

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 — 9637

BROJ **3**
1985

RUDARSKI GLASNIK

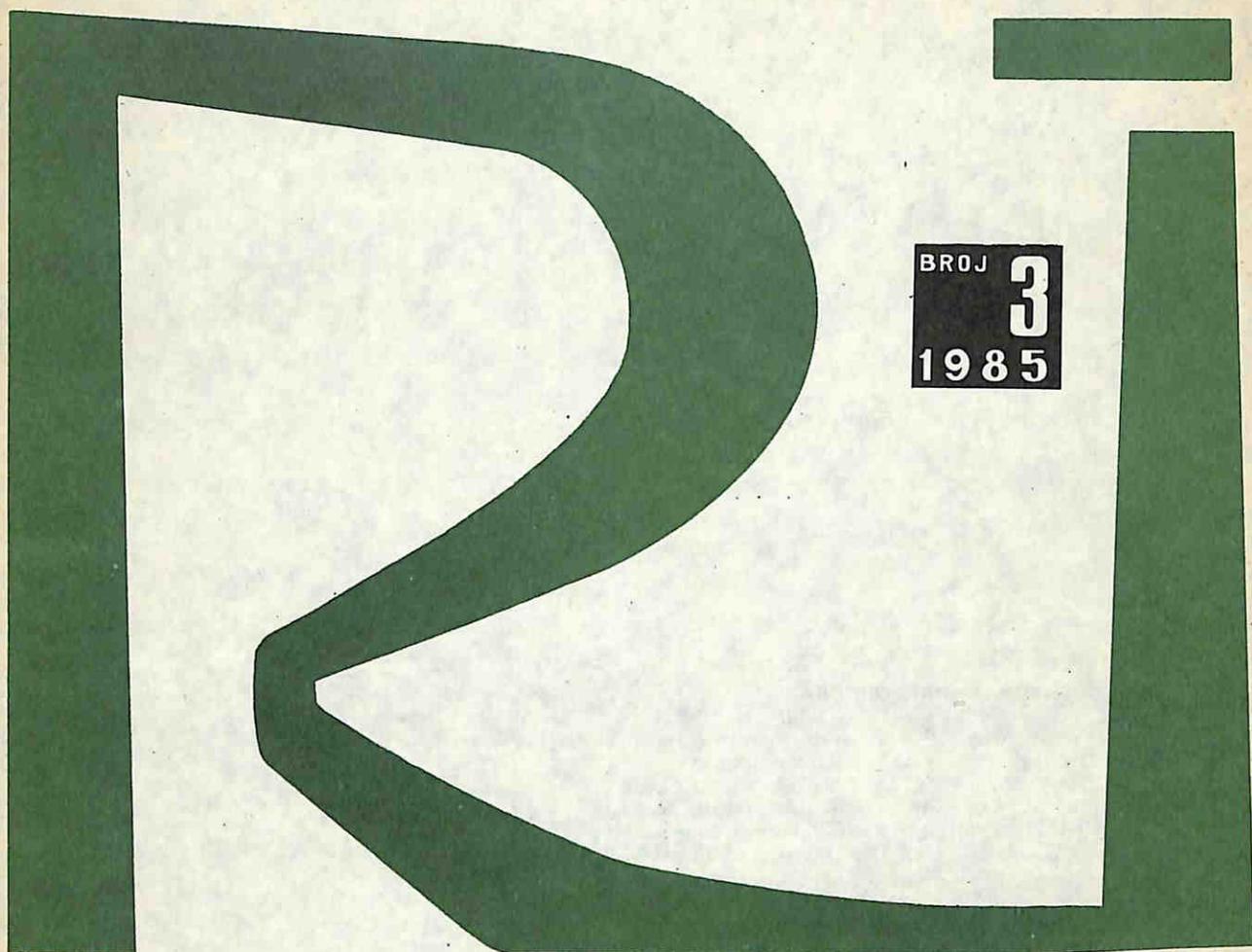
RUDARSKI
INSTITUT
beograd
1960/1985
Ri

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
B E R G B A U Z E I T S C H R I F T

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNICKI PUT BROJ 2 — JUGOSLAVIJA

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT. BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA
ŠTAMPA: ZAVOD ZA GRAFIČKU DELATNOST INSTITUTA ZA VODOPRIVREDU „JAROSLAV
ČERNI” – BEOGRAD, BUL. VOJVODE MIŠIĆA 43, TEL. 651-067

RUDARSKI GLASNIK
YU ISSN 0035 - 9637



RUDARSKI GLASNIK

B U L L E T I N O F M I N E S
B U L L E T I N D E S M I N E S
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
B E R G B A U Z E I T S C H R I F T

GLAVNI UREDNIK

BLAŽEK dipl.ing. ALEKSANDAR, v.savetnik, Beograd

ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA

AHČAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana
BRALIĆ dr ing. JEFTO, Rudarski institut, Beograd
CAVIROVSKI dipl.ing. VELJAN, Rudarski institut, Skopje
ČURČIĆ dr ing. ALEKSANDAR, Rudarski institut, Beograd
ČOLIĆ dipl.ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd
DRAŠKIĆ prof. dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
DUŠI prof. ing. MINIR, Rudarsko-metalurški fakultet, Titova Mitrovica
GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
GRBOVIĆ dipl.ing. MILOLJUB, Rudarski institut, Beograd
HOVANEĆ prof. ing. GOJKO, Rudarski institut, Beograd
IVANKOVIĆ dr ing. DRAGORAD, Rudarski institut, Beograd
JUJIĆ dr ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd
MIHALDŽIĆ dipl.ing. NENAD, Rudarski institut, Beograd
PERIŠIĆ prof. dr ing. MIRKO, Rudarski institut, Beograd
PERKOVIĆ dr ing. BORISLAV, Rudarski institut, Beograd
PRIBIČEVIĆ dipl.ing. MILOŠ, Rudarski institut, Beograd
RADENKOVIĆ dr ing. ČEDOMIR, Rudarski institut, Beograd
STOJKOVIĆ mr ekon. DUŠAN, Rudarski institut, Beograd
TASEVSKI dipl.ing. APOSTOL, Rudarski institut, Skopje
TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd
VESELINOVIĆ dipl.ing. RADOSLAV, Rudarski institut, Beograd

U finansiranju izdavanja časopisa učestvuje Republička zajednica za naučni rad – Beograd

SADRŽAJ

Eksploatacija mineralnih voda sirovina

Dr inž. DUŠAN MRŠOVIĆ – dipl. inž. SLOBODAN RADONIĆ

Izbor metode zaštite površinskog kopa Drmno od podzemnih voda u funkciji hidrogeoloških prilika u ležištu	5
Summary	13
Zusammenfassung	14
Rezjume	14

Priprema mineralnih sirovina

Dipl. inž. DINKO KNEŽEVIĆ

Transport i deponovanje pepela i šljake na jugoslovenskim termoelektranama	16
Summary	22
Zusammenfassung	23
Rezjume	23

Dipl. inž. MIHAJLO CANIĆ

Određivanje minimalnog broja pojedinačnih uzoraka pulpe pri uzorkovanju proizvoda u flotaciji	
Stolice	24
Summary	27
Zusammenfassung	27
Rezjume	27

Ventilacija i tehnička zaštita

Dipl. inž. OBREN KOPRIVICA – dipl. inž. BOJANA STANIĆ – inž. ANTE MATOŠEVIĆ

Stanje osvetljenosti radnih prostora na površinskim kopovima Smreka i Brezik u rudniku Vareš i predlog mera za poboljšavanje uslova osvetljenosti	28
Summary	36
Zusammenfassung	37
Rezjume	37

Zaštita čovekove životne sredine

Dipl. inž. DRAGOLJUB UROŠEVIĆ

Postupak izrade katastra zagađivača vazduha na primeru Metalurškog kombinata Sméderevo	38
Summary	44
Zusammenfassung	44
Rezjume	45

Dipl. inž. DRAGOLJUB UROŠEVIĆ – ALEŠ BIZJAK, dipl. fiz. – dipl. inž. VLADIMIR IVANOVIĆ
– dipl. inž. DUŠAN VITOROVIĆ – mr DUŠAN BRATIČEVIĆ, dipl. matem.

Primena kompjutera pri proceni i analizi stanja zagađenja vazduha na primeru Metalurškog kombinata	
Smederevo	46
Summary	61
Zusammenfassung	61
Rezjume	61

Projektovanje i konstruisanje

Dipl. inž. LJUBOMIR ČOLIĆ – dipl. inž. MIROSLAV NOVAKOVIĆ	
Rotaciono poligonalno sito	62
Summary	67
Zusammenfassung	67
Rezjume	67

Informatika i ekonomika

Dr inž. ČEDOMIR RADENKOVIĆ

Doprinos izboru metodologije optimizacije tehnološkog procesa otkopavanja u podzemnoj eksploataciji	68
Summary	71
Zusammenfassung	71
Rezjume	72

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

73

Bibliografija

77

UDK 622.521 : 551.49
Stručni rad

IZBOR METODE ZAŠTITE POVRŠINSKOG KOPA DRMNO OD PODZEMNIH VODA U FUNKCIJI HIDROGEOLOŠKIH PRILIKA U LEŽIŠTU

(sa 4 slike)

Dr inž. Dušan Mršović — dipl. inž. Slobodan Radonić

Opšti deo

Ležište Drmno pripada kostolačkom ugljenom basenu. Basen zahvata desni priobalni deo reka Dunava i Mlave (slika 1).

Morfologiju terena kostolačkog basena karakterišu dva izrazita grebena pružanja sever—jug. U istočnom delu nalazi se Boževačka greda sa najvišom kotom na Velikom brdu od 311 m. Prostire se od sela Kličevca i Rečice na severu i ka jugu prelazi u široka pobrđa. U zapadnom delu nalazi se Požarevačka greda sa najvišom kotom od 175 m na Leštarskom visu. Ravnica Stig zahvata međuprostor sa nadmorskom visinom od 75—80 m. Ravnica Stiga se preko Klepečke kose spušta u široki aluvion reke Dunava.

Hidrološke karakteristike ležišta

U predelu kostolačkog basena pored reke Dunava ističe se reka Mlava, koja teče ravnicom Stig i uliva se u Dunav kod Kostolca. Dolina Dunava je niska i široka. Dunav se grana u rukavce, čime su stvorena rečna ostrva. Jedno od tih je i donje Kostolačko ostrvo sa čije južne strane teče rukavac Dunava — Dunavac. Nivo Dunavca se održava na koti 66,2 mm radom crpne stanice kod Rama, dok se nivo Dunava nalazi na koti oko 68,5 mm.

Reka Mlava u gornjem toku ima strmo korito, kao i njene pritoke, pa ima bujični karakter. U sušnom periodu ona ima mali proticaj, dok u kišnim periodima nivo vode naraste, pa čak dolazi i do poplava priobalnih terena od Petrovca nizvodno. Od sela Bradarca do ušća, reka Mlava je regulisana. Uz novo korito izgrađen je i desnoobalni nasip koji ulazi u sistem zaštite donjeg Kostolačkog ostrva od uspora Dunava posle izgradnje HE Đerdap.

Minimalni proticaj Mlave iznosi 0,7 m³/s, srednji godišnji 7,79 — 14,20 m³/s, a maksimalne vode dostižu preko 200 m³/s.

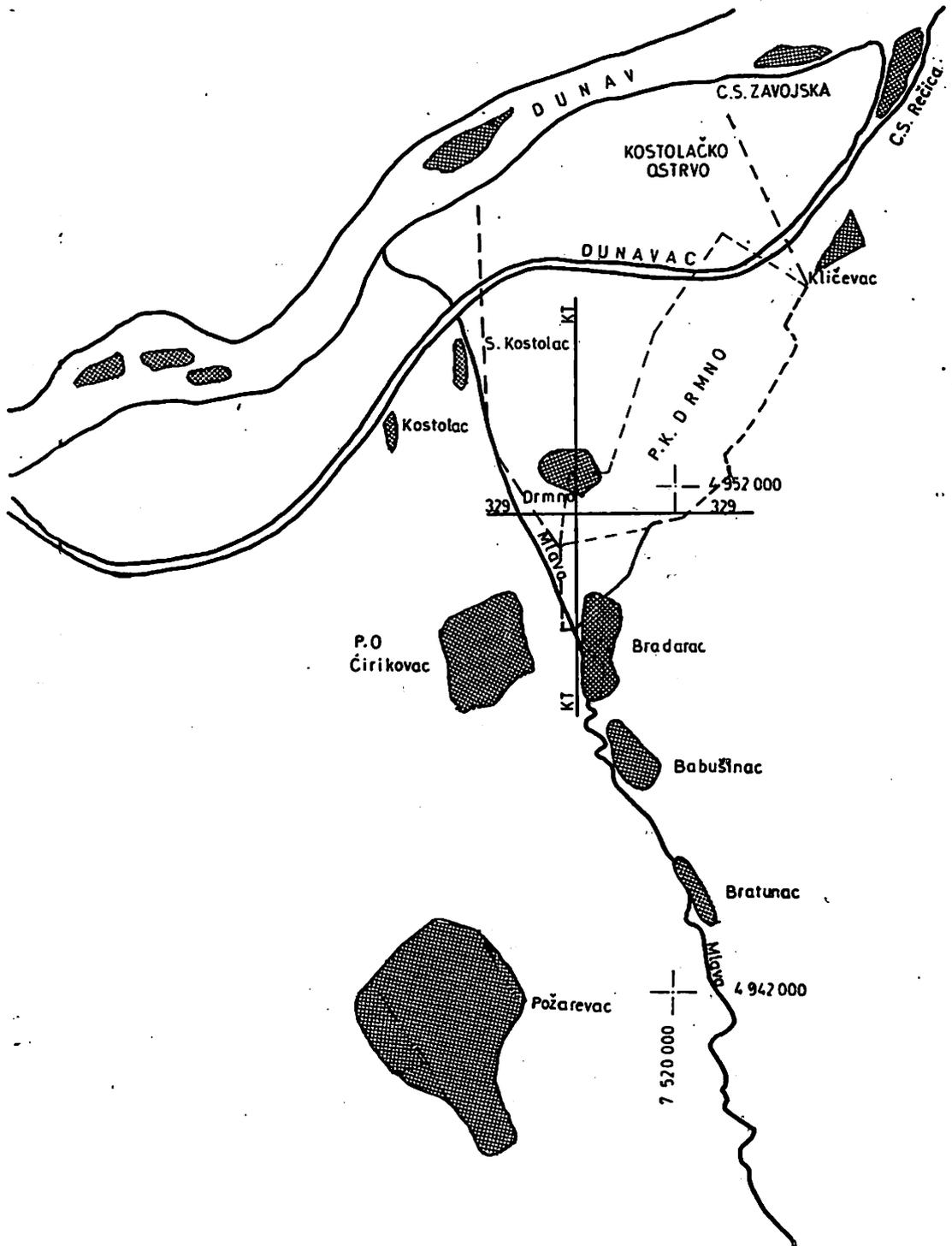
Visina atmosferskih padavina za ovo područje iznosi oko 550 mm/god.

U junu mesecu su najveće srednje mesečne padavine (87,5 mm), a u septembru najmanje (39,5 mm).

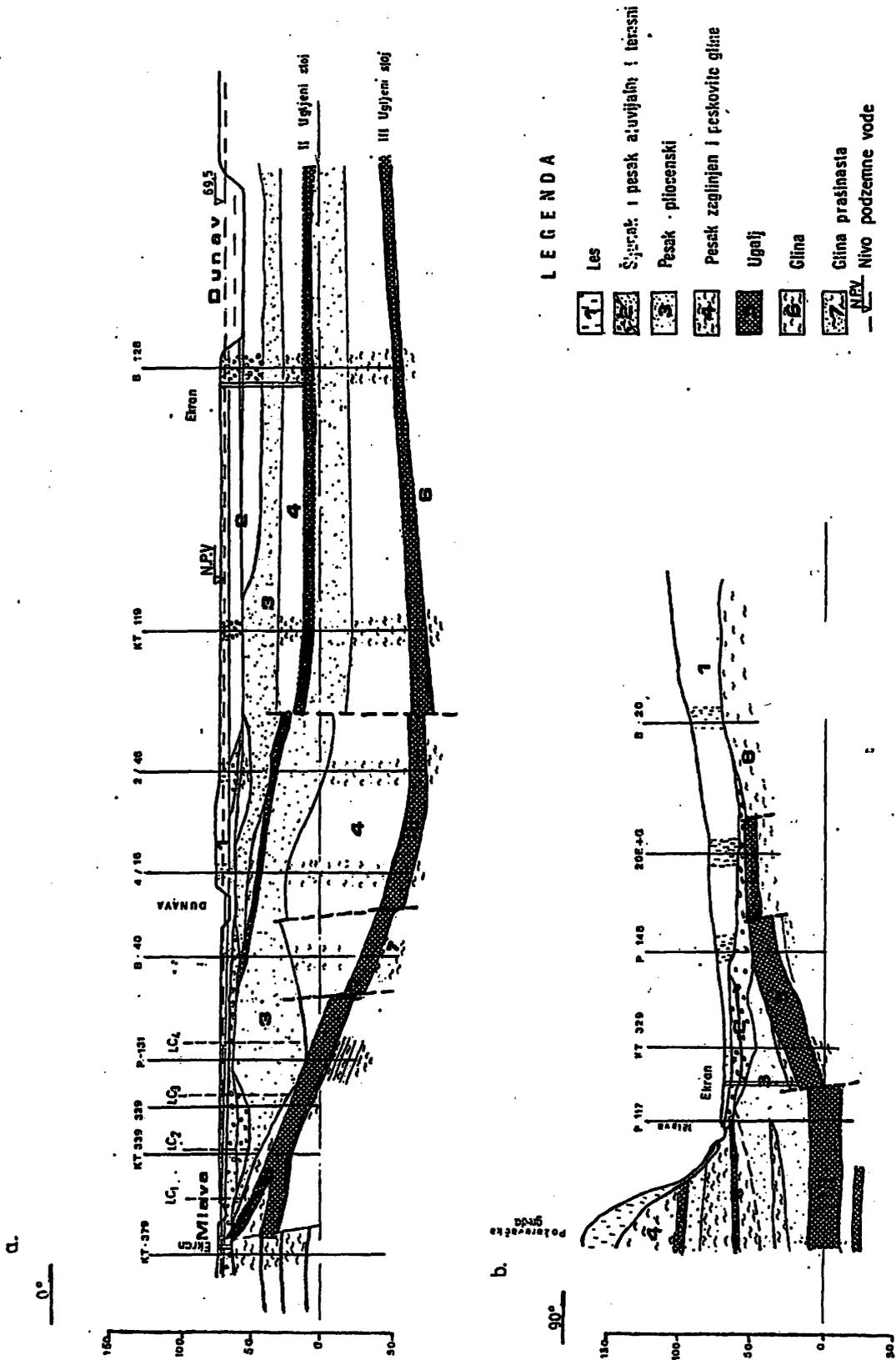
Primenjene metode istraživanja ležišta

Istraživanja kostolačkog ugljenog basena sastojala su se od:

1 — istražno—strukturnog bušenja čime su obezbeđene ugljene rezerve



Sl. 1 — Situaciona karta ležišta Drmno.



Sl. 2 — Objekti odvodnjavanja. a — Šumatski hidrogeološki uzdužni profil KT kroz ležište Drmno b — šumatski hidrogeološki poprečni profil 329.

- 2 — geomehantičkog bušenja i ispitivanja radi utvrđivanja geomehantičkih parametara, kako bi se odredili geomehantički uslovi na kopu
- 3 — hidrogeoloških istraživanja, kao što su: hidrogeološka bušenja radi utvrđivanja hidrogeoloških odnosa u basenu, ugradnja pijezometara kako bi se izučavao režim pojedinih izdani, bušenje bunara i probna crpljenja radi određivanja filtracionih karakteristika pojedinih kolektora, hemijska ispitivanja izdanskih voda radi sagledavanja mogućnosti njihove upotrebe i utvrđivanje njihove agresivnosti. Vršena su još i stacionarna osmatranja pojedinih elemenata režima izdanskih voda, rečnih voda i atmosferskih padavina.

Utjecaj hidrogeoloških prilika ležišta Drmno na izbor metoda odbrane površinskog kopa od podzemnih voda

Hidrogeološke prilike u ležištu određuju izbor metoda odvodnjavanja u budućem površinskom kopu Drmno (sl. 2 — hidrogeološki profili).

Na izbor metoda odvodnjavanja utiču i sledeći hidrogeološki faktori:

- pojava izdani u krovini ugljenog sloja
- pojava infiltracije iz reke Mlave u prateće krovinske naslage ugljenog sloja
- krovinske naslage se sastoje od peskova, šljunkova, prašinstih peskova i glina
- pojava II ugljenog sloja u krovinskim naslagama
- pojava podinske izdani pod delimičnim pritiskom
- pojava infiltracije iz reke Dunava i Dunavca u krovinske naslage II ugljenog sloja i podinu II ugljenog sloja
- blizina stalnih površinskih tokova
- veličina infiltracije površinske vode
- veličina isparavanja i dr.

Na osnovu ovih, tehnoloških i drugih faktora izvršen je izbor metoda odvodnjavanja na površinskom kopu Drmno.

Koncepcijsko—tehničko rešenje zaštite površinskog kopa od podzemnih voda

Zaštita površinskog kopa od podzemnih voda uslovljena je geološko—hidrogeološkim i tehnološkim faktorima (izmenom položaja figure otvaranja, dinamikom proizvodnje i izmenom koncepcije otkopavanja i odlaganja masa).

Imajući u vidu prirodne uslove koji vladaju u ležištu i izabranu rudarsku tehnologiju, zaštita površinskog kopa od podzemnih voda može se, prema dinamici, podeliti u tri faze:

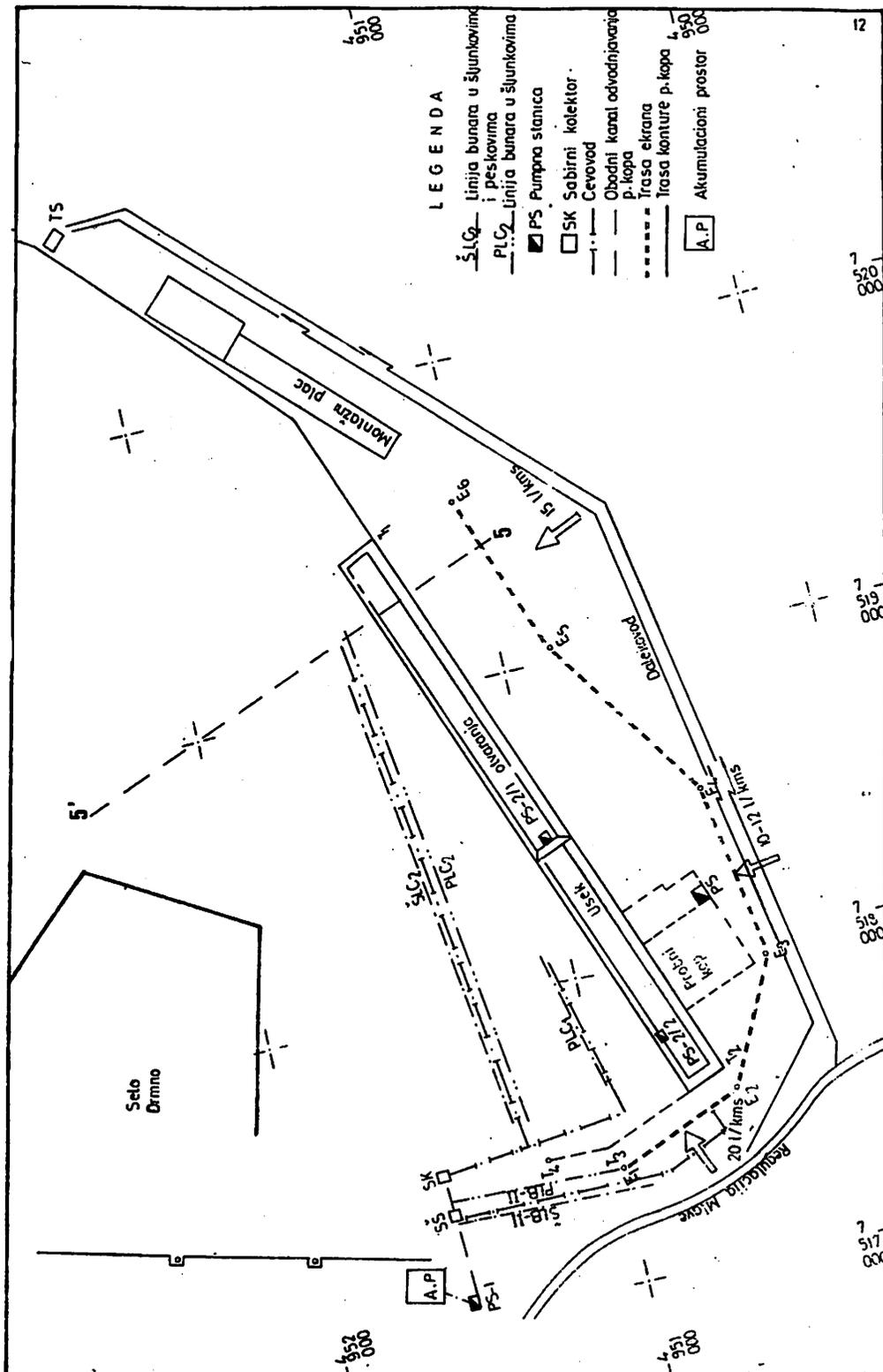
- pripremna faza
- faza otvaranja i
- faza eksploatacije

Analizirajući samo prirodne (hidrološko—hidrogeološke) uslove u ležištu može se koncepcija zaštite površinskog kopa od podzemnih voda podeliti u tri faze:

- zaštita figure otvaranja površinskog kopa od podzemnih voda (sl. 3)
- zaštita površinskog kopa od podzemnih voda u prostoru do profila 5 (tj. južno od sela Drmno — I faza eksploatacije)
- zaštita površinskog kopa od podzemnih voda u prostoru istočno od profila 5 (tj. severoistočno od sela Drmno — faza punog kapaciteta).

Analizirajući se prikaz zaštite figure otvaranja od voda i u prostoru do profila 5. Na ovakva razmatranja upućuju posebno prirodni, složeni hidrološki, hidrogeološki i rudarsko—tehnološki uslovi:

- figura otvaranja se nalazi između dva velika naselja
- figura otvaranja se nalazi na jugozapadnom konturnom delu eksploatacionog polja, a jugoistočno od nje je spoljašnje odlagalište
- figura otvaranja se nalazi u blizini izmeštenog korita reke Mlave (oko 200 m)
- u zoni figure otvaranja nalaze se raslojene krovinske naslage vodonosnog kolektora (12 — 32 m) glina, šljunkova i peskova; prostiranje šljunkova je praktično neograničeno
- krovinska izdan ima pad od istoka prema zapadu
- ugljeni sloj je relativno plitko u figuri otvaranja (na istoku oko 22 m, na zapadu oko 22 m, a u središnjem delu oko 10 m)
- na južnom i jugozapadnom delu vodonosne naslage se podvlače pod reku Mlavu gde imaju direktnu vezu sa njom
- deo eksploatacionog polja južno od sela Drmno ima veoma složene hidrogeološke odnose, a posebno sa aspekta odvodnjavanja, jer se u neposrednoj blizini nalaze sela Drmno i Bradarac, pa se efekti odvodnjavanja osećaju i ispod njih, a samim tim i sve posledice zbog sniženja nivoa podzemnih voda (spuštanje tla, presušivanje bunara itd.)



Sl. 3 – Objekti odvodnjavanja u pripremnoj fazi.

- u eksploatacionom području prema severu ostaju znatne rezerve uglja u zaštitnim stubovima TE Drmno i sela Drmno
- pod uticajem površinskog kopa u podzemlju se stvara široka depresiona zona, koja znatno pogoršava uslove u tlu sa aspekta poljoprivrede, vodoprivrede i stabilnosti industrijskih objekata i naselja.

Rezultati obrade hidrogeološke analize i rudarsko—tehnoloških uslova ukazuju da su moguća dva tehnička rešenja odvodnjavanja figure otvaranja površinskog kopa:

- odvodnjavanje metodom bunara (varijanta 1)
- odvodnjavanje kombinovanom metodom: zaštitnom zavesom, usekom predodvodnjavanja i bunarima (varijanta 2).

Odvodnjavanje u fazi eksploatacije zavisi od prirodnih uslova; time je predodređena primena bunara uz dopunske metode (sl. 2).

Odvodnjavanje metodom bunara (varijanta 1) sastoji se od mreže bunara po južnoj, severnoj i zapadnoj konturi figure otvaranja. Rade se tri spoljne linije bunara (Š4A, Š4B—1 i Š4C₂) i unutrašnja linija (P4A, Š4C₂ i P4B—1). Rastojanje bunara u liniji je 100 m, a rastojanje linija 50 m. Rastojanje unutrašnje linije od spoljne konture površinskog kopa je 70 m.

Odvodnjavanje kombinovanom metodom, zaštitnom zavesom izvedenim usekom predodređivanja i bunarima (varijanta 2) sastoji se od izrade ekrana po južnoj i zapadnoj konturi useka otvaranja.

Severnu liniju, kao i kod varijante 2, čini linija bunara (4C₂) i usek predodređivanja (UPO).

Bunari se buše rotaciono reversno sa Ø 820 mm i konstrukcijom bunara Ø 400 mm.

U bunare se ugrađuju dva tipa filtra Gavrilko, jedan u zoni šljunkova poroznosti veće od 40% i granulata 4 do 8 mm, i drugi u zoni peskova poroznosti > 25% i granulata 1 do 4 mm.

Bunari se buše do krovine ugljenog sloja (dubine od 30 do 70 m).

Ekran se radi kao vodonepropusna glineno—cementna zavesa u krovini ugljenog sloja ili gline,

gde se ukotvi u vodonepropusnu seriju (dubine od 12 do 32 m). Debljina ekrana je 0,60 m i koeficijenta filtracije < 10⁻⁸ m/s.

Iz detaljne tehno—ekonomske analize uslova u ležištu i tehnoloških uslova proizlazi da bi se primenom kombinovane metode zaštitna zavesa — usek predodvodnjavanja (UPO) i bunara u zoni figure otvaranja postigli znatno brži i povoljniji efekti odvodnjavanja nego po varijanti 1, koji se ogledaju u sledećem:

- da su investiciona ulaganja kod obe varijante približno ista
- da je vreme predodređivanja figure otvaranja kraće (oko 1 godina) kod varijante 2
- da se postižu znatno povoljniji efekti odvodnjavanja u figuri otvaranja pod svim uslovima nivoa podzemne vode
- smanjeno pumpanje količine vode i njen transport do stalnih vodotokova, zbog sprečavanja dotoka sa južne i jugozapadne strane
- sigurno izvođenje radova otvaranja pod zaštitom ekrana
- smanjena potrošnja elektro—energije za pumpanje podzemne vode
- smanjeni troškovi i pojednostavljena tehnologija odvodnjavanja
- sigurna izrada silaznih rampi za spuštanje bagera
- sprečavanje proširenja depresije prema jugu i sprečavanje isušavanja zemljišta i objekata za vodosnabdevanje u selu Bradarac, a samim tim i smanjenje investicija
- sigurno formiranje unutrašnjeg odlagališta
- smanjenje troškova za odštete građanima zbog poremećaja vodoprivrednog režima u tlu pod uticajem drenaže površinskog kopa Drmno
- najvažnija prednost je povećana sigurnost izvođenja rudarske tehnologije u fazi otvaranja i formiranja unutrašnjeg odlagališta.

Položaj figure otvaranja utiče na izbor zaštite površinskog kopa od vode. Podzemne vode teku generalno prema severu, tj. prema Dunavu, a lokalno prema zapadu, tj. prema Mlavi, te je figura otvaranja direktno ugrožena podzemnim vodama. Protok podzemnih voda je oko 20 do 25 l/s/km kroz krovinske šljunkove.

Zaštita figure otvaranja

Zaštita figure otvaranja od voda deli se u dve etape: etapu pripremnih radova i radova u fazi otvaranja.

Etapa pripremnih radova

Ova etapa sastoji se od izmeštanja rečnog toka Mlave, izrade ekrana južno i zapadno od useka i izrade mreže bunara po severnoj i zapadnoj konturi otvaranja površinskog kopa.

Nivo podzemne krovinske vode u figuri otvaranja je na koti cca 69 m.

Pod uticajem depresije linije bunara LC₁, LC₂, ekrana i useka UPO obara se nivo podzemne vode zavisno od vremena crpljenja. Ukupno je u radu oko 50 bunara.

Početne količine za crpljenje su maksimalne i iznose cca 860 l/s. Jednovremeno se crpe i istekla podzemna voda iz useka prethodnog odvodnjavanja od cca 90—130 l/s.

Pod zajedničkim dejstvom linije bunara LC₁, LC₂, ekrana i useka predodvodnjavanja posle 12 meseci crpljenja obara se nivo podzemne vode dovoljno da se mogu izvoditi radovi otkopavanja vedričarom, tj. radovi na izradi useka otvaranja.

Rastojanje između linija u baraži je 50 m. Rastojanje između bunara u liniji je oko 80 — 100 m (sl. 3 i 4).

Baraže bunara (LC₁ i LC₂) se sastoje od po dve linije bunara, spoljašnje (ŠL) i unutrašnje (PL).

Sa severne strane se figura otvaranja štiti sa dve linije bunara LC₁ i LC₂.

Posle određenog vremena kapacitet bunara ovih linija opada sem u slučaju visokog nivoa Mlave.

Pre početka radova otvaranja treba da bude izrađena linija bunara LC₃.

Etapa otvaranja

Obaranjem nivoa podzemne vode u zoni figure otvaranja stvaraju se uslovi za početak izrade useka otvaranja. Novoizgrađeni i aktivirani bunari i ekran štite figuru otvaranja sa severne, istočne, južne i zapadne strane od infiltracije iz reke Mlave i krovinske izdani ležišta Drmno. Nivo vode je dovoljno spušten da se može izraditi usek otvaranja.

U ovoj etapi izgradnje moraju se izvoditi sledeći radovi odvodnjavanja (sl. 3):

- crpljenje podzemne vode u bunarima linije PLC₂ i LC₁, tj. iz 60 bunara
- u već delimično iskopani usek otvaranja postavljaju se pumpe pumpne stanice PS 2/1 sa pojedinačnim kapacitetom u početku do 50 l/s, kasnije do 140 l/s, a ukupno u ovoj fazi do 300 l/s
- u ovoj etapi se aktiviraju i rade i druge bunarske linije ŠLB—II, PLB—II, ŠLC₃, PLC₃, ŠLB—III, PLB—III, ŠLC—4 i PLC₄.

Radi se 36 dopunskih bunara, što sa već izvedenim bunarima čini ukupno 137 bunara u radu, a gašenjem linije LC₂ u radu su 104 bunara. Svi bunari su opremljeni potapajućim pumpama odgovarajućih karakteristika Q i H.

Linija LC₄ bunara mora da bude uključena u rad u toku prve godine otvaranja kako bi oborila nivo podzemne vode pred otkopnim frontom za tekuću godinu investicione izgradnje.

Zaštita površinskog kopa u fazi pune eksploatacije

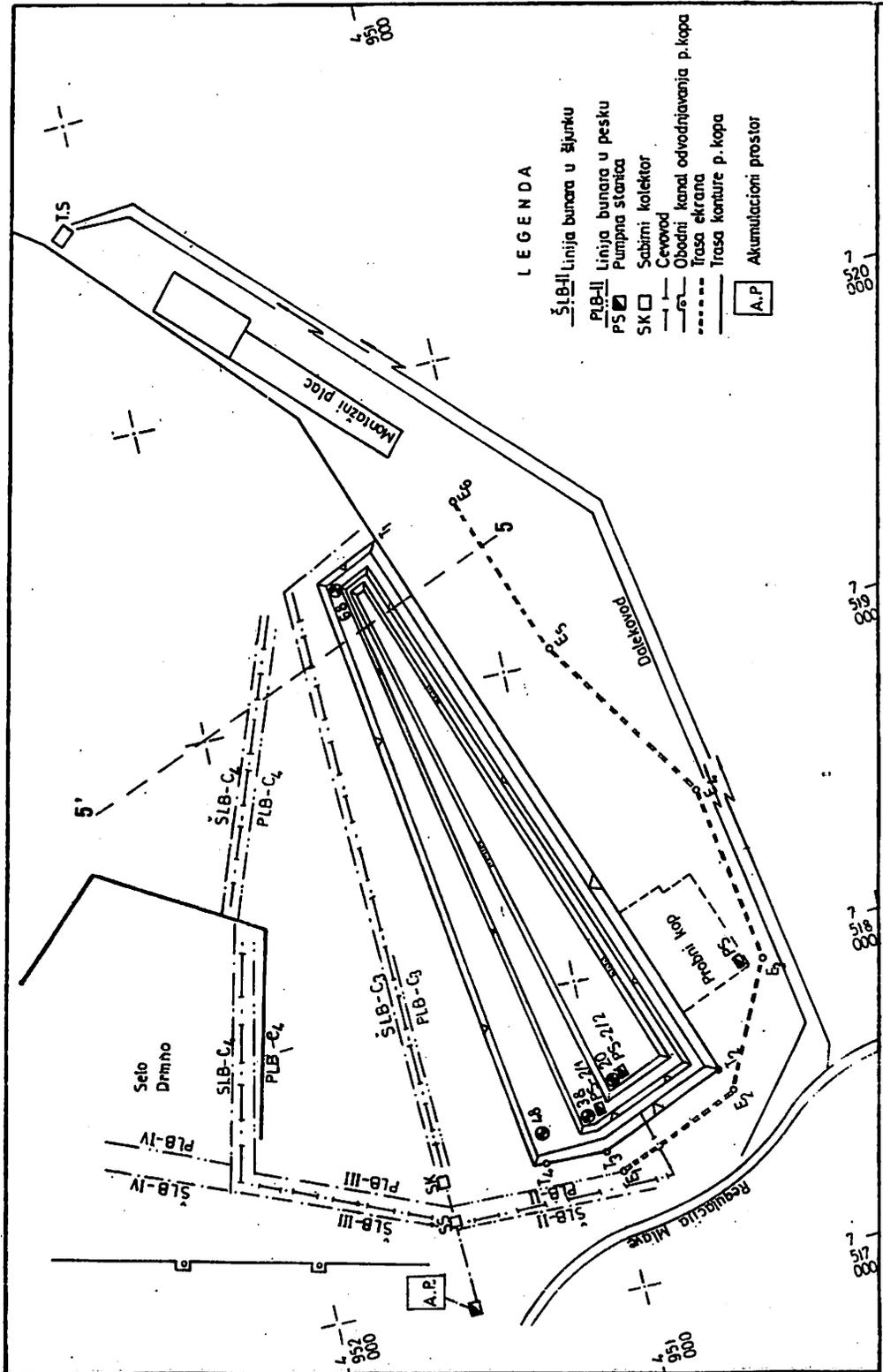
Napredovanjem radova od profila 5 (severoistočno od sela Drmna) dobijaju se stalne dužine etaža i ostvaruje puna širina površinskog kopa.

