

PETROGRAFSKI SESTAV NEKATERIH VZORCEV RAŠKEGA PREMOGA Z RAZLIČNO KOKSAVOSTJO

Milan Hamrla

S 6 fotografijami v prilogi

Splošno

Raški premog je zaradi njegovih posebnih lastnosti težko uvrstiti v normalno karbonizacijsko vrsto. Značilno zanj je, da ima obenem lastnosti nizke in visoke stopnje karbonizacije. Vsebina hlapnih snovi ustreza manj zrelemu premogu. Količina vode, kurilna vrednost, vnetišče in koksavost pa kažejo na znatno višjo zrelost. Koksavost je za vsebino hlapnih snovi okrog 48 % nenavadno visoka. Premogi s tako visoko vsebino hlapnih snovi dajo običajno le prašnat koks. Pri iskanju vzroka tej lastnosti domnevamo, da je v zvezi z izredno visoko vsebino žvepla (okrog 10 %), katerega večina je kemično vezana kot organsko žveplo. Ta domneva temelji zaenkrat na izkustvu, da so premogi, bogati z organsko vezanim žveplom vedno boljše koksavi kot enako zreli premogi z nižjo vsebino žvepla. V raškem premogu žveplo najbrž zamenjuje elementarne delce kisika (Kreulen, 1952). Na ta način moremo tolmačiti tudi visoko molekularno razmerje $\frac{H}{O+N}$, ki je karakteristični indeks za koksavost premoga; pri normalnih nemških koksavih premogih znaša 8—12, pri raškem pa celo 13.

Raški premog zaradi visoke vsebine žvepla sam ni primeren za izdelavo koksa. Uporabljati ga moremo v omejeni količini le kot vezivo drobcev manj zrelih, nekoksavih premogov, pri izdelavi koksa iz mešaníc premogov. Njegova vloga je v razvoju naše koksarniške industrije zaradi tega pomembna.

Koksavost raškega premoga ni stalna. Razlike so med sloji pa tudi v posameznih slojih. Najmanj koksav je premog iz najnižjega »krednega« sloja. Dilatometerske krivulje premoga iz tega sloja ne kažejo skoraj nobene dilatacije ter se bistveno ločijo od značilnih krivulj z izrazitimi dilatacijskimi maksimi (650 %) dobro koksavega premoga višjih slojev. Vsebina pepela je v slabo koksavih različnih običajno nekoliko višja.* Ta zanimiva ugotovitev je pomembna tudi z gospodarskega vidika, ker je v »krednem« sloju največji del zaog raškega premogovnika. Številnim

* Po podatkih preiskav Kemičnega inštituta SAZU v Ljubljani.

vprašanjem v zvezi s študijem raškega premoga se je tako pridružil nov problem: kje so vzroki nestalni koksavosti?

Da je premog primeren za koksanje, je v prvi vrsti potrebna zadostna kemična starost. Koksavi so običajno črni premogi, ki so v karbonizacijski vrsti dosegli stadij, karakteriziran pri normalnih humulitih s približno 84—90 % C, 4—6 % H, 6—10 % O + N in 18—28 % hlapnih snovi (vpp). Tehnološke lastnosti premoga so odvisne tudi od njegovega petrografskega sestava. Pri dosti zrelih premogih moremo z mikroskopsko analizo sestava precej dobro presoditi, ali je premog primeren za koksanje ali za kakšen drug tehnološki postopek. Za koksavost sta odločilni petrografski komponenti vitrit in klarit. Vitrit, ki prevladuje pri humulitih, je sestavljen v glavnem iz vitrinita, bodisi gelastega kolinita, večinoma pa telinita z več ali manj razločno ohranjeno strukturo prvotnega rastlinskega materiala. Klarit sestavlja vitrinitna osnova z bitumenskimi telesi eksinita v obliki odpornih kutikul, spor in polena ali morfološko nedoločenih vključkov.

Ostali dve petrografski komponenti, durit in fuzit, sta koksno neaktivni. Pravi durit sestavlja inertna osnova mikrinita, sklerotinita, fuzinita in semifuzinita, v kateri so bitumenska telesa eksinita. Fuzit je kemično skoraj sam ogljik. Medtem ko ima durit določeno vlogo pri procesu odplinjevanja med koksanjem ter vpliva na količino in sestav plinskih in tekočih produktov, je fuzit popolnoma inerten. Vmesne stopnje med duritom in klaritom so glede koksavosti odvisne od količinskega razmerja posameznih petrografskih komponent oziroma maceralij. Anorganske primesi v večji količini neugodno vplivajo pri procesu koksanja premoga.

Poleg kemičnega in petrografskega sestava premoga utegnejo na potek koksanja vplivati tudi drugi faktorji. Termični razkroj premoga pri koksanju je kemični proces; pri dodajanju toplotne energije se odcepljajo določene spojine ob izpreminjanju agregatnega stanja. Možno je, da pri poteku teh reakcij pridejo v poštev še dodatni, na primer katalitični vplivi nekaterih anorganskih ali drugih spojin, ki se nahajajo v premogu.

V zvezi z nakazanim problemom nestalne koksavosti raškega premoga je bilo treba ugotoviti petrografski sestav in druge mikroskopske značilnosti nekaterih vzorcev premoga, ki se sicer makroskopsko ter po osnovnih kemičnih karakteristikah med seboj skoraj ne razlikujejo.

Pri tujih avtorjih najdemo praktično zelo malo podatkov o raškem premogu (Petrascheck, 1927, Beck, 1948, Abramski, 1951, Kreulen, 1952, M. Teichmüller, ustno sporočilo 1954).

Med zrelostno stopnjo premoga, njegovim sestavom in geološko situacijo premogišča je vedno določena zveza. Ker se podatki medsebojno dopolnjujejo, naj navedemo v kratkem geološke značilnosti raškega premogišča: Produktivne plasti pripadajo po S t a c h e j u v presu spodnjega eocena, po S a l o p e k u in italijanskih geologih zgornjemu paleocenu. Premogovi sloji so v spodnjem delu tako zvanih kozinskih apnencev, ki leže večinoma neposredno na erodirani površini

senonskih rudistnih apnenecv. Pred transgresijo kozinskih plasti, ki so razvite v limničnem in brakičnem faciesu, je bila površina krednih usedlin denudirana ter skraseča ob nastajanju boksita. Na meji teh in mlajših kozinskih plasti se pojavljajo ponekod konglomerati in boksitne breče (S a l o p e k, 1954, 10). Premogišče ima v spodnjem delu značaj talnih slojev, više so sloji pravilnejši. Najnižji, »kredni« sloj je bil odložen neposredno na erodirano in skraselo apnenčevo podlago. V globelih in vdolbinah je število slojev večje ter so le-ti tudi debelejši kot nad izboklinami kredne površine. Isto velja za vmesne plasti in vložke med sloji. Vseh slojev, ki so precej neenakomerni in tanki, je blizu 40; med njimi jih je le nekaj (okrog 10) primernih za odkopavanje. Sloji so razdeljeni na tri skupine. V spodnji, »kredni« skupini je 2—5 slojev, debelih skupno 1,2—2,5 m. Najnižji je običajno najdebelejši ter često apofizasto zapolnjuje razpoke in žepe na razčlenjeni senonski površini. Mestoma najdemo pod njim brečo z apnenim in premogastim vezivom. Po več slojev se tudi združuje v en sloj.

