

Onečiščenje atmosfere v Mežiški dolini

Podan je pregled rezultatov dvoletne raziskave onečiščenj v atmosferi Mežiške doline. V okviru tega je bila izdelana posebna spektrografska metoda za določevanje sledov kovin v atmosferi in organizirana široka kontrolna mreža v Železarni Ravne in celi dolini. Obdelani in karakterizirani so viri emisij v Železarni Ravne in njihov vpliv na zunanjo atmosfero. Na osnovi tega so podani tehnološki ukrepi, ki so potrebni za zmanjšanje škodljivih emisij v Železarni in njeni okolici.

Problem onečiščenja zraka v industrijskih področjih je slično problemu odpadnih voda prerastel v problem svetovnih dimenzij. Skoraj ni industrijske veje, zlasti v bazični industriji, ki ne bi bila prizadeta s to problematiko. Reševanje te problematike se deli danes v dve osnovni smeri: preprečevanje ali vsaj zmanjševanje škodljivih emisij in odstranjevanje njihovih posledic. Medtem ko v razvitejših deželah že celo desetletje uspešno delajo na tem področju, so se pri nas začeli zanj zanimati v večji meri šele pred dobrima dvema letoma. Povod za bolj sistematičen pristop v večjem obsegu je bila naša zakonodaja z odredbo o prijavi objektov, ki lahko onesnažijo zrak in določbo o odstranitvi vseh virov onečiščenja atmosfere do približno konca letošnjega leta. Železarna Ravne je skupno z Zavodom za zdravstveno varstvo v Mariboru uvedla sistematsko reševanje tega problema na svojem neposrednem in posrednem območju, to je v Mežiški dolini, že leta 1967. Končni namen našega dela raziskovalnega programa je bila tehnološka rešitev problema zmanjšanja emisij na področju Železarne Ravne.

Vsaka tehnološka rešitev mora bazirati na zanesljivih podatkih, ki omogočajo pravilno dimenzioniranje in ukrepe. Poznati je treba vrste in vire emisij, količino in razporeditev ter faktorje, ki vplivajo na te parametre. V Mežiški dolini imamo tri glavne vire emisij: Železarna Ravne, Rudnik in topilnica svinca Mežica in naselja. Predhodne raziskave so pokazale, da imamo opravka le s plinskimi in trdnimi emisijami: od prvih je važen le žveplov dioksid, ki se le malenkostno oksidira v trioksid, od trdnih pa prah, ki ga sestavljajo saje ter kovinski oksidi, predvsem železa, cinka, svinca in silicija z zelo majhnimi količinami mangana,

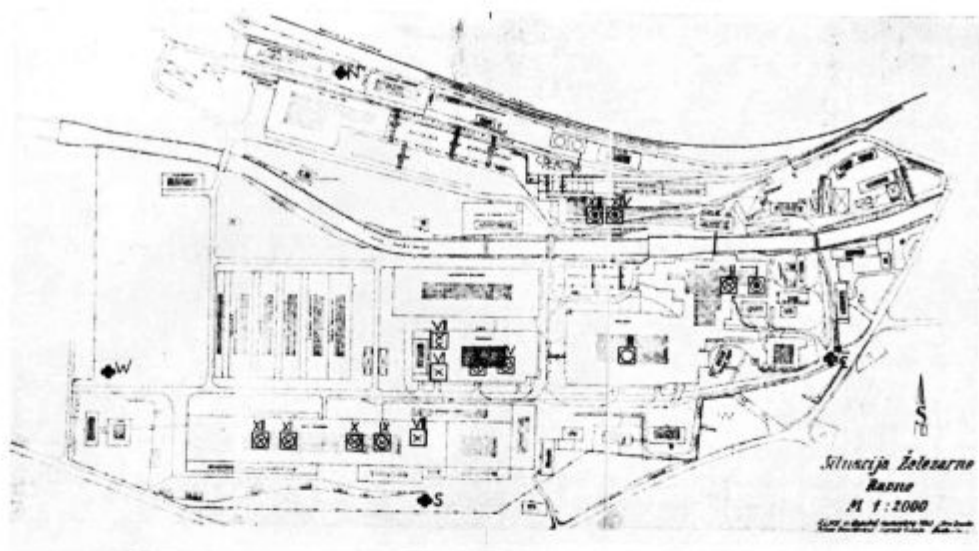
vanadija, magnezija in kroma. Žveplov dioksid prihaja iz kurišč vseh treh virov in iz prazilnih peči v Žerjavu; prah emitirajo isti viri, le da se bistveno razlikuje sestav kovinskih oksidov.

Razporeditev virov emisij znotraj Železarne Ravne prikazuje slika 1.

Na situaciji je 37 glavnih virov emisij, ki jih karakterizira tipična emisija. Nekateri viri emisij so si skoraj identični ali vsaj zelo podobni. Take vire smo grupirali in med njimi izbrali tipičnega zastopnika, ki je obdan s kvadratom. Tako smo skrčili število merskih mest, kar nam je sploh omogočilo nadaljnje spremljanje karakteristik virov emisij. Žveplov dioksid, zaznamovan s krogom, emitirajo predvsem žarilne peči in valjarni, čistilnici, topilnici in kovačnici ter kurišča v kotlarni. Saje dajejo predvsem mazutna kurišča zaznamovana s črno točko. Prah emitirajo poleg kurišč tudi ventilacijske naprave in so odgovarjajoči viri zaznamovani s črko X. Pogled na situacijo nam pove, da je težišče virov emisij potisnjeno na južno stran Meže in poteka približno paralelno k vzpetinam, ki na južni strani obrobajo ta del doline. Na štirih nebesnih straneh situacije so postavljene postaje prašnih odsedalnikov. Na vzhodni strani pri črki E se vršijo meteorološke meritve.

Absolutna količina emisij zavisi od števila in jakosti virov ter njihovega obratovalnega časa. Ugotovitev števila in obratovalnega časa je relativno lahka, jakost pa lahko določimo le eksperimentalno z merjenjem pretoka v dimovodih in ekshaustorjih ter sistematsko kvantitativno analizo dimnih plinov in ekshalatov. Teoretsko jakost kurišč lahko izračunamo iz podatkov za porabo, vrsto in kvaliteto uporabljenih goriv. Osnovna masa emitiranih nečistoč je direktno ali indirektno vezana s proizvodnjo v danem obdobju. Razporeditev emisij na določenem teritoriju pa zavisi od njihovih fizikalnih in kemičnih lastnosti ter topografskih in meteoroloških prilik. S tem smo se dotaknili tudi parametrov, ki vplivajo na koncentracijo posameznih emisij na določenem kraju in v določenem času.

