

Miloš Markič

Miloš Markič je po končani osnovni šoli in Gimnaziji Ivana Cankarja v Ljubljani diplomiral na ljubljanski Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo na oddelku za geologijo. Leta 1984 se je zaposlil na Geološkem zavodu v Ljubljani, kjer je bil med drugim nosilec geoloških in petroloških raziskav v Globokem, Lendavi – Petišovcih, Kanižarici Senovem, Trbovljah in Hrastniku ter Velenju. Leta 1995 se je študijsko izpopolnjeval na Montanistični univerzi v Leobnu, od leta 2000 do 2010 pa je bil na ljubljanski Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo asistent pri univ. prof dr. Jožetu Pezdīču. Leta 2010 je uspešno zagovarjal doktorsko disertacijo z naslovom Velenjski lignit – njegova petrologija in nastanek.

Je član raziskovalno programske skupine Mineralne surovine, vodja ARRS projektov, koordinator projekta Možnosti shranjevanja CO₂ v Sloveniji in EU projekta Nekonvencionalni plin in nafta v Sloveniji.

VELENJSKI PREMGOVNI BAZEN IN LIGNIT V NJEM

Ozemlje Slovenije je bilo od nekdaj znano po rudarski dejavnosti.^{1,2} Že v času Keltov in nato Rimljanov so v naših krajih poznali nekatere pojave in nahajališča železove (Fe), bakrove (Cu) in

¹ Enciklopedija Slovenije, gesla na temo orudenj, rudarstva in premogovništva v Sloveniji. Državna založba Slovenije.

² Matija Drovenik, Mario Pleničar, Franc Drovenik: Nastanek rudišč v SR Sloveniji. Geologija 23/1, 1980, str. 1–157.

svinčeve (Pb) rude, v srednjem veku in kasneje pa so našli še orudjenja s srebrom (Ag), antimonom (Sb), cinkom (Zn), manganom (Mn), molibdenom (Mo), živim srebrom (Hg), barijem (Ba) in leta 1960 še z uranom (U). Celo zlato (Au) je znano v naših krajih, in sicer v naplavinah alpsko-panonskih rek Mure in Drave. Za taljenje rud so potrebovali velike količine lesa, ki pa so ga tudi v naših krajih z nastopom industrijske revolucije v 18. stoletju začeli vse bolj nadomeščati s premogom. Izsekanost gozdov je marsikje po Evropi zavzela velike površine, danes bi rekli, da je postala trajnostno gospodarsko nevzdržna. Tedanja cesarica Marija Terezija je za najditelje premoga razpisala celo denarne nagrade. Pred njo je v 17. stoletju že Janez Vajkard Valvasor zapisal, da je premog »kamen, ki gori«.³ Lekarnarji so ga menda imenovali zmajeva kri. Premog v Zagorju so poznali že sredi 18. stoletja, a niso prav dobro vedeli, kaj bi z njim. Za kurjenje ni bil prav priljubljen, saj so ga, kot govorijo nekateri pisni viri, na primer v Franciji prepovedali uporabljati že v srednjem veku, ker je to povzročalo prevelik smrad. Za taljenje rud, v kovaštvu, steklarstvu, jeklarstvu in nekaterih drugih industrijskih dejavnostih pa so vseeno potrebovali boljše gorivo kot les, in to so bili predvsem kakovostni črni premogi z visoko vsebnostjo ogljika (C) in po možnosti s čim nižjo vsebnostjo žvepla (S), primerni tudi za koksanje. V zahodni in severni Evropi so v času industrijske revolucije glavno vlogo v proizvodnji premoga prevzeli črni premogi karbonske starosti, znani med drugim tudi po izredno bogatih in imenitno ohranjenih paleoflorističnih združbah, ki so jih z velikim zagonom začeli proučevati številni tedanji paleontologi paleobotaniki. V Veliki Britaniji, Nemčiji, na Poljskem in v Ukrajini imajo ti premogi še danes velik gospodarski pomen, čeprav – vsaj v Veliki Britaniji in Nemčiji – znatno manjšega kot še pred nekaj desetletji. Pri nas karbonskih črnih premogov nimamo, imamo le črne premoge kredno-paleogenske starosti in še mlajše ne-

³ Janez Vajkard Valvasor, *Slava vojvodine Kranjske*, 1689.

