

GEOLOGIJA PODLIPSKE DOLINE



87. Podlipska dolina: pogled iz peskoloma Čelo proti Smrečju. V ozadju: desno Mrvcova domačija (Žitko), levo: Mihova domačija (Grbec).

Uvod

V jugozahodnem delu Ljubljanskega barja in njegovega obrobja se razprostira lepa, geološko zanimiva in geomorfološko zelo razgibana Podlipska dolina, ki se globoko zajeda v Polhograjske dolomite. Vleče se od Smrečja do največje barjanske reke Ljubljanice. Zna na je po kulturnih in naravnih vrednotah, kot so soteska in slapovi potoka Pečnikarice, Pajsarjeva jama, župnijska cerkev sv. Brikcija na majhnem dolomitnem hribčku zgornjetriasne starosti sredi naselja Podlipa, Podlipski vršaj, kvartarne terase ter po pojavih železa in sorazmerno bogatih nahajališčih železnato boksitne rude.

Namen tega prispevka je predstaviti zapleteno strukturno zgradbo, litološko (kameninsko) sestavo, glavne hidrogeološke značilnosti in najbolj zanimive naravne vrednote Podlipske doline ter odkriti poglobitne geološke in druge dejavnike, ki so omogočili nastanek teh struktur in plasti, geomorfoloških oblik ter mineralnih surovin. Kronološko so opisani glavni geološki dogodki, ki so največ prispevali h geološki zgradbi Podlipske doline in jugozahodnega dela Barjanske kotline. Zaradi značilnega stratigrafskega razvoja in gospodarskega pomena so podrobneje predstavljene, litološko razčlenjene in z imenom



88. Naselje Podlipa in rečica Podlipščica.



89. Podlipska dolina: pogled iz Podlipse proti Ligojni.

podlipske plasti, označene in opisane boksitonske in premogonosne srednje- in zgornjekarnijske (»rabeljske«) sedimentne kamenine. Precejšnja pozornost je posvečena tudi nekovinskim in kovinskim mineralnim surovinam.

GEOGRAFSKE ZNAČILNOSTI PODLIPSE DOLINE

Podlipska dolina je zelo razgibana geomorfološka oblika, obdana s treh strani s hribi in oddaljena le nekaj kilometrov od Vrhnike. Izoblikovana je med Vrhiškim, Žirovskim in Polhograjskim hribovjem ob podlipškem prelomu in potoku Podlipščici, ki ima v svojem povirju izrazito hudourniški značaj. Slednja je v glavnem sledila coni pretrtih in zdrobljenih kamenin ob podlipškem prelomu ter s svojo erozijsko močjo vseskozi poglobljala svojo strugo in širila dno doline. Podlipska dolina poteka približno v smeri severozahod-jugovzhod in je okrog 12 km dolga. Široka je 100 metrov v zgornjem ter 300 m v srednjem delu. Pri Ligojni se naglo lijakasto razširi, tako da je na stiku z Ljubljanskim barjem (Fritica-Tičnica) široka okrog štiri kilometre. Leži med Staro Vrhniko, Ligojno in Smrečjem, ki so skupaj s Podlipo največja naselja na tem območju. Na južnem robu se Podlipska dolina vzpenja bolj ali manj strmo v živoskalnate griče in hribčke Tičnica (366 m), Čelo

(365 m), Suša (423 m) Krošljev hrib (431 m), Žirovčev grič ali Rajna peč (656 m) in Smrekovec (787 m), s severne strani pa je ta dolina bolj razrezana in razčlenjena, obrobajo pa jo grički Kantala (344 m), Vogrinov vrh (381 m), Semlaški grič (412 m), Lipov grič (372 m), Špičasti grič (397 m), grička s kotama 355 m in 375 m, Koprivnik (551 m), Križevac (596 m) ter Križmanov vrh (503 m). Na severozahodni strani se Podlipska dolina strmo dviga vse do vrha Lavrovca (890 m), ki je njen najvišji vrh nasploh. Podlipska dolina in Podlipščica, ki teče vzdolž doline, sta dobila svoje ime po naselju Podlipa, ki leži ob prometnici, ki vodi od Vrhnike proti Smrečju in še naprej proti Žirem. Zasnova doline je tektonsko-erozijska. Dokaz za to so ostanki pliokvartarnih rečnih teras na levem robu doline in zdrobljena cona podlipškega preloma. Dno doline, v katerem je svojo strugo izdolbla Podlipščica, je prekrito s kvartarnimi usedlinami.

Podlipščica in njeno porečje

Podlipščica izvira pod zaselki Smrečja severozahodno od Vrhnike. Prvi izvirčki se začnejo v Smrečju v grapi pod domačijo Plaznik, vendar je v severozahodnem zatrepu doline toliko strmih grap in izvirčkov, da se prava Podlipščica pravzaprav začne šele na dnu doline, od sotočja Smrekarjevega in Šuštarjevega potoka naprej. Zaradi strmega pada in



90. Podlipščica sredi Podlipske doline.

velike količine vode ob neurjih v vseh grapah ima Podlipščica v svojem zgornjem delu izrazito hudourniški značaj, saj se voda v strmih žlebovih pod Lavrovcem, Smrekovcem in Žirovčevim gričem spušča z veliko hitrostjo ter erozijsko močjo in se šele na dnu zlije v enoten ravninski tok. V povirju pod Smrečjem sta najbolj vodnata Hleviški in Smreški graben. Veliko vodnatost in nepresušnost Podlipščice zagotavljajo številni izviri, potočki in hudourniki. Po melioracijah, ki so se začele leta 1927, so vodo Podlipščice pod vrhom Krošljevega hriba (med domačijama Pečnikar in Petrovšek) postopoma usmerili v dva kanala: levega (severnega) po sredini doline in desnega (južnega) ob južnem robu doline pod Krošljevim hribom. Oba kanala sta usmerjena proti osamelcu Sinja gorica. Levi kanal je poimenovan Podlipščica, vanj pa se med drugim izlivajo Pajsarjev potok ali Pajsarica, Semlaški potok ali Semlaščica ter potoka in potočki iz Male in Velike Ligojne. Del podlipskega kanala, ki se napaja z ligojnskimi potoki in potočki, nadaljuje svojo pot

proti osamelcu Sinja gorica (328 m) pod imenom Črna mlaka, obkroži osamelec s severne in vzhodne strani, zavije proti jugu in se pod Sinjo Gorico izliva kot levi pritok v Ljubljaničo. Struga Podlipščice je dolga 11 kilometrov. Najpomembnejši levi pritok Podlipščice je Pajsarjev potok, ki priteče na dan pred vodom v Pajsarjevo jamo. Za Hleviščico se z desne strani izliva v Podlipščico še Pečnikarjev potok oz. Pečnikarica, ki je na svoji poti od izvira do izlitja v Podlipščico naredila globoko sotesko in slikovite slapove. Desni kanal, v katerega se izlivata potok Razorščica in starovrhniški potok Perilo oz. Perilska voda, je poimenovan Tunjica, kartografi so ga pozneje preimenovali v Lahovko, se južno od Sinje Gorice (na Tojnicah) izliva v Ljubljaničo kot njen levi pritok. Razorščica izvira sredi strmin Razorja in se strmo spušča v Razorsko dolino, na kar se nedaleč od kote 297 m izliva v Lahovko. Na svoji poti od izvira do ravnine so hudourniška Podlipščica in njeni pritoki s seboj nosili večje zaobljene kamnite bloke, prod, pesek, melj, mulj in glino in z njimi za-



91. Na veliko erozijsko moč hudourniške Pečnikarice najbolj kažejo zaobljeni bloki glavnega dolomita v vrhnjem delu potoka (foto: Soraja Malovrh).

sipavali dolinsko dno vse do Verda in Bistre. Glavno zasipavanje je bilo v starejšem kvartarju. Posledica je bil nastanek podlipskega vršaja in različnih holocenskih usedlin.

Podlipski vršaj. Kotlino južnega in jugozahodnega dela Ljubljanskega barja so v kvartarni dobi z obrobni hribov zasipavali številni hudourniki, ki so vanjo prinašali in odlagali različen bolj ali manj zaobljen vršajni material. Tako so na južnem robu barja, na prehodih iz ozkih dolin v barjansko kotlino majhne hudourniške reke Želimeljščica, Iška in Borovniščica naredile vsaka svoj vršaj, ki so pod barjanskimi plastmi prodirali še sorazmerno daleč naprej proti severu. Tudi Podlipščica je naredila svoj vršaj, ki pa je prodiral v smeri proti Vrhniki, Verdu in Bistri, kjer se je mešal z borovniškim vršajem.