Najprej smo morali ugotoviti dejansko stanje, prvič na virih emisij in drugič v zunanji atmosferi. V ta namen smo najprej izbrali ali izdelali merske metode, nato pa organizirali kontrolno mrežo. Za določitev teoretske količine žveplovega dioksida smo spremljali vrsto in porabo goriv, ki smo jih ves čas kontrolirali na gorljivo žveplo. Dejansko količino žvepla v dimnih plinih smo kontrolirali



Slika 1
Karakteristični viri emisij

s poznano jodometrično metodo. Prah v dimnih plinih in ekshalatih smo določevali reflektometrično s fotoelektričnim reflektometrom. Dimni plan oz. ekshalate smo prečrpavali s pomočjo vi-

sokotlačne črpalke skozi lovilec z gostim belim filtrirnim papirjem Watmann 1, na katerem smo potem reflektometrirali dobljeni madež. Sestav prahu smo določili spektrografsko, kot bomo videli kasneje pri zunanji atmosferi. Količino počasi se odsedajočega prahu v atmosferi nad teritorijem železarne smo določili s štirimi postajami vertikalnih odsedalnikov razporejenih na nebesnih straneh teritorija. Po desetdnevni ciklusi odsedanja smo celokupne in usmerjene prekrivalne faktorje določili absorpciometrično z »Dust pollution metrom«. Postajo odsedalnikov prikazuje naslednja slika 2.



Slika 2
Postaja odsedalnikov

Hitro in počasi odsedajoči prah ter del lebdečega prahu smo na teritoriju Zelezarne in celotne Mežiške doline določili po kolektorski metodi s snegom. Pri odsedalnih postajah in na desetih mestih vzdolž doline smo vzeli kvadratni meter snežne odeje ter v njem določili količino in sestav prahu. Ker je za števila sondiranja na celotnem teritoriju ta metoda neizvedljiva, smo razvili posebno vrsto snežne sonde, ki jo prikazuje slika 3.

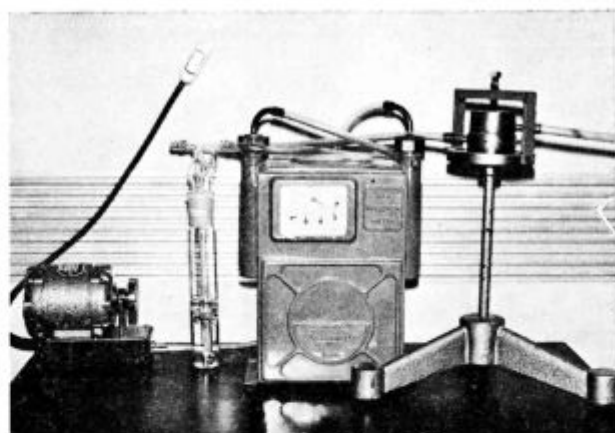
S to plastično sondo odvezamo po celi debelini manjšo količino snega, ki ga kar v sondi prenesemo v laboratorij, raztalimo in prefiltriramo skozi filter v glavi sonde. Prah se prilepi na gost filtrirni papir Watmann 1, kjer daje madež, ki nam omogoča reflektometrično določitev količine prahu in naknadno spektrografsko določitev sestave prahu. Za določevanje žveplovega dioksida in prahu v zunanji atmosferi vzdolž cele doline smo postavili devet kontrolnih črpalnih postaj. Na naslednji specialki Mežiške doline, slika 4, je njihov položaj zaznamovan s točko.

Trikotniki označujejo mesta, kjer smo odvzeli kvadratni meter snežne odeje. Slika 5 prikazuje izgled take črpalne postaje.

Majhna membranska črpalka prečrpa ca. 2 m³ zraka v 24 urah, točno količino kaže plinska ura;



Slika 3
Sonda za odvzem vzorcev snega



Slika 5
Črpalna postaja za kontrolo zunanje atmosfere

služi za reflektometrično določitev količine prahu in naknadno spektrografsko analizo sestave prahu. Te črpalke delujejo neprenehoma že drugo leto, vzorce odvezemajo vsakih 24 ur.

Največji problem pri tako velikem številu vzorcev je bilo kontinuirno določevanje sestave prahu. V ta namen smo izdelali izvirno spektrografsko metodo, ki je rešila ta problem. Izhajamo iz omejenih filtrov, ki jih direktno uporabimo za spektralno analizo prahu. Da bi se izognili kontaminaciji, vršimo vse operacije s tefloniranim orodjem v spektralno aseptični komori. Določeni del filtra izrežemo z mikropipeto, naparimo interni standard ter papir osušimo z infra-grelcem. Papir vstavimo v krater čiste grafitne elektrode in ga vzbujamo z lokom istosmernega toka v nehomogenem magnetnem polju (slika 6).

