala) kurišča, in sicer 69 % (ARSO, 2011). Največje emisije prašnih delcev so bile na območju Ljubljanske kotline in Ptuja (vpliv Talum Kidričevo) (Graf. 15). Emisije prašnih delcev so se v letih 2008 in 2009 nekoliko zmanjšale, predvsem zaradi manjših izpustov iz tehnoloških procesov (Graf. 16).

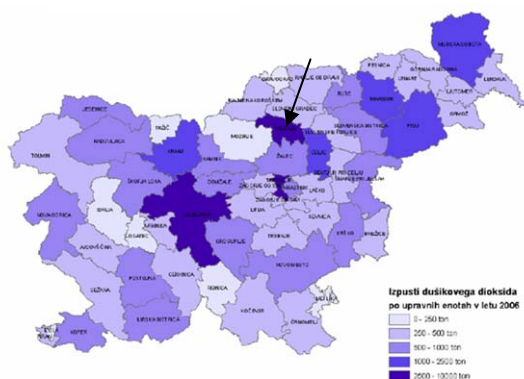
Po letnih emitiranih količinah SO₂ je Šaleški dolini blizu območje Zasavja, glede NO_x pa še območje Ljubljanske kotline. Emisije delcev PM₁₀ so bile v letu 2006 v Šaleški dolini podobne tistim, ki so jih izmerili v srednje velikih mestih v Sloveniji (Graf. 15).

SO₂



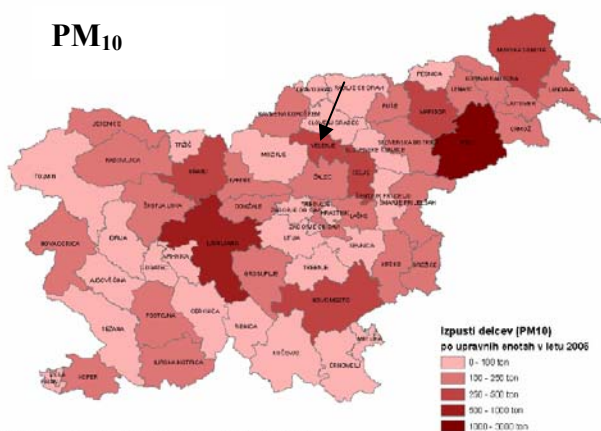
Merilo: 1 : 1 000 000. Vir: Ocena onesnaženosti zraka, Agencija RS za okolje, 2009

NO₂



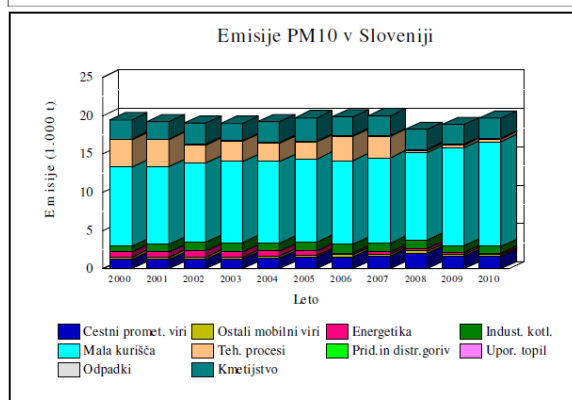
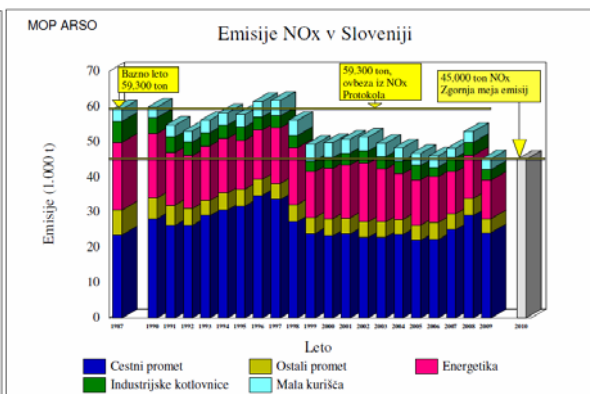
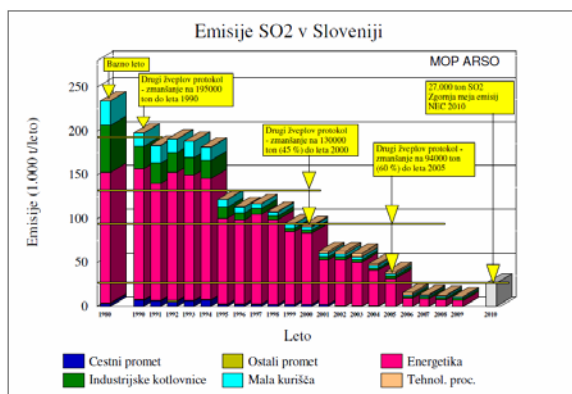
Merilo: 1 : 1 000 000. Vir: Ocena onesnaženosti zraka, Agencija RS za okolje, 2009

PM₁₀



Merilo: 1 : 1 000 000. Vir: Ocena onesnaženosti zraka, Agencija RS za okolje, 2009

Grafikon 15: Izpusti SO₂, NO₂ in delcev PM₁₀ po upravnih enotah v letu 2006, UE Velenje je označena s puščico (ARSO, 2010a)



Grafikon 16: Emisije SO₂, NO_x in PM₁₀ v Sloveniji iz različnih virov (ARSO, 2011, 2012).

3.3.2 KAKOVOST ZRAKA V SLOVENIJI V OBDOBJU 2006-2010

Koncentracije **žveplovega dioksida** so v okolici TEŠ v letu 2006 še prekoračevale mejne vrednosti, v letu 2010 pa je raven koncentracije SO₂ primerljiva z drugimi slovenskimi kraji (Preglednica 6). Nekoliko povečane koncentracije SO₂ se občasno in za kratek čas pojavljajo še v Velenju in v mestih v Zasavju. V vplivnem območju TEŠ (izven mest) pa so koncentracije lahko povečane na višje ležečih krajih v okolici TEŠ (Veliki Vrh, Zavodnje) in TET (Ravenska vas) (ARSO, 2007, 2011).

Dušikov dioksid ostaja vsa leta problematičen v s prometom obremenjenih mestih, kot sta Ljubljana in Maribor. V letu 2010 je bila na merilnem mestu Ljubljana center prekoračena mejna letna vrednost. Koncentracije NO_x so bile na vseh lokacijah (izven mest) in v celotnem obdobju nižje od kritične vrednosti za varstvo rastlin (ARSO, 2007, 2011).

Na večini merilnih mest je bila prekoračena ciljna 8-urna vrednost **ozona** za zaščito materialov v celotnem obdobju izvajanja državnega monitoringa (2002-2010). Najvišje ravni koncentracij ozona so bile izmerjene na Primorskem; izjema je Krvavec, kjer so povprečne letne koncentracije ozona vseskozi največje. V letu 2010 so bile izmerjene nižje koncentracije ozona na nekaterih lokacijah v Sloveniji (Ljubljana-Bežigrad, Zagorje), vendar pa je na večini merilnih mest prekoračena ciljna vrednost. Koncentracije ozona, ki je sekundarno onesnažilo, so zelo odvisne od vremenskih razmer, zato na njegovo raven na neki lokaciji vplivajo meteorološke razmere v posameznem letu. Pomembno je tudi, kje leži merilno mesto. Če je mesto ob prometni cesti (npr. merilni mesti v Mariboru, Zagorju), je izmerjenega ozona manj, ker je to sekundarno onesnažilo in nastaja stran od vira onesnaženja (ARSO, 2007, 2011).

Mejna letna vrednost za delce **PM₁₀** je bila na lokaciji Ljubljana-center prekoračena od 2008-2011 (prej meritev na tej lokaciji niso izvajali). Pred letom 2007 je bila praviloma ta vrednost prekoračen tudi v nekaterih drugih mestih (Maribor center, Celje, Trbovje, Zagorje), po letu 2007 pa le enkrat v Zagorju (2008), kasneje pa ne več. Drug indikator kakovosti zraka (dovoljeno število dnevni prekoračitev koncentracije delcev PM₁₀) je dodatno opozoril na problematiko prašnih delcev. Število dovoljenih prekoračitev je bilo prekoračeno na večini merilnih mest v mestih v celotnem obdobju izvajanja monitoringa kakovosti zraka v Sloveniji (2002-2011) (ARSO, 2011). Prekomerna onesnaženost slovenskih mest z delci PM₁₀ je velik okoljski problem v Sloveniji; Evropska komisija pa je v letu 2010 sprožila postopek proti Sloveniji.

Preglednica 6: Raven koncentracij različnih onesnažil v letih 2006 in 2010 (z – varovanje zdravja, e – zaščita ekosistemov, v – varstvo rastlin). (ARSO, 2007, 2011).

Leto 2006

Leto 2010

station	območje/ Zone code	žveplov dioksid SO ₂ **	dušikov dioksid NO ₂ **	dušikovi oksidi NO _x **	ogljikov monoksid CO**	ozon O ₃	delci PM ₁₀ **
DMKZ							
Ljubljana Bežigrad	SI1						
Maribor	SIM						
Celje	SI2						
Trbovlje	SI2						
Hrastnik	SI2						
Zagorje	SI2						
Murska S.-Rakičan	SI1						
Nova Gorica	SI4						
Koper	SI4						
Krvavec	SI3						
Iskrba	SI3						
Otlica	SI3						
EIS TES							
Sostanj	SI2						
Topolšica	SI2						
Veliki Vrh	SI2						
Zavodnje	SI2						
Velenje	SI2						
Graška Gora	SI2						
Pesje	SI2						
Skale	SI2						
EIS TET							
Kovk	SI2						
Dobovec	SI2						
Kum	SI2						
Ravenska Vas	SI2						
Prapretno	SI2						
OMS Ljubljana (Vnainarie)							
MO Maribor	SIM						
EIS Celje							
EIS Krško							
EIS TER (sv.Mohor)							

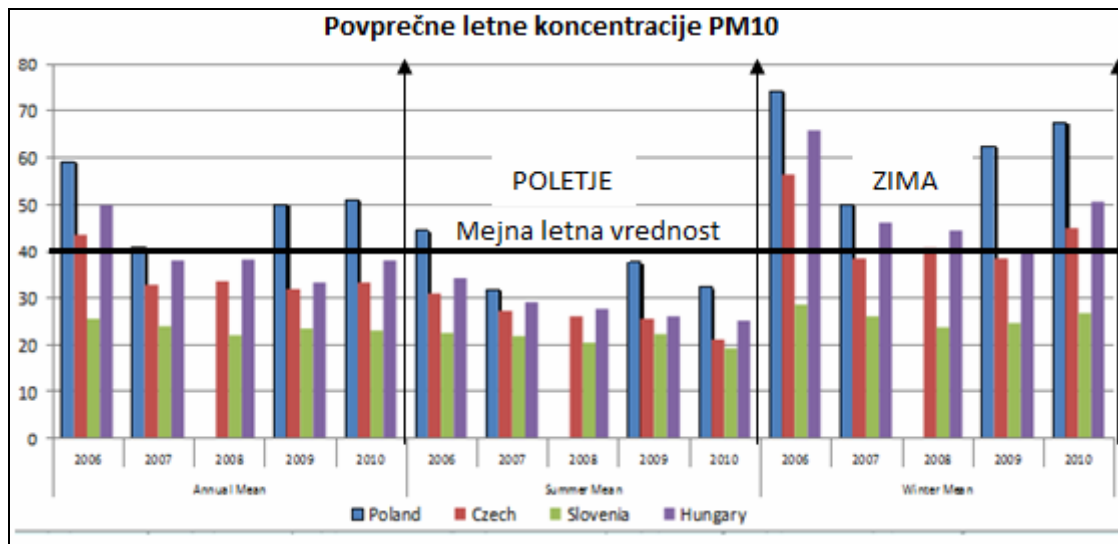
Merilno mesto/ site	območje/ Zone code	žveplov dioksid SO ₂ *		dušikov dioksid NO _x *		dušikovi oksidi NO _x *		ogljikov monoksid CO*		ozon O ₃		delci PM ₁₀ *	
		z	e	z	v	z	v	z	v	z			
DMKZ													
Ljubljana Bežigrad	SI1												
Ljubljana Biotehniška t.	SI1												
Maribor center	SIM												
Maribor Vrbski plato	SIM												
Kranj	SI3												
Novo mesto	SI3												
Celje	SI2												
Trbovlje	SI2												
Hrastnik	SI2												
Zagorje	SI2												
Murska S.-Rakičan	SI1												
Nova Gorica	SI4												
Koper	SI4												
Zerjav	SI3												
rvavec	SI3												
Iskrba	SI3												
Otlica	SI3												
EIS TES													
Sostanj	SI2												
Topolšica	SI2												
Veliki Vrh	SI2												
Zavodnje	SI2												
Velenje	SI2												
Graška Gora	SI2												
Pesje	SI2												
Skale	SI2												
EIS TET													
Kovk	SI2												
Dobovec	SI2												
Kum	SI2												
Ravenska Vas	SI2												
Prapretno	SI2												
OMS Ljubljana center													
TE-TO Ljubljana (Vnainarie)	SI2												
MO Maribor-Tabor	SIM												
MO Maribor-Pohorje	SIM												
EIS TEB (sv.Mohor)													
EIS Anhovo (Morsko)													
EIS Anhovo (Gor. Polje)													

Legenda:

- * določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag
- prekoračena mejna (ciljna) vrednost/ limit (target) value exceeded
- prekoračen zgornji ocenjevalni prag/ upper assessment threshold exceeded
- prekoračen spodnji ocenjevalni prag/ lower assessment threshold exceeded
- koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom oz. mejno ali ciljno vrednostjo/ concentration below the lower assessment threshold (or limit or target value)

- prekoračena opozorilna vrednost/ information threshold exceeded
- mejna vrednost ni določena/ limit value is not prescribed
- ni meritev/ no monitoring
- ni podatkov/ no data

3.4 PRIMERJAVA MED IZBRANIMI REGIJAMI V SREDNJI EVROPI



Grafikon 17: Povprečne letne koncentracije PM₁₀ (µg/m³) na merilnih mestih Šaleške doline (Slovenija), regije Usti (Češka Republika), Zgornje Šlezije (Poljska) in Várpalote (Madžarska) v obdobju 2006-2010 (Páldy s sod., 2012a).

Primerjava z izbranimi območji srednje Evrope je pokazala, da je bila v obdobju 2006-2010 raven onesnaženosti s PM₁₀ v Šaleški dolini bistveno manjša kot v ostalih regijah (Usti regija, Zgornja Šlezija, Várpalota) in ni presegala letnih mejnih vrednosti. Ugotovitev velja tudi za zimsko obdobje. Močno presežene letne mejne koncentracije, predvsem v zimskem času, so bile v Zgornji Šleziji na Poljskem in na območju Várpalote na Madžarskem.

