

ISTORIJA SRPSKOG RUDARSTVA

Slobodan Vujić

Uz saglasnost autora preuzeto iz: Srpsko rudarstvo i geologija u drugoj polovini XX veka, Koreni, str. 1-38, Akademija inženjerskih nauka Srbije, Matica srpska i Rudarski institut Beograd, 2014, 564 str.

OSAM HILJADA GODINA TRAJANJA

Pojava rudarstva i geologije vezana je za nastojanja čoveka da prirodu potčini svojim potrebama, da koristi resurse koje mu priroda pruža, da proizvede oruđa za rad i obezbedi egzistenciju. Pređen je dug put od prvobitnog površinskog prikupljanja minerala i jednog od najvećih čovekovih otkrića u istoriji, koje se dogodilo pre osam hiljada godina, da komad stene u vatri prelazi u metal. Rudarstvo i geologija neodvojivo postoje gotovo koliko i ljudski rod, činili su i čine oslonac privrednog, kulturnog, naučnog, tehničko-tehnološkog i opšteg društvenog razvoja. Razvijali su se ili stagnerali, donosili blagostanja ili stradanja, uticali na tok istorije.

Arheologija ukazuje na to da su koreni rudarstva, geologije i metalurgije u praistoriji na području Srbije. To potvrđuju brojna arheološka nalazišta, svojevrsni reprezentativni spomenici kulture – Krivo polje kod Ramaće, Rujnik kod Niša, Rudna glava kod Majdanpeka, Mali Šturac (Prlovi) na Rudniku, Belovode u blizini Petrovca na Mlavi, Pločnik nedaleko od Prokuplja, Stojnik na Kosmaju itd.

Stara mudrost da je istorija svedok vremena, svetlost istine i učiteljica života (testis temporum, lux veritatis et magistra vitae) na primeru istorije rudarstva i geologije potvrđuje svoju istinitost i uči nas da sa nama ne počinje razvoj, niti od nas istorija, da smo samo karika u procesu koji traje. Zato je za razumevanje i vrednovanje dostignuća savremenog rudarstva i geologije neophodno sagledati magistralnu liniju razvoja rudarstva i geologije i uspostaviti vezu između prošlosti i sadašnjosti. Sa tom namerom u ovom poglavlju dat je sažet prikaz istorije i razvoja rudarstva i geologije na području Srbije, od praistorije, preko rimske epohe, srednjeg veka do današnjih dana.

1. PRAISTORIJA

Od pojave ljudi koji koriste oruđe iz prirode, od drveta, kostiju i kamena, do prvobitnog površinskog prikupljanja minerala, prošlo je više stotina hiljada godina. Ova pretpostavka je rastegljiva, ne samo zbog veoma oskudnih arheoloških dokaza, već i zbog različitog i rastegljivog tumačenja vremena evolucije ljudskog roda. Istraživanja najstarijeg rudarstva na području Srbije započeta su u Majdanpeku i Boru početkom XX veka. Traženje i prikupljanje kremenca, opsidijana i pigmenta predstavljaju klice zajedničkog začetka rudarstva i geologije. U početke rudarenja svrstava se i kopanje gline za izradu keramičkih sudova, pribora za ribarenje, tkanje i zagrevanje (tegovi, pršljenci) i u građevinske svrhe. Pozajmišta sa kojih se praistorijski čovek snabdevao glinom prisutna su na svim lokalitetima neolitskih naselja Centralnog i Istočnog Balkana, kao što su eponimna naselja Vinča–Belo brdo i Starčevo [8]. Neolit ili mlađe kameno doba obeležavaju napuštanje nomadskog i početak stacionarnog načina života, zatim pojava prvih stalnih naselja sa kolibama od drveta, blata i slame, stočarstva i zemljoradnje, obrada kamena glačanjem, izrada i ukrašavanje predmeta od pečene gline, javlja se figuralna plastika i predmeti kulturnog karaktera. Društvena organizovanost struktuirana je na rodove, bratstva i plemena.

Potreba za glinom opredelila je praistorijske ljude da svoja naselja podižu tamo gde je bilo gline. U širem smislu na tim lokacijama danas su najčešće ciglane, što potvrđuje da su znali da odaberu kvalitetnu glinu. Nažalost, mnogi mikrolokaliteti na kojima je glina iskopavana u praistoriji ne mogu se precizno odrediti, ali se na osnovu uporednih analiza uzoraka gline i arheoloških materijala pouzdano zna da je kopana u neposrednoj blizini naselja [9].



Neolitske kulture Evrope, kasni neolit (D. Jacanović, M. Korać)

Tumač: 1 – Vinča, 2 – Kukuteni Tripolje, 3 – Dimini, 4 – Danilo, 5 – Butmir, 6 – Kultura trakaste keramike, 7 – Neolit Severene Evrope, 8 – Neolit Zapadne Evrope

Najstarije poznato prikupljanje i korišćenje kremenca na teritoriji Srbije je Kremenac kod sela Rujnik, nedaleko od Niša. Lokalitet je poznat po nalazima artefakata iz paleolita [38].

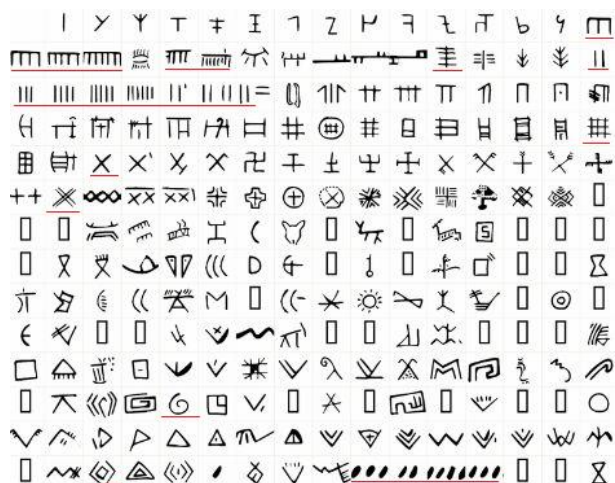
Ustanovljeno je da su u Krivom polju kod Ramaće u starijem neolitu (starčevačka kultura, sredina VII i prva polovina VI milenijuma pre nove ere) korišćeni opal, kalcedon i jaspis. Eruptivni kamen upotrebljavan u neolitu i ranom eneolitu za oruđa i sečiva koristio se u tu svrhu i kasnije posle otkrića metala – bakra i zlata. Iskustva izrade

kamenog oruđa i oružja preneti su u metalno doba, po uzoru na najuspešnije kamene oblike izrađivano je oruđe i oružje od metala.

Arheološki istraženo naselje Vinča smatra se najvišim dostignućem neolitske kulture u Evropi. Bilo je centar prve urbane evropske civilizacije, sa stanovništvom koje je živelo u skladu sa prirodom, kojem su organizacija, znanje i tolerancija osnovne vrednosti. Matična oblast vinčanske kulture obuhvatala je prostor Centralnog Balkana sa jezgrom u Srbiji [44]. Za nastanak i razvoj najpre starčevačke a zatim vinčanske kulture ključni značaj imao je Dunav sa pritokama Savom, Dravom, Tisom, Tamišem i Moravom. To je omogućavalo lakše kretanje (komunikaciju) i pogodovalo razvoju lova, ribolova i zemljoradnje. Na posuđu i drugim predmetima pronađenim u Vinči nalaze se pisani tragovi. Smatra se da je to najraniji oblik pisma, nazvano vinčansko pismo, a poznato je i kao vinčanica ili srbica. Stanovnici Vinče vadili su rudu žive cinabarit na Avali, iz koje su dobijali crveni pigment cinober, a sa Karpata su donosili opsidijan (vulkansko staklo) koji su koristili kao sečivo. Iako ima malo određenih i iscrpnih podataka o procesu koji je dugo trajao, sabiranjem razbacanih arheoloških dokaza, od pre sedam do osam hiljada godina, dolazi se do jednog od najvećih čovekovih otkrića u istoriji da komad stene na visokoj temperaturi (u vatri) prelazi u metal. Treba napomenuti da je čovek metal kao petrografski materijal poznavao pre otkrića topljenja. To je samorodni bakar koji je nalazio u prirodi i koristio za izradu nakita.

U nedostatku rude na površini zemlje koju je mogao da topi, čovek postepeno napušta primarno površinsko rudarenje i silazi u dubinu zemlje gde otkriva svet skrivenog mineralnog bogatstva. Posledice ovih velikih otkrića kojima su postavljeni temelji daljeg tehničkog i tehnološkog razvoja i koje su začetak zajedničke klice rudarstva, geologije i metalurgije, ni danas nisu potpuno shvaćene. Svakako, ne bi trebalo preuveličavati revolucionarnu prirodu promena koje su se odigrale tokom perioda za koji se pretpostavlja da je trajao više stotina godina. Promene su bile toliko spore i postepene da sudeonici procesa nisu ni mogli imati predstavu o njegovom značaju za čovečanstvo. Ukoliko ima smisla bez pisanih tragova govoriti o podstreku, promene su započete prilagođavanjem i opstankom u ne uvek naklonjenoj sredini.

Uočljive su neke sličnosti tog vremena sa modernim dobom. To se pre svega odnosi na: potrebe za mineralnim sirovinama i metalom, akumulisanje rudarskih, mineraloških (geoloških) i metalurških iskustava i znanja, poboljšavanje delotvornosti novih metalnih oruđa i oružja, saglasno današnjim shvatanjima možemo kazati uspostavljanje komunikacije i trgovine metalom.



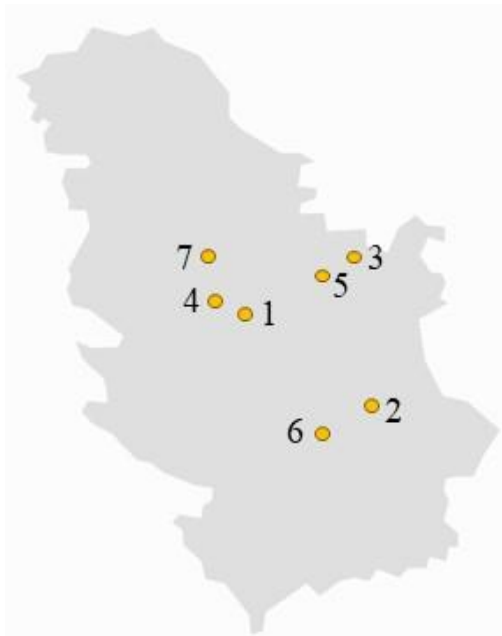
Vinča, neolitska figura od terakote i simboli pismo [44].



Rudna glava, praistorijska rudarska okna [38].

Jedno od najbogatijih arheološko-rudarskih područja Evrope je teritorija Srbije sa nalazištima najstarijih rudarskih radova: Rudna glava kod Majdanpeka, Belovode u blizini Petrovca na Mlavi, Pločnik kod Prokuplja, Mali Šturac (Prlovi) na Rudniku, Stojnik na Kosmaju, Jarmovac kod Priboja, Deli Jovan, Rujnik itd. Ova nalazišta predstavljaju izuzetne spomenike kulture početaka rudarstva, geologije i metalurgije u neolitu i ranom eneolitu.

Arheološko nalazište Rudna glava otkriveno je tek pošto je savremenom površinskom eksploatacijom magnetita na ovom lokalitetu oštećen središnji najvažniji deo nalazišta. Na sreću, i pored oštećenja, sačuvano je dovoljno arheoloških dokaza za rekonstrukciju prvobitnog rudarstva bakra. Pronađena keramika i oruđa kojima su se služili izrađeni su od lokalnih materijala, uz činjenicu da nema tragova drugih uticaja, jasan su dokaz autohtonosti znanja, rada i iskustava rudara Rudne glave [39].



Brojni arheološka nalazišta ukazuju da su koreni rudarstva u praistoriji na području Srbije.

ZNAČAJNIJA NALAZIŠTA:

1. *Krivo polje kod Ramaće,*
2. *Rujnik kod Niša,*
3. *Rudna glava kod Majdanpeka,*
4. *Mali Šturac (Prlovi) na Rudniku,*
5. *Belovode u Blizini Petrovca na Mlavi,*
6. *Pločnik nedaleko od Prokuplja,*
7. *Stojnik na Kosmaju.*



Rekonstrukcija radilišta [46]

Prilikom arheoloških istraživanja u oknima na Rudnoj glavi (1968–1989), akademik Borislav Jovanović (Arheološki institut SANU) i Ilija Janković (Muzej rudarstva i metalurgije Bor), na mestima upotrebe pronašli su očuvane keramičke sudove, amfore, žrtvenik sa glavom jelena i prvobitne alate: kamene batove (čekić od oblutka), grablje od jelenskog roga, koštana šila i probojke. Pronađene su i četiri ostave sa kamenim batovima (danas bismo rekli skladišta za alate). Utvrđeno je da rudarstvo Rudne glave pripada vinčanskoj kulturi, kraju faze Vinča-Tordoš II i početku faze Vinča-Pločnik I. Pored ostataka praistorijskog rudarstva, na lokalitetu su pronađeni tragovi vađenja rude iz kasnijeg, pretpostavlja se antičkog razdoblja [43].



*Rudna glava – žrtvenik, posude i alat (1, 2 i 3);
Zlot – alatke od kosti i gvožđa (4 i 5);
Istočna Srbija – bakarne sekire (6, 7 i 8), [8].*



*Pločnik, figure
i bakarni sud [41].*

Zahvaljujući arheološkim istraživanjima na Rudnoj glavi, moguće je objasniti kako je došlo do najranijeg rudarstva bakra. Prevlake izdanaka rude bakra (karbonatnih minerala, malahita, azurita i samorodnog bakra) razlikuju se od okoline po zelenoplavoj i crvenoj boji. To je sigurno izazivalo radoznalost ljudi koji su na tom prostoru lovili divljač. Pretpostavljamo da je sticajem okolnosti lovac založio vatru na samom izdanku ležišta ili da je komad rude koji je tu našao nekim slučajem stavio u vatru. I u jednom i u drugom slučaju rezultat izlaganja visokoj temperaturi bio je isti, metal se topio – dobijen je bakar. Ovo spontano saznanje i radoznalost uticali su da čovek uoči posledičnu vezu između rude i vatre i pokuša ponovo da izvede isto. Pokušaji su bili katkad uspešni katkad neuspešni, trajali su dugo, verovatno više stotina godina, dok nisu stečeni neophodno iskustvo, veština i objedinjeno znanje o razlikovanju i otkrivanju minerala, o otkopavanju i topljenju rude.

U prilog ovoj pretpostavci ide činjenica da je ruda otkopavana uglavnom u vertikalnim oknima (jamama), to jest u vertikalnim kanalima rudnih sočiva prečnika 1,5–2 metra. Otkopavanje sočiva započinje pripremom površine terena oko budućeg okna. U tu svrhu korišćeni su alati koje je nudila priroda, s vremenom oni su usavršavani, prilagođavani i oblikovani. Kao glavno oruđe za razbijanje i usitnjavanje rude služili su kameni batovi različitih veličina i težina, pijuci su izrađivani od krune i čeonih parožaka jelenskih rogova, lopate od lopatičnih kostiju vola, jelena, svinje ili neke druge životinje, a klinovi od jelenskih parožaka. Koristile su se i kamene sekire, dok su jelenski rogovi sa dva paroška služili kao grablje.



Pločnik, rekonstrukcija naselja [41].

Udarcima kamenih batova obešenih o kožno remenje ruda je razbijana i vađena do nivoa podzemnih voda i u povoljnim uslovima kada nije bilo padavina i vode u oknima. Učinjena su i mala tehnička poboljšanja, a najveći tehnološki napredak u otkopavanju praistorijski rudar dostigao je korišćenjem vatre i vode za razaranje stena. Zagrevanjem i naglim hlađenjem (širenjem i skupljanjem) stena se raspada. Primenu ove tehnologije na Rudnoj glavi potvrđuju veći keramički sudovi pronađeni u oknima koji su služili za donošenje vode za polivanje ugrijane stene. Komadi rude iznošeni su u kožnim torbama na površinu, prebirani, čišćeni (zar to ne podseća na pripremu mineralnih sirovina danas?) i zatim odnošeni u naselja gde su topljeni. Topljenje se odvijalo na ognjištu, a kasnije u malim jednostavnim pećima [43]. Ruda je topljena i u oknima loženjem jake vatre. Istopljeni metal se slivao i hvatao u male plitke keramičke sudove na dnu okna. U eneolitu se javljaju kameni i keramički kalupi za livenje metala.

Umešnost praistorijskih rudara potvrđuje dubina okana, najdublje je oko 20 metara, a broj i raspored oko 40 otkrivenih okana ukazuje na to da je eksploatacija rude bakra na Rudnoj glavi bila intenzivna i da je trajala veoma dugo.

Arheološko nalazište Pločnik (1927, Miodrag Grujić, kustos Narodnog muzeja u Beogradu; 1996–2008, Dušan Šljivar, arheolog i Julka Kuzmanović Cvetković, kustos Narodnog muzeja Toplice u Prokuplju) nalazi se nedaleko od Prokuplja i pripada vinčanskoj kulturi. U Pločniku su pronađeni brojni predmeti i oruđa od keramike, kamena i bakra. Uz peći od zemlje za topljenje metala otkrivene su duvaljke za vatru i pronađeni bakarni komadi, što svedoči da su stanovnici Pločnika znali kako pronaći rudu bakra, kako je otkopati, preneti, istopiti i napraviti oruđe i oružje. Istraživanja nisu otkrila neposredne lokacije gde je ruda otkopavana, niti ostatke šljake nastale topljenjem. Pretpostavlja se da su rudu dobijali iz ležišta azurita i malahita sa lokaliteta oko Toplice, Kosanice i Banjske reke [41].

Arheološko nalazište Belovode (1954, prof. Nikola Krstić, saradnik Narodnog muzeja u Požarevcu) u blizini Petrovca na Mlavi pripada vinčanskoj kulturi. Ostaci materijalne kulture na ovom lokalitetu svedoče o razvijenoj zanatskoj delatnosti. Raznovrsnost i kvalitet pronađenog posuđa pokazuju visok tehnološki nivo grnčarskog zanata, a alati od kremena i kamena ukazuju na izbor materijala od kojih su izrađivani. Najznačajnije za ovaj lokalitet je primarna metalurgija bakra, o kojoj svedoči otkriće rudnika u neposrednoj blizini (izvorišni deo potoka Reškovica), zatim velikih kamenih batova korišćenih za razbijanje rude, keramičkog kalupa za livenje dleta, privesaka i perli od malahita [41].

Arheološka nalazišta koja su iz prošlosti izronila na Rudnoj glavi, Pločniku i Belevodama, kao centrima početaka umeća otkrivanja, otkopavanja i topljenja rude bakra [36], pomogla su razrešenju nedoumica u vezi sa primarnim zajedničkim rudarskim, mineraloškim (geološkim) i metalurškim znanjima. Ova i druga arheološka nalazišta Centralnog i Istočnog Balkana iz temelja su promenila ranije shvatanje o početku rudarstva, geologije i metalurgije, pomerajući granicu u prošlost za pola milenijuma i dokazujući time da su počeci znatno stariji nego što se mislilo. Opovrgla su i dugo uvreženo mišljenje da su se prvobitna rudarska znanja širila sa Bliskog istoka, preko grčkih obala, dolinom Vardara i Morave do gornjeg toka Dunava. Izmenila su hronološku sliku o nastajanju rudarstva u praistoriji.



*Mali Šturac na Rudniku,
praistorijski rudarski radovi i kameni batovi [8]*

Osim Rudne glave, Pločnika i Belovode, iako hronološki mlađi, pripada ranom bronzanom dobu, za istoriju praistorijskog rudarstva značajan je i rudnik Mali Šturac (Prlovi) na Rudniku. Na ovom lokalitetu, osim karbonatne rude bakra, nalažen je i gorski kristal koji se koristio za izradu nakita. Pronađeni kameni batovi na Malom Šturcu potvrđuju postojanje rudarstva na ovom lokalitetu.

Bogatstvo današnje teritorije Srbije mineralnim sirovinama omogućilo je nastajanje rudarskih i metalurških centara na početku metalnog doba. U pojedinim rudarskim oblastima, kao što je Timočka zona, rudarstvo i metalurgija bakra održavaju se neprekidno od praistorije, preko rimskog i srednjovekovnog rudarstva, do naših dana.

Od početka rudarstva i topljenja rude bakra postavljao se problem odlaganja šljake nastale topljenjem metala. Arheološki nalazi ukazuju na to da su praistorijski rudari to rešavali na način koji je preporučljiv i danas, koristili su jame u kojima je završeno otkopavanje rude. Racionalnost praistorijskih rudara ogleda se i u pretapanju oštećenih metalnih predmeta, oruđa i oružja. Zbog značaja i vrednosti bakra i bronz, oštećeni predmeti nisu odbacivani, metal od kojih su izrađeni služio je kao sirovina za topljenje i izradu novog oruđa i oružja.

Pojava podele rada i razvoj novih veština poput grnčarstva i rudarstva stvorili su uslove i pokrenuli neke oblike razmene ili trgovine. Razmena je varirala u zavisnosti od udaljenosti mesta gde je obavljana, odnosno od dužine transporta robe. Za razmenu robe kao što su kremen, opsidijan, cinober, kasnije bakar i bronza, bio je neophodan neki oblik organizovane razmene. Nisu poznati uslovi razmene, niti kako su određivani, ali postoje materijalni dokazi kojima se može odrediti da dolaze iz određenih rudnika ili rudarskih oblasti. Ne znamo ni ko su bili učesnici u razmeni. Možda su za oružja i oruđa to bili lovci nomadi, a za metale nomadska stočarska plemena, ali to je samo pretpostavka. Posle pojave stalnih naselja, kasnije gradova i država, za trgovinu i pljačku organizovani su posebni pohodi [21].

Potpunija i pouzdanija rekonstrukcija praistorijskog rudarstva nije moguća zbog nedostatka detaljnijih podataka. Kao po pravilu, mnogo istorije – malo sačuvanih tragova. Za nedostatak podataka jedan od krivaca je vreme, narod kaže „uništava zub vremena”, što je duže trajanje, smanjuje se verovatnoća da se sačuva faktografija.



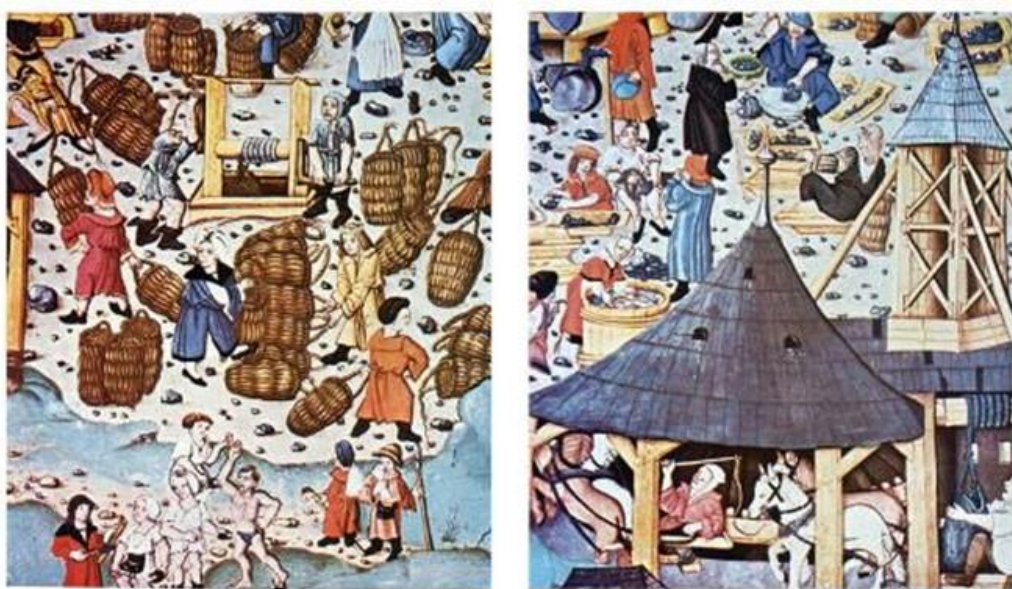
Tetradrahma skordiska, kovanica keltskog plemena koje je osnovalo Beograd – Singiidunum, III/II vek st. ere [47]

O rudarstvu ilirskih, tračanskih i keltskih stanovnika na prostorima Srbije posredno svedoči samo pronađeni srebrni i bakarni novac koji su kovali.

2. RIMSKA EPOHA

Rimljani su u početku bili poljoprivredni narod, pretežno sitni zemljoradnici koji su poštovali pravo svojine. Za vreme jačanja i širenja njihova privrženost zemlji je ostala, ali su se sve više okretali vojnim i administrativnim poslovima. Trgovina je prepuštena pripadnicima nižih društvenih klasa, strancima, pa čak i robovima, te nije imala visoko mesto u rimskom sistemu vrednosti. Rudarstvo je bilo razvijeno u svim rudonosnim područjima carstva.

Arheološka nalazišta rimskog rudarstva i metalurgije, rudnička okna, metalurške peći, livačke posude, kalupi za livenje, zgura, šljaka itd. česti su tragovi na teritoriji Balkana. Rudarsko-metalurške aktivnosti naročito su bile intenzivne na tlu istočne Srbije. Počinju krajem III veka i traju do prve polovine V veka nove ere. Najezdom Huna i padom granice na Dunavu 441. godine, obustavljene su rudarske aktivnosti do poslednje četvrtine V i početka VI veka, kada se obnavljaju utvrđenja, gradovi, rudarstvo i metalurgija.



*Rimska epoha, prebiranje, čišćenje i pranje rude,
levo – izvozno okno sa vitlom na ručno pokretanje, desno – sa konjskom vučom [26]*

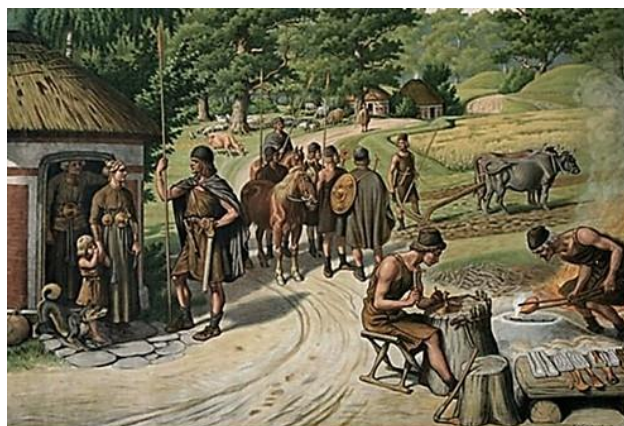
Sa prodorom Avara i Slovena krajem VI i početkom VII veka rudarstvo zamire. Zapaža se da su rudarski centri iz rimskog razdoblja i srednjovekovne Srbije na istim područjima na kojima su se odvijale rudarske aktivnosti krajem neolita i početkom eneolita.

Dolaskom Rimljana u krajeve današnje Srbije tehnologija i tehnika iskopavanja rude znatno je unapređena. Više se ne koriste kameni batovi i sekire nego alati od gvožđa. O značaju rudarstva za Rimsko carstvo svedoči činjenica da su položaji rudnika uticali na izgradnju puteva, koji su obavezno prolazili kroz područja rudarskih aktivnosti.

Na teritoriji sadašnje Srbije, za vreme rimske vladavine najznačajniji rudarski centri bili su na Kosmaju (Babe, Stojnik, Guberevac), na Avali, Kučajni, na Kopaoniku, na Rudniku, u Novom Brdu i na planini Rogozna kod Banjske. U IV veku nove ere Rudna glava je takođe značajan centar. Nedovoljna istraženost većine ovih lokaliteta ne pruža mogućnosti da se o njima detaljnije govori. Stojnik i Guberevac imaju očuvane podzemne galerije i deponije zgure, što daje nešto bolju rekonstruktivnu sliku o rudarskim aktivnostima iz tog razdoblja.

