

ИСТОРИЈА СРПСКОГ РУДАРСТВА

Слободан Вујић

Уз сагласност аутора преузето из: *Српско рударство и геологија у другој половини XX века, Корени*, стр. 1-38, Академија инжењерских наука Србије, Матица српска и Рударски институт Београд, 2014, 564 стр.

ОСАМ ХИЉАДА ГОДИНА ТРАЈАЊА

Појава рударства и геологије везана је за настојања човека да природу потчини својим потребама, да користи ресурсе које му природа пружа, да произведе оруђа за рад и обезбеди егзистенцију. Пређен је дуг пут од првобитног површинског прикупљања минерала и једног од највећих човекових открића у историји, које се догодило пре осам хиљада година, да комад стене у ватри прелази у метал. Рударство и геологија неодвојиво постоје готово колико и људски род, чинили су и чине ослонац привредног, културног, научног, техничко-технолошког и општег друштвеног развоја. Развијали су се или стагнирали, доносили благостања или страдања, утицали на ток историје.

Археологија указује на то да су корени рударства, геологије и металургије у праисторији на подручју Србије. То потврђују бројна археолошка налазишта, својеврсни репрезентативни споменици културе – Криво поље код Рамаће, Рујник код Ниша, Рудна глава код Мајданпека, Мали Штурац (Прлови) на Руднику, Беловоде у близини Петровца на Млави, Плочник недалеко од Прокупља, Стојник на Космају итд.

Стара мудрост да је историја сведок времена, светлост истине и учитељица живота (testis temporum, lux veritatis et magistra vitae) на примеру историје рударства и геологије потврђује своју истинитост и учи нас да са нама не почиње развој, нити од нас историја, да смо само карика у процесу који траје. Зато је за разумевање и вредновање достигнућа савременог рударства и геологије неопходно сагледати магистралну линију развоја рударства и геологије и успоставити везу између прошлости и садашњости. Са том намером у овом поглављу дат је сажет приказ историје и развоја рударства и геологије на подручју Србије, од праисторије, преко римске епохе, средњег века до данашњих дана.

1. ПРАИСТОРИЈА

Од појаве људи који користе оруђе из природе, од дрвета, костију и камена, до првобитног површинског прикупљања минерала, прошло је више стотина хиљада година. Ова претпоставка је растегљива, не само због веома оскудних археолошких доказа, већ и због различитог и растегљивог тумачења времена еволуције људског рода. Истраживања најстаријег рударства на подручју Србије започета су у Мајданпеку и Бору почетком XX века. Тражење и прикупљање кремена, опсидијана и пигмента представљају клице заједничког зачетка рударства и геологије. У почетке рударења сврстава се и копање глине за израду керамичких судова, прибора за рибарење, ткање и загревање (тегови, пршљенци) и у грађевинске сврхе. Позајмишта са којих се праисторијски човек снабдевао глином присутна су на свим локалитетима неолитских насеља Централног и Источног Балкана, као што су епонимна насеља Винча–Бело брдо и Старчево [8]. Неолит или млађе камено доба обележавају напуштање номадског и почетак стационарног начина живота, затим појава првих сталних насеља са колибама од дрвета, блата и сламе, сточарства и земљорадње, обрада камена глачањем, израда и украшавање предмета од печене глине, јавља се фигурална пластика и предмети култног карактера. Друштвена организованост структурирана је на родове, братства и племена.

Потреба за глином определила је праисторијске људе да своја насеља подижу тамо где је било глине. У ширем смислу на тим локацијама данас су најчешће циглане, што потврђује да су знали да одаберу квалитетну глину. Нажалост, многи микролокалитети на којима је глина ископавана у праисторији не могу се прецизно одредити, али се на основу упоредних анализа узорака глина и археолошких материјала поуздано зна да је копана у непосредној близини насеља [9].



Слика 1.1-1, Неолитске културе Европе, касни неолит (Д. Јацановић, М. Кораћ)

Тумач: 1 – Винча, 2 – Кукутени Трипоље, 3 – Димини, 4 – Данило, 5 – Бутмир,
6 – Култура тракасте керамике, 7 – Неолит Северене Европе, 8 – Неолит Западне Европе

Најстарије познато прикупљање и коришћење кремена на територији Србије је Кременац код села Рујник, недалеко од Ниша. Локалитет је познат по налазима артефаката из палеолита [38].

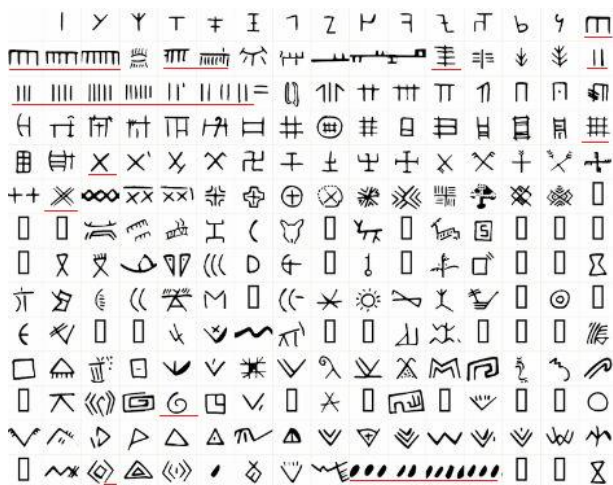
Установљено је да су у Кривом пољу код Рамаће у старијем неолиту (старчевачка култура, средина VII и прва половина VI миленијума пре нове ере) коришћени опал, калцедон и јаспис. Еруптивни камен употребљаван у неолиту и раном енеолиту за оруђа и сечива користио се у ту сврху и касније после открића метала – бакра и

злата. Искуства израде каменог оруђа и оружја пренета су у метално доба, по узору на најуспешније камене облике израђивано је оруђе и оружје од метала.

Археолошки истражено насеље Винча сматра се највишим достигнућем неолитске културе у Европи. Било је центар прве урбане европске цивилизације, са становништвом које је живело у складу са природом, којем су организација, знање и толеранција основне вредности. Матична област винчанске културе обухватала је простор Централног Балкана са језгром у Србији [44]. За настанак и развој најпре старчевачке а затим винчанске културе кључни значај имао је Дунав са притокама Савом, Дравом, Тисом, Тамишем и Моравом. То је омогућавало лакше кретање (комуникацију) и погодновало развоју лова, риболова и земљорадње. На посућу и другим предметима пронађеним у Винчи налазе се писани трагови. Сматра се да је то најранији облик писма, названо винчанско писмо, а познато је и као винчаница или србица. Становници Винче вадиле су руду живе цинабарит на Авали, из које су добијали црвени пигмент цинобер, а са Карпата су доносили опсидијан (вулканско стакло) који су користили као сечиво. Иако има мало одређених и исцрпних података о процесу који је дуго трајао, сабирањем разбацаних археолошких доказа, од пре седам до осам хиљада година, долази се до једног од највећих човекових открића у историји да комад стене на високој температури (у ватри) прелази у метал. Треба напоменути да је човек метал као петрографски материјал познавао пре открића топљења. То је самородни бакар који је налазио у природи и користио за израду накита.

У недостатку руде на површини земље коју је могао да топи, човек постепено напушта примарно површинско рударење и силази у дубину земље где открива свет скривеног минералног богатства. Последице ових великих открића којима су постављени темељи даљег техничког и технолошког развоја и које су зачетак заједничке клице рударства, геологије и металургије, ни данас нису потпуно схваћене. Свакако, не би требало преувеличавати револуционарну природу промена које су се одиграле током периода за који се претпоставља да је трајао више стотина година. Промене су биле толико споре и постепене да судеоници процеса нису ни могли имати представу о његовом значају за човечанство. Уколико има смисла без писаних трагова говорити о подстреку, промене су започете прилагођавањем и опстанком у не увек наклоњеној средини.

Уочљиве су неке сличности тог времена са модерним добом. То се пре свега односи на: потребе за минералним сировинама и металом, акумулисање рударских, минералних (геолошких) и металуршких искустава и знања, побољшавање делотворности нових металних оруђа и оружја, сагласно данашњим схватањима можемо казати успостављање комуникације и трговине металом.



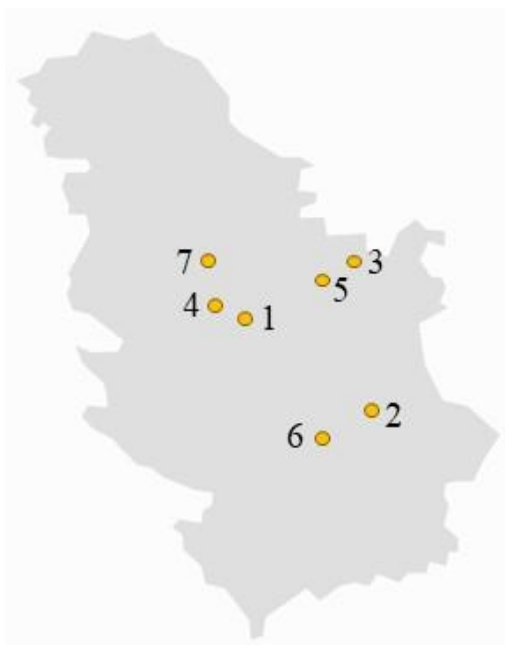
Винча, неолитска фигура од теракоте и симболи писмо [44].



Рудна глава, праисторијска рударска окна [38].

Једно од најбогатијих археолошко-рударских подручја Европе је територија Србије са налазиштима најстаријих рударских радова: Рудна глава код Мајданпека, Беловоде у близини Петровца на Млави, Плочник код Прокупља, Мали Штурац (Прлови) на Руднику, Стојник на Космају, Јармовац код Прибоја, Дели Јован, Рујник итд. Ова налазишта представљају изузетне споменике културе почетака рударства, геологије и металургије у неолиту и раном енеолиту.

Археолошко налазиште Рудна глава откривено је тек пошто је савременом површинском експлоатацијом магнетита на овом локалитету оштећен средишњи најважнији део налазишта. На срећу, и поред оштећења, сачувано је довољно археолошких доказа за реконструкцију првобитног рударства бакра. Пронађена керамика и оруђа којима су се служили израђени су од локалних материјала, уз чињеницу да нема трагова других утицаја, јасан су доказ аутохтоности знања, рада и искустава рудара Рудне главе [39].



Бројни археолошка налазишта указују да су корени рударства у праисторији на подручју Србије.

ЗНАЧАЈНИЈА НАЛАЗИШТА:

1. Криво поље код Рамаће,
2. Рујник код Ниша,
3. Рудна глава код Мајданпека,
4. Мали Штурац (Прлови) на Руднику,
5. Беловоде у Близини Петровца на Млави,
6. Плочник недалеко од Прокупља,
7. Стојник на Космају.



Реконструкција радилишта [46]

Приликом археолошких истраживања у окнима на Рудној глави (1968–1989), академик Борислав Јовановић (Археолошки институт САНУ) и Илија Јанковић (Музеј рударства и металургије Бор), на местима употребе пронашли су очуване керамичке судове, амфоре, жртвеник са главом јелена и првобитне алате: камене батове (чекић од облутка), грабље од јеленског рога, коштана шила и пробојке. Пронађене су и четири оставе са каменим батовима (данас бисмо рекли складишта за алате). Утврђено је да рударство Рудне главе припада винчанској култури, крају фазе Винча-Тордош II и почетку фазе Винча-Плочник I. Поред остатака праисторијског рударства, на локалитету су пронађени трагови вађења руде из каснијег, претпоставља се античког раздобља [43].



*Рудна глава – жртвеник, посуде и алат (1, 2 и 3);
Злот – алатке од кости и гвожђа (4 и 5);
Источна Србија – бакарне секире (6, 7 и 8), [8].*



*Плочник, фигуре
и бакарни суд [41].*

Захваљујући археолошким истраживањима на Рудној глави, могуће је објаснити како је дошло до најранијег рударства бакра. Превлаке изданака руде бакра (карбонатних минерала, малахита, азурита и самородног бакра) разликују се од околине по зеленоплавој и црвеној боји. То је сигурно изазивало радозналост људи који су на том простору ловили дивљач. Претпостављамо да је стицајем околности ловац zaloжио ватру на самом изданку лежишта или да је комад руде који је ту нашао неким случајем ставио у ватру. И у једном и у другом случају резултат излагања високој температури био је исти, метал се топио – добијен је бакар. Ово спонтано сазнање и радозналост утицали су да човек уочи последичну везу између руде и ватре и покуша поново да изведе исто. Покушаји су били каткад успешни каткад неуспешни, трајали су дуго, вероватно више стотина година, док нису стечени неопходно искуство, вештина и обједињено знање о разликовању и откривању минерала, о откопавању и топљењу руде.

У прилог овој претпоставци иде чињеница да је руда откопавана углавном у вертикалним окнима (јамама), то јест у вертикалним каналима рудних сочива пречника 1,5–2 метра. Откопавање сочива започиње припремом површине терена око будућег окна. У ту сврху коришћени су алати које је нудила природа, с временом они су усавршавани, прилагођавани и обликовани. Као главно оруђе за разбијање и уситњавање руде служили су камени батови различитих величина и тежина, пијуци су израђивани од круне и чеоних парожак јеленских рогова, лопате од лопатичних костију вола, јелена, свиње или неке друге животиње, а клинови од јеленских парожак. Користиле су се и камене секире, док су јеленски рогови са два парошка служили као грабље.



Плочник, реконструкција насеља [41].

Ударцима камених батова обешених о кожно ремење руда је разбијана и вађена до нивоа подземних вода и у повољним условима када није било падавина и воде у окнима. Учињена су и мала техничка побољшања, а највећи технолошки напредак у откопавању праисторијски рудар достигао је коришћењем ватре и воде за разарање стена. Загревањем и наглим хлађењем (ширењем и скупљањем) стена се распада. Примену ове технологије на Рудној глави потврђују већи керамички судови пронађени у окнима који су служили за доношење воде за поливање угрејане стене. Комади руде изношени су у кожним торбама на површину, пребирани, чишћени (зар то не подсећа на припрему минералних сировина данас?) и затим одношени у насеља где су топљени. Топљење се одвијало на огњишту, а касније у малим једноставним пећима [43]. Руда је топљена и у окнима ложењем јаке ватре. Истопљени метал се сливао и хватао у мале плитке керамичке посуде на дну окна. У енеолиту се јављају камени и керамички калупи за ливење метала.

Умешност праисторијских рудара потврђује дубина окана, најдубље је око 20 метара, а број и распоред око 40 откривених окана указује на то да је експлоатација руде бакра на Рудној глави била интензивна и да је трајала веома дуго.

Археолошко налазиште Плочник (1927, Миодраг Грујић, кустос Народног музеја у Београду; 1996–2008, Душан Шљивар, археолог и Јулка Кузмановић Цветковић, кустос Народног музеја Топлице у Прокупљу) налази се недалеко од Прокупља и припада винчанској култури. У Плочнику су пронађени бројни предмети и оруђа од керамике, камена и бакра. Уз пећи од земље за топљење метала откривене су дуваљке за ватру и пронађени бакарни комади, што сведочи да су становници Плочника знали како пронаћи руду бакра, како је откопати, пренети, истопити и направити оруђе и оружје. Истраживања нису открила непосредне локације где је руда откопавана, нити остатке шљаке настале топљењем. Претпоставља се да су руду добијали из лежишта азурита и малахита са локалитета око Топлице, Косанице и Бањске реке [41].

Археолошко налазиште Беловоде (1954, проф. Никола Крстић, сарадник Народног музеја у Пожаревцу) у близини Петровца на Млави припада винчанској култури. Остаци материјалне културе на овом локалитету сведоче о развијеној занатској делатности. Разноврсност и квалитет пронађеног посуђа показују висок технолошки ниво грнчарског заната, а алати од кремента и камена указују на избор материјала од којих су израђивани. Најзначајније за овај локалитет је примарна металургија бакра, о којој сведочи откриће рудника у непосредној близини (изворишни део потока Решковица), затим великих камених батова коришћених за разбијање руде, керамичког калупа за ливење длета, привесака и перли од малахита [41].

Археолошка налазишта која су из прошлости изронила на Рудној глави, Плочнику и Беловодама, као центрима почетака умећа откривања, откопавања и топљења руде бакра [36], помогла су разрешењу недоумица у вези са примарним заједничким рударским, минералешким (геолошким) и металуршким знањима. Ова и друга археолошка налазишта Централног и Источног Балкана из темеља су променила раније схватање о почетку рударства, геологије и металургије, померајући границу у прошлост за пола миленијума и доказујући тиме да су почеци знатно старији него што се мислило. Оповргла су и дуго уврежено мишљење да су се првобитна рударска знања ширила са Блиског истока, преко грчких обала, долином Вардара и Мораве до горњег тока Дунава. Изменила су хронолошку слику о настајању рударства у праисторији.



*Мали Штурац на Руднику,
праисторијски рударски радови и камени батови [8]*

Осим Рудне главе, Плочника и Беловоде, иако хронолошки млађи, припада раном бронзаном добу, за историју праисторијског рударства значајан је и рудник Мали Штурац (Прлови) на Руднику. На овом локалитету, осим карбонатне руде бакра, налажен је и горски кристал који се користио за израду накита. Пронађени камени батови на Малом Штурцу потврђују постојање рударства на овом локалитету.

Богатство данашње територије Србије минералним сировинама омогућило је настајање рударских и металуршких центара на почетку металног доба. У појединим рударским областима, као што је Тимочка зона, рударство и металургија бакра одржавају се непрекидно од праисторије, преко римског и средњовековног рударства, до наших дана.

Од почетка рударства и топљења руде бакра постављао се проблем одлагања шљаке настале топљењем метала. Археолошки налази указују на то да су праисторијски рудари то решавали на начин који је препоручљив и данас, користили су јаме у којима је завршено откопавање руде. Рационалност праисторијских рудара огледа се и у претапању оштећених металних предмета, оруђа и оружја. Због значаја и вредности бакра и бронзе, оштећени предмети нису одбацивани, метал од којих су израђени служио је као сировина за топљење и израду новог оруђа и оружја.

Појава поделе рада и развој нових вештина попут грнчарства и рударства створили су услове и покренули неке облике размене или трговине. Размена је варијала у зависности од удаљености места где је обављана, односно од дужине транспорта робе. За размену робе као што су кремен, опсидијан, цинобер, касније бакар и бронза, био је неопходан неки облик организоване размене. Нису познати услови размене, нити како су одређивани, али постоје материјални докази којима се може одредити да долазе из одређених рудника или рударских области. Не знамо ни ко су били учесници у размени. Можда су за оружја и оруђа то били ловци номади, а за метале номадска сточарска племена, али то је само претпоставка. После појаве сталних насеља, касније градова и држава, за трговину и пљачку организовани су посебни походи [21].

Потпунија и поузданија реконструкција праисторијског рударства није могућа због недостатка детаљнијих података. Као по правилу, много историје – мало сачуваних трагова. За недостатак података један од криваца је време, народ каже „уништава зуб времена“, што је дуже трајање, смањује се вероватноћа да се сачува фактографија.



Тетрадрахма скордиска, кованица келтског племена које је основало Београд – Сингидунум, III/II век ст. ере [47]

О рударству илирских, трачанских и келтских становника на просторима Србије посредно сведочи само пронађени сребрни и бакарни новац који су ковали.

2. РИМСКА ЕПОХА

Римљани су у почетку били пољопривредни народ, претежно ситни земљорадници који су поштовали право својине. За време јачања и ширења њихова приврженост земљи је остала, али су се све више окретали војним и административним пословима. Трговина је препуштена припадницима нижих друштвених класа, странцима, па чак и робовима, те није имала високо место у римском систему вредности. Рударство је било развијено у свим рудоносним подручјима царства.

Археолошка налазишта римског рударства и металургије, рудничка окна, металуршке пећи, ливачке посуде, калупи за ливење, згура, шљака итд. чести су трагови на територији Балкана. Рударско-металуршке активности нарочито су биле интензивне на тлу источне Србије. Почињу крајем III века и трају до прве половине V века нове ере. Најездом Хуна и падом границе на Дунаву 441. године, обустављене су рударске активности до последње четвртине V и почетка VI века, када се обнављају утврђења, градови, рударство и металургија.



*Римска епоха, пребирање, чишћење и прање руде,
лево – извозно окно са витлом на ручно покретање, десно – са коњском вучом [26]*

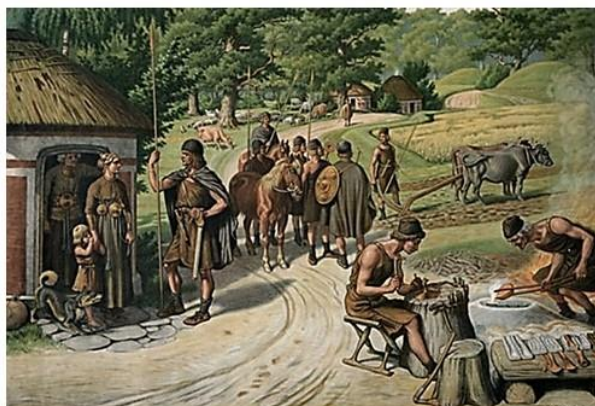
Са продором Авара и Словена крајем VI и почетком VII века рударство замире. Запажа се да су рударски центри из римског раздобља и средњовековне Србије на истим подручјима на којима су се одвијале рударске активности крајем неолита и почетком енеолита.

Доласком Римљана у крајеве данашње Србије технологија и техника ископавања руде знатно је унапређена. Више се не користе камени батови и секире него алати од гвожђа. О значају рударства за Римско царство сведочи чињеница да су положаји рудника утицали на изградњу путева, који су обавезно пролазили кроз подручја рударских активности.

На територији садашње Србије, за време римске владавине најзначајнији рударски центри били су на Космају (Бабе, Стојник, Губеревац), на Авали, Кучајни, на Копаонику, на Руднику, у Новом Брду и на планини Рогозна код Бањске. У IV веку нове ере Рудна глава је такође значајан центар. Недовољна истраженост већине ових локалитета не пружа могућности да се о њима детаљније говори. Стојник и Губеревац имају очуване подземне галерије и депоније згуре, што даје нешто бољу реконструктивну слику о рударским активностима из тог раздобља.

На Копаонику на локалитету Зајачак (Кремићи) откривен је металуршки комплекс с краја III и почетка IV века. Најбројнији остаци рударских радова пронађени су на јужној страни налазишта, са бројним пећима за топљење руде. У најзначајније римске металуршке центре сврстава се Краку Лу Јордан код Кучева, на ушћу реке Бродице у Пек. Подигнут је крајем III века, а уништен у пожару крајем IV века нове ере.

Ширење и јачање моћи Римског царства огледа се и у ковницама новца. Једна од значајних ковница у првој половини III века била је у Виминацијуму (код Костолца), у почетку је ковала бакарни, а касније сребрни новац. Метал за потребе ковнице добијан је из руде кучајнских рудника. Археолошки докази сведоче да је метал из руда са територије данашње Србије преношен у центре царства, само су мање количине метала биле намењене локалној употреби.