Hkrati smo analizirali tudi dnevne koncentracije prašnih delcev PM₁₀ z vidika pojavljanja epizod smoga. Le-te se pojavijo, ko so prekoračene mejne dnevne koncentracije (50 µg/m³) vsaj tri dni (Páldy s sod., 2012a). Prav vse epizode smoga so se oblikovale v zimskem obdobju (najpogosteje v decembru in januarju), kot posledica onesnaženja zraka zaradi ogrevanja (npr. individualna kurišča, izgorevanje fosilnih goriv). V Velenju (merilna postaja Škale) so se epizode smoga pojavile januarja leta 2006, decembra 2007, januarja 2008 in 2009. V januarju 2010 so bile povprečne dnevne koncentracije sicer povečane, vendar tri dni. Tudi pregled intervala dnevnih koncentracij PM₁₀ (minimalne in maksimalne koncentracije) in povprečij za posamezne epizode so pokazale, da je bil zrak v ostalih območjih bolj obremenjen/onesnažen s prašnimi delci. Še zlasti velike koncentracije prašnih delcev v epizodah smoga so bile izmerjene v Zgornji Šleziji na Poljskem (Preglednica 7), kjer so bile povprečne koncentracije PM₁₀ konec januarja 2006 celo 369 µg/m³ (maksimalna izmerjena 24-urna koncentracij pa 425 µg/m³).

Preglednica 7: Prikaz dnevni koncentracij PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v epizodah smoga v izbranih območjih srednje Evrope v obdobju 2006-2010.

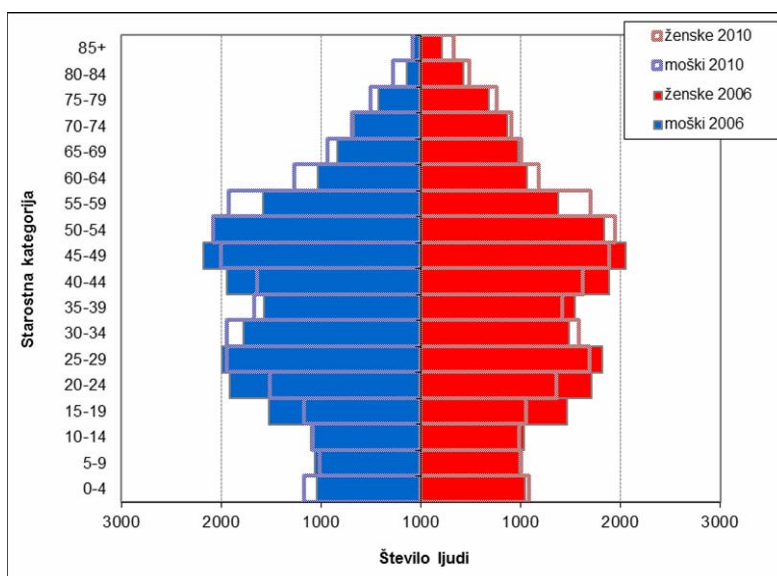
Lokacija	Obdobje	Interval koncentracij PM_{10}	Povprečje za izbrano obdobje
Velenje, Slovenija	26.1.2006-30.1.2006	88-139	119
	21.12.2007-25.12.2007	65-96	81
	28.12.2007-1.1.2008	56-60	59
	4.1.2008-6.1.2008	60-102	75
	6.1.2009-15.1.2009	36-128	88
Regija Usti, Češka	9.1.2006-13.1.2006	96-259	177
	23.1.2006-3.2.2006	67-325	162
	11.2.2008-13.2.2008	131-143	136
	10.1.2009-16.1.2009	70-215	119
	3.12.2010-6.12.2009	75-198	133
Varpalota, Madžarska	9.1.2006-4.2.2006	44-179	106 (128)*
	18.12.2010-23.12.2010	82-165	130
	25.1.2010-29.1.2010	81-149	107
	18.12.2010-23.12.2010	82-165	130
Zgornja Šlezija, Poljska	8.1.2006-17.1.2006	41-404	205 (251)*
	26.1.2006-30.1.2006	227-425	369
	16.11.2006-29.11.2006	65-167	112
	20.11.2007-24.11.2007	101-252	183
	29.12.2008-31.12.2008	76-309	203
	10.1.2009-25.1.2009	53-175	128
	15.2.2010-19.2.2010	93-169	139
	3.12.2010-8.12.2010	80-226	155
	16.12.2010-23.12.2010	46-246	137
	27.12.2010-30.12.2010	99-194	137

Opombe: *Povprečna koncentracija ne upošteva dneva, ko je bila koncentracija PM_{10} nižja od mejne dnevne koncentracije ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), v oklepaju podajamo povprečno koncentracijo, če pri izračunu ne bi upoštevali tega dneva.

4 UMRLJIVOST V ŠALEŠKI DOLINI

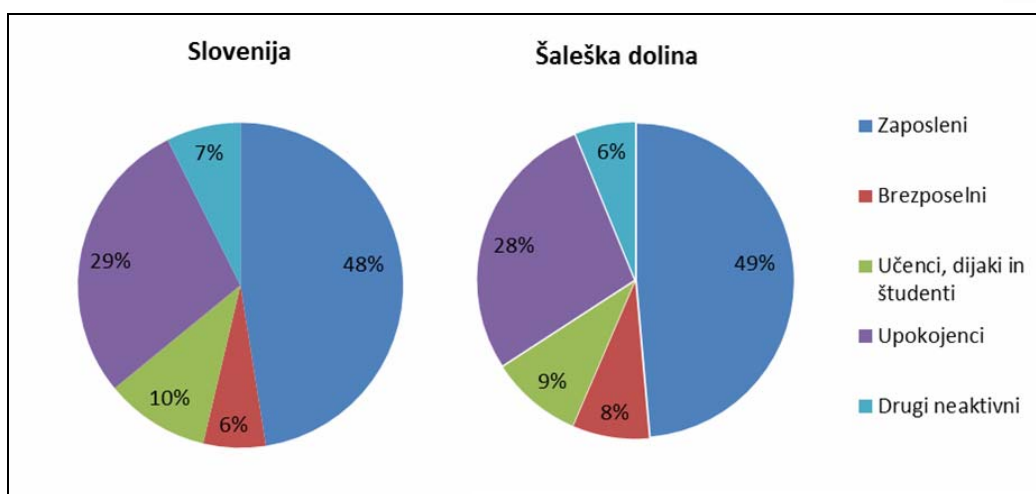
4.1 DEMOGRAFSKA IN VITALNA STATISTIKA

Demografska struktura in vitalne značilnosti prebivalstva pomembno vplivata na zdravstveno varstvo in zdravstveno stanje prebivalcev. Po starostni strukturi prebivalstva se Šaleška dolina uvršča med predele s staro populacijo, saj imamo v letu 2010 več kot 13,3 % prebivalcev starih nad 65 let (58,6 % je bilo žensk), čeprav je delež manjši kot je povprečje za celotno Savinjsko statistično regijo: 15,8 %. V sodobni literaturi se govori o tipu starega prebivalstva takrat, ko je delež oseb, starih 65 let, in več med 8 – 12 %. Če je njihov delež višji od 12 %, se govori o tipu izrazito starega prebivalstva (Nejašmić, 2005). Delež populacije otrok v starosti od 0 do 14 let je bil v letu 2010 14,1 % (Graf. 18). V letu 2010 je bilo na območju Šaleške doline zabeleženih 465 rojstev (gre za živorojene otroke) ter 354 smrti, kar kaže na pozitivni naravni prirastek.



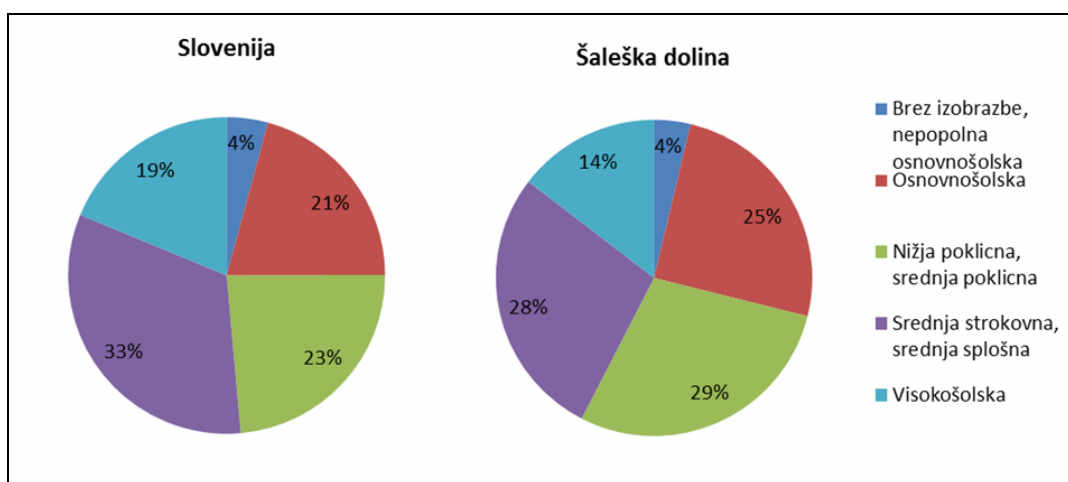
Grafikon 18: Starostna piramida prebivalstva Šaleške doline v letih 2006 in 2010.

V letu 2011 je živel na območju Šaleške doline 38.355 prebivalcev starih nad 15 let. Od tega je bilo 21.652 (56,4 %) aktivnih prebivalcev, med njimi 18.640 (49 %) delovno aktivnih in 3.012 (8 %) brezposelnih oseb. Med neaktivne prebivalce štejemo učence, dijake in študente, upokojence ter druge neaktivne osebe stare, nad 15 let. Kar 28 % (10.726 oseb) prebivalcev starih nad 15 let, so predstavljali upokojenci. Primerjava s Slovenijo kaže na podobno sliko (Graf. 19).



Grafikon 19: Aktivnost prebivalcev Slovenije in Šaleške doline, starih nad 15 let, v letu 2011 (vir podatkov STAT, 2012).

Izobrazbena struktura v letu 2011 kaže, da je imelo 29 % (11.083) prebivalcev nad 15 let nedokončano ali končano osnovno šolo, 57 % (21.679) jih je doseglo poklicno ali srednjo izobrazbo; končan visokošolski program 1., 2. ali 3. stopnje je imelo 14 % (5.593) prebivalcev. V Šaleški dolini se v primerjavi s Slovenijo kaže nekoliko nižja stopnja izobrazbe prebivalstva (Graf. 20).



Grafikon 20: Izobrazbena struktura prebivalcev v Sloveniji in Šaleški dolini, starih nad 15 let, v letu 2011 (vir podatkov STAT, 2012).

4.2 UMRLJIVOST V ŠALEŠKI DOLINI

4.2.1 ŠTEVILO UMRLIH IN SPLOŠNA UMRLJIVOST V ŠALEŠKI DOLINI

Preglednica 8: Absolutno število umrlih v Šaleški dolini, po spolu, v obdobju 2006 do 2010.

	VSI	Moški	Ženske
2006	297	159	138
2007	315	170	145
2008	335	174	161
2009	321	169	152
2010	354	197	157
Skupaj	1947	1034	913

V obdobju od 2006 do 2010 je na območju UE Velenje umrlo 1947 ljudi, med njimi je bilo 53,1 % moških in 46,9 % žensk. Število smrti na leto od leta 2006 narašča, kar je verjetno posledica staranja prebivalstva in večje smrtnosti v starostnem obdobju 85 let in več (Preglednici 9 in 10).

Preglednica 9: Absolutno število umrlih moških v UE Velenje, po 5 letnih starostnih skupinah, v obdobju 2006 do 2010.

	0-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85+	SKUPAJ
2006	16	19	11	15	17	25	31	17	8	159
2007	17	10	12	16	24	32	26	17	16	170
2008	19	10	24	18	18	20	22	20	23	174
2009	21	9	18	13	17	27	22	23	19	169
2010	20	10	13	16	22	26	34	31	25	197
Skupaj	110	72	90	98	114	148	167	128	107	1034

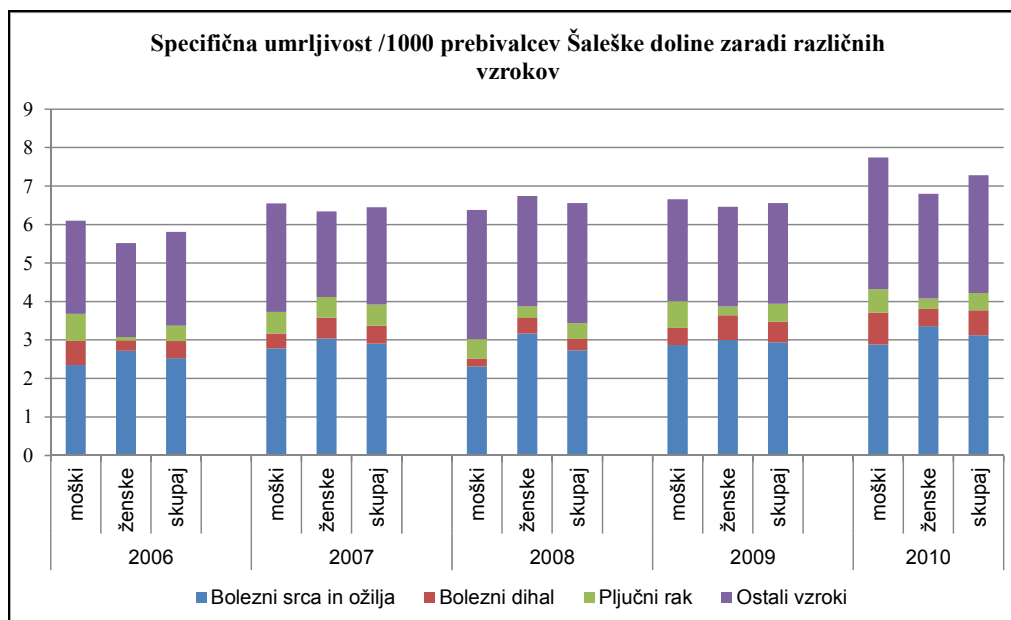
Preglednica 10: Absolutno število umrlih žensk v UE Velenje, po 5 letnih starostnih skupinah, v obdobju 2006 do 2010.

