

Degradacija okolja v Ljubljani**Environement Degradation in Ljubljana****Fedor ČERNE, Rado GENORIO**

UDK 502.7.002.23 (497.121)

Prispelo 18. maja 1978

IZVLEČEK

V članku sta avtorja poskušala prikazati onesnaženost okolja v Ljubljani. Posebej sta obdelala onesnaženi zrak, hrup, problem odlaganja odpadkov in onesnaženja voda. Analizirala sta tako stopnjo onesnaženosti kot tudi razlike v onesnaženosti med posameznimi območji.

ABSTRACT

In the article the authors tried to show the environment degradation at Ljubljana. They have separately treated the polluted air, the noise, the problem of refuse disposal and of polluting waters. They have analyzed both the level of pollution as well as the differences in the pollution relating to the individual areas.

1. STANJE, KRAJEVNE RAZLIKE IN MNENJE PREBIVALCEV

Živimo v dobi industrializacije in urbanizacije, za katero je v večini primerov značilna nezdrava koncentracija prebivalstva v mestih. Hkrati se koncentrirajo tudi človekove dejavnosti, ob tem pa se povečuje tudi emisija odpadnih snovi. Narava ni več sposobna predelati ogromnih količin odpadkov, saj je njena naravna asimilacijska sposobnost že zdavnaj odpovedala. Razumljiva posledica tega je, da postaja okolje onesnaženo, in danes je ta problem že prodrl v našo zavest. Cela vrsta znanstvenikov in ustanov si prizadeva, da bi izboljšali ogroženo okolje. Tudi ta študija je prispevek k tem prizadevanjem.

Za pomoč pri izdelavi te študije se zahvaljujeva predvsem mentorju univ. prof. dr. Ivanu Gamsu, ing. arh. Jožetu Deklevi, univ. prof. dr. Zdravku Petkovšku, dipl. met. Bojanu Paradižu in dipl. met. Tonetu Zupančiču. Za koristne podatke se zahvaljujeva tudi podjetju Viator — TOZD Mestni promet in Prometnotehničnemu inštitutu pri FAGG.

V študiji posebej obravnavava nekatere elemente onesnaženega okolja: onesnaženi zrak, hrup, odlagališča smeti, onesnaženje voda, ki tečejo skozi Ljubljano, in v zvezi s tem še posebej problematiko onesnaženja podtalnice, ki napaja ljubljanski vodovod. Pri vsakem izmed elementov onesnaženega okolja je bilo treba razčleniti tri stvari: dejansko stanje, različno intenzivnost, posamezne oblike onesnaženosti v različnih območjih Ljubljane (kolikor so ugotovljene) in končno še to, kako te razlike opažajo občani, ki bivajo na različnih območjih. Da bi ta študija lahko odgovorila na to vprašanje, je bila potrebna obsežna anketa, v kateri je februarja in marca 1976 sodelovalo 500 občanov našega glavnega mesta. Zaradi čim večje reprezentativnosti odgovorov sta prebivalce anketirala avtorja študije sama.

2. ONESNAŽENJE OZRAČJA V LJUBLJANI

Z onesnaženjem in onesnaževanjem zraka v Ljubljani se danes ukvarja več ustanov. Koncentracije nekaterih izmed številnih aeropolutantov že od leta 1965 merijo Meteorološki zavod SR Slovenije, Zavod SR Slovenije za zdravstveno varstvo in Zavod SR Slovenije za varstvo pri delu. Ker zahteva onesnaženje zraka interdisciplinarno proučevanje, se z njim ukvarjajo še arhitekti, kemiki, gradbeniki (še posebej sekcija za promet), vrsta zdravstvenih ustanov, strokovnjaki s področja tehnike in drugi.

Izšlo je že več razprav, ki obravnavajo onesnaženje zraka (Paradiž, 1974, Paradiž, 1975, Petkovšek, 1974, Benulič, 1967). Meteorološki zavod izda vsako leto poročilo o meritvah nekaterih aeropolutantov (doslej imamo na voljo letna poročila za obdobje 1965—1975). Urbanistični zavod je izdelal model kvalitete zraka, ki velja za pomembno raziskavo s tega področja. Vsi raziskovalci, ki se ukvarjajo s tem vprašanjem, pogrešajo kataster emisije za Ljubljano, ki pa doslej še ni bil izdelan. Bil bi osnova za res uspešno strategijo prizadevanj za čistejši zrak.

Ljubljana je četrtnmilijonska aglomeracija prebivalstva, ki jo še zlasti v zimskem razdobju ogroža velika koncentracija aeropolutantov, pa naj gre pri tem za SO_x , NO_x , težke kovine in druge.

Vzrok tako velikih koncentracij je na eni strani emisija, na drugi pa kotlinska lega, ki zlasti v hladnem letnem obdobju pogojuje pogostno temperaturno inverzijo (Pučnik, 1972). Ta preprečuje dviganje emitiranih polutantov v višje plasti ozračja in tako prihaja do nevarnega kopičenja škodljivih snovi v nižjih plasteh.

Emisijo saj in SO_2 bi najpopolneje ponazoril kataster emisije. Ker ga še nimamo, si bomo pomagali s posredno metodo. Na podlagi porabe goriv po posameznih kategorijah dejavnosti je bila opravljena inventarizacija emisije SO_2 in dima za območje mesta Ljubljana (Dekleva, J. s sodelavci, 1975). Ugotovljeno je bilo, da se med letom emisija industrije malo spreminja (izjema je kovinska industrija), emisija stanovanj, šol, uradov itd. pa se močno poveča v hladnem razdobju leta.

Glavni emitent SO_2 je nedvomno moščanska toplotna. Po podatkih omenjene študije emitira toplotna v zimskem razdobju 47 % vsega v ozračje emitiranega SO_2 . Stanovanja so celotni emisiji SO_2 v zimskem razdobju udeležena s 23 %, ostale neindustrijske dejavnosti (šole, bolnišnice, uradi) s 15 %, z enakim odstotkom pa je udeležena tudi »vsa industrija«. V celoletnem povprečju je delež moščanske toplotne v emisiji SO_2 50 %, industrije 20 %, odstotek za stanovanja in druge neindustrijske dejavnosti pa ni realen, saj pride pri teh dveh kategorijah vsa emisija v hladno razdobje.

Struktura in količina porabljenih goriv po posameznih panogah nam omogočata dodatno poznavanje emisije SO_2 . Samo decembra 1972 je moščanska toplotna oddala v ozračje 1600 ton SO_2 . V letnem povprečju oddajo blokovna stanovanja v ozračje 2175 ton SO_2 , enodružinske hiše z enako strukturo porabljenih goriv pa nekoliko manj, »samo« 1421 ton. Stanovanja so velik porabnik tekočih goriv, ki vsebujejo v primerjavi s premogom veliko več žvepla. Z uporabo čistejših goriv bi torej lahko bistveno zmanjšali emisijo SO_2 . Znotraj industrijskih dejavnosti emitira največ SO_2 industrija papirja in celuloze, kar 2205 ton. Tega plina emitira kovinska industrija 693 ton in kemična 575 ton.

