

## ZLATO U DRAVI I MURI - GEOLOŠKA GENEZA I MINERALOŠKA ANALIZA

### GOLD IN THE DRAVA AND MURA RIVERS - GEOLOGICAL GENESIS AND MINERALOGICAL ANALYSIS

**Vladimir BERMANEC**

akademik, prof. dr. sc.

Prirodoslovno-matematički fakultet

Mineraloško petrografski zavod

Horvatovac 95, Zagreb

Primljeno/Received: 28. 5. 2014.

Prihvaćeno/Accepted: 12. 6. 2014.

Izvorni znanstveni rad

Original scientific paper

UDK/UDC 553.623 (497.5-5) zlatari na Dravi

**Ladislav PALINKAŠ**

prof. dr. sc.

Prirodoslovno-matematički fakultet

Mineraloško-petrografski zavod

Horvatovac 95, Zagreb

**Marin ŠOUFEK**

viši kustos

Hrvatski prirodoslovni muzej

Demetrova 1, Zagreb

**Vladimir ZEBEC**

mr. sc., viši kustos

Hrvatski prirodoslovni muzej

Demetrova 1, Zagreb

**SAŽETAK**

*Ispiranje zlata iz recentnih i starih nanosa rijeka i potoka, jedan je od najstarijih oblika rudarenja, koji seže u predmetalno doba razvoja civilizacije (bakar i željezo). Razlog treba tražiti u neposrednoj upotrebi zlata bez znanja složene tehnologije pridobivanja čistog metala. Separacija teških minerala u vodotocima odvija se jednostavnim prirodnim procesom odnošenjem lakših mineralnih frakcija vodenom strujom. Postupci ispiranja zlata, korišteni od čovjeka, nisu ništa drugo nego kopiranje prirodnog procesa, uz male domišljate varijacije priručnog alata. U radu je opisana kratka povijest zlatarstva na Dravi, te data temeljita analiza geološke geneze zlatnih nanosa i mineraloški sastav dravskog zlata.*

**Ključne riječi:** dravsko zlato, alpski nanosi, mineraloški sastav, geološka građa**Key words:** Drava River gold, alpine deposits, mineralogical composition, geological structure**UVOD**

Ispiranje zlata iz recentnih i starih nanosa rijeka i potoka, jedan je od najstarijih oblika rudarenja, koji seže u predmetalno doba razvoja civilizacije (bakar i željezo). Razlog treba tražiti u neposrednoj upotrebi zlata bez znanja složene tehnologije pridobivanja čistog metala. Separacija teških minerala

u vodotocima odvija se jednostavnim prirodnim procesom odnošenjem lakših mineralnih frakcija vodenom strujom. Postupci ispiranja zlata, korišteni od čovjeka, nisu ništa drugo nego kopiranje prirodnog procesa, uz male domišljate varijacije priručnog alata.

Već se u prastaro doba znalo da rijeka Phasis ili Rion, što istječe iz Kavkaza i utiče u Crno more, nosi zamjetljivu količinu zlata. Starosjedinci su stavljali kudrave ovčje kožuhe u rijeku, zlato se upletalo u dlaku i preostalo je samo da ga iz krzna istresu. Opis postupka prepoznajemo u starogrčkoj priči o zlatnom runu odnosno o Argonautima, a istovjetna tehnika često je korištena sve do srednjeg vijeka kao što je lijepo prikazana u ilustraciji Agricole De Re Metallica iz 1556. godine.

Izvore zlata u nanosima nalazimo u primarnim rudnim ležištima u kojima nastaje na brojne načine iz fluida različite prirode od magme do vrućih vodenih otopina. Njegova čistoća je obično niska jer se lako legira sa srebrom i bakrom, pa se postotak srebra kreće od 1 do 2 težinska postotaka, pa čak i do 30%. Zlato iz Alpa, taloženo u rijekama Dunavskog porječja bogato je na srebru, čiji udio dosiže i 50 postotaka. Boja legiranog zlata kreće se od žute, narandaste, crvenkaste do gotovo bijele. Rastaljeno zlato i izuzetno tanki listići zlata do prozirnosti, imaju plavkasto-zelenu boju. Obično je zlato u rijekama vrlo čisto, jasne žute boje. Čistoća zlata mjeri se karatima, a čisto zlato ima 24 karata.

Motiv za naseljavanje i osvajanje novih kontinenata u začetku se krio u požudi za brzim bogaćenjem zlatom, ali i srebrom. Zlatne groznice u Kaliforniji, Aljasci, Meksiku, Australiji, Andama, Brazilu, itd., mora se priznati, ovim su prizemnim motivom, u poznije vrijeme omogućile civilizacijski razvoj novih životnih prostora.

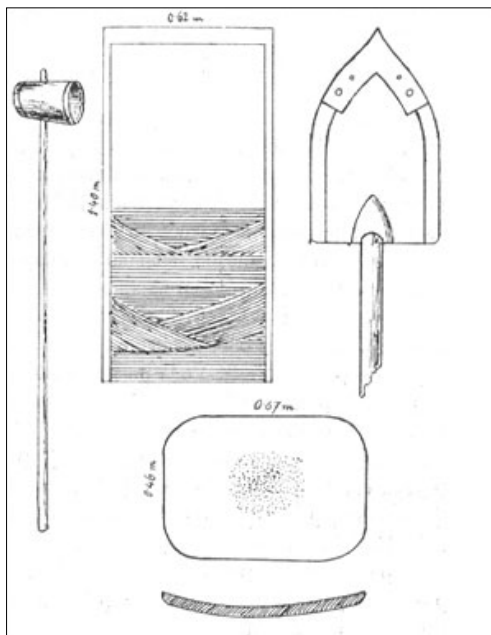
Nanosno zlato u panonskoj nizini potječe iz brojnih rudnih ležišta i pojava u planinskim lancima što je okružuju, Alpa, Karpata i Dinarida. Zlato u Dravi i Muri alpskog je podrijetla.

