

UDK

UDC

910:502.7 (497.12. »Velenjska kotlina«) = 863

PROUČITEV DEGRADACIJE OKOLJA V VELENJSKI KOTLINI S POMOČJO FAKTORSKE ANALIZE

Andrej Černe*

Uvod

Med pokrajinami v SR Sloveniji, ki so doživele zaradi intenzivne industrializacije znatno preoblikovanje ali celo določeno degradacijo svojega prvotnega okolja, nedvomno sodi Velenjska kotlina. Pričujoča raziskava je imela namen proučiti vzroke, vplive in posledice dejavnikov, ki so bili najpomembnejši povzročitelji te preobrazbe. Tako naj bi raziskava najprej opredelila negativne učinke na posameznih fizično-geografskih elementih, nato pa še njihov skupni rezultat, ki se je pokazal v degradaciji celotnega geografskega okolja. Med negativne posledice smo uvrstili: različne poškodbe rastlinstva in živalstva, izgubo specifične podobe pokrajine, zmanjšanje turistične ali rekreacijske vrednosti določenih delov pokrajine, različne sociološke in psihološke posledice in seveda določen izpad v kmetijski in gozdarski proizvodnji. Zaradi težav s podatki in nemožnosti spraviti vse te posledice na enoten imenovalac in jih na ta način ovrednotiti, so bile v raziskavi upoštevane samo nekatere oblike degradacije naravnega okolja, to je degradacija površja, gozdne vegetacije kmetijskih kultur in rastlin ter onesnaženje zraka in vode. Morebitna degradacija socialnega okolja, ki je sicer pogost spremljevalec intenzivne industrializacije, v nalogi ni bila obdelana. Degradacija okolja je bila proučena glede na posledice pri rabi prostora, možnosti nadaljnje rabe zemljišč, ki jih je prizadela degradacija, in glede na spremembe funkcijske podobe pokrajine. Eden izmed namenov raziskave pa je tudi bil preizkusiti uporabo nekaterih novih matematično-statističnih metod, v danem primeru faktorske analize, pri merjenju in ovrednotenju degradacije okolja.

V Velenjski kotlini je imelo leta 1974 rudarjenje nedvomno največjo vlogo pri degradaciji okolja. Vplivalo je na spremenjeno funkcijsko podobo pokrajine in je bilo odločilno glede prihodnje rabe obsežnih zemljišč. Rudarjenje v bistvu izključuje kakršnokoli drugo dejavnost. Umiritev zemeljskega površja po odkopu premoga traja od deset do petnajst let. Poleg tega povzroča tudi najintenzivnejše spreminjanje funkcijske podobe pokrajine. Prvi znaki rušenja površja so počli, sledijo ožje in

* sodelavec Zavoda SRS za družbeno planiranje — področje za prostorsko planiranje, Cankarjeva 1, 61000 Ljubljana, YU.

daljše reže ter trganje. Pri rudniškem ugrezanju se pojavijo zaporedni prelomi, ob katerih se tla navpično ali poševno ugrezajo tudi do 12 m. Nastajajo koritasti jarki, krčenje, natezanje in trganje gub kot posledica vertikalnih in tangencialnih sil. Rušenje ni enkratni pojav, ampak ponavljajoč se proces. S tem, ko je porušena stabilnost tal, se poruši celotna struktura geografskega okolja.

Druga dejavnost, ki povzroča degradacijo okolja je TE Šoštanj. Emisija SO_2 iz vseh treh dimnikov TE znaša pri maksimalnem obratovanju 243 ton SO_2 na dan. Onesnaževanje s trdnimi delci je manjše, ker ima TE elektrofiltre, ki odstranjujejo 99,5 % vsega pepela. V primerjavi z degradacijo, ki jo povzroča rudarjenje, je slednja sicer veliko manjša, vendar že tolikšna, da vpliva na kmetijstvo in gozdarstvo. V pokrajini se že kažejo vidne posledice onesnaženega zraka, čeprav so zaenkrat še minimalne. Pri proučevanju vpliva SO_2 na gozdno vegetacijo so bili ugotovljeni vidni znaki ali simptomi poškodovanosti predvsem na iglavcih: jelki, smreki in rdečem boru. Poškodbe so male ali srednje, rastline imajo 10–20 % poškodovanih iglic ali listov (5). Pri kmetijskih rastlinah pa so akutne poškodbe na vinski trti in lucerni ter znaki poškodb na jablanah in hruškah (10).

