

UDK 911.3:504.3 (497.12) = 863

Metka Špes ■

ONESNAŽEVANJE IN ONESNAŽENOST OKOLJA V RAZLIČNIH POKRAJINSKIH ENOTAH SLOVENIJE (po sondnih raziskavah)

Za Slovenijo je značilna velika pokrajinska pestrost, ki se odraža tako v fizično-geografskih kot socialno-ekonomskih potezah, v zadnjem času pa vse bolj ugotavljamo, da se ta pestrost kaže tudi v degradacijskih značilnostih posameznih območij. Na splošno velja, da je okolje v Sloveniji bolj onesnaženo, da so pokrajinsotvorni elementi bolj degradirani, kot bi pričakovali glede na industrijsko, urbano in druge razvojne stopnje pa tudi glede na znane količine emisij. Razmerje med onesnaževanjem (emisijami) in onesnaženostjo (imisijami) je zelo neugodno, kar še posebej velja za ekološko občutljivejše pokrajinske enote kot so kotline in ozke doline. To pa so obenem tudi tista območja, kjer je večji del slovenske industrije, predvsem tiste, ki okolje najmočnejše obremenjuje z emisijami v vseh treh agregatnih stanjih pa tudi najgostejša poselitvev in najvišja stopnja urbanizacije. Dna dolin in kotlin so bila za poselitvev, kakor tudi za gradnjo proizvodnih obratov zelo privlačna zaradi dobre in enostavne prometne dostopnosti, zatišne lege, visoke talne vode in s tem enostavnega pridobivanja pitne vode, kasneje pa tudi bližine energetskih virov (vode, premoga). Danes pa ugotavljamo, da so se geografske prednosti spremenile v največje pomanjkljivosti, ko vemo da so negativni učinki onesnaževanja v teh pokrajinskih enotah nekajkrat večji kot bi bili v odprtih geografskih legah. Kljub relativno majhnim količinam industrijskih emisij (v primerjavi z bolj industrializiranimi pokrajinami po

*Mag. geogr., raziskovalec, Inštitut za geografijo Univerze E. Kardelja, 61000 Ljubljana, Trg francoske revolucije 7

svetu) pa degradacijo okolja dodatno povečuje še dolgotrajno onesnaževanje, ki povzroča škodo ne le zaradi sedanjih emisij ampak tudi zato, ker so zaradi stoletnega kopičenja strupenih snovi mnokokje že prekoračene nevtralizacijske sposobnosti narave. Poleg industrijskih emisij pa se nenehno povečuje še delež komunalnih (ogrevanje stanovanj - v zadnjem času vse več s slabšimi gorivi z višjo vsebnostjo šivepla in nižjo energetske vrednostjo, odpadne vode, trdi odpadki itd.).

Na Inštitutu za geografijo Univerze E.Kardelja v Ljubljani se celo desetletje proučujemo pokrajinske učinke onesnaževanja okolja v sorodno izbranih območjih, ki praviloma sodijo med najbolj onesnažena in degradirana v Sloveniji. Poleg tega izhodišča pa upoštevamo še geografsko pestrost Slovenije in smo tako do sedaj raziskovali na primeru alpskih rečnih dolin (imisijško območje Jesenic ter Meziške doline) predalpskih kotlin (Celjska in šaleška kotlina) ozke predalpske doline Save (imisijško območje Trbovelj) in subpanonsko pokrajino (občina Ptuj oziroma imisijško območje Kidričeva). Omenjena imisijška območja se na eni strani razlikujejo po mikrogeografskih značilnostih, na drugi strani pa tudi po količini in vrsti emisij. Osnovna vsebinska in metodološka usmeritev proučevanj ima v bistvu svoje korenine v regionalno-geografskih proučevanjih s to razliko, da upoštevamo tiste pokrajinske elemente z najizrazitejšimi negativnimi vplivi delovanja človeka. Za te pokrajinske elemente skušamo torej oceniti njihovo vlogo pri degradaciji okolja.

Raziskave in opazovanja kažejo, da je med vsemi oblikami onesnaževanja okolja v Sloveniji najakutnejše onesnaževanje in onesnaženost zraka ter s tem povezane škode na živih (poškodbe gozdov, manjša prirast, obolenja prebivalstva) in neživih (pospešena korozija, estetski izgled objektov) sestavinah okolja, zato se v tem pregledu omejujemo le na probleme onesnaževanja zraka.