Ispiranjem zlata iz Drave i Mure bavi se lokalno stanovništvo već stoljećima. Ovo zlato cijenjeno je po svojoj kvaliteti i čistoći, ali zanimanje za to zlato je sporadično i nije privuklo veću znanstvenu pažnju modernih mineraloga i geologa. To je razlog što nisu provedene moderne metode analize niti zlata, a niti pratećih teških minerala. Ovdje su izloženi rezultati preliminarnih istraživanja zlatonosnih nanosa Drave. Zlato i prateći minerali snimljeni su pomoću elektronskog mikroskopa Tescan 3 SBH Easy Probe, analizirani na istom instrumentu uz EDS aktivaciju od 20 kV. To je omogućilo i precizniju odredbu teških minerala: granata, cirkona i magnetita.

## ZLATO U DRAVI I MURI

Spoznaja da naplavine Drave i Mure nose zlato ide u daleku prošlost, kao i ispiranje iz njihovih šljunčano-pješćanih sprudova. Zlatonosne naslage poznate su od Maribora do Barča, a uz Muru od Podturna do Legrada. Ima dokaza da su grofovi Zrinski, kao vlastela u Međimurju ispirali zlato, što se vidi u pljenidbenim zapisnicima Zrinskih dobara iz vremena pogibije grofa Petra Zrinskog. Nikola Šubić Zrinski stekao je Međimurje 1546. pa se pretpostavlja da su se i prije toga čakovečki gospodari bavili ispiranjem zlata.

Kroz bečku dvorsku komoru država je vodila brižni račun o ispiranju zlata (LASZOWSKI, 1942.). Godine 1772. postavljen je u Gvozdanskom rudarskim sucem i meštrom Lovro Ivan Grosshaupt s osobitim uputama da se posveti unapređivanju ispiranju zlata u hrvatskim rijekama. Patentom (Poveljom) carice Marije Terezije od 3. svibnja 1749. zvanom "Goldwaschpatent" uređeno je ispiranje zlata, a Patentom br. 160 od 17. 1. 1777., koji je dostavljen Hrvatskom namjesničkom vijeću određuju se zakonske odredbe o ispiranju zlata na Dravi i Muri (ŠOUFEK, 1986.). Ravnateljem ispiranja zlata za Hrvatsku postavljen je Ignacij Czindery s naslovom "nadzornik ispiranja zlata". Patent određuje: "ako vlastelin želi na svojem zemljištu ispirati sam ili po svojim ljudima, ima isprano zlato, ukoliko ga ne bi za svoju porabu zadržati htio, stavljati na odkup eraru za količinu zlata od 1 dukata (3,4904 g) po 2 forinte i 45 krajcara. Ako vlastela ne bi sama ispirala zlato, to pravo ispiranja pripada ljudima koji to rade, te posjeduju patent, pa ih se ne smije smetati, već ih se mora svagda zaštićivati"... "ako bi se zlato tajno van kraljevstva krijumčarilo, kažnjavat će se u smislu art. 72., dekreta g. 1702. pače i zaplenom imetka".



**Slika 1.** Izgled pribora za ispiranje zlata na Dravi i Muri, prema Kišpatiću i Tućanu (1914). Izgled ove opreme se nije promijenio do danas

Jedan od najstarijih podataka o ispiranju zlata datira iz doba zapljene imanja Zrinskih 1670. godine. Tridesetničari iz Nedelišća, Špoljarić i Prašinski, koji su izvršili popis Zrinskih imanja u Međimurju bilježe da je "kralj Leopold dao iz riznice Petra Zrinskog u Čakovcu odnijeti u Beč 41,5 dukata čistog zlata ispranog iz rijeke Drave" (FELETAR, 1976.). Podatak da je kralj Leopold za svoju riznicu uzeo zlato isprano iz Drave govori o njegovoj posebnoj vrijednosti i čistoći.

Vađenjem zlata bave se samo Hrvati, danas u neznatnoj mjeri u usporedbi s prošlim stoljećima kad je to bio značajan izvor domaćinskih prihoda. Nekima je to bilo isključivo zanimanje, a zvali su ih "zlatari". Dozvolu za ispiranje zlata dobili su tamošnji stanovnici poveljom od Marije Terezije (od 21. Lipnja, 1776.). Izdavanje dozvola kasnije su preuzeli uredi u Kaniži i Varaždinu, a potom rudarska satništva s lokalnim ograničenjem (LASZOWSKI, 1942.).

Selo Donji Vidovec bilo je glavno sijelo zlatara, većinom siromašnih seljaka koji su kruh služili ispiranjem zlata. Od 110 kuća, 102 su se stalno bavile tim poslom a 8 prigodice (KIŠPATIĆ I TUĆAN, 1914.).

Seljaci iz Sv. Marije, Donje Dubrave, Donjeg Mihaljevca, Kotoribe i Legrada također su sudjelovali u ispiranju. Sveukupno tijekom 1914. godine tim poslom se bavilo oko 400-500 duša. U Donjem Vidovcu je u 18. stoljeću postojao i posebni Zlatarski ceh (povelju Marije Terezije je 1776. primio donjovidovski cehmešter Balta Embriuš), a još nakon Drugog svjetskog rata u selu je desetak godina djelovala Zlatoispiraćka zadruga s oko stotinu članova (FELETAR, 1996.)

Prema opisu Kišpatića i Tućana (1914.) ispiranje je započinjalo početkom proljeća, čim okopni snijeg. Dva čovjeka sjednu u čamac, ponesu sa sobom šator, hranu za nekoliko dana i alat za ispiranje zlata. One uključuju stol (deska) sa četiri noge, dvije kraće, dvije duže, pa mu je osnovni položaj nagnut. Daska na stolu je od jasikovine. U donjoj polovici daske urezani su plitki zarezni u raznim pravcima uz velike tupe kutove (Slika 1.).