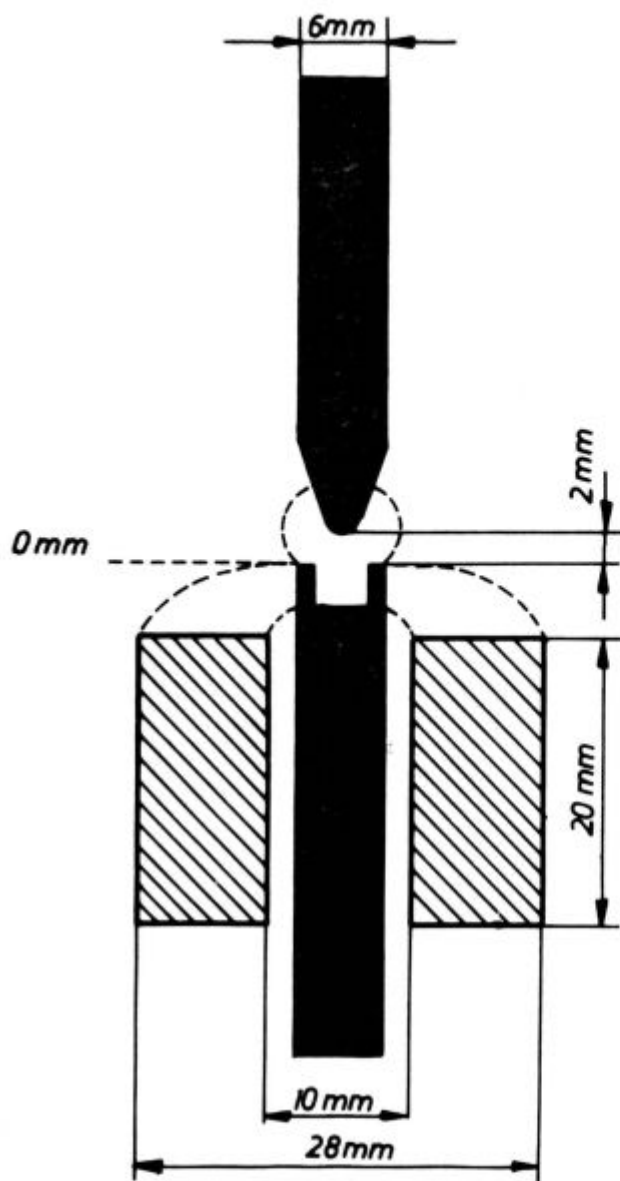
Spekter snemamo na mrežnem spektrografu PGS 2. Na Abbejevem komparatorju napravimo kvalitativno analizo ter poiščemo analizne spektralne črte, ki jih označimo na projektorju. Kvantitativno analizo napravimo na registrirnem mikrofotometru, rezultate pa izračunamo s pomočjo kalkulatorja. Umeritvene krivulje so izdelane za Zn, Pb, Fe, Si, Mg, V, Mn in Cr ter obsegajo področje absolutnih količin od 0,1 do 100 μg metala. Isti postopek je možen tudi s filtrirnimi papirji iz snežnih sond. Glavne meteorološke parametre, kot temperaturo, pritisk, vlago, popis vremena ter smer in jakost vetra smo merili trikrat dnevno na vzhodni odsedalni postaji v Železarni. Uporabili smo standardne metode meritve. Neprekinjena kontrola teče že drugo leto. Za kontinuirnost, transport, oskrbo ter zbiranje in dokumentacijo podatkov smo organizirali kontrolno mrežo. Podatke dnevno dokumentiramo tudi grafično, kot je razvidno iz slike 7.

Spodaj je nomografsko prikazana dnevna poraba posameznih goriv, nad tem je z zvezno črto prikazana teoretska količina emitiranega žveplovega dioksida, križci pa vsak teden prikazujejo dejansko ugotovljeno količino. Eno periodo višje je prikazano nihanje koncentracije žveplovega di-



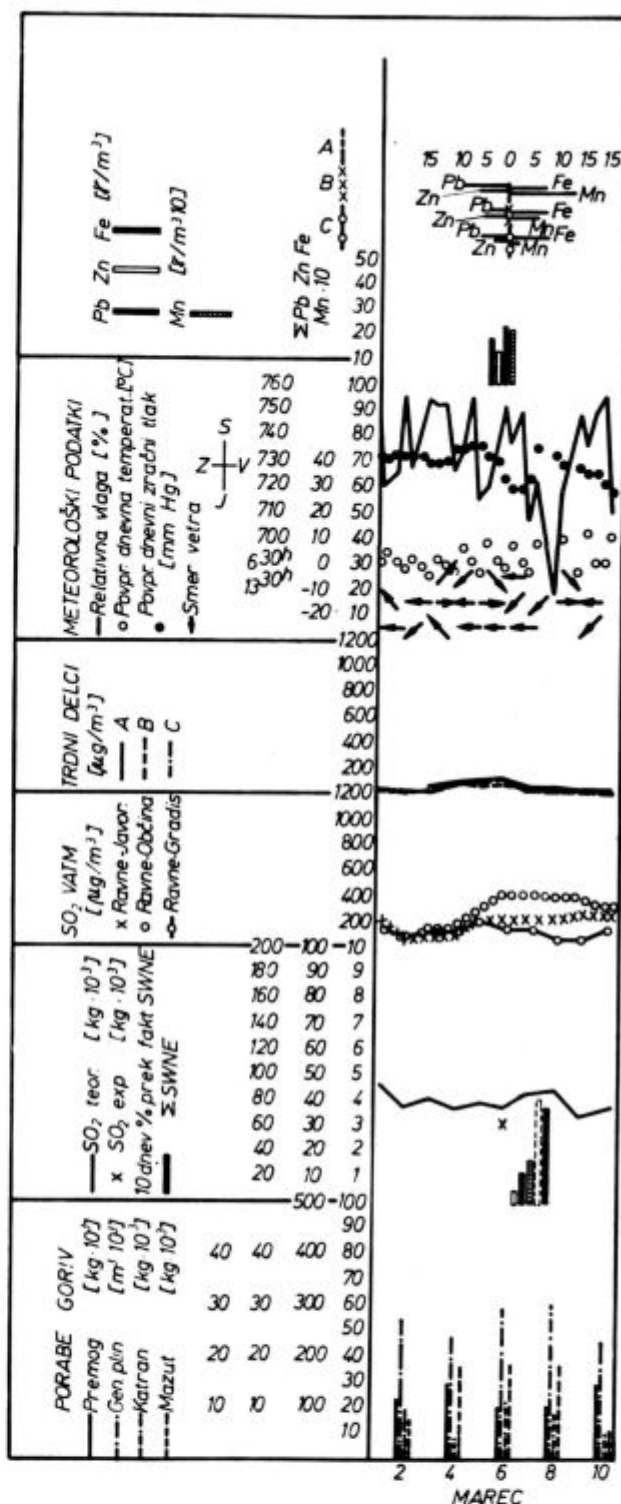
Slika 4
Razpored črpalnih postaj in odvzemnih mest v Meziški dolini

prah zadrži čistilec z gostim filtrirnim papirjem. Tako očiščen plin prehaja skozi izpiralko za absorbcijo in določevanje žveplovih oksidov z acidimetrično metodo. Madež prahu, dobljen na filtru,