Tretji onesnaževalec je tovarna usnja v Šoštanju, ki povzroča onesnaženje Pake s težko razgradljivimi odplakami, kar je enakovredno 65.000 prebivalcem (6). Kakšen delež prispeva usnjarna, kakšen pa ostali onesnaževalci (komunalne odplake, primesi premogovega prahu in olj, detergenti, bakrene in cinkove soli), je seveda težko reči. V Velenjski kotlini sta najbolj neugodni posledici onesnažene Pake smrad, ki se poleti širi v zahodnem delu Šoštanja, in težave pri uporabi njene vode v hladilnem sistemu v termoelektrarni (TE).

Namen in metoda računske obdelave podatkov

Podatki so bili razen na klasičen način z nanašanjem rezultatov na podrobne karte obdelani tudi z računskim načinom. Glavni namen računske obdelave je bil določiti prizadete fizičnogeografske elemente, njihove medsebojne odnose in nato med njimi na računski osnovi izbrati tiste sintetične faktorje, ki imajo najpomembnejšo vlogo. V ta namen je bila uporabljena korelacijska in faktorska analiza, ki je le ena od številnih možnih pristopov k tovrstni obdelavi podatkov.

Faktorska analiza vsebuje naslednje stopnje:

- izbrati je treba enote proučevanja;
- določiti v teh enotah spremenljivke;
- prirediti podatke za računsko obdelavo, odpraviti vpliv merskih enot in izračunati poprečne vrednosti ter odklone od le-teh;
- izračunati korelacijske koeficiente;
- poiskati faktorje;
- določiti teže faktorjev;
- določiti teže faktorjev na posameznih prostorskih enotah.

Območje z onesnaženim zrakom smo prekrili z mrežo (grid) stotih kvadratov velikosti 1,6 km². Tako veliko enoto smo izbrali zato, ker so se podatki nanašali večinoma le na posamezne točke meritev in še te so bile maloštevilne. S tem je bila seveda v veliki meri zmanjšana vrednost rezultatov. V vsaki enoti smo določili naslednje elemente: oddaljenost od TE Šoštanj v km, poprečni naklon površja, poprečno nadmorsko višino, koncentracijo SO₂ v zraku, stopnjo poškodovanosti kmetijskih rastlin in stopnjo poškodovanosti gozda. Pri določanju koncentracije SO₂ v zraku smo se opirali na meritve HMZ in izračunane vrednosti koncentracij.

Kriteriji za stopnjo poškodovanosti so bili:

- prva stopnja poškodovanosti od 0,10—0,25 % žvepla v smrekovih iglicah;

- druga ali srednja stopnja poškodovanosti od 0,25—0,40 % žvepla v smrekovih iglicah;

- tretja ali močna stopnja poškodovanosti nad 0,40 % žvepla v smrekovih iglicah;

- četrta stopnja poškodovanosti — vidne poškodbe od 10—20 % poškodovanih iglic oziroma listov (5).

Kriterije za stopnjo poškodovanosti kmetijskih rastlin smo določili glede na število prizadetih kmetijskih rastlin in stopnjo občutljivosti kmetijskih rastlin:

- prva stopnja poškodovanosti 0,4—1,0 mg SO₂/m³ v zraku;

- druga stopnja poškodovanosti 1,1—2,0 mg SO₂/m³ v zraku;

- tretja stopnja poškodovanosti od 2,1 in več mg SO₂/m³ v zraku;

- četrta stopnja poškodovanosti — vidne poškodbe (10).

Območje sedanjih in bodočih ugrezanj zaradi rudarjenja, ki pa so prostorsko povsem ločena od območij z onesnaženim zrakom, smo razdelili na 41 kvadratov in pri vsakem upoštevali naslednje značilnosti: naklon površja, debelino krovnine, začetni koeficient razsipa krovnine, višino rušenja krovnine in stopnjo deformacije površja.

Kriteriji za stopnjo deformacije površja so bili:

- deformacija površja segajoča do meje rušnega območja;

- območje bodočih rušenj površja;

- območje izven rušnega območja.

