

***Doliosstrobos taxiformis* iz soteških plasti pri Dobrni**

***Doliosstrobos taxiformis* from Socka beds in Dobrna area, Slovenia**

Aleš ŠOSTER¹, Barbara POTOČNIK KRAJNC² & Vasja MIKUŽ³

¹Dobrna 20, SI-3204 Dobrna, Slovenija; e-mail: geolog.bauci@gmail.com

²Center 10, SI-2393 Črna na Koroškem, Slovenija; e-mail: barbarapotocnikkrajnc@gmail.com

³Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Privoz 11, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: vasja.mikuz@ntf.uni-lj.si

Prejeto / Received 19. 5. 2015; Sprejeto / Accepted 2. 7. 2015

Ključne besede: flora, eocen, *Doliosstrobos*, soteške plasti, Slovenija

Key words: flora, Eocene, *Doliosstrobos*, Socka beds, Slovenia

Izvleček

Prispevek obravnava ostanke iglavca vrste *Doliosstrobos taxiformis* iz rjavosivih laporovcev zgornjeeocenskih soteških plasti, ki izdajajo na južnih pobočjih med Vračkovim vrhom in Gruševcem severno od Dobrne. Med ostanki iglavcev so najpogostejše vejice z listi. Zelo redke so luske storžev.

Abstract

This paper is discussing remains of conifer species *Doliosstrobos taxiformis* from brown-grey marls belonging to Upper Eocene Socka beds, which outcrop on the southern slopes of the Vračkov vrh and Gruševac north of Dobrna. The material consists mainly of leafy twigs and of rare cone scales.