Po onesnaženosti zraka sodijo vzorčno proučene pokrajine večji del v 4. razred (razen Jesenic in Šoštanjja ter Velenja), kar pomeni, da je zrak v teh naseljih onesnažen nad kritično mejo in so zato najpogostejši priporočilni Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) neprimerna za

bivanje. Zato je del naših raziskav namenjen tudi anketiranju prebivalstva teh urbanih središč o njihovem odnosu do onesnaževanja oziroma degradacije okolja nasploh.

Jeseniško imisijsko območje karakterizirajo emisije rdečega železarniškega prahu, koncentracije SO₂ in dima pa so se po spremembah v tehnološkem postopku železarne (ukinitve stare prazarne) in zamenjavo mazuta z zemeljskim plinom po letu 1978 zmanjšale za 52 %. Letne industrijske emisije SO₂ ne presegajo 1350 ton, pristeti pa moramo še okoli 900 ton komunalnih emisij SO₂ (to je ocena izračunana glede na število mestnega prebivalstva in koeficient emisij od splošne porabe, ki je za naše kurilne potrebe in navade 16 g/h, Petkovšek 1978). Jesenice imajo z vidika onesnaževanja okolja ugodno mikroklimatsko, ne pa tudi mikroreliefno lego (ozka dolina). Ozke doline, ki poteka v smeri zahod - vzhod pogojuje prevladujoče smeri vetrov (ponoči je izrazitejši zahodni veter, podnevi pa vzhodni), ki so pogosti in preprečujejo tudi nastanek inverzije (Jesenice imajo povprečno letno le 10 meglenih dni) ter sorazmeroma dobro prevetrijó dolino, pogojuje pa tudi obseg in obliko jeseniškega imisijskega območja.

Jesenice sodijo po onesnaženosti zraka v 3. razred, vendar pa celodnevne imisijske koncentracije SO₂ in dima v zadnjih letih praviloma niso višje od MDK (maksimalne dovoljene koncentracije), v zadnjih 5 letih pa se postopoma še zmanjšujejo. Razmerje med povprečnimi zimskimi in poletnimi imisijami je od 8:1 do 5:1 pri SO₂ in od 6:1 do 4:1 pri dimu. Največje razlike med dvema mesecema so praviloma na začetku in koncu kurilne sezone. Na večji vpliv komunalnega onesnaževanja zraka v zimski polovici leta opozarja tudi potek 1/2 urnih imisij SO₂, ko so najvišje koncentracije v zgodnjih jutranjih in večernih urah, kar sovpada s časom intenzivnejšega ogrevanja stanovanj. Jesenice pa še naprej ostajajo prašno imisijsko območje, saj železarna še vedno oddaja v ozračje 6-11 kg prahu na eno tono končnega proizvoda (letna produkcija je 360 000 ton gotovih izdelkov). Prašne usedline pogosteje presegajo MDK, nimajo pa izrazitejših viškov v zimski polovici leta. Jeseniško imisijsko območje obsega po ocenah gozdarjev (Šolar, 1986) 2100 ha, na tej površini

so namreč vidne poškodbe gozdov, ki se kažejo predvsem v deformacijah drevesnih krošenj in prašnih usedlinah. Z zmanjševanjem emisij SO₂ so se v zadnjih letih zmanjšale tudi specifične poškodbe (ozigi) in vsebnost žvepla v smrekovih iglicah, svoje pa prispeva še karbonatna kameninska osnova, ki nevtralizira kisle padavine.

