

Geol. vjesnik	Vol. 35	str. 181—194	Zagreb 1982.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 553.068:553.96(497.13)

Izvorni znanstveni rad

## Značaj i karakteristike smeđih ugljena Dalmacije

Leon NIKLER

*Geološki zavod, OOUR za kompleksna geološka istraživanja,  
YU — 41000, Zagreb, Sachsova 2*

Prominske naslage Dalmacije izgrađene od vapnenaca, konglomerata i breča, sadrže slojeve i ležišta smeđih ugljena. Ležišta smeđih ugljena u Siveriću i Velušiću su eksploatirana. Starost ugljena je gornjoeocenska.

The Promina mountain layers of Dalmatia, built of limestones, conglomerates, and breccias, contain lignite beds and deposits. Lignite deposits in Siverić and Velušić are being worked. The age of the coal is Upper Eocene.

Prominske naslage mlađeg paleogena u čijem su sastavu ležišta smeđih ugljena Dalmacije, prostiru se između jugoistočnih dijelova masiva Velebita na sjeveru i Ravnih kotara na jugu. Posmatrano podrobnije, one se u suvisloj zoni pružaju od Novigradskog mora na sjeverozapadu preko Bukovice do planine Promine i Moseća na jugoistoku. To područje zajedno sa sinklinalnim strukturama Širitovaca i Dubravice zaprema zaokruženo područje površine od cca 1200 km<sup>2</sup>.

Osim ovog kontinuiranog područja raširenja, prominskih naslaga ima i u drugim područjima Dalmacije, ali su znatno manjeg rasprostranjenja i značaja. U području Kljaka, u izvorišnom dijelu Cetine, u široj okolini Imotskog, poznati su u njima slojevi i tragovi smeđih ugljena.

Prominske naslage u široj Dalmaciji, a i u samom bazenu, tvore kompleksan sedimentacijski ciklus koji započinje izrazitom transgresijom, a završava regresijom na većem prostoru. *Locus typicus* ovih naslaga je planina Promina po kojoj su dobile svoj znanstveni naziv »Prominske naslage«. One su bile predmet izučavanja brojnih istraživača, (L. V. Buch, 1851; P. Oppenheim, 1901; G. Dainelli, 1906; H. Quitzow, 1941; O. Kühn, 1946; M. Margetić, 1948; D. Šikić, 1963, 1965, 1971 i mnogi drugi,) koji su više pažnje posvećivali rješavanju općih geoloških problema prominskih naslaga nego rješavanju specifičnih problema vezanih za otkrivanje ugljenih ležišta.

Prominske naslage u široj Dalmaciji, a i u samom bazenu leže u transgresivnom položaju na različitim paleogenskim vapnencima ili izravno na vapnencima kredne starosti. U bazi prominskih naslaga česta su ležišta boksita. Zauzimaju široki stratigrafski raspon koji počinje u gornjem dijelu srednjeg eocena (lutet) i prelaze u donji oligocen. Najkompletniji razvoj imaju u široj okolini Benkovca i Smiljčića, gdje najsta-

riji dijelovi prominskih naslaga leže transgresivno na srednje eocenskom flišu. Na drugim područjima su transgresivne na krednim ili na starije paleogenskim vapnencima, te im nedostaje bazalni dio razvijen u široj okolini Benkovca. Prominske naslage Dalmacije genetski gledano, su cjelina predstavljena molasnim tipom sedimenata, nastalih u nemirnoj marinskoj sredini, u neposrednoj blizini kopna. Orogenetski pokreti koji daju pečat čitavoj sedimentaciji ovih naslaga očituju se u ritmičkom pomicanju sjevernog ruba bazena prema sjeveroistoku i cikličkom oslađivanju bazena (H. Quitzow, 1941).

Stvaranje ovih sedimenata karakterizira ritmičko spuštanje sjevernog dijela bazena i njegovo kretanje prema sjeveru i sjeveroistoku. To spuštanje dna bazena kompenzirano je sedimentacijom određene debljine, pa s kroz čitavo vrijeme taloženja zadržavaju slične litološke prilike.

Najstariji dio prominskih naslaga razvijen je u široj okolini Benkovca, gdje leži diskordantno na seriji starijih srednje eocenskih lapora. Započinje sa konglomeratima na kojima slijede lapori, pločasti vapnenci i pješčenjaci u živoj međusobnoj izmjeni. Mjestimično se u njima nalaze ulošci numulitnih breča i vapnenaca sa srednje eocenskim alveolinama i numulitima. U laporima dolazi zajednica bentonskih i planktonskih foraminifera, karakteristična za lutetski kat srednjeg eocena. Ove naslage taložene su u morskoj sredini u relativno mirnom sedimentacijskom prostoru i s tog razloga ne sadrže ugljene slojeve.

Na njima slijedi vrlo rasprostranjena serija prominskih naslaga koju karakterizira izmjena litoloških elemenata, kako u vodoravnom, tako i u okomitom smjeru. Okomito izmjenjivanje litoloških elemenata upućuje na cikličku sedimentaciju, pa ovu skupinu naslaga prezentira česta i ponovljena izmjena vapnenaca, lapora i konglomerata. Od fosila naročito su dobro zastupljeni školjkaši, gastropodi i koralji, pretežno gornjo-eocenske starosti. Ovom dijelu prominskih naslaga pripadaju prominske naslage sa slojevima ugljena kod Dubravica i pojave ugljena kod Đevr-saka.

Najmlađoj seriji pripadaju prominske naslage, *Locus typicus* planina Promina, kao i široki pojas konglomeratno-laporovitih naslaga koji se od planine Promine pruža u pravcu sjeverozapada preko Velušića, Razvođa, Oklaja, Biovićinog sela, Medviđe, Zelengrada, sve do Karinskog mora, izgrađujući sjeveroistočni rub prominskog bazena. Najmlađi član prominske serije čine konglomerati u kojima su razvijeni ulošci lapora s ugljenim ležištima. Iz rasprostranjenosti prominskih ugljenonosnih naslaga donjoooligocenske starosti, jasno se može vidjeti da je maksimalna koncentracija nekadašnjih rudarskih radova u jugoistočnom dijelu bazena, a to upućuje na pomisao da su u području koje se prostire od Razvođa preko Promine do Tepljuha, prilike za akumulaciju biljne tvari bile najpovoljnije, odnosno da je pleoreljef bio vrlo razveden, a hidrografski i klimsko-pedološki uvjeti bili povoljni za razvitak većeg, iako nejednoliko razvijenog ugljenog ležišta. Da je paleoreljef bio razveden svjedoči nejednaka debljina glavnog ugljenog sloja, koja je mjestimično dosizala i do 30 m. Odijeljena pojedinačna ležišta ugljena nanižana jedna do drugih, dokazuju ili postojanje većih plitkih depresija u kojima je brzina spuštanja dna tekla ukorak s brzinom akumulacije

tresetne tvari ili pak razmjerno dubokih stabilnih depresija u kojima je došlo do gornilanja značajnih količina treseta naplavlivanjem raspadnute biljne tvari strujama sa plićih susjednih dijelova.