Реконструкција [46]



Најзначајнији рударски и металуршки центри на територији Србије за време римске владавине

Експлоатација и прерада глине у римском раздобљу имале су посебан значај. Доласком Римљана у наше крајеве у I веку нове ере грађевинска делатност је узела маха. Главни грађевински материјали били су камен и опека. О значају производње опеке најбоље сведочи чињеница да су опекарске радионице првенствено биле војне, затим царске, па градске, и на крају приватне. Контрола опекарских и грнчарских производа била је веома строга. Сви већи војни логори имали су своје радионице за производњу опеке, које су, по правилу, морале бити изван насељеног места. Како се место ширило, радионице су се премештале. Производили су опеку, водоводне и канализационе цеви, грађевинске елементе и керамичке производе широке намене.



Кованице римског новца

У Виминацијуму је откривен грнчарско-занатски центар са већим пећима за опеку и мањим за керамику. По правилу пећи из тог времена укопане су у земљу са три стране, а страна са ложиштем је остајала отворена. Занатски центар у Виминацијуму био је покривен, а са северне стране затворен масивним зидом, тако да је губитак топлотне енергије сведен на минимум. Опека и остали производи од глине у Виминацијуму носили су ознаку LEG VII CL. То је печат легије која је производила опеку. Откривено је више оваквих центара на територији Србије (Ниш, Сремска Митровица итд.). Производња опеке и њен квалитет строго су контролисани. Пећ се није смела отворати без присуства званичног лица које је раздвајало опеку према

квалитету. Најквалитетнија је узимана за потребе државе, затим за војне потребе, па тек што остане за слободну трговину. Места откопавања глине у Виминацијуму незнатно су удаљена од занатског центра. Највише података пружила су археолошка истраживања топионица и одлагалишта згуре оловно-цинкане руде. Осим бакра, олова, цинка и гвожђа, добијање сребра и злата имало је највиши значај и приоритет. Археолошким истраживањима на локалитету Краку Лу Јордан код Кучева откривен је занатски центар са ливницом гвожђа, који је вероватно био и центар за испирање злата из алувијалних наноса околних река Бродице, Машке реке и Горњег Пека. На овом локалитету откривени су утврђење и погони за израду керамике и прераду метала из III и IV века.



*Виминацијум, керамичарска пећ
и тунел опекарске пећи [8].*

Значајан римски рудник олова и цинка био је на планини Рудник. Археолошки трагови уништени су савременом површинском експлоатацијом руде олова и цинка.

Римско рударство на тлу данашње Србије било је моћна привредна грана. Деловало је под нарочитим режимом и уживало царску екстериторијалност. Свако значајније рудиште припадало је држави, тј. цару и царској благајни. Држава је монополизовала ливнице, а копање руде давала у закуп. Као супструктура свих цивилизација, и рударство Римског царства било је у сенци друштвене надградње и одликовало се извесном опресивношћу. Оставило је трагове не само у материјалним остацима и писаним документима већ и у архитектури, ликовној уметности и књижевности. Тако постављено и организовано рударство делило је судбину царства. Било је на врхунцу у време највеће моћи, падало је у кризи епохе војничких царева, и доживљавало препороде под Диоклецијаном и у IV веку.

3. СРЕДЊИ ВЕК

Крајем VI и почетком VII века отпочела је словенска колонизација Балканског полуострва. Словени и Авари продирали су и ширили се по целом Балкану до Јадранског и Егејског мора. После пљачки и разарања Авари су се већином повлачили, а Словени су остајали и трајним насељавањем одузимају територије источног дела Римског царства за које се касније установио назив Византија. На читавом Балканском полуострву уследиле су промене у етничком саставу становништва и успостављена је владавина словенских племена [36].

О најранијој историји Срба у новој средини осим фрагментарних и недовољних археолошких материјала нема других сачуваних података. Према сведочењу византијског цара Константина VII Порфирогенита (913–959), Срби су се доселили на Балканско полуострво у време цара Ираклија (610–641) и уз његову сагласност.

Запоседањем земљишта обрађиваног још у античко доба, Срби су се бавили земљорадњом, сточарством, пчеларством, ловом и риболовом. Бројни археолошки налази потврђују да су метале увелико користили за израду оружја и оруђа (мотике, ашови, рала, косе, српови), нађене су и једноставне пећи за топљење и шљака, али нема одговора како су се у раном средњем веку снабдевали металом [35]. Сигурно је да су из постојбине донели извесна искуства о обради метала, посебно гвожђа које је било од важности за производњу оружја и алата. Могући индикатори бављења рударством у новој домовини су словенски рударски термини као што су: *грно*, *окно*, *руда*, *рупа*. Неке од термина преузели су суседни народи, нпр. код Мађара има елемената из словенске рударске терминологије [36].

У време владавине првих Немањића била је развијена металургија гвожђа, олова, бакра, ковање новца, али нема података о рударској производњи. Најстарије помињање српског новца је из времена владавине краља Стефана Првовенчаног (1196–1227). Сребрни и бакарни новац ковао је и краљ Стефан Радослав (1227–1233), његов син и наследник. Примерци новца указују на то да је метал од кога је кован потицао из српских рудника [36]. Прекид од развијеног римског рударства до његовог обнављања у средњем веку трајао је неколико стотина година.



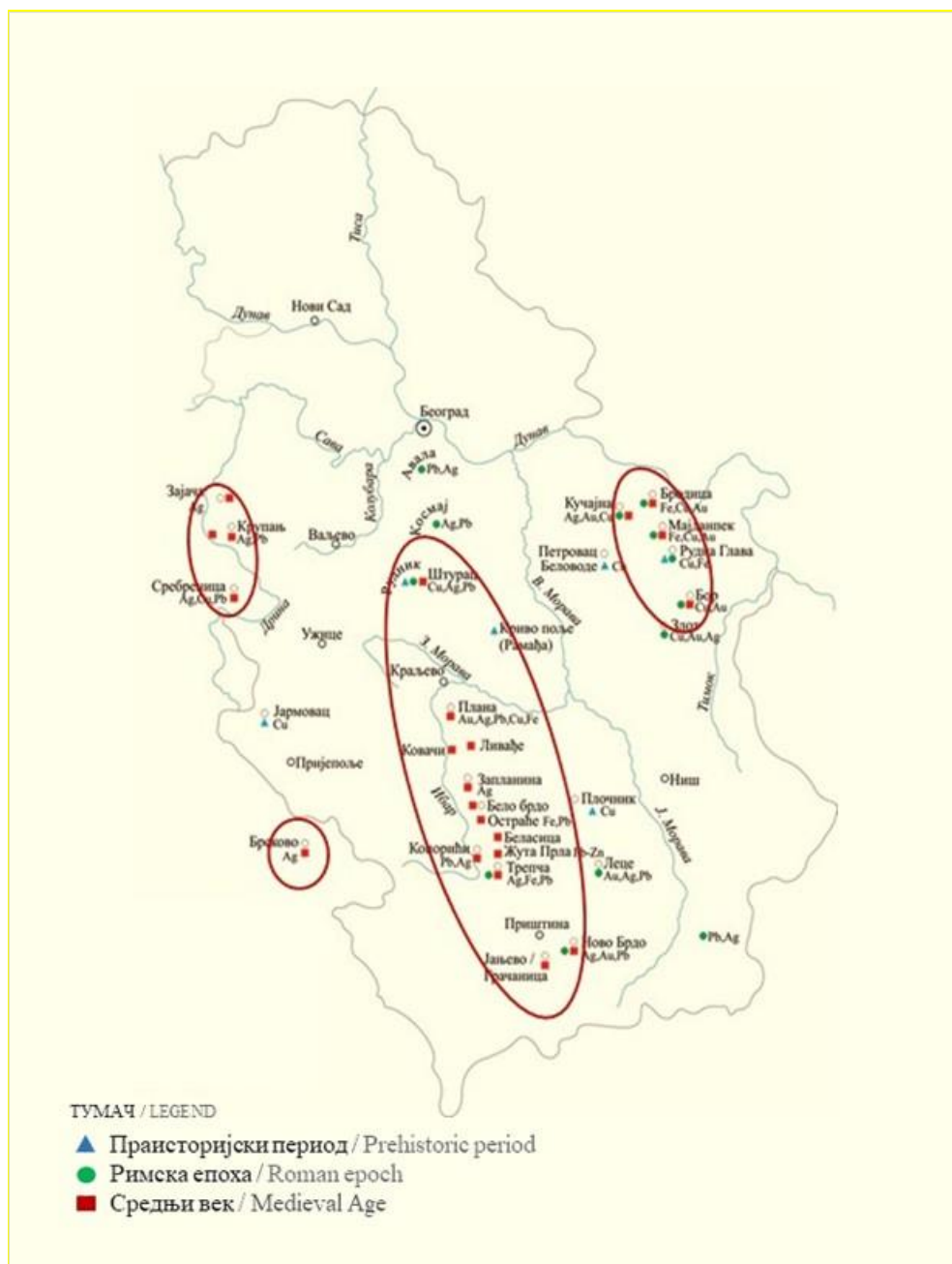
Српска држава у време краља Стефана Уроша I са територијама обласних господара



Краљ Стефан Урош I Немања IV (1223–1276) са сином Драгутином, манастир Сопотани

Покретање рударске производње у средњовековној Србији отпочело је средином XIII века доласком рудара Саса. Брзо су обнављани рудници у Србији и Босни, на рудоносним локацијама познатим из античког и праисторијског доба.

Две су претпоставке одакле су Саси дошли и под којим су се околностима населили у Србији. Једна је да су Саси дошли из Ердеља у време татарске инвазије (1241–1242), а друга да су дошли као колонисти на позив краља Уроша I (1243–1276). Први пут се спомињу у повељи Уроша I, са местом деловања у Брскову.



Археолошка налазишта праисторијског рударства и важнији центри из римског раздобља и средњег века.

Захваљујући Сасима Брсково је брзо добило уређење по узору на оно које су донели из домовине. Саси су као грађани Брскова учествовали у управљању градом, уживали су аутономију, имали су свог кнеза, цркву, свештенство и аутономно судство.

Из Брскова су се према потреби премештали. На Руднику се појављују крајем XIII века, а у Трепчи и Новом Брду почетком XIV века. Њиховим доласком уводи се напреднија технологија производње и основе рударског права. Своја знања и културу утискују у српску средину, уводе рударску терминологију, уређују рударске центре и сл.

Бројни сачувани топоними у Србији подсећају на Сасе. У средњовековној Србији експлоатисане су руде злата, сребра, бакра, олова, цинка и гвожђа. По снази Немањичке државе може се закључити да су рудници били богати и издашни. Рударство је било окосница богатства, економске, политичке и војне моћи средњовековне Србије. Путописци тог времена забележили су легенде о богатству српских рудника. Француз Букар је 1332. године записао: „Тренутно у Србији има сто рудника злата и исто толико рудника сребра. Осим тога постоје и рудишта сребра која се тек откривају.” Кратовил је 1454–1455. записао: „Али оно што је у Србији од свега најзначајније, то је да се тамо злато и сребро могу наћи као што се вода налази у изворима, да се уз реку среће шљунак у коме има толико злата колико и у Индији, а које је притом знатно лепше.” Позната су испиралишта злата на златоносним рекама: Пек, Буковачка река, Лисичји поток, Комча, Речица. У долини Млаве, поред Новаковог потока, откривена су стара окна и галерије. У Великом Бубњу и Јокином потоку откривен је пиритни и златоносни кварц.



Краљ Стефан
Радослав (1227–1233)



Краљ
Милутин
(1282-1321)



Брсково



Цар Душан
(1331-1355)

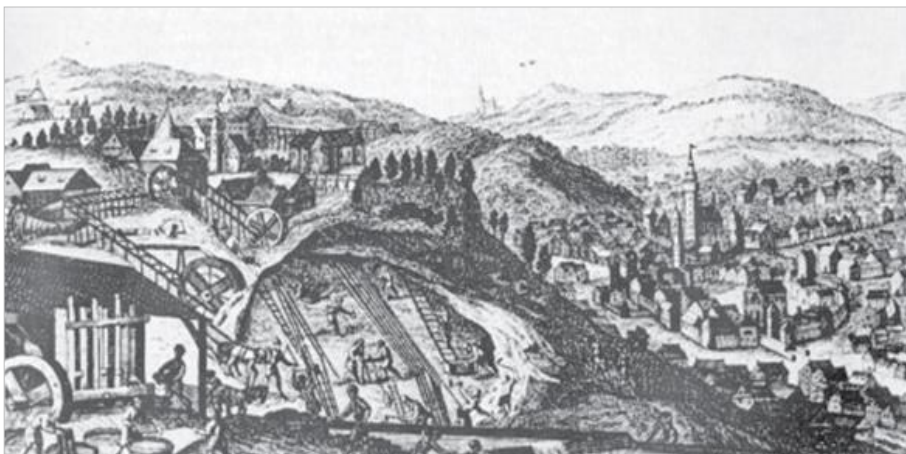


Деспот Стефан
Лазаревић
(1402-1427)

Кованице средњовековног српског новца

Са развојем рударства и металургије јача трговина и занатство, подижу се нови градови. Бројни су центри средњовековног рударства са развијеним градским животом и колонијама дубровачких трговаца.

Рудничка механизација и опрема функционално је знатно унапређена или је осмишљена, направљена и уведена у употребу нова. Ради безбедности уведено је подграђивање подземних просторија дрвеном подградом, за уклањање воде из јаме користе се клипне пумпе направљене од издубљених стабала, за извлачење руде употребљавају се дрвени извозни стројеви које покреће вода, човек или домаћа животиња.



Средњовековни
рударски центар [45].

Употребом ватре и воде за разарање стена и силаском са експлоатационим радовима на веће дубине јавља се потреба за ветрењем јама. У ту сврху конструишу се вентилатори на принципу меха или воденичног кола. У јамском транспорту користе се сипке и колица, а у транспорту руде до топионице ојачана кола са коњском или воловском вучом. Присутне су новине и у припреми минералних сировина, уводе се у употребу механички и хидросепаратори, а за уситњавање руде користи се камени точак. Иновације на постојећој опреми и машинама, смишљање нових конструкција и градња опреме дело су креативности средњовековних рудара.



*Средњовековна рудничка техника и технологија,
Г. Агрикола - О рударству и металургији у XII поглавља, 1556.*

То су зачеци настајања нових техничких области, механике и машинства, које ће се тек у XIX веку наћи у образовним програмима на инжењерским школама и у привреди.

Писани и илустративни материјали о средњовековном рударству које је оставио Георг Агрикола (Georgius Agricola) у свом делу О рударству и металургији у XII поглавља (De Re Metallica Libri XII) имају изузетну вредност за историографију европског средњовековног рударства, па и за реконструкцију слике о српском рударству у средњем веку.

Занимљиво је поређење савремених и рударских машина из средњег века. Анализа показује да битних разлика у функционисању нема, разлике су у конструктивним материјалима. У средњем веку то је претежно дрво, знатно мање метал. Данас се користе метали, легуре, синтеровани и други савремени материјали. Друга разлика је у изворима покретања, средњовековне машине покретале су домаће животиње или човек, а савремене покрећу електромотори и мотори са унутрашњим сагоревањем. Ово потврђује стару мудрост да са нама не почиње свет, а ни историја од нас. Због нарасталих потреба занатства и контроле трговине формирају се „краљевски тргови“ где је једино дозвољена трговина робом а, владар је имао првенство приликом продаје или куповине.



Георг Агрикола (Глаухау, 1494 – Шемниц, 1555), право име Георг Бауер, лекар, филозоф, дипломата, писац, теолог, (ал)хемичар, рударски стручњак, еколог, минералог. На Универзитет у Лајпцигу уписао се 1514. где је изучавао филозофију, филологију и теологију. Усавршавање и школовање наставио је 1524. на универзитетима у Болоњи и Падови, затим Фиренци, Венецији и Риму где стиче докторате из медицине и филозофије. За време боравка у Италији, Агрикола показује нарочито интересовање за геологију, минералологију, рударство и металургију, упознаје практично рударство и топљење метала. По повратку из Италије 1526. ради као градски лекар у Шемницу, а затим у Јоахимшталу, где су у то време експлоатисана лежишта сребра, кобалта, бакра и олова. Аутор је веома важног историјског дела О рударству и металургији у XII поглавља (De Re Metallica Libri XII). Дело је штампано у Базелу на латинском језику 1556. Наредне године штампан је превод на немачки језик.

Део пореза од продаје на „краљевским трговима” припадао је владару. У XIII веку најзначајнији „краљевски тргови” били су: Брсково, Рудник, Рогозна, Трепча, Ново Брдо и Трешњица. Од XIII до XVI века отворени су бројни рудници, наводимо само неке: Брсково, Ново Брдо, Бело брдо, Копорић, Јањево (Грачаница), Кучајна, Мајданпек, Трепча, Рогозна, Рудник, Сребреница, Зајача, Крупањ, Рудиште, Трешњица, Остраћа, Нови Мајдан (Грачаница), Бусовача, Плана, Крешево, Беласица, Запланине, Злетово, Кратово, Чајнице, Жеравица, Глухавица итд. [35].



Деспот Стефан Лазаревић Немања VII (1389–1427), ктиторска фреска, манастир Манастија и Законик о рудницима или Новобрдски законик, скуп закона које је објавио деспот Стефан Лазаревић 29. јануара 1412. (очуван је у неколико преписа, најзначајнији илустровани препис из XVI века чува се у Архиву САНУ).

Ковнице новца у средњовековној Србији биле су у: Рудишту, Сребрници, Смедереву, Плани, Трговишту, Расу, Брскову, Копорићу, Звечану, Призрену, Пећи, Приштини, Новом Брду, Скопљу, Охриду, Скадру и Бару [35]. Ковање новца била је привилегија владара. Рудници су имали обавезу да део ископане руде уступе владару. То је био порез који се називао урбур и њега су убирали урбурари. Рударска производња и трговина металом слободно се одвијала, било је дозвољено стицање трајне својине над рудником, тзв. баштина. Уз руднике и рударске центре, односно тргове, постављане су царине које је владар давао у закуп. Рудници су могли имати више власника. Дозвољена подела власништва над рудником била је 2, 4, 8 или 16 делова (део, парс, пар, паи).

У пропорцији према броју делова које су поседовали, власници, као чланови рударског удружења, имали су право на добит, али и обавезу да сnose одговарајући део трошкова. Рудари су ангажовани у рудницима на један од три начина: (1) Ангажовање на одређено време; (2) Данас бисмо рекли рад по уговору о делу, односно плаћање према дужини ископаног ходника или количини извађене руде; и (3) Лемшат, власник уступа рудару део (проценат) ископане руде. Осим рудара копача, помињу се шафари, искусни и стручни људи који су руководили радом у руднику.

Становници Новог Брда, најразвијенијег рударског центра у то време, тражили су од деспота Стефана Лазаревића да им „учини закон о рупах”. Деспот је образовао тело од 24 „добра човека”, који су сачинили предлог закона. Да би избегао, данас бисмо рекли, сукоб интереса, деспот је саставио тело од стручних људи који нису из Новог Брда.

Законик о рудницима, или Новобрдски закон, јесте скуп закона које је деспот Стефан Лазаревић објавио 29. јануара 1412. године. То је јединствен споменик правне науке средњовековне Србије који по правној и историјској вредности превазилази националне оквире. Поред закона о рудницима, у тексту су одредбе које се односе на уређење и живот у Новом Брду. Законик о рудницима деспота Стефана Лазаревића прецизно

дефинише власништво над рудником, услове рада у руднику, обавезу одржавања, трајање прекида рада, мера заштите, нормира димензије рударских алата и прибора. Зар то не асоцира на савремене стандарде? У ширем смислу, Законик о рудницима сведочи о привредној моћи и уређености српске државе у то време. Академик Сима Ћирковић у вези са Закоником запажа: „Када је Рударски законик постао познат, показало се да је не мало његових чланова већ било преведено на турски и сачувано у Саском закону.”



*Ново Брдо, лево - средњи век реконструкција,
десно - поглед на обновљени део тврђаву горњег града [48]*

Захваљујући рудном богатству средњовековне Србије, владари су улагали велике суме новца у духовно и културно уздизање, у изградњу велелепних манастира и цркава, њихово уређење и богато опремање. Да није било средњовековног рудног богатства, Србија данас не би имала толико манастира и манастирских ризница. У даровима је предњачио рудник Ново Брдо који је великим количинама сребра помагао манастире. У Новом Брду је копано такозвано глумско сребро, које садржи знатну количину злата, због чега је вредност сребра много већа. Војислав Јовановић наводи: „Од седамдесетих година XIV века српски извори о Новом Брду су бројни и садржајни. Кнез Лазар је додељивао (из Новог Брда напомена аутора) манастиру Раваници годишње 150 литара сребра (тежина једне литре или либре је 327,9 грама), а манастиру Дренча 50 литара, што заједно износи око 1.600 дуката.” По одлуци деспота Стефана Лазаревића, манастир Хиландар је уживао новобрдски доходак од око 100 литара сребра годишње. Деспот је даривао и друге светогорске манастире, нпр. Ватопед са 60 литара, лавру Св. Атанасија са 20 литара новобрдског сребра годишње. Деспот Ђурђе лаври је додао још 60 литара, а манастиру Свимену даривао је 50 литара годишње.

Према записима Брокијера и Капистранта, годишњи приход рудника Ново Брдо износио је више од 120.000 дуката. Овај податак, иако се односи само на Ново Брдо а можда није ни сасвим поуздан, јасно указује на значај рударства за средњовековну Србију.

ТУРСКО ОСВАЈАЊЕ

Турско освајање територије средњовековне Србије и рудника није се догодило одједном него је трајало око пола столећа. Први значајнији рударски центар који је пао у турске руке био је Кратово (1395). Права опасност над српским рудницима од турских освајача надвила се у време офанзиве Мурата II (1438–1439). Тада до пуног изражаја долази значај Новог Брда, како у одмеравању снага у борбама са Турцима тако и у пажњи коју скреће код савременика у Европи који су пратили догађања.



Реконструкција [47]

Турско освајање територије средњовековне Србије и рудника трајало је око пола столећа. Снага и значај Новог Брда долази до изражаја у одмеравању снаге са Турцима и у скретању пажње Европе на догађања. Опседање Новог Брда почело је 1412. а пад 1441, агонија је трајала до 1444. када је град дефинитивно поробљен и попаљен. Златна епоха рудника и града је завршена и никад се није повратила.

Падом Новог Брда под турску власт, његова златна епоха је завршена и никад се није обновила, а Ново Брдо – златни и сребрни град, потпуно је пао у заборав. Османлије су у другој половини XV века постале господари свих рудника на Балкану, али им је рударство било тешко разумљива делатност. У складу са својом традицијом и државним уређењем рударске центре су укључили у султанов хас – скуп добара чији су приходи служили за државне потребе, за финансирање сталне и унајмљене војске за ратне походе. Попут султана своје хасове имали су државни чиновници, па чак и заслужни појединци и ратници. Устројство такве структуре и њена незаинтересованост за улагања у унапређење и развој довели су до замирања средњовековног рударства.