Reko Pako nismo prekrili z mrežo kvadratov, ker so vzorce vode za analizo zajemali samo na dveh mestih, poleg tega pa ima Paka kot reka linearen potek. Pri korelaciji smo primerjali Pako nad Šoštanjem in Pako pod Šoštanjem in pri tem upoštevali: vodostaj, suspendiran material, kalijev permanganat, razstopljeni kisik in biološko porabo kisika po petih dneh.

Glavni rezultati računske obdelave podatkov

Korelacijska in faktorska analiza sta pokazali, da so posamezni elementi med seboj v določeni odvisnosti, ni pa med njimi takih, ki bi kazali visoko stopnjo linearne povezanosti. Tudi sama faktorska analiza ni

pokazala izrazito neodvisnih faktorjev. Edina izjema je bila analiza podatkov, ki se je nanašala na območje rudarjenja. Korelacijska matrika je pokazala, da med višino rušenja krovnine in stopnjo deformacije površja obstaja izredno visoka linearna povezanost. V primerjavi z ostalimi štirimi korelacijskimi matrikami je predstavljala najvišjo vrednost korelacijskega koeficienta (0,92). Ta dva elementa sta se izkazala kot faktor, ki nastopa neodvisno od ostalih faktorjev. Višina rušenja krovnine, stopnja deformacije površja, debelina krovnine in začetni koeficient razsipa krovnine sta bila neodvisna faktorja in je prvi nastopal v odnosu proti drugemu docela samostojno.

Korelacijski koeficienti za območje z onesnaženim zrakom so pokazali negativne vrednosti med oddaljenostjo od TE in stopnjo poškodovanosti gozda ter oddaljenostjo od TE in koncentracijo SO_2 v zraku. Torej se je z oddaljevanjem od TE manjšala vrednost stopnje poškodovanosti gozda in koncentracije SO_2 v zraku. Korelacijski koeficient med koncentracijo SO_2 v zraku in stopnjo poškodovanosti kmetijskih rastlin pa je bil pozitiven (0,71). Čim večja je bila koncentracija SO_2 v zraku, tem večje so bile poškodbe na kmetijskih rastlinah.

Zanimivo je, da so bile vrednosti korelacijskih koeficientov med naklonom površja in ostalimi elementi relativno majhne (0,24). Pričakovali pa smo ravno nasprotno. Izpostavljenost in nagnjenost pobočij naj bi vplivala na večjo udarno moč vetra z vsebovanim SO_2 . Isto kot za naklon lahko trdimo tudi za korelacijske vrednosti za nadmorsko višino.

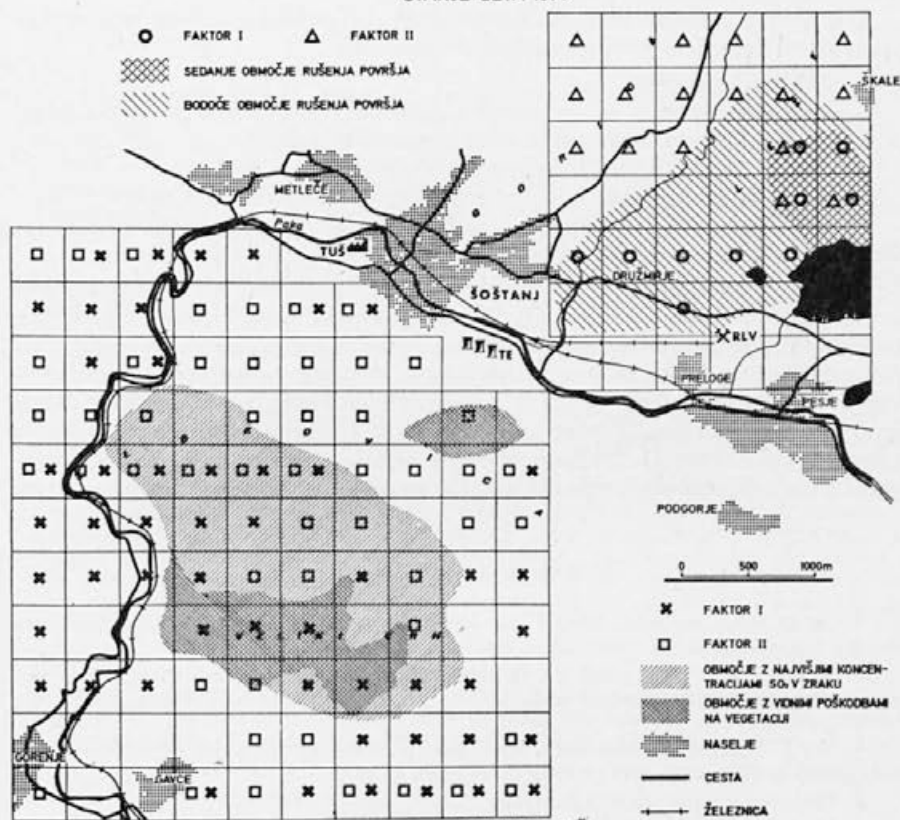
O onesnaženosti Pake smo izračunali samo korelacijo, ker smo za faktorsko analizo imeli premalo podatkov. Zanimal nas je odnos med pretokom, oziroma višino vodostaja in onesnaženostjo Pake. Ugotovljeni so bili relativno visoki korelacijski koeficienti (−0,75) med vodostajem in biološko porabo kisika po petih dneh tako pri analizi podatkov za Pako nad Šoštanjem kot za Pako pod Šoštanjem. Poleg tega je bil ta korelacijski koeficient negativen, torej se je manjšala vrednost drugega elementa, če se je večala vrednost prvega. Povečan pretok je pomenil zmanjšano onesnaženost Pake.