Slika 6
Shema vzbujanja v magnetnem polju

ksida v okoliški atmosferi, določeno na treh črpalnih postajah ABC v bližini Železarne Ravne. Nad tem je analogno prikazana dnevna koncentracija prahu na istih postajah. Vse te vrednosti so prikazane kot 24-urno povprečje. Količino odsedlega prahu in smerno razporeditev nam prikazujejo tudi nomogrami v drugi periodi. Ti nomogrami prikazujejo celokupni in usmerjeni 10-dnevni prekrivalni faktor izražen v procentih. Iz tega lahko določimo količino prahu, ki se je ovsedel na omenjenem teritoriju Železarne Ravne in sklepamo na smerno razporeditev količine. V peti periodi so meteorološki podatki: smer vetra je zaznamovana s puščicami, pika pa pomeni tišino. Gibanje temperature prikazuje krogi, pritiska pa točke. Nihanje zračne vlage v relativnih procentih prikazuje izvlečena črta. V gornji periodi je prikazana



Slika 7
Izsek iz grafičnega spremljanja dnevnih parametrov

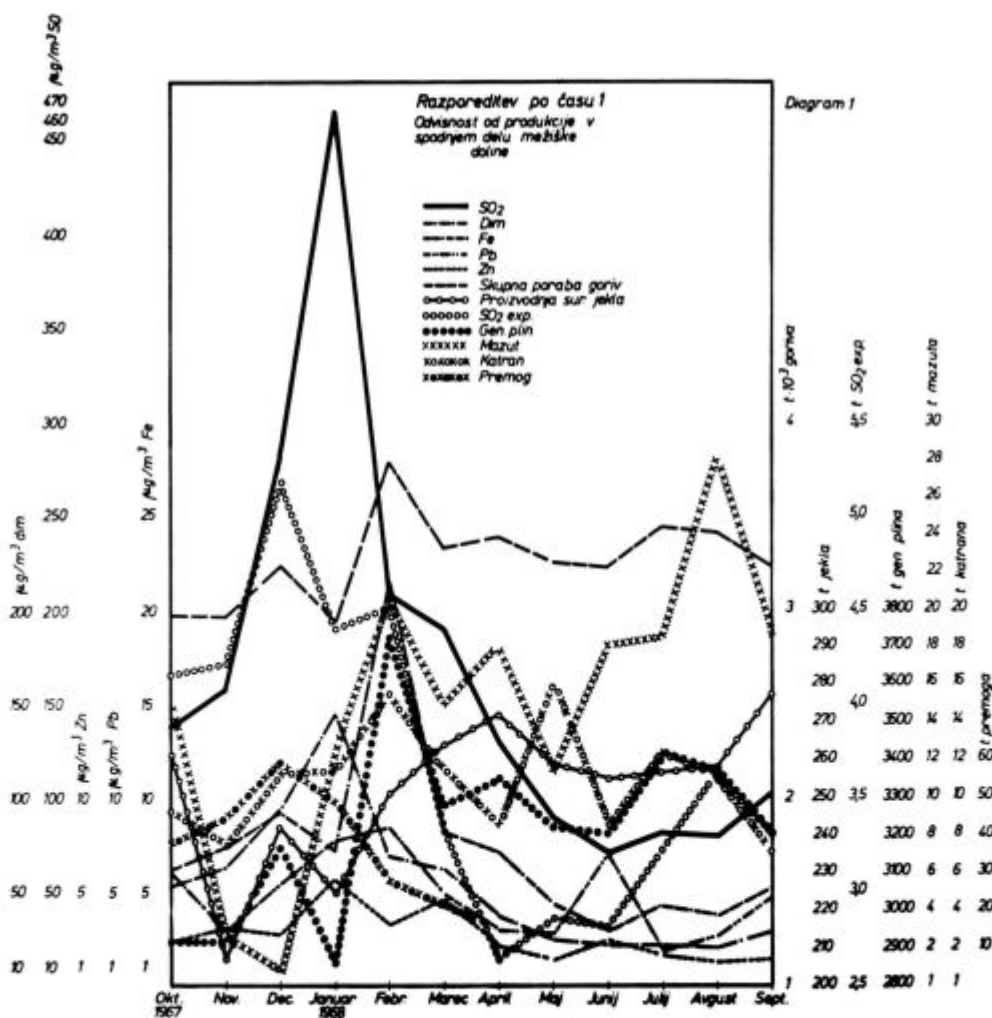
količina štirih tipičnih kovin v prahu, filtriranem na omenjenih treh črpalnih postajah. Zaradi preglednosti sta izbrana le cink in svinec kot tipična predstavnika Mežice ter železo in mangan kot tipična predstavnika Železarne Ravne; ker se ti dvojici lahko širita le v eni smeri, so nomogrami usmerjeni in sicer za svinec in cink od zahoda proti

vzhodu, za železo in mangan pa obratno. Pod temi usmerjenimi nomogrami so normalni pokončni nomogrami, ki prikazujejo vsoto koncentracij omenjenih metalov na vseh treh postajah v neposredni bližini Zelezarne Ravne. Sestav prahu je določen vsako sredo v tednu. S pomočjo teh diagramov lahko reproduciramo stanje in pogoje za vsak dan v kontrolnem obdobju.

Iz take mase rezultatov je težko dati kratek pregled njihove obdelave, vendar bomo to skušali prikazati z naslednjimi tremi diagrami in zaključkom. Slika 8 prikazuje razvoj mesečnih povprečij koncentracij glavnih emisij po času in skuša najti zvezo s proizvodnimi prilikami. Različno izvlečene črte pojasnjene v legendi prikazujejo gibanje SO₂, dima, železa, svinca in cinka. Ostale krivulje prikazujejo gibanje skupne porabe goriv, povprečno proizvodnjo surovega jekla, in eksperimentalno količino emitiranega žveplovega dioksida. Nadalje je prikazana povprečna mesečna poraba generatorskega plina, mazuta in premoga. Na prvi pogled vidimo, da so povprečne mesečne koncentracije v spodnjem delu Mežiške doline občutno večje v zimskem času in relativno zelo nizke poleti.