Geološki stup prominskih ugljenonosnih naslaga na području nekadašnjih rudarskih radova između Siverića i Velušića sastavljen je idući od krovine prema podini (rimski brojevi označavaju zone konglomerata, arapski zone lapora), na temelju podataka iz rudarskih radova i opažanja na terenu, ovako:

#### IV Zona završnih konglomerata

U području Promine, ova zona nije debela a doseže debljinu i do 100 m.

III zona konglomerata karakteristična je po tome što se u području konglomeratnog razvoja nalaze i leće lapora 3. zone koja nije jasno razvijena. Mjestimično je debljina ovih lapornih uložaka i do 70 m.

Zona konglomerata zajedno sa 3. zonom lapora debela je cca 150 m.

II zona konglomerata u kojoj ima tankih uložaka lapora s ugljenom debela je oko 50 m. Izravno na konglomeratima ove zone leži 2. zona lapora. Karakteristika ove zone je mnoštvo biljnih ostataka, kao i mnogo ostataka kućica od puževa. Ovu zonu tvore pločasti slatkovodni vapnenci i slojevi glina u kojima ima umetnutih slojeva modrikastih i tamnih glina, škrljavih vapnenih lapora i vapnenaca. U donjem dijelu ove zone — leži katkada izravno na konglomeratima, razvijen je ugljeni sloj koji su rudari zvali »I ugljeni sloj« ili »Glavni sloj«, koji je mjestimično bio debeo i do 30 m, a prosječna debljina mu je iznosila oko 10 m. Na onim mjestima gdje ovaj sloj nije ležao izravno na konglomeratima, ležao je obično na vrlo tankoj podlozi lapora.

I. zona terneljnih, bazalnih konglomerata bila je nejednake debljine, od 300 m kod Drniša do 500 m kod Kaluna. Leži diskordantno mjestimično na krednim vapnencima, a mjestimično na foraminiferskim vapnencima srednjeg eocena. Prije sedimentacije ovih klastita bio je izraziti kontinentalni period, na što upućuju boksitna ležišta ispod ugljenog sloja.

U ovoj zoni konglomerata ima više lećastih uložaka lapora u kojima je mjestimično razvijen ugljeni sloj. Debljina sloja je mala, iznoseći svega 0,40 m, a rudari su ga nazivali »III sloj«. Iznad konglomerata leži 1. zona lapora. Tu zonu izgrađuju većinom lapori, ponegdje i vapnenci kao izrazita slatkovodna tvorevina, a karakteristika mu je vrlo nestalna debljina. Kod Petrovca je ova zona debela svega oko 7 m, u Badnju bila je debela 15 m i u ovoj je zoni — i to na samoj bazi, razvijen drugi sloj ugljena koji su rudari zvali »Donji sloj«. Ovaj sloj je bio također male debljine, svega 0,70 m.

Prominske naslage u okolici Drniša po starosti su gornjoeocenske-donjooligocenske. Ovdje, naime, nije razvijen najdublji, najstariji ili bazalni dio naslaga, koji bi odgovarao onima iz Benkovca, gdje je razvoj prominskih naslaga kompletan.

Kod Drniša isto tako manjka i završni dio ovih naslaga, onaj koji bi odgovarao naslagama na sjevernom dijelu Bukovice i u dolini Zrmanje.

## POJAVE I LEZIŠTA SMEĐIH UGLJENA

Područje rasprostranjenja ugljenonosnih naslaga prominke starosti gdje se ugljen pojavljuje u vidu izdanaka ili ležišta smješteno je između Novigradskog i Karinskog mora na sjeverozapadu pa do Petrova polja i kanjona Čikole na jugozapadu. Osim tog suvislog prostora u kojem se nalaze sva značajnija ležišta smeđih ugljena Dalmacije poznate su i pojave smeđih ugljena znatno manjeg rasprostranjenja i značaja (Neorić, Civljani). Iz podataka dosadašnjih istraživanja proizlazi da su ležišta smeđih ugljena razvijena samo unutar mlađeg dijela prominke serije, dok stariji dio serije razvijen u području Benkovca i Smiljičića nije ugljenosan. Najveća koncentracija ležišta kvalitetnih smeđih ugljena nastala su uz sjeveroistočni rub prominke bazena. Tu su ležišta Siverića, Petrovca, Velušića, Krstančuške, Širitovaca, Kljaka, Biovičina sela, kao i brojni lokaliteti sa izdancima i slojevima smeđeg ugljena znatno manje debljine i rasprostranjenja (Posedarje, Novigrad, Zelengrad-Njivice, Medviđa, Parčić, Bjelina, Nunić, Manojlović, Mratovo, Blizinska lokva, Lukar, kanjon Krke, Đevrske, Gluvača). Većina ovih pojava zbog male debljine sloja (20—30 cm) i brzog istanjivanja nema ekonomski značaj.

Obzirom na značaj, koncentraciju biljne materije i veličinu ugljenih ležišta, područje planine Promine detaljno je geološki istraženo i rudarski intenzivno eksploatirano dugi niz godina.

## KARAKTERISTIKE UGLJENIH SLOJEVA

U ležištima smeđih ugljena područja Siverić poznata su dva ugljena sloja:

### Donji ugljeni sloj — II. sloj

Iznad bazalnih konglomerata s kojima započinje transgresija prominke naslaga na širem području Drniša, leži 1. zona lapora. Izgrađena je većinom od lapora, odnosno vapnenih lapora, a debljina joj varira od 6—15 m. Ova zona lapora otkrivena je na podnožju i padinama planine Promine i može se pratiti na zapadu od Razvođa preko Kosora, Varoši, Andabake, Siverića do Tepljuha, gdje isklinjava u kontaktu sa krednim vapnencima. Glavni razvoj ove zone lapora nalazi se ispod Barić platea gdje tvori dno sinklinalne strukture i zalazi u dubinu, vjerojatno ispod nivoa stalnih krških voda. U ovoj zoni, i to na samoj njenoj bazi razvijen je sloj ugljena koji drniški rudari nazivaju »Donji sloj« ili »II ugljeni sloj«. Debljina ugljenog sloja je varijabilna, a maksimalna poznata debljina iznosi 0,70 m. Sloj ima lečasti karakter i do sada su u njemu utvrđena dva ležišta koja su omogućavala rudarsku eksploataciju.

Eksploatacija veće leće ugljena »Donjeg sloja« vršena je prije rata u području Varoši, sjeverno od Drniša, ali je uskoro napuštena radi neodgovarajućih sigurnosnih mjera. Prodor površinske vode za vrijeme dužih kišnih perioda doveo je do potapanja jame i obustave eksploatacije.

Druga značajnija pojava ugljena »Donjeg sloja« je u samom Siveriću, gdje je utvrđeno ležište nazvano »Donji sloj«, u kojem je vršena eks-

ploatacija približno 100.000 tona smeđeg ugljena vrlo dobre kvalitete. Ugljeni sloj utvrđen je na koti 348 m, a otvoren je potkopom sa ulaznom kotom 334,5 m u podinskom konglomeratu I. zone. Istražena bušenja na »Donji sloj« vršena su nakon II Svjetskog rata i utvrdila su njegovo isklinjavanje prema zapadu i sjeveru.

