

O PALEORELJEFU I PSEUDOPALEORELJEFU BOKSITONOSNIH PODRUČJA KRŠA

S 2 table u prilogu

Na boksitonosnim terenima krških područja potrebno je razlikovati dvije vrste podrudnog reljefa: paleoreljef i pseudopaleoreljef. Paleoreljef je nastao u vrijeme kada se vršila akumulacija boksitne supstancije, a pseudopaleoreljef se razvio složenim hipergenetskim procesima. U raspravi se iznose zapažanja o pojavama koje su vezane za hipergenetsko oblikovanje podrudnog pseudopaleoreljefa.

UVOD

Kod opisa boksitnih ležišta krških (odnosno paleokrških) područja, kao što su i naša u Dinaridima, obično se navodi da boksit leži na paleoreljefu koji je nastao za vrijeme kontinentalne faze onog geološkog razdoblja u kojem se vršila akumulacija boksitne mineralne supstancije. Boksit je prema ovom tumačenju ispunio udubine paleoreljefa i time ga, nakon što je došlo do taloženja transgresivnog pokrova krovinskih naslaga, zaštitio od daljeg razaranja i preoblikovanja. Paleoreljef se na taj način sačuvao u svom izvornom obliku, sa svim svojim pojednostima i detaljima, tako da se njegov originalni nepromijenjeni izgled može ponovno vidjeti nakon što se eksploatacijom ili recentnom erozijom s podine ležišta odstrani boksitna rudna masa. U tom smislu mnogi autori opisuju paleoreljef krških boksitnih područja, pa ga i ilustriraju crtežima i snimcima otkopanih dijelova ležišta. (Npr. A. P a v i ć, 1956).

Takav podrudni reljef, jednog otkopanog ležišta u Subotićima kod Ervenika u Dalmaciji, prikazan je slikom 1 (tabla I). Na slici su vidljive brojne neravnine u podinskim vapnencima, između kojih se osobito ističu nepravilni izbojci podine, koje rudari nazivaju »piramide«. Ovi »piramidalni« izbojci podine su uvijek vertikalni, bez obzira na to kakav položaj imaju današnji reljef i krovinske naslage. Na ležištu Subotići granična površina krovine i boksita pada pod kutom od 25°, tako da se položaj podrudnog reljefa ne podudara u prostoru sa položajem krovinskih naslaga, što znači da današnji podrudni reljef ne odgovara paleoreljefu. Opisana pojava nije osamljena. Isti se fenomen može zapažati i na drugim ležištima, ne samo Ervenika i Dalmacije, već i ostalih boksitonosnih područja Jugoslavije.

Istovetne pojave i karakteristike podrudnog reljefa zapazio je i opisao M. W e i n h o l z (1930) sa područja Drniša, a I. A. L j u b i m o v (1942) na uralским boksitonosnim terenima. Objasnili su ih hipergenet-

skim procesima. Međutim, rad M. Weinholza ostao je nezapažen, dok tumačenje I. A. Ljubimova nije potpuno prihvaćeno, jer autor nije raspolagao s dovoljno uvjerljivim dokazima.

PODRUDNE BREČE

Prijelaznu zonu boksit-podina najčešće izgrađuju podrudne breče. Ove se breče sastoje od ulomaka podinskih vapnenaca cementiranih boksitnim vezivom. Ulomci vapnenca su različite veličine, a količina, kemijski sastav, boja i čvrstoća boksitnog veziva znatno variraju. Ovisno o prirodi i količini veziva varira i čvrstoća podrudne breče. To može biti veoma kompaktna stijena s malo boksitnog cementa, kao i boksitna masa u kojoj se nalaze pojedinačni odvojeni ulomci podinskih vapnenaca. (tabla II, sl. 1).