	0-49	50-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85+	SKUPAJ
2006	3	7	6	10	22	28	35	27	138
2007	12	11	10	10	10	28	30	34	145
2008	8	8	6	12	25	25	31	46	161
2009	4	16	7	8	15	26	31	45	152
2010	8	9	9	10	15	26	28	52	157
Skupaj	54	67	49	63	100	152	183	245	913

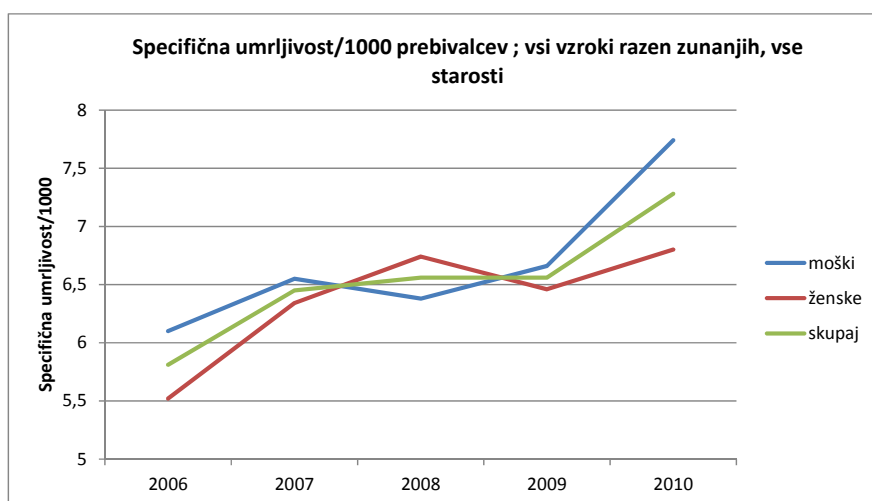
4.2.2 SPECIFIČNA UMRLJIVOST ZARADI VSEH BOLEZNI BREZ ZUNANJIH VZROKOV, ZARADI BOLEZNI SRCA IN OŽILJA, BOLEZNI DIHAL TER RAKA SAPNIKA, SAPNIC IN PLJUČ, PO SPOLU IN STAROSTNIH SKUPINAH

Zračna onesnažila povzročajo predvsem bolezni dihal in kardiovaskularnega sistema, zato je v študiji izpostavljena in analizirana smrtnost zaradi teh bolezni.

V Šaleški dolini je bilo v letu 2010 zabeleženih več smrti kot v letu 2006, vendar je bil delež umrlih zaradi različnih vzrokov smrti enak (Graf. 21 in 23). Skoraj polovico prebivalcev je umrlo zaradi bolezni srca in ožilja (43,5 % v letu 2006 in 42,8 % v letu 2010), 9 % (letu 2006) oziroma 7,6 % (v letu 2010) zaradi bolezni dihal, 6,9 % (v letu 2006) oziroma 6,2 % (v letu 2010) zaradi raka na pljučih, medtem ko je 42 % vseh umrlih v obeh letih umrlo zaradi drugih vzrokov. Ženske za razliko od moških bolj umirajo zaradi kardiovaskularnih bolezni. 49 % vseh umrlih žensk je tako v letu 2006 kot v letu 2010 umrlo zaradi bolezni srca in ožilja, medtem ko je bil delež pri moških v obeh letih 38 %. Pri moških se v primerjavi z ženskami izraža večji odstotek umrlih zaradi bolezni dihal in raka na sapniku, sapnici in pljučih, vendar se pri ženskah v obdobju 2006-2010 kaže trend naraščanja. Delež umrlih moških zaradi bolezni dihal in raka na sapniku, sapnici in pljučih je znašal 21,8 % v letu 2006 oziroma 18,8 % v letu 2010, pri ženskah pa 6,5 % v letu 2006 in 10,6 % v letu 2010.

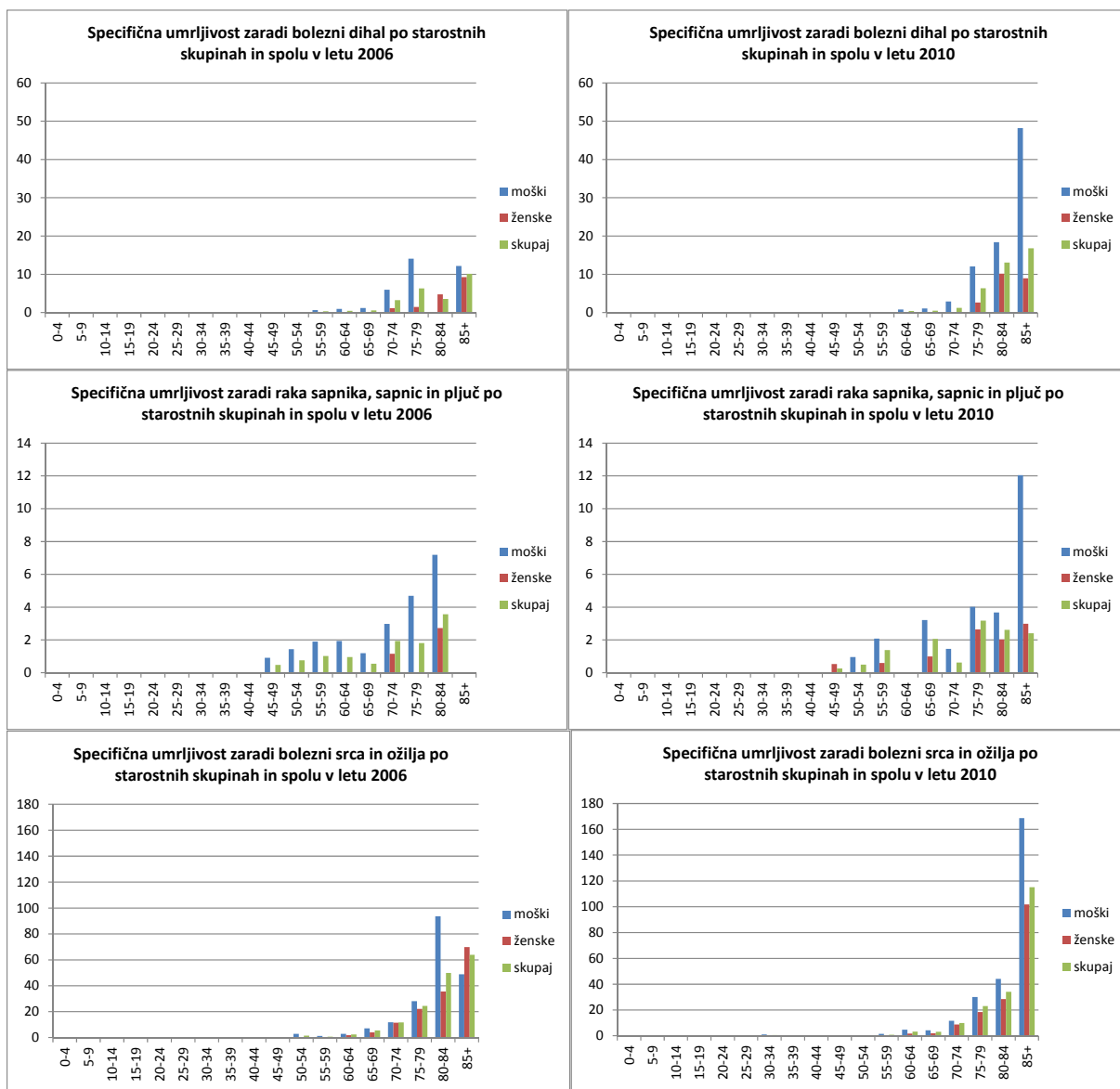


Grafikon 21: Specifična umrljivost/1000 prebivalcev zaradi različnih vzrokov v Šaleški dolini, v obdobju 2006–2010 (Konec Juričič, 2012).



Grafikon 22: Specifična umrljivost prebivalcev Šaleške doline zaradi vseh vzrokov, razen zunanjih (umrljivost zaradi namerne samopoškodbe (samomora), nezgod in ubojev), v obdobju 2006–2010.

Primerjava med letoma 2006 in 2010 kaže na razlike v umrljivosti zaradi bolezni srca in ožilja, bolezni dihal ter raka sapnika, sapnic in pljuč tako pri starosti kot po spolu (Graf. 23). Do 45. leta prebivalci Šaleške doline ne umirajo zaradi zgoraj navedenih vzrokov. V letu 2010 se je specifična umrljivost tako zaradi kardiovaskularnih bolezni kot bolezni dihal in raka na sapniku, sapnici in pljučih, močno povečala v starosti nad 85 let. To je verjetno posledica daljšanja življenjske dobe. Povečanje se opazi predvsem pri moški populaciji. Pri ženskah je predvsem opazen porast umrljivosti zaradi raka na sapniku, sapnici in pljučih tudi v mlajših letih.



Grafikon 23: Specifična umrljivost/1000 prebivalcev zaradi bolezni srca in ožilja, bolezni dihal ter raka sapnika, sapnic in pljuč, po spolu in starostnih skupinah v letu 2006 in 2010.

4.2.3 STAROSTNO STANDARDIZIRANA UMRLJIVOST V ŠALEŠKI DOLINI V PRIMERJAVI Z UMRLJIVOSTJO V DRUGIH OBMOČJIH SLOVENIJE

V Šaleški dolini je v primerjavi z drugimi območji Slovenije prebivalstvo relativno mlajše (Preglednica 11), zato smo za primerjavo uporabili standardizirane podatke, ki v največji možni meri izničijo vpliv različne starostne strukture obravnavanih populacij. Starostno standardizirano umrljivost zaradi vseh vzrokov (skupna ali totalna umrljivost) v upravni enoti (UE) Velenje (Šaleška dolina) smo primerjali z umrljivostjo v upravnih enotah v Ljubljani, Hrastniku, Trbovljah, Zagorju ob Savi ter z območji, kjer ni večjih industrijskih obratov (Ribnica in Mozirje) (Graf. 24); hkrati smo umrljivost v UE Velenje primerjali tudi z upravnimi enotami znotraj celjske regije (Graf. 25). Za slednjo prikazujemo tudi starostno standardizirane podatke po posameznih boleznih (bolezni dihal in bolezni srca in ožilja) (Graf. 27). Starostno standardizirane stopnje umrljivosti so bile izračunane na podlagi evropske standardne populacije.

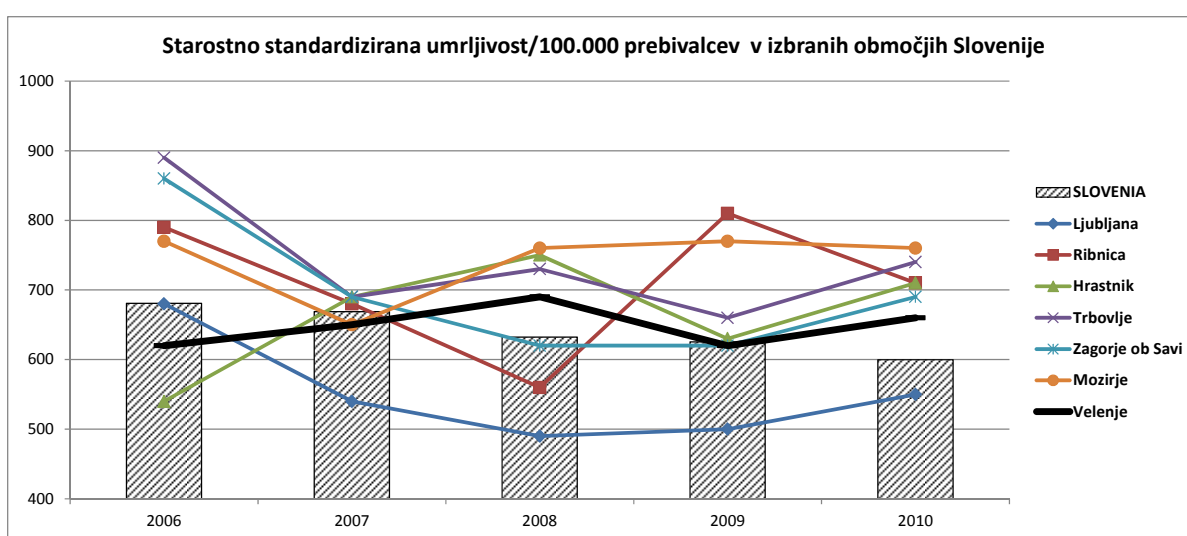
Preglednica 11: Število prebivalcev in delež starega prebivalstva nad 65 let v Šaleški dolini v primerjavi s Slovenijo in nekaterimi drugimi območji Slovenije.

	Število prebivalcev		Delež prebivalstva nad 65 let (%)	
	2006	2010	2006	2010
Hrastnik	10.326	10.031	16,99	16,54
Ljubljana	328.499	346.582	16,71	16,62
Mozirje	16.506	16.402	16,79	17,68
Ribnica	13.476	13.494	16,41	17,11
Trbovlje	17.869	17.376	16,41	18,38
Velenje	45.433	44.925	11,70	13,31
Zagorje ob Savi	17.116	17.076	15,96	17,02
Slovenija	2.003.358	2.046.976	15,6	16,30

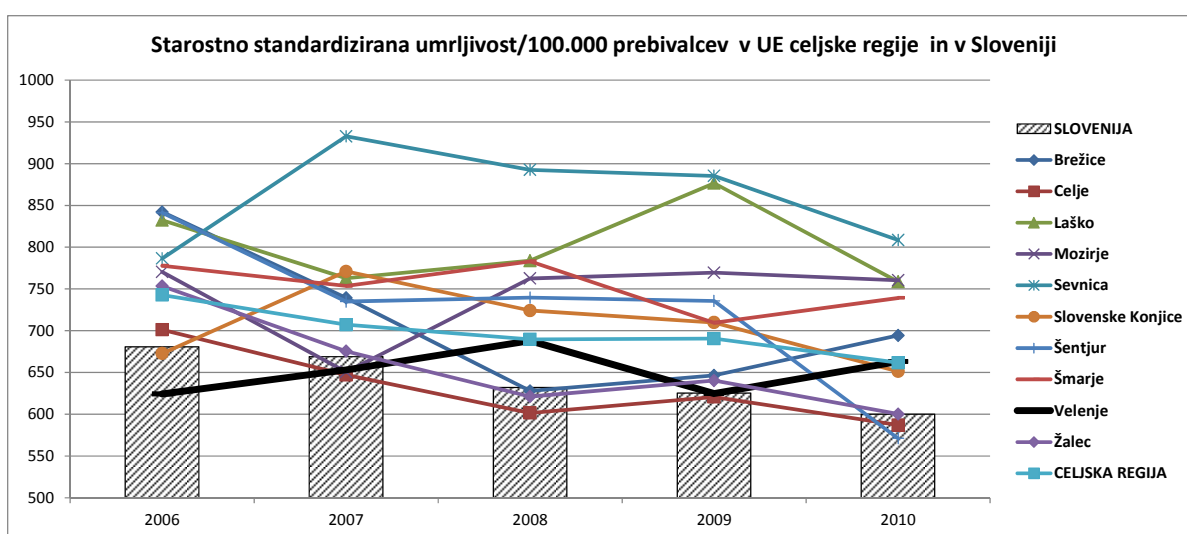
Ugotovili smo, da je **skupna umrljivost v UE Velenje** primerljiva s povprečjem za Slovenijo v letih 2007 in 2009, oziroma manjša v letu 2006. Nasprotno je bila v letih 2008 in 2010 zabeležena večja umrljivost, kot je slovensko povprečje (Graf. 24, Preglednica 11). Kljub slednjemu v nobenem izmed obravnavanih let UE Velenje ni bila uvrščena med upravne enote z najbolj izstopajočo standardizirano skupno umrljivostjo.