Djelomična kemijska i tehnološka ispitivanja utvrdila su da mrki ugljen »Donjeg sloja« sadrži: higroskopske vlage 16,81%, S ukupno 2,13% i kaloričnu vrijednost od 3782 Kcal/kg.

Od ostalih značajnijih istražnih radova, pored nekoliko negativnih istraženih bušotina u području Siverića, na lokalitetu Andabaka prije rata izvedena je manji potkop — »Andabaka potkop«, čiji rezultati nisu sačuvani, ali su vjerojatno negativni.

Terenskim kartiranjem prominske ugljenonosne serije utvrđeno je protezanje ove zone koja je potencijalni nosilac ugljenog sloja na sjever do Tepljuha, a iz interpretacije strukturnih odnosa, njegovo protezanje na zapad pod Barić plato. Ugljeni sloj je isprekidan i lećastog je karaktera, što su utvrdila ranija djelomična istraživanja ovog ugljenog sloja. No, lećasti karakter sloja istovremeno ukazuje na mogućnost pronalaska još koje eksploataibilne leće ugljena »Donjeg sloja«. U tom cilju programirana je i izbušena bušotina P Siverić 77, koja je utvrdila postojanje I. zone lapora debljine 13,4 m, s tragovima ugljena na intervalu od 128—141,40 m, što upućuje na ustrmljivanje prominske serije na zapad prema Barić platou i njeno zalaženje u veće dubine.

### Glavni ugljeni sloj — I. sloj

Glavni ugljeni sloj razvijen je na kontaktu II zone konglomerata i 2. zone lapora. Podinu mu redovito čine vapneni konglomerati, a u krovini mu lapori. Debljina zona lapora vrlo je varijabilna. U području Tepljuh-Siverić ona iznosi oko 100 m, u području Lišnjaka 40—50 m, a najslabiji razvoj ovih lapora nalazimo kod Knezova kuća, gdje debljina iznosi svega 30 m. Glavni ugljeni sloj je također vrlo promjenljive debljine, najčešće je oko 2—4 m, a maksimalno zadebljava i do 30 m. Vjerojatno postoji genetska povezanost između debljine lapornih naslaga i debljine ugljenih slojeva. Tako su najtanji ugljeni slojevi s maksimalnom debljinom od 0,40 m utvrđeni u tankim, 2—3 m debelim lećama lapora, unutar II zone konglomerata. Ovaj sloj rudari nazivaju III sloj i on nema ekonomski značaj. Ugljeni sloj nazvan »Donji ugljeni sloj« ili »Drugi sloj«, razvijen je u 1. zoni lapora debljine od 7—15 m, a debljina ugljenog sloja je maksimalno 0,70 m.

U 2. zoni i lapori i ugljeni sloj dosežu maksimalno zadebljanje. Razloge ovakove diferencijacije treba tražiti u vrlo promjenljivim paleogeografskim prilikama koje su vladale u ovom dijelu prominskog bazena. Šire područje planine Promine bilo je morfološki veoma razvedeno i pod jakim utjecajem obližnjeg kopna. Ovdje se od početka transgresije izmjenjuju marinski i kopneni sedimenti. Uvjeti za bujni razvoj flore postojali su samo u području razvedenog reljefa, gdje je vršena dinamična i litološki diferencirana sedimentacija. Sa stanovišta ugljenonosti najznačajnije su prije spomenute dvije zone lapora. Lapori su taloženi kao plitkomorske priobalne taložine pod jakim utjecajem kopna,

gdje je povremeno došlo do oslađivanja manjih dijelova bazena i stvaranja jezerskih sedimenata, baruština i bujnog razvoja flore. Prostor na kojem se odvijala ugljenonosna sedimentacija zapremao je područje planine Promine, Oklaja i na zapad od Zelengrada. U tom području nastala su ležišta ugljena ograničena na manje odvojene prostore međusobno odvojenih jalovim prostorima. Na detaljnim geološkim kartama to je jasno uočljivo. Laporne zone, nosioci ugljena, istanjuju, isklinjavaju i posve nestaju. Iz toga razloga i ugljena ležišta nemaju karakter stalnoga sloja, već vrlo promjenljivih leća, kako po debljini, tako i po formi. To je lijepo vidljivo na detaljnoj geološkoj podlozi M 1:5000 područja Tepljuh-Siverić-Badanj-Velušić, na kojoj su nanesena sva poznata ležišta. Najveća i najbrojnija ležišta ugljena nalaze se u području Velušića, Badnja i Siverića. Od tog prostora na zapad uvjeti za stvaranje ugljenih ležišta postojali su u kraćem periodu, a vezani su pretežno za razvoj jedne zone lapora i sa jačim utjecajem mora.

Lećasti tip ležišta, njihova koncentracija, odnosno disperzija, uvjetovali su i njihov način istraživanja. Pojavljivanje ugljenih slojeva isključivo u laporima orjentiralo je dosadašnja istraživanja na konstataciju lapornih naslaga u širim prostranstvima prominskog bazena, a na taj način i ugljenih ležišta u njima. No, rezultati istraživanja tim načinom samo su djelomično urodili uspjehom, jer i u samom području planine Promine postoje sterilne zone lapora (npr. 3. zona lapora), a zbog lateralnih izmjena, diskontinuiteta i različitih uvjeta sedimentacije, ni je moguće zone lapora rasprostranjenih na većim prostranstvima uspoređivati sa bilo kojom zonom lapora u normalnom superpozicijskom slijedu prominske serije na planini Promini.

Većina utvrđenih ležišta prominskih smeđih ugljena, izuzmu li se tri najveća, Velušić, Badanj sa površinom od cca 34,2 ha i ležišta »Stare jame« sa površinom od 80 ha, su ugljena ležišta lećasta tipa, varijabilne debljine, različite forme i različitog stupnja isklinjavanja. Sjeverno od »Stare jame« utvrđeno je istraživanjima i eksploatacijom nekoliko desetaka pretežno manjih ležišta smeđih ugljena veličine od 0,5 ha na više (jame Petrovac i Vaganj). Ovakav tip ležišta prevladava i u području Razvođa, a vjerojatno i u sinklinalnom dijelu prominske ugljenonosne strukture ispod Barić-platoa.

Disperzija ugljene mase u većem dijelu prominskog bazena na pretežno male leće ili leće nepravilnih formi, kao što se to vidi iz ovog primjera, dovodi do stvaranja manjih ležišta ugljena, što čini istraživanja i u ionako geološki raznolikom prominskom bazenu, još kompliciranijim i otežanim. Osim toga najveći dio do sada otkrivenih manjih ležišta nalazio se blizu površine, pa istražna bušenja obzirom na malu debljinu krovine nisu bila toliko skupa i rizična.

Ležišta smeđih ugljena područja planine Promine nalazila su se iznad nivoa stalnih krških podzemnih voda. Sva ležišta rudnika Siverić nalaze se iznad izostrate od +370 m, preko 100 m iznad nivoa obližnje rijeke Čikole. Iskustveno je poznato da oscilacije nivoa podzemnih voda u normalnim vremenskim prilikama nisu velike, iako određenih osmatranja u tom smislu na području ležišta rudnika Siverić nije bilo. Iznad ležišta nalazi se i do 100 m debela serija lapora, koja je sprečava-

la prodor oborinske vode u ležišta. U tom području nema stalnih vodnih tokova, a od bujičnih jedino je bujičnjak koji prolazi kroz zaseok Čoloviće ugrožavao eksploataciju u jami Vaganj.