Na Kopaoniku na lokalitetu Zajačak (Kremići) otkriven je metalurški kompleks s kraja III i početka IV veka. Najbrojniji ostaci rudarskih radova pronađeni su na južnoj strani nalazišta, sa brojnim pećima za topljenje rude. U najznačajnije rimske metalurške centre svrstava se Kraku Lu Jordan kod Kučeva, na ušću reke Brodice u Pek. Podignut je krajem III veka, a uništen u požaru krajem IV veka nove ere.

Širenje i jačanje moći Rimskog carstva ogleda se i u kovnicama novca. Jedna od značajnih kovnica u prvoj polovini III veka bila je u Viminacijumu (kod Kostolca), u početku je kovala bakarni, a kasnije srebrni novac. Metal za potrebe kovnice dobijan je iz rude kučajnskih rudnika. Arheološki dokazi svedoče da je metal iz ruda sa teritorije današnje Srbije prenošen u centre carstva, samo su manje količine metala bile namenjene lokalnoj upotrebi.



Rekonstrukcija [46]



Najznačajniji rudarski i metalurški centri na teritoriji Srbije za vreme rimske vladavine

Eksploatacija i prerada gline u rimskom razdoblju imale su poseban značaj. Dolaskom Rimljana u naše krajeve u I veku nove ere građevinska delatnost je uzela maha. Glavni građevinski materijali bili su kamen i opeka. O značaju proizvodnje opeke najbolje svedoči činjenica da su opekarske radionice prvenstveno bile vojne, zatim carske, pa gradske, i na kraju privatne. Kontrola opekarskih i grnčarskih proizvoda bila je veoma stroga. Svi veći vojni logori imali su svoje radionice za proizvodnju opeke, koje su, po pravilu, morale biti izvan naseljenog mesta. Kako se mesto širilo, radionice su se premeštale. Proizvodili su opeku, vodovodne i kanalizacione cevi, građevinske elemente i keramičke proizvode široke namene.



Kovanice rimskog novca

U Viminacijumu je otkriven grnčarsko-zanatski centar sa većim pećima za opeku i manjim za keramiku. Po pravilu peći iz tog vremena ukopane su u zemlju sa tri strane, a strana sa ložištem je ostajala otvorena. Zanatski centar u Viminacijumu bio je pokriven, a sa severne strane zatvoren masivnim zidom, tako da je gubitak toplotne energije sveden na minimum. Opeka i ostali proizvodi od gline u Viminacijumu nosili su oznaku LEG VII CL. To je pečat legije koja je proizvodila opeku. Otkriveno je više ovakvih centara na teritoriji Srbije (Niš, Sremska Mitrovica itd.). Proizvodnja opeke i njen kvalitet strogo su kontrolisani. Peć se nije smela otvarati bez prisustva zvaničnog

lica koje je razdvajalo opeku prema kvalitetu. Najkvalitetnija je uzimana za potrebe države, zatim za vojne potrebe, pa tek što ostane za slobodnu trgovinu. Mesta otkopavanja gline u Viminacijumu neznatno su udaljena od zanatskog centra.

Najviše podataka pružila su arheološka istraživanja topionica i odlagališta zgure olovno-cinkane rude. Osim bakra, olova, cinka i gvožđa, dobijanje srebra i zlata imalo je najviši značaj i prioritet.

Arheološkim istraživanjima na lokalitetu Kraku Lu Jordan kod Kučeva otkriven je zanatski centar sa livnicom gvožđa, koji je verovatno bio i centar za ispiranje zlata iz aluvijalnih nanosa okolnih reka Brodice, Maške reke i Gornjeg Peka. Na ovom lokalitetu otkriveni su utvrđenje i pogoni za izradu keramike i preradu metala iz III i IV veka.



*Viminacijum, keramičarska peć
i tunel opekarske peći [8].*

Značajan rimski rudnik olova i cinka bio je na planini Rudnik. Arheološki tragovi uništeni su savremenom površinskom eksploatacijom rude olova i cinka.

Rimsko rudarstvo na tlu današnje Srbije bilo je moćna privredna grana. Delovalo je pod naročitim režimom i uživalo carsku eksteritorijalnost. Svako značajnije rudište pripadalo je državi, tj. caru i carskoj blagajni. Država je monopolizovala livnice, a kopanje rude davala u zakup. Kao supstruktura svih civilizacija, i rudarstvo Rimskog carstva bilo je u senci društvene nadgradnje i odlikovalo se izvesnom opresivnošću. Ostavilo je tragove ne samo u materijalnim ostacima i pisanim dokumentima već i u arhitekturi, likovnoj umetnosti i književnosti. Tako postavljeno i organizovano rudarstvo delilo je sudbinu carstva. Bilo je na vrhuncu u vreme najveće moći, padalo je u krizi epohe vojničkih careva, i doživljavalo preporode pod Dioklecijanom i u IV veku.

3. SREDNJI VEK

Krajem VI i početkom VII veka otpočela je slovenska kolonizacija Balkanskog poluostrva. Sloveni i Avari prodirali su i širili se po celom Balkanu do Jadranskog i Egejskog mora. Posle pljački i razaranja Avari su se većinom povlačili, a Sloveni su ostajali i trajnim naseljavanjem oduzimali teritorije istočnog dela Rimskog carstva za koje se kasnije ustanovio naziv Vizantija. Na čitavom Balkanskom poluostrvu usledile su promene u etničkom sastavu stanovništva i uspostavljena je vladavina slovenskih plemena [36].

O najranijoj istoriji Srba u novoj sredini osim fragmentarnih i nedovoljnih arheoloških materijala nema drugih sačuvanih podataka. Prema svedočenju vizantijskog cara Konstantina VII Porfirogenita (913–959), Srbi su se doselili na Balkansko poluostrvo u vreme cara Iraklija (610–641) i uz njegovu saglasnost.

Zaposedanjem zemljišta obrađivanog još u antičko doba, Srbi su se bavili zemljoradnjom, stočarstvom, pčelarstvom, lovom i ribolovom. Brojni arheološki nalazi potvrđuju da su metale uveliko koristili za izradu oružja i oruđa (motike, ašovi, rala, kose, srpovi), nađene su i jednostavne peći za topljenje i šljaka, ali nema odgovora kako su se u ranom srednjem veku snabdevali metalom [35]. Sigurno je da su iz postojbine doneli izvesna iskustva o obradi metala, posebno gvožđa koje je bilo od važnosti za proizvodnju oružja i alata. Mogući indikatori bavljenja rudarstvom u novoj domovini su slovenski rudarski termini kao što su: grno, okno, ruda, rupa. Neke od termina preuzeli su susedni narodi, npr. kod Mađara ima elemenata iz slovenske rudarske terminologije [36].

U vreme vladavine prvih Nemanjića bila je razvijena metalurgija gvožđa, olova, bakra, kovanje novca, ali nema podataka o rudarskoj proizvodnji. Najstarije pominjanje srpskog novca je iz vremena vladavine kralja Stefana Prvovenčanog (1196–1227). Srebrni i bakarni novac kovao je i kralj Stefan Radoslav (1227–1233), njegov sin i naslednik. Primerci novca ukazuju na to da je metal od koga je kovan poticao iz srpskih rudnika [36]. Prekid od razvijenog rimskog rudarstva do njegovog obnavljanja u srednjem veku trajao je nekoliko stotina godina.

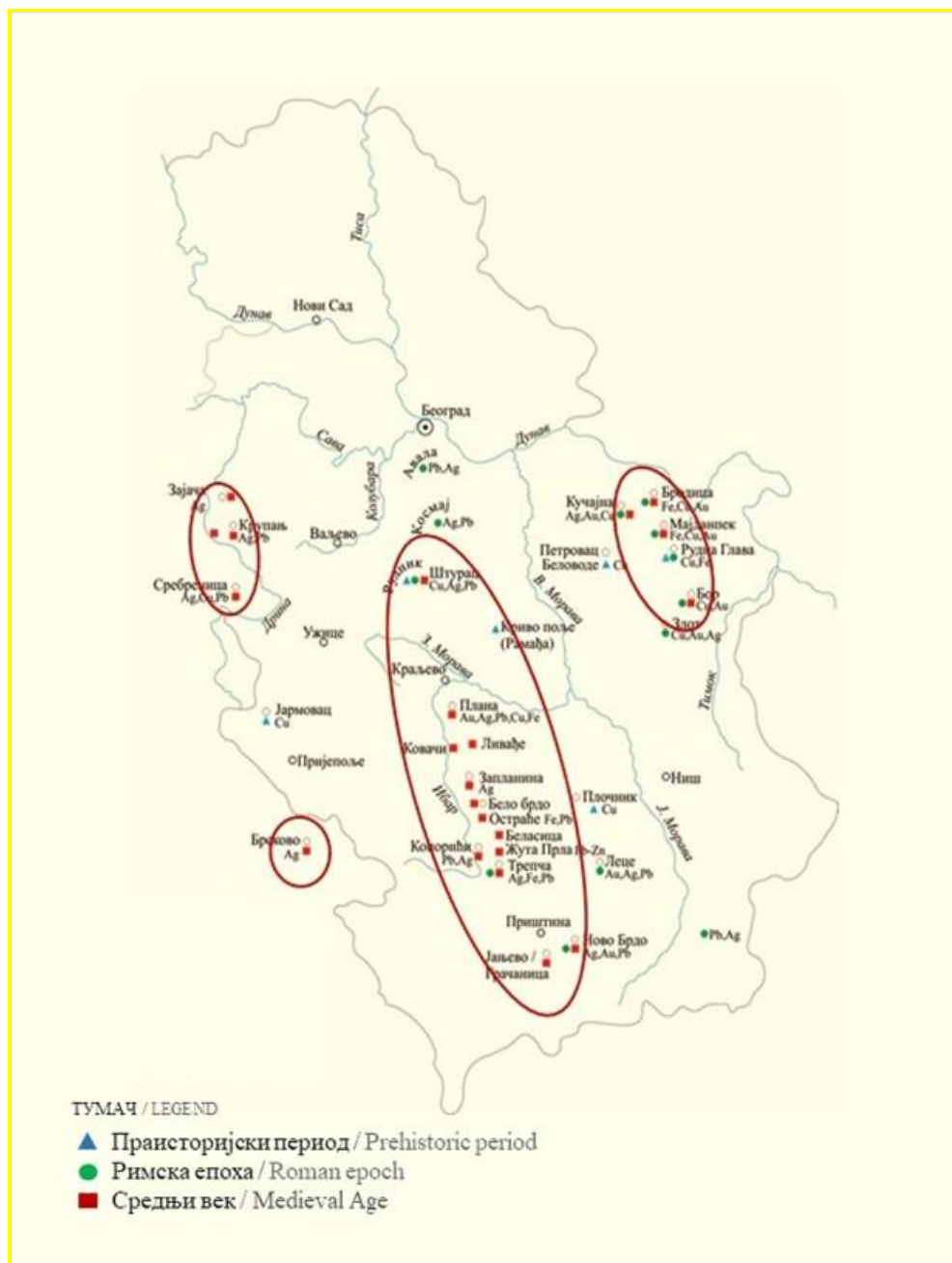


Srpska država u vreme kralja Stefana Uroša I sa teritorijama oblasnih gospodara



Kralj Stefan Uroš I Nemanja IV (1223-1276) sa sinom Dragutinom, manastir Sopoćani

Pokretanje rudarske proizvodnje u srednjovekovnoj Srbiji otpočelo je sredinom XIII veka dolaskom rudara Sasa. Brzo su obnavljani rudnici u Srbiji i Bosni, na rudonosnim lokacijama poznatim iz antičkog i praistorijskog doba. Dve su pretpostavke odakle su Sasi došli i pod kojim su se okolnostima naselili u Srbiji. Jedna je da su Sasi došli iz Erdelja u vreme tatarske invazije (1241–1242), a druga da su došli kao kolonisti na poziv kralja Uroša I (1243–1276). Prvi put se spominju u povelji Uroša I, sa mestom delovanja u Brskovu.



Arheološka nalazišta praistorijskog rudarstva i važniji centri iz rimskog razdoblja i srednjeg veka.

Zahvaljujući Sasima Brskovo je brzo dobilo uređenje po uzoru na ono koje su doneli iz domovine. Sasi su kao građani Brskova učestvovali u upravljanju gradom, uživali su autonomiju, imali su svog kneza, crkvu, sveštenstvo i autonomno sudstvo.

Iz Brskova su se prema potrebi premeštali. Na Rudniku se pojavljuju krajem XIII veka, a u Trepči i Novom Brdu početkom XIV veka. Njihovim dolaskom uvodi se naprednija tehnologija proizvodnje i osnove rudarskog prava. Svoja znanja i kulturu utiskuju u srpsku sredinu, uvode rudarsku terminologiju, uređuju rudarske centre i sl. Brojni sačuvani toponimi u Srbiji podsećaju na Sase. U srednjovekovnoj Srbiji eksploatisane su rude zlata, srebra, bakra, olova, cinka i gvožđa. Po snazi Nemanjićke države može se zaključiti da su rudnici bili bogati i izdašni. Rudarstvo je bilo okosnica bogatstva, ekonomske, političke i vojne moći srednjovekovne Srbije. Putopisci tog vremena zabeležili su legende o bogatstvu srpskih rudnika. Francuz Bukar je 1332. godine zapisao: „Trenutno u Srbiji ima sto rudnika zlata i isto toliko rudnika srebra. Osim toga postoje i rudišta srebra koja se tek otkrivaju.” Kratovil je 1454–1455. zapisao: „Ali ono što je u Srbiji od svega najznačajnije, to je da se tamo zlato i srebro mogu naći kao što se voda nalazi u izvorima, da se uz reku sreće šljunak u kome ima toliko zlata koliko i u Indiji, a koje je pritom znatno lepše.” Poznata su ispirališta zlata na zlatonosnim rekama: Pek, Bukovačka reka, Lisičji potok, Komča, Rečica. U dolini Mlave, pored Novakovog potoka, otkrivena su stara okna i galerije. U Velikom Bubnju i Jokinom potoku otkriven je piritni i zlatonosni kvarc.



*Kralj Stefan
Radoslav (1227–1233)*



*Kralj Milutin
(1282-1321)*



Brskovo



*Car Dušan
(1331-1355)*

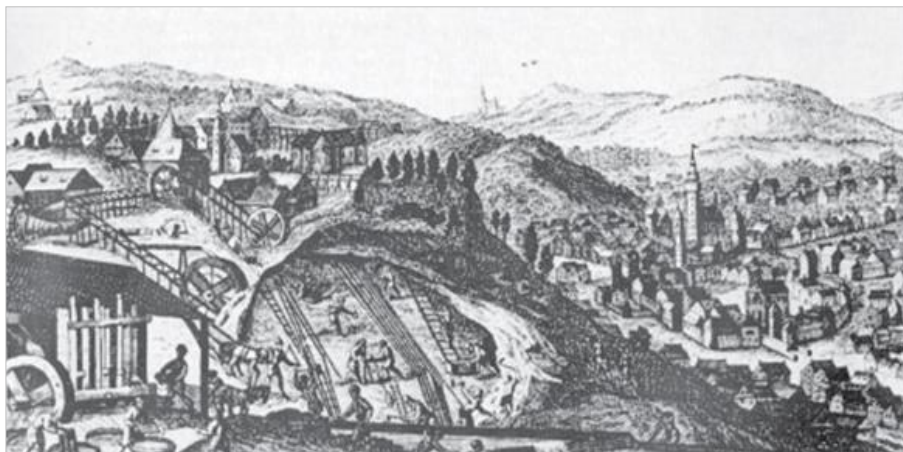


*Despot Stefan Lazarević
(1402-1427)*

Kovanice srednjovekovnog srpskog novca

Sa razvojem rudarstva i metalurgije jača trgovina i zanatstvo, podižu se novi gradovi. Brojni su centri srednjovekovnog rudarstva sa razvijenim gradskim životom i kolonijama dubrovačkih trgovaca.

Rudnička mehanizacija i oprema funkcionalno je znatno unapređena ili je osmišljena, napravljena i uvedena u upotrebu nova. Radi bezbednosti uvedeno je podgrađivanje podzemnih prostorija drvenom podgradom, za uklanjanje vode iz jame koriste se klipne pumpe napravljene od izdubljenih stabala, za izvlačenje rude upotrebljavaju se drveni izvozni strojevi koje pokreće voda, čovek ili domaća životinja.



*Srednjovekovni
rudarski centar [45].*

Upotrebom vatre i vode za razaranje stena i silaskom sa eksploatacionim radovima na veće dubine javlja se potreba za vetrenjem jama. U tu svrhu konstruišu se ventilatori na principu meha ili vodeničnog kola. U jamskom transportu koriste se sipke i kolica, a u transportu rude do topionice ojačana kola sa konjskom ili volovskom vučom. Prisutne su novine i u pripremi mineralnih sirovina, uvode se u upotrebu mehanički i hidroseparatori, a za usitnjavanje rude koristi se kameni točak. Inovacije na postojećoj opremi i mašinama, smišljanje novih konstrukcija i gradnja opreme delo su kreativnosti srednjovekovnih rudara.



*Srednjovekovna rudnička tehnika i tehnologija,
G. Agrikola - O rudarstvu i metalurgiji u XII poglavlja, 1556.*

To su začeci nastajanja novih tehničkih oblasti, mehanike i mašinstva, koje će se tek u XIX veku naći u obrazovnim programima na inženjerskim školama i u privredi.

Pisani i ilustrativni materijali o srednjovekovnom rudarstvu koje je ostavio Georg Agrikola (Georgius Agricola) u svom delu O rudarstvu i metalurgiji u XII poglavlja (De Re Metallica Libri XII) imaju izuzetnu vrednost za historiografiju evropskog srednjovekovnog rudarstva, pa i za rekonstrukciju slike o srpskom rudarstvu u srednjem veku.

Zanimljivo je poređenje savremenih i rudarskih mašina iz srednjeg veka. Analiza pokazuje da bitnih razlika u funkcionisanju nema, razlike su u konstruktivnim materijalima. U srednjem veku to je pretežno drvo, znatno manje metal. Danas se koriste metali, legure, sinterovani i drugi savremeni materijali. Druga razlika je u izvorima pokretanja, srednjovekovne mašine pokretale su domaće životinje ili čovek, a savremene pokreću elektromotori i motori sa unutrašnjim sagorevanjem. Ovo potvrđuje staru mudrost da sa nama ne počinje svet, a ni istorija od nas. Zbog naraslih potreba zanatstva i kontrole trgovine formiraju se „kraljevski trgovi” gde je jedino dozvoljena trgovina robom a, vladar je imao prvenstvo prilikom prodaje ili kupovine.



Georg Agrikola (Glauhau, 1494 – Šemnic, 1555), pravo ime Georg Bauer, lekar, filozof, diplomata, pisac, teolog, (al)hemičar, rudarski stručnjak, ekolog, mineralog. Na Univerzitetu u Lajpcigu upisao se 1514. gde je izučavao filozofiju, filologiju i teologiju. Usavršavanje i školovanje nastavio je 1524. na univerzitetima u Bolonji i Padovi, zatim Firenci, Veneciji i Rimu gde stiče doktorate iz medicine i filozofije. Za vreme boravka u Italiji, Agrikola pokazuje naročito interesovanje za geologiju, mineralogiju, rudarstvo i metalurgiju, upozna je praktično rudarstvo i topljenje metala. Po povratku iz Italije 1526. radi kao gradski lekar u Šemnicu, a zatim u Joahimštalu, gde su u to vreme eksploatisana ležišta srebra, kobalta, bakra i olova. Autor je veoma važnog istorijskog dela O rudarstvu i metalurgiji u XII poglavlja (De Re Metallica Libri XII). Delo je štampano u Bazelu na latinskom jeziku 1556. Naredne godine štampan je prevod na nemački jezik.

Deo poreza od prodaje na „kraljevskim trgovima” pripadao je vladaru. U XIII veku najznačajniji „kraljevski trgovi” bili su: Brskovo, Rudnik, Rogozna, Trepča, Novo Brdo i Trešnjica. Od XIII do XVI veka otvoreni su brojni rudnici, navodimo samo neke: Brskovo, Novo Brdo, Belo brdo, Koporić, Janjevo (Gračanica), Kučajna, Majdanpek, Trepča, Rogozna, Rudnik, Srebrenica, Zajača, Krupanj, Rudište, Trešnjica, Ostraća, Novi Majdan (Gračanica), Busovača, Plana, Kreševo, Belasica, Zaplanine, Zletovo, Kratovo, Čajniče, Žeravica, Gluhavica itd. [35].



Despot Stefan Lazarević Nemanja VII (1389–1427), ktitorska freska, manastir Manasija i Zakonik o rudnicima ili Novobrdski zakonik, skup zakona koje je objavio despot Stefan Lazarević 29. januara 1412. (očuvan je u nekoliko prepisa, najznačajniji ilustrovani prepis iz XVI veka čuva se u Arhivu SANU).

Kovnice novca u srednjovekovnoj Srbiji bile su u: Rudištu, Srebrnici, Smederevu, Plani, Trgovištu, Rasu, Brskovu, Koporiću, Zvečanu, Prizrenu, Peći, Prištini, Novom Brdu, Skoplju, Ohridu, Skadru i Baru [35]. Kovanje novca bila je privilegija vladara. Rudnici su imali obavezu da deo iskopane rude ustupe vladaru. To je bio porez koji se nazivao urbur i njega su ubirali urburari. Rudarska proizvodnja i trgovina metalom slobodno se odvijala, bilo je dozvoljeno sticanje trajne svojine nad rudnikom, tzv. baština. Uz rudnike i rudarske centre, odnosno trgove, postavljane su carine koje je vladar davao u zakup. Rudnici su mogli imati više vlasnika. Dozvoljena podela vlasništva nad rudnikom bila je 2, 4, 8 ili 16 delova (deo, pars, par, pai).

U proporciji prema broju delova koje su posedovali, vlasnici, kao članovi rudarskog udruženja, imali su pravo na dobit, ali i obavezu da snose odgovarajući deo troškova. Rudari su angažovani u rudnicima na jedan od tri načina: (1) Angažovanje na određeno vreme; (2) Danas bismo rekli rad po ugovoru o delu, odnosno plaćanje prema dužini iskopanog hodnika ili količini izvađene rude; i (3) Lemšat, vlasnik ustupa rudaru deo (procenat) iskopane rude. Osim rudara kopača, pominju se šafari, iskusni i stručni ljudi koji su rukovodili radom u rudniku.

Stanovnici Novog Brda, najrazvijenijeg rudarskog centra u to vreme, tražili su od despota Stefana Lazarevića da im „učini zakon o rupah”. Despot je obrazovao telo od 24 „dobra čoveka”, koji su sačinili predlog zakona. Da bi izbegao, danas bismo rekli, sukob interesa, despot je sastavio telo od stručnih ljudi koji nisu iz Novog Brda.

Zakonik o rudnicima, ili Novobrdski zakon, jeste skup zakona koje je despot Stefan Lazarević objavio 29. januara 1412. godine. To je jedinstven spomenik pravne nauke srednjovekovne Srbije koji po pravnoj i istorijskoj vrednosti prevazilazi nacionalne okvire. Pored zakona o rudnicima, u tekstu su odredbe koje se odnose na uređenje i život u Novom Brdu. Zakonik o rudnicima despota Stefana Lazarevića precizno definiše vlasništvo nad rudnikom, uslove rada u rudniku, obavezu održavanja, trajanje prekida rada, mera zaštite, normira dimenzije rudarskih alata i pribora. Zar to ne asocira na savremene standarde?

U širem smislu, Zakonik o rudnicima svedoči o privrednoj moći i uređenosti srpske države u to vreme. Akademik Sima Ćirković u vezi sa Zakonikom zapaža: „Kada je Rudarski zakonik postao poznat, pokazalo se da je ne malo njegovih članova već bilo prevedeno na turski i sačuvano u Saskom zakonu.”



*Novo Brdo, levo - srednji vek rekonstrukcija,
desno - pogled na obnovljeni deo tvrđavu gornjeg grada [48]*

Zahvaljujući rudnom bogatstvu srednjovekovne Srbije, vladari su ulagali velike sume novca u duhovno i kulturno uzdizanje, u izgradnju velelepnh manastira i crkava, njihovo uređenje i bogato opremanje. Da nije bilo srednjovekovnog rudnog bogatstva, Srbija danas ne bi imala toliko manastira i manastirskih riznica. U darovima je prednjačio rudnik Novo Brdo koji je velikim količinama srebra pomagao manastire. U Novom Brdu je kopano takozvano glamsko srebro, koje sadrži znatnu količinu zlata, zbog čega je vrednost srebra mnogo veća. Vojislav Jovanović navodi: „Od sedamdesetih godina XIV veka srpski izvori o Novom Brdu su brojni i sadržajni. Knez Lazar je dodeljivao (iz Novog Brda napomena autora) manastiru Ravanici godišnje 150 litara srebra (težina jedne litre ili libre je 327,9 grama), a manastiru Drenča 50 litara, što zajedno iznosi oko 1.600 dukata.” Po odluci despota Stefana Lazarevića, manastir Hilandar je uživao novobrdski dohodak od oko 100 litara srebra godišnje. Despot je darivao i druge svetogorske manastire, npr. Vatoped sa 60 litara, lavru Sv. Atanasija sa 20 litara novobrdskog srebra godišnje. Despot Đurđe lavri je dodao još 60 litara, a manastiru Svimenu darivao je 50 litara godišnje. Prema zapisima Brokijera i Kapistranta, godišnji prihod rudnika Novo Brdo iznosio je više od 120.000 dukata. Ovaj podatak, iako se odnosi samo na Novo Brdo a možda nije ni sasvim pouzdan, jasno ukazuje na značaj rudarstva za srednjovekovnu Srbiju.

TURSKO OSVAJANJE

Tursko osvajanje teritorije srednjovekovne Srbije i rudnika nije se dogodilo odjednom nego je trajalo oko pola stoleća. Prvi značajniji rudarski centar koji je pao u turske ruke bio je Kratovo (1395). Prava opasnost nad srpskim rudnicima od turskih osvajača nadvila se u vreme ofanzive Murata II (1438–1439). Tada do punog izražaja dolazi značaj Novog Brda, kako u odmeravanju snaga u borbama sa Turcima tako i u pažnji koju skreće kod savremenika u Evropi koji su pratili događanja.



Rekonstrukcija [47]

Tursko osvajanje teritorije srednjovekovne Srbije i rudnika trajalo je oko pola stoleća. Snaga i značaj Novog Brda dolazi do izražaja u odmeravanju snage sa Turcima i u skretanju pažnje Evrope na događanja. Opsedanje Novog Brda počelo je 1412. a pad 1441, agonija je trajala do 1444. kada je grad definitivno porobljen i popaljen. Zlatna epoha rudnika i grada je završena i nikad se nije povratila.

Padom Novog Brda pod tursku vlast, njegova zlatna epoha je završena i nikad se nije obnovila, a Novo Brdo – zlatni i srebrni grad, potpuno je pao u zaborav. Osmanlije su u drugoj polovini XV veka postale gospodari svih rudnika na Balkanu, ali im je rudarstvo bilo teško razumljiva delatnost. U skladu sa svojom tradicijom i državnim uređenjem rudarske centre su uključili u sultanov has – skup dobara čiji su prihodi služili za državne potrebe, za finansiranje stalne i unajmljene vojske za ratne pohode. Poput sultana svoje hasove imali su državni činovnici, pa čak i zaslužni pojedinci i ratnici. Ustrojstvo takve strukture i njena nezainteresovanost za ulaganja u unapređenje i razvoj doveli su do zamiranja srednjovekovnog rudarstva.