Krovinske naslage su zavodnjene i nagnute prema severozapadu. Delimično mogu biti zavodnjene i podinske naslage, ako je u podini pesak. U unutrašnjem planumu se formira isticanje podzemne vode na nožici unutrašnjeg odlagališta.

Odvodnjavanje površinskog kopa u fazi eksploatacije se generalno poklapa se ranije datim rešenjima; međutim, postoji i dopuna, jer se sada koriste i aktiviraju i presečeni bunari rudarskim radovima. Baterije bunara, koje se sastoje od dve linije bunara (ŠLC₂ i PLC₂), biće presečene rudarskim radovima. Plići bunari ŠLC₂ se ne mogu ponovo aktivirati posle prolaska rudarskih radova. Aktiviraju se samo bunari linije PLC₂.

U radu su uvek dve baterije bunara sa po dve linije (ŠLB i PLB linije bunara).

Međusobno rastojanje baterija bunara je oko 400—500 m, a linija bunara u bateriji 50—70 m. Rastojanje bunara u liniji ŠLB je oko 100, kao i u PLB, s tim što bunari linije PLB mogu imati i manji razmak (70—100 m).



Sl. 4 — Objekti odvodnjavanja u fazi eksploatacije

Za zaštitu unutrašnjeg odlagališta postavlja se horizontalna drenaža (kanali ispunjeni šljunkovitim materijalom). Svetli profil kanala je oko 1,5 m², a maks. 2,5 m, što zavisi od lokalnih uslova.

Otkopani prostor uz severozapadnu završnu kosinu je najniža tačka površinskog kopa u kojoj treba očekivati visok nivo podzemnih voda, što će sa aspekta sigurnosti u radu opreme predstavljati problem usled opasnosti od mogućih deformacija u nožici ovog dela otkopne etaže, odlagališta i eventualnog klizanja. Da bi se obezbedio siguran rad na ovom delu odlagališta potrebno je stalno održavanje oborenog nivoa podzemne vode što se postiže severnom obodnom linijom bunara. Ukoliko ono nije dovoljno, onda se severnije postavi nova linija bunara. U radu su stalno najmanje dve baraže ili četiri linije bunara iz prethodnog odvodnjavanja, koje će održavati projektovani oboreni nivo podzemne vode. Ukoliko se to pokaže kao nedovoljno, mreža bunara se u toj zoni postavlja gušće na oko 50 m.

Kontura površinskog kopa u svom završnom delu na severoistoku dopire do Dunavca i prelazi preko njega. Zbog nedovoljno ograničenih rezervi južno od Dunavca obuhvaćene su eksploatacione rezerve severno od Dunavca, te se predviđa izrada objekata odvodnjavanja severno od Dunavca kao zaštita površinskog kopa od voda zavisno od poduhvaćenih rezervi. Predviđaju se sledeći radovi u slučaju kada površinski kop prelazi severno od Dunavca, što pretpostavlja i daje prostiranje eksploatacionog polja:

- izmeštanje toka Dunavca severno od konture površinskog kopa, najmanje za 100 m
- zapunjavanje otkrivenog starog korita u dužini od min. 300 m zapadno od ivice površinskog kopa

- održavanje stalnog spuštenog nivoa vode u Dunavcu
- iskop novog korita od oko 3 km dužine
- pumpama se održava stalno nizak nivo vode u Dunavcu (tj. do dna Dunavca)
- na rastojanju od 200 m severno od Dunavca radi se mreža bunara do krovine ugljenog sloja kojima se odvodnjavaju krovinske naslage.

Za dalji razvoj prema Dunavu predviđa se izrada bunara i ekrana.

Zaključak

Hidrogeloške karakteristike ležišta imaju presudan značaj na izbor metoda odvodnjavanja.

U ležištu Drmno razvijene su tri izdani:

- krovinska izdan u aluvionu
- krovinska izdan u pliocenskim peskovima i
- podinska izdan u podini II ugljenog sloja, tj. u krovini III ugljenog sloja.

Utvrđeni su uticaji površinskih tokova na podzemne vode, kao i stepen infiltracije.

Analiziran je uticaj hidrogeoloških karakteristika na izbor metoda odvodnjavanja.

Na kraju je dat uticaj hidrogeologije ležišta Drmno na izbor metoda odvodnjavanja na površinskom kopu Drmno. Prikazane su metode u fazi otvaranja i u fazi eksploatacije, kao i zaštita od infiltracije iz Mlave, Dunavca i Dunava u površinski kop.

SUMMARY

Selection of a Method of Openpit Mine Drmno Protection Against Groundwaters as a Function of Deposit Hydrogeological Conditions

Lignite Deposit Drmno belongs to Kostolac Coal Basin. Extensive exploration works were completed yielding the hydrogeological relations and parameters of the Deposit. Two alternative protection solutions were proposed:

- Alternative I — Well method
- Alternative II — Combined method (protective curtain, pre-dewatering cut and wells).

Advantage was given to Alternative II affording improved operating effects and higher mining safety. Protective works are completed in three stages:

- Preparation works
- Opening
- Full mining

The effects of drainage system operation are monitored during all three operating stages.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Methodenauswahl der Schutzart des Tagebaues Drmno von dem Grundwasser in der Funktion der hydrogeologischen Verhältnisse der Lagerstätte

Der Lagerstätte der Braunkohle Drmno gehört zum Becken Kostolac. Es sind umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, auf Grund dessen die hydrogeologische Verhältnisse und die Kennwerte dieser Lagerstätte festgestellt sind. Es sind zwei Varianten für die Lösung des Schutzes vorgeschlagen:

- I Variante — mit der Brunnenmethode
- II Variante — mit der Kombinationsmethode (Schutzschleier, Einschnitt der Vorentwässerung und Brunnen).

Der Vorzug ist der II Variante gegeben, welche bessere Arbeitseffekte und eine grössere Sicherheit der Gewinnung bietet. Die Schutzarbeiten des Grundwassers werden in drei Stufen durchgeführt:

- die Vorrichtungsarbeiten
- die Ausrichtungsarbeiten
- die volle Gewinnung

In allen drei Stufen werden die Arbeitseffekte des Entwässerungssystemes verfolgt.

РЕЗЮМЕ

Выбор метода защиты карьера открытой разработки Дрмно от подземных вод с учетом гидрогеологических условий месторождения

Месторождение лигнита Дрмно относится к костолачному угольному бассейну. Проведены объемные исследовательские работы, на основании которых установлены гидрогеологические отношения и параметры этого месторождения. Предложены два варианта решения защиты:

- I вариант — методом колодцев
- II вариант — комбинированный метод (защитная завеса, траншея предварительного обезвоживания и колодцы).

Предпочтение отдается II варианту, который обеспечивает лучшие рабочие эффекты и большую надежность эксплуатации. Работы по защите от подземных вод проводятся в три этапа:

- подготовительные работы
- вскрытие
- полная разработка

Все три этапа проводятся при наблюдении за эффективностью работы по обезвоживанию

Literatura

- A l j t o v s k i**, 1973: Hidrogeološki priručnik, Beograd.
- F i l i p o v i ć**, 1980: Metodika hidrogeoloških istraživanja I, Beograd.
- S i m i ć**, **M r š o v i ć**, **P a v l o v i ć**, 1984: Odvodnjavanje površinskih kopova, Beograd.
- M r š o v i ć**, **R a d o n i ć**, 1982: Aneks Investicionog programa izgradnje PK Drmno, Rudarski institut, Beograd (deo: Zaštita od voda).
- M r š o v i ć—R a d o n i ć**, 1983/4: Glavni rudarski projekat PK Drmno, Rudarski institut, Beograd, (deo: Zaštita PK od voda)
- M r š o v i ć—R a d o n i ć**, 1984: Dopunski rudarski projekat PK Drmno, Rudarski institut, Beograd, (deo: Zaštita PK od voda).
- J o s i p o v i ć**, **M i l o š e v i ć**, 1982: Hidrogeološki elaborat Drmna, Rudarski institut, Beograd.

Autori: dr inž. Dušan Mršović i dipl. inž. Slobodan Radonić, Zavod za eksploataciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. J. Kun, Beograd

Članak primljen 9. 7. 1985, prihvaćen 15. 7. 1985.

TRANSPORT I DEPONOVANJE PEPELA I ŠLJAKE NA JUGOSLOVENSKIM TERMoeLEKTRANAMA

(sa 2 slike)

Dipl. inž. Dinko Knežević

Uvod

Otpepeljavanje i deponovanje pepela je jedan od primarnih tehnoloških sistema u ciklusu proizvodnje električne energije u termoelektranama na ugalj.

U osamnaest aktivnih jugoslovenskih termoelektrana, od kojih gotovo sve kao gorivo troše niskokalorični lignit, proizvodi se godišnje oko 10 miliona tona pepela. Neophodno je da se sav taj pepeo kontinualno izdvaja i potom deponuje na područje van termoelektrane.

Jasno je da operacija otpepeljavanja i deponovanja ne može da imati pozitivan efekat na tehnološki proces proizvodnje energije, ali ga zato može značajno kompromitovati ukoliko se proces otpepeljavanja i deponovanja ne vrši kontinualno i tehnički sigurno. Istovremeno, ova operacija finansijski opterećuje primarni proizvod — energiju.

Na jugoslovenskim termoelektranama susreće se pravo šarenilo sistema i metoda otpepeljavanja, transporta i deponovanja. Uglavnom su to metodologije koje su, često i nekritički, uvezene zajedno sa opremom.

Analiza sadašnjeg stanja

Sistem odlaganja pepela i šljake sastoji se od nekoliko u nizu povezanih podsistema koje je pot-

rebno ukomponovati tako da čine tehnološku celinu sa ciljem da svojim radom obezbede sigurnu i nesmetanu proizvodnju električne energije, s jedne strane, te tehnički i ekološki sigurno deponovanje pepela i šljake, s druge strane.

Pomenuti podsistemi su:

- prikupljanje i unutrašnji transport pepela i šljake
- spoljni transport pepela i šljake
- deponovanje pepela i šljake.

Prikupljanje i unutrašnji transport

Prikupljanje pepela i šljake je početna faza tehnološkog procesa deponovanja i ima za cilj sakupljanje pepela i šljake na svim mestima njihovog pojavljivanja.

Šljaka se izdvaja ispod ložišta, a pepeo ispod zagrejača vazduha, kanala dimnih gasova, dimnjaka i elektrofiltra. Odnos količina pepela i šljake koje se izdvajaju na pojedinim mestima je različit od elektrane do elektrane, ali obično šljake ima do 10%, elektrofiltarskog pepela 82–85%, dok se ostatak izdvaja unutar glavnog pogonskog objekta i u dimnjaku.

Da bi šljaka bila pogodna za transport treba je ohladiti i usitniti s obzirom da je krupnozrna (ggk 200 — 350 mm) i da ima visoku temperaturu (600–800°C).

Hlađenje šljake se vrši u odšljakivaču u koji direktno i pada iz ložišta. Pomoću skrepera ohlađena šljaka se izvlači iz „kade“ odšljakivača i odvodi do specijalne drobilice, obično sa nazubljenim valjcima, gde se vrši njeno usitnjavanje.

Ohlađena i usitnjena šljaka se, zavisno od uslova spoljnog transporta, odvodi trakama do bunkera ili kanalom do napojnog sanduka „bager“ pumpi.

Dok se izdvajanje šljake vrši ustaljenim metodama na gotovo svim termoelektranama, dotle kod otpeljavanja postoji više načina uslovljenih kako načinom spoljnog transporta tako i osobinama pepela.

Na našim termoelektranama uglavnom se primenjuju sledeći načini otpeljavanja i unutrašnjeg transporta pepela:

- hidraulički
- pneumatski
- hidrauličko–pneumatski.

Hidraulički sistem se javlja kroz dva rešenja:

- sistem sa vodom pod pritiskom i
- sistem slobodnog spiranja.

Kod sistema sa vodom pod pritiskom pepeo se iz sabirnih levkova na prihvatnim mestima kotlovske postrojenja, levkova elektrofiltra i dimnjaka odvodi usisnim dejstvom vodenih ejektora. Formirana mešavina pepela i vode transportuje se dalje pod pritiskom do kanala kojim se uvodi u napojni sanduk „bager“ pumpi.

Sistem slobodnog spiranja podrazumeva slobodno padanje pepela u posebne uređaje tzv. „čajnike“ (ili „čizme“), njegovo spiranje vodom i gravitacijski transport do napojnog sanduka „bager“ pumpi.

Hidraulički sistem se odlikuje jednostavnošću i pouzdanošću, ali ima i negativnih osobina od kojih je najznačajnije to, da je pulpa koja se na ovaj način formira veoma retka. Ovi sistemi se projektuju na gustinu od 10% Č (po masi), mada se u praksi gustina kreće od 3 do 8% Č. Ovako retka pulpa iziskuje uvećana investiciona ulaganja u opremu, te poskupljuje transport i deponovanje pepela i šljake.

Bitno je i to, da se hidrauličko otpeljavanje može nastaviti samo hidrauličkim spoljnim transportom.

Hidraulički sistem otpeljavanja egzistira, između ostalih na tri bloka termoelektrane „Nikola Tesla–A“, TE „Kostolac“ i TE „Šoštanj“ (tri bloka). U termoelektranama u Obrenovcu i Šoštanju koristi se sistem unutrašnjeg transporta pepela pod pritiskom, dok se u kostolačkoj termoelektrani uspešno primenjuje sistem slobodnog spiranja.

Pneumatski transport je našao značajnu primenu u našim termoelektranama, posebno na termoelektranama Bosne i Hercegovine. I ovaj vid transporta se javlja kroz dva rešenja:

- pneumatski transport gravitacijom (u pneumatskim koritima) i
- pneumatski transport potiskivanjem.

Po pravilu se oba načina transporta susreću na istom objektu s tim što se na mestima gde se pepeo izdvaja u velikim količinama (elektrofiltri) susreću pneumatska korita, a na pojedinačnim mestima gde se izdvajaju manje količine pepela (kanal dimnih gasova, dimnjak) nalaze se pneumatski ejektori.

Vazduh za ejektore i fluidizaciju pneumatskih korita obezbeđuje se preko ventilatora i duvaljki.

Prednost ovog vida otpeljavanja se ogleda u mogućnosti primene svih vidova spoljnog transporta – hidraulički, transportne trake, železnica, žičara, kamioni i sl. Ovaj vid transporta se koristi kod elektrana koje proizvode „kalcijski“ pepeo (Gacko, Kakanj) i u elektranama koje oskudevaju u industrijskoj vodi (Bitola).

Kombinovani pneumatsko–hidraulički sistem u novije vreme sve više zamenjuje klasični hidraulički sistem unutrašnjeg transporta pepela i šljake.

Osnovna karakteristika ovog sistema je da se na mestima gde se izdvajaju najveće količine pepela – elektrofiltri – umesto mnoštva ejektora ugrađuju pneumatska korita. U koritima se obično skuplja pepeo cele kolone elektrofiltra, a ejektor se ugrađuje na kraju tog pneumatskog korita. Na ovaj način se postižu znatne uštede vode s obzirom da se ejektor dimenzioniše na vršni kapacitet kolone elektrofiltra, a ne kao kod hidrauličkog

sistema na vršni kapacitet svakog mesta izdvajanja pepela. S obzirom da su kolebanja u količini pepela koji se izdvoji u koloni znatno manja nego kolebanja na pojedinim mestima izdvajanja jasno je da su uštede u potrošnji vode prisutne.

Primenom ovog sistema rada mogu se ostvariti projektovane gustine spoljnog transporta od 10% Č. Činjenica je, da ova metoda otpeljavanja pruža dodatne mogućnosti za spravljanje pulpe i veće gustine (15–20% Č), ali se ni na jednoj našoj elektrani još ne radi sa tim gustinama.

Pneumatsko–hidraulički sistem egzistira na tri bloka TE „Nikola Tesla–A“, TE „Nikola Tesla–B“, TE Pljevlja te na dva bloka Te Šoštanj.

Spoljni transport

Zadatak spoljnog transporta je da pepeo i šljaku koji su prikupljeni u termoelektrani i uskladišteni, u bunkeru ili napojnom sanduku „bager“ pumpe, transportuje do mesta deponovanja.

Izbor odgovarajućeg transportnog sistema zavisi od više faktora kao što su:

- karakteristike i mogućnosti pojedinih transportnih sistema
- osobine materijala koji se transportuje
- udaljenost deponije
- način otpeljavanja i unutrašnjeg transporta
- način i metodologija deponovanja
- mogućnost ugradnje domaće opreme
- investiciona ulaganja i troškovi eksploatacije
- uticaj transporta na zagađenje okoline
- raspoloživost vode za transport
- lokacija naseljenih mesta, i sl.

Na našim termoelektranama danas se uglavnom susreću dva vida transporta:

- hidraulički
- mehanički.

Hidraulički transport je najrasprostranjeniji sistem transporta pepela i šljake. Zapaženo je da se nigde ne koristi gravitacijski transport, već isključivo prinudni transport „bager“ pumpama. Ovo je uslovljeno uobičajenom lokacijom termoelektrana u ravničarskim delovima pored vodonosnika.

Hidraulički sistem transporta se odlikuje jednostavnošću i niskim investicionim troškovima pa čak i u uslovima transporta izuzetno retke pulpe, što je danas redovna pojava.

Izvesne probleme pri ovoj metodologiji čine inkrustacija i abrazija cevovoda, mada se i ovo može preduprediti. Analize sa stanovišta izrade deponije ukazuju, takođe, na povoljnost ovog sistema. Hidraulički transport retke pulpe instaliran je na termoelektranama „Nikola Tesla A i B“, Kostolac, Morava, Kolubara, Tuzla, Pljevlja i Šoštanj.

Mehanički vidovi transporta pomoću transportnih traka, žičara, autocisterni i kamiona – kipera našli su primenu i u ciklusu transporta pepela i šljake.

Transportne trake su prisutne na termoelektranama Bitola i Kosovo.

Kod transporta transportnim trakama nužna je izgradnja duple linije traka kojim se ovlaženi pepeo i šljaka transportuju do odlagališta.

Investiciona ulaganja u izradu duple linije traka su znatna, troškovi eksploatacije nisu mali, ali najveći problem čini aerozagađenje koje prouzrokuje bezvodni transport i odlaganje.

Transport pepela i šljake pomoću žičare prišutan je na termoelektrani Kakanj. Ovaj sistem je izabran kako zbog „kalcijuskog“ pepela, tako i zbog metodologije deponovanja. Naime, deponija koju koristi TE Kakanj je prirodna kotlina pregrađena pepelom i šljakom. U ovako formiran prostor se sipaju ovlaženi pepeo i šljaka koji se stvrđavaju nakon određenog vremena, pošto pepeo sadrži znatan udeo kalcijum oksida.

Transport se obavlja sa dve linije žičara, a nepouzdanost sistema i česti ispadi iz pogona, te mali kapacitet, prouzrokovali su da se u elektrani uveliko radi na promeni transportnog sistema.

Transport pepela i šljake autocisternama prišutan je na termoelektrani Gacko. Uvođenje ovog načina transporta uslovljeno je velikim prisustvom CaO u pepelu (i preko 70%) i nepodesnom lokacijom deponije (visinska razlika između elektrane i deponije je preko 100 m, a udaljenost 5–6 km).

Sistem je pokazao velike nedostatke s obzirom da je put u zimskim mesecima veoma teško održa-

vati prohodnim pa rad elektrane dolazi u pitanje usled nemogućnosti odvoženja pepela.

Velike probleme zadaju im i izuzetno visoki troškovi transporta. I u ovoj elektrani se radi na iznalaženju povoljnijih rešenja.

Transport kamionima—istresaćima primenjen je na TE—TO Ljubljana i na novoj termoelektrani Ugljevik.

Ova kratka analiza je nesumljivo pokazala da se u našoj zemlji još uveliko luta u iznalaženju i primeni najpodesnijeg sistema spoljnog transporta pepela i šljake. Kao rezultat toga prisutne su česte izmene i rekonstrukcije sistema koje odnose značajna sredstva i poskupljuju i onako skupu električnu energiju.

Mora se priznati da su veliki uticaj na ovakvo stanje imali i strani isporučiooci tehnologije i opreme koji su, vrlo često, gledali samo sopstvene interese.

Deponovanje

Deponovanje je faza kojoj prethode i koju obezbeđuju već navedeni tehnološki delovi. Kako se moglo konstatovati za otpepeljavanje i transport da svako radi na svoj način, to se isto može reći i za deponovanje. Ovo se može potkrepiti prostim pregledom sistema deponovanja koji su primenjeni na našim elektranama:

- deponovanje u ravničarsku uređenu deponiju pri čemu se obodni nasipi prave od materijala iz pepela i šljake (TE „Nikola Tesla—A”)
- deponovanje u ravničarsku uređenu deponiju pri čemu se obodni nasipi prave od refulisanog rečnog peska (TE „Nikola Tesla—B”, TE Kostolac, TE Kolubara)
- deponovanje u uređenu deponiju planinskog tipa pri čemu se pregradne brane prave od nabijenog kamena i materijala iz pozajmišta (TE Pljevlja, TE Gacko, TE Tuzla)
- deponovanje pod vodom u veštački stvoreno jezero (TE Šoštanj)
- deponovanje unutar „džepova” ostavljenih pri formiranju odlagališta raskrivke površinskog kopa (TE Bitola, TE Ugljevik)
- deponovanje u delimično uređenu deponiju planinskog tipa pri čemu se pregradna brana pravi od pepela i šljake (TE Kakanj).

U većini slučajeva deponije zauzimaju velike površine, obično ziratnog zemljišta. To zemljište ne samo da je neplodno u vreme deponovanja pepela, već i dugi niz godina posle završetka eksploatacije. Da bi se zemljište vratilo poljoprivredi potrebno je preduzeti značajne agrotehničke mere i uložiti velika sredstva. Sve ovo jasno govori da treba zauzeti manje površine i odabrati metode deponovanja koje dozvoljavaju najveću vertikalnu nadgradnju. To su, uglavnom, hidrauličke metode nadgradnje brana koje dozvoljavaju izradu i nekoliko puta viših deponija nego klasične građevinske metode.

Na sl. 1 dat je dijagram potrebne površine za deponovanje jednogodišnje produkcije pepela u funkciji visine deponije.

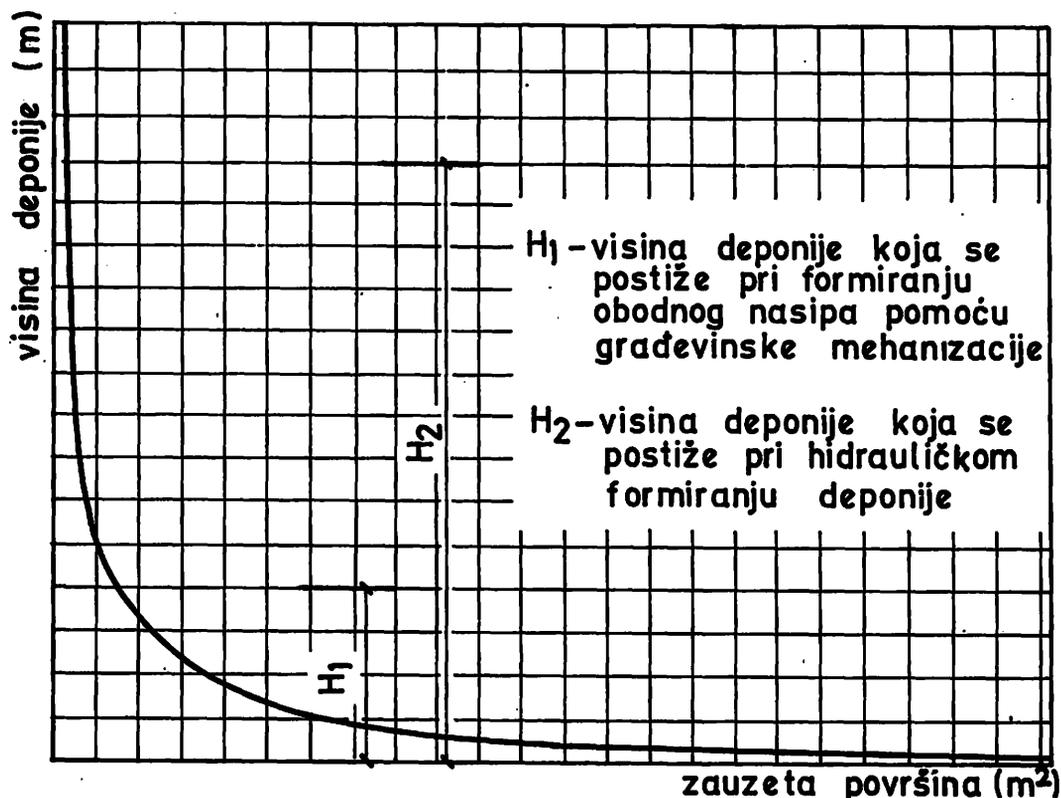
Očigledno je da se procesu deponovanja mora pristupiti odgovornije i stručnije te da postojeće načine izrade brana treba menjati metodama koje omogućuju višu nadgradnju deponije.

Da bi se sačuvalo korisno poljoprivredno zemljište neke novije termoelektrane (Bitola, Ugljevik) pokušavaju formirati deponije unutar odlagališta otkrivki površinskih kopova. Nužnost primene suvog transporta i deponovanja uslovljavaju značajne probleme u pogledu velikog aerozagađenja radilišta na kopu i nepovoljnog dejstva sitnih čestica pepela na rudarsku mehanizaciju.

Na termoelektranama koje su u gradnji, ili se vrši priprema za početak gradnje (Drmno, Kolubara B) planira se hidrauličko deponovanje retke pulpe unutar kopa. Kako se radi o planovima bez praktičnog iskustva, problemi se mogu samo naslutiti, mada je već sada sigurno da će to biti jedna od najkomplikovanijih metodologija deponovanja pepela.

Kada se analiziraju problemi koji prate fazu deponovanja ne može se zanemariti zagađenje čovekove okoline. Posebno je opasno gotovo svuda prisutno aerozagađenje.

Na pojedinim deponijama se preduzimaju određene mere za zaštitu (prskanje, spigotiranje, održavanje velikog taložnog jezera i sl.) ali se potpuna zaštita nigde ne postiže (sem u TE Šoštanj gde je deponovanje potpuno pod vodom, ali to kasnije prouzrokuje druge probleme vezane za zagađenje voda).



Sl. 1 – Površina deponije u funkciji visine deponije.

Zaštiti područja u okolini deponija pepela i šljake, čini se, ne prilazi se dovoljno ozbiljno i studiozno što, uz hronični nedostatak finansijskih sredstava za ovu namenu, prouzrokuje značajnu zagađenost i širih područja oko deponije.

Pravci daljeg razvoja

Iz prethodne analize već se mogu sagledati i pravci daljeg razvoja ovoga sistema.

U ciklusu otpeljavanja to je primena kombinovanog pneumatsko-hidrauličkog otpeljavanja. Primenom ove metode može se formirati pulpa željene gustine (do oko 20% Č), a izvesnim izmenama u načinu pripreme pulpe i dovođenju pepela do bazena hidromešavine moguće je i znatno povećanje gustine.

Domaća mašinogradnja je u potpunosti sposobna da prati ovaj način otpeljavanja.

Kod spoljnog transporta očigledno je da je hidraulički transport najpovoljniji i najperspektivniji. Primenom odgovarajućeg sistema otpeljavanja i formiranja pulpe stvaraju se svi uslovi za prelazak na hidraulički transport guste pulpe (peko 40% Č, po masi). Transport guste pulpe je povoljan ne samo zbog manjih investicionih troškova, već i zbog značajnog smanjenja tekućih troškova i, posebno, troškova deponovanja.

Pravci razvoja podsistema deponovanja su:

- deponovanje guste pulpe u otkopane rudarske prostorije
- izrada zaštitnih rečnih nasipa od pepela i šljake koji se iz elektrane transportuju u obliku guste pulpe
- nadgradnja postojećih klasičnih deponija izradom obodnih nasipa od pepela i šljake.

Sa stanovišta zaštite okoline i očuvanja poljoprivrednog zemljišta veoma je pogodna metoda

deponovanja pepela i šljake u obliku guste pulpe u otkopane rudarske prostorije.

Deponovanje se vrši na, za poljoprivredu, već uništenom terenu pri čemu se ispunjavaju iskopani prostori te se i na taj način potpomaže proces rekultivacije. Najveću prepreku primeni ove metodologije danas čini sistem otpeljeljavanja i transporta pepela i šljake u obliku retke pulpe. Naime, transport se obavlja pri takvoj gustini da na svaku jedinicu pepela dolazi 10–15 jedinica vode. Unošenjem tako velikih količina vode u kop (npr. oko 900 m³/h za blok snage 300 MW) može se ugroziti sam kop i radovi na njemu. Međutim, primenom odgovarajućeg otpeljeljavanja i transporta guste pulpe količine vode i pepela postaju približno iste (npr. oko 70 m³/h za blok snage 300 MW) i ostvaruju se realne mogućnosti za prostu i ekonomski opravdanu zaštitu kopa od tih voda.

Ovo je posebno pogodna metoda za deponovanje pepela sa povišenim sadržajem kalcijum oksida, jer se usled reakcije kalcijum oksida i vode količine slobodne vode bitno smanjuju.

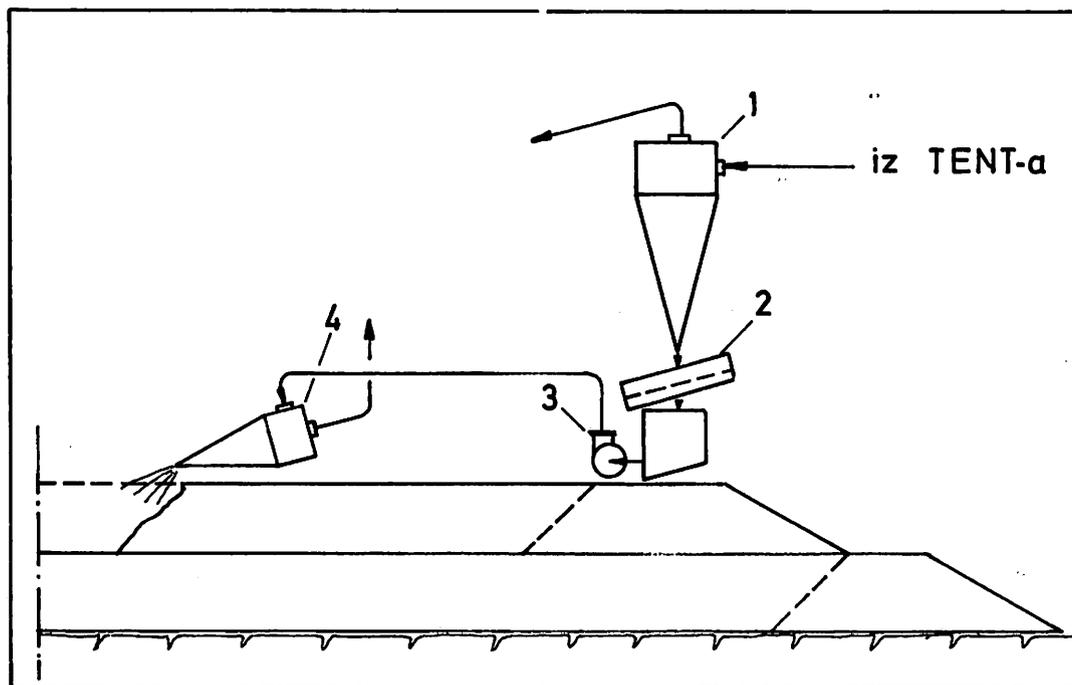
Rad sa gustom pulpom pruža i mogućnost primene pepela i šljake kao materijala od kojeg se

prave odbranbeni rečni nasipi. Naime, hidraulički formirani nasip od pepela i šljake nema ni malo lošije karakteristike od klasičnih odbranbenih rečnih nasipa. Kako su, s druge strane, termoelektrane zbog velike potrošnje vode uglavnom locirane u blizini većih reka, to se pruža mogućnost efikasne i jeftine zaštite priobalja uz istovremeno rešenje problema deponovanja pepela.

Odbranbeni nasip se formira kontinuirano i njegova izrada je praćena kontinuiranim zatravljanjem krune nasipa i vazdušne kosine, odnosno oblaganjem betonskim ili sličnim pločama unutrašnje kosine. Oblaganje pločama je neophodno kako bi se eliminisao negativni uticaj talasa na branu.

Jedina od tri predložene perspektivne metode deponovanja, koja je već industrijski zaživela, je metoda nadgradnje postojećih klasičnih deponija hidrocikloniranim pepelom i šljakom.

Naime, 1982. godine je po ideji i projektu stručnjaka Rudarskog instituta na deponiji TE „Nikola Tesla“ prorađilo prvo postrojenje za zgušnjavanje pulpe i izradu obodnog nasipa od hidrocikloniranog pepela (sl. 2).



Sl. 2 – Šema tehnološkog procesa na deponiji TE „N. Tesla–A“ 1 – primarni hidrociklon; 2 – zaštitna rešetka; 3 – muljna pumpa; 4 – sekundarni hidrociklon.

Ova metodologija se u najkraćem karakteriše sledećim:

- u potpunosti se prihvata postojeći sistem otpeljavanja i transporta i faza deponovanja se tome u potpunosti prilagođava
- nasip se pravi od materijala koji se dobija hidrocikloniranjem pepela i šljake
- proces obuhvata dvostruko hidrocikloniranje, pri čemu primarni ciklon radi kao zgušnjivač, a sekundarni kao klasifikator
- pulpa koja se ne ciklonira istače se unutar obodnog nasipa preko sistema cevovoda – spigota koji omogućuju da se pulpa svakog bloka istače na znatno većoj površini nego kod „klasičnog“ istakanja
- na početnoj koti radi se osnovni drenažni sistem koji ostaje aktivan do kraja eksploatacije deponije.

Uvođenjem ovakvih tehnologija postignuto je sledeće:

- investicioni troškovi su znatno manji i nema periodičnog obnavljanja investicionih ulaganja
- troškovi proizvodnje su neuporedivo manji
- omogućena je vertikalna nadgradnja deponije do potrebne visine
- znatno je smanjeno aerozagađenje okoline.

U toku su radovi na uvođenju ove metodologije na deponiji TE Kostolac, pri čemu će se na sistem priključiti pored postojeće elektrane Kostolac i nova termoelektrana Drmno.

Završna razmatranja

Jedan od vitalnih sistema termoelektrana na ugalj je sistem transportovanja i deponovanja šljake i pepela. U vreme kada se sve više kao gorivo koristi niskokalorični ugalj, a sadržaj pepela raste iz dana u dan, značaj ovog sistema postaje sve veći, a njegov uspešan rad sve komplikovaniji.

Otpeljavanju, transportu i uskladištenju pepela i šljake uglavnom se posvećivala mala pažnja, jer je „glad“ za energijom stalno bila prisutna. Međutim, u vreme kad se godišnje proizvodi 10 miliona tona pepela, koji bi zauzeo površinu od 1500 hektara pri visini deponovanog sloja od 1 metra, ovaj problem počinje da se sagledava i sa drugih aspekata. To su u prvom redu – zauzimanje poljoprivrednog zemljišta i zaštita okoline.

Ovako kompleksno sagledavanje dovodi do odbacivanja nekih do sad rado primenjivanih metoda deponovanja, te dovodi do iznalaženja novih kvalitetnijih metodologija. Tako je izvesno da su primena transporta i deponovanje u vidu guste pulpe unutar otkopanih rudarskih prostorija, izrada obodnih nasipa od materijala iz pepela i šljake, te korišćenja pepela i šljake pri formiranju zaštitnih rečnih nasipa, metodologije koje u bližoj perspektivi treba da doprinesu uspešnijem rešavanju ove problematike.

