

KAJ VEMO O ONESNAŽEVANJU ZRAKA?

Metka Špes

UDK 911:504.3

KAJ VEMO O ONESNAŽEVANJU ZRAKA?

Metka Špes, mag., Inštitut za geografijo Univerze v Ljubljani, Trg francoske revolucije 7, 61000 Ljubljana, Slovenija

Članek predstavlja emisije, ki najpogosteje onesnažujejo zrak, dovoljene in maksimalnih koncentracijah škodljivih snovi, planetarne probleme onesnaževanja zraka, prekomejno onesnaževanje, glavne vire onesnaževanja zraka v Sloveniji in najbolj onesnažene slovenske pokrajine.

UDC 911:504.3

WHAT DO WE KNOW ABOUT AIR POLLUTION?

Metka Špes, M.Sc., Inštitut za geografijo Univerze v Ljubljani, Trg francoske revolucije 7, 61000 Ljubljana, Slovenia

The article represents the most important emissions, permissible and maximum concentration of some emissions, planetary problems of airpollution, international pollution, the most important sources of emissions in Slovenia and the most polluted Slovene areas.

Ko pridejo hladni dnevi pogostokrat beremo v časopisih ali poslušamo po radiu, kako onesnaženi da so posamezni slovenski kraji, za koliko so presežene dovoljene koncentracije SO_2 ali dima v zraku, da je za otroke, ostarele in bolne bolje, da se ne zadržujejo na prostem. Ob vsem tem postajamo po malem že vsi strokovnjaki za ekološke probleme, prizadeti smo ob takšnih vesteh, načeloma se strinjamo s predlogi in opozorili zelenih in varstvenikov okolja, z zanimanjem prisluhnemo predvolivnim obljubam strank in politikov, kako se bodo z vsem srcem in znanjem zavzemali za ekološke sanacije in čisto okolje. Toda ali pravzaprav vemo, zakaj prihaja do prekomernega onesnaževanja zraka, kdo so glavni onesnaževalci, kaj pomeni to, da je onesnaženost preseгла maksimalne ali dovoljene vrednosti, kako visoke so le-te, kako je z onesnaženostjo zraka v posameznih slovenskih pokrajinah? V pričujočem članku želimo odgovoriti na nekatera od teh vprašanj, ali pa le osvežiti znanje bralcev o teh, nadvse aktualnih problemih.

Najprej pa je potrebno razčistiti kaj pomenijo posamezni najpogosteje uporabljeni pojmi:

● **onesnažen** je zrak takrat, ko vsebuje nezaželene primese v takih količinah in tako dolgo, da le-te vplivajo na zdravje in počutje ljudi, povzročajo škodljive učinke na rastlinstvu, živalstvu in materialih, posredno tudi na sestavo tal in kakovost voda, na obstojnost raznih materialov in na prehrabno verigo;

● **onesnaževanje** zraka se praviloma izraža s količino (npr. mg, kg, t) škodljivih snovi, ki jih izpušča v zrak posamezen vir onesnaževanja in jih najpogosteje označimo z izrazom **emisija**, včasih pa bomo zasledili tudi **emisijsko koncentracijo**, kar pomeni koncentracijo škodljivih snovi pri samem izviru oziroma izpustu pri dimniku onesnaževalca;

● **onesnaženost** zraka se izraža s **koncentracijo škodljivih primesi** v zraku (trdnih delcev, plina, vonjav) na določenem mestu ob določenem času (npr. mg/m^3 , g/m^2 itd.) in se zanjo uporablja izraz **imisijska koncentracija**;

● **mejne imisijske koncentracije** (MIK) so tiste koncentracije škodljivih snovi v spodnjih plasteh atmosfere, ki po dosedanjih spoznanjih ne škodijo zdravju, ne vplivajo na počutje ljudi ter nimajo škodljivih učinkov na rastlinstvo;

● **trikratna številčna vrednost mejne koncentracije** predstavlja **kritično koncentracijo** (za uveljavljanje izrednih ukrepov) in podatki o kritičnih koncentracijah škodljivih snovi v zraku se uporabljajo tudi za razvrščanje posameznih območij Slovenije po stopnji onesnaženosti zraka v štiri kategorije (za Slovenijo veljajo mejne in kritične koncentracije škodljivih snovi v zraku, ki so bile sprejete s posebnim odlokom (7) v letu 1990 in so usklajene z vrednostmi, ki jih upoštevajo v Evropski skupnosti, v nekaterih primerih pa so naši predpisi še celo strožji od evropskih).