Slična je situacija i sa ležištima ugljenokopa Velušić i Siritovci, koji leže također prilično iznad nivoa podzemnih krških voda, a krovinske i podinske naslage ležišta ugljena čine vodopropusne karbonatne naslage koje omogućavaju brzo otjecanje podzemnih voda. Jedino je ležište Biovičino selo, gdje su vršena detaljna hidrogeološka osmatranja, imalo iznad ležišta sloj slobodne podzemne vode, koja bi, naročito u kišnim periodima, mogla otežavati otkopavanje ugljena.

#### PODRUČJA EKSPLOATACIJE I OPIS UGLJENOKOPA PROMINSKIH SMEĐIH UGLJENA

##### Ležišta smeđeg ugljena rudnika Siverić

Ležišta smeđeg ugljena ovog područja eksploatirala su se s prekidima oko 130 godina. Rudnik je prestao s radom krajem 1971. godine, kada se u okviru supstitucije ugljenokopa preorijentirao na preradu kalcita.

##### Ugljenokop SIVERIĆ

Rudarski radovi na eksploataciji smeđih ugljena prominske starosti počeli su u prvoj polovini XIX stoljeća. Prvi pogon sa ovog ugljenokopa nalazio se u neposrednoj blizini mjesta Siverić, po kojem je dobio svoje ime. Ugljen se prvobitno prevozio konjskom zapregom u pravcu Sibenika i u bližu okolicu. Značajnija eksploatacija ugljena omogućena je tek nakon izgradnje željezničke pruge Gračac-Knin-Split.

Rudarski radovi u tom pogonu su ujedno i najstariji rudarski radovi cijelog prominskog ugljenonosnog bazena. Istražni rudarski radovi započeli su oko 1835. godine, a prva rudna polja podijeljena su 1851. godine, dok je organizirana proizvodnja započela 1873. godine. Proizvodnja je započela kod sela Midenjaci dnevnim kopom. Početna otvaranja ugljenog sloja izvršena su na istočnoj strani planine Promine iznad kote 427 m. Kasnije je sa kote 395 m rovom Širinić započela eksploatacija glavnog ugljenog sloja. Sam eksploatacioni rov Širinić (Franz Josef Stollen) izveden je u podini glavnog sloja kroz konglomerate II zone. Osnovno otvaranje najveće jame rudnika Siverić »Stare jame« izvršeno je krajem 19. stoljeća potkopom »Franz Josef Stollen«, s kote 364 m. Ovaj potkop prvotne dužine 1250 m je s pokrajnim izvoznim hodnicima zahvatio najznačajnije dijelove glavnog ugljenog sloja u rudnom reviru Siverić. Među najstarija rudna polja ovdje spadaju »Torino« i »Amadeo«, a jedno od najvećih bilo je rudno polje »Badanj«, koje se produživanjem glavnog potkopa nadovezivalo na staru jamu i kroz njega se odvijala eksploatacija i izvoz otkopanog ugljena.

Eksploatacija ugljena vršena je na glavnom sloju koji je mjestimično zadebljavao i do 30 metara. Prosječna debljina sloja se računala sa 10 m. Prosječna debljina u reviru Tepljusi iznosila je oko 3,50 m, a u reviru Badanj 3,0—4,50 m.

U rudarskom reviru »Proleter« sloj ugljena bio je vrlo debeo, ali je jalovim uloškom bio podijeljen u dva sloja. Donji sloj bio je debeo oko 5 m, gornji sloj oko 10 m, a debljina jalovog uloška iznosila je 5 m.

U revirima »Obnova« debljina sloja je u prosjeku iznosila oko 3 m, u reviru Badanj s mjestimičnim jalovim ulošcima debelim od 0,25—0,30 m, debljina sloja je bila 3—4,5 m, u reviru »Amadeo I« debljina sloja je bila 2—3 m, u reviru »Amadeo II« debljina sloja je bila također 2 m, u reviru »Salvador« debljina je iznosila 2—4 m, u »Vaganu« (Petrovac) iznosila je oko 5 m. Ovdje je sloj bio poremećen, jako boran, pa se javljao u lećama, dok je u revirima »Velušić-Razvođe« debljina iznosila 2 i 2,5 metara.

Ugljeni svih onih revira su bili humusni ugljeni iz skupine sruđenih, sjajnih i tvrdih ugljena. Treba napomenuti da se je prigodom rudarskih radova nailazilo na zone često puta debele po više metara, tzv. »Russkohle« ili, kako su rudari govorili, »Rusa«, odnosno »Čadavca«.

Ugljen je inače bio čvrst, tvrd, nepravilnog, katkada i školjkastog loma.

### *Ugljenokop VELUŠIĆ*

Ležišta smeđeg ugljena rudnika Velušić (Jama Makale i jama Velušić) su iscrpljena većim dijelom već prije II Svjetskog rata. Nakon rata, sve do 1963. godine otkopani su dijelovi ležišta ostavljeni kao sigurnosni stupovi, ili se ulazilo u stare radove. Ležišta su danas potpuno iscrpljena, a istražna bušenja u produženju Velušićkih ugljenonosnih struktura vršena nakon rata, nisu otkrila nove ugljene pojave izvan područja eksploatacije. Bušenja izvedena u periodu 1968—1972. god. prilikom istraživanja boksita na području Tarla i Buha, također nisu utvrdila ugljene slojeve unutar prominske serije.

Cijelo područje bivšeg rudnika Velušić može se smatrati dovoljno istraženim, a postojeća ležišta iscrpljenim.

### *Ugljenokop ŠIRITOVCI*

Ovaj pogon Siveričkih ugljenokopa bio je udaljen oko 15 km na jugozapad od Siverića. Bio je otvoren 1942. godine.

Ugljenokop je otvoren u sinklinalnoj strukturi u kojoj je ugljeni sloj bio razvijen većim dijelom na sjeveroistočnom krilu sinklinale. Bio je poznat samo jedan ugljeni sloj.

Debljina sloja bila je nestalna, krećući se od 0,90—2,5 m, dok se je prosječna debljina ugljena u pogonu računala sa 1,80 m. U ugljenu je postojao i uložak vrlo škrljavog ugljena debljine 0,30—0,60 m, i taj škrljavi ugljen se uvijek nalazio u podini ugljenog sloja. Spomenuti jalovi uložak je u stvari tvrda glina koja je uslijed dispergirane biljne tvari u njoj dobio tamnu, skoro crnu boju.

U izravnoj krovini koju tvore crne ugljevite i laporovite gline s gline-nim laporima koji su svi protkani tankim proslojcima ugljena, rnilimetarskog reda veličine, a mjestimično i u podini samoga ugljenog sloja koju tvore žućkasto-bijeli i sivi lapori, bio je mjestimično razvijeni i sloj crnosive ugljevite gline, tako da je sloj postupno prelazio u krovinske i podinske popratne naslage, odnosno granica sloja nije bila jasna. Iz



toga se može zaključiti da je proces akumulacije biljne tvari postupno započinjao, odnosno prestajao radi produbljivanja vode u tresetištu.