ogenske.⁴ Med njimi so postali dobro znani tako imenovani kovaški premogi, na primer v okolici Zreč pod Pohorjem in Makol na severnih obronkih Haloz. Črne premoge s Krasa in Istre so že v 18. stoletju vozili v Trst in na Reko, kjer so jih uporabljali za pogon parnikov in nekaterih industrijskih obratov. Žal so kraški in istrski premogi sloveli po visoki vsebnosti škodljivega žvepla (okoli 10 %) in se kot taki navajajo celo v svetovni literaturi o petrologiji premogov. Kakovostne rjave premoge v Zasavju so odkrili najprej v Zagorju (1736) na površini, nato še v pasu preko Trbovelj, Hrastnika, Laškega in dalje proti vzhodu.^{5,6} V Zasavju nastopa premog kot en sloj, v povprečju debel okoli 25 m, a zaradi tektonskega stiskanja (gubanja, narivanja, luskanja) močno deformiran, na mestih popolnoma stanjšan, drugje znatno odebeljen. Od pojavov (izdankov) na površini so strmo vpadajoči zasavski sloj z rudarjenjem sledili v globino, tja do več kot 500 m globoko.⁶ Ravno skozi te kraje je ob Savi sredi 19. stoletja stekla železnica Dunaj–Trst in se tu oskrbovala s premogom za pogon lokomotiv. Parni stroji so tudi v drugih dejavnostih potrebovali vse večje količine premoga. Komercialno pridobivanje nafte je namreč zaživelo šele po letu 1880, zlasti pa z razvojem avtomobilizma po letu 1900. Preden je stekla proizvodnja zemeljskega plina iz vrtin od nekako 40. let 20. stoletja dalje, so tudi plin za javno razsvetljavo, tako imenovani mestni plin, najprej pridobivali z destilacijo iz premogov.

⁴ Karbonskih črnih premogov pri nas sicer nimamo, imamo pa sedimentne kamnine iz tega obdobja, med katerimi je zlasti v skrilavih glinavcih odlično ohranjena karbonska flora. Bralec si lahko v zvezi s tem prebere in ogleda naslednja dela, muzejske zbirke in razstavna mesta: Anton Ramovš: Okamnelo življenje v jeseniškem prostoru, razstava v Muzeju na Jesenicah; Zbirka na Oddelku za geologijo, NTF, Univerza v Ljubljani – Privoz; Tea Kolar - Jurkovšek in Bogdan Jurkovšek: *Karbonski gozd*, Geološki zavod Slovenije, monografija 191 str., razstavno mesto na Ljubljanskem gradu.

⁵ Wilhelm Petrascheck, *Kohlengologie der Österreichischen Teilstaaten – II. Teil: Kattowitz Buchdruckerei – und Verlags – Sp. Akc., Katowice, 1926/29, 484 str.*

⁶ Dušan Kuščer, Zagorski terciar, *Geologija* 10, 1967, str. 5–85.

V 19. stoletju lignita kot premoga nizke kurilne vrednosti niso cenili kot zelo uporabnega premoga. V industriji in prometu je bil znatno manj uporaben kot rjavi, kaj šele črni premog. Razmere pa so se povsem spremenile z nastopom proizvodnje elektrike v termoelektrarnah s tehnološko izpopolnjenimi izgorevalnimi napravami.

Povpraševanje po premogu se je povečalo. V poštrev so prišle tudi slabše vrste premogov in vse pomembneje je postajalo, da je bila njihova količina čim večja. V to zgodbo je konec 19. in nato v 20. stoletju stopila tudi Šaleška dolina (slika 1). Po letu 1945 se je v tej dolini razvilo novo mesto Velenje, ki je bilo pred tem le majhna vas (nemško Wöllan). Tako je danes lignit v Šaleški dolini, ki jo v novejšem času geografsko imenujemo tudi Velenjska kotlina, poimenovan predvsem kot *velenjski lignit v Velenjskem bazenu*, ki ga pridobiva Premogovnik Velenje (prej Rudnik lignita Velenje), elektriko iz njega pa proizvaja Termoelektrarna Šoštanj. Izraz *bazen* je geološki izraz. Z njim opredeljujemo proučevani geološki prostor v njegovem tektonskem, paleogeografskem in sedimentacijskem pomenu. Morda v slovenščini ni jezikovno povsem ustrezen, a ga malodane izključno tako imenujejo tudi strokovni jeziki drugih narodov.

Nekoliko sporen je morda tudi izraz *sloj* namesto izraza *plast*. *Sloj* lahko razumemo kot zaporedje plasti premoga in vmesnih jalovinskih plasti, pri čemer ima celotno zaporedje ekonomski pomen. Premog je opredeljen kot trdna snov, ki vsebuje več kot 50 % snovi organskega izvora in manj kot 50 % pepela (preračunano na stanje brez vlage). Enako velja za lignit, ki je premog nizke stopnje pooglenitve. Izraz *plast* je strogo sedimentološki in pomeni petrološko enovito geološko telo debeline več kot 1 cm. Če je tanjše od 1 cm, je to lamina.