Podrudna breča prati orudnjene partije boksitnih područja, tako da se stanjuje, pa i posve nestaje, u jalovim dijelovima terena. Podrudna breča također prati i sisteme pukotina u podinskom vapnencu, pa je jače razvijena i dublje prodire u vapnenjačku podlogu ležišta tamo gdje su pukotine bolje izražene. Debljina podrudne breče iznosi od nekoliko decimetara do više desetaka metara. Obično je dobro izražena na velikim ležištima, kao na primjer na ležištu Dračevac kod Obrovca u Dalmaciji, gdje im debljina u zapadnom proširenom dijelu ležišta iznosi i do 50 metara.

Prema G. I. Bušinskom (1959) podrudne breče nastale su trošenjem podinskih vapnenaca i prodiranjem mineralne boksitne supstancije u karbonatnu stijenu podine duž sistema pukotina. Vrijeme stvaranja podrudne breče, prema istom autoru, koincidira sa formiranjem paleoreljefa, pa odgovara onom istom periodu kopnene faze u kojem je vršena i akumulacija boksita. Podrudna breča nije prema tome sedimentnog porijekla. Ona ne označava oplićavanje mora prije nastupa regresije mora i početka kopnene faze, kako se to i kod nas ponekad pogrešno tumači, niti početak nove transgresije, kako to smatra npr. I. A. Gladkovski (1952), već je posljedica složenih denudacijskih procesa. Ovo tumačenje G. I. Bušinskog o postanku podrudne breče može se primijeniti i na našim boksitonosnim terenima. Međutim, kako će se vidjeti u daljem izlaganju, vrijeme formiranja podrudne breče ne mora biti ograničeno isključivo na fazu akumulacije boksita.

ODNOS BOKSITA I PODINE

Površina karbonatnih stijena u neposrednom dodiru s boksitom uvijek je u izvjesnom stupnju izmijenjena u debljini od nekoliko mm do desetak, a izuzetno i više cm. Najčešće je rastrošena, praškastog izgleda i bijele boje. (tabla II, sl. 2). Granica između boksita i podinskih vapnenaca, odnosno podrudne breče, nije prema tome oštra, jer postoji ova uska zona rastrošbe koja nastaje hipergenetskim procesima. Proces ras-

trošbe može ponekad u podrudnim brečama toliko uznapredovati, da ulomci vapnenaca budu potpuno rastrošeni pa breča dobija izgled šupljikavog boksita, s nešto bijele praškaste supstancije u šupljinama. Ova je pojava zapažena osobito u onim podrudnim brečama kod kojih količina boksitnog cementa prevladava, kao što je to kod nekih ležišta Bilišana kod Obrovca u Dalmaciji, Studenaca nedaleko Imotskog itd. Da su navedene pojave vezane uz hipergenetske procese zaključujemo po tome, što se nalaze i na podrudnim morfološkim oblicima pseudopaleoreljefa, dakle na podrudnom reljefu koji je nastao nakon stvaranja boksita.

Hipergenetski procesi su evidentni i u jednoj pojavi koja je zapažena u podrudnoj breči. Kod pojedinih ležišta, kao kod Bilišana na području Obrovca u Dalmaciji, možemo dobro razlikovati dvije vrste podrudnih breča. Jedne su genetski starije, i leže neposredno na podinskim vapnencima pa su s njima vezane postepenim prijelazima. Druge, genetski mlađe breče leže neposredno ispod boksita. U navedenom slučaju vidljive su penetracije mlađe podrudne breče u stariju, kao i prodiranje boksitne supstancije kao cementa u ove tvorevine. Istovetne su pojave utvrđene i na drugim ležištima boksitnih područja Dalmacije, Hercegovine i Bosne. Može se pretpostaviti da su genetski starije breče stvarane u vrijeme oblikovanja paleoreljefa i formiranja boksitnog ležišta, dok bi mlađe podrudne breče bile produkt hipergenetskih procesa.