Če upoštevamo vse upravne enote, ki smo jih obravnavali v poročilu (Preglednica 12, Graf. 24 in 25), lahko povzamemo, da je bila v letu 2006 zabeležena manjša skupna umrljivost od umrljivosti v UE Velenje le v UE Hrastnik, v ostalih letih (2007-2010) pa sta imeli nižjo totalno umrljivost vedno UE Ljubljana in UE Celje, poleg teh upravnih enot pa še upravne enote Ribnica, Zagorje ob Savi, Žalec in Brežice v letu 2008 ter Žalec, Šentjur in Slovenske Konjice v letu 2010.

Velja poudariti, da je bila v celotnem obravnavnem obdobju skupna umrljivost večja v primerjavi z UE Velenje v upravnih enotah Laško, Sevnica, Trbovlje, Šmarje pri Jelšah, Hrastnik (izjema 2006), Ribnica (izjema 2008) in Brežice (izjema 2008).



Grafikon 24: Starostno standardizirana umrljivost/100.000 prebivalcev zaradi vseh vzrokov v nekaterih upravnih enotah Slovenije in v Sloveniji v obdobju 2006-2010.

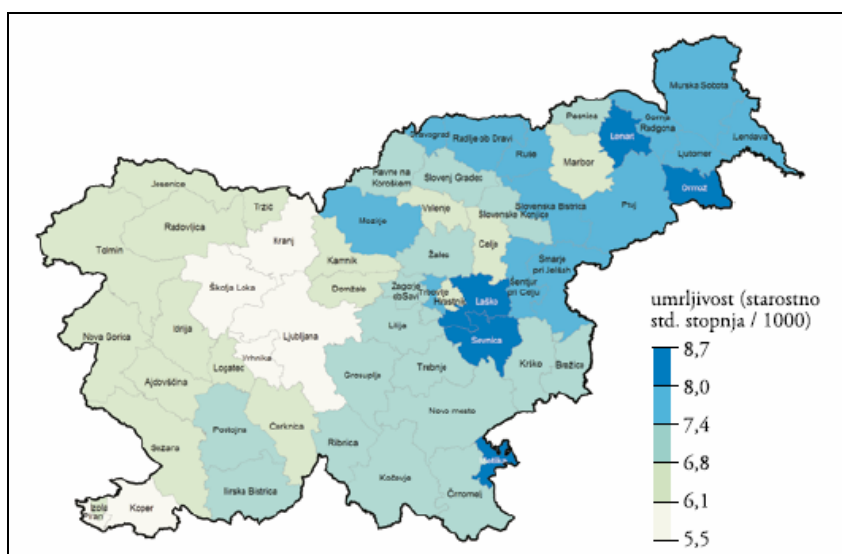


Grafikon 25: Starostno standardizirana umrljivost/100.000 prebivalcev zaradi vseh vzrokov v upravnih enotah celjske regije in Slovenije v obdobju 2006-2010.

Preglednica 12: Starostno standardizirana umrljivost/100.000 prebivalcev zaradi vseh vzrokov v nekaterih upravnih enotah Slovenije, celjski regiji in v Sloveniji v obdobju 2006-2010.

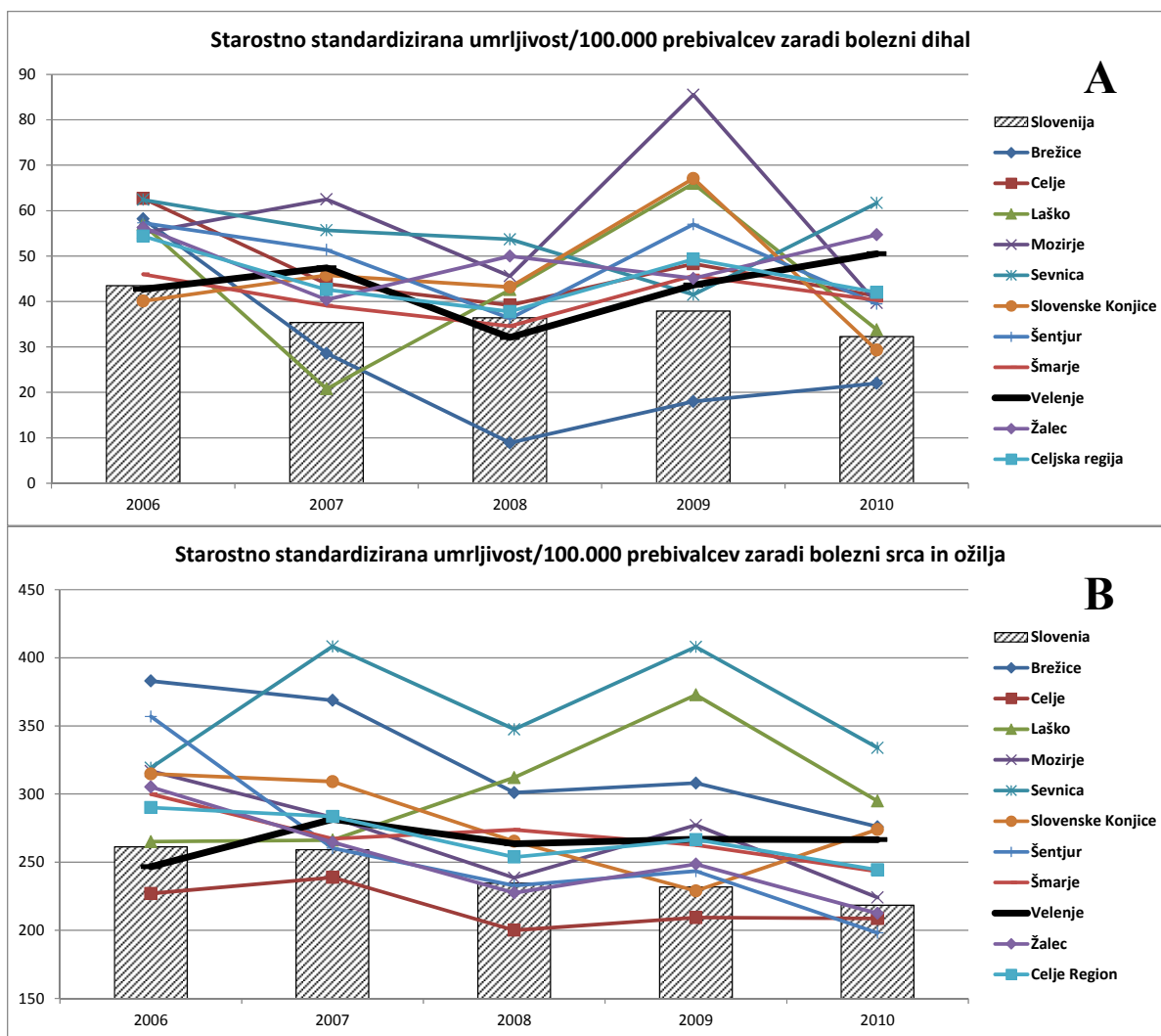
	Starostno standardizirana umrljivost/100.000 prebivalcev zaradi vseh vzrokov				
	2006	2007	2008	2009	2010
Brežice	842	739	628	646	694
Celje	701	647	602	621	587
Hrastnik	540	690	750	630	710
Laško	832	763	784	877	759
Ljubljana	680	540	490	500	550
Mozirje	770	650	760	770	760
Ribnica	790	680	560	810	710
Sevnica	787	933	893	885	809
Slovenske Konjice	673	771	724	710	651
Šentjur	841	735	740	736	571
Šmarje pri Jelšah	778	754	783	710	739
Trbovlje	890	690	730	660	740
Velenje	620	650	690	620	660
Zagorje ob Savi	860	690	620	620	690
Žalec	753	675	621	640	600
CELJSKA REGIJA	743	707	690	691	662
SLOVENIJA	681	669	632	626	600

V sklopu raziskave *Neenakost v zdravju* (Ministrstvo za zdravje, 2011) je bila obravnavana tudi skupna umrljivost v Sloveniji v obdobju 2005-2009 (Graf. 26). Upošteva se izračunano povprečje je **UE Velenje uvrščena v drugi razred umrljivosti od petih** (peti razred je razred z največjo skupno umrljivostjo). Manjšo umrljivost imajo le upravne enote Ljubljana, Vrhnika, Škofja Loka, Kranj, Koper in Piran. Slednje potrjuje prejšnje ugotovitve, da je umrljivost v **UE Velenje primerljiva z območji z nižjimi stopnjami skupne umrljivosti**.



Grafikon 26: Starostno standardizirana umrljivost po upravnih enotah Slovenije v obdobju 2005-2009 (Ministrstvo za zdravje, 2011).

Znotraj celjske regije smo med desetimi upravnimi enotami (Brežice, Celje, Laško, Mozirje, Sevnica, Slovenske Konjice, Šentjur, Šmarje, Velenje in Žalec) primerjali **starostno standardizirano umrljivost po posameznih boleznih (bolezni dihal, bolezni srca in ožilja).**



Grafikon 27: Starostno standardizirana umrljivost/100.000 prebivalcev zaradi bolezni dihal (A), bolezni srca in ožilja (B) v upravnih enotah celjske regije in Slovenije v obdobju 2006-2010.

Umrlijivost zaradi **bolezni dihal** v UE Velenje je večja (2007, 2009 in 2010) oziroma izenačena (2006 in 2008) s slovenskim povprečjem ter manjša v primerjavi s celotno celjsko regijo (izjema je 2010) (Graf. 27A). V vsem obravnavanem obdobju UE Velenje nikoli ni bila uvrščena med upravne enote z izstopajočo umrljivostjo zaradi te bolezni. Skozi celotno obravnavano obdobje je umrljivost večja v primerjavi z UE Velenje v upravnih enotah Mozirje, Sevnica in Žalec, manjša umrljivost pa so skozi celotno obravnavano obdobje zabeležili v Celju.

Umrljivost zaradi **bolezni srca in ožilja** v UE Velenje je večja od slovenskega povprečja (z izjemo 2006) in primerljiva s povprečjem za celjsko regijo (Graf. 27B). V vsem obravnavanem obdobju UE Velenje nikoli ni bila uvrščena med upravne enote z izstopajočo umrljivostjo zaradi bolezn srca in ožilja. Skozi celotno obravnavano obdobje so najmanj tri upravne enote na leto v sklopu celjske regije izkazovale večjo umrljivost (med njimi Sevnica, Laško, Brežice in Slovenske Konjice), nasprotno, pa je bila nižja umrljivost zaradi bolezn srca in ožilja ugotovljena v upravnih enotah Celje, Žalec in Šentjur.

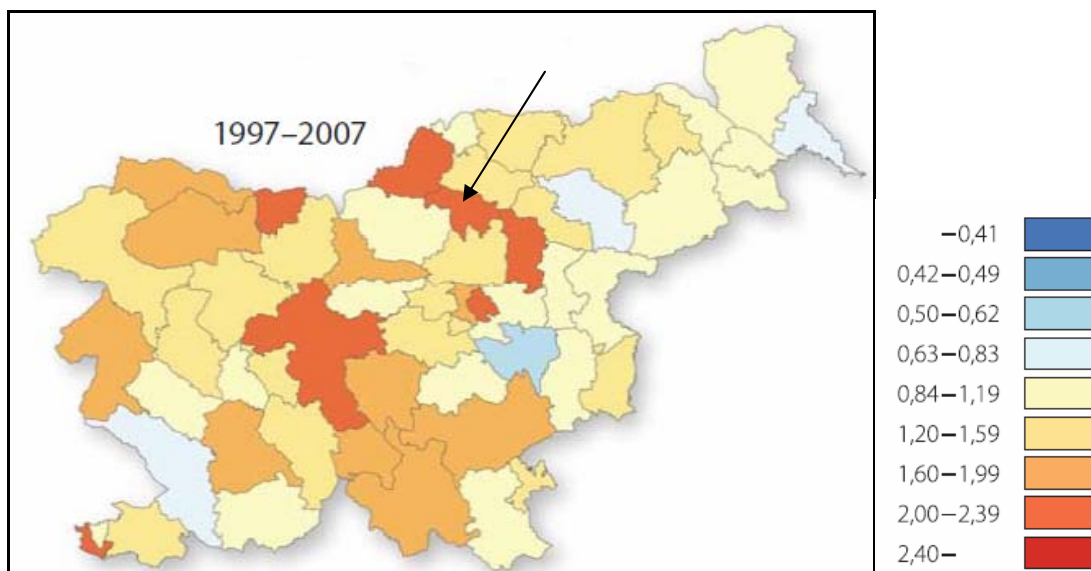
Poleg bolezn dihal je z vidika ocenjevanja vplivov onesnaženega zraka pomembno tudi **pojavljanje pljučnega raka**. Ker smo imeli na voljo standardizirane podatke o pojavljanju pljučnega raka (standardizirani količniki incidence) za moško in žensko populacijo za obdobje 1997-2007, smo primerjali podatke za UE Velenje z ostalimi upravnimi enotami (Sliki 6 in 7). Standardizirani količnik incidence (SKI) je razmerje med opazovano in pričakovano incidenco, ki nam pove kolikokrat pogosteje se pojavlja rak, kot bi za isto skupino pričakovali v splošni populaciji.

V skupini z visokim količnikom incidence pljučnega raka (osmi razred od devetih) pri ženskah je skupaj z UE Velenje še sedem upravnih enot: Ravne na Koroškem, Celje, Zagorje ob Savi, Ljubljana, Tržič, Izola in Piran. UE Velenje sodi v skupino, kjer je opazovana incidenca pri moških nižja od pričakovane (četrti razred od devetih). V tej skupini so še UE: Celje, Ormož, Lenart in Brežice. Vse ostale upravne enote imajo večjo incidenco. Iz prikazanega je razvidno, da na umrljivost vplivajo številni dejavniki, ki v tem primeru poudarjajo razlike med obema spoloma. Opozoriti velja tudi, da je pomembna tudi velikost populacij v posameznih upravnih enotah, saj so vzorci (številčnost) ponekod izredno majhni.