Preglednica I: Mejne imisije za nekatere, v Sloveniji najpogostejše škodljive primese v zraku (v mikrogramih na m³ zraka).

Urbana in industrijska območja					
Snov	Leto	24 ^h	8 ^h	1 ^h	1/2 ^h
SO ₂	50	125		350	
NO ₂	40	100		200	
O ₃			100	150	
CO		5	10	30	60
Dim	50	125			
Lebdeči d.	70	175 (mg/m ³)			
Neindustrijska zaščitena in rekreacijska območja					
Snov	Leto	24 ^h	4 ^h	1 ^h	
SO ₂	30	100			
NO ₂	30		95		
O ₃		65		200	

Snovi, ki onesnažujejo zrak so trdne, tekoče ali plinaste, izhajajo pa iz vira onesnaževanja z dimnimi ali tehnološkimi plini. Seznam teh škodljivih primesi obsega več tisoč kemijskih spojin, spremljamo pa le najbolj škodljive in pogoste. Pri nas si po pomembnosti in škodljivosti ter glede pokrajinskih učinkov sledijo: žveplov dvokis (SO₂), trdni delci, saje, neizgoreli ogljikovodiki, ogljikov monoksid (CO), dušikovi oksidi NO_x in svinec. Glavni viri emisij so fosilna goriva, iz katerih pridobivamo toplotno energijo. Pri pooglenitvi premogov in razkroju pod posebnimi pogoji pri nafti se je povečala količina čistega ogljika na račun ogljikovodikov in vode. S tem se je seveda povečala kalorična vrednost goriva, ohranile pa so se sestavine rastlinskega ali živalskega tkiva. Vsa fosilna goriva vsebujejo tako, razen ogljika, še vodik, kisik, žveplo in večje število mikroelementov, med drugim tudi enega najbolj strupenih elementov: kadmij. Zato povzroča kurjenje vseh fosilnih goriv onesnaženost zraka, na eni strani zaradi njihove kemijske sestave ter nepopolnega izgorevanja, na drugi strani pa tudi zaradi visokih temperatur. Glavni uporabniki teh goriv pa niso le industrijski obrati, ampak jih uporabljamo tudi pri ogrevanju stanovanj, in to ne le v individualnih kuriščih, spomnimo se tudi velikih termoelektrarn, ki proizvajajo električno energijo, tudi za

splošno porabo, in so nasploh največji onesnaževalci zraka. Pomemben "pridelovalec" škodljivih emisij je tudi promet (avtomobili, letala, posredno pa tudi električne lokomotive, ki trošijo energijo, ki se ob velikih količinah emisij proizvaja v termoelektrarnah).

Onesnaženost zraka postaja vse večji problem našega planeta, zato ne preseñeča, da se kar vrstijo mednarodne konference, srečanja, kjer se skušajo tako strokovnjaki kot politiki dogovoriti, kako bi vendarle rešili svet pred pretečimi nevarnostmi, ki jih prinaša globalno onesnaževanje našega ozračja. To vpliva namreč na tri med seboj povezane procese v atmosferi. Gre za povečanje učinka tople grede, za tanjšanje ozonske plasti v stratosferi in za kisli dež.