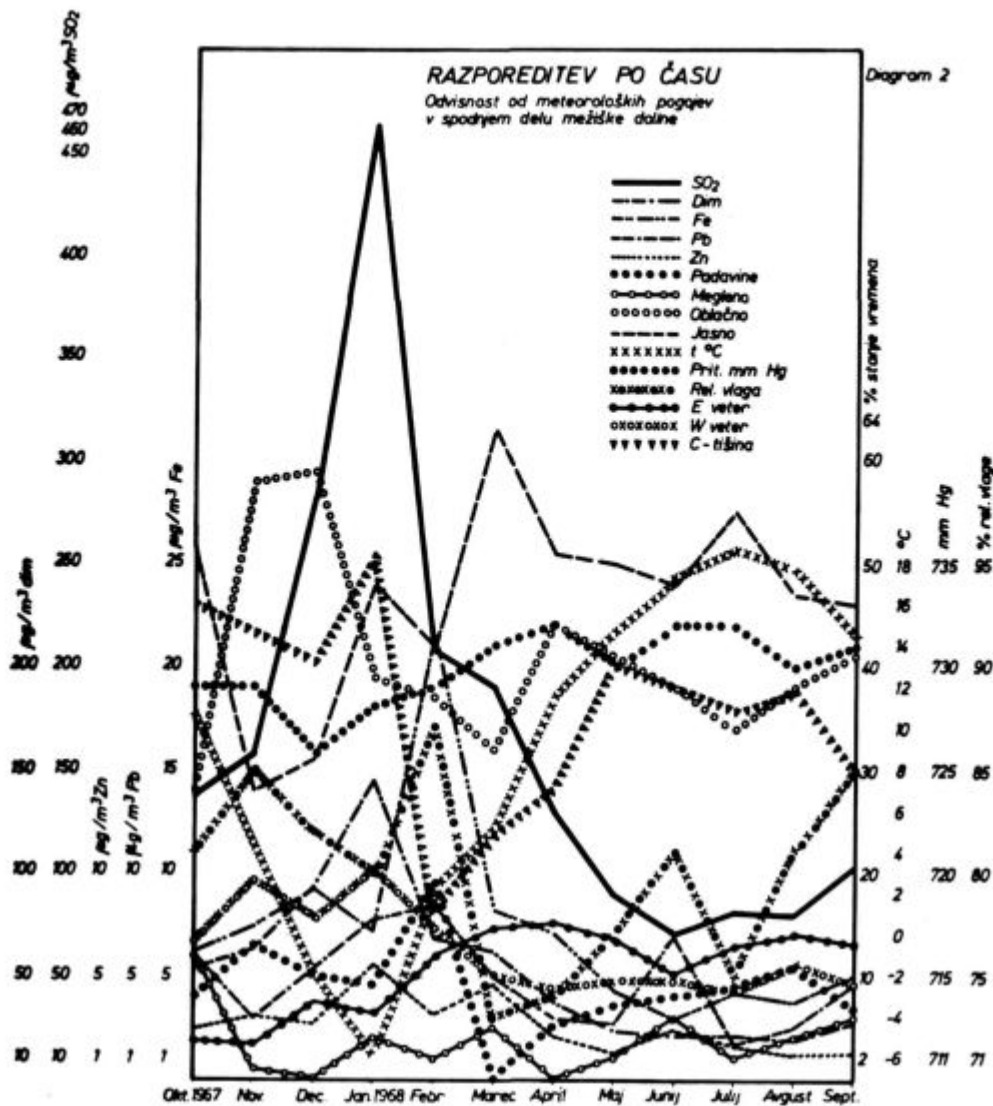
Žveplov dioksid, prah in cink imajo svoj rezki maksimum v januarju, odgovarjajoči maksimum železa in cinka pa je pomaknjen na februar, kar je po vsej verjetnosti zvezano z drugačnimi lastnostmi njihovih oksidov. V poletnem času potekajo krivulje za emisije precej paralelno in se dokaj ujema s potekom proizvodnje surovega jekla in celokupne porabe goriv. V zimskem času ne najdemo nikakršne zakonitosti, ker neprimerno bolj vplivajo meteorološki pogoji. To se bolje vidi na naslednjem diagramu na sliki 9. Tu je prikazan isti letni potek obravnavanih emisij v primerjavi z meteorološkimi povprečji. Januarski maksimum za SO₂, prah in cink sovpada z maksimumom tišine, ki je tu usodna zaradi zimske inverzije, ki jo nakazuje tudi temperaturni minimum v tem času. Maksimum sovpada tudi z minimom padavin in relativne vlage, ter maksimumom zahodnih vetrov, ki kopičijo emisije v spodnjem delu Mžežiške doline ter jih donajajo tudi iz gornjega dela.

Februarski maksimum za svinec in železo sovpada z maksimumom padavin in relativne vlage, ki morda zaradi lastnosti teh oksidov igrajo določeno vlogo pri tvorbi tega maksima. Te odvisnosti



Slika 8

Spremembe koncentracij in pogojev v teku kontrolnega leta z ozirom na tehnološke pogoje



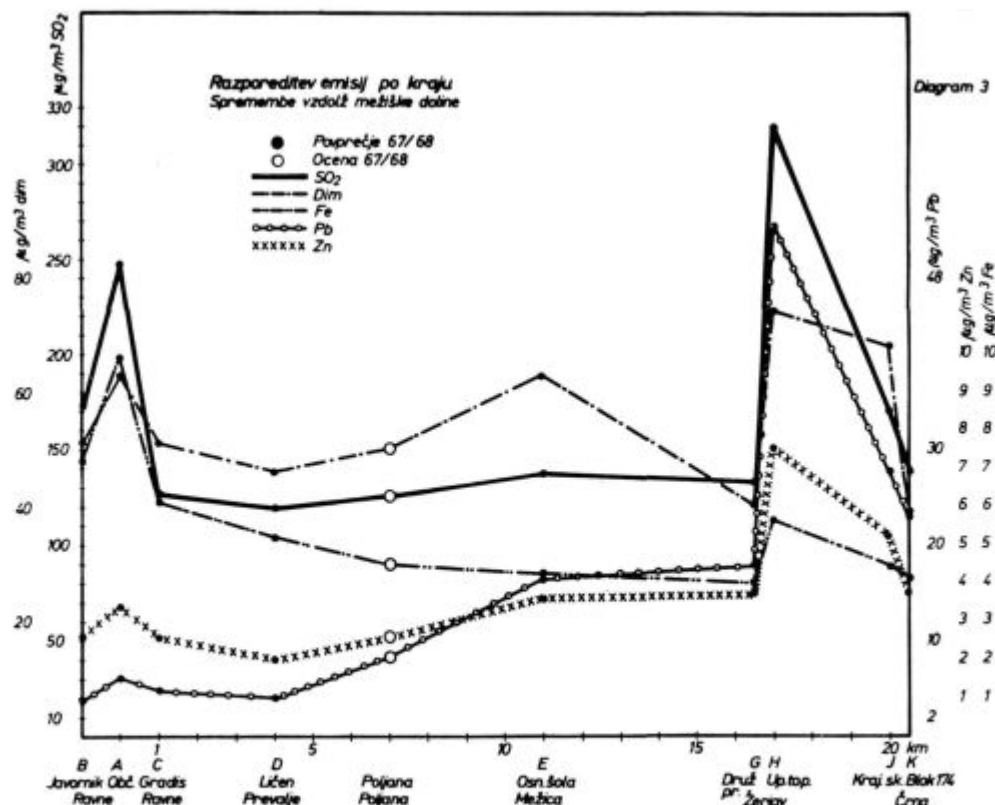
Slika 9

Spremembe koncentracij in pogojev v teku kontrolnega leta z ozirom na tehnološke pogoje