**Slika 2:** Stol za odvajanje lakše frakcije iz nanosa Drave. Na stolu zbog nagiba i urezanih zarezni voda istjeruje lagane minerale, a na daski stola ostaju zrnca teških minerala. Sitna zrnca teških minerala zaustavljaju se na ukrštenim zarezima urezanim u drvenu podlogu (prizor s ispiranja zlata kod Donje Dubrave 2013., zlatari Stjepan Matotek i Matej Horvat)



**Slika 3.** Stari ispirač zlata na Dravi Matej Horvat iz Donjeg Vidovca sakupio je teške minerale sa stola za ispiranje u plitku drvenu tacu u kojoj pročišćava teške minerale od sitnih čestica gline i eventualnih iverja drveta od stola. Taj posao se obavlja u nekoj plitkoj i mirnijoj uvali rijeke



**Slika 4.** Nakon što je teška frakcija na drvenom pladnju dodatno ispirana u čistom koncentratu vide se jasno zrnca zlata već prostim okom. Ovisno o broju zrnaca ispirač odlučuje da li će na tom mjestu nastaviti radom ili će potražiti neko drugo bolje mjesto

Daska je duga 1,5 m, široka oko 0,5 m, a debela oko 4 cm. Uz to ide okovana drvena lopata, posuda za hvatanje vode, te udubljeni pladanj dimenzija 60x50 cm (Slika 2.). Daljnji postupak odvija se na odabranom sprudu, testiranjem riječnog nanosa, tzv. lopatom gledaljkom. Ako ispiranjem šljunak s pijeskom na lopati u jednom pokušaju daje 10 do 15 zrnaca zlata, mjesto je povoljno za dugotrajniji rad. U vodu se postavi stol, sa duljim nogama na suhom a kraćim u vodi. Na kosinu stola nabacuje se šljunak, ispire vodom, šljunak odbacuje a pijesak skuplja u kosim naborima na jaskovini.

Pijesak se pometa u pladanj (mala deska) sa udubinom, vodom ispere pijesak i na dnu ostaje najteža frakcija – zlato, teški minerali i nešto zrnaca kvarca i gline (Slike 3. i 4.). Izdvajanje zlata obavi se živom koja uspješno otopi zlato amalgamacijom. Iza toga živa i zlato se razdvoje na vrućem crijepu s kojeg se isparavanjem ukloni živa, a zaostaje mala grudica zlata. Zlato se nosilo u Kanižu, jer je privatna trgovina bila nedopuštena. Oko 1914. godine godišnja proizvodnja iznosila je oko 12 kg i vjerojatno u kasnijim vremenima nikad nije bila premašena zbog promjene načina privređivanja u međimurskom kraju. Čistoća zlata iz Drave i Mure iznosila je 93 do 93,5 tež. %, što su potvrdila i naša istraživanja (rezultati u nastavku teksta).