Nad serijo brakično-lagunarnih kozinskih plasti slede morski zgornji foraminiferni miliolidni, alveolinski in numulitni apneneci ter najvišje fliš. Debelina vseh plasti znaša največ še nekaj sto metrov. Mlajše plasti niso bile sedimentirane na tem območju. Debelina plasti nad premogom torej relativno ni bila velika; statični pritisk krovnih plasti in temperatura zato nista mogla imeti večjega vpliva pri procesu karbonizacije v geokemični fazi zorenja premogišča. Tudi tektonika je zmerna (S a l o p e k, 1954, 25), zato dinamometamorfni vplivi niso mogli biti posebno pomembni pri poteku karbonizacije.

Za mikroskopsko preiskavo so bili na razpolago vzorci premoga iz naslednjih slojev oziroma lokalitet jame Podlabin:

Vzorec IV; »kredni« sloj. Prekop 424. (Tik pod premogom je bila po nekih podatkih tanka plast gline.)

Vzorec VI a; »kredni« sloj; najnižji del ob kontaktu s kredno podlago. Prekop 424.

Vzorec XIV; »kredni« sloj; spodnji del. Prekop 204, nadkop 201.

Vzorec XIII; »kredni« sloj; spodnji del. Prekop 204, nadkop 201.

Vzorec VII; »kredni« sloj; srednji del. Prekop 204, nadkop 201.

Vzorec XII; »kredni« sloj; zgornji del. Prekop 204, nadkop 201.

Vzorec X; 7. sloj. Odkop 217 — jug.

Vzorec VI b; 9. sloj. Prekop 214.

Vzorci smo vzeli točkasto, zato ne predstavljajo povprečka. Izdelali smo kosovne, zrnaste in grobozrnaste preparate. Nadalje smo preiskali še nekaj vzorcev normalnega, dobro koksavega premoga iz višjih slojev, ki so jih v Kemičnem inštitutu SAZU v granulaciji < 0,2 mm večinoma predhodno kemično obdelali s kislinami z namenom, da se zniža vsebina anorganskih primesi.

Vzorci smo preiskali kvalitativno glede udeleženih maceralij in anorganskih primesi. Ker vzorci niso povprečni, bi bila kvantitativna izmera brez smisla.

V kratkem opišem uporabljeno tehniko izdelave mikroskopskih preparatov; pri raškem premogu je namreč marsikdaj težko doseči brezhibno polituro, ki je predpogoj za opazovanje podrobnosti pod mikroskopom. (Kreulen tudi poudarja, da se raški premog težko polira; 1952.) Za zrnaste preparate v granulaciji $< 0,75$ mm smo delno uporabljali Schneiderhöhnovo mešanico, delno zmes kolofonije in šelaka v razmerju 1:1. Taka osnova je precej trda in krhka; izboljšati jo moremo z minimalnim dodatkom čebelnega voska. Kosovne preparate smo večinoma kuhali v vosku karnauba, čeprav pri mokrem brušenju navadno ne razpadejo. V zmerno segretem vosku pustimo kos toliko časa, da prenehajo izhajati mehurčki. Brusimo mokro na ravnih steklenih ploščah s karborundom št. 80, št. 200, nato s smirkom 5 min in 50 min, ter končno še s smirkom 200 min ali s karborundom št. 1000. Razumljivo je, da je potrebna za vsako fazo brušenja posebna steklena plošča ter temeljito vmesno izpiranje preparata. Grobo poliramo strojno na zelenem suknu s kromovim oksidom, enako še z glinico št. 1. Naknadno poliramo ročno z glinico št. 2, nato obrus ročno ali strojno izperemo ob obilnem dodajanju vode.

Za mikroskopiranje sem uporabljal Leitzov Panphot ter večinoma imerzijski objektiv 8 mm, 25 x. Uporabljal sem glicerino imerzijo ter le izjemoma cedrovo olje. Pri glicerinu je mikroskopska slika le neznatno slabša v primeri s cedrovim oljem, kar pa odtehta druge nevšečnosti, ki jih ima cedrovo olje. Delo s suhimi objektivni ni mogoče, ker ne moremo razlikovati nobenih podrobnosti. Fotografski posnetki so bili narejeni na mikroskopu Reichert MEF.

Kratek opis pregledanih preparatov:

Vzorec IV. Makroskopsko vidimo v brezlikem, enakomerno svetlem premogu dva tanka rumenkasta pasova, ki se pod mikroskopom izkazeta kot premog, bogato impregniran s piritom.

Pod mikroskopom opazujemo neizrazito mikropasovito strukturo, ki je ponekod »fluidalna«, kar priča za več ali manj plastično stanje substance v začetni fazi pretvarjanja (1. slika). Med strukturiranimi conami so telinitni pasovi s slabo nakazanimi sledovi rastlinske zgradbe.

Od petrografskih komponent sta zastopana vitrit in klarit. Čistega vitrinata je le malo. Eksināt zastopajo temnosiva, podolgasta, razčlenjena telesa, ki pripadajo najbrž kutikulam in drugim povrhnjicam rastlinskih delov ter polenu. Teh oblikovanih vključkov je zelo malo. Precej redke so spore gliv v obliki nepravilno ovalnih telesc. Ločimo spore s slabim reliefom, često v skupinah ali najmanj v triadah ter posamične spore z močnim reliefom in debelo lupino, ki so včasih tudi dvodelne (teleutospore). Spore so edini ostanki, ki so ohranili prvotno obliko.

Anorganske primesi zastopa karbonat v različno oblikovanih vključkih do najmanjših dimenzij. Verjetno je ves epigenetski, čeprav se pojavlja tudi v sredi zdrave, nerazpokane substance.

Značilna mikroskopska struktura je poudarjena z izredno drobno razpršeno mineralno snovjo. Le redko opazujemo razen zrn tudi žilice te primesi, katere mikroskopska slika ustreza do neke mere glini.

Drobna sulfidna zrna in okroglaste zrnate konkrecije so razporejene neenakomerno ne glede na strukturo ali petrografsko pripadnost.

Vzorec VIa. Makroskopsko je primerek gost, kompakten in črnorjav. Po zunanjem videzu sliči kenalskemu premoгу ali premogastemu gorljivemu skrilavcu ter prehaja v temno jalovino.

Pod mikroskopom vidimo le malo čistega vitrita. V vitritu nastopa temneje siva, močno razčlenjena substanca, ki tu in tam prevladuje na račun vitritita. Maceralijo moremo prištevati eksinitu, ki glede na svojo obliko najbrž ne pripada fragmentom višjega rastlinja.