4. XVIII ВЕК

Падом српске средњовековне државе почиње урушавање рударства. Рудници обустављају рад и мирују углавном од XVII до XIX века. Заузевши део Србије почетком XVIII века, аустријска војна управа, после закључења Пожаревачког мира, по налогу дворског ратног већа почиње да отвара руднике. Аустријанцима су били добро познати наши рудници. У долини Пека започињу радове у насељу Црнајка, Мајданпеку и Кучајни, а у шумадијској области раде на Авали, Космају и Руднику. Обновили су производњу и две деценије експлоатисали бакар у Црнајки, бакар и гвожђе у Мајданпеку, олово и гвожђе на Руднику и среброносно олово у Кучајни, на Космају и Авали. Неуспешно су се завршили покушаји испирања злата у Морави. Под аустријском деспотијом становништво је напуштало окупиране крајеве, што је узроковало недостатак радне снаге за рад у рудницима и вероватно је разлог што рударство за време аустријске окупације није напредовало нити је успело.

5. XIX ВЕК

После подизања Првог српског устанка 1804. године појавила се потреба за оловом, гвожђем, бакром, сребром, златом и барутом, и водећи људи устанка, са Карађорђем на челу, настоје да у Србији обнове рударство. Али за обнављање сложене делатности добијања и прераде руде није било стручњака нити стручне радне снаге. Бројни подаци говоре о настојањима да се доведу стручни људи и о Аустрији која је то ревностно ометала и спречавала. Квазипријатељска Аустрија свестрано се интересовала о приликама у Србији, па је гранична подручја према Србији и Србију преплавила уходама. Прва вест о рударству у Србији, 26. новембра 1807. године, од аустријског уходе из Ковина гласи: „У Србији се налазе многи стручњаци, а биће врбовано и више. Они ће радити на богатим рудницима, чије је главно место Рудник. Према изјави Родофиникина ови ће, чим се послови приведу крају, ковати сопствени новац. Већ су два Немца допутовала, али не зна се одакле су.”



Први и Други српски устанак није само почетак обнове српске државности већ и почетак поновног ницања српског рударства. Због потребе за оловом, гвожђем, бакром, сребром, златом и барутом, устаници настоје да обнове рударство

Устаници и народ морали су да раде у тајности, што је вероватно за последицу имало недостатак записа о рударским активностима у то време. О прикривању рударства говори писмо руског дипломате Родофиникина од 2.11.1808. године, који у њему пише: „О рудницима сребра нећу да говорим, јер о њима не умет ништа одређено рећи”. Родофиникин је међутим знао све, два дана после био је са двојицом Руса на Руднику, вероватно рударским стручњацима.

Прота Матеја Ненадовић у Мемоарима често пише о потребама устаника за барутом, ретко спомиње олово. Из овога се може закључити да је снабдевање оловом било обезбеђено из сопствених рудишта.

Једно од обележја државности је сопствени новац. За ковање су тада коришћени бакар и сребро. Према А. Ивићу, уз извештај петроварадинског заповедника Хилера, од 24. јануара 1811. кнезу Метернику, послата су и три новчића које је Карађорђе ковао у Тополи у „великој множини”. Ивић је пронашао новчиће у Бечу и констатовао да је то новац турског султана Селима III из 1789. само примитивније урађен. Ковао га је турски мајстор.

С обзиром на то да је недостатак знања и стручњака био велики проблем, Правитељствујушчи совјет 1806. доноси одлуку да се доведе 35 стручних рудара Саса и један инжењер. Није познато колико их је дошло, али 1806. године почињу на Авали рударски радови. Две године касније (1808) и на Руднику се експлоатишу гвожђе и бакар, како се наводи „за ливење и ковање ратног материјала”. Помиње се и производња сребра, а

вероватно је добијано и олово, иако о томе нема записа. На Руднику су активирана два окна, у Краснојевцима (данас Бездан), и на месту званом Пећина. Топионица и ковница новца била је у Мајданској реци. Руда олова, осим на Руднику, експлоатисана је и у Подрињу, на Авали и Кучајни.

Затражена је помоћ од Наполеона. Карађорђе му 16. августа 1809. године пише: „Србија има у недрима својим велика богатства, а имено руде златне, медне, олова, шалитре, дрва за галие, скотоводство безчислено, да ни једна провинција у Европи с њом сразити не може. Веровати овому, не треба друго, него неколико мајстора, знајуће науку миинералогическу и трошка.” Проблем недостатака стручних људи види се и из следећих података. Први управник устаничких рудокопа био је Петар Новаковић Чардаклија, хаџија, фрајкор и дипломата. Као члан дипломатске мисије 1807. године у Букурешту тражи од генерала Михелсона два руска официра „који ће да научи Србе пословима у радњи рударској”.

Рударским радовима на Руднику руководио је Стефан Живковић Телемак, који је у Србију дошао из Беча као студент медицине. Био је секретар Совјета. О њему Лазар Арсенијевић Баталака пише: „Дошао у Србију око половине 1807. Родом из Черевиха, села са оне стране Фрушке горе, лежећег на Дунаву. Најпре је био пошљан по рудницима у којим се знало да има оловне руде. Ово је с њиме зато чињено што је он између других наука, и хемију слушао.” Сима Милутиновић Сарајлија помиње га у Србијанки 1826. као уваженог стручњака мада рударски инжењер није био.

Не успевши да се развије, рударство је угашено са сломом устанка 1813. Осим недостатка стручности и знања из експлоатације и прераде руде, неуспех устаничког рударства објашњава се и тиме што је руда добијана из лежишта са комплексним рудама олова, цинка, бакра, сребра, арсена и гвожђа, што је био нерешив проблем не само за оно време него и много касније.

Водећи људи Србије тог времена заслужују поштовање и дивљење због напора које су чинили да обнове српско рударство, а посебно због спремности да уваже знања и стручност. Први српски устанак био је не само почетак обнављања српске државности већ и почетак ницања новог српског рударства.



У години подизања Другог српског устанка конструисана је Дејвијева лампа (Humphry Davy), чијом је употребом знатно смањен број несрећа у рудницима.

После Другог српског устанка 1815. године и дипломатског напора да се издејствује што више повластица, до Хатишерифа 1830. којим је Србија добила аутономију са границама признатим 1812, затим Хатишерифа 1833. којим је Србији припојено још шест нахија, и стварања услова за самостално одлучивање и отварање према свету, први привредни кораци кнеза Милоша Обреновића били су усмерени ка обнови рударства.

Пре конкретних одлука, кнез се 1834. године обратио угледном рударском стручњаку барону Хердеру, краљевском управитељу рударства у Фрајбергу, за мишљење и стручну помоћ да се „рудна блага учине полезним за српско отачанство” и тражио, преко непознатог посредника (претпоставља се да је то био Димитрије Радовић, трговац из Беча), да предложи извештај број рударских стручњака који би помогли отварању неких рудника у Србији. Хердер је одговорио кнезу октобра 1834. предлогом „О упошљавању рударских стручњака и радника у српском рударству”. Задовољан одговором кнез Милош позива Хердера да дође у Србију и лично се увери у потенцијале рудног блага. Преко Ердеља и Баната Хердер стиже 1835. године, и од 24. августа до 31. октобра, обилазећи Србију, проучава геолошку грађу, истражује напуштена рудишта и изворе термалних вода. Извештај је по повратку у Крагујевац предао Јеврему Обреновићу. У скраћеном облику извештај је објављен на српском језику 1845. године под називом Рударски пут по Србији, а на немачком у целини 1846. у Пешти (Herder S. A. W., „Bergmännische Reisen in Serbien”, Verlag von K. A. Hartleben, Pesth, 1846). Била је то прва и дуго једина стручна публикација о лежиштима и рудницима Србије. На планини Зељин, у близини Рудњака, открио је нови минерал који је назвао „милошин” по кнезу Милошу.

По повратку у Фрајберг Хердер је почео да пише студију о српском минералном благу, али се разболео и умро 1838. године. Хердерова посета, оцене и извештај са пута по Србији имали су одлучујући утицај на даље токове рударства у обновљеној Србији. То је био почетак нове историје српског рударства.

Колико год да је за будућност српске геологије и рударства била значајна проспекција напуштених рудишта и предлози које је дао у свом извештају, значајније је било што је Хердер предложио и убедио кнеза Милоша да треба школовати сопствене рударске кадрове. У писму од 26. априла 1837. године предлаже му да што пре пошаље младе Србе на студије рударства на Рударску академију („Sobald wie möglich, einige junge Serben auf die Bergakademie zu senden, um hier die Bergwerksmeisterschaften zu erlernen...”) о чијем ће се школовању он старати када дођу у Фрајберг.

Следи ново Хердерово писмо 6. маја 1837. посвећено истој теми у коме детаљно описује начин школовања на Рударској академији у Фрајбергу, и предлаже кнезу да пошаље најмање три до четири младића који би на школовању провели пет година, што би им било довољно да овладају теоријским и практичним знањима. Годишње издржавање за сваког износило би 250 дуката.

Хердеров предлог о школовању рударских инжењера кнез је без дилеме прихватио и почетком јуна 1837. упутио предлог Совету. На „торженственој” Скупштини о Спасовдану у Крагујевцу донета је уредба „о посилању неколико ђака наши у Саксонију ради рудокопне науке”. Већ 12. јуна објављена је кнежева наредба „да се дваестину благонадежни наши младића возрастом до 15 година школски ради рудокопне науке у Саксонију пошаљу”. До краја месеца из школа је одабрано 25 младића које је на јесен требало послати на студије у Фрајберг. Слање младића на школовање у Фрајберг одгодила је болест и смрт барона Хердера 1838. и силазак са власти кнеза Милоша.



Сигмунд Август Волфганг барон Хердер (Бикербург, 1776 – Дрезден, 1838), инжењер рударства и топионичарства, геогноста, правник, син познатог немачког филозофа и песника Јохана Готфрида Хердера. Љубав младог Хердера према минералогии и геологији инспирисао је његов кум Гете са којим је ишао у дуге шетње. Дипломирао је 1800. на Рударској академији у Фрајбергу, а докторирао 1802. у Витенбергу. Један је од водећих рударских стручњака свога времена, радио је у рудницима Саксоније и у другим немачким државама и кнежевинама, у рудницима Аустрије, Ердеља, Мађарске, Норвешке, Пољске и Шведске. Био је професор Рударске академије у Фрајбергу.



*Улаз у поткоп рудника Кучајна,
друга половина XIX века.*

Први траг о школовању младих Срба из рударства у XIX веку води ка Вуку Караџићу, који је 1834. послао сина Саву на Рударску академију у Петроград, да као питомац руске царице изучава рударство. Сава је после три године умро као један од најбољих студената. Вук, који о рударству није ништа писао, слањем сина на студије рударства показује схватање значаја рударства за будућност српске државе. Он кнезу Милошу пише: „Не знам да ли Вам је познато, да је мој покојни син био у корпусу горних инжењеров, где се приправљају официри за копање руда и управљање мајдана, и тако сам се надо дочекати, да га видим у подручју његове светлости (у Рудничкој планини или Копаонику) где служи на корист отачеству нашем.”

Намесништво малолетног кнеза Михаила заједно са Совјетом одлучује да пошаље неколико младића на школовање. Број је зависио од трошкова школовања, а намера је била да се пошаљу најбољи и они сиромашнији. Изабрано је четворо: Иван Матић (1817–?) из Јадра, Ђорђе Бранковић (1819–1869) из Београда, Стеван Павловић (1820–1862) из Шапца и Василије Божић (1820–?) из села Чумић. Као стипендисти Министарства просвете, 13. октобра 1839. године одлазе на школовање на Рударску академију у Шемниц (Аустрија). Шемниц је изабран уместо Фрајберга због мањих трошкова школовања. Упркос слабој претходној школској припреми, слабом почетном знању немачког језика и више него скромним стипендијама, српски студенти марљиво уче и у року завршавају студије. Први српски рударски инжењери вратили су се са студија у децембру 1844. и јануару 1845. и одмах били упућени на рад у Одељење трговина Министарства финансија, којим је руководио Јован Гавриловић. Он, међутим није знао да их упосли, па је убрзо дошло до сукоба са њим. Ђорђе Бранковић је током 1849. завршио једногодишњи стаж у Државном геолошком заводу у Бечу, па је тако и званично постао први српски геолог.

Ово је био почетак школовања српских рударских инжењера. До краја XIX века студије рударства завршило је 18 српских инжењера на престижним европским рударским академијама и универзитетима у Фрајбергу, Петрограду, Пшибраму, Леобену, Клаусталу, Берлину, Паризу, Јекатеринославу, Цириху, Лијежу и Монсу.

Ами Буе је са још једним француским геологом и топографом, чешким ботаничарем и зоологом, у оквиру истраживања Балкана, дошао у Србију у пролеће 1836. Кнез Милош их је примио и организовао да им све

локалне власти у току путовања по Србији буду на услузи. Геолошка и друга истраживања започели су у Београду, на путу за Крагујевац обишли су Авалу и Космај, после Крагујевца посетили су Рудник, Копаноник, Нови Пазар, Пећ и Приштину, а затим наставили да истражују Македонију, северну Грчку и западну Бугарску. Из Бугарске је преко Пирота и Беле Паланке стигао у Сокобању где је боравио кнез Милош. Истраживао је и Ртањ, а затим се преко Крагујевца, Параћина и Јагодине вратио у Београд и отпутовао за Беч. Буе је иначе пет пута сам или са пратиоцима прешао преко целог Балкана.

Буе поново 1837. и 1838. године борави у Србији и истражује на подручјима Мајданпека, Голупца, Пожаревца, Ниша, Лесковца, Врања, Приштине, Призрена, Фрушке горе, Крупња, Ваљева, Новог Пазара, Плава и др. Истраживао је изворе термалне и минералне воде у Брестовачкој, Гамзиградској, Нишкој, Рибарској, Врањској, Јошаничкој, Луковској, Буковичкој, Вишњичкој бањи, Сокобањи и Паланачком кисељаку.

Наредне две године сређивао је белешке и прикупљену документацију и припремио за објављивање књигу о Балкану, тада је то била Европска Турска. Интегрално дело под називом *La Turquie d'Europe* објављено је у Паризу 1840. Садржајно обухвата географију, геологију, статистику, етнологију, обичаје, археологију, трговину, религију Балканског полуострва. Исте године Буе је објавио други део књиге посвећен само геолошким истраживањима под називом Геолошка скица Европске Турске (*Esquisse géologique de la Turquie d'Europe*). Овим делом Буе је постао оснивач геологије Балканског полуострва. У намери да створи повољне и јасно дефинисане законске услове за развој рударства, кнез Михаило је 1866. године објавио Рударски закон којим су регулисани рад и управа у рудницима Србије. Према члану 20, о рударству је имао да се стара V одељак Министарства финансија. Под њиме је рударство остало до 1884, када је основано Министарство народне привреде. Од 1919. године о рударству брине Министарство шума и рудника, а после Другог светског рата Министарство рударства.

У ослобођеној Србији Мајданпек је први рудник у којем је 1847. покренута производња. Уложена су за оно време велика средства (више од девет милиона динара) и полагане су велике наде. Идеја је била да се производњом гвожђа и бакра у Мајданпеку створи основа за индустријализацију Србије. Мајданпек је тако постао центар свих геолошких и рударских истраживања у Србији. За деценију рада није остварен циљ, покушај је био неуспешан и скуп. Био је то тежак материјални ударац за српско рударство и слабу привреду од кога се држава неће дуго опоравити.

Кучајна је отворена 1849, али су радови убрзо обустављени. Слично се догодило са рудницама на Авали и Космају 1854. Након ових искустава, пола столећа је над сваком државном иницијативом у вези са рударством лебдела сенка неуспеха. Зато се доноси одлука о издавању концесија и приватном инвестирању у геолошка истраживања и експлоатацију руда.



Ами Буе (Хамбург, 1794 – Беч, 1881), по образовању лекар, по ангажовању геолог, етнолог, географ, археолог и природњак. Одрастао је и школовао се у родном Хамбургу, школовање је наставио у Единбургу, Женеви и Паризу. У току студија медицине у Единбургу заинтересовао се за геологију и похађао курсеве из минералогije и кристалографије. Геолошким истраживањима почео је да се бави у Шкотској. После завршених студија медицине 1817. године, настанио се у Паризу, где је 1820. објавио Геолошки есеј о Шкотској (*Essai géologique sur l'Ecosse*) у коме су први пут методично описане вулканске стене. Био је један од оснивача Француског геолошког друштва 1830. и његов председник 1835. године. У Паризу је 1840. објавио четворотомну научну студију Европска Турска (*La Turquie d'Europe* Vol. I–IV) на 2.247 страна. Ово дело је на немачком језику (*Die europäische Türkei*) објављено 1890.

године. Био је дописни члан Српског ученог друштва. Објавио је 1849. прву етнолошку карту Балканског полуострва.



Геолошка карта
Феликса Хофмана, 1892.



Рударски закон
кнеза Михаила Обреновића, 1866.

Међу првим концесионарима били су Феликс Хофман (1830–1914), рударски инжењер, Илија Милосављевић Коларац (1800–1878), трговац и задужбинар, и Милан Пироћанац (1837–1897), правник и политичар. Хофман 1862. купује концесије за рудник Кучајну, а друга двојица су исте године узела концесије за истраживања руда у Подрињу. У Кучајни је изградио узоран рудник и топионицу олова и цинка, али после десетак година дошло је до пословних проблема и обустављања производње.

Угаљ као енергент постаје значајан са проналаском парне машине (Џејмс Ват, 1764) и њеним применама за покретање бродова (први пароброд, Роберт Фултон, 1807; нашим делом Дунава прошао 1834. први пароброд „Агро“, 52 коњске снаге, 242 тона носивости; Француско-србско паробродарско друштво, основано 1856, са четири пароброда радило до 1864. на Дунаву, Сави и Морави), железнице (прва парна локомотива, Џорџ Стивенсон, 1818), машина у рудницама и индустријским погонима (почетак индустријализације). Ово је утицало и на велики пораст потрошње гвожђа.

На северним обронцима Фрушке горе почела је прва експлоатација угља у Србији. Ту су се налазили мали рудници из којих се угаљ повремено вадио из изданака, претпоставља се у близини Сремских Карловаца и Черевиха. Рудник мрког угља Врдник, на јужној страни Фрушке горе, најстарији српски рудник угља, отворен је 1804. године. Припадао је до 1849. године манастиру Раваница у Врднику. Рудник је касније више пута мењао власника. Озбиљнија истраживања лежишта започета 1871. године резултирала су изградњом главног окна 1885, ширењем експлоатационог поља, организованијом и масовнијом производњом.

Угаљ је 1846. копан у изданцима у околини Смедерева, у селу Добри на Дунаву, а у Рипњу код Београда истраживан је 1850. Ово није случајно, Дунавом су већ пловиле лађе са парним погоном, а угаљ је био потребан за њихово покретање.



*Почеци експло-
атације угља на
северним падина-
ма Фрушке горе,
Черевих, XVIII век
(литографија)*

У Миливи код Деспотовца угаљ почиње да се вади 1837, у Сењском руднику од 1853 а у Мисачи код Аранђеловца неколико година касније итд.

Занимљиво је казивање како је откривено лежиште угља Сењског рудника. У околини села Сења, чувајући свиње, Лазар Пандуровић нашао је камен необичног изгледа и случајно га ставио у ватру. Камен се претворио у пламен и жеравицу, Лазар га је назвао „нездрав камен“. Из радозналости узео је неколико комада „нездравог камена“ и однео у Ћуприју да утврде какав је то камен.

Отварање Сењског рудника мрког угља започето је 1853. градњом Тополивнице у Крагујевцу, коју је требало обезбедити квалитетним висококалоричним горивом. „Попечетељство финансија – Рударско одељење“ доноси одлуку о отварању угљенокопа, и са тим задатком на терен упућује инжењера Василија Божића. Отворени рудник добио је име Мајдан Александровац по имену кнеза Александра Карађорђевића (1806–1885). После Александровог силаска са власти (1858) рудник добија нови назив Мајдан код Сења, а садашњи назив Сењски рудник је из новијег времена. После припремних радова на терену, крчења и сечења шуме, започето је површинско откопавање у изданку угљеног слоја. Првих 26.320 ока, односно 33,7 тона угља, отпремљено је Тополивници 12. маја 1854. године, у 98 кириџијских кола. Поменимо да су првих деценија XIX века угаљ, бакар, гвожђе, олово итд. мерени као пшеница у окама. Метричка цента се уводи 1870, а од 1910. године угаљ се мери у тонама.

Угаљ се у Сењском руднику у почетку откопавао сезонски, само у повољнијим временским условима од пролећа до јесени. Осим у једном краћем периоду (1869–1874) рудник је до данас увек био у рукама државе. Изградња рудничких објеката и зграда за смештај рудара започета је 1861. године. На одлуку о изградњи пруге Београд–Ниш Министарство финансија, у чијој је надлежности био рудник, реагује тако што позива Феликса Хофмана да истражи и одреди границе лежишта угља. Хофман је обавио задатак од јуна до августа 1874. и налаз доставио Министарству. Пуштањем (1884) пруге Београд–Ниш због парне вуче потребе за мрким угљем знатно су повећане. Да би се олакшала достава угља, изграђена је пруга уског колосека Ћуприја – Сењски рудник и пуштена у рад 1892. Пруга је 1908. продужена до Равне реке. Надлежност над Сењским рудником 1894. преузима Дирекција државних железница. Ради продаје ситног угља, у Ћуприји је 1897. године изграђена брикетарница, две године касније и машинска класирница. Осим радова у реверима

A black and white photograph of a large group of men, likely miners or construction workers, posing for a group portrait. They are arranged in several rows, some standing on a stone wall or steps. Many of the men are wearing hats and holding tools, such as shovels. A horse is visible on the right side of the group. The background shows a stone building with a sign that reads "HARVEY'S COTTAGE". The ground in the foreground appears to be a dirt or gravel area, possibly a construction site or a mine entrance.

[illegible]

План Сењског рудника угља, 1905.

1875 год.



Сењски рудник угља – план ограничења рудног поља, 1875.



*Сењски рудник,
извозно окно Јокимовић, крај XIX века*



*Композиција на прузи Сењски рудник – Ђуприја
(уски колосек, ширине 0,75 m, дужине 21,3 km)*

Технологија рада била је примитивна, а рудари су на посао долазили у својој одећи. Носили су гуњ, шубару или шајкачу и опанке. Рабаџијским колима или кириџијским караванима угаљ је испоручиван железници и Тополивници у Крагујевцу. По свему судећи, угаљ у тада неразвијеној, а шумом богатој Србији, није био интересантан за ширу потрошњу.