V Podlipski dolini zbirajo površinsko vodo in napajajo z njo podlipski vršaj sledeči vodotoki: Podlipščica, Lahovka ter Črna mlaka. Prodni zasip, ki ga je s seboj prinesla Podlipščica, je bilo mogoče določiti na podlagi podatkov številnih vrtin, ki so bile izvrtane v okviru raziskav za avtocesto, in raziskovalnih vrtin, izdelanih v okviru hidrogeoloških raziskav podtalnice borovniškega vršaja. Omenjene raziskave je opravil Geološki zavod Ljubljana (Mencej, 1990). Na osnovi podatkov vrtanja je precej natančno ugotovljena stara struga Podlipščice, ki je v pleistocenski dobi tekla iz Podlipske doline mimo Stare Vrhnike, med osamelcema Hruševico (310 m) in Sinjo gorico (328 m) proti Bistri in se je vzhodno od Bistre združila s staro strugo Borovniščice, kjer se prodovi Podlipščice in Borovniščice prepletajo. Meja pleistocenskega podlipskega vršaja poteka tako po severnem robu Podlipske doline, mimo osamelca Sinja gorica, do sotočja Ljublanice in Ljubije, nato 2 km ob Ljublanici in 0,5 km vzhodno od sotočja Ljublanice in Bistre, kjer pride pod barjanskimi usedlinami v stik z vršajem Borovniščice. V

zgornjem delu Podlipske doline je prodni zasip prekrit z do 2 m debelo plastjo meljne glin, med Sinjo Gorico in Vrhniko pa z okoli 10 m debelim prekritjem barjanskih usedlin. Debelina glinastega prekritja na sotočju Ljubije in Ljublanice je okoli 20 m, vzhodno od Bistre, kjer se stikata prodna zasipa Podlipščice in Ljublanice, pa se zviša na 36 m. Največja debelina prodnega zasipa Podlipščice je z vrtinami ugotovljena severno od Bistre, znaša pa okoli 43 m. Na območju prodnega zasipa Podlipščice je trdna podlaga navrtana na globinah od 20 m do 79 m, sestavljena je iz dolomita. Z laboratorijskimi raziskavami je ugotovljeno, da je prodni zasip Podlipščice slabo prepusten. Sestavljen je iz prodnikov triasnih kamenin, med katerimi prevladujejo karbonatni (apnenci, dolomiti) prodniki, veliko je prodnikov karnijskih peščenjakov in glinavcev, pojavljajo pa se še prodniki vulkanskih kamenin (različni tufi) srednje- in zgornjetriasne starosti. Prevladujejo drobni prodniki. Za preskrbo s pitno vodo je podlipski vršaj manj pomemben.



92. Heterogeni holocenski prod v strugi Podlipščice nad Veharjevo domačijo.

Kvartarne rečne terasne in sedimenti Podlipske doline. Podobno kot sosednje doline na obrobju južnega roba Ljubljanskega barja je tudi Podlipska dolina na jugozahodnem barju pliokvartarna tvorba, zapolnjena s kvartarnimi sedimenti. Značilno za obravnavano dolino je to, da so rečne terase in njeni sedimenti na obeh bregovih slabo ohranjeni. Tako je nad naseljem Podlipa ohranjena višja kvartarna terasa (pleistocen, würm), sestavljena iz debelega slabo sortiranega in zaobljenega heterogenega proda, v katerem prevladuje droban in srednji prod, neredki pa so tudi večji prodniki. V povirju Podlipske doline je würmsko (srednji kvartar) nasutje fluvioperiglacialnega drobirja največje, saj znaša 7 do 10 m. V severo-vzhodni smeri njegova debelina pada, tako da pod vasjo znaša le 2 m. Omenjeni prod izvira iz ledenodobnega nasutja in je kvartarne (pleistocen) starosti.

Pajsarjeva kraška jama se nahaja v Pajsarjevem kotu na JV koncu Podlipse, tik za Pajsarjevo domačijo. Iz podzemlja priteka voda, ki je nekoč vrtela mlinsko kolo. Takoj, ko priteče iz hriba, si ustvari strugo, ki teče pod imenom Pajsarica naprej po naravni strugi in umetnem kanalu do izliva v Podlipščico.

Pajsarjeva jama je vodoravna, dolga 555 m, globoka pa 20 m. Znana je po edinem nahajališču dveh vrst sladkovodnih mikrobov: *Hadzia fragilis stochi* in *Ingolfiella beatrice*. Prvi je velik 5 mm, drugi je manjši, v dolžino meri 2 mm. Posebnost Pajsarjeve jame so tudi bogate srebrne jamske prevleke, ki jih poznamo pod imenom »jamsko srebro«. Tvorijo jih drobceni mikrobi, ki jih je v Pajsarjevi jami leta 2010 v svojem diplomskem delu obdelala Barbara Kovčec. Pajsarjevo jamo je za Krajevno skupnost Podlipa-Smrečje leta



93. Vhod v Pajsarjevo jamo v tektonsko močno razkosanem in pretrtem srednje sivem cordevolskem dolomitiziranem apnencu za Pajsarjevo domačijo (Podlipa).

2013 opisala Sonja Malovrh. Sedanji lastnik domačije, kraške jame in bližnje okolice je kmetovalec Ignac Pajsar. Jama je nastala ob tektonskem kontaktu med severno ležečimi, zelo strmo odsekanimi plastmi iz spodnjekarnijskega (cordevol) debeloplastnatega diplopornega apnenca, dolomitiziranega apnenca in svetlosivega, skoraj belega masivnega debelokristalastega dolomita z diplopunami ter južno ležečimi zgornjekarnijskimi plastmi (jul) bledorumenega in bledomodrikastega pelitnega tufa in rdečega glinenega skrilavca. Ob prelomnici se je zgodil vertikalni premik, pri čemer se je odsekani južni del kamenin pogreznil za okrog 100 m, skoraj do nivoja današnjega dna doline. Pri tem pa se je boksitni horizont tektonsko stanjšal na nekaj metrov.

Pri dnu stene za Pajsarjevo domačijo je precej zarušen in zakrit vhod v jama. Ob vhodu je kamenina močno razklana in okrašena s subvertikalnimi razpokami različnih smeri. Jama je obiskovalcem dostopna samo prvih 30 m, potem preide v sifon in po nekaj metrih v majhno kraško dvorano z jezercem, bolj podobnim kakšnemu kalu kot jezeru. Jama je v celotni dolžini dostopna samo profesionalno opremljenim jamarjem.

Soteska in slapovi potoka Pečnikarice so najmogočnejša naravna posebnost Podlipske doline. Leže v ozki in globoki dolini potoka Pečnikarice pod Žirovčevim vrhom med zaselkoma Podpesek in Mizni Dol (S. Malovrh, 2014). V ozki, globoki, temačni in skrivnostni soteski Pečnikarice so številni padci, previsi in razne skalnate ovire, zato voda v strugi nemirno teče in glasno žubori. Soteska, ki je globoka več kot sto metrov, se proti vrhu vedno bolj oži. Pečnikarica je eden od najmočnejših hudourniških pritokov Podlipščice, kar dokazujejo precej velike zaobljene skale dolomita v zgornjem delu njene struge. V spodnjem delu ima Pečnikarica zelo majhen padec, ker teče po ravnini.



94. Največji slap potoka Pečnikarice in kronistka KS Podlipa-Smrečje Sonja Malovrh (foto: Jože Malovrh).

V potočni strugi so lepo razgaljene vse kamenine, ki gradijo hribčke južno od Podlipščice. Pečnikarica izvira v plastnatem sivem zgornjetriasnem dolomitu. Pod njim je pas, kjer se menjavajo dolomit ter temni, olivni in rumenosivi laporovci, prav na dnu doline pa so razgaljeni rdeči klastiti, ki pripadajo srednjemu karniju.



95. Slapovi Pečnikarice, desnega pritoka Podlipščice; plasti glavnega dolomita in Jože Malovrh (foto: Sonja Malovrh).

GEOLOŠKA ZGRADBA PODLIPSE DOLINE IN OKOLICE

Tektonika

Gubanje in gube

Gube so strukturne tvorbe, ki nastajajo pri gubanju zemeljske skorje zaradi velikih pritiskov iz določenih smeri, ki jih povzročajo gorotvorni (orogenetski) procesi. Posamezna guba je sestavljena iz vbočenega (sinklinala) in izbočenega dela (antiklinala).

Za nekatere dele mezozojske ere je bilo značilno močno gubanje. Dosedaj zbrani podatki jasno kažejo, da so gube na obrobju Ljubljanskega barja mlajše od mezozojskih gubanj in da so postkredne starosti. Ker tudi kvartarni barjanski sedimenti niso nikjer nagubani, lahko s precejšnjo zanesljivostjo sklepamo, da je gube na obrobju barja povzročilo terciarno gubanje. Iz rezultatov dosedanjih regionalnih in detajlnih raziskav vemo, da je bilo slovensko ozemlje v dosegu alpidске orogeneze. Znano je tudi, da se je alpidška orogeneza pričela ponekod že v mezozoiku, vendar se je glavnina Alpidov dvignila in nagubala v terciarni periodi.

Prelamljanje in podlipski prelom

V spodnjem pliocenu sta na slovenskem ozemlju nastopili tektonsko mirnejša faza in erozija, ki sta zemeljsko površje izravnavali (Premru, 1976, 1982, 2005). Sredi pliocena se je začelo obdobje tektonskega razlamljanja. Na območju južnega in jugozahodnega dela Ljubljanskega barja in obrobja so ugotovljeni prelomi s smermi severozahod-jugovzhod, sever-jug in sistemi prelomov bolj ali manj pravokotno na omenjeni smeri. Sledila so vertikalna in subvertikalna premikanja (dviganja, grezanja) ob naštetih pelomih. Nagubano zemeljsko zgradbo je prelomna tektonika vzdolž alpskih, dinarskih in drugih smeri razlomila v grude. Podlipski prelom,

ki se vleče v dinarski smeri vzdolž Podlipske doline, je pomembna tektonska razmejitvena črta v jugozahodnem delu Barjanske kotline, ki loči dve pomembni tektonski enoti, in sicer: vrhniško-cerkniško grudo in poljansko-vrhniške nize, pri čemer je slednja gruda narinjena na vrhniško-cerkniško. Pomembna in izrazita je tudi alpska prelomnica s smerjo zahod-vzhod iz Podlipe do Ligojne. Pravi potek in pomen teh dveh prelomnic zakrivajo kvartarne usedline Podlipske doline, proti severozahodu pa žirovsko-idrijski nariv. Značilno dinarsko usmerjeni prelomi na južnem obrobju barja se pod debelimi kvartarnimi naplavinami nadaljujejo proti jugozahodnemu in zahodnemu robu barja.

Narivanje

Narivanje je proces, pri katerem pride zaradi bočnih pritiskov najprej do gubanja in prelamljanja, potem pa do naleganja bližnjih in oddaljenih plasti na primarne nepremaknjene kamnine. Na splošno se narivajo starejše plasti čez mlajše. Izhodišče narivanja sta torej gubanje in razlamljanje. Po odložitvi eocenskega fliša je na ozemlju Slovenije prišlo do gubanja, narivanja in prelamanja, pri čemer je nastala deloma luskasta in delno grudasta zgradba. Luske so bile pozneje še dodatno razkosane s prelomi.