Delež toplote, ki prihaja v atmosfero zaradi človekove aktivnosti, je zelo majhen v primerjavi s skupno energijo, ki prihaja na Zemljo. Zaradi povečevanja koncentracije nekaterih plinov in prahu v atmosferi pa se spremeni tok energije, ki jo naš planet dobi od Sonca oziroma jo oddaja v vesolje. Ogljikov dioksid in vodna para najmočneje absorbirata del sevanja energije z Zemlje v vesolje, podoben učinek ima še vrsta drugih plinov in skupaj ustvarjajo učinek t.i.m. **tople grede**. Ker pa z onesnaževanjem ozračja narašča količina ogljikovega dioksida in ga biosfera vsega ne more uporabiti (fotosinteza), narašča tudi učinek tople grede in pričakovati je, da se bo zaradi tega do naslednjega stoletja precej spremenilo podnebje na našem planetu. Troposfera se bo ogrela, klimatski pasovi se bodo premaknili, dvignila se bo gladina morja...?

Drug problem globalnih razsežnosti je ozonska plast v stratosferi. Ozon (O₃) je škodljiv plin, če ga je v zraku le malo več, kot je to naravno. Ozon v ozonski plasti pa je koristen, saj absorbira večino škodljivega ultravijoličnega sončnega sevanja in na ta način ščiti življenje na Zemlji. Podatki, ki jih na Zemljo pošiljajo sateliti, pa govorijo o kritičnem **stanjšanju ozonske plasti** (od lanskega leta npr. kar za 15%), nad južnim polom se že kaže t.i.m. ozonska luknja. Mednarodna skupnost si prizadeva zmanjšati spremembe v ozonski plasti in

z Montrealskim protokolom (1987) predpisuje zmanjšanje emisij freonov in halonov, ki poleg drugih emisij zmanjšujejo plast ozona v stratosferi (3).

Pojav, ki že sedaj povzroča veliko škodo, tudi pri nas, je **kisli dež**. Škodljive snovi pridejo iz ozračja na tla s suhim usedanjem ali s padavinami. Kemijska sestava padavin je odvisna od onesnaženosti zračnih mas, s katerimi so padavine prišle v stik, v glavnem pa se pojavljajo sulfati, nitrati in karbonati, ki povzročajo kislost padavin. Kisle in onesnažene padavine škodijo predvsem rastlinam, živalim, sestavi tal, pa tudi vodotokom in jezerom, posredno tudi človeku. Zračni tokovi nosijo škodljive snovi na velike razdalje, kisli dež se pojavlja tudi v deželah, ki same le malo onesnažujejo zrak (3). Negativni učinki kislinskih padavin so najbolj očitni, ko le-te padajo na površje s silikatno kamninsko podlago, karbonatna tla namreč dokaj uspešno in dalj časa (dokler ni presežen njihov naravni potencial) nevtralizirajo kisle padavine.

Z gradnjo visokih dimnikov, predvsem pri termoelektrarnah, so sicer zmanjšali imisijske koncentracije strupenih plinov v neposredni okolici večjih onesnaževalcev, vendar pa se je onesnaževanje razširilo nad obsežnejša območja in preneslo v višje zračne plasti, ki jih veter raznaša dalje od izvora. Za Evropo v celoti velja, da nad njo prevladujejo zahodna zračna strujanja, ki v tej smeri prenašajo tudi onesnažen zrak. Kar 85 % vseh evropskih emisij SO_2 prispeva le 11 držav (Češka, Slovaška, Nemčija, Francija, Madžarska, Italija, Romunija, Španija, Velika Britanija, Poljska in evropski del bivše Sovjetske zveze), od katerih vse, razen bivše Sovjetske zveze, izdatno onesnažujejo tudi ozračje ostalih držav. Evropske države lahko zato delimo tudi glede na delež domačega (avtohtonega) in uvoženega (alohtonega) onesnaževanja ozračja. Največji onesnaževalci drugih dežel so Velika Britanija, bivši NDR in ČSFR, ki "izvozijo" preko 50 % emisij žvepla, sledijo pa Belgija s 44 %, Danska 41 %, Madžarska 39 %, Italija 38 % (velik del teh emisij se prenaša tudi nad našo deželo). Najmočnejšega onesnaževanja iz drugih evropskih držav pa je deležna Norveška,