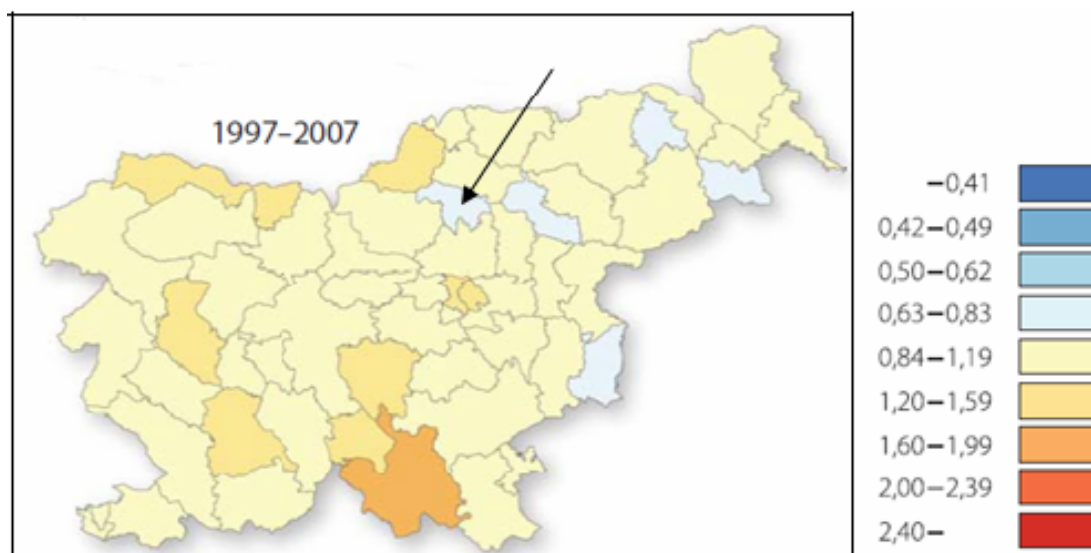
Ob opravljeni primerjavi umrljivosti v UE Velenje z ostalimi območji v Sloveniji je nujno upoštevati tudi vplive različnih vzrokov. **Razlik v umrljivosti prebivalstva v posameznih obravnavanih območjih namreč ne moremo pripisati samo enemu vzroku**, temveč so značilnosti in razlike v umrljivosti v posameznih okoljih pogojene tudi s stopnjo izobrazbe, višino dohodkov, vedenjem o zdravem načinu življenja, z razširjenostjo škodljivih navad in razvad (preobilna in neuravnotežena prehrana, pomanjkanje gibanja, pitje alkohola, kajenje, idr.), nadalje z zakonskim stanom oziroma urejenostjo družinskega življenja, delovnim mestom, infrastrukturo ter s širšim življenjskim okoljem. Na prikazane rezultate pa vplivajo tudi razlike v registraciji vzrokov smrti s strani zdravnikov in razpoložljivost, organiziranost in dejavnost zdravstvene službe (Peperko s sod., 2010).

Podatki, da je bila najnižja skupna umrljivost v obravnavanem obdobju opažena v večjih mestih v razvitejšem delu države (upravne enote Ljubljana, Kranj, Škofja Loka in Koper), potrjujejo ugotovitve številnih raziskav (povzeto po poročilu *Neenakost v zdravju v Sloveniji*, 2011), da na umrljivost vpliva pomembno socialno-ekonomski položaj (npr. izobrazba, poklic, dohodek). Nižji socialno-ekonomski položaj je povezan z večjo umrljivostjo. **Zgoraj omenjena raziskava *Neenakost v zdravju v Sloveniji* (2011) je pokazala, da je bila**

umrljivost v skupini občin z nižjimi kazalniki razvitosti 1,9-krat večja kot v skupini občin z višjimi kazalniki razvitosti. Zagotovo je ob razlagi in komentiranju podatkov o umrljivosti v UE Velenje v povezavi z onesnaženim zrakom potrebno upoštevati velik vpliv ekonomskega položaja posameznikov, njihovega življenjskega sloga (način prehranjevanja, uživanje alkohola in kajenje) in dostopnosti do zdravstvene oskrbe.

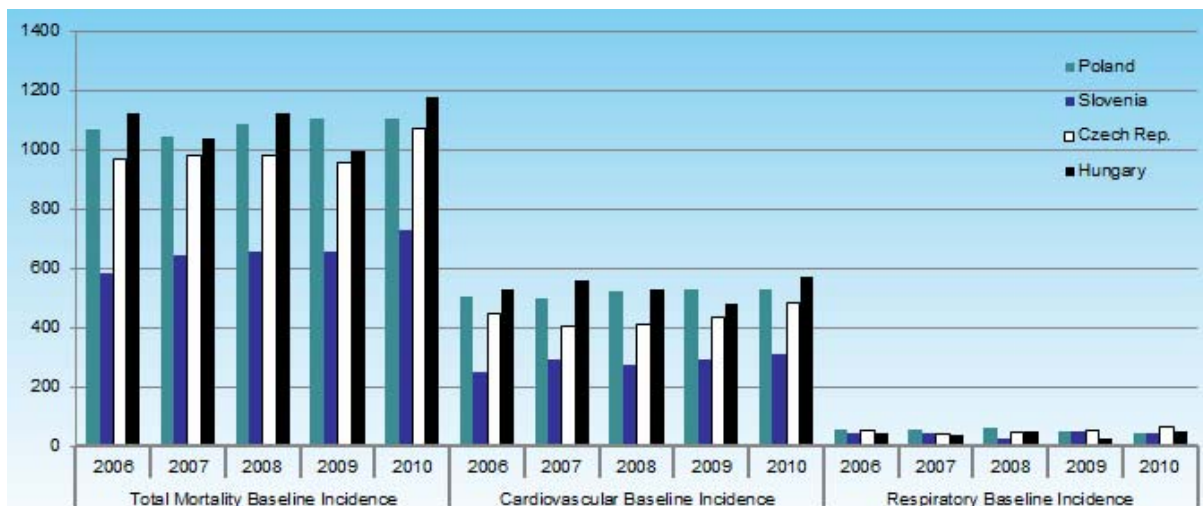


Slika 6: Zemljevidi pljučnega raka pri ženskah po upravnih enotah; standardizirani količniki incidence v časovnem obdobju 1997–2007 (Onkološki inštitut Ljubljana, 2010). Območje Šaleške doline je označeno s puščico.



Slika 7: Zemljevidi pljučnega raka pri moških po upravnih enotah; standardizirani količniki incidence v časovnem obdobju 1997–2007 (Onkološki inštitut Ljubljana, 2010). Območje Šaleške doline je označeno s puščico.

4.2.4 UMRLJIVOST V ŠALEŠKI DOLINI V PRIMERJAVI Z UMRLJIVOSTJO V NEKATERIH DRUGIH OBMOČJIH SREDNJE EVROPE



Grafikon 28: Specifična umrljivost zaradi vseh vzrokov (leva skupina stolpcov), zaradi bolezni srca in ožilja (srednja skupina stolpcov) in zaradi bolezni dihal (desna skupina stolpcov) na 100 000 prebivalcev v nekaterih regijah srednje Evrope v obdobju 2006-2010 (Páldy s sod., 2012a).

Specifična umrljivost zaradi vseh vzrokov in zaradi bolezni srca ter ožilja v Šaleški dolini je v primerjavi z ostalimi obravnavanimi območji (Zgornja Šlezija, Usti regija in Várpalota) najmanjša. Umrljivost zaradi pljučnih bolezni je primerljiva z ostalimi območji. Vendar velja opozoriti, da podatki, ki jih prikazujemo v grafikonu 27, niso standardizirani in zato ni izključen vpliv različne starosti obravnavanih populacij.

4.3 OCENA VPLIVA ZMANJŠEVANJA ONESNAŽENJA NA UMRLJIVOST

4.3.1 POMEMBNEJŠE RAZISKAVE VPLIVA IZPOSTAVLJENOSTI ZRAČNIM ONESNAŽILOM NA ZDRAVJE LJUDI

Epidemiološke študije so pokazale, da na umrljivost ljudi pomembno vplivajo prašni delci, zato v zadnjem obdobju prednjačijo raziskave, ki raziskujejo vpliv prašnih delcev na zdravje ljudi. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) je vzpostavila sistem vrednotenja vpliva prašnih delcev na zdravje ljudi v odvisnosti od njihove koncentracije (WHO *Air quality guidelines*, 2005). Izpostavili so štiri koncentracije tako za PM_{2,5} kot PM₁₀, in sicer tri začasne ciljne koncentracije in priporočeno koncentracijo (IT-1, IT-2, IT-3 in AOG). Če izpostavljenost delcem PM ustreza najvišjemu koncentracijskem območju delcev PM (IT-1), je smrtnost 15 % večja kot v primeru izpostavljenosti najmanjši mejni vrednosti, ki jo priporoča WHO (AOG za PM₁₀: 20 µg/m³ in za PM_{2,5}: 10 µg/m³). **Z zmanjšanjem koncentracije prašnih delcev na koncentracije, ki jih priporoča WHO (AOG), bi se umrljivost in obolevnost zmanjšali za 6-15 %.**

Preglednica 13: Ciljne povprečne letne koncentracije delcev PM (µg/m³).

Ciljna koncentracija	PM ₁₀	PM _{2,5}	Vpliv
Začasen cilj -1 (IT-1)	70	35	Ta koncentracija predstavlja povečanje smrtnosti za 15 % v primerjavi s priporočeno koncentracijo AOG
Začasen cilj -2 (IT-2)	50	25	Poleg drugih koristi za zdravje, ti koncentraciji pomenita manjše tveganje za prezgodnjo umrljivost, in sicer za približno 6 % (2-11 %) glede na IT-1 koncentracije.
Začasen cilj -3 (IT-3)	30	15	Poleg drugih koristi za zdravje, ti koncentraciji pomeni manjše tveganje za prezgodnjo umrljivost, in sicer za približno 6 % (2-11 %) glede na IT-2 koncentracije.
Priporočena vrednost (AOG)	20	10	To so najnižje koncentracije, pri katerih je bila ob dolgotrajni izpostavljenosti že opažena povečana umrljivost.

V svetu in v Evropi je v zadnjih letih potekalo nekaj večjih projektov (APHEA, APHEIS, APHECOM, NMMAPS), v okviru katerih so proučevali vpliv različnih zračnih onesnažil na zdravje in umrljivost ljudi, pri čemer je bil največji poudarek na prašnih delcih. Vse opravljene epidemiološke študije kažejo na povezavo med izpostavljenostjo PM₁₀ in povečano stopnjo umrljivosti ter obolevnosti za boleznimi srca in ožilja. Povezava med dolgotrajno izpostavljenostjo prašnim delcem PM₁₀ in povečano stopnjo umrljivosti za boleznimi pljuč ter srca in ožilja je linearna. **Zato kakršnokoli zmanjšanje delcev v ozračju predstavlja pomembno izboljšanje za zdravje prebivalcev** (Pope in Dockery, 2006).

V študiji, opravljeni na Norveškem, so ugotovili povečano stopnjo umrljivosti pri ljudeh, ki so dolgo živeli v mestih, kjer so bile koncentracije prašnih delcev in koncentracije NO₂ visoke. Povezava je bila še posebej očitna pri ljudeh z obstoječimi obolenji dihal (KOPB), predvsem pri starejših bolnikih. Po ugotovitvah te raziskave **dolgotrajna izpostavljenost že relativno nizkim koncentracijam PM₁₀ povzroča povečano stopnjo umrljivosti** (Naess s sod., 2007).

Vpliv onesnaženega zraka z delci so preučevali tudi v Dublinu. Proučevali so umrljivost v šestletnem obdobju pred in šestletnem obdobju po prepovedi uporabe premoga kot goriva v mestu. Ugotovili so, da se je koncentracija "črnega smoga" po prepovedi uporabe zmanjšala za več kot 70 %. Povprečna letna umrljivost za boleznimi dihal se je šest let po prepovedi zmanjšala za 15 % in za boleznimi srca in ožilja za 10 % na leto (Clancy s sod., 2002).

APHEIS (*Air Pollution and Health: a European Information System*) je dinamična evropska mreža strokovnjakov, ki sodelujejo na področju javnega zdravja in okolja. APHEIS objavila najnovejše ugotovitve o vplivu pranih delcev v onesnaženem zraku na zdravje ljudi v 26 mestih v 12 evropskih državah. Njegov začetek sega v leto 1999 (Medina, 2009).

Raziskovalni projekt APHECOM (*Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe*) je omogočil pridobiti nove, zanesljive podatke o vplivu onesnaženega zraka z delci PM₁₀ in PM_{2,5} na zdravje Evropejcev. Projekt je potekal v obdobju od julija 2008 do marca 2011 in je bil sofinanciran iz programa Evropske komisije na področju javnega zdravja. Podatki za raziskovalni projekt so se zbirali in obdelovali z isto metodologijo v različnih evropskih državah oziroma v 25 mestih. Iz Slovenije je sodeloval *Inštitut za varovanje zdravja RS* (IVZ) (APHEKOM, 2012).

Rezultati projekta APHECOM kažejo, da **bosta pričakovana življenjska doba in finančni prihranek pomembno rastle, če se bo stopnja onesnaženja zraka s prašnimi delci v evropskih mestih še naprej zmanjševala. Rezultati tudi kažejo, da življenje v bližini prometnih cest poveča breme bolezni zaradi izpostavljenosti onesnaženemu zraku.** Z uporabo klasičnih metod presoje vpliva dejavnikov tveganja na zdravje ljudi (HIA) so ugotovili, da bi zmanjšanje vrednosti delcev PM_{2,5} na povprečno letno vrednost 10 µg/m³ (želena vrednost *Svetovne zdravstvene organizacije*) podaljšalo povprečno pričakovano življenjsko dobo prebivalcev obravnavanih mest. Pri osebah, starih več kot 30 let, bi se pričakovana življenjska doba podaljšala za 22 mesecev. Iz analize, opravljene v 10 mestih Evrope (med njimi tudi v Ljubljani), je razvidno, da je življenje ob prometnih cestah lahko vzrok za 15 % vse astme pri otrocih in podoben delež kroničnih bolezni, kot na primer bolezni srca in kronične obstruktivne pljučne bolezni pri starejših od 65 let (Inštitut za varovanje zdravja, 2009).

Projekt APHEA (*Air Pollution and Health: A European Approach*) se je začel leta 1993. Njegov glavni cilj je bil raziskati kratkoročne učinke onesnaženosti zraka na zdravje ljudi z

izpostavitevijo evropske mreže znanstvenikov. Podatke iz različnih držav so analizirali in standardizirali tako, da so bili med sabo primerljivi.

V projektu APHEA2 (*Air Pollution and Health: A European Approach 2*) so proučevali vpliv izpostavljenosti prašnim delcem v 29-tih evropskih državah. V ZDA je potekala podobna študija: *National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study* (NMMAPS). V Preglednici 14 je predstavljena primerjava rezultatov obeh študij.

Preglednica 14: Ocena vpliva delcev PM na skupno dnevno umrljivost in stopnjo hospitalizacije. Rezultati študij APHEA2 in NMMAPS.

	Študija	
	APHEA2 ¹	NMMAPS ²
Povečanje celotne umrljivosti zaradi povečanje koncentracije PM ₁₀ za 10 µg/m ³	0,6 % (0,4 – 0,8 %)	0,5 % (0,1 – 0,9 %)
Povečanje stopnje hospitaliziranosti zaradi kroničnih obstruktivnih pljučnih bolezni (KOPB) (APHEA2: KOPB in astma) pri ljudeh starih nad 65 let, zaradi povečanje PM ₁₀ za 10 µg/m ³ (95 % interval zaupanja)	1,0 % (0,4 – 1,5 %)	1,5 % (1,0 – 1,9 %)

¹Vir: Katsouyanni s sod., 2001. ²Vir: Schwartz, 1996.