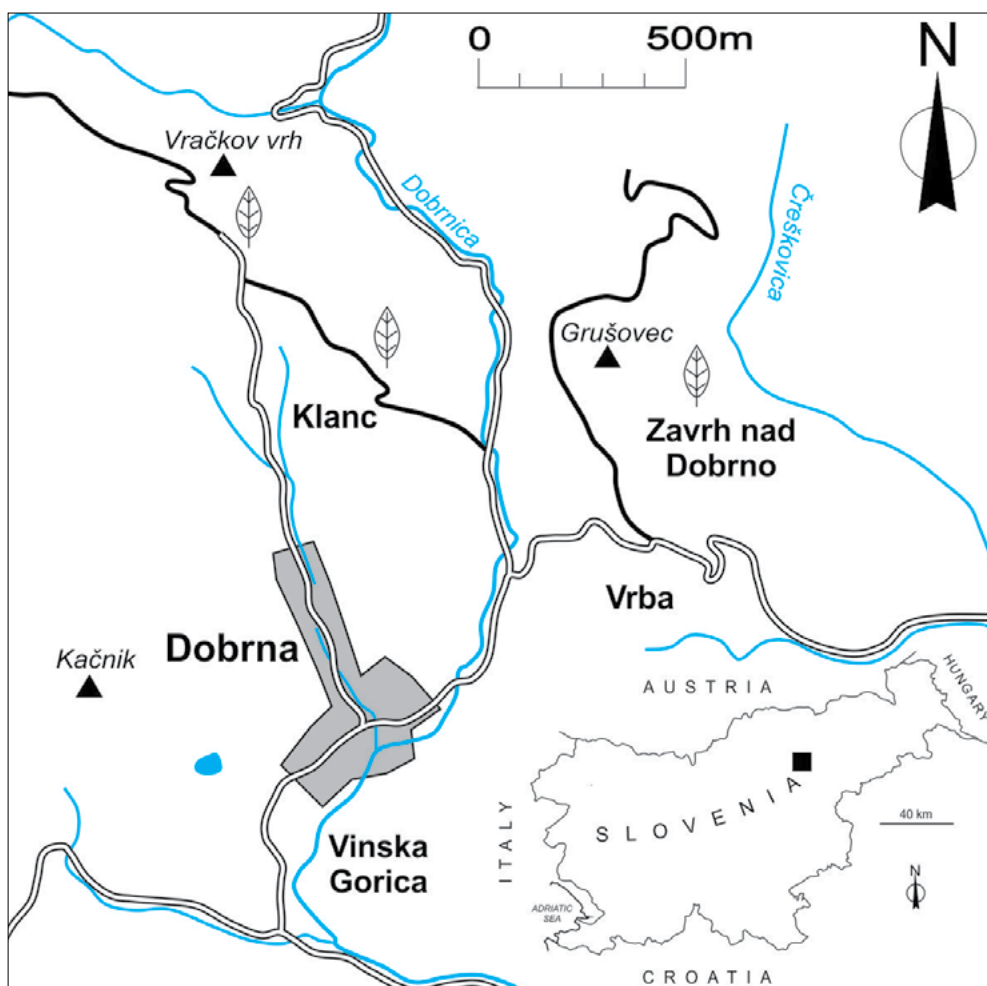
Uvod

Na južnih pobočjih Paškega Kozjaka, severno od Dobrne, izdajajo eocenske soteške plasti. V njih je na posameznih delih mogoče najti premogovne leče in zoglenele ostanke rastlin (sl. 1). Soteške plasti so plasti glinavca, laporovca in peščenjaka med katerimi se pojavljajo leče s premogom. Soteške plasti se razprostirajo med Dobrno in Socko, Konjiško goro, Bočem in Rogaško Slatino. Ponekod je na njihovi bazi, na triasnih karbonatih odložen konglomerat s premogom. Soteške plasti so v bazalnem delu razvite kot sladkovodna tvorba in po profilu navzgor prehajajo v brakična ter v tipična morskola okolja; sprva v robnomorsko in nazadnje v globoka sublitoralna ali okolja zgornjega batiala (MIOČ, 1972; JELEN et al., 2000; CIMERMAN et al., 2006; PAVŠIČ, 2006). O najdbah fosilne flore z območja Socke, ki leži le nekaj kilometrov stran od Dobrne, sta pisala že UNGER (1850) in ETTINGSHAUSEN (1858), ki sta v svojih delih identificirala več kot 100 različnih fosilnih vrst rastlin. Od tedaj naprej pa podrobnejše obdelave in raziskave fosilne flore s tega območja ni bilo. Prve makrofloristične ostanke smo našli jeseni leta 2013 v vseku novo narejene gozdarske vlake pod Vračkovim vrhom, kjer smo odkrili razmeroma pestro združbo rastlinskih ostankov in mehkužcev. Raziskave smo nadaljevali leta 2014, kjer smo približno na isti koti na sosednjem hribu, imenovanem Gruševac, našli v materialu iz izkopa za stanovanjsko hišo bogato

združbo rastlin, školjk in piritiziranih kamenih jeder polžev. V pisanje tega prispevka nas je vodila najdba izredno ohranjenega večjega skupka listnatih vejic, ki pripadajo izumrlemu iglavcu *Doliosstrobos taxiformis*. Primerek je predstavljen na tabli 2. Poleg tega primerka je bilo najdenih še več manjših fragmentiranih vejic iste vrste, tri storževne luske, ter več ostankov listavcev.

Geološka zgradba območja

Južna pobočja Paškega Kozjaka gradijo paleozojske in mezozojske klastične in karbonatne kamnine, ki s stališča strukturne členitve pripadajo Južnim Alpam (PLACER, 2008). Najstarejše kamnine predstavljajo paleozojski, zgornjekarbonski skrilavi glinavci, kremenovi peščenjaki in konglomerati ter apnenci, ki nastopajo v ozkih luskah in pripadajo Vitanjskemunizukamnin (RAMOVŠ, 1960; MIOČ, 1972). Sledijo jim mezozojski, spodnjetriasnini klastični dolomiti in anizijski dolomit. Kenozojske kamnine s strukturnega vidika pripadajo Panonskemu sistemu bazenov, ki so jih skozi paleogen in neogen zapolnili sedimenti Paratetide. Sedimenti Panonskega bazena so na raziskovanem območju odloženi v pogreznjenih delih Južnih Alp (PLACER, 2008). Paleogenu pripadajo zgornjeeocenske soteške plasti laporovcev in glinavcev z lečami premoga, ki jih najdemo severno in vzhodno od Dobrne (CIMERMAN et al., 2006; BREZIGAR, 2007). Prav tako je zgornjeeocenske starosti svetlo siv