Kemijska analiza ugljena iz Širitovaca pokazuje da se radi o kvalitetnom, sjajnom smeđem ugljenu iz skupine humusnih ugljena, s razmjerno visokim sadržajem C, dosta A i razmjerno velike kalorične vrijednosti (4.720 kg/cal).

### Ugljenokop DUBRAVICE

Ugljenokop se nalazio oko 7 km od Skradina. Prvi rudarski radovi bili su otvoreni još 1849. godine, ali su se radovi odvijali s većim i manjim prekidima, tako da kontinuiranog rudarskog rada od početka do definitivnog zatvaranja jame nije bilo.

Ugljenokop je bio otvoren u sinklinalnoj strukturi dugačkoj oko 5 km, a koja se prostire od sjeverozapada prema jugoistoku. Sinklinala je simetrična, a krila su mjestimično nagnuta do 45°, mjestimično i više.

Rudarskim radovima ustanovljena su tri ugljena sloja. Debljina slojeva bila je vrlo nestalna, pa se računa da je prosječna debljina svakog pojedinog sloja bila oko 1 m. Vrlo česta pojava je bilo isklinjavanje ugljenog sloja, a vrlo često su se javljali i tzv. »stiskovi« sloja. Kemijska analiza je također dokazala da je ugljen ovoga ležišta, sudeći po razmjerno visokom sadržaju pepela, postao u uvjetima alohtonije, s mnogo singenetski taložene anorganske tvari. To dokazuje i razmjerno niska sa-gorjevna toplina, 3.032 kg/cal).

### Ugljenokop KLJACI

Ugljenokop je bio otvoren negdje prije II Svjetskog rata, također u prominskim ugljenonosnim naslagama. Bio je udaljen od Siverića 21 km u smjeru jugoistoka. U ugljenokopu su se radovi odvijali do 1942. godine, kada je bila uništena termoelektrana, a jama bila potopljena.

Radovi su se odvijali na jednom ugljenom sloju. Drugih slojeva ugljena osim ovoga nije bilo, iako belgijski inženjer F. Ruydant tvrdi da ovdje postoje tri ugljena sloja, i to:

- podinski sloj debeo oko 3 m,
- srednji ili glavni sloj debeo do 7 m i
- krovinski sloj debeo oko 1 m.

Međutim, ugljeni sloj na kojemu su se odvijali rudarski radovi, svojom debljinom ne odgovara debljini niti jednoga od ovih Ruydantovih slojeva.

Karakteristična je bila nestalna debljina sloja koja se je mijenjala od vrijednosti 0,80—1,40 m. Sloj je inače bio čist, bez jalovih uložaka. Osim toga, druga karakteristika slojnih prilika ovoga područja je značajna ustrmljenost sloja, koji je bio nagnut pod kutem od 40—60° prema istoku. Izravna podina sloja je lapor svijetlije sive boje, dok mu krovinu tvori lapor tamnije sive boje. Općenito se može reći da je ležište ovog ugljenokopa većim dijelom iscrpljeno, dok treba posebno istaknuti da kemijske analize ugljena ovog ugljenokopa nema.

### Ugljenokop KRSTANČUŠA

Ovo ležište je sjeverozapadni nastavak ugljenih ležišta Siverića, Badnja i Velušića. Ležište pod tim naslovom bilo je poznato kao ležište boksita, a prilikom istražnih bušenja na boksit ustanovljeno je da to boksitno ležište u krovini boksitnog sloja sadrži i zanimljive količine smeđeg ugljena. Bušenjem je ustanovljeno da sloj smeđeg ugljena leži iznad sloja boksita u udaljenosti od 0,4 m do 10 m. Prema rezultatima istražnih bušenja (17 bušotina) ugljeno ležište Krstančuša sastoji se u stvari od 3 međusobno odvojena manja ležišta. Istražna bušenja izvršena 1960. godine dokazala su da je ovo ležište, ili bolje reći »ova ležišta«, smeđeg ugljena, postalo u 3 malena bazena u paleoreljefu, koji možda nisu međusobno komunicirali. Ležište ugljena je sinklinalnog tipa, a postoji samo jedan ugljeni sloj, kojemu se debljina, idući od izdanka prema središtu bazena povećava od 0,10 m pa sve do 2,30 m. Prosječna debljina ugljenog sloja uzima se oko 1,60 m. O tektonskim prilikama samoga ležišta teško je bilo što reći. Razbijenost ležišta u tri malena ležišta prije je posljedica paleogeografskih prilika, nego li tektonike. Ovo je u isto vrijeme i neugodna okolnost jer povezivanje tri malena ležišta u jedno veće eksploatabilno ležište i njegova eksploatacija je razmjerno skupa investicija, tim više što niti procijenjene zalihe ugljena nisu velike.

Ugljen je humoliti ugljen iz skupine smeđih sjajnih ugljena s razmjerno visokim sadržajem vlage i visokom količinom pepela, iz čega proizlazi i odgovarajuća ogrijevna moć ugljena. Tresetišta u kojima su nastajali ugljeni ovoga ležišta čini se bilo je prilično mutno (visok sadržaj singenetskog pepela) ili je bilo pod djelovanjem povremenih morskih ingresija.

Rudnik je zatvoren 60-ih godina radi male i nerentabilne proizvodnje i vrlo ograničenih rezervi.

### Ležište smeđeg ugljena »Bukovica«

Godine 1965. izvršeni su istražni radovi na istražnom prostoru »Bukovica«. Eksploataciono polje »Bukovica« leži u širem području Biovičinog sela a tvore ga zaseoci Krešovići, Crnobrnje, Vukići i Despoti. Istražno polje udaljeno je od Siverića oko 60 km, od Knina oko 40, dok je najbliža željeznička stanica Kistanje udaljena oko 12 km. Površina polja je oko 10 km<sup>2</sup>.

Prominske naslage ovog područja karakterizira izmjenjivanje konglomerata, lapora, laporovitih vapnenaca i pješčenjaka. Konglomerati su sastavljeni iz raznobojnih ulomaka vapnenaca i debelo su uslojeni. Veziivo je većinom vapneno, mjestimično pjeskovito. U strukturnom pogledu područje istražnog polja Bukovica (Biovičino selo) sastoji se od dvije sinklinale i dvije antiklinale. Krila ugljenonosne sinklinale su vrlo blago nagnuta. Cijeli sinklinorij tone prema sjeverozapadu. Rasjedi nisu primjećeni.