V okviru projekta APHEA-2 so ugotavljali tudi vpliv **pritalnega ozona (O₃)** na celotno umrljivost in umrljivost zaradi bolezni dihal ter bolezni srca in ožilja v 21 evropskih mestih. **Močnejši učinek na umrljivost zaradi bolezni dihal je bil viden, ko je trajala perioda preseženih koncentracij ozona dva tedna.** Porast 8-urne koncentracije ozona za 10 µg/m³ povzroča, da se skupno dnevno število smrti poveča za 0,22 %, število umrlih zaradi bolezni dihal pa za 0,70 %. Učinek na skupno umrljivost in umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja se je pokazal zaradi izpostavljenosti povečanim koncentracijam ozona v obdobju enega tedna. Učinki se pokažejo z zamikom. Rezultati kažejo, da so študije o akutnem učinku izpostavljenosti O₃ na zdravje ljudi, ki uporabljajo kot podatek enodnevno izpostavljenost, precenile učinke na skupno in umrljivosti zaradi bolezni srca in ožilja, medtem ko je učinek na umrljivosti zaradi bolezni dihal podcenjen (Samoli s sod., 2009)

V okviru istega projekta (APHEA-2) so proučevali tudi kratkoročen vpliv izpostavljenosti ljudi **dušikovih oksidov** na umrljivost ljudi, in sicer na celotno umrljivost, umrljivost zaradi bolezni dihal ter bolezni srca in ožilja v 30 evropskih mestih. **Ugotovljena je bila povezava med koncentracijami NO₂ in umrljivostjo ljudi.** Učinek NO₂ na skupno umrljivost in umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja se je pokazala predvsem v zahodnih in južnih evropskih mestih. Učinek NO₂ na umrljivost zaradi bolezni dihal je bil večji v mestih z večjim deležem starejših ljudi v populaciji in v mestih, kjer je bila izmerjena koncentracija prašnih delcev večja (Samoli s sod., 2006)

Slovenija je sodelovala v vseh pomembnih evropskih epidemioloških študijah (APHEA, APHEIS, APHECOM), ki so raziskovale vpliv dolgotrajne izpostavljenosti PM₁₀ na umrljivost in obolevnost odraslih za boleznimi dihal, srca in ožilja (Katsouyanni s sod., 2001; Boldo s sod., 2006). V okviru projekta APHEIS je bila izdelana ocena o ogroženosti zdravja ljudi zaradi izpostavljenosti prašnim delcem (PM₁₀) v mestih Ljubljana in Celje.

4.3.2 OCENA VPLIVA IZPOSTAVLJENOSTI DELCEM PM₁₀ IN OZONU PREBIVALCEV ŠALEŠKE DOLINE

Za določitev povezave med dnevnimi vrednostmi koncentracij PM₁₀, PM_{2,5} in O₃ in skupno umrljivostjo (brez zunanjih vzrokov smrti) kot tudi umrljivostjo zaradi srčno-žilnih bolezni ter bolezni dihal so bili uporabljeni trije scenariji, ki smo jih opisali v poglavju metodologija. Pri oceni vpliva zmanjšanja onesnaževanja na umrljivost so bili uporabljeni podatki o dnevni povprečnih koncentracijah zračnih onesnažil, izmerjenih na merilnih mestih Velenje oziroma Škale. V Preglednici 15 so prikazane povprečne letne koncentracije PM₁₀ in O₃, izmerjenih na teh dveh lokacijah. Za dolgoročno napoved za oceno vplivov preseženih vrednosti PM_{2,5} na smrtnost ljudi smo za izračun koncentracije PM_{2,5} izmerjene koncentracije PM₁₀ pomnožili s faktorjem 0,85. Analize PM₁₀ v sklopu projekta APHEIS so namreč pokazale, da 85 % vseh delcev PM₁₀ pripada k delcem PM_{2,5}.

V sklopu pričujočega poglavja bomo ocenili le vpliv PM₁₀ in PM_{2,5}, saj je ocena kratkoročnega vpliva O₃ na umrljivost v Šaleški dolini pokazala le zanemarljiv vpliv.

Preglednica 15: Povprečne letne koncentracije PM₁₀ in O₃ (µg/m³), izmerjene na merilnih mestih Velenje (O₃) in Škale (PM₁₀) (Bilten TEŠ, 2010).

	2006	2007	2008	2009	2010
Velenje (O ₃)	54	51	42	49	51
Škale (PM ₁₀)	23	24	22	23	23

4.3.2.1 Ocena morebitne dodatne smrtnosti zaradi presežene mejne vrednosti za PM₁₀ (50 µg/m³)

Preglednice 16-18 predstavljajo podatke o morebitni dodatni umrljivosti v obdobju 2006-2010 zaradi različnih vzrokov v dneh, ko je bila dnevna koncentracija PM₁₀ > 50 µg/m³. Izračuni so pokazali, da je bil kratkoročni vpliv koncentracije PM₁₀, ki so v tem obdobju presegle mejno vrednost, v Velenju zelo majhen. Majhen vpliv se kaže že pri številu smrti zaradi vseh vzrokov, ne upoštevajoč zunanje (Preglednica 16), kjer dva do štiri smrti na milijon prebivalcev lahko pripišemo dnevom, ko je bila presežena mejna vrednost koncentracija PM₁₀. Pri obravnavi števila dodatnih smrti zaradi specifičnih vzrokov (bolezni srca in ožilja – Preglednica 17, bolezni dihal – Preglednica 18) pa je bil vpliv še manjši; nič do dva primerov na milijon prebivalcev.

Preglednica 16: Število smrti zaradi vseh vzrokov, razen zunanjih (ICD10:A00-R99), ki jih lahko pripišemo preseženi mejni vrednosti za PM₁₀ (>50 µg/m³).

Leto	Število dni s preseženo mejno vrednostjo 50 µg/m ³	Število dodatnih smrti	Število dodatnih smrti/100.000
2006	19	0,2	0,4
2007	10	0,1	0,2
2008	12	0,1	0,2
2009	13	0,2	0,4
2010	13	0,1	0,2

Preglednica 17: Število smrti zaradi bolezni srca in ožilja (ICD10:I00-I99), ki jih lahko pripišemo preseženi mejni vrednosti za PM₁₀ (>50 µg/m³).

Leto	Število dni s preseženo mejno vrednostjo 50 µg/m ³	Število dodatnih smrti	Število dodatnih smrti/100.000
2006	19	0,1	0,2
2007	10	0,1	0,2
2008	12	0,0	0,0
2009	13	0,1	0,2
2010	13	0,1	0,2

Preglednica 18: Število smrti zaradi bolezni dihal (ICD10:J00-J99), ki jih lahko pripišemo preseženi mejni vrednosti za PM₁₀ (>50 µg/m³).

Leto	Število dni s preseženo mejno vrednostjo 50 µg/m ³	Število dodatnih smrti	Število dodatnih smrti/100.000
2006	19	0	0
2007	10	0	0
2008	12	0	0
2009	13	0	0
2010	13	0	0

4.3.2.2 Kratkoročne napovedi za oceno vplivov preseženih vrednosti PM₁₀ na smrtnost ljudi

V Preglednici 19 so predstavljeni rezultati dveh scenarijev: scenarij, po katerem bi se letno povprečje PM₁₀ zmanjšalo za 5 µg/m³ in scenarij, kjer bi se letno povprečje PM₁₀ znižalo na 20 µg/m³ (WHO-AQG; priporočena vrednost Svetovne zdravstvene organizacije) ob dnevih, ko je bila dejanska vrednost nad 20 µg/m³. Dnevna povprečna koncentracija PM₁₀ je bila na merilnem mestu Škale v obravnavanem obdobju med 21,8 µg/m³ do 25,4 µg/m³. Zmanjšanje te koncentracije na 20 µg/m³ bi preprečilo enega do dva smrtna primera na 100.000 prebivalcev. V primeru zmanjšanja vseh 24-urnih vrednosti PM₁₀ za 5 µg/m³ bi preprečili podobno število smrtnih primerov (dva primera na 100.000).

Preglednica 19: Potencialna zmanjšana skupna umrljivost (brez zunanjih vzrokov) zaradi zmanjšane letne stopnje onesnaženja s PM₁₀ na 20 µg/m³ oz. zaradi zmanjšanja vseh 24-urnih vrednosti PM₁₀ za 5 µg/m³.

Leto	Vrsta scenarija	Število preprečenih smrti	Število preprečenih smrti/ 100.000
2006	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	0,8	1,7
2006	Zmanjšanje na 20 µg/m ³	0,9	1,9
2007	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	0,9	1,9
2007	Zmanjšanje na 20 µg/m ³	0,7	1,4
2008	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	0,9	2,0
2008	Zmanjšanje na 20 µg/m ³	0,3	0,7
2009	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	0,9	2,0
2009	Zmanjšanje na 20 µg/m ³	0,6	1,4
2010	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	1,0	2,2
2010	Zmanjšanje na 20 µg/m ³	0,6	1,2

4.3.2.3 Dolgoročne napovedi za oceno vplivov preseženih vrednosti PM_{2,5} na smrtnost ljudi

Pri oceni vpliva PM_{2,5} sta bila izdelana dva scenarija: scenarij, po katerem bi se povprečna letna vrednost PM_{2,5} znižala za 5 µg/m³ in scenarij, kjer bi se povprečna letna vrednost PM_{2,5} znižala na 10 µg/m³ (WHO AQG; priporočena vrednost Svetovne zdravstvene organizacije).

Dolgoročno zmanjšanje koncentracije PM_{2,5} za 5 µg/m³ naj bi glede na uporabljeno metodologijo bi preprečilo 26 do 31 smrti na 100.000 prebivalcev v primeru obravnave skupne umrljivosti brez zunanjih vzrokov, zmanjšanje PM_{2,5} na 10 µg/m³ pa bi lahko preprečilo 14 do 24 smrtnih primerov na leto na 100.000 prebivalcev (Preglednica 20). Umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja bi bila po prvem scenariju zmanjšana za 22 do 26 primerov, po drugem pa za 11 do 20 smrtnih primerov na 100.000 prebivalcev (Preglednica 21). Izboljšanje zdravja ljudi zaradi zmanjšanja onesnaženja zraka lahko izrazimo tudi s

povečanjem pričakovane življenjske dobe za ljudi, ki so bili v obravnavanem letu stari 30 let. Rezultati so pokazali, da bi bila zaradi zmanjšanja letne povprečne koncentracije PM_{2,5} na 10 µg/m³ pričakovana življenjska doba podaljšana za 1,6-2,6 let, medtem ko bi znižanje PM_{2,5} za 5 µg/m³ povzročilo podaljšanje življenjske dobe le za 0,2-0,3 let.

Preglednica 20: Potencialna zmanjšana skupna umrljivost (brez zunanjih vzrokov) in pričakovana leta ob smrti zaradi zmanjšane letne stopnje onesnaženja s PM_{2,5}.

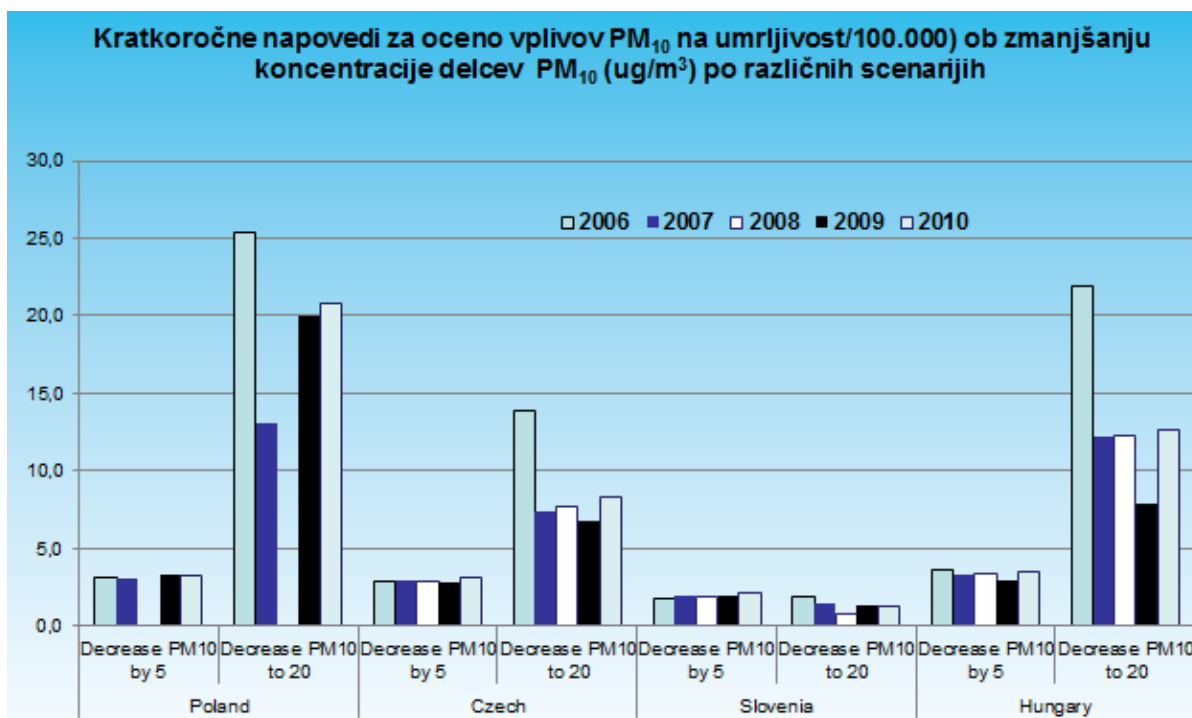
Leto	Vrsta scenarija	Število preprečenih smrti	Število preprečenih smrti/ 100.000	Pridobitev v pričakovani življenjski dobi (leto)
2006	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	8	26	0,2
2006	Zmanjšanje na 10 µg/m ³	7	24	2,6
2007	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	8	29	0,3
2007	Zmanjšanje na 10 µg/m ³	4	14	1,5
2008	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	9	29	0,3
2008	Zmanjšanje na 10 µg/m ³	4	14	1,5
2009	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	8	29	0,3
2009	Zmanjšanje na 10 µg/m ³	6	20	2,3
2010	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	9	31	0,3
2010	Zmanjšanje na 10 µg/m ³	5	17	1,8

Preglednica 21: Potencialna zmanjšana umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja zaradi zmanjšane letne stopnje onesnaženja s PM_{2,5}.