Druga vzorčno proučevana alpska pokrajina je Meziška dolina, ki ji svoj degradacijski pečat daje rudnik ter topilnica svinca v žerjavu v Zgornji Meziški dolini in železarna na Ravnah v Spodnji Meziški dolini (ki pa je danes ekološko že dodobra sanirana), med emisijami pa prevladujeta predvsem svinec in SO₂. Meziška dolina sodi v Sloveniji med najbolj degradirane pokrajine, obenem pa je to ekološko zelo občutljiv svet, ker prevladujejo strmine oziroma pobočja, kjer plitvo prst pred erozijo prsti varuje lahko le gozdna odeja. Pestra petrografska sestava tal, od karbonatne do silikatne pa še potencialne negativne učinke žveplovih emisij. Obsežne površine poškodovanih gozdov - teh je v Meziški dolini okoli 5600 ha (Šolar, 1986) pa poleg ekoloških prinaša tudi veliko gospodarsko škodo, predvsem če vemo, da je od gozda odvisen tudi obstoj samotnih kmetij, ki so značilnost te pokrajine. Poleg ekološko neugodnih mikroreliefnih karakteristik pa Meziško dolino pestijo še neugodni mikroklimatski pojavi, ki so tesno povezani z zaprto, zatišno lego pokrajine. Globoka gorska dolina na robu Celovške kotline je slabo prevetrena, temperaturne inverzije so pogost pojav, ne le pozimi. Povprečne enodnevne inverzije segajo do nadmorske višine 800 metrov oziroma okoli 250 metrov nad dnom doline. Smeri vetrov, ki so v glavnem sibirski (pokrajina leži na notranji, zatišni strani Alp), pa so vzporedne z osjo doline jugozahod - severovzhod. Vse to je za zadrževanje in širjenje onesnaženega zraka zelo pomembno. Vse omenjene geografske značilnosti Meziške doline pospešujejo degradacijo okolja, čeprav dnevne industrijske emisije SO₂ ne presegajo 15 ton oziroma 5200 ton letno. Po novejših merjenjih emisijskih koncentracij SO₂ (HMZ) ostaja Meziška dolina še vedno pri vrhu najbolj onesnaženih območij v Sloveniji. Zanj pa je značilno, da so se z uporabo filtrov (1978) v topilnici svinca in cinka sicer zmanjšale emisije svinca in ostalih kovinskih delcev (čeprav na nekaterih mestih v okolici žerjava še vedno presegajo MDK), povečale pa so se

koncentracije SO₂ tudi na račun uporabe slabših vrst goriv v gospodinjstvih. Za imisijske koncentracije SO₂ v Meziški dolini lahko trdimo, da v povprečju sicer le redko presegajo MDK, veliko škodo pa povzročijo nekajkratne izjemno visoke imisije (tudi do šestkrat višje od MDK), ki se praviloma pojavljajo v zimski polovici leta ob vešednevnih inverzijah. Poleg že omenjenih poškodb gozdne vegetacije, ki jih gre v glavnem pripisati SO₂, manj in tudi posredno pa emisijam svınca in cinka, pa se v Meziški dolini kaže še vrsta drugih negativnih učinkov onesnaževanja zraka. Močno povišane in škodljive koncentracije svınca so odkrili (Kerin, 1978) v listnati zelenjavi in gomoljnicah, v senu ter vzporedno s tem še v krvi, jetrah in ledvicah živine (Gregorovič, 1984). Povišane koncentracije svınca v krvi pa so pokazale tudi analize krvi prebivalcev Zgornje Meziške doline (Susnik, 1978).

Vrsta ekoloških, pa tudi ekonomskih problemov je povzročila, da v zadnjem letu načrtujejo ukinitvev rudnika ter topilnice v žerjavu, ki ima poleg ekološke občutljivosti Meziške doline v celoti še izjemno neugodno lego v najnižjem, najglobljem in najbolj zaprtem delu doline. Z odpravo tega vira onesnaževanja se bo za vrsto strok, predvsem pa geografijo odprla možnost spremljanja naravne regeneracije posameznih, sedaj močno degradiranih elementov okolja.

Celje, ki leži v predalpski kotlini je med našimi najstarejšimi in najizrazitejšimi kraji z degradiranim okoljem. Prevladuje industrijsko onesnaževanje (več industrijskih panog), pridružuje pa se mu tudi komunalno. Industrijsko onesnaževanje okolja v Celju je že dolgotrajno (več kot 100 let), pa tudi zelo raznovrstno, prevladuje pa onesnaževanje kemične in kovinske industrije (Cinkarna). Celje leži v najnižjem jugovzhodnem delu kotline, na stičišču njene prečne in podoline osi, naslonjeno ob vznožje strmega južnega roba kotline. Imisijsko območje Celja je v smeri kotline razvlečeno, glede na Celje pa je asimetrično in podaljšano proti vzhodu. Vzrok za to je v prevladujočih zahodnih (višinskih) vetrovih, k asimetriji imisijskega območja pa pripomore še štorska železarna: vzhodno od Celja. V Celju prevladujejo severozahodni in jugozahodni vetrovi, večino teh kotlinskih vetrov je šibkih in ne presegajo 2 Bf. Pogosto