SUMMARY

Transport and Disposal of Ash and Slag in Yugoslav Power Generating Plants

An analysis is presented of applied systems for ash removal, transport and disposal of ash and slag relevant for directions of future development of this system important for power generating plants operation, including:

- Pneumatic–hydraulic ash removal with improvement of pulp preparation methods;
- Transport of dense pulp;
- Disposal of dense pulp into mine mined out areas, construction of protective river embankments made of ash and slag and extension of existing dumps by construction of peripheral embankments of hydrocyclone ash.

The method of peripheral embankments construction on existing dams by ash and slag hydrocycloning was full–scale tested in Power Generating Plant „Nikola Tesla – A“, Obrenovac.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Transport und die Ablagerung von Asche und Schlacke bei den jugoslawischen Heizkraftwerken

Es sind die Analysen der verwendeten Systemen von der Aschenbefreiung, dem Transport und der Ablagerung von Asche und Schlacke gegeben, aus welchen die Richtungen der weiteren Entwicklung für die Heizkraftwerken wichtigen Systemen hervorgeht, so wie:

- die pneumatische—hydraulische Aschenbefreiung mit der Verbesserung der Trübeaufbereitungsart
- der Transport von dichter Trübe
- die Ablagerung der dichte Trübe in den verlassenen Teilen von Tagebauen, die Ausarbeitung der Beschützungsfussdämme aus Asche und Schlacke und mitnehmen der bestehenden Halden mit dem Ausbau von Randdämmen aus hydrozyklonierter Asche.

Die Methode des Ausbaues von Randdämmen bei den bestehenden Halden mit hydrozyklonierter Asche und Schlacke ist industriell auf der Halde von dem Heizkraftwerk „Nikola Tesla – A“, Obrenovac durchgeprüft.

РЕЗЮМЕ

Транспорт и укладна в отвалаы зола и шлана теплоелектростанциј в Југославији

Показан анализ применяемых систем сброса зола, транспорта и укладна в отвалаы зола и шлана из которого исходят направления дальнейшего развития значительно важной для работы ТЭС системы как:

- пневматическо-гидравлический сброс зола при улучшении способа подготовки пульпы
- транспорт густой пульпы
- сброс густой пульпы в заброшенные части забоя, строительство защитных речных плотин из зола и шлана и надстройка существующих отстойников зола и шлана кольцевыми насыпями из гидроциклонированной зола и шлана.

Метод строительства кольцевых насыпей на существующих отвалахотстойниках зола и шлана в промышленных условиях проверен на ТЭС „Никола Тесла-А“ в Обреновце.

Literatura

1. Tehnička dokumentacija u arhivi Rudarskog instituta, Beograd.
2. Knežević, D. 1982: Nova tehnologija deponovanja pepela i šljake u TE „Nikola Tesla–A“, Rudarski glasnik 3/82, Beograd
3. Knežević, D., Košutić, Lj. 1984: Deponovanje otpadnih materijala nastalih sagoravanjem uglja u termoelektranama. – Savetovanje „Geološka istraživanja u privrednom i prostornom razvoju Beograda“, Beograd.

Autor: dipl. inž. Đinko Knežević, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. Lj. Košutić, Rudarski institut, Beograd

Članak primljen 8. 7. 1985, prihvaćen 15. 7. 1985.

ODREĐIVANJE MINIMALNOG BROJA POJEDINAČNIH UZORAKA PULPE PRI UZORKOVANJU PROIZVODA U FLOTACIJI STOLICE

Dipl. inž. Mihajlo Čanić

Uvod

Flotacija Stolice posluje u okviru RTB Zajača i prerađuje najvećim delom rudu antimona i cinka Rujevac, a manjim delom siromašne rude antimona Kik i Krasava.

Proizvodi flotacije uzorkuju se po 24 časa, a zatim pripremaju i analiziraju u centralnoj laboratoriji RTB Zajača. Uzorkovanje se vrši ručno, jer su automatski uzimači uzoraka van upotrebe.

Povremeno se u bilansiranju proizvodnje javljaju netačnosti, naročito u mesecima kada je sadržaj cinka u rudi povećan preko 2%.

To su razlozi zbog kojih je izvršen obračun minimalnog broja preseka mlaza pulpe pri uzorkovanju proizvoda flotacije Stolice.

Minimalna masa pojedinačnog uzorka

Minimalna masa pojedinačnog uzorka za hemijsku analizu određuje se po obrascu (1)

$$q_{\min} = K \cdot d^2 \quad (\text{kg})$$

gde su:

K — koeficijent, koji zavisi od nehomogenosti rude i uzima se iz tablice 1 (1)

d — prečnik maksimalnih komada sirovine koja se uzorkuje (mm).

Tablica 1 ..

Vrsta rude ili koncentrata	Vrednost K (kg/mm ²) za obojene metale
veoma homogena	0,06
homogena	0,10
srednje homogena	0,15
nehomogena	0,20

U slučaju flotacije Stolice usvaja se $K = 0,20$ i $d = 0,20 \div 30$ mm, pa q_{\min} iznosi:

$$q_{\min} = 0,2 (0,2 \div 0,3)^2 = 8 \div 18 \text{ g}$$

Izračunata minimalna masa pojedinačnog uzorka obezbeđuje se sa oko 100–130 ml pulpe zavisno od proizvoda.

Određivanje minimalnog broja pojedinačnih uzoraka

Broj pojedinačnih uzoraka određuje se metodom varijacione statistike (1).

U toku jednog ili više meseci rada pogona, uzima se 100 rezultata uzorkovanja. Da se izbegne posebno uzorkovanje, može se iskoristiti 100 rezultata redovnih analiza.

Za svaki analizirani element izračunava se srednji sadržaj:

$$M = \frac{\sum \alpha}{n} = \bar{x}$$

gde su:

α – rezultat analize svakog uzorka
 n – broj uzoraka (100)

Zatim se izračunava srednje kvadratno odstupanje:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}}$$

gde je:

x – razlika sadržaja komponente u svakom uzorku od srednjeg sadržaja \bar{x} .

Pomoću izračunatih vrednosti \bar{x} i σ može se izračunati varijacioni koeficijent:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 (\%)$$

Rezultati obračuna za flotaciju Stolice dati su u tablici 2. Za obračun su uzeti rezultati dnevnih analiza u periodu od avgusta 1984. do aprila 1985. U tablici 2 su prikazane vrednosti \bar{x} , σ , V , kao i interval poverenja L_{95} , za sve određivane elemente u proizvodima flotacije pod dnevnom kontrolom.

Interval poverenja predstavlja oblast u kojoj se sa usvojenom pouzdanošću nalazi tražena vrednost i izračunava se po sledećoj formuli:

$$L_{95} = \bar{x} \pm \frac{t \sigma}{\sqrt{n}}$$

gde su:

\bar{x} – srednji sadržaj
 σ – srednje kvadratno odstupanje
 n – broj uzoraka
 t – faktor iz Studentove raspodele za $n-1$ stepena slobode.

Vrednost varijacionih koeficijenata za proizvode flotacije Stolice

Tablica 2

Proizvodi	Sb uk				As				Pb			
	\bar{x}	σ	L_{95}	V	\bar{x}	σ	L_{95}	V	\bar{x}	σ	L_{95}	V
Ulaz	1,156	0,354	1,156 ±0,07	30,62	1,37	0,19	1,37 ±0,04	13,87	0,439	0,157	0,439 ±0,03	35,76
K/Sb	39,60	7,13	39,60 ±1,43	18,01	3,28	1,56	3,28 ±0,313	47,57	11,86	3,15	11,86 ±0,63	26,56
O/Sb	0,617	0,27	0,617 ±0,05	43,71	1,31	0,18	1,31 ±0,036	13,74	0,25	0,11	0,25 ±0,02	44,00
K/Zn	1,56	0,817	1,56 ±0,16	52,37	1,00	0,34	1,00 ±0,07	34,00	0,81	0,26	0,81 ±0,05	32,10
Jalovina	0,53	0,22	0,53 ±0,04	40,88	1,33	0,19	1,33 ±0,04	14,58	0,24	0,09	0,24 ±0,02	39,80

Proizvodi	Zn				Sb s				Sb ox			
	\bar{x}	σ	L_{95}	V	\bar{x}	σ	L_{95}	V	\bar{x}	σ	L_{95}	V
Ulaz	1,775	0,63	1,775 ±0,126	35,49	0,587	0,207	0,587 ±0,04	35,26	0,568	0,269	0,568 ±0,05	47,36
K/Sb	3,94	2,35	3,94 ±0,47	59,64	28,21	7,41	28,21 ±1,48	26,26	11,25	2,97	11,25 ±0,59	26,40
O/Sb	1,699	0,6	1,699 ±0,12	35,31	0,18	0,08	0,18 ±0,02	44,44	0,43	0,24	0,43 ±0,05	55,81
K/Zn	53,50	5,94	53,50 ±1,19	11,10	–	–	–	–	–	–	–	–
Jalovina	0,42	0,386	0,42 ±0,08	91,90	0,15	0,16	0,15 ±0,01	42,36	0,38	0,206	0,38 ±0,04	54,23

U tablici 2 označene su maksimalne vrednosti varijacionih koeficijenata za sve proizvode. Za ulaznu rudu i otok antimona, varijacioni koeficijenti su najveći za oksidni antimon i iznose 47,36% i 55,81%.

Za koncentrat antimona i jalovinu varijacioni koeficijenti su najveći za cink i iznose 59,64% i 91,90%.

Minimalni broj pojedinačnih uzoraka pulpe na 24 časa određuju se po obrascu [1]:

$$N_{\min} = K \cdot \frac{V^2}{p^2}$$

gde su:

K – koeficijent garancije tačnosti uzorkovanja koji se određuje po pregledu iz tablice 3 [1]:

Garancija tačnosti uzorkovanja (%)	Koeficijent K
50	0,45
80	1,64
90	2,70
95,5	4,00
99,7	9,00

V – varijacioni koeficijent

P – relativna tačnost uzorkovanja (uzima se prema dozvoljenoj greški hemijske analize [1])

Tačnost hemijske analize	P (%)
vrio tačna	do 2
tačna	2–5
redovne masovne analize	5–10

Usvajajući vrednosti P = 10%, u tablici 4 prikazane su obračunate vrednosti N_{min} za proizvode flotacije Stolice i to za garanciju tačnosti uzorkovanja 80%, 90% i 95,5%.

Prikazani rezultati u tablici 4 pokazuju potreban broj preseka ulaza pulpe na 24 časa, odnosno na koliko minuta treba seći ulaz pulpe. Smatramo da su realno ostvarljivi i dovoljno tačni podaci za tačnost uzorkovanja 90%, što znači da ulaz treba uzimati svakih 24 minuta, K/Sb na 15 min, otok antimona na 17 min, K/Zn na 19 min i jalovinu na 6 min.

Zaključak

Na osnovu prikazanih obračuna može se konstatovati da su visoke vrednosti varijacionih koeficijenata posledica nedovoljno čestog uzorkovanja i nehomogenizovane rude. Da bi se tačnost uzorkovanja poboljšala trebā:

- obavljati homogenizaciju ulaznih ruda s obzirom na preradu dela rude bez cinka
- sve proizvode flotacije uzokovati na svakih 20 minuta, a jalovinu na 6 min i to po minimum 10–15 grama čvrste faze po svakom pojedinačnom uzorku

Nakon toga treba poboljšanja sprovesti kroz sledeće:

- oformiti hemijsku laboratoriju flotacije za smensku kontrolu proizvoda
- uzorkovanje vršiti po smenama, automatskim uzimačima uzoraka

Minimalni broj sečenja mlaza (N_{min}) pulpe za proizvode flotacije Stolice

Tablica 4

Proizvodi	V (%)	P = 10 %					
		K = 1,64 (80%)		K = 2,70 (90%)		K = 4,0 (95,5%)	
		N minuta (na 24 h)	Minuta za 1 presek	N minuta (na 24 h)	Minuta za 1 presek	N minuta (na 24 h)	Minuta za 1 presek
Ulaz	47,36	37	39	60	24	90	16
K/Sb	59,64	58	25	96	15	142	10
O/Sb	55,81	51	28	84	17	125	11,5
K/Zn	52,37	45	32	74	19	110	13
Jalovina	91,90	139	10	228	6	337	4

SUMMARY

Determination of Minimum Mass and Number of Individual Pulp Samples During Flotation Sampling

Presented are the results of investigations into the effect of the number of individual samples and their mass on accuracy of chemical analyses and balancing of mineral materials in the process of flotation concentration in Flotation Plant Stolice.

The mathematical–statistic procedure was used in results processing to arrive to data on the number of individual samples necessary for successful monitoring the process of concentration and indicate the reliability of obtained results.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Bestimmung der minimalen Mass und der Zahl bei einzelne Proben der Trübe für die Probenahme in der Flotation

Es sind die Ergebnisse der Untersuchung vom Einfluss der Zahl der einzelnen Proben und ihrer Masse auf die Genauigkeit der hemischen Analysen und der Bilanzierung vom Erz im Laufe der Flotationskonzentration in der Flotation Stolice, dargestellt.

Das man die Daten vom Zahl der Einzelproben für die Verfolgung des Konzentrationsprozesses bekommt, und mit welchem Vertrauen man herankommt den bekommenen Ergebnissen, ist ein matematisches–statistisches Verfahren für die Bearbeitung der Ergebnisse verwendet worden.

РЕЗЮМЕ

Определение минимальной массы и числа отдельных образцов пульпы при взятии образцов в обогатительных фабриках мокрого обогащения

Показаны результаты исследования влияния числа отдельных образцов и их массы на точность химического анализирования в процессе флотационного обогащения в обогатительной фабрике Столице.

Для получения данных о числе отдельных образцов, необходимых для успешного наблюдения за процессом обогащения и определения достоверности подхода к полученным результатам был применен математическо-статический метод обработки результатов.

Literatura

1. Л о к о н о в М. Ф. 1961: Oprobovanje na obogatitel'nyh fabrikah, Gosgortel'izdat.

Autor: dipl. inž. Mihajlo Canić, Zavod za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dr inž. B. Branković, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 8. 7. 1985, prihvaćen 15. 7. 1985.

STANJE OSVETLJENOSTI RADNIH PROSTORA NA POVRŠINSKIM KOPOVIMA SMREKA I BREZIK U RUDNIKU VAREŠ I PREDLOG MERA ZA POBOLJŠAVANJE USLOVA OSVETLJENOSTI

(sa 5 slika)

Dipl. inž. Obren Koprivica – dipl. inž. Bojana Stanić –
– inž. Ante Matošević

Uvod

Osvetljenje radnih prostora, radnih mesta i neposredne okoline u kojoj se obavlja rad predstavlja jedan od važnijih faktora sigurnosti na radu i produktivnosti rada. Osvetljenje je vezano za psihofizički status živih bića i ima veliki uticaj na rad i život ljudi.

Poznato je da je 80% svih čulnih utisaka optičke prirode, a da se 25% celokupne čovečje energije utroši na proces gledanja.

Osvetljenje radnih okolina u drugim, pa i u rudarskoj tehnologiji, mora da obezbedi čulu vida pravilno odvijanje svih funkcija potrebnih za rad. Ispravnost čula vida radnika, sa jedne strane, i osvetljenje radne okoline, kao uslov normalnog rada sa druge strane, bili su i ostaju najvažniji faktor za rad i ne samo za rad, već i za njegovu sigurnost, kao i kvantitativni i kvalitativni stepen toga rada.

U poslednje vreme sve veći značaj se pridaje površinskoj eksploataciji u rudarstvu, a s tim i posebnim problemima, vezanim za osvetljenje radnih mesta u noćnim smenama. Mnoga mesta na površinskim kopovima su bez odgovarajućeg veštačkog osvetljenja. Ovakvo stanje predstavlja opasnost za ljude i njihov rad. Loša ili nedovoljna osvetljenost je dominantni faktor slabe produktivnosti rada, nastajanja raznih zdravstvenih poremećaja i profesionalnog traumatizma.

Osvetljenje radnog prostora i neposrednih okolina u kojima se obavlja rad treba da obezbedi sve uslove za sprečavanje zamora, oštećenja očiju i prevenciju od povreda i da stvori osećaj sigurnosti pri radu. Ispunjavanjem svih uslova za dobro osvetljenje potvrđuje se pretpostavka da su ispunjeni uslovi za maksimalnu proizvodnju.

Neodgovarajuće osvetljenje ima za posledicu zamor čula vida radnika, što se neposredno na radnom mestu odražava na:

- pad učinka proizvodnje
- povećanje broja grešaka
- povećanje broja povreda.

Kod sprečavanja povreda na radu, veoma je važan faktor „brzina zapažanja“, koji je vezan za stepen osvetljenja. Moć zapažanja odnosno vreme reakcije je brže, ukoliko je stepen osvetljavanja veći.

U rudarskoj tehnologiji površinske eksploatacije problem osvetljenosti radnih okolina je veoma složen. U konkretnim uslovima površinskih kopova u rudniku Vareš njegovo rešavanje zahteva primenu sledećih mera:

- osvetljenje radne okoline na bagerima
- osvetljenje radnih okolina pri utovaru u kamione bagerom
- osvetljenje prilaznih puteva i puteva unutar površinskog kopa

- osvetljenost pri bušenju i miniranju i
- opšta osvetljenost površinskog kopa.

Veštačko osvetljenje treba da ispuni sledeće uslove:

- da odgovori svojoj nameni
- da zadovolji estetske uslove
- da je ekonomično i
- da zadovolji odredbe sigurnosti.

Pri tehnološkom dobijanju rude na površinskim kopovima Smreka i Brezik rudnika Vareš, primenjuju se veliki bageri, kamioni, bušilice i autoradionice za održavanje mašina.

Kriterijumi veštačke osvetljenosti na površinskim kopovima

Jugoslovenskim standardom nisu regulisani kriterijumi osvetljenosti za rudarske mašine i opšte osvetljenje na površinskim kopovima, a u pripremi su propisi za veštačku osvetljenost, u okviru tehničkih propisa za zaštitu na radu pri površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina.

U sledećem tabličnom pregledu, saglasno pomenutim tehničkim propisima, dati su kriterijumi veštačke osvetljenosti za radne okoline na površinskim kopovima.

Tablica 1

Redni broj	PODRUČJE I VRSTA RADA (RADNA OKOLINA)	Najmanje dopuštena osvetljenost u Lx
1	Mesto ručnog rada	5
2	Mesto istovara kamiona	3
3	Mesto rada buldozera	10
4	Jalovišta i područja izvođenja radova	5
5	Putevi na površinskom kopu	0,5 do 3
6	Pruge unutar površinskog kopa	0,5 do 3
7	Pešačke staze	1
8	Mesto deponovanja rude	5
9	Stanica za snabdevanje gorivom	2

Rezultati merenja osvetljenosti na površinskim kopovima rudnika Vareš

U daljem tekstu daje se prikaz rezultata izvršenih merenja osvetljenosti na površinskim kopovima Smreka i Brezik.

Merenja su izvršena u jednom navratu i odnose se na zatečeno stanje rudarskih radova i rasporeda rudarske opreme u odmakloj fazi eksploatacije.

Merna mesta su obeležena sa „X” i odgovarajućim indeksom. Lokacije izvora svetlosti i raspored mernih mesta dat je na situacionim kartama površinskih kopova i jalovišta, sl. 1, 2, 3 i 4.

Površinski kop Brezik

Etaža 930 m

$$x_1 = 0 \text{ Lx} \quad x_2 = 0 \text{ Lx} \quad x_3 = 0 \text{ Lx}$$

Etaža je osvetljivana reflektorima na pozicijama I i II, dok reflektor na poziciji III nije radio. Reflektori I i II nalazili su se na koti 1005 m', a reflektor III na koti 975 m'.

Etaža 960 m

$$x_4 = 0 \text{ Lx} \quad x_5 = 0,5 \text{ Lx} \quad x_6 = 7 \text{ Lx}$$

Etažu su osvetljavali reflektori na pozicijama I i II.

Etaža 1020 m

$$x_7 = 0 \text{ Lx} \quad x_8 = 0 \text{ Lx} \quad x_9 = 0 \text{ Lx} \quad x_{10} = 0 \text{ Lx}$$

Etažu je osvetljivao reflektor IV koji se nalazio na koti 1050 m'.

Etaža 1050 m na severnoj kosini kopa

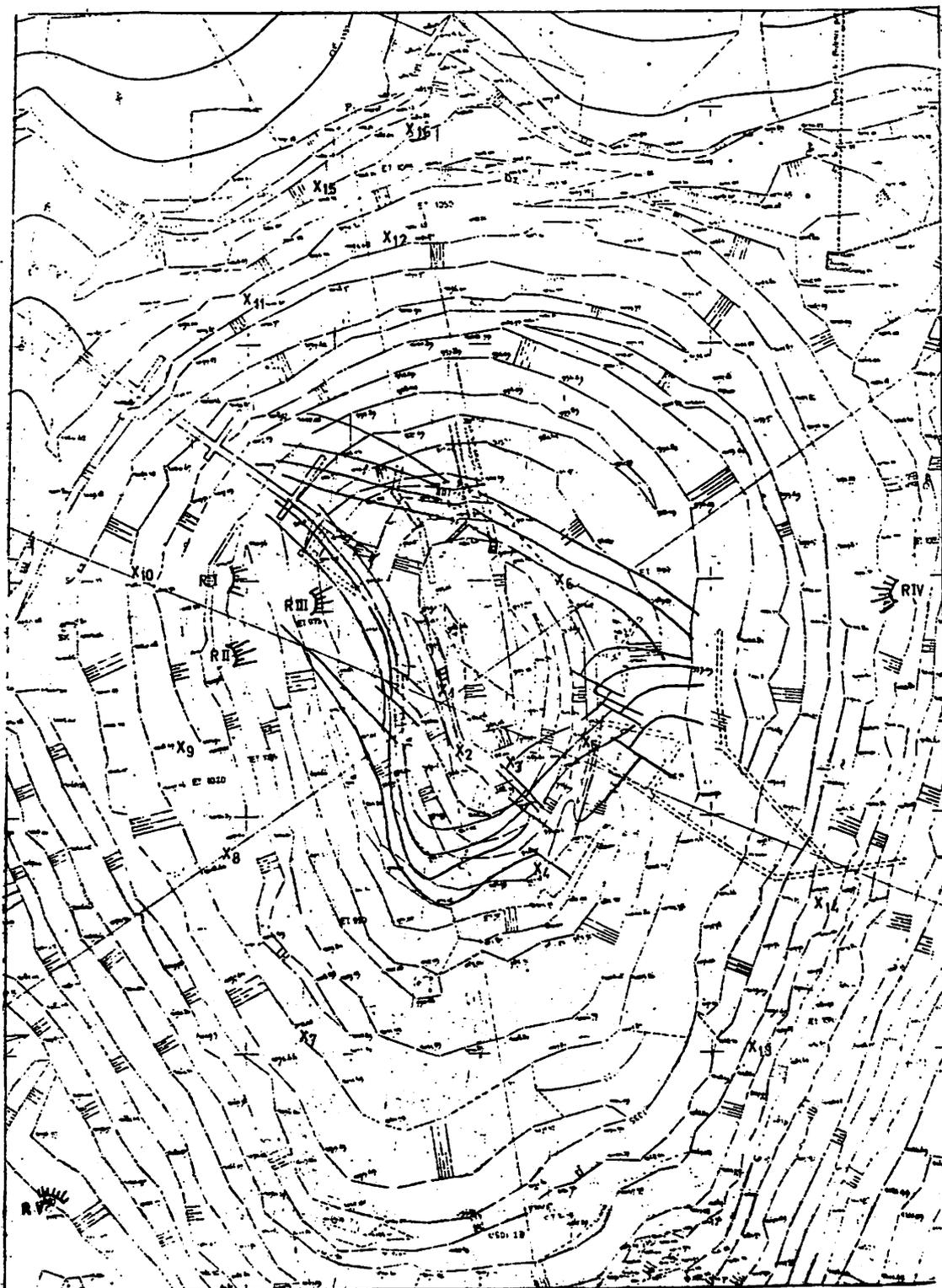
$$x_{11} = 0 \text{ Lx} \quad x_{12} = 0 \text{ Lx}$$

Ovu etažu trebalo je da osvetljava reflektor V na koti 1110 m', koji nije bio uključen u vreme merenja.

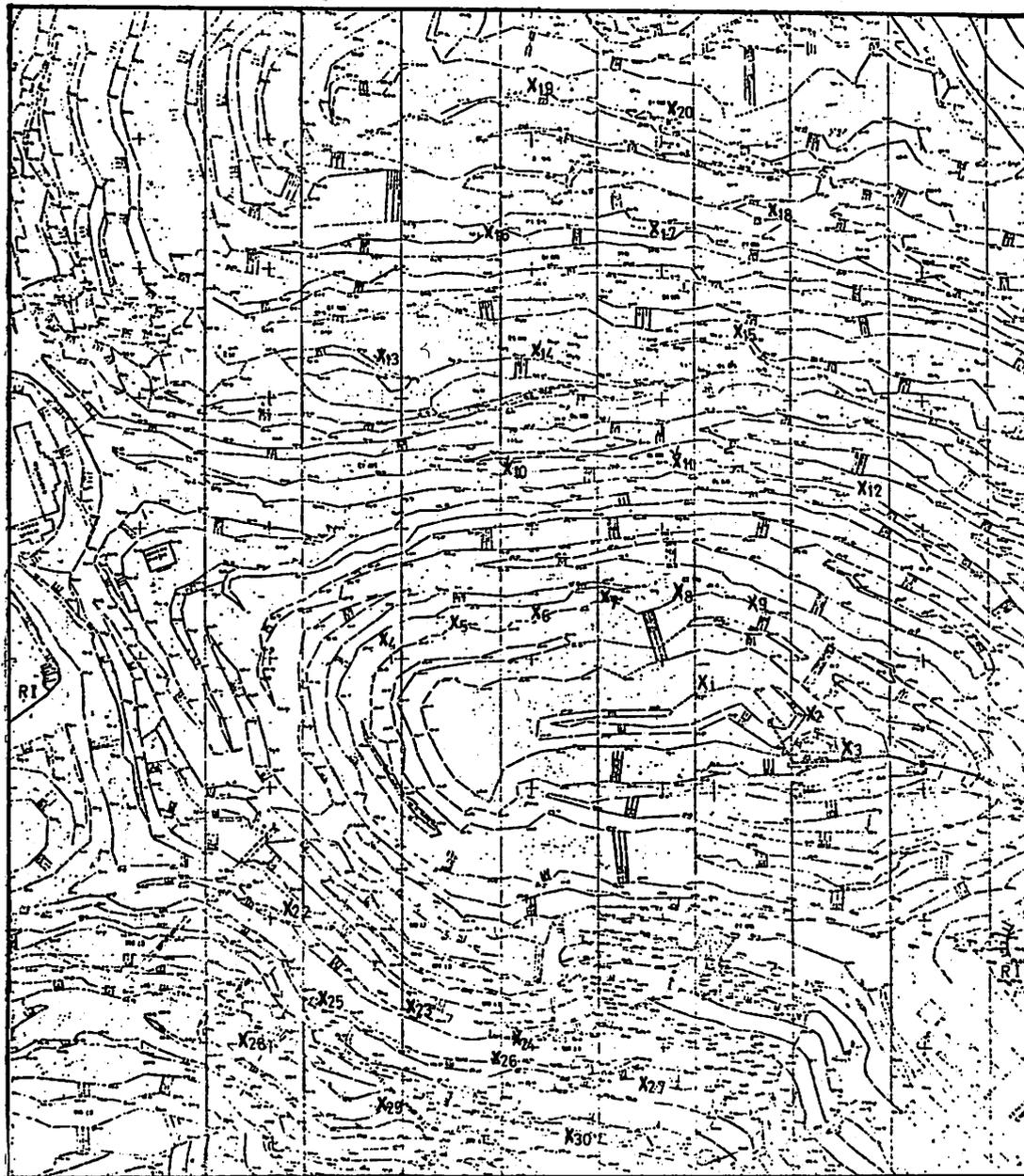
Etaža 1050 m na južnoj i jugoistočnoj kosini kopa

$$x_{13} = 0 \text{ Lx} \quad x_{14} = 0 \text{ Lx}$$

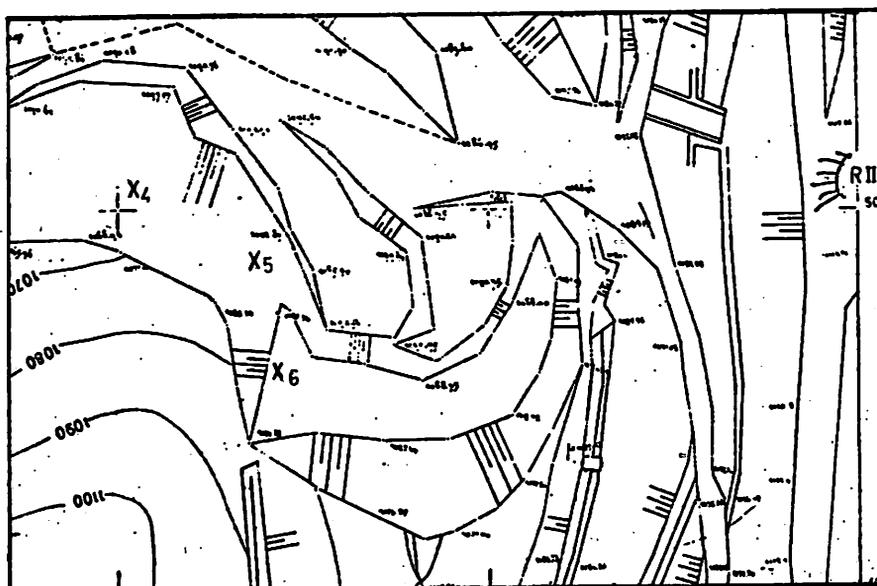
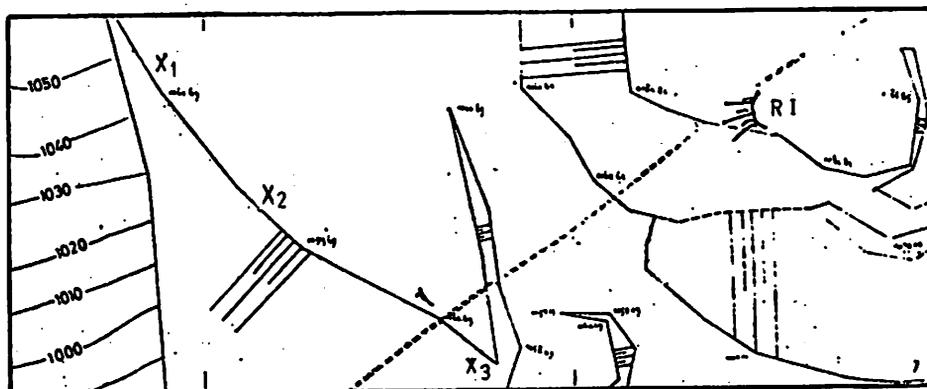
Ovu etažu je, takođe, trebalo da osvetljava reflektor V.



Sl. 1 – Lokacije izvora svetlosti i raspored mernih tačaka na površinskom kopu Brezik



Sl. 2 – Lokacije izvora svetlosti i raspored mernih tačaka na površinskom kopu Smreka.



BREZIK – GÜJANOVAC

Sl. 3 – Lokacije izvora svetlosti i raspored mernih tačaka na jalovištu Brezik – Gujanovac.

Etaža 1080 m na severnoj kosini kopa

$$x_{15} = 0 \text{ Lx} \quad x_{16} = 0 \text{ Lx}$$

I ovu etažu je trebalo da osvetljava reflektor V. *Kota – 1090 m*

Radni prostor je osvetljavao reflektor I na koti 1085 m'.

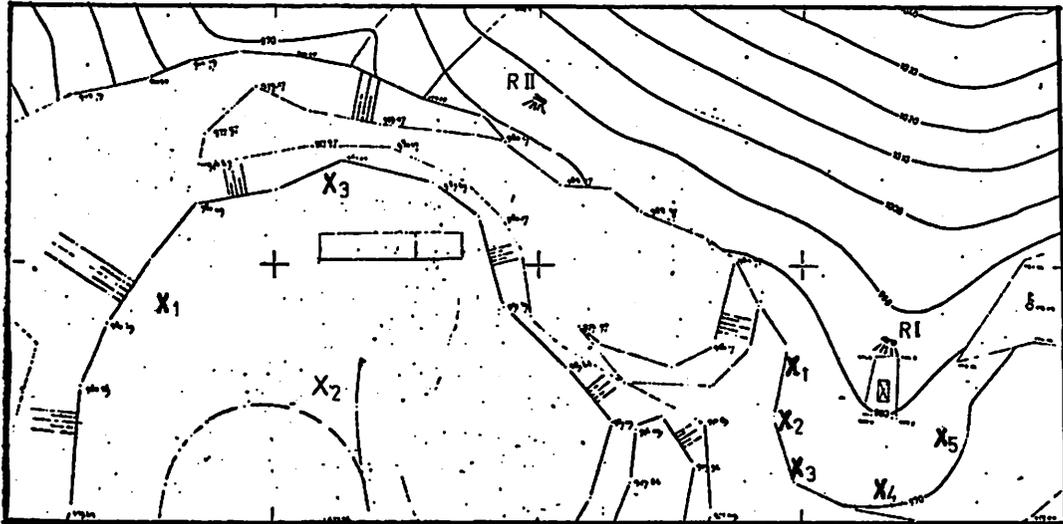
Jalovište Gujanovac

Kota – 1060 m

$$x_1 = 0 \text{ Lx} \quad x_2 = 0 \text{ Lx} \quad x_3 = 0 \text{ Lx}$$

$$x_4 = 0 \text{ Lx} \quad x_5 = 0 \text{ Lx} \quad x_6 = 0 \text{ Lx}$$

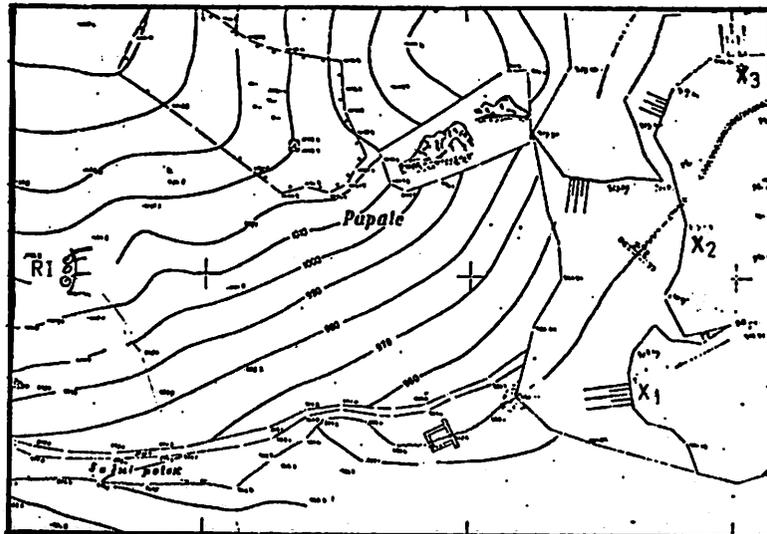
Radni prostor je osvetljavao reflektor II na koti 1105 m'.



RAŠKOVICA I POTOCI



BREZOVAC



ŠAŠKI POTOK

Sl. 4 – Lokacije izvora svetlosti i raspored mernih tačaka na jalovištu Raškovića i Potoci, Brezovac i Šaški Potok.

Jalovište Divin Potok

Na jalovištu Divin Potok nije postavljen reflektor radi osvetljavanja radnog prostora na koti – 1114 i koti – 1115, tako da je jačina osvetljenja u mernim tačkama x_1 , x_2 , x_3 i x_4 jednaka nuli.

Površinski kop Smreka

Etaža 710 m

$$x_1 = 0 \text{ Lx} \quad x_2 = 0 \text{ Lx} \quad x_3 = 0 \text{ Lx}$$

Predviđeno je da ovaj prostor osvetljava reflektor I na koti 830 m'.

Etaža 770 m

$$x_4 = 0 \text{ Lx} \quad x_5 = 0 \text{ Lx} \quad x_6 = 0 \text{ Lx} \quad x_7 = 0 \text{ Lx} \\ x_8 = 2 \text{ Lx} \quad x_9 = 2 \text{ Lx}$$

Reflektor I je izvor svetlosti za osvetljavanje ove etaže.

Etaže 830, 890, 950, 980, 860, 886 i 913 m

$$x_{10-30} = 0 \text{ Lx}$$

Za merna mesta od x_{10} do x_{30} jačina osvetljenosti jednaka je 0 Lx, pošto u tim pravcima nije bio usmeren snop svetlosti reflektora.

Jalovište Brezovac

Kota – 992 m

$$x_1 = 0 \text{ Lx} \quad x_2 = 0 \text{ Lx} \quad x_3 = 0 \text{ Lx}$$

Snop svetlosti reflektora nije bio usmeren u pravcu mernih tačaka, odnosno radnih mesta.