V letih 1995 in 1998 je veliko delo o zgodovini Premogovnika Velenje v dveh knjigah napisal priznani rudarski inženir Anton Seher.⁷ Iz njegovega dela zvemo, da sega prva

⁷ Anton Seher, Premogovnik Velenje – 1. knjiga, 2. knjiga, 1995 in 1998, 526 str. in 591 str.

omemba lignita v Šaleški dolini v leto 1767, ko sta o njem poročala deželni vladi Štajerske v Gradcu pater Steiz in Ivan Fuchs. O lignitu je nato leta 1835 objavil članek francoski geolog Boué, za njim pa leta 1860 še Friedrich Rolle, ki je o njem pisal že bolj znanstveno, z omembo fosilov, starosti plasti in tudi o več plasteh premogov, ki so jih takrat poznali v širšem prostoru Šaleške doline, bile pa so tanke in slabe kakovosti. Danes vemo, da ne pripadajo glavnemu lignitnemu sloju, temveč nekaterim stratigrafsko starejšim plastem ali pa krovninskim nad glavnim lignitnim slojem. Za najdbe premoga v Šaleški dolini so konec 19. stoletja zvedeli tudi nekateri podjetniki, a so hitro spoznali, da so (tedaj znane) količine lignita v Šaleški dolini skromne in da je tudi kakovost slaba, povsem neprimerna na primer za kovaštvo, ki se je takrat že močno razvijalo na območju Slovenj Gradca, Zreč in drugje pod Pohorjem.

Leta 1875 (ali kakšno leto prej) je v Šaleško dolino prišel montanist Franz Mages iz avstrijske Štajerske iz Eisenerza, še danes velikega obratujočega dnevnega kopa železove (Fe) rude. Dal je izvrtati vrtino kakih 500 m zahodno od Konovega (slika 1), v ravninskem predelu Šaleške doline, in od globine dobrih 100 m navzdol prevrtal 37 m debel sloj lignita, ki ga danes, po več kot 140 letih raziskav in rudarjenja, poznamo kot velenjski lignitni sloj (sliki 2 in 3). Sloj ima obliko velike, rahlo konkavne leče, ki je dolga dobrih 8 km in široka 1,5–2,5 km. Sloj je v povprečju debel 60 m, skrajno celo do 160 m. Leži znotraj zaporedja klastičnih sedimentov pliocenske starosti. V spodnjem delu je razmeroma »jalovinast«, navzgor vse bolj »čist«, s kurilno vrednostjo v povprečju 10,5 MJ/kg in uporabnimi zalogami reda velikosti 100 milijonov ton.^{8,9} Rudarsko gledano so tako debeli sloji premoga, med katerimi pa v svetovni proizvodnji znatno

⁸ Aleksander Brezigar, Premogova plast Rudnika lignita Velenje, *Geologija* 28/29, 1987, str. 319–336.

⁹ Igor Veber, Evgen Dervarič, Reserves presentation for Velenje colliery according to UN framework classification, experts meeting, Geneva, 2004.

prevladujejo črni premogi, razmeroma redki. Za Velenje so glede na veliko debelino lignita slovenski rudarski strokovnjaki že pred desetletji razvili mednarodno cenjeno metodo odkopavanja premoga v debelih slojih.⁹ Premogovnik Velenje sodi že vrsto let med najbolj sodobno delujoče in varne podzemne premogovnike na svetu in je referenčni rudnik za podzemno premogovništvo v Evropski uniji. Za slovensko elektrogospodarstvo zagotavlja proizvodnjo lignita v količini reda velikosti 4 milijone ton letno, iz katere dobivamo dobro tretjino domače porabe električne energije, izjemoma tudi več, pri čemer pa sta tako premogovnik kot elektrarna po proizvodnji v evropskem merilu podpovprečno velika energetska objekta. Premogovnik Velenje je danes še edini delujoči premogovnik v Sloveniji, na ozemlju katere jih je manjših ali večjih v preteklosti delovalo več kot 80 (z dokumentirano proizvodnjo).^{10,11} Leta 1995 jih je delovalo šest. V naslednjih letih so proizvodnjo prenehali v štirih premogovnikih (Laško, Kanižarica, Senovo in Zagorje) in leta 2012 še v Rudniku Trbovlje–Hrastnik, kjer so zaprli tudi termoelektrarno.

Velenjski bazen je značilen medgorski (intramontani) tektonski razmični (angl. *pull-apart*) bazen, nastal v pliocenu med Šoštanjskim in Smrekovškim prelomom (slika III/2), ki sta oba desnozmična in sta nastala zaradi delovanja enega najbolj izstopajočih tektonskih stikov, ki ga poznamo v Evropi na območju Alp, to je Periadriatskega lineamenta. Slednji je nastal zaradi stiskanja Afriške in Evrazijske plošče in posledičnega izrivanja kamninskih gmot proti vzhodu, kar je povzročilo nastanek Panonskega bazena. Geologijo Velenjskega bazena je predvsem na osnovi rezultatov vrtnanja in raznovrstnega študija odvzetih vzorcev v 70. in 80. letih pregledno opisal Aleksander Brezigar s sodelavci v treh temeljnih prispevkih v reviji Geologija, in sicer o premogovi plasti,⁸

¹⁰ Enciklopedija Slovenije.