brezveterje priča o slabi prevetrenosti in zatišnosti Celjske kotline. V zimskih mesecih pa je značilno še stekanje zračnih gmot z obrobja proti mestnemu središču, to pa onesnaženost zraka in okolja v mestu še stopnjuje. S kotlinsko lego je vezan tudi pojav toplotnih inverzij, ki se pojavljajo vse leto, najpogosteje pa v zimskih mesecih, kar pripomore k letnemu degradacijskemu režimu onesnaženega zraka. Enodnevnne inverzije dosežejo v povprečju višino 110-130 metrov r.v. Približno 60 metrov nad dnom kotline se večkrat pojavlja še notranja inverzija, na kar opozarjajo kartiranja lišajске praznine (Skoberne, 1975) in nadstropnost poškodovane vegetacije. Med škodljivimi emisijami je v Celju na prvem mestu SO₂; 3400 ton SO₂ letno prispeva Cinkarna (kar 75 % vseh emisij), ogrevanje mesta (gospodinjstva in terciarne dejavnosti skupaj) odda letno 880 ton SO₂, kar je le 16 %, vendar pa največ v zimskem, najbolj kritičnem obdobju, pa še te so osredotočene na razmeroma ožje, gosto pozidano mestno središče. Na hladno polovico leta odpadeta 2/3 vseh emisij SO₂. Glede na to, da povprečna višina enodnevnih temperaturnih inverzij sega 120 metrov nad kotlinskim dnom, obsega inverzijska prostornina Celjske kotline 14,1 km³ zraka. V zimskem času pride v ozračje 2199 kg SO₂ na uro, od tega 1099 kg/h komunalnih emisij. Izračun kaže, da je indeks dopustne emisije 4,1, kar pomeni, da je v zimskih mesecih v Celjski kotlini štirikrat več emisij SO₂, kot jih kotlina s svojo prostornino zmore.

Najvišje imisijske koncentracije SO₂ so na jugovzhodnem oziroma vzhodnem obrobju mesta, v zimskem času pa tudi v njegovem središču. V vzhodnem delu mesta, kjer je največ emisij, predvsem industrijskih preko celega leta, so imisijske razlike med hladno in toplo polovico leta znatno manjše kot v gosteje naseljenem delu mesta, kjer so v zimski polovici tudi trikrat višje kot v topli polovici.

Desetletna merjenja SO₂ kažejo na rahlo zmanjševanje imisij, predvsem se v zadnjih letih redkeje pojavljajo ekstremno visoke koncentracije, vendar Celje še naprej ostaja v 4. razredu po onesnaženosti zraka. Gozdarji (Šolar, 1986) ugotavljajo, da je v celjskem imisijskem območju, ki je izrazito razvlečeno na vzhodno obrobje kotline, 4200 ha poškodovanih gozdov. Višinska razporeditev gozdov

kaže, da je do 350 metrov nadmorske višine, oziroma do višine povprečne enodnevne inverzije kar 90 % teh poškodovanih gozdov. Na rahlo valovitem kotlinskem dnu ni pomembnejših razlik glede poškodovanosti gozdov na priveterni in odveterni strani, večje razlike se pojavijo šele na strmih, južnem obrobju kotline, se nad višino inverzije. Na osnovi podatkov o onesnaževanju ter onesnaženosti zraka, poškodovani vegetaciji in zdravju prebivalcev smo za Celje in njegovo okolico na osnovi izračuna degradacijskega koeficienta (za kvadrate 500 x 500 metrov), dobili degradacijsko razčlenjenost okolja (združeno v 4 razrede).