so vidne v glavnem le pozimi, poleti pa so zabrisane po vsej verjetnosti zaradi zadostne migracije emisij in ugodnejših meteoroloških pogojev. Poletni minimum nastopa pri visoki temperaturi in zračnem pritisku kljub relativno visoki tišini in relativni vlagi. Žal nam niso znani proizvodni pogoji v Rudniku in topilnici Mežica, kjer bi nam morda ti razložili junijski maksimum za cink in svinec, ki ga po vsej verjetnosti ne moremo razložiti z maksimumom relativne vlage v tem času. Na splošno lahko zaključimo, da so poletne koncentracije emisij razen svinca v območju koncentracij, ki so pod higienskimi tolerancami. Svinec je izjema zaradi njegove izredno nizke tolerančne vrednosti. V zimskem času narastejo koncentracije emisij preko toleranc, na kar vplivajo meteorološki pogoji, zlasti inverzija, ki je tipična za Mežiško dolino. Določen delež k temu prispeva tudi takratna povečana poraba goriv v naseljih, ki prispevajo v tem času n. pr. od 30 do 40 % žveplovega dioksida in dima.

Razporeditev omenjenih tipičnih emisij vzdolž doline prikazuje diagram na sliki 10.

Na abscisi so nanešene razdalje v km vzdolž ceste Ravne—Črna in označen položaj posameznih črpalnih postaj na tej trasi. Na ordinato so nanešena letna povprečja koncentracij posameznih emisij na omenjenih črpalnih postajah. Koncentracije so izražene v mikrogramih SO₂, dima in kovin na m³. Vse emisije imajo dva tipična maksima in sicer v Žerjavu in v naselju v Ravnah. Maksimi v Žerjavu so neprimerno večji, razen pri železu, kjer je maksimum v Ravnah iz razumljivih razlogov občutni višji. Koncentracije emisij padajo v smeri od Žerjava proti Ravnah, železo pa seveda v obratni smeri. Rezki minimum na postaji G nastopa zaradi slabe namestitve črpalne postaje v vertikalnem mrtvem kotu. Diagram jasno kaže razmerje koncentracij emisij in dokazuje možnost dotoka emisij iz gornjega dela Mežiške doline v spodnji in obratno, kar se je dosedaj smatralo za



Slika 10
Spremembe koncentracij vzdolž Mežiške doline

nemogoče. Maksimum na postaji A v Ravnah nastopa zaradi topografskih in meteoroloških okoliščin. Kje se giblje n. pr. zrak onečiščen s svincem v smeri od Žerjava proti Ravnam prikazuje naslednja slika 11.

Prikaz je dobljen s sondiranjem snega na celotnem področju in s spektrografsko določitvijo svınca v preostalem prahu. Velikost črnih točk na specialki ilustrira določeno količino svınca v enem

kg snega; čim večji je premer točke, tem večja je koncentracija svınca. Zaradi preglednosti so na specialko nanešene le vrednosti, ki so višje od letnega povprečja. Jasno se vidijo trije topografski kanali, po katerih se giblje s svincem onečiščen zrak v smeri od zahoda proti vzhodu. Podobno sliko dobimo tudi pri nanašanju koncentracij drugih kovin.

Na podlagi rezultatov kontrolnih meritev in njihovi primerjavi lahko na koncu napravimo nekaj zaključkov o stanju in vzrokih onečiščenja atmosfere v Mežiški dolini in ukrepih, ki bi bili potrebni za saniranje tega stanja. Z zdravstvenega stališča je najnevarnejše onečiščenje zraka s svincem. Povprečna letna koncentracija svınca v Žerjavu je $53,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka, v Ravnah pa $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka; povprečna koncentracija svınca v gornjem delu Mežiške doline je okrog $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, v spodnjem delu doline pa $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Če to primerjamo z mednarodnimi normami in predlogom Jugoslovanskega standarda, ki dopušča za zunanjo atmosfero maksimalno $0,7 \mu\text{g}$ svınca na m^3 zraka, vidimo, da so dejanske koncentracije v Žerjavu približno 100 krat, v Ravnah pa približno 10 krat višje od dopustnih. Druga nevarnost za zdravstvo so saje z adsorbiranimi ostanki katrana, ki vsebuje kancerogene snovi. Maksimalna dopustna količina saj v zunanji atmosferi je $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Letna povprečja saj torej na nobeni kontrolni postaji v Mežiški dolini ne presegajo te norme, v mrzlih mesecih pa se