Istočasno zvezno narašča količina nadvse fino razpršene anorganske primesi, ki je vezana zlasti na temnejšo, razvejano substanco. Ta primes je nesporno singenetična. Je sivkastorjava ali celo rdečkasta ter v delu preparata močno nakopičena. Med nikoloma je videti nejasno anizotropijo izredno drobnozrnatega agregata. Solna kislina, ki jo kanemo na površino zbruska, ne reagira s snovjo. Poleg tega opazimo še fine impregnacije s piritom. Zdi se, kot da se na določenih mestih oba mineralna agregata medsebojno nadomeščata.

Vzorec XIV. Čista vitrititna zrna so zelo redka. Večinoma so drobno prepokana ter zapolnjena s sekundarnim kalcitom. Opazimo dva sistema razpok pod poševnim kotom. V vitritu so ponekod svetli, razvejani vključki (cf. vz. X in VIb). Mestoma opazimo tudi izrazito strukturirano vitrititno substanco z relativno znatno vsebino razpršene anorganske primesi. Struktura se ponekod približuje zrnati, pri čemer mineralna primes zapolnjuje prostore med zrnci, delno je nepravilno razvejana. Temna eksinitna telesa so redka.

Finozrnate anorganske primesi, ki je pretežno temnosiva, je mestoma zelo veliko. Ni anizotropna ter tudi pri večji povečavi ne moremo opazovati nobene zanesljive optične karakteristike. Le kjer je substanca rumenkastorjava, opazimo med nikoloma slabe pojave anizotropije.

Vzorec XIII. V homogeni vitrititni substanci najdemo tu in tam gruče spor. Nekatere so prazne in okrogle, druge stisnjene. V neposredni okolici spor je precej svetle, zrnate substance, ki spominja na mikrinit.

Prevladujejo paralelno in nepravilno strukturirana zrna s temnosivimi, razvejanimi vključki eksinita (2. slika). Temna bituminozna substanca se v nekaterih zrnih močno nakopiči ter prevladuje nad vitrititom. Primerki sličijo po videzu in strukturi »plinskemu« premoгу iz Aleksinca, ki je izrazito podvodna sapropelska tvorba, nastala po nakopičenju različnih maščobnih alg. Poleg eksinita nastopajo še drobna, nepravilno oglata in ovalna telesa svetlejše barve. Maceralije ni mogoče točno opredeliti; po analogiji s sestavinami črnega premoga jo imamo za inertinit. Struktura nekaterih zrn spominja na mikrokenalsko.

V tem preparatu ne opažamo v večji množini fino razpršene anorganske primesi. Precej je sulfidnih zrn. Njihova velikost je od nekaj stotink milimetra navzdol. Prevladujejo posamična zrna, ki izkazujejo

v preseku tri-, četvero- ali peterokotno obliko. Redka so nepravilna, popačena zrna. Tudi v ovalnih zrnatih skupinah opazimo enake, le manjše oblike. Na trikotnih rjavkastooranžnih presekih opazimo včasih razkolnost, jasno anizotropijo ter slabo refleksijo.

Vzorec VII. Zrna kolikor toliko čiste vitrinitne substance nastopajo le v majhni meri. Vitrinit ni homogen, ampak v sivih odtenkih izpremenljiv, poleg tega ga prepletajo številne svetlosive, tanke žilice in prameni. Ta struktura je zaradi močne homogenizacije dokaj nejasna: temnosiva, ovalna polja so več ali manj omejena s svetlosivimi prameni, vsa substanca pa je razen v barvah dokaj poenotena. Svetli prameni bi utegnili biti ostanki prvotnih sten celic. Opazamo tudi podobno strukturo, kjer je domnevna notranjost celic svetlosiva, stene pa nepravilne in temnejše. V vitrinitni osnovi nastopajo tudi drobno in nepravilno razvejani temneje sivi vključki. Njihov relief je sicer nekoliko močnejši od osnove, vendar mnogo slabši, kot ga kaže eksinit pri tej stopnji karbonizacije. Isto velja tudi za barvo teh vključkov. Vprašanje je, kakšnim prvotnim delom rastlin pripada ta maceralija. Zaenkrat jo imamo za različek eksinita. Nekaj pa je tudi debelejših in temnejših podolgastih teles, ki sličejo listnim kutikulam. Posebno v teh različkih najdemo precej debelostenskih spor, ki imajo močan relief ter večinoma niso stisnjene. V vitrinitu jih praktično ne opazamo.

Glede prostorske porazdelitve in oblike maceralij moremo v tem kakor tudi v drugih preparatih krednega sloja razlikovati naslednje strukture:

a) homogeno strukturo imajo vitrinitna zrna z redkimi vključki svetle, mikrinitu slične substance;

b) paralelna struktura je značilna za klaritna zrna z več ali manj paralelno mikrotrakasto razporeditvijo eksinita ter vključkov, ki mu sličejo (cf. 2. slika);

c) razvejano strukturo imajo klaritna zrna, v katerih so oblikovane sestavine eksinita neenakomerno in nepravilno razporejene;

d) zrnato strukturo imajo različki, kjer nastopa vitrinit v obliki ovalnih, drobnih zrn v nekoliko temnejši osnovi, ki vsebuje več ali manj razpršene anorganske primesi (3. slika).

V tem vzorcu opazimo tudi sorazmerno precej pirita v obliki posamičnih zrn ali drobnozrnatih okroglih skupkov, ki so včasih nanizani v pasovih. Koncentracija pirita je neenakomerna ter ni odvisna od sestava zrn. Precej je tudi kalcita, ki zapolnjuje več ali manj paralelne, tektonsko nastale razpoke in porušitve v premogu. V manjši količini opazamo v zrnatih in trakastih različkih zelo drobna, temna zrnca in rjavkaste impregnacije. Značaj anorganske substance ni jasen; spominja na glinaste primesi. Del drobnih zrn kaže izrazito anizotropijo ter pripada karbonatu.

Vzorec XII. V splošnem prevladuje drobnotrakasto in drobnozrnato strukturiran premog, pri čemer je struktura z razpršeno anorgansko substanco še močnejše poudarjena. Kar je vitrinita, kaže mestoma poseben videz: prepokana in zdrobljena vitrinitna snov je bila zaceljena

z enako, vendar nekoliko temnejšo vitrinitno substanco. Proces se je moral izvršiti, ko je bil sloj že konsolidiran.

Anorganska substanca se pojavlja v tem in tudi v ostalih preparatih krednega sloja v naslednjih oblikah:

a) zelo drobno, neenakomerno, točkasto razporejena brez zanesljivih optičnih značilnosti;

b) kot zapolnitev razpok z epigenetskim kristalastim kalcitom (4. sl.);

c) kot nepravilne krpe različnih velikosti, nacefrane, včasih tudi v skupkih, ki po optičnih karakteristikah pripadajo karbonatu. Drobni vključki v vitrinitni osnovi bi kazali na singenetični nastanek. Verjetneje pa so to epigenetične zapolnitve praznih prostorov v premogu, ki je v fazi diagenese postal več ali manj luknjičav. Karbonat je večinoma razločno kristalast. Nastanek odprtin v premogu je v zvezi s cirkulacijo kraških voda v premogišču ter pojavom podzemnega preperevanja in s tem razvrednotenja premoga. Poznan je »sajasti« premog nekaterih kraških premogišč (Siverič). Ta način izpreminjanja premoga je znan tudi iz Raše ter od drugod, pojavlja pa se zlasti pod dolinami (Petrascheck, 1927) ali ob prelomnicah;

d) kot nepravilni, zelo drobno razpršeni, sivkastorjavi ali mestoma tudi rdečkastorjavi madeži po premogovi substanci, pri čemer se zdi, da je snov nejasno anizotropna. Substanca je lokalno koncentrirana v krpe ali celo zrna (4. slika), katerih značilnosti kažejo na boksit ali terro rosso;

e) kot drobna piritna zrna in konkretije v izpremenljivi manjši množini.