## PRIMARNA RUDNA LEŽIŠTA ZLATA I SREBRA U AUSTRIJSKIM ALPAMA

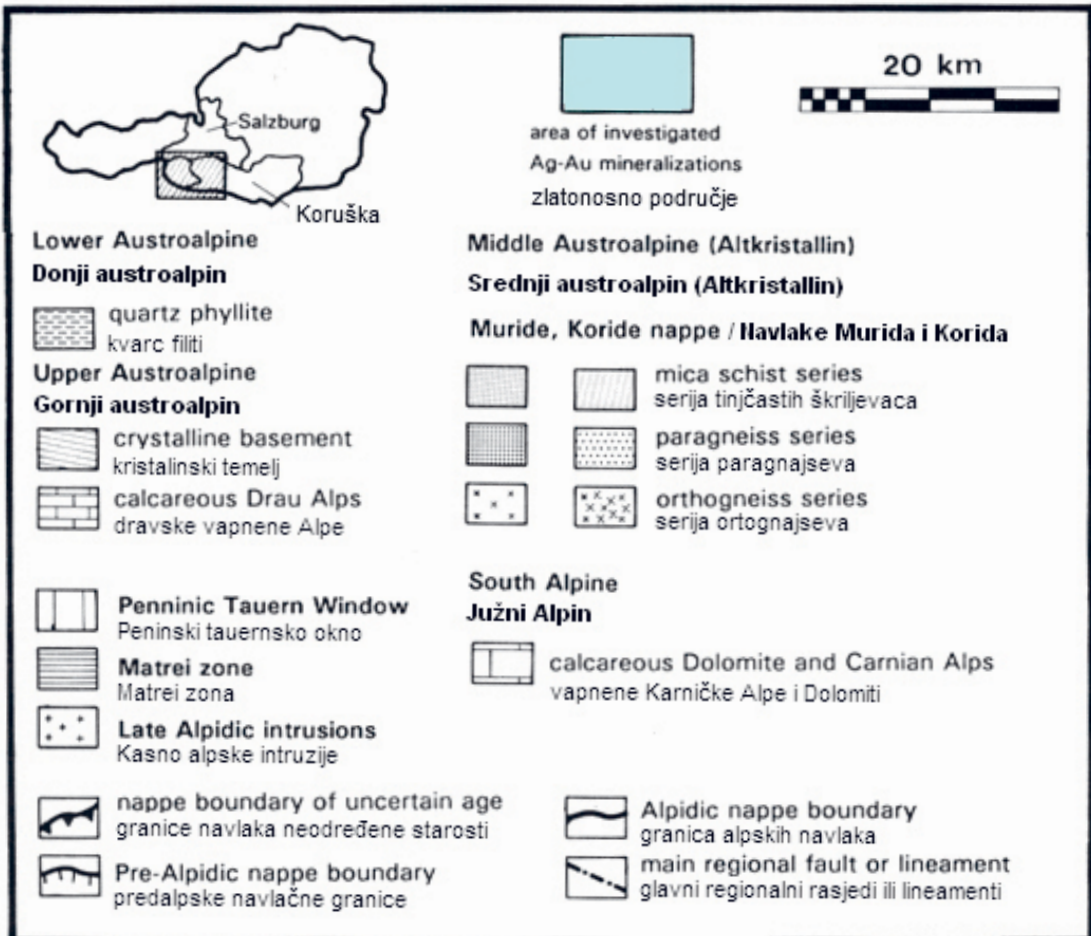
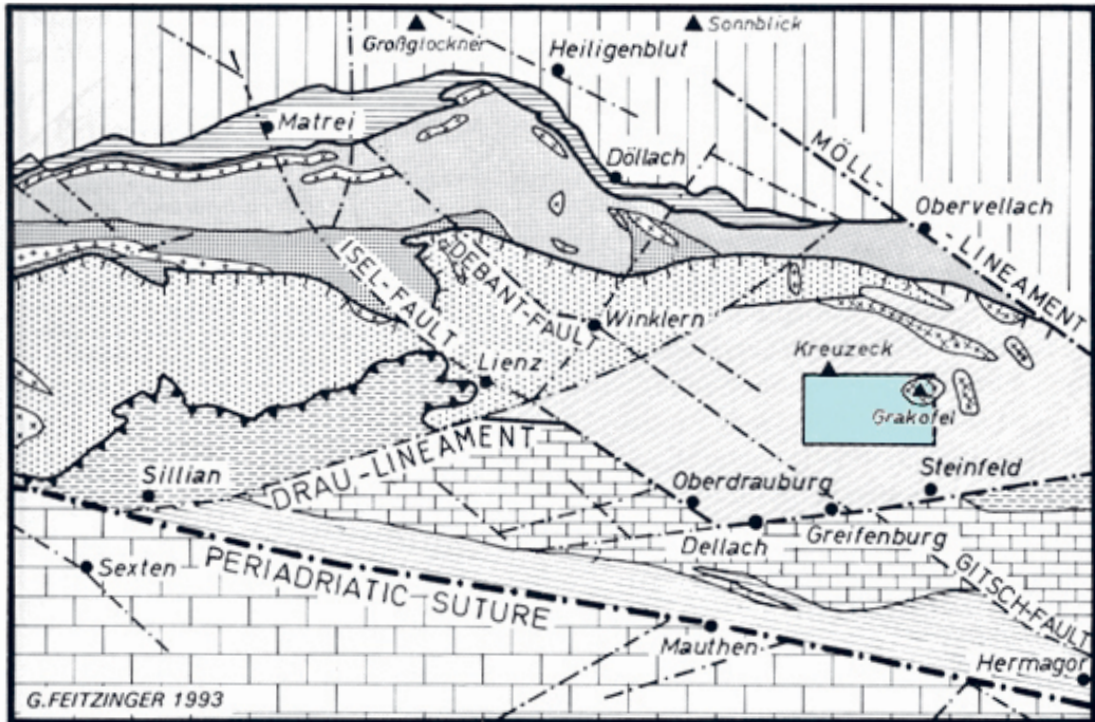
Rano-paleozojski tereni u Kreuzek i Goldeck planinama u austrijskim Alpama, u pokrajini Koruškoj (Carinthia) poznati su po brojnim, ali po veličini skromnim, rudnim pojavama zlata, srebra, bakra, cinka, antimona i žive (Slika 5.). Rudarenje plemenitih metala u tom području ima povijesno značenje i predstavljalo je živu rudarsku aktivnost u srednjem vijeku. Prvi pisani dokumenti o rudarenju na primarne rude zlata i srebra sežu u XIV. stoljeće. Najživlje se rudarilo u neprekidnom vremenskom nizu od XIV. do XVII. stoljeća. Vađenje rude, ali s prekidima, nastavlja se do 1944. godine, kada se zatvaraju posljednja radilišta. Tijekom posljednjih 50 godina domaće firme i udruge sa stranim kompanijama, započinjale su istražne radove na zlato i eksploataciju malih razmjera u području Tauerna, glavnog zlatonosnog područja u Alpama. Preliminarni rezultati potvrdili su obećavajuće mogućnosti u Gasteinskoj dolini, gdje su zapažene guste mreže, orudnjenih žila, s prosječnim sadržajem zlata od 6-8 ppm (1 ppm=1g/t). Sveukupna proizvodnja zlata, primarnog u žilama i zlata u nanosima vodotoka u tom razdoblju procijenjena je na 60 tona (1.8 milijuna unci, 1 unca=35g, PAAR, 1988.).

## GEOLOŠKA GRAĐA ZLATONOSNOG TERENA U ALPAMA

Kreuzeck planine, kao dio Srednje-austroalpske geološke formacije (Middle Austroalpine formation) izgrađene su od višestruko metamorfoziranih terena, u geološkoj jedinici Tauernsko okno (engleski: Penninic Tauern window – njemački: Fenster). Kreuzeck planine pokrivaju površinu od 600 km<sup>2</sup> između doline Möll i gornjeg toka rijeke Drave (površina označena pravokutnikom na Slici 1.). Ovaj, geomorfološki najviši dio Istočnih Alpa (Slika 6.) preživio je barem dva regionalna metamorfna događaja, varistički i alpski (NEUBAUER i dr., 2000.). Na terenu dominiraju dvije litoške jedinice. Sjeverna zona izgrađena je od paragnajseva, i nešto ortognajseva, a južna zona od tinjčastih škriljavaca, metabazita, granatsko-tinjčastih škriljavaca, metamorfoziranih do facijesa zelenih škriljavaca/amfibolita, te interpretirana kao donjo-paleozojska vulkanogeno-sedimentna serija. Mjestimično su prisutne mlade alpske intruzije granodiortia, kvarcporfira, lamprofira, koje su datirane na 30-40 milijuna godina. Većina rasjeda pripada post-varističkoj, alpskoj tektonici, s pretežnim pružanjem istok-zapad.