Drugi primer predalpske kotline je šaleška, ki pa se od Celjske razlikuje po mikroklimatskih značilnostih, obsegu in obliki imisijskega območja, predvsem pa po količinah emisij SO₂, ter po imisijskih koncentracijah. Glavni vir onesnaževanja zraka je šoštanjaska termoelektrarna s 59700 tonami SO₂ na leto in je obenem tudi največja količina emisij SO₂ v Sloveniji. Obe urbani središči, ki ležita v dnu šaleške kotline pa sodita po imisijah v 2. razred onesnaženosti zraka (zrak je onesnažen pod dovoljeno mejo) oziroma sta med slovenskimi mesti glede na povprečne koncentracije SO₂ (v letih 1984-85) na 32. mestu (šoštanj) in 36. mestu (Titovo Velenje). Višine dimnikov šoštanjске TE so med 100 in 230 metri, povprečne enodnevne inverzije pa so na povprečni višini 100-150 metrov nad dnom kotline. Merjenja so pokazala, da se tik nad dnom kotline razvija še notranja inverzijska ploskev, ki dejansko ščiti kotlinsko dno in s tem obe urbani središči: šoštanja in Titovo Velenje pred emisijami iz dimnikov termoelektrarne in je tako stopnja onesnaženosti zraka pod to lokalno inverzijo v glavnem odvisna od individualnih kurilšč. Do onesnaženja zraka z emisijami TE v kotlinskem dnu pride le v specifičnih vremenskih razmerah.

Višje imisijske koncentracije pa se pojavljajo na obrobju kotline, predvsem na priveternih pobočjih južno od TE v nadmorski višini 500-600 metrov. V zadnjih letih pa gozdarji vedno glasneje opozarjajo na propadanje gozdov v širšem zaledju, kjer pa ni izključeno součinkovanje negativnih vplivov emisij iz šaleške kotline in Meziške doline.

Vsi podatki o emisijah SO₂ se vedno postavljajo Trbovlje oziroma Zasavje na prva mesta med slovenskimi kraji po onesnaženosti zraka. Najvišje koncentracije SO₂ tudi do 7,7 mg/m³ (celodnevne) in do 10 mg/m³ (polurne) so izmerili pred letom 1976, ko so pri termoelektrarni zgradili 360 metrov visok dimnik. Najbolj onesnažena so bila predvsem pobočja, ki se strmo dvigajo iznad savske doline, kjer je tudi TE (Retje, Praprotno, Dobovec). Najvišje polurne koncentracije SO₂ so izmerili v jutranjih urah, ko so se zračne mase, ob razkrajanju inverzije, dvignile iznad doline in so jih šibki dolinski vetrovi prenašali do bližnjih pobočij. V ozki savski dolini prevladujejo šibki vetrovi, visok pa je tudi odstotek merjenj z brezveterjem. Prevladujoče smeri vetrov pogojuje že sama konfiguracija doline (smer zahod-vzhod). Zelo pogoste, posebno v zimskih mesecih, so temperaturne inverzije, ko jezera hladnega zraka zapolnjujejo dolino skoraj vsako mirno noč, večkrat pa ostanejo tudi po nekaj dni, takrat se onesnaženje slabše redči v horizontalni smeri. Glavna inverzijska plast je običajno 270-300 metrov nad dnom doline. Ob razkrajanju inverzije pa se zračne mase dvigujejo in razpršijo v smeri vetra nad dolino. V času inverzije je gibanje zračnih mas pod glavno inverzijsko plastjo povsem neodvisno od smeri vetrov nad njo (Paradiž, 1972). Opazovanja so pokazala, da v času inverzije pihajo rahli vetrovi po dolini Save. 94 % vseh emisij SO₂ v Trbovljah prispeva termoelektrarna (23.600 ton letno), ostali industrijski obrati 459 ton SO₂ letno (80 % od tega v zimski polovici leta) ter mesto z ogrevanjem še dodatnih 972 ton SO₂ letno tu v glavnem uporabljajo domač premog z visoko vsebnostjo žvepla in nizko energetske vrednostjo. Pred izgradnjo 360 metrov visokega dimnika pri TE je večji del teh emisij ostal v ozki dolini, onesnaženost zraka pa so potencirale še inverzije. Najbolj prizadeta so bila južna pobočja savske doline - Kumljansko. Visoke celodnevne imisijske koncentracije, tudi ekstremne kratkotrajne imisije so leto za leto uničevale kmetijske pridelke, povzročale škodo na gozdni vegetaciji. Plitva skeletna prst na kraškem površju Kumljanskega že sama po sebi ne daje dobrih rastiščnih pogojev, s porušenjem ekološkega ravnotežja pa je propadanje gozda še hitrejše. Skoraj nerešljiv problem za prebivalce teh naselij pa predstavlja pitna voda. V kraški pokrajini je edini vir pitne vode kapnica, ki pa je ob tako močnem onesnaženju zraka praktično neuporabna. 2