4. XVIII VEK

Padom srpske srednjovekovne države počinje urušavanje rudarstva. Rudnici obustavljaju rad i miruju uglavnom od XVII do XIX veka. Zauzevši deo Srbije početkom XVIII veka, austrijska vojna uprava, posle zaključenja Požarevačkog mira, po nalogu dvorskog ratnog veća počinje da otvara rudnike. Austrijancima su bili dobro poznati naši rudnici. U dolini Peka započinju radove u naselju Crnajka, Majdanpeku i Kučajni, a u šumadijskoj oblasti rade na Avali, Kosmaju i Rudniku. Obnovili su proizvodnju i dve decenije eksploitali bakar u Crnajki, bakar i gvožđe u Majdanpeku, olovo i gvožđe na Rudniku i srebronosno olovo u Kučajni, na Kosmaju i Avali. Neuspešno su se završili pokušaji ispiranja zlata u Moravi. Pod austrijskom despotijom stanovništvo je napuštalo okupirane krajeve, što je uzrokovalo nedostatak radne snage za rad u rudnicima i verovatno je razlog što rudarstvo za vreme austrijske okupacije nije napredovalo niti je uspelo.

5. XIX VEK

Posle podizanja Prvog srpskog ustanka 1804. godine pojavila se potreba za olovom, gvožđem, bakrom, srebrom, zlatom i barutom, i vodeći ljudi ustanka, sa Karađorđem na čelu, nastoje da u Srbiji obnove rudarstvo. Ali za obnavljanje složene delatnosti dobijanja i prerade rude nije bilo stručnjaka niti stručne radne snage. Brojni podaci govore o nastojanjima da se dovedu stručni ljudi i o Austriji koja je to revnosno ometala i sprečavala. Kvaziprijateljska Austrija svestrano se interesovala o prilikama u Srbiji, pa je granična područja prema Srbiji i Srbiju preplavila uhadama. Prva vest o rudarstvu u Srbiji, 26. novembra 1807. godine, od austrijskog uhode iz Kovina glasi: „U Srbiji se nalaze mnogi stručnjaci, a biće vrbovano i više. Oni će raditi na bogatim rudnicima, čije je glavno mesto Rudnik. Prema izjavi Rodofinikina ovi će, čim se poslovi privedu kraju, kovati sopstveni novac. Već su dva Nemca doputovala, ali ne zna se odakle su.”



Prvi i Drugi srpski ustanak nije samo početak obnove srpske državnosti već i početak ponovnog nicanja srpskog rudarstva. Zbog potrebe za olovom, gvožđem, bakrom, srebrom, zlatom i barutom, ustanici nastoje da obnove rudarstvo

Ustanici i narod morali su da rade u tajnosti, što je verovatno za posledicu imalo nedostatak zapisa o rudarskim aktivnostima u to vreme. O prikrivanju rudarstva govori pismo ruskog diplomate Rodofinikina od 2.11.1808. godine, koji u njemu piše: „O rudnicima srebra neću da govorim, jer o njima ne umem ništa određeno reći”. Rodofinikin je međutim znao sve, dva dana posle bio je sa dvojicom Rusa na Rudniku, verovatno rudarskim stručnjacima.

Prota Mateja Nenadović u Memoarima često piše o potrebama ustanika za barutom, retko spominje olovo. Iz ovoga se može zaključiti da je snabdevanje olovom bilo obezbeđeno iz sopstvenih rudišta.

Jedno od obeležja državnosti je sopstveni novac. Za kovanje su tada korišćeni bakar i srebro. Prema A. Iviću, uz izveštaj petrovaradinskog zapovednika Hilera, od 24. januara 1811. knezu Meterniku, poslata su i tri novčića koje je Karađorđe kovao u Topoli u „velikoj množini”. Ivić je pronašao novčiće u Beču i konstatovao da je to novac turskog sultana Selima III iz 1789. samo primitivnije urađen. Kovao ga je turski majstor.

S obzirom na to da je nedostatak znanja i stručnjaka bio veliki problem, Praviteljstvujušči sovjet 1806. donosi odluku da se dovede 35 stručnih rudara Sasa i jedan inženjer. Nije poznato koliko ih je došlo, ali 1806. godine počinju na Avali rudarski radovi. Dve godine kasnije (1808) i na Rudniku se eksploatišu gvožđe i bakar, kako se

navodi „za livenje i kovanje ratnog materijala”. Pominje se i proizvodnja srebra, a verovatno je dobijano i olovo, iako o tome nema zapisa. Na Rudniku su aktivirana dva okna, u Krasojevcima (danas Bezdan), i na mestu zvanom Pećina. Topionica i kovnica novca bila je u Majdanskoj reci. Ruda olova, osim na Rudniku, eksploatisana je i u Podrinju, na Avali i Kučajni.

Zatražena je pomoć od Napoleona. Karađorđe mu 16. avgusta 1809. godine piše: „Srbija ima u nedrima svoima velika bogatstva, a imeno rude zlatne, medne, olova, šalitre, derva za galie, skotovodstvo bezčislano, da ni jedna provincija u Evropi s njom sraziti ne može. Verovati ovomu, ne treba drugo, nego nekoliko majstora, znajućie nauku miineralogičesku i troška.” Problem nedostataka stručnih ljudi vidi se i iz sledećih podataka. Prvi upravnik ustaničkih rudokopa bio je Petar Novaković Čardaklija, hadžija, frajkor i diplomata. Kao član diplomatske misije 1807. godine u Bukureštu traži od generala Mihelona dva ruska oficira „koji ćedu naučiti Srbe poslovima u radnji rudarskoj”.

Rudarskim radovima na Rudniku rukovodio je Stefan Živković Telemak, koji je u Srbiju došao iz Beča kao student medicine. Bio je sekretar Sovjeta. O njemu Lazar Arsenijević Batalaka piše: „Došao u Srbiju oko polovine 1807. Rodom iz Čerevića, sela sa one strane Fruške gore, ležećeg na Dunavu. Najpre je bio pošiljan po rudnicima u kojim se znalo da ima olovne rude. Ovo je s njime zato činjeno što je on između drugih nauka, i hemiju slušao.” Sima Milutinović Sarajlija pominje ga u Srbijanki 1826. kao uvaženog stručnjaka mada rudarski inženjer nije bio.

Ne uspevši da se razvije, rudarstvo je ugašeno sa slomom ustanka 1813. Osim nedostatka stručnosti i znanja iz eksploatacije i prerade rude, neuspeh ustaničkog rudarstva objašnjava se i time što je ruda dobijana iz ležišta sa kompleksnim rudama olova, cinka, bakra, srebra, arsena i gvožđa, što je bio nerešiv problem ne samo za ono vreme nego i mnogo kasnije.

Vodeći ljudi Srbije tog vremena zaslužuju poštovanje i divljenje zbog napora koje su činili da obnove srpsko rudarstvo, a posebno zbog spremnosti da uvažie znanja i stručnost. Prvi srpski ustanak bio je ne samo početak obnavljanja srpske državnosti već i početak nicanja novog srpskog rudarstva.



U godini podizanja Drugog srpskog ustanka konstruisana je Dejvijeva lampa (Humphry Davy), čijom je upotrebom znatno smanjen broj nesreća u rudnicima.

Posle Drugog srpskog ustanka 1815. godine i diplomatskog napora da se izdejstvuje što više povlastica, do Hatišerifa 1830. kojim je Srbija dobila autonomiju sa granicama priznatim 1812, zatim Hatišerifa 1833. kojim je

Srbiji pripojeno još šest nahija, i stvaranja uslova za samostalno odlučivanje i otvaranje prema svetu, prvi privredni koraci kneza Miloša Obrenovića bili su usmereni ka obnovi rudarstva.

Pre konkretnih odluka, knez se 1834. godine obratio uglednom rudarskom stručnjaku baronu Herderu, kraljevskom upravitelju rudarstva u Frajbergu, za mišljenje i stručnu pomoć da se „rudna blaga učine poleznim za srpsko otačanstvo“ i tražio, preko nepoznatog posrednika (pretpostavlja se da je to bio Dimitrije Radović, trgovac iz Beča), da predloži izvestan broj rudarskih stručnjaka koji bi pomogli otvaranju nekih rudnika u Srbiji. Herder je odgovorio knezu oktobra 1834. predlogom „O upošljavanju rudarskih stručnjaka i radnika u srpskom rudarstvu“. Zadovoljan odgovorom knez Miloš poziva Herdera da dođe u Srbiju i lično se uveri u potencijale rudnog blaga. Preko Erdelja i Banata Herder stiže 1835. godine, i od 24. avgusta do 31. oktobra, obilazeći Srbiju, proučava geološku građu, istražuje napuštena rudišta i izvore termalnih voda. Izveštaj je po povratku u Kragujevac predao Jevremu Obrenoviću. U skraćenom obliku izveštaj je objavljen na srpskom jeziku 1845. godine pod nazivom Rudarski put po Srbiji, a na nemačkom u celini 1846. u Pešti (Herder S. A. W., „Bergmännische Reisen in Serbien“, Verlag von K. A. Hartleben, Pesth, 1846). Bila je to prva i dugo jedina stručna publikacija o ležištima i rudnicima Srbije. Na planini Zeljin, u blizini Rudnjaka, otkrio je novi mineral koji je nazvao „milošin“ po knezu Milošu.

Po povratku u Frajberg Herder je počeo da piše studiju o srpskom mineralnom blagu, ali se razboleo i umro 1838. godine. Herderova poseta, ocene i izveštaj sa puta po Srbiji imali su odlučujući uticaj na dalje tokove rudarstva u obnovljenoj Srbiji. To je bio početak nove istorije srpskog rudarstva.

Koliko god da je za budućnost srpske geologije i rudarstva bila značajna prospekcija napuštenih rudišta i predlozi koje je dao u svom izveštaju, značajnije je bilo što je Herder predložio i ubedio kneza Miloša da treba školovati sopstvene rudarske kadrove. U pismu od 26. aprila 1837. godine predlaže mu da što pre pošalje mlade Srbe na studije rudarstva na Rudarsku akademiju („Sobald wie möglich, einige junge Serben auf die Bergakademie zu senden, um hier die Bergwerksmeisterschaften zu erlernen...“) o čijem će se školovanju on starati kada dođu u Frajberg.

Sledi novo Herderovo pismo 6. maja 1837. posvećeno istoj temi u kome detaljno opisuje način školovanja na Rudarskoj akademiji u Frajbergu, i predlaže knezu da pošalje najmanje tri do četiri mladića koji bi na školovanju proveli pet godina, što bi im bilo dovoljno da ovladaju teorijskim i praktičnim znanjima. Godišnje izdržavanje za svakog iznosilo bi 250 dukata.

Herderov predlog o školovanju rudarskih inženjera knez je bez dileme prihvatio i početkom juna 1837. uputio predlog Sovetu. Na „torženstvenoj“ Skupštini o Spasovdanu u Kragujevcu doneta je uredba „o posiljanju nekoliko đaka naši u Saksoniju radi rudokopne nauke“. Već 12. juna objavljena je kneževa naredba „da se dvaestinu blagonadežni naši mladića vozrastom do 15 godina školski radi rudokopne nauke u Saksoniju pošalju“. Do kraja meseca iz škola je odabrano 25 mladića koje je na jesen trebalo poslati na studije u Frajberg. Slanje mladića na školovanje u Frajberg odgodila je bolest i smrt barona Herdera 1838. i silazak sa vlasti kneza Miloša.



Sigmund Avgust Volfgang baron Herder (Bikerburg, 1776 – Drezden, 1838), inženjer rudarstva i topioničarstva, geognosta, pravnik, sin poznatog nemačkog filozofa i pesnika Johana Gotfrida Herdera. Ljubav mladog Herdera prema mineralogiji i geologiji inspirisao je njegov kum Gete sa kojim je išao u duge šetnje. Diplomirao je 1800. na Rudarskoj akademiji u Frajbergu, a doktorirao 1802. u Vitenbergu. Jedan je od vodećih rudarskih stručnjaka svoga vremena, radio je u rudnicima Saksonije i u drugim nemačkim državama i kneževinama, u rudnicima Austrije, Erdelja, Mađarske, Norveške, Poljske i Švedske. Bio je profesor Rudarske akademije u Frajbergu.



Ulaz u potkop rudnika Kučajna, druga polovina XIX veka.

Prvi trag o školovanju mladih Srba iz rudarstva u XIX veku vodi ka Vuku Karadžiću, koji je 1834. poslao sina Savu na Rudarsku akademiju u Petrograd, da kao pitomac ruske carice izučava rudarstvo. Sava je posle tri godine umro kao jedan od najboljih studenata. Vuk, koji o rudarstvu nije ništa pisao, slanjem sina na studije rudarstva pokazuje shvatanje značaja rudarstva za budućnost srpske države. On knezu Milošu piše: „Ne znam da li Vam je poznato, da je moj pokojni sin bio u korpusu gornih inženjerov, gde se pripravljaју oficiri za kopanje ruda i upravljanje majdana, i tako sam se nado dočekati, da ga vidim u području njegove svetlosti (u Rudničkoj planini ili Kopaoniku) gde služi na korist otačestvu našem.“

Namesništvo maloletnog kneza Mihaila zajedno sa Sovjetom odlučuje da pošalje nekoliko mladića na školovanje. Broj je zavisio od troškova školovanja, a namera je bila da se pošalju najbolji i oni siromašniji. Izabrano je četvoro: Ivan Matić (1817–?) iz Jadra, Đorđe Branković (1819–1869) iz Beograda, Stevan Pavlović (1820–1862) iz Šapca i Vasilije Božić (1820–?) iz sela Čumić. Kao stipendisti Ministarstva prosvete, 13. oktobra 1839. godine odlaze na školovanje na Rudarsku akademiju u Šemnic (Austrija). Šemnic je izabran umesto Frajberga zbog manjih troškova školovanja. Uprkos slaboj prethodnoj školskoj pripremi, slabom početnom znanju nemačkog jezika i više nego skromnim stipendijama, srpski studenti marljivo uče i u roku završavaju studije. Prvi srpski rudarski inženjeri vratili su se sa studija u decembru 1844. i januaru 1845. i odmah bili upućeni na rad u Odeljenje trgovina Ministarstva finansija, kojim je rukovodio Jovan Gavrilović. On, međutim nije znao da ih uposli, pa je ubrzo došlo do sukoba sa njim. Đorđe Branković je tokom 1849. završio jednogodišnji staž u Državnom geološkom zavodu u Beču, pa je tako i zvanično postao prvi srpski geolog.

Ovo je bio početak školovanja srpskih rudarskih inženjera. Do kraja XIX veka studije rudarstva završilo je 18 srpskih inženjera na prestižnim evropskim rudarskim akademijama i univerzitetima u Frajbergu, Petrogradu, Pšibramu, Leobenu, Klaustalu, Berlinu, Parizu, Jekaterinoslavu, Cirihi, Liježu i Monsu.

Ami Bue je sa još jednim francuskim geologom i topografom, češkim botaničarem i zoologom, u okviru istraživanja Balkana, došao u Srbiju u proleće 1836. Knez Miloš ih je primio i organizovao da im sve lokalne vlasti u toku putovanja po Srbiji budu na usluzi. Geološka i druga istraživanja započeli su u Beogradu, na putu za Kragujevac obišli su Avalu i Kosmaj, posle Kragujevca posetili su Rudnik, Kopaonik, Novi Pazar, Peć i Prištinu, a zatim nastavili da istražuju Makedoniju, severnu Grčku i zapadnu Bugarsku. Iz Bugarske je preko Pirota i Bele

Palanke stigao u Sokobanju gde je boravio knez Miloš. Istraživao je i Rtanj, a zatim se preko Kragujevca, Paraćina i Jagodine vratio u Beograd i otputovao za Beč. Bue je inače pet puta sam ili sa pratiocima prešao preko celog Balkana.

Bue ponovo 1837. i 1838. godine boravi u Srbiji i istražuje na područjima Majdanpeka, Golupca, Požarevca, Niša, Leskovca, Vranja, Prištine, Prizrena, Fruške gore, Krupnja, Valjeva, Novog Pazara, Plava i dr. Istraživao je izvore termalne i mineralne vode u Brestovačkoj, Gamzigradskoj, Niškoj, Ribarskoj, Vranjskoj, Jošaničkoj, Lukovskoj, Bukovičkoj, Višnjičkoj banji, Sokobanji i Palanačkom kiseljaku.

Naredne dve godine sređivao je beleške i prikupljenu dokumentaciju i pripremio za objavljivanje knjigu o Balkanu, tada je to bila Evropska Turska. Integralno delo pod nazivom *La Turquie d' Europe* objavljeno je u Parizu 1840. Sadržajno obuhvata geografiju, geologiju, statistiku, etnologiju, običaje, arheologiju, trgovinu, religiju Balkanskog poluostrva. Iste godine Bue je objavio drugi deo knjige posvećen samo geološkim istraživanjima pod nazivom *Geološka skica Evropske Turske (Esquisse géologique de la Turquie d' Europe)*. Ovim delom Bue je postao osnivač geologije Balkanskog poluostrva. U nameri da stvori povoljne i jasno definisane zakonske uslove za razvoj rudarstva, knez Mihailo je 1866. godine objavio Rudarski zakon kojim su regulisani rad i uprava u rudnicima Srbije. Prema članu 20, o rudarstvu je imao da se stara V odeljak Ministarstva finansija. Pod njime je rudarstvo ostalo do 1884, kada je osnovano Ministarstvo narodne privrede. Od 1919. godine o rudarstvu brine Ministarstvo šuma i rudnika, a posle Drugog svetskog rata Ministarstvo rudarstva.

U oslobođenoj Srbiji Majdanpek je prvi rudnik u kojem je 1847. pokrenuta proizvodnja. Uložena su za ono vreme velika sredstva (više od devet miliona dinara) i polagane su velike nade. Ideja je bila da se proizvodnjom gvožđa i bakra u Majdanpeku stvori osnova za industrijalizaciju Srbije. Majdanpek je tako postao centar svih geoloških i rudarskih istraživanja u Srbiji. Za deceniju rada nije ostvaren cilj, pokušaj je bio neuspešan i skup. Bio je to težak materijalni udarac za srpsko rudarstvo i slabu privredu od koga se država neće dugo oporaviti.

Kučajna je otvorena 1849, ali su radovi ubrzo obustavljeni. Slično se dogodilo sa rudnicima na Avali i Kosmaju 1854. Nakon ovih iskustava, pola stoleća je nad svakom državnim inicijativom u vezi sa rudarstvom lebdela senka neuspeha. Zato se donosi odluka o izdavanju koncesija i privatnom investiranju u geološka istraživanja i eksploataciju ruda.



Ami Bue (Hamburg, 1794 – Beč, 1881), po obrazovanju lekar, po angažovanju geolog, etnolog, geograf, arheolog i prirodnjak. Odrastao je i školovao se u rodnom Hamburgu, školovanje je nastavio u Edinburgu, Ženevi i Parizu. U toku studija medicine u Edinburgu zainteresovao se za geologiju i pohađao kurseve iz mineralogije i kristalografije. Geološkim istraživanjima počeo je da se bavi u Škotskoj. Posle završenih studija medicine 1817. godine, nastanio se u Parizu, gde je 1820. objavio *Geološki esej o Škotskoj (Essaigéologiquesur l' Ecosse)* u kome su prvi put metodično opisane vulkanske stene. Bio je jedan od osnivača Francuskog geološkog društva 1830. i njegov predsednik 1835. godine. U Parizu je 1840. objavio četvorotomnu naučnu studiju *Evropska Turska (La Turquied'Europe Vol. I–IV)* na 2.247 strana. Ovo delo je na nemačkom jeziku (*Die europäische Türkei*) objavljeno 1890. godine. Bio je dopisni član Srpskog učenog društva. Objavio je 1849. prvu etnološku kartu Balkanskog poluostrva.



Geološka karta
FFeliksa Hofmana, 1892.



Rudarski zakon
kneza Mihaila Obrenovića, 1866.

Među prvim koncesionarima bili su Feliks Hofman (1830–1914), rudarski inženjer, Ilija Milosavljević Kolarac (1800–1878), trgovac i zadužbinar, i Milan Piročanac (1837–1897), pravnik i političar. Hofman 1862. kupuje koncesije za rudnik Kučajnu, a druga dvojica su iste godine uzela koncesije za istraživanja ruda u Podrinju. U Kučajni je izgradio uzoran rudnik i topionicu olova i cinka, ali posle desetak godina došlo je do poslovnih problema i obustavljanja proizvodnje.

Ugalj kao energent postaje značajan sa pronalaskom parne mašine (Džejms Vat, 1764) i njenim primenama za pokretanje brodova (prvi parobrod, Robert Fulton, 1807; našim delom Dunava prošao 1834. prvi parobrod „Agro”, 52 konjske snage, 242 tona nosivosti; Francusko-serbsko parobrodarsko društvo, osnovano 1856, sa četiri parobroda radilo do 1864. na Dunavu, Savi i Moravi), železnice (prva parna lokomotiva, Džordž Stivenson, 1818), mašina u rudnicima i industrijskim pogonima (početak industrijalizacije). Ovo je uticalo i na veliki porast potrošnje gvožđa.

Na severnim obroncima Fruške gore počela je prva eksploatacija uglja u Srbiji. Tu su se nalazili mali rudnici iz kojih se ugalj povremeno vadio iz izdanaka, pretpostavlja se u blizini Sremskih Karlovaca i Čerevića. Rudnik mrkog uglja Vrdnik, na južnoj strani Fruške gore, najstariji srpski rudnik uglja, otvoren je 1804. godine. Pripadao je do 1849. godine manastiru Ravanica u Vrdniku. Rudnik je kasnije više puta menjao vlasnika. Ozbiljnija istraživanja ležišta započeta 1871. godine rezultirala su izgradnjom glavnog okna 1885, širenjem eksploatacionog polja, organizovanijom i masovnijom proizvodnjom.

Ugalj je 1846. kopan u izdancima u okolini Smedereva, u selu Dobri na Dunavu, a u Ripnju kod Beograda istraživan je 1850. Ovo nije slučajno, Dunavom su već plovile lađe sa parnim pogonom, a ugalj je bio potreban za njihovo pokretanje.



*Početak eksploatacije
uglja na severnim
padinama Fruške gore,
Čerević, XVIII vek
(litografija)*

U Milivi kod Despotovca ugalj počinje da se vadi 1837, u Senjskom rudniku od 1853 a u Misači kod Arandjelovca nekoliko godina kasnije itd.

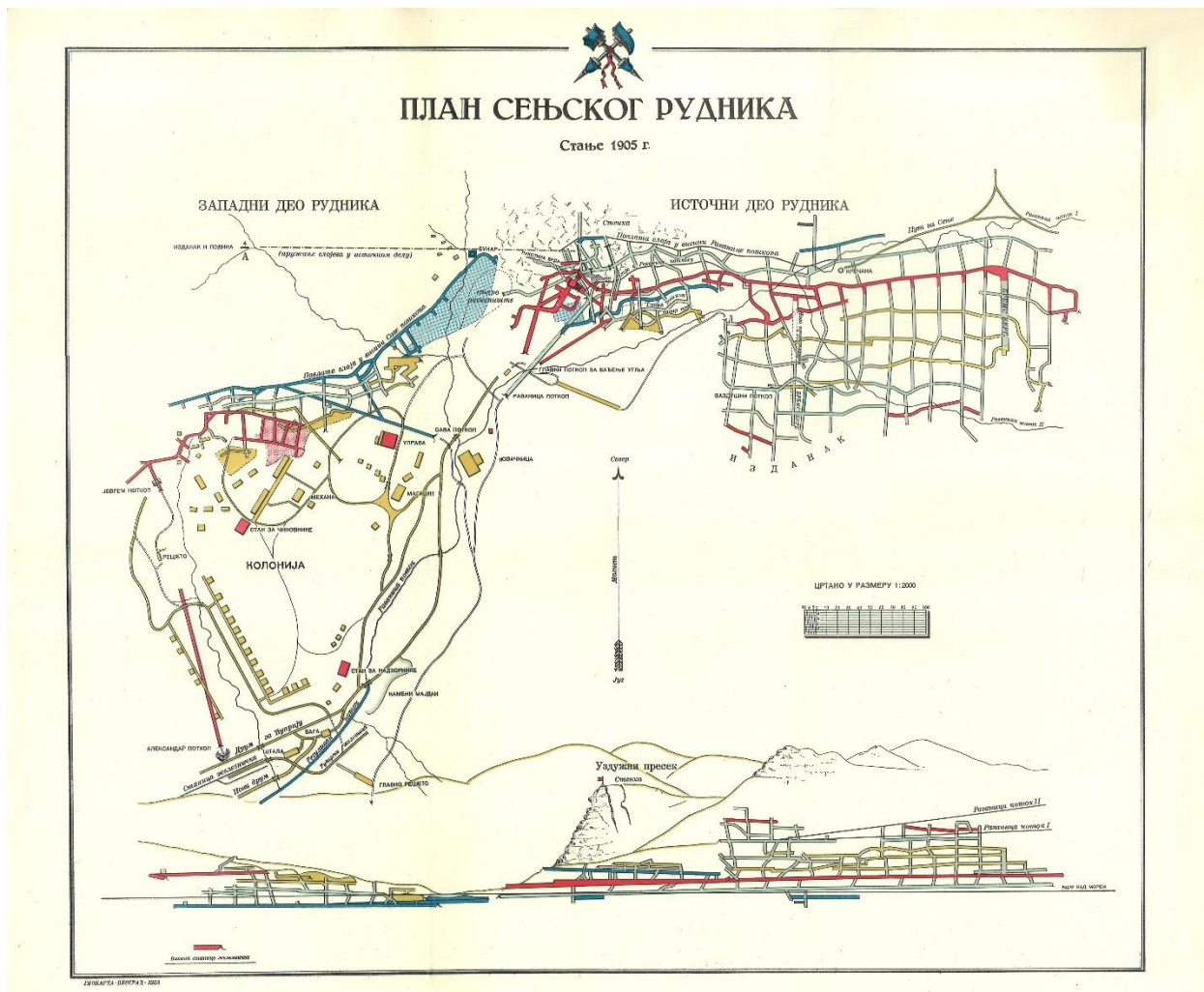
Zanimljivo je kazivanje kako je otkriveno ležište uglja Senjskog rudnika. U okolini sela Senja, čuvajući svinje, Lazar Pandurović našao je kamen neobičnog izgleda i slučajno ga stavio u vatru. Kamen se pretvorio u plamen i žeravicu, Lazar ga je nazvao „nezdrav kamen“. Iz radoznalosti uzeo je nekoliko komada „nezdravog kamena“ i odneo u Čupriju da utvrde kakav je to kamen.

Otvaranje Senjskog rudnika mrkog uglja započeto je 1853. gradnjom Topolivnice u Kragujevcu, koju je trebalo obezbediti kvalitetnim visokokaloričnim gorivom. „Popečeteljstvo finansija – Rudarsko odeljenje“ donosi odluku o otvaranju ugljenokopa, i sa tim zadatkom na teren upućuje inženjera Vasilija Božića. Otvoreni rudnik dobio je ime Majdan Aleksandrovac po imenu kneza Aleksandra Karađorđevića (1806–1885). Posle Aleksandrovog silaska sa vlasti (1858) rudnik dobija novi naziv Majdan kod Senja, a sadašnji naziv Senjski rudnik je iz novijeg vremena. Posle pripremnih radova na terenu, krčenja i sečenja šume, započeto je površinsko otkopavanje u izdanku ugljenog sloja. Prvih 26.320 oka, odnosno 33,7 tona uglja, otpremljeno je Topolivnici 12. maja 1854. godine, u 98 kiridžijskih kola. Pomenimo da su prvih decenija XIX veka ugalj, bakar, gvožđe, olovo itd. mereni kao pšenica u okama. Metrička centa se uvodi 1870, a od 1910. godine ugalj se meri u tonama.