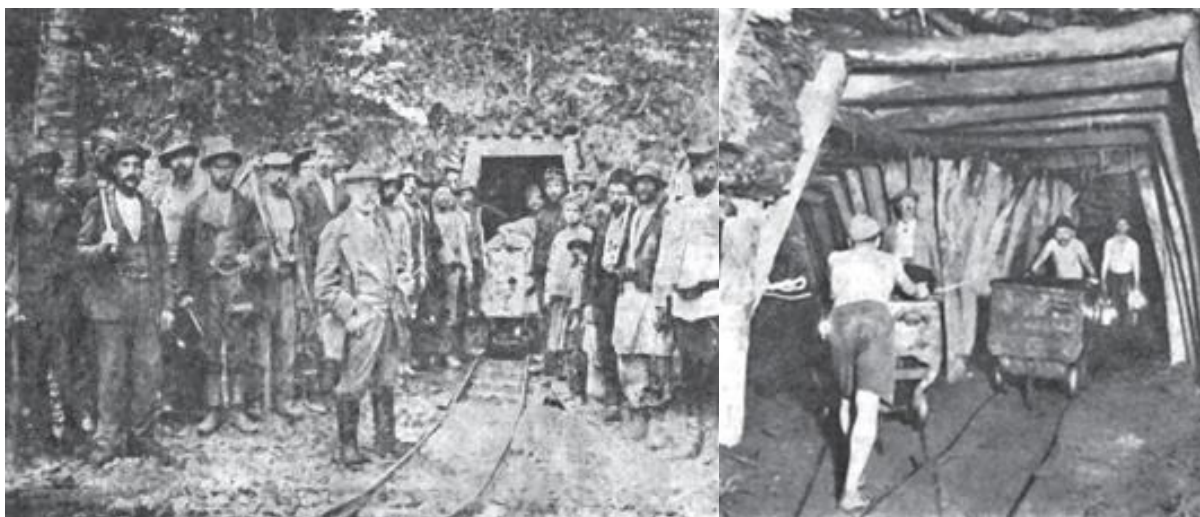
Осим железнице и Тополивнице, на постепен пораст интересовања за угаљ у Србији утиче градња првих индустријских постројења са парним погонима (млинова, пилања, пивара, шпиритана и сл.), а нарочито појава пароброда на Дунаву.

На основу објаве Јеврема Гудовића начелника Рударског одељења, Министарства финансија Кнежевине Србије, 1870. издато је „дозволеније разним лицима за просто истраживање угља у Срезу пожаревачком и Срезу рамском, Округа пожаревачког“. У овом документу Костолац се не наводи, али у „Записнику места у Србији у којима се разне руде и копови налазе“ стоји да је 1872. године издато одобрење за истраживање угља у Костолцу, Речици и Пољани. Из „Прегледа радње по струци рударства, од 20. јуна 1865. до краја маја 1872“ види се да је у Срезу пожаревачком до маја 1872. издато само једно просто право за истраживање угља, и то у Костолцу. У Српским новинама од 3. новембра 1873. објављена је вест да Министарство финансија дало повластице за копање угља у Костолцу. Повластица (концесија) издата је на 50 година Фрањи Вшетечки за простор Костолачког угљеног рудника, који заузима 31 рудно поље, свако по 100.000 m². Производња угља у јами Стари Костолац званично је започела 1873, када је произведено 15.050 ђумручких центи, односно 301 тона. Наредне године производња је утростручена, а угаљ је извезен у Војводину и Румунију.



Феликс Хофман (Нова Молдава, 1830 – Бела Црква, 1914), рударски инжењер, најугледнији рударски стручњак Србије у XIX веку, потиче из угледне рударске породице. Студије рударства завршио је у Шемницу. У Србији је први пут боравио 1856. године када је обишао Мајданпек, Рудну главу, Кучајну, Алексинац, Параћин и Пожаревац. На позив кнеза Михаила, Хофман се у Србију доселио 1862. После пословног неуспеха са Кучајном, радио је у државној служби као геолог. Током геолошких испитивања трасе железничке пруге Београд–Врање, открио је неколико појава лежишта гвожђа код Раље и угља на подручју Пчиње и Јужне Мораве. Заслужан је за откривање локација златоносних наноса на Пеку, налазишта живе на Авали, бакра у Бору. Отворио је руднике злата Благојев камен и Дели Јован, угља у Ресави и Мелници. У Сењском руднику боравио је у више наврата и допринео његовом развоју.

Ђорђе Вајферт је откупио део концесија и постао сувласник рудника, а затим је 20. маја 1881. исплатио ортака Вшетечку 8.000 дуката и постао једини власник угљенокопа. Био је то значајан догађај за рудник и српско рударство. Вајферт ће угљенокоп брзо изградити у најужорнији рудник и имати значајну улогу у обнављању српског рударства. Пошто је рудник са пет поткопа пресека 6 m^2 и укупне дужине 1.900 m имао великих проблема „око уређења ревира“ и извлачења угља у вагонетима са коњском вучом, Вајферт је 1883. за управника рудника ангажовао искусног рударског стручњака Фрању Шистека. Уз консултације са Феликсом Хофманом Шистек је за кратко време реорганизовао и стабилизовао производњу у руднику, толико добро да је Вајферт 1885. поднео захтев за проширење повластица за 10 нових рударских поља. Од почетка рада угљенокопа у Костолцу постављало се питање продаје ситног угља. Вајферт је проблем решио тако што је 1885. у Костолцу изградио „циглану са две фуруне и са справама за израду 500.000 комада цигаља или црепа“ како се наводи у писаном документу. Акционарско друштво из Пожареваца је 1883. године отворило нови рудник угља Кленовник у Костолцу. Са појавом пароброда на Дунаву, изградњом железнице са парном вучом, почетком индустријализације са парним машинама за покретање, Вајферт је као виспрен послован човек на време схватио долазећи значај и вредност енергента попут угља.

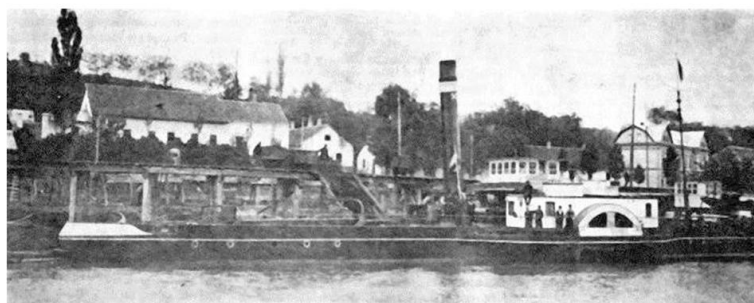


Стари Костолац, улаз у јаму и транспорт угља у јами, крај XIX века.



Ђорђе Вајферт (Панчево, 1850 – Београд, 1937), индустријалац, банкар, велики инвеститор и пионир изградње српског рударства крајем XIX и почетком XX века, родољуб, војник и ратник, један од водећих масона у Србији и Југославији свога времена. Од 1883. до 1889. вицегувернер, а од 1890. око три деценије гувернер Народне банке Србије, после Првог светског рата гувернер Народне банке Краљевине Југославије. Био је и почасни председник новчаног завода „Београдска задруга“. При повлачењу Српске војске преко Црне Горе и Албаније 1915, успешно је организовао евакуацију златне подлоге динара (полуга и предмета од злата) преко Драча у Марсељ. Све време рата Народна банка Србије је функционисала, обезбеђујући тако постојање српске државности и ван своје територије. Познат је и као творац модерног пиварства у Србији. У његовом власништву били су рудници угља Стари Костолац, Боговина и Добра срећа. Новац добијен од производње пива и угља улагао је у истраживања злата и других минералних сировина широм Србије. Захваљујући пословној интуицији, разумевању, упорности и инвестицијама које су га доводиле на ивицу банкрутства, 1902. откривена су на локалитету Чока Дулкан (брдо Дулкан) код Бора најзначајнија рудишта полиметаличних руда бакра у Србији.

То је био непосредан повод његовог интересовања за угаљ и улагања у руднике Стари Костолац, Боговина и Добра срећа. Уверивши се у уносност посла са угљем, Вајферт је профит остварен од угља стрпљиво улагао у геолошка истраживања злата у источној Србији.



Костолац, транспорт и утовар угља у пароброд на Дунаву, крај XIX века.

Трагање за златоносним лежиштима водило је Шистеков тим узводно дуж Борске реке и довело до локација: Чока Дулкан (брдо Дулкан), Тилва мика (Мала стена) и Тилва рош (Црвена стена). Искусни рударски стручњаци Хофман, Шистек и Јарослав Кучера умели су да протумаче „гвоздене шешире“ жуте до црвене боје који су покривали брда, односно да схвате поруке које им је природа на овај начин оставила. Под оперативним руководством инжењера Јарослава Кучере, коме је Шистек поверио задатак, истраживања су настављена 1898. године у уверењу да је циљ (злато) најближи на локалитету Тилва рош.

После четири године истраживања резултати нису били задовољавајући, садржај злата био је у просеку 0,5–3,0 грама по тони кварца. Трајање истраживања и велика улагања Вајферта су довела до ивице банкротства, али није одустајао. Консултујући се са Хофманом, Шистек мења локалитетну мету и изводи поткоп у селу, на десној обали Борске реке испод Чока Дулкана. Ово је дало резултат – на 120. метру у поткопу рудног тела октобра 1902. пронађено је уместо „жутог“ богато лежиште „црвеног злата“ – бакра. Ово је био велики догађај за све јер је пронађено најдрагоценије рудиште у Србији. Тако су Вајферт, Хофман и Шистек ушли трајно у историју српског рударства оставивши неизбрисив траг.

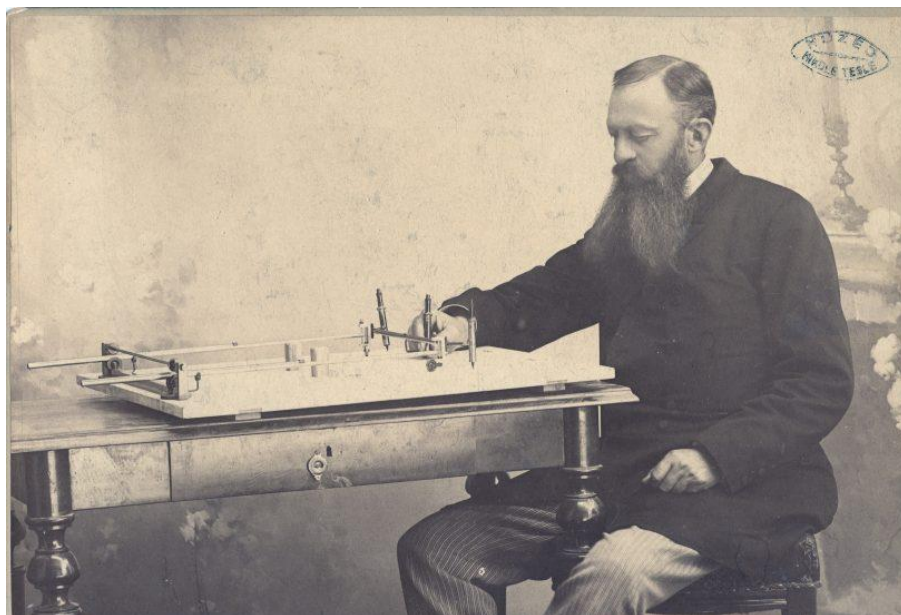


Франц Франја Шистек (Плзен, 1854 – Бор, 1907), угледни рударски стручњак. У Србију је дошао на позив Ђ. Вајферта почетком девете деценије XIX века, за кога је радио до 1904. Те године Борски рудник мења власника и Шистек прелази да ради за Француско акционарско друштво. Под његовом управом угљенокоп у Костолцу је за кратко време постао најуређенији рудник у Србији. По Вајфертовом налогу, крајем XIX века, уз стручну подршку Ф. Хофмана, руководио је истраживањима у источној Србији. Истражујући злато, у поткопу рудног тела Чока Дулкан, 1902. открио је богато лежиште бакра. Претпоставља се да је за резултате рада у Костолцу одликован Орденом таковског крста (види се на фотографији).

Повратак у земљу младих школованих стручњака у другој половини XIX века, иако бројчано недовољних, упечатљиво се одразио на отварање и развој рудника, на планирање и усмеравање истраживања минералних ресурса, на успостављање геоинжењерских стандарда код изградње објеката (пруга, путева, мостова и других објеката), на осавремењавање рударске законске и нормативне регулативе, на осавремењавање и успостављање функционалне организације државне управе за рударство, и посебно значајно – на постављање основа школског и научног развоја рударског, геолошког и укупног српског инжењерства и формирање Српског ученог друштва, а затим Српске краљевске академије.

Лицеј који је у Крагујевцу формиран 1838. године трансформисан је у Велику школу 24. септембра 1863. Наставници школовани на водећим европским академијама, институтима и универзитетима изградили су Великој школи висок углед европских размерама. Међу њима су наши најугледнији научници тог времена: Љубомир Клерић, Јован Жујовић и Јован Цвијић.

Мултидисциплинарност, ширина истраживачког, инжењерског, иновативног, проналазачког, педагошког, теоријског и експерименталног дела, као и ширина општих знања, одлике су дела Љубомира Клерића.



Љубомир Клерић (Суботица, 1844 – Београд, 1910), дипломирани инжењер рударства, научник, универзитетски професор, академик, рођен је у породици немачких досељеника у Суботици. По преласку у Београд породица мења презиме Kler у Клерић, а његово име Julius у Љубомир.

Школовао се у Суботици и Београду. Технички факултет Велике школе у Београду уписао је 1862. После друге године студија

као „државни питомац” упућен је на студије рударства на Рударску академију у Фрајберг (РАФ). Зимског семестра 1867/68. прелази на Циришку политехнику да изучава машинство. Следеће године завршава студије рударства на РАФ-у и одлази на специјализацију на Рударску академију у Берлину, а практична искуства стиче у немачким рудницима у Вестфалији, Саксонији и Горњој Шлезији, те у Пшибраму у Чешкој.

У Београд се враћа 1870. где ради као писар у Рударском одељењу Министарства финансија Кнежевине Србије. У Немачкој и Француској боравио је 1872. и патентирао конструкцију бушаће гарнитуре са ужетом, која је брзо ушла у широку употребу. Следеће године са Рафаелом Хофманом (старији брат Феликса Хофмана) долази у Србију и геолошки истражује Венчац, Рудник, Космај, а на Авали проналази лежиште живе. Био је ангажован на геолошким испитивањима трасе железничке пруге Ђуприја–Алексинач и на бројним сличним задацима. У Орану у Африци успешно је обавио истраживање лежишта гвожђа. Конструисао је телеметар, поларни пантограф, тракториограф и инструменте за цртање кривих другог реда. За редовног професора за предмет Механика и наука о машинама на Великој школи Клерић је изабран 1875. Предмет је 1880. године подељен на Теоријску механику и Науку о машинама, Клерић преузима први предмет. Веома се ангажовао на подизању и унапређењу високог школства, био је декан Техничког факултета, основао је Катедру за нацртну

геометрију са пројективном геометријом и графостатиком, био је министар просвете и црквених послова, министар народне привреде, члан Државног савета, Комисије за прерастање Велике школе у Универзитет 1905. године. За редовног члана Српског ученог друштва изабран је 1872, а указом краља Милана Обреновића 1887. именован је за члана Српске краљевске академије (СКА) заједно са још петнаест колега. Приступну беседу „О теорији компензације” одржао је марта 1888. За секретара Одбора за природне науке СКА изабран је 1891. Предлагао је Николу Теслу за дописног члана СКА 1894.

Аутор је бројних научних радова, књига и универзитетског уџбеника Теоријска механика I–III. Учествовао је и истакао се храброшћу у српско-турском и у српско-бугарском рату. Одликован је Медаљом за храброст и Таковским крстом, белгијски краљ Леополд II одликовао га је Леополдовим орденом.

У знак поштовања и сећања на име и дело Љубомира Клерића, Одељење рударских, геолошких и системских наука Академије инжењерских наука Србије установило је 2012. године Повељу са његовим именом за животно дело у области рударских, геолошких и системских наука и инжењерству.

Почетак геолошке школе у Србији повезује се са Јосифом Панчићем, који је прва предавања из геологије одржао на Јестествено-техничком одељењу Лицеја 1853. Први научни рад српских геолога објављен је 1854. године у Бечу. Овим је зачета савремена геолошка наука и школа у Србији, али први наш школовани геолог и утемељивач српске геолошке школе и науке јесте Јован Жујовић

Јован Жујовић (Брусница, 1856 – Београд, 1936), геолог, универзитетски професор, научник, академик,



политичар, дипломата и државник. Школовао се у Неменикућама и Београду. Студије је започео на Политехници 1872. у Цириху, враћа се у Србију 1873. године и наставља студије на Природно-математичком одсеку Велике школе, коју завршава 1877. У јесен исте године одлази у Париз да настави школовање на Сорбони, на природним наукама и антропологији. Из Париза је 1880. донео први поларизациони микроскоп и увео микроскопска испитивања стена код нас. Исте године изабран је за суплента на Катедри за минералогiju са геологијом на Великој школи у Београду. Предавао је минералогiju, геологију и палеонтологију. Редовни професор Велике школе постао је 1883. Наредне године стваралачки су биле изузетно плодне, написао је основне уџбенике из геологије, основао је Геолошки завод Велике школе (1889), израдио геолошку карту Србије (1880–1900).

Ако се изузме Летопис Матице српске који се као књижевни и научни часопис појавио 1824. године, наш и у југоисточној Европи најстарији научни часопис Геолошки анали Балканског полуострва Жујовић је са сарадницима покренуо 1888. ради објављивања резултата научних истраживања. Часопис без већих прекида излази од 1889. до данас. Да би био доступан широком кругу научника, првих шест књига штампано је у целини на француском, немачком и српском. Окупљањем чланова редакције и других геолога, 1891. формирано је Српско геолошко друштво, једно од наших најстаријих научних удружења.

Био је један од оснивача Музеја српске земље (данас Природњачки музеј у Београду). Увео је у наставу агрогеологију на Пољопривредном факултету, за чије је оснивање веома заслужан. На Техничком факултету предавао је примењену геологију.

Приликом оснивања Српске краљевске академије (према Основном закону Краљевско-српске академије од 1. новембра 1886) краљ Милан Обреновић је 5. априла 1887. године указом именовао првих 16 чланова Академије: Јосиф Панчић, Димитрије Нешић, Јован Жујовић и Љубомир Клерић (природне науке); Стојан Новаковић, Милан Кујунџић, Светислав Вуловић и Светомир Николајевић (философске науке); Чедомиљ

Мијатовић, Милан Ђ. Милићевић, Љубомир Ковачевић и Панта Срећковић (друштвене науке); Љубомир Ненадовић, Матија Бан, Михаило Валтровић и Даворин Јенко (уметност). Као најмлађи међу њима, Јован Жујовић је постао секретар Академије, а Јосиф Панчић председник. Жујовић је од 1915. до 1921. био председник Српске краљевске академије.



Јован Жујовић: Скица геолошке карте Краљевине Србије, 1886.



Јован Жујовић: Насловна страна књиге Геологија Србије, 1893.

Приликом припрема за оснивање Београдског универзитета 1905. постављен је за редовног професора, једног од осам, који су затим бирали остале наставнике Универзитета. Са тог места повукао се одмах по успостављању Универзитета. У име Српске краљевске академије говорио је на свечаности поводом отварања Универзитета.

Међу његове најзначајније научне и стручне радове убрајају се: Geologische Übersicht des Königreiches Serbien, 1886, Wien; Петрографска минералологија, 1887; Петрографија I–III, 1889, 1895; Основи за геологију Краљевине Србије, 1889; Sur les roches éruptives de la Serbie, 1893, Paris; Sur les terrains sédimentaires de la Serbie, 1893, Paris; Геологија Србије I–II, 1893, 1900; Геолошка грађа околине села Бољетина, 1921; Поуке из геологије, 1922; Општа геологија, 1923; Les roches eruptives de la Serbie, 1924; Постање земље и наше домовине I–II, 1927, 1929; Снабдевање села водом извори и бунари, 1931.

Јован Жујовић био је веома активан у политици. Био је члан Сената (1901), народни посланик, министар просвете и црквених дела у два наврата (1905. и 1909–1910) и министар иностраних дела Србије (1905). За време Првог светског рата радио је као специјални изасланик српске владе у Паризу у Мисији организовања српских школа за избегле ђаке и скупљање помоћи. Жујовић је као добровољац учествовао у српско-турском рату, у Подрињској бригади. Одликован је: Орденом Светог Саве првог и трећег степена, Орденом белог орла

четвртог степена, Крстом милосрђа, а био је и официр Француске почасне легије и официр Просветне академије.



Светолик Радовановић (Прђиловица, 1863 – Београд, 1928), геолог, научник, универзитетски професор, академик. Школовао се у Кучеву, Градишту и Крагујевцу, а затим у Београду где је завршио гимназију. Студије је завршио на Природно-математичком одсеку Филозофског факултета у Београду (1881–1885). Усавршавање из палеонтологије и геологије наставио је у Бечу на Филозофском факултету, где је 1891. године положио с највишом оценом „двочасовни главни ригурозум из геологије, палеонтологије са хемијом“, и тиме стекао титулу „доктората из филозофије“ и постао наш први доктор наука из геологије и палеонтологије.

По повратку у Србију 1891. године добио је посао „државног геолога“ у Рударском одељењу Министарства народне привреде. Учествовао је у формирању Српског геолошког друштва, био његов секретар и са Ј. Жујовићем и С. Урошевићем од 1893. године члан уређивачког одбора Геолошких анала Балканског полуострва. На предлог Ј. Жујовића Радовановић је 1897. године изабран за професора Велике школе, где је по доласку са еланом прионуо на посао. Заједно са Жујовићем много је урадио на реорганизовању Геолошког завода, модернизацији наставе и градњи темеља модерном образовању на Универзитету у Београду. Поред професорских обавеза, од 1902. две године је веома успешно обављао дужност начелника Министарства народне привреде.

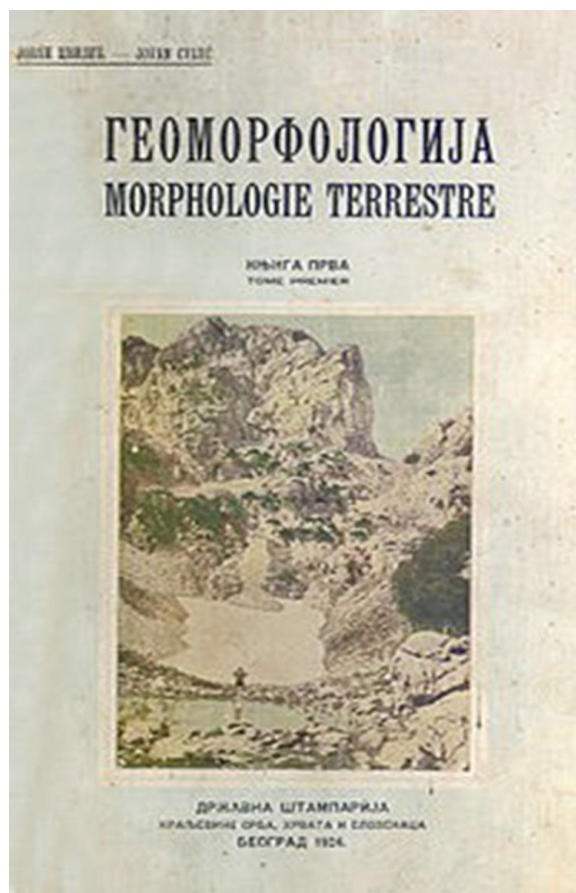
За то време реорганизовао је администрацију Рударског и шумарског одељења, спровео кроз скупштинску процедуру Закон о шумама, допринео доношењу Правилника братимске касе рудара (за осигурање рудара) и штампао Рударску карту Србије. На позив Филозофског факултета 1905. године вратио се у Геолошки завод новооснованог Универзитета у Београду и на његовом челу остао до пензионисања. Од 1906. до 1909. био је декан, и годину дана после тога продекан Филозофског факултета. Остварио је изузетне научне резултате, познати су његови радови на проучавању јурских творевина источне Србије, започео је израду детаљне Геолошке карте Србије, изучавао сеизмичност наших крајева и заједно са Ј. Михајловићем урадио Каталог земљотреса у Србији за време 1901–1907. године. Захваљујући овом раду Сеизмолшка служба Србије увршћена је у ред модерних служби у Европи.