visokim dimnikom so večji del emisij TE dvignili nad rob doline oziroma nad glavno inverzno ploskev. Emisije se tako sedaj razpršijo na večjo površino, z oddaljenostjo od izvira pa se delno zmanjšajo tudi njene koncentracije. Terenska proučevanja so pokazala, da se je onesnaženje zraka in s tem tudi negativni pokrajinski učinki v savski dolini zmanjšuje, poškodbe na vegetaciji pa se pojavljajo na višjem obrobju doline. Še vedno pa ostaja problem prekomerne onesnaženosti zraka v samem mestu. Trbovlje so že celo desetletje (odkar redno merijo imisije SO₂) na prvem mestu po onesnaženosti zraka v Sloveniji. V zadnjem času je prevladalo prepričanje, da na to onesnaženost zraka v mestu emisije termoelektrarne ne vplivajo, ali le v manjši meri, ker da se razpršijo više nad mestom oziroma dolino Trboveljščice.

Šal so z rednimi merjenji imisij v mestu pričeli šele po izgradnji visokega dimnika. Tako, da ne poznamo imisijskih koncentracij SO₂ v mestu pred tem in po tej poti ne moremo izločiti vpliva TE. Že sam izračun emisijskega potenciala za ozko dolino Trboveljščice, katere prostornina je ob povprečnih inverzijah 270 metrov n.v. le okoli 1 km³ kaže, da so emisije desetkrat večje kot bi ta dolina prenesla, ne da bi povzročila degradacijo okolja. Ob tem pa je potrebno poudariti, da so to le avtohtone emisije mesta in industrije, brez upoštevanja termoelektrarne. Emisijski potencial kaže, da je tudi brez emisij TE mesto samo z ogrevanjem in ostalimi industrijskimi obrati dovolj velik onesnaževalec zraka z SO₂, da so imisijske koncentracije, tako celodnevne, kot polurne pogosto nad MDK. Izstopa predvsem zimska onesnaženost zraka, saj je razmerje med povprečnimi imisijami hladne in tople polovice leta kar 6 : 1. Poleg večjega deleža komunalnih emisij vplivajo na visoke imisije še zimske meteorološke razmere s slabo prevetrenostjo in pogostimi inverzijami.

Poleg tega pa ozek in zavrt iztok Trboveljščice v Savo onemogoča tudi dolinsko iztekanje zraka in s tem obnavljanje zračnih mas v dolini. Meteorološke razmere so posebno v zimskem času podobne kotlinskim, ko se zrak steka nad jedro doline in tako nad mestom ustvarja toplotni otok. Imisijsko območje Trbovelj obsega po ugotovitvah gozdarjev (Šolar, 1985) kar 6400 ha, kar je obenem tudi največ v Sloveniji.

Zadnje imisijsko območje Kidričevega se od vseh ostalih razlikuje predvsem po geografski legi. To je namreč odprta, subpanonska pokrajina, ki je sorazmerno tudi dobro prevetrena, poleg tega pa ga karakterizirajo le emisije Tovarne glinice in aluminija, predvsem SO₂ in fluoridi. Letne emisije SO₂ iz TGA Kidričevo znašajo kar 5850 ton, pa kljub temu imisijske koncentracije SO₂ v Kidričevem in sosednjem Ptujju praviloma ne presegajo MDK, bolj kritične pa so imisijske koncentracije fluoridov, ki v neposredni okolici tovarne, predvsem severovzhodno od nje presegajo MDK, že z majhno oddaljenostjo od izvira pa se razredčijo pod MDK. Glede na vir emisij in lokalne meteorološke razmere je lokacija samega naselja Kidričevo zelo neprimerna.