¹¹ Milan Hamrla, Optična odsevnost nekaterih slovenskih premogov, Geologija 28/29, 1987, str. 293–317.

paleontoloških raziskavah pliokvartarne skladovnice¹² in geološki zgradbi predpliocenske podlage.¹³ Bil je tudi avtor številnih poročil, predvsem o sedimentacijskem modelu in vršaju s severa v krovlini lignitnega sloja. Tektoniko Velenjskega bazena je za njim vrsto let raziskoval Marko Vrabec in svoje ugotovitve objavil v prispevkih o stilu postsedimentacijskih deformacij v tem bazenu¹⁴ in o kinematiki Šoštanjskega preloma.¹⁵

Velenjski bazen je imel na začetku značaj izrazite tektonske udorine ali kadunje, ki so jo zapolnjevali raznoliki prodi in debelozrnati peski, podrejeno tudi melji in gline.¹⁶ V sedimentacijski prostor so jih s hribovitega zaledja Smrekovca, Karavank in Pohorja prinašale reke in potoki. Izvor sedimentov je z metodo težkih mineralov proučeval Franc Drobne,¹⁷ kasneje dolgoletni in zelo priljubljen ter spoštovan vodja oddelka za hidrogeologijo na Geološkem zavodu Slovenije. Ko se je sedimentacijski prostor zapolnil z navzgor vse bolj drobnozrnatimi sedimenti, se je ustvarilo barje z zastajajočo vodo in okrnjenim odtokom.¹⁸ Gorato severno

¹² Aleksander Brezigar, Gorazd Kosi, Danijel Vrhovšek, France Velkavrh, Paleontološke raziskave pliokvartarne skladovnice velenjske udorine, *Geologija* 28/29, 1987, str. 93–119.

¹³ Aleksander Brezigar, Ogorelec Bojan, Lija Rijavec, Pero Mioč, Geološka zgradba predpliocenske podlage Velenjske udorine in okolice, *Geologija* 30, 1988, str. 31–65.

¹⁴ Marko Vrabec, Style of postsedimentary deformation in the Plio-Quaternary Velenje basin, Slovenia, *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1999, str. 449–463.

¹⁵ Marko Vrabec, Jože Čar, Igor Veber, Kinematics of the Šoštanj fault in the Velenje basin area – Insights from subsurface data and paleostress analysis, *RMZ–Materials and Geoenvironment* 46/3, 1999, str. 623–634.

¹⁶ Teja Čeru, Matej Dolenc, Miloš Markič, Mineralna sestava talninskih plasti velenjskega lignitnega sloja v vrtini P-9k/92, *Geologija* 58/1, 2015, str. 7–34.

¹⁷ Franc Drobne, Sedimentno-petrografske preiskave vzorcev profila »Škale«, *Geološki zbornik* 12, 1997, str. 50–53.

¹⁸ Barje je z vodo prepojen svet, ki se rahlo pogreza in se v njem pod vodno gladino ohranja odmrli organska masa. Nakopičena organska masa se najprej spremeni v šoto, nato pa s prekritjem z mlajšimi usedlinami pod ▶

zaledje ravninskega barja so sestavljali apnenci in dolomiti mezozojske starosti, hribovito južno zaledje pa laporji ter andezitne in andezitno-tufske plasti, znane kot *smrekovške plasti*. Tudi ko se je že začelo kopičenje barjanske rastlinske mase, je bilo sedimentacijsko okolje razmeroma dinamično. Vanj je z vodotoki še vedno prihajal preperel material zalednih kamnin, katerega količina pa je s časom upadala. Vse večji je postajal delež rastlinske mase, in ravno zato je lignit navzgor vse »čistejši« in boljše kakovosti.

Podobnih geoloških in tudi sedaj obstoječih primerov barij v svetu je mnogo, današnji nazorni primer je Ljubljansko barje. Toda to barje, z razmeroma tankim slojem šote, ni trajalo prav dolgo.^{19,20} Na območju Velenjskega bazena – in v tem je njegova edinstvena posebnost – pa je ravnotežje med pogrezanjem barja, prirastkom organske mase in njenim kopičenjem ter ohranjanjem pod vodo trajalo razmeroma dolgo – ocenjujemo, da okoli 250.000 let.²¹ Za jezerska barja je značilno, da je na njenih obrobjih prevladujoče razvita drevesna gozdna vegetacija, proti notranjosti pa grmičevnata, travnata, mahovnata, šasna, lokvanjska itd.

Palinološke analize našega akademika Alojza Šercelja^{22,23} v 60. in 80. letih in nato še nemške raziskovalke

► povišanem pritiskom in temperaturi najprej v lignit, nato v rjavi in črni premog. Močvirje pa je svet, ki se ne pogreza v ravnotežju s prirastkom organske mase, temveč nekoliko hitreje, v njem pa se večinoma ne tvori šota (lahko le v tankih plasteh).

¹⁹ Marko Jakšič, Jernej Tomažević, Gašper Vindišar, Jože Pezdič (mentor), Ugotavljanje pogojev za nastanek barjanske šote na osnovi stabilnih izotopov ogljika. Seminarska naloga, 1993, Gimnazija Ljubljana Bežigrad, str. 37.

²⁰ Alojz Šercelj, Paleobotanične raziskave in zgodovina Ljubljanskega barja, *Geologija* 8, 1965, str. 5–27.