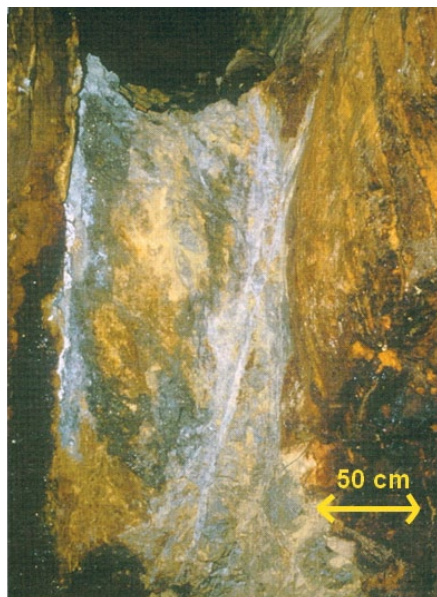
**Slika 5.** Najviši dio Istočnih Alpa u predjelu Tauernsko okno s istaknutim vrhom Grossglocknerom. Ledenjaci i brdske vode erodiraju planinske visove i zlatne žile u njima, te ih snažaju u dolinu i u tokove rijeka Mure i Drave, pa u naše krajeve



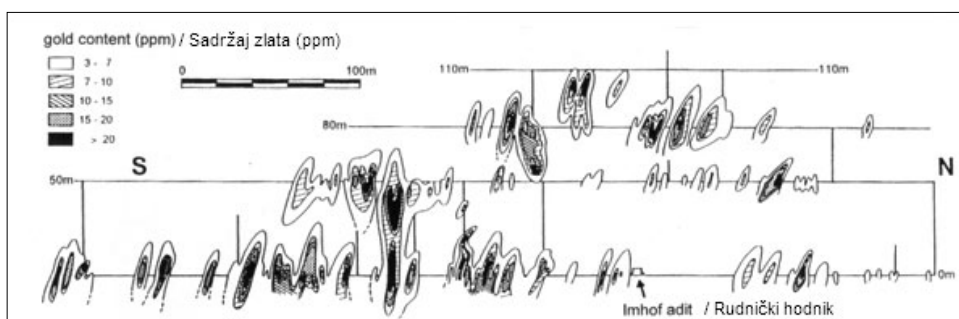
Slika 6. Geološka skica Kreuzegg planina, kao dijela južnog dijela Austroalpina unutar Peninskog Tauern okna (prema TOLLMANNU, 1977.)

## ZLATONOSNA RUDA, PRIMARNA MINERALIZACIJA

Mineralizacija zlata i srebra poznata je u literaturi kao "zlatne žile iz Tauerna". Najveća gustoća žila je u Rauris i Gastein dolini, gdje se rudne strukture mogu pratiti 7 km po pružanju i 1000 m po padu; FATZINGER i PAAR, 1991.). Rudne žile presjecaju varističke granitoide i utiskuju se u permo-mezozojske metakarbonate. Slična mineralizacija rudarena je u Fuscher dolini i u gornjem toku rijeke Mure (Rotgülden područje). Naročito bogata mineralizacija pojavljuje se u serpentinitima i prekambrijskim magmatitima u Habach terenu. Hidrotermalne izmjenne na okolnim stijenama (alteracione zone) skromno su razvijene (filična i propilitična zona, silifikacija i piritizacija) a rijetko prodiru više od metra u okolne stijene. Sericit iz alteracionih zona u ležištu Siglitz ima kristalizacijsku starost od 27 milijuna godina, određenu K/Ar izotopnom metodom. Rast rudnih i jalovinskih minerala odvijao se u slobodnom žilnom prostoru, što se prepoznaje po rudnoj teksturi, krustifikaciji, ispunjavanju šupljina, kokardnoj i koloformnoj teksturi i simetričnim, zonalnim rastom mineralnih druža (Slika 7. i 8.).



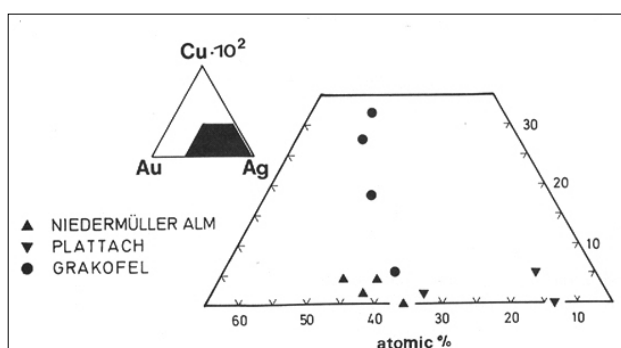
**Slika 7.** Masivna ruda (bonanca) u žili Dionis, područje Siglitz, iskopavana je tijekom ranog dvadesetog stoljeća. Žila debela 1 m, sadrži samorodno zlato, arsenopirit i pirit u matriksu od kvarca i alteriranih stijena, koje čine zidove žile (preuzeto iz FEITZINGER i dr., 1995.)



**Slika 8.** Zonalna distribucija zlata uzduž rudnog profila s orudnjenim žilama (Kuperwieser žila, u području Siglitz)

Mineralogija zlatnih žila Tauerna općenito vrlo je složena a nastajala je u nekoliko faza. Zlato je pretežno vezano s arsenopiritom, piritom, sulfidima obojenih metala i kvarcom, te rijetkim karbonatima kao jalovinom. Samorodno zlato pokazuje široki spektar kemijskog sastava, a elektrum (legura zlata i srebra) dominira u srebronosnoj paragenezi. Veličina zlatnih zrna varira od nekoliko mm do 1 cm, prosječno oko 10-20  $\mu$ m. Bogata zlatna ruda (Glaserz) udružena je s različitim Ag-Pb-Bi-Sb sulfosolima i teluridima Ag i Bi (FEITZINGER i dr., 1995.). Sadržaj srebra u Au-Ag legurama varira od 40,4-49,5 tež.% (elektrum) do 73,5-74,2 tež.% (zlatonosno srebro). Ag-Au legure u Grakofelu sadrže 0,21 tež %, Cu (Slika 9.).

Mineralizacija u Rotgülden području tektonski je kontrolirana. Najviše koncentracije (4 do 30 unca/t) sreću se u tje-



**Slika 9.** Sastav Au-Ag-Cu legura u Plattach, Niedermülleralm i Grakofel rudnom području prikazan u ternarno dijagramu (preuzeto iz FEITZINGER i dr., 1995.)

menima bora. Općenito je utvrđeno da se ovakve zlatom bogate parageneze javljaju u dubljim dijelovima žilnog sustava, a prema vrhu raste količina srebra.