Narivanja so se dogajala v različnih geoloških obdobjih. Do narivanja v Dinaridih je prišlo med srednjim in zgornjim eocenom, torej v starejšem terciarju. Ozemlje Dinaridov se je najprej nagubalo, zatem pa narivalo v smeri od severovzhoda proti jugozahodu. Nastala je dinarska narivna zgradba, ki sestoji iz več narivov in lusk. Obravnavano ozemlje pripada po Premruju (1982) krimskemu narivu, ki ga sledimo od Borovnice, Krma in Tomišlja do Ribnice na Dolenjskem na jugu, proti severu pa ga opazujemo na barjanskih osamelcih Kostanjevica, Brdo (Bevke), Blatna Brezovica in Sinja Gorica.



96. Zgornjetriasni plastnati razlomljeni in zdrobljeni glavni dolomit v kamnolomu Čelo pri St. Vrhniki, norij.

Na območju Podlipske doline in Ljubljanskega barja se stikata dve veliki tektonski enoti, Posavske gube, ki gradijo ozemlje severne Slovenije, in Dolenjsko-notranjske mezozojske grude, ki sestavljajo predele južne Slovenije.

Dolenjsko-notranjske mezozojske grude

Gubanje, prelamanje, pogrezanje, dviganje in narivanje so bili podlaga za kosanje mezozojskega kraškega ozemlja južne Slovenije v grude, ki jih je Buser (1974) poimenoval Dolenjsko-notranjske mezozojske grude.

Podlipsko dolino omejujejo štiri tektonske enote: na vzhodu tektonska udorina Ljubljanskega barja, na zahodu idrijsko-žirovsko ozemlje, na severu poljansko-vrhniški nizi in na jugu vrhniško-cerkniška gruda. Na severnem območju prevladujejo tektonski elementi vzhod-zahod, na južnem pa dinarska smer (severozahod-jugovzhod).

Vrhniško-cerkniška gruda. Nekateri avtorji označujejo vrhniško-cerkniško grudo kar

Logaška planota, drugi jo imajo za zahodno krilo borovniške antiklinale, tretji pa za Logaško-bloško planoto. Vrhniško-cerkniška gruda je omejena z vseh strani s prelomi (Pleničar, 1970; Buser, 1974). Severna meja proti poljansko-vrhniškim nizom zaradi kvartarnega prekritja Podlipske doline še ni točno ugotovljena, poteka pa vzdolž te doline. Vrhniško-cerkniška gruda je v zahodnem delu sestavljena iz krednih in jurskih karbonatnih kamenin, vzhodni predel, ki vključuje tudi Podlipsko dolino, pa gradijo zgornjetriasne karbonatne kamenine, ki se končajo s pisanim karnijskim karbonatno-klastičnim in norijsko-retijskim karbonatnim sedimentnim zaporedjem.

Poljansko-vrhniški nizi segajo na raziskano ozemlje v okolici Ligojne (Pleničar; 1970; Buser, 1974; Grad & Ferjančič, 1976). Po mnenju večine avtorjev zavzema ta tektonska enota ozemlje do preloma, ki poteka po Podlipski dolini. Južno mejo poljansko-vrhniških nizov predstavljajo prevrnjene plasti pri Ligoj-

ni. Na območju Ligojne so omenjene plasti prišle pri narivanju v obrnjen položaj in se prelomile. Proti severozahodu se južne meje ne da točno določiti. Možno je, da južno mejo predstavljajo prevrnjene plasti in narivno-luskasta zgradba pri Ligojni ali pa prelom pod aluvialnini naplavinami po Podlipiski dolini. Zgornjeladinijski in karnijski skladi na južni strani preloma, ki poteka skozi Ligojno, pripadajo že južnoležeči tektonski enoti vrhniško-cerkniške grude. Mlajšepaleozojski in spodnjetriasni skladi, ki so na barjanskih osamelcih narinjeni na zgornjetriasni glavni dolomit, pripadajo najverjetneje še poljansko-vrhniškemu nizom. Narivanje pri Ligojni in na barjanskih osamelcih se je vršilo s severa, severovzhoda in mogoče tudi severozahoda. Skladi so prišli pri tem v obrnjen položaj in so se delno prelomili. Poznejši prelomi so to nagubano narivno ozemlje spremenili v še bolj zapleteno zgradbo. Na zahodnem robu barja sledimo na mnogih mestih, še zlasti v karnijskih plasteh, jasno nagubano zgradbo, kjer si sledijo številne manjše in večje sinklinale in antiklinale. Plasti potekajo v glavnem od zahoda proti vzhodu (alpska smer), vendar je ponekod izmerjena tudi dinarska smer struktur (severozahod-jugovzhod). Gosta mreža manjših prelomov in narivanje sta na mnogih mestih doprinesla k razkosanju in drobljenju zlasti karbonatnih bolj ali manj zrnatih kamenin (dolomitizirani apnenci in dolomiti), in na ta način omogočila lažje izkoriščanje teh kamenin za različne gradbene materiale. Tako so v triasnih dolomitih ter v triasnih in jurskih apnencih na zahodnem, jugozahodnem in južnem robu Ljubljanskega barja odprti številni peskolomi ter kamnolomi gradbenega in okrasnega kamna, ki obratujejo še danes.

Barjanska kotlina. Prostrana mlada tektonska udorina Ljubljanskega barja je nastala pred dvema milijonoma let. Njen nastanek sta pogojevala prelomna tektonika in pogrezanje tal, ki sta prisotna še danes.

Stratigrafske vrzeli

Stratigrafska vrzel predstavlja prekinitev sedimentacije v določenem časovnem intervalu in kaže na odsotnost kamenin v geološkem stolpcu, ki bi v tem intervalu morale biti prisotne, pa ji ni, bodisi zaradi tega, ker niso bile nikoli odložene, ali pa so bile odstranjene z erozijo. Stratigrafske vrzeli so v glavnem posledica tektonskih premikov, ki ustrezajo določenim tektonskim fazam in so povzročile nastanek obsežnega kopna, rdečih boksitnih ilovic in boksitov ter železnatih skorij. V Podlipiski dolini je bila najbolj izrazita karnijska stratigrafska vrzel med spodnjo (cordevol) in srednjo (jul) karnijsko podstopnjo.

Karnijska stratigrafska vrzel – karnijsko kopno. Na meji med cordevolom in julom je bilo v slovenskem prostoru čutiti prva karnijska premikanja, ki jih je Tollmann (1966) imenoval mladolabinska, Ramovš (1971) pa staroslovenska orogenetska faza. Marsikje v Sloveniji je nastalo kopno s pojavi bolj ali manj intenzivne paleokarstifikacije z boksitnimi sedimenti. Vsi izdanki karnijskih boksitov v Podlipiski dolini se pojavljajo na kontaktu diplopornih karbonatnih kamenin (cordevol) in laporno glinenega karnijskega Golčevega člena (jul), kar kaže, da je sedimentacijska vrzel med njima majhna, tako da po primerjavi s sosednjimi razvoji, ki so dobro dokazani s fosili, lahko z veliko gotovostjo trdimo, da je karnijsko kopno v jugozahodnem delu Barjanske kotline obstajalo le nekaj več kot milijon do največ dva milijona let.

Vulkanizem

Karnijski vulkanizem. V Podlipiski dolini je bil prisoten srednje- in zgornjekarnijski (jul in tuval) vulkanizem, ki je poseben po tem, da takrat ni bilo izlivov lave. Karnijski vulkani so bruhalo le vulkanski pepel in prah, ki se je usedal na zemeljsko površje in se sprejel v vulkansko kamenino, ki jo imenujemo tuf.

Najdene primarne vulkanske kamnine v karnijskih plasteh nam dokazujejo, da so pri nas v Sloveniji bruhali vulkani tudi v karnijski dobi, niso pa bili tako razširjeni in dejavni kakor ognjeniki ladinjske dobe. Karnijski vulkanizem in tektonski premiki so na obravnavanem ozemlju povzročili močno diferenciacijo sedimentacijskega okolja in temu posledično veliko pisanost in pestrost sedimentov, tako v bočni kot navpični smeri že na majhnih razdaljah. Vložki vulkanskih kamenin oziroma tufov in tufitov v primerjavi z drugimi sedimenti ne predstavljajo v karnijskem stolpcu večjega deleža, vendar so intervali s tufi precej pogostni in se pojavljajo po celem litološkem stolpcu od začetka jula, ko je obravnavano ozemlje bilo kopno, skoraj do konca karnijske dobe.

Stratigrafske razmere

Jugozahodno obrobje Ljubljanskega barja gradijo mlajše paleozojske (karbon, perm), mezozojske (triasne, jurske) ter pliokvartarne (pliocen, pleistocen, holocen) kamnine in usedline. Med omenjenimi kameninami

prevladujejo v Podlipski dolini mezozojski, natančneje triasni karbonatni sedimenti (dolomiti in apnenci), v skrajnem jugovzhodnem delu Podlipske doline pa je, podobno kot drugod na Ljubljanskem barju, najbolj tipičen sediment bolj ali manj zaglejena barjanska črnica.

Najstarejše plasti na ozemlju, ki ga obravnavamo, pripadajo t. i. **permokarbonskemu kompleksu** črnih klastičnih kamnin, ki ga prekriva skladovnica temnosivih karbonatnih kamnin zgornjepermske starosti. V permokarbonskem kompleksu močno prevladujejo temni do črni sljudni kremenovi konglomerati, peščenjaki, glinavci in skrilavci molasnega tipa, ki so nastajali v obrobnem delu morskega bazena v območju delte, kjer je bil kontinentalni vpliv močnejši kot morski, tako da ni bilo pogojev za karbonatno sedimentacijo. Iz mlajšega paleozoika (stari zemeljski vek) so na obrobju Ljubljanskega barja in na nekaterih barjanskih osamelcih ohranjeni temni do črni sedimenti molasnega tipa, ki so nastajali v plitvem šelfnem bazenu z močnim dotokom s kopnega.