Vzorec X. Prevladuje več ali manj homogena, svetlosiva vitrinitna substanca s svetlimi, v reliefu neizrazitimi vključki. Ti so tanki in podolgovati ali zrnati. Glede na to, da često nastopajo skupaj s sporami, kakor tudi po sličnem mikroskopskem videzu, bi jih mogli s pridržkom imeti za nekdanje tkivo gliv. Ponekod opažamo v vitrinitu rdečkaste notranje reflekse, ki so značilni za rezinitne vključke.

Vzporedno ali zrnato strukturiranih zrn ne opazujemo. Eksinita tudi skoraj ni. V primerjavi z opisanimi vzorci »krednega« sloja bi mogli zaradi tega predpostavljati nekoliko drugačen rastlinski material z mnogo manj eksinita.

V tem preparatu opažamo naslednje vrste okroglastih spor (5. sl.):

a) precej velike, okrogle, sivkaste z močnim reliefom in debelo lupino;

b) še večje, okrogle, svetle s slabim reliefom in izredno debelo lupino, ter

c) drobne, okroglaste, sive z zelo močnim reliefom, ki pa so najbrž iste kot pod a).

V primerjavi s prej opisanimi različki je v tem preparatu izredno malo piritnih zrn. V precej debelih žilah — prvotnih razpokah — je kristalni kalcit, v premogovi substanci pa so tudi drobni karbonatni vključki. V zelo majhni količini opažamo tudi sivkastorjavo, izredno drobnozrnato substanco.

Vzorec VI b. Premog tega vzorca je v nasprotju z ostalimi zelo krhek in mehak. Mikroskopsko v splošnem sliči preparatu vzorca X. Prevladuje vitrit. V sivi vitrinitni osnovi je različna količina še svetlejših, nepravilno razvejanih vključkov, kar daje vitritu poseben videz. Maceralija se po mikroskopski sliki mestoma precej približuje mikrinitu. Razporeditev svetlih vključkov včasih spominja na razporeditev celic, strukturo pa označimo kot mrežasto (6. slika). Vključkom so po barvi in reliefu precej enake okroglaste spore v skupkih ali nanizane v vrstah.

Razvejana, nepravilna, podolgovata telesa eksinita kakor tudi drobno dispergirana anorganska substanca skoraj niso prisotni.

Jalovinske primesi so zastopane z drobnimi, nepravilnimi ali podolgovatimi vključki kalcita. Večjih piritnih zrn skoraj ni, le tu in tam opazimo zelo drobne piritne impregnacije.

Vzorec dobro koksavega premoga.

a) Nepran.

Premogovo snov sestavlja pretežno svetla, nekoliko različno siva vitrinitna osnova s svetlejšimi, tankimi, podolgovatimi vključki. Nekaj je tudi paralelno strukturiranih zrn klarita.

Kalcit zapolnjuje posamezne redke ozke razpoke, veže pa tudi lokalno močno prepokano in zdrobljeno premogovo substanco. Opažamo tudi večja zrna kalcita. Posamičnih piritnih zrn je malo.

b) Pran v HCl conc.

V premogovi sustanci sami ni nobene izpremembe. Kalcitnih zrn več ne opazimo. Podolgovati prostori, kjer je bil po analogiji z nepranim vzorcem prvotno kalcit, so zapolnjeni s sivkasto snovjo; ob robu teh prostorov pa so oddrobljeni delci premoga.

Na zrnih piritu ni nobene mikroskopsko zaznavne izpremembe.

c) Pran v HCl 1:1.

Isto kot pod b), le da v notranjščini nekaterih zrn premoga opazamo še redka neizpremenjena kalcitna zrna. Glede anorganskih primesi sem pregledal tri vzorce »krednega« premoga v granulaciji $< 0,2$ mm, katerim je bila znižana vsebina pepela z redukcijskim pranjem v HCl conc. in deloma tudi z naknadno obdelavo s HF. V vseh treh primerih opazamo pod mikroskopom nekoliko izrazitejši relief oziroma strukturo. To utegne biti v zvezi z odstranitvijo drobne anorganske primesi, ki je videti pri zbrusku, obdelanem s HF, najmočnejša. Tudi sama vitrinitna snov kaže v tem preparatu mestoma precej razločno strukturo. Karbonatnih primesi ne opazujemo nikjer več, pač pa najdemo v vseh treh preparatih še sorazmerno precej zrn piritu, ki niso izpremenjena.

Kvantitativna izmera pranih preparatov zaradi minimalnih zrn ni bila izvedljiva z zadostno natančnostjo.

O petrografskem sestavu premogovih vzorcev in genezi raškega premoga

Ako povzamemo podatke kratke mikroskopske kvalitativne analize navedenih vzorcev, moremo zaenkrat napraviti naslednje zaključke, ki imajo le predhoden značaj ter pravzaprav nakazujejo probleme, ki jih bo potrebno podrobno rešiti.

Premog preiskanih vzorcev pripada vitritu in klaritu. Kvantitativna izmera nekaj vzorcev dobro koksavega premoga je pokazala, da pripada 90—95 % substance navedenima komponentama, ostalo odpade na jalovinske različke. Prevladuje kolinitiski videz vitrinita. V manjši meri nastopa tudi telinit, vendar je rastlinska struktura (pri opazovanju pod mikroskopom brez posebnih postopkov) skoraj povsod že močno zabrisana. Le redko opazujemo razločne sledove nekdanje celične zgradbe. Vitrinit, zlasti višjih slojev, često prepredajo tanke svetle žilice in vključki, katerih mikroskopske karakteristike se približujejo mikrinitu. Tudi je možno, da predstavljajo ti vključki ostanek sten nekdanjih rastlinskih celic. Siva vitrinitna substanca je večji del barvno nehomogena ter izpremenljiva v svetlejših in temnejših odtenkih.

Rezinit se pojavlja kot nepravilna, nerazločno drobna, razpršena zrnca. Njegova udeležba pa je na podlagi opazovanja v temnem polju zelo majhna.

Eksinit zastopajo temnosive kutikule in njim podobna telesa ter polen. Večinoma nastopa v obliki nepravilno oblikovanih podolgovatih teles in neizrazitih fragmentov. Udeležba eksinta je v splošnem manjša ter omejena bolj na spodnji »kredni« sloj. V višjih slojih stopa v ozadje; v njih prevladuje skoraj sam vitrinit. Več klarita je torej v spodnjem sloju. Poleg tipičnega eksinita opazujemo često še vključke, ki so po izrazitosti reliefa in barve nekako med eksinitom in temneje sivim vitrinitom.