Jalovište Potoci

Kota – 970 m

$$x_1 = 0 \text{ Lx} \quad x_2 = 0 \text{ Lx} \quad x_3 = 0 \text{ Lx} \quad x_4 = 0 \text{ Lx}$$

$$x_5 = 0 \text{ Lx}$$

Reflektor I na koti 985 m, bio je usmeren u pravcu ovih tačaka.

Jalovište Raškovica

Kota – 975 m

$$x_1 = 0 \text{ Lx} \quad x_2 = 0 \text{ Lx} \quad x_3 = 0 \text{ Lx}$$

Tačke x_1 , x_2 i x_3 trebalo je da osvetljava reflektor II na koti 985 m, ali snop svetlosti nije bio usmeren u pravcu mernih mesta.

Jalovište Šaški Potok

Kota – 980 m

$$x_1 = 0 \text{ Lx} \quad x_2 = 0 \text{ Lx} \quad x_3 = 0 \text{ Lx}$$

Reflektor I nalazio se na koti – 1025 m i snop svetlosti nije bio usmeren prema mernim mestima x_{1-3} .

Analiza stanja osvetljenosti

Rezultati izvršenog merenja ukazuju na zaključak, da opšta veštačka osvetljenost stacionarnih izvora svetla za većinu radnih prostora na površinskim kopovima ne zadovoljava kriterijume, koji su dati u tablici 1.

Uzroci:

- stacionarni izvori svetla su bili postavljeni na velikim visinama i preterano udaljeni od radnih mesta; to rastojanje je iznosilo za površinski kop Brezik od 15 do 75 m, a za površinski kop Smreka od 20 do 120 m
- snop svetlosti reflektora nije bio usmeren prema svim aktivnim radnim mestima u vreme merenja
- nije izvršena blagovremena zamena dotrajalih i pregorelih sijalica, što je uticalo na jačinu svetlosti reflektora
- zaprljana stakla na reflektorima doprinela su slabljenju jačine svetlosti.

Predlog mera za poboljšanje osvetljenosti

Dinamika otkopavanja površinskih kopova Brezik i Smreka i dinamika formiranja jalovišta uslovljavaju primenu stubova čelične konstrukcije.

cije na koje se postavljaju reflektori. Izgled stuba dat je na slici 5. Prednost ovih stubova u odnosu na stacionarne reflektore je što se mogu postavljati znatno bliže mestima gde se obavljaju radovi na površinskom kopu, a promenom uglova reflektora obezbeđuje se znatno veći dijapazon osvetljavanja. Predviđa se ugradnja reflektora RT Minel—Šreder sa natrijumovim sijalicama; čija je snaga 400 W.

Postolje stuba je od I profila u vidu „saonica”, što znači da se može pomerati po površinskom kopu.

Ako je na nivou etaže skučen prostor za postavljanje stuba, on se može postaviti na gornjoj etaži i usmeriti snop svetlosti na najbolji način.

Postavljanjem pokretnih stubova na odgovarajućim mestima i usmeravanjem svetlosnih snopova pokretnim reflektorima da obuhvate radnu okolinu bagera — kamiona, istovara jalovine iz kamiona na jalovištu i dr. mogu se postići potrebni tehnički uslovi da se na radnim mestima obezbedi osvetljenost koja odgovara datim kriterijumima.

Organizacione mere

Pomoćnik bageriste određuje na koje mesto je najpogodnije postaviti pokretni stub, vodeći računa da ne smeta mehanizaciji kod manevrisanja. On mora voditi računa da snop svetlosti

usmeri pokretnim reflektorom tako, da se postigne što veća osvetljenost pri radu mehanizacije.

Prilikom miniranja pokretni stubovi se pomeraju na sigurno mesto, da ne bi došlo do oštećenja reflektora, kablova i stuba.

Pokretni stubovi se pomeraju bagerom, utovarivačem, buldozerom ili nekim drugim sredstvima mehanizacije na taj način što se zakače saonice za mašinu preko užeta i povlačenjem postavljaju na odgovarajuće mesto.

Na reflektorskim uređajima mogu da rade radnici koji su prethodno upoznati sa merama zaštite na radu pri ovim poslovima.

Pomoćni radnik je dužan da drži reflektore u čistom stanju, da vrši usmeravanje snopova svetlosti u vidno polje bageriste pri utovaru i na jalovištu na mestu istovara jalovine na mestu ravnjanja jalovišta.

Održavanje reflektorskih jedinica ima veliki značaj, kako za siguran i bezbedan rad zaposlenog osoblja, tako i za njihov vek trajanja.

Postojeća stacionarna svetla treba da ostanu radi osvetljavanja transportnih puteva na površinskim kopovima Brezik i Smreka i na jalovištima, s tim da se oštećeni reflektori izmene, a dotrajale sijalice promene.

SUMMARY

State of Illumination of Working Areas in Openpit Mines Smreka and Brezik in Mine Vareš and Proposal of Measures for Improvement of Illumination Conditions

Presented are the results of measurements of illumination rate on two openpit mines for iron ore winning and six smaller waste dumps in Mine Vareš. The measurements were completed in 1984. The existing state of mining operations in a progressive stage of exploitation of openpit mines was recorded. For illumination during night operation stationary electric floodlights were used.

A comment is given on the determined state of illumination, estimated as inadequate.

Finally, a definite proposal is given for a technical solution for improvement of illumination conditions at the workings where mining operations are carried out.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Beleuchtungszustand von Arbeitsräumen der Tagebauen Smreka und Brezik in Bergwerk Vareš und ein Massnahmenvorschlag zur verbesserung der Beleuchtungsverhältnisse

Es sind die Ergebnisse der Beleuchtungsmessungen für zwei Eisenerztagebaue und sechs kleinere Kippen des Bergwerkes Vareš gegeben. Die Messungen sind in 1984 durchgeführt. Es ist der betreffende Zustand der Bergbauarbeiten in dem vorgeschrittenem Stand der Gewinnung auf dem Tagebauen aufgenommen. Für die Beleuchtung bei der Nacharbeit sind stationäre Scheinwerfer verwendet.

Es ist der Kommentar über den festgestellten Beleuchtungszustand gegeben, der als nicht genügend beurteilt wurde.

Am Ende ist der konkrete Vorschlag der technische Lösung für die Verbesserung der Beleuchtungsbedingungen unmittelbar auf den Arbeitsplätzen der Bergwerksarbeiten gegeben.

РЕЗЮМЕ

Состояние освещенности рабочего пространства на нарьерах открытой разработки Смрена и. Брезан в руднике Вареш и рекомендуемые меры улучшения условий освещенности

Дан обзор результатов измерения освещенности на двух нарьерах открытой разработки железной руды и шести небольших терриконах пустой породы в руднике Вареш. Измерения проведены в 1984 году. Съёмки проведены в состоянии горных работ на достаточно длительной фазе разработки нарьера. Для освещения при ночных работах использовались стационарные электрические рефлекторы.

Дан комментарий установленного состояния освещенности, которое оценено как неудовлетворительное.

В конце даны конкретные предложения технического решения для улучшения условий освещенности непосредственно на рабочих участках, где производятся горные работы.

POSTUPAK IZRADE KATASTRA ZAGAĐIVAČA VAZDUHA NA PRIMERU METALURŠKOG KOMBINATA SMEDEREVO

(sa 1 slikom)

Dipl. inž. Dragoljub Urošević

Uvod

Planiranje i kontrola emisija je jedno od najznačajnijih obeležja planiranja i kontrole kvaliteta vazduha u okviru kompleksa očuvanja kvaliteta čovekove životne sredine. Planiranje i kontrola emisija je i osnovni element izrade prostornih planova, u okviru kojih može da ima i limitirajući karakter.

Otuda se u svetu, a poslednjih godina i u nas, ovoj problematici posvećuje posebna pažnja. Rezultati se ogledaju, naročito, kroz iznalaženje i usavršavanje metodoloških pristupa, odnosno izradu strategije planiranja i kontrole emisija i kroz izradu zakonskih regulativa u pogledu limitiranja emisija.

Osnovni element planiranja i kontrole emisije je svakako postupak kojim se definišu emitori, odnosno utvrđuju svi značajni pokazatelji i sve karakteristike svakog emitora posebno, a u sastavu neke industrijske, urbane ili društveno-političke celine. Ovako formiran skup informacija o emisijama, dosadašnja praksa je okarakterisala kao KATASTAR EMITORA ili KATASTAR ZAGAĐIVAČA VAZDUHA.

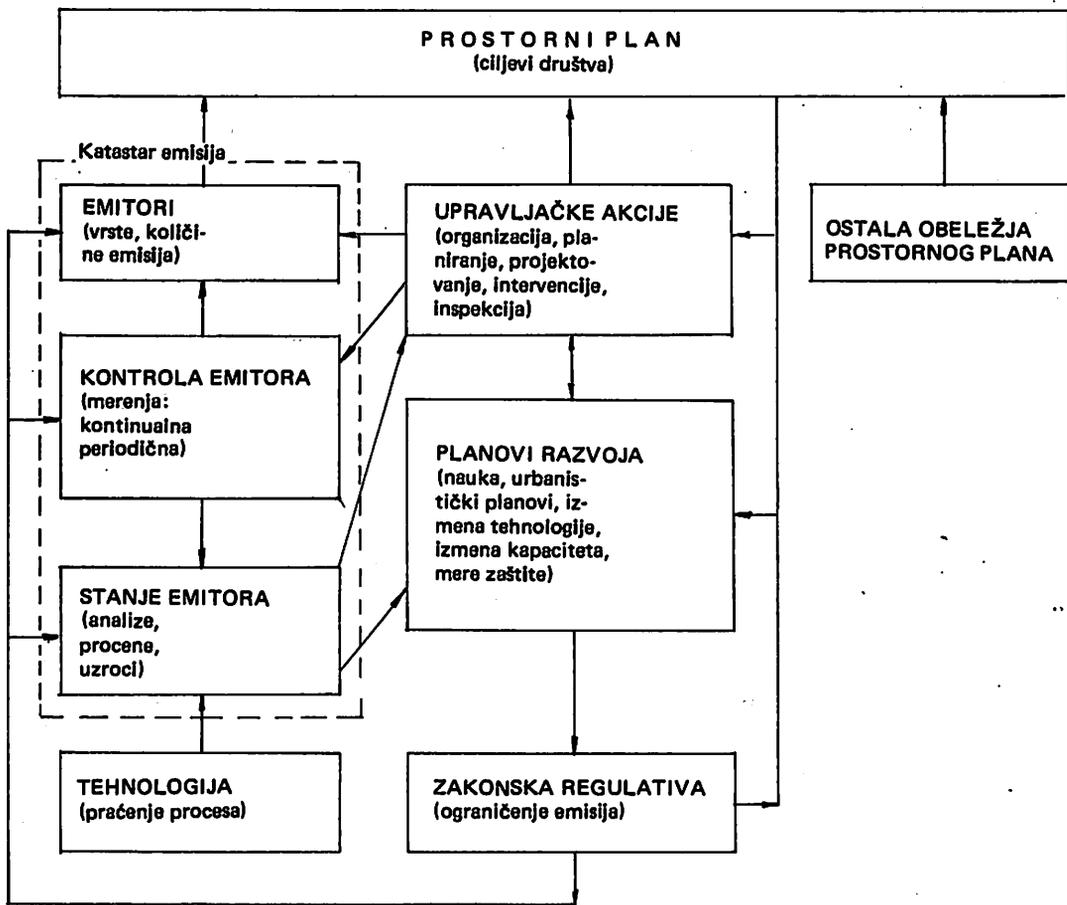
U narednom blok dijagramu prikazana je principijelna šema kretanja i obrade informacija o emisijama (kao deo prostornog plana), koja se koristi u Rudarskom institutu, Beograd. Na blok dijagramu se odmah vidi da neki elementi, kao

upravljačke akcije, planovi razvoja, zakonska regulativa i tehnologija nisu samo karakteristike emisije, već imaju širi značaj, ali su u okviru značaja za unapređenje kvaliteta vazduha neosporno u neposrednoj vezi s emisijama. U detaljnije analize ovih elemenata neće se ulaziti, ne samo zbog obimnosti, već i zbog toga što su oni (na ovaj način) dovoljno opisani. Posebna pažnja posvetiće se obeležjima: emitori, kontrola emitora i stanje emitora i to u smislu prikupljanja i obrade informacija o emisijama, da bi se formirao KATASTAR EMITORA.

Metodologija

Pri oceni stanja zagađenja vazduha i određivanju najefikativnijeg postupka za smanjenje zagađenja, neophodne su informacije o količinama materija koje zagađuju vazduh (i njihovim karakteristikama), mestu odakle se izbacuju i okolnostima pod kojima se izbacuju u atmosferu. Skupom ovih informacija definisan je IZVOR zagađenja – EMITOR. Sistematsko praćenje ponašanja emitora u konkretnim tehnološkim i tehničkim uslovima sa ciljem povećanja skupa informacija o emitorima i pružanja mogućnosti održavanja nivoa emisija osnovni je zadatak KONTROLE emitora.

Ovako dobijeni i sređeni podaci omogućuju razmatranje o promenama u radu emitora i efektima koji su rezultat te promene, (npr. gubici u energiji i sirovinama, uticaj promene kapaciteta,



sirovina, energije i dr.). Međutim, značajnije od toga je što su ovako prikupljeni podaci (STANJE EMITORA) osnovna podloga za sva razmatranja o planiranju kvaliteta vazduha.

Metodološki pristup za formiranje katastra emitora, pored pomenutog, ima i zadatak da pruži mogućnost za matematičku obradu podataka primenom kompjutera, a ostvaruje sledeće ciljeve:

- registrovanje svih emitora (na određenom lokalitetu)
- definisanje emisija svih emitora sa svim katekteristikama efluenata
- obezbeđivanje što realnijih podataka o emitima i emisijama, kako bi se na osnovu tih podataka (i meteoroloških karakteristika) moglo u svakom trenutku izračunati stanje imisija (na određenom lokalitetu)

- pružanje mogućnosti praćenja rada emitora
- ukazivanje na periodičnost pregleda i dinamiku održavanja
- utvrđivanje odgovarajućih mera za smanjenje emisija
- utvrđivanje efekata prečišćavanja
- mogućnost procene stanja imisionih koncentracija kod izgradnje novih objekata za koje se procenjuju i snage emitora
- mogućnost utvrđivanja vrste mernih mreža za merenje imisija
- mogućnost utvrđivanja zona u kojima je realno očekivati velike, odnosno minimalne imisije, čime se racionalizuje skupi postupak merenja imisija
- mogućnost izbora metoda za merenje imisija
- mogućnost izrade prostornih i urbanističkih planova
- mogućnost simulacije stanja zagađenja, naročito kod izbora varijante za rešenje tehničke mere zaštite

- obezbeđenje postupka za optimizaciju
- omogućivanje kontrolnim organima (inspekcije) odgovarajući uvid i
- pružanje mogućnosti uklapanja u svetsku strategiju planiranja kvaliteta vazduha, putem razmene podataka o značajnim polutantima ili efektima primenjenih mera zaštite i sl.

Iz izloženog je jasno šta znači pojam „katastar emitora“ i kakve su njegove prednosti u borbi za očuvanje kvaliteta vazduha. Zbog toga ga treba razlikovati od pojmova „registar emisija“ ili „bilans emisija“ ili „popis zagađivača“, kako ne bi došlo do nepotrebnih nesporazuma.

Posebnu ulogu u našoj zemlji, u razjašnjenju pojma „katastar emitora“, treba da imaju zakonodavne funkcije, donošenjem odgovarajućih normativnih akata, kako bi postupak formiranja katastra imao i pravni značaj. Za sada su to samo pokušaji.

Koristeći navedeni metodološki pristup formiranju katastra emisija u Metalurškom kombinatu Smederevo je počelo formiranje ovakvog skupa informacija o emititorima. Sve informacije o svakom emititoru, posebno po ovoj metodologiji, „slivale“ su se u poseban formular – „KARTON EMITORA“, napravljen u Rudarskom institutu, Beograd, te je na ovaj način skup svih kartona formirao posebnu knjigu – „KATASTAR EMITORA MK SMEDEREVO“.

Karton emitora i sadržaj informacija o emititoru dati su na slici 1, te se detaljnije ne opisuje.

Izrada katastra emitora MK Smederevo

Imajući u vidu izloženu metodologiju za formiranje katastra zagađivača vazduha, kao i ograničene materijalne mogućnosti predviđene za realizaciju ovog zadatka, počelo je 1982. god. formiranje KATASTRA EMITORA MK SMEDEREVO. Pristup je bio sledeći:

1 – početi rad na formiranju katastra prema definisanoj metodologiji, a na osnovu:

- postojeće dokumentacije (merjenja emisija u toku 1979. god.)
- novih merjenja emisija karakterističnih emitora, imajući u vidu merjenja iz 1979. god. i

- nepotpunih podataka o nekim postojećim emititorima (samo podaci o nazivu i lokaciji) i

2 – nastaviti rad na formiranju katastra u narednim godinama, koristeći samo merene podatke, sa ciljem da se omogući sukcesivno formiranje katastra emitora MK Smederevo do kraja 1985. god.

Ovakav pristup doprineo je da je do kraja 1984. godine, generalno rečeno, formiran katastar emitora MK Smederevo u obliku posebne knjige, koja predstavlja zasebnu celinu, tako koncipiranu da omogućava nezavisan nastavak radova na ovoj problematici, naročito u odnosu na II fazu razvoja Kombinata.

Prvi korak u formiranju katastra emitora bio je: evidentiranje svih emitora, njihovo šifriranje i definisanje naziva i funkcija. Takav registar je obuhvatio ukupno 69 emitora.

Sastavni deo ovog registra je karta lokacije Kombinata sa dispozicijama svih evidentiranih emitora.

Iz praktičnih razloga je, pored registrovanja emitora, odnosno izrade spiska svih emitora, bilo neophodno izvršiti klasifikaciju evidentiranih emitora, koja je morala da odgovori na sledeća pitanja:

- da li su emitori (postrojenja) već izgrađeni odnosno rade, ili su predmet perspektivnog razvoja i kakav je karakter tehnoloških procesa koji izbacuju zagađivače u atmosferu, odnosno da li su postrojenja namenjena za proizvodnju energije ili proizvoda industrijskog tipa?
- koliki je intenzitet emitora, odnosno kakav je kvalitativni i kvantitativni sadržaj efluenta koji se izbacuje u atmosferu?
- da li se zagađujuće materije izbacuju kroz relativno male otvore ili su to velike površine i na kojoj visini od nivoa reljefa se izbacuju zagađivači u atmosferu?
- na koji način su rešeni problemi vezani za sprečavanje emitovanja zagađujućih materija u atmosferu, tj. da li postoje, kakav im je efekat i kako se održavaju sistemi za prečišćavanje izlaznih gasova, odnosno kakva je pouzdanost emitora?

Kriterijumi za navedenu klasifikaciju, kada su u pitanju emitori MK Smederevo, nisu potpuno

definisani kod svih obeležja. Jedan od razloga je što nije bilo dovoljno podataka o evidentiranim emitorima, na osnovu kojih bi se mogle da urade potrebne analize za definitivniju klasifikaciju. Zbog toga ovaj zadatak ostaje kao predmet posebne pažnje u II fazi formiranja katastra, a podrazumeva potpune informacije o emitorima u Kombinat, naročito u odnosu na drugu fazu njegove izgradnje.

Interpretacijom navedene klasifikacije za emitore Metalurškog kombinata Smederevo može se reći sledeće:

- svi analizirani izvori su u eksploataciji, odnosno već su izgrađeni, mada izvestan broj emitora – sistema za otprašivanje, nije u funkcionalnom stanju ili uopšte ne radi
- planira se, završetkom II faze izgradnje Kombinata, povećanje broja izvora, uglavnom sistema za otprašivanje, dok će neki postojeći emitori promeniti karakteristike, s obzirom na planirano povećanje proizvodnje gvožđa i čelika
- samo jedan emitor je energetskog tipa – dimnjak energane, dok su svi ostali tehnološkog tipa
- emitora kao velikih (karakterističnih) zagađivača ima deset, dok su svi ostali mali i sa aspekta zagađenja vazduha, značajni samo za industrijski krug Kombinata

- samo jedan izvor je površinskog tipa – deponija za homogenizaciju rude, a svi ostali su tačkasti, dok ne postoji ni jedan linijski
- postoji deset visokih emitora, koji su istovremeno i karakteristični, a ostali su prizemni, odnosno visoki do dvadeset metara i
- teško je dati bilo kakvu ocenu o pouzdanosti emitora, jer ne postoje podaci ni za jedan emitor, o izmerenim efektima prečišćavanja, a izvestan broj sistema za otprašivanje je u nefunkcionalnom stanju.

Drugi skup podataka, koji opisuju emitor do nivoa koji daje detaljan uvid o osobinama emitora, značajnim sa aspekta zaštite vazduha od zagađivanja, pruža mogućnost raznih razmatranja i analiza u smislu očuvanja kvaliteta vazduha, označen je kao karakteristike emitora. Ovaj skup podataka je najvažniji kod formiranja katastra emitora. Podaci o emisijama iz ovog skupa mogu imati dva porekla:

- procenom u okviru, recimo, prostornog plana ili plana razvoja Kombinata (podaci za drugu fazu izgradnje) i
- merenjem na emitorima u toku eksploatacije.

Karakteristični emitori sa aspekta emisije prašine

Tablica 1

Redni broj	Emitor	Koncentracija prašine u mg/m^3	Količina emitovanog gasa m^3/h	Količina prašine u kg/h	Količina prašine u g/s
1	E-15	60,69	8729	0,53	0,14
2	E-16	31,46	1017	0,03	0,008
3	E-9	31,2	8903	0,27	0,077
4	E-10	47,5	1764	0,08	0,023
5	E-11	11,4	3952	0,045	0,012
6	E-12	38,35	11382	0,436	0,121
7	E-23	176,6	414070	73,124	20,312
8	E-26	81,72	149845	12,245	3,401
9	E-27	76,42	149049	11,390	3,163
10	E-30	57,14	137934	7,881	2,186
11	E-34	18,5	86475	1,599	0,444
12	E-36	84,0	28248	2,372	0,659
13	E-37	257,0	11657	2,995	0,832
14	E-45b	63,2	58146	3,674	1,020
15	E-45	254,4	90214	22,950	6,375
16	E-38	95,9	352830	33,835	9,398
17	E-56	2,0	55835	0,111	0,031
18	E-57	2,5	37067	0,092	0,025
19	E-61	65,0	107299	6,794	1,937
20	E-62	35,0	110476	3,866	1,074
21	E-35	14,67	204249	2,996	0,832

Prvi postupak bazira na proračunu emisija na osnovu materija koje ulaze u tehnološki proces i proračunu sistema za prečišćavanje otpadnih produkata tehnološkog procesa. Drugi postupak je rezultat praktičnih merenja u konkretnim uslovima, primenom adekvatnih metoda merenja emisija i efekata prečišćavanja. Rezultati dobijeni radom po drugom postupku su realniji, ali zahtevaju daleko veća sredstva, specifičnu opremu za merenje i duža vremenska angažovanja.

Kako su izmereni podaci pouzdaniji, daje se izvod iz emitora MK Smederevo radi sagledavanja osnovnih karakteristika značajnih emitora MK Smederevo, koje se odnose na emisione vrednosti. U tabličnim prikazima 1, 2, 3 i 4 dat je izvod iz skupa podataka dobijenih merenjima emisija na 58 emitora. Podaci o ostalim emititorima, koji su uglavnom ispusni otvori manjih sistema za otpušivanje, nisu uzeti u obzir. Nisu uzeti u obzir ni emitori kod kojih su konstatovane zanemarljive emisije.

Karakteristični emitori sa aspekta emisije CO

Tablica 2

Redni broj	Emitor	Koncentracija ugljenmonoksida u mg/m ³	Količina emitovanog gasa u m ³ /h	Količina ugljenmon. u kg/h	Količina ugljenmon. g/s
1	E-23	1156	414070	478,664	132,96
2	E-26	28,82	149845	4,243	1,178
3	E-27	38,86	149049	5,792	1,608
4	E-34	1050	86475	90,798	25,22
5	E-38	143,2	352820	50,923	14,03
6	E-56	21,2	55835	1,138	0,328
7	E-57	14,3	37067	0,530	0,147
8	E-61	167,3	107299	17,951	4,986
9	E-62	340,2	110479	35,584	10,440
10	E-35	862,0	204249	176,062	48,90

Karakteristični emitori sa aspekta emisije SO₂

Tablica 3

Redni broj	Emitor	Koncentracije sumpordioksida u mg/m ³	Količina emitovanog gasa u m ³ /h	Količina sumpordioksida u kg/h	Količina sumpordioksida u g/s
1	E-23	1250	414070	517,587	143,77
2	E-26	1,16	149845	0,173	0,048
3	E-27	1,6	149049	0,238	0,066
4	E-34	1387	86475	119,940	33,31
5	E-38	306,1	352820	107,998	29,99
6	E-35	0,56	204249	0,114	0,031

Karakteristični emitori sa aspekta emisije (NO)_x

Tablica 4

Redni broj	Emitor	Koncentracije azotnih oksida u mg/m ³	Količina emitov. gasa u m ³ /h	Količina azotnih oksida u kg/h	Količina azotnih oksida u g/s
1	E-23	31,25	414070	12,939	3,59
2	E-34	0,6	86475	0,051	0,014
3	E-61	0,13	107299	0,013	0,003
4	E-62	0,09	110478	0,009	0,002
5	E-35	0,84	204249	0,171	0,047

Zaključak

Izradom „metodologije za formiranje katastra emitora“ prvi put je stvorena mogućnost da se detaljno analiziraju svi emitori MK Smederevo, kroz sistematsko ponašanje pojedinih emitora u konkretnim tehnološkim i tehničkim uslovima. Sem ovoga, stvorena je baza, od posebne važnosti za dalji rad na obradi distribucije aerozagađenja na široj okolini Kombinata.

Dobijeni podaci o koncentracijama zagađujućih materija u izlaznim gasovima nisu analizirani sa aspekta zakonskih regulativa, jer takvih limitirajućih normi nema u našem zakonodavstvu. Međutim, upoređivanjem sa stranim normama za emisije, izmerene vrednosti više puta premašuju dopuštene.

Predstavljena metodologija bazira na konkretnim skupovima podataka i podrazumeva primenu automatske obrade podataka o emititorima na kompjuteru, značajnu za obradu distribucije aerozagađivača, ne samo zbog brzine dobijanja traženih podataka o imisijama, već što se pruža mogućnost česte kontrole stanja zagađenja i pro-

cene mogućih situacija zagađenja vazduha u funkciji promene karakteristika emitora. Ovo ima poseban praktičan značaj prilikom analiza varijantnih rešenja kod izrade prostornih i urbanističkih planova.

Izradom ove metodologije pružena je, takođe, mogućnost da se problem zaštite vazduha od zagađivanja proširi na Podunavski region, s obzirom da su na ovom mestu skoncentrisani veliki industrijski kompleksi (MK Smederevo, REK Kostolac, Goša i dr.) i da se programom perspektivnog razvoja regiona predviđaju novi, čije bi emisije mogle da budu veoma nepovoljne.

Analizom evidentiranih emitora, utvrđeno je da je relativno mali broj sistema za prečišćavanje na njima u funkcionalnom stanju. Očigledno je, da je potreba (zbog formiranja katastra emitora) za merenjima emisija, ukazala na navedenu konstataciju, te se može slobodno reći da je katastar emitora, već na prvom koraku, opravdao svoju egzistenciju.

Ovakav zaključak je, istovremeno, bio podstrek za nastavak merenja, odnosno za nastavak formiranja katastra emitora i u 1985. godini.

SUMMARY

Method of Preparation of a Cadastre of Air Pollutants Based on MK Smederevo

Presented is a conceptual diagram of movement and processing of information on emissions used by the Mining Institute — Belgrade showing the control action, development plan, legislative regulations, all this being highly relevant for improvement of air quality and closely related with the emissions.

Particular care was devoted to determinants: emitters, control of emitters and state of emitters, regarding collection and processing of information on emissions for the purpose of preparing a cadastre of emitters.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Ausarbeitungsverfahren vom Kataster der Luftverunreiniger am Beispiel von MK Smederevo

Es ist die Prinzipielschema des Informationslaufes und — bearbeitung der Emissionen gegeben, welche in dem Rudarski Institut Beograd genutzt wird, und aus welcher man die Steuerungsarbeiten, den Entwicklungsplan, die gesetzliche Vorschrift und die Technologie sehen kann, was für die Beförderung der Luftgüte sehr wichtig ist und in enger Verbindung mit der Emissionen ist.

Besondere Aufmerksamkeit ist den Kennzeichen: Strahler, der Kontrolle und dem Zustand der Strahler gegeben und zwar im Sinne der Sammlung und Verarbeitung der Informationen über den Emissionen um den Kataster der Emissionen zu formieren.

РЕЗЮМЕ

Метод составления кадастра загрязнителей воздуха на примере МК Смедерево

Дана принципиальная схема переноса и обработки информации о выбросах в атмосферу, которой пользуется Горный институт в Белграде, на основании которой можно видеть управленческую акцию, план развития, регулятивные законодательные меры и технологию, что является очень значительным для улучшения качества воздуха и находится в непосредственной связи с выбросами в атмосферу.

Особое внимание уделено таким существенным признакам как: эмиттеры, их контроль, состояние эмиттеров в смысле сбора и обработки информации о выбросах в атмосферу для составления кадастра эмиттера.

PRIMENA KOMPJUTERA PRI PROCENI I ANALIZI STANJA ZAGAĐENJA VAZDUHA NA PRIMERU MK SMEDEREVO

(sa 10 slika)

Dipl. inž. Dragoljub Urošević – Aleš Bizjak, dipl. fiz. –
dipl. inž. Vladimir Ivanović – dipl. inž. Dušan Vitorović –
mr Dušan Bratičević, dipl. matem.

Uvod

Ocena potencijalne opasnosti od zagađenja atmosferskog vazduha gasovima i prašinom u konkretnoj situaciji i posle izgradnje novih razvojnih kapaciteta, odnosno utvrđivanje eventualnog nastajanja kvantitativnih promena postojećeg stanja zagađenja vazduha, pod uticajem novih izvora, kao i mogući nepovoljan efekat na razvojne kapacitete i mere zaštite vazduha od zagađivanja, planirane u ove svrhe, predstavlja osnovni zadatak u strategiji upravljanja kvalitetom vazduha.

Stvarno stanje transporta i raspodele polutata u prizemnom sloju atmosfere veoma je promenljivo u vremenu i prostoru. Lokalna cirkulacija vazduha ima svoj dnevni hod, koji se menja intenzivno u toku dana. Naročito su značajne razlike u dnevnim i noćnim uslovima. Godišnja doba, takođe, utiču na ovu promenu.

Ove kratke konstatacije nedvosmisleno ukazuju, da se prilikom ocene ili procene stanja zagađenja vazduha koristi obiman informacioni materijal, jer ovaj postupak mora da obuhvati veliki skup svih distribucionih situacija koje se kao pojave, za dati lokalitet, mogu pretpostaviti uz određivanje verovatnoće pojavljivanja. Osnova za ovakav rad sadržana je u višegodišnjim merenjima svih relevantnih emisionih i meteoroloških faktora, a obrada podataka je najsvrsishodnija primenom kompjuterske tehnike uz prethodno formiran matematički model.

Dobijeni rezultati modelske analize omogućuju da se realizuje postavljeni zadatak, tj. da se oceni potencijalna opasnost od zagađenja vazduha opasnim gasovima i prašinom u sadašnjoj situaciji i uslovima koji mogu nastati izgradnjom novih kapaciteta. Paralelno sa ovim zaključkom dobija se čitav niz drugih korisnih analiza i preporuka za rešavanje problema aerozagađenja.

Pored navedenog, modeliranje sadrži i ispitivanje ili utvrđivanje specijalnih situacija pri kojima nastupaju najnepovoljnija zagađenja (kritična stanja).

Metodologija

Uvidom u pravnu regulativu koja reguliše problematiku zagađenja vazduha u našoj zemlji, posebno pada u oči odredba, koja obavezuje radnu organizaciju da kod projektovanja i izgradnje novih postrojenja obezbedi potreban kvalitet vazduha. Pravne formulacije ovih odluka nisu podesne za korišćenje kod matematičkog modeliranja, jer se normativi odnose na izmerene vrednosti imisija i obuhvataju intervale merenja od 30 min do 24 h.

Sem ovog, pravnom regulativom nije naglašeno kako se postupa, kada se umesto izmerenih vrednosti uzimaju proračunate, te se zbog toga daje sledeće tumačenje, a u smislu opravdane primene matematičkog modela distribucije.

Proračunate vrednosti emisija opisuju prostornu raspodelu koncentracija polutanata, koju stvara jedna mikroklimatska i jedna emisiona situacija, koje se smatraju relativno stabilnim u prostoru i vremenu, a odnose se na period od 20–30 min. Kako su vrednosti meteoroloških parametara i emisija promenljive u vremenu, moguće je proračunavanje emisija u obimu u kome postoje pojedinačne informacije o navedenim parametrima kao trenutnim (30 min) vrednostima. Raspoloživa meteorološka situacija odgovara ovom zahtevu, dok su emisije date kao konstante za celu godinu.

Uobičajene informacije o meteorološkim situacijama i emisijama omogućavaju da se analizira i jedna hipotetička situacija, koja se u realnosti nikada ne javlja, ali je značajna za ocenu aerozagađenja. Ova situacija opisuje fiktivnu prostornu raspodelu srednjih godišnjih trenutnih vrednosti zagađenja vazduha u svakoj tački terena. Normativ koji se primenjuje kod ove analize označen je u našim normativima sa GVI_d , sa trajanjem uzorkovanja od 30 min.

Značenje ovog normativa je granična vrednost dopuštene emisije i odnosi se na dugotrajni period vremena (godina). U praksi se ova vrednost upoređuje sa srednjom vrednošću velikog broja izmerenih (izračunatih) trenutnih koncentracija, pri čemu se broj i momenat uzorkovanja određuje po posebnom postupku. U literaturi se ova izmerena vrednost označava sa C_{sred} , ili C_{50} .

Skup izračunatih koncentracija za svaku posmatranu tačku na terenu (mreža računanja) daje raspodelu u kojoj se mogu izdvojiti i maksimalne vrednosti C_{max} (ili C_{100}), što označava da se u intervalu od C_{min} do C_{max} javlja svih 100% rezultata. Učestalost pojave maksimalnih koncentracija je mala, te su i dopuštene vrednosti za njih znatno veće. Otuda je važno da se prihvati činjenica, kojom se tvrdi da su koncentracije štetnih materija u prostoru i vremenu promenljive u dijapazonu od C_{min} do C_{max} , te čine raspodelu rezultata događaja. Iz ove činjenice proističe obaveza za formiranje različitih dopuštenih vrednosti koncentracija, zavisno od toga koji se deo raspodele izmerenih ili izračunatih vrednosti posmatra. Pravilo je, da se za učestalije događaje dopušta niža vrednost koncentracije.

Kod dalje analize trenutnih izmerenih ili izračunatih koncentracija javlja se problem ocene skupa podataka (raspodele), sa stanovišta koje je

blaže od dopuštene srednje vrednosti. Uobičajeno je da se ova vrednost odabere po sledećem pravilu: što je opasniji polutant, bira se normativna vrednost koja je bliža dopuštenoj srednjoj vrednosti, kao strožijem kriterijumu. Razumljivo je da se ovaj rezultat nalazi između GVI_k (sred.) i GVI_k (max). U praksi se, najčešće, usvaja vrednost dopuštene koncentracije GVI_k (80), ili GVI_k (95). Ovakav normativ neophodan je za ocenu trenutnih stanja zagađenja koja mogu biti znatno veća od srednje godišnje vrednosti. Veće emisije se ređe javljaju, te je potreban blaži kriterijum ocenjivanja. Ovakav rad obezbeđuje veliku verovatnost ocene potencijalne opasnosti i trenutnih događaja aerozagađenja (dok bi rad sa srednjim vrednostima bio isuviše strog zahtev).

Bitno je naglasiti, da se u praksi koriste različiti dopušteni normativi za isti polutant, zavisno od toga da li se upotrebljava srednja vrednost izmerenih (izračunatih) koncentracija, maksimalna vrednost, odnosno vrednost GVI_k (95). Značenje normativa GVI_k (95) je granična dopuštena vrednost emisija, koja se odnosi samo na jednu pretpostavljenu, nepovoljnu, ali retku situaciju zagađenja vazduha (koja se utvrđuje 30–minutnim merenjem i sme da se javlja u manje od 5% slučajeva). Dalje, analiza obuhvata i čestinu prekoračenja dopuštenih koncentracija, označenih kao GVI_k (95), jer je od interesa za ocenu stepena opasnosti i poznavanje sa kojom se čestinom javljaju rezultati veći od ove vrednosti, na pojedinim tačkama terena. Upoređenjem izračunatih vrednosti sa dopuštenim koncentracijama GVI_k (95) određuje se procentualna zastupljenost pojavljivanja prekoračenja za svaku tačku mreže. Smatra se da se pojava većih koncentracija od GVI_k (95) sme dopustiti samo u 5% slučajeva u toku godine. Ovaj je uveden zbog zahteva metodologije matematičkog modeliranja, te predstavlja samo korisnu dopunu u sagledavanju prognozirane disperzije.