97. Svetlosiv skoraj bel masiven debeložrnat cordevolski dolomit ob cesti Podlipa-Smrečje.

Mlajšepaleozojske kamenine v Sloveniji je največ raziskoval Anton Ramovš (1978, 1996). Permski sistem, ki je trajal 65 milijonov let (290 do 225 milijonov let), je razdelil v tri dele: spodnji, srednji in zgornji. Več o pregledu mlajše paleozojskih plasti v jugozahodnem delu Barjanske kotline je bilo predstavljeno v Vrhniških razgledih št. 1 (Ramovš, 1996).

Ker v času med permom in triasom ni bilo posebnih tektonskih premikov in prekinitev v sedimentaciji (Dolenec, Dozet & Lojen, 2006), leže v obravnavanem delu Slovenije **triasne plasti** konkordantno na permskih. Gradijo ozemlje Kisovca in Gradišča južno od Vrzdence, na površini pa se pojavljajo še v ožjem pasu med Gradiščem, Žažarjem, Celarji in Samijo. Triasna perioda je trajala 30 milijonov let (od 225 do 195 milijonov let).

Najbolj pester razvoj spodnjetriasnih plasti imamo severno od Vrzdence v okolici Korena (Ramovš, 1978), to je med Horjulsko dolino in dolino Gradaščice, na zahodnem obrobju barja pa izdanjajo med Lukovico in Logom.

Spodnjetriasne plasti začenjajo s sivim laminiranim dolomitom s stilolitnimi šivi. Navzgor sledi rumenkast in rožnat sljudnat dolomit s školjkami klarajami ter vodilno školjčno vrsto za spodnji trias *Claraia clari*. Nad peščenim dolomitom s klarajami leži značilen spodnjetriasni horizont, kjer se menjavajo živopisani sljudni peščenjaki, peščeni laporovci in skrilavci s školjkami *Anodontopora fassaensis* in vložki oolitnih apnencev s polžem *Holopella gracilior* in *Natica* sp., ki so jih svojčas uvrščali v srednji »werfen«. Na pisanih sedimentih leži skladovnica sivega dolomita z redkimi tanjšimi vložki skrilavca, peščenjaka in ploščatega lapornega apnenca. V četrtem horizontu so temnosivi do črni ploščasti in plastnati apnenci z vmesnimi plastmi dolomita in gomoljastega laporovca s polži iz vrste *Natiria costata*, školjkami *Costatoria costata* in anelidnimi sledovi *Rizocorallium striatum*.

Vrhnji peti horizont spodnjetriasnih skladov karakterizirajo glineni apnenci ter gomoljasti laporovci in laporasti skrilavci. V apnencih so majhne foraminifere *Meandrospira pusilla*, sledovi anelidov, *Rhizocorallium striatum* in polž *Natiria costata* ter tu in tam amoniti iz rodu *Tirolites*.

Anizijski dolomit se kot starejši del srednjetriasne serije pojavlja v ozkem pasu med spodaj ležečimi skitskimi in zgoraj ležečimi ladinjskimi kamninami. Sledimo ga v ozkem pasu zahodno od Ligojne. Konkordantno na skitskih plasteh leži srednje triasni plastnati, drobnozrnati, ponekod drobnostromatolitni dolomit loferskega tipa, znan v starejši literaturi kot »mendolski« dolomit. V spodnjem delu je temen, navzgor pa postaja masiven in vse svetlejši do skoraj bel. Kroji se paralelepipedsko. V bazalnih plasteh so tanki vložki skrilavega dolomitnega laporja.

Nekoliko bolj pestro kot anizijske so razvite **ladinijske plasti**, ki gradijo ozemlje širše okolice Lesnega Brda in se vlečejo proti Velikem vrhu. Na površju izdanjajo v obliki lapornih skrilavcev z roženci, peščenjakov, temnih apnencev in laporovcev ter tufov tudi na obrobju Horjulske doline. V glinavcih je Ramovš (1996) našel in določil ladinjsko školjčno vrsto *Daonella lomelli*, ki je vodilna vrsta za langobardsko podstopnjo. Ta školjka je najdena tudi severno od Horjula.

Spodnjekarnijske ali **cordevolske plasti** se na jugozahodnem obrobju Ljubljanskega barja pojavljajo v dveh razvojih: grebenskem apenčevem ter diagenetskem dolomitnem. Prevladuje dolomitni facies z ostanki alg *Diplopora annulata*.

Cordevolski dolomit je v glavnem masiven in le v vrhnjem delu slabo plastnat. Nastal je pri diagenezi diplopornega apnenca. Ima debeložrnat kristalasto strukturo, zaradi katere hitro razpada v dolomitni pesek.



98. Tektonsko-erozijski kontakt cordevolskih (spodnji karnij) in julskih (srednji karnij) plasti na lokaciji »Pri Štantu« ob cesti Podlipa-Smrečje.

Ker srednje- in zgornjekarnijske plasti Podlipske doline vsebujejo boksit in najbolj kakovosten premog, tj. antracit, so raziskane podrobneje. Ugotovljeno je, da gre v Podlipski dolini za poseben razvoj zaporedja srednje in zgornje karnijskih sedimentov, ki so v starejši literaturi označene z imenom »rabeljske plasti«, zato jih členimo in opisujemo znova.

Podlipske karnijske boksitonosne in premogonosne plasti

V Podlipski dolini je razgaljen poseben razvoj karnijskih plasti, ki obsega julsko in tuvalsko podstopnjo. Najlepše je razvit v profilu med Semlaškim gričem in Staro Vrhniko (Čelo) ter v profilih Podlipa-Pesek in Brežnik-Smrečje. Podlipske plasti so sestavljene iz sledečih litoloških členov in horizontov:

1 – semlaški boksitni člen z vložki skrilavega glinavca, tufa in premoga, **1a** – dolomitna in apnenčeva breča ter brečasti dolomit, **1b** – boksitna breča, **1c** – boksitna glina in oolitni boksit, **1d** – beli in rdeči boksit z vložki glinavca in skrilavca, **1e** – prvi tufski horizont; **2 – Golčev glineno-lapornati člen** z vložki apnenca in premoga, **2a** – drugi tufski horizont, **2b** – tretji tufski horizont;

3 – Kozjekov spodnji klastični člen, 3a – Mrvčev lapornato-apnenčev horizont; **4 – smreški zgornji klastični člen;** **5 – prehodne plasti** (pas postopnega prehoda v glavni dolomit).

1. Semlaški boksitni člen (jul)

Prvi člen podlipske formacije je poimenovan po Semlaškem griču. Bazalni litološki člen Podlipskih plasti z boksitom je namreč najbolj popolno razvit in razgaljen na Semlaškem griču na severnem obrobju Podlipske doline. Sestavljen je iz štirih delov: spodaj so karbonatne in boksitne breče, konkordantno na njih leže najprej rdeče gline in oolitni boksit, nato sledijo navzgor beli boksit ter vulkanski sedimenti v obliki zelenkastih tufov; normalno nad tufi leži temnosivo do črno paralično-glineno-lapornato zaporedje sedimentov z vložki premoga, prav na vrhu obravnavanega člena so rdeči boksiti in boksitne gline.

1a) Dolomitna in apnenčeva breča ter brečasti dolomit. Nad talninskim belim debelo-zrnatim masivnim cordevolskim dolomitom leži okoli 10 do 16 m debel interval, sestavljen iz svetlosivega do belega,

masivnega, močno razpokanega bolj ali manj karstificiranega brečastega dolomita s kalcitnim, dolomitnim in limonitnim vezivom. Tu in tam začenja srednje karnijsko sedimentacijo apnenčeva breča z železnatim vezivom. Mestoma začenja srednjekarnijsko sedimentacijo apnenčeva breča z železnatim vezivom.

1b) Boksitna breča je sivkastorožnate do oranžnorumene barve. Sestavljena je iz



99. Bazalna julska (srednji karnij) karbonatna breča z železnim skorjastim vezivom (lastnik vzorca Stanislav Vehar).

kosov in drobcev svetlorjavega in oranžnega rahlo hematitiziranega oolitičnega boksita, vezanega s kriptokristalnim ali drobnopješčenim boksitnim matriksom oz. vezivom, v katerih opazujemo razpoke, zapolnjene s kalcitom, in zrna pirita. Debelina tega rudnega intervala znaša 3 m.

1c) Boksitna glina in oolitni boksit. V tem intervalu boksitnega člena so opekasto-, oranžno- in rjavordeča mestoma bolj in manj skrilava boksitna glina ter večje in manjše leče in plasti oolitnega, oolitičnega in pizolitno-oolitnega boksita. Pizoliti so veliki od 1 do 5 mm. Debelina tega rudnega intervala je 14 m, pripada pa julski podstopnji.

1d) Bel in rdeč boksit z vložki glinavca in skrilavca. V tretjem intervalu boksitnega člena, debeline 15 m, prevladujeta siv do svetlosiv, kriptokristalen, oolitičen do ooliten beli boksit, in rdeč ooliten boksit, ki se menjavata z 1 do 3 m debelimi



100. Boksitni izdanek na lokaciji »Pri Brenčiču« v Kajndolu.

vložki črnega glinenega skrilavca in zelo tankoploščastega glinavca. Najdebelejši plasti (3 m) črnih glinenih sedimentov sta v začetku in prav na vrhu tega rudnega intervala. V obeh so tudi poogeneli rastlinski ostanki.