Istražnim bušenjima i rudarskim istražnim radovima ustanovljen je ugljeni sloj promjenljive debljine od 0,2 m sve do 2,40 m. Prema periferiji ležišta ugljeni sloj isklinjava. Na temelju karte izopaha izračunata je prosječna debljina sloja u čitavom ležištu sa 1,20 m. Sloj ugljena leži

većim dijelom plitko ispod površine pa na jugoistočnom dijelu ležišta izlazi na površinu u obliku izdanaka. Prema sjeverozapadu sloj se ravnomjerno spušta u veće dubine i najveća mu je dubina ustanovljena uz sjeverni rub polja (150 m ispod površine). Sloj ugljena je na čitavom istraženom području čist, bez jalovih uložaka. Do sada je ustanovljeno da se ugljeni sloj prostire po pružanju na dužini od 1000—1600 metara, a po padu od 1000—1500 m. Kako istraživanja nisu provedena do kraja, može se prostiranje sloja po padu smatrati mogućim i dalje prema sjeverozapadu. Ugljen je taložen na podlozi koja je bila vrlo blago nagnuta prema sjeveru i sjeveroistoku u zatvorenom bazenu u koji je povremeno ingrediralo more. Nakon taloženja ugljena je cijelo područje sjeverne Dalmacije zahvatila kontinentalna faza. Utjecaj tektonike na eventualno potencijalnu eksploataciju očitovati će se u tome što će radovi u smjeru SZ bivati u sve većoj dubini, pa će i radovi biti skuplji.

Ugljen je taložen u bazenu s izmjeničnim mijenjanjem slatke, brakične i morske vode i prema tome pripada paraličkim ležištima.

Ispitivanja 5 uzoraka ugljena iz ovog ležišta dala su slijedeće rezultate:

Gruba vlaga	5,24— 9,83%
Higrovlaga	11,33—12,52
Pepeo-dostavno stanje	12,30—15,00
C	38,25—47,00
H	3,40— 4,17
S gor.	3,69— 4,21
N	0,63— 0,70
O	13,30—19,58
S uk.	5,30— 5,62
Koks	43,80—47,60

Kalorična vrijednost ugljena u cijelom ležištu je iznad 15.884 J (3.800 kg/cal).

#### EKSPLOATACIJA SMEĐIH UGLJENA

Ne postoje točni podaci o količinama izvađenih smeđih ugljena različitih pogona rudnika Siverić. Prema manjkavoj dokumentaciji i procjeni rudarskih stručnjaka rudnika Siverić, otkopane količine najvećim dijelom smeđeg ugljena i nešto čađavca, bile bi slijedeće:

- razdoblje 1835—1918. god. — cca 500.000 tona
  - razdoblje 1918—1940. god. — cca 2.000.000 tona
  - razdoblje 1945—1971. god. — cca 2.300.000 tona
- ili ukupno cca 4.800.000 tona.

Najveća proizvodnja ostvarena je u razdobljima 1927—1930. i 1948—1951. god. Donošenjem Zakona o supstituciji ugljenokopa u SRH, rudnik je 1971. godine zatvoren, iako su u jamama preostale još manje količine smeđeg ugljena i čađavca pogodne za eksploataciju.

## VRSTE PROMINSKIH UGLJENA

Već odavno je poznato da prominske ugljenonosne naslage sadrže dva tipa ugljena različite kvalitete i svojstva. Jednom tipu ugljena pripadaju dobro poznati smeđi ugljeni eksploatirani u rudnicima Siverića, Velušića, Krstančuške, Širitovaca, Kljaka i Dubravice. To su smeđi ugljeni iz skupine sjajnih i tvrdih ugljena. Donja kalorična vrijednost (ogrđevna moć) im je redovito iznad 15.000 J, a sadrže relativno niske količine grube vlage, dok su bogati pepelom.

Drugom tipu ugljena pripadaju čađavci, razvijeni samo u ležištima rudnika Siverić. Čađavci se nepravilno izmjenjuju sa smeđim ugljenima, pa se katkada javljaju u krovini smeđih ugljena, katkada u podini, a gdje gdje u čitavom profilu sloja, često omeđujući veće ili manje blokove čistog ugljena. Geneza čađavca do sada nije proučena i nije jasno kako je postao. Smatra se da je nastao s promjenama u toku dijagenese ugljena, ali je značajno da se kemijski sastav čađavca u donosu na smeđi ugljen nije promijenio.

Rezultati kemijskih i tehnoloških ispitivanja pokazali su da se radi o smeđim ugljenima niske kalorične vrijednosti (kalorična vrijednost varira najčešće između 8360—12.540 J) s maksimalno do 14,4% higroskopske vlage i 50,5% pepela u uzorcima ugljena u dostavnom stanju. Ove ugljene radi velike količine pepela, sumpora i dima kod sagorijevanja nazivaju čađavcem (Rus), a može se koristiti samo izmiješan s kvalitetnim smeđim ugljenima.

## PALEOGEOGRAFSKI ODNOSI

Različiti razvoj prominskih naslaga u sjeverozapadnom i jugoistočnom dijelu prominskog bazena odražava sedimentacijske i paleogeografske odnose u tom prostoru. U sjeverozapadnom dijelu bazena prevladavao je slabo razvijen paleoreljef, pa je i litološka diferencijacija istaloženih prominskih naslaga slabije izražena. U toku srednjeg i gornjeg eocena stvaraju se plitkomorski marinski sedimenti zastupani razvojem vapnenih konglomerata, breča s tanjim ulošcima vapnenaca. Iz tih razloga se u sjeverozapadnom dijelu prominskog bazena ne mogu očekivati ležišta smeđih ugljena.

U jugozapadnom dijelu prominskog bazena u prostoru Drniša, Oklaja i Biovičina sela stari paleoreljef bio je jače razvijen i raščlanjen. Sedimentacija je neujednačena, ovisna o paleoreljefu, pa dolazi do stvaranja značajnijih serija lapora, laporovitih vapnenaca i konglomerata sa ulošcima, slojevima i ležištima smeđih ugljena. U ovom prostoru odvijala se intenzivna sedimentacija označena čestim oplićavanjem, stvaranjem močvara i oslađivanjem rubnih dijelova bazena, što je stvaralo uslove za bujan razvitak tropske flore (paprati, četinjake, palme i dr.).

Kako se iz svega što je do sada rečeno može zaključiti, uvjeti sedimentacije bili su specifični, a kako ti uvjeti nisu bili jednoznačni za cijeli bazen, stvaranje ugljena nije niti bilo kontinuirano u cijelom bazenu, nego je bilo ograničeno na pojedine međusobno odvojene dijelove toga bazena. Barijere koje su odvajale pojedine ugljenonosne dijelove baze-

na litološki se vrlo jasno vide po prekidu lapornih slojeva ili slojeva laporovitih vapnenaca, ili, konačno, po njihovom isklinjavanju. Time je ujedno riješeno i pitanje lećastih ležišta smeđeg, sjajnog ugljena u prominskom bazenu.

Primljeno 25. 05. 1981.