kjer je zrak kar za več kot 300 % bolj onesnažen, kot bi lahko bil glede na lastno "proizvodnjo" žveplovih emisij; sledijo ji Švica (138 % več), Švedska (134 %) in Avstrija (119 %). Tudi evropski del bivše Sovjetske zveze ima za 43 % bolj onesnažen zrak, kot sam proizvaja emisij žvepla; ocenjujejo namreč, da pride na to območje kar 30 % vseh evropskih emisij žvepla (1). O velikem problemu kontinentalnega oziroma meddržavnega onesnaževanja ozračja pričajo tudi ocene, da se bo v državah "uvoznih emisij" onesnaženost zraka še povečevala, kljub temu, da bodo same zmanjšale onesnaževanje in da bodo dosledno upoštevale vse mednarodne konvencije o njihovem zmanjševanju in o ekoloških sanacijah. Onesnaževanje zraka se bo torej moralo zmanjšati tudi pri državah "izvoznih" emisij. Za primer vzemimo Švedsko, ki obljublja, da bo do leta 2002 zmanjšala emisije žvepla za 29 %, njeno površje pa bo v tem času sprejelo (v obliki suhih snovi ali s padavinami) za 9 % več žvepla, na drugi strani pa predvidevajo, da se bodo emisije v nekdanji ČSFR povečale za 24 %, na njeno površje pa bo padlo le za 20 % več žveplovih emisij (2).

Kislost padavin na določenem območju je torej odvisna tako od domačega onesnaževanja ozračja, kot tudi od tistih škodljivih primesi, ki se z zračnimi masami prenašajo od drugod, tudi preko državnih meja. Negativni učinki emisij žvepla oziroma kislega dežja pa se po Evropi ne razlikujejo le po njihovi koncentraciji, ampak tudi glede na geološke in podolške osnove tal kamor te padavine padejo. Alkalna oziroma karbonatna tla dalj časa nevtralizirajo kisle padavine kot silikatna. V Skandinaviji npr., kjer letne emisije žvepla ne presegajo desetine letnega v nekdanji ČSFR, negativni učinki kislega dežja že nakazujejo katastrofo: jezera so v zadnjih desetletjih izgubila več kot polovico rib, ogrožene so velike površine gozdov itd. Za ilustracijo kislinskih padavin v Evropi navajamo v preglednici 2 letne količine žvepla v padavinah na hektar površja, ki jo je objavilo Združenje švedske lesne industrije (8). Opozarjamo, da so količine žveplovih sedimentov računane na površino, zato so pri večjih državah manjše in bolj razpršene.

Preglednica 2: Letne količine žvepla v padavinah (v kg/ha površja).

Avstrija	49
Belgija	54
Bolgarija	37
Češka in Slovaška	122
Danska	30
Nemčija: bivša NDR	86
Nemčija: bivša ZRN	55
Finska	11
Francija	26
Irska	11
Italija	45
Madžarska	60
Nizozemska	50
Norveška	10
Poljska	51
Romunija	41
Španija	14
Švedska	12
Švica	41
evropski del bivše SZ	25
Velika Britanija	42
bivša Jugoslavija	52

V uporabljenih tujih virih razumljivo še ne najdemo podatkov o stanju v novo nastalih evropskih državah, zato si bomo za oceno razmer v Sloveniji pomagali s člankom v Geografskem vestniku (1988), kjer je dr. Radinja skušal oceniti kroženje žvepla v okolju Slovenije (5). Avtor opozarja, da sprejema Slovenija s padavinami nadpovprečno (glede na druge dele Evrope) veliko žvepla, kar 6 gramov (po lastnih izračunih pa kar 11 g) na m² površja. Če ta podatek primerjamo s preglednico 2, vidimo, da pade v Sloveniji na površinsko enoto šestkrat več žvepla kot v Španiji in na Švedskem ali Norveškem, skoraj dvakrat več kot v Švici ali sosednji Avstriji. Vzroki za take količine žvepla, ki padejo v Sloveniji, so na eni strani v relativno velikih emisijah žveplovega dioksida, ki nastaja v tehnološko zastareli in energetsko potratni industriji, v energetskih objektih, ki so brez ustreznih čistilnih naprav, pa tudi zaradi rabe fosilnih goriv, ki vsebujejo razmeroma visok odstotek žvepla (slabša in cenejša goriva, ki so dostopnejša socialno šibki večini prebivalstva). Avtor nadalje razlaga, da so vzroki za velike količine žvepla v goratosti Slovenije oziroma v