1e) Prvi tufski horizont. Konkordantno na členu belega in rdečega oolitnega boksita leži zelenkast pelitni tuf z vložki rdečih klastičnih kamenin (peščenjak, glinavec, skrilavec), nad njim pa je zelenkastosiv precej kompakten tufit z redkimi pizoliti. Ta paket tufov smo zaradi pomembnosti (vulkanska dejavnost) izdvojili kot poseben horizont, saj ga smatramo za ekvivalent Mlakarjevega (1959, 1967) in Cigaletovega (1978) mejnega dolomita. Debelina tufskega horizonta je 11 m. Skupna debelina semlaškega člena je 65 m.

2. Golčev člen črnih glinavcev in laporovcev z vložki premoga, tufov in apnenцев

Gre za ekvivalent julskemu bazalnemu apnenčevemu členu, ki ga na Drenovem Griču sestavljajo plastnati, temni pogosto črni, ploščasti in listnati glinavci in laporovci. Celotno kamninsko zaporedje začenja z okoli 4 m debelim horizontom črnega bituminoznega skrilavca, skrilavega glinavca in premogovega skrilavca z lečami črnega premoga, grafita ter sledovi pirita in tufa. Navzgor sledijo črni ploščasti glineni sedimenti, ki pripadajo muljevcu in meljevcu z vmesnimi tankimi plastmi glinenega laporovca. V muljevcu pogosto opazujemo paralelno laminiranost in pasnatost, v meljevcu pa navzkrižno plastnatost. V spodnjem delu vsebuje ta člen nekaj vložkov črnega plastnatega gostega apnenca z vmesnimi plastmi črnega tankoploščastega skrilavega laporovca in glinavca. Konkordantno na opisanih glineno-lapornih plasteh leži 13 m debel paket sivkastozelenih pelitnih in zrnatih tufov, ki jih izdvajamo kot **drugi**

tufski horizont. Tuf drugega horizonta je bolj ali manj kompakten. Kroji se listasto in ploščasto; redkeje ima školjkast lom. V najnižjem delu je drobnozrnat in vsebuje redke vložke rjavkastega in rumenkastega tufita. Na drugem tufskem horizontu je okoli 24 m debel paket enakih kamenin kakor pod tufom. Navzgor sledi okoli 2 m črnega premogovega skrilavca in črnega premoga, nad njim pa 24 m debel interval spodaj temnosivega meljevca z belimi pikami, zgoraj pa rumenkastega in rjavkastega glinavca. Na vrhu črnega glineno-lapornega člena je 11 m debel interval sivozelenega pelitnega in zrnatega tufa, ki smo ga označili kot **tretji tufski horizont**. Debelina črnega glineno-lapornega člena z vložki apnenca in dvema tufskima horizontoma je 94 m.

3. Kozjekov (spodnji klastični) člen (jul)

Normalno na laporno-glinenem členu (Golčev člen) leži zaporedje sedimentov, sestavljeno iz pretežno zelenkasto-, rumenkasto- in rjavkastosivih, drobn- do zelo debelo-zrnatih peščenjakov in meljevcev ter različno rdečih laporovcev z iverasto krojitvijo in pelitnih različno trdih zelenkasto in modrikastosivih tufov. Med peščenjaki prevladujejo tufski, ponekod pa niso redki tudi čisti kremenovi in jaspisno-kremenovi peščenjaki. Vezivo v peščenjaki je kriptokristalno do zelo drobnozrnat. Kremenovi peščenjaki so navadno močno prekristaljeni. V peščenjaki se dobijo nedoločljivi poogleneli rastlinski ostanki.

3a) Mrvčev lapornato-apnenčev horizont.

Na severnem robu Podlipske doline je v useku za kmetijo Pri Mrvcu razkrit v vijoličnordečem glinenem skrilavcu, peščenjaku in konglomeratu od 3 m do 10 m debel vložek temnosivega močno lapornega gostega in zelo drobnozrnatega lapornega apnenca z neznatno peščeno in meljasto primesjo kremenca in muskovita. V kamenini so redki



101. Mrvčev horizont: srednje temno siv plastnat lapornat apnenec in laporovec (podlipska formacija) ter lastnik kmetije »Pri Mrvcu« Franc Žitko.

črni intraklasti in peleti. Poleg plasti apnenca dobimo v tem sedimentnem horizontu tudi plošče temnosivega in sivega apnenčevega laporovca.

Rdeči klastiti na Mrvčevem lapornim-apnenčevem členu pripadajo spodnjemu klastičnemu členu podlipske formacije. Sestavljajo dno Podlipske doline in so večinoma prekriti s kvartarnimi usedlinami, kjer prevladujejo gline. Izdanjajo predvsem na severnem obrobju doline in ponekod v strugi Podlipščice. Sestojijo iz različno rdečih dolomitnih laporovcev, glinavcev in skrilavcev z nekaj vložki rdečih jaspisno-kremenovih peščenjakov in meljevcev ter vložkov pisanega kompaktnega peščenjaka in drobnozrnatega konglomerata. Skrilavi rdeči glinavec ima poleg ploščatega videza tudi iverasto krojitev, po kateri ga tudi najbolj prepoznamo. Pojavljajo se še različno trdi laporovci s školjkasto, lističasto in paličasto krojitvijo, ki vsebuje od 1 cm do

3 cm debele gomolje modrikasto-sivega gostega apnenca, ki so jih nekateri raziskovalci imeli za dokaz o karnijskem vulkanizmu, v resnici pa so ti gomolji nastajali pri diagenetskih procesih in gre za apnenčeve konkrecije v dolomitnem laporovcu. Debelina tretjega člena podlipskih plasti, ki po stratigrafski legi in litologiji odgovarja Cigaletovemu (1978) prvemu klastičnemu členu, se v smeri zahod-vzhod spreminja od 150 m do 200 m.

4. Smreški (zgornji klastični) člen (tuval)

Zgornji člen tuvalskih rdečih klastitov je poimenovan po kraju Smrečje, ki leži okoli 10 km severozahodno od Vrhnike. Zaporedje rdečih klastičnih kamenin je razkrito ob cesti Šentjošt-Smrečje na nekaj sto metrov dolgem odseku ceste nad kmetijo Šelovec. Karakterizirajo ga različno rdeči laporovci z vložki apnenca, tufa, peščenjaka, breče in dolomita. Debelina celotnega člena znaša okoli 170 m, ki pa je, če upoštevamo tektonske premike, precej manjša. Začenja s paketom pasnatega apnenca in sestoji iz sledečih sedimentnih intervalov (od spodaj navzgor):

- Srednje do temnosiv zrnat in gost, plastnat in pasnat apnenec z vložki rumenkastosivega in sivkastorumenega pelitnega tufa. Debelina 8 m do 10 m.
- Rumenkastosiv in sivkastorumen pelitni tuf z iverasto krojitvijo in vložki ploščatega bledozelenega in rumenega kompaktnega zrnatega tufa ter vijoličastega laporovca z iverasto krojitvijo. Debelina 17,5 m.
- Debeloplastnat pasnat temnosiv gost apnenec in srednje siv zrnat apnenec z vložki temnega laporovca. Debelina 12 m.
- Različno rdeč (pretežno vijoličastordeč) laporovec z iverasto krojitvijo ter redkimi



102. Rdeči zgornjekarnijski (tuval) klastiti ob cesti v Smrečju; podlipska formacija, smreški člen (rdeč zgornji klastični člen).

- različno debelimi vložki temnordečega ploščastega ali plastnatega pisanega jaspisno-kremenovega peščenjaka in redkeje tufa. Debelina 25 m.
- Temnosiv do črn drobnozrnat gost, ponekod gomoljast apnenec ter črn glinavec in laporovec. Debelina 7,5 m.
- Rdeč srednje kompakten laporovec z vložki temnordečega pisanega jaspisno-kremenovega peščenjaka. Debelina 12, 5 m.
- Debeloplastnat in ploščast, srednje siv do rožnatosiv, pasnat, precej pretrt in ponekod naguban apnenec. Debelina 7,5 m do 10 m.
- Zelenkasto-, modrikasto-, rumenkasto- in oranžnosiv pelitni tuf z vložki različno rdečega laporovca, vsi z iverasto krojitvi-jo. Debelina 12,5 m.
- Pretežno temnordeč laporovec z redkimi tankimi vložki trdega jaspisno-kremenovega peščenjaka. Debelina 12, 5 m.
- Debeloplastnat pasnat debelo-zrnat apnenec in temnosiv gomoljast gost apnenec. Debelina 17,5 m.
- Prav na vrhu skladovnice je interval različno rdečih (vijoličastordeč, opekastordeč, temnordeč) laporovcev z drobno paralelepipedsko in iverasto krojitvijo ter z različno debelimi plastmi bledosivega in bledorumenega različno debelo-zrnatega jaspisno-kremenovo-dolomitnega v zgornjem delu, v spodnjem delu pa jaspisno-kremenovo-apnenčevega peščenjaka do zelo drobnozrnatega brečo-konglomerata. Debelina 35 m.

5. člen: Prehodne plasti – pas postopnega prehoda v glavni dolomit (tuval)

Pisana sedimentacija pretežno rdečih klastitov smreškega člena prehaja navzgor v skladovnico 5. člena, kjer se menjavajo sivi do srednje temnosivi dolomiti in temne klastične kamenine, ki na vrhu preidejo v čisti (brez lapornatih vložkov) glavni dolomit, norijske starosti.

Dolomitno-lapornato zaporedje 5. člena sestavlja okoli 65 % dolomitnih plasti in 35 % klastičnih kamenin: gre za siv, temnosiv, sivkastočrn in zelenkastosiv gost drobnostoznat in stromatoliten, ploščasti (3–15 cm) in plastnati (15–130 cm) dolomit s tankimi vložki sivkastočrnega, temnosivega, olivnosivega in zelenosivega, če je preperel, rumenkastosivega laporovca z iverasto krojivitvijo. Pojavljajo se tudi zelo redki tanki vložki temnosive do sivkastočrne drobnostoznate dolomitne breče. Debelina pasu postopnega prehoda v zgoraj ležeči glavni dolomit se vzdolž Podlipske doline spreminja od 45 do 75 m.