Slika 11
Topografske poti onečiščenja zraka

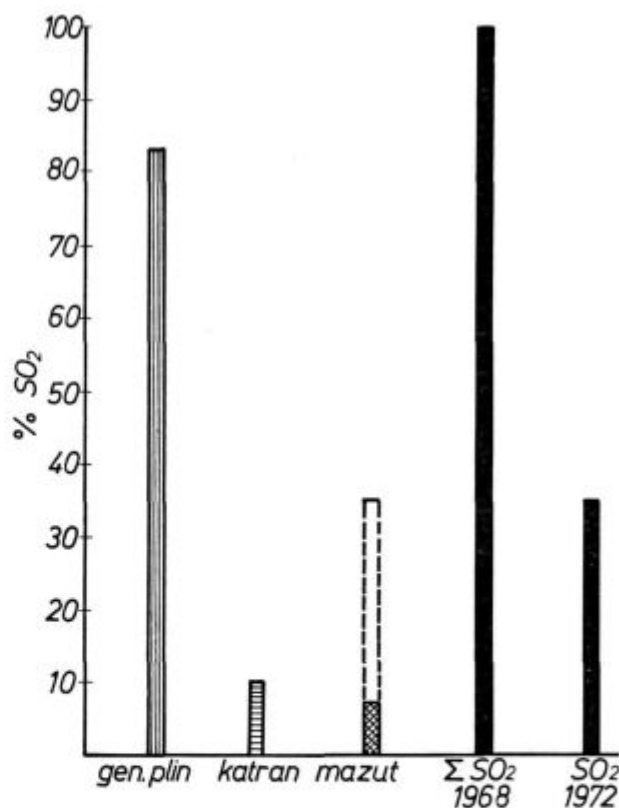
povzpnejo povprečja znatno preko dovoljenega praga. Tretja neprimerno manjša nevarnost za zdravje je inerten ali netoksičen prah, ki ga pri naših vrednostih lahko istovetimo z dimom. V to grupo lahko prištejemo tudi železo in cink, ki v takih količinah nista toksična. Predlog dopušča maksimalno koncentracijo prahu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka; v Mežiški dolini nobeno letno povprečje ne presega te vrednosti, mesečna povprečja pa v nekaterih bolj naseljenih krajih v decembru ali januarju nekoliko presežejo to vrednost; pri pregledu dnevnih situacij pa najdemo dneve, ko je ta maksimum močno prekoračen. Četrta nevarnost je žveplov dioksid, ki ga omenjeni predpisi dovoljujejo $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka. Povprečna letna koncentracija v celotni Mežiški dolini je višja od dovoljenega maksima in znaša v spodnjem delu doline 166, v zgornjem pa $179 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mesečna 24-urna povprečja so v topljem delu leta manjša od tega dovoljenega maksima, v hladnem delu leta pa ga prekoračujejo. Z ozirom na posamezne kontrolne postaje prekoračujejo te norme v letnem povprečju le postaje A in B v Ravnah, H v Zerjavu in J v Črni. Na omenjenih postajah so tudi mesečna povprečja v hladnem delu leta redko preko te norme. Na ostalih postajah se to zgodi le v zelo hladnih mesecih v času največje inverzije, torej v decembru, januarju in redkeje v februarju. Pri pregledu dnevnih situacij pa najdemo dneve, ko je pri virih emisije žveplovega dioksida tudi več kot 10 krat prekoračena dopustna koncentracija. Ostale nevarne kovinske nečistoče, ki smo jih zaznali v določljivih količinah kot krom, mangan in silicij nastopajo v izredno nizkih koncentracijah, ki so tudi v najslabših primerih globoko pod dopustnimi mejami po predlogu jugoslovanskega standarda. Drugih škodljivih emisij v dolini nismo ugotovili. S stališča vegetacije in nanjo vezanih panog pa je najnevarnejši žveplov dioksid, čeprav njegove koncentracije zlasti v spodnjem delu doline niso tako visoke. Njegovo delovanje namreč pojača prah, zlasti svinčev in cinkov, ki direktno in indirektno vpliva na vegetacijo. Prah svinčevega in cinkovega oksida je dosti bolj nevaren kot žveplov dioksid, saj je znan njun vpliv na zemljo in asimilacijo.

V okviru potrebnih tehnoloških ukrepov smatramo za največji korak že izvedeno namestitev filtrov za svinčev oksid v Zerjavu, ki je bila zelo nujna zaradi izredne toksičnosti svinca in fizioloških okvar, ki jih je že povzročil, zlasti na otrocih. Efikasnost filtrov bo pokazalo naslednje kontrolno obdobje. Tak filter bi rešil tudi vprašanje cinka ter v veliki meri vprašanje inertnega prahu in saj. Vprašanje saj bi na vseh kuriščih lahko rešili tudi s popolnejšim zgorevanjem goriv, torej pravilnim vodenjem procesa kurjenja. V kolikor to ne bi zadostovalo, bi morali uvesti naknaden sežig v dimovodih. Vprašanje saj je poleg svinca bistveno za zdravje prebivalstva. Z rešitvijo vprašanja saj bi istočasno po vsej verjetnosti zadovoljivo rešili tudi celotno vprašanje količine inertnega prahu, saj bi s tem le-ta padel globoko pod predpisane

maksimalne vrednosti. Za eliminiranje železovega oksida je le ena možnost in to namestitev zadovoljivih odpraševalnih naprav pri obločnih pečeh v Železarni Ravne. Ostane nam še vprašanje žveplovega dioksida, ki je nevaren predvsem za vegetacijo. Rešitev tega vprašanja pa bi se obrestovala deloma tudi pri stroških, ki jih povzročata korozija objektov in naprav. Količine žveplovega dioksida so previsoke in jih je treba znižati vsaj toliko, da bi bile neškodljive v dobi vegetacije. Pri največjem viru v Zerjavu obstoja po našem mnenju le ena rešitev in sicer filtracija ali predelava. Gradnja ogromnega podaljška sedanjega dimovoda po vsej verjetnosti ne bi bila zadosti efikasen ukrep. V Železarni Ravne je po našem mnenju tehnološko in ekonomsko najugodnejša rešitev prehod na goriva z manjšo količino žvepla. Prvi korak je bil že napravljen z ukinitvijo direktne uporabe premoga, kar se je že zrcalilo na manjših količinah žveplovega dioksida v drugi polovici kontrolnega leta.

Pot do končne tehnološke kalkulacije in rešitev problema emisij v Železarni Ravne je bila zelo dolga in naporna, vendar se je trud izplačal, ker se je pokazalo, da je možna sorazmerno enostavna in cenena rešitev. Prikažemo jo lahko s preprostim nomogramom na zadnji sliki 12.

Nomogram prikazuje procentni doprinos posameznih goriv k emisiji žveplovega dioksida. Od celotne količine emitiranega žveplovega dioksida v Železarni Ravne odpade 93 % na generatorje, predvsem na generatorski plin in manj na katran.



Slika 12
Procentni doprinos k emisiji SO₂

Preostalih 7 % odpade na mazut. Če bi ukinili generatorje ter generatorski plin in katran nadomestili z mazutom ali celo z mešanico butan-propan, bi popolnoma rešili vprašanje žveplovega dioksida. Čeprav bi do končnega plafona proizvodnje povečali količino mazuta sedanje kvalitete petkrat, bi količina emitiranega žveplovega dioksida ne dosegla niti ene tretjine sedanje, kar bi bilo kljub naselju in dotoku iz gornje Mežiške doline globoko izpod toleranc. S povečanjem količine mazuta pa bi se povečala nevarnost saj, ki pa bi jih lahko odpravili s pravilnim režimom kurjenja.