dolinsko-kotlinski legi glavnih virov žveplovih emisij in z njo povezanih temperaturnih inverzijah ter drugih neugodnih klimatskih potezah, ki emisije SO₂ slabo razpršujejo, v orografsko okrepljenih padavinah. Ne smemo pa prezreti razmeroma neugodne lege Slovenije glede na prevladujočo usmerjenost onesnaženih zračnih gmot, ki dotekajo iz Srednje in Zahodne Evrope, še posebno iz bližnje, močno industrializirane severne Italije, od koder se onesnažene zračne gmote neovirano širijo do naših krajev Ob tem naj opozorimo na kisli dež na visokih kraških planotah, kjer ni večjih avtohtonih onesnaževalcev zraka, se pa škodljive primese

Preglednica 3: Letna bilanca sprejemanja in oddajanja žvepla v Evropi leta 1980 (v tisoč tonah).

	Sprejem	Oddaja	Razlika
Albanija	39	15	+ 24
Avstrija	271	107	+ 164
Belgija	166	304	- 138
Bolgarija	291	362	- 71
Češkoslovaška	792	1137	- 345
Danska	105	154	- 49
Finska	286	195	+ 91
Francija	1105	1173	- 68
Grčija	192	195	- 3
Irska	66	67	- 1
Islandija	19	3	+ 16
Italija	910	1298	- 388
Jugoslavija	655	424	+ 231
Luksemburg	10	10	0
Madžarska	411	592	- 181
NDR	826	1530	- 704
Nizozemska	178	183	- 5
Norveška	199	44	+ 155
Poljska	1389	1524	- 135
Portugalska	69	37	+ 32
Romunija	405	69	+ 336
SZ	5840	4032	+1808
Španija	665	900	- 235
Švedska	336	174	+ 162
Švica	117	44	+ 73
Turčija	337	267	+ 70
Velika Brit.	800	1530	- 730
ZRN	1051	1177	- 126
Od drugod	3582	23	+3559
Nedoločljivo	0	3542	-3542
Skupaj	21112	21112	0

prinašajo z zahodnimi vetrovi. Merilna postaja Mašun na Snežniku je npr. vključena v evropsko mrežo za ugotavljanje obsega in količin prekomejnega onesnaževanja zraka in svoje rezultate radno pošiljajo evropskemu meteorološkemu centru v Oslo.

Podatki o velikih količinah žvepla v padavinah nas uvrščajo med tiste evropske države, ki dobijo na površinsko enoto v letu dni največ padavinskega žvepla in bi zatorej pričakovali, da bo naše okolje tudi med najbolj degradiranimi v Evropi, a na srečo ni tako. V Sloveniji se zakisanje še ni začelo in se kaže izrazito nesorazmerje med emisijami SO_2 v zraku oziroma sulfatov v padavinah in na drugi strani nezakisanostjo padavin, voda in drugih pokrajnotvornih elementov. Vzroke za omenjena nasprotja gre iskati v pokrajinski sestavi Slovenije, zlasti v njeni pretežno karbonatni kameninski zgradbi, ki nevtralizira zakisanje okolja, zlasti prsti in vode. Poleg litološke sestave so pomembne še klimatske poteze z izrazitimi letnimi časi, hidrološke poteze z naglim kroženjem in obnavljanjem vode, kar skupaj z dobro razčlenjenostjo reliefa stopnjuje kroženje materiala in energije (5). Če Slovenija ne bi imela vseh teh naravnih prednosti, bi bila zaradi velikih količin domačih emisij žvepla, pa tudi "uvoženega" (zaradi tranzitnega in za onesnažene zračne gmote odprtega položaja), eno najbolj degradiranih območij Evrope. Ob tem pa se postavlja vprašanje: kako dolgo se lahko še zanašamo na naravne zmogljivosti našega okolja, kdaj se bodo začele kazati katastrofalne posledice našega ravnanja? Posamezne sestavine našega okolja imajo svoj naravni potencial, ko bo ta prekoračen, so negativne posledice neizogibne! Kdaj bo to? Odgovore na ta vprašanja bolj slutimo, kakor poznamo.