Оснивач је српске хидрогеологије, најзначајнији његов рад из те области је монографија Подземне воде, у свету једна од првих систематизованих хидрогеологија. Објавио је преко 80 научних и стручних радова из области којима се бавио. У Првом светском рату доживео је тешку трагедију, син му је подлегао ранама. До краја 1916. боравио је са породицом у Атини, а затим у Паризу обављао дужност високог комесара за избеглице.

По завршетку рата, на Конференцији о миру, као стручњак за рударство био је члан југословенске делегације. По повратку у опустошени и разорени Београд, прионуо је на посао обнове Универзитета и Геолошко-палеонтолошког завода. Носилац је бројних признања за научни, школски и стручни рад. За дописног члана Српске краљевске академије изабран је 5. фебруара 1897, а за редовног 31. јануара 1902. године. Носилац је Карађорђевог звезде, Ордена Светог Саве, Ордена румунске звезде и крста Црвеног крста.



Јован Цвијић (Лозница, 1865 – Београд, 1927), географ, геоморфолог, етнограф, антрополог, научник, универзитетски професор, академик. Школовао се у Лозници, Шапцу и Београду. Завршио је Прву београдску гимназију, у чувеној генерацији са Милорадом Митровићем, Михаилом Петровићем Аласом и другим великанима, о чему је написан роман и снимљен ТВ-филм „Шешир професора Косте Вујића”. Завршио је студије 1888. на Природно-математички одсеку Велике школе у Београду. Годину дана касније као државни питомац (стипендиста) уписао је студије физичке географије и геологије на Бечком универзитету, где је одбранио докторску дисертацију 1892. на резултатима проучавања карстних феномена у источној Србији, Истри и Јадранском приморју. Докторска дисертација под називом Карстни феномени (Das Karstphänomen) донела му је славу у светским научним круговима. Захваљујући овом раду, Цвијића у свету сматрају оснивачем карстологије. Рад је преведен на више језика, у Србији је објављен 1895. године. По повратку из Беча, марта 1893. постао је редовни професор Филозофског факултета Велике школе у Београду. У почетку је предавао физичку географију и етнографију, а затим само географију. Првих десет година каријере највише се бавио геологијом и то са великим успехом. Након укидања Велике школе Цвијић је један од првих осам (именованих) редовних професора на новооснованом Београдском универзитету (основан 12.10.1905). На Сорбони је 1917. и 1919. године држао предавања о балканским земљама и народима.



Насловна страна Цвијићеве Геоморфологије, 1924.

Јован Цвијић је одиграо значајну улогу у реформи школства, помогао је оснивање Катедре за етнологију, и пресудно утицао на отварање Медицинског, Пољопривредног и Богословног факултета у Београду. Био је у два мандата ректор Универзитета у Београду (1906/07. и 1919/20). За дописног члана Српске краљевске академије изабран је 1896, а редовни члан постао је 1899. Био је председник Српске краљевске академије од 1921. до 1927. Оснивач је Српског географског друштва, коме је завештао своје имање. После Првог светског рата Цвијић је помогао одређивању политичких граница нове југословенске државе користећи своја научна сазнања из демографских и антропогеографских истраживања као аргументе у преговорима. Крајем 1918. српска влада га је именovala првим стручњаком за етнографске границе, а почетком 1919. именован је за председника територијалне секције у оквиру државне делегације на Мировној конференцији у Паризу. Захваљујући стручним етнографским аргументима (урадио је етногеографске карте југословенских земаља 1918–1919) и залагању Михајла Пупина, тада већ политички утицајног и светски угледног научника, одређене су границе нове државе Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца.

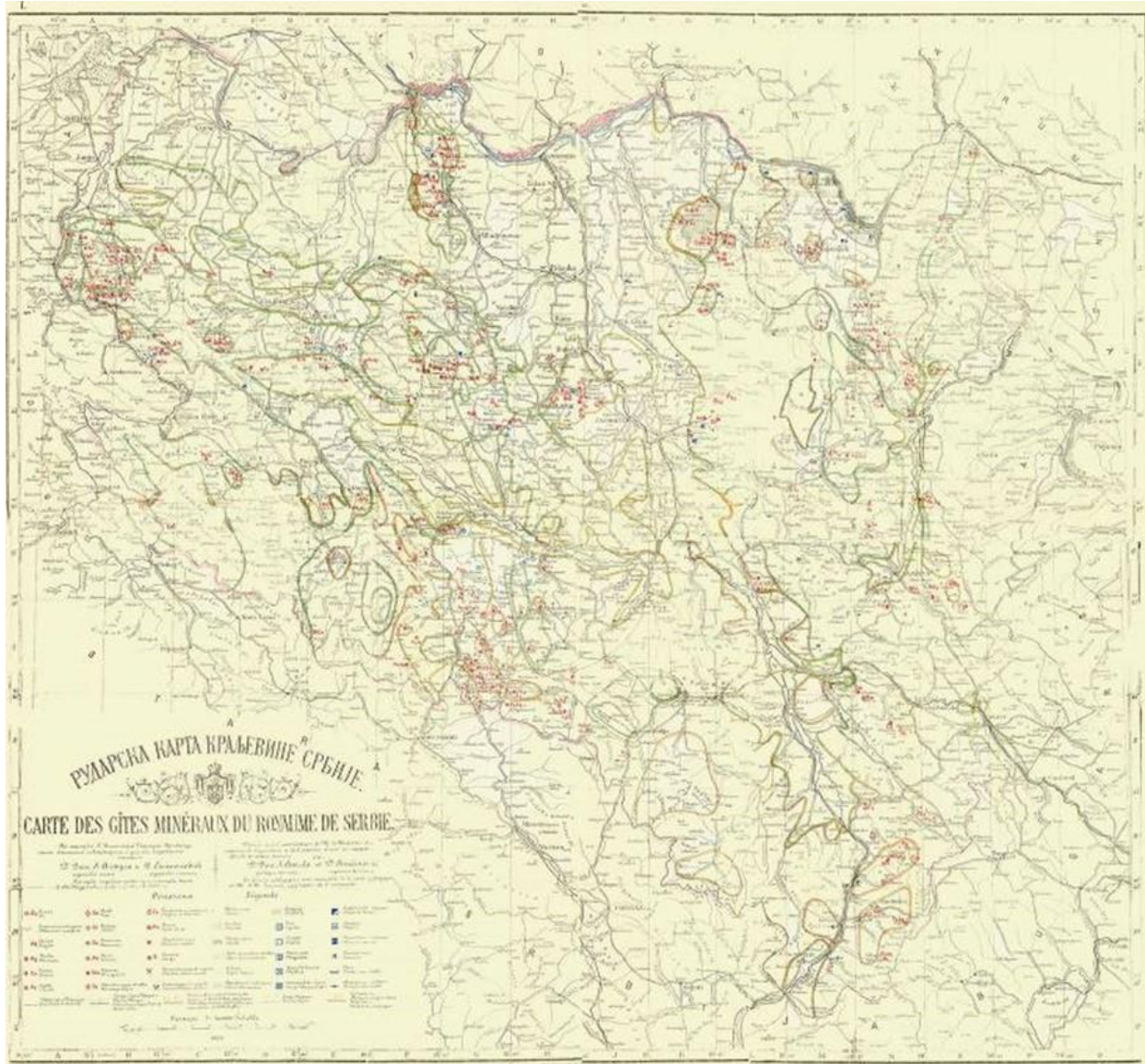
Истраживачким радом Цвијић се бавио 38 година, имао је бројне истраживачке експедиције по Балканском полуострву, Јужним Карпатима и Малој Азији, из којих су проистекла значајна научна дела. Сматра се утемељивачем српске географије. Поред географије бавио се геоморфологијом, тектоником, палеогеографијом, неотектоником, етнографијом, антропологијом, историјом итд. Двотомна Геоморфологија Јована Цвијића даје геоморфолошки приказ Балканског полуострва и данас представља полазну основу у истраживањима рељефа. Објавио је неколико стотина научних радова. Једно од најважнијих дела је Балканско полуострво. Као научник светског гласа носилац је бројних признања. Био је члан осам академија наука, 16 географских и природњачких друштава, почасни доктор Сорбоне и Карловог универзитета у Прагу, почасни члан многих географских, етнографских, природњачких и других друштава широм света, примио је 10 одликовања. Цвијићево име данас носи врста шафрана и врх на планини Рудник (1.132 m).



На прелазу XIX века у XX значајан допринос развоју српског рударства и геологије дао је **Димитрије Антула** (Београд, 1870–1924). Студије геологије завршио је 1891. на Природно-математичком одсеку Филозофског факултета Велике школе у Београду. Радио је као суплент и професор у Трећој мушкој гимназији у Београду.

У току специјализације на Универзитету у Бечу од 1894. до 1896. године истраживао је велику Абихову збирку кредних фосила са Кавказа и одбранио докторску дисертацију о теме *Über die Cephalopoden der unteren Kreide des Kaukasus* 1896. Објављивањем 1899. у Бечу, дисертација је ушла у ред светске литературне класике о цефалоподима доње креде. Био је државни геолог у Рударском одељењу Министарства народне привреде 1897–1919. и директор Генералне рударске дирекције у Београду 1919–1924. На

Техничком факултету у Београду предавао је Техничку геологију са минералологијом 1907–1922. Организовао је рударски одељак Краљевине Србије на Светској изложби у Паризу 1900, а затим и на изложбама у Лијежу (1905), Милану (1906), Лондону (1907) и Торину (1911). После Првог светског рата руководио је обновом рударске привреде Краљевине СХС све до изненадне смрти. Бавио се регионалном геологијом, биостратиграфијом, истраживањем и експлоатацијом минералних сировина у Србији. У књизи о лежиштима минералних сировина у Србији синтетизовао је све што се о њима знало до почетка XX века. Аутор је: Рудничке карте Краљевине Србије, (1900), књиге Рударско законодавство у суседним и страним државама (1909), и књиге Геолошка истраживања у тимочком андезитском масиву (1909).



Димитрије Антула: Рударска карта Краљевине Србије, 1900.

У знак поштовања и сећања на име и дело Димитрија Антуле, Одељење рударских, геолошких и системских наука Академије инжењерских наука Србије установило је 2012. године Повељу са његовим именом, за врхунска инжењерска остварења у области рударских, геолошких и системских наука.

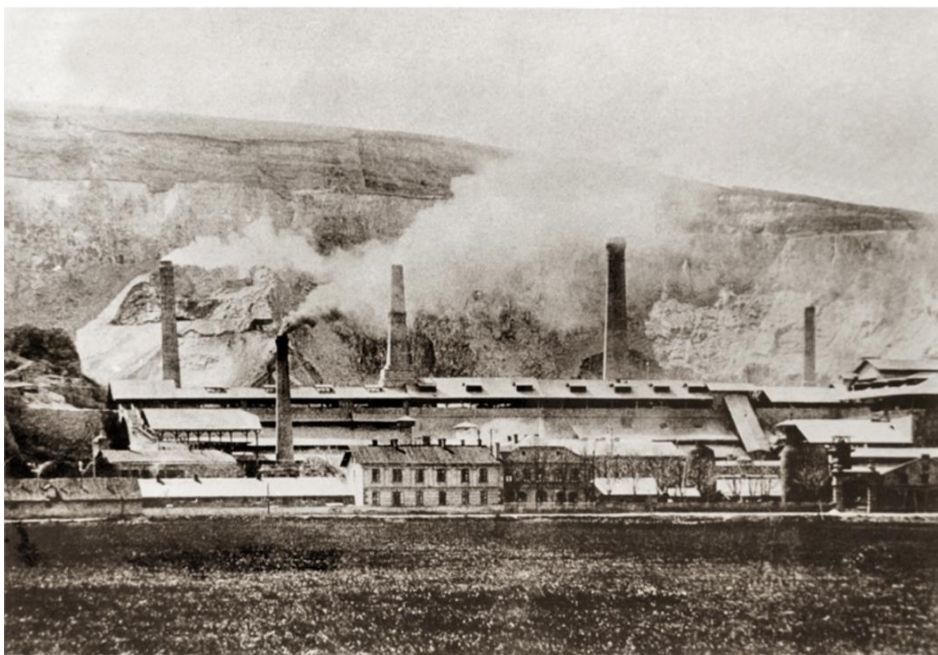
Са растом потреба за угљем у другој половини XIX века отварају се нови рудници. Рудник каменог угља Вршка чука – Аврамица, први писани документ о истраживањима и квалитету угља Вршке чуке, сачинио је С. Лозанић 1881. Захваљујући Лозанићу и истраживањима Ј. Жујовића (1882–1886), први подземни рударски радови започети су 1884. на локалитету Прлита. Осим Лозанића и Жујовића, у каснијим истраживањима геолошке грађе, тектонике и енергетских потенцијала Вршке чуке учествовала је плејада истакнутих српских геолога Ј. Поповић, В. Петковић, М. Павловић, К. Петковић, Н. Пантић и др. Рудник мрко-лигнитског угља Влашка близу Младеновца отворен је 70-их година XIX века, а рудник каменог угља Аликсир код Брзе Паланке

1888. са два поткопа. Геолошка истраживања угља у Алексиначком басену започета су 80-их, а производња 90-их година XIX века, нпр. 1899. године произведене су 5.172 тоне угља.

Отварају се рудници антимона, руда обојених и племенитих метала. Површинска експлоатација богатијих партија руде антимона у лежишту Баре, Зајача, извођена је од 1895. до 1937, када је обустављена због великог прилива воде. Никола Милановић, трговац из Београда, 1884. добија повластице за откопавање руде антимона у лежишту Брасина, Зајача. Крајем XIX века започиње и експлоатација кварцних жица са антимоном на подручју Бујановца, село Трновац.

На локалитету Бабе на Космају у римском и средњовековном раздобљу откопавано је и топљено среброносно олово. Остаци троске настале топљењем руде, нарочито на ушћу потока Прутен и Змињак, откопавани су 1872–1889. Прерађено је око 270.000 тона троске са садржајем олова 4–5% и високим садржајем сребра, у топионици коју су Аустријанци подигли на локалитету.

Са подизањем стандарда у градњи објеката јавља се потреба за одговарајућим грађевинским материјалима. Јосиф Чик 1855. године добија концесије за експлоатацију лапорца и почиње производњу цемента у Беочину, печени лапорац је млео у воденици поточари. Модернизацијом производње 1869. Чик оснива фабрику под називом „Прва сремска фабрика портланд цемента и хидратисаног креча Јосифа Чика у Беочину“, са годишњом производњом око 40.000 тона цемента. Експлоатација мермера на Венчацу почиње 1881.



Фабрика цемента у Беочину, крај XIX и почетак XX века.

Развој српског рударства и геологије у XIX веку, између два међаша, Првог српског устанка и открића богатог рудишта „црвеног злата“ у Бору, има две етапе. Прва етапа у првој половини XIX века је етапа почетних посртања и настојања да се урушено српско рударство покрене. Друга етапа почиње сазнањем о неопходности школовања стручних кадрова и почетка упућивања младих на студије на угледне европске академије и универзитете. То у садејству са почецима индустријализације, са изградњом железнице и појавом пароброда на Дунаву, даје значајне резултате у последњим декадама XIX века. Отварају се нови рудници, постављају основе и започиње стручни, научни и школски успон, у чему је геологија направила искорак у односу на рударство. Почетак школовања рударских инжењера у Србији и формирање рударских института сачекаће крај Другог светског рата.

6. ПРВА ПОЛОВИНА XX ВЕКА

На почетку и током прве половине XX века настављени су трендови започети у последњој декади XIX века. Србија са скромном привредом није показивала намеру да своје минерално-сировинско богатство адекватно валоризује. Владала је заинтересованост за експлоатацију руда обојених и племенитих метала, злата, сребра, бакра, олова, цинка и антимона. Сви значајнији рудници били су у рукама страног капитала, чија су основна пословна начела садржана у правилу да са што мање улагања извуку што већу корист. У таквим околностима функционисало је тадашње рударство.

На самом почетку XX века збио се догађај од далекосежног значаја за развој српске науке и универзитетског образовања, донет је Закон о Универзитету. Указ о проглашењу Закона потписао је 27. фебруара 1905. краљ Петар I. Закон је зајемчио аутономију Универзитета, прокламујући да су „наставници слободни у излагању своје науке”. На место Велике школе основан је Универзитет у Београду, а факултети Велике школе – Филозофски, Правни и Технички проглашени су универзитетским факултетима. На основу Закона, наставни кадар Велике школе је распуштен и избор новог наставног кадра поверен осморици именованих професора: Јовану Жујовићу, Сими Лозанићу, Јовану Цвијићу, Михајлу Петровићу Аласу, Андри Стевановићу, Драгољубу Павловићу, Милићу Радовановићу и Љубомиру Јовановићу. До краја 1905. Београдски универзитет имао је 16 редовних и 18 ванредних професора, и 778 студената. Универзитет у Београду представљао је средиште научног, образовног и културног живота.



Првих осам редовних професора Београдског универзитета, 1905.

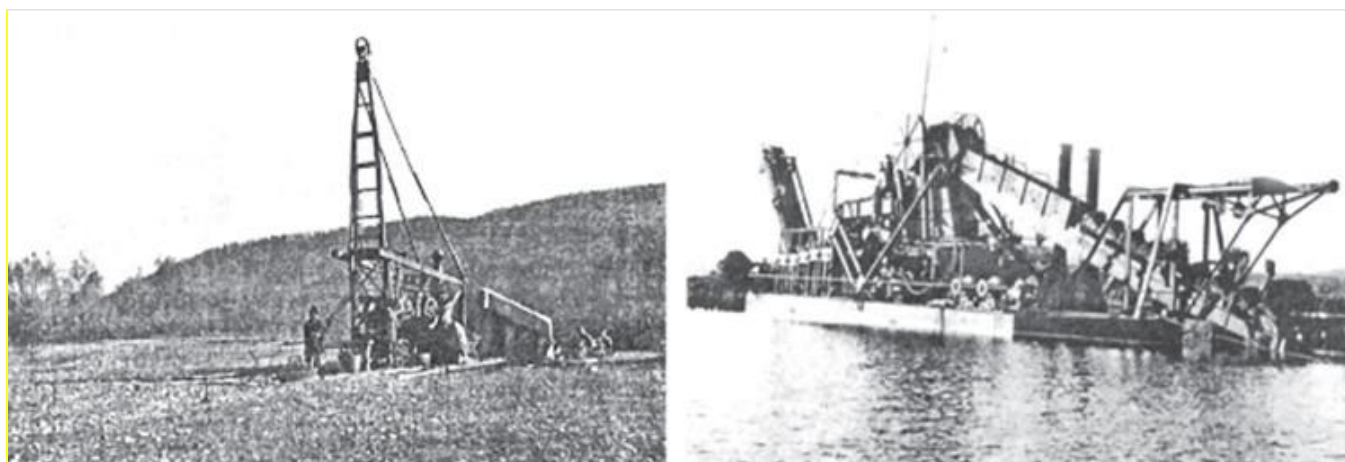
Седе слева: Јован Жујовић, Сима Лозанић, Јован Цвијић и Михаило Петровић Алас.

Стоје слева: Андри Стевановић, Драгољуб Павловић, Милић Радовановић и Љубомир Јовановић.

Ова збивања одразила су се на научне токове и високо образовање из геологије, и оставила позитиван траг у рударству. Студије геологије биле су на Филозофском факултету, на две групе и два одговарајућа завода: за геологију и палеонтологију и за минералологију и петрографију. Током времена управници Завода за геологију и палеонтологију били су Светолик Радовановић, Влада Петковић и Коста Петковић, а Завода за минералологију и петрографију Сава Урошевић и Јован Томић. Од оснивања Техничког факултета наставу из геолошких предмета држали су Јован Жујовић, Димитрије Антула и Милан Луковић. Постојала је идеја о покретању студија рударства на Универзитету у Београду. Стицајем околности реализација идеје сачекаће крај Другог светског рата. После Првог светског рата 1919. године основани су Медицински, Богословски и

Пољопривредно-шумарски факултет, а 1936. Ветеринарски. У саставу Београдског универзитета од почетка двадесетих година до Другог светског рата били су и Правни факултет у Суботици, Филозофски у Скопљу и Пољопривредно-шумарски у Сарајеву. Све ове промене у структури високог школства одразиле су се и на образовање геолога и рударских инжењера.

После Другог светског рата на обновљеном Универзитету почињу рад сви факултети са седиштем у Београду, и нови Фармацеутски факултет. Филозофски факултет подељен је 1947. на два факултета – Филозофски и Природно-математички, а Економска комерцијална висока школа постаје Економски факултет. Следеће године Универзитет је подељен на три самосталне организације: Универзитет, Велику медицинску школу и Велику техничку школу. Исте године основан је Стоматолошки факултет, а Техничка велика школа дели се на шест факултета: Архитектонски, Грађевински, Електротехнички, Машински, Технолошки и Рударски. Њима се 1949. придружује новоформиран Геолошки факултет, који је 1956. фузионисан са Рударским у Рударско-геолошки факултет. Пољопривредно-шумарски факултет је 1949. подељен на Пољопривредни и на Шумарски. Православни богословски факултет је 1952. године актом Владе НР Србије издвојен из састава Универзитета у Београду. Велика медицинска и Велика техничка школа поново су 1954. припојене Универзитету у Београду. Из Београдског универзитета настали су универзитети у Скопљу (1949), Новом Саду (1960), Нишу (1965), Приштини (1970), Подгорици (1974) и Крагујевцу (1976).