²¹ To je mnenje avtorja tega prispevka glede na prirastek šote in ocenjeno kompakcijo lignita po podatkih iz različne literature.

²² Alojz Šercelj, Palinološke raziskave v velenjskem premogovnem bazenu, *Geologija* 28/29, 1987, str. 199–203.

²³ Alojz Šercelj, Pelodna stratigrafija velenjske krovnine – plasti z ostani mastodontov, *Razprave SAZU*, 4. razred 11/10, 1968, str. 377–397.

Angele Bruch²⁴ v 90. letih so pokazale, da je bila v času usedanja talninskih sedimentov, kopičenja organske mase in tudi še v času začetnega odlaganja krovinskih sedimentov na tem območju razvita predvsem vegetacija iglavcev, tako imenovana taksodijevska flora, ki so jo sestavljale predvsem taksodijevke, sekvoje, ciprese, pinijske, čuge ter v podrastu praprotni.

Če se je naraščajoče kopičenje biomase na začetku razvoja barja dogajalo postopoma, pa je bilo ob koncu zaradi hitre, čeprav ne prav globoke pogreznitve, prekinjeno zelo hitro. O slednjem govori oster stik med lignitom in njegovo krovino (slika 3). Barje je zamenjalo jezero, v katerega je zopet začel dotekati preperel mineralni material, ki ga danes poznamo kot menjavanje glin in peskov ter vmesnih prodov pliocenske, zgornjegliocenske, pliokvartarne in čisto na vrhu tudi kvartarne starosti.

Posamezna manjša in kratkotrajna barja so se skozi to obdobje tu in tam še pojavljala, niso se pa nikoli več razvila v debelejša šotišča. Gozdno vegetacijo iglavcev, razvito okoli jezera in v zaledju, je postopno v zgornjem pliocenu in prehodu v pleistocen zamenjevala vegetacija listavcev, katerih pelod ali cvetni prah je po zraku prihajal tudi v jezero in se ohranil v sedimentu. Alojz Šercelj¹⁹ je določil *pelod* številnih vrst listavcev, med njimi: *Fagus* – bukev, *Carya* – hikorija, *Engelhardtia*, *Juglans* – oreh, *Nyssa*, *Ilex* – bodika, *Alnus* – jelša, *Zelkova*, *Ostrya*, *Castanea* – kostanj, *Carpinus* – gaber, *Quercus* – hrast, *Tilia* – lipa, *Ulmus* – brest itd. Na koncu, na prehodu v pleistocen, je prevladala bukev. V pleistocenu so v ledenih dobah listavce zopet večkrat zamenjali iglavci. Plasti na prehodu iz pliocena v kvartar je Alojz Šercelj (pred njim tudi že Ivan Rakovec) imenoval *villafranchijske plasti*. Poleg peloda so se v jezerskih sedimentih ohranili še ostanki listov, kremenčastih alg (diatomej), alg vrste *Botriococcus*, rib, školjk in polžev, rakov in ponekod haracej, kar vse so proučili Gorazd Kosi, Danijel Vrhovšek in Franc Velkavrh.¹²

²⁴ Angela Bruch, Pelodne raziskave v vrtni P-11r/98 – grafični palinološki zapis, neobjavljeno, 1998, v arhivu avtorja.

Vodna okolja z bujnim rastlinstvom so bila vedno, in so tudi danes, prostor bogatega živalstva. Že ob izkopavanju jaška ob odpiranju rudnika v Škalah so leta 1887/88 v globini 60 m oziroma dobrih 80 m nad slojem lignita naleteli na kosti, ki jih je Friedrich Teller, takratni znani paleontolog z Dunaja, določil, da pripadajo vrsti *Tapirus hungaricus*.¹² Danes velja, da je to dejansko *Tapirus arvernensis*. Na okostje tapirja so naleteli tudi leta 1980 pri nastajanju jaška Preloge, o čemer sta prispevek napisala Vasja Mikuž in Jernej Pavšič.²⁵ Najbolj spektakularna pa je bila najdba mastodonta leta 1964 v visoki krovlini lignitnega sloja, v tako imenovanih *villafranchijskih plasteh*. Mesta vseh treh omenjenih najdb so prikazana na slikah 1, 2 in 3. Po dobrih 50 letih so podrobno zopet opisana v prispevku dr. Katice Drobne in prispevku dr. Irene Debeljak v tej številki Šaleških razgledov. Take najdbe imajo trajno vrednost in če nanje ne opozarjamo, o njih ne pišemo in jih ne razstavljamo, lahko potonejo v pozabo. Če zanje skrbimo in ne potonejo v pozabo, pa se okoli njih znova in znova spletajo nove zgodbe in z novimi najdbami tudi kakovostna znanstvena spoznanja.