Pravna regulativa ne predviđa granične vrednosti emisija za zajednički uticaj svih polutanata, što je danas u svetskoj praksi najvažniji kriterijum za ocenu potencijalne opasnosti. Ne remeteći smisao zakona, primena matematičkog modela dopunjava „pravnu regulativu“ sa kriterijumom koji je u stručnoj literaturi označen kao kumulativni uticaj svih delujućih polutanata koji imaju sumirajuće (sinergično) dejstvo. (MAQI–Matre Air Quality Index, EVI – Extreme Volume Index, ORAQI – The Oak Ridge Air Quality Index, i DOZA). Za rad u ovom modelu usvojena je „do-

za", kao kriterijum za ocenu sumarnog uticaja SO₂, praha i NO₂.

Proračun svođenja na „dozu“, odnosno jedan odabrani polutant, (usvojen SO₂) radi se po sledećoj relaciji (oznaka za dozu u konkretnom slučaju je „D_{SO₂}“):

$$D_{SO_2} = C_{SO_2} + K_p C_p + K_{NO_2} C_{NO_2} \text{ (g/m}^3\text{)}$$

gde su:

- C_{SO₂}, C_p i C_{NO₂} – konstatovane izmerene ili proračunate koncentracije SO₂, praha i NO₂
- K_p i K_{NO₂} – koeficijenti fiktivnog svođenja koncentracija praha i NO₂ gasa na odgovarajuće koncentracije SO₂ gasa, preko dopuštenih normativa.

$$K_{NO_2} = \frac{GVI_{NO_2}}{GVI_{SO_2}} \quad \text{i} \quad K_p = \frac{GVI_p}{GVI_{SO_2}}$$

Doza se upoređuje sa GVI_{SO₂}, a kao kriterijum ocene služi odnos prekoračenja:

$$P = \frac{D_{SO_2}}{GVI_{SO_2}}$$

Ako je P veće od 1, ukupno dejstvo svih polutanata je u nedopuštenim granicama. Kriterijum „doza“ je izuzetno strog, ali i jedino opravdan za sagledavanje stvarne opasnosti. Prilikom analize „doze“, po svim elementima posmatranja, koriste se dopuštene vrednosti za SO₂ gas.

Najzad, u pogledu ocene stanja zagađenja vazduha, treba ukazati na još nekoliko značajnih momenata.

Stanja zagađenja vazduha ne mogu se prikazati jednim univerzalnim pokazateljem. U literaturi, iz ove tematike, nije u potpunosti određeno kojim se kriterijumima treba služiti kod donošenja konačne ocene, već se predlaže složena analiza pod nazivom KOMPLEKSNA OCENA. Ovakav pojam nije jednoznačno definisan, te zahteva određena objašnjenja.

Granične zone za trenutne koncentracije bitno se razlikuju od graničnih zona za maksimalne vrednosti koncentracija. Velika je i razlika između graničnih zona koje opisuju srednje godišnje koncentracije i graničnih zona za čestine prekoračenja dopuštenih trenutnih vrednosti koncentracija. Iz izloženog se vidi, da je neodređeno koja se oblast područja nalazi u granicama dozvoljenog, a koja ne. Teritorija koju zahvata jedan polutant u nedozvoljenom opsegu bitno se razlikuje od teritorije drugog polutanta, dok najveću oblast može da zahvata kumulativno dejstvo—doza.

Pošto, kako je već rečeno, jednovremeno složeno sagledavanje svih događaja zagađenja nema propisane kriterijalne vrednosti, to usvajanje maksimalnih površina, ograničenih najstrožim kriterijumima, nije u potpunosti osnovano, ukoliko je frekventnost događaja mala.

Sve ovo ukazuje da je neophodna složena analiza svih razmatranih parametara prilikom donošenja konačnog suda o potencijalnoj opasnosti. Zaključak ove složene analize podrazumeva kompleksnu ocenu. Kriterijumi za kompleksnu ocenu formiraju se subjektivno na osnovu objektivnih pojedinačnih analiza svih razmatranih elemenata, vodeći računa o promenljivosti koncentracionih karakteristika u prostoru i vremenu.

Izložene konstatacije pokazuju da nije moguće formirati skup pojedinačnih zaključaka na osnovu kojih bi bio donet sud za sve oblasti ugroženih površina reljefa. Rešenje se sastoji u grafičkom prikazivanju i njegovoj analizi za svaki potrebni lokalitet.

Imajući u vidu dosad izloženo, analiza stanja zagađenja vazduha, na osnovu dokumentacije dobijene kompjuterskom obradom podataka, predstavlja izuzetno dobru podlogu za sva zaključivanja kroz aspekt očuvanja kvaliteta vazduha.

Iskustva Rudarskog instituta, stečena korišćenjem matematičkog modela distribucije aerozagađivača kroz studije o zaštiti životne sredine, ukazala su da primena ovog modela daje dovoljno pouzdane rezultate.

Ocena stanja zagađenja vazduha

Realizacija matematičkog modela distribucije aerozagađenja omogućava simulaciju rasprostiranja

štetnih materija za različite pretpostavljene ili izmerene intenzitete emisija, u poznatoj topološkoj, urbanoj i meteorološkoj situaciji. Rezultat ovakve obrade prikazuje se kroz sledeću grafičku i numeričku dokumentaciju o koncentracijama zagađujućih materija u vazduhu:

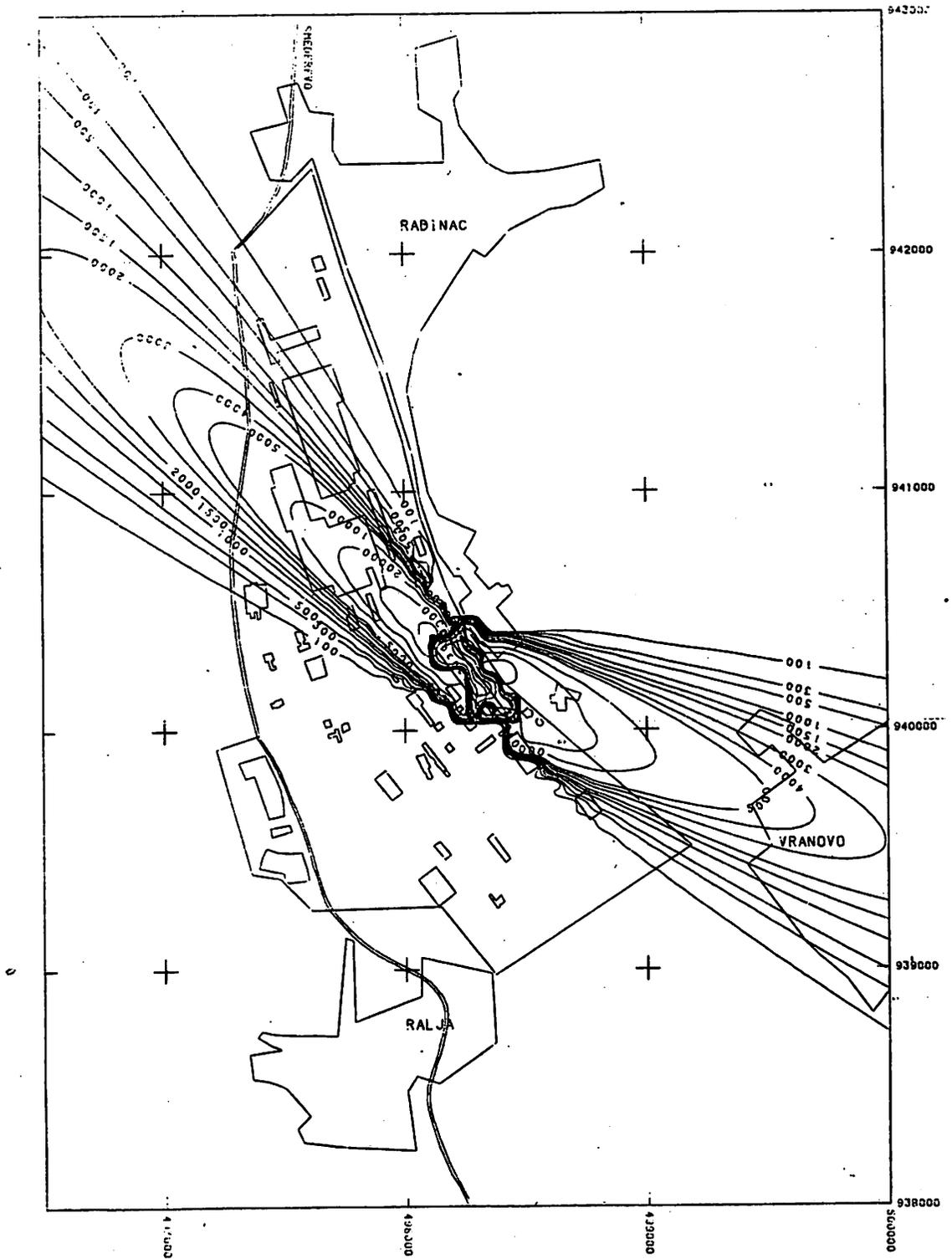
- karte i tabele trenutnih koncentracija, za karakteristične pravce i brzine vetra
 - karte i tabele srednjih godišnjih koncentracija za poznatu meteorološku situaciju iz višegodišnjeg perioda
 - karte i tabele maksimalnih koncentracija i
 - karte i tabele čestina prekoračenja dozvoljenih koncentracija u toku jedne godine
- čime je obezbeđen pouzdan informacioni materijal za formiranje slike o stanju zagađenja vazduha.

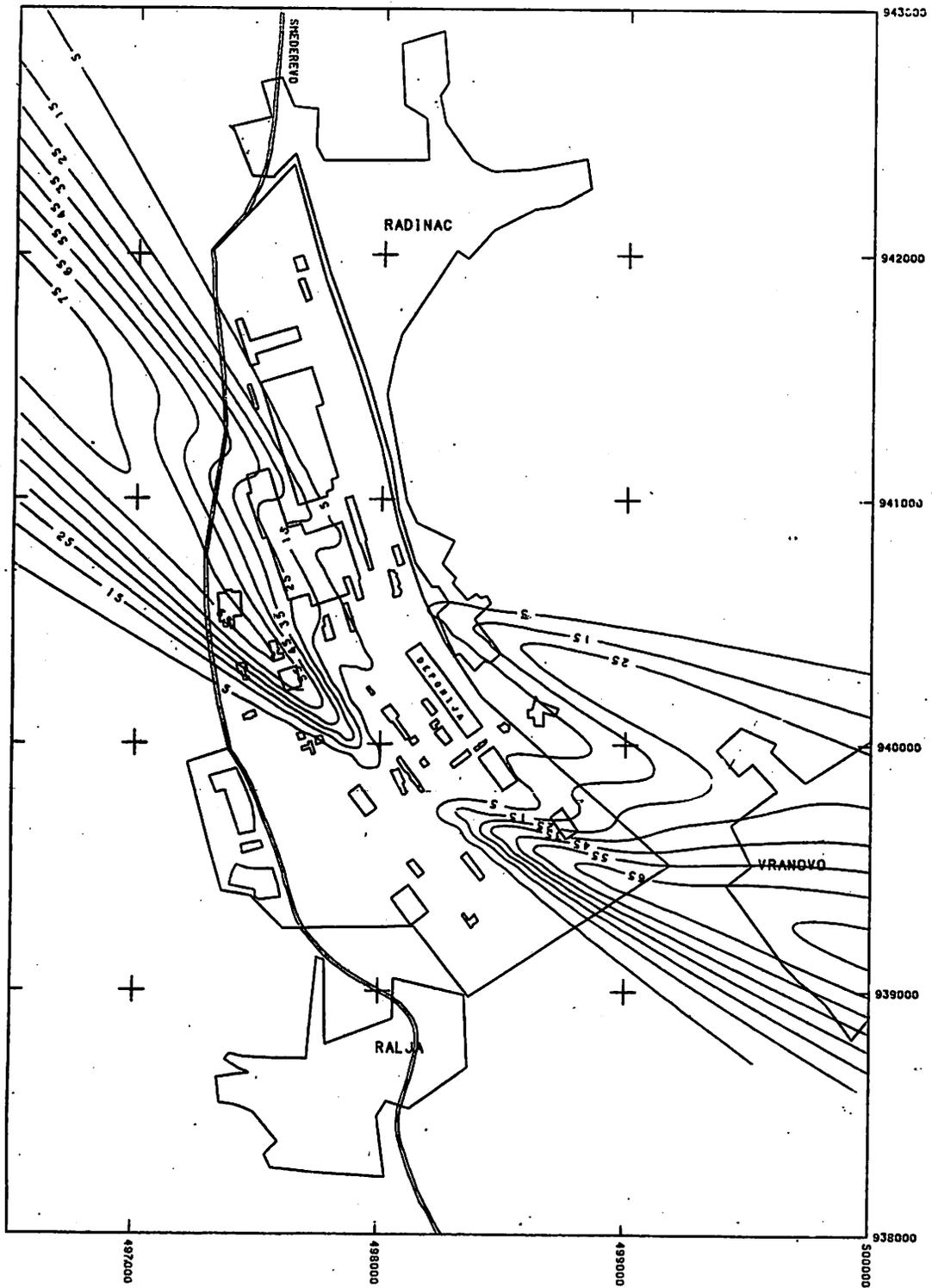
U nastavku se prikazuju rezultati kompjuterske obrade stanja zagađenja vazduha na primeru MK Smederevo sa bližom okolinom. Obradena su četiri polutanta i to: prašina, sumpordioksid, ugljen—monoksid i azotni oksidi, kao i „doza“ koja uzima u obzir sinergično dejstvo prašine, sumpordioksida i azotnih oksida. Osnovni informacioni materijal za ovu obradu bili su katastar emitora MK Smederevo i meteorološke karakteristike na području MK Smederevo, a analiza se odnosila na sadašnje i perspektivno stanje zagađenja vazduha.

Na svim crtežima izolinije koncentracija su date u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vazduha.

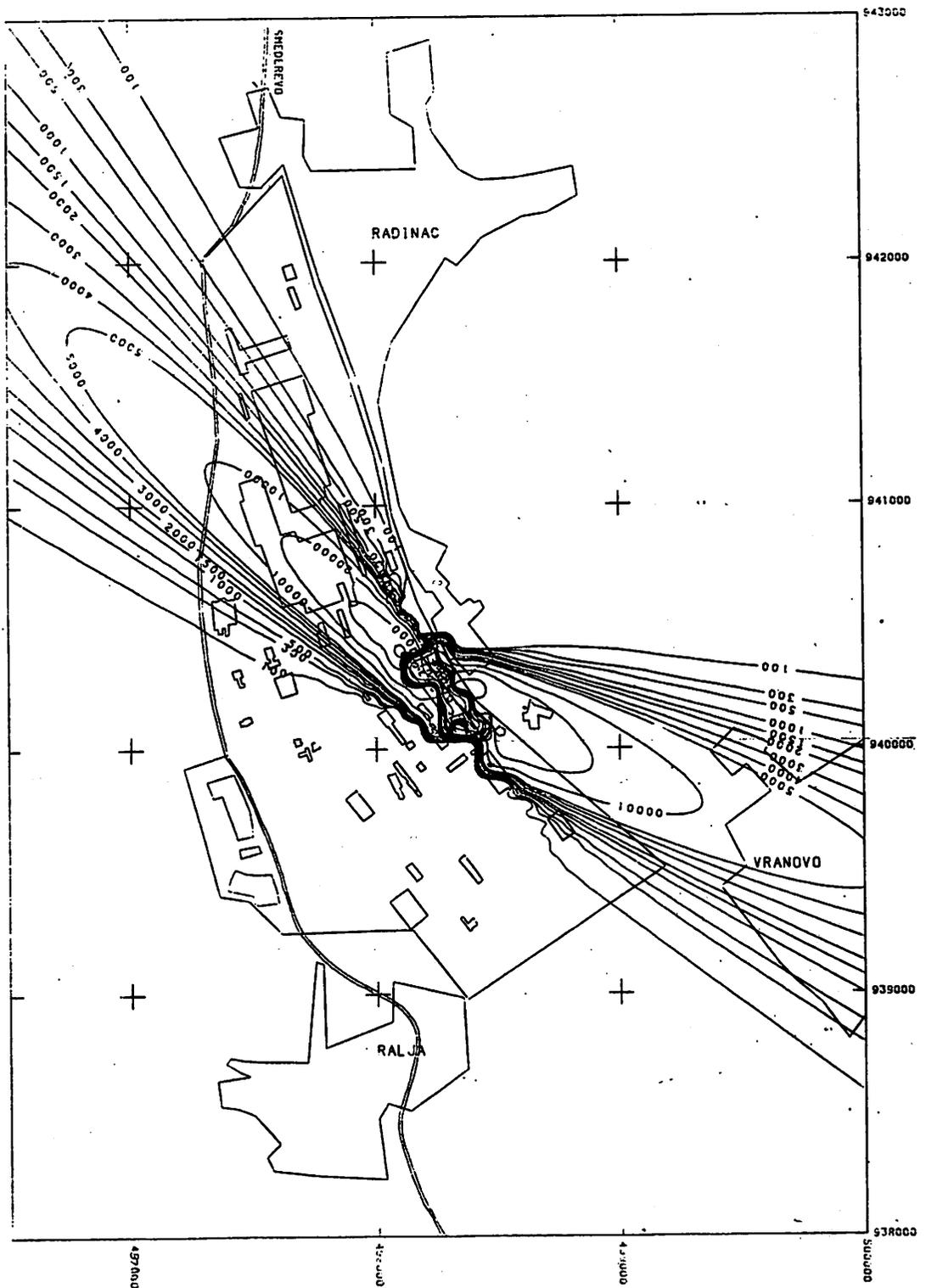
Rezultati su sledeći:

- trenutne koncentracije prašine u sadašnjim uslovima, sl. 1, pokazuju izrazitu opasnost po zagađenje vazduha čak i pri relativno niskim brzinama vetra (manjim od 4,0 m/s). Analizirana su dva najkarakterističnija pravca vetra, NW i ESE, a rezultat su visoka zagađenja vazduha baš u naselju Vranovo i istočnim delovima naselja Radinac.
- Trenutne koncentracije gasova SO_2 , $(\text{NO})_x$ i CO u sadašnjim uslovima su daleko ispod dozvoljenih vrednosti za životnu sredinu, te njihov nepovoljan uticaj ne postoji. Kao primer grafičke predstave prilaže se stanje sumpordioksida, sl. 2.
- Trenutne koncentracije „doze“ u sadašnjim uslovima, sl. 3, pokazuju opasnost po zagađenje vazduha i ugrožena su naselja Radinac i Vranovo.
- Kostatovana opasnost od prašine i „doze“ objašnjava se nepovoljnom lokacijom deponije za homogenizaciju ruda u odnosu na navedena naselja, s obzirom da je deponija izraziti emitor prašine, što su i potvrdile analize trenutnih koncentracija prašine sa deponije.
- Srednje godišnje koncentracije prašine u sadašnjim uslovima, sl. 4, takođe pokazuju nepovoljne efekte na životnu sredinu. Na slici je očigledno da je zagađenje vazduha u neposrednoj okolini kombinata značajno, odnosno da su okolna naselja Ralja, Vranovo i Radinac u ugroženom prostoru, gde koncentracije 2–4 puta premašuju dozvoljene vrednosti. Slična je situacija i sa srednjim godišnjim koncentracijama „doze“, sl. 5.
- Srednje godišnje koncentracije gasova SO_2 , CO i $(\text{NO})_x$ u sadašnjim uslovima ne pokazuju prekoračenja dozvoljenih koncentracija, odnosno okolina Kombinata nije ugrožena. Kao grafička predstava prilaže se stanje azotnih oksida na sl. 6.
- Srednje godišnje koncentracije prašine, posle završetka II faze izgradnje Kombinata, pokazuju zadovoljavajuće stanje, s obzirom da su okolni prostori Kombinata sa koncentracijom ispod $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$, odnosno ispod dozvoljenih granica. Slična je situacija i sa polutantom „doza“, sl. 7, dok srednje godišnje koncentracije gasova SO_2 , CO i $(\text{NO})_x$ završetkom II faze izgradnje Kombinata, pokazuju izrazito nizak nivo, odnosno stanje je daleko ispod dozvoljenih vrednosti za životnu sredinu.
- Analizom stanja maksimalnih godišnjih koncentracija dobijeni su rezultati adekvatni analizi srednjih godišnjih koncentracija. Ova podudarnost važi kako za sadašnje stanje, tako i za perspektivno stanje. Kod polutanata: prašina i „doza“ javljaju se veoma visoke maksimalne vrednosti u životnoj sredini, dok su kod ostalih analiziranih polutanata: SO_2 , CO i $(\text{NO})_x$, ove vrednosti ispod dozvoljenih granica. Kao primer grafičke predstave dato je perspektivno stanje „doze“ na sl. 8.
- Čestine prekoračenja maksimalno dozvoljenih koncentracija je podatak koji posebno ukazuje na nivo zagađenja vazduha, odnosno ovaj podatak ukazuje na učestalost broja dana u godini

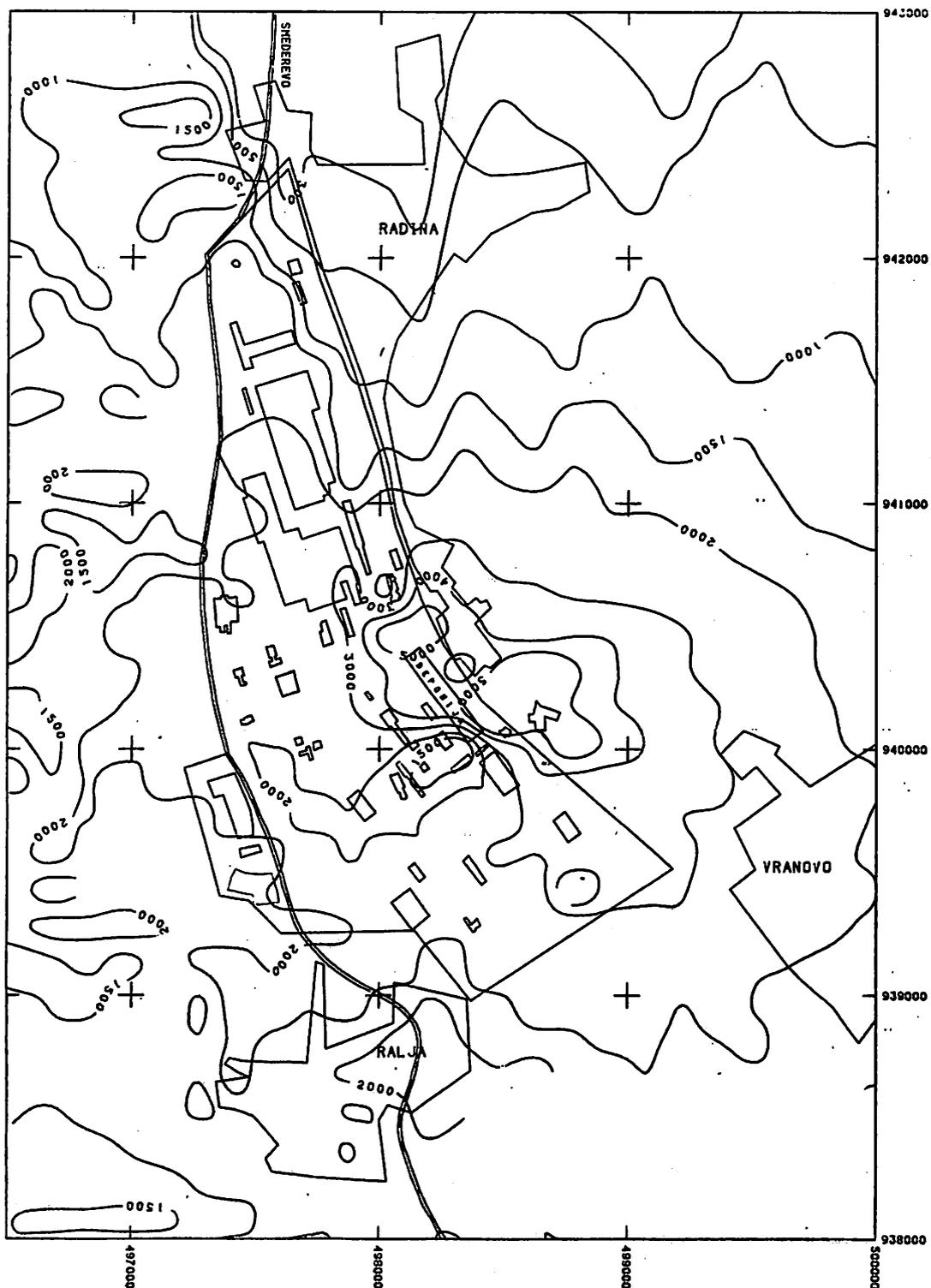




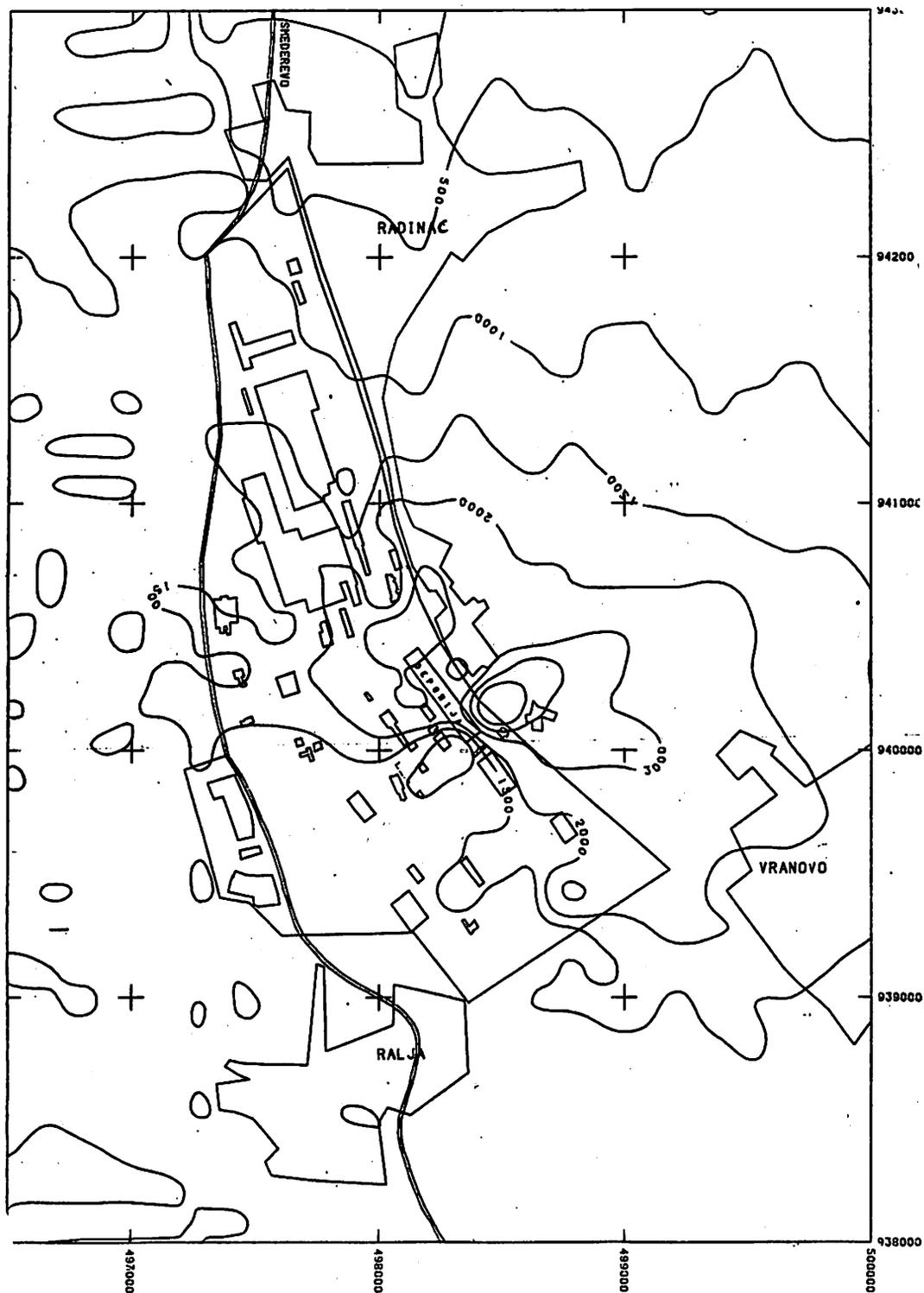
Sl. 2.



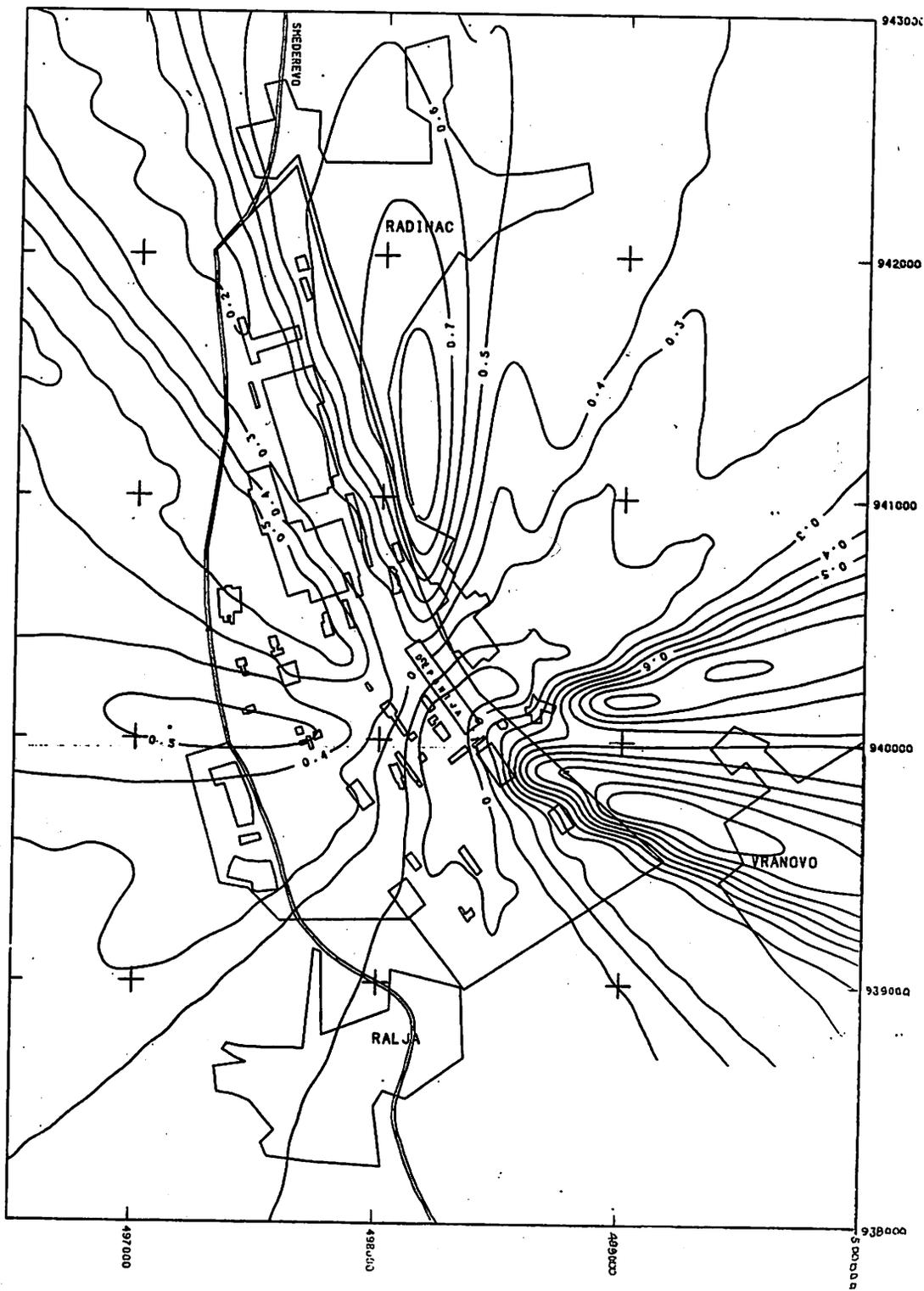
Sl. 3.



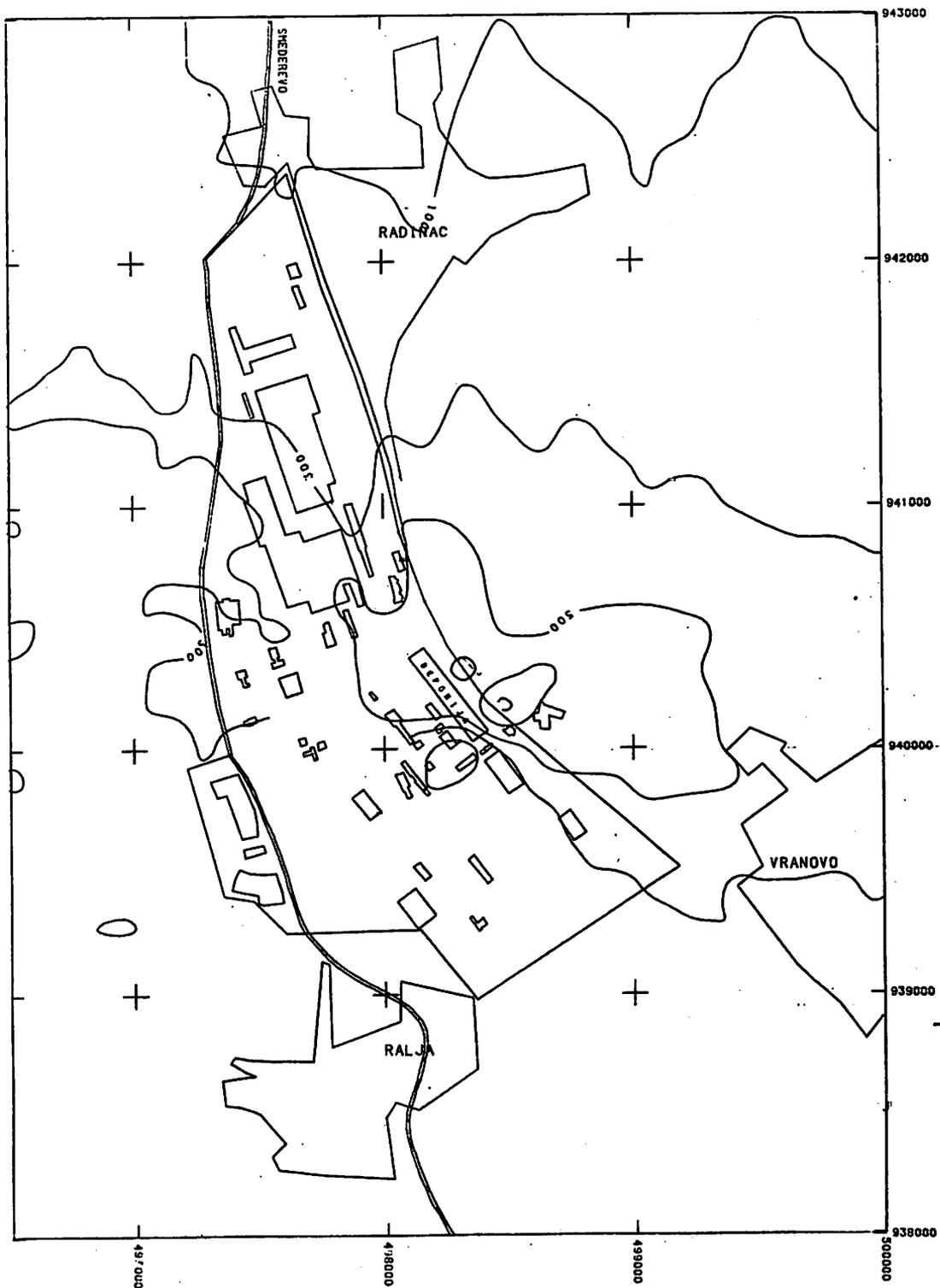
Sl. 4.