Zaradi vgrajenih čistilnih naprav moščanska toplotna ne emitira dosti saj, ampak komaj 17 % zimske in 18 % skupne letne emisije saj. Zaradi pretežne uporabe trdih goriv je industrija glavni emitent saj. Vsa industrija emitira vse leto povprečno 45 % vse v ljubljansko ozračje emitirane količine saj. Delež industrije v zimskem razdobju se zmanjša na eno tretjino. Emisija saj iz stanovanj je osredotočena na zimsko razdobje; stanovanja oddajo 28 % skupne emisije saj. Preostale neindustrijske dejavnosti emitirajo nekoliko manjši del, 22 %. Stanovanja in druge neindustrijske dejavnosti v hladnem obdobju leta skupaj presežejo emisijo saj industrijskih dejavnosti.

Znotraj industrijskih dejavnosti je glavni emitent saj papirna industrija (1064 ton). Kovinskopredelovalna industrija emitira 633 ton saj in kemična industrija 244 ton. Blokovna stanovanja emitirajo v ozračje na leto 543 ton saj, enodružinske hiše 365 ton in druge neindustrijske dejavnosti 682 ton. Pri slednjih je emisija osredotočena na hladno razdobje leta. Industrijske dejavnosti emitirajo vse leto — to pa ne velja za kovinsko industrijo, ki je julija 1972 oddala v ozračje 20 ton saj, decembra pa 130 ton. Za vzrok tega štejejo zimsko ogrevanje zaradi specifičnega načina proizvodnje.

Emisija in imisija obravnavanih polutantov nista vedno v enakem razmerju. Močan je namreč vremenski vpliv; kadar je inverzijska plast nizka, emitira dimnik moščanske toplotne saje in SO_2 v višje plasti ozračja in tako ne povečuje inverzije v prizemni plasti ozračja. Prav iskanje povezav med emisijo, imisijo in vremenom pa je trenutno predmet raziskav na Meteorološkem zavodu SRS. Danes poznamo že vrsto teoretičnih modelov, ki skušajo nakazane povezave kvantificirati (več o modelih: D e k l e v a s sodelavci, 1975, str. 17). Namen vseh teh modelov je predvsem spoznavati dejanske povezave, ki pomenijo osnovo za uspešnejši boj za čistejše okolje. Če namreč poznamo povezavo med nekim konkretnim emitentom (npr. kovinsko industrijo) in imisijo, poznamo hkrati tudi rešitev za zmanjšanje imisije pri saniranju emisije v kovinski industriji.

Povezave med emitenti in imisijo bomo tu na kratko povzeli iz Modela kvalitete zraka (D e k l e v a s sodelavci, 1975). Omejili se bomo samo na štiri-mesečno zimsko razdobje (november, december, januar in februar). Obravnavanih je bilo dvanajst spremenljivk: štiri meteorološke (padavine, povprečna dnevna hitrost vetra, meteorološka stabilnost vremena in dolžina trajanja inverzije in osem emitentov (kemična industrija, kovinskopredelovalna industrija, industrija papirja in celuloze, ostala industrija, toplotni Moste in Šiška, stanovanja v enodružinskih hišah in blokih in druge neindustrijske dejavnosti). V modelu so upoštevani emitenti na območju mesta Ljubljana, odkoder »izvira« 95 % vse emisije in kjer živi 95 % vsega prebivalstva Ljubljanske kotline.

Največji vpliv na koncentracijo SO_2 imajo v zimskem razdobju naslednji emitenti (našteti so po pomembnosti): druge neindustrijske dejavnosti, stanovanja v enodružinskih hišah in stanovanja v večdružinskih hišah. Gre torej za emitente, ki jim je skupno kurjenje v hladni dobi leta, pri čemer pomenijo velik delež porabljenih goriv tekoča goriva. Sledijo kemična industrija, kovinskopredelovalna in papirno-celulozna industrija. Emisija moščanske toplotne je v negativni korelacijski povezavi z imisijo, ker je v neposredni zvezi z višino inverzijske plasti. Kadar je inverzijska plast najnižja in emisija SO_2 največja, toplotniški dimnik prehaja zaporno plast.

Konkretno je bilo ugotovljeno sicer pričakovano pozitivno sorazmerje med imisijo SO_2 in stabilnostjo ozračja. Negativno sorazmerje pa obstaja med temperaturo in padavinami. Še posebno močno vplivajo na imisijo stabilnost ozračja in padavine. Na imisijo saj najmočneje vplivata papirna in kemična industrija. Ker stanovanja obeh kategorij pretežno uporabljajo tekoča goriva, so tu v ozadju. Moščanska toplotna zaradi vgrajenih čistilnih naprav malo vpliva na imisijo saj (vsaj tako pomembna je tudi višina dimnika).

O emisiji motornih vozil (NO_x , težke kovine in drugi onesnaževalci zraka) je malo literature. Na voljo je več literature, ki obravnava imisijo omenjenih polutantov (Benulič, 1967, Letno poročilo 1969 do 1975, Paradiž, 1974, Alatič-Rajh, Paradiž, 1975). V poletnih mesecih 1974. leta je bila na različnih točkah v Ljubljani opravljena vrsta meritev. Poleg koncentracij NO_x in oksidantov so merili tudi temperaturo, veter in intenzivnost sončnega obsevanja (Alatič-Rajh, Paradiž, 1975).

Meritve so pokazale neenake koncentracije na različnih območjih. Vzrok tega je mogoče iskati v mikrorazlikah. Tako so zaradi odprtosti izmerili pred glasbeno šolo Vič mnogo manjše koncentracije kot deset metrov proč, na zazidanem začetku Prešernove. Pred glasbeno šolo na Viču je znašala koncentracija $0,17 \text{ mg/m}^3$ NO , na zazidanem začetku Prešernove pa se je koncentracija plina povečala za $0,13 \text{ mg/m}^3$. Če pogledamo še stanovanjsko območje z majhnim vplivom prometa (Meteorološki observatorij), ugotavljamo največjo koncentracijo zjutraj (torej maksimum v času jutranjega stabilnega ozračja), ko komaj nekoliko presega $0,1 \text{ mg/m}^3$.

Že v letnem poročilu 1969 prvič naletimo na trditev, da je obrobje Ljubljane manj onesnaženo od središča. Leta 1970 se je število merilnih postaj močno povečalo — na 17 takih postaj. Tako se je razlika še jasneje izrazila (Letno poročilo 1970, str. 6, 7). V letnem poročilu 1973/1974 najdemo poleg potrditve hipoteze o manjši onesnaženosti obrobja tudi mnenje, da se razlike v onesnaženosti zraka med središčem in obrobjem manjšajo. Avtorji navajajo za leti 1973 in 1974 razmerje koncentracij SO_2 med centrom, vmesnim predelom in obrobjem. Zmanjševanje razlik povezujejo s širjenjem mesta.