Zgornjetriasni **norijsko-retijski dolomit**, ki prevladuje v zgradbi južne Slovenije, pripada formaciji glavnega dolomita. Na površini ga sledimo v širši okolici Podlipe, na območju Drenovega griča ob cesti Drenov grič-Horjul ter na barjanskih osamelcih Sinja gorica, Bevke, Kostanjevica in Plešivica. Zgornjetriasni norijsko-retijski glavni dolomit je običajno gost do drobnostoznat, različno siv in debeloplasnat. Njegova najbolj značilna lastnost je drobna laminiranost, kjer se menjavajo svetli in temni pasovi oz. lamine, ki tvorijo drobno skorjasto stromatolitno teksturo. Kroji se drobno paralelepipedsko, tretja njegova posebnost so do 1 m debeli vložki onkolitnega dolomita, ki je sestavljen iz številnih okroglastih in ovalnih zrn s približno koncentrično zgradbo, ki jih med seboj veže v kompaktno kamenino kalcitni in dolomitni cement. Koncentrične tvorbe, ki so jih nekateri raziskovalci (Buser, 1965) zamenjavali z algami *Sphaerocodium bornemanni* Rothpletz, imenujemo onkoide. Ker onkoidi nikjer ne kažejo organskih struktur, so v resnici sedimentne in ne organske tvorbe tipa *Sphaerocodium* (Dozet, 1991; Dozet & Ogorelec



103. Prehodne plasti v glavni dolomit ob cesti v Smrečju; podlipska formacija, 5. člen, tuval: menjavanje plasti temnega drobnostromatolitnega in drobnostoznatega dolomita ter olivnosivih do črnih laporovcev.



104. Detajl vložka onkolitnega dolomita s koncentričnimi zrnici tipa »*Sphaerocodium*« v glavnem dolomitu (norij) pri Veharjevi domačiji; lastnik vzorca Stanislav Vehar.



105. Detajl drobnostromatolitnega zgornjetriasnega dolomita v strugi Podlipščice pri Veharjevi domačiji; lastnik vzorca Stanislav Vehar.

2012). V glavnem dolomitu se ponekod dobi-
jo preseki srčastih školjk megalodontid. Med
lupinarji najdemo tudi redke preseke polža
iz vrste *Worthenia solitaria*, značilnega za
zgornjetriasne plasti.

Jurska perioda se je začela pred 195 milijoni
let, končala pa pred 140 milijoni let. Jurske
kamenine so na jugozahodnem obrobju Lju-
bljanskega barja po razprostranjenosti zelo
podrejene triasnim. Pas jurskih kamenin
se vleče z Vrhnike prek Stare Vrhnike proti
Ulovki, kjer sledi pasu glavnega dolomita s

polžem *Worthenia solitaria* in preseki mega-
lodontid. V jurskem pasu izdajajo v južnem
in jugozahodnem delu Barjanske kotline
spodnjajurske ali liasne, srednjajurske ali
doggerske in zgornjajurske ali malmske ka-
menine.

Spodnjajurska ali liasna skladovnica sestoji
na obravnavanem ozemlju iz treh razvojev: v
spodnjeliasnem delu so ponekod karbonatne
breče (Krim, Mokrc), pri Bistri rjavosiv de-
belokristalast dolomit, ponekod pa v liasnem
stratigrafskem stolpcu opazujemo apnenec z
vložki dolomitov in alge *Palaeodasycladus
mediterraneus*. Na krimsko-mokrškem ob-
močju je za **retijsko-liasno** obdobje značilna
formacija, ki je sestavljena iz srednje temnih
apnenčevih in dolomitnih breč ter vložkov
dolomita in apnenca. Retoliasne karbonatne
breče prehajajo ponekod v dolomit ali črn
apnenec. Debelina retoliasne formacije ne
presega 350 metrov. V **spodnjeliasnem** pla-
stnatem apnencu Mokrc in Krma nastopajo
alge *Palaeodasycladus mediterraneus*. **Sre-
dnjeliasni** del liasne skladovnice izpolnju-
jejo temnejši plastnati apneneci z vložki fora-
minifernih (*Orbitopsella praecursor*) in litio-
tidnih (*Cohlearites loppianus* in *Lithioperina
scutata*) apnenecv. V litiotidnih apnencih so
bogata nahajališča značilnih školjk, forami-
nifer in alg. Najpomembnejši fosili v imeno-
vanem apnencu so litiotidne školjke, ki so
kamenotvorne. **Zgornjeliasno** skladovnico
zapolnjuje zaporedje gostih plastnatih te-
mnih marogastih apnenecv.

Med Bistro in Verdom leži konkordantno
na liasnih plasteh več sto metrov debela
skladovnica oolitnih apnenecv, ki je poime-
novana **Verdski kompleks** (Dozet, 2000) in
vsebuje **srednje jurske (dogger)** in **zgornje-
jurske (malm)** plasti. Večinoma gre za ma-
sivne in le redko slabo plastnate, praviloma
dobro sortirane oolitne apnenec s številnimi
foraminiferami in manj številnimi algami ter
koralami in hidrozoji. V malmski skladovni-

ci je prišlo ponekod do okopnitve in nastajanja boksitov, ki delijo malmsko skladovnico v spodnje- in zgornjemalmski del. V doggerski skladovnici se v njenem spodnjem delu pojavljata foraminiferi *Dictyoconus cayeuxi* in *Spiraloconulus perconigi*, v zgornjem delu doggra in v spodnjem malmu pa foraminifera *Protopeneroplis striata*. Rahlo diskordantno na verdkem oolitnem kompleksu leži zgornjemalmsko zaporedje apnencev in dolomitov z algo *Clypeina jurassica*. Apnenčeve alge klipne so v apnencu tako številne, da so kamenotvorne.

Ob cesti od Vrhnike proti Logatcu in še naprej proti Planinskemu polju sledimo **kredne plasti**, ki pa so že izven okvirja naših raziskav in poročanja. Sicer pa se je kredna perioda začela pred 140 in končala pred 65 milijoni let.

Kvartar Podlipske doline. Dno Podlipske doline prekrivajo pleistocenski nanosi ter holocenske usedline in naplavine, ki v različni debelini prekrivajo matično podlago. Matično podlago kvartarnih sedimentov sestavljajo v Podlipiski dolini v veliki večini srednje in zgornjekarnijski (»rabeljski«) rdeči klastiti in le ponekod v najspodnjem delu doline organske usedline ali »polžarica«. Pleistocenski (starejši kvartar) nanosi so pretežno peščeno-prodnati, holocenske (mlajši kvartar) usedline in naplavine pa so peščeno-melja-sto-glinene in podrejene organske. Na območju med Malo Ligojno, Blatno Brezovico in Sinjo Gorico so se holocenske naplavine več ali manj izmešale z matično šotno podlago. V pleistocenu je Podlipščica s svojimi pritoki, podobno kot so to na južnem barju storile hudourniške reke Želimeljščica, Iška in Borovniščica, dodobra zasula svojo dolino z bolj ali manj zaobljenim kameninskim materialom. Mostiščarsko jezero je zalilo samo spodnji in srednji del Podlipske doline, a se je od tod kmalu umaknilo. V Podlipiski dolini je prodni zasip prekrit z do 2 m debelo plastjo meljne gline in najpogostejše zaglejene črnice,

med Sinjo Gorico, Blatno Brezovico in Malo Ligojno pa z okoli 10 m debelim paketom holocenskih usedlin. Sicer pa v Podlipiski dolini prevladujejo na površju sivkastorjava do srednje temnosiva bolj ali manj zaglejena, meljnato in peščeno glinasta ter glinena, slabo do zelo slabo prepustna mokrotna tla.

MINERALNE SUROVINE PODLIPSKE DOLINE

Kovinski minerali

Železo – Celarje

Na rudne izdanke med Celarji in Samijo v skrajnem južnem delu poljansko-vrhnjskih nizov kažejo predvsem precej zabrisani sledovi rudarjenja (stara rudarska dela, odvali) ter pisani in ustni viri. Iz Arhiva rudarskega glavarstva je razvidno, da je v Celarjih deloval obrat, ki je bil v tem delu Barjanske kotline največji. To lokacijo so imenovali »Za rudo« ali tudi »V štolmih«, nahaja pa se v dolinici na pol poti med Celarji in Samijo, pod Strmim hribom (542 m), med drevesi sredi gozda. Ruda je oranžnorumena do rjava. Nakopano rudo so vozili v plavž v Železnike vse do leta 1850. Po nekaterih virih je rudnik v Celarjih obratoval še okrog leta 1871.

O rudarskih delih in železovi rudi na Strmem hribu visoko nad Celarčevo domačijo v Celarjih je pripovedoval raziskovalec opuščenih rudnikov Goran Schmidt, pisala pa leta 2013 Sonja Malovrh iz Smrečja št. 39. Sledovi nad Celarčevo domačijo kažejo, da je bilo na nadmorski višini 577 m do 598 m in razdalji 100 m narejenih več rudarskih rovov in jaškov, kolikor tolikor ohranjen in dostopen pa je le eden, dolg 38 m. Rovi so bili narejeni v pretežno masivnem in kompaktnem apnencu in niso bili podprti. Na površini so ohranjeni še nekateri odvali s posamičnimi kosi železove rude. Še sedaj je ohranjeno tudi ledinsko ime področja rudarjenja.