V razumevanju prvotnih šotiščnih značilnosti, ki so jih določale paleovegetacijske združbe, ter v poznavanju geoloških dejavnikov in procesov v razvoju od barij, preko šotišč in nato nastanka premogov od lignitov do rjavih in črnih premogov je ključ do razlage bistvenih geotehnoških elementov rudarjenja v njih. Zahvaljujoč naklonjenosti za raziskave in poslovnosti strokovnjakov in vodstev Premogovnika Velenje, ki so jih od leta 1992 naprej vodili direktorji dr. Franc Žerdin, Evgen Dervarič, Milan Medved, Ivan Pohorec in v zadnjih letih Ludvik Golob,²⁶ smo začeli po omenjenem letu v temeljnem smislu reševati ravno ta vprašanja – kakšna je

²⁵ Vasja Mikuž, Jernej Pavšič, Nova najdba fosilnega tapirja pri Velenju, *Proteus* 42/6, 1980, str. 222–224.

²⁶ Omenjam direktorje, v času katerih sem tudi sam kot geolog Geološkega zavoda izvajal petrološke raziskave velenjskega lignita med letoma 1992 in 2015, najprej v zvezi z geomehanskimi, kasneje pa tudi plinskodinamskimi raziskavami.

povezava med petrološko strukturnimi in geomehanskimi značilnostmi lignita. Za velenjski lignit smo zato vzpostavili posebno petrografsko klasifikacijo, jo objavili²⁷ in predstavili na več mednarodnih srečanjih. Leta 2015 je bila citirana v knjigi *Coal and Coal Bed Gas (Premog in plini v njem)* svetovno priznanega raziskovalca premogov Romea M. Floresa.²⁸ Potem ko smo utemeljili posebno klasifikacijo za petrografijo velenjskega lignita, smo se lotili načrtnega kartiranja le-tega v jamskih prostorih in vrtinah. To je trajalo v posameznih obdobjih v izbranih predelih premogovnika več let. Na koncu se je pokazalo, da ima velenjski lignit značilno conarno sestavo.²⁴ Zelo poenostavljeno rečeno, sestavlja ksilitni lignit z velikim deležem fosilnih debel iglavcev najrazličnejših velikosti in orientacij spodnji del lignitnega sloja in njegova obrobja, drobnodetrтни lignit, sestavljen iz drobnih rastlinskih ostankov, pa sestavlja osrednji in vršni del lignitnega sloja. To splošno litotipno raznolikost je dejansko že v 60. letih omenjal naš najbolj priznani raziskovalec premogov Milan Hamrla v več poročilih, ki jih hranimo v arhivu sedanjega Geološkega zavoda Slovenije in Premogovnika Velenje.

V naslednjih nekaj odstavkih naj navedem nekatera raziskovalna področja in vodilne strokovnjake ter raziskovalce, ki so jih izvajali. Naj mi bralec ne zameri, če sem kaj ali koga po nevednosti izpustil, za kar se opravičujem, hkrati pa naj ga spodbudim, da se glede kakšne izpuščene vsebine ali nenavedenega kolega rudarja ali geologa oglasi v kakšni naslednji številki Šaleških razgledov.

V 60. letih je začela postajati v velenjskem premogovniku vse bolj pereča problematika vdorov vode iz triasnega dolomita v podlagi, kakor tudi iz krovninskih ter midslojnih peskov (shematično prikazano na sliki 3). Iz premogovnika Kreka v Bosni in Hercegovini so za reševanje le-te pokli-

²⁷ Miloš Markič, Reinhard F. Sachsenhofer, *The Velenje Lignite – Its Petrology and Genesis*, Geološki zavod Slovenije, 2010, str. 218.

²⁸ Romeo M. Flores, *Coal and Coalbed Methane*, Elsevier, str. 697.

cali inženirja Marijana Marina, ki je vpeljal metodo odvodnjavanja z uporabo vtisnih filtrov iz rudarskih del v krovne peske. Njegovo delo je nadaljeval Miran Veselič s sodelavci takratnega Geološkega zavoda Ljubljana in Rudnika lignita Velenje. Njihova številna poročila, projekti in študije iz 70., 80. in 90. let so arhivirani na sedanjem Geološkem zavodu Slovenije in Premogovniku Velenje. Rezultat njihovih raziskav in praktičnih rešitev je, da so danes rudarska dela Premogovnika Velenje zaradi uspešnega odvodnjavanja suha, s čimer je omogočeno uspešno rudarjenje in zagotovljena visoka stopnja varnosti.²⁹

Hkrati s hidrogeološkimi raziskavami so v Velenju desetletja potekale tudi geomehanske raziskave, usmerjene predvsem v razumevanje deformabilnosti lignitnega sloja in spremljajočih plasti zaradi odkopavanja ter posledičnih dogodkov zaradi tega, na primer seizmičnih dogodkov, stebrih udarov ter izbruhov plina in blata. Največja pozornost je bila vseskozi namenjena varnemu odkopavanju premoga.³⁰ Verjetno največji uspeh tovrstnih raziskav skupaj s proučevanjem tehnologije odkopavanja je uvedba t. i. svetovno znane velenjske metode odkopavanja debelih slojev premoga. Na tem celovitem geomehanskem in rudarskem območju je delovala cela vrsta priznanih raziskovalcev in inženirjev s Premogovnika Velenje, Fakultete za rudarstvo v Ljubljani, Rudarskega inštituta, kasneje Inštituta za rudarstvo, geotehnologijo in okolje in Geološkega zavoda Ljubljana, kasneje Inštituta za geologijo, geotehniko in geofiziko. Naj jih naštejemo po abecednem redu: Rudi Ahčan, Franc Avberšek, Uroš Bajželj, Andrej Blažič, Evgen Dervarič, Ludvik Golob, Robert Hobljaj, Jože Hrastnik, Slavko Janežič, Franc Kočar,