Razen o mestih z bolj onesnaženim središčem je v literaturi govor tudi o mestih, v katerih je manj onesnažen zrak. Tako postaja londonski »city« predel s čistejšim zrakom od svoje okolice. Tako je zaradi tega, ker tam ni individualnih kurišč. Uradi in trgovine, ki danes »kraljujejo« v cityju, ne potrebujejo stalnega načina ogrevanja (samo v delovnem času), poleg tega pa so jih strogi predpisi prisilili, da uporabljajo čistejša goriva (Šegota, 1976).

V tej študiji bomo skušali na kratko prikazati razlike v onesnaženosti med centrom Ljubljane in obrobjem. Kot indikator pri ugotavljanju razlik smo uporabili rezultate meritev koncentracij SO_2 na mreži merilnih postaj v Ljubljani. Analizirali smo koncentracije v hladni dobi leta, in sicer novembra, decembra, januarja, februarja in marca. Analizo smo opravili na podlagi srednjih dnevnih koncentracij tega plina, saj v Ljubljani nimamo mreže postaj za merjenje srednjih polurnih koncentracij. Leta 1975 je mreža merilnih postaj štela petnajst merilnih enot. Iz neznanih razlogov za leto 1975 ni rezultatov meritev za postaje Trubarjeva, Hala Tivoli in Prule. Zaradi potreb analize pa je bila v študijo zajeta še postaja Stožice, ki je bila sicer leta 1972 ukinjena. Podatke smo analizirali za obdobje od vzpostavitve mreže merilnih postaj (1970) do izida zadnjega letnega poročila (1975). Vsako leto je izračunana za vsako po-

stajo srednja petmesečna koncentracija SO_2 . Po tem izračunu je bil vsaki postaji določen letni rang (R). Na podlagi letnih rangov nato vsaki postaji izračunamo Rs (srednji šestletni rang). Rs zaradi lažje primerljivosti pretvorimo v ARs rang z vrednostmi od 1 do 12. Na podlagi srednjih letnih koncentracij izračunamo srednjo šestletno koncentracijo ($\bar{x}S6$). Vrednosti $\bar{x}S6$ nato rangiramo po postajah (Rx z vrednostmi od 1 do 12). Vrednosti ARs in Rx se v glavnem ujemata. Če pa se ne ujemata in tako dve sosednji postaji težko objektivno razvrstimo, izločimo iz (letnih) povprečij skrajna odstopanja. Šele na podlagi tega lahko izluščimo absolutni rang (RA), na katerem temelji diferenciacija postaj glede na koncentracijo SO_2 .

Tab. 1

Srednja petmesečna (XI, XII, I, II, III) koncentracija SO_2 in ustrezni rangi za dvanajst merilnih postaj v Ljubljani za obdobje 1970—1975

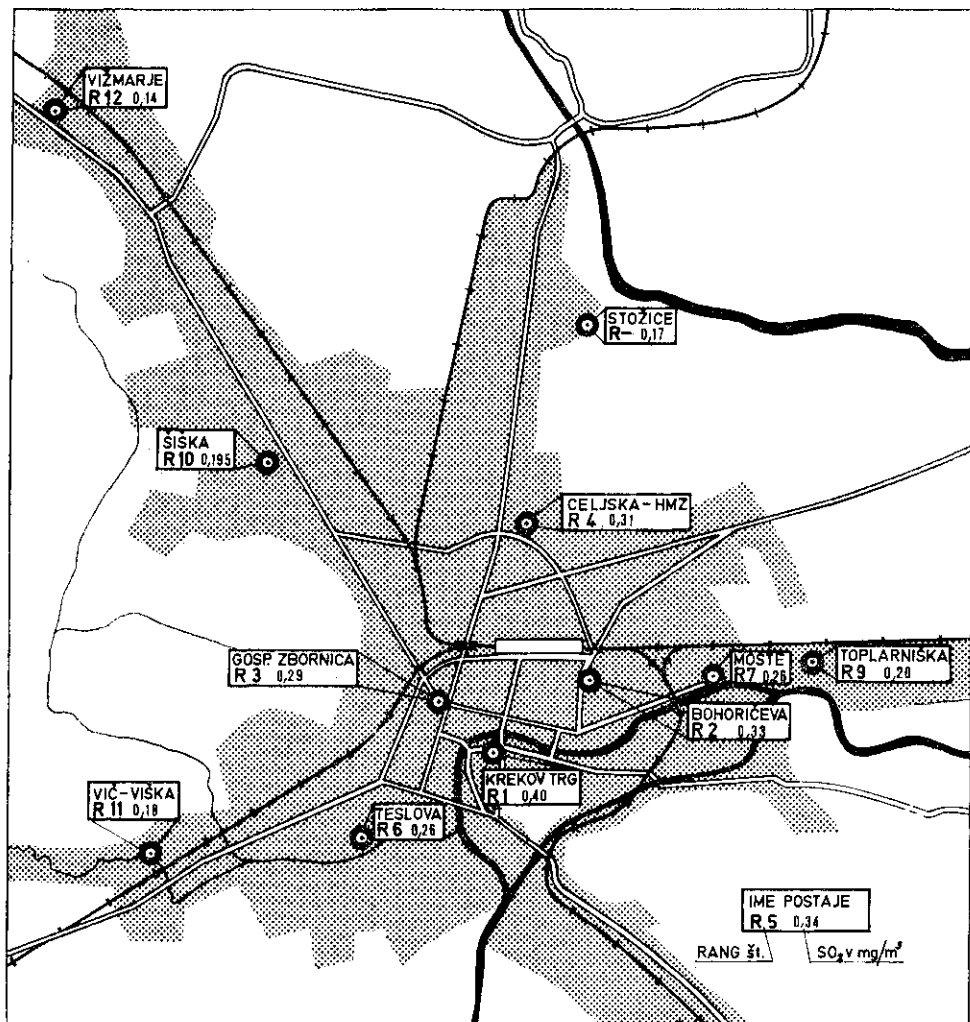
Postaja	1970	R 1971	R 1972	R 1973	R 1974	R 1975	R	Rs ARs	$\bar{x}S6$ Rx	RA
1	0,29	7 0,24	9 0,20	9 0,20	7 0,25	4 0,23	7	7,2 8	0,24 8	8
2	0,34	4 0,36	3 0,29	3 0,21	6 0,28	2 0,27	3	3,5 3	0,29 4	3
3	0,37	3 0,31	6 0,26	5 0,17	9 0,25	4 0,26	4	5,2 5	0,27 5	5
4	0,33	5 0,36	3 0,29	3 0,28	5 0,24	6 0,37	1	3,8 4	0,31 3	4
5	0,26	8 0,26	7 0,17	11 0,09	12 0,16	9 0,23	7	9,0 10	0,20 10	10
6	0,24	10 0,24	9 0,22	7 0,39	1 0,22	7 0,26	4	6,3 6	0,26 7	7
7	0,22	11 0,23	11 0,19	10 0,15	10 0,13	11 0,14	11	10,7 11	0,18 11	11
8	0,16	12 0,19	12 0,15	12 0,11	11 0,11	12 0,14	11	11,7 12	0,14 12	12
9	0,39	2 0,43	2 0,31	2 0,32	3 0,26	3 0,25	6	3,0 2	0,33 2	2
10	0,45	1 0,53	1 0,36	1 0,36	2 0,35	1 0,33	2	1,3 1	0,40 1	1
11	0,32	6 0,34	5 0,26	5 0,30	4 0,20	8 0,16	9	6,7 7	0,26 6	6
12	0,23	9 0,26	7 0,19	10 0,20	7 0,15	10 0,15	10	8,8 9	0,20 9	19