Sl. 1. Situacijska skica nahajališč fosilne makroflore

Fig. 1. Situational drawing of fossil macroflora localities

grebenski loški apnenec, imenovan po vasi Loka severozahodno od Dobrne (BREZIGAR, 2007). Neogenu pripadajo spodnjemiocenski, egerijsko-eggenburgijski kremenovo glavkonitni peščenjaki in konglomerati, ki pripadajo govškim plastem ter karpatijske klanške plasti. Klanške plasti gradijo morski peščenjaki, laporovci in breče s karbonatnim vezivom (BREZIGAR, 2007). Paleontološke raziskave, rezultate katerih podaja ta prispevek, so se izvajale v zgornjeocenskih soteških plasteh severno in severovzhodno od Dobrne.

Material in metode

Obravnavan material predstavljajo vejice z listi in redkeje semenske luske, ki so bili najdeni na južnih pobočjih Paškega Kozjaka severno od Dobrne, natančneje pri zaselkih Klanc in Zavrhn nad Dobrno (sl. 1). Fosilni material je najden v sivih do rjavih laporovcih. Fotografije za table so bile posnete z digitalnim foto aparatom »Canon PowerShot S2 IS«.

Dosedanje makrofloristične raziskave soteških plasti

Prvi je makrofloristične ostanke iz soteških plasti opisal UNGER (1850) v svojem delu »Die fossile Flora von Sotzka«, ki je flori pripisal izjemen pomen. Določil je 121 različnih rastlinskih ostankov, ki jih je razvrstil v 68 rodov. Soteškim

plastem je pripisal eocensko starost. Območje nastanka soteških plasti je interpretiral kot otok, kateri je bil del večje združbe otokov, ki so ležali v oceanu med Evropo in Afriko. Paleogeografsko je območje umestil na vzhodni del južne hemisfere, ter jo zaradi posebnega tropskega značaja primerjal s floro Oceanije, kjer srednja letna temperatura znaša med 18 in 22°C. Menil je, da so se ostanke dreves in grmovnic, ki predstavljajo floro soteških plasti, odlagali v lagunah, ki so postale izolirane od morja zaradi naravnih jezov; v teh lagunah so ostanke rastlin prekrili glinasti sedimenti (UNGER, 1850). Kasneje ETTINGSHAUSEN (1858) revidira UNGERjevo delo (1850) ter s primerjavo z recentnimi vrstami sklepa na napačno poimenovanje večine primerkov. Primerke ponovno klasificira in jih razvrsti v štiri skupine (»Arten des I, II, III, IV Grades«), med katerimi v prvo skupino uvršča makrofloristične ostanke določene nedvomljivo, v ostalih skupinah pa pri njihovem določevanju in poimenovanju obstaja dvom o določljivosti oziroma jih po njegovem mnenju ni mogoče taksonomsko opredeliti. Hkrati ETTINGSHAUSEN (1858) v svojem delu določi nekaj, za soteške plasti zovih vrst in razširi popisano makrofloristično združbo na danes poznanih 134 vrst, ki pripadajo 75 rodovom. S fosilno floro soteških plasti se je ukvarjal tudi JUNGWIRTH (2003a, 2003b, 2004), ki je obravnaval taksonomske opredelitve paleogenskih rastlin iz najdišč v Sloveniji, na Hrvaškem ter v Bosni in Hercegovini in njeno problematiko.