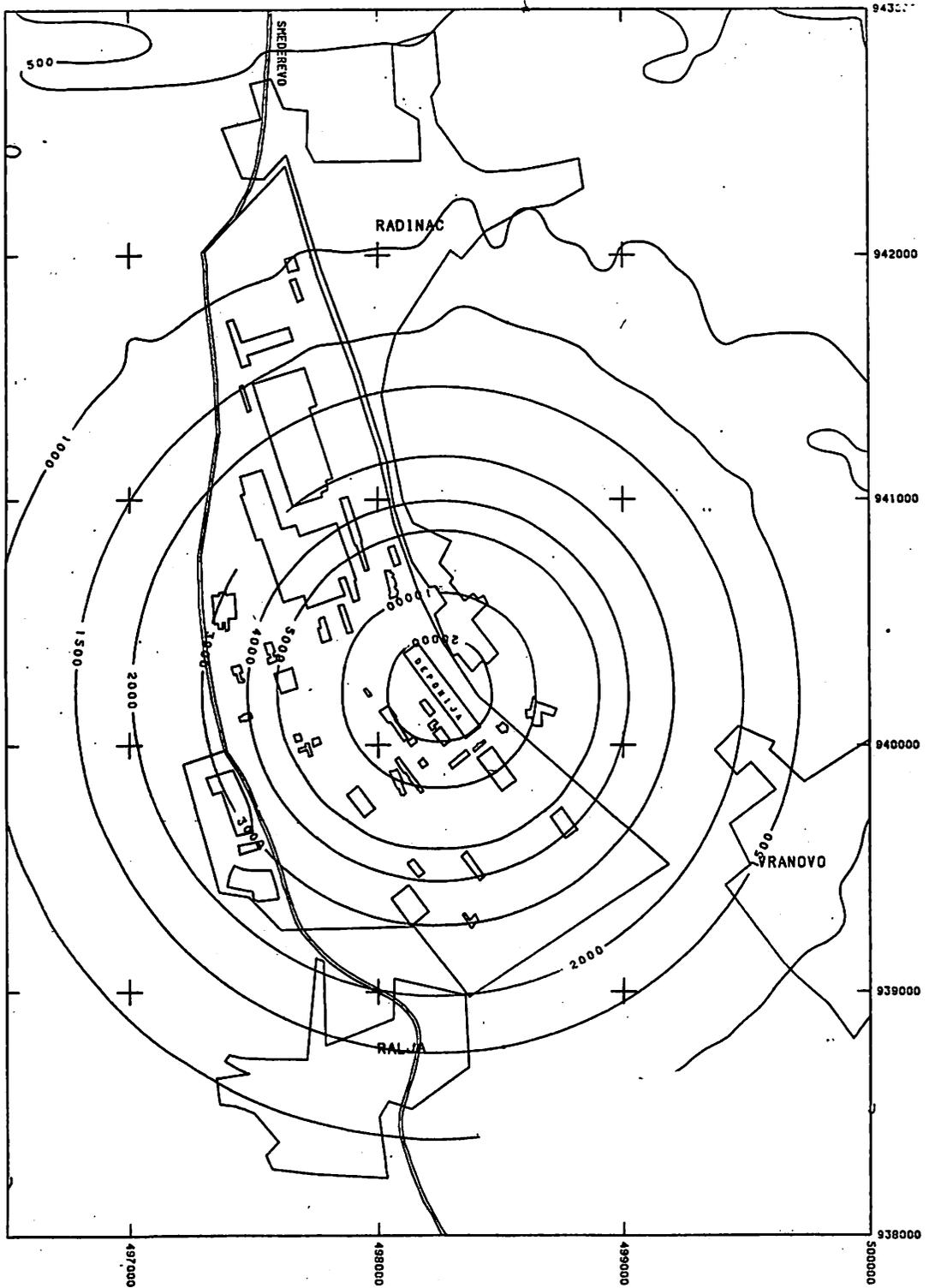
Sl. 5.



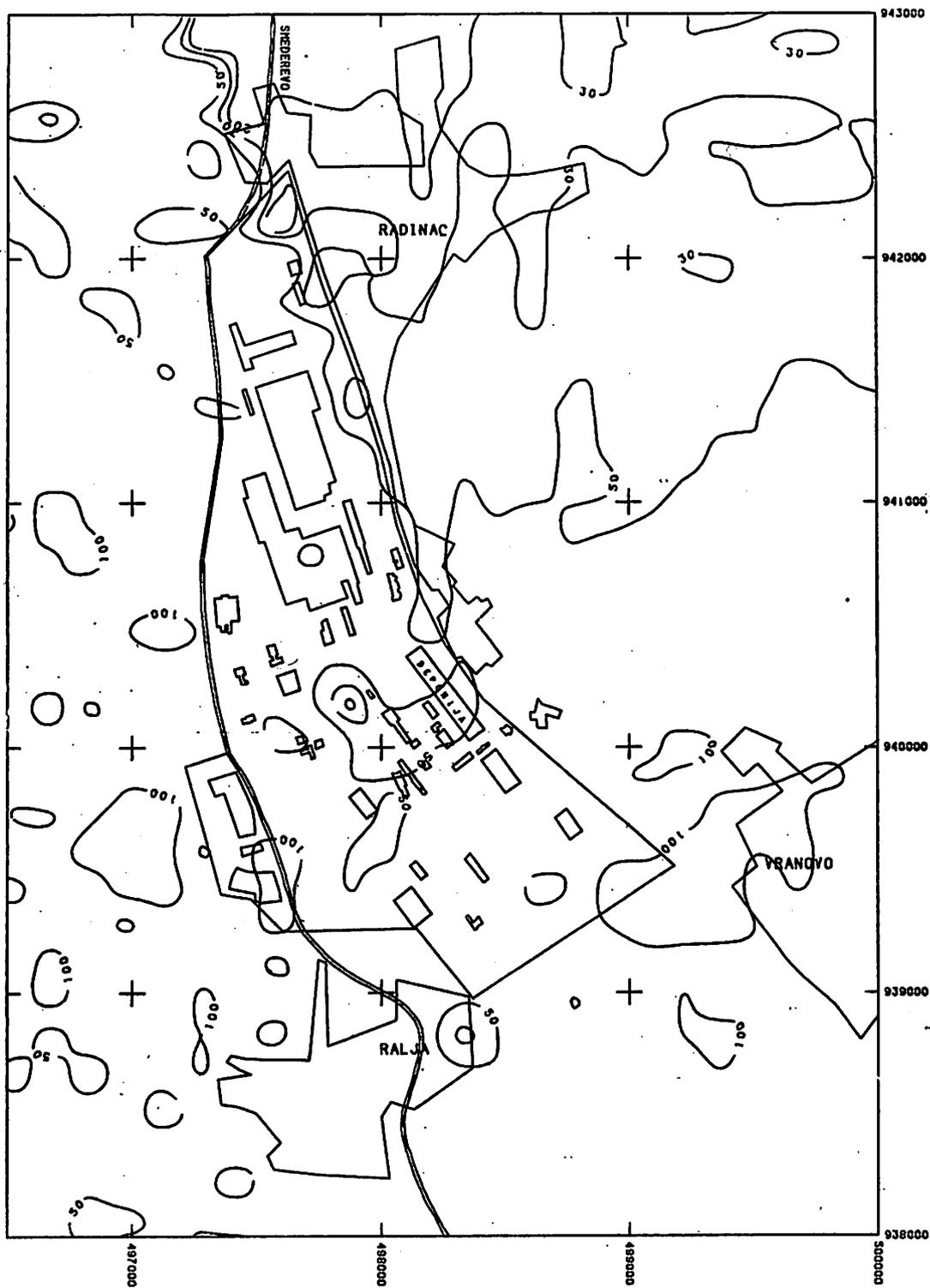
Sl. 6.



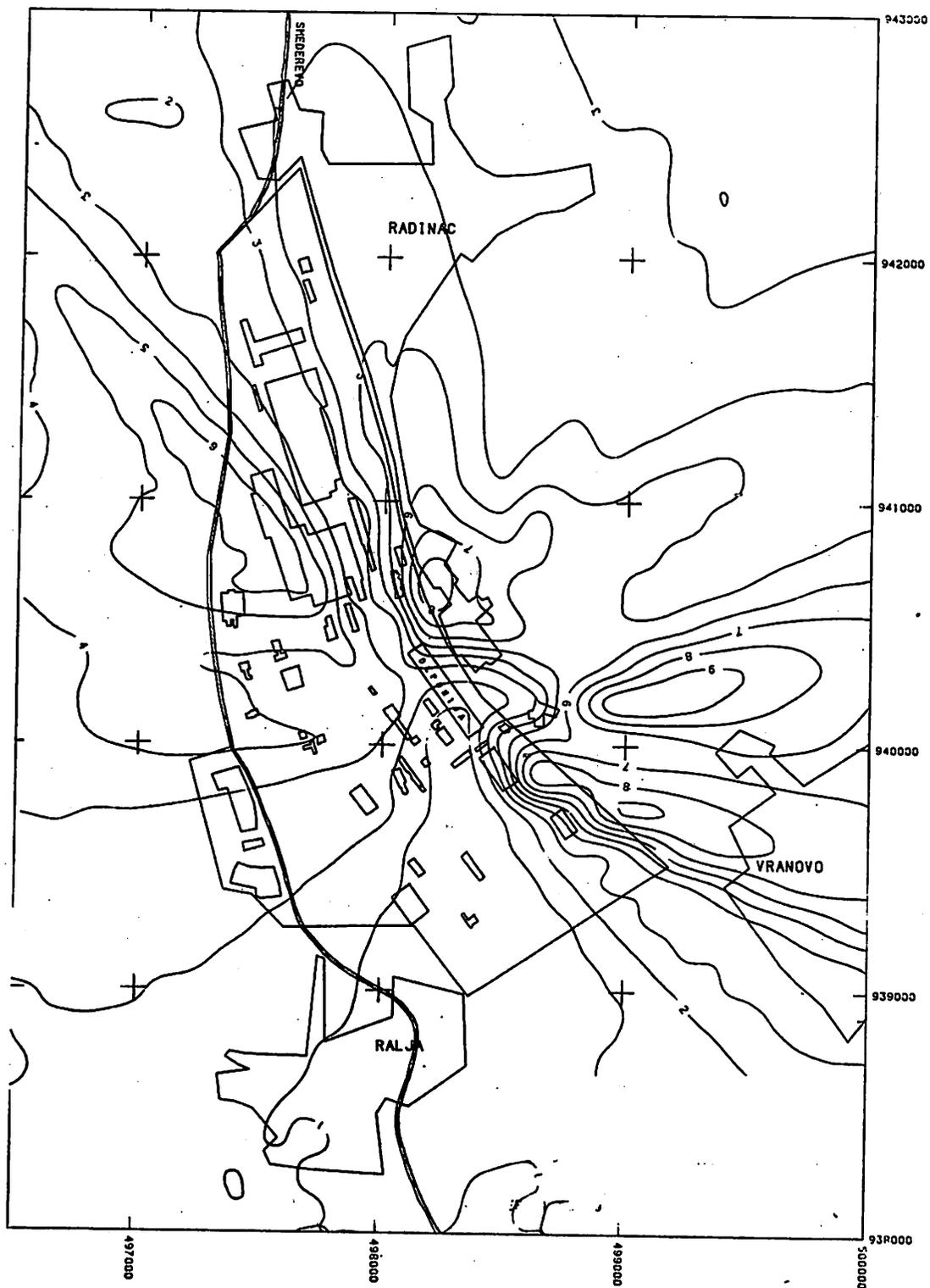
Sl. 7.



Sl. 8.



Sl. 9.



SI. 10.

kada imisione vrednosti prekoračuju dozvoljene vrednosti. Analizom sadašnjeg stanja konstatovana je maksimalna učestalost dana sa prekoračenjem dozvoljenih vrednosti, koncentracija prašine i „doze“ u okolini Kombinata, što je izrazito nepovoljno. Daleko povoljnija situacija je za perspektivno stanje, mada i dalje nezadovoljavajuća za manje lokalitete istočno, jugozapadno i južno od Kombinata. Kao primer dato je sadašnje stanje „doze“ na sl. 9.

- S obzirom da je posebnom analizom konstatovano da je deponija za homogenizaciju ruda izraziti emitor prašine i da se kao jedini zagađivač vazduha javlja prašina (u „dozi“ je visoko prisustvo prašine), urađena je posebna analiza stanja zagađenja vazduha u kojoj je izuzeta emisija deponije. Ovo je urađeno zbog toga, što je u Kombinatoru počelo rešavanje problema emisije prašine sa deponije primenom tehničkih mera otprašivanja, kojima se predviđa saniranje deponije kao emitora u uslovima kada je brzina vetra manja od 5 m/s. Rezultati ovakve analize su izrazito povoljni, jer su maksimalne godišnje koncentracije i srednje godišnje koncentracije daleko ispod dozvoljenih vrednosti, a čestine prekoračenja maksimalno dozvoljenih koncentrata ne pokazuju ni jedan dan u godini sa prekoračenjem dozvoljenih granica (sl. 10).

Na osnovu navedenih ocena stanja zagađenja vazduha daje se kompleksna kontatacija aerozagađenja za sadašnje i perspektivno stanje razvoja MK Smederevo. Ovde treba napomenuti da je za izradu opisane analize urađeno ukupno 56 grafičkih priloga stanja zagađenja vazduha od kojih je ovom prilikom prikazano samo 10, kako bi se reprezentovao postupak ocene stanja zagađenja vazduha primenom kompjuterske tehnike.

Kompleksna konstatacija stanja zagađenja vazduha se daje u zaključku ovog članka.

Zaključak

Podaci o izmerenim koncentracijama zagađujućih materija u izlaznim gasovima nisu analizirane sa aspekta zakonskih regulativa, jer takvih limitirajućih normi nema u našem zakonodavstvu. Međutim, upoređivanjem sa stranim normama za emisije, izmerene vrednosti više puta premašuju dopuštene.

Prilikom ovih merenja ustanovljeno je da izvestan broj emitora nije u funkcionalnom stanju, što je svakako uticalo na konstatovane vrednosti koncentracija zagađivača. Zbog toga neka merenja treba ponoviti uz prethodno uspostavljanje funkcionalnosti.

- Najznačajniji emitor prašine je deponija za homogenizaciju ruda, objekat 201.
- Imisija prašine pokazuje znatno visoke vrednosti i praktično ugrožava celu okolinu MK Smederevo i po stepenu opasnosti predstavlja najveći i jedini polutant.
- Kumulativno dejstvo sinergičnih polutanata (prašina, sumpordioksid i azotni oksidi) - „doza“, je takođe nepovoljno, odnosno opasnost je povećana i u odnosu na prašinu kao polutant.
- Opšte stanje zagađenja vazduha je nezadovoljavajuće.

Posle rekonstrukcije osnovnih izvora zagađenja, sanacije deponije i kvalitetno izvedenih novih kapaciteta, formiraće se slika zagađenja vazduha koja će biti znatno povoljnija od današnje. Čestina prekoračenja maksimalno dozvoljenih koncentracija biće manja od 5% dana u godini. Može se samo dogoditi da povremeno trenutne koncentracije budu iznad dozvoljenih granica. Opšte stanje zagađenja vazduha biće zadovoljavajuće.

SUMMARY

Use of Computers for Estimation and Analysis of the State of Air Pollution in MK Smederevo

Estimation of the state of air pollution makes use of voluminous information. The results of model analysis enable assessment of potential hazard of air pollution with detrimental gases and dust that may be expected during construction of new capacities. Modelling also includes testing or determination of specific states resulting in most unfavorable pollution.

Upon reconstruction of basic pollution sources a pollution image is formed and corrective measures are undertaken.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Einsatz von Rechnern bei der Zustandsbewertung und – analyse der Luftverunreinigung am Beispiel der MK Smederevo

Bei der Zustandsbewertung der Luftverunreinigung wird umfangreiches Informationsmaterial genutzt. Die Ergebnisse der Modellanalyse ermöglichen das man die Potentialgefahr der Luftverunreinigung mit gefährlichen Gasen und Staub, welche bei dem Ausbau neuen Leistungen entstehen können, beurteilt. Die Modellierung enthält auch die Untersuchung oder die Feststellung der speziellen Zustände in dem Fall, wenn es zu der ungünstigsten Verunreinigung kommt.

Nach dem Umbau der Grundherkunft von der Verunreinigung, bildet sich das Verunreinigungsbild und werden die Massnahmen der Sanierung vorgenommen.

РЕЗЮМЕ

Применение компьютера для оценки и анализа состояния загрязнения воздуха на примере МК Смедерево

Для оценки состояния загрязнения воздуха используется обширный информационный материал. Результаты анализа на модели дают возможность оценить потенциальную опасность от загрязнения воздуха вредными газами и пылью, которая может иметь место при строительстве новых мощностей. Моделирование включает и исследования или установление специальных случаев состояния, когда возникают самые неблагоприятные загрязнения.

После реконструкции основных источников загрязнения возникает картина загрязнения и предпринимаются меры санации.

Autori: dipl. inž. Dragoljub Urošević i dipl. inž. Vladimir Ivanović, Zavod za ventilaciju i tehn. zaštitu i Aleš Bizjak, dipl. fiz., dipl. inž. Dušan Vitorović i mr Dušan Bratičević, dipl. matem. Zavod za informatiku i ekonomiku u Rudarskom institutu, Beograd
Recenzent: dr inž. A. Ćurčić, Rudarski institut, Beograd
Članak primljen 23. 6. 1985, prihvaćen 15. 7. 1985.

ROTACIONO POLIGONALNO SITO – Konstrukcija uređaja za prosejavanje pegmatita –

(sa 5 slika)

Dipl. inž. Ljubomir Čolić – dipl. inž. Miroslav Novaković

Uvod

Pri izboru tehnoloških procesa za prerađu ruda ili radova na rekonstrukciji u cilju poboljšanja na postojećim procesima često se događa da izbor odgovarajuće tehnološke opreme zavisi od mogućnosti nabavke.

Ovaj problem naročito dolazi do izražaja u vreme restriktivnih mera za uvoz opreme i uređaja, dok domaća mašingradnja ne osvoji proizvodnju preko potrebne procesne opreme.

U našoj zemlji je do danas relativno malo učinjeno da se proizvodnja procesne opreme podigne na potreban nivo. Prvi uslov koji treba ispuniti je izrada projektne i radioničke dokumentacije na osnovu koje se vrši izrada mašine ili uređaja.

Ovaj uslov bi se relativno lako ispunio, kad bi se ostvarila sprega između korektnih tehnoloških postavki i mašinskog konstruisanja, odakle prirodno proizlaze i dobri rezultati koji se naročito ogledaju u sledećem:

- primeni najoptimalnijeg tehnološkog procesa, s obzirom da se o materijalu koji se tretira poseduju potrebni tehnološki podaci
- mogu se ostvariti relativno kratki rokovi izrade, s obzirom na potencijal naše prerađivačke industrije
- materijal i delovi su domaće proizvodnje čime se istovremeno rešava i problem rezervnih delova
- iako su procesni uređaji i mašine na neki način unikatni, ipak je njihova cena, po pravilu, niža i do 50% od kupljenih u inostranstvu.

U procesu klasiranja pegmatita u flotaciji „Prokoplje“ javila se potreba za izmenom postojećeg procesa prosejavanja samlevenog pegmatita. Tehnološko rešenje za rekonstrukciju na delu postrojenja za prosejavanje, bazirano na rezultatima dobijenim poluindustrijskim opitima, pokazalo je da bi za ove potrebe najbolje odgovaralo rotaciono sito poligonalnog oblika, što je i usvojeno.

Polazni podaci

Pulpa kao preliv klasifikatora je ulazni materijal u rotaciono sito i ima sledeće karakteristike:

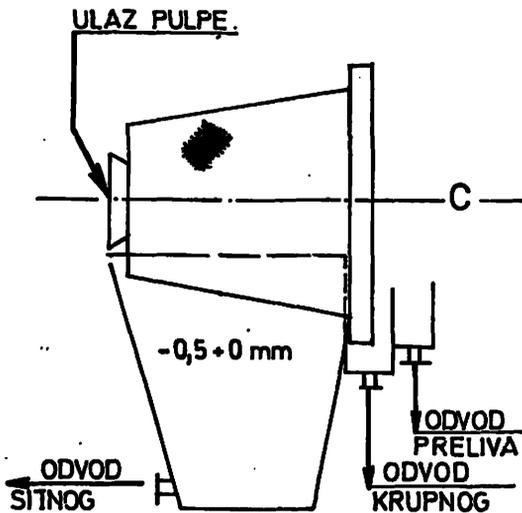
Materijal: usitnjeni pegmatit $-3 + 0$ mm

Količina materijala: 20 t/h čvrste faze sa maksimalnim učešćem klase $-3 + 0,5$ mm od 10%

Specifična masa materijala $\gamma_S = 2,65$ t/m³.

Tehnološki zahtevi, u pogledu osobina sita, su:

- veličina otvora mreže $0,5 \times 0,5$ mm
- količina čvrstog u prosevu $Q = 18$, t/h
- količina čvrstog u odsevu $Q = 2$ t/h
- poseban odvod za preliv sita, nadrešetni i podrešetni materijal prikazani su na sl. 1
- regulacija nivoa tečnosti u košu sita i
- ugao nagiba oboda sita.



S. 1 — Tehnološka šema sita.

Opis uređaja

Uređaj, prikazan na sl. 2, ima sledeće osnovne delove: prijemni levak (1), mrežu sita (2), noseću konstrukciju mreže (3), elevatorsko kolo za odvod nadrešetnog proizvoda (4), koš sita (5), pogonsko vratilo (6), oslonce vratila (7), pogonski mehanizam (8) i regulator nivoa pulpe u košu (9). Materijal ulazi u obliku pulpe sa odnosom Č:T = 1:5 u prijemni deo sita (1) odakle se gravitacijski sliva u prijemni boks bez mreže. Preliv iz prijemnog boksa pada na radni deo sita, čije su strane obložene mrežama (sl. 3) na kojima se vrši prosejavanje materijala. Telo sita (vidi se na sl. 1) ima dužinu $L = 1.800$ mm, a sastoji se od 8 identičnih stranica (ramova) sa mrežama, što se, takođe, vidi na sl. 3. Kretanje materijala duž sita se ostvaruje nagibom ramova sita od 4° i njegovim obrtanjem. Sitne frakcije $-0,5$ mm, koje se proseju kroz mreže, padaju u koš sita odakle se pomoću muljnih pumpi mogu transportovati dalje u proces. Krupne neprosejane frakcije preko mreža sita doprevaju u izlaznu komoru u kojoj se okreće elevatorsko kolo sa lopaticama (sl. 4), čije je dno delimično izrađeno od mreža radi ocedivanja vode iz materijala koji se transportuje. Lopatice (sl. 4) odvođe krupni materijal na izlazni konus preko koga materijal klizanjem napušta uređaj. Laka frakcija, koja pliva po površini, izbacuje se preko prelivnog praga koji se može podešavati po visini. Sito je izrađeno od sklopova i podsklopova koji omogućavaju laku i brzu montažu i demontažu radi zamene dotrajalih delova.

Proračun elemenata sita

Proračun rotacionog poligonalnog sita sastoji se od tri faze koje obuhvataju:

- Faza I — određivanje potrebnih gabarita uređaja na bazi provere potrebnog kapaciteta
- Faza II — proračun i izbor pogonske grupe, uključujući i izbor potrebne opreme za regulaciju
- Faza III — proračun i izbor pojedinih odgovornih konstruktivnih elemenata sita kao što su pogonsko vratilo i ležajevi.

Faza I

Broj obrtaja bubnja sita:

$$n = (8 \div 14) \cdot 1/R = \dots = 9,23 \div 16,16 \text{ min}^{-1}$$

$R = 866$ mm — poluprečnik opisanog kruga osmoougona na izlaznom delu

$$n_R = 12 \text{ min}^{-1}$$

Računski kapacitet sita Q_R ili količina materijala koji sito proseje u toku 1 časa rada:

$$Q_R = A \cdot q$$

$$A = 7,5 \text{ m}^2 \text{ — efektivna površina sita}$$

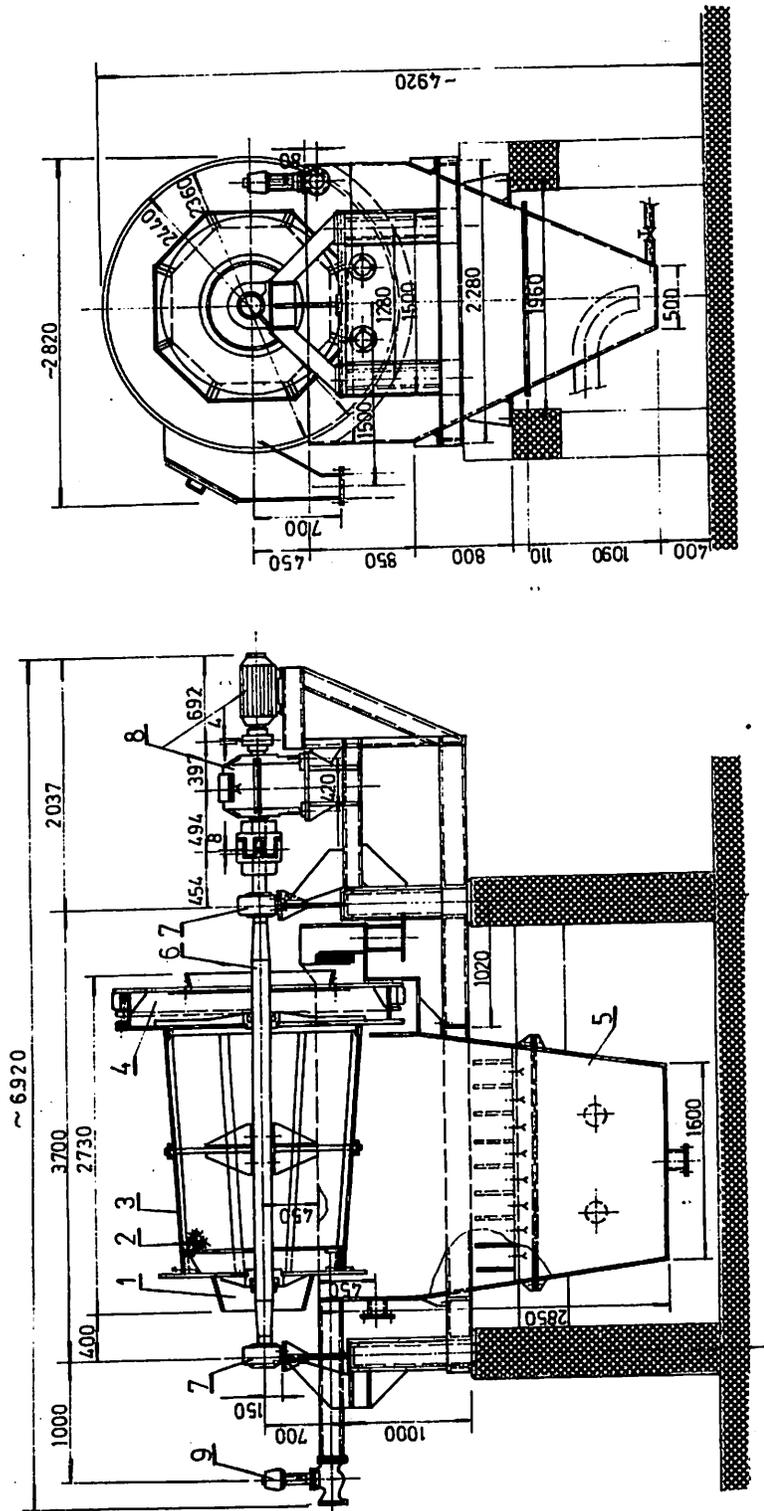
$q = (3,5 \div 4)t/hm^2$ — empirijska vrednost bazira na podacima proizvođača slične opreme, literature i poluindustrijskih ispitivanja konkretnog materijala

$$Q_R = 7,5 \cdot 3,75 = 28,1 \text{ t/h } 18 \text{ t/h}$$

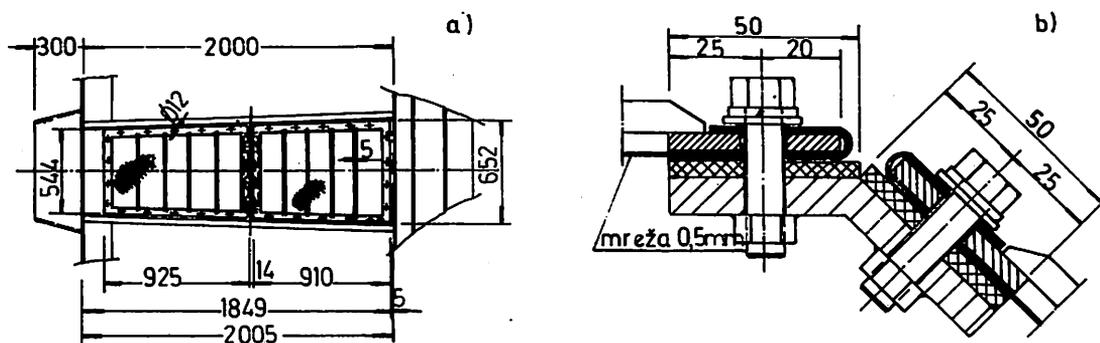
Iz toga proizlazi da bi sito sa prečnikom $D = 1700$ mm i dužinom $L = 1800$ mm zadovoljilo predviđeni kapacitet zahtevan tehnologijom.

Faza II

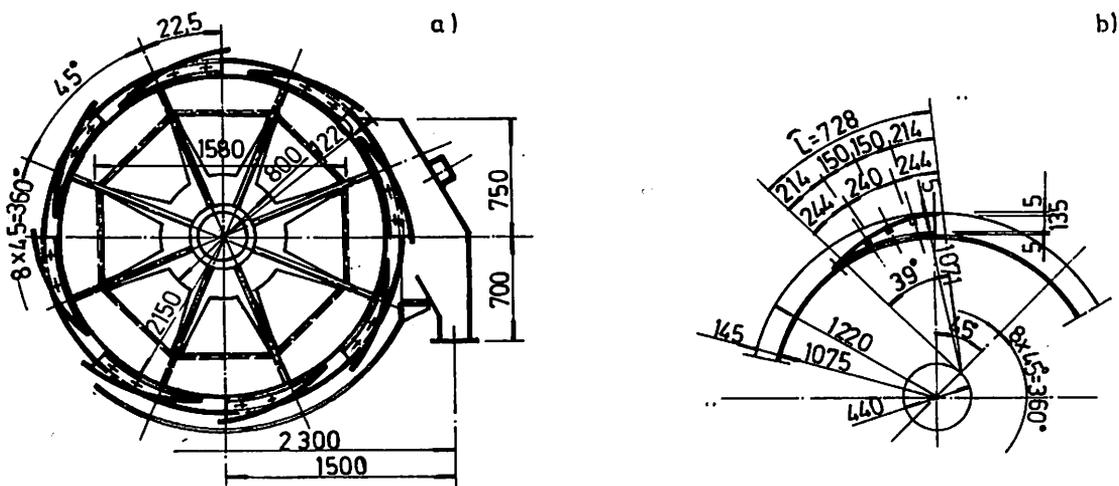
Potrebna snaga el. motora za pokretanje sita:



Slika 2. Rotaciono poligonalno sito: 1 — prijemni levak, 2 — mreža, 3 — noseća konstrukcija mreže (skelet), 4 — elevatorsko kolo, 5 — koš sito, 6 — pogonsko vratilo, 7 — kućište sa ležajem, 8 — pogonska grupa, 9 — regulator nivoa



Sl. 3 — a. Ramovi za razapinjanje mreže
b. Detalj pričvršćenja ramova mreže za skelet sita.



Sl. 4 — a. Elevatorsko kolo za odvod krupne frakcije.
b. Konstrukcija lopatica elevatorskog kola.

$$P = \frac{0,1 M_n}{973,5} = \frac{0,1 \cdot 5000 \cdot 12}{973,5 \cdot 0,85} = 7,25 \text{ kw}$$

gde je:

$M = 5000 \text{ Nm}$ — maksimalni moment koji el. motor treba da savlada pod najvećim opterećenjem i pri pokretanju

$\eta = 0,85$ — stepen korisnosti prenosnog mehanizma el. motor — vratilo.

Usvojen je standardni el. motor:

$$P = 11 \text{ kw; oznaka } 2k \text{ } 180L - 8; n = 715 \text{ min}^{-1}$$

Za prenos obrtnog momenta i svođenje broja obrtaja el. motora na sito koristi se trostepeni cilindrični reduktor sa sledećim tehničkim karakteristikama:

$$P_R = P \cdot f_d \cdot f_h \text{ (kw) — snaga reduktora}$$

f_d — dinamički faktor ravnomernosti rada

$f_h = 1,26$ — faktor dnevnog trajanja rada

$$P_R = 11 \cdot 1 \cdot 1,26 = 13,86 \text{ (kw)}$$

$P'_R = 15,6 \text{ (kw)}$ — stvarna snaga izabranog reduktora

$$i_R = \frac{n_M}{n_R} = \frac{715}{12} = 59,58 \text{ — računski prenosni odnos}$$

$i'_R = 56$ — stvarni prenosni odnos

$$n_s = \frac{n_M}{i'_R} = \frac{715}{56} = 12,77 \text{ min}^{-1}$$

n_s — broj obrtaja na izlaznom vratilu reduktora koji predstavlja i stvarni broj obrtaja pogonskog vratila.

Prilikom izbora spojnice za vezu između vratila el. motora i ulaznog vratila reduktora usvaja se elastična kandžasta spojnica sa momentom od $M_{tk} = 45 \text{ daNm}$.

Za vezu između izlaznog vratila reduktora i pogonskog vratila sита usvaja se elastična kandžasta spojnica sa momentom od $M_{tk} = 1.574 \text{ daNm}$.

Kod automatike održavanja konstantnog nivoa pulpe u košu sита, čime se postiže konstantna uronjenost sита, koristi se diferencijalni regulacioni ventil sa el. mehaničkim servo motorom koji radi u sprezi sa pretvaračem signala sa galvanskim odvajanjem, diferencijalnim pretvaračem pritiska i Pi regulatorom.

Faza III

Izbor pogonskog vratila se svodi na određivanje njegovog prečnika, kvalitet materijala i vrstu mehaničke obrade. Nakon iznalaženja otpora oslonaca na mestima uležištenja i momenata savijanja i uvijanja dobijaju se idealni momenti i naponi u vratilu koji iznose:

$$M_i = \sqrt{M_s^2 + \left(\frac{M_u}{2}\right)^2} = \sqrt{123148^2 + \left(1,315 \cdot \frac{89.525}{2}\right)^2} = 136.500 \text{ [da N cm]}$$

$$\sigma_i = \frac{\sigma_{DNs}}{\nu} = \frac{2500}{5} = 500 \text{ daN/cm}^2$$

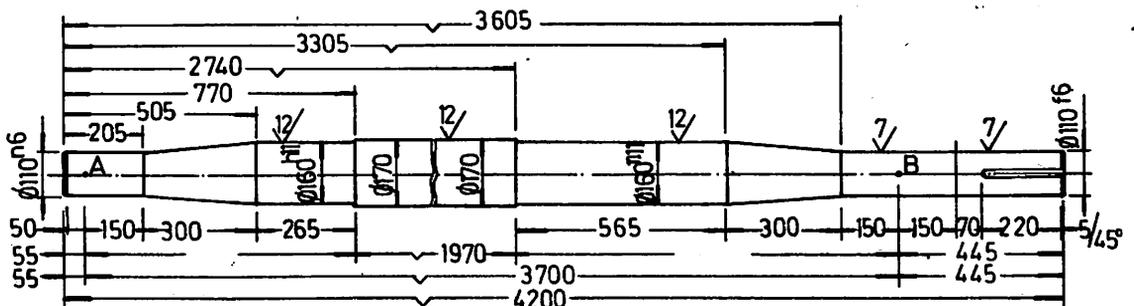
Za materijal: C. 0545 je $G_{DNs} = 2500 \text{ daN/cm}^2$
 $G_{DJu} = 1900 \text{ daN/cm}^2$

Prečnik vratila je:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_i}{0,1}} = 13,97 \text{ cm}$$

usvaja se $d_{max} = 170 \text{ mm}$ (standardni), prikazan na sl. 5.

Izbor ležišta izvršen je po definisanju sila koje deluju na mestu uležištenja, kao i pretpostavljenih dejstava sila koje ležišta treba da prime. Ovim uslovima najbolje odgovara dvoredno valjkasto ležište:



SI. 5 — Pogonsko vratilo.

- oznaka 22 224 NLK + 3124
- dimenzija $D \times d \times b = 215 \times 110 \times 58$
- din. nosivost $C_N = 35\,500 \text{ daN}$
- oznaka kućišta KLS = 215 N.

osnovu konceptijskog rešenja i proračuna vitalnih delova u obliku sklopne i radioničke dokumentacije, što omogućava da se ovo sito može izraditi u većim rudničkim mašinskim radionicama.

Zaključak

Prikazana konstrukcija rotacionog poligonalnog sita za prosejavanje pegmatita izrađena je na

Ovaj uređaj izrađuje se kao osnovna tehnološka oprema za mokri postupak u flotaciji „Prokuplje“, a na osnovu konstruktivnih rešenja naših stručnjaka i odgovarajućih tehničko — tehnoloških podataka.

SUMMARY

Rotary Polygonal Screen — Design of a Device for Pegmatite Screening

The presented design of a rotary polygonal screen for pegmatite screening was developed on the basis of the conceptual solution and calculation of vital components in the form of assembly and workshop documentation enabling manufacture of the screen in larger mine mechanical workshops.

The device is constructed as basic technological equipment for the wet process in Prokuplje flotation on the basis of design solutions of our experts and appropriate techno—technological data.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Rotationspolygonsieb — der Aufbau des Gerätes für die Durchsiebung von Pegmatit

Der dargestellte Aufbau des Rotationspolygonsiebes für die Durchsiebung von Pegmatit ist auf Grund der Konzeptionslösung und der Berechnung der wichtigen Teile in der Form von Aufbau — und Werkstattdokumentation ausgearbeitet, was die Ausarbeitung des Siebes in den grösseren Bergwerkswerkstätten ermöglicht.

Das Gerät wird als technologische Grundeinrichtung für das Nassverfahren in der Flotation Prokuplje und auf Grund der konstruktiven Lösungen unser Fachmänner und den entsprechen den technischen—technologischen Angaben ausgearbeitet.

РЕЗЮМЕ

Ротационно-полигональный грохот — устройство для грохочения пегматита

Показана конструкция ротационного полигонального грохота для грохочения пегматита, выполненная на основании концепционного решения и расчета важнейших деталей в виде составной и цеховой документации, что делает возможным изготовление грохота в крупных механических мастерских рудников.