*Истражно бушење у околини Бора и механизовано откопавање
багером ведричаром златоносног наноса у реци Пек, почетак XX века.*

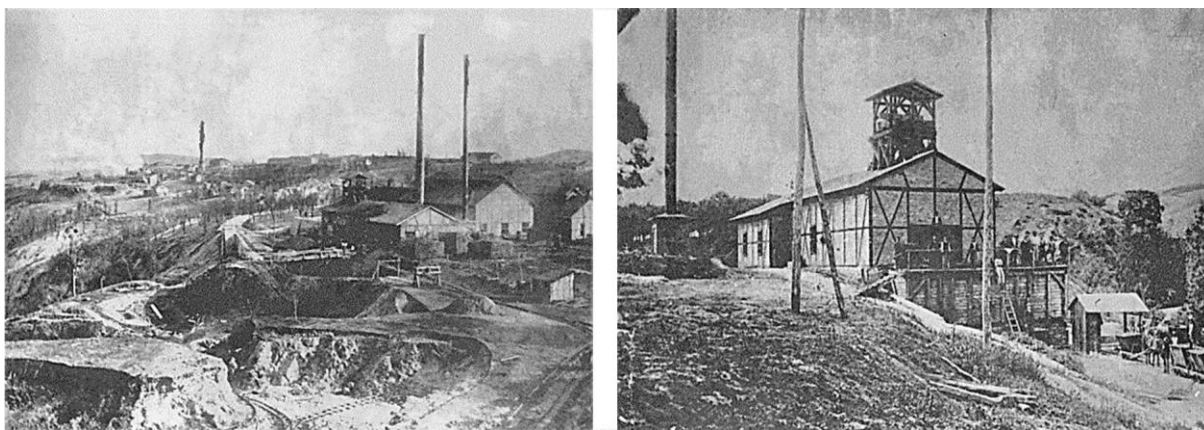
Значајнија истраживања и експлоатација злата из лежишта Бродица код Мајданпека, уз помоћ страног капитала, изведена су 1900–1903. године. Најинтензивнија експлоатација злата у овом лежишту одвијала се 1933–1941. када је урађено више од 40 поткопа, три окна, и из откопаних 55.856 тона руде добијено 585,6 килограма злата. За експлоатацију алувијалних лежишта злата из Великог Пека Ђорђе Вајферт је 1902. добио концесију Благојев камен Нересница. Добри приходи омогућили су улагања у даља истраживања злата на околном подручју, што је резултирало отварањем рудника волфрама и злата Света Варвара 1933. са подземном експлоатацијом и модерним постројењем за гравитацијску и флотацијску концентрацију златоносних минерала и амалгамацију злата капацитета 100 тона на час. Првих година откопавање су богате рудне жице са око 2000 грама волфрамита и злата по тони руде, месечно је произвођено око 12 килограма злата. Остварени су толико велики приходи да су за три године отплаћена уложена средства у геолошка истраживања, отварање рудника и изградњу флотације. Са краћим прекидима, рударске активности на овом локалитету трајале су до 1966. када је рудник злата и волфрама Благојев камен званично затворен због пада садржаја корисних компонената у руди и повећања трошкова откопавања и транспорта руде од разубуђених

рудних жица до флотације. Међутим, рударски радови су извођени и касније под окриљем геолошких истраживања.

Механизовано откопавање златоносних наноса у Пеку багером ведричарем започето је 1903. и првог дана рада добијена су 82 грама злата. Да је посао био веома уносан потврђује чињеница да су код Нереснице 1906. ангажована три багера ведричара. Ширена је експлоатација злата у наносима Пека, Млаве, Тимока, Поречке реке и њихових притока. Цео златоносни рејон Пека после Првог светског рата контролисали су југословенска краљевска кућа и представници крупног иностраног капитала.

Средином 1903. утврђене резерве руде бакра борског рудишта, односно лежишта Чока Дулкан, износили су 255.390 тона, са просечним садржајем бакра већим од 8%. Исте године Вајферту је издата концесија Свети Ђорђе на 50 година, просторног захвата 240 рудних поља. Наредне године образовано је акционарско друштво *Compagnie Francoise des Mines de Bor*, са седиштем у Паризу. Друштво су образовали Вајферт, банка *Mirabo* из Париза, *Pierari & Comp.* и Француско друштво за испитивање и предузимање послова из Париза.

Површинска експлоатација руде у лежишту Чока Дулкан почела је 1904. године. Седамдесет осам радника ископало је 5.500 тона руде са просечним садржајем бакра око 9%. Руда је ручно откопавана и транспортована кириџијским колима са воловском запрегом до Вражогрнца, одатле железницом до Радујевца на Дунаву, даље воденим путем до купаца. Проблем превоза руде, допремања опреме, потрошних материјала, угља и животних намирница трајао је до 1911. када је завршена изградња железничке пруге Бор–Метовница. Следеће године 180 радника ископало је 12.000 тона. Оскудност података из првих година рада рудника објашњава се пробним радом, а прави разлог је вероватно био интерес власника рудника да прикрију стварне податке о обиму производње, о квалитету руде, односно количини бакра, злата и сребра која је одвожена из Србије, док је влада била задовољна редовним плаћањем пореза, дажбина и царине.



*Бор, почетак експлоатације руде бакра у лежишту Чока Дулкан,
и рудничко окно Шистек, почетак XX века*

У Бору је 1905. подигнута прва топионица. До 1933. откопавану руду није требало обогаћивати. Пошто се производња стално повећавала, откопавани су и делови лежишта са сиромашнијом рудом, па је 1929. подигнута пробна флотација. Пошто су пробе успешно завршене, 1933. године изграђена је и пуштена у рад прва флотација у Бору. Резерве руде знатно су повећане 1912. истраживањима лежишта Тилва мика. Тилва рош, као лежиште златоносног пирита са релативно малим садржајем бакра, истражено је током Другог светског рада. Од 1933. до 1940. Бор је годишње производио 40.000 тона блистер бакра, односно милион тона руде високог квалитета.

Приликом повлачења југословенске војске 1941. године, рудничке инсталације, извозно постројење, компресорска станица и сипке у јами рудника Бор били су порушени. У другој години окупације, Немци, уз велике проблеме, покрећу производњу и закључују да би било погодније прећи на површинску експлоатацију. Тако је 1942. отворен површински коп Тилва мика. У току рата у Бору је откопано 1,37 милиона тона руде, из које је произведено 55 хиљада тона блистер бакра, 2,2 тоне злата и десетак тона сребра. Борски рудник Немци су користили и као концентрациони логор. У њему је било око десет хиљада логораша (Срба, Јевреја, Цигана и Мађара) који су радили у руднику.

У лежишту руде бизмута, бакра и злата Аљин дол 1907. године урађени су први истражни радови. Током Првог и нарочито Другог светског рата Немци су подземно експлоатисали ово лежиште. После ослобођења експлоатација је обустављена. Од 1956. до 1958. РТБ Бор изводио је геолошка истраживања на овом локалитету. Урађено је око 1.000 метара поткопа и ходника. Експлоатација није покренута због малих резерви.

У Мајданпеку је 1908. почела производња пирита и трајала је до првих година после Другог светског рата. У XIX веку своју историју Мајданпек је започео као рудник гвожђа, затим кратко време као рудник гвожђа и бакра, на крају као рудник бакра.

Рудник гвожђа Љубија отворен је 1916. на брду Јаворик код Љубије, ради ратних потреба Аустроугарске. За превоз руде изграђена је пруга уског колосека Љубија–Приједор, дужине 19 километара, макадамски пут 12,5 километара и постројење за претовар руде у Приједору ради даљег транспорта пругом нормалног колосека изграђеном 1873. У нехуманим условима рударске и друге тешке физичке послове обављало је неколико хиљада заробљених Руса, Италијана и Срба.

Британска фирма Selection Trust почела је 1924. године да испитује минерално-сировинске потенцијале полиметаличног лежишта Трепче (олово, цинк, сребро, злато, бизмут, германијум, галијум, индијум, селенијум и телур). Пошто су већ почетни резултати давали јасне показатеље о огромном рудном потенцијалу, фирма је 1926. потписала уговор о концесији са Радомиром Пашићем (сином Николе Пашића), познатим по привредним малверзацијама. Убрзо, у децембру 1927. основана је компанија Трепча Mines Limited, са седиштем у Лондону, генералном дирекцијом у Звечану, са 2.400 запослених радника, 55 инжењера и почетним капиталом око 300.000 фунти. Руководство компаније чинило је 20 странаца. На месту старог рудника из средњег века, 1930. отворен је рудник Стари трг и изграђена флотација. У току пробног рада вађено је око 500 тона руде дневно, две године касније производња је учетворостручена. До Другог светског рата произведено је око 5.700.000 тона руде, односно 625.000 тона концентрата олова, 685.000 тона концентрата цинка и 444.000 тона концентрата пирита. Података о производњи племенитих метала нема. Концентрат је извожен преко луке у Солуну. Ради рационализације производње, у Звечану је 1940. изграђена топионица олова. Трепча се, захваљујући веома повољним концентрацијама руде и метала, развила у највећи рудник олова и цинка у Европи. Власници су из Трепче извличили огромну добит, примера ради 1937. добит је износила пола милијарде тадашњих динара.

Отварају се и други рудници олова, цинка и племенитих метала. Рудник Леце отворили су 1931. British Pacific и Рудник бакра Бор. До Другог светског рата произведено је око 590.000 тона руде, просечног садржаја олова 3,6%; цинка 6,5% и злата 4,7–9,4 грама по тони. Производња је обустављена 1941, а рудник је у току рата коришћен као магацински простор.

Рудник Бело брдо (у почетку се звао Копаоник) отворен је 1936. године, са високим садржајима метала у руди: олова 9–10%, цинка 6–7% и сребра 80–100 грама по тони. Рударски радови извођени су на више хоризоната, годишње је откопавано 60.000 – 120.000 тона руде. Исте године отворен је рудник олова и цинка Велики мајдан, на падинама планине Јагодња у близини Љубовије.

Пред Други светски рат Србија је производила 40% европског антимона. Највећи део те производње потицао је из подрињских рудника Крупња, Зајаче, Столица и Доброг потока. Управа подрињских рудника, формирана ради експлоатације олова, предложила је држави као власнику 1889. године да се покуша претапање антимонских руда, пошто је цена антимона – метала била знатно повољнија од цене олова. Припреме на рудницима и у топионици брзо су завршене, и већ у јануару 1890. почела је производња антимона. Резултати су били одлични: богата оксидна руда стављана је непосредно у пламену пећ. Крупњански рудник и топионица антимона радили су с повременим прекидима до 1944. Рудник Столице отворен је 1916. за време аустријске окупације, и давао је више од 90% руде крупњанској топионици. Откопана руда у зајачким рудиштима је до 1901. године непосредно продавана и извозена. Од 1901. ситуација се мења пуштањем у погон топионице која се састојала из три пећи за оксидацију и две пламене пећи за редукцију руде. Топионички погон у Зајачи и Крупњу радили су с прекидима. После Првог светског рата топионица у Зајачи није радила до 1936. када због припрема за рат концесије за производњу антимона преузима немачки капитал Монтанија АД. Две године касније у Зајачи је пуштена у рад најмодернија топионица антимона у Европи. Индустријска потрошња угља постепено расте. Почетком XX века Сењски рудник је највећи и најзначајнији рудник угља. Инжењер М. Благојевић, начелник тадашњег Рударског одељења, каже за Сењски рудник да је то „једино државно предузеће које ради са успехом и које је донело земљи велике користи...”. Због транспорта угља, пруга уског колосека Ћуприја–Сењски рудник продужена је 1907. за 10 километара до Равне реке. Следеће године почела је експлоатација угља у руднику Равна река. Рудник је изграђен по највишим техничким мерилима оног времена. Из електране у Равној реци Сењски рудник је 1908. добио електричну енергију за осветљење.



*Рудник угља
Равна река, 1908.*

Са отварањем рудника Равна река значајно је повећана производња угља. Уочи Балканског рата 1912. износила је преко 136.000 тона. За време Првог светског рата Сењски рудник и рудник Равна река били су под бугарском окупацијом, управљање рудницима било је у рукама Немаца.

Захваљујући улагањима трговца из Ћуприје Николе Јоцића, између 1904. и 1907. године откривена су лежишта угља и отворени рудници у атарима села Стењевац, Стрмостен и Жидиље. Ресавски рудници 1910. улазе у финансијску кризу, па Јоцић своје концесионо право преноси на Ота Штајнбајса, немачког индустријалца. Годину дана касније Јоцић добија концесију за површинску експлоатацију угља новооткривеног лежишта Баре и гради 1912–1914. жичару Баре – Равна река. Жичара је била постављена на дрвене стубове, половно уже је купљено од рудника Алексинац, за погон је коришћен локомотив од 50 KS.

После Првог светског рата, добивши велики износ на име ратне репарације, Јоцић покреће производњу у Ресавским рудницима, Стењевцу, Стрмостену, Пањевцу и Ресавици.

У Ћуприји је 1929. изграђена електрана, сепарација, брикетарница, а рудник Ресавица спојен жичаром са железничком станицом у Сењском руднику. Захваљујући модернизацији Ресавски рудници су пред Други светски рат достигли производњу 190.000 тона угља.

У XX столеће Костолачко рударство улази са значајним технолошким помацима. За потребе осветљења места и рудника, за покретање вентилатора и мотора у јами Стари Костолац 1903. године изграђена је електрана снаге 45 kW. Захваљујући електричној енергији производња угља је за кратко време повећана за 250%, 1909. произведено је 52.581 тона. У близини рудника 1906. подигнута је фабрика стакла, што говори о настојању да се рационално газдује расположивим минералним ресурсима. Фабрику су уништили Аустријанци 1915. артиљеријском ватром.



Рудник антимона Зајача, средина XX века

Уочи Првог светског рата рудник је опремљен са два парна котла загревне површине 120 m², парном машином снаге 60 KS, са две пумпе, генератором снаге 40 kW, два електромотора појединачне снаге 2 kW и са два откопна чекића. У намери да прошири производњу отварањем још три јаме, Вајферт је у новембру 1913. објединио постојеће повластице. Рат је, међутим, онемогућио реализацију ове идеје. Најавом рата из рудника су мобилисани минери, коморције, ковачи и други квалификовани радници, што је у производњи правило велике проблеме. Накнадном мобилизацијом свих мушкараца, рудник је престао да ради 11. маја 1914. године. Окупацијом Србије 1915. рудником најпре управљају Бугари, а затим Аустријанци, који су свакодневним довожењем радне снаге из логора у Ковину и Белој Цркви подигли годишњу производњу на 24.000 тона угља.

После Првог светског рата са градњом електрана и индустријских постројења у већим градовима поред Дунава костолачки угљ као енергент добија на значају, тако да годишња производња угља 1922. износи 107.500 тона. Чести пожари и велики притисци у јами, односно тешки експлоатациони услови, утицали су на то да се 1928. донесе одлука о отварању новог поткопа (почео са производњом 1930) и о обустави радова 1933. у јами Свети Ђорђе, симболу костолачког рударства.

Пуштање у рад електране „Снага и светлост” снаге 30.000 kW 1930. у Београду утицало је на то да се због сигурности доставе угља изгради 2,5 километра пруге уског колосека између рудника и пристаништа на Дунаву.

Један од важнијих момената између два рата у Костолачком угљеном басену је изградња далековода између „Градске централе” у Пожаревцу и Кленовника 1934. Осим обезбеђења напајања електричном енергијом, исте године изграђена је жичара за транспорт кленовничког угља до Пожаревца, капацитета 25 тона на час.

За отварање рудника Ћириковац у Костолачком угљеном басену 1928. године повластицу је добило Деоничарско друштво за електрична, прометна и индустријска предузећа из Земуна. Рудник је пуштен у рад следеће године, али конкуренцију Костолца и Кленовника, Ћириковац није могао да издржи, те је 1935. обустављена производња.

Одмах по капитулацији Југославије окупатор је запосео и покренуо производњу у рудницима Костолац и Кленовник. Немачки план био је да Костолац постане један од снажних енергетских центара у Подунављу. Електричном енергијом, насталом из овог угља, напајали би се рудник у Бору и индустријски погони у Београду. Сагласно плановима, ради интензивирања производње, почетком 1942. довели су у Костолац пет парних багера и започели радове на откривању угља, односно отварање површинског копа. После готово две године рада на откривци, откопавање угља започело је крајем 1943. Упоредо са отварањем површинског копа Нови Костолац, почели су, средином 1942, градњу термоелектране и далековода Костолац–Бор и Костолац–Београд. Производњу у рудницима Костолца пратио је крвави терор, доведена је специјална јединица за оружану контролу рада у рудницима. Радна снага је свакодневно довођена, 1943. радило је 2.500–3.000 радника, присилно доведених људи, интернираца и мобилисане омладине.

Ручно откопавање малих количина угља у Колубарском басену везује се за крај XIX и почетак XX века, односно за 1896. када је отворена јама Звиздар. Поред јаме Звиздар угаљ се копао у бројним јамама: Соколовац, Пркосава-Рудовци, Скобаљ, Колубара, Велики Црљени, Космај, Барошевац, Јунковац, Шопићи, Радљево и др. Изградњом термоелектране у Вреоцима 1937. године снаге 14 MW, уситњена и слабо организована производња прераста у озбиљнију подземну експлоатацију лигнита, што је почетак рађања Рударског басена Колубара који је после Другог светског рата израстао у највећи рударско-енергетски систем Југославије. Изградња електране и њене потребе за угљем утицале су на отварање јаме Јунковац 1936, дневног капацитета 400 t угља. Рудник је био добро опремљен, располагао је засекачицама, електричним бушилицама, а за отпрему угља у термоелектрану изграђена је жичара дужине 5 km. Рад јаме обустављен је 1943. године.

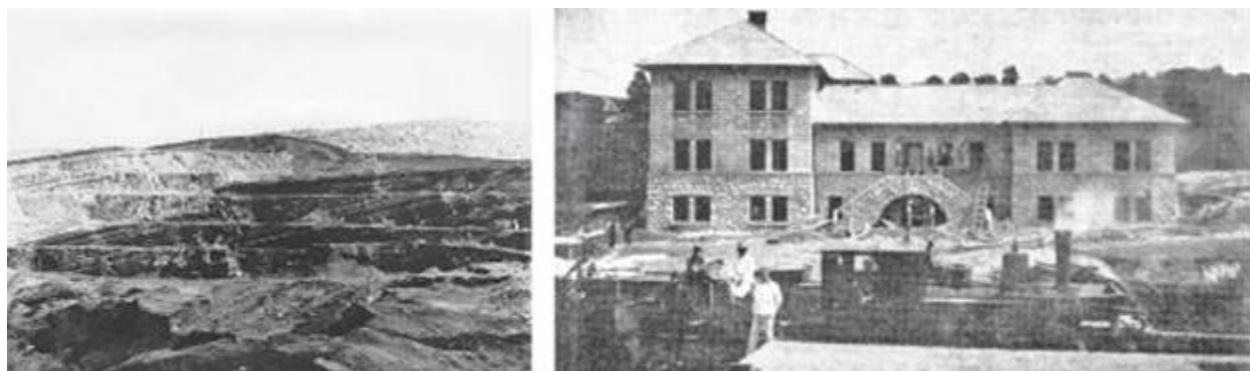
У Косовском угљеном басену, са преко 12 милијарди тона геолошких резерви лигнита, ручно откопавање изданака лежишта угља на локалитету Добро село почиње 1922. Тридесетих година XX века отворена је јама Косово и изграђена жичара за транспорт угља до железничке станице Обилић. После Другог светског рата отворене су две нове јаме Крушевац и Сибовац.

Јамско откопавање каменог угља у Бољевцу почело је почетком XX века. Концесију за експлоатацију угља 1903. године добио је Михајло Чебинац, краљевачки каменорезац.

Прва истраживања и рударски радови у Боговинском угљеном басену изведени су почетком XX века. Развој Борског рудника бакра утицао је на интензивирање производње у руднику угља Боговина, тако да је 1920. достигнут годишњи ниво од 76.000 тона мрког угља. У то време Боговина је учествовала са 43% у производњи мрког угља у Србији.

Да би се обезбедио лакши транспорт угља из Угљевика, 1916–1918. године изграђена је пруга уског колосека Угљевик – Бијељина – Босанска Рача. Аустроугарска је на градњи пруге ангажовала руске и српске

заробљенике, и локално становништво под принудом. После Првог светског рата држава улаже значајна средства у рудник угља у Угљевику.



Угљевик, површински коп угља, дирекција
рудника и утоварна станица, 1921.

Саграђена је зграда дирекције рудника 1921, подстакнута и подржана изградња рударског насеља 1929. На Сави, код Босанске Раче, 1934. изграђен је мост, угљ се до тада превозио преко реке жичаром која је била у функцији до Другог светског рата. Због потреба рудника, 1939. продужена је пруга уског колосека до Мезграје, где је отворена нова јама.

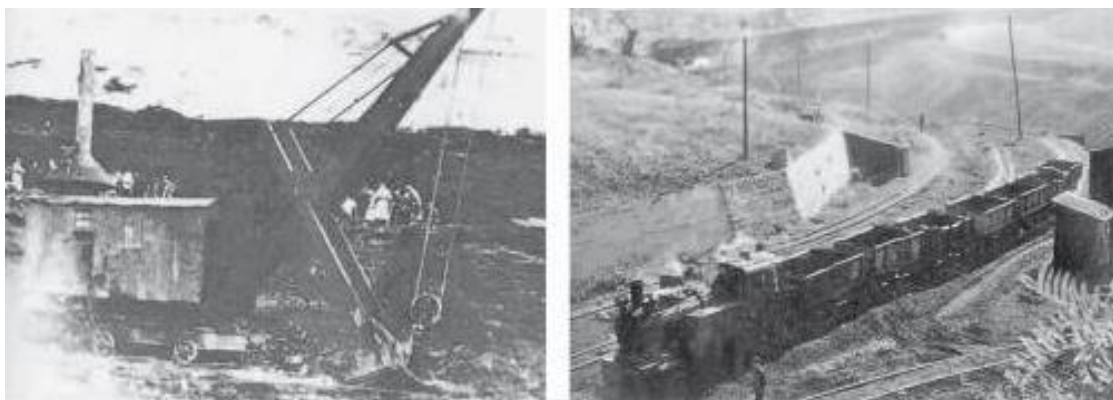
У првој половини XX века расте значај и шири се експлоатација неметаличних минералних сировина. Интензивна истраживања руде магнезита на територијама Чачка и Горњег Милановца извођена су 1927. и у исто време италијанска акционарска друштва Salvar и Emilka започињу експлоатацију ове руде. Масовна експлоатација глина и индустријска производња опеке и црепа у Кањижи почиње 1903. године, у Новом Бечеју 1904, у околини Шапца 1938.

Експлоатација трахита у каменолому Раковац започета је 1937. године. На Фрушкој гори је и пре отварања овог површинског копа експлоатисан камен на неколико мањих каменолома у власништву појединаца или акционарских друштава (Базалт и Парагово). Како су потребе за техничким каменом расле и увиђајући економски значај каменолома на Фрушкој гори, Техничко одељење Банске управе Дунавске бановине започело је акцију обарања високих цена камена отварањем државног каменолома код Раковца који би био конкурентан приватним каменоломима.

На основу геолошке карте А. Коха, на локалитетима Градац, Лишајев врх, Кишњева глава, Седам извора и Бушкина угљара на Фрушкој гори извршена су геолошка истраживања. Добијене резултате јануара 1931. сагледала је комисија састављена од еминентних геолога Универзитета у Београду, М. Луковића, Ј. Томића и К. Петковића, која је дала позитиван налаз о присуству веће количине висококвалитетног еруптивног камена. Извршена су и испитивања техничких својстава трахита која су потврдила одличан квалитет камена.