Leto	Vrsta scenarija	Število preprečenih smrti	Število preprečenih smrti/ 100.000
2006	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	6	22
2006	Zmanjšanje na 10 µg/m ³	6	20
2007	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	7	25
2007	Zmanjšanje na 10 µg/m ³	4	13
2008	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	7	24
2008	Zmanjšanje na 10 µg/m ³	3	11
2009	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	7	24
2009	Zmanjšanje na 10 µg/m ³	5	18
2010	Zmanjšanje za 5 µg/m ³	8	26
2010	Zmanjšanje na 10 µg/m ³	4	14

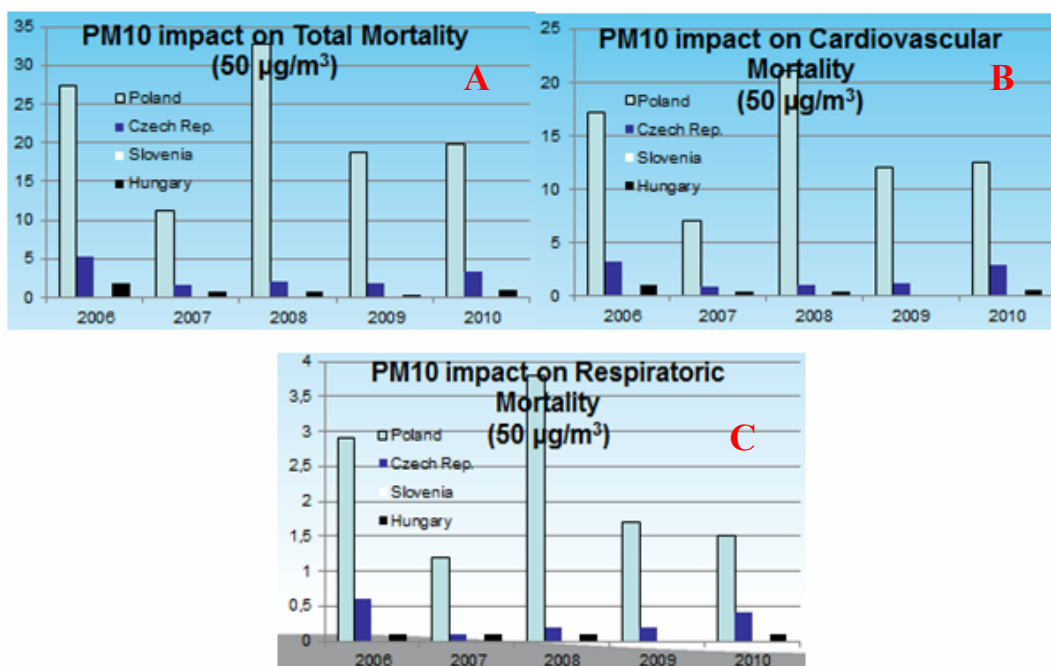
4.3.3 PRIMERJAVA VPLIVA IZPOSTAVLJENOSTI DELCEM PM₁₀ PREBIVALCEV ŠALEŠKE DOLINE Z IZBRANIMI REGIJAMI V SREDNJI EVROPI

Opravljena je bila primerjava z izbranimi območji srednje Evrope (Poljska: Zgornja Šlezija, Češka: regija Usti, Slovenija: Šaleška dolina, Madžarska: Várpalota) (Páldy s sod., 2012a).

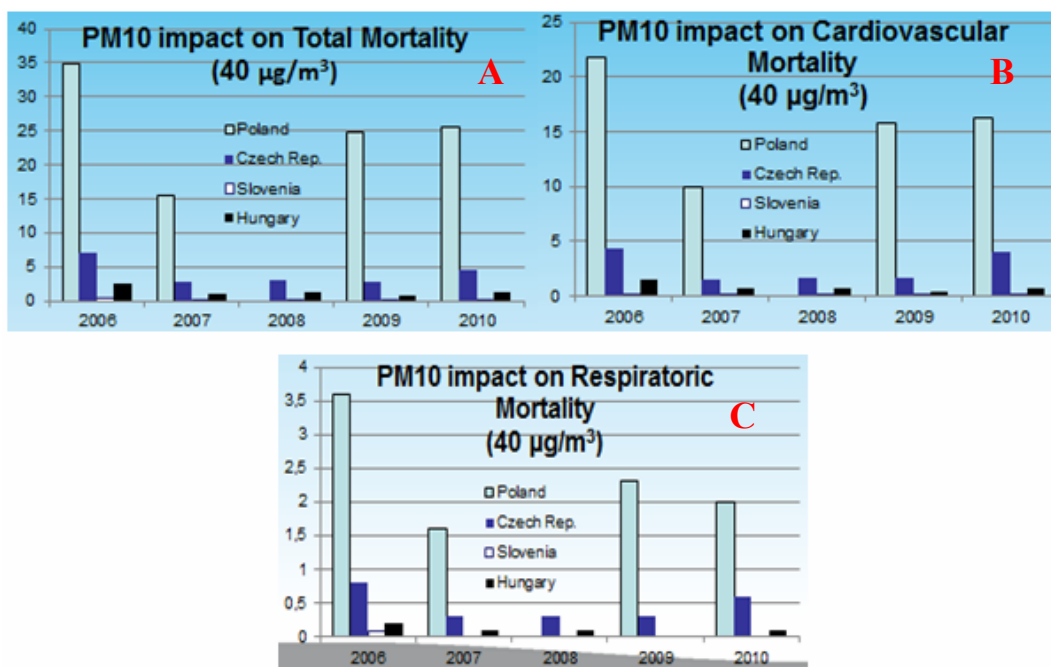


Grafikon 29: Kratkoročne napovedi za oceno vplivov PM₁₀ na umrljivost/100.000 prebivalcev (št. preprečenih smrti) ob zmanjšanju koncentracije delcev PM₁₀ za 5 oziroma na 20 µg/m³. Stolpci si sledijo po državah: Poljska, Češka, Slovenija in Madžarska (Páldy s sod., 2012a).

V Šaleški dolini nismo opazili bistvene razlike med obema scenarijema (zmanjšanje PM₁₀ za 5 µg/m³ oz. na 20 µg/m³), v ostalih proučevanih regijah srednje Evrope pa je razlika bistveno večja. Opazno je veliko število preprečenih smrti ob upoštevanju scenarija, da bi 24-urne povprečne koncentracije delcev PM₁₀ zmanjšali na 20 µg/m³ v dnevih, ko je bila dejanska vrednost nad 20 µg/m³. Slednje je odraz dejstva, da so izmerjene koncentracije prašnih delcev PM₁₀ v omenjenih območjih srednje Evrope visoke (Graf. 17). To velja zlasti za Zgornjo Šlezijo na Poljskem in Várpaloto na Madžarskem, na območju Zgornje Šlezije je povprečna letna koncentracija PM₁₀ prekoračevala mejno vrednost (40 µg/m³) v vseh letih z izjemo 2008, v zimskem obdobju je bila mejna vrednost prekoračena tudi v Várpaloti na Madžarskem. V Zgornji Šleziji bi z znižanjem povprečne koncentracije delcev PM₁₀ na 20 µg/m³ preprečili 12 do 25 smrti, v Usti regiji 8 do 14 smrti in v Várpaloti 8 do 22 smrti na 100.000 prebivalcev. Za primerjavo - v Šaleški dolini bi z enakim zmanjšanjem morda preprečili enega do dva smrtna primera na 100.000 prebivalcev.



Grafikon 30: Preprečena skupna umrljivost (A), umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja (B) ter umrljivosti zaradi bolezni dihal (C) na 100.000 prebivalcev zaradi zmanjšanja onesnaževanja v dnevih, ko je bila koncentracija PM₁₀ >50 ug/m³ in primerjava z ostalimi regijami srednje Evrope, 2006-2010 (Páldy s sod., 2012a).



Grafikon 31: Preprečena skupna umrljivost (A), umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja (B) ter umrljivosti zaradi bolezni dihal (C) na 100.000 prebivalcev zaradi zmanjšanja onesnaževanja v dnevih, ko je bila koncentracija PM₁₀ >40 ug/m³ in primerjava z ostalimi regijami srednje Evrope, 2006-2010 (Páldy s sod., 2012a).

5 ZAKLJUČKI

Na podlagi predstavljenih podatkov iz obdobja 2006-2010 o izpustih in izpostavljenosti zračnim onesnažilom (žveplov dioksid (SO₂), dušikov dioksid (NO₂), ozon (O₃) in prašni delci (PM₁₀)), o umrljivosti v Šaleški dolini in opravljene primerjave z ostalimi območji v Sloveniji ter izbranimi območji srednje Evrope, smo oblikovali naslednje zaključke:

- Najpomembnejša vira onesnaženega zraka v Šaleški dolini sta industrija in promet, medtem ko individualna kurišča nimajo pomembnega vpliva na kakovost zraka, saj je v Šaleški dolini urejen sistem daljinskega ogrevanja. Na slednjega je priključenih 90 % prebivalcev Šaleške doline.
- Med industrijskimi obrati v Šaleški dolini je najpomembnejša Termoelektrarna Šoštanj, ki je v obravnavanem obdobju prispevala največji delež emisij. V obdobju od 2006 do 2010 je v primerjavi z drugimi industrijskimi obrati v Šaleški dolini, v zrak izpustila skoraj ves SO₂ (99,9 %), od 99,0 % (2008) do 99,7 % (2010) NO₂ in od 81,2 % (2006) do 96,5 % (2010) skupnega prahu. V splošnem so se emisije SO₂, NO₂ in skupnega prahu iz industrije v obdobju 2006-2010 zmanjševale (SO₂: 6.196,9 t → 4.041,7 t; NO₂: 9.203,1 t → 7.835,3 t; skupni prah: 193,3 t → 154,8 t).
- Podatkov o izpustih iz prometa ne poznamo. Kljub temu sklepamo, da slednji pomembno prispeva k emisijam NO₂ in prašnih delcev.
- Povprečne letne koncentracije SO₂ v letih 2006 do 2010 niso prekoračevale mejne vrednosti za varstvo ekosistemov na nobeni izmed lokacij oziroma merilnih postaj. Le v letu 2006 je bila koncentracija SO₂ na Velikem Vrhu izenačena s to vrednostjo. Hkrati je bilo v tem letu na Velikem Vrhu tudi število prekoračitev mejne vrednosti za urno koncentracijo za varstvo zdravja večje kot je dovoljeno. Povprečne letne koncentracije SO₂ po letu 2006 nikjer niso prekoračevale mejnih vrednosti za varstvo ekosistemov in za zdravje ljudi. Podobno velja tudi za NO₂, saj v obdobju 2006-2010 povprečne letne koncentracije dušikovih oksidov niso prekoračevale mejnih vrednosti za zaščito rastlin in za varstvo zdravja.
- Povprečne letne koncentracije PM₁₀ v obravnavanem obdobju niso prekoračevale mejne vrednosti za zdravje ljudi. Število dni s preseženo mejno 24-urno koncentracijo je bilo manjše od predpisanega, vendar je bil presežen zgornji ocenjevalni prag. Slednje nakazuje, da je potrebno opravljati stalne meritve koncentracij prašnih delcev v zraku. Primerjava z izbranimi industrijskimi območji Evrope (regija Usti, Zgornja Šlezija, Várpalota) je pokazala, da je zrak v Šaleški dolini bistveno manj obremenjen s prašnimi delci.
- Z izjemo leta 2008 je število primerov s preseženo mejno vrednostjo za 8-urno koncentracijo ozona na merilnih mestih Zavodnje in Velenje večje kot je mejna vrednost za varstvo zdravja ljudi. Število prekoračitev je bilo zlasti veliko v letu 2006 in 2007. Tudi sicer je koncentracija ozona previsoka povsod v Sloveniji.

- Specifična umrljivost prebivalcev v Šaleški dolini v obdobju 2006 do 2010 nekoliko narašča. Vzrok je najverjetneje v staranju prebivalstva, saj delež umrlih v skupini nad 85 let v letu 2010 opazno večji v primerjavi z 2006.
- Standardizirana umrljivost zaradi vseh vzrokov v UE Velenje je primerljiva s povprečjem za Slovenijo v letih 2007 in 2009 oziroma manjša v letu 2006. Nasprotno pa je bila v letih 2008 in 2010 zabeležena večja umrljivost, kot je slovensko povprečje. V teh dveh letih je bila skupna umrljivost v UE Velenje izenačena s povprečjem za celjsko regijo, v ostalih letih pa je manjša.
- Upošteva je upravne enote (16), ki smo jih obravnavali v poročilu (celjska regija in nekatere izbrane UE izven celjske regije), je bila v letu 2006 zabeležena nižja skupna umrljivost od umrljivosti v UE Velenje le v UE Hrastniku, v ostalih letih (2007-2010) pa sta imeli nižjo skupno umrljivost vedno Ljubljana in Celje, poleg teh dveh upravnih enot pa še Ribnica, Zagorje ob Savi, Žalec in Brežice v letu 2008 ter Žalec, Šentjur in Slovenske Konjice v letu 2010.
- Starostno standardizirana umrljivost zaradi bolezni dihal v UE Velenje je večja (2007, 2009 in 2010) oziroma izenačena (2006 in 2008) s slovenskim povprečjem ter manjša v primerjavi s celotno celjsko regijo (izjema je 2010). Standardizirana umrljivost zaradi bolezni srca in ožilja v UE Velenje je večja od slovenskega povprečja (z izjemo 2006) in primerljiva s povprečjem za celjsko regijo.
- V vsem obravnavanem obdobju UE Velenje nikoli ni bila uvrščena med upravne enote z izstopajočo standardizirano skupno umrljivostjo oziroma umrljivostjo zaradi bolezni srca in ožilja ter bolezni dihal. Na podlagi primerjave s celotno Slovenijo pa ugotavljamo, da UE Velenje sodi med območja z manjšo skupno umrljivostjo.
- Kratkoročni vpliv koncentracije PM₁₀, ki so v obdobju 2006-2010 presegale mejno vrednost 50 µg/m³, je v Šaleški dolini zelo majhen. Previsokim koncentracijam PM₁₀, lahko pripišemo dve do štiri smrti na milijon prebivalcev. Tudi ocena kratkoročnega vpliva O₃ na umrljivost v Šaleški dolini je pokazala le zanemarljiv vpliv.
- V primeru, da bi koncentracijo PM₁₀ znižali na 20 µg/m³ (WHO-AQG; priporočena vrednost Svetovne zdravstvene organizacije) ob dnevih, ko je bila dejanska vrednost nad 20 µg/m³, bi to zmanjšanje lahko preprečilo enega do dva smrtna primera na 100.000 prebivalcev. Nekoliko večji je vpliv delcev PM_{2,5}. Dolgoročno zmanjšanje koncentracije PM_{2,5} za 5 µg/m³ bi lahko preprečilo 26 do 31 smrtnih primerov letno na 100.000 prebivalcev v primeru obravnave skupne umrljivosti brez zunanjih vzrokov, zmanjšanje PM_{2,5} na 10 µg/m³ WHO-AQG; priporočena vrednost Svetovne zdravstvene organizacije) pa bi lahko preprečilo 14 do 20 primerov na leto na 100.000 prebivalcev.