Dosedanje raziskave v tej smeri so pokazale, da je mazut glavni vir saj zaradi slabega sistema razprševanja, ki daje za obstoječe retencijske čase v gorilni coni prevelike kapljice mazuta in prevelik balastni podpih. Z rešitvijo problema saj bi istočasno po vsej verjetnosti zadovoljivo rešili tudi celotno vprašanje količine inertnega prahu, saj bi s tem le ta padel globoko pod predpisane maksimalne vrednosti. S tem bi eliminiranje železovega dioksida ne bilo več neobhodno in bi postala namestitev zadovoljivih odpraševalnih naprav pri obločnih pečeh le zaželjena ne pa neobhodna. Verjetno bi jih namestili le zaradi zaščite samega obrata in njegove neposredne okolice. Jasno pa je, da bo treba vsak opisan ukrep kontrolirati, torej v obdobjih pred, med in po ukrepanju spremljati vrsto, količino in gibanje odgovarjajočih emisij v atmosferi. V nasprotnem primeru ne bo imel ne ekolog ne tehnolog nobenega oprijemljivega podatka, napotka in dokazila.

V sodelovanju med kemijskim oddelkom Železarne Ravne in Zavodom za zdravstveno varstvo v Mariboru je nastala dvoletna študija problemov onečiščenja atmosfere v Mežiški dolini s posebnim ozirom na Železarno Ravne. Znotraj železarne in v celi dolini je bila organizirana široka kontrolna mreža za zasledovanje žveplovega dioksida, prahu, sestave prahu in meteoroloških pogojev. Uporabljene so znane kontrolne metode, za sestavo prahu pa je izdelana specialna spektrografska metoda za določevanje sledov kovin v ozračju direktno s filtra črpalne naprave. Zaradi obširnosti raziskav je v članku podan samo pregled rezultatov, obdelan po kraju, času in tehnoloških pogojih v proizvodnji. Ugotovljeno je, da vpliva tehnologija v Železarni Ravne precej konstantno na onečiščenje atmosfere in torej ne povzroča močnih nihanj koncentracij škodljivih emisij, medtem ko na spre-

membo koncentracij močno vpliva lokacija virov in meteorološki pogoji. Koncentracija svinca in cinka pada od izvora v Žerjavu proti spodnjemu delu Mežiške doline in dosega v Ravnah vrednosti, ki so 5 do 10-krat nad higienskimi tolerancami. Podobno se gibljejo tudi koncentracije žveplovega dioksida in SO_2 , ki imajo svoj izvor z manjšim maksimumom tudi v Železarni Ravne in so zlasti v zimskem času nekoliko nad higienskimi tolerancami. Koncentracija železovih oksidov z izvorom v Železarni Ravne znatno hitreje pada v smeri gornje Mežiške doline. Najbolj nevarne nečistoče so poleg svinca saje z ostanki katrana, ki je produkt nepopolnega zgorevanja na vseh industrijskih in neindustrijskih kuriščih. Slednja prispevajo od 30 do 40 % dima in žveplovega dioksida. Nečistoče prehajajo iz gornjega dela doline v spodnji in obratno, v glavnem po treh topografskih kanalih, ki so določeni s sondiranjem in analizo snega na celotnem področju.

Koncentracije vseh nečistoč imajo svoj veliki in izraziti maksimum v zimskem času, kar je posledica ostro izražene inverzije v tem obdobju. Koncentracija žveplovega dioksida je nad dovoljenimi tolerancami le v zimskem in pomladanskem času, v poletnem in jesenskem času pa le zelo redko. Žal segajo previsoke koncentracije žveplovega dioksida tudi v zgodnjo rastno dobo. Še bolj kot žveplov dioksid pa uničujejo vegetacijo relativno velike količine svinčevih in cinkovih oksidov, ki delujejo na vegetacijo direktno in indirektno.

Z notranjo kontrolno mrežo v Železarni Ravne so ugotovljeni, sistemizirani in preiskani vsi viri škodljivih emisij. Glavni in praktično edini vir žveplovega dioksida so v Železarni Ravne goriva, predvsem generatorski plin in katran, ki da okrog 93 % celotne količine, dočim odpade na mazut le 7 %. Če bi ukinili generatorje ter generatorski plin in katran nadomestili z mazutom ali celo z mešanico butan propan, bi popolnoma rešili vprašanje žveplovega dioksida. Saje bi lahko odpravili s poboljšanjem kurišč in pravilnim režimom kurjenja, s čemer bi deloma znižali tudi količino prahu. Poleg kurišč so glavni viri prahu obločne peči, ki bi jih bilo treba opremiti z odpraševalnimi napravami. Iz ugotovitev je razvidno, da bi problem škodljivih emisij v Železarni Ravne lahko rešili na tehnološko dokaj enostaven način in nakup dragih filternih naprav ne bi bil potreben.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine Übersicht der Untersuchungsergebnisse der zweijährigen Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft im Mežica Tal ist gegeben. In diesem Rahmen ist auch eine spectrographische Methode für die Bestimmung der Spurenelemente in der Luft ausgearbeitet worden.

Ein breites Kontrollnetz im Hüttenwerk Ravne und im ganzen Tal ist organisiert worden. Die Emissionsquellen

in Hüttenwerk Ravne und dessen Einfluss auf die äussere Atmosphäre sind bearbeitet und charakterisiert worden. Auf Grund dieser Untersuchungen sind technologische Massnahmen angegeben, die nötig sind, um die schädlichen Emissionen im Hüttenwerk und seiner Umgebung zu verringern.

SUMMARY

A review of results of the two-years investigations on the pollution of the atmosphere in Mežica valley is given. For this purpose a special spectrographic method for determining the traces of metals in the atmosphere was developed and a wide control network in Ravne Ironworks

and in the whole valley was organized. Sources of the emissions in the Ravne Ironworks and their influence on the external atmosphere were investigated and characterized. Based on these findings technological measures were prescribed to reduce the harmful emissions in the ironworks and their surroundings.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведены результаты двухлетнего исследования загрязнения атмосферы в долине Межицы (Mežica). Чтобы успешно выполнить это исследование выработан специальный спектрографический метод для определения следов металлов в атмосфере а также организована широкая контрольная сеть в заводе чёрной металлургии Равне (Zelezarna Ravne) и во всей долине. Разработаны

и определены все источники эмиссии и их влияние на внешнюю атмосферу.

На основании полученных данных изложены технологические меры необходимы для уменьшения количества вредных эмиссий в заводе и его окрестности.