#### LITERATURA

- Anić, D. (1963): Starost naslaga sa smeđim ugljenom u Bosni, Hercegovini i Dalmaciji. *Geol. vjesnik* 5-7, 73-110, Zagreb.
- Buch, L. (1851): Ueber die Lagerung der Braunkohlen in Europa, *Bericht d. k. Akad. Wiss.*, 683-701, Berlin.
- Dainelli, G. (1906): Moluschi eocenici di Dalmazia. *Boll. Soc. geol. ital.* 25, 453-494, Roma.
- Dietrich, W. O. (1944): Anthracothenum dalmatinum H. v. M. und die Altersfrage der Prominaschichten. *Neues Jahrb. Min. usw. Monatsh. B.*, Stuttgart.
- Ettingshausen, C. (1855): Die eoäne Flora des Monte Promina. *Denkschr. Akad. Wiss. Math. nat. Cl. Wien*.
- Foetterle, F. (1855): Geologische Untersuchungen des Kroatischen Küstenlandes. *Jahrb. R. A.* 6, 416, Wien.
- Hauer, F. (1863): Analyse der Braunkohlen des Monte Promina und von Scardona. Ueber Verhalten des Brennwertes der fossilen Kohlen in der österreichisch-ungarischen Monarchie zu ihren Formationsalter. *Jahrb. geol. Reichsanst.* 12, Wien.
- Hoernes, R. (1876): Zur Kenntnis des Anthracothenum dalmatinum H. v. Meyer. *Verh. Geol. Reichsanst.*, Wien.
- Ivanović, A. i dr. (1971): Tumač OGK SFRJ za list Obrovac (1:100.000). Beograd.
- Kerner, F. (1894): Ueber die geologischen Verhältnisse der Gegend von Dernis in Dalmacien. *Verh. geol. Reichsanst.*, Wien.
- Kerner, F. (1894a): Die geologischen Verhältnisse der weitere Umgebung des Petrovo polje in Dalmatien. *Verh. geol. Reichsanst.* 2, Wien.
- Kerner, F. (1901): Erläuterungen zur Geologischen Karte Kistanje-Drniš (M 1:75.000). *Geol. Reichsanst.*, Wien.
- Kühn, O. (1934): Das Alter der Prominaschichten und der innereozänen Gebirgsbildungen. *Jhrb. Geol. Bundesanst.* 97, 1-2, Wien.
- Kühn, O. (1946): Das Alter der Prominaschichten und der innereozänen Gebirgsbildung. *Jb. geol. Bundesanst.*, 91/1., 2, 49-90, Wien.
- Kühn, O. (1948): Das Alter der Prominaschichten und der innereozänen Gebirgsbildung. *Jahrb. geol. Reichsanst.* 91, Wien.
- Kühn, O. (1963): Das Süßwassermiocän des ostadriatischen Gebietes. *Giorn. di Geologia*, 21 (2a), 255-279, Bologna.
- Margetić, M. (1952): Bituminozne stijene Dalmacije. *Geol. vjesnik* 2-4, Zagreb.
- Neumayr, M. (1869): Ueber jungtertiäre Süßwasserablagerungen in Dalmatien und Croatien. *Verh. geol. Reichsanst.* 19/3, 355-382, Wien.
- Oppenheim, P. (1901): Über einige alttertiäre Faunen der österr.-ung. Monarchie. (D. Über Eocänfossilien aus Istrien, Dalmatien, Bosnien und der Hercegovina). *Beitr. zur Paleont. u. Geologie Ost. Ung. u. d. Orients*, 13, 140-277, Wien.
- Oppenheim, P. (1902): Ueber die Fauna des Monte Promina in Dalmatien und das Auftreten von Oligozän in Macedonien. *Zbl. Min. Geol., Pal.*, Stuttgart.
- Quitow, H. W. (1941): Das Alttertiär des Promina-Berges und eine mitteleozäne Gebirgsbildung in Dalmatien. *Ber. Reichst. Bodenforschung*, 10-12, Wien.
- Quitow, H. W. (1941): Stratigrapsich-tektonische Untersuchungen in nord-dalmatinischen Alttertiär. *Jahrb. Reichsanst. Bodenforsch.*, Wien.
- Schubert, R. (1909): Geologija Dalmacije. Matica dalmatinska, Zadar.
- Schubert, R. (1909): Geologischer Führer durch Dalmatien. Samml. Geol. Führer XIV. Berlin.
- Šikić, D. (1963): Eine vergleichende Darstellung der Entwicklung des jüngeren klastischen Paläogens in Istrien, dem Kroatischen Küstenland und Dalmatien. *Geol. vjesnik* 15/2, 329-336, Zagreb.

- Sikić, D. (1965): Geologija područja s paleogenskim naslagama Istre, Hrvatskog primorja i Dalmacije. Doktorska disertacija. Prir.-mat. fak., Geološki odjel, 132 str., Zagreb.
- Sikić, D. & Prelogović, E. (1971): Prilog poznavanju geologije mlađih prominskih naslaga na primjeru okolice Biovičinog sela. *Geol. vjesnik* 24, 85—89, Zagreb.
- Teller, F. (1884): Neue Antracotherienreste aus Südsteiermark und Dalmatien. *Beitr. Pal. Oest. Ung. Oriens*, 4, Wien.
- Zupanić, J. (1969a): Promina naslage planine Promine. *Geol. vjesnik*, 22, Zagreb.