PSEUDOPALEORELJEFNI OBLICI PODINSKIH VAPNENACA

Navedeni primjeri prijelazne zone boksit-podina pokazuju da hipergenetski procesi vrše preoblikovanje podrudnog reljefa na taj način što izvrgavaju rastrošbi karbonatne stijene na kojima leži boksit. Da je to zaista tako uvjerali smo se na nizu ležišta u okolini Bosanske Krupe, gdje smo našli najizrazitije primjere hipergenetskog oblikovanja podrudnog reljefa.

Na ovom području zapadne Bosne naišli smo na tipične »paleoreljefne« oblike, kao što su »piramide«, ne samo u vapnencima podine boksita, već i u vapnencima koji su stratigrafski, odnosno genetski, mlađi od boksita. Naime, u Suvaji i Radinovićima nedaleko od Bosanske Krupe postoje u sastavu jedne jako dislocirane sinklinale veličine $10 \times 1-2$ km, dva tipa ležišta boksita s obzirom na tektonski položaj. Ležišta u Suvaji imaju normalnu superpoziciju, tako da se vapnenci turonske starosti sa *Chondrodonta joannae* (Ch o f f a t) i radiolitidima nalaze u podini boksita, dok su vapnenci sa hipuritima i mikrofaunom kampan-mastrihtske starosti, koji navise prelaze u klastične i flišolike sedimente, u krovini boksita. Ležišta Suvaje u sklopu su južnog normalnog krila sinklinale, pa imaju lijepo izražen podrudni reljef na geološkoj podini, tj. na turonskim vapnencima.

Drugi tip ležišta na lokalitetu Radinovići ima inverznu superpoziciju naslaga tako, da boksit leži na vapnencima kampan-mastrihtske starosti, dok turonski vapnenci tvore krovinu (u rudarskom smislu) boksitnih rudnih tijela. Ležišta Radinovića imaju, međutim, neravnine ne samo

u turonskim vapnencima krovine (u rudarskom smislu), već i istovetne »paleoreljefne« morfološke oblike i u vapnencima kampan-mastrihta. Morfološki oblici podrudnog reljefa ležišta Radinovića, koji su se razvili u vapnencima kampan-mastrihtske starosti, ne razlikuju se od morfoloških oblika podrudnog reljefa ležišta obližnje Suvaje, a isto tako niti od istovetnih oblika drugih boksitnih područja, na primjer naprimer već opisanog ležišta Subotići kod Ervenika u Dalmaciji. To nam pokazuje priložena slika »piramide« koja je hipergenetskim procesom nastala u kampan-mastrihtskom vapnencu jednog ležišta u Radinovićima. (tabla I, sl. 2).

Opisana pojava pseudopaleoreljefa razvijenog u krovinskim naslagama nije na području Bosanske Krupe ograničena samo na lokalitet Radinovići. Čitav niz ležišta boksita na planini Grmeč, kao na primjer onaj koji se pruža od Tihotine preko Kraljuše i dalje prema jugoistoku, ima neravnu podinu i krovinu, zbog toga što boksit inverzno leži na vapnencima najgornje krede. Pojava je to bolje izražena što je kut pada inverzne boksitonosne strukture blaži. Ona je dobro vidljiva na brojnim otkopanim površinskim ležištima, a konstatirana je i u podzemnim ležištima na dubini koja mjestimično iznosi i više od stotinu metara. Pojava ima i praktične reperkusije, jer zahtjeva drugačije otkopavanje ležišta, nego li u onom slučaju gdje postoji normalna superpozicija ležišta sa neravnom podinom i poput ploče ravnom granicom boksit-krovina.