Ugalj se u Senjskom rudniku u početku otkopavao sezonski, samo u povoljnijim vremenskim uslovima od proleća do jeseni. Osim u jednom kraćem periodu (1869–1874) rudnik je do danas uvek bio u rukama države. Izgradnja rudničkih objekata i zgrada za smeštaj rudara započeta je 1861. godine. Na odluku o izgradnji pruge Beograd–Niš Ministarstvo finansija, u čijoj je nadležnosti bio rudnik, reaguje tako što poziva Feliksa Hofmana da istraži i odredi granice ležišta uglja. Hofman je obavio zadatak od juna do avgusta 1874. i nalaz dostavio Ministarstvu. Puštanjem (1884) pruge Beograd–Niš zbog parne vuče potrebe za mrkim ugljem znatno su povećane. Da bi se olakšala dostava uglja, izgrađena je pruga uskog koloseka Čuprija – Senjski rudnik i puštena u rad 1892. Pruga je 1908. produžena do Ravne reke. Nadležnost nad Senjskim rudnikom 1894. preuzima Direkcija državnih železnica. Radi prodaje sitnog uglja, u Čupriji je 1897. godine izgrađena briketarnica, dve godine kasnije i mašinska klasirnica. Osim radova u revirima potkopa Aleksandar, Ravanica i Sveti Sava, 1898. počela je izgradnja okna Joksimović i istražni radovi u Buljinoj bari.



Senjski rudnik, rudari ispred ulaza u potkop Aleksandar, druga polovina XIX veka.



Plan Senjskog rudnika uglja, 1905.

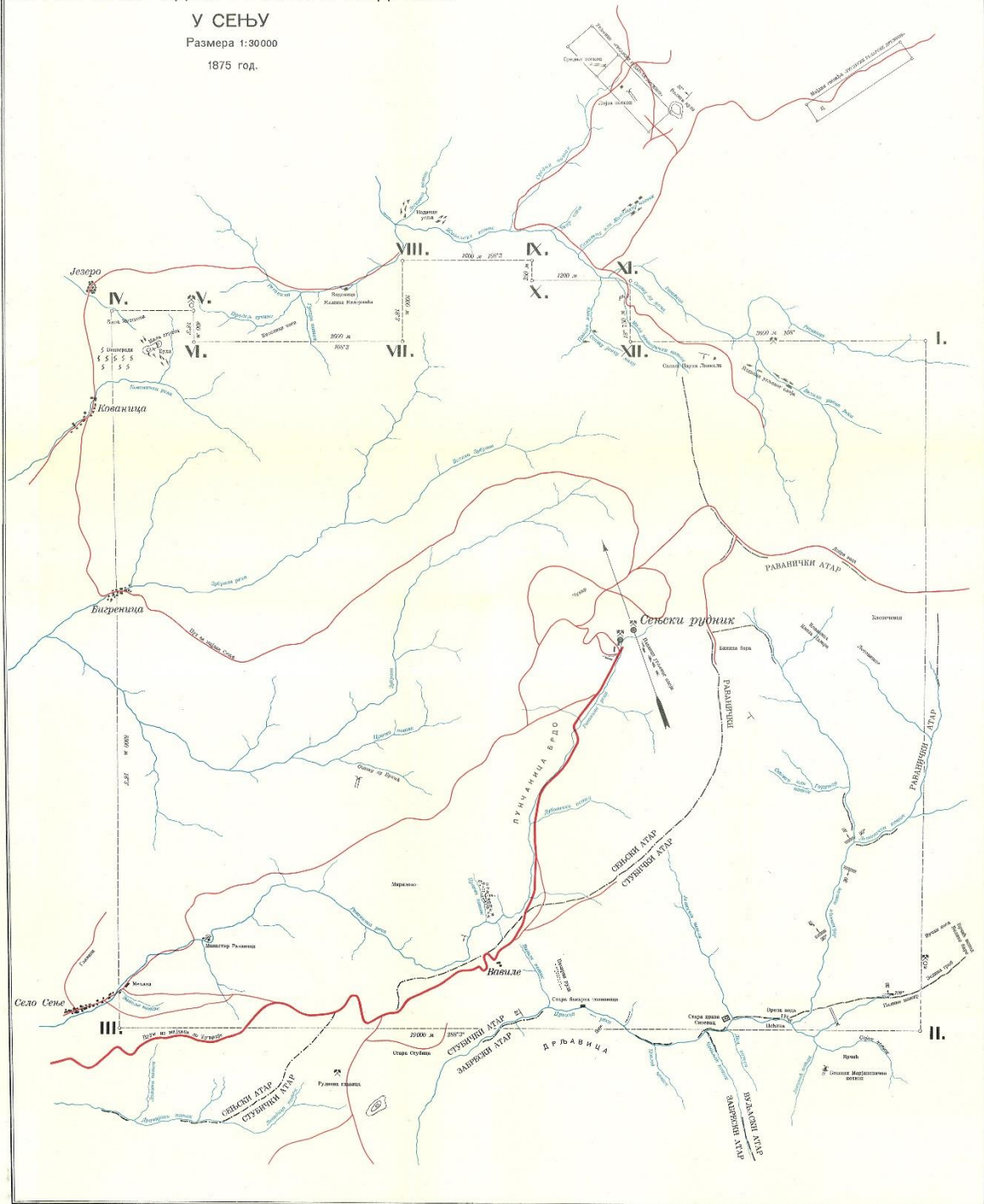
ПЛАН

ОГРАНИЧЕЊА РУДНОГ ПРОСТОРА ЗА ДРЖАВУ

У СЕЊУ

Размера 1:30000

1875 год.

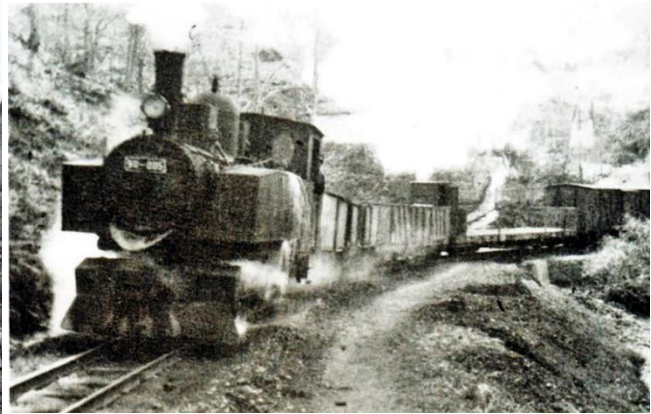


ГЕОГРАФИЈА - БЕОГРАД, 1933

Senjski rudnik uglja – plan ograničenja rudnog polja, 1875.



*Senjski rudnik,
izvozno okno Joksimović, kraj XIX veka*



*Kompozicija na pruzi Senjski rudnik – Čuprija
(uski kolosek, širine 0,75 m, dužine 21,3 km)*

Tehnologija rada bila je primitivna, a rudari su na posao dolazili u svojoj odeći. Nosili su gunj, šubaru ili šajkaču i opanke. Rabadžijskim kolima ili kiridžijskim karavanima uglj je isporučivan železnici i Topolivnici u Kragujevcu. Po svemu sudeći, uglj u tada nerazvijenoj, a šumom bogatoj Srbiji, nije bio interesantan za širu potrošnju.

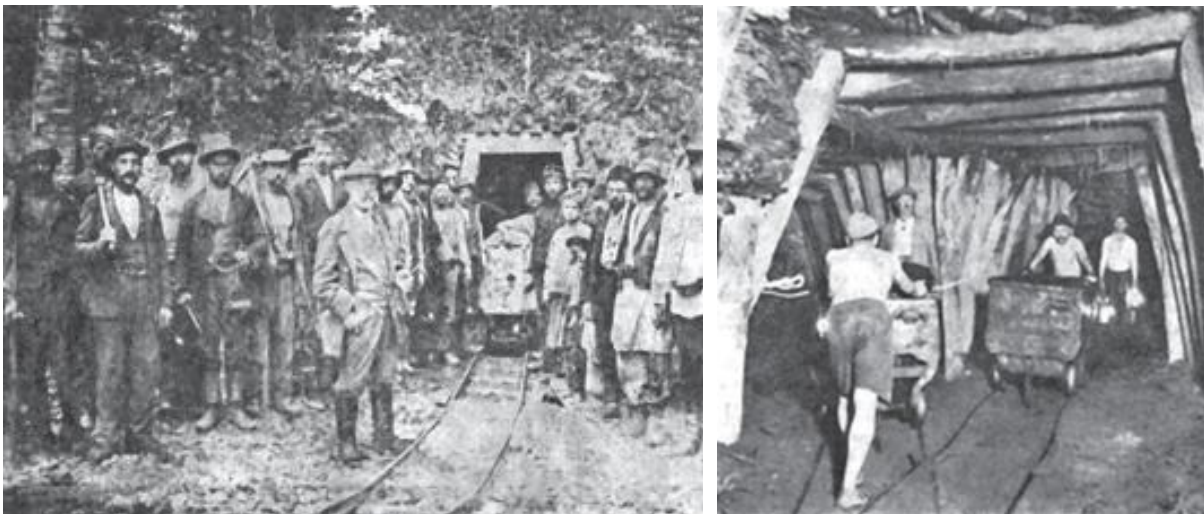
Osim železnice i Topolivnice, na postepen porast interesovanja za uglj u Srbiji utiče gradnja prvih industrijskih postrojenja sa parnim pogonima (mlinova, pilana, pivara, špiritana i sl.), a naročito pojava parobroda na Dunavu.

Na osnovu objave Jevrema Gudovića načelnika Rudarskog odeljenja, Ministarstva finansija Kneževine Srbije, 1870. izdato je „dozvoljenje raznim licima za prosto istraživanje uglja u Srezu požarevačkom i Srezu ramskom, Okruga požarevačkog“. U ovom dokumentu Kostolac se ne navodi, ali u „Zapisniku mesta u Srbiji u kojima se razne rude i kopovi nalaze“ stoji da je 1872. godine izdato odobrenje za istraživanje uglja u Kostolcu, Rečici i Poljani. Iz „Pregleda radnje po struci rudarstva, od 20. juna 1865. do kraja maja 1872“ vidi se da je u Srezu požarevačkom do maja 1872. izdato samo jedno prosto pravo za istraživanje uglja, i to u Kostolcu. U Srpskim novinama od 3. novembra 1873. objavljena je vest da Ministarstvo finansija dalo povlastice za kopanje uglja u Kostolcu. Povlastica (koncesija) izdata je na 50 godina Franji Všetečki za prostor Kostolačkog ugljenog rudnika, koji zauzima 31 rudno polje, svako po 100.000 m². Proizvodnja uglja u jami Stari Kostolac zvanično je započela 1873, kada je proizvedeno 15.050 ćumručkih centi, odnosno 301 tona. Naredne godine proizvodnja je utrostručena, a uglj je izvezen u Vojvodinu i Rumuniju.



Feliks Hofman (Nova Moldava, 1830 – Bela Crkva, 1914), rudarski inženjer, najugledniji rudarski stručnjak Srbije u XIX veku, potiče iz ugledne rudarske porodice. Studije rudarstva završio je u Šemnicu. U Srbiji je prvi put boravio 1856. godine kada je obišao Majdanpek, Rudnu glavu, Kučajnu, Aleksinac, Paraćin i Požarevac. Na poziv kneza Mihaila, Hofman se u Srbiju doselio 1862. Posle poslovnog neuspeha sa Kučajnom, radio je u državnoj službi kao geolog. Tokom geoloških ispitivanja trase železničke pruge Beograd–Vranje, otkrio je nekoliko pojava ležišta gvožđa kod Ralje i uglja na području Pčinje i Južne Morave. Zaslužan je za otkrivanje lokacija zlatonosnih nanosa na Peku, nalazišta žive na Avali, bakra u Boru. Otvorio je rudnike zlata Blagojev kamen i Deli Jovan, uglja u Resavi i Melnici. U Senjskom rudniku boravio je u više navrata i doprineo njegovom razvoju.

Dorđe Vajfert je otkupio deo koncesija i postao suvlasnik rudnika, a zatim je 20. maja 1881. isplatio ortaka Všetečku 8.000 dukata i postao jedini vlasnik ugljenokopa. Bio je to značajan događaj za rudnik i srpsko rudarstvo. Vajfert će ugljenokop brzo izgraditi u najuzorniji rudnik i imati značajnu ulogu u obnavljanju srpskog rudarstva. Pošto je rudnik sa pet potkopa preseka 6 m² i ukupne dužine 1.900 m imao velikih problema „oko uređenja revira“ i izvlačenja uglja u vagonetima sa konjskom vučom, Vajfert je 1883. za upravnika rudnika angažovao iskusnog rudarskog stručnjaka Franju Šisteka. Uz konsultacije sa Feliksom Hofmanom Šistek je za kratko vreme reorganizovao i stabilizovao proizvodnju u rudniku, toliko dobro da je Vajfert 1885. podneo zahtev za proširenje povlastica za 10 novih rudarskih polja. Od početka rada ugljenokopa u Kostolcu postavljalo se pitanje prodaje sitnog uglja. Vajfert je problem rešio tako što je 1885. u Kostolcu izgradio „ciglanu sa dve furune i sa spravama za izradu 500.000 komada cigalja ili crepa“ kako se navodi u pisanom dokumentu. Akcionarsko društvo iz Požarevca je 1883. godine otvorilo novi rudnik uglja Klenovnik u Kostolcu. Sa pojavom parobroda na Dunavu, izgradnjom železnice sa parnom vučom, početkom industrijalizacije sa parnim mašinama za pokretanje, Vajfert je kao vispren poslovani čovek na vreme shvatio dolazeći značaj i vrednost energenta poput uglja.

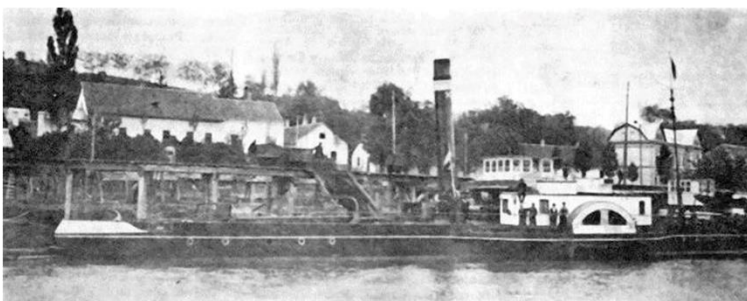


Stari Kostolac, ulaz u jamu i transport uglja u jami, kraj XIX veka.



Dorđe Vajfert (Pančevo, 1850 – Beograd, 1937), industrijalac, bankar, veliki investitor i pionir izgradnje srpskog rudarstva krajem XIX i početkom XX veka, rodoljub, vojnik i ratnik, jedan od vodećih masona u Srbiji i Jugoslaviji svoga vremena. Od 1883. do 1889. viceguverner, a od 1890. oko tri decenije guverner Narodne banke Srbije, posle Prvog svetskog rata guverner Narodne banke Kraljevine Jugoslavije. Bio je i počasni predsednik novčanog zavoda „Beogradska zadruga“. Pri povlačenju Srpske vojske preko Crne Gore i Albanije 1915, uspešno je organizovao evakuaciju zlatne podloge dinara (poluga i predmeta od zlata) preko Drača u Marselj. Sve vreme rata Narodna banka Srbije je funkcionisala, obezbeđujući tako postojanje srpske državnosti i van svoje teritorije. Poznat je i kao tvorac modernog pivarstva u Srbiji. U njegovom vlasništvu bili su rudnici uglja Stari Kostolac, Bogovina i Dobra sreća. Novac dobijen od proizvodnje piva i uglja ulagao je u istraživanja zlata i drugih mineralnih sirovina širom Srbije. Zahvaljujući poslovnoj intuiciji, razumevanju, upornosti i investicijama koje su ga dovodile na ivicu bankrotstva, 1902. otkrivena su na lokalitetu Čoka Dulkan (brdo Dulkan) kod Bora najznačajnija rudišta polimetalčnih ruda bakra u Srbiji.

To je bio neposredan povod njegovog interesovanja za uglj i ulaganja u rudnike Stari Kostolac, Bogovina i Dobra sreća. Uverivši se u unosnost posla sa ugljem, Vajfert je profit ostvaren od uglja strpljivo ulagao u geološka istraživanja zlata u istočnoj Srbiji.



Kostolac, transport i utovar uglja u parobrod na Dunavu, kraj XIX veka.

Traganje za zlatonosnim ležištima vodilo je Šistekov tim uzvodno duž Borske reke i dovelo do lokacija: Čoka Dulkan (brdo Dulkan), Tilva mika (Mala stena) i Tilva roš (Crvena stena). Iskusni rudarski stručnjaci Hofman, Šistek i Jaroslav Kučera umeli su da protumače „gvozdene šešire“ žute do crvene boje koji su pokrivali brda, odnosno da shvate poruke koje im je priroda na ovaj način ostavila. Pod operativnim rukovodstvom inženjera Jaroslava Kučere, kome je Šistek poverio zadatak, istraživanja su nastavljena 1898. godine u uverenju da je cilj (zlato) najbliži na lokalitetu Tilva roš.

Posle četiri godine istraživanja rezultati nisu bili zadovoljavajući, sadržaj zlata bio je u proseku 0,5–3,0 grama po toni kvarca. Trajanje istraživanja i velika ulaganja Vajferta su dovela do ivice bankrotstva, ali nije odustajao. Konsultujući se sa Hofmanom, Šistek menja lokalitetnu metu i izvodi potkop u selu, na desnoj obali Borske reke ispod Čoka Dulkana. Ovo je dalo rezultat – na 120. metru u potkopu rudnog tela oktobra 1902. pronađeno je umesto „žutog“ bogato ležište „crvenog zlata“ – bakra. Ovo je bio veliki događaj za sve jer je pronađeno najdragocenije rudište u Srbiji. Tako su Vajfert, Hofman i Šistek ušli trajno u istoriju srpskog rudarstva ostavivši neizbrisiv trag.

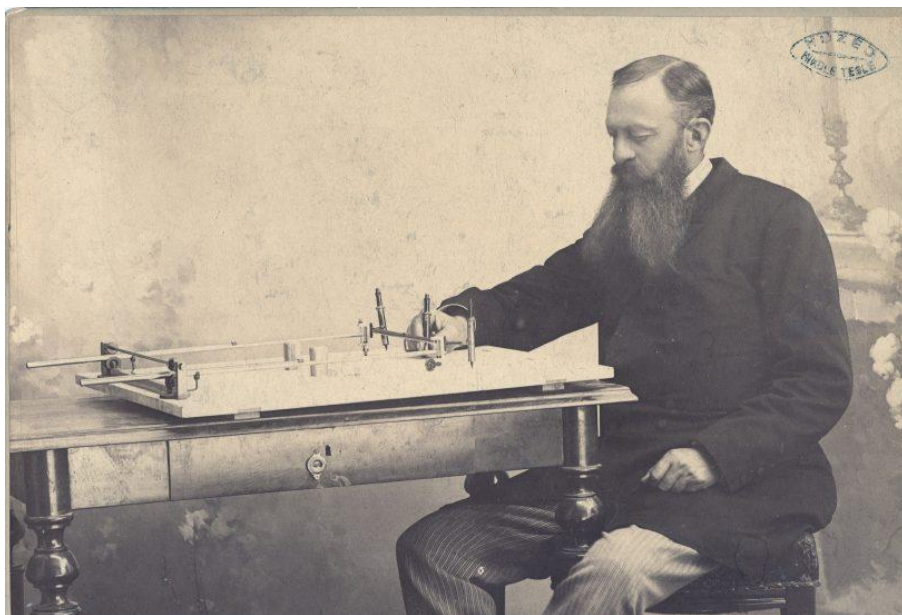


Franc Franja Šistek (Plzen, 1854 – Bor, 1907), ugledni rudarski stručnjak. U Srbiju je došao na poziv Đ. Vajferta početkom devete decenije XIX veka, za koga je radio do 1904. Te godine Borski rudnik menja vlasnika i Šistek prelazi da radi za Francusko akcionarsko društvo. Pod njegovom upravom ugljenokop u Kostolcu je za kratko vreme postao najuređeniji rudnik u Srbiji. Po Vajfertovom nalogu, krajem XIX veka, uz stručnu podršku F. Hofmana, rukovodio je istraživanjima u istočnoj Srbiji. Istražujući zlato, u potkopu rudnog tela Čoka Dulkan, 1902. otkrio je bogato ležište bakra. Pretpostavlja se da je za rezultate rada u Kostolcu odlikovan Ordenom takovskog krsta (vidi se na fotografiji).

Povratak u zemlju mladih školovanih stručnjaka u drugoj polovini XIX veka, iako brojčano nedovoljnih, upečatljivo se odrazio na otvaranje i razvoj rudnika, na planiranje i usmeravanje istraživanja mineralnih resursa, na uspostavljanje geoinženjerskih standarda kod izgradnje objekata (pruga, puteva, mostova i drugih objekata), na osavremenjavanje rudarske zakonske i normativne regulative, na osavremenjavanje i uspostavljanje funkcionalne organizacije državne uprave za rudarstvo, i posebno značajno – na postavljanje osnova školskog i naučnog razvoja rudarskog, geološkog i ukupnog srpskog inženjerstva i formiranje Srpskog učenog društva, a zatim Srpske kraljevske akademije.

Licej koji je u Kragujevcu formiran 1838. godine transformisan je u Veliku školu 24. septembra 1863. Nastavnici školovani na vodećim evropskim akademijama, institutima i univerzitetima izgradili su Velikoj školi visok ugled evropskih razmerama. Među njima su naši najugledniji naučnici tog vremena: Ljubomir Klerić, Jovan Žujović i Jovan Cvijić.

Multidisciplinarnost, širina istraživačkog, inženjerskog, inovativnog, pronalazačkog, pedagoškog, teorijskog i eksperimentalnog dela, kao i širina opštih znanja, odlike su dela Ljubomira Klerića.



Ljubomir Klerić (Subotica, 1844 – Beograd, 1910), diplomirani inženjer rudarstva, naučnik, univerzitetski profesor, akademik, rođen je u porodici nemačkih doseljenika u Subotici. Po prelasku u Beograd porodica menja prezime Kler u Klerić, a njegovo ime Julius u Ljubomir.

Školovao se u Subotici i Beogradu. Tehnički fakultet Velike škole u Beogradu upisao je 1862. Posle druge godine studija kao „državni

pitomac” upućen je na studije rudarstva na Rudarsku akademiju u Frajberg (RAF). Zimskog semestra 1867/68. prelazi na Cirišku politehniku da izučava mašinstvo. Sledeće godine završava studije rudarstva na RAF-u i odlazi na specijalizaciju na Rudarsku akademiju u Berlinu, a praktična iskustva stiče u nemačkim rudnicima u Vestfaliji, Saksoniji i Gornjoj Šleziji, te u Pšibramu u Češkoj.

U Beograd se vraća 1870. gde radi kao pisar u Rudarskom odeljenju Ministarstva finansija Kneževine Srbije. U Nemačkoj i Francuskoj boravio je 1872. i patentirao konstrukciju bušaće garniture sa užetom, koja je brzo ušla u široku upotrebu. Sledeće godine sa Rafaelom Hofmanom (stariji brat Feliksa Hofmana) dolazi u Srbiju i geološki istražuje Venčac, Rudnik, Kosmaj, a na Avali pronalazi ležište žive. Bio je angažovan na geološkim ispitivanjima trase železničke pruge Ćuprija–Aleksinac i na brojnim sličnim zadacima. U Oranu u Africi uspešno je obavio istraživanje ležišta gvožđa. Konstruisao je telemetar, polarni pantograf, traktoriograf i instrumente za crtanje krivih drugog reda. Za redovnog profesora za predmet Mehanika i nauka o mašinama na Velikoj školi Klerić je izabran 1875. Predmet je 1880. godine podeljen na Teorijsku mehaniku i Nauku o mašinama, Klerić preuzima prvi predmet. Veoma se angažovao na podizanju i unapređenju visokog školstva, bio je dekan Tehničkog

fakulteta, osnovao je Katedru za nacrtnu geometriju sa projektivnom geometrijom i grafostatikom, bio je ministar prosvete i crkvenih poslova, ministar narodne privrede, član Državnog saveta, Komisije za prerastanje Velike škole u Univerzitet 1905. godine. Za redovnog člana Srpskog učenog društva izabran je 1872, a ukazom kralja Milana Obrenovića 1887. imenovan je za člana Srpske kraljevske akademije (SKA) zajedno sa još petnaest kolega. Pristupnu besedu „O teoriji kompenzacije” održao je marta 1888. Za sekretara Odbora za prirodne nauke SKA izabran je 1891. Predlagao je Nikolu Teslu za dopisnog člana SKA 1894.

Autor je brojnih naučnih radova, knjiga i univerzitetskog udžbenika Teorijska mehanika I–III. Učestvovao je i istakao se hrabrošću u srpsko-turskom i u srpsko-bugarskom ratu. Odlikovan je Medaljom za hrabrost i Takovskim krstom, belgijski kralj Leopold II odlikovao ga je Leopoldovim ordenom.

U znak poštovanja i sećanja na ime i delo Ljubomira Klerića, Odeljenje rudarskih, geoloških i sistemskih nauka Akademije inženjerskih nauka Srbije ustanovilo je 2012. godine Povelju sa njegovim imenom za životno delo u oblasti rudarskih, geoloških i sistemskih nauka i inženjerstvu.

Početak geološke škole u Srbiji povezuje se sa Josifom Pančićem, koji je prva predavanja iz geologije održao na Jestestveno-tehničkom odeljenju Liceja 1853. Prvi naučni rad srpskih geologa objavljen je 1854. godine u Beču. Ovim je začeta savremena geološka nauka i škola u Srbiji, ali prvi naš školovani geolog i utemeljivač srpske geološke škole i nauke jeste Jovan Žujović

Jovan Žujović (Brusnica, 1856 – Beograd, 1936), geolog, univerzitetski profesor, naučnik, akademik, političar,



diplomata i državnik. Školovao se u Nemenikućama i Beogradu. Studije je započeo na Politehnici 1872. u Cirihu, vraća se u Srbiju 1873. godine i nastavlja studije na Prirodno-matematičkom odseku Velike škole, koju završava 1877. U jesen iste godine odlazi u Pariz da nastavi školovanje na Sorboni, na prirodnim naukama i antropologiji. Iz Pariza je 1880. doneo prvi polarizacioni mikroskop i uveo mikroskopska ispitivanja stena kod nas. Iste godine izabran je za suplenta na Katedri za mineralogiju sa geologijom na Velikoj školi u Beogradu. Predavao je mineralogiju, geologiju i paleontologiju. Redovni profesor Velike škole postao je 1883. Naredne godine stvaralački su bile izuzetno plodne, napisao je osnovne udžbenike iz geologije, osnovao je Geološki zavod Velike škole (1889), izradio geološku kartu Srbije (1880–1900).

Ako se izuzme Letopis Matice srpske koji se kao književni i naučni časopis pojavio 1824. godine, naš i u jugoistočnoj Evropi najstariji naučni časopis Geološki anali Balkanskog poluostrva Žujović je sa saradnicima pokrenuo 1888. radi objavljivanja rezultata naučnih istraživanja. Časopis bez većih prekida izlazi od 1889. do danas. Da bi bio dostupan širokom krugu naučnika, prvih šest knjiga štampano je u celini na francuskom, nemačkom i srpskom. Okupljanjem članova redakcije i drugih geologa, 1891. formirano je Srpsko geološko društvo, jedno od naših najstarijih naučnih udruženja.

Bio je jedan od osnivača Muzeja srpske zemlje (danas Prirodnjački muzej u Beogradu). Uveo je u nastavu agrogeologiju na Poljoprivrednom fakultetu, za čije je osnivanje veoma zaslužan. Na Tehničkom fakultetu predavao je primenjenu geologiju.

Prilikom osnivanja Srpske kraljevske akademije (prema Osnovnom zakonu Kraljevsko-srpske akademije od 1. novembra 1886) kralj Milan Obrenović je 5. aprila 1887. godine ukazom imenovao prvih 16 članova Akademije: Josif Pančić, Dimitrije Nešić, Jovan Žujović i Ljubomir Klerić (prirodne nauke); Stojan Novaković, Milan Kujundžić,

Svetislav Vulović i Svetomir Nikolajević (filosofske nauke); Čedomilj Mijatović, Milan Đ. Milićević, Ljubomir Kovačević i Panta Srečković (društvene nauke); Ljubomir Nenadović, Matija Ban, Mihailo Valtrović i Davorin Jenko (umetnost). Kao najmlađi među njima, Jovan Žujović je postao sekretar Akademije, a Josif Pančić predsednik. Žujović je od 1915. do 1921. bio predsednik Srpske kraljevske akademije.