На овим налазима Банска управа је припремила пројектну документацију отварања каменолома, објеката и опреме. Од 1932–1935. године Банска управа је прикупила понуде иностраних фирми за испоруку потребне опреме и њену монтажу (за рударске радове, за дробилично постројење и за ваздушну жичару за транспорт камена од каменолома Кишњева глава до обале Дунава у Новим Лединцима). Пријавило се 57 фирми из Европе и Америке. Уговори су склопљени са Ingersol-Rand из Њујорка за компресорско постројење и бушаће чекиће, са Humbolt-ом из Келна за дробилично постројење и просејавање, са AEG из Берлина за електропокретање, са Blajhert-ом из Лајпцига за жичару, итд. Припремни радови за отварање површинског

копа на локалитету Кишњева глава код Старог Раковца започети су 1934. изградњом прилазних путева, магацина и пратећих објеката. Са градњом постројења за дробљење започело се 1936. године, у пробни рад погони су пуштени септембра 1937, а после четири месеца у редовну производњу. Тако је улагањем капитала Дунавске бановине започета експлоатација трахита на локалитету Кишњева глава. Производња је брзо подизана, тако да је 1939. достигла годишњи ниво од 200.000 m³ камена. Изградња жичаре дужине 5.900 m, био је смео технички и финансијски подухват. Пристаниште на Дунаву код Нових Лединаца показало се веома погодним за утовар камена у шлепове и јефтин транспорт воденим путевима. Изграђен је бункер великог капацитета за утовар камена у вагоне и камионе, што је омогућило транспорт камионима и железницом (пруга Беочин – Петроварадин). Ово је школски пример промишљеног и одличног стручног вођења поступка од геолошких истраживања до отварања и експлоатације лежишта.



Костолац, парни багер у раду на површинском копу и жељезнички транспорт угља, 1945

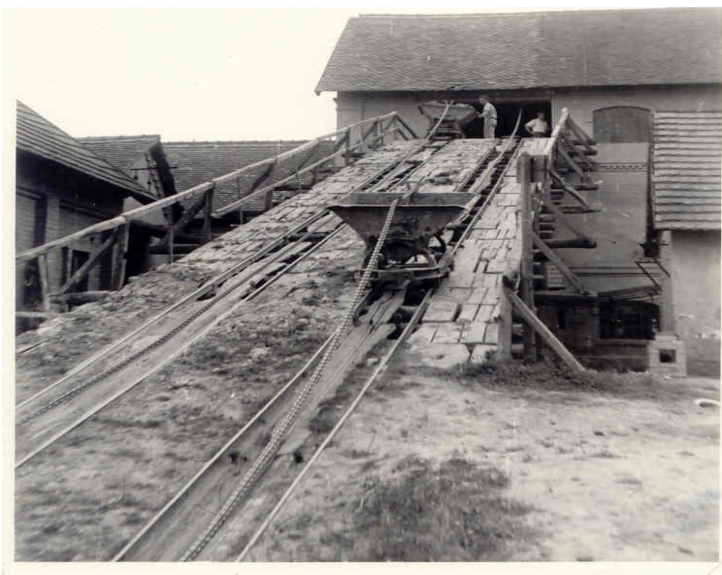
На почетку XX века наставља се модернизација фабрике цемента у Беочину, 1904. гради се радничка стамбена колонија, за отпрему цемента 1908. пуштена је у рад железничка пруга Беочин–Петроварадин, две године касније, изградњом жичаре, модернизована је и допрема кречњака са површинског копа Ердељ. Постојења старе фабрике цемента Филијала обуставила су рад 1915. До 1941. године производња је у више наврата модернизована, 1920. фабрика је национализована и добила назив Беочинска фабрика цемента, 1922. већински део акција преузима Cementia Holding из Цириха. Током Другог светског рата неки погони су минирани тако да цементара није радила.

Експлоатација лапорца и производња цемента у Поповцу (покренуо 1869. Лазар Поповић, клинкер пекао у јамској пећи пречника 2 m, и млео у цемент у воденици поточари) достигла је 1903. годишњи ниво од 700 тона цемента.

Са преузимањем цементаре, Београдска трговачка банка започиње модернизацију производње, пуштене су у погон две вертикалне пећи и нови млинови које покреће парна машина снаге 450 KS, а производња подигнута на 25 тона роман и портланд цемента дневно. Пред Први светски рат нови власник цементаре у Поповцу постаје новоосновано акционарско друштво Француско-српска индустрија цемента а.д. са капиталом француског и чешког порекла. Нови власници настављају модернизацију цементаре, 1913. године пуштена је у рад ротациона пећ и производња подигнута на 60 тона цемента дневно. За транспорт цемента изграђена је пруга уског колосека до Параћина, а за допрему угља из рудника у Сисевцу жичара. Током Другог светског рата цементара је радила, после рата (1956) изграђена је нова фабрика, која је као симбол времена добила име Нови Поповац.

Развој рударске привреде не би био могућ без одговарајуће геолошке подршке. Значајну функцију у том смислу имао је Геолошки институт Краљевине Југославије, основан 29. децембра 1930. године са јасно

дефинисаним задатком у Члану 1 Закона о оснивању, у коме стоји: „...по утврђеном плану и савременим научним методама врши проучавање тла (површинског земљишта) и дубљих делова Земље, минералног блага и подземних вода...” Саветодавно тело Геолошког института био је Геолошки комитет, чији је први председник био Владимир Петковић.



*Кањижа, горе – радови на
откопавању и утовару глине,
доле - навозиште у погону
циглане*

Од оснивања до почетка Другог светског рата Геолошки институт је публиковао 11 листова геолошке карте 1:100.000 и 14 листова 1:75.000. Објављено је осам бројева Весника Геолошког института Краљевине Југославије, пет расправа и два броја Годишњака. Током Другог светског рата под управом немачког окупатора Геолошки институт није имао издавачку делатност.

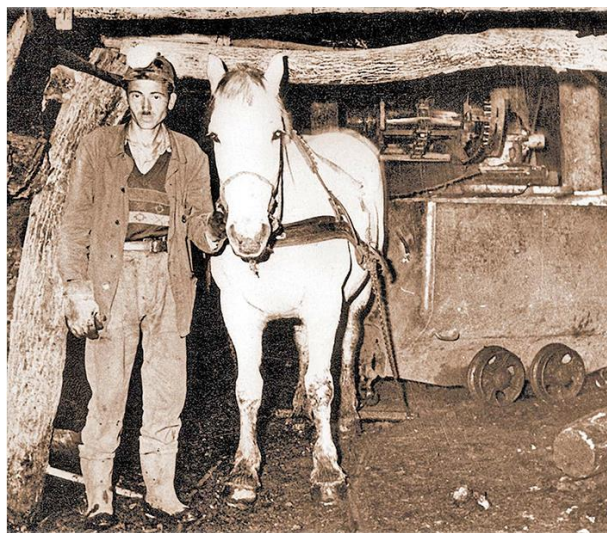
Са почетком Другог светског рата и немачком окупацијом завршава се фаза економског слободног развоја српског рударства. Током Другог светског рата Немци експлоатишу и раубују сва значајнија лежишта угља, бакра, олова, цинка, антимона, сребра и злата. Рудник Благојев камен је типичан пример те безобзирне пљачке. Рудници су претварани у логоре, људи су интернирани, присилно довођени да раде, а све то је пратио крвави терор.

7. ДРУГА ПОЛОВИНА XX ВЕКА

После Другог светског рата, у порушеној и опустошеној земљи рудници су национализовани. У таквом амбијенту улажу се велики инвестициони и стручни напори да се рударство ревитализује и оживи производња. Недостатак стручњака био је веома изражен. Свесна те чињенице, држава брзо реагује и осмишљено креће у стварање образовних и научних институција, са задатком да обезбеде инжењерску и научну подршку развоју. Оснива се 1. децембра 1994. године Научно-истраживачки институт при Повереништву за рударство Националног комитета ослобођења Југославије, 1946. формиран је Геолошко-истраживачки институт при Министарству рударства НР Србије. Исте године Министарство просвете НР Србије доноси одлуку о покретању студија рударства и отварању Рударског одсека на Техничком факултету у Београду, на коме ће се поред рударских школовати и геолошки стручњаци. Рударски одсек убрзо ће прерасти у Рударски и Геолошки факултет, а затим у јединствен Рударско-геолошки факултет у Београду. Детаљно о развоју научних, школских и других институција од значаја за наше рударство и геологију у другој половини XX века у одељку 2.2.1 монографије Српско рударство и геологија у другој половини XX века (АИНС, Матица српска, Рударски институт, Београд, 2014).

Пошто Монографија садржи детаљну фактографију, ради рационалности и хронолошког континуитета у наставку овог одељка обухваћена су само кључна дешавања у српском рударству и геологији у другој половини XX века, односно од Другог светског рата до првих година друге декаде XXI века.

У Костолцу, као рударском басену са најдужом традицијом, после ослобођења немогуће је било наставити градњу термоелектране коју су започели Немци. Они су са собом однели или уништили техничку документацију и део опреме. Зато је одлучено 1948. да се демонтира и у Костолац пренесе опрема прве термоелектране у Београду, и изгради термоелектрана Мали Костолац, снаге 8 MW. Годину дана касније пуштен је у погон и први од четири турбогенератора термоелектране Велики Костолац, укупне снаге 44 MW.



*Рударски басен Колубара,
Јунковац рудник са подземном
експлоатацијом угља, за вучу
вагона коришћени су коњи*

Будућност експлоатације угља у Костолачком басену није била у подземној експлоатацији, па је јама Кленовник затворена 1959. године, јама Стари Костолац 1966, а најкраће је радила јама Ћириковац 1955–1957. Површински коп Кленовник отворен је 1968, а површински коп Ћириковац 1973. и примењена је континуална технологија откопавања. Термоелектрана Костолац А1, снаге 100 MW, пуштена је у рад 1967, а термоелектрана Костолац А2, снаге 210 MW, 1980. Обе електране су и данас у погону.

На површинском копу Костолац обустављена је производња 1980, а на површинским коповима Кленовник и Ћириковац 2009.

Одлука о отварању површинског копа Дрмно и термоелектране Костолац Б (у јавности познатија као термоелектрана Дрмно) донета је 1976. године. Очување и конзервација делова археолошког налазишта Виминацијум и искрсли финансијски проблеми успоравали су припремне рударске радове и изградњу термоелектране. Октобра 1977. започето је отварање површинског копа Дрмно, а за производњу угља коп је био спреман после шест година (1983).

Бројност инвеститора и разноликост опреме на којој су инсистирали у току градње термоелектране Костолац Б узроковали су сталне измене пројектних решења. Прва проба постројења изведена је 15. септембра 1985. када су се поново појавили технички проблеми о којима се није јавно говорило, тако да је блок Б1 термоелектране, снаге 348,5 MW, пуштен у рад 30. децембра 1987. Други блок Б2, исте снаге, почео је да ради у јануару, да би неколико месеци касније дошло до хаварије на турбини. Не задуго догодила се хаварија и на блоку Б1 експлодирао је цевни систем, а један радник је погинуо. Процењено је да ће санација цевног система трајати дуго, па је одлучено да се турбогенератор блока Б1 премести у блок Б2. Стицајем извесних околности, али пре свега услед грешака код избора инвеститора и испоручилаца опреме, изградња термоелектране Костолац Б била је оптерећена бројним проблемима и трајала је веома дуго. Од 1870. и произведених 15.050 ђумручких центи (752,5 тона) угља до данас је у Костолачком басену откопано више од 212 милиона т угља, 93% површинском и 7% подземном експлоатацијом. Годишњи обим производње угља повећан је за око 12 хиљада пута. Енергетски и техничко-технолошки Костолац је дао огроман допринос индустријском развоју Србије.



*Рударски басен Колубара,
отварање површинског
копа угља Поље Д, 1961*

После Другог светског рата Колубарски угљени басен израстао је у највећи рударско-енергетски систем Југославије. Скупу и нископродуктивну подземну експлоатацију угља заменила је површинска експлоатација. Површинско откопавање лигнита почело је 1952. отварањем површинског копа Поље А у источном делу басена. У истом делу басена отворени су и површински копови Поље Б 1952. и Поље Д 1961. У западном делу Колубарског басена отворени су површински копови: Тамнава Источно поље 1979, Тамнава Западно поље

1994. и Велики Црљени 2008. Постројење за чишћење угља мокрим сепарисањем пуштено је у рад 1956, постројење за сушење угља почело је да ради 1957, прва фаза суве сепарације угља завршена је 1969, нова сушара почела је да ради 1986. године. Угаљ се од дробиличних постројења транспортује железницом до термоелектрана Никола Тесла (А и Б) у Обреновцу, Колубара у Великим Црљенима и Морава у Свилајнцу. Мање количине угља (око 10%) намењене су за широку потрошњу.



Електропривреда Србије, детаљи са површинских копова угља у Колубари Костоцу, данас

Од почетка откопавања угља 1896. до данас у колубарским рудницима откопано је око милијарду тона угља и око две милијарде кубних метара јаловине. На површинским коповима ископано је 98,33%, а у јамама 1,67% угља.

Данас Рударски басен Колубара годишње производи око 30 милиона тона угља, откопава 80 милиона метара кубних јаловине, остварује 70% производње угља у Србији и из енергије угља производи 52% електричне енергије у земљи. Годишње се произведе око 450.000 тона равнoг комадног угља и око 600.000 тона сушеног угља за потребе индустрије и широке потрошње.

У Косовском угљеном басену после Другог светског рата отворене су јаме Крушевац и Сибовац. Подземна експлоатација обустављена је 1966. године затварањем јаме Косово. Површински коп Добро село отворен је 1956. године, а 1968. добијене су и прве количине угља са површинског копа Белаћевац. Површински копови снабдевају лигнитом термоелектране Косово А и Б, укупне инсталисане снаге 1.478 MW.

После ослобођења оживљава и повећава се подземна експлоатација мрких и камених угљева у Ибарским рудницима-Баљевац, Рембаса-Ресавица, Алексинац, Боговина, Соколу и др. Почетком седамдесетих година енергетска политика земље и цена нафте на светском тржишту, са једне стране, и уситњена и нископродуктивна подземна експлоатација угља, са друге стране, утичу на обустављање производње и затварање многих јама. У Врднику, у најстаријем руднику угља у Србији, обустављени су експлоатациони радови 1968, у Руднику мрког угља у Алексинцу 1989. после велике несреће итд.



Бор, површински коп руде бакра, 1952.

Приликом повлачења Немци су демонтирали и уништили или понели опрему, што је компликовало и отежавало ревитализацију рудника и покретање производње у Бору. Рудник бакра Бор национализован је 1950. Почетком 1953. одлучено је, а 1957. започета прва фаза изградње и реконструкције рудника, обухватајући и топионицу, производњу сумпорне киселине и изградњу пруге Вражогрнац–Бор, којом је Бор повезан са железничком мрежом земље. Друга фаза развоја басена Бор, која је обухватила и Рудник бакра Мајданпек, почела је 1965.

Етапно су грађени и ширени капацитети Рударско-топионичарског басена Бор, руднички објекти подземне и површинске експлоатације, флотације и топионица. Од 1958. до 1967. површински је откопано лежиште Липе у близини Црног врха. У близини села Мали Кривељ, од 1960. до 1969. јамски је откопавана богата руда. У непосредној близини металуршких погона и флотације рудника откривено је рудно тело X, које је површински

откопано од 1978. до 1984. У близини рудничког окна откривено је рудно тело Ново окно, које је такође јамски откопано.

Површински коп са флотацијом Велики Кривељ отворен је 1982, са годишњом производњом око 12 милиона тона руде, а 1993. отворен је мањи површински коп Церово I. У Руднику бакра Бор до сада је произведено око 2 милиона тона бакра тржишне вредности (према данашњим ценама) око 16 милијарди долара, 137 t злата вредности око 6,3 милијарде долара, 410 t сребра вредности око 304 милиона долара. Нема података о произведеним количинама и вредности осталих корисних компонената.

После ослобођења изградња Рудника бакра Мајданпек почиње решењем Савезне владе 1954. године и одобравањем почетних финансијских средстава 1957. Изградња рудника трајала је непуне четири године, 1957–1961.

Радови на отварању површинског копа Јужни ревер започети су 1958. Прве тоне концентрата руде бакра упућене су у топионицу 25. јуна 1961. и та година је протекла у уходавању производње. Редовна производња успостављена је 1962. амбициозним планом да се откопа шест милиона тона јаловине и три милиона тона руде, односно да се добије 100 хиљада тона концентрата са садржајем бакра 20%. План је пребачен за 400.000 тона ископина. Тих година производња руде се усталила на 3,5–3,6 милиона тона годишње, а 1967. откопане количине откривке повећане су са 6,5 на 22 милиона тона. Те године произведено је 140.000 тона концентрата.

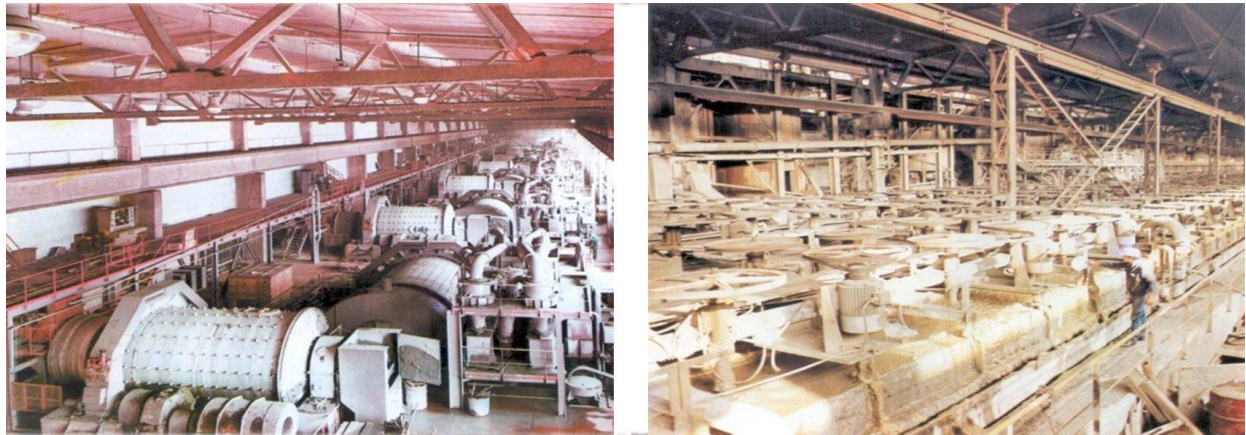


*Панорама
Мајданпека и
површинских
копова: Јужни
(у центру
слике) и
Северни ревер
(десно).
Електронске
новине, 2014;
Photo Stock.*

Једно од основних начела рударства да само сталан развој и модернизација могу осигурати економичност производње и опстанак у Руднику бакра Мајданпек добро је усвојено, па се већ уз завршавање прве фазе изградње траже могућности даље модернизације рудника. Материјална основа оваквом приступу у планирању чинило је 220 милиона тона утврђених резерви руде са средњим садржајем бакра 0,75%. Најзначајнији дometи друге фазе развоја били су: повећање годишњег обима производње руде за 2,7 милиона тона и изградња нове флотације – највећег објекта те врсте у Европи. Уз бројну флотацијску опрему и инсталације монтирана су четири млина капацитета 170 тона на час, 260 флотацијских ћелија и 48 пумпи. Упоредо са рудником градио се и развијао град Мајданпек. Примера ради, током друге фазе развоја изграђено је око хиљаду станова, бројни инфраструктурни и други објекти неопходни за функционисање града. Крајем друге фазе развоја, 1971. почиње изградња златаре и фабрике бакарних цеви. Осцилације цена обојених метала на светском тржишту које се готово по правилу периодично дешавају, погоршање услова експлоатације са захватима на већим дубинама и пад садржаја бакра у руди Рудник бакра

Мајданпек успешно је превазилазио сталним технолошким унапређењима, повећавањем производње и производности, бољим коришћењем ресурса и смањивањем трошкова пословања. Просечна годишња производња усталила се на око 12 милиона тона руде, 1984. уводи се у примену транспортни систем са тракама, користи се нова генерација капиталних рударских машина, багери запремине кашике 18 m³, дампера носивости преко 200 тона, изграђен је затворени систем дробљења и слично. Упоредо са развојем површинског копа Јужни ревер, 1986. отвара се нови површински коп Северни ревер.

Рудник бакра Мајданпек био је у групи највећих рудника те врсте у свету, произвео је око 1,8 милиона тона бакра тржишне вредности (према данашњим ценама) око 14,4 милијарде долара, 168 тона злата вредности 7,73 милијарде долара, 780 тона сребра вредности 578 милиона долара.



Флотација Рудника бакра Мајданпек, 1986.

Најмлађа област српског минерално-сировинског комплекса је нафтно рударство. Први кораци у овој области рударства везани су за настанак и развој Нафтне индустрије Србије. У потрази за нафтом и гасом у Војводини структурна бушења почела су 1947. а гравиметријска испитивања 1948.



РТБ Бор, Флотација рудника бакра Велики Кривељ, данас



РТБ Бор, површински коп Велики Кривељ и јама Бор, данас

Ембрион Нафтне индустрије Србије је Предузеће за истраживање и производњу нафте и гаса, формирано у Зрењанину одлуком Владе ФНРЈ 1949. При оснивању задатак предузећа био је да започне истраживања и производњу нафте и гаса у североисточном делу Србије. Предузеће је 1953. добило нови назив Нафтагас. Прва етапа развоја трајала је од 1949. до 1956. на подручју Баната. Прво гасно поље пронађено је 13. јула 1949. ерупцијом на бушотини Вг-2 код Велике Греде.

Наредне године у Бечеју је откривено ново гасно поље са присуством угљен-диоксида. Почетна фаза прве етапе завршена је 1952. открићем првог нафтног поља код села Јерменовци, недалеко од Вршца. Поље није било велико, али је било веома значајно са стручног аспекта, његовим открићем демантовано је мишљење да у источном делу Панонског басена нема нафте. У раздобљу 1952–1956. улажу се напори и концентришу сви расположиви ресурси да се прво нафтно поље пусти у производњу. Поље је требало потпуно истражити, урадити пројектну документацију и експлоатационе бушотине, изградити инсталације и оспособити лежиште за експлоатацију. То је све завршено 1956, када је на пољу Јерменовци произведено 6.500 тона нафте.



НИС Нафтагас, бушење и експлоатација нафте, 1989

Наредних година интензивирају се и унапређују истраживања нафте и гаса и активирају новооткривена нафтна, нафтно-гасна и гасна поља: Локве (1957), Елемир (1959), Пландиште (1962), Кикинда (1963), Мокрин (1963), Кикинда-Варош (1965), Јаношк (1966), Велебит (1968), Госпођинци (1969), Тилва (1969), Мраморак (1970), Бегејци (1971), и тако до поља Мартонош (1987). Нафтно поље Турија Север, једно од наших већих нафтних лежишта, у производњу је пуштено 1991. године.

Истраживања нафте и гаса извођена су и на другим теренима у Србији: у Поморављу, Подунављу, Дунавском кључу, тимочком крају, крушевачком басену, врањском басену и на потезу Чачак–Краљево. Од 1949. до 1987. у Србији је избушено око 1.700 бушотина, односно око 2 милиона и 700 хиљада метара истражних и експлоатационих бушотина.