Tipičnih sklerocijev skoraj ne najdemo v raškem premogu, enako tudi ne neoblikovanega sklerotinita. Opazoval sem le eno telo, ki je bilo podobno sklerociju, pač pa lokalno precej okroglastih spor, med katerimi ločimo različke z močnim in slabim reliefom ter debelim ostenjem.

Fuzit v raškem premogu ne nastopa. Nikjer tudi nisem našel fragmentov fuzinita ali semifuzinita, z izjemo le enega samega drobca, ki se je po strukturi približeval fuzinitu v vzdolžnem rezu. Po refleksiji in reliefu pa se je le malo ločil od vitrinita, na katerega je bil vezan.

Tudi durit se ne pojavlja. Tu in tam sicer opazujemo zrnato strukturo ter precej bitumenskih teles, vendar je osnova takšnih redkih različkov skoraj v celoti vitrinitna. Zrnat mikrinit s tipičnimi karakteristikami ni z gotovostjo potrjen v raškem premogu. Tudi kosmičastega mikrinita ne najdemo. Do neke mere so podobna zrnatemu mikrinitu že omenjena svetla telesa in vključki. Količinsko ne nastopa nikjer v tolikšni meri, da bi različke prištevali duritu tudi pri potrjenem mikrinitnem značaju maceralije. Pač pa bi manjši del klarita morali opredeliti kot vmesno stopnjo, ker je maceralije lokalno več kot 5 %. Omeniti je treba, da se mikrinit v splošnem pojavlja pri zrelejših premogih in da njegov nastanek še ni zadostno pojasnjen.

Mikrostruktura vzorcev »krednega« sloja je pretežno paralelna, razvejana ali zrnata. Struktura višjih slojev je homogena ali lokalno tudi mrežasta, kar je odvisno od količine in oblike svetlih vključkov v prevladujoči vitrinitni osnovi. Struktura »krednega« sloja je poudarjena še

s primesjo drobno porazdeljene anorganske substance. Le-ta je v premogu različno oblikovana ter jo zastopajo naslednji minerali:

a) Epigenetski kristalni karbonat kot zapolnitev razpok, zdrobljenih pasov ali kot nepravilni vključki v premogovi substanci. Nastanek razpok v premogu je posledica tektonike, zapolnitev s karbonatom pa v zvezi s kraškimi pojavom razvrednotenja premoga.

b) Singenetični karbonat (?) kot zelo drobna, nepravilna, kosmičasta zrnca v popolnoma intaktni vitrinitni substanci. V premogovo substanco bi mogel priti v drobno razpršeni obliki že v najzgodnejšem stadiju premogišča. Kosmičaste vključke karbonata v mlajših premogih poskušajo nekateri raziskovalci spravljati v sklad z mikroorganizmi.

c) Izredno drobno razpršena mineralna primes, ki je v najožji zvezi s premogovo substanco. Pripisovati ji moremo glinasto naravo ter je nesporno singenetična. Rjavorumena ali celo rdečkasta barva primesi, kjer je le-ta močnejše koncentrirana, kaže na kraške produkte preperevanja, terro rosso ali celo boksit. To domnevo podpira v prvi vrsti geološka situacija premogišča. Primes fino razpršene substance je karakteristična v glavnem le za vzorce iz spodnjega sloja. Teh mineralnih vključkov samo pod mikroskopom ne moremo točno določiti.

d) Singenetični (zgodnje epigenetični) železov bisulfid v obliki fino-zrnatih impregnacij, drobnih zrn, kopic ali tudi večjih posamičnih zrnatih kongregacij je v pretežni večini vezan na stadij nastajanja premogišča. Zrna so v najožjem kontaktu s premogovo substanco. Po značilnostih pod mikroskopom sklepamo, da pripadajo pretežno piritu. V premogih nastane pirit iz prvotnega gela FeS. Kljub izraziti kristalni obliki vsebuje skoraj vedno še 20—40 % FeS. Na piritni gel (melnikovit — pirit) v raškem premogu kažejo poleg okroglastih skupkov tudi nekatera temneje obarvana zrna ter lokalni pojav anizotropije, ki je znana pri kubičnem piritu (R a m d o h r , 1950, 572).

Petrografski sestav premoga je vedno v najožji zvezi z okoljem pri nastanku. Ker do neke mere poznamo ali predpostavljamo splošne pogoje, pri katerih nastajajo posamezne petrografske komponente, moremo na podlagi sestava sklepati na izpremembo okolja in facialnih razmer pri nastajanju premogišča oziroma posameznih slojev.

Petrografska analiza raškega premoga ter splošne geološke razmere v premogišču kažejo na nastanek premoga pod izredno mokrimi pogoji. Vsakršne suhe, aerobne pogoje razkroja zanika odsotnost fuzinita, semi-fuzinita, sklerotinita, durita v splošnem in še bolj durita s kosmičastim mikrinitom. Nastanek vseh teh maceralij je zelo verjetno vezan le na aerobne razkrojne razmere. Pogoji za tvorbo vitrita in klarita so v bistvu popolnoma enaki, pri čemer je nastanek klarita funkcija lokalnih faktorjev ter zavisi od vsebine eksinita v vitrinitu. Vitrinit nastaja v mokrem okolju pri anaerobnih pogojih. Tudi zrnati mikrinit je značilen za zelo mokro okolje ter je vedno v osnovi sapropelskih premogov. V raškem premogu sicer ni z gotovostjo potrjen, njegova prisotnost pa bi gornje zaključke potrjevala. Tudi pirit nakazuje anaerobne razkrojne pogoje. Precej pirita opazujemo posebno v nekaterih vzorcih »krednega« sloja.

Izredna homogenizacija premogove substance nam ne daje skoraj nobenih direktnih podatkov o rastleinstvu, iz katerega je premog nastajal. Poizkusiti bi bilo treba še z jedkanjem. V sestavu in strukturi slojev sicer opazujemo razlike, vendar bi mogli zaenkrat trditi, da rastlinski material ter facialne razmere vseh preiskanih slojev niso bile pomembneje različne. Strukturiranost »krednega« sloja je poleg večje udeležbe eksinita v glavnem posledica drobno razpršenih glinastih, boksitnih ter tudi karbonatnih primesi. Verjetno so tvorili večji del prvotnega rastleinstva predvsem razni nižji rastlinski organizmi, sladkovodne alge (*Chara*) in druge vodne rastline. Nižje organizirane rastline vsebujejo več voskastih in maščobnih snovi ter manj celuloze in lignina, kar bi pojasnjevalo tudi relativno velik izkoristek katrana. V nasprotju s to predpostavko meni Kreulen (ustno sporočilo, 1955), da je morala prvotna substanca vsebovati precej lignina. Abramski (1951, 3) je z luminiscenco ugotovil v raškem premogu precej voskastih in smolastih snovi. V vzorcih zgornjih slojev prevladuje bolj enakomeren vitrit ter bi utegnili biti v teh slojih udeležba višjega rastleinja znatnejša. Kolikor mi je znano, v bazi premogovih slojev tudi ni nikjer opaziti ostankov korenin, enako tudi v prikamenini ne dobimo nobenih ostankov višje organizirane flore. Pač pa se v apnenoih večkrat pojavljajo bituminozni vključki, podobni asfaltu.