Očito je, da u navedenim primjerima područja Bosanske Krupe, imamo jednu genetski stariju podrudnu morfologiju na turonskim vapnencima, kao i jednu genetski mlađu podrudnu morfologiju u kampan-mastrihtskim vapnencima. Genetski mlađu podrudnu morfologiju možemo s pravom nazvati pseudopaleoreljef, jer se razvila hipergenetskim procesima, pa stoga ne može ni u kom slučaju pripadati reljefu starog gornjokrednog kopna. Pseudopaleoreljef ležišta Radinovića, Tihotine, Kraljuše i drugih lokaliteta zapadne Bosne, mogao se razviti tek nakon stvaranja reversnih tektonskih struktura, dakle postgenetski, u tercijaru. Isto tako se pseudopaleoreljefu mogu pripisati i hipergenetski morfološki podrudni oblici koji se nalaze u podinskim vapnencima boksitnih ležišta s normalnom superpozicijom boksitonosnih naslaga. Pseudopaleoreljefni oblici podrudnog reljefa, koje smo utvrdili u dinarskom području i opisali u ovoj raspravi, imaju cm, m i dkm red veličina. Oni su utvrđeni na površinskim ležištima, kao i na ležištima koja se nalaze u dubinama od više desetaka metara, iznimno na dubini većoj od 200 m (područje Drniš). U svim ovim slučajevima radi se o terenima s izrazitim krškim feomenima, u kojima postoje uvjeti za intenzivne hipergenetske procese.

Za objašnjenje postanka pseudopaleoreljefnih oblika podrudne morfologije boksitnih krških područja može nam poslužiti tumačenje koje je iznio A. Bonte (1958, 1963) o genezi krške morfologije. Ne ulazeći u pojedinosti teorije A. Bonte-a o genezi krških morfoloških oblika uopće, navodimo samo onaj dio njegove teorije kojim objašnjava mogućnost nastajanja mikro i mezo oblika krša pod tankim permeabilnim rezidualnim ili drugim mineralnim supstratom koji prekriva karbonatne

stijene. Autor smatra da tanki permeabilni pokrov aktivno sudjeluje u stvaranju krških oblika putem rastrošbe karbonatne podloge. Pod takvim je okolnostima stvaran krš u geološkoj prošlosti, a i danas se istovetni proces odvija na vapnenačkim, odnosno karbonatnim terenima, uključivši tu i boksitona područja s boksitom kao aktivnim morfogenetskim faktorom.

Prema tome, proces stvaranja krške podrudne morfologije nije ograničen na određeno geološko razdoblje. On ne treba koincidirati s genozom boksita. Jednako kao što se odvijao u vrijeme oblikovanja stvarnog paleoreljefa, on se u odgovarajućim uvjetima u zoni djelovanja hipergenetskih procesa odvijao i odvija postgenetski, preoblikujući bez prekida, ili s prekidima, svaku površinu karbonatne stijene koja se nalazila, odnosno koja se sada nalazi, ispod boksita.

PALEORELJEF BOKSITONOSNIH KRŠKIH PODRUČJA

Paleoreljef u svom izvornom neizmijenjenom obliku nalazi se, dakako, u dinarskim terenima u velikim dubinama gdje je izvan domašaja hipergenetskih procesa. Naša istraživanja, međutim, još nisu dosegla ove dubine, pa je zato, trenutno, od daleko većeg naučnog i praktičnog interesa mogućnost utvrđivanja paleoreljefnih oblika u plićim partijama krških područja, koja se danas u Dinaridima intenzivno istražuju. Smatramo da se unatoč hipergenetskih procesa i prisutnosti pseudopaleoreljefa ipak mogu i u ovim područjima utvrditi stvarni paleoreljefni oblici. To se može postići analizom tektonskih struktura rudonosnih područja u kombinaciji sa istražnim dubinskim bušenjem. Tim je putem moguće utvrditi veće jedinice paleoreljefa, kojih se površina mjeri stotinama i tisućama kvadratnih metara. Te jedinice paleoreljefa predstavljaju hipsometrički niže dijelove starog kopna, kao i povišene partije nekadašnjeg reljefa. Utvrđivanje položaja, veličine i oblika paleoreljefnih velikih jedinica od velike je praktične važnosti, jer najčešće se područja akumulacije boksitne supstancije podudaraju sa nižim dijelovima paleoreljefa, dok su istovremeno njegove povišene partije danas redovito sterilni tereni bez boksitnih pojava. Zahvaljujući upravo tome, što se istovremeno s istraživanjem stupnja orudnjenosti vršila i analiza paleoreljefnih jedinica, na području Obrovac u Dalmaciji, kao i na nekim drugim područjima u Dinaridima, postignuti su značajni rezultati kod utvrđivanja tzv. »slijepih« ležišta, tj. onih rudnih tijela koja nemaju izdanak na površini, već se nalaze na raznim eksploatabilnim dubinama pod krovinskim naslagama.