106. Rov rudnika železove rude Celarje (foto: Goran Schmidt, leto 2011).



107. Zarušeno in zasigano čelo rudnika železove rude Celarje (foto: Goran Schmidt, leto 2011).

Ustni viri pravijo, da so med Celarji in Samijo na začetku 19. stoletja še rudarili in v Celarčevi bajti prebivali rudarji, ki so v Smrečje prihajali v glavnem iz drugih krajev. Nakopano rudo so vozili iz rogov in prali »pri Grogu« (»Farbenhaus«). Pri pranju se je iz rude izločala rdečkastorjava barva, ki so jo v obliki prahu shranjevali in uporabljali pri pleskanju zunanjih hišnih coklov. Oprano rudo so potem tovorili s konji v Globočnikov plavž v Železnike, kjer so jo topili že od 14. stoletja dalje. Železovo rudo so v Globočnikov plavž v Železnikih vozili tudi z Lesnega Brda, Veharš in Vrzdenc. V tem času je bilo v rudnem celarskem območju več kmetij. Vse so pripadale gospodarju Celarcu, ki pa se je zapil in posestvo leta 1850 razprodal.

Kemična analiza vzorcev rude, vzetih na območju orudene cone med Celarji in Samijo, (Berce, 1956) je pokazala, da ruda vsebuje 85,93 % Fe_2O_3 , 2,02 % TiO_2 , 1,33 % SiO_2 in ima žaro igubo 11,23 %. Glinice v rudi ni bilo zaznati, ker so vzorčevani samo lečasti in skorjasti vložki iz skoraj čistega železa. Zaloge rude so v obravnavani orudeni coni ocenjene na nekaj deset tisoč ton, tako da je tu šlo le za lokalno nahajališče železove rude.

Po pripovedovanju Janeza Kogovška st. iz Celarjev št. 54 so Avstrijci pred prvo svetovno vojno izkopali v dolinici nedaleč od Ce-



108. Boksitna ruda z Lipovega griča.

larčeve domačije še en raziskovalni rov, dolg okoli 70 m. Narejen je bil v skalnatem terenu, tako da se je po njem dalo normalno hoditi in ni potreboval lesenih opornikov. Rudarji so z rovom prišli do orudenih rjavih kamenin, vendar je bilo v njih precej ilovnate jalovine in premajhna količina rude, zato so dela v raziskovalnem rovu, ki ga je vodil avstrijski »štajger«, leta 1912 ustavili. Rov so kopali najeti domačini. Tudi ta rov je sedaj nedostopen, saj je vhod v rov zasut, povrh pa so ga prerastle smreke. Izkopanega materiala iz opisanega raziskovalnega rova niso odvažali v Železnike.

Po Kossmatovem mnenju (1905) naj bi bila železova ruda pri Celarjih in drugod v okolici Horjula odplavljena preperina rjavordeče rude železnatega oolitnega boksita. Po našem spoznanju gre v Celarjih za pojave železove rude, ki se v tem delu Slovenije pojavlja v zgornjepermskih črnih apnencih in laporjih v obliki žil. Orudjenje z limonitom je sledilo zdrobljenim conam ob prelomih; raztopine, iz katerih se je železo izločilo, pa pripadajo najverjetneje ladinjskemu vulkanizmu.

Rudarjenje v Podlipski dolini je zamrlo po tem, ko je v slovenskem železarstvu prišlo do spremenjene tehnologije. Takrat so namreč pri nas metalurgi pri pridobivanju železa prešli od peči na lesno oglje, na plavže in koks, kar je zahtevalo večjo količino rude, ki pa je v majhnih rudiščih, kot so Celarje, Veharše, Lesno Brdo, Vrzdenc, Horjul in Golo, ni bilo.

Železnati boksiti Podlipske doline

Boksit je najpomembnejša ruda, iz katere pridobivamo aluminij, ki je najbolj razširjen element v zemeljski skorji. Boksit je sedimentna kamenina rdečerjave, rumenkastosive do svetlosive barve, sestavljena iz aluminijevih oksidnih in hidroksidnih mineralov, kot so gibbsit ali hidrargilit, boehmit in diaspor, katerim so primešani tudi številni drugi minerali.



109. Različki boksita Podlipske doline.

Oblika pojavljanja boksitov. V Podlipski dolini so ležišča karnijske rdečerjave boksitne rude nanizana ob kontaktu belih do srednjesivih cordevolskih diplopornih karbonatnih kamenin (apnenec, dolomitizirani apnenec, dolomit) in rdečih julsko-tuvalskih (»rabeljskih«) klastičnih sedimentov (peščenjak, meljevec, skrilavi glinavec, konglomerat) v smeri vzhod-zahod od Kantale pri Ligojni do Štanta pri Podlipi. Več kot 7,5 km dolg in 50 do 200 m širok boksitni pas sledimo po vrhovih gričev, ki se dvigajo ob severnem robu Podlipske doline. V tem pasu je ugotovljeno šest večjih leč boksita, in sicer: Semlaški grič, Lipov grič, Špičasti grič, Podlipa-Križmanov vrh, »Pri Brenčiču« (Kajndol) ter »Pri Štantu« (Podlipa). Naj omenimo še pojave boksitne rude na Kantali in pri Mali Ligojni. Večje boksitno ležišče je odkrito še na Taboru (801 m) oz. v Mrzli grapi pri Suhem dolu blizu Lučin. Gre za osamljeno lečo oz. ležišče boksita, ki je precej oddaljeno od naštetih boksitnih ležišč in pripada vrhniško-poljanski tektonski enoti. Karnijski boksiti ob severnem robu Podlipske doline imajo obliko lečaste plasti, ki se v smeri vzhod-zahod tanjša, na Semlaškem, Lipovem in Špičastem griču odebeli, v smeri od Podliple proti Smrečju pa celo izklini.

Geološka in rudarska raziskovalna dela. Boksitni pas Podlipske doline v času pred prvo svetovno vojno ter v času med prvo

in drugo svetovno vojno ni bil resneje raziskovan niti ni bila pridobivana boksitna ruda. Detajlne geološko-rudarske raziskave je opravil šele Geološki zavod Ljubljana v letih 1963 in 1964. Takrat so skartirani vsi boksitni izdanki v tem območju. Istočasno s kartiranjem so vzeti vzorci za kemične analize. Najbolj podrobno sta raziskani ležišči boksita na Semlaškem in Lipovem griču. Na tem območju je za potrebe detajlnega geološkega kartiranja narejena detajlna geodetska izmera v merilu 1 : 2000. Tu je bilo narejenih 345 razkopov. V razkopih je bilo izvedeno vzorčevanje in opravljene tehnološke raziskave štirih kompozitnih vzorcev. Na Semlaškem griču je bilo izvrtanih 5 vrtin, na Lipovem griču pa le ena. V drugih ležiščih je le ponekod opaziti sledove nekdanjih raziskovalnih del, opravljeno pa je bilo vzorčevanje boksita za različne laboratorijske preiskave.

Kemična sestava podlipskih karnijskih boksitov je slabo raziskana. Še največ kemičnih analiz je narejenih v ležiščih Semlaški grič, Lipov grič, Špičasti grič ter Brenčič (Podlipa). Iz rezultatov kemičnih analiz je samo razvidno, da se vsebnost merjenih komponent v boksitnih ležiščih zelo spreminja tako v vertikalni kot horizontalni smeri ter da podlipska železnata boksitna ruda vsebuje največkrat preveč kremenice in tudi železa, da bi bila ob trenutni tehnologiji uporabna za gospodarno pridobivanje glinice. Ker pa ponekod vsebuje tudi do 50 % in več železovega oksida (Fe_2O_3), so obravnavano boksitno rudo nekoč uporabljali za pridobivanje železa.

Nekovinski minerali

Premog

Premog je skupno ime za vrsto fosilnih trdnih goriv, ki so nastajali v obdobju pred 400 do 40 milijoni let iz odmrlih rastlin in živali, ki so se v anaerobnih pogojih, tj. brez pristo-pa kisika, najprej spremenile v šoto in nato

bolj ali manj pooglenele oz. dozorele v premo-
 ge. Proces nastajanja premogov se začne v
 močvirju, v katerem ostanki dreves in drugih
 rastlin potonejo v blato, nanje pa se odlagajo
 in kopičijo različni sedimenti. Zatem se vrsti-
 jo dolgotrajni procesi pooglenevanja ali kar-
 bonizacije, ki poteka v anaerobnih pogojih
 (brez prisotnosti bakterij) pri povečanem pri-
 tisku in zvišani temperaturi. Značilnost teh
 procesov je odsotnost kisika. Organski ostan-
 ki v procesu karbonizacije kopičijo ogljik in
 se spreminjajo v premog. Stopnja karboni-
 zacije je bila najvišja pri antracitu, potem pri
 črnem premogu, najmanjša pa pri lignitu, pri
 katerem je še ohranjena lesna struktura.

**Razširjenost karnijskega premoga oz. an-
 tracita.** Na obrobju Ljubljanskega barja je si-
 cer več nahajališč črnega premoga s prehodi
 v antracit, vendar so vsa nahajališča zavoljo
 neznatnih količin in zapletenih tektonskih
 razmer gospodarsko nepomembna. Najpo-
 membnejše raziskave in odkritja premogove
 substance sežejo v sredino 18. stoletja, ko so
 avstroogrski in slovenski geologi raziskovali
 na Slovenskem kar na 70 lokacijah na Gorenj-
 skem, v osrednji Sloveniji in na Štajerskem.
 Na obrobju barja so ugotovljeni tudi pojavi
 karnijskega premoga v Podlipski dolini.

Podlipska dolina. Premog (antracit, črni
 premog) se pojavlja v »spodnjerabeljskih«
 (jul) plasteh v obliki tanjših vložkov. Debeli-
 na in razprostranjenost premogovih plasti se
 po dolžini in širini hitro spreminja. Ponekod
 preide premogov sloj v skrilavce. Tanjše, go-
 spodarsko nepomembne plasti premoga se
 pojavljajo v stranski dolinici Podlipske doli-
 ne zahodno od Ligojne. V tem delu so med
 prvo svetovno vojno izkopali dva rova, dolga
 več kot 100 m. Po pripovedovanju domači-
 nov so zadeli na neznatne količine premoga
 v črnem laporno glinastem skrilavcu, ki ga
 dobimo tudi na odvalu.