Tabela 1. Preglednica velikosti primerkov

Table 1. Table of specimen sizes

Vzorec / Specimen	Tip materiala / Type of material	Višina / Height [mm]	Širina / Width [mm]
Tab. 1, Sl. / Fig. 1	Vejica z listi / leafy twig	71	10
Tab. 1, Sl. / Fig. 2	Vejica z listi / leafy twig	44	5
Tab. 1, Sl. / Fig. 3	Vejica z listi / leafy twig	103	26
Tab. 1, Sl. / Fig. 4	Vejica z listi / leafy twig	52	5
Tab. 1, Sl. / Fig. 5	Vejica z listi / leafy twig	17	8
Tab. 1, Sl. / Fig. 6	Storževa luska / cone scale	8	5
Tab. 1, Sl. / Fig. 7	Storževa luska / cone scale	18	10
Tab. 1, Sl. / Fig. 8	Storževa luska / cone scale	17	10
Tab. 2, Sl. / Fig. 9	Vejice z listi / leafy twigs	225	98

Paleontološki del

Sistematika po Kvaček, 2002
Ordo Pinales, Dumortier, 1829
Familia Doliosobaceae Kvaček, 2002
Genus Doliosobus Marion, 1888

Doliosobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, 1971
(Tab. 1, Sl. 1-8; Tab. 2, Sl. 9)

1850 *Araucarites sternbergii* Göpp. – UNGER, p. 27,
Taf. 3, Fig. 1-13.

1853 *Araucarites sternbergii* Göpp. – ETTINGSHAUSEN,
p. 36, Taf. 7, Fig. 1-10.

Non 1853 *Eucalyptus haeringiana* Ettingsh. –
ETTINGSHAUSEN, p. 84, Taf. 28, Fig. 20 [sed.
Doliosobus taxiformis (STERNBERG) KVAČEK]

1854 *Araucarites sternbergii* Göpp. – ETTINGSHAUSEN,
p. 12, Taf. 5, Fig. 1-3.

1855 *Araucarites sternbergii* Goep. – HEER, p. 55,
Taf. 21, Fig. 5.

1867 *Sequoia sternbergii* Heer. – ETTINGSHAUSEN, p.
116, Taf. 13, Fig. 3-8.

1998 *Doliosobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček
var. *hungaricus* (Rásky) stat. N. – KVAČEK &
HABLY, p. 6, Tab. 1, Fig. 1-2.

2002 *Doliosobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček
– KVAČEK, p. 53, Pl. 1, Fig. 1.

L 2004 *Doliosobus sternbergii* (Göppert) –
JUNGWIRTH, p. 188.

2007 *Doliosobus taxiformis* (STERNB.) Kvaček –
KVAČEK & TEODORIDIS, Fig. 2 k, n.

L 2010 *Doliosobus taxiformis* (Sternberg) Z.
Kvaček – HABLY, p. 406.

2011 *Doliosobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček
var. *sternbergii* MAI et Walther ex Kvaček –
KVAČEK, p. 89, Pl. 1, Fig. 14-16.

Material

Obraunavanih je bilo skupno 9 primerkov makroflorističnih ostankov iglavca vrste *Doliosobus taxiformis*, od tega 6 primerkov predstavljajo vejice (angleško leafy twigs) in 3 primerki izolirane storževe luske (angleško cone scales). Material je bil najden v zgornjem delu profila Vraček (*sensu* CIMERMAN et al., 2006; Profil Vr. 1) in na območju Grušovca pri Zavrhu nad Dobrno (sl. 1).

Opis materiala

Listnate vejice s spiralno in radialno razporejenimi igličastimi listi, ki ob osi delno ovijajo steblo. Listi so dolgi do 10 mm in široki 1-3 mm, so ukrivljeni in usmerjeni. Listi so zaobljeni do zaoblejno-suličasti. Konice listov so zašiljene (tab. 1, sl. 1-5; tab. 2, sl. 9). Storževe luske kažejo značilno vzdolžno progavost ter se na vrhu zaključujejo zašiljeno v ostanek apikalne bodice. Semena niso ohranjena. Semenske luske so izolirane in imajo eno lateralno krilo. Lateralno krilo je stožčasto in rahlo zamaknjeno (tab. 1, sl. 6-8).