Устройство изготавливается в качестве основного технологического оборудования в процессе мокрого обогащения флотации Прокупле на основании конструктивных решений наших ученых и соответствующих технико-технологических данных.

Autori: dipl. inž. Ljubomir Čolić i dipl. inž. Miroslav Novaković, Zavod za projektovanje i konstruisanje Saradnici: Dušan Mandušić, teh. i Dušan Todorović, teh. Zavod za projektovanje i konstruisanje u Rudarskom institutu, Beograd

Recenzent: dr inž. D. Ivanković, Rudarski institut, Beograd
Članak predat 2. 7. 1985, prihvaćen 15. 7. 1985.

DOPRINOS IZBORU METODOLOGIJE OPTIMIZACIJE TEHNOLOŠKOG PROCESA OTKOPAVANJA U PODZEMNOJ EKSPLOATACIJI

Dr inž. Čedomir Radenković

Uvod

Tehnološki proces otkopavanja predstavlja tehnički sistem u okviru koga su uzajamna delovanja podsistema i njihovih elemenata do te mere složena, da je njihovo ponašanje nemoguće predvideti i usavršiti bez egzaktnih naučnih metoda.

Polazeći od činjenice da do sada korišćene konvencionalne metode ne daju zadovoljavajuće rezultate u brzini generisanja i obimu izvedenih informacija, prišlo se razmatranju naučnih disciplina i metoda, koje će omogućiti dobijanje optimalnih rešenja ovog vrlo složenog problema. Jedan od osnovnih rezona kod izbora metodologije bio je, da se u okviru tih disciplina razviju efikasniji postupci i tehnike operacije sistema u cilju donošenja optimalnih upravljačkih odluka u odnosu na moguće i dobijene rezultate u konkretnim radnim uslovima i sa primenom određene mehanizacije.

Prihvatajući ovakvu koncepciju, kao osnova izbora metodologije usvojena je najmlađa naučna disciplina – OPERACIONA ISTRAŽIVANJA – koja služi za upravljanje organizacionim, tehničkim i drugim sistemima sa ciljem iznalaženja optimalnih upravljačkih odluka i praćenja njihovog sprovođenja.

Pretendovanje da se u cilju izbora odgovarajućeg rešenja detaljnije analiziraju sve metode i tehnike iz oblasti operacionih istraživanja bio bi vrlo obiman zadatak, pa će težište biti u kratkoj analizi najvažnijih elemenata, koji će omogućiti

izbor efikasne metodologije za poboljšanje tehnologije otkopavanja u podzemnoj eksploataciji. Pri tome će se ići određenim redosledom, uobičajenim kod izbora puta za rešenje zadataka u operacionim istraživanjima.

U prvim analizama razmatrana je mogućnost direktnog optimiranja primenom matematičkih modela u kojima bi entiteti sistema i njihovi atributi bili predstavljeni matematičkim varijabilama, a aktivnosti opisane matematičkim funkcijama koje bi te varijabile povezivale.

Imajući u vidu da je tehnološki proces otkopavanja problem stohastičke prirode, a formulacije problema ili neophodnih interakcija vrlo složene, pa ih je teško ili nemoguće opisati zatvorenim matematičkim izrazima, potrebno je ceo sistem uprostiti kako bi radio na najjednostavniji način. Ovakva restrikcija dovela bi do nekog novog sistema koji bi se drastično razlikovao od stvarnog – istraživanog. Drugim rečima, problem optimizacije – usavršavanja – tehnologije otkopavanja se ne može podvrći stepenu restrikcije koji zahtevaju analitičke metode, pa ga, prema tome, treba rešavati drugim metodama i tehnikama.

U daljim analizama razmatrani su eksperimentalni postupci. Eksperimentisanje sa otkopnom metodom, u određenim uslovima radne sredine, sa promenljivim parametrima i opremom, danas je uobičajeni postupak u izboru i usavršavanju tehnološkog procesa otkopavanja. Promene dužine otkopa, otkopne visine, vrste i tipova

opreme, broja zaposlenih, njihovog rasporeda i dr. daju u procesu eksperimenta odgovarajuće efekte, iz kojih se zaključuje koja je kombinacija promjenljivih najpogodnija.

U realizaciji ovih eksperimenata javlja se niz problema vezanih za:

- vrlo velika investiciona ulaganja u pripremu otkopnog polja i nabavku opreme, naročito ako se ugrađuje samohodna hidraulična podgrada
- vrlo velike troškove eksperimenta
- dugo vreme izvođenja eksperimenta
- opasnost od nezgoda, jer se radi o novoj tehnologiji i opremi ili nepoznatim uslovima rada.

Navedeni problemi upućuju na sledeći korak, a to je eksperimentisanje na modelima pod uslovom da se realiteti problema i eksperimenta mogu podražavati sa zadovoljavajućom tačnošću.

Proučavajući tehnologiju otkopavanja sa tog aspekta, došlo se do zaključka da za podražavanje ovog sistema, koji se diskretno menja na osnovu određenih logičkih pravila i zakonitosti, najviše odgovara eksperimentalni put sa simulacijom na apstraktnom simulacionom modelu i to iz sledećih razloga:

- simulacijom se stepen restrikcija može znatno smanjiti, čime se obezbeđuje približno – aproksimativno – rešenje realnog problema
- simulacija omogućuje proučavanje i eksperimentisanje složenim unutrašnjim interakcijama
- preko simulacije je moguće proučavanje efekata promena sredine, osnovnih parametara procesa i organizacije
- simulacija se može koristiti i za eksperimentisanje sa novim sistemima ili pojedinim delovima, za koje ima malo, ili nema uopšte podataka
- simulacija omogućuje proučavanje dinamičkih sistema u realnom, sažetom ili produženom vremenu
- kod uvođenja novih elemenata u sistem, simulacijom se mogu uočiti „uska grla” i drugi problemi do kojih može doći u radu sistema
- simulacija može da posluži kao test za isprobavanje određenih promena koje bi bile rizične za stvarni sistem ili zaposlene radnike
- simulacija na apstraktnim modelima sistema, tj. podražavanje pojava unutar istraživanog sistema primenom većeg broja aritmetičkih i logičkih operacija, obavlja se vrlo brzo i sigurno primenom savremenih računara.

U daljem izlaganju daće se u najkraćim crtama prikaz simulacije koja se predlaže za optimizaciju tehnološkog procesa otkopavanja.

Simulacija

Prvi poznati rad iz oblasti simulacije objavljen je maja 1954. godine u američkom časopisu „Operations Research” (Hurd C. C.: „Simulation by computation as an operations research tool”).

Od tog vremena simulacija se vrlo široko primenjuje, naročito od 1962. godine, kada je počelo intenzivnije korišćenje računara u rešavanju naučnih i tehnoloških problema.

Simulacija je prirodni i logički nastavak analitičkih i matematičkih modela, jer se u složenim situacijama, koje se ne mogu matematički formulirati, jedino može koristiti za dobijanje relevantnih rezultata.

Simulacija se počela prvo primenjivati u fizici i tehnici. U tim oblastima, pod simulacijom se podrazumevalo kopiranje nekog efekta, procesa, ili stvaranja nekog sistema na modelu. S obzirom da je prvobitno kod izrade modela pridavana posebna važnost što vernijem kopiranju, to se za celokupnu aktivnost nametnuo naziv „simulacija”.

Danas je simulacija pomoćno sredstvo, koje olakšava rešavanje nekog problema podražavanjem bilo kog objekta na modelu ekvivalentnim sa stvarnošću.

Poseban problem predstavlja ekvivalentno podražavanje stvarnosti. Principijelno se mogu koristiti sva sredstva i putevi koji omogućuju da se između korespondentnih obeležja realnog objekta i modela definišu jednoznačni odnosi, koji obezbeđuju retroaktivni zaključak od modela ka stvarnosti.

Rešenje tog problema predstavlja karakteristiku simulacionog objekta i postavljenog cilja i razlikuje se od slučaja do slučaja.

Tehnološki proces otkopavanja korisne supstance u rudniku predstavlja diskretni sistem u kome su promene uglavnom diskontinualne. Zbivanja, koja predstavljaju opis promena, utiču na promenu vrednosti nekih atributa ili pokreću, odnosno prekidaju pojedine aktivnosti.

Način na koji se simulacioni eksperimenti odvijaju zavisi od studije sistema, koja se, uglavnom, sastoji iz tri dela: analize sistema, nacrtu sistema i postulacije sistema.

Po završetku studije sistema prilazi se izradi simulacione studije. U okviru ove studije potrebno je ispitati celokupni proces kojim se simulaciona analiza planira i izvršava. Jasno je, da je konstrukcija simulacionog modela kritični deo studije. Međutim, i ostale pre-simulacione i simulacione faze i aktivnosti imaju bitan uticaj na konačan ishod studije.

– *Predsimulaciona faza*

Ova faza predstavlja prvi korak svake delatnosti koja je usmerena ka rešavanju nekog zadatka, bez obzira da li se u okviru tog rešavanja eksperimentiše, simulira ili računa, a obuhvata:

- egzaktno upoznavanje problema u svim pojedinostima i specifičnostima
- analizu sistema
- utvrđivanje cilja i
- koncepciju toka rešavanja.

Koncipiranju toka rešavanja prethodi analiza sredstava i tehnika koje stoje na raspolaganju u odnosu na problem i cilj.

Ako se mogu izraditi matematički modeli, treba dati prednost matematičko–analitičkom rešavanju problema, jer je egzaktiji.

Ukoliko se problem ne može rešiti izradom matematičkog modela, prelazi se na eksperimentalne postupke. Eksperimentalni postupci na realnom objektu obezbeđuju dobijanje najtačnijih rezultata.

Ako se u stvarnosti ne može izvesti eksperiment bez velikih teškoća, kao što je to slučaj kod tehnološkog procesa otkopavanja, koncipiraće se eksperimentalni put primenom simulacije, pod uslovom da se realiteti problema i eksperimenata podražavaju sa zadovoljavajućom tačnošću.

Korisna i opravdana primena simulacije zavisi od kvaliteta i efikasnosti primenjenih postupaka za rešavanje, naročito ako se radi o problemima optimiranja.

Naglašava se da ne postoji, niti se može izraditi, katalog oprobanih metoda za rešavanje. U svakom konkretnom slučaju potrebno je razraditi postupak prilagođen problemu i postavljenom zadatku.

– *Razvojna faza*

U okviru razvojnih aktivnosti najkritičnija je izrada modela.

Kod izrade modela važno je sledeće:

- model treba da egzaktno podražava sistem koji se ispituje. Pri tome treba voditi računa da se u model uključe samo ona obeležja koja su od presudnog značaja za predviđena ispitivanja
- kod izrade modela mora se voditi računa da se lako mogu izvesti predviđeni eksperimenti i ispitivanja
- model mora biti fleksibilan, tj. mora biti lako promenljiv u određenim granicama
- model treba da ima, po mogućstvu, opštu važnost, tj. da se menjanjem ulaznih podataka i parametara modela može ispitati više problema i sistema istog tipa
- model treba da bude fleksibilan u odnosu na ulaz i izlaz podataka, tj. da se ulazni podaci mogu lako menjati i lako unositi. Svaki međurezultat i krajnji rezultat mora se lako dobiti i to u najpodesnijem obliku.

Verifikacija modela obuhvata proveru ponašanja modela u odnosu na realni objekat koji se istražuje.

Za apstraktni model tehnološkog procesa otkopavanja koristile bi se tehnike za simulaciju stohastičkih zbivanja i eksperimenata. Ove tehnike su deo tehnika i postupaka koji su obuhvaćeni zbirnim imenom „metoda Monte Carlo“.

Za određivanje stohastičkih veličina potrebno je snimiti sve radne operacije na otkopu, statistički ih obraditi i odrediti empirijske raspodele. Da bi se utvrdila zakonitost raspodele osnovnih parametara tehnološkog procesa, neophodno je naći analitičke izraze funkcije tih raspodela.

– *Postupak optimizacije*

Proces optimizacije simulacijom nema kao osnovu određeni matematički model. Princip se

sastoji u sledećem: kao i kod analitičkih postupaka optimizacije postavlja se funkcija cilja, čija se optimalna vrednost traži u zavisnosti od varijabile optimiranja. Ova funkcija cilja razlikuje se od funkcije cilja matematičkog modela, jer u njoj nisu matematički formulisane sve zavisnosti između veličina optimiranja i varijabile optimiranja. Kod primene simulacije jedan deo tih zavisnosti nalazi se u samom simulacionom modelu i ulazi indirektno preko rezultata eksperimenata u funkciju cilja.

Sam proces optimizacije je vrlo jednostavan. U okviru „N“ varijacionih mogućnosti X_i od X ispituju se svi slučajevi i tada se iz zbirke slučajeva, na bazi izračunatih vrednosti, bira optimalan slučaj.

Proces se odvija u obliku rekurzivne petlje, kroz koju se svaki put formira jedna varijanta. Rezultati se interpretiraju, a najbolja vrednost predstavlja optimalnu varijantu.

Zaključak o predloženoj metodologiji

Za usavršavanje – optimizaciju tehnološkog procesa otkopavanja predlaže se najmlađa naučna disciplina – operaciona istraživanja.

Detaljna analiza tehnološkog procesa pokazala je, da se on ne može definisati određenim matematičkim izrazima, već ga treba rešavati eksperimentalnim postupcima.

Eksperimentisanje na sistemu vezano je sa nizom vrlo složenih problema, koji upućuju na eksperimentisanje na modelima. Kao eksperimentalni put izabrana je simulaciona tehnika stohastičkih zbivanja i eksperimenata.

Za određivanje stohastičkih vrednosti potrebno je obaviti snimanje svih radnih operacija na otkopu i naći analitičke izraze funkcije raspodela osnovnih parametara tehnologije otkopavanja.

Postizanjem cilja simulacije i validitetom modela potvrđuje se i izabrana metodologija.

Proces optimizacije simulacijom tehnološkog procesa otkopavanja sastoji se u ispitivanju usvojenih varijacionih mogućnosti (dužina otkopa, otkopna visina, oprema, broj i raspored zaposlenih radnika i dr.). Na bazi izračunatih vrednosti bira se optimalna tehnologija.

SUMMARY

Contribution to Selection of a Methodology for Optimization of Underground Mining Processes

Based on an analysis of mining technology, the youngest scientific discipline – operational investigations was selected as the starting point for selecting the methodology. The experimental course included use of simulation technique of stochastic events and experiments. Simulation and the optimization process are briefly described.

ZUSAMMENFASSUNG

Beitrag für die Methodologieauswahl bei der Optimierung des Abbaublaufes beim Tiefbau

Auf Grund der Analyse von Abbautechnologie, wurde als Grundlage für die Methodologieauswahl das jüngste wissenschaftliche Gebiet – die Operationsforschung – angenommen. Als experimenteller Weg ist die Simulationstechnik der stochastischen Ereignisse und Versuchen ausgewählt.

Kurz sind die Simulation und der Optimierungsverlauf beschrieben.

РЕЗЮМЕ

И вопросу о выборе методологии оптимизации технологического процесса разработки при подземной эксплуатации

На основании анализа технологии разработки в качестве базы для выбора методологии принята самая молодая научная дисциплина — операционные исследования. В качестве экспериментального пути выбрана моделирующая техника стохастических процессов и экспериментов. В кратких чертах описана симуляция и процесс оптимизации.

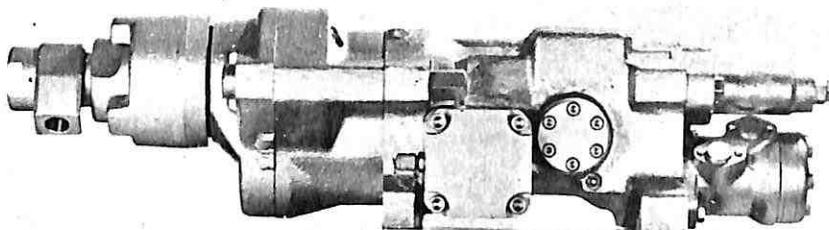
Autor: dr inž. Ćedomir Radenković, Zavod za informatiku i ekonomiku, Rudarski institut, Beograd
Recenzent: prof. dr inž. M. Perišić, Rudarski institut, Beograd
Ćlanak primljen 2. 7. 1985, **prihaćen** 15. 7. 1985.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Hidraulički čekić HS 432

Hidraulički čekić HS 432 je karakterističan po svojoj kratkoj konstrukciji i maloj potrošnji energije. Zahvaljujući toj relativno kratkoj konstrukciji čekića ostvaruje se dobro iskorišćenje posmaka burgije. Nov tip upravljanja održava potrošnju energije na svega 30 kW uključujući i hladnjak. Poseban sistem za podmazivanje i hlađenje

za okresivanje sa centralnim obrtanjem, zatim povratno ripovanje ili proširivanje otkopnih hodnika na raskršćima čela – hodnika. Savršena pokretljivost mašine omogućuje utovar jalovine na traku, a maksimalna visina pražnjenja je 2,6 m. Velika udarna sila hidrauličkih čekića u kašici za okresivanje i optimalni dodirni pritisak posmačnog bloka čekića od 44 mm obezbeđuju vrlo efikasno lomljenje kamena. Miniranje je u potpunosti eliminisano.



štiti pojedine komponente, omogućujući time malo habanje usadnika i rukavaca burgije. HS 432 teži 120 kg i isporučuje se sa centralnih ispiranjem, ili sa cirkulacionom glavom za ispiranje do 15 bara. Pogodan je za bušotine Ø 38 do 45 mm sa šipkama za bušenje od 1" do 1 1/4".

Mining Reporter 7

Velike komade hidraulički čekići lako smanjuju na utovarne dimenzije.

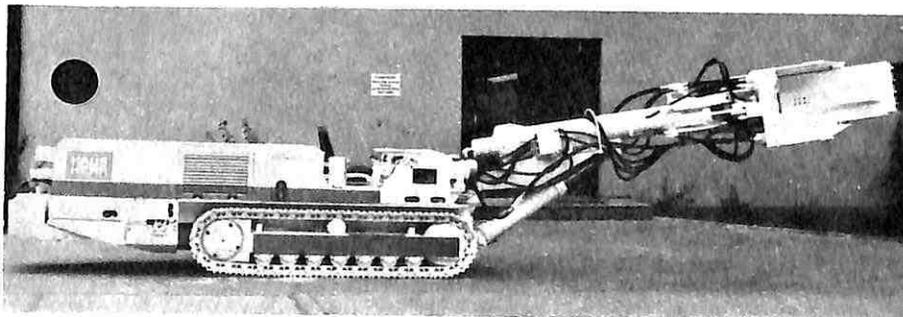
Mining Reporter 12

Okresivanje, utovar i ripovanje

Univerzalna „Unisenk“ serija je predviđena za okresivanje, utovar, profilisanje i povratno ripovanje u jamskim hodnicima. Unisenk povratni ripper D 4281 sadrži kašiku

Novi hidraulički cepač kamena

„Darda“ hidraulički cepači kamena su predviđeni za usitnjavanje velikih komada kamena posle miniranja, kao i za rušenje temelja na mestima gde se miniranje ne dopušta i precizno cepanje kamenih blokova. Kod novog cepača kamena se prva pukotina stvara standardnim klinom za cepanje, zatim se povlači cilindar za cepanje i





ubacuje se deblji klin za proširivanje pukotine. Prema tome, koriste se dva cilindra za cepanje, od kojih je jedan stalno pod naponom, za izradu pukotina širine 50 do 70 mm u kamenu ili betonu za vrlo kratko vreme.

Mining Reporter 32

Proces vulkaniziranja

Regeneracija transportnih traka je bitan faktor za ostvarivanje ekonomičnog i unosnog transporta materijala. Regeneracija traka vrućim procesom može se ponoviti samo 3 do 5 puta pošto zagrevanje traka dovodi konačno do uništenja mehaničke čvrstoće i adhezije. Postupak regeneracije je pogodan za tekstilne trake, a naročito za trake sa čeličnim kordom. Naravno, treba uzeti u obzir troškove regeneracije traka. Vrednost nove trake se uzima kao 100%, troškovi regeneracije se izračunavaju kao odnos cene nove trake, a konačni se troškovi regeneracije mogu proceniti u visini između 30 i 70%. Međutim, troškovi regeneracije nisu uvek odlučujući faktor. Često treba

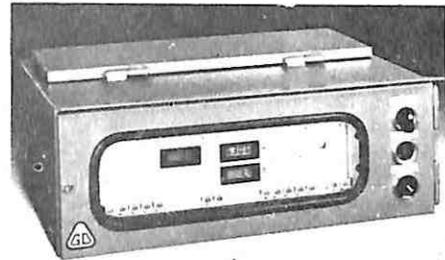


uzeti u obzir i druge aspekte pored troškova opravke, kao što su neposredna spremnost rezervnih traka, vreme isporuke novih traka koje može biti veoma dugo, i ušteda deviznih sredstava. Zahvaljujući regeneraciji traka zalihe novih traka se mogu svesti na najmanju meru u skladu sa kapacitetom remonta. Vulkanizacione prese za regeneraciju kompletnih traka biće konstruisane za maksimalnu širinu treke od 3200 mm i sa kapacitetom 20.000 m traka/god.

Mining Reporter 41

Kontrolni sistem za užetni transport

Delkomp kontrolni sistem je razrađen za upravljanje jamskim užetnim transportnim sistemima. Može se, takođe, uvesti i gde god je potrebna oprema za praćenje razlike brzina i klizanja. Kontrolni uređaji obezbeđuju praćenje radnog stanja elektro-hidrauličkog pogona, prikaz brzine i položaja transportne jedinice u svako vreme,

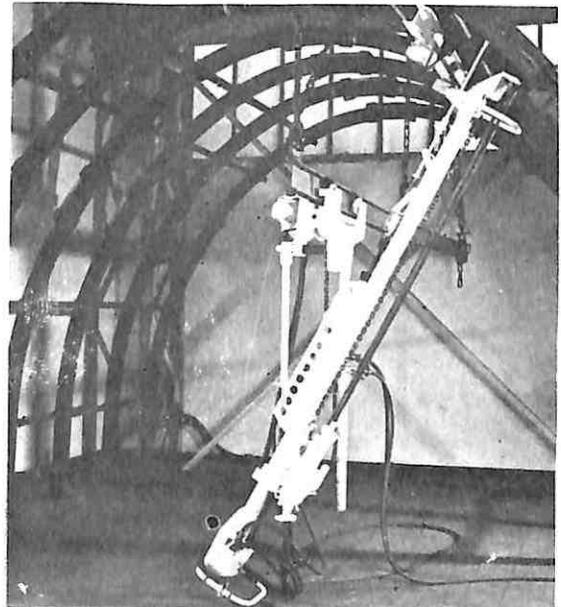


nadgledaju klizanje između pogonske koturače i užeta. Ova instalacija može da radi i preko daljinskog radio upravljanja. Kako iznosi proizvođač, sistem je već u upotrebi oko godinu dana u rudnicima uglja u Saru za upravljanje i praćenje proklizavanja podnih žičara sa dvojnomo vučom.

Mining Reporter 53

Dvojna kolica za bušenje

Uz obimno korišćenje standardnih delova i dobro poznatih komponenti jedan proizvođač je izradio pneumatska dvojna kolica za bušenje koja stvaraju T spoj bez podupirača kod podgrade bez lukova. Krunu hodnika podupire nosač postavljen između stenskih anкера. Dvojna kolica za bušenje se podešavaju prema profilu luka tako da po-

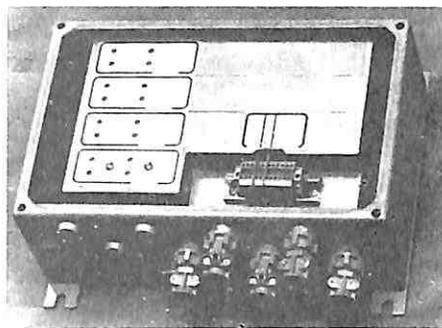


ložaj za bušenje i ankerovanje ostaje neizmenjen. Klizač čekića za bušenje na kolicima se aktivira potiskom od 10 kN. Proizvođač tvrdi da u rudniku uglja Roseenray (Rajnski rudnici) ekipa od dva radnika radi sa ovim dvojnim kolicima za bušenje za postavljanje stenskih ankera u četiri sekcije na čas.

Mining Reporter 99

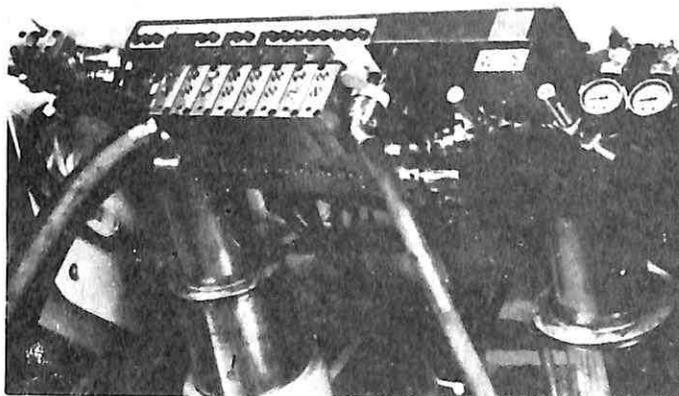
Elektro–hidraulički kontrolni sistemi

Jedan nemački proizvođač ima dva elektro–hidraulička kontrolna sistema za čeonu podgradu: jedan automatski kontrolni sistem koji aktivira otkopna mašina zavisno od lokacije i drugi automatski kontrolni sistem sa ručnim aktiviranjem. Oba elektro–hidraulička kontrolna sistema omogućuju automatsko daljinsko rukovanje celokupnom podgradom i transporterom na čelu. Ovi kontrolni sistemi su izrađeni uz primenu najnovijih rudarskih dostignuća u sigurnosti, najbolje ergonomike i većih učinaka dobijanja. Oba kontrolna sistema se mogu koristiti i kod primene plugova i podsekačice. Prednosti elektro–hidrauličkog kontrolnog sistema, koje navodi proizvođač, su sledeće: modularna konstrukcija elektronike i hidrauličkog kontrolnog mehanizma. Ovim se uprošćava održavanje. Postoji samo jedan električni kabl koji ide od podgrade do podgrade za ceo sistem. Ostale prednosti obuhvataju blagovremeno podgrađivanje ogoljene



Mine Roadway Agency je uspešno podvrgnuto ispitivanju napajanja opreme za merenje matana i vazduha u Opitnoj stanici za provetravanje rudnika. Ovim se znatno proširuje polje primenljivosti ovog uređaja. Prema tvrđenju proizvođača, ovaj uređaj ima sledeće prednosti: potpuno automatsko praćenje pražnjenja i punjenja ugrađenog NC akumulatora; priključak za postojeće vodove od 12 V; elektronsko, besprekidno prebacivanje sa mreže na vanredan rad; ugrađena zaštita od prekomernog pražnjenja i preopterećenja; samopraćenje; pogodnost za ambijentne temperature od 0 do 50°C; mogućnost korišćenja kao nezavisne, interno–bezbedne baterije. Traži se korišćenje ovog uređaja sa Auer kiseoničkim meračem, Dreger meračem metana, itd.

Mining Reporter 132



krovine, a automatsko elektronsko postavljanje garantuje veliku otpornost podgrađivanja.

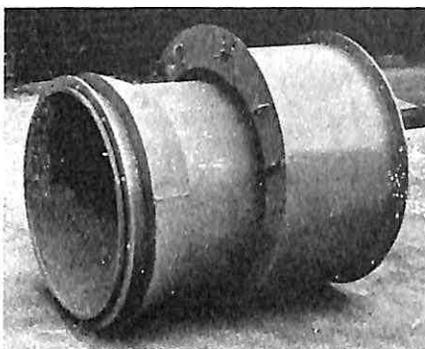
Mining Reporter 115

Interno–bezbedno snabdevanje energijom u vanrednim slučajevima

RAG snabdevanje energijom za vanredne slučajeve, interno bezbedno i odobreno od strane Experimental

Pomoćno provetravanje sa sekundarnim odvodom

Sekundarni odvod je projektovan radi omogućenja bržeg protoka vazduha u otkopima sa selektivnim rezanjem, i sastoji se od dodatnog aksijalnog otvora u kanali. Ako je normalni aksijalni odvod na kraju kanala zatvoren klapnom tokom operacije rezanja, to više ne znači da se sav vazduh izbacuje tangencijalno iz Coanda vrtložnih kanala; delimični protok vazduha sada potiče iz sekundarne oduške velikom osovinskom brzinom na udaljenosti 7 do 8 korenova A od čela otkopnog hodnika. Veća br-

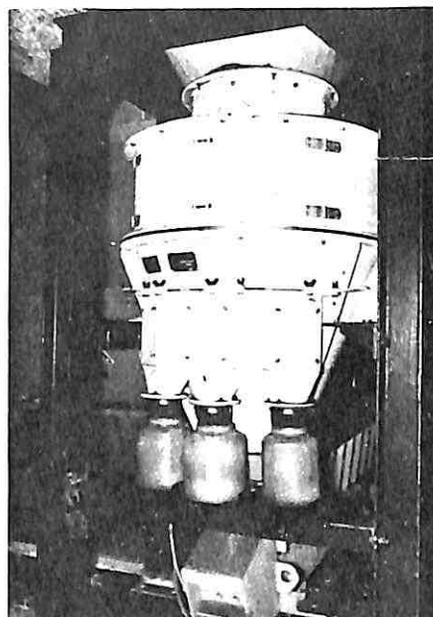


zina ventilacionog vazduha poboljšava klimu na mašinskom kraju hodnika.

Mining Reporter 138

Uzorkovanje rasutih proizvoda

Efikasna i automatska proizvodnja rasutih mineralnih proizvoda zahteva efikasne i ekonomične instalacije za praćenje i kontrolu radi osiguranja konstantnog kvaliteta. Jedan proizvođač planira i izrađuje automatske uzorkovače i pripreme instalacije koje su u skladu sa svim relevantnim međunarodnim standardima, na primer DIN, ISO, ASTM. Ovi sistemi rade bez greške u mnogim zemljama i industrijama širom sveta u termoelektranama, koksarama, rudnicima uglja, rudnicima ruda i mnogim drugim. Tipična konfiguracija za ugalj termoelektrana je sledeća: ugalj krupnoće minus 30 mm se transportuje u paralelne bunkere putem dveju transportnih traka širine 1400 mm brzinom od 2,1 m/s i maksimalnim kapacitetom od 1300 t/čas. Na čelu trake uzorkovač uzima uzo-



rak uglja u redovnim intervalima do 40 s. Ukupan uzorak se usitnjava u udarnom mlinu i analizira u brzom analizatoru pepela. Dve ovakve mašine, po jedna za svaki sistem, omogućuju neposredno utvrđivanje sadržaja pepela u uglju i po potrebi se može izvršiti brza korekcija mešavine utovarenog uglja. Dalje uzorkovanje se odvija ispod paralelnih redova bunkera sa dva spiralna uzorkovača koji se kreću horizontalno i opslužuju dva od 16 bunkerskih istovara istovremeno.

Mining Reporter 179

- Musiol, N. i Skrzypek, E.: **Korišćenje metode eksperimentalnih ocena za prognoziranje razvoja rudarske tehnike u periodu 1980–2000. g.** (Zastosowanie metody ocen ekspertow do prognozowania rozwoju techniki gorniczej w latach 1980–2000)
„Pr. Inst. organiz. i zarzadz. Plubel.”, B(1981) 10, str. 65–81, 8 tabl., 5 bibl. pod., (polj.)
- Laworski, B. i Lecybil, Z.: **Organizacija rada u vezi sa korišćenjem nove rudarske tehnike i nove tehnologije rudarskih radova** (Organizacija pracy w swietle przemian techniki i technologii gorniczej)
„Pr. Inst. organiz. i zarzadz. Plubel.”, B (1981) 9, str. 165–182, 2 tabl., 6 il., 5 bibl. pod., (polj.)
- Sassos, M. P.: **Investiciona ulaganja u rudarstvo u 1985. g.** (Mining investment 1985.)
„Eng. and Mining J.”, 186 (1985) 1, str. 25–37, 40–42, 3 tabl., (engl.)
- Becker, H. i Lemmes, F.: **Ispitivanje fizičkih osobina stena čiji se rezultati mogu koristiti kod izrade rudarskih jamskih prostorija** (Gesteinsphysikalische Untersuchungen im Streckenvortrieb)
„Bergbau”, 36 (1985) 2, str. 68–70, 6 il., 3 tabl., 6 bibl. pod., (nem.)
- Kostantinova, A. G. i Tučkova, L. S.: **O uticaju vlaženja na brzinu rasprostiranja elastičnih talasa u uglju** (O vlijanii uvlaženija na skorost' rasprostraneniya uprugih voln v uglje)
„Nauč. soobšč. In–t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo”, 1984, Nr. 229, str. 42–45. 1 il., 1 tabl., 3 bibl. pod., (rus.)
- Vačev, A. V.: **Određivanje koeficijenta toplotne provodljivosti stena** (Opredelenie koeficienta teploprovodnosti gornyh porod)
„IVUZ. Gornyj ž.”, (1985) 1, str. 1–3, 1 tabl., 5 bibl. pod., (rus.)
- Lavrov, I. M. i Akimov, N. B.: **Određivanje mehaničkih karakteristika slojeva uglja** (K opredeleniju mehaničkih karakteristika ugoľnogo plastu)
„Nauč. soobšč. In–t gorn. dela im. A. A. Skočinskogo”, 1984. Mr; 229, 2 il., 2 bibl. pod., (rus.)
- Byčkov, G. V.: **Čvrstoća stena u masivu** (Pročnost' gornyh porod v massive)
„IVUZ. Gornyj ž.”, (1985) 1, str. 7–10, 6 bibl. pod., (rus.)
- Jamščikov, V. S. i Pavlov, L. L.: **Sistemi za automatizovanu tehničku kontrolu stanja stenskog masiva** (Sistemy avtomatizirovannogo tehnologičeskogo kontrolja sostojanija massiva gornyh porod)
„Fiz. processy gorn. pr–va: upr. gorn. davleniem”. L., 1984, str. 102–105, 1 bibl. pod., (rus.)
- Puzenko, A. S. i Žurin, S. N.: **Ispitivanje pojave jamskog pritiska mikroseizmičkom metodom** (Issledovanie pojavlenija gornogo davlenija mikrosezmičeskim metodom)
„Fiz. processy gorn. pr–va: upr. gorn. davleniem”, L., 1984, str. 127–129, 1 il., 3 bibl. pod., (rus.)
- Junakov, Ju. L. i Samarcev, G. N.: **Naponi oko jamskih prostorija u procesu otkopavanja zbliznenih rudnih tela i prognoza njihove stabilnosti** (Napraženiya vokrug vyrabotok v processe otrabotki sblizennyh rudnyh tel i prognoz ih ustojčivosti)
„Sdviženie gorn. porod i zem. poverhnosti pri razrabotke mestorožd. polezn. iskopaemyh”, Karaganda, 1984, str. 122–126, 2 il. 2 bibl. pod., (rus.)
- Košelev, K. V. i Lernjaev, V. I.: **Uticaj faktora vremena na veličinu pomeranja stena u jamskim prostorijama** (Vlijanie faktora vremeni na veličnu smeščenija porod v gornyh vyrabotok)
„Šaht. str–vo”, (1985) 2, str. 13–14, 2 il., 6 bibl. pod., (rus.)
- Detournay, E.: **Uticaj sile teže na stabilnost dubokih jamskih prostorija** (The Effect of Gravity on the Stability of a Deep Tunnel)
„Int. J. Rock Mech. and Mining Sci. and Geomech. Abstr.”, 21 (1984) 6, str. 349–351, 3 il., 9 bibl. pod., (engl.)
- Klinovickij, V. I. i Moldabekov, M. Z.: **Uticaj brzine pomeranje čela na veličinu spuštanja krovine sloje kod otkopavanja sa hidrozasipavanjem** (Vlijanie skorosti podviganija lavy na veličinu opuskanija krovli plastu pri vyemke s gidrozakladkoj)
„Sdviženie gorn. porod i zem. poverhnosti pri razrabotke mestorožd. poleznyh iskopaemyh”, Karaganda. 1984, str. 91–95, 1 il., (rus.)
- Lokalne mere u borbi protiv gorskih udara** (Lokal'nye mery bor'by s gornymi udarami)
Sb. nauč. tr. VNII gorn. geomeh. i marksejd. dela, L., 1984, 95 str., il., (rus.)
- Petuhov, I. M.: **Zadaci usavršavanja lokalnih mera u borbi sa gorskim udarima** (Zadači sovršenstvovanija lokal'nyh mer bor'by s gornymi udarami)
„Lokal. mery bor'by s gorn. udarami”, L., 1984, str. 3–7, 2 il., 4 bibl. pod., (rus.)
- Lineckij, A. P.: **Ocena efektivnosti lokalnih mera u borbi sa gorskim udarima slojeva mrkog uglja elektro-metrijskom metodom** (Ocena efektivnosti lokal'nyh mer bor'by s gornymi udarami burougol'nyh plastov elektro-metričeskim metodom)
„Lokal. mery bor'by s gorn. udarami”, L., 1984, str. 65–68, 2 il., 2 bibl. pod., (rus.)