Na kraju potrebno je reći da naša zapažanja, koja smo iznijeli u ovoj raspravi, predstavljaju pristup vrlo složenom problemu boksitnih područja. U rješavanju ovog pitanja kod nas je učinjeno veoma malo, pa ostaje i nadalje još mnogo neriješenih pojedinosti vezanih na pojave

paleoreljefa i pseudopaleoreljefa. Ova rasprava nema stoga samo tu svrhu da ukaže na neke dosada još nezapažene pojave, već i da otvori novo poglavlje u istraživanju naših boksitonosnih terena.

Primljeno 5. 11. 1965.

Geološko-paleontološki muzej,
Zagreb, Demetrova 1

LITERATURA

- Bonte, A., 1958: Réflexions sur l'origine des bauxites et sur l'altération superficielle des calcaires. *Compt. Rend. Congr. Soc. Savantes Paris Dept., Sect. Sci.* 83; 147-165, Paris.
- Bonte, A., 1963: Les remplissages karstiques. *Sedimentology*, 2; 333-340, Amsterdam.
- Бушинский, Г. И., 1959: О генетических типах бокситов. Бокситы их минералогия и генезис. Академия наук СССР, Москва.
- Гладковский, А. К. 1952: К вопросу о теригенных минералах и обломочных породах в девонских бокситах Урала. „Разведка недр“ 1, Москва.
- Любимов, И. А., 1942: Гипергенные процессы в формировании месторождений Петропавловской полосы. Изв. А. Н. СССР, сер. геол. 4. Москва.
- Павић, А., 1956: Stratigrafski položaj boksita u oblasti između Nikšićkog polja i Rovačkih Platija kanjona Morače. *Vesnik Zav. za geol. i geof. istr. NRS*, 12; 292-320, Beograd.
- Сакач, К., 1961: Geološka građa i boksitne pojave područja Novigrad-Obrovac u sjeverozapadnoj Dalmaciji. *Geološki vjesnik*, 14; 323-344, Zagreb.
- Weinholz, M., 1930: Geologische Untersuchungen von Bauxitlagerstätten bei Drniš. Giessen.

САКАЧ К.

О ПАЛЕОРЕЛЬЕФЕ И ПСЕВДОПАЛЕОРЕЛЬЕФЕ БОКСИТОНОСНЫХ РАЙОНОВ КАРСТА

На участках бокситоносных карстовых и палеокарстовых районов необходимо различать два вида подрудных рельефов: палеорельеф и псевдопалеорельеф. Палеорельеф образовался по мере накопления боксита, тогда как псевдопалеорельеф развился позднее в результате сложных гипергенных процессов.

Палеорельеф в своем первоначальном виде может находиться в пределах Динаридов на большой глубине, где он не подлежит воздействию гипергенных процессов. Там же, где он находится ближе к поверхности, палеорельеф в бокситоносных тектонических структурах преобразован постгенетическими процессами, так что обычно боксит залегает на подрудном псевдопалеорельефе.

О явлении гипергенного образования подрудного рельефа писали несколько авторов. М. Вейнгольц (M. Weinholz, 1930) описал такие явления на бокситорудных участках в окрестностях Дрниша в Далмации, а И. А. Любимов (1942) и другие авторы приводят подобные явления в известняковом основании девонских бокситов Урала.

Объяснения этих авторов не были вполне приняты, ввиду того что они не располагали достаточно убедительными доказательствами. Поэтому в настоящей статье даются новые данные о гипергенном преобразовании подрудного рельефа.