*Jovan Žujović: Skica geološke karte
Kraljevine Srbije, 1886.*



*Jovan Žujović: Naslovna strana knjige
Geologija Srbije, 1893*

Prilikom priprema za osnivanje Beogradskog univerziteta 1905. postavljen je za redovnog profesora, jednog od osam, koji su zatim birali ostale nastavnike Univerziteta. Sa tog mesta povukao se odmah po uspostavljanju Univerziteta. U ime Srpske kraljevske akademije govorio je na svečanosti povodom otvaranja Univerziteta.

Među njegove najznačajnije naučne i stručne radove ubrajaju se: Geologische Übersicht des Königreiches Serbien, 1886, Wien; Petrografska mineralogija, 1887; Petrografija I–III, 1889, 1895; Osnovi za geologiju Kraljevine Srbije, 1889; Sur les roches éruptives de la Serbie, 1893, Paris; Sur les terrains sédimentaires de la Serbie, 1893, Paris; Geologija Srbije I–II, 1893, 1900; Geološka građa okoline sela Boljetina, 1921; Pouke iz geologije, 1922; Opšta geologija, 1923; Les roches eruptives de la Serbie, 1924; Postanje zemlje i naše domovine I–II, 1927, 1929; Snabdevanje sela vodom izvori i bunari, 1931.

Jovan Žujović bio je veoma aktivan u politici. Bio je član Senata (1901), narodni poslanik, ministar prosvete i crkvenih dela u dva navrata (1905. i 1909–1910) i ministar inostranih dela Srbije (1905). Za vreme Prvog svetskog rata radio je kao specijalni izaslanik srpske vlade u Parizu u Misiji organizovanja srpskih škola za izbegle đake i skupljanje pomoći. Žujović je kao dobrovoljac učestvovao u srpsko-turskom ratu, u Podrinjskoj brigadi. Odlikovan

je: Ordenom Svetog Save prvog i trećeg stepena, Ordenom belog orla četvrtog stepena, Krstom milosrđa, a bio je i oficir Francuske počasne legije i oficir Prosvetne akademije.



Svetolik Radovanović (Prćilovica, 1863 – Beograd, 1928), geolog, naučnik, univerzitetski profesor, akademik. Školovao se u Kučevu, Gradištu i Kragujevcu, a zatim u Beogradu gde je završio gimnaziju. Studije je završio na Prirodno-matematičkom odseku Filozofskog fakulteta u Beogradu (1881–1885). Usavršavanje iz paleontologije i geologije nastavio je u Beču na Filozofskom fakultetu, gde je 1891. godine položio s najvišom ocenom „dvočasovni glavni rigurozum iz geologije, paleontologije sa hemijom“, i time stekao titulu „doktorata iz filozofije“ i postao naš prvi doktor nauka iz geologije i paleontologije.

Po povratku u Srbiju 1891. godine dobio je posao „državnog geologa“ u Rudarskom odeljenju Ministarstva narodne privrede. Učestvovao je u formiranju Srpskog geološkog društva, bio njegov sekretar i sa J. Žujovićem i S. Uroševićem od 1893. godine član uređivačkog odbora Geoloških anala Balkanskog poluostrva. Na predlog J. Žujovića Radovanović je 1897. godine izabran za profesora Velike škole, gde je po dolasku sa elanom prionuo na posao. Zajedno sa Žujovićem mnogo je uradio na reorganizovanju Geološkog zavoda, modernizaciji nastave i gradnji temelja modernom obrazovanju na Univerzitetu u Beogradu. Pored profesorskih obaveza, od 1902. dve godine je veoma uspešno obavljao dužnost načelnika Ministarstva narodne privrede.

Za to vreme reorganizovao je administraciju Rudarskog i šumarskog odeljenja, sproveo kroz skupštinsku proceduru Zakon o šumama, doprineo donošenju Pravilnika bratimske kase rudara (za osiguranje rudara) i štampao Rudarsku kartu Srbije. Na poziv Filozofskog fakulteta 1905. godine vratio se u Geološki zavod novoosnovanog Univerziteta u Beogradu i na njegovom čelu ostao do penzionisanja. Od 1906. do 1909. bio je dekan, i godinu dana posle toga prodekan Filozofskog fakulteta. Ostvario je izuzetne naučne rezultate, poznati su njegovi radovi na proučavanju jurskih tvorevina istočne Srbije, započeo je izradu detaljne Geološke karte Srbije, izučavao seizmičnost naših krajeva i zajedno sa J. Mihajlovićem uradio Katalog zemljotresa u Srbiji za vreme 1901–1907. godine. Zahvaljujući ovom radu Seizmološka služba Srbije uvršćena je u red modernih službi u Evropi.

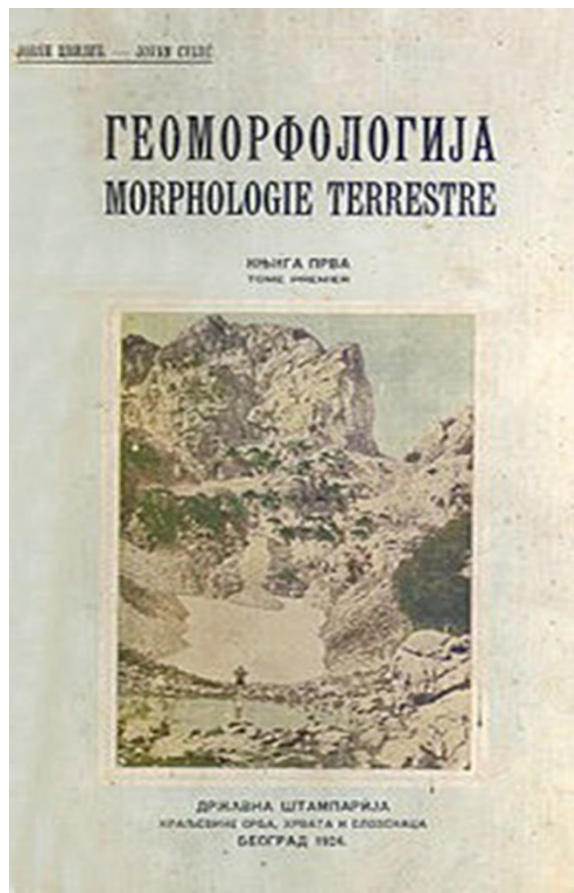
Osnivač je srpske hidrogeologije, najznačajniji njegov rad iz te oblasti je monografija Podzemne vode, u svetu jedna od prvih sistematizovanih hidrogeologija. Objavio je preko 80 naučnih i stručnih radova iz oblasti kojima se bavio. U Prvom svetskom ratu doživeo je tešku tragediju, sin mu je podlegao ranama. Do kraja 1916. boravio je sa porodicom u Atini, a zatim u Parizu obavljao dužnost visokog komesara za izbeglice.

Po završetku rata, na Konferenciji o miru, kao stručnjak za rudarstvo bio je član jugoslovenske delegacije. Po povratku u opustošeni i razoreni Beograd, prionuo je na posao obnove Univerziteta i Geološko-paleontološkog zavoda. Nosilac je brojnih priznanja za naučni, školski i stručni rad. Za dopisnog člana Srpske kraljevske akademije izabran je 5. februara 1897, a za redovnog 31. januara 1902. godine. Nosilac je Karađorđeve zvezde, Ordena Svetog Save, Ordena rumunske zvezde i krsta Crvenog krsta.



Jovan Cvijić (Loznica, 1865 – Beograd, 1927), geograf, geomorfolog, etnograf, antropolog, naučnik, univerzitetski profesor, akademik. Školovao se u Loznici, Šapcu i Beogradu. Završio je Prvu beogradsku gimnaziju, u čuvenoj generaciji sa Miloradom Mitrovićem, Mihailom Petrovićem Alasom i drugim velikanima, o čemu je napisan roman i snimljen TV-film „Šešir profesora Koste Vujića”. Završio je studije 1888. na Prirodno-matematički odelu Velike škole u Beogradu. Godinu dana kasnije kao državni pitomac (stipendista) upisao je studije fizičke geografije i geologije na Bečkom univerzitetu, gde je odbranio doktorsku disertaciju 1892. na rezultatima proučavanja karstnih fenomena u istočnoj Srbiji, Istri i Jadranskom primorju. Doktorska disertacija pod nazivom Karstni fenomeni (Das Karstphänomen) donela mu je slavu u svetskim naučnim krugovima. Zahvaljujući ovom radu, Cvijića u svetu smatraju osnivačem karstologije. Rad je preveden na više jezika, u Srbiji je objavljen

1895. godine. Po povratku iz Beča, marta 1893. postao je redovni profesor Filozofskog fakulteta Velike škole u Beogradu. U početku je predavao fizičku geografiju i etnografiju, a zatim samo geografiju. Prvih deset godina karijere najviše se bavio geologijom i to sa velikim uspehom. Nakon ukidanja Velike škole Cvijić je jedan od prvih osam (imenovanih) redovnih profesora na novoosnovanom Beogradskom univerzitetu (osnovan 12.10.1905). Na Sorboni je 1917. i 1919. godine držao predavanja o balkanskim zemljama i narodima.



Naslovna strana Cvijićeve Geomorfologije, 1924.

Jovan Cvijić je odigrao značajnu ulogu u reformi školstva, pomogao je osnivanje Katedre za etnologiju, i presudno uticao na otvaranje Medicinskog, Poljoprivrednog i Bogoslovnog fakulteta u Beogradu. Bio je u dva mandata rektor Univerziteta u Beogradu (1906/07. i 1919/20). Za dopisnog člana Srpske kraljevske akademije izabran je 1896, a redovni član postao je 1899. Bio je predsednik Srpske kraljevske akademije od 1921. do 1927. Osnivač je Srpskog geografskog društva, kome je zaveštao svoje imanje. Posle Prvog svetskog rata Cvijić je pomogao određivanju političkih granica nove jugoslovenske države koristeći svoja naučna saznanja iz demografskih i antropogeografskih istraživanja kao argumente u pregovorima. Krajem 1918. srpska vlada ga je imenovala prvim stručnjakom za etnografske granice, a početkom 1919. imenovan je za predsednika teritorijalne sekcije u okviru državne delegacije na Mirovnoj konferenciji u Parizu. Zahvaljujući stručnim etnografskim argumentima (uradio je etnogeografske karte jugoslovenskih zemalja 1918–1919) i zalaganju Mihajla Pupina, tada već politički uticajnog i svetski uglednog naučnika, određene su granice nove države Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca.

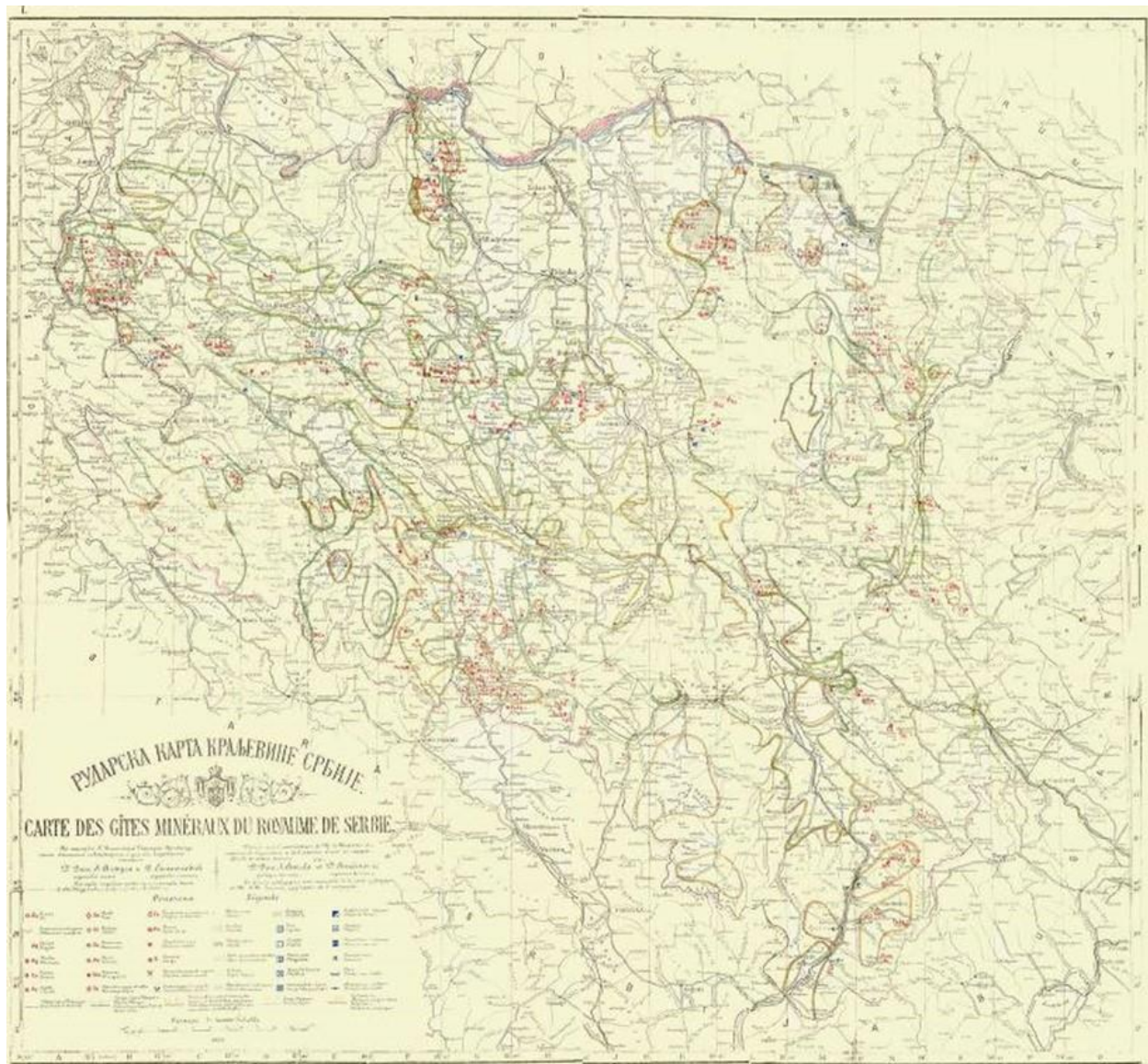
Istraživačkim radom Cvijić se bavio 38 godina, imao je brojne istraživačke ekspedicije po Balkanskom poluostrvu, Južnim Karpatima i Maloj Aziji, iz kojih su proistekla značajna naučna dela. Smatra se utemeljivačem srpske geografije. Pored geografije bavio se geomorfologijom, tektonikom, paleogeografijom, neotektonikom, etnografijom, antropologijom, istorijom itd. Dvotomna Geomorfologija Jovana Cvijića daje geomorfološki prikaz Balkanskog poluostrva i danas predstavlja polaznu osnovu u istraživanjima reljefa. Objavio je nekoliko stotina naučnih radova. Jedno od najvažnijih dela je Balkansko poluostrvo. Kao naučnik svetskog glasa nosilac je brojnih priznanja. Bio je član osam akademija nauka, 16 geografskih i prirodnjačkih društava, počasni doktor Sorbone i Karlovog univerziteta u Pragu, počasni član mnogih geografskih, etnografskih, prirodnjačkih i drugih društava širom sveta, primio je 10 odlikovanja. Cvijićevo ime danas nosi vrsta šafrana i vrh na planini Rudnik (1.132 m).



Na prelazu XIX veka u XX značajan doprinos razvoju srpskog rudarstva i geologije dao je **Dimitrije Antula** (Beograd, 1870–1924). Studije geologije završio je 1891. na Prirodno-matematičkom odseku Filozofskog fakulteta Velike škole u Beogradu. Radio je kao suplent i profesor u Trećoj muškoj gimnaziji u Beogradu.

U toku specijalizacije na Univerzitetu u Beču od 1894. do 1896. godine istraživao je veliku Abihovu zbirku krednih fosila sa Kavkaza i odbranio doktorsku disertaciju o teme *Über die Cephalopoden der unteren Kreide des Kaukasus* 1896. Objavlivanjem 1899. u Beču, disertacija je ušla u red svetske literaturne klasike o cefalopodima donje krede. Bio je državni geolog u Rudarskom odeljenju Ministarstva narodne privrede 1897–1919. i direktor Generalne rudarske direkcije u Beogradu 1919–1924. Na Tehničkom fakultetu u Beogradu predavao je Tehničku geologiju sa mineralogijom 1907–1922. Organizovao je rudarski odeljak Kraljevine Srbije na Svetskoj izložbi u Parizu 1900, a zatim i na izložbama u Liježu (1905), Milanu (1906), Londonu (1907) i Torinu (1911). Posle Prvog svetskog rata rukovodio je obnovom rudarske privrede Kraljevine SHS sve do iznenadne smrti. Bavio se regionalnom geologijom, biostratigrafijom, istraživanjem i eksploatacijom mineralnih sirovina u Srbiji. U knjizi o ležištima mineralnih sirovina u Srbiji sintetizovao je sve što se o njima znalo do početka XX veka. Autor je: Rudničke karte Kraljevine Srbije, (1900), knjige Rudarsko zakonodavstvo u susednim i stranim državama (1909), i knjige Geološka istraživanja u timočkom andezitskom masivu (1909).

U znak poštovanja i sećanja na ime i delo Dimitrija Antule, Odeljenje rudarskih, geoloških i sistemskih nauka Akademije inženjerskih nauka Srbije ustanovilo je 2012. godine Povelju sa njegovim imenom, za vrhunska inženjerska ostvarenja u oblasti rudarskih, geoloških i sistemskih nauka.



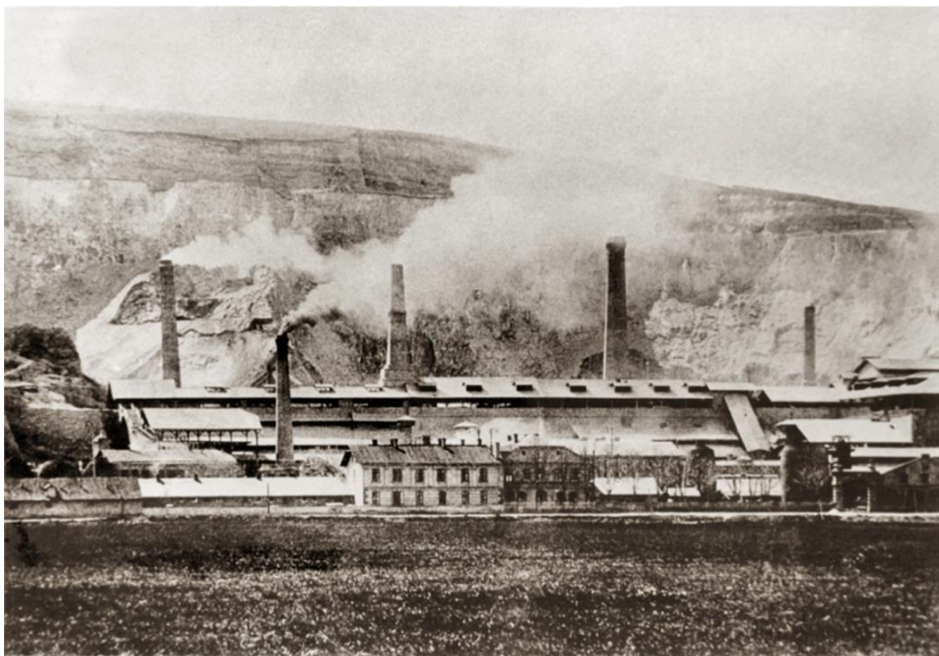
Dimitrije Antula: Rudarska karta Kraljevine Srbije, 1900.

Sa rastom potreba za ugljem u drugoj polovini XIX veka otvaraju se novi rudnici. Rudnik kamenog uglja Vrška čuka – Avramica, prvi pisani dokument o istraživanjima i kvalitetu uglja Vrške čuke, sačinio je S. Lozanić 1881. Zahvaljujući Lozaniću i istraživanjima J. Žujovića (1882–1886), prvi podzemni rudarski radovi započeti su 1884. na lokalitetu Prlita. Osim Lozanića i Žujovića, u kasnijim istraživanjima geološke građe, tektonike i energetskih potencijala Vrške čuke učestvovala je plejada istaknutih srpskih geologa J. Popović, V. Petković, M. Pavlović, K. Petković, N. Pantić i dr. Rudnik mrko-lignitskog uglja Vlaška blizu Mladenovca otvoren je 70-ih godina XIX veka, a rudnik kamenog uglja Aliksir kod Brze Palanke 1888. sa dva potkopa. Geološka istraživanja uglja u Aleksinačkom basenu započeta su 80-ih, a proizvodnja 90-ih godina XIX veka, npr. 1899. godine proizvedene su 5.172 tone uglja.

Otvaraju se rudnici antimona, ruda obojenih i plemenitih metala. Površinska eksploatacija bogatijih partija rude antimona u ležištu Bare, Zajača, izvođena je od 1895. do 1937, kada je obustavljena zbog velikog priliva vode. Nikola Milanović, trgovac iz Beograda, 1884. dobija povlastice za otkopavanje rude antimona u ležištu Brasina, Zajača. Krajem XIX veka započinje i eksploatacija kvarcnih žica sa antimonom na području Bujanovca, selo Trnovac.

Na lokalitetu Babe na Kosmaju u rimskom i srednjovekovnom razdoblju otkopavano je i topljeno srebronosno olovo. Ostaci troske nastale topljenjem rude, naročito na ušću potoka Pruten i Zminjak, otkopavani su 1872–1889. Prerađeno je oko 270.000 tona troske sa sadržajem olova 4–5% i visokim sadržajem srebra, u topionici koju su Austrijanci podigli na lokalitetu.

Sa podizanjem standarda u gradnji objekata javlja se potreba za odgovarajućim građevinskim materijalima. Josif Čik 1855. godine dobija koncesije za eksploataciju laporca i počinje proizvodnju cementa u Beočinu, pečeni laporac je mleo u vodenici potočari. Modernizacijom proizvodnje 1869. Čik osniva fabriku pod nazivom „Prva sremska fabrika portland cementa i hidratisanog kreča Josifa Čika u Beočinu”, sa godišnjom proizvodnjom oko 40.000 tona cementa. Eksploatacija mermera na Venčacu počinje 1881.



Fabrika cementa u Beočinu, kraj XIX i početak XX veka.

Razvoj srpskog rudarstva i geologije u XIX veku, između dva međaša, Prvog srpskog ustanka i otkrića bogatog rudišta „crvenog zlata” u Boru, ima dve etape. Prva etapa u prvoj polovini XIX veka je etapa početnih posrtanja i nastojanja da se urušeno srpsko rudarstvo pokrene. Druga etapa počinje saznanjem o neophodnosti školovanja stručnih kadrova i početka upućivanja mladih na studije na ugledne evropske akademije i univerzitete. To u sadejstvu sa počecima industrijalizacije, sa izgradnjom železnice i pojavom parobroda na Dunavu, daje značajne rezultate u poslednjim dekadama XIX veka. Otvaraju se novi rudnici, postavljaju osnove i započinje stručni, naučni i školski uspon, u čemu je geologija napravila iskorak u odnosu na rudarstvo. Početak školovanja rudarskih inženjera u Srbiji i formiranje rudarskih instituta sačekaće kraj Drugog svetskog rata.

6. PRVA POLOVINA XX VEKA

Na početku i tokom prve polovine XX veka nastavljani su trendovi započeti u poslednjoj dekadi XIX veka. Srbija sa skromnom privredom nije pokazivala nameru da svoje mineralno-sirovinsko bogatstvo adekvatno valorizuje. Vladala je zainteresovanost za eksploataciju ruda obojenih i plemenitih metala, zlata, srebra, bakra, olova, cinka i antimona. Svi značajniji rudnici bili su u rukama stranog kapitala, čija su osnovna poslovna načela sadržana u pravilu da sa što manje ulaganja izvuku što veću korist. U takvim okolnostima funkcionisalo je tadašnje rudarstvo.

Na samom početku XX veka zbio se događaj od dalekosežnog značaja za razvoj srpske nauke i univerzitetskog obrazovanja, donet je Zakon o Univerzitetu. Ukaz o proglašenju Zakona potpisao je 27. februara 1905. kralj Petar I. Zakon je zajemčio autonomiju Univerziteta, proklamujući da su „nastavnici slobodni u izlaganju svoje nauke”. Na mesto Velike škole osnovan je Univerzitet u Beogradu, a fakulteti Velike škole – Filozofski, Pravni i Tehnički proglašeni su univerzitetskim fakultetima. Na osnovu Zakona, nastavni kadar Velike škole je raspušten i izbor novog nastavnog kadra poveren osmorici imenovanih profesora: Jovanu Žujoviću, Simi Lozaniću, Jovanu Cvijiću, Mihajlu Petroviću Alasu, Andri Stevanoviću, Dragoljubu Pavloviću, Miliću Radovanoviću i Ljubomiru Jovanoviću. Do kraja 1905. Beogradski univerzitet imao je 16 redovnih i 18 vanrednih profesora, i 778 studenata. Univerzitet u Beogradu predstavljao je središte naučnog, obrazovnog i kulturnog života.



Prvih osam redovnih profesora Beogradskog univerziteta, 1905.

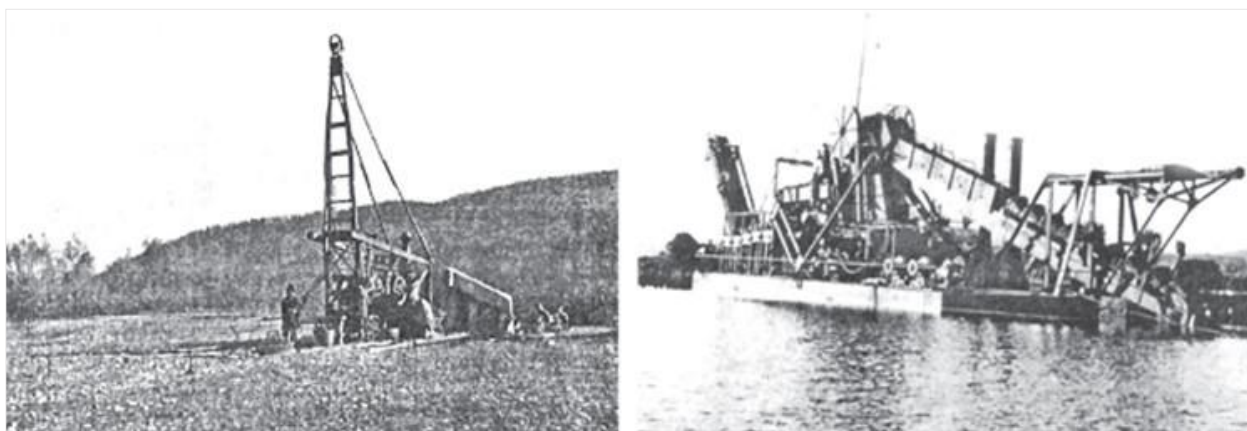
Sede sleva: Jovan Žujović, Sima Lozanić, Jovan Cvijić i Mihailo Petrović Alas.

Stoje sleva: Andra Stevanović, Dragoljub Pavlović, Milić Radovanović i Ljubomir Jovanović.

Ova zbivanja odrazila su se na naučne tokove i visoko obrazovanje iz geologije, i ostavila pozitivan trag u rudarstvu. Studije geologije bile su na Filozofskom fakultetu, na dve grupe i dva odgovarajuća zavoda: za geologiju i paleontologiju i za mineralogiju i petrografiju. Tokom vremena upravnici Zavoda za geologiju i paleontologiju bili su Svetolik Radovanović, Vlada Petković i Kosta Petković, a Zavoda za mineralogiju i petrografiju Sava Urošević i Jovan Tomić. Od osnivanja Tehničkog fakulteta nastavu iz geoloških predmeta držali su Jovan Žujović, Dimitrije Antula i Milan Luković. Postojala je ideja o pokretanju studija rudarstva na Univerzitetu u Beogradu. Sticajem okolnosti realizacija ideje sačekaće kraj Drugog svetskog rata. Posle Prvog svetskog rata 1919. godine osnovani su Medicinski, Bogoslovski i Poljoprivredno-šumarski fakultet, a 1936. Veterinarski. U

sastavu Beogradskog univerziteta od početka dvadesetih godina do Drugog svetskog rata bili su i Pravni fakultet u Subotici, Filozofski u Skoplju i Poljoprivredno-šumarski u Sarajevu. Sve ove promene u strukturi visokog školstva odrazile su se i na obrazovanje geologa i rudarskih inženjera.