Stratigrafska in geografska razširjenost

Doliosobus taxiformis je razširjen med srednjim eocenom in spodnjim oligocenom (KVAČEK, 2002), ter izumre v zgornjem oligocenu (HABLY, 2010). V Sloveniji je *Doliosobus taxiformis* evidentiran iz zgornjeeocenskih soteških plasti pri Socki (UNGER, 1850; ETTINGSHAUSEN, 1853; JUNGWIRTH, 2004). Po podatkih JUNGWIRTH-a je vrsta poznana tudi iz oligocenske Trboveljske formacije med Trbovljami in Zagorjem (JUNGWIRTH, 2003a). S severozahoda Češke je vrsta poznana iz zgornjeeocenskih diatomitov in laporovcev z okolice Bíline (Bílin) in Kučlína (ETTINGSHAUSEN, 1867; KVAČEK, 2011). *D. taxiformis* je opisan tudi iz eocenskih laporovcev Spodnje sladkovodne molase (»Untern Sußwassermollase«) v Švicarskem molasnem bazenu. HEER (1855)

Spodnjo sladkovodno molaso enači s Soteškimi plastmi, plastmi pri Zagorju, Radoboju in Häringu na Tirolskem. V Avstriji je *Doliosstobus taxiformis* opisan iz spodnjeoligocenskih (rupelijskih) črno-rjavih terciarnih laporovcev in bituminoznih laporastih apnencev s premogom pri Häringu na Tirolskem (ETTINGSHAUSEN, 1853; BUTZMANN et al., 2009). Iz spodnjega oligocena je vrsta najdena tudi v glinah formacije Tard na severnem Madžarskem pri mestu Eger. Prav tako je spodnjeoligocenske starosti najdišče blizu Santa Giustina v italjanski Liguriji (HABLY, 2010).

Taksonomija

Doliosstobus taxiformis je izumrla vrsta iglavca, ki je v preteklosti zaradi svojega morfološkega polimorfizma bila pripisana različnim rodovom: *Araucarites*, *Cryptomeria* in *Sequoia* (JUNGWIRTH, 2004; KVAČEK, 2011). Kljub razlikam ima *Doliosstobus* skupne lastnosti z araukaridami; imajo podobno morfologijo pelodov ter po eno seme na storževu lusko (KVAČEK, 2011). Samostojno družino Doliosstrobaceae je leta 2002 postavil KVAČEK. V omenjeno družino spadajo tipski rod *Doliosstobus* Marion in dva fosilna rodova: *Araucarites* Krutzsch – *Araucarites europaeus* Krutzsch, 1971 zaradi razpršenih pelodov; in

Doliosstoboxylon Dolezych zaradi strukture lesa (KVAČEK, 2011). Na podlagi lesa, določenega kot *Doliosstoboxylon*, velja *D. taxiformis* za veliko lesnato drevo. *Doliosstobus taxiformis* v Evropskem paleogenu nastopa v treh oblikah; *D. taxiformis* (Sternberg) Z. Kvaček var. *taxiformis*, var. *sternbergii* Mai et Walther ex Z. Kvaček in var. *hungaricus* (Rásky) Z. Kvaček et Hably), ki se med seboj ločijo po strukturi kutikularnih celic.