Temperatura postanka žilnih minerala određena je studijem fluidnih inkluzija i arseno-piritskim geotermometrom. Zlatom bogate parageneze nastale su na temperaturama između 370-420°C, a srebrom bogate na 200-260°C. Minerali su precipitirani iz fluida s visokim sadržajem CO<sub>2</sub> i salinitetom između 2-11% tž. % NaCl (FEITZINGER, G. i dr., 1995.). Genezi žila pripisuje se metamorfogeno podrijetlo iz fluida generiranih retrogradnom metamorfozom, koji nastaju uzdizanjem vrućih metamorfni terena, te uspostavljanjem hidrotermalne cirkulacije, uzduž dubinskih fraktura.

## ZLATO U NANOSNIM LEŽIŠTIMA DRAVE I MURE

Tijekom duge i burne geološke povijesti, u kojoj su se otvarali i zatvarali oceani, Peninski i Vardarski, Alpe nose u svojoj unutrašnjosti svjedočanstva gigantskog sudara dva superkontinenta Afrike i Europe. Iz zaravnjene močvarne zaravni tijekom eocena/oligocena, u posljednjih tridesetak milijuna godina, silni pritisci, uzdižu zadivljujući planinski lanac, Alpe, koji se pruža od Francuske do Austrije. Brzinu uzdizanja prati brza erozija, naročito tijekom čestih glacijacija u kvartaru, pa se dubinske, regionalno metamorfozirane stijene, zajedno s ranije stvorenim rudnim ležištima zlata, razaraju, troše i snašaju u vodotoke mladog drenažnog sustava rijeke Dunava, uključujući Dravu i Muru.

Vode tekućice prenose i usitnjavaju minerale koji zaostaju zbog erozije i kemijskog trošenja. Na taj način u pijesku se povećava količinski udio teških i rezistentnih minerala. U Dravi i Muri se na sprudovima sakupljaju takvi minerali, između kojih je i zlato. Uz zlato se ovdje nalaze i drugi teški minerali, od kojih je za ispiranje osobito važan granat. Granati se mogu prostim okom vidjeti jer sitnijem dijelu nanosa daju crvenkastu boju. Ovu pojavu su ispirajući zlata koristili kao važno prospekcijsko svojstvo, jer su tražili šljunak u kojem se vidjela ružičasto crvenkasta boja sitnih zrna veličine finog pijeska. Tamo gdje takva boja nije bila vidljiva nije ni imalo smisla tražiti zlato. Međutim i tamo gdje se ta boja granata vidjela nije uvijek bilo sigurno da zlata ima. Stoga je tamo bilo potrebno načiniti probno ispiranje. Ukoliko je u probi bilo dovoljno okom vidljivih zrna zlata tu se moglo nastaviti s ispiranjem i na taj način dobiti zadovoljavajuću količinu zlata.

Osim granata u teškoj frakciji je važno registrirati i cirkon. Cirkon se javlja u dvije generacije koje se razlikuju svojim habitusom kristala. Jedan tip kristala je prizmatički izdužen, a drugi je gotovo izometričan (Slika 10. – analizirano zrno u donjem lijevom i gornjem lijevom dijelu slike). Prizmatično izduženo zrno cirkona pokazuje sastav čistog cirkona, dok je u izometričnom zrnu zabilježena mala količina izomorfno prisutnog željeza.

Najveći udio u teškoj frakciji ima mineral magnetit, koji i daje dominantno crnu boju koncentratu. Pojedina zrna su razvijena kao oktaedarski kristali s oštrim bridovima, ali su na nekim zrnima bridovi polupani, pa čak i do neprepoznatljivosti morfologije. To znači da se ovaj mineral, iako ima ujednačen kemizam, ovdje koncentrirao donosom iz različite udaljenosti, pa samim time i različitih izvora (Slika 10.).

Postanak nanosnih ležišta teških minerala, rezistata: platine, dijamanata, rutila, cirkona itd, pa tako i zlata, podliježe sedimentološkim zakonitostima. Transport i akumulacija rezistatnih zrna pretežno se odvija u vodenoj sredini. Podrijetlo minerala tražimo u zaleđu drenažnog sustava vodotoka, a duljinu transporta i veličinu čestica određuju fizička i kemijska otpornost minerala. Mehanički i kemijski otporni minerali općenito podliježu duljem transportu. Osim mehaničke dezintegracije kemijske promjene su obično beznačajne, no to nije slučaj i sa zlatom, iako se ubraja u plemenite metale, niske kemijske reaktivnosti. Kemijske promjene, koje se ipak zbivaju na zlatu, imaju pozitivan učinak na porast zlatne komponente u zlatonosnoj leguri. Što dulji put transporta zlata, duže vrijeme zadržavanja u vodotočnom sedimentu (aluviju), ili dubina zatrpavanja, zlato postaje sve "čišće". Proces obogaćenja je mnogostruk i svodi se na oksidaciju srebra i redepoziciju zlata. Mehanizmi su različiti uključujući organske komplekse (humusne kiseline), djelovanje bakterija, elektrokemijske procese, i drugo (FLORENCIA MARQUEZ-ZAVALIA i dr., 2004.).