- Rezultati bušenja minskih bušotina na površinskom otkopu granita u Velikoj Britaniji (Impressive Blasthole Drilling in U. K. Granite Quarry)**
„Mining J.“, 303 (1984) 7792, str. 432, 1 il., (engl.)
- Kozyrev, S. A., Lukičev, S. V. i Podozerskij, D. S.: Ispitivanje osobina razaranja stena u složenom naponskom stanju (Ispitivanje osobenosti razrušenja gornjih porod v uslovijah napražennogo sostojanija)**
„Zap. Leningrad. gorn. in-ta“, 99 (1984), str. 56–63, 3 il., 9 bibl. pod., (rus.)
- Golopurov, A. G.: Promena čvrstoće stena i čvrstoće stenskog masiva pri masovnom miniranju (Izmenenie kreposti porod i kreposti massiva porod pri massovyh vzryvah)**
„Izuč. svojstv porod v massive geofiz. metodami“, Novosibirsk, 1983, str. 42–48, 3 il., 1 tabl., 3 bibl. pod., (rus.)
- Sedam opasnosti od miniranja (The seven hazard of blasting)**
„World Equip.“, 8 (1984) 11, str. 15–17, 4 il., 1 tabl., (engl.)
- Kušnerov, P. I. i Evseev, V. S.: O sigurnosti miniranja u jamama (O bezopasnosti vzryvnyh rabot na šahtah)**
„Ugol““, (1985) 3, str. 35–36, (rus.)
- Juhimov, Ja. I. i Gal'perin, V. G.: Izrada horizontalnih jamskih prostorija pomoću kombajna sa strelom selektivnog dejstva (Provedenie gorizontaľnyh vyrabotok s pomošč'ju strelovyh kombajnov izbiratel'nogo dejstvija)**
„Šaht. str.–vo“, (1985) 1, str. 27–29, (rus.)
- Whittaker, P. E.: Opterećenje na podgradu jamskih prostorija (Strata loading of mine roadway supports)**
„Mining Sci. and Technol.“, 2 (1984) 1, str. 45–56, 9 il., 3 bibl. pod., (engl.)
- Burčakov, V. A.: Principi izbora šeme pripremanja jamskog polja (Principy vybora shemy podgotovki šahtnogo polja)**
„Sozdanie tehnol. i tehn. dobyči uglja bez postojan. prisutstvija ljudej v zabojuh šaht“, M., 1984, str. 84–94, 2 il., 1 bibl. pod., (rus.)
- Mehanizacija rudarskih radova (Mehanizacija gornyh rabot)**
Sb. nauč. tr. Kuzbas. politehn. in–at, Kemerovo, 1984, 182 str., il., (knjiga na rus.)
- Murphy, J. N.: Pregled programa ispitivanja Bureau of Mines – SAD, u oblasti podzemne eksploatacije uglja. Dio II (Overview of Bureau of Mines coal mine research. Part II)**
„Mining Technol.“, 66 (1984) 770, str. 396–399, 6 il., 7 bibl. pod., (engl.)
- Prudčenko, Ju. A.: Usavršavanje tehnologije otkopavanja tankih slojeva (Soveršenstvovanie tehnologij otrabotki tonkih plaštov)**
„Sozdanie tehnol. i tehn. dobyči uglja bez postojan. prisutstvija ljudej v zabojuh šaht“, M., 1984, str. 33–34, (rus.)
- Crous, P. h. C.: Otkopavanje međukomornih stubova u jamama Južnoafričke Republike (Rib-pillar extraction in South Africa)**
„World Mining Equip.“, 8 (1984) 11, str. 27–28, (engl.)
- Efremov, A. P., Kokovin, V. A. i Kiržner, F. M.: Otkopavanje moćnog blago nagnutog sloja sa nestabilnom krovinom (Razrabotka moščnogo pologogo plasta s neustojčivoj krovlej)**
„Kolyma“, (1984) 9, str. 13–14, 1 il., 1 tabl., 5 bibl. pod., (rus.)
- Podzemno otkopavanje moćnih rudnih ležišta (Podzemnaja razrabotka moščnyh rudnyh mestoroždenij)**
Mežvuz. sb. Red. Cygalov, M. N., Sverdlovsk, 1984, 138 str., il., (knjiga na rus.)
- Cygalov, M. N.: Podzemna eksploatacija sa visokim iskorišćenjem rude (Podzemnaja razrabotka s vysokoj polnotoj izvlečenija rud)**
M., „Nedra“, 1985, 272 str., 111 il., 30 tabl., 27 bibl. pod., (knjiga na rus.)
- Red. Sekisov, G. V.: Izbor parametara i tehnologije podzemne eksploatacije ležišta ruda (Vybor parametrov i tehnologij podzemnoj razrabotki rudnyh mestoroždenij)**
Frunze, Ilim, 1984, 152 str., (knjiga na rus.)
- Dayton, S.: Nove ideje za podzemnu eksploataciju ležišta mineralnih sirovina (New ideas for mining underground)**
„Eng. and Mining J.“, 186 (1985) 1, str. 52–55, (engl.)
- Šestakov, V. A. i Dulin, A. N.: Principi ocene sirovinske baze i izbora tehnologije rudarskih radova na malim složenim ležištima (Principy ocenki syrevoj bazy i vybora tehnologii gornyh rabot na nebolših složnyh mestoroždenijah)**
„Podzemn. razrab. mošč. mestorožd.“, Sverdlovsk, 1984, str. 10–17, (rus.)
- Roman'ko, A. D.: Redosled ispuštanja rude pri otkopavanju kosih ležišta sistemima sa obrušavanjem (Porjadok vypuska rudy pri otrabotke naklonnyh zalezej sistemami s obrušeniem)**
„Podzemn. razrab. mošč. mestorožd.“, Sverdlovsk, 1984, str. 37–42, 2 il., 4 bibl. pod., (rus.)
- Zamoskovceva, G. D. i Skurihin, O. P.: Uticaj komprimovanog vazduha na zakonitost raspodele injekcionog rastvora u rastresitoj sredini (Vlijanie sžatogo vozduha na zakonovernost' raspredelenija injekcionnogo rastvora v sypučej srede)**
„Podzemn. razrab. mošč. mestorožd.“, Sverdlovsk, 1984, str. 103–106, 2 il., 2 bibl. pod., (rus.)
- Prokušev, G. A., Strel'nikova, R. P. i dr.: Poboljšanje kvaliteta samovezujućeg zasipa optimizacijom granulometrijskog sastava inertnog punila (Povyšenie kačestva tvrdejuščej zakladki optimizacijej granulometričeskogo sostava inertnogo zapolnitelja)**
„Cv. metallurgija“, (1984) 12, str. 9–12, 5 il., 13 bibl. pod., (rus.)

- Glušihin, F. P. i Pavlov, V. N.:** Prognoziranje parametara obrušavanja i opterećenja na mehanizovane podgrade kod prvih spuštanja stena u krovini koje se teško obrušavaju (Prognozirovaniye parametrov obrušeniya i nagruzok na mehanizirovannye krepki pri pervykh osadkakh trudnoobrušajuščihsya porod krovli) „Vopr. gorn. davleniya”, Novosibirsk, (1983) 41, str. 3–7, (rus.)
- Ahmedov, A. A.:** Prvorazredni zadaci pri prelasku na ciklično–kontinualnu tehnologiju na velikim površinskim kopovima (Pervoočerednye zadači pri perehode k ciklično–potočnoj tehnologiji na krupnykh kar'erah) „Povyš. polnoty izveč. polezn. iskopaemyh iz nedr”, Taškent, 1984, str. 44–50, 2 bibl. pod., (rus.)
- Roberts, I.:** Savremena tehnologija dobijanja uglja na površinskom kopu Curragh – Australija (Modern technology at the Curragh coal mine Queensland, Australia) „Mining Technol.”, 67 (1985) 771, str. 13–17, 19–21, 4 il., (engl.)
- Anduze, R.:** Eksploatacija površinskih kopova Herault i Gard (Les exploitations de charbon a ciel ouvert des G'vennes) „Ind. miner. Techn.”, (1984) 10, suppl. str. 786–790, (franc.)
- Benhima, D.:** Korišćenje koračajućih dreglajna na površinskim kopovima fosforita (Utilisation des draglines marcheuses dans les decouvertes de l' Office Cherifien des Phosphates) „Ind. Miner. Techn.”, (1984) 10, suppl., str. 761–770, 9 il., 3 tabl., (franc.)
- Tooker, G. E.:** Korišćenje elektronskih računara za projektovanje površinskih kopova: 1 – modernizacija površinskog kopa uglja Fushun West u Kini (The use of computer for mine engineering: 1 – modernization at the Fushun West open pit coal mine, P. R. C.) „Mining Mag.”, 152 (1985) 2, str. 149–153, 6 il., 2 tabl., (engl.)
- Nguyen, V. U. i Chowdhury, R. N.:** Ispitivanje stabilnosti odlagališta stena otkrivke na površinskim kopovima uglja. Upoređivanje dva metode (Probabilistic study of spoil pile stability in strip coal mines – two techniques compared) „Int. J. Rock. Mech. and Mining Sci. and Geomech. Abstr.”, 21 (1984) 6, str. 300–312, 11 il., 3 tabl., 28 bibl. pod., (engl.)
- Goldlevskaja, G. I., Kupetov, Ju. I. i Norvatov, Ju. A.:** Određivanje u prirodnim uslovima pokazatelja filtracione konsolidacije stena hidroodlagališta (Opredelenie v naturnyh uslovijah pokazatelej fil'tracionnoj konsolidacii porod gidrootvalov) „Inž. geol.”, (1985) 2, str. 109–114, 3 il., 1 tabl., 6 bibl. pod., (rus.)
- Popov, I. I. i Okatov, R. P.:** Obezbeđivanje stabilnosti kosina na površinskim kopovima Kazahstana (Obespečenie ustojčivosti otkosov na kar'erah Kazahstana) „Sdviženie gorn. porod i zem. poverhnosti pri razrab. mestorožd. polezn. iskopaemyh”, Karaganda, 1984, str. 3–8, (rus.)
- Pjatková, E. P., Mustafin, M. G. i dr.:** Rezultati kompleksnih ispitivanja pomeranja tla pod dejstvom odlagališta (Rezultaty kompleksnyh issledovanij sdviženija gruntov pod dejstviem otvalov) „Sdviženie gorn. porod i zem. poverhnosti pri razrabotke mestorožd. polezn. iskopaemyh”, Karaganda, 1984, str. 33–41, 2 tabl., 3 bibl. pod., (rus.)
- Konovalo, V. E.:** Određivanje parametara deformacija kosina u procesu pomeranja stena na dubokim površinskim kopovima (Opredelenie parametrov deformirovaniya otkosov v processe sdviženija gornyh porod na glubokih kar'erah) „Sdviženie gorn. porod i zem. poverhnosti pri razrab. mestorožd. polezn. iskopaemyh”, Karaganda, 1984, str. 65–71, (rus.)
- Semenov, A. P. i Titarcuk, A. A.:** Zavisnost rekultivacije zemljišta od parametara površinskog otkopavanja površinskih otkopa mangana (Zavisimost rekultivacii zemel' ot parametrov otkrytoj razrabotki margancovyh kar'erov) „Metallurg. i gornorudn. prom–st' ”, Dnepropetrovsk, (1985) 1, str. 51–52, 19 il., 15 bibl. pod., (rus.)
- Dickerson, A. W. Shanks, D. H. i dr.:** Optimizacija kapaciteta sistema rudarske opreme (Optimization of productivity of mining equipment systems) „BHP Techn. Bull.”, 27 (1983) 1, str. 33–38, 9 il., 4 bibl. pod., (engl.)
- Grimshaw, P.:** Bagerska oprema sredinom 80–tih godina (Excavating equipment in the mid 80s') „Mining Mag.”, 152 (1985) 2, str. 133, 135, 137, 139, 141, 143, 6 il., 4 tabl., (engl.)
- Razvoj primene elektrohidrauličkih bagera na površinskim kopovima Francuske (Une nouvelle generation de pelles mecaniques: les pelles hydroeetriques) „Ind. miner.”, 66 (1984) 12, str. 695–698, (franc.)**
- Novi usavršeni model budožera na guseničnom hodu (New improved crawler dozer) „Mining Mag.”, 152 (1985) 2, str. 177, 178, 1 il., (engl.)**
- Velike pokretne drobilice za površinske kopove krečnjaka u Francuskoj (Large mobile crushers for limestone quarries in France and FRG) „Mining J.”, 304 (1985) 7795, str. 24, 1 il., (engl.)**
- Pokretna drobilica za površinski otkop rude bakar–molibden Sierrita – SAD (Portable crusher at Sierrita, Arizona shows substantial cost saving in first year) „Mining Mag.”, 152 (1985) 1, str. 95–96, 1 il., (engl.)**
- Zhongzhou, L.:** Matematičko modeliranje sistema željezničkog transporta na površinskom kopu (Computer simulation of railway system in surface mines) „Appl. Comput. and Math. Miner. Ind. Pap. Int. Symp. London, 26–30 march, 1984”, London, 1984, str. 419–426, 5 il., 4 bibl. pod., (engl.)
- Baker, M. R., Coburu, J. W. i White, J. W.:** Korišćenje elektronskih računara za dispečersko upravljanje transportom na površinskom kopu (Hardware, software and system considerations in computer – based

- open pit mine truck dispatching)
„ISA Trans.“, 22 (1983) 4, str. 11–20, 5 il., 7 bibl. pod., (engl.)
- Smanjenje utroška goriva kod korišćenja kiperu novog modela (Good fuel economy with new truch)
„Mining Mag.“, 152 (1985) 2, str. 181, 183, 1 il., (engl.)
- Izgradnja industrijskog uređaja za podzemnu gasifikaciju uglja (Commercial project planned for underground coal gasification)
„Chem. and Eng. News“, 62 (1984) 51, str. 25–27, 1 il., (engl.)
- Crespo, A., Mayo, J. M. i dr.: Podzemna gasifikacija uglja (Gasification subterranea)
„Instalador“, (1984) 194, str. 27–35, 12 il., 5 tabl., (span.)
- Liegeois, R. i Mairesse, M.: Transport ljudi u jamama (le transport du personnel dans la mine)
„Ann. mines Belg.“, (1984) 9–10, str. 363–378, 45 il., 4 tabl., 8 bibl. pod., (franc.)
- Musioli, N.: Modeliranje procesa kretanja materijala u rudnicima uglja (Modelowanie procesow przeplywu materialow w kopalniach wegla kamiennego)
„Pr. Inst. organiz. i zarzadz. Plubel.“, B (1981) 9, str. 85–95, 3 il., 13 bibl. pod., (polj.)
- Novi visokoproduktivni i ekonomični utovarivač sa frontalnim utovarom (Improved Front-End Loader Offers High Productivity and Economy)
„Mining J.“, (1985) 7794, str. 7, (engl.)
- Utovarivač LF-12 firme GHH za rudarsku industriju (GHH-Fahrlader LF-12 im Erzbergbau)
„Berg. und Hüttenmänn. Monatsh.“, 130 (1985) 2, str. 56, (nem.)
- Glossop, M. B.: Konvejeri velikog kapaciteta (Conveying higher tonnages)
„Mining Eng.“, (Gr. Brit.), 144 (1984) 279, str. 305–310, diskus. 310–311, 7 il., 3 bibl. pod., (engl.)
- Nova visokoproduktivna utovarno-transportna mašina za podzemne radove (New compact high efficiency electric LHD for underground mining)
„Mining J.“, (1985) 7794, str. 386, 1 il., (engl.)
- Slonina, W. i Langebrake, F.: Promena kočionog momenta izvoznih mašina (Measurement of braking torque in mine einders)
„20. Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 44–45, (engl.)
- Haibach, E. Ulrich, E. i Fuchs, D.: Zahtevi sigurnosti pri montaži izvoznih uređaja (Comparative aspects of safety requirements for winding installations)
„20. Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London s. a., str. 46–47, (engl.)
- Samorodov, A. I. i Fedorov, E. M.: Određivanje maksimalno dozvoljene veličine usporenja zaštitnog kočenja u zavisnosti od parametara izvoznog uređaja (Opređenje maksimal'no dopustimoi veličiny zamedleniya predohranitel'nogo tormoženija v zavisimosti ot parametrov pod'emnoj ustanovki)
„Sposoby i sredstva bezopas. ekspluat. elektromeh. oborud. v šahtah“, Makeevka, Donbass, 1984, str. 75–80, 2 tabl., 1 bibl. pod., (rus.)
- Hankus, J. i Szoltysik, P.: Merenja eksploatacijskih opterećenja nosačih lin izvoznih uređaja (Pomiary obciazen ruchowych lin nosnych urzadzen wyziagowych)
„Pr. Gl. Inst. gorn.“, (1983) 731, 10 str., 8 il., 1 tabl., 4 bibl. pod., (polj.)
- Pinkard, D., Worthington, B. i Nussey, C.: Metoda za ocenu sigurnosti jamskih elektronskih sistema (The use of systematic reliability assessment techniques for the evaluation and design of mining electronic systems)
„20. Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 77, (engl.)
- Oblasti primene poliuretana u rudarstvu (Special polyurethanes for mining)
„Mining Mag.“, 152 (1985) 1, str. 92–93, (engl.)
- Martin, J. R., Haining, R. W. i Hunt, A. B.: Sistem radioveze koji se koristi u jami Marblaegis (The radio system at Marblaegis Mine)
„Mining Eng.“, (Gr. Brit.), 144 (1985) 280, str. 349–352, 3 il., 6 bibl. pod., (engl.)
- Ostapenko, P. E.: Teorija i praksa obogaćivanja ruda gvožđa (Teorija i prakтика obogašćenija železnych rud)
M., „Nedra“, 1985. g., 270 str., 21 il., 95 tabl., 21 bibl. pod., (knjiga na rus.)
- Levin, I.: Fosforiti-dobijanje i obogaćivanje (Fosfority: dobyča i obogašćenije)
„Napr. h-vo Kazahstana“, (1985) 2, str. 33–35, (rus.)
- Cammack, P.: Obogaćivanje uglja – ispitivanje i razvoj (Coal preparation research and development)
„Brit. Coal Int. Guide UK Coal Technol. and Equip.“, London, 1984, str. 375, (engl.)
- Eliseev, N. I., Averbuh, A. V. i dr.: Usavršavanje tehnološke šeme obogaćivanja bakar-cinkove rude uz vođenje računa o genetskim osobinama minerala (Soveršanstvovanie tehnologičeskoj shemy obogašćenija medno-cinkovoi rudy s učetom genetičeskih osobenostej mineralov)
„Cv. metallurgija“, (1985) 2, str. 25–27, (rus.)
- Göll, G. i König, S.: O uticaju oblika i materijala udarnih elemenata drobilica na rezultat drobljenja (Zum Einfluss verschiedener Schlagkörperformen und Werkstoffe auf das Zerkleinerungsergebnis)
„Neue Bergbautechnik“, 15 (1985) 1, str. 28–31, 9 il., 14 bibl. pod., (nem.)
- Cyplakov, Ju. S., Krasovskij, V. P. i Bedim, V. V.: Korišćenje kosih vibracionih mlinova u rudarstvu i izbor radnih režima za različite uslove (Ispol'zovanie naklonnyh vibromel'nic v gornoj promyšlennosti i vybor rabočih režimov dlja različnyh uslovijah)
„Perspektivy razvitija tehnol. podzem. razrab. rud. mes-

- torožd. Tez. dokl. Vses. naučno-tehn. konf., 5–7 febr. 1985. Sek. 2, Sek. 3", M., 1985, str. 23, (rus.)
- R o w l a n d, C. h.:** Ispitivanja u cilju izbora šema mlevenja pri pripremanju ruda za obogaćivanje (Testing for the selection of comminution circuits to prepare concentration feed)
„AIMM Bull.", (1984) 2, str. 79–91, 3 tabl., 13 il., 8 bibl. pod., (engl.)
- S c h u b e r t, H.:** Stanje i tendencija razvoja hidrauličke klasifikacije (Stand und Entwicklungstendenzen der Hydroklassierung)
„Aufbereit. Technik", 26 (1985) 1, str. 1–5, 14 il., 47 bibl. pod., (nem.)
- I v a n o v, V. I.:** Raslojavanje mineralnih čestica po gustini, krupnoći i obliku u tankim vodenim strujama na kosoj površini (Rassloenie mineral'nyh častic po plotnosti, krupnosti i forme v tonkih vodnyh potokah na naklonnoj poverhnosti)
„IVUZ. Cv. metallurgija", (1985) 1, str. 3–7, 7 bibl. pod., (rus.)
- K a l i n o w s k i, K.:** Proizvodna optimizacija tehnoloških ciklusa za drobljenje i obogaćivanje produkata uglja (Manufacturing optimization of the technological unit for crushing and dressing coal products)
„Stud. geotechn. et mech.", 6 (1984) 1, str. 33–38, 2 il., 3 bibl. pod., (engl.)
- H a r l o v, A. D., S a b l u k o v a, E. V. i d r.:** Usporedna analiza procesa obogaćivanja krupnog uglja u teškim sredinama i mašinama taložnicama – na primeru br. 2 Karagandinskog Metalurškog Kombinata (Sravnitel'nyj analiz processov obogaščenija krupnogo uglja v tjaželyh sredah i otsadočnyh mašinah – Na primere Nr. 2 Karagandinskogo metallurgičeskogo kombinata)
„Koks i himija", (1985) 3, str. 2–4, 1 tabl., (rus.)
- S w a n s o n, A. R., F i r t h, B. A. i R o b e r t s, T.:** Veza između gustine pulpe i utroška penušača pri flotaciji uglja (The interaction between pulp density and Frother addition in coal flotation)
„AIMM Bull.", (formerly „Proc. Austral. Inst. Mining and Met."), (1984) 1, str. 45–50, 10 il., 2 tabl., 13 bibl. pod., (engl.)
- L a p l a n t e, A. R., S m i t h, H. W. i T o g u r i, J. M.:** Uticaj brzine vazdušne struje na kinetiku flotacije. Dio 3. selektivnost (The effect of air flow rate on the kinetic of flotation. Part 3: Selectivity)
„Int. J. Miner. Process.", 13 (1984) 4, str. 285–295, 7 il., 3 tabl., 13 bibl. pod., (engl.)
- O s b o r n e, G. D.:** Određivanje troškova za korišćenje reagenata u obogaćivanju uglja (Cost considerations in the use of reagents in coal preparation)
„Process Econ. Int.", 5 (1985) 2, str. 32–41, 14 il., 4 tabl., 14 bibl. pod., (engl.)
- I v a n k o v, S. I. i G r e k u l o v a, L. A.:** Selektivno–kolektivna flotacija kompleksnih kalaj–polimetaličnih ruda (Selektivno–kolektivnaja flotacija kompleksnyh olovjanno–polimetaličeskijh rud)
- „Cv. met.", (1985) 3, str. 100–102, 4 il., 2 bibl. pod., (rus.)
- L u s z c z k i e w i c z, A.:** Flotacija cirkona iz sporednih produkata obogaćivanja peskova (Flotacija cyrkonu z polproduktow wzbogacania piaskow)
„Fizykochem. probl. mineralurg.", (1984) 16, str. 63–70, 4 tabl., 4 il., 8 bibl. pod., (polj.)
- S a b l i k, J., K o z l o w s k i, C. z. i d r.:** Rezultati neposredne flotacije uglja iz cirkulacione vode (Technologia bezposredniej flotacji wegla z wody obiegowej)
„Fizykochem. probl. mineralurg.", (1984) 16, str. 45–55, 1 il., 3 tabl., 16 bibl. pod., (polj.)
- O' C o n o r, C. T., D u n n e, R. C. i d r.:** Uticaj temperature na flotaciju pirita (The effect of temperature on the flotation of pyrite)
„J. S. Afr. Inst. Mining and Me.", 84 (1984) 12, str. 389–394, 9 il., 7 tabl., 16 bibl. pod., (engl.)
- K l i s u r a n o v, G., I v a n o v, I. v. i B' r z e v, G.:** Visokogradijentna magnetna separacija otpadaka flotacije baritne rude koji sadrže gvožđe iz Kremikovskog ležišta (Visokogradijentna magnitna separacija na željezos d'ržašči otpadci ot flotacijata na baritna keramikovska ruda)
„God. Visš. min. –geol. in-t", 1983–1984, sv. 4, 30, str. 237–247, (bugar.)
- P u č k o v a, M. V.:** Ekonomska efektivnost perkolacionog izluživanja zlata iz starih jalovišta u inostranstvu (Ekonomičeskaja effektivnost' perkolacionnogo vyščelačivanija zolota iz staryh otvalov za rubežom)
„Cv. metallurgija", (1985) 2, str. 91–92, (rus.)
- U s t i n o v, A. M. i T a t a r e n k o, V. M.:** Aerodinamika rudarskih prostorija jame pri podzemnim požarima (Aerodinamika gornyh vyrabotok šahty pri podzemnyh požarah)
„Bezopasn. truda v prom–sti", (1985) 2, str. 40–41, 4 il., (rus.)
- M c P h e r s o n, M. J.:** Projektovanje ventilacije jama 80–tih godina (Mine ventilation planning in the 1980s)
„Int. Mining Eng.", 2 (1983) 3, str. 185–227, 8 il., 2 tabl., 36 bibl. pod., (engl.)
- B y s t r o n, H.:** Uticaj ventilatora za separatno provetranje na aerodinamički otpor jame pri konstantnoj gustini vazduha (Einfluss der Zusatzlüfter auf den Grubenwiderstand bei Bewetterung mit Eettern von konstanter Dichte)
„Arch. gorn.", 29 (1984) 4, str. 433–453, 6 il., 15 bibl. pod., (nem.)
- E d w a r d s, J. C.:** Merenja ventilacionih struja i njihova analiza na elektronskom računaru (Measurements and computer analysis of ventilation air flow)
„20 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.", London, s. a., str. 72 (engl.)
- S v j a t i n, V. A., L a p k o, V. V. i N o v o s e l' c e v, V. B.:** Ispitivanje i optimizacija mikroprocesorskog sistema upravljanja provetranjem otkopne zone (Issledovanie i optimizacija mikroprocessornoj sistemy upravljenija

provetrivaniem vyemočnogo učastka)

„IVUZ. Gornyj ž.“, (1985) 1, str. 79–83, 3 il., 4 bibl. pod., (rus.)

U e n g, T. H. i W a n g, Y. J.: Analiza jamske ventilacione mreže pomoću sredstava nelinearnog programiranja (Analysis of mine ventilation networks using nonlinear programming techniques)

„Int. J. Mining Eng.“, 2 (1984) 3, str. 245–252, 3 il., 2 tabl., 8 bibl. pod., (engl.)

L e e, J. K. i W a n g, Y. J.: Uticaj gubitaka vazduha kroz pregradu na opštu jamsku ventilaciju (Effects of stopping leakage on coal mine ventilation systems)

„Int. J. Mining Eng.“, 2 (1984) 3, str. 253–259, 6 il., 5 bibl. pod., (engl.)

T a u f e r, A., F i a l a, J. i K o h u t, R.: O novoj metodi za određivanje temperatura u nedirnutom masivu (A new method of determination of the virgin rock temperatures)

„30 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 71, (engl.)

O g a r k o v, S. E. i C e j t l i n, J u. A.: Optimizacija režima rada mašina za hlađenje u sistemu za kondicioniranje vazduha u jamama u kojima se eksploatacioni uslovi sistema razlikuju od projektovanih (Optimizacija režimov raboty holodil'nyh mašin sistem kondicionirovanija vozduha v šahtah pri otličij uslovij eksploatacii sistemy ot proektnyh)

„Gorn. elektromeh. i avtomat.“, Kiev, (1985) 46, str. 96–99, 4 il., 6 bibl. pod., (rus.)

B e n e r j e e, S. C.: Novija dostignuća u ispitivanju podzemnih požara u Indiji (Recent advances in the mine fire research in India)

„20 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 62–63, (engl.)

M u r a š e v, V. I. i P o p o v, B. V.: Naučna istraživanja u oblasti sprečavanja endogenih požara u jamama (Naučnye issledovanija v oblasti predupreždenija endogennyh požarov v šahtah)

„Ugol“ „ (1985) 3, str. 25–26, (rus.)

K u k u c z k a, A.: Obavljanje rudarskih spasilačkih radova u slučaju podzemnih požara (Conducting rescue actions in case of mine fires in the Polish mining industry)

„20 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 66, (engl.)

P u n, B.: Samozapaljivanje ovlaženog uglja (Slowing down the spontaneous combustion of coal by controlling its external moisture)

„20 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 49–50, (engl.)

E v s e e v, V.: Profilaktika od endogenih požara pri otkopavanju moćnih slojeva Kuzbasa (Prevention of spontaneous combustion during the extraction of thick seams in the Kuzbass)

„20 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 56, (engl.)

D J a k o v, V. V.: Borba protiv izdvajanja prašine u preduzećima rudarske industrije (Bor'ba s pylevydeleniem na predpriyatijah gornoj promyšlennosti)

„Itogi nauki i tehn. VINITI. Požar. ohrana“, 6 (1985), str. 156–193, 37 bibl. pod., (rus.)

M o g a n, J. P., K a t s u y a m a, K. i D a i n t y, E. D.: Razrada nove konstrukcije skrubera za čišćenje

otpadnih gasova iz dizel motora vodom (The development of water scrubbers for diesel exhaust treatment)

„20 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 37, (engl.)

O n t i n, E. I.: Usavršavanje sredstava za borbu protiv prašine u jamama (Soveršenstvovanie sredstv bor'by s pyl'ju v šahtah)

„Ugol“ „ (1985) 3, str. 37–40, 3 il., (rus.)

C e r v i k, J. S a i n a t o, A. i B a k e r, E.: Borba protiv prašine u dugačkim čelima ubrizgavanjem vode u ugljeni sloj (Longwall dust control by water infusion)

„Mining Eng.“, (USA), 37 (1985) 2, str. 149–153, 9 il., 4 tabl., 7 bibl. pod., (engl.)

S h u l n v e l, S. i S u V e n - s h u: Zakonitost izdvajanja gasa iz otkopavanog sloja u kompleksno-mehanizovanom čelu (The pattern of gas emission from a seam undergoing extraction in a mechanised face)

„20 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 4–5, (engl.)

V i l' č i t s k i, V. i G u s e v, M.: Povećanje efektivnosti kontrole sadržaja metana u jamskim prostorijama (Increasing the efficiency of methane monitoring in mine workings)

„20 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 3, (engl.)

W l e m a n n, W.: Uticaj temperature na tok eksplozije i na inertizaciju smeša u vazduh-metan (The influence of temperature on the explosion characteristics and the neutralisation of methane-air mixtures)

„20 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 25, (engl.)

Č e r n i č e n k o, V. K. i J u c k e v i č, M. V.: Lična zaštita rudara od toplote (Individual' naja zaštita gornorabočih ot topla)

„Ugol“ „ (1985) 3, str. 58, 1 tabl., (rus.)

S t a l e g a, S.: Prognoziranje opasnosti od obrušavanja stena krovine u dugačkim otkopima na osnovu analize

eksperimentalnih statističkih podataka (Prognozowanie stanu zagrozenia wyrobisk scianowych obwalami stropu na podstawie analizy statystycznej danych empirycznych)

„Pr. Inst. organiz. i zarzadz. Plubel.“, B (1981) 9, str. 71–94, 2 tabl., 3 bibl. pod., (polj.)

W a t s o n, R. W., F u r n o, A. L. i K o v a c, J.: Ocena opasnosti samospasilačkih uređaja koji rade na komprimovani vazduh – rezultati ispitivanja (Evaluation of the safety of compressed oxygen self-rescuers: results of destructive testing)

„20 Int. Conf. Safety Mines Res. Inst. Summ.“, London, s. a., str. 65–66, (engl.)

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD

izdaje časopis:

„RUDARSKI GLASNIK“

(izlazi 4 puta godišnje)

Oglašavajte vaše proizvode u časopisu!

Redakcija

POSEBNA IZDANJA RUDARSKOG INSTITUTA

Posebna izdanja

- prof. dr inž. Mirko Perišić:
„PRIMENJENA GEOSTATISTIKA“ (knjiga sa priručnikom) 1.000.–
- dr inž. Janoš Kun:
„POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA LIGNITA“ (I i II deo) 1.000.–
- prof. dr inž. M. Grbović – dr mr N. Magdalinović:
„PROCESNA OPREMA DROBLJENJA I MLEVENJA MINERALNIH SIROVINA“ 200.–
- prof. dr inž. R. Simić – dr inž. D. Mršović – mr inž. V. Pavlović:
„ODVODNJAVANJE POVRŠINSKIH KOPOVA“ 800.–
- prof. dr Velimir Milutinović:
„KOMPLEKSNA METODOLOGIJA EKONOMSKE OCENE LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA“ 100.–
- prof. inž. Nikola Najdanović – dr inž. Radmilo Obradović:
„MEHANIKA TLA U INŽENJERSKOJ PRAKSI“ 400.–
- „GODIŠNJAK O RADU RUDNIKA UGLJA U 1984. godini“
(izlazi u II kvartalu 1985.) 5.000.–
- INFORMACIJA C₁ – Informacija o proizvodnji, zalihama i tržištu uglja
– izlazi mesečno i daje sliku trenutnog stanja (godišnja pretplata) 2.500.–
- J. Karanjac – O. Karanjac:
„GEOLOŠKI REČNIK“ 500.–
- dr inž. Mihailo Lasica:
„MAGNEZITI JUGOSLAVIJE“ 800.–



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 195-112; 198-112. telex 11830 YU RI

Na principu inženjeringa, samostalno i u saradnji sa domaćim i stranim izvođačima, Rudarski institut obavlja:

- TERENSKA, LABORATORIJSKA I POLUINDUSTRIJSKA ISTRAŽIVANJA
- IZRADU NAUČNIH I EKONOMSKO-TEHNIČKIH STUDIJA
- IZRADU KOMPLETNIH PROJEKATA

- površinske i podzemne eksploatacije mineralnih sirovina
- oplemenjivanja mineralnih sirovina i primarne prerade obojene metalurgije
- miniranja, transporta, ventilacije, termotehnike, građevinsko-arhitektonske i elektromašinske delatnosti i tehničke zaštite

- IZGRADNJU OBJEKATA I OPREMANJE POSTROJENJA, NADZOR, PUŠTANJE U POGON, UVOĐENJE I UHODAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I OBUKU KADROVA
- REKONSTRUKCIJU, MODERNIZACIJU I AUTOMATIZACIJU, NADZOR I VOĐENJE POSTOJEĆIH TEHNOLOŠKIH PROCESA
- VRŠI OPTIMIZACIJU KAPACITETA I IZBOR NAJPOVOLJNIJIH VARIJANTI KORIŠĆENJEM SAVREMENIH METODA I MATEMATIČKIH MODELA

Centar za dokumentaciju Rudarskog Instituta obaveštava o dostignućima svetske rudarske nauke i prakse iz navedenih delatnosti.

U okviru svoje izdavačke delatnosti Rudarski institut izdaje kvartalni časopis:

RUDARSKI GLASNIK



RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2 tel. 195-112; 198-112. telex 11830 YU RI

On engineering principles, independently and in collaboration with domestic and foreign partners, the Institute of Mines performs:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-SCALE INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR
 - open-cast and underground exploitation of mineral ores
 - mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
 - blasting, transport, ventilation, heat engineering, civil engineering, electro-machine objects and technical protection
- CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF PLANTS, SUPERVISION, STARTING UP, INTRODUCTION AND RUNNING IN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES, AND STAFF TRAINING
- RECONSTRUCTION, MODERNIZATION AND AUTOMATION, SUPERVISION AND MANAGEMENT OF CURRENT TECHNOLOGICAL PROCESSES
- PERFORMS CAPACITY OPTIMIZATIONS AND SELECTION OF MOST FAVORABLE ALTERNATIVE BY USE OF MODERN METHODS AND MATHEMATICAL MODELS

Documentation Center of the Institute of Mines supplies information on world's mining science and practice achievements in above mentioned activities.

The Institute of Mines editorial activities include the quarterly periodical:

RUDARSKI GLASNIK

-
- veliki broj stručnjaka
 - visok naučni i stručni nivo
 - ostvareni naučno-istraživački rezultati primenjeni u praksi
 - iskustvo i praćenje naučnih dostignuća u svetu
 - savremena oprema
- garantuju: BRZE

SAVREMENE
KVALITETNE

usluge iz navedenih delatnosti

obratite se na:

POSLOVNIČU ZA KONSULTACIJE
I INŽENJERING U RUDARSTVU

Beograd – Zemun, Batajnički put broj 2

Telefon 195-112; 198-112

(Teleks 11830-YU RI) Poštanski fah 116.

RI

-
- large number of experts
 - high scientific and specialized level
 - realized scientific-research results applied in practice
 - experience and following of scientific — technical achievements throughout the world
 - up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-scale plants

guarantee:

**FAST
CONTEMPORARY
HIGH QUALITY**

services in above activities

For the arrangement of complete engineering in the field of mining, refer to the:

**CONSULTING OFFICE OF THE INSTITUTE
OF MINING**

Beograd — Zemun, Batajnički put br. 2

tel. 195-112; 198-112 — telex 11830 YU RI

RI

TEHNIČKI REDAKTOR: MIRA MARKOVIĆ – NASLOVNA STRANA: A. KATUNARIĆ – SLIKA
NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO U RUDARSKOM INSTITUTU, BEOG-
RAD) – FOTO: S. RISTIĆ