Posle Drugog svetskog rata na obnovljenom Univerzitetu počinju rad svi fakulteti sa sedištem u Beogradu, i novi Farmaceutski fakultet. Filozofski fakultet podeljen je 1947. na dva fakulteta – Filozofski i Prirodno-matematički, a Ekonomska komercijalna visoka škola postaje Ekonomski fakultet. Sledeće godine Univerzitet je podeljen na tri samostalne organizacije: Univerzitet, Veliku medicinsku školu i Veliku tehničku školu. Iste godine osnovan je Stomatološki fakultet, a Tehnička velika škola deli se na šest fakulteta: Arhitektonski, Građevinski, Elektrotehnički, Mašinski, Tehnološki i Rudarski. Njima se 1949. pridružuje novoformiran Geološki fakultet, koji je 1956. fuzionisan sa Rudarskim u Rudarsko-geološki fakultet. Poljoprivredno-šumarski fakultet je 1949. podeljen na Poljoprivredni i na Šumarski. Pravoslavni bogoslovski fakultet je 1952. godine aktom Vlade NR Srbije izdvojen iz sastava Univerziteta u Beogradu. Velika medicinska i Velika tehnička škola ponovo su 1954. pripojene Univerzitetu u Beogradu. Iz Beogradskog univerziteta nastali su univerziteti u Skoplju (1949), Novom Sadu (1960), Nišu (1965), Prištini (1970), Podgorici (1974) i Kragujevcu (1976).



Istražno bušenje u okolini Bora i mehanizovano otkopavanje bagerom vedričarom zlatonosnog nanosa u reci Pek, početak XX veka.

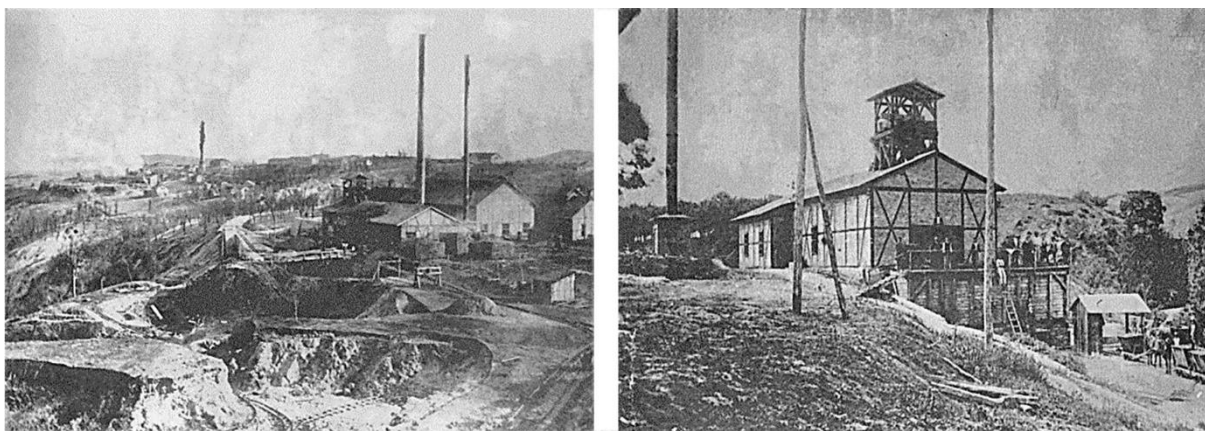
Značajnija istraživanja i eksploatacija zlata iz ležišta Brodica kod Majdanpeka, uz pomoć stranog kapitala, izvedena su 1900–1903. godine. Najintenzivnija eksploatacija zlata u ovom ležištu odvijala se 1933–1941. kada je urađeno više od 40 potkopa, tri okna, i iz otkopanih 55.856 tona rude dobijeno 585,6 kilograma zlata. Za eksploataciju aluvijalnih ležišta zlata iz Velikog Peka Đorđe Vajfert je 1902. dobio koncesiju Blagojev kamen Neresnica. Dobri prihodi omogućili su ulaganja u dalja istraživanja zlata na okolnom području, što je rezultiralo otvaranjem rudnika volframa i zlata Sveta Varvara 1933. sa podzemnom eksploatacijom i modernim postrojenjem za gravitacijsku i flotacijsku koncentraciju zlatonosnih minerala i amalgamaciju zlata kapaciteta 100 tona na čas. Prvih godina otkopavane su bogate rudne žice sa oko 2000 grama volframita i zlata po toni rude, mesečno je proizvedeno oko 12 kilograma zlata. Ostvareni su toliko veliki prihodi da su za tri godine otplaćena uložena sredstva u geološka istraživanja, otvaranje rudnika i izgradnju flotacije. Sa kraćim prekidima, rudarske aktivnosti na ovom lokalitetu trajale su do 1966. kada je rudnik zlata i volframa Blagojev kamen zvanično zatvoren zbog pada sadržaja korisnih komponenata u rudi i povećanja troškova otkopavanja i transporta rude od

razuđenih rudnih žica do flotacije. Međutim, rudarski radovi su izvođeni i kasnije pod okriljem geoloških istraživanja.

Mehanizovano otkopavanje zlatonosnih nanosa u Peku bagerom vedričarem započeto je 1903. i prvog dana rada dobijena su 82 grama zlata. Da je posao bio veoma unosan potvrđuje činjenica da su kod Neresnice 1906. angažovana tri bagera vedričara. Širena je eksploatacija zlata u nanosima Peka, Mlave, Timoka, Porečke reke i njihovih pritoka. Ceo zlatonosni rejon Peka posle Prvog svetskog rata kontrolisali su jugoslovenska kraljevska kuća i predstavnici krupnog inostranog kapitala.

Sredinom 1903. utvrđene rezerve rude bakra borskog rudišta, odnosno ležišta Čoka Dulkan, iznosile su 255.390 tona, sa prosečnim sadržajem bakra većim od 8%. Iste godine Vajfertu je izdata koncesija Sveti Đorđe na 50 godina, prostornog zahvata 240 rudnih polja. Naredne godine obrazovano je akcionarsko društvo Compagnie Françoise des Mines de Bor, sa sedištem u Parizu. Društvo su obrazovali Vajfert, banka Mirabo iz Pariza, Pierari & Comp. i Francusko društvo za ispitivanje i preduzimanje poslova iz Pariza.

Površinska eksploatacija rude u ležištu Čoka Dulkan počela je 1904. godine. Sedamdeset osam radnika iskopalo je 5.500 tona rude sa prosečnim sadržajem bakra oko 9%. Ruda je ručno otkopavana i transportovana kiridžijskim kolima sa volovskom zapregom do Vražogrnca, odatle železnicom do Radujevca na Dunavu, dalje vodenim putem do kupaca. Problem prevoza rude, dopremanja opreme, potrošnih materijala, uglja i životnih namirnica trajao je do 1911. kada je završena izgradnja železničke pruge Bor–Metovnica. Sledeće godine 180 radnika iskopalo je 12.000 tona. Oskudnost podataka iz prvih godina rada rudnika objašnjava se probnim radom, a pravi razlog je verovatno bio interes vlasnika rudnika da prikriju stvarne podatke o obimu proizvodnje, o kvalitetu rude, odnosno količini bakra, zlata i srebra koja je odvožena iz Srbije, dok je vlada bila zadovoljna redovnim plaćanjem poreza, dažbina i carine.



*Bor, početak eksploatacije rude bakra u ležištu Čoka Dulkan,
i rudničko okno Šistek, početak XX veka*

U Boru je 1905. podignuta prva topionica. Do 1933. otkopavanu rudu nije trebalo obogaćivati. Pošto se proizvodnja stalno povećavala, otkopavani su i delovi ležišta sa siromašnijom rudom, pa je 1929. podignuta probna flotacija. Pošto su probe uspešno završene, 1933. godine izgrađena je i puštena u rad prva flotacija u Boru. Rezerve rude znatno su povećane 1912. istraživanjima ležišta Tilva mika. Tilva roš, kao ležište zlatonosnog pirita sa relativno malim sadržajem bakra, istraženo je tokom Drugog svetskog rada. Od 1933. do 1940. Bor je godišnje proizvodio 40.000 tona blister bakra, odnosno milion tona rude visokog kvaliteta.

Prilikom povlačenja jugoslovenske vojske 1941. godine, rudničke instalacije, izvezno postrojenje, kompresorska stanica i sipke u jami rudnika Bor bili su porušeni. U drugoj godini okupacije, Nemci, uz velike probleme, pokreću proizvodnju i zaključuju da bi bilo pogodnije preći na površinsku eksploataciju. Tako je 1942. otvoren površinski kop Tilva mika. U toku rata u Boru je otkopano 1,37 miliona tona rude, iz koje je proizvedeno 55 hiljada tona blister bakra, 2,2 tona zlata i desetak tona srebra. Borski rudnik Nemci su koristili i kao koncentracioni logor. U njemu je bilo oko deset hiljada logoraša (Srba, Jevreja, Cigana i Mađara) koji su radili u rudniku.

U ležištu rude bizmuta, bakra i zlata Aljin dol 1907. godine urađeni su prvi istražni radovi. Tokom Prvog i naročito Drugog svetskog rata Nemci su podzemno eksploatisali ovo ležište. Posle oslobođenja eksploatacija je obustavljena. Od 1956. do 1958. RTB Bor izvodio je geološka istraživanja na ovom lokalitetu. Urađeno je oko 1.000 metara potkopa i hodnika. Eksploatacija nije pokrenuta zbog malih rezervi.

U Majdanpeku je 1908. počela proizvodnja pirita i trajala je do prvih godina posle Drugog svetskog rata. U XIX veku svoju istoriju Majdanpek je započeo kao rudnik gvožđa, zatim kratko vreme kao rudnik gvožđa i bakra, na kraju kao rudnik bakra.

Rudnik gvožđa Ljubija otvoren je 1916. na brdu Javorik kod Ljubije, radi ratnih potreba Austrougarske. Za prevoz rude izgrađena je pruga uskog koloseka Ljubija–Prijedor, dužine 19 kilometara, makadamski put 12,5 kilometara i postrojenje za pretovar rude u Prijedoru radi daljeg transporta prugom normalnog koloseka izgrađenom 1873. U nehumanim uslovima rudarske i druge teške fizičke poslove obavljalo je nekoliko hiljada zarobljenih Rusa, Italijana i Srba.

Britanska firma Selection Trust počela je 1924. godine da ispituje mineralno-sirovinske potencijale polimetaličnog ležišta Trepče (olovo, cink, srebro, zlato, bizmut, germanijum, galijum, indijum, selenijum i telur). Pošto su već početni rezultati davali jasne pokazatelje o ogromnom rudnom potencijalu, firma je 1926. potpisala ugovor o koncesiji sa Radomirom Pašićem (sinom Nikole Pašića), poznatim po privrednim malverzacijama. Ubrzo, u decembru 1927. osnovana je kompanija Trepča Mines Limited, sa sedištem u Londonu, generalnom direkcijom u Zvečanu, sa 2.400 zaposlenih radnika, 55 inženjera i početnim kapitalom oko 300.000 funti. Rukovodstvo kompanije činilo je 20 stranaca. Na mestu starog rudnika iz srednjeg veka, 1930. otvoren je rudnik Stari trg i izgrađena flotacija. U toku probnog rada vađeno je oko 500 tona rude dnevno, dve godine kasnije proizvodnja je učetrostručena. Do Drugog svetskog rata proizvedeno je oko 5.700.000 tona rude, odnosno 625.000 tona koncentrata olova, 685.000 tona koncentrata cinka i 444.000 tona koncentrata pirita. Podataka o proizvodnji plemenitih metala nema. Koncentrat je izvožen preko luke u Solunu. Radi racionalizacije proizvodnje, u Zvečanu je 1940. izgrađena topionica olova. Trepča se, zahvaljujući veoma povoljnim koncentracijama rude i metala, razvila u najveći rudnik olova i cinka u Evropi. Vlasnici su iz Trepče izvlačili ogromnu dobit, primera radi 1937. dobit je iznosila pola milijarde tadašnjih dinara.

Otvoraju se i drugi rudnici olova, cinka i plemenitih metala. Rudnik Lece otvorili su 1931. British Pacific i Rudnik bakra Bor. Do Drugog svetskog rata proizvedeno je oko 590.000 tona rude, prosečnog sadržaja olova 3,6%; cinka 6,5% i zlata 4,7–9,4 grama po toni. Proizvodnja je obustavljena 1941, a rudnik je u toku rata korišćen kao magacinski prostor.

Rudnik Belo brdo (u početku se zvao Kopaonik) otvoren je 1936. godine, sa visokim sadržajima metala u rudi: olova 9–10%, cinka 6–7% i srebra 80–100 grama po toni. Rudarski radovi izvođeni su na više horizonata, godišnje je otkopavano 60.000 – 120.000 tona rude. Iste godine otvoren je rudnik olova i cinka Veliki majdan, na padinama planine Jagodnja u blizini Ljubovije.

Pred Drugi svetski rat Srbija je proizvodila 40% evropskog antimona. Najveći deo te proizvodnje poticao je iz podrinjskih rudnika Krupnja, Zajače, Stolica i Dobrog potoka. Uprava podrinjskih rudnika, formirana radi eksploatacije olova, predložila je državi kao vlasniku 1889. godine da se pokuša pretapanje antimonskih ruda, pošto je cena antimona – metala bila znatno povoljnija od cene olova. Pripreme na rudnicima i u topionici brzo su završene, i već u januaru 1890. počela je proizvodnja antimona. Rezultati su bili odlični: bogata oksidna ruda stavljena je neposredno u plamenu peć. Krupanjski rudnik i topionica antimona radili su s povremenim prekidima do 1944. Rudnik Stolice otvoren je 1916. za vreme austrijske okupacije, i davao je više od 90% rude krupanjskoj topionici. Otkopana ruda u zajačkim rudištima je do 1901. godine neposredno prodavana i izvožena. Od 1901. situacija se menja puštanjem u pogon topionice koja se sastojala iz tri peći za oksidaciju i dve plamene peći za redukciju rude. Topionički pogon u Zajači i Krupnju radili su s prekidima. Posle Prvog svetskog rata topionica u Zajači nije radila do 1936. kada zbog priprema za rat koncesije za proizvodnju antimona preuzima nemački kapital Montanija AD. Dve godine kasnije u Zajači je puštena u rad najmodernija topionica antimona u Evropi. Industrijska potrošnja uglja postepeno raste. Početkom XX veka Senjski rudnik je najveći i najznačajniji rudnik uglja. Inženjer M. Blagojević, načelnik tadašnjeg Rudarskog odeljenja, kaže za Senjski rudnik da je to „jedino državno preduzeće koje radi sa uspehom i koje je donelo zemlji velike koristi...”. Zbog transporta uglja, pruga uskog koloseka Čuprija–Senjski rudnik produžena je 1907. za 10 kilometara do Ravne reke. Sledeće godine počela je eksploatacija uglja u rudniku Ravna reka. Rudnik je izgrađen po najvišim tehničkim merilima onog vremena. Iz elektrane u Ravnoj reci Senjski rudnik je 1908. dobio električnu energiju za osvetljenje.



*Rudnik uglja
Ravna reka, 1908.*

Sa otvaranjem rudnika Ravna reka značajno je povećana proizvodnja uglja. Uoči Balkanskog rata 1912. iznosila je preko 136.000 tona. Za vreme Prvog svetskog rata Senjski rudnik i rudnik Ravna reka bili su pod bugarskom okupacijom, upravljanje rudnicima bilo je u rukama Nemaca.

Zahvaljujući ulaganjima trgovca iz Čuprije Nikole Jocića, između 1904. i 1907. godine otkrivena su ležišta uglja i otvoreni rudnici u atarima sela Stenjevac, Strmosten i Židilje. Resavski rudnici 1910. ulaze u finansijsku krizu, pa Jocić svoje koncesiono pravo prenosi na Ota Štajnbajsa, nemačkog industrijalca. Godinu dana kasnije Jocić dobija koncesiju za površinsku eksploataciju uglja novootkrivenog ležišta Bare i gradi 1912–1914. žičaru Bare – Ravna reka. Žičara je bila postavljena na drvene stubove, polovno uže je kupljeno od rudnika Aleksinac, za pogon je

korišćen lokomobil od 50 KS. Posle Prvog svetskog rata, dobivši veliki iznos na ime ratne reparacije, Jocić pokreće proizvodnju u Resavskim rudnicima, Stenjevcu, Strmostenu, Panjevcu i Resavici.

U Čupriji je 1929. izgrađena elektrana, separacija, briketarnica, a rudnik Resavica spojen žičarom sa železničkom stanicom u Senjskom rudniku. Zahvaljujući modernizaciji Resavski rudnici su pred Drugi svetski rat dostigli proizvodnju 190.000 tona uglja.

U XX stoleće Kostolačko rudarstvo ulazi sa značajnim tehnološkim pomacima. Za potrebe osvetljenja mesta i rudnika, za pokretanje ventilatora i motora u jami Stari Kostolac 1903. godine izgrađena je elektrana snage 45 kW. Zahvaljujući električnoj energiji proizvodnja uglja je za kratko vreme povećana za 250%, 1909. proizvedeno je 52.581 tona. U blizini rudnika 1906. podignuta je fabrika stakla, što govori o nastojanju da se racionalno gazduje raspoloživim mineralnim resursima. Fabriku su uništili Austrijanci 1915. artiljerijskom vatrom.



Rudnik antimona Zajača, sredina HH veka

Uoči Prvog svetskog rata rudnik je opremljen sa dva parna kotla zagrevne površine 120 m², parnom mašinom snage 60 KS, sa dve pumpe, generatorom snage 40 kW, dva elektromotora pojedinačne snage 2 kW i sa dva otkopna čekića. U nameri da proširi proizvodnju otvaranjem još tri jame, Vajfert je u novembru 1913. objedinio postojeće povlastice. Rat je, međutim, onemogućio realizaciju ove ideje. Najavom rata iz rudnika su mobilisani mineri, komordžije, kovači i drugi kvalifikovani radnici, što je u proizvodnji pravilo velike probleme. Naknadnom mobilizacijom svih muškaraca, rudnik je prestao da radi 11. maja 1914. godine. Okupacijom Srbije 1915. rudnikom najpre upravljaju Bugari, a zatim Austrijanci, koji su svakodnevnom dovoženjem radne snage iz logora u Kovinu i Beloj Crkvi podigli godišnju proizvodnju na 24.000 tona uglja.

Posle Prvog svetskog rata sa gradnjom elektrana i industrijskih postrojenja u većim gradovima pored Dunava kostolački ugalj kao energent dobija na značaju, tako da godišnja proizvodnja uglja 1922. iznosi 107.500 tona. Česti požari i veliki pritisci u jami, odnosno teški eksploatacioni uslovi, uticali su na to da se 1928. donese odluka o otvaranju novog potkopa (počeo sa proizvodnjom 1930) i o obustavi radova 1933. u jami Sveti Đorđe, simbolu kostolačkog rudarstva.

Puštanje u rad elektrane „Snaga i svetlost” snage 30.000 kW 1930. u Beogradu uticalo je na to da se zbog sigurnosti dostave uglja izgradi 2,5 kilometra pruge uskog koloseka između rudnika i pristaništa na Dunavu.

Jedan od važnijih momenata između dva rata u Kostolačkom ugljenom basenu je izgradnja dalekovoda između „Gradske centrale” u Požarevcu i Klenovnika 1934. Osim obezbeđenja napajanja električnom energijom, iste godine izgrađena je žičara za transport klenovničkog uglja do Požarevca, kapaciteta 25 tona na čas.

Za otvaranje rudnika Ćirikovac u Kostolačkom ugljenom basenu 1928. godine povlasticu je dobilo Deoničarsko društvo za električna, prometna i industrijska preduzeća iz Zemuna. Rudnik je pušten u rad sledeće godine, ali konkurenciju Kostolca i Klenovnika, Ćirikovac nije mogao da izdrži, te je 1935. obustavljena proizvodnja.

Odmah po kapitulaciji Jugoslavije okupator je zaposeo i pokrenuo proizvodnju u rudnicima Kostolac i Klenovnik. Nemački plan bio je da Kostolac postane jedan od snažnih energetske centara u Podunavlju. Električnom energijom, nastalom iz ovog uglja, napajali bi se rudnik u Boru i industrijski pogoni u Beogradu. Saglasno planovima, radi intenziviranja proizvodnje, početkom 1942. doveli su u Kostolac pet parnih bagera i započeli radove na otkrivanju uglja, odnosno otvaranje površinskog kopa. Posle gotovo dve godine rada na otkrivenju, otkopavanje uglja započelo je krajem 1943. Uporedo sa otvaranjem površinskog kopa Novi Kostolac, počeli su, sredinom 1942, gradnju termoelektrane i dalekovoda Kostolac–Bor i Kostolac–Beograd. Proizvodnju u rudnicima Kostolca pratio je krvavi teror, dovedena je specijalna jedinica za oružanu kontrolu rada u rudnicima. Radna snaga je svakodnevno dovođena, 1943. radilo je 2.500–3.000 radnika, prisilno dovedenih ljudi, interniraca i mobilisane omladine.

Ručno otkopavanje malih količina uglja u Kolubarskom basenu vezuje se za kraj XIX i početak XX veka, odnosno za 1896. kada je otvorena jama Zvizdar. Pored jame Zvizdar ugalej se kopao u brojnim jamama: Sokolovac, Prkosava-Rudovci, Skobalj, Kolubara, Veliki Crljeni, Kosmaj, Baroševac, Junkovac, Šopići, Radljevo i dr. Izgradnjom termoelektrane u Vreocima 1937. godine snage 14 MW, usitnjena i slabo organizovana proizvodnja prerasta u ozbiljniju podzemnu eksploataciju lignita, što je početak rađanja Rudarskog basena Kolubara koji je posle Drugog svetskog rata izrastao u najveći rudarsko-energetski sistem Jugoslavije. Izgradnja elektrane i njene potrebe za ugljem uticale su na otvaranje jame Junkovac 1936, dnevnog kapaciteta 400 t uglja. Rudnik je bio dobro opremljen, raspolagao je zasekavicama, električnim bušilicama, a za otpremu uglja u termoelektranu izgrađena je žičara dužine 5 km. Rad jame obustavljen je 1943. godine.

U Kosovskom ugljenom basenu, sa preko 12 milijardi tona geoloških rezervi lignita, ručno otkopavanje izdanaka ležišta uglja na lokalitetu Dobro selo počinje 1922. Tridesetih godina XX veka otvorena je jama Kosovo i izgrađena žičara za transport uglja do železničke stanice Obilić. Posle Drugog svetskog rata otvorene su dve nove jame Kruševac i Sibovac.

Jamsko otkopavanje kamenog uglja u Boljevcu počelo je početkom XX veka. Koncesiju za eksploataciju uglja 1903. godine dobio je Mihajlo Čebinac, kraljevački kamenorezac.

Prva istraživanja i rudarski radovi u Bogovinskom ugljenom basenu izvedeni su početkom XX veka. Razvoj Borskog rudnika bakra uticao je na intenziviranje proizvodnje u rudniku uglja Bogovina, tako da je 1920. dostignut godišnji nivo od 76.000 tona mrkog uglja. U to vreme Bogovina je učestvovala sa 43% u proizvodnji mrkog uglja u Srbiji.

Da bi se obezbedio lakši transport uglja iz Ugljevika, 1916–1918. godine izgrađena je pruga uskog koloseka Ugljevik – Bijeljina – Bosanska Rača. Austrougarska je na gradnji pruge angažovala ruske i srpske zarobljenike, i lokalno stanovništvo pod prinudom. Posle Prvog svetskog rata država ulaže značajna sredstva u rudnik uglja u Ugljeviku.



Ugljevik, površinski kop uglja, direkcija rudnika i utovarna stanica, 1921.

Sagrađena je zgrada direkcije rudnika 1921, podstaknuta i podržana izgradnja rudarskog naselja 1929. Na Savi, kod Bosanske Rače, 1934. izgrađen je most, ugaj se do tada prevezio preko reke žičarom koja je bila u funkciji do Drugog svetskog rata. Zbog potreba rudnika, 1939. produžena je pruga uskog koloseka do Mezgraje, gde je otvorena nova jama.

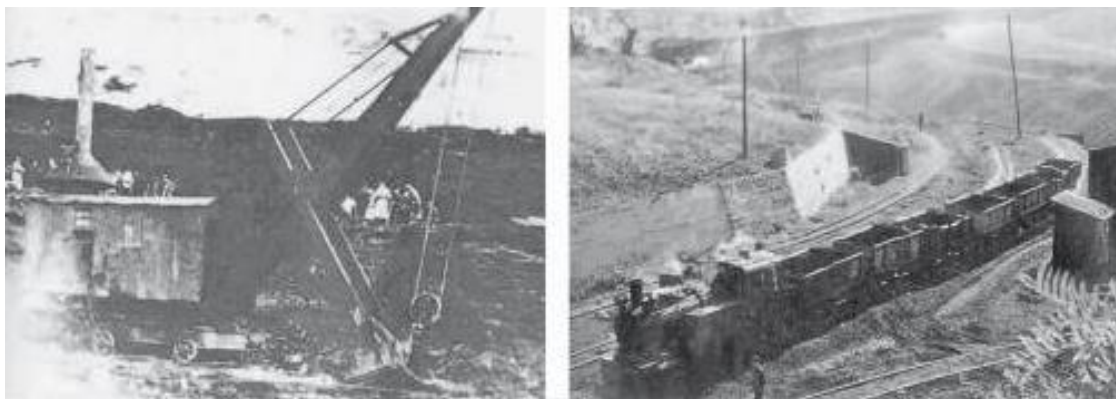
U prvoj polovini XX veka raste značaj i širi se eksploatacija nemetaličnih mineralnih sirovina. Intenzivna istraživanja rude magnezita na teritorijama Čačka i Gornjeg Milanovca izvođena su 1927. i u isto vreme italijanska akcionarska društva Salvar i Emilka započinju eksploataciju ove rude. Masovna eksploatacija glina i industrijska proizvodnja opeke i crepa u Kanjiži počinje 1903. godine, u Novom Bečeju 1904, u okolini Šapca 1938.

Eksploatacija trahita u kamenolomu Rakovac započeta je 1937. godine. Na Fruškoj gori je i pre otvaranja ovog površinskog kopa eksploatisan kamen na nekoliko manjih kamenoloma u vlasništvu pojedinaca ili akcionarskih društava (Bazalt i Paragovo). Kako su potrebe za tehničkim kamenom rasle i uviđajući ekonomski značaj kamenoloma na Fruškoj gori, Tehničko odeljenje Banske uprave Dunavske banovine započelo je akciju obaranja visokih cena kamena otvaranjem državnog kamenoloma kod Rakovca koji bi bio konkurentan privatnim kamenolomima.

Na osnovu geološke karte A. Koha, na lokalitetima Gradac, Lišajev vrh, Kišnjeva glava, Sedam izvora i Buškina ugljara na Fruškoj gori izvršena su geološka istraživanja. Dobijene rezultate januara 1931. sagledala je komisija sastavljena od eminentnih geologa Univerziteta u Beogradu, M. Lukovića, J. Tomića i K. Petkovića, koja je dala pozitivan nalaz o prisustvu veće količine visokokvalitetnog eruptivnog kamena. Izvršena su i ispitivanja tehničkih svojstava trahita koja su potvrdila odličan kvalitet kamena.