Самым наглядным примером псевдопалеорельефа, который приводится и другими авторами, является то, что выступы известняка в основании бокситового пласта, так называемые „пирамиды“, всегда расположены вертикально, не взирая на теперешний рельеф и на угол наклона отложений кровли (фиг. 1, табл. 1). Между тем, если бы подрудный рельеф соответствовал палеорельефу, то эти пирамидальные выступы были бы перпендикулярны к слоям отложений кровли.

Наиболее наглядный пример гипергенного образования подрудного рельефа установлен в Радиновичах, поблизости Босанской Крупы. Боксит залегает в этом районе в возобновленном крыле одной сильно перемещенной синклинали. В этих месторождениях боксит лежит на кампан-мастрихтских известняках и покрыт известняками туронского яруса. „Палеорельефные“ формы существуют не только в туронских, но и в кампан-мастрихтских известняках (фиг. 2, табл. 1).

Очевидно, что здесь идет речь о генетически более старой морфологии в туронских известняках, соответствующей палеорельефу, и генетически более молодой подрудной морфологии на кампан-мастрихтских известняках, развившейся постгенетически, после образования возобновленной тектонической структуры. Эту более молодую, постгенетическую подрудную морфологию можно назвать псевдопалеорельефом. Она установлена и в месторождениях других районов Западной Боснии.

На псевдопалеорельефе вышеуказанных месторождений и других районов Динаридов (как, например, месторождение Суботичи, у Ервеника и т. д.) замечаются и другие явления, обычно приписываемые палеорельефу (Г. И. Бушинский, 1958). Это, например, подрудные брекчии (фиг. 1, табл. II), а также тонкая кора выветривания на известняках вдоль соприкосновения с бокситом, особенно ясно выраженная на обломках подрудной брекчии (фиг. 2, табл. II).

Натуральная величина описанных форм палеорельефа составляет от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров. Их происхождение можно объяснить, исходя от теории А. Бонте (A. Bonte, 1958, 1963) о происхождении карстовых морфологических форм на карбонатном основании под тонким проницаемым покровом остаточного или другого, даже и бокситового, минерального субстрата.

Можно считать, что наличие псевдопалеорельефа не исключает существование палеорельефа. В поверхностных частях карста Динаридов имеются крупные морфологические единицы величиной в несколько сотен, а также несколько тысяч квадратных метров. Познание размещения и разновидности палеорельефных единиц представляет собой большой научный и практический интерес, ввиду того что, по правилу, в пониженных частях палеорельефа находятся месторождения бокситов.

Поступил о 5. 11. 1965.

Геологическо-палеонтологический
музей, Загреб, Деметрова 1

ТAВLА – ТAВЛИЦА I

1. Pseudopaleoreljef nastao hipergenetskim trošenjem vapnenaca, tj. podine boksitnog ležišta. Subotići kod Ervenika, Dalmacija.

Псевдопалеорельеф был образован гипергенным выветриванием известняка в основании бокситового пласта. Суботиичи у Ервеника, Далмация.

2. Pseudopaleoreljefni »piramidalni« izbojak kampan-mastrihtskog vapnenca ležišta Radinovića kod Bosanske Krupe.

Псевдопалеорельефный „пирамидальный” выступ кампан-маастрихского известняка месторождения Радиновичи у Босанской Крупы.



1



2

ТАВЛА - ТАБЛИЦА II

1. Podrudna breča s jako rastrošenim ulomcima vapnenca i boksitnim vezivom (1/2). Kljake, Dalmacija.

Подрудная брекчия с сильно выветренными обломками известняка, цементированными бокситом (1/2), Кляке, Далмация.

2. Ulomak podrudne breče s tankom hipergenetskom korom trošenja (1/1). Koromачно, otok Cres.

Обломок подрудной брекчии с тонкой гипергенной корой выветривания (1/1). Коромачно, остров Црес.

1



2