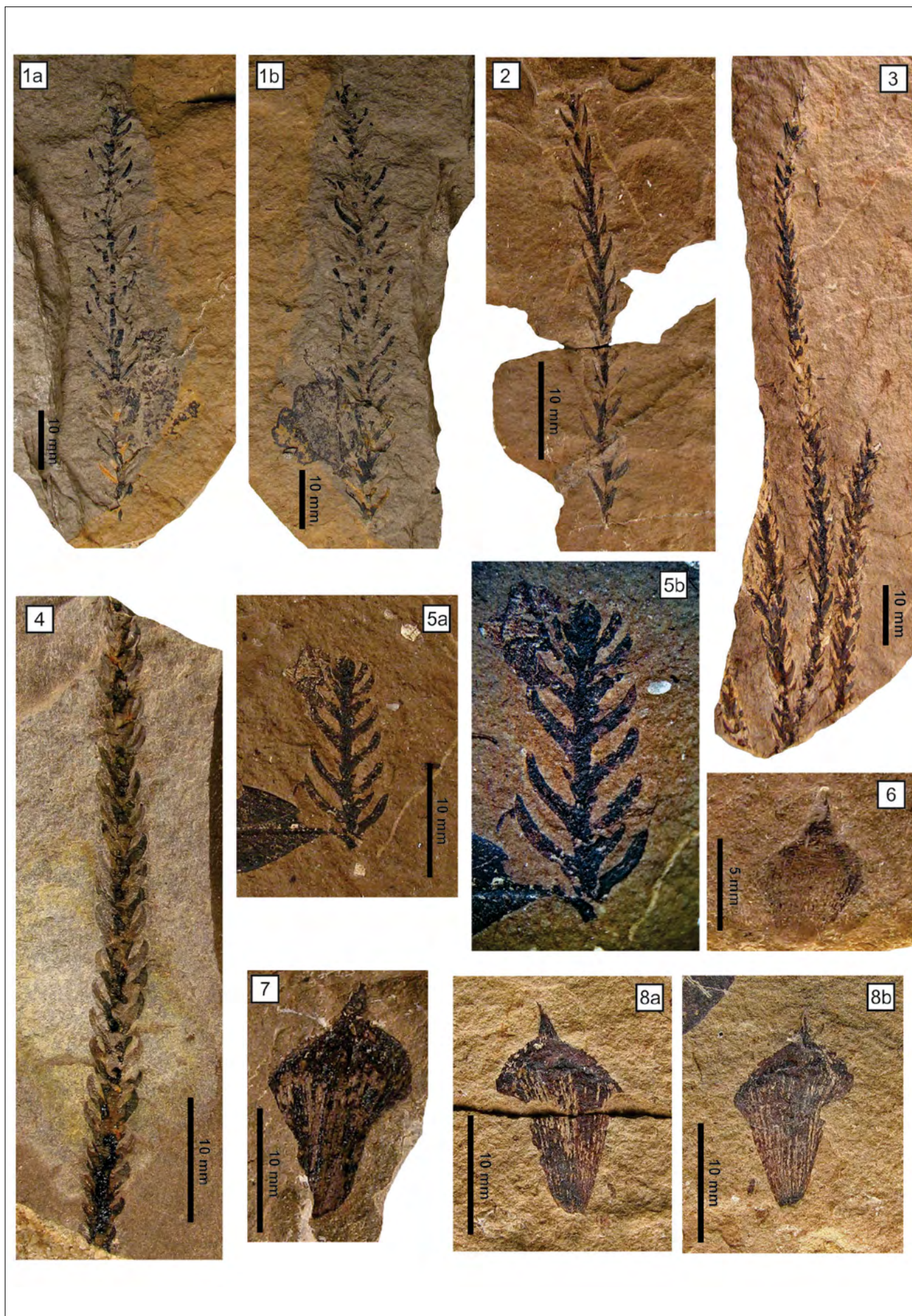
Razprava

V soteških plasteh na območju Dobrne je ostanke *Doliosstobus taxiformis* mogoče najti v obliki igličastih vejic in fragmentov storževih lusk. Na terenu nismo opazili *in situ* ali *ex situ* debel, panjev ali korenin, zato lahko rečemo, da so ostanki fosilne makroflore bili podvrženi transportu zato lahko nahajališče opredelimo kot hipavtohtono ali alohtono. Ohranjene so le bolj obstojne rastlinske komponente, kot so kutikule in smole (DROVENIK, 1984). Mikroskopskega preparata kutikule nismo napravili, za to ne moremo določiti variacijske oblike, lahko pa glede na obliko semenske luske (tab. 1, sl. 6-8) sklepamo na variacijo *sternbergii* Mai et Walther ex Z. Kvaček (KVAČEK, 2002; fig. 3c). Vendar na podlagi semenskih lusk ne moremo vseh primerkov enoznačno pripisati tej variaciji.