In kako je z onesnaževanjem zraka v Sloveniji? Naša država proizvede letno okoli 200 000 ton emisij SO_2 (okoli 98 kg na prebivalca, npr. v Veliki Britaniji 84, v Nemčiji 52, v Avstriji 47, v Švici 20), od tega ostane več kot polovica nad našim ozemljem, ostalo pa se z zračnimi tokovi raznaša nad druge evropske države. Kar 78 % emisij prispevajo termoelektrični objekti, 12 % industrija, 1,5 %

promet in 8,5 % kurjenje in ogrevanje stanovanj in drugih objektov. V zadnjih letih opazamo rahlo zmanjševanje emisij SO_2 , predvsem na račun povečane uporabe zemeljskega plina v industriji, pa tudi pri ogrevanju naselij. Večja mesta, ki so v četrti, najbolj onesnaženi skupini, so skušala s posebnimi zakonskimi akti prepovedati uporabo in prodajo slabših goriv z večjo vsebnostjo žvepla, ki pa so praviloma najcenejša. Toda ekonomska kriza in nizka kupna moč prebivalstva sta tovrstne poizkuse ekoloških izboljšav izničili. Za boljše poznavanje razlik med posameznimi, pri nas najpogosteje uporabljanimi gorivi, smo izbrali podatke o deležu žvepla, ki ga le-ta vsebujejo in o njihovi kalorični vrednosti (preglednica 4).

Preglednica kaže, da je iz ekološkega vidika najbolj problematična uporaba rjavih premogov iz Trbovelj in Senovega ter velenjskega lignita, najčistejši vir energije pa je kurilno olje, če seveda v tem sklopu ne omenjamo zemeljskega plina.

Med termoelektrarnami je v Sloveniji največja šoštanjška z letno emisijo 93 000 ton SO_2 , kar predstavlja 47 % vseh slovenskih emisij SO_2 . Kljub napovedi o njeni ekološki sanaciji do leta 1992 dosega danes z odžveplevanjem le 20 % efakt čiščenja. Drugi dve termoelektrarni (Trbovlje in Toplarna Ljubljana) od prve zaostajata po porabi premoga skoraj za šestkrat, pri vseh treh pa emisijski podatki presegajo predpisane mejne emisijske koncentracije. Med pomembnejše vire emisij SO_2 v Sloveniji sodijo še Tovarna aluminija v Kidričevem, Cinkarna v Celju, Tovarna celuloze in papirja v Krškem ter topilnica v Mežici.

Zrak v Sloveniji onesnažujejo tudi dušikovi oksidi (NO_x), njihova letna emisija je okoli 48 000 ton in se je v zadnjih desetih letih povečala za 17 % in to predvsem na račun povečanega deleža prometa in termoelektrarn.

Najbolj onesnažen zrak v Sloveniji imajo območja: Zasavja (Trbovlje, Zagorje, Hrastnik), Mežiške doline (Črna, Žerjav, Mežica), obrobje Šaleške doline (Zavodnje nad Šoštanjem), Celje, Maribor, Ljubljana in Škofja Loka - Trata. Ta območja so obenem uvrščena v četrto kategorijo onesnaženosti, kjer je zrak onesnažen nad kritično mejo, in so tudi po priporočilih

Preglednica 4: Delež žvepla in kalorična moč nekaterih goriv.