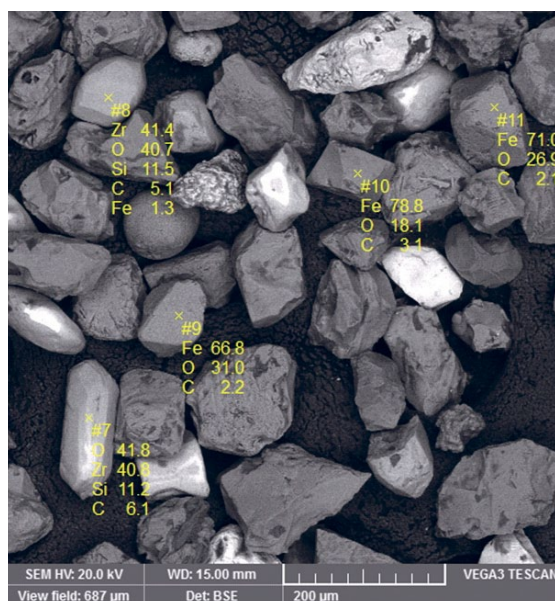
Zlato se u primarnim ležištima javlja kao izomorfna zamjena u brojnim mineralima, zatim u vlaštitim mineralima ili kao samородno zlato. U sva tri slučaja njegov transport na veću daljinu odvija se u vidu elementarnog zlata, različite "čistoće", koju određuju primjese. Najčešći oblik zlata na početnom stadiju transporta su legure zlata, srebra i bakra (elektrum).

Kemijske promjene u sastavu transportiranog zlata proizvode dvije vrste obogaćenja.

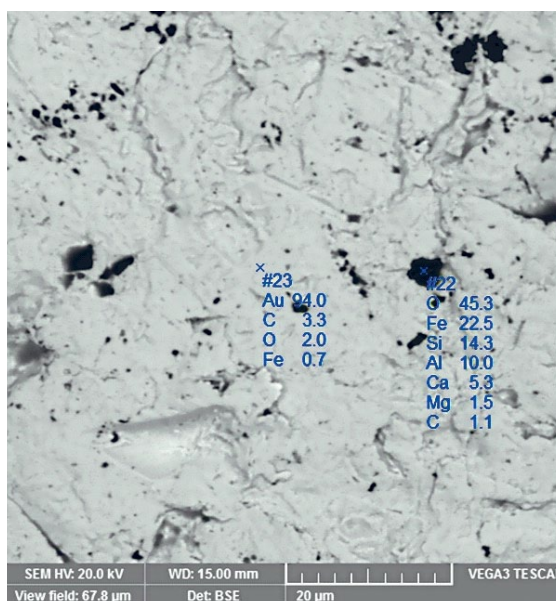
Prvi slučaj je rast zlatne ovojnice, s oštrim rubom prema primarnom zrnu, što upućuje na rast ovojnice iz vodene otopine, uz transport zlata odgovarajućim kompleksirajućim sredstvom. Drugi slučaj uključuje "samočišćenje" elektruma galvanskim procesom. Zlato posjeduje viši standardni elektrokemijski potencijal (+1,5 V) u odnosu na srebro (+1,2 V), što rezultira u oksidaciji (koroziji) srebra i depoziciji zlata.

Primarno zlato niske finoće (sadržaj srebra u Au-Ag legurama varira od 40,4-49,5 tež.% (elektrum) do 73,5-74,2 tež.% (zlatonosno srebro), Ag-Au legure u Grakofelu sadrže 0,21 tež %, Cu), obogaćuje se na gotovo čisto zlato od 93,6 i 94,0 tež.% što je određeno na detritarnom zlatu u Dravi elektronskom mikroskopijom i EDS analizom (Slika 11.). Primjesa željeza od 1,2 i 0,7 tež.%, upućuje na prisutnost oksihidroksida, vjerojatno zaostalog nakon oksidacije primarnog sulfida. Čistoća zlata rezultat je dugog transporta iz primarnih ležišta i vremena zadržavanja u aluviju.

Iako su prateći minerali granati, magnetit i cirkon vrlo vrijedne sirovine kojih u nanosima Drave i Mure ima veća količina, do sada ih nitko nije iskorištavao. Brojne šljunčare bi odvajanjem ovih minerala mogle povećati korist od svojeg rada.

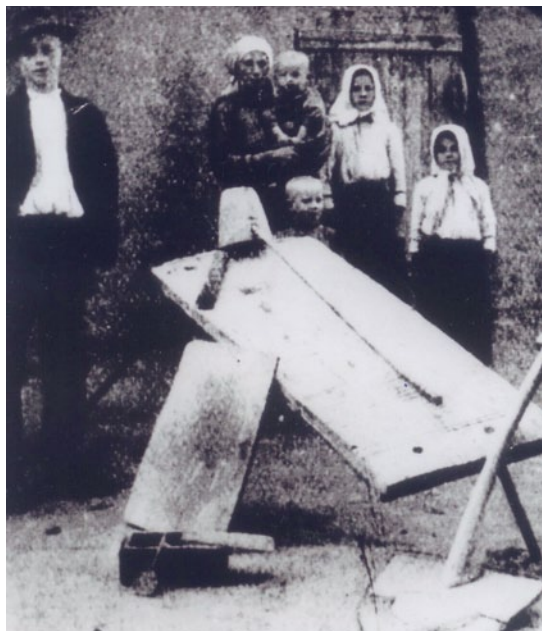


**Slika 10.** Među pratećim teškim mineralima u koncentratu zlata dominira magnetit, ali je i vrlo čest cirkon. Na zrnima oba minerala vide se tragovi transporta. Poneko zrno magnetita je zaobljeno gotovo do pravilne kugle (lijevo gore od sredine slike). Kristali cirkona su manje zaobljeni jer su tvrdi i otporniji na habanje. Na nekoliko točaka određen je i elementni sastav, koji dokazuje da se radi o magnetitu i cirkonu. Male količine ugljika u analizi potječu od grafitu kojim je presvučen uzorak kako bi se mogla načiniti opažanja