TABLA 1 - PLATE 1

- 1 a *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, vejica z listi. Naravna velikost.
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, leafy twig. Natural size.
- 1 b *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, vejica z listi.
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, leafy twig, same specimen, other side.
- 2 *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, vejica z listi (2×)
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, leafy twig (2×)
- 3 *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, vejice z listi (1,2×)
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, leafy twigs (1.2×)
- 4 *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, vejica z listi. Naravna velikost.
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, leafy twig. Natural size.
- 5 a *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, vejica z listi (2×)
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, leafy twig (2×)
- 5 b *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, vejica z listi, isti primerok (3,5 ×)
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, leafy twig, same specimen (3.5×)
- 6 *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, storževa luska (2,5×)
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, cone scale (2.5×)
- 7 a *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, storževa luska (2×)
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, cone scale (2×)
- 7 b *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, storževa luska. Druga stran (2×)
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, cone scale, other side (2×)
- 8 *Doliosstobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, storževa luska (3,7×)
Doliosstobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, cone scale (3.7×)

TABLA 1 - PLATE 1



Zaključki

V zgornjeocenskih rjavo sivih laporovcih soteških plasti severno od Dobrne je bila odkrita razmeroma pestra združba fosilne flore. Prispevek obravnava del najdenih makroflorističnih ostankov, ki pripadajo izumrli vrsti iglavca *Doliosobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček. Primerki so bili najdeni v useku gozdarske vlake pod Vračkovim vrhom in v izkopanem materialu za stanovanjsko hišo na območju Gruševca. Najdeni ostanki predstavljajo zlasti vejice z listi in storževe luske brez ohranjenih semen. Akumulacija rastlinskega drobirja je hipautohtona ali alohtona, saj na terenu nismo opazili debel, korenin ali čokov. So pa med materialom ohranjeni bolj obstojni deli rastlin, kot so kutikule in drobne kapljice smole. Analiza kutikule ni bila narejena, ker pa je študija kutikule nujna za določitev variacije, smo pri določevanju ostali na nivoju vrste. Med plastmi laporovcev soteških plasti so opazne tudi akumulacije nedoločljivih polžev in školjk.

Doliosobus taxiformis from Socka beds in Dobrna area, Slovenia

Conclusions

In Upper Eocene brownish-gray marlstones of Socka beds north of Dobrna a relatively diverse fossil flora assemblage has been found. This paper deals with a part of macrofloristic remains belonging to conifer species *Doliosobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček. Fossil specimens were collected from a new forestry trail under Vračkov vrh and from material excavated for residential house in the area of the Gruševca. Fossil material consists mainly of leafy twigs and of cone scales, without seed preserved. Accumulation of plant debris is hypautochthonous or allochthonous, since no roots, logs or tree stumps were observed. Among the material, only most resistant parts of the plants, such as cuticle and tiny resinous droplets are preserved. Cuticle analysis was not performed; since its analysis is mandatory for determining the variety of the species our determination stays at the species level. Between the marlstone strata, accumulations of indeterminate gastropods and bivalves are found.