Na ovim nalazima Banska uprava je pripremila projektnu dokumentaciju otvaranja kamenoloma, objekata i opreme. Od 1932–1935. godine Banska uprava je prikupila ponude inostranih firmi za isporuku potrebne opreme i njenu montažu (za rudarske radove, za drobilno postrojenje i za vazдушnu žičaru za transport kamena od kamenoloma Kišnjeva glava do obale Dunava u Novim Ledincima). Prijavilo se 57 firmi iz Evrope i Amerike. Ugovori su sklopljeni sa Ingersol-Rand iz Njujorka za kompresorsko postrojenje i bušaće čekiće, sa Humbolt-om iz Kelna za drobilno postrojenje i prosejavanje, sa AEG iz Berlina za elektropokretanje, sa Blajhert-om iz Lajpciga za žičaru, itd. Pripremni radovi za otvaranje površinskog kopa na lokalitetu Kišnjeva glava kod Starog Rakovca započeti su 1934. izgradnjom prilaznih puteva, magacina i pratećih objekata. Sa gradnjom postrojenja za drobljenje započelo se 1936. godine, u probni rad pogoni su pušteni septembra 1937, a posle četiri meseca u

redovnu proizvodnju. Tako je ulaganjem kapitala Dunavske banovine započeta eksploatacija trahita na lokalitetu Kišnjeva glava. Proizvodnja je brzo podizana, tako da je 1939. dostigla godišnji nivo od 200.000 m³ kamena. Izgradnja žičare dužine 5.900 m, bio je smeo tehnički i finansijski poduhvat. Pristanište na Dunavu kod Novih Ledinaca pokazalo se veoma pogodnim za utovar kamena u šlepove i jeftin transport vodenim putevima. Izgrađen je bunker velikog kapaciteta za utovar kamena u vagone i kamione, što je omogućilo transport kamionima i železnicom (pruga Beočin – Petrovaradin). Ovo je školski primer promišljenog i odličnog stručnog vođenja postupka od geoloških istraživanja do otvaranja i eksploatacije ležišta.



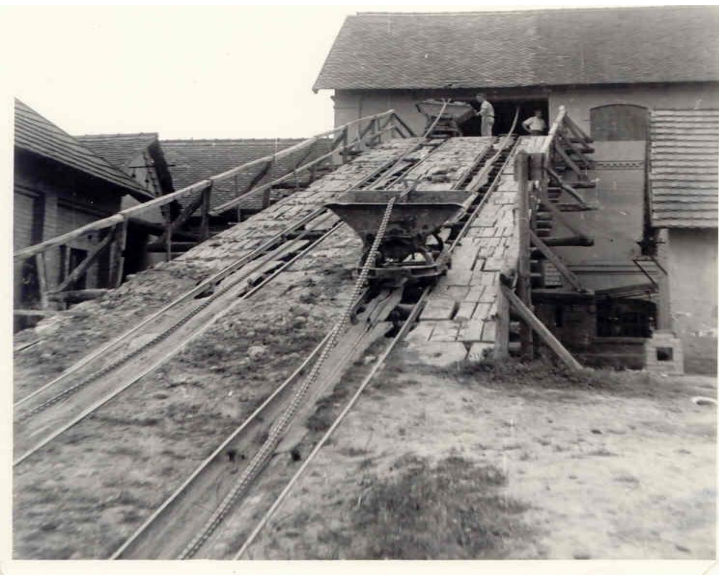
Kostolac, parni bager u radu na površinskom kopu i željeznički transport uglja, 1945

Na početku XX veka nastavlja se modernizacija fabrike cementa u Beočinu, 1904. gradi se radnička stambena kolonija, za otpremu cementa 1908. puštena je u rad železnička pruga Beočin–Petrovaradin, dve godine kasnije, izgradnjom žičare, modernizovana je i doprema krečnjaka sa površinskog kopa Erdelj. Postrojenja stare fabrike cementa Filijala obustavila su rad 1915. Do 1941. godine proizvodnja je u više navrata modernizovana, 1920. fabrika je nacionalizovana i dobila naziv Beočinska fabrika cementa, 1922. većinski deo akcija preuzima Cementia Holding iz Ciriha. Tokom Drugog svetskog rata neki pogoni su minirani tako da cementara nije radila.

Eksploatacija laporca i proizvodnja cementa u Popovcu (pokrenuo 1869. Lazar Popović, klinker pekao u jamskoj peći prečnika 2 m, i mleo u cement u vodenici potočari) dostigla je 1903. godišnji nivo od 700 tona cementa.

Sa preuzimanjem cementare, Beogradska trgovačka banka započinje modernizaciju proizvodnje, puštene su u pogon dve vertikalne peći i novi mlinovi koje pokreće parna mašina snage 450 KS, a proizvodnja podignuta na 25 tona roman i portland cementa dnevno. Pred Prvi svetski rat novi vlasnik cementare u Popovcu postaje novoosnovano akcionarsko društvo Francusko-srpska industrija cementa a.d. sa kapitalom francuskog i češkog porekla. Novi vlasnici nastavljaju modernizaciju cementare, 1913. godine puštena je u rad rotaciona peć i proizvodnja podignuta na 60 tona cementa dnevno. Za transport cementa izgrađena je pruga uskog koloseka do Paraćina, a za dopremu uglja iz rudnika u Sisevcu žičara. Tokom Drugog svetskog rata cementara je radila, posle rata (1956) izgrađena je nova fabrika, koja je kao simbol vremena dobila ime Novi Popovac.

Razvoj rudarske privrede ne bi bio moguć bez odgovarajuće geološke podrške. Značajnu funkciju u tom smislu imao je Geološki institut Kraljevine Jugoslavije, osnovan 29. decembra 1930. godine sa jasno definisanim zadatkom u Članu 1 Zakona o osnivanju, u kome stoji: „...po utvrđenom planu i savremenim naučnim metodama vrši proučavanje tla (površinskog zemljišta) i dubljih delova Zemlje, mineralnog blaga i podzemnih voda...” Savetodavno telo Geološkog instituta bio je Geološki komitet, čiji je prvi predsednik bio Vladimir Petković.



*Kanjiža, gore – radovi na
otkopavanju i utovaru gline,
dole - navozište u pogonu ciglane*

Od osnivanja do početka Drugog svetskog rata Geološki institut je publikovao 11 listova geološke karte 1:100.000 i 14 listova 1:75.000. Objavljeno je osam brojeva Vesnika Geološkog instituta Kraljevine Jugoslavije, pet rasprava i dva broja Godišnjaka. Tokom Drugog svetskog rata pod upravom nemačkog okupatora Geološki institut nije imao izdavačku delatnost.

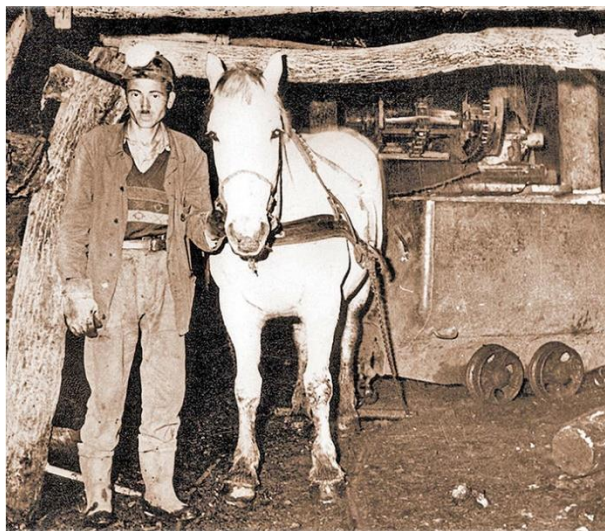
Sa početkom Drugog svetskog rata i nemačkom okupacijom završava se faza ekonomskog slobodnog razvoja srpskog rudarstva. Tokom Drugog svetskog rata Nemci eksploatišu i raubuju sva značajnija ležišta uglja, bakra, olova, cinka, antimona, srebra i zlata. Rudnik Blagojev kamen je tipičan primer te bezobzirne pljačke. Rudnici su pretvarani u logore, ljudi su internirani, prisilno dovođeni da rade, a sve to je pratio krvavi teror.

7. DRUGA POLOVINA XX VEKA

Posle Drugog svetskog rata, u porušenoj i opustošenoj zemlji rudnici su nacionalizovani. U takvom ambijentu ulažu se veliki investicioni i stručni napori da se rudarstvo revitalizuje i oživi proizvodnja. Nedostatak stručnjaka bio je veoma izražen. Svesna te činjenice, država brzo reaguje i osmišljeno kreće u stvaranje obrazovnih i naučnih institucija, sa zadatkom da obezbede inženjersku i naučnu podršku razvoju. Osniva se 1. decembra 1944. godine Naučno-istraživački institut pri Povereništvu za rudarstvo Nacionalnog komiteta oslobođenja Jugoslavije, 1946. formiran je Geološko-istraživački institut pri Ministarstvu rudarstva NR Srbije. Iste godine Ministarstvo prosvete NR Srbije donosi odluku o pokretanju studija rudarstva i otvaranju Rudarskog odseka na Tehničkom fakultetu u Beogradu, na kome će se pored rudarskih školovati i geološki stručnjaci. Rudarski odsek ubrzo će prerasti u Rudarski i Geološki fakultet, a zatim u jedinstven Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu. Detaljno o razvoju naučnih, školskih i drugih institucija od značaja za naše rudarstvo i geologiju u drugoj polovini HH veka u odeljku 2.2.1 monografije Srpsko rudarstvo i geologija u drugoj polovini HH veka (AINS, Matica srpska, Rudarski institut, Beograd, 2014).

Pošto Monografija sadrži detaljnu faktografiju, radi racionalnosti i hronološkog kontinuiteta u nastavku ovog odeljka obuhvaćena su samo ključna dešavanja u srpskom rudarstvu i geologiji u drugoj polovini XX veka, odnosno od Drugog svetskog rata do prvih godina druge dekade XXI veka.

U Kostolcu, kao rudarskom basenu sa najdužom tradicijom, posle oslobođenja nemoguće je bilo nastaviti gradnju termoelektrane koju su započeli Nemci. Oni su sa sobom odneli ili uništili tehničku dokumentaciju i deo opreme. Zato je odlučeno 1948. da se demontira i u Kostolac prenese oprema prve termoelektrane u Beogradu, i izgradi termoelektrana Mali Kostolac, snage 8 MW. Godinu dana kasnije pušten je u pogon i prvi od četiri turbogeneratora termoelektrane Veliki Kostolac, ukupne snage 44 MW.



*Rudarski basen Kolubara,
Junkovac rudnik sa podzemnom
eksploatacijom uglja, za vuču
vagana korišćeni su konji*

Budućnost eksploatacije uglja u Kostolačkom basenu nije bila u podzemnoj eksploataciji, pa je jama Klenovnik zatvorena 1959. godine, jama Stari Kostolac 1966, a najkraće je radila jama Ćirikovac 1955–1957. Površinski kop Klenovnik otvoren je 1968, a površinski kop Ćirikovac 1973. i primenjena je kontinualna tehnologija otkopavanja. Termoelektrana Kostolac A1, snage 100 MW, puštena je u rad 1967, a termoelektrana Kostolac A2, snage 210 MW, 1980. Obe elektrane su i danas u pogonu.

Na površinskom kopu Kostolac obustavljena je proizvodnja 1980, a na površinskim kopovima Klenovnik i Ćirikovac 2009.

Odluka o otvaranju površinskog kopa Drmno i termoelektrane Kostolac B (u javnosti poznatija kao termoelektrana Drmno) doneta je 1976. godine. Očuvanje i konzervacija delova arheološkog nalazišta Viminacijum i iskršli finansijski problemi usporavali su pripremne rudarske radove i izgradnju termoelektrane. Oktobra 1977. započeto je otvaranje površinskog kopa Drmno, a za proizvodnju uglja kop je bio spreman posle šest godina (1983).

Brojnost investitora i raznolikost opreme na kojoj su insistirali u toku gradnje termoelektrane Kostolac B uzrokovali su stalne izmene projektnih rešenja. Prva proba postrojenja izvedena je 15. septembra 1985. kada su se ponovo pojavili tehnički problemi o kojima se nije javno govorilo, tako da je blok B1 termoelektrane, snage 348,5 MW, pušten u rad 30. decembra 1987. Drugi blok B2, iste snage, počeo je da radi u januaru, da bi nekoliko meseci kasnije došlo do havarije na turbini. Ne zadugo dogodila se havarija i na bloku B1 eksplodirao je cevni sistem, a jedan radnik je poginuo. Procenjeno je da će sanacija cevnog sistema trajati dugo, pa je odlučeno da se turbogenerator bloka B1 premesti u blok B2. Sticajem izvesnih okolnosti, ali pre svega usled grešaka kod izbora investitora i isporučilaca opreme, izgradnja termoelektrane Kostolac B bila je opterećena brojnim problemima i trajala je veoma dugo. Od 1870. i proizvedenih 15.050 ćumručkih centi (752,5 tona) uglja do danas je u Kostolačkom basenu otkopano više od 212 miliona t uglja, 93% površinskom i 7% podzemnom eksploatacijom. Godišnji obim proizvodnje uglja povećan je za oko 12 hiljada puta. Energetski i tehničko-tehnološki Kostolac je dao ogroman doprinos industrijskom razvoju Srbije.



*Rudarski basen Kolubara,
otvaranje površinskog
kopa uglja Polje D, 1961*

Posle Drugog svetskog rata Kolubarski ugljeni basen izrastao je u najveći rudarsko-energetski sistem Jugoslavije. Skupu i niskoproduktivnu podzemnu eksploataciju uglja zamenila je površinska eksploatacija. Površinsko otkopavanje lignita počelo je 1952. otvaranjem površinskog kopa Polje A u istočnom delu basena. U istom delu basena otvoreni su i površinski kopovi Polje B 1952. i Polje D 1961. U zapadnom delu Kolubarskog basena

otvoreni su površinski kopovi: Tamnava Istočno polje 1979, Tamnava Zapadno polje 1994. i Veliki Crljeni 2008. Postrojenje za čišćenje uglja mokrim separisanjem pušteno je u rad 1956, postrojenje za sušenje uglja počelo je da radi 1957, prva faza suve separacije uglja završena je 1969, nova sušara počela je da radi 1986. godine. Ugalj se od drobiličnih postrojenja transportuje železnicom do termoelektrana Nikola Tesla (A i B) u Obrenovcu, Kolubara u Velikim Crljenima i Morava u Svilajncu. Manje količine uglja (oko 10%) namenjene su za široku potrošnju.



Elektroprivreda Srbije, detalji sa površinskih kopova uglja u Kolubari i Kostolcu, danas

Od početka otkopavanja uglja 1896. do danas u kolubarskim rudnicima otkopano je oko milijardu tona uglja i oko dve milijarde kubnih metara jalovine. Na površinskim kopovima iskopano je 98,33%, a u jamama 1,67% uglja.

Danas Rudarski basen Kolubara godišnje proizvodi oko 30 miliona tona uglja, otkopava 80 miliona metara kubnih jalovine, ostvaruje 70% proizvodnje uglja u Srbiji i iz energije uglja proizvodi 52% električne energije u zemlji. Godišnje se proizvede oko 450.000 tona rovnog komadnog uglja i oko 600.000 tona sušenog uglja za potrebe industrije i široke potrošnje.

U Kosovskom ugljenom basenu posle Drugog svetskog rata otvorene su jame Kruševac i Sibovac. Podzemna eksploatacija obustavljena je 1966. godine zatvaranjem jame Kosovo. Površinski kop Dobro selo otvoren je 1956. godine, a 1968. dobijene su i prve količine uglja sa površinskog kopa Belačevac. Površinski kopovi snabdevacu lignitom termoelektrane Kosovo A i B, ukupne instalisane snage 1.478 MW.

Posle oslobođenja oživljava i povećava se podzemna eksploatacija mrkih i kamenih ugljeva u lbarskim rudnicima-Baljevac, Rembasa-Resavica, Aleksinac, Bogovina, Sokolu i dr. Početkom sedamdesetih godina energetska politika zemlje i cena nafte na svetskom tržištu, sa jedne strane, i usitnjena i niskoproduktivna podzemna eksploatacija uglja, sa druge strane, utiču na obustavljanje proizvodnje i zatvaranje mnogih jama. U Vrdniku, u najstarijem rudniku uglja u Srbiji, obustavljeni su eksploatacioni radovi 1968, u Rudniku mrkog uglja u Aleksincu 1989. posle velike nesreće itd.



Bor, površinski kop rude bakra, 1952

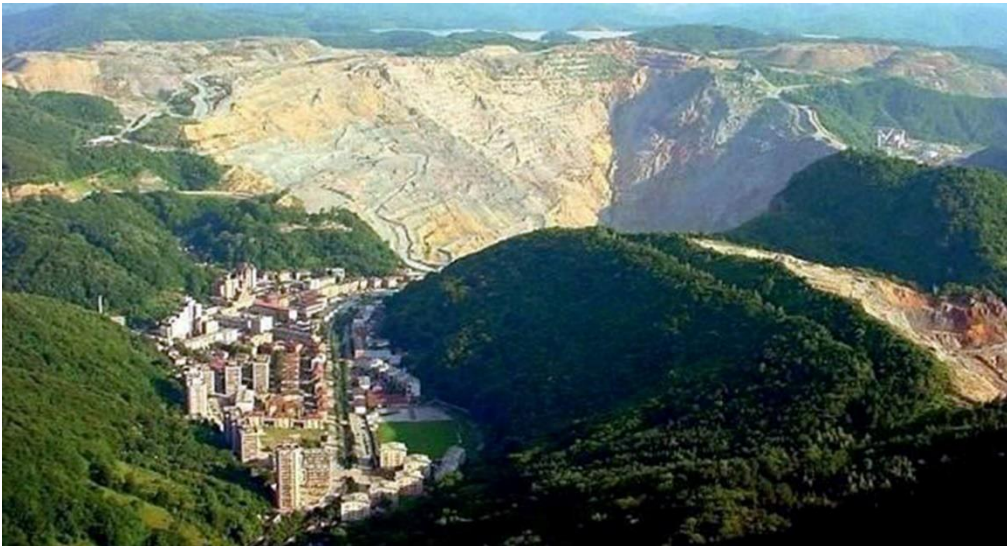
Prilikom povlačenja Nemci su demontirali i uništili ili poneli opremu, što je komplikovalo i otežavalo revitalizaciju rudnika i pokretanje proizvodnje u Boru. Rudnik bakra Bor nacionalizovan je 1950. Početkom 1953. odlučeno je, a 1957. započeta prva faza izgradnje i rekonstrukcije rudnika, obuhvatajući i topionicu, proizvodnju sumporne kiseline i izgradnju pruge Vražogrnac-Bor, kojom je Bor povezan sa železničkom mrežom zemlje. Druga faza razvoja basena Bor, koja je obuhvatila i Rudnik bakra Majdanpek, počela je 1965.

Etapno su građeni i šireni kapaciteti Rudarsko-topioničarskog basena Bor, rudnički objekti podzemne i površinske eksploatacije, flotacije i topionica. Od 1958. do 1967. površinski je otkopano ležište Lipe u blizini Crnog vrha. U blizini sela Mali Krivelj, od 1960. do 1969. jamski je otkopavana bogata ruda. U neposrednoj blizini metalurških pogona i flotacije rudnika otkriveno je rudno telo H, koje je površinski otkopano od 1978. do 1984. U blizini rudničkog okna otkriveno je rudno telo Novo okno, koje je takođe jamski otkopano.

Površinski kop sa flotacijom Veliki Krivelj otvoren je 1982, sa godišnjom proizvodnjom oko 12 miliona tona rude, a 1993. otvoren je manji površinski kop Cerovo I. U Rudniku bakra Bor do sada je proizvedeno oko 2 miliona tona bakra tržišne vrednosti (prema današnjim cenama) oko 16 milijardi dolara, 137 t zlata vrednosti oko 6,3 milijarde dolara, 410 t srebra vrednosti oko 304 miliona dolara. Nema podataka o proizvedenim količinama i vrednosti ostalih korisnik komponenata.

Posle oslobođenja izgradnja Rudnika bakra Majdanpek počinje rešenjem Savezne vlade 1954. godine i odobravanjem početnih finansijskih sredstava 1957. Izgradnja rudnika trajala je nepune četiri godine, 1957–1961.

Radovi na otvaranju površinskog kopa Južni revir započeti su 1958. Prve tone koncentrata rude bakra upućene su u topionicu 25. juna 1961. i ta godina je protekla u uhadavanju proizvodnje. Redovna proizvodnja uspostavljena je 1962. ambicioznim planom da se otkopa šest miliona tona jalovine i tri miliona tona rude, odnosno da se dobije 100 hiljada tona koncentrata sa sadržajem bakra 20%. Plan je prebačen za 400.000 tona iskopina. Tih godina proizvodnja rude se ustalila na 3,5–3,6 miliona tona godišnje, a 1967. otkopane količine otkrivke povećane su sa 6,5 na 22 miliona tona. Te godine proizvedeno je 140.000 tona koncentrata.



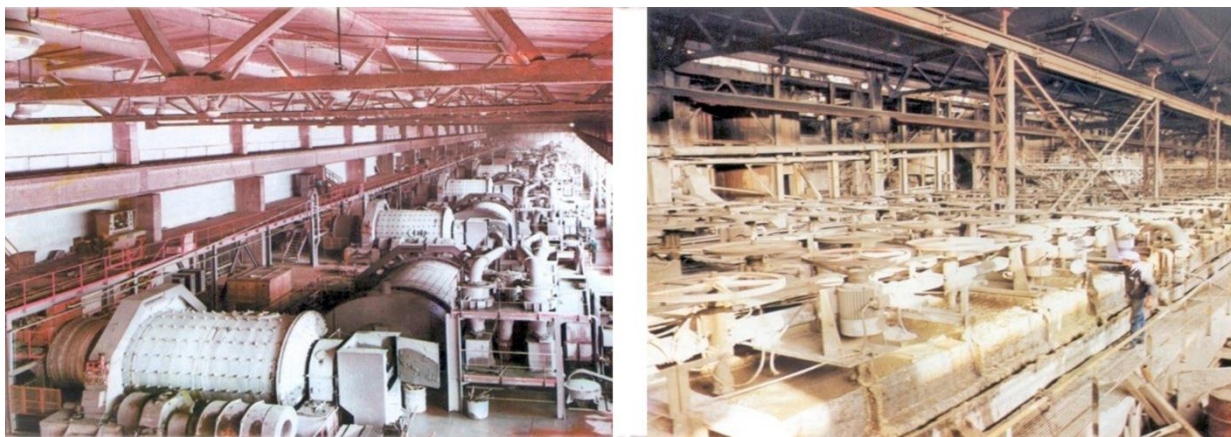
*Panorama
Majdanpeka i
površinskih
kopova: Južni
(u centru slike)
i Severni revir
(desno).
Elektronske
novine, 2014;
Photo Stock.*

Jedno od osnovnih načela rudarstva da samo stalan razvoj i modernizacija mogu osigurati ekonomičnost proizvodnje i opstanak u Rudniku bakra Majdanpek dobro je usvojeno, pa se već uz završavanje prve faze izgradnje traže mogućnosti dalje modernizacije rudnika. Materijalna osnova ovakvom pristupu u planiranju činilo je 220 miliona tona utvrđenih rezervi rude sa srednjim sadržajem bakra 0,75%. Najznačajniji dometi druge faze razvoja bili su: povećanje godišnjeg obima proizvodnje rude za 2,7 miliona tona i izgradnja nove flotacije – najvećeg objekta te vrste u Evropi. Uz brojnu flotacijsku opremu i instalacije montirana su četiri mlina kapaciteta 170 tona na čas, 260 flotacijskih ćelija i 48 pumpi.

Uparedo sa rudnikom gradio se i razvijao grad Majdanpek. Primera radi, tokom druge faze razvoja izgrađeno je oko hiljadu stanova, brojni infrastrukturni i drugi objekti neophodni za funkcionisanje grada. Krajem druge faze razvoja, 1971. počinje izgradnja zlatare i fabrike bakarnih cevi.

Oscilacije cena obojenih metala na svetskom tržištu koje se gotovo po pravilu periodično dešavaju, pogoršanje uslova eksploatacije sa zahvatima na većim dubinama i pad sadržaja bakra u rudi Rudnik bakra Majdanpek uspešno je prevazilazio stalnim tehnološkim unapređenjima, povećavanjem proizvodnje i proizvodnosti, boljim korišćenjem resursa i smanjivanjem troškova poslovanja. Prosečna godišnja proizvodnja ustalila se na oko 12 miliona tona rude, 1984. uvodi se u primenu transportni sistem sa trakama, koristi se nova generacija kapitalnih rudarskih mašina, bageri zapremine kašike 18 m³, damperi nosivosti preko 200 tona, izgrađen je zatvoreni sistem drobljenja i slično. Uporedo sa razvojem površinskog kopa Južni revir, 1986. otvara se novi površinski kop Severni revir.

Rudnik bakra Majdanpek bio je u grupi najvećih rudnika te vrste u svetu, proizveo je oko 1,8 miliona tona bakra tržišne vrednosti (prema današnjim cenama) oko 14,4 milijarde dolara, 168 tona zlata vrednosti 7,73 milijarde dolara, 780 tona srebra vrednosti 578 miliona dolara.



Flotacija Rudnika bakra Majdanpek, 1986.

Najmlađa oblast srpskog mineralno-sirovinskog kompleksa je naftno rudarstvo. Prvi koraci u ovoj oblasti rudarstva vezani su za nastanak i razvoj Naftne industrije Srbije. U potrazi za naftom i gasom u Vojvodini strukturalna bušenja počela su 1947. a gravimetrijska ispitivanja 1948.



RTB Bor, Flotacija rudnika bakra Veliki Krivelj, danas



RTB Bor, površinski kop Veliki Krivelj i jama Bor, danas

Embrion Naftne industrije Srbije je Preduzeće za istraživanje i proizvodnju nafte i gasa, formirano u Zrenjaninu odlukom Vlade FNRJ 1949. Pri osnivanju zadatak preduzeća bio je da započne istraživanja i proizvodnju nafte i gasa u severoistočnom delu Srbije. Preduzeće je 1953. dobilo novi naziv Naftagas. Prva etapa razvoja trajala je od 1949. do 1956. na području Banata. Prvo gasno polje pronađeno je 13. jula 1949. erupcijom na bušotini Vg-2 kod Velike Grede.

Naredne godine u Bečeju je otkriveno novo gasno polje sa prisustvom ugljen-dioksida. Početna faza prve etape završena je 1952. otkrićem prvog naftnog polja kod sela Jermenovci, nedaleko od Vršca. Polje nije bilo veliko, ali je bilo veoma značajno sa stručnog aspekta, njegovim otkrićem demantovano je mišljenje da u istočnom delu Panonskog basena nema nafte. U razdoblju 1952–1956. ulažu se napori i koncentrišu svi raspoloživi resursi da se prvo naftno polje pusti u proizvodnju. Polje je trebalo potpuno istražiti, uraditi projektnu dokumentaciju i eksploatacione bušotine, izgraditi instalacije i osposobiti ležište za eksploataciju. To je sve završeno 1956, kada je na polju Jermenovci proizvedeno 6.500 tona nafte.



NIS Naftagas, bušenje i eksploatacija nafte, 1989

Narednih godina intenziviraju se i unapređuju istraživanja nafte i gasa i aktiviraju novootkrivena naftna, naftno-gasna i gasna polja: Lokve (1957), Elemir (1959), Plandište (1962), Kikinda (1963), Mokrin (1963), Kikinda-Varoš (1965), Janošik (1966), Velebit (1968), Gospođinci (1969), Tilva (1969), Mramorak (1970), Begejci (1971), i tako

do polja Martonoš (1987). Naftno polje Turija Sever, jedno od naših većih naftnih ležišta, u proizvodnju je pušteno 1991. godine.

Istraživanja nafte i gasa izvođena su i na drugim terenima u Srbiji: u Pomoravlju, Podunavlju, Dunavskom ključu, timočkom kraju, kruševačkom basenu, vranjskom basenu i na potezu Čačak–Kraljevo. Od 1949. do 1987. u Srbiji je izbušeno oko 1.700 bušotina, odnosno oko 2 miliona i 700 hiljada metara istražnih i eksploatacionih bušotina.