Posamezne številke pomenijo naslednje postaje:

1) Uprava javne varnosti, Prešernova cesta, 2) Gospodarska zbornica, Titova, 3) Meteorološki zavod SRS, Resljeva, 4) Meteorološki zavod, Celjska, 5) Grošljeva — Šiška, 6) Viška (prej postaja v Rožni dolini), 7) Partizanska — Moste, 8) Medenska — Vižmarje, 9) Zavod za varstvo pri delu SRS — Bohoričeva, 10) Kekov trg — Poljanska, 11) Inštitut za elektrotehniko — Teslova, 12) Toplarniška — pri Toplarni Moste

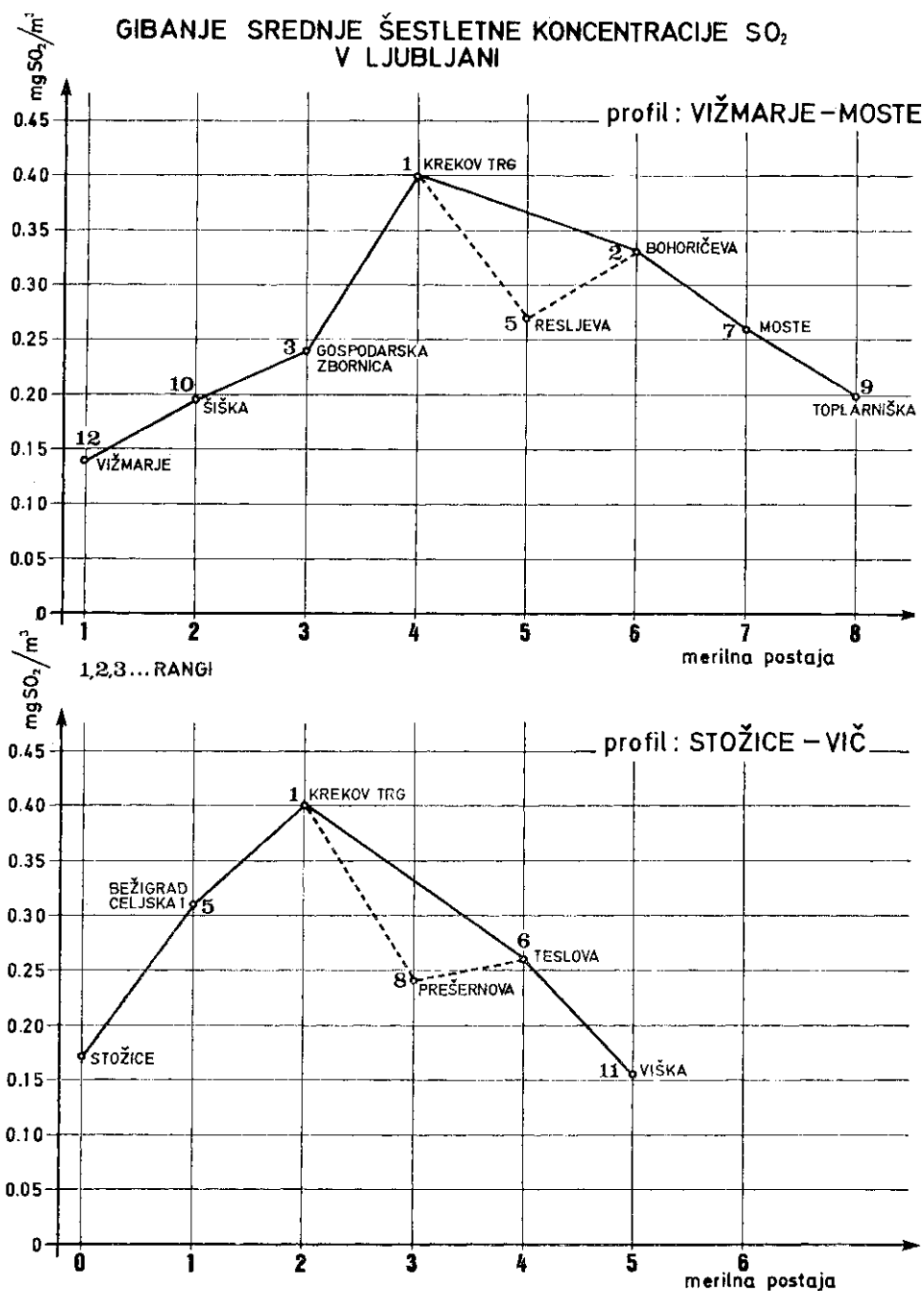
Na podlagi RA se izlušči najbolj onesnažen predel na območju merilne postaje Krekov trg (RA 1). Na tej merilni postaji ugotavljamo tudi največjo srednjo koncentracijo SO_2 ($0,40 \text{ mg/m}^3$). Koncentracije se manjšajo proti obrobju mesta. Postaja Vižmarje ima RA 12 in srednjo koncentracijo le $0,14 \text{ mg/m}^3$ (sl. 1). Prenos srednjih koncentracij na karto in grafikon (sl. 2) nam omogoči pregled nad gibanjem srednjih koncentracij prek različnih območij mesta. Z diagrami ponazorimo naraščanje koncentracij proti »polu onesnaženosti« — Krekovemu trgu. Koncentracije naraščajo iz vseh smeri: Vižmarij, Viča, Most in Stožic. Opaziti je — v nadaljnjih preiskavah bi jih kazalo proučiti — nekatere anomalije, ki se pojavijo na obeh presekih čez Ljubljano. Na preseku iz Vižmarij v Moste je taka anomalija merilna postaja na Resljevi cesti, ki ima glede na sosednji postaji premajhno koncentracijo. Podobno velja tudi za postajo na Prešernovi cesti, ki leži na preseku Stožice—Vič. Prenos merilnih

postaj na karto z vnesenimi vrednostmi srednje koncentracije SO_2 in RA nam omogoča še nekaj sklepov. Največje koncentracije so bile ugotovljene na gosto zazidanem območju pod Ljubljanskim gradom. Gre za območje s pretežno individualnimi kurišči. Hkrati pa tam žive pretežno nižje socialne skupine prebivalstva in to pogojuje uporabo manjvrednih goriv. V nasprotju s tem predelom pa leži na primer postaja na Grošljevi na samem zazidanem robu mesta in hkrati na območju, ki ima daljinsko ogrevanje. Temu ustrezne so tudi koncentracije SO_2 .