Daljnosežno poenotenje prvotnega rastleinskega materiala moremo pri zmernih termodinamičnih pogojih tolmačiti kot posledico intenzivnega biološkega, pretežno bakterialnega razkroja pod anaerobnimi pogoji. Tako rekoč istočasno s premogom sedimentiran apnenec pa tudi alkalna morska voda, ki je občasno vdiralala v pretežno sladkovodne lagune, so nevtralizirali pri razkroju nastale huminske kisline in druge kisle produkte. Pri visoki pH vrednosti so mogli biti življenjski pogoji mikroorganizmov ugodni. Na ta način se je biološka faza zorenja premoga podaljšala ter je bila intenzivnejša kot normalno. Pri običajnem razkroju se najbrž kislost šotišča kmalu tako poveča, da bakterialno življenje ni več možno ter se biološki razkroj hitro prekine. Nizka vsebina kisika (5 %) ter sorazmerno visoka udeležba dušika (1,5 %) v raškem premogu govorita za močno anaerobno bakterialno delovanje v začetnem stadiju zorenja. Razkrojni proces se je pri popolni anaerobiji bolj kot navadni humifikaciji verjetno približeval pretvorbam, ki v skrajnem primeru vodijo k nastanku nafte. Pojavi bitumena in asfaltnih različkov ter celo sledov nafte v karbonatnih kameninah Jadranskega območja so močna podpora tej domnevi. Tudi Beck (1948; 40) je označil raški premog — sicer samo na podlagi enega vzorca — kot prehodno sapolitno-humulitno vrsto.

Biološki procesi mikroorganizmov bi zelo verjetno mogli biti tudi v neposredni zvezi z nakopičenjem žvepla v raškem in drugih kraških premogih. Poznani vpliv apnenca in morske vode na visoko vsebino žvepla in višjo zrelost premoga je tudi mogoče razlagati z bakterialno dejavnostjo.

Zaključek

Raški premog je kraški tip premoga,* to je premoga, ki je nastajal na kraškem apnenčevem ozemlju ob posebnih pogojih. Vse značilnosti glede geologije (sladkovodno-brakična apnena prikamenina), petrografskega sestava (odsotnost fuzita, durita, sklerotinita) ter drugih lastnosti (visoka vsebina žvepla, bitumena, zrelost) se medsebojno podpirajo. Obseg dosežanih preiskav je še mnogo preozek, da bi mogli zajeti vse petrografske, mineraloške in strukturne značilnosti po posameznih slojih in njihove izpremembe tako v vertikalni kot lateralni smeri ter njihovo morebitno zvezo z nestalno koksavostjo. Koliko nam lahko mikroskopski pregled premoga pri tem pomaga, to je koliko je izpremenljiva koksavost premoga odvisna od mikropetrografskih karakteristik, tudi še ni povsem dognano. V mejah mikroskopskega pregleda vzorcev, ki so bili na razpolago, moremo reči, da sestav in pogoji nastanka premogove substance niso bistveno različni ter s tem ne moremo tolmačiti različnega obnašanja premogov pri koksanju. Vitrinatna substanca kot osnova vitrita in klarita je enaka ter je nosilec koksavosti. Polen, kutikule in druga telesa eksinita brez posebnih oblik za koksavost niso važni. Eksinit se pri višji temperaturi razplini ter ne vpliva na plastičnost. Njegova količina je važna le glede izkoristka ostalih koristnih produktov, ki jih dobimo pri koksanju. Prav gotovo sorazmerno visoka vsebina bitumena (katran 20 %) ne more biti vezana samo na mikroskopsko jasno oblikovane različke eksinita. Znaten delež bitumena bi mogel biti vezan tudi adsorbtivno v vitrinitni osnovi (M. & R. Teichmüller, 1954, 290). Bitumen bi mogel izhajati od alg in drugih polimeriziranih maščobnih snovi prvotnega rastlinstva. Možni so tudi količinski in kakovostni vplivi bitumena na tehnološke lastnosti premoga.

V vzorcih spodnjih slojev je opaziti sorazmerno nekoliko več pirita, posebno v vzorcu IV. Grobo ocenjeno doseže količina pirita le nekaj odstotkov, kar je tako malo, da ne more vplivati na vezivne sposobnosti. V vzorcih višjih slojev je pirita manj. Večjih razlik v vsebini celokupnega (in organskega) žvepla med različnimi sloji tudi kemične analize niso pokazale.** Pač pa je pomembna mikroskopsko ugotovljena primes razpršene temne in zlasti rjavkaste substance, ki zelo verjetno pripada terri rossi oziroma boksitu. Deslej jo je bilo mogoče opazovati v glavnem le v vzorcih premoga, ki so izkazovali slabo koksavost, to je v »krednem« sloju, v katerem moremo že po splošnih geoloških razmerah pričakovati primes kraških preperin.

Boksiti so heterogeni agregati različnih mineralov glinice izpremenljivega sestava. To so hidroksidi glinice v koloidalni (sporgelit, alumogel)

* Szadecky - Kardoss (Beck; 1948, 37) navaja naslednje lastnosti kot tipične za »kraški« tip premogov:

1. nastopanje na ozemlju, ki je bilo pred nastankom šotišča kraško;
2. v pepelu premoga več Ca, Mg in sulfatov kot običajno;
3. visoka vsebina organsko vezanega žvepla;
4. daljnosežna homogenizacija premogove substance;
5. pripadnost vmesnim stopnjam humulitov in saporelitov.

** Po podatkih Kemičnega inštituta SAZU v Ljubljani.

Petrografski sestav nekaterih vzorcev raškega premoga z različno koksavostjo
Petrographical Composition of some Specimens of Raša Coal, regarding their varying Coking Ability

1. sl.

Raša; »kredni« sloj, vz. IV, 275 \times , oljna imerzija. Fino dispergirana singenetska anorganska primes v vitritu. Drobna piritna zrna ter nekaj eksinita.

Fig. 1.

Raša; »Cretaceous« seam, sample IV, \times 275, oil immersion. Finely dispersed syngenetic mineral matter in vitrite. Fine crystalline pyrite and some small exinite bodies.

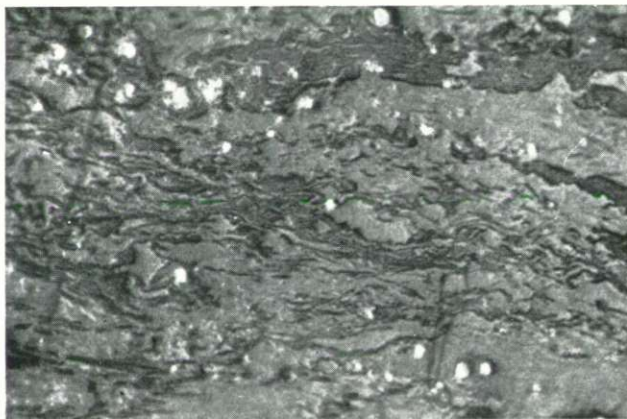


2. sl.