Od 1969. uporedo sa istraživanjima nafte i gasa, Naftagas je započeo sistematska istraživanja termomineralnih voda. Između 1969. i 1979. izbušeno je i ispitano 17 bušotina radi dobijanja termomineralnih voda i geotermalne energije. Prvi sistem za korišćenje podzemnih geotermalnih voda počeo je da radi 1978. u Bačkom Karađorđevu, sledili su banja Junaković kod Apatina, banja Kanjiža, geotermalni sistemi u Kikindi i Srbobranu itd. Na prelazu XX veka u XXI, prosečna godišnja proizvodnja NIS Naftagasa je oko 750 hiljada tona nafte i 450 milijardi (normalnih) metara kubnih gasa.

Razmišljanje o trajanju rudarstva na tlu Srbije vodi nas praistorijskom rudarstvu bakra na Rudnoj glavi, a razmišljanje o prvobitnom prikupljanju kremena, pigmentata, opsidijana i korišćenju glina vodi još u dalju prošlost.

Posle Drugog svetskog rata, sa izgradnjom i industrijalizacijom zemlje, duga tradicija eksploatacije i korišćenja nemetalnih mineralnih sirovina oživljava osavremenjavanjem postojećih i izgradnjom brojnih novih kapaciteta za proizvodnju cementa, opeke, crepa, keramike, stakla, kreča, gipsa, tehničkog i arhitektonskog kamena itd. Fabrike cementa u Beočinu, Novom Popovcu, Kosjeriću i Đeneral Jankoviću osavremenjavaju tehnologiju i podižu kapacitete proizvodnje do ukupnog godišnjeg nivoa blizu četiri miliona tona cementa.

Na eksploataciji glina širi se i gradi industrija opeke, crepa i keramike, sa najvećim pogonima u Kikindi, Kanjiži, Novom Bečeju, Leskovcu, Šapcu, Mladenovcu i Vlasotincu. Proizvodni potencijali ove privredne grane dostižu dve milijarde komada opeke, tavaničnih i zidnih blokova, oko 270 miliona komada crepa i ekvivalentno oko milion tona keramičkih pločica, sanitarne i ukrasne keramike. Obim i kvalitet proizvodnje mineralne industrije nemetala otvorio je inostrana tržišta i obezbedio plasman dela proizvodnje.

Sredinom druge polovine XX veka u svetu dolazi do velikih istraživačkih prodora i otkrivanja novih naučnih područja u geologiji i rudarstvu, u čemu naši stručnjaci aktivno istraživački učestvuju. Naučnim rezultatima u poniklim oblastima matematičkog modeliranja, simulacije, sistemskih nauka i operacionih istraživanja, primenjenog računarstva i računarski integrisanih tehnologija u rudarstvu i geologiji, ostvareni su doprinosi koji su našu naučnu misao svrstali u svetski vrh. To se neposredno odrazilo na inovacije u obrazovanju rudarskih i geoloških stručnjaka, na unapređenje inženjerske misli, uvođenje novih nastavnih predmeta i studijskih programa na redovnim i posle diplomskim studijama, i podstaklo je interesovanje stranih studenata i stručnjaka za dolazak na školovanje i usavršavanje kod nas.

U dugom vremenskom hodu kroz istoriju, srpsko rudarstvo i geologija su najveći privredni i naučni uspon ostvarili u drugoj polovini XX stoleća. Istorijsko pravilo da rudarstvo sa geologijom kao supstruktura svih civilizacija deli sudbinu čovečanstva i ima uspone i stagnacije potvrđuju događaji u našem rudarstvu i geologiji u poslednjoj dekadi HH stoleća i prvoj dekadi HHI stoleća.

Pred raspad Jugoslavije početkom devedesetih godina prošlog stoleća, Srbija je kao njena najveća republika imala razvijenu mineralnu ekonomiju. Ova tvrdnja se zasniva na rezervama mineralnih sirovina, dostignutom nivou eksploatacije najvažnijih mineralnih resursa, udelu mineralne ekonomije u spoljnotrgovinskom prometu, učešću mineralno-sirovinskog kompleksa u industriji zemlje i ekonomsko-vrednosnoj oceni mineralnog bogatstva zemlje. Godišnje je eksploatisano oko 100 miliona tona različitih ruda, što je, srazmerno veličini Srbije,

relativno velika proizvodnja. Obojeni, plemeniti metali i koncentrati obojenih metala zauzimali su visoku poziciju u spoljnotrgovinskom bilansu zemlje. Do kraja osamdesetih godina prošlog stoleća, ulaganja u geološka istraživanja, u razvoj i unapređenje proizvodnje postojećih i otvaranje novih rudnika imala su uzlazni trend.



Potisje Kanjiža, površinski kop Majdan III i komandni centar računarski podržanog sistema sa satelitskom GPS tehnologijom za nadzor i upravljanje eksploatacijom i transportom gline, 2000

Sa raspadom Jugoslavije i uvođenjem ekonomskih sankcija koje su nametnule zapadne zemlje dolazi do stagnacije, nazadovanja i brojnih problema u privredi i ekonomiji zemlje, shodno tome i u mineralnoj ekonomiji. Smanjuje se ili obustavlja proizvodnja brojnih rudnika, desetostruko se smanjuju ulaganja u geološka istraživanja, obustavljaju se investicije u izgradnju i otvaranje novih kapaciteta, nestaju ulaganja u osavremenjavanje postojećih rudničkih tehnologija i nabavku nove opreme i mašina. U uslovima sankcija i prekinutog platnog prometa sa inostranstvom nabavka rezervnih delova za uvozne rudničke mašine veoma je otežana i jedino moguća preko brojnih posrednika, što je višestruko povećavalo troškove poslovanja.

Nedovoljne količine domaće i nedostatak nafte iz uvoza, kao glavnog energenta u rudnicima sa cikličnim tehnologijama eksploatacije, uzrokuju zastoje, redukciju proizvodnje i gubitke, a nafta sa „crnog” tržišta osetno poskupljuje rudničku proizvodnju.

Ratni sukobi izazvani na prostorima bivše Jugoslavije domaću industriju za proizvodnju privrednih eksploziva orijentišu na proizvodnju za vojne potrebe, što dovodi do nedostatka eksplozivnih sredstava za potrebe rudarstva, do ometanja proizvodnje, gubitaka i višestrukog uvećanja troškova. Društvene turbulencije, teška ekonomska situacija u zemlji i spolja stalno podsticana politička previranja usložnjavaju društvene odnose i nepovoljno utiču na kadrovsku strukturu mnogih rudnika. Veliki pad zarada u rudnicima uzrokuje odliv kadrova, naročito visokoobrazovanih iskusnih stručnjaka. Ovo dodatno komplikuje postojeće probleme, mlađi, nepripremljeni i tehnološki nedovoljno uigrani kadrovi preuzimaju rukovodeće pozicije u proizvodnji i neretko prave ozbiljne propuste, greške i ozbiljne štete.

U ovakvim uslovima, oslabljena rudarska privreda, u nastojanju da očuva proizvodne funkcije, prestaje da ulaže u razvoj, gubi apsorpcionu sposobnost za prihvatanje novih naučnih i tehničkih dostignuća, što se odražava i kroz pad potreba za istraživačkim i inženjerskim projektantskim uslugama. Nedostatak istraživačkih i projektantskih poslova i urušena opšta ekonomska situacija u zemlji uzrokuju siromašenje materijalne baze, smanjenje zarada i odlazak kadrova sa fakulteta, instituta i projektantskih kuća. Posledice su improvizacije u projektovanju, nizak kvalitet projekata i gubitak naučnog i stručnog podmlatka. Problemi uzrokovani ekonomskom i političkom blokadom narastaju „milosrdnim” NATO bombardovanjem zemlje 1999. godine čiji su strateški ciljevi zauzimanje dela teritorije Republike Srbije – Kosova i Metohije, razaranje infrastrukture i stvaranje uslova za privatizaciju kojom će zemalja biti dovedena u zavisnost.

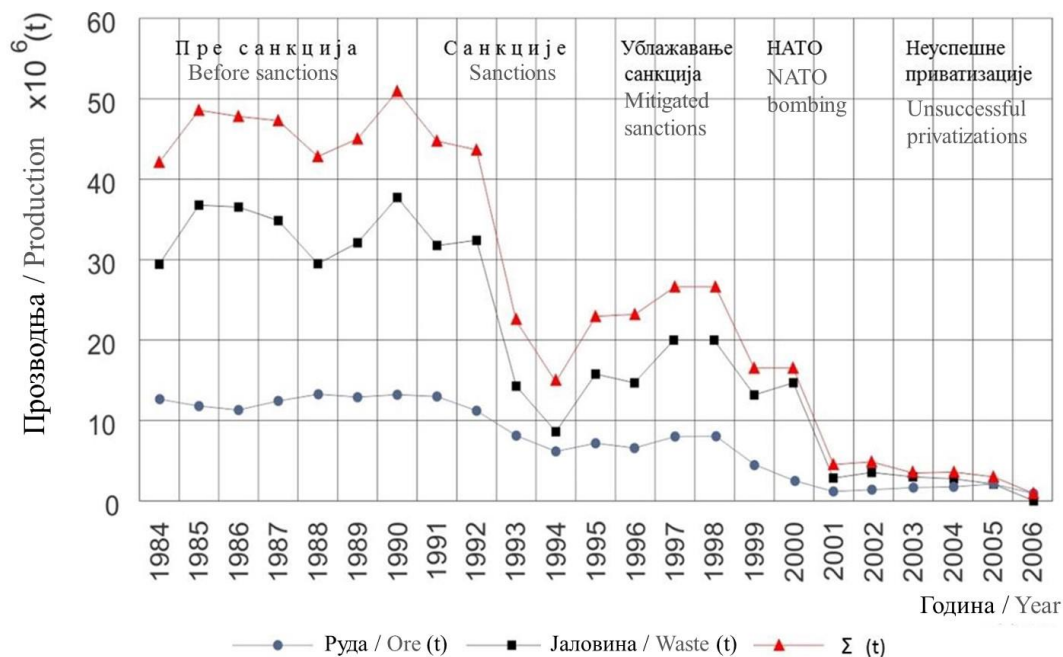
Urušavanje privrede zemlje i rudarstva privatizacijom po modelu licenciranom i nametnutom sa zapada, čiji cilj nije osavremenjavanje i prevođenje privrede u efikasnije i produktivnije stanje već prevashodno otimanje resursa, brzo bogaćenje i uništavanje proizvodnje radi osvajanja tržišta, ima brojne negativne posledice, a najteže su gašenje industrijske proizvodnje, veliki porast nezaposlenosti i ogromna zaduženost zemlje.

Ovo je kratka slika razornih posledica po rudarstvo Srbije, generisanih ekonomskom blokadom, bestijalnim NATO bombardovanjem (24. mart – 10. juni 1999) u kojem je bezočno učestvovalo 19 zapadnih zemalja predvođenih SAD, a zatim tranzicijom i privatizacijom.

Rudarsko-topioničarski basen Bor (RTB Bor) delio je sudbinu ovih događanja, stoga iz faktografskih razloga iznosimo konkretne podatke iz ovog perioda, a slika koju pružaju podaci za RTB Bor slična je slici ukupnih događanja u privredi i rudarstvu zemlje.

Pre uvođenja ekonomskih sankcija Srbiji, RTB Bor bio je jedan od značajnijih svetskih proizvođača bakra i plemenitih metala, poznat u svetu po visokom kvalitetu katodnog bakra. Za ekonomiju Srbije RTB Bor je posebno značajna kompanija, ona godišnje donosi državi više stotina miliona dolara. Kompanija je sa svojim proizvodnim i mineralno-sirovinskim potencijalima strateški važna za razvoj srpske privrede, ali igra važnu ulogu i za ekonomski prosperitet zemalja u okruženju.

Promene uslova privređivanja sa uvođenjem ekonomske blokade imale su snažno dejstvo na uslove rada i efekte proizvodnje. U Rudniku bakra Majdanpek koji posluje u sistemu RTB Bor smanjena je proizvodnja rude za 51%, jalovine za 71%, odnosno ukupno otkopane mase za 65%, broj zaposlenih smanjen je za 16%, a proizvodnja po zaposlenom radniku za 58%. Godišnja proizvodnja rude pala je sa 23 na 15,7 miliona tona. Na sledećoj slici prikazano je kretanje proizvodnje u Rudniku bakra Majdanpek, kojoj je trendovski slična proizvodnja rudarske privrede u Srbiji.



Rudnik bakra Majdanpek, proizvodnja u periodu 1984-2006.

Neproporcionalan odnos smanjenja broja zaposlenih i proizvodnje po zaposlenom objašnjava se padom proizvodnje zbog otežanog snabdevanja naftom kao pogonskim gorivom za kamione i pomoćne mašine, smanjenjem raspoloživosti mašina usled nedostatka rezervnih delova, nemogućnosti kupovine novih mašina i u izvesnoj meri zbog fluktuacije radne snage. Ilustracije radi, Rudnik bakra Majdanpek je 1991. godine raspolagao sa 14 buldozera spremnih za rad, a 1994. na raspolaganju ih je bilo osam. Ili drugi primer, između 1984. i 1991. Rudnik bakra Majdanpek je u proseku raspolagao sa 38–47 kamiona nosivosti 150, 170, 190 i 200 tona, u 1992. na raspolaganju su bila 32 kamiona, u 1993. 19, a u 1994. samo 13 kamiona spremnih za rad. Mehanizacija je održavana tako što su delovi sa jedne mašine demontirani i montirani na drugu. Nedostatak rezervnih delova, ovakvo uspostavljeno održavanje mašina i nemogućnost obnove mehanizacije rezultirali su i neusklađenim izvođenjem radova na površinskim kopovima, zaostajanjem otkopavanja jalovine, intenziviranjem otkopavanja po dubini i na površinskom kopu Južni revir obustavljanjem odvodnjavanja – čime je stvorena akumulacija sa oko 15 miliona kubnih metara vode. I pored ovakvog izvođenja radova nije bitnije poremećen sadržaj bakra u rudi, što govori o nastojanju da se ostvari pozitivan ekonomski bilans proizvodnje otkopavanjem manje količine ali bogatije rude, odnosno rude sa većim sadržajem bakra. Na primer u površinskog kopa Južni revir, najvećeg površinskog kopa u RTB Boru, do kraja 1994. prema planiranoj dinamici trebalo je da radovi siđu na kotu +215 m. Međutim, sišli su znatno niže, na kotu +140 m. Ovakvim načinom rada, kao borbom za opstanak, površinski kopovi RTB Bora, dovedeni su u stanje da je dalji razvoj nemoguć bez značajnih investicionih ulaganja u opremu, radove na otkopavanju jalovine i, naročito na površinskom kopu Južni revir u Majdanpeku, na uklanjanju velikih količina akumulisane vode.

Finansijsku situaciju u ovom periodu karakteriše erozija materijalne supstance, problem likvidnosti, ograničene mogućnosti kreditiranja i razvoja. Za podizanje i normalizaciju proizvodnje posle blokade bilo je potrebno oko 160 miliona dolara. I u tako teškim uslovima kompanija je smogla snage da u vreme sankcija investira u otvaranje

novog površinskog kopa Cerovo, u proširenje i rekonstrukciju Jame (podzemna eksploatacija) i površinskog kopa Veliki Krivelj oko 55 miliona dolara.

NATO bombardovanje pojačalo je dalje urušavanje proizvodnje. U Boru su uništeni transformatorska stanica, što je uzrokovalo obustavu proizvodnje u Topionici, i rezervoari za naftu, što je ometalo proizvodnju na površinskim kopovima i u Jami.

Previranja u tranziciji posle 2000. godine sa dve neuspele privatizacije dovode do pada proizvodnje na samo dva miliona tona rude, što je za 21 milion tona manja proizvodnja u odnosu na nominalnu proizvodnju pre uvođenja ekonomske blokade 1991. Ovo je posledica iscrpljenosti svih resursa kompanije i pogrešno vođene privatizacione politike. Promenom strateškog odnosa države prema RTB Bor, 2008. pokrenut je investicioni ciklus revitalizacije sistema, normalizacije i tehničko-tehnološke stabilizacije proizvodnje, a gradnjom nove topionice uklanjanje i ekoloških problema koje stvara tehnološki zastarelo postrojenje u Boru.

U ovom kratkom sekvencijalnom prikazu istorije srpskog rudarstva i geologije, od možda najvećeg čovekovog otkrića da komad stene u vatri prelazi u metal do savremenih računarski integrisanih rudničkih tehnologija, uočljivo je da su rudarstvo i geologija spregnuto predstavljali i predstavljaju ne samo oslonac privrednog, kulturnog, naučnog, tehničko-tehnološkog i opšteg društvenog razvoja, već su postavili temelje i iznedrili klasične inženjerske discipline, metalurgiju, mašinstvo, građevinarstvo, rudarska merenja–geodeziju, organizaciono i sistemsko inženjerstvo, mehaniku, inženjerstvo materijala, i značajno doprineli rađanju i afirmaciji elektrotehnike. Brojne činjenice ovo potvrđuju, ključna je da su prvi tehnički fakulteti, akademije i univerziteti osnovani pre više stotina godina (u Petrogradu, Frajbergu, Šemnicu, Ahenu, Pšibramu...) školovali rudarske inženjere sa integrisanim znanjima iz rudarstva, geologije, hemije, mehanike, mašinstva, građevinarstva, rudarskih merenja – geodezije, organizacije i zaštite.

U prilogu ovome je i malo poznata činjenica da je naš veliki naučnik **Mihajlo Pupin** završio sa pohvalom (kao najbolji) 1883. godine Rudarski fakultet (School of Mines) na Univerzitetu Kolumbija (osnovan 1754) u Americi. Potom je nekoliko godina proveo na Kembridžu u Engleskoj i četiri godine u Berlinu gde je kod Helmholtza doktorirao u oblasti matematičke fizike, preciznije u oblasti fizičke hemije, nauke koja je tada bila u povoju, sa temom Osmotski pritisci i slobodna energija. Vratio se 1899. na Rudarski fakultet Univerziteta Kolumbija na mesto nastavnika fizike. Tada je Univerzitet Kolumbija na sugestiju Tomasa Edisona osnovao dvogodišnje poslediplomske studije elektrotehnike (električnog inženjerstva) za studente koji su prethodno završili četiri godine Rudarskog fakulteta. Bila su dva nastavnika:



Frensis Bejkon Kroker (Francis Bacon Crocker), jedan od prvih predsednika Američkog instituta inženjera elektrotehnike, danas IEEE, i Mihajlo Pupin, koji će takođe biti predsednik ovog udruženja. Fakultet je 1896. promenio naziv u Fakultet rudarstva, inženjerstva i hemije (School of Mines, Engineering and Chemistry) i do danas još dva puta menjao ime, najpre u Fakultet inženjerstva i primenjene nauke (School of Engineering and Applied Science), kako ga i danas mnogi zovu, mada je zvanični naziv Fakultet inženjerstva i primenjene nauke Fondacije Fu (Fu Foundation School of Engineering and Applied Science) u čast Kineza Z. Y. Fu koji je fakultetu donirao 24 miliona dolara.

Postoji sličnost sa Ljubomirom Klerićem, koji je kao rudarski inženjer na Univerzitetu u Beogradu utemeljio nastavu iz predmeta Mehanika i Nauka o mašinama.

IZVORI

1. Agrikola, G., O rudarstvu i metalurgiji u XII poglavlja (Agricola G., De Re Metallica Libri XII, Basel, 1556), Prevod sa ruskog, priredili: Petković Z., Čalić N., Milovanović D., Jugoslovenska inženjerska akademija, Beograd, 2007, str. 481.
2. Aksin, V., Cvetićanin, R., Đuk, Lj. i dr., Rudarstvo Jugoslavije, NIRO Privredni vjesnik, Zagreb, 1982, str. 156.
3. Ancient Mining and Metallurgy in Southeast Europe, International Symposium, Donji Milanovac, May 20–25, 1990, Archaeological institute – Belgrade, Museum of Mining and Metallurgy – Bor, 1995.
4. Anđelković, V., urednik, Stočetdeset godina, Kostolac 1870–2010, TE-KO Kostolac, Kostolac, 2010, str.191.
5. Bogosavljević–Petrović, V., Tomović, M., Zajačak na Zapadnom Kopaoniku, Kasnoantički rudarsko-metalurški centar, Arheometalurgija, Bilten 2, 2000. 6. Bor 1903–1953, Radnički savet Rudnika bakra i Topionice Bor, 1953.
6. Vujić, S., Grujić, M., Salatić, D., Radivojević, S., Jelenković R., Rudnik bakra Majdanpek: Razvoj, stanje, budućnost, Rudnik bakra Majdanpek, Akademija inženjerskih nauka Srbije i Crne Gore i Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 2005, str. 167.
7. Vujić, S., Jovanović, B., Jordović, Č., Rudarstvo na tlu Centralnog Balkana: Osam hiljada godina istorije, Srpska akademija nauka i umetnosti, Galerija nauke i Muzej nauke i tehnike Beograd, 2003, str. 25.
8. Vujić, S., Kasaš, K., Miljanović, I., Simić, V. i Životić, D., Povećanje energetske efikasnosti proizvodnje površinskih kopova opekarskih sirovina adaptivnim vođenjem eksploatacionih procesa, Akademija inženjerskih nauka Srbije i Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 2012, str. 128.
9. Vujić, S., Operaciona istraživanja i mineralno-sirovinski kompleks: traganje za korenima primene, Zbornik radova XXV Symopis-a, Herceg Novi, 1998, str. 51–58.
10. Vujić, S., Cvijić, R., Da li je budućnost stigla? Međunarodna konferencija o računarski integrisanim tehnologijama, Prijedor, Zbornik radova, 2001, str. 31–42.
11. Vujić, S., Četrdeset godina računarstva u srpskom rudarstvu, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Srpska akademija nauka i umetnosti – Galerija nauke i tehnike, Akademija inženjerskih nauka Srbije, 2010, str. 22.
12. Vukanović, T., Rečnik drevnog rudarstva u zemljama Centralnog Balkana XII–XIII vek, Muzej rudarstva i metalurgije Bor, Bor, 1998, str. 143.
13. Vučetić, M., Jame kostolačkog majdana, JP Elektroprivreda Srbije, Beograd, 2010, str. 64.
14. Grupa autora, Kostolac 1870–1970, monografija rudnika, Združeno elektroprivredno preduzeće Srbije, Industrijsko-energetski kombinat Kostolac, 1970, str. 318.
15. Đorđević, T., Ibarski rudnici kamenog uglja, Boljevac, 1994.
16. Jovanović, P., glavni i odgovorni urednik, Sto deset godina geologije i četrdeset pet godina rudarstva na Univerzitetu u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1990, str. 469.
17. Jovanović, B., Rudna glava – Najstarije rudarstvo bakra na Centralnom Balkanu, Bakar, Bor, 1982.
18. Jovanović, D., Zlato i bakar istočne Srbije, Srpsko društvo za istoriju nauke, Beograd (reprint izdanja iz 1907), 2001.
19. Jordović, Č., Grnčarski i ciglarski centar u Viminacijumu, Saopštenje XXVI/1994, Republički zavod za zaštitu spomenika, Beograd, 1994.
20. Kameron, R., Nil, L., Kratka ekonomska istorija sveta: Od paleolitskog doba do dana, Službeni glasnik, 2011, str. 709.

21. Medić, B., Antić, S., Novaković, M., Dosadašnji razvoj NIS Naftagas i perspektive daljeg razvoja, Naftagas 1949–1989, Novi Sad, 1989.
22. Nikolić, P., Dimitrijević, D., Ugalj Jugoslavije, Pronalazaštvo, Beograd, 1990, str. 462.
23. Pantić, N., Sladić–Trifunović, M., U potrazi za korenima, Jubilarna knjiga Srpskog geološkog društva 1881–1991, Beograd, 1992, str. 8–27.
24. Radojčić, N., Zakon o rudnicima despota Stefana Lazarevića, Narodna biblioteka „Resavska škola“, Despotovac, 1995, str. 124.
26. Rudnik bakra Majdanpek: 1961–1986, RO Rudnik bakra Majdanpek, 1986.
27. Simić, V., Dolazak Feliksa Hofmana u Srbiju, jedna značajna stogodišnjica, Rudarski glasnik, sveska 3, Beograd, 1962.
28. Simić, V., Iz skorašnje prošlosti rudarstva u Srbiji, Zavod za geološka i geofizička istraživanja, knjiga 9, Beograd, 1960.
29. Simić, V., Istaknuti rudari Srbije, Rudarski glasnik, sveska 3, 1966, str. 117–125.
30. Simić, V., Istorijski razvoj našeg rudarstva, Savet za energetiku i ekstraktivnu industriju Vlade FNRJ, Beograd, 1951.
31. Simić, V., Rudarstvo gvožđa i bakra u Majdanpeku, 1848–1858, SANU, Beograd, 1980, str. 302.
32. Stamenković, Đ., Borski bakar: Prošlost-sadašnjost-budućnost, JP Štampa, radio i film, Bor, 1997.
33. Stanković, S., Četrdeset godina NIS Naftagas, Naftagas 1949–1989, Novi Sad, 1989.
34. Čalić, N., Draškić, D., Priprema mineralnih sirovina u istoriji rudarstva do 1918. godine. PINUS Zapisi, Beograd, br 7, 1997, str. 93–115.
35. Ćirković, S., Kovačević–Kojić, D., Ćuk, R., Staro srpsko rudarstvo, Prometej – Vukova zadužbina, Beograd, 2002, str. 259.
36. Ćuzović, M., Stajić, D., Ostojić, M., Od nezdravog kamena do crnog zlata, JP PEU, Resavica, 2004, str. 315.
37. Šarić, J., Institute of Archaeology, Belgrade, Lower Palaeolithic site Kremenac near the village Rujnik (Serbia), Starinar LXI/2011, pp 7–31.

INTERNET

38. <http://www.ajmonegde.com/Rudna-glava.html>
39. <http://alfiehumanities.blogspot.com/2011/11/day-in-life-of-homo-sapiens-by-alfie.html>
40. <http://www.muzej-petrovacnamlavi.org.rs>http://www.panacomp.net/srbija?mesto=srbija_plocnik
41. http://www.paundurlic.com/rg_borajov.htm
42. http://www.planeta.rs/02/nauka_kao_zivot.htm
43. <http://sr.wikipedia.org>
44. <http://www.google.rs/#q=the+mines+medieval>
45. https://www.google.rs/search?q=Illustrations+of+life+and+work+in+the+Neolithic+period&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=_lo4Dzj7NxLlvM%253A%252C5DZHvRrPAoO6xM%252C_&usg=__sZfPeMTd6ilG5IkY4G-X8KdsXO0%3D&sa=X&ved=0ahUKEwjr3-vv4LPbAhUpqxYKHWIhCzQQ9QEIQzAD#imgrc
46. https://www.google.rs/search?tbm=isch&q=kovanice+keltskog+novca&chips=q:kovanice+keltskog+novca,online_chips:nov%C4%8Di%C4%87i,online_chips:rinski+novac&sa=X&ved=0ahUKEwi948C17LPbAhWwh6YKHRgzDXcQ4IYIKSgC&biw=1920&bih=925&dpr=1#imgdii=wQ0dLfkVneayUM:&imgrc=5AK6oyQzqrLRIM
47. https://www.google.rs/search?tbm=isch&q=kovanice+keltskog+novca&chips=q:kovanice+keltskog+novca,online_chips:nov%C4%8Di%C4%87i,online_chips:rinski+novac&sa=X&ved=0ahUKEwi948C17LPbAhWwh6YKHRgzDXcQ4IYIKSgC&biw=1920&bih=925&dpr=1#imgdii=wQ0dLfkVneayUM:&imgrc=5AK6oyQzqrLRIM
48. https://sr.wikipedia.org/wiki/Тврђава_Ново_Брдо