## Importance and characteristics of the Lignites of Dalmatia

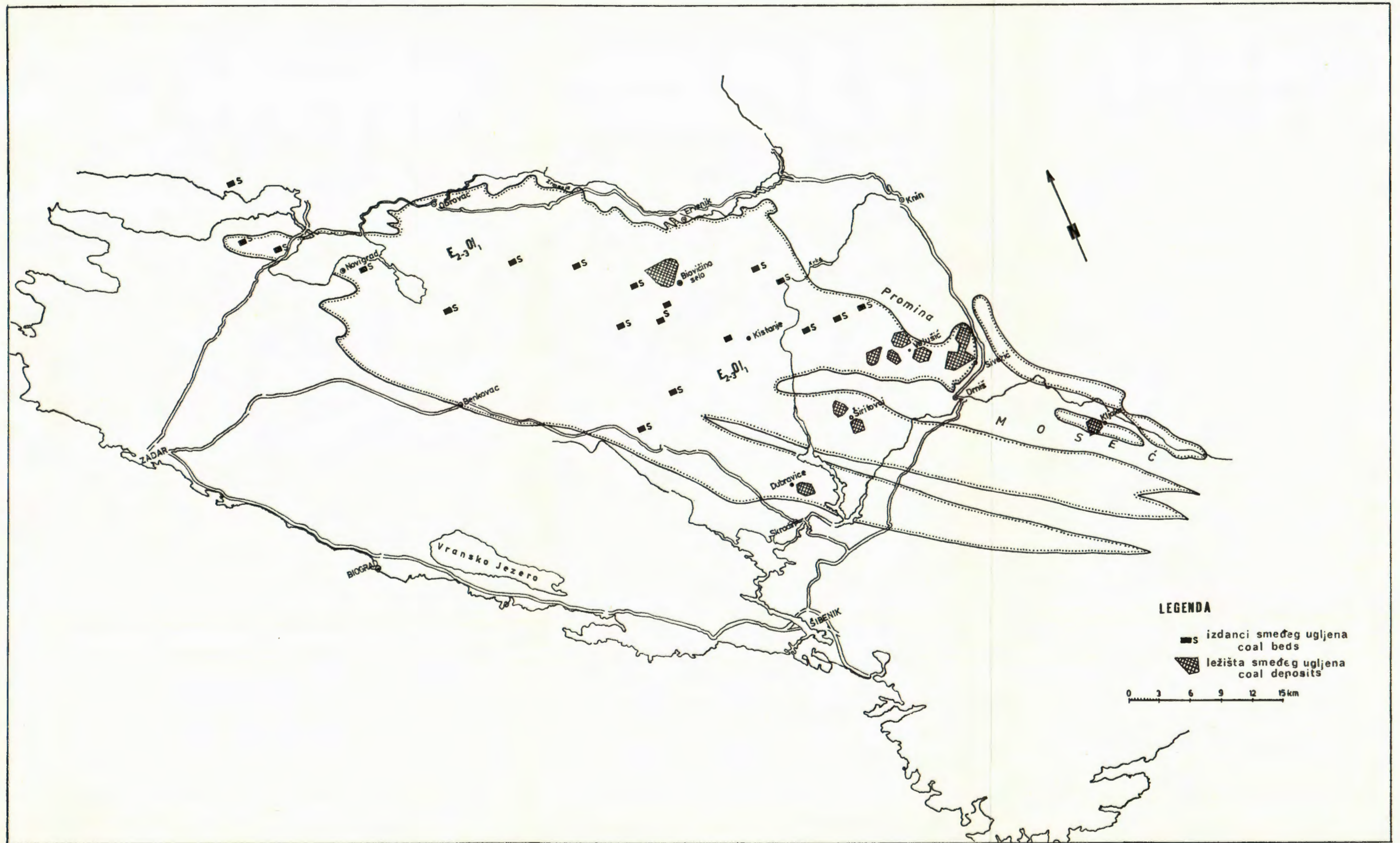
L. Nikler

The Promina mountain layers of the younger Dalmatian Paleogene extend between the south-eastern parts of the Velebit mountain in the North and Ravni Kotari in the South. They were sedimented upon deposits of the Cretaceous and the older Paleogene Age with a rhythmical northward movement of the basin margin. Consequently, sediments of the south-eastern part of the Promina basin are characterized by neritic-littoral sediments (limestones, conglomerates, breccias), which in the direction north-east acquire properties of a somewhat more shallow facies with an increasing terrigenous influence. The youngest part of the basin is filled up with coarse limestone clastites with frequent periodical sea water freshening. For this reason the youngest Promina sediments contain larger and smaller lignite deposits.

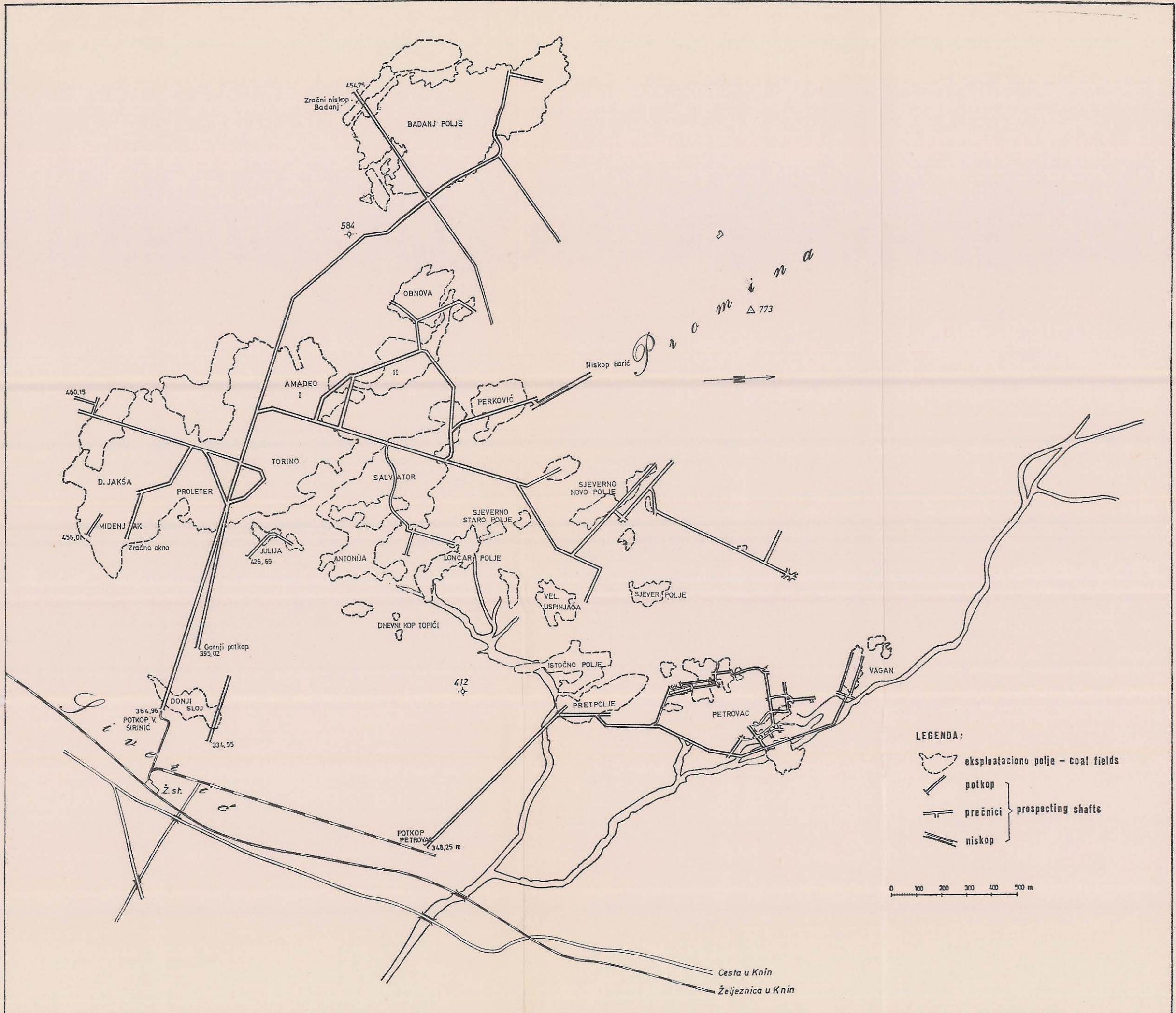
Lignite deposits have been mined on an intermittent basis for 130 years. The coal mines Siverić and Velušić have been most intensively operated, whereas other, smaller deposits, like those in the mines Širitovci, Kljaci, Krstančuća and Dubrave considerably less so. The Promina mountain Dalmatian lignites belong to a group of lustrous lignites whose calorific value has regularly been above 15000 J. An exception are lignites developed partly in the Siverić deposits, whose calorific value is considerably lower (8360—12500 J), and the ash, sulfur and moisture contents much higher.

The age of the lignites is Upper Eocene.

The Promina beds in Dalmatia are built up of limestones, conglomerates and breccias, containing lignite beds and deposits. The lignite deposits of Siverić and Velušić are in operation. The age of the coal is Upper Eocene.



Sl. 1. Pregledna karta pojava i ležišta smeđih ugljena prominskog bazena.  
 Fig. 1. Location map of occurrences and deposits of Promina basin lignites.



Sl. 2. Jamska karta ugljenokopa Siverić s eksploatacionim poljima i eksploatacionim i istražnim hodnicima.

Fig. 2. Pit map of the Siverić coal mine with coalfields and prospecting shafts.