6 LITERATURA

- ARSO 2007. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2006, Letno poročilo. Ljubljana.
- ARSO, 2008. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2007, Letno poročilo. Ljubljana.
- ARSO, 2009. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2008, Letno poročilo. Ljubljana.
- ARSO, 2010. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2009, Letno poročilo. Ljubljana.
- ARSO, 2010a. Ocena onesnaženosti zraka z žveplovim dioksidom, dušikovimi oksidi, delci PM₁₀, ogljikovim monoksidom, benzenom, težkimi kovinami (Pb, As, Cd, Ni) in policiklicnimi aromatskimi ogljikovodiki (PAH) v Sloveniji za obdobje 2005-2009.
- ARSO, 2011. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2010, Letno poročilo. Ljubljana.
- Bilten TEŠ 2010. <http://www.te-sostanj.si/si/121>.
- Boldo E., Medina S., LeTertre A., Hurley F., Aguilera I., Eilstein D. on behalf of the Apehis group, 2006. Apehis: Health impact assessment of long-term exposure to PM_{2,5} and PM₁₀ in 23 European cities. *European Journal of Epidemiology*, 21(6):449-458.
- Clancy L., Goodman P., Sinclair H. s sod., 2002. Effects of air pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *The Lancet*, 360: 1210-1214.
- Gomišček B., Orešnik K., Gomišček S., Pompe M., Veber M., 1997. The analysis of elevated ozone concentrations at the Krvavec site between 1991 and 1994. *Proceedings of EUROTRAC symposium '96*, Garmisch-Partenkirchen, Germany: 869-874.
- Inštitut za energetiko, 2007. Delež velikih nepremičnih virov emisij pri obremenjevanju zraka v Zasavju ter njihov vpliv na kakovost zraka v Zasavju. Končno poročilo, Inštitut za energetiko, Energis, 2007.
- Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije: Vpliv prašnih delcev na zdravje ljudi, <http://www.ivz.si/>
- Katsouyanni K., Schwartz J., Spix C., Touloumi G., Zanobetti A., Wojtyniak B., Vonk J.M., Tobias A., Ponka A., Medina S., Bachrova L. and Anderson H.R., 1996. Short Term Effect of Air Pollution on Health: A European Approach Using Epidemiologic Time Series Data: The APHEA Protocol. *Journal of Epidem. and Com. Health*, 50, (Suppl 1): S12-S18.
- Katsouyanni s sod., 2001. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: Results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology*, 12: 521-531.
- Kehrl, H. R., Vincent, L. M., Kowalsky, R. J., Horstman, D. H., O'Neil, J. J., 1987. Ozone Exposure Increases Respiratory Epithelial Permeability in Humans. *Amer. Rev. Resp. Disease* 135/5, 1124-1128.
- Konec Juričič N., 2012. Prikaz umrljivosti v Upravni enoti Velenje v obdobju od leta 2005 do 2010. Poročilo, št. 701-12-15, Zavod za zdravstveno varstvo Celje, 2012.

- Kopušar N., Mazej Grudnik Z., Savinek K., Poličnik H., 2011. Biomonitoring kakovosti zraka v bližini prometnic in možni ukrepi za zmanjšanje njegovega negativnega vpliva na zdravje ljudi. ERICo, Velenje, 2011.
- Medina S., Le Tertre A., Saklad, M. and on behalf of the Apheis Collaborative Network, 2009. The Apheis project: Air Pollution and Health—A European Information System. *Air Qual Atmos Health* 2(4): 185–198.
- Ministrstvo za zdravje, 2011. Neenakost v zdravju.
- Naess O., Nafstad P., Aamodt G., Claussen B., Rosland P., 2007. Relation between concentration of air pollution and cause-specific mortality: four-year exposures to nitrogen dioxide and particulate matter pollutants in 470 neighbourhoods in Oslo, Norway. *Am J Epidemiol.* 165(4): 435-43.
- Nejašmić, I. 2005: Demogeografija: stanovništvo u prostornim odnosima i procesima. Školska knjiga, Zagreb.
- Onkološki inštitut Ljubljana, 2010; Rak v Sloveniji 2007. Onkološki inštitut Ljubljana, Epidemiologija in register raka, Register raka Republike Slovenije. http://www.onko-i.si/fileadmin/onko/datoteke/dokumenti/LP_2007.pdf
- Páldy A., Pándics T., Bobvos J., 2012. Impacts of air pollution on human health: vulnerability – adaptability. National Institute for Environmental Health, Madžarska.
- Páldy A., Pándics T., Bobvos J., Szalkai M., Fazekas B., Rudnai P., 2012a. Transnational baseline and monitoring with stakeholder involvement. TAB meeting: Sosnowiec, 17-18 September.
- Pavšek Z., 2004. Kataster emisij v zrak v Šaleški dolini, 2004. ERICo, Velenje, 2004.
- Pavšek, Z., Šterbenk E., Jeršič M. 2000. Ocena rekreacijsko turističnega potenciala Šaleških jezer. Poročilo projekta. ERICO Velenje. DP 44/2000. Velenje.
- Pekkanen J, Páldy A, Touloumi G, Katsouyanni K., 2009. The temporal pattern of mortality responses to ambient ozone in the APHEA project. Research report. *J Epidemiol Community Health* 63: 960-966.
- Peperko M., Beškovnik L., Konec Juričič N, 2010. Prikaz umrljivosti v regiji Celje v letu 2009. ZZV Celje, 2010. http://www.zzv-ce.si/sites/www.zzv-ce.si/files/umrljivost_v_regiji_celje_2009.pdf
- Pope C.A. Dockery D.W., 2006. Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. *J Air and Waste Management Association.* 54: 709-742.
- Primic Žakelj M., Bračko M, Hočevar M, Krajc M, Pompe–Kirn V, Strojani P, Zadnik V, Zakotnik B, Žagar T, 2010. Rak v Sloveniji leta 2007. Ljubljana, 2010. http://www.onko-i.si/fileadmin/onko/datoteke/dokumenti/LP_2007.pdf
- Samoli E, Zanobetti A, Schwartz J, Atkinson R, Le Tertre A, Schindler C, Pérez L, Cadum E, Aga E., Touloumi G., Nisiotis K., Forsberg B., Lefranc A., Pekkanen J., Wojtyniak B., Schindler C., Niciu E., Brunstein R., Dodic Fikfak M., Schwartz J., Katsouyanni K., 2006. Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project. *Eur Respir J*, 27: 1129–1137.

Schwartz, J., 1996. Air pollution and hospital admissions for respiratory disease. *Epidemiology*, 7: 20–28.

Šalej, M., 1999. Historično-geografski oris Šaleške doline in njenega obrobja. V: Velenje: razprave o zgodovini mesta in okolice. Mesta občina Velenje.

Uradni list RS št. 9/2011. Uredba o kakovosti zunanjega zraka.

WHO Air Quality Guideline-Global Update. 2005:

http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

WHO. Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter. Ozone and Nitrogen Dioxide.

Yohe G., Tol R.S.J., 2002. Indicators for social and economic coping capacity-moving towards a working definition of adaptive capacity. *Global Environment Change* 12: 25-40.

Podatki iz spletnih strani:

APHEKOM, spletna stran projekta:

<http://www.aphekom.org/web/aphekom.org/home>

ARSO, Atlas okolja

(http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso)

ARSO, Podatki o emisijah iz industrijskih naprav,

http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/devices#Naprave

ARSO, Kazalci okolja v Sloveniji,

http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=17

EPA, United States Environmental Protection Agency, 2012a

<http://www.epa.gov/air/sulfurdioxide/health.html>).

EPA, United States Environmental Protection Agency, 2012b

<http://www.epa.gov/airquality/ozonepollution/health.html>

DRSC, Podatki o prometnih obremenitvah na posameznih odsekih cest:

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/

Inštitut za varovanje zdravja RS, 2009. Ugotovitve projekta APHECOM pomembno prispevajo k znanju na področju vpliva onesnaženega zraka na zdravje in finančno breme v Evropskih mestih

(http://www.ivz.si/Mp.aspx? 5_PageIndex=0& 5_action=ShowNewsFull& 5_groupId=-2& 5_id=1551& 5_newsCategory=IVZ%20kategorija&nn=Print&pi=5).

Mestna občina Velenje, Meteorološki in okoljski podatki

<http://www.velenje.si/984>

SI-STAT podatkovni portal; <http://www.stat.si/>

PRILOGA 1: Izračun kratkoročnega vpliva povečane koncentracije PM₁₀ na umrljivost ljudi z uporabo programske opreme AirQ2.2

The Air Quality Health Impact Assessment Tool (AirQ) je specializirana programska oprema, ki omogoča uporabniku oceno potencialnega vpliva na zdravje ljudi zaradi izpostavljenosti določenemu zračnemu onesnažilu v določenem urbanem območju in v določenem časovnem obdobju. Orodje temelji na metodi ocene tveganja, ki združuje podatke o odnosu med izpostavljenostjo in odzivom s podatki o izpostavljenosti prebivalstva.

Informacije o odnosu med izpostavljenostjo in odzivom so bile pridobljene v epidemioloških študijah. Za izračun presežene umrljivosti zaradi izpostavljenosti prebivalstva je potrebno zagotoviti podatke o prebivalcih, o njihovi umrljivosti in podatke o kakovosti zraka. Metodologija za uporabo programske opreme je na voljo na naslednji spletni strani:

<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/quantification-of-the-health-effects-of-exposure-to-air-pollution-the-air-quality-health-impact-assessment-software-airq-2.2/installation-instructions>

Preglednica 22: Vrednosti relativnega tveganja, ki se uporabljajo za izračun presežene umrljivosti.

	Starostna skupina	Relativno tveganje		
		PM ₁₀ - kratkoročno	PM _{2.5} – dolgoročno	Ozon- kratkoročno
UMRLJIVOST				
Vsi brez zunanjih vzrokov ICD10: A00-R99	0-X	1,0074 (1,0062-1,0086)	1,06 (1,02-1,1)	1,0031 (1,0017-1,0052)
Bolezni srca in ožilja ICD10: I00-I99	0-X	1,008 (1,005-1,018)	-	
Bolezni dihal ICD10: J00-J99	0-X	1,012 (1,0048-1,037)	-	

Formula za izračun dodatnega števila smrti zaradi onesnaženega zraka

$$N_{PS} = I \times AR \times N$$

N_{PS} = število dodatnih smrti

I = incidenca

AR = pripisano tveganje (relativno tveganje)

N = število prebivalcev

PRILOGA 2: Ocena vplivov na zdravje

Za odnos med izpostavljenostjo onesnažilom in vplivom na zdravje je bila uporabljena funkcija učinka na zdravje:

$$\Delta y = y_0 (1 - e^{-\beta \Delta x})$$

kjer je:

Δy rezultat študije tveganja na zdravje

y_0 so izhodiščni zdravstveni podatki

Δx upadanje koncentracij onesnažil po scenarijih

β koficijent odzivnosti v odvisnosti od koncentracije onesnažila ($\beta = \log(\text{RR per } 10 \mu\text{g}/\text{m}^3)/10$)

Vpliv zmanjševanja koncentracije škodljive snovi na pričakovano življenjsko dobo je bil izračunan z uporabo standardne skrajšane (5-letne starostne skupine) metodologije umrljivosti, pri čemer so bili uporabljeni podatki o umrljivosti za vsako starostno skupino. Uporabljen je bil znižan količnik za umrljivost, označen kot ${}_n D_x$, v skladu z

$${}_n D_x^{impacted} = {}_n D_x * e^{-\beta \Delta x}$$

Δx - zmanjšanje koncentracije onesnažila kot je opredeljeno v scenariju

β - koeficient odzivnosti v odvisnosti od koncentracije onesnažila.

Funkcije odzivnosti v odvisnosti od koncentracije onesnažila (t.i. concentration response functions (CRFs)) so bile izbrane iz literature, upoštevajoč študije v večjih mestih v Evropi (Preglednica 22).

Preglednica 23: Zdravstveno stanje in relativno tveganje (RR) uporabljeno v študiji tveganja na zdravje ljudi.

	Zdravstveno stanje	Starost	RR na 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Vir
Kratkoročen vpliv PM₁₀	Umrljivost brez zunanjih vzrokov	vsi	1.006 [1.004-1.008]	(4)*
	Hospitalizacija zaradi boleznih dihal	vsi	1.0114 [1.0062-1.0167]	(5)
	Hospitalizacija zaradi boleznih srca	vsi	1.006 [1.003-1.009]	(5)
Kratkoročen vpliv O₃	Umrljivost brez zunanjih vzrokov	vsi	1.0031 [1.0017-1.0052]	(6)
	Hospitalizacija zaradi boleznih dihal	15-64	1.001 [0.991-1.012]	(4)
	Hospitalizacija zaradi boleznih dihal	>=65	1.005 [0.998-1.012]	(4)
Dolgoročen vpliv PM_{2,5}	Skupna umrljivost	>30	1.06 [1.02-1.11]	(7)
	Hospitalizacija zaradi boleznih srca in ožilja	>30	1.12 [1.08-1.15]	(8)

*Viri so navedeni na koncu priloge.

Scenariji

□ PM₁₀

Kazalec izpostavljenosti PM₁₀ je bila letna povprečna koncentracija izračunana kot aritmetična sredina dnevnih koncentracij na izbranih merilnih postajah.

Δx za oba dva scenarija:

- Scenarij 1, Δx = 5 μg/m³
- Scenarij 2, Δx = ([PM₁₀]_{povprečje} – 20 μg/m³)
Δx = 0 če [PM₁₀]_{povprečje} < 20 μg/m³

□ PM_{2,5}

Kazalec izpostavljenosti PM_{2,5} je bila letna povprečna koncentracija izračunana kot aritmetična sredina dnevnih koncentracij na izbranih merilnih postajah.

Δx za oba scenarija:

- Scenarij 1, Δx = 5 μg/m³
- Scenarij 2, Δx = ([PM_{2,5}]_{povprečje} – 10 μg/m³)
Δx = 0 če [PM_{2,5}]_{povprečje} < 10 μg/m³

Viri:

1. Medina S, Tertre AL, Saklad M, on behalf of the Apehis Collaborative Network. The Apehis project: Air Pollution and Health? A European Information System. *Air Qual Atmos Health* 2009;2:185-498.
2. Ballester F, Medina S, Boldo E, Goodman P, Neuberger M, Iñiguez C, et al. Reducing ambient levels of fine particulates could substantially improve health: a mortality impact assessment for 26 European cities. *J Epidemiol Community Health* 2008;62(2):98-105.
3. Boldo E, Medina S, LeTertre A, Hurley F, Mücke HG, Ballester F, et al. Apehis: Health impact assessment of long-term exposure to PM(2.5) in 23 European cities. *Eur J Epidemiol* 2006;21(6):449-58.
4. Anderson HR, Atkinson RW, Peacock JL, Marston L, Konstantinou K. Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O₃). Report of a WHO task group. WHO Regional Office for Europe; 2004.
5. Atkinson RW, Anderson HR, Medina S, Iñiguez C, Forsberg B, Segerstedt B, et al. Analysis of all-age respiratory hospital admissions and particulate air pollution within the Apehis programme. Apehis Air Pollution and Information System. Health Impact Assessment of Air Pollution and Communication Strategy. Third-year Report. Institut de Veille Sanitaire; 2005. p. 127-33.
6. Gryparis A, Forsberg B, Katsouyanni K, Analitis A, Touloumi G, Schwartz J, et al. Acute effects of ozone on mortality from the "air pollution and health: a European approach" project. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;170(10):1080-7.
7. Pope CA, III, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Jama* 2002;287(9):1132-41.
8. Pope CA, III, Burnett RT, Thurston GD, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation* 2004;109(1):71-7.