²⁹ Goran Vižintin, Miran Veselič, Andrej Bombač, Evgern Dervarič, Jakob Likar, Željko Vukelič, The development of a »drive-in« filters dewatering system in the Velenje coal mine using finite-element modelling, *Acta geotechnica Slovenica* 6/1, 2009, str. 50–63.

³⁰ Franc Kočar, Miran Veselič, Mišo Ribičič, Janez Mramor, Kriteriji varnega odkopavanja premoga pod vodonosnimi plastmi v Rudniku lignita Velenje, *Rudarsko-metalurški zbornik* 36/2, 1989, str. 421–438.

Marko Kočevar, Robert Lah, Bojan Lajlar, Marjan Lenart, Jakob Likar, Janez Mayer, Milan Medved, Zdenka Žorž Popović, Franc Puc, Mihael Ribičič, Marjan Tamše, Boris Salobir, Simon Zavšek, Franc Žerdin, Franc Žigman, Samo Žolger in še kdo. Tudi njihova poročila in projekti so shranjeni v arhivih prej omenjenih organizacij.

Premogovnik Velenje se je že zgodaj, v 70. letih, lotil računalniške obdelave podatkov in grafičnih prikazov. Na tem področju je pionirsko delo opravil Ivan Supovec, po rodu Velenjčan, zaposlen pa takrat v Veseličevi skupini na Geološkem zavodu Ljubljana. Glavni geolog na Premogovniku Velenje, zadolžen za temeljno geologijo premogišča in vrednotenje zaloga lignita v njem, je bil dolga leta do pred kratkim Igor Veber. Trajno sodelovanje med omenjenima strokovnjakoma in njunimi sodelavci je obrodilo številna dela v obliki najrazličnejših kart, geoloških prereзов, geoloških zapisov vrtin, značilnih geoloških stolpcev, klasifikacije geoloških plasti, obdelave podatkov o kakovosti lignita itd.

Pred dobrimi 20 leti je v ospredje stopilo znanstveno proučevanje izvora, transporta in koncentriranja plinov v lignitnem sloju. Te raziskave so vodili Jože Pezdič z Oddelka za geologijo NTF Univerze v Ljubljani, Simon Zavšek s Premogovnika Velenje in Tjaša Kanduč z Inštituta Jožef Stefan, ki so se jim v novejšem času priključili še Janja Žula, Jerneja Lazar in Sergej Jamnikar. Njihovo najnovejše delo, objavljeno v najpomembnejši znanstveni reviji za geologijo premogov, to je v *International Journal of Coal Geology*, obravnava razporeditev, sestavo in izvor plinov, ki se pojavljajo na odkopnih poljih v jamah Preloge in Pesje.³¹

Velenjski prostor sodi med geološko najbolj temeljito raziskana območja v Sloveniji. Morda se bodo z nadaljnjimi deli tudi še v prihodnosti našla kakšna nova odkritja in spo-

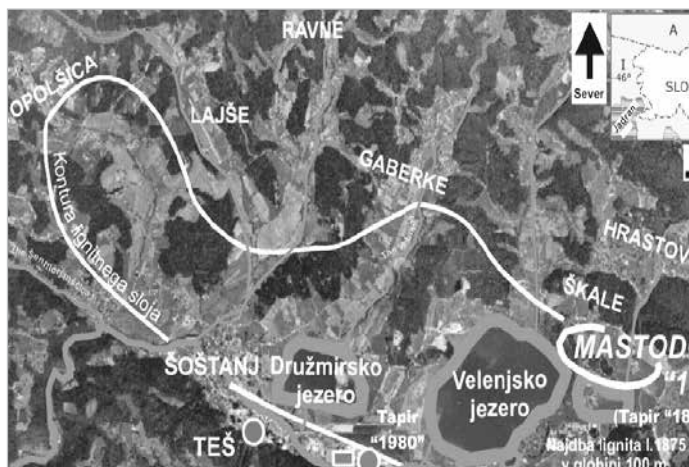
³¹ Jerneja Lazar, Tjaša Kanduč, Sergej Jamnikar, Fausto Grassa, Simon Zavšek, Distribution, composition and origin of coalbed gases in excavation fields from the Preloge and Pesje mining areas, Velenje Basin, Slovenia, *Int. J. Coal Geology* 131, 2014, str. 363–377.

znanja. Temu bodo morda najbližje velenjski rudarji in strokovnjaki in veseli bomo, če nas bodo o tem obvestili in nam tako nudili nove izzive za raziskovalno delo.