Gorivo	Povprečni odstotek žvepla	Kalorična moč MJ/kg	Specifična vsebnost žvepla g/42 MJ
Premog			
rjavi (Laško)	0,6	15,1	1,7
rjavi (Senovo)	3,1	16,8	7,6
rjavi (Trbovlje)	2,9	15,3	7,0
rjavi (Zagorje)	1,4	15,8	3,5
lignit (Velenje)	1,6	10,4	6,4
Kurilno olje	1,5	41,8	1,0
Mazut	3,0	39,5	3,1

Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) neprimerna za bivanje. V Sloveniji pa v teh najbolj onesnaženih območjih živi domala četrtnina njenega prebivalstva.

Na kratko pogledajmo še, kje so glavni vzroki za prekomerno onesnaženost zraka v omenjenih slovenskih pokrajinah.

Glavni vzrok za kritično onesnaženost **Zasavja** v zimski polovici leta je kurjenje domačega premoga (že po tradiciji dobivajo rudarji za domačo rabo določeno količino domačega premoga) v individualnih kuriščih in toplarnah. Šele na drugem mest so škodljivi učinki industrijskih emisij, če seveda tu zanemarimo emisije trboveljske termoelektrarne, ki se s 360 m visokim dimnikom izpuščajo pretežno v višje zračne plasti in v zimskih mesecih v glavnem tudi nad inverzijo. Kljub temu, da so zimske mestne in industrijske emisije SO₂ relativno majhne, pa v ozki in slabo prevetreni dolini povzročajo veliko škode in izjemno visoke imisije. Po naših izračunih so npr. v Trbovljah te zimske emisije še vedno 10-krat večje, kot so asimilacijske spodobnosti ozke doline Trboveljščice, kjer se večji del zime zadržuje temperaturna inverzija. Negativni vplivi termoelektrarne, predvsem njenih emisij SO₂, pa se najbolj čutijo v višjih pobočjih, predvsem na Kumljanskem, to so južna, pretežno kraška pobočja, kjer predstavlja kapnica edini vir pitne vode, le-ta pa je ob tako močnem onesnaževanju zraka praktično neuporabna.

Glavni vir onesnaževanja zraka v **Šaleški dolini** je šoštanjaska termoelektrarna, vsi ostali viri emisij so neprimer-

ljivo manjši onesnaževalci. V Šoštanju in tudi v Velenju pa zrak tudi v zimskih mesecih ni prekomerno onesnažen, saj jezero hladnega zraka, ki je pogost pojav zimskih mesecev, ščiti dno doline pred vplivi škodljivih toplarniških emisij. Povsem drugače pa je na višjih pobočjih (Zavodnje, Graška gora, Veliki vrh) nad inverzno ploskvijo, kjer škodljive emisije dosegajo kritične koncentracije. Tu že pospešeno propadajo gozdovi, zdravstveno in ekonomsko so ogrožena naselja in zaselki itd.

Negativni vplivi emisij SO₂ iz šoštanjске termoelektrarne se kažejo že tudi v sosednji **Mežiški dolini**. Domačih (avtohtonih) emisij SO₂ je tu manj, je pa dolina mnogo ožja in globlja, pa tudi slabše prevetrena. Dimni plini iz topilnice svinca v Žerjavu pogosto ne prebijajo temperaturne inverzije, zato se tu pojavljajo visoke imisije, škodo stopnjuje še prah, ki vsebuje težke kovine, predvsem svinec. "Dolina" smrti nad Žerjavom je znana kot eno najbolj degradiranih območij v Sloveniji. Strma pobočja s plitvo prstjo lahko pred erozijo očuvajo le gozdovi. Tega so se naši predniki dobro zavedali, zato so gozd krčili preudarno in tem pogojem prilagodili tudi ekološko ustrežnejšo poselitev v obliki samotnih kmetij. V teh občutljivih mikrogeografskih razmerah so škodljive emisije kaj hitro sprožile dagrađacijske procese, ki se danes kažejo v 5000 ha poškodovanih gozdov, kar posredno že ogroža obstoj samotnih kmetij, ki so večji del živala od gozda. Poleg ekološke ogroženosti same Mežiške doline pa naletimo tudi na problem prekomejnega onesnaževanja, saj ležijo glavni viri emisij neposredno ob avstrijski meji.