Raša; »kredni« sloj, vz. IV. a, 275 \times , glicerinska imerzija. Razvejan eksinit v vitrinitni osnovi ter nekaj piritnih zrn.

Fig. 2.

Raša; »Cretaceous« seam, sample IV. a, \times 275, glyc. immersion. Branchy exinite, included in a gray vitrinitic groundmass. Some pyrite grains.



3. sl.

Raša; »kredni« sloj, vz. VII, 300 \times , glicerinska imerzija. Zrnata struktura; okrogla vitrinitna zrna ter zelo drobna, razpršena anorganska primes.

Fig. 3.

Raša; »Cretaceous« seam, sample VII, \times 300, glyc. immersion. Granular structure; round-shaped grains of vitrinite and fine-dispersed inorganic admixture.



4. sl.

Raša; »kredni« sloj, vz. XII, 275 ×, oljna imerzija. Kristalni epigenetski kalcit v razpokah ter koncentracija drobnnozrnate syngenetske anorganske primesi (terra rossa) v vitrinitu.



Fig. 4.

Raša; »Cretaceous« seam, sample XII, × 275, oil immersion. Fissures filled with epigenetic crystalline calcite and concentration of fine-grained syngenetic mineral matter (terra rossa) in vitrinite.

5. sl.

Raša; 9. sloj, vz. VI b, 275 ×, oljna imerzija. Gruča spor v vitrinitu.

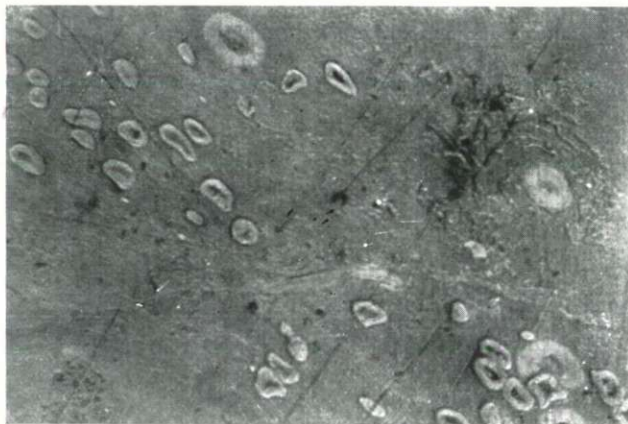


Fig. 5.

Raša; 9th seam, sample VI b, × 275, oil immersion. A group of fungal spores in vitrinite.

6. sl.

Raša; 9. sloj, vz. VI b, 275 ×, oljna imerzija. Svetli vključki v vitrinitu (»mrežasta« struktura). Podolgovato karbonatno zrno (temno).



Fig. 6.

Raša; 9th seam, sample VI b, × 275, oil immersion. Bright inclusions in vitrinite (net-like structure). Oblong grain of calcite (dark).

in kristalni obliki (diaspor, hidrargilit, bemit), pa tudi železa (getit). Poleg tega še hidrosilikati glinice (kaolinit, alofan, montmorillonit, bentonit, haloizit). Po nekaterih podatkih vpliva primes montmorillonita na koksavost premogov negativno. Poleg tega so v boksitih še nekateri minerali, ki bi utegnili imeti določene katalitične vplive (n. pr. spojine vanadija). V novejšem času pripisujejo katalitičnim vplivom težkih mineralov že pri genezi premogov pomembno vlogo (Mackowsky, 1951). Spektrografske analize pepelov krednega sloja so poleg drugih kovin pokazale visoko primes V_2O_5 (do 1,5 %), kar predpostavko o udeležbi boksitne snovi v raškem premogu podpira. Mogoče so katalitični vplivi določenih anorganskih primesi tudi v obravnavanem primeru odločilni za različen potek procesa koksanja sicer enovite organske substance?

Vprašanja tehnoloških karakteristik premogov ter njihovega izpreminjanja ni mogoče rešiti brez podrobnega poznavanja geološko-petrografskih in genetičnih razmer premogišča. V našem primeru Raše bodo morale bodoče preiskave sistematično kvalitativno in posebno še kvantitativno zajeti vse sloje premogišča.

Spregel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

PETROGRAPHICAL COMPOSITION OF SOME SPECIMENS OF RAŠA COAL, REGARDING THEIR VARYING COKING ABILITY

The Raša coal has properties of both high and low rank coals. Its coking ability is, in view of the high volatile matter content of about 48 per cent (d. a. f.) in general exceedingly good. It seems safe to assume that its excellent coking ability depends on the uncommonly high content of sulphur, the greater part of which is of organic origin. For the time being, however, this assumption is supported only by the experience that most coals rich in organic sulphur, show good coking ability. The coke obtained from Raša coal cannot, owing to its high sulphur content be used in metallurgy. It can, however, be used as a bond between the inert grains of low rank coals when coke is prepared by blending coals of different rank.

Investigations carried out by the Chemical Institute of the Academy of Sciences and Arts, Ljubljana, have shown that the coals from different Raša seams have varying coking properties. Furthermore, it has been found that the coal from the lowest, so-called "Cretaceous" seam possesses the lowest coking ability. From the economic point of view this fact is important because this seam being the largest of the coal-field, represents the bulk of the coal reserves. With a view to establish the petrographic characters responsible for the variable behavior of the coal, several samples of Raša coal with different coking abilities, have been examined under the microscope.

Owing to its peculiar features Raša coal is the object of extensive examinations and studies. Several undetermined samples have been chemically analyzed, and technologically tested by various European coal-

research institutes. The facial conditions in the coalfield and the petrographic composition of the coal, are not available. Microscopical analyses, hitherto carried out on a few samples, have shown that vitrite and clarite form about 90 per cent of the substance and the rest of it different carbonaceous and mineral components.

The coal-bearing strata of Raša belong to the lacustrine and brackish facies of the Upper Paleocene. There are up to 40 thin, irregular coal seams only 10 of which are minable. The coal-bearing Kozina strata, consisting exclusively of limestones rest on the Upper Cretaceous hippuritic limestone. The lowest coal seam lies directly on an eroded and karstified stratum the clefts and holes in which are filled with coal. The Kozina beds are overlain by brackish and predominantly marine beds of limestone and flysh. The strata belong to the Eocene, and are thought to have been about 500 m thick. No younger sediments were deposited in this region. In the region under discussion no vigorous folding and faulting took place. Consequently, the thermodynamic conditions could not have essentially affected the course of the coalification process.

The samples investigated under the microscope for this report, were obtained from the lowest "Cretaceous" as well as from the upper seams. Since the samples were not representative, no quantitative measurements of components, were carried out. Relief polished granular specimens were prepared by the conventional wet technique using a mixture of shellac and rosin in which the coal grains were embedded.