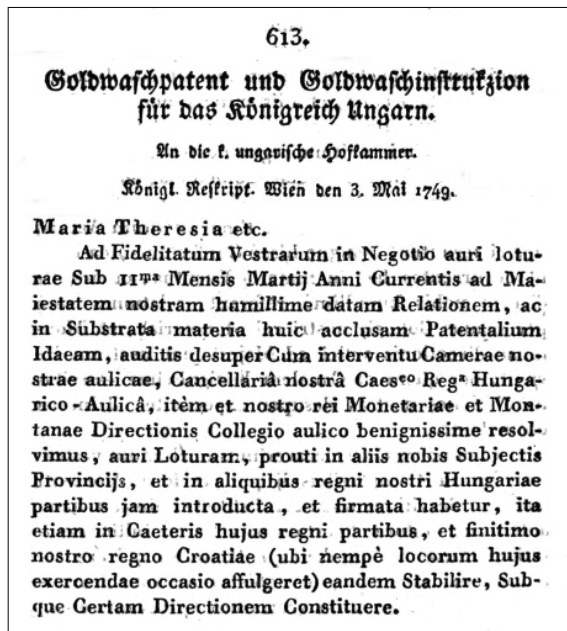


**Slika 11.** Elektronsko mikroskopska slika površine zrna zlata. Primjećuju se tamni uklopki željezovitog alumosilikata, vjerojatno djelomično oksidiranog piroksena ili amfibola, čija je maksimalna veličina oko 2 mikrometra. Analizirana zrna zlata pokazuju vrlo visoku čistoću i preko 95% Au, koje je ovdje legirano s vrlo malim postotkom željeza

## DODATAK



Slika 12. Zlatarska obitelj iz Donjeg Vidovca početkom 20. stoljeća – sa zlatarskim alatom (prema FELETAR-PETRIĆ, 2013.)



Slika 13. Početak patenta Marije Terezije o ispiranju zlata na Dravi i Muri (Goldwaschpatent) od 3. svibnja 1749. godine (prema knjizi Franza Antona Schmidta, Beč 1834.)



Slika 14. Valvasorov prikaz ispiranja zlata (Goldwäscher) s kraja 17. stoljeća (prema J. W. VALVASORU, 1689.)



Slika 15. Ispiranje zlata na Dravi kod Legrada u doba Drugog svjetskog rata (prema D. FELETARU)



**Slika 16.** Zlatari Stjepan Matotek i Matej Horvat ispiru šljunak na velikoj daski – Donja Dubrava 26.7.2013. (P. FELETAR)



**Slika 17.** Stari donjovidovski zlatar Matej Horvat ispiru ljuške zlata s male daske u posudu – Donja Dubrava 26.7.2013. (P. FELETAR)



**Slika 18.** Članovi ekipe na ispiranju zlata na Dravi kod Donje Dubrave 26.7.2013.: Zvonimir Ištvan, zlatar Stjepan Matotek, prof. dr. sc. Hrvoje Petrić, prof. dr. sc. Dragutin Feletar, zlatar Matej Horvat, akademik Vladimir Bermanec, mr. sc. Vladimir Zebec, Marko Bermanec, Sonja Bermanec, Petar Feletar

**LITERATURA**

AGRICOLA, (1556.): De Re Metalica.

FEITZINGER, G. i PAAR, W.H. (1991.): Gangförmige Gold-Silber-Vererzungen in der Sonnenblickgruppe (Hohe Tauern, Kärnten). Archiv Lagerstättenforsch. Geol. Bundesanst., 13, 17-50.

FEITZINGER, G., PAAR, W.H., TARKIAN, M., RECHE, R., WEINZIERL, O., PROCHASKA, W., HOLZER, H., (1995.): Vein type Ag-(Au)-Pb, Zn, Cu-(W,Sn) mineralization in the Southern Kreuzek, Mountains, Carinthia Province, Austria. Mineralogy and Petrology, 53, 307-332.

FELETAR, D. (1976.): Zlatari i splavari na Dravi, Podravski zbornik, 2, Koprivnica, 116-131

FELETAR, D., PETRIĆ, H. i dr. (2013.), Općina i župa Donja Dubrava, Meridijani

FLORENCIA MARQUEZ-ZAVALIA, M., CRAI, J.R., GALLINSKI, M.A., (2004): Morphological and chemical study of placer gold from the San Luis Range, Argentina. The Canadian Mineralogist, 42, 169-182.

KIŠPATIĆ, M. i TUČAN, F. (1914.): Slike iz rudstva. 381, Matica Hrvatska.

KOLIN, Ž. (1957.): Ispiranje zlata u Međimurju, Radovi kongresa folklorista Varaždin, 18-29

KOTZIG, E. (1939.): Kako se vadi zlato iz Drave i Mure, Veliki međimurski kalendar, Čakovec, 42-45

NEUBAUER, F., GENSER, J., HANDLER, R.,: The Eastern Alps result of a two-stage collision process.-U: Neubauer, F. i Höck, V., (izd.) Aspect of Geology in Austria; Mitt. Österr. Geol. Gesellschaft, 335 str., Wien.

LASZOWSKI, E. (1942.): Rudarstvo u Hrvatskoj. Sv.1, Povijesni pregled rudarstva i rudarskih ustanova u Hrvatskoj-Slavoniji-Međimurju, od najstarijih vremena do god. 1859. Nakladni odjel Hrvatske državne tiskare, str.182.

PAAR, W.H., (1988.): An evaluation of gold occurrences in Salzburg, Carinthia, Styria and Tyrol Provinces of Austria. Inter. Comp. Report, 28 str.

TOLLMANN, A. (1977.): Geologie von Österreich, Bd. 1, Deuticke, Wien, pp 339-345.

ŠOUFEK, M. (1986.): Zlato, Vodič uz izložbu HPM.

ZVONAR, I., FELETAR, D. i dr. (1996.): Mjesto i župa Donji Vidovec, Općina Donji Vidovec

**ABSTRACT**

Gold panning from recent and old river and stream deposits is one of the oldest forms of mining, dating back to the pre-metal ages of the development of civilisation (Copper and Iron Ages). The reasons should be sought in the direct use of gold without the knowledge of the more complex technologies of obtaining pure metal. The separation of heavy minerals in watercourses is carried out by the simple natural process of separation of lighter mineral fractions by the water current. The procedure of gold panning as used by man is none other than copying this natural process, with a few interesting variations using the available tools. This paper provides a short history of gold panning on the Drava River, and a comprehensive analysis on the geological genesis of gold deposits and the mineralogical composition of the Drava River gold.