Sklep

Med vzroke za onesnaženje zraka južno od Šoštanja (z največjimi koncentracijami SO_2 na Lokovici in Velikem vrhu) bi lahko šteli:

- močno vetrovnost nad TE z najbolj pogostimi severnimi in severovzhodnimi vetrovi;
- inverzijsko plast v višini od 200–1500 m in z debelino med 100 in 350 metri;
- relief, ki se neposredno dviga južno od TE (Lokovica, Veliki vrh) in zapira pot pogostim severnim vetrovom;
- lignit, ki ga rabijo v TE, vsebuje od 0,67 do 1,36 gorljivega žvepla;
- višina dimnikov (TE I in II 100 m, TE III 150 m), katerih izpuhi segajo v inverzijsko zračno plast.

FAKTORSKA ANALIZA OBMOČJA RUDARJENJA IN OBMOČJA Z ONESNAŽENIM ZRAKOM STANJE: LETA 1974



Vidne poškodbe na kmetijskih rastlinah in gozdni vegetaciji (glej karto) so ugotovili na območju najvišjih koncentracij SO₂ v zraku. Območje poškodovanosti iglavcev južno nad Šoštanjem pa je posledica bližine TE.

Iz karte je razvidno, da izračunana individualna teža faktorja I* z največjo vrednostjo koncentracij SO₂ v zraku in stopnjo poškodovanosti kmetijskih rastlin sovпада z območjem dejanskih poškodb in najvišjih koncentracij SO₂. Enote faktorja II, ki jih označuje stopnja poškodovanosti gozda, zavzemajo območja na Lokovici. Enote s hkratno prisotnostjo I. in II. faktorja se pojavljajo posamično in predstavljajo območja, za katera je značilna tako poškodovanost kmetijskih kultur in gozdne vegetacije kot visoka koncentracija SO₂ v zraku. Vzrok, da je prvi faktor na povsem drugih območjih kot drugi, si lahko razložimo

* S težo faktorjev prikazemo katere, oziroma kakšni tipi spremenljivk povzročajo variacije med posameznimi prostorskimi enotami.

kot posledico tega, da so dejanske poškodbe opazili na prostorsko različnih oddaljenostih od TE.

Na obseg, intenzivnost in hitrost rušenja površja zaradi rudarjenja vplivajo v Velenjski kotlini naslednji elementi:

- tektonika kotline;
- glinasta, lapornata in mastna glinena ter peščeno glinasta plast nad ležiščem lignita, to je mehanske lastnosti plasti;
- debelina plasti nad lignitom;
- odvodnjavanje vod iz propustnih ali z vodo zasičenih plasti;
- odkopavanje lignita, ki ga odkopavajo v horizontalnih etažah višine 7—8 m in z rušenjem odkopanega prostora.