Sl. 1 — Srednja šestletna koncentracija SO_2 v hladnem obdobju leta po merilnih postajah v Ljubljani.

Fig. 1 — Average six years' concentration of the SO_2 in the cold period of the year on the measuring stations in Ljubljana.

Sl. 2 — Gibanje srednje šestletne koncentracije SO_2 v Ljubljani.Fig. 2 — Oscillation of the average six years' concentration of the SO_2 in Ljubljana.

3. HRUP V LJUBLJANI

Analiza hrupa temelji na meritvah, ki jih je v okviru projekta Varstvo okolja opravil ing. Dušan Vendramin s sodelavci. Na podlagi meritev je Urbanistični inštitut SRS izdelal karto hrupa za Ljubljano in pri tem upošteval povprečne dnevne in nočne ravni hrupa, hkrati pa še karti, ki prikazujeta potrebno nočno in dnevno zmanjšanje hrupa na normativno raven. Tako so ugotovili, kolikšna je dejanska obremenitev prebivalstva s hrupom, in pospešili pripravo Zakona o varstvu okolja pred hrupom.

Hrup je povzročal in povzroča težave območjem velikih mest, saj je naglo uveljavljanje motorizacije prehitelo gradnjo sodobnih obvoznic zunaj mestnih predelov. Tudi Ljubljana, v kateri je promet glavni vir hrupa, na te probleme ni bila pripravljena. Z nesmiselnimi lokacijami stanovanjskih in drugih zgradb vzdolž prometnih ulic so urejevalci mestnega prostora posredno krivi za neprespane noči nešteti Ljubljančani in za moteno delo na fakultetah (Filozofska fakulteta), srednjih šolah (Gimnazija Ivana Cankarja), bolnišnicah (Klinični center) in v številnih drugih ustanovah. V tem pogledu je naredil svoje komercialni vidik, saj je dajal prednost gradnjam na območjih z boljšo prometno povezanostjo in nižjimi stroški za gradnjo komunalnih naprav. Človek je pri tem ostal ob strani in tako morajo tudi Ljubljančani prestajati »zvočne udare«, ki včasih, ob prometnih konicah, presegajo jakost 80 in celo 90 dB.

Danes je jasno, da je hrup okrog 30 dB že premočan za poglobljeno delo, pa čeprav je samo malo glasnejši od brenčanja muhe (Likar, 1976). Študentje in profesorji na Filozofski fakulteti delajo v hrupu, ki v posameznih sunkih presega celo 90 dB. Zasaditev grmičevja in brez pred zgradbo fakultete je utišala samo študente, ki so z demonstracijami zahtevali preusmeritev prometa, hrup pa se ni nič zmanjšal. Hrup, nekoliko manjši od 80 dB, je že nevaren za človekovo zdravje, močnejši hrup pa povzroča naglušnost ali akustično travmo, ki je neozdravljiva okvara sluha (Likar, 1976, str. 143). V tem pogledu so najbolj občutljive starostne skupine nad 40 let in pubertetniki od 14. do 17. leta. Močan hrup povzroča nespečnost, želodčne motnje, stiskanje žil in zmanjšuje spolno aktivnost. Po Gali (1976) povzroča hrup od 40 do 45 dB površno spanje ali tudi zbujanje. Pri 50 dB se zbudi že več kot polovica prebivalstva na hrupnem območju, pri 70 dB pa skoraj vsi. Delavci v nekaterih naših tovarnah imajo brez izjeme poškodovan sluh, deloma tudi zato, ker pri močnem hrupu prepozno uporabijo zaščitna sredstva. Preventiva je očitno preslaba, ker se še premalo zavedamo negativnih posledic hrupa.

Precejšen del Ljubljančanov prenaša hrup, ki presega 90 dB (Likar, 1976), to pa je hrup navite budilke ali močan promet ob konicah. Ker se hrupnost podnevi spreminja, so stalne meritve nesmiselne; pri opredeljevanju ravni se uporabljajo statistične metode, ki nam dajo srednje ravni hrupa v časovni enoti. Dobljeni podatki pri meritvah koristijo pri nadaljnji obdelavi, pri kateri se poleg frekvenčnega spektra upošteva še subjektivna človekova reakcija na hrup. Tako izračunamo energijsko ekvivalentno raven (Leq), ki velja za merjeni vzorec hrupa (Vendramin, 1976, str. 4).

Čeprav so meritve opravili na 102 merilnih mestih, ni mogoča natančnejša regionalizacija glede obremenjenosti prebivalstva s hrupom. Splošnemu prikazu hrupnosti pa obstoječi podatki vseeno ustrezajo, čeprav je prostor raznovrsten in je vpliv lokalnih dejavnikov tako velik, da lahko pretirana posplošitev

skvari podobo. Dobljeni rezultati so pokazali, da je časovna porazdelitev ekvivalentnih ravni odvisna predvsem od tipa posamezne prometnice. Porazdelitve ravni, ki so blizu normalni distribuciji, so podnevi skoraj na vseh glavnih cestah. Najvišje ravni so tam ob konicah; ponoči so odstopanja od običajne porazdelitve zaradi nižjih ravni hrupnosti. Na vpadnicah je enakomeren hrup z neizrazitimi konicami in majhnimi odstopanji. Kjer poteka še železniški promet (Vilharjeva, Masarykova), dobimo bimodalno porazdelitev povprečnih ravni hrupnosti. Povprečna dnevna raven hrupnosti je največja ob vpadnicah, med katerimi prednjači Dolenjska cesta (82 dBA). Sledijo ji Tržaška (78 dBA), Titova (78 dBA) in Celovška (73 dBA) cesta. Med cestami v ožjem središču mesta prednjači Masarykova (84 dBA), sledi pa ji Resljeva (80 dBA). Med najmanj hrupne sodita Topniška (74 dBA) in Vilharjeva (70 dBA). Mirna območja so predvsem stran od vpadnic. Anketa, ki sva jo izvedla, je to potrdila. Na posameznih mestih v teh predelih je hrupnost le od 50 do 54 dBA ali pa od 55 do 59 dBA. Med mirnimi kotički so najbolj izrazita stanovanjska naselja v občini Vič (Murgle), v Šiški (Draveljska gmajna), Rožni dolini in Trnovem. Seveda temelji ta opredelitev na rezultatih, v katerih pa so lahko lokalni vplivi zakriti.