V predalpski kotlini leži tudi eno najstarejših in najizrazitejših industrijskih imisijskih območij: **Celjsko**. Največja onesnaževalca zraka v Celjski kotlini sta Cinkarna in EMO, pri slednjem so škodljivejšje emisije fluoridov. Velik delež emisij SO₂ pa prispeva tudi samo mesto z ogrevanjem (kotlovnice in individualna kurišča) in s prometom. Najbolj onesnažen je vzhodni del mesta, ne le zaradi tam locirane industrije, ampak tudi zaradi prevladujočih zahodnih vetrov, ki donšajo tudi mestne emisije. S kotlinsko lego po-

vezana inverzija močno vpliva na degradacijski režim, pa tudi na vertikalno razporeditev onesnaženega zraka. Višinska razporeditev poškodovanih gozdov (teh je 4200 ha) kaže, da je do višine povprečne enodnevnne inverzije kar 90 % le-teh. V zimskem času so imisijske koncentracije SO₂ do trikrat višje kot v topli polovici leta, kar si razlagamo tako z vplivom inverzije in komunalnih emisij (ogrevanje). Izračunali smo, da je v tem času v kotlini štirikrat več emisij, kot bi jih kotlina s svojo prostornino še prenesla brez negativnih učinkov.

V **Ljubljani** je največji onesnaževalac zraka Termoelektrarna - toplarna, vendar je njen neposredni vpliv na samo onesnaženost zraka v Ljubljani manjši. Zaradi visokega dimnika se škodljive emisije večinoma razpršijo na širšem območju, ko ob temperaturni inverziji toplarniški dimni plini prebijajo zaporno plast zraka in ne povečujejo onesnaženosti zraka v mestu. Na njegovo onesnaženost pa najbolj vplivajo kotlovnice in drobna kurišča ter promet. Najbolj onesnaženo je središče mesta, proti obrobju pa se onesnaženost že zmanjša.

V **Mariboru** ni posebj velikega onesnaževanja zraka. Večina industrije je v zadnjem obdobju prešla na uporabo zemeljskega plina. Kljub temu se onesnaženost zraka ne zmanjšuje in postaja vse bolj pereč problem mesta. Vzrok za to je

predvsem v uporabi slabših vrst premoga pri ogrevanju stanovanj, kakor tudi v gostem prometu.

Poleg omenjenih območij je zrak občasno prekomerno onesnažen še drugod, predvsem v bližini industrijskih obratov (Jesenice, Anhovo, Ravne, Škofja Loka - Trata) pa tudi v neposredni bližini prometnih poti (4).

1. *EMEP - Western Meteorological Synthesizing Centre Oslo, 1986. A modified sulphur budget for Europe for 1980.*
2. *Highton, N., H., Chadwick, M., J. 1982: The Effects of Changing Patterns of Energy Use on Sulphur Emission and Deposition in Europe. Ambio vol. 11, No.6.*
3. *Hrček, D: 1989: Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji. Slovenija 1988, SAZU. Ljubljana.*
4. *Poročilo o stanju okolja v Sloveniji, 1990. Skupščinski poročevalec.*
5. *Radinja, D. 1988: O tehnogenem kroženju žvepla v pokrajinskem okolju SR Slovenije in njegovi bilanci. Geografski vestnik. Ljubljana.*
6. *Seidl M., Sentočnik A., Stepinšek S., Stergar A., Zupančič T. 1983: Za čisto okolje. Celje.*
7. *Uradni list Republike Slovenije 30/1990*
8. *Združenje švedske gozdarske industrije, 1984, Fischerjev almanah.*