S faktorsko analizo nam je uspelo ločiti dvojce območij rušenja. Prvo predstavljajo enote z visoko vrednostjo faktorja I, za katere je značilna prisotnost rušenja krovnine in visoka stopnja porušenosti površja. Pričakovati je, da bodo tudi v prihodnje to območja z največjimi poružitvami. Poglavitni vzrok zanje je velika višna krovnine in sestava plasti nad lignitnim slojem. Drugo območje so tiste teritorialne enote, kjer je prevladoval faktor II. Njihovo rušenje je bilo odvisno od debeline krovnine, ki je povzročala večje ali manjše pritiske v jami in s tem poružitve.

Bibliografija — Bibliography

1. Aplikacija metode REQM za kvaliteto emisije odpadkov in kvaliteto okolja. Urbanistični inštitut SRS, Ljubljana, tipkopis.
2. J. Gregori, S. Peterlin, F. Vardjan, Ekološko vrednotenje krajine za namene planiranja na primeru industrijske cone v Ljubljani, *Proteus* XXXV, št. 5, 1972—1973.
3. M. J. Winkler, Ekonomsko vrednotenje škod, ki jih v gozdovih povzroča onesnažen zrak, *Gozdarski vestnik* XXXV, št. 7, 1972.
4. Krajinsko planiranje, Ljubljana 29.—31. junija 1972.
5. M. Šolar, M. Kuder, Obremenjenost gozdnega rastlinstva z žveplovim dvo-kisom v Šaleški dolini — poročilo o raziskavah v letu 1973, Ljubljana 1974, tipkopis.
6. Poročilo o fizikalno kemijski preiskavi Pake 29. in 30. avgusta 1973, Zavod za vodno gospodarstvo SRS, Ljubljana.
7. Problematika določanja varne debeline nepropustne glinaste plasti nad slojem premoga in peščenimi vodonosnimi plastmi v krovlini, Rudarsko metalurški zbornik št. 1, 1971, Ljubljana.
8. Studij optimalnega sistema merske mreže za onesnaževanje zraka v SR Sloveniji — projekt okolje, Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana 1974.
9. J. P. Cole, C. A. M. King, *Quantitative geography*, New York, 1968.
10. J. Maček, Zaključno poročilo o raziskavah sedanjih in bodočih poškodb od industrijskih plinov na kmetijskih rastlinah na območju termoelektrarne Šoštanj, Biotehniška fakulteta — inštitut za varstvo rastlin, Ljubljana 1974.

THE STUDY OF DEGRADATION OF NATURAL ENVIRONMENT IN VELENJE VALLEY WITH FACTOR ANALYSIS

Andrej Černe
(Summary)

The Velenje Valley represents in Slovenia one of those parts where are because of concentration of dwellers, mining and industry various kinds of environment degradation. We analysed activity and natural causes, which causes surface deformation, air-pollution, damages of forest and agriculture vegetation and water-pollution. Activities that have influence on environment degradation are: mining, energetics and leather remaking. Besides these basic activities contributes to the pollution also others, however adequate data was not available. To find out which physical geographical elements cooperates at degradation and which is their relative importance and their mutual interdependence was used one of possible mathematical method — correlation and factor analysis.

During computer processing of data for parts where degradation was caused by mining were taken in consideration: incline (slope) average thickness of roofness, coefficients of dissipation of roofness, height of destroying of roofness and extend of deformation of surface. The thickness of roofness and soil structure over the coal do not influence much on intensity and space spreading of surface destruction.

Concentration of SO_2 in the air, average slope of surface, average sea-level, distance from thermoelectric centrale and degree of damage of forest and agricultural vegetation were the elements used in analysis of area with air pollution. With bigger distance from thermoelectric centrale are the values of SO_2 concentrations in the air diminishing and at the same time are diminished also damages on the forest and agricultural vegetation. Average sea-level and average slope of surface do not influence on bigger dash strenght of wind with containing SO_2 . At the river Paka we analysed only the connection with the average river-level and the degree of water pollution.

One of the possible mathematical procedure — correlation and factor analysis is just one of several accesses to state the mutual interdependence between the physical geographical elements which in common influence on transformation of landscape.