Povprečne nočne ravni hrupnosti ne pokažejo bistvenih razlik v primerjavi z dnevnimi, le da se v povprečju hrupnost povsod zmanjša, vendar manj ob vpadnicah in bolj ob cestah v središču mesta. Zaradi manjših prostorskih razlik med dnevnim in nočnim hrupom lahko govorimo o diferenciaciji prostora na osnovi celodnevni vrednosti. (Razen v središču mesta razlike niso tako velike in povsod lahko govorimo o območjih manjše ali večje obremenjenosti s hrupom.)

4. POTREBNO ZMANJŠANJE HRUPA NA NORMATIVNO RAVEN

V Ljubljani na nekaterih mestih tudi dodatni zaščitni ukrepi malo pomagajo, kajti hrup krepro presega normative Svetovne zdravstvene organizacije. Boljšo predstavo dobimo, če območja razčlenimo po funkciji, kot jo je predlagala komisija za izdajo zakona o varstvu pred hrupom pri Republiškem sekretariatu za urbanizem. Členitev je naslednja (Dekleva, 1976):

- čisto industrijsko območje (brez stanovanj),
- pretežno industrijsko območje in trgovska središča,
- prehodna industrijska stanovanjska območja,
- pretežno stanovanjska območja, šole, vzgojno-varstveni zavodi,
- bolnišnice, zdravilišča, rekreacijska in naravovarstvena območja.

Zaradi velike prepletenosti posameznih funkcij ob isti cesti je taka razmejitev težka, še teže izvedljivo pa je potrebno zmanjšanje hrupa na normativno raven. Območja z razlikami v normativih ne smejo biti v sosedstvu, v Ljubljani pa je, žal, prav ta problem v ospredju. Na eni strani ceste je na primer industrijska cona, na nasprotni strani pa stanovanjska. Ker je normativna raven v industrijskem območju 70 dB, je raven hrupa na nasprotni strani ceste, kjer je stanovanjsko območje z normativnim območjem 50 dB, preokračena za 20 dB. Če upoštevamo normative za potrebno zmanjšanje hrupa ponoči na dovoljeno raven, se razlika v omenjenih območjih poveča na 35 dB. Tako je predvsem ob vpadnicah, kjer se prepletajo stanovanjska in industrijska območja (npr. ob Celovski, Tržaški cesti) in Kliničnem centru. Hrup pri-

zadeva predvsem stanovanjske predele, bolnišnice, šole itd. V industrijskih predelih dopustna raven le malo presega dejansko ali pa je sploh ne. Drugod hrup krepko presega normative za naslednje vrednosti (dB):

Območja	Prekoračena raven v dB
— pretežno industrijska, trgovska	6
— mešana industrijsko-stanovanjska	7
— mestna stanovanjska območja	13
— bolnišnice in območja rekreacije	23
— povsem stanovanjska območja	15

(V e n d r a m i n, 1976, str. 7)

Položaj v našem mestu ni zadovoljiv in 64 % prebivalstva prenaša hrup od 53,6 do 67,7 dB. (G a l a, 1976). V prehrupnem okolju je 31 % vzgojno-varstvenih zavodov, 36 % osnovnih šol, 57 % glasbenih šol, 85 % gimnazij, 69 % fakultet, 54 % zdravstvenih domov in 85 % bolnišnic. Prekoračitve dosegajo v teh primerih od 15 do 25 dBA, na nekaterih območjih (Klinični center) celo 30 do 35 dBA (V e n d r a m i n, 1976).

Če diferenciaciji na podlagi ekvivalentnih ravni dodamo še razlikovanje na podlagi potrebnega zmanjšanja hrupa glede na normative Svetovne zdravstvene organizacije, dobimo v bistvu nespremenjeno sliko. Območja močne hrupnosti so v večini primerov tudi območja močne prekoračitve normativnih ravni. Izjeme so v tem pogledu industrijski predeli zaradi višjih dopustnih ravni in tudi predeli, ki so odmaknjeni od prometnic.

5. ONESNAŽEVANJE VODA IN PROBLEM ODLAGANJA TRDNIH ODPADKOV

Sava sodi po čistoči v drugi do tretji razred; njena relativna umazanost pod črnuškim mostom je 34 %, relativna čistost pa 66 %. Voda v tem razredu je uporabna samo še za tehnološke postopke (Zelena knjiga, 1972). Čeprav teče Sava na severnem robu mestnega ozemlja, je njena čistost vseeno pomembna za celotno območje Ljubljane. Tega so krive talne razmere (prod, konglomerat), ki omogočajo povezavo med podtalnico in vodo v rečnem koritu. Bolje je, da skrbimo za ljubljansko podtalnico sedaj, ko je še čista, kot pa da bi se zanj bali, kot npr. pri čiščenju akumulacijskega jezera HE Moste poleti 1974.

Ljubljana sodi na območju Ljubljane v 2. do 3. razred, ko pride zunaj mesta, pa sodi že v 3. do 4. razred. Glavni onesnaževalki sta vrhniška industrija in ljubljanska kanalizacija. Čistilne naprave, ki so že dograjene (Fužine), in tiste, ki se še projektirajo, bodo zagotovile čistejšo Ljubljano. Projektirane naprave na Vrhniki bodo zagotovile kvalitetnejšo vodo vsaj do Malega grabna in Gradašče, od tod dalje pa bodo potrebne nove. Pravkar zgrajene naprave v Zalogu so obetavne, vendar bo rezultate prinesel čas.

Ko sva izvajala anketo na območju Viča, so naju tamkajšnji prebivalci opozorili na neznosen smrad, ki se širi od Gradašče. V takih primerih ne smemo iskati krivca samo v industriji, ampak v negativnem odnosu posameznikov do narave, ki odlagajo različne odpadke ob strugi. Nič boljše ni ob drugih vodnih tokovih, ob katerih lahko vedno najdemo številna divja odlagališča smeti.

Ljubljansko podtalnico ogrožajo tudi gramoznice različne velikosti, saj so njihova dna ponekod že blizu ravni podtalne vode. Tak primer je v bližini

Hrastja, ki je predvideno za novo črpališče talne vode. V bližini je velika gramoznica prav nad glavnim tokom podtalnice (L i k a r, 1976). Poleg glavnega mestnega vodovoda (črpališče Kleče), po katerem teče še neklorirana voda, je še 114 lokalnih črpališč; za 60 izmed njih je sanitarna inšpekcija ugotovila preveliko množino škodljivih snovi; 17.000 Ljubljancev pije torej oporečno vodo. Okužbam se ne smemo čuditi, saj je poleg vsega še 3000 registriranih greznic; so pa še razni drugi onesnaževalci (nepremišljeno ravnanje pri odlaganju raznih goriv).