The microscopical work was done on a Leitz Panphot. Instead of cedar oil, glycerine was used as the immersion fluid for the 8 mm objective. In all polished surfaces the coal grains are represented by vitrite and clarite. The prevailing constituent of vitrite is collinite. Tellinite is also present, but owing to the high degree of homogenization, its structure is not clearly discernible. The gray vitrinite groundmass shows numerous thin veinlets and inclusions of a fine white substance whose microscopic characters were similar to those of micrinite. It is held that the observed constituents represent the minute remains of cell walls or, perhaps, even fungal tissue. Vitrite includes in places resinite whose irregular minute grains and impregnations could be observed only in dark-field illumination.

Exinite appears, as a rule, in irregular oblong dark grey forms. Exinite inclusions are scarce. It seems that clarite predominates in the "Cretaceous", vitrite in the upper seams. Among the round or oval spores of fungi forms with strong and weak exines were observed. Fusite does not appear in Raša coal. No bands or lenticles of fusinite or semi-fusinite occur. Only a small fragment whose structure was similar to that of fusinite, was observed but its relief and reflectivity were not characteristic.

Durit does not occur either. The groundmass in which exinite is embedded consists predominantly of vitrinite. The micrinite-like maceral is present only in limited amounts, but since it represents more than 5 per cent of the total sample, only part of the clarite should be consid-

ered as belonging to claro-durite. The nature of the micrinite-like maceral has not yet been sufficiently cleared up.

In the relief polished sections of the coal from the "Cretaceous" seam parallel, branched and granular microstructures were observed. The structure of the coal from the upper seams is more homogeneous or even reticular depending on the amount and the form of the light micrinite-like inclusions. The structure of the coal from the "Cretaceous" seam is further characterized by the finely dispersed mineral impurities.

The mineral matter occurs in the following forms: epigenetic calcite either occupies the fissures and cracks in the coal or appears in the form of irregular inclusions. The fissures in the coal were caused by tectonic movements and partly by underground weathering, and were subsequently filled with crystalline calcite. Some irregular, fine flaky concretions of calcite intimately associated with the coal matter, might be of syngenetic origin.

The very finely dispersed minerals are syngenetic and intimately associated with the coal matter. Here and there the impurities are concentrated; the yellowish-brown or even reddish color of the minerals seems to be due to the presence of terra rossa or bauxite. This assumption is supported by the position of the transgressive coal-bearing series lying directly on the karstified Upper Cretaceous formation in which smaller bauxite deposits are fairly common. The presence of finely dispersed mineral inclusions is characteristic only for the lowest seam. These mineral inclusions, however, cannot be definitely identified by microscopic examinations alone.

Pyrite in the form of fine-grained impregnations, grain concretions or even single larger grains, is closely associated with the coal substance and was formed predominantly during the early stage of coal formation. The "Cretaceous" seam is thought to contain a somewhat greater amount of fine concretions of syngenetic pyrite.

In the light of the known petrographic composition of a coal, some conclusions as to the facial changes during the formation of the coal, can be drawn. Petrographic analyses of Raša coal and the general geologic nature of the coalfield indicate that the formation of the coal took place under very wet conditions. The absence of fusinite, semifusinite and sclerotinite as well as massive micrinite rules out the formation of peat under dry aerobic conditions. The formation of these constituents is thought to have taken place generally in aerobic environments. Vitrinite can be formed in a wet environment. The conditions under which vitrite and clarite are formed are essentially the same; the formation of this rock-types depends solely on the exinite content in the vitrinite ground-mass. The concentrations of pyritic concretions as well as the presence of micrinite-like macerals indicate exceedingly wet environments.

The very high homogenization and uniformity of the coal substance permit no direct conclusions as to the original plant material. Vitrinite, being the most abundant constituent of humic coals, originated presumably from wood. The conditions prevailing in the coalfield of Raša,

however, point to subaquatic deposits. It is believed that a great part of the coal-forming material consisted of various lower plants, fresh-water algae, and other aquatic forms. The relatively high yield of tar or extractable bitumina is presumably due to the fact lower plants are generally rich in wax and fat and poor in cellulose and lignine. As far as it is known no root remains have been found in the footwalls of the coal seams nor have any fossil remains of higher plants been observed in the adjoining bedrock. But on the other hand the limestones contain in places bituminous inclusions similar to asphalt.

It is believed that the relatively high degree of coalification under moderate thermodynamic conditions is due to a prolonged biological decay in relatively moist environments. It is safe to assume that the humic acids and other acidic products of plant decomposition have been neutralized, by the action of the very limy water in which the limestones were deposited, and on the other hand, by the alkaline sea-water which from time to time invaded the predominantly fresh-water lagoons. The pH value having been high the living conditions of microorganisms must have been favorable and the biologic phase of coal formation longer than usual. Thus the low oxygen (5 per cent) and high nitrogen (1.5 per cent) content in Raša coal would indicate that during the initial stage of carbonization, anaerobic microbial activity was rather vigorous. The conditions under which decomposition in the absence of free oxygen was taking place, were similar to those under which, in extreme cases, oil was formed, rather than to those conducive to normal humification. As already pointed out by Beck (1948), Raša coal could be of the sapropelitic variety. In all probability the biologic processes of microorganisms are also directly related to the high sulphur content in the coal.

In spite of the limited extent of microscopic investigations, and the rather small number of samples the conclusions have merely a preliminary character, moreover they properly point at problems which should be investigated in details. The varying coking ability of Raša coal is not due to differences in the petrographic composition. Nor can the high yield of extractable bitumina be due only to the relatively small amount of the so-called protobituminous bodies. Part of the bitumina might be present in the vitrinitic groundmass in the form of various polymerized fatty constituents of the coal-forming substances. More significant still is the admixture of the finely dispersed mineral matter (bauxit?). It has been found mainly in samples with poor coking ability. It would seem that certain mineral constituents of these admixtures act as catalysts, and influence the different coking processes.

LITERATURA

- Abramski, K., 1951, Verkokungsversuche mit jugoslawischen Kohlen. Essen. Neobjavljena ekspertiza iz Arhiva Kemičnega inštituta SAZU, Ljubljana.
- Beck, R., 1948, Die Kohlenvorkommen des Kandertals. Inavguralna disertacija, Bern.
- D. J. W. Kreulen, 1952, Sulphur Coal of Istria. Fuel. vol. XXI, No. 4 (London).
- M. Th. Mackowsky, 1951, Inkohlung und Chemie der Kohle. Glückauf, Jhrg. 87, Heft 23/24, Essen.
- W. Petrascheck, 1926/29, Kohlengeologie der Österreichischen Teilstaaten, II. Teil, p. 352, Katowicze.
- P. Ramdohr, 1950, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, Berlin.
- M. Salopek, 1954. Prilozi poznavanju geološke gradnje Labinskog i Pičanskog basena Istre. Prirodoslovna istraživanja, knj. 26, Zagreb.
- M. R. Teichmüller, 1954, Die stoffliche und strukturelle Metamorphose der Kohle. Geologische Rundschau, Bd. 42, Hf. 2, Stuttgart.