Glina, glinokopi in opekarne



110. V Žabji vasi (Podlipa) so nekoč vrhniške ope-
 karne odprle glinokop, kjer so za svoje potrebe ko-
 pale pliokvartarno pobočno glino in ilovico.

Podlipski glinokop Žabja vas-Podlipa. Sta-
 rejši krajanji se še dobro spominjajo, da je
 imela Podlipa pred drugo svetovno vojno in
 še nekaj časa po njej tudi svoj glinokop. Naj-
 več o podlipskem glinokopu nam je povedala
 Podlipčanka Merlak Rozi iz Podlipe št. 60.

Glinokop v Podlipi se je razprostiral na štirih
 parcelah, njihovi lastniki pa so bili župnišče
 ter Podlipčani Urh Jakob, Jereb Franc in Jur-
 ca Stane. Glino so kopali ob severnem robu
 glavne ceste, tik ob severnem robu Podlip-
 ščice, kjer je sedaj betonsko košarkarsko in
 rokometno igrišče, ter vzhodno od igrišča v
 območju prej naštetih parcel. Glinokop je bil
 odprt 5. avgusta 1977, obratoval pa je do za-
 prtja vrhniških opekarn.

Izkopano glino in ilovico iz Žabje vasi so
 morali v vrhniških opekarnah mešati s sivo
 mastno barjansko glino, da je bila uporabna
 za žganje zidakov, ne pa tudi za strešnike.
 Uporabljali so jo tudi pri sušenju holocen-
 ske jezerske gline. Pliokvartarno podlipsko
 glino in ilovico so kopali delavci iz vrhniških
 opekarn, v Kotnikovo opekarno pa so jo pre-

važali najeti privatniki s svojimi tovarnjaki. Vrhniške opekarne so ilovico iz podlipskega glinokopa plačevale lastnikom parcel po odkopanih kubikih mineralne surovine.

Kalinova družinska opekarna v Podlipi. Edina opekarna v Podlipski dolini je bila postavljena na južnem vznožju Lipovega griča v bližini kmetije Pri Mrvcu. Prvi lastnik Lipovega in Semlaškega griča ter ravninskega sveta pod njima je bil Kalin, čigar rod je izumrl. Njegovo posestvo je prešlo na Ludvika Ditriha, nato je ta svet kupil Gale iz Bistre. Žitkovi so del Kalinove posesti kupili leta 1838. O Kalinovi podlipski opekarni sem se pogovarjal z Janezom Žitkom, rojenim leta 1935 v Podlipi št. 19 (sedaj št. 3) in njegovim bratom Francem, rojenim leta 1936 na domačiji Pri Mrvcu.

Kalinova družinska opekarna je bila postavljena v začetku 19. stoletja. Glinokop za Kalinovo opekarno je bil odprt na stiku dolinske ravnine in Lipovega griča. Za Kalinovo opekarno so kopali pobočno pliokvartarno

srednje rjavo ilovico na južnem vznožju Lipovega griča. Rjava glina, ki so jo tu pridobivali, je bila drugačna od barjanskih glin tako po barvi in kvaliteti (imela je precej primesi) kot po okolju, v katerem je nastajala. Nastajala je s preperevanjem (razpadanjem) rdečih, rjavih, oranžnih in rumenih karnijskih skrilavih glinavcev in meljevcev ter fino zrnatih do drobnozrnatih tufskih sedimentov, medtem ko so barjanske gline usedlina jezerskega izvora. Zaradi zrnatih primesi je bila pobočna glina primerna samo za izdelavo navadnih zidakov. Delo v Kalinovem glinokopu in opekarni je bilo v celoti ročno. Leta 1850 je gospodar umrl, opekarna pri Mrvcu pa je po smrti gospodarja še isto leta prenehala obratovati.

Gradbeni in okrasni kamen

Dolomitni pesek kopljejo v peskolomih na območju Vrhniške, Podlipske doline, v Borovniški dolini ter na barjanskih osamelcih (Plešivica, Bevke, Babna gorica). Naravno (tektonsko) zdrobljen dolomit dobimo zlasti



111. Na področju med kmetijami »Pri Mrvcu«, »Pri Golču« in »Pri Kozjeku« sta nekoč obratovala družinska Kalinova opekarna in glinokop.

v glavnem dolomitu in v debeložrnatem masivnem cordevolskem dolomitu, ki sta zelo drobljiva, prvi zaradi drobne paralelepipedске krojitve, drugi pa zaradi debeložrnate strukture. Dolomiti so naravno zdrobljeni v dolomitni pesek tudi v prelomnih conah in čelih narivov. V Podlipski dolini kopljejo dolomitni pesek v kamnolomih Podčelo in Čelo, večje zaloge zdrobljenega glavnega dolomita pa sledimo med Podlipo in Podpeskom.

Na južnem in zahodnem obrobju Ljubljanskega barja je v mezozojskih kamninah več znanih kamnolomov **gradbenega in okrasnega kamna**. Najbolj znan in cenjen je bil podpeški gradbeni in okrasni kamen. Srednjeliasni »litioidni apnenci« so najbolj razgaljeni, raziskani in uporabljeni kot gradbeni in okrasni kamen v podpeškem kamnolomu na južnem robu barja, od koder se vlečejo v sto metrov širokem pasu proti Jezeru in proti Ulovki. Okrasni in cenjeni so zlasti zato, ker vsebuje bele pasove litioidnih školjčnih lupin, ki se lepo polirajo. Imeli so široko uporabo v gradbeništvu, kjer so znani kot

podpečan in podpeški »marmor«, manj pa so jih uporabljali za pridobivanje žganega apna. Zelo ga je cenil in uporabljal naš sloviti arhitekt Plečnik, ki je najbolj zaslužen za velik sloves barjanskega naravnega kamna. Podpeški kamnolom danes ne obratuje več. Marsikje v južni in jugozahodni Sloveniji uporabljajo kot okrasni kamen celo boksitno rudo. Največji kamnolomi v srednjejurskem oolitnem apnencu so na Verdu. Ta kamen so že od nekdaj pridobivali in uporabljali za gradnjo železniških nasipov.

ZAHVALA

Precej podatkov sem zbral na srečanjih in pogovorih s prebivalci Podlipske doline ter širše okolice. Za plodno sodelavo se lepo zahvaljujem Sonji in Jožetu Malovrhu iz Smrečja, Francu in Janezu Žitku z domačije Pri Mrvcu v Podlipi, raziskovalcu starih rudarskih del Goranu Schmidtu, Ignacu Pajsarju iz Pajsarjevega kota v Podlipi, Kogovšku Janezu st. in Janezu ml. iz Celarjev, Rozi Merlak iz Podlipse ter Stanislavu Veharju iz Smrečja.



112. Opuščen peskolom gradbenega kamna Podčelo na območju Stare Vrhnike.



113. Rjavordeč boksit kot okrasni kamen, vzidan v nastopno ploščo stopnišča cerkve sv. Brikcija v Podlipi.

LITERATURA

- BERCE, B. 1956: Pregled železnih nahajališč LR Slovenije. Prvi jugosl. kongr., 235–259, Ljubljana.
- BUSER, S. 1965: Geološka zgradba južnega dela Ljubljanskega barja in njegovega obrobja. *Geologija* 8, 34–57, Ljubljana.
- BUSER, S. 1974: Tolmač lista Ribnica. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000. Zvezn. geol. zav., 62 str., Beograd.
- DOZET, S. 1991: Norian oncoids in the Main Dolomite of the Kočevje area. *Rud. met. zbornik* 38, 1, 79–95, Ljubljana.
- DOZET, S. 2000: Stratigraphy of the Verd oolitic limestone complex. *Rud.-met. zborn.* 47, 3-4, 245–254, Ljubljana.
- DOZET, S. & OGORELEC, B. 2009: Younger Paleozoic, Mesozoic and Tertiary oolitic and oncolitic beds in Slovenia – An Overview. *Geologija* 55, 2, 181–208, Ljubljana.
- DOZET, S., KANDUČ, T. & MARKIČ, M. 2012: A contribution to petrology of dark grey to black interbeds within Upper Permian and Triassic carbonate rocks in the area between Ljubljana and Bloke, Central Slovenia. *Geologija* 55, 1, 117–140, Ljubljana.
- GRAD, K. & FERJANČIČ, L. 1974: Tolmač za list Kranj. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000. Zvezn. geol. zav., 70 str., Beograd.
- KOSSMAT, F. 1905: Überschiebung im Randgebiet des Laibacher Moores. *Comptes Rendues* 9, Congr. Geol. Intern. De Vienne, 509 s., Wien.
- MENCEJ, Z. 1990: Prodni zasip pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja. *Geologija* 31/32, 517–548, Ljubljana.
- PLENIČAR, M. et al. 1970: Tolmač za list Postojna. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100 000. Zvezn. geol. zav., 62 str., Beograd.
- PREMRU, U. 1976: Neotektonika vzhodne Slovenije. *Geologija* 19, 211–249, Ljubljana.
- PREMRU, U. 2005: Tektonika in tektogeneza Slovenije. Geološka zgradba in geološki razvoj Slovenije. *Geol. zav. Slov.*, 518 str., Ljubljana.
- RAMOVŠ, A. 1971: Tectonische Bewegungen in der Trias Sloweniens (NW Jugoslawien). 1. Simp. o orogen. faz. u prostoru Alpske Evrope, 20–34, Beograd.
- RAMOVŠ, A. 1978: *Geologija*. Univerza v Ljubljani, 197 str., Ljubljana.
- RAMOVŠ, A. 1996: Pregled zemeljskih plasti in okamenega življenja na ozemlju Vrhnjske občine. *Vrhnjski razgledi* 1, 5–30, Vrhnika.
- TOLLMAN, A. 1966: Aperçu general sur la Géologie des Alpes Orientales. *C. R. Somm. Soc. Geol. Fr.*, 11.