Trde odpadke je treba obravnavati tako s higienskega (nevarnost za talno vodo), kot tudi z estetskega vidika. Do sedaj so jih odlagali na odlagališčih pri Cesti dveh cesarjev, pri Šmartnem pod Šmarno goro in v Zajčji Dobravi, vendar so že zapolnjena. Zato se načrtujejo nova odlagališča. Prednost dajejo prostoru med Cornovcem in Ljubljano; to je v bližini starega odlagališča pri Cesti dveh cesarjev. Prednost te lokacije so barjanska tla južno od Cornovca, kjer sta možna sanacija in širjenje mestnih površin na barjanska tla, ki so za kako drugo izrabo neprimerna. Poleg tega ne bi prišlo do onesnaženja talne vode kakor tudi drugih vodnih tokov (O r o ž e n, 1975). Prednost te lokacije je potrdila tudi razprava, ki jo je organizirala Skupščina mesta Ljubljane. Nova lokacija je bila nujna. Leta 1973 je bilo za 120.000 ton odpadkov (1,4 kg na dan na prebivalca). Do leta 2000 pričakujemo, da se bo njihova količina potrojila (O r o ž e n, 1975). Ta pa naraščajo tudi na divjih odlagališčih, ki jih na žalost najdemo na zelenicah, okrog stanovanjskih blokov, na cestah in pločnikih.

6. MNENJA LJUDI

Februarja in marca 1976 sva v Ljubljani opravila anketo, ki naj bi pokazala povezavo med dejansko onesnaženostjo okolja (prikazano v prejšnjih poglavjih) in tem, kako ljudje opažajo onesnaženost. Anketirala sva 500 oseb:

1. Ob ljubljanskih vpadnicah: TRŽAŠKA — zgradbe ob križišču med Jadransko in Tržaško; CELOVŠKA — blizu kina Šiška in v okolici Viatorja; DOLENJSKA — nasproti strelišča.

2. Stran od vpadnic: STRAN OD TRŽAŠKE CESTE — v bližini Gradašče, stolpnice ob Vidmarjevi in Vrhovnikovi ulici; STRAN OD CELOVŠKE CESTE — območje Trga Komandanta Staneta; STRAN OD DOLENJSKE VPADNICE — območje ob Prijateljjevi ulici.

3. Blizu industrijskih objektov: MOSTE — ob križišču Kajuhove in Toplarniške.

4. Mestno središče: CENTER — Hrvatski trg; stolpnice za Gospodarskim razstaviščem; STARA LJUBLJANA — Med Magistratom in Starim trgom.

Odgovori so potrdili, da je za onesnaženo okolje dovolj živo zanimanje. Na vseh območjih je več kot 90 % anketirancev odgovorilo, da jih ta problematika zanima. Prevladuje mnenje, da je okolje močno onesnaženo. Ob Tržaški cesti je to izjavilo 78 % anketirancev, v Centru 77 %, stran od Celovške pa 73 % anketirancev. V Centru in ob Tržaški cesti ni nihče odgovoril, da je okolje malo onesnaženo. Le stran od dolenjske vpadnice je 51 % anketirancev izjavilo, da je okolje malo onesnaženo (manjši hrup, manj onesnažen zrak).

Med anketiranci se večina vozi na delovno mesto z vozili mestnega prometa, saj imajo do službe več kot 20 minut hoje (71 % odgovorov z območja Prijateljeve ulice in 69 % odgovorov ob dolenjski vpadnici). Delež tistih, ki se vozijo z osebnim avtomobilom je majhen (četrtnina anketirancev iz Most in petina z območja ob Tržaški cesti). Večina jih je prisiljena k temu zaradi prevoza otrok v vrtce. Ali ne bi kazalo poskrbeti za organiziran prevoz otrok v vrtce? Ta vprašanja so se zastavila že v zvezi s prepovedjo prometa v središču mesta, za kar se je izreklo 75 % vprašanih, seveda le pod pogojem, da bi ustrezno organizirali mestni promet.

Velika večina vidi glavnega krivca za onesnaženost zraka v prometu. Ob dolenjski vpadnici je bilo tega mnenja 81 % vprašanih, ob Celovski pa 78 %. Edino v Mostah krivijo za onesnaženje industrijo. Zanimivo je, da ima individualna kurišča za vir onesnaženosti le majhen odstotek anketiranih (Stara Ljubljana 12,5 %, Dolenjska cesta 4,3 %, Trg komandanta Staneta 3,1 %, Tržaška cesta 9,4 %).

Hrup se stran od ceste sorazmeroma naglo zmanjšuje. Ob Dolenjski cesti je 82 % anketiranih odgovorilo, da imajo močan hrup. Ko pa se malo oddaljimo od ceste (približno 100 metrov), že 65 % anketirancev zatrjuje, da je hrup pri njih šibak, in 51 % pa hkrati pravi, da jih hrup sploh ne moti. Ob Tržaški cesti je bilo takega mnenja le 6 % vprašanih. V drugem poglavju je navedeno, da traja hrup ob vpadnicah neprekinjeno vseh 24 ur. To potrjuje tudi najvišji odstotek odgovorov anketirancev, da jih hrup moti pri spanju (Tržaška cesta 43 %, Celovška 42 %). Stran od Dolenjske ceste pa hrup moti spanje le še 29 % anketirancev, vendar gre v tem primeru tudi za drugačne vire hrupa (vlak, petje v poznih urah).

Na to vprašanje se navezuje tudi problem smradu, ki je spet močan ob prometnih cestah zaradi neprijetnega vonja izpušnih plinov. Na vseh območjih je več kot 50 % anketirancev izjavilo, da jih smrad moti. Izjeme so spet območja stran od vpadnic. Seveda tudi tu lahko nastaja močan smrad, ki pa je drugega izvora (Vič — Gradašnica, Stara Ljubljana — kanalizacija). V industrijskih predelih (Moste) pa navajajo kot glavnega krivca za smrad industrijo.

Zanimivi so bili odgovori, ki so se nanašali na glavnega krivca za onesnaženo okolje po posameznih območjih oziroma za najbolj motečo obliko onesnaženosti. Povsod je najbolj onesnažen zrak. Hrup je pomemben zlasti ob vpadnicah, stran od njih stopi v ospredje zasmetenost zelenih površin. V Mostah si podajajo roke kar tri oblike onesnaženosti: hrup, smrad in onesnaženi zrak. To je posledica že omenjene kombinacije večjih emitentov na enem kraju.

Skoraj vsi anketiranci so izjavili, da ne storimo dovolj za čisto okolje. Zaradi onesnaženega okolja je na vseh območjih več kot 84 % anketirancev nezadovoljnih s svojim bivalnim prostorom. Samo proč od Dolenjske ceste je ta odstotek manjši (46 %). Ljudje bi se zaradi onesnaženega okolja radi odselili, v Mostah celo 67 % vprašanih. Zadržuje jih pomanjkanje gmotnih sredstev. S porastom življenjskega standarda je torej pričakovati, da se bo večalo število tistih, ki se bodo odseljevali. V nekaterih mestih v razvitejših deželah je ta pojav že vsakdanji. Pri tem pa je eden izmed dejavnikov tudi onesnaženo okolje.