Večkrat omenjene razlike v specifičnem onesnaževanju (razmerje med emisijo in imisijo) v različnih pokrajinskih enotah Slovenije smo poizkušali tudi kvantificirati s preprostim koeficientom,

$$K = \frac{E \quad (\text{celoletne})}{I \cdot 100 \quad (\text{povprečne})}$$

Čeprav se zavedamo, da to poenostavljanje in neupoštevanje vrste ostalih faktorjev, ki vplivajo na učinke onesnaževanja, lahko služi le za splošno oceno. Izračuni teh koeficientov za nekaj tipičnih pokrajin pa se kljub temu dobro ujemajo s stopnjo degradacije okolja oziroma pokrajinskimi učinki onesnaževanja zraka. Nižji koeficient ponazarja, da so negativni vplivi emisij večji, višje so imisijske koncentracije:

izbrana območja	koeficient
Trbovlje	68
Celje	262
Jesenice	562
Kidričevo	1888

Po teh izračunih so negativni učinki onesnaževanja največji v Trbovljah (emisije TE niso upoštevane) v ozki zelo slabo prevetreni dolini s pogostimi inverzijami. Drugi primer ozke rečne doline je imisijsko območje Jesenic, kjer pa je koeficient precej boljši zaradi ugodnih mikroklimatskih potoč. Med kotlinskimi pokrajinami smo izbrali območje Celja, kjer koeficient kaže, da emisije povzročajo relativne visoke emisije, nasprotno pa odprt relief in dobra prevetrenost Kidričevega dodobra razredči emisije in so njihovi učinki manjši.

Literatura in viri:

1. M. Bricelj, A. Dover, M. Špes, 1986: Problematika onesnaževanja okolja v občini Ptuj, raziskovalna naloga na Inštitutu za geografijo Univerze Edvarda Kardelja, Ljubljana.
2. A. Černe, M. Špes, 1975-1979, Problematika življenjskega okolja v Velenjski kotlini, raziskovalna naloga na Inštitutu za geografijo Univerze E.K. Ljubljana.
3. V. Gregorović s sodelavci: 1984: Dinamika olova u sijenu i organizmu goveda u Meziškoj dolini, Veterinarski glasnik, Beograd.
4. Ž. in D. Kerin, 1978, Svinec v zemlji, rastlinah in vodah v Meziški dolini, Zdravstveni vestnik, Ljubljana.
5. B. Paradiž, 1972, Ugotovitve onesnaženosti zraka v Zasavju, o vzrokih in posledicah, HMZ, Ljubljana.
6. Z. Petkovšek, 1978: Določanje emisije SO₂ in izračun emisijskega potenciala za nekatere kotline v Sloveniji, Razprave - Papers, Ljubljana.
7. D. Plut, D. Radinja, M. Špes, 1983, 1984, 1985: Vplivi in učinki onesnaževanja okolja v trboveljski občini, raziskovalna naloga na Inštitutu za geografijo Univerze E. Kardelja, Ljubljana.
8. D. Plut, D. Radinja, M. Špes 1984, 1985, 1986: Pokrajinski učinki onesnaževanja okolja v Meziški dolini, raziskovalna naloga na Inštitutu za geografijo Univerze E. Kardelja, Ljubljana.
9. D. Plut, 1987: Slovenija zelena dežela ali pušinja, KRT, Ljubljana.

10. P. Skoberne, 1976: Ugotavljanje onesnaženosti zraka s presajanjem lisajev, Varstvo narave, Ljubljana.
11. J. Sušnik, 1978: Delovanje onesnaženja okolja na ljudi v Meziški dolini, Zdravstveni vestnik, Ljubljana.
12. M. Šolar, V. Hudnik, M. Bizjak, V. Mikulič, 1986: Onesnaževanje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana.
13. M. Špes, 1980, 1981: Jesenice in problematika življenjskega okolja, raziskovalna naloga na Inštitutu za geografijo Univerze E. Kardelja, Ljubljana.
14. M. Špes, 1985: Pokrajinski učinki onesnaževanja okolja v Celju in okolici, magistrska naloga na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete v Ljubljani.
15. Podatki o emisijah SO₂ in dima, HMZ.