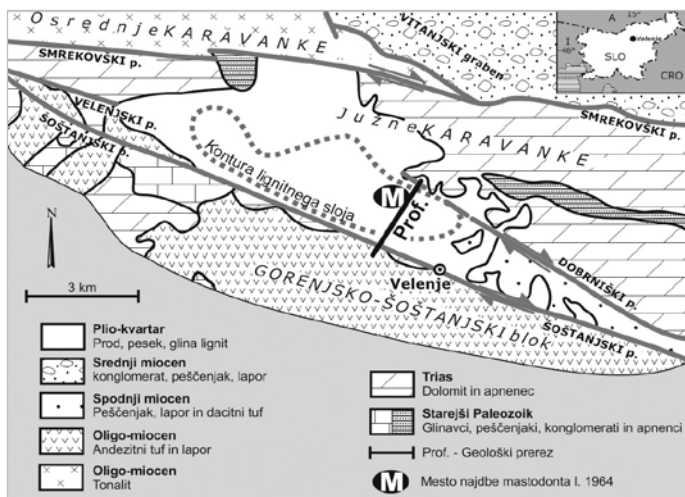
Zaključek

Na ozemlju Slovenije imamo bogato tradicijo rudarstva, metalurške obdelave rud, proizvodnje izdelkov iz njih kakor tudi tradicijo geoloških in sorodnih raziskav. Tudi danes smo vpeti v te dejavnosti, čeprav po zaprtju naših rudnikov kovin in premogov (razen Velenja) znatno drugače kot morda še pred 20 leti. Žal smo pred leti ukinili tudi ime celovite šole na tem področju, ki je delovala v sklopu Univerze v Ljubljani od leta 1918 dalje in je bila v širšem jugoslovanskem in mednarodnem prostoru znana kot »Ljubljanska montanistika«. Ustanovila in »opremila« se je z odličnimi predavatelji ravno zaradi razvitega rudarstva, metalurgije in geologije v naših krajih. Imeli smo nekaj stoletij delujoč svetovno znan Rudnik živega srebra Idrija, danes pa imamo z Velenjem referenčni rudnik za podzemno pridobivanje debelih slojev premoga, o čemer velenjski rudarski strokovnjaki razširjajo znanje po vsem svetu. Morda se še premalo zavedamo, da so v Idrijo prihajali eminentni tuji strokovnjaki in raziskovalci, medtem ko iz Velenja širijo znanje v svet naši slovenski. Menim, da je delovanje na svetovno priznani ravni tudi razlog, zakaj so imeli v teh dveh rudnikih, pa tudi v Mežici, Zasavju in kratko obdobje delovanja na Žirovskem vrhu, vodilni tehniški strokovnjaki vedno posluh tudi za temeljne naravoslovne raziskave in prenos njihovih rezultatov v svetovno zakladnico znanja.

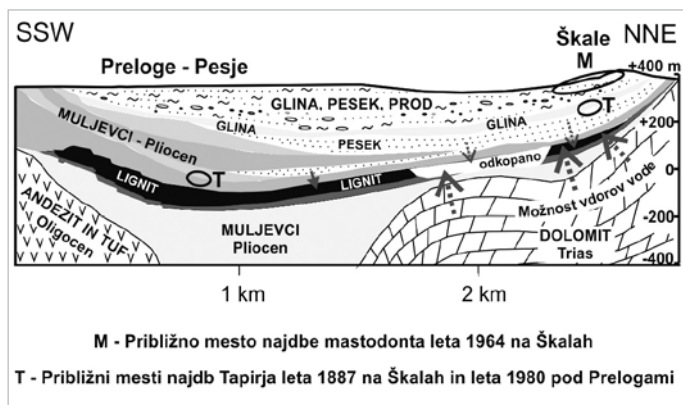
Pri vsem skupaj naj na koncu z veliko zahvalo in spoštovanjem omenim še same rudarje in njihove tehniške vodje ter sodelavce. Moje in delo kolegov v Velenju ne bi bilo nikoli tako uspešno, če mi oni ne bi nudili tako odličnih pogojev za delo – zglednih, »kakor iz učbenikov« – in to celo vrsto let.



Slika 1: Geografski položaj Šaleške doline s prikazom območja, kjer so bili leta 1964 najdeni ostanki mastodonta. Prikazani sta tudi mesti najdb tapirjev leta 1887 in 1980.



Slika 2: Geološka karta Šaleške doline (po Brezigarju 1987) z mestom najdbe ostankov mastodonta leta 1964 (glej prispevka Katice Drobne in Irene Debeltjak v tej številki razgledov). Označen je geološki prerez (prof.), ki je prikazan na sliki 3.



Slika 3: Osnovni prečni geološki prerez skozi velenjsko premogišče (označen na karti 2), prirejen po podatkih Premogovnika Velenje. Prikazana so mesta najdb mastodonta (M) in tapirjev (T) (glej prispevka Katice Drobne, Irene Debeljak ter Vasje Mikuža in Jerneja Pavšiča v tej številki razgledov).