7. SKLEP

Okolje v Ljubljani je močno onesnaženo, in sicer gre za prav vse oblike onesnaženosti, med njimi pa sta najbolj izraziti onesnaženi zrak in hrup. Druga ugotovitev je, da je v Ljubljani izrazito diferencirano okolje glede na različne stopnje onesnaženosti, hkrati pa se kaže, da je po onesnaženosti zraka še najmanj mogoče diferencirati prostor glede na stopnjo onesnaženosti. Kot posebna območja se kažejo predeli ob prometnih vpadnicah, kjer je glavni onesnaževalec hrup. Ob rekah stopa v ospredje onesnaženost voda (estetski videz, zastrupljenost pa tudi smrad). Na okolje v neposredni bližini industrije ali odlagališč smeti pa zopet vplivata smrad in estetski videz.

Promet v Ljubljani je gost vse leto. Pozimi dosega imisije polutantov v zraku kritične koncentracije. Količina trdih odpadkov se iz leta v leto večja. Cisterne na naših cestah pomenijo potencialno nevarnost onesnaženja talne vode. Našteli bi lahko še mnogo drugih momentov. Izdelani so načrti za rešitve problemov (razširitev toplotniškega ogrevanja, graditev obvoznic, uporaba goriva z manj žvepla) in treba jih je čimprej uresničiti. Njihova takojšnja uresničitve bo cenejša kot pa odpravljanje negativnih posledic.

8. SUMMARY

In this study an attempt is made at establishing the environment degradation in Ljubljana. First, an analysis of the factual situation is given, relating to each element of the polluted environment (the polluted air, noise, polluted rivers, and dumps), then follows an attempt at differentiating the various areas of Ljubljana, referring to each among the polluters, and at last there are presented the opinions of the residents from the various areas of Ljubljana.

The polluted air in Ljubljana is a crucial problem, which has been shown by the analysis of the results collected by the measuring points that measure the concentrations of the various pollutants. Taking the SO_2 concentrations as an indicator of the pollution, we reach, on the basis of a special calculation procedure, the conclusion that the centre of the town, as compared with the outskirts, is much more polluted. The medium six-year concentration amounts, at the point in Krekov trg, taking into account the winter period only, to $0,40 \text{ mg/m}^3$, whereas the concentration of the same gas at Vižmarje amounts to barely $0,14 \text{ mg/m}^3$.

The environment of the town of Ljubljana is threatened by much noise, too. The loudest noise can be recorded along the main access roads (Dolenjska, Tržaška and Celovška Streets), as well as at some points in the town proper where the local conditions (the built up areas) make possible a loud noise. The areas lying away from the main access roads and from other thoroughfares appear as the "quiet" areas. In addition, there exists in Ljubljana today (in particular the Sava and the Ljubljanica) and, on the other hand, the still unsolved question of a new public dump as well as the improved reconstruction of the existing rubbish dumps and gravel pits.

To confirm such an established state of the pollution of environment there was made an enquiry among 500 residents of our capital. The enquiry was made in various areas and away from the main access roads, in the centre of the town proper, and in the industrial area (Moste). The enquiry has made possible the following conclusions: the environment of our capital is in all its areas, with slight deviations only, very polluted. Among the various areas there have not been recorded substantial differences in regard to the state of the pollution of air, which is prominent every where. The greatest differences among the areas are in relation to noise. Along the Dolenjska main access road 82 per cent. of the residents enquired stated that they experienced heavy noise (categories: medium, weak,

heavy), and away from the Dolenjska main access road the noise was, in the opinion of 65 per cent. of the persons enquired, a weak one. In the high percentage of the answers given by the enquired persons (within the areas along the main access roads) we can find also the confirmation, as they are troubled by the noise when asleep, that there is, along the main access roads, an uninterrupted noise there during 24 hours. The enquiry has also made it possible to gain insight into the main causes of the pollution in the individual areas. Everywhere the first place is occupied by the polluted air. Along the main access roads the second place is occupied by the noise, and away from them the pollution of green plots. In the area where the various emitters are intermingling (Moste) the relationship among the forms of pollution is a proportionate one, but, in addition, there is also stench.

9. LITERATURA

- Alatič-Rajh, Paradiž, 1975: Razdelitev koncentracij NO, NO₂ in oksidantov v mestu Ljubljana, Zaštita atmosfere, št. 5, Sarajevo.
- Benulič, T., 1967: Ocena koncentracij CO v predoru pod Ljubljanskim gradom Zdravstveni vestnik, Ljubljana.
- Dekleva, J., in sodelavci, 1975: Model kvalitete zraka kot osnova strategije za zmanjšanje onesnaženosti zraka v ljubljanski regiji, Urbanistični inštitut SR Slovenije, Ljubljana.
- Letna poročila: Onesnaženje zraka v Ljubljani 1969—1975, Meteorološkega zavoda SR Slovenije, Zavoda SR Slovenije za zdravstveno varstvo, Zavoda SR Slovenije za varstvo pri delu, Ljubljana.
- Paradiž, B., 1974: Nekaj karakteristik onesnaženja zraka v Ljubljani, Razprave 12/53, Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana.
- Paradiž, B., 1975: Vloga in naloga meteorologije pri skrbi za čisti zrak, Razprave, posebna številka, Ljubljana.
- Petkovšek, Z., 1972: Pogostnost megle v nižinah in kotlinah Slovenije, Razprave društva meteorologov Slovenije, 11. Ljubljana.
- Petkovšek, Z., 1974: Širjenje onesnaženega zraka v kotlinah, Zaštita atmosfere, št. 3, Sarajevo.
- Pučnik, J., 1972: Temperaturne inverzije v Ljubljanski kotlini, Razprave DMS, XIV, Ljubljana.
- Šegota, T., 1976: Klimatogeografija, Beograd.
- Vizjak, S., 1972: Onesnaženje zraka v Ljubljani, Geografski obzornik, 19, Ljubljana.
- Zakon o varstvu zraka, 1975, Uradni list, št. 13/13. 5. 1975.
- Gala, A., 1976: The Levels of Community Noise in Ljubljana, Tipkopis, Ljubljana.
- Dekleva, J., 1976: Členitev mestnih površin z ozirom na dovoljeni nivo hrupa. Ljubljana.
- Likar, P., 1976: Domovina, si še kakor zdravje? Ljubljana.
- Orožen-Adamič, M., Pleskovič, M., 1975: Problemi okolja in odlaganja trdih odpadkov v Ljubljani. Geografski vestnik.
- Vendramin, D., 1976: Akustika v urbanem prostoru, emisija cestnega hrupa in obremenjenost prebivalstva s hrupom v Ljubljani, Gradbeni vestnik.
- Vučič, V., 1965: Fizika I. Beograd.