Од 1969. упоредо са истраживањима нафте и гаса, Нафтагас је започео систематска истраживања термоминералних вода. Између 1969. и 1979. избушено је и испитано 17 бушотина ради добијања термоминералних вода и геотермалне енергије. Први систем за коришћење подземних геотермалних вода почео је да ради 1978. у Бачком Карађорђевоу, следили су бања Јунаковић код Апатина, бања Кањижа, геотермални системи у Кикинди и Србобрану итд. На прелазу XX века у XXI, просечна годишња производња НИС Нафтагаса је око 750 хиљада тона нафте и 450 милијарди (нормалних) метара кубних гаса.

Размишљање о трајању рударства на тлу Србије води нас праисторијском рударству бакра на Рудној глави, а размишљање о првобитном прикупљању кремена, пигмената, опсидијана и коришћењу глина води још у даљу прошлост.

После Другог светског рата, са изградњом и индустријализацијом земље, дуга традиција експлоатације и коришћења неметаличних минералних сировина оживљава осавремењавањем постојећих и изградњом бројних нових капацитета за производњу цемента, опеке, црепа, керамике, стакла, креча, гипса, техничког и архитектонског камена итд. Фабрике цемента у Беочину, Новом Поповцу, Косјерићу и Ђенерал Јанковићу осавремењавају технологију и подижу капацитете производње до укупног годишњег нивоа близу четири милиона тона цемента.

На експлоатацији глина шири се и гради индустрија опеке, црепа и керамике, са највећим погонима у Кикинди, Кањижи, Новом Бечеју, Лесковцу, Шапцу, Младеновцу и Власотинцу. Производни потенцијали ове привредне гране достижу две милијарде комада опеке, таваничних и зидних блокова, око 270 милиона комада црепа и еквивалентно око милион тона керамичких плочица, санитарне и украсне керамике. Обим и квалитет производње минералне индустрије неметала отворио је инострана тржишта и обезбедио пласман дела производње.

Средином друге половине XX века у свету долази до великих истраживачких продора и откривања нових научних подручја у геологији и рударству, у чему наши стручњаци активно истраживачки учествују. Научним резултатима у пониклим областима математичког моделирања, симулације, системских наука и операционих истраживања, примењеног рачунарства и рачунарски интегрисаних технологија у рударству и геологији, остварени су доприноси који су нашу научну мисао сврстали у светски врх. То се непосредно одразило на иновације у образовању рударских и геолошких стручњака, на унапређење инжењерске мисли, увођење нових наставних предмета и студијских програма на редовним и последипломским студијама, и подстакло је интересовање страних студената и стручњака за долазак на школовање и усавршавање код нас.

У дугом временском ходу кроз историју, српско рударство и геологија су највећи привредни и научни успон остварили у другој половини XX столећа. Историјско правило да рударство са геологијом као супструктура свих цивилизација дели судбину човечанства и има успоне и стагнације потврђују догађаји у нашем рударству и геологији у последњој декади XX столећа и првој декади XXI столећа.

Пред распад Југославије почетком деведесетих година прошлог столећа, Србија је као њена највећа република имала развијену минералну економију. Ова тврдња се заснива на резервама минералних сировина, достигнутом нивоу експлоатације најважнијих минералних ресурса, уделу минералне економије у спољнотрговинском промету, учешћу минерално-сировинског комплекса у индустрији земље и економско-вредносној оцени минералног богатства земље. Годишње је експлоатисано око 100 милиона тона различитих руда, што је, сразмерно величини Србије, релативно велика производња. Обојени, племенити метали и

концентрати обојених метала заузимали су високу позицију у спољнотрговинском билансу земље. До краја осамдесетих година прошлог столећа, улагања у геолошка истраживања, у развој и унапређење производње постојећих и отварање нових рудника имала су узлазни тренд.



Потисје Кањижа, површински коп Мајдан III и командни центар рачунарски подржаног система са сателитском GPS технологијом за надзор и управљање експлоатацијом и транспортом глине, 2000

Са распадом Југославије и увођењем економских санкција које су наметнуле западне земље долази до стагнације, назадовања и бројних проблема у привреди и економији земље, сходно томе и у минералној економији. Смањује се или обуставља производња бројних рудника, десетоструко се смањују улагања у геолошка истраживања, обустављају се инвестиције у изградњу и отварање нових капацитета, нестају улагања у осавремењавање постојећих рудничких технологија и набавку нове опреме и машина. У условима санкција и прекинутог платног промета са иностранством набавка резервних делова за увозне рудничке машине веома је отежана и једино могућа преко бројних посредника, што је вишеструко повећавало трошкове пословања.

Недовољне количине домаће и недостатак нафте из увоза, као главног енергента у рудницима са цикличним технологијама експлоатације, узрокују застоје, редукцију производње и губитке, а нафта са „црног” тржишта осетно поскупљује рудничку производњу.

Ратни сукоби изазвани на просторима бивше Југославије домаћу индустрију за производњу привредних експлозива оријентишу на производњу за војне потребе, што доводи до недостатка експлозивних средстава за потребе рударства, до ометања производње, губитака и вишеструког увећања трошкова. Друштвене турбуленције, тешка економска ситуација у земљи и споља стално подстицана политичка превирања усложњавају друштвене односе и неповољно утичу на кадровску структуру многих рудника. Велики пад зарада у рудницима узрокује одлив кадрова, нарочито високообразованих искусних стручњака. Ово додатно компликује постојеће проблеме, млађи, неприпремљени и технолошки недовољно уиграни кадрови преузимају руководеће позиције у производњи и неретко праве озбиљне пропусте, грешке и озбиљне штете.

У оваквим условима, ослабљена рударска привреда, у настојању да очува производне функције, престаје да улаже у развој, губи апсорпциону способност за прихватање нових научних и техничких достигнућа, што се одражава и кроз пад потреба за истраживачким и инжењерским пројектантским услугама. Недостатак истраживачких и пројектантских послова и урушена општа економска ситуација у земљи узрокују сиромашење материјалне базе, смањење зарада и одлазак кадрова са факултета, института и пројектантских кућа. Последице су импровизације у пројектовању, низак квалитет пројеката и губитак научног и стручног подмлатка. Проблеми узроковани економском и политичком блокадом нарастају „милосрдним” НАТО бомбардовањем земље 1999. године чији су стратешки циљеви заузимање дела територије Републике Србије – Косова и Метохије, разарање инфраструктуре и стварање услова за приватизацију којом ће земаља бити доведена у зависност.

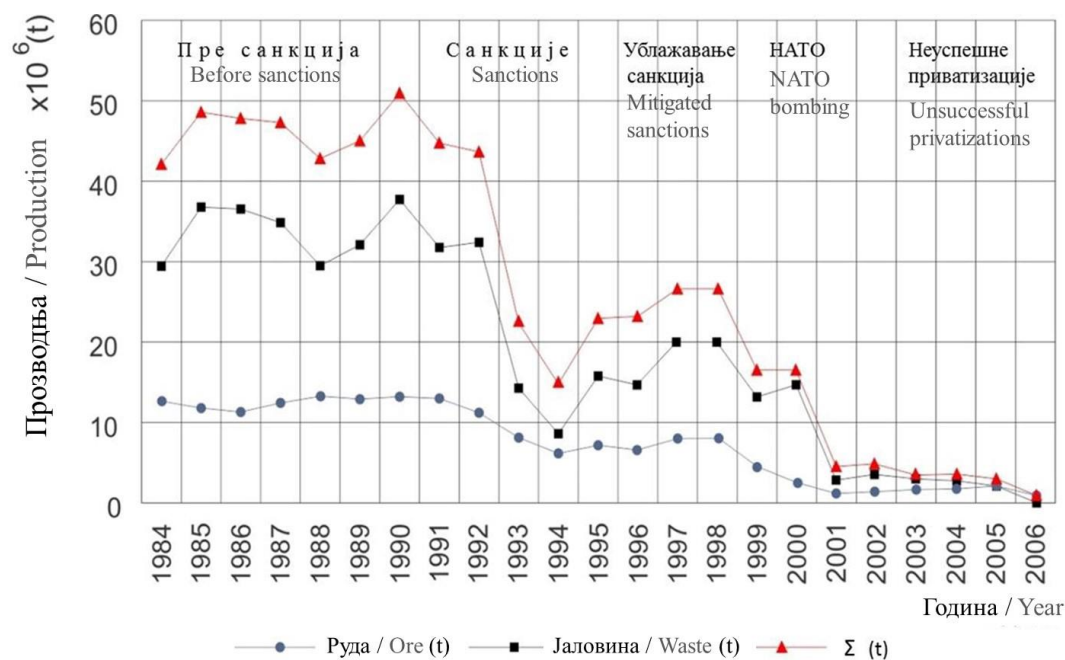
Урушавање привреде земље и рударства приватизацијом по моделу лиценцираном и наметнутом са запада, чији циљ није осавремењавање и превођење привреде у ефикасније и продуктивније стање већ превасходно отимање ресурса, брзо богаћење и уништавање производње ради освајања тржишта, има бројне негативне последице, а најтеже су гашење индустријске производње, велики пораст незапослености и огромна задуженост земље.

Ово је кратка слика разорних последица по рударство Србије, генерисаних економском блокадом, бестијалним НАТО бомбардовањем (24. март – 10. јуни 1999) у којем је безочно учествовало 19 западних земаља предвођених САД, а затим транзицијом и приватизацијом.

Рударско-топионичарски басен Бор (РТБ Бор) делио је судбину ових догађања, стога из фактографских разлога износимо конкретне податке из овог периода, а слика коју пружају подаци за РТБ Бор слична је слици укупних догађања у привреди и рударству земље.

Пре увођења економских санкција Србији, РТБ Бор био је један од значајнијих светских произвођача бакра и племенитих метала, познат у свету по високом квалитету катодног бакра. За економију Србије РТБ Бор је посебно значајна компанија, она годишње доноси држави више стотина милиона долара. Компанија је са својим производним и минерално-сировинским потенцијалима стратешки важна за развој српске привреде, али игра важну улогу и за економски просперитет земаља у окружењу.

Промене услова привређивања са увођењем економске блокаде имале су снажно дејство на услове рада и ефекте производње. У Руднику бакра Мајданпек који послује у систему РТБ Бор смањена је производња руде за 51%, јаловине за 71%, односно укупно откопане масе за 65%, број запослених смањен је за 16%, а производња по запосленом раднику за 58%. Годишња производња руде пала је са 23 на 15,7 милиона тона. На следећој слици приказано је кретање производње у Руднику бакра Мајданпек, којој је трендовски слична производња рударске привреде у Србији.



Рудник бакра Мајданпек, производња у периоду 1984-2006.

Непропорционалан однос смањења броја запослених и производње по запосленом објашњава се падом производње због отежаног снабдевања нафтом као погонским горивом за камионе и помоћне машине, смањењем расположивости машина услед недостатка резервних делова, немогућности куповине нових машина и у извесној мери због флукуације радне снаге. Илустрације ради, Рудник бакра Мајданпек је 1991. године располагао са 14 булдозера спремних за рад, а 1994. на располагању их је било осам. Или други пример, између 1984. и 1991. Рудник бакра Мајданпек је у просеку располагао са 38–47 камиона носивости 150, 170, 190 и 200 тона, у 1992. на располагању су била 32 камиона, у 1993. 19, а у 1994. само 13 камиона спремних за рад. Механизација је одржавана тако што су делови са једне машине демонтрани и монтирани на другу. Недостатак резервних делова, овакво успостављено одржавање машина и немогућност обнове механизације резултирали су и неусклађеним извођењем радова на површинским коповима, заостајањем откопавања јаловине, интензивирањем откопавања по дубини и на површинском копу Јужни ревер обустављањем одводњавања – чиме је створена акумулација са око 15 милиона кубних метара воде. И поред оваквог извођења радова није битније поремећен садржај бакра у руди, што говори о настојању да се оствари позитиван економски биланс производње откопавањем мање количине али богатије руде, односно руде са већим садржајем бакра. На пример у површинског копа Јужни ревер, највећег површинског копа у РТБ Бору, до краја 1994. према планираној динамици требало је да радови сиђу на коту +215 m. Међутим, сишли су знатно ниже, на коту +140 m. Оваквим начином рада, као борбом за опстанак, површински копови РТБ Бора, доведени су у стање да је даљи развој немогућ без значајних инвестиционих улагања у опрему, радове на откопавању јаловине и, нарочито на површинском копу Јужни ревер у Мајданпеку, на уклањању великих количина акумулисане воде.

Финансијску ситуацију у овом периоду карактерише ерозија материјалне супстанце, проблем ликвидности, ограничене могућности кредитирања и развоја. За подизање и нормализацију производње после блокаде било је потребно око 160 милиона долара. И у тако тешким условима компанија је смогла снаге да у време

санкција инвестира у отварање новог површинског копа Церово, у проширење и реконструкцију Јаме (подземна експлоатација) и површинског копа Велики Кривељ око 55 милиона долара.

НАТО бомбардовање појачало је даље урушавање производње. У Бору су уништени трансформаторска станица, што је узроковало обуставу производње у Топионици, и резервоари за нафту, што је ометало производњу на површинским коповима и у Јами.

Превирања у транзицији после 2000. године са две неуспеле приватизације доводе до пада производње на само два милиона тона руде, што је за 21 милион тона мања производња у односу на номиналну производњу пре увођења економске блокаде 1991. Ово је последица исцрпљености свих ресурса компаније и погрешно вођене приватизационе политике. Променом стратешког односа државе према РТБ Бор, 2008. покренут је инвестициони циклус ревитализације система, нормализације и техничко-технолошке стабилизације производње, а градњом нове топионице уклањање и еколошких проблема које ствара технолошки застарело постројење у Бору.

У овом кратком секвенцијалном приказу историје српског рударства и геологије, од можда највећег човековог открића да комад стене у ватри прелази у метал до савремених рачунарски интегрисаних рудничких технологија, уочљиво је да су рударство и геологија спрегнуто представљали и представљају не само ослонац привредног, културног, научног, техничко-технолошког и општег друштвеног развоја, већ су поставили темеље и изнедрили класичне инжењерске дисциплине, металургију, машинство, грађевинарство, рударска мерења–геодезију, организационо и системско инжењерство, механику, инжењерство материјала, и значајно допринели рађању и афирмацији електротехнике. Бројне чињенице ово потврђују, кључна је да су први технички факултети, академије и универзитети основани пре више стотина година (у Петрограду, Фрајбергу, Шемницу, Ахену, Пшибраму...) школовали рударске инжењере са интегрисаним знањима из рударства, геологије, хемије, механике, машинства, грађевинарства, рударских мерења – геодезије, организације и заштите.

У прилогу овоме је и мало позната чињеница да је наш велики научник **Михајло Пупин** завршио са похвалом



(као најбољи) 1883. године Рударски факултет (School of Mines) на Универзитету Колумбија (основан 1754) у Америци. Потом је неколико година провео на Кембриџу у Енглеској и четири године у Берлину где је код Хелмхолца докторирао у области математичке физике, прецизније у области физичке хемије, науке која је тада била у повоју, са темом Осмотски притисци и слободна енергија. Вратио се 1899. на Рударски факултет Универзитета Колумбија на место наставника физике. Тада је Универзитет Колумбија на сугестију Томаса Едисона основао двогодишње последипломске студије електротехнике (електричног инжењерства) за студенте који су претходно завршили четири године Рударског факултета. Била су два наставника:

Френсис Бејкон Крокер (Francis Bacon Crocker), један од првих председника Америчког института инжењера електротехнике, данас IEEE, и Михајло Пупин,

који ће такође бити председник овог удружења. Факултет је 1896. променио назив у Факултет рударства, инжењерства и хемије (School of Mines, Engineering and Chemistry) и до данас још два пута мењао име, најпре у Факултет инжењерства и примењене науке (School of Engineering and Applied Science), како га и данас многи зову, мада је званични назив Факултет инжењерства и примењене науке Фондације Фу (Fu Foundation School of Engineering and Applied Science) у част Кинеза Z. Y. Fu који је факултету донирао 24 милиона долара.

Постоји сличност са Љубомиром Клерићем, који је као рударски инжењер на Универзитету у Београду утемељио наставу из предмета Механика и Наука о машинама.

ИЗВОРИ

1. Агрикола, Г., О рударству и металургији у XII поглавља (Agricola G., De Re Metallica Libri XII, Basel, 1556), Превод са руског, приредили: Петковић З., Ћалић Н., Миловановић Д., Југословенска инжењерска академија, Београд, 2007, стр. 481.
2. Аксин, В., Цветићанин, Р., Ђук, Љ. и др., Рударство Југославије, НИРО Привредни вјесник, Загреб, 1982, стр. 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. Анђелковић, В., уредник, Сточетрдесет година, Костолац 1870–2010, ТЕ-КО Костолац, Костолац, 2010, стр.191.
5. Богосављевић–Петровић, В., Томовић, М., Зајачак на Западном Копаонику, Касноантички рударско-металуршки центар, Археометалургија, Билтен 2, 2000. 6. Бор 1903–1953, Раднички савет Рудника бакра и Топионице Бор, 1953.
6. Вујић, С., Грујић, М., Салатић, Д., Радивојевић, С., Јеленковић Р., Рудник бакра Мајданпек: Развој, стање, будућност, Рудник бакра Мајданпек, Академија инжењерских наука Србије и Црне Горе и Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, 2005, стр. 167.
7. Вујић, С., Јовановић, Б., Јордовић, Ч., Рударство на тлу Централног Балкана: Осам хиљада година историје, Српска академија наука и уметности, Галерија науке и Музеј науке и технике Београд, 2003, стр. 25.
8. Вујић, С., Касаш, К., Миљановић, И., Симић, В. и Животић, Д., Повећање енергетске ефикасности производње површинских копова опекарских сировина адаптивним вођењем експлоатационих процеса, Академија инжењерских наука Србије и Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, 2012, стр. 128.
9. Вујић, С., Операциона истраживања и минерално-сировински комплекс: трагање за коренима примене, Зборник радова XXV Symopis-a, Херцег Нови, 1998, стр. 51–58.
10. Вујић, С., Цвијић, Р., Да ли је будућност стигла? Међународна конференција о рачунарски интегрисаним технологијама, Приједор, Зборник радова, 2001, стр. 31–42.
11. Вујић, С., Четрдесет година рачунарства у српском рударству, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Српска академија наука и уметности – Галерија науке и технике, Академија инжењерских наука Србије, 2010, стр. 22.
12. Вукановић, Т., Речник древног рударства у земљама Централног Балкана XII–XIII век, Музеј рударства и металургије Бор, Бор, 1998, стр. 143.
13. Вучетић, М., Јаме косточачког мајдана, ЈП Електропривреда Србије, Београд, 2010, стр. 64.
14. Група аутора, Костолац 1870–1970, монографија рудника, Здружено електропривредно предузеће Србије, Индустијско-енергетски комбинат Костолац, 1970, стр. 318.
15. Ђорђевић, Т., Ибарски рудници каменог угља, Бољевац, 1994.
16. Јовановић, П., главни и одговорни уредник, Сто десет година геологије и четрдесет пет година рударства на Универзитету у Београду, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Београд, 1990, стр. 469.
17. Јовановић, Б., Рудна глава – Најстарије рударство бакра на Централном Балкану, Бакар, Бор, 1982.
18. Јовановић, Д., Злато и бакар источне Србије, Српско друштво за историју науке, Београд (репринт издања из 1907), 2001.
19. Јордовић, Ч., Грнчарски и цигларски центар у Виминацијуму, Саопштење XXVI/1994, Републички завод за заштиту споменика, Београд, 1994.
20. Камерон, Р., Нил, Л., Кратка економска историја света: Од палеолитског доба до дана, Службени гласник, 2011, стр. 709.
21. Медић, Б., Антић, С., Новаковић, М., Досадашњи развој НИС Нафтагас и перспективе даљег развоја, Нафтагас 1949–1989, Нови Сад, 1989.
22. Николић, П., Димитријевић, Д., Угаљ Југославије, Проналазаштво, Београд, 1990, стр. 462.
23. Пантић, Н., Сладић–Трифунковић, М., У потрази за коренима, Јубиларна књига Српског геолошког друштва 1881–
24. 1991, Београд, 1992, стр. 8–27.

25. Радојчић, Н., Закон о рудницима деспота Стефана Лазаревића, Народна библиотека „Ресавска школа“, Деспотовац, 1995, стр. 124.
26. Рудник бакра Мајданпек: 1961–1986, РО Рудник бакра Мајданпек, 1986.
27. Симић, В., Долазак Феликса Хофмана у Србију, једна значајна стогодишњица, Рударски гласник, свеска 3, Београд, 1962.
28. Симић, В., Из скорашње прошлости рударства у Србији, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, књига 9, Београд, 1960.
29. Симић, В., Истакнути рудари Србије, Рударски гласник, свеска 3, 1966, стр. 117–125.
30. Симић, В., Историјски развој нашег рударства, Савет за енергетику и екстрактивну индустрију Владе ФНРЈ, Београд, 1951.
31. Симић, В., Рударство гвожђа и бакра у Мајданпеку, 1848–1858, САНУ, Београд, 1980, стр. 302.
32. Стаменковић, Ђ., Борски бакар: Прошлост-садашњост-будућност, ЈП Штампa, радио и филм, Бор, 1997.
33. Станковић, С., Четрдесет година НИС Нафтагас, Нафтагас 1949–1989, Нови Сад, 1989.
34. Ђалић, Н., Драшкић, Д., Припрема минералних сировина у историји рударства до 1918. године. ПИНУС Записи, Београд, бр 7, 1997, стр. 93–115.
35. Ђирковић, С., Ковачевић–Којић, Д., Ђук, Р., Старо српско рударство, Прометеј – Вукова задужбина, Београд, 2002, стр. 259.
36. Ђузовић, М., Стајић, Д., Остојић, М., Од нездравог камена до црног злата, ЈП ПЕУ, Ресавица, 2004, стр. 315.
37. Šarić, J., Institute of Archaeology, Belgrade, Lower Palaeolithic site Kremenac near the village Rujnik (Serbia), Starinar LXI/2011, pp 7–31.

ИНТЕРНЕТ

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=i&ictx=1&fir=_lo4Dzj7NxLlvM%253A%252C5DZHvRrPAoO6xM%252C_&usg=__sZfPeMTd6ilG5IkY4G-X8KdsXO0%3D&sa=X&ved=0ahUKEwj3-vv4LPbAhUpxqYKHWIhCzQQ9QEIQzAD#imgsrc
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=0ahUKEwi948C17LPbAhWwh6YKHRgzDXcQ4lYIKSgC&biw=1920&bih=925&dpr=1#imgdii=wQ0dLfKVneayUM:&imgsrc=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=0ahUKEwi948C17LPbAhWwh6YKHRgzDXcQ4lYIKSgC&biw=1920&bih=925&dpr=1#imgdii=wQ0dLfKVneayUM:&imgsrc=5AK6oyQzqrLRIM
48. https://sr.wikipedia.org/wiki/Тврђава_Ново_Брдо