Literatura

- BREZIGAR, A. 2007: Geološka pisna dediščina Šaleške doline in okolice. *Geologija*, 50/2: 233–245, doi:10.5474/geologija.2007.017.
- BUTZMANN, R., FISHER, T. C. & REIBER, E. 2009: Makroflora aus dem inneralpinen Fächerdelta der Häring-Formation (Rupelium) vom Duxer Köpfl bei Kufersstein/Unterinntal, Österreich. *Zittelania* A48/49: 129–163, Taf. 1–4.
- CIMERMAN, F., JELEN, B. & SKABERNE, D. 2006: Poznoeocenska bentična foraminiferna favna iz klastičnega zaporedja med Socko in Dobrno in njen kronostratigrafski pomen. *Geologija*, 49/1: 7–44, doi:10.5474/geologija.2006.001.
- DROVENIK, M. 1984: Nahajališča premogov, nafte in zemeljskega plina. Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana: 120 p.
- ETTINGSHAUSEN, C. 1853: Die Tertiäre Flora von Häring in Tirol. *Abhandl. d.k.k. geolog. Reichsanst. II. Bd, 3 Abth. Nr. 2: 1–109, Taf. 1–31.*
- ETTINGSHAUSEN, C. 1854: Die Eocene Flora des Monte Promina. *Denkschrift. Der Mathem.-Naturw. Wien*, 1–28 p., Taf. 1–14.
- ETTINGSHAUSEN, C. 1858: Beiträge zur kenntnis der fossilen Flora von Sotzka in Untersteiermark. *Sitzungsb. Keiserl. Akad. Wiss. Wien. Math. Naturwiss.* 101/28: 471–567, Taf. 1–5.
- ETTINGSHAUSEN, C. 1867: Die fossile Flora des tertiärbeckens von Bilin. I. Theil: Enthaltend die Thalphyten, kryptogamischen Gefässpflanzen, Monokotyledonen, Coniferen, Julifloren und Oleraceen. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, 26/1: 79–174, Tab. 30.
- HABLY, L. 2010: The Early Oligocene of Santa Giustina (Liguria, Italy) – Revision and comparison with the flora of Tard clay formation. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 116/3: 405–420, Tab. 1–5.
- HEER, O. 1855: Die tertiäre Flora der Schweiz. *Der Naturforschenden Gesellschaft in Zurich*, 1–30, Taf. 1–50.
- JUNGWIRTH, E. 2003a: Prikaz paleontoloških raziskav v Zasavju. *Geološki zbornik* 17. Oddelek za geologijo, 72–75.
- JUNGWIRTH, E. 2003b: Paleogene flora of Slovenia, Croatia and Bosnia and Herzegovina. *Nat. Croat.*, 12/3: 151–156.

TABLA 2 - PLATE 2

- 9 *Doliosobus taxiformis* (Sternberg) Kvaček, vejice z listi (0,9×)
Doliosobus taxiformis (Sternberg) Kvaček, leafy twigs (0,9×)

Fotografije (Photos): Aleš Šoster & Barbara Potočnik Krajnc

TABLA 2 - PLATE 2



- JUNGWIRTH, E. 2004: The determination and taxonomic problems of Palaeogene fossil macroflora from Slovenia and Croatia. *Nat. Croat.*, 13/2: 187–196.
- KVAČEK, Z. 2002: Novelties on *Doliosstrobilus* (Doliosstrobaceae), an extinct conifer genus of the European Palaeogene. *J. Nat. Mus., Nat. Hist. Ser.* 171/ 1–4: 131–175.
- KVAČEK, Z. 2011: Late Eocene flora of Kučlín near Bílina in north Bohemia revisited. *Acta Musei Nationalis Pragae. Series B – Historia naturalis*, 67/3–4: 83–144.
- KVAČEK, Z. & HABLÝ, L. 1998: New plant elements in the Tard clay formation from Eger-Kiseged. *Acta Paleobot.*, 38/1: 5–23.
- KVAČEK, Z. & TEODORIDIS, V. 2007: Tertiary macrofloras of the Bohemian massif: A review with correlations within Boreal and Central Europe. *Bulletin of Geosciences*, 82/4: 383–408, Fig. 1–5.
- MIOČ, P. 1972: Tolmač lista Slovenj Gradec. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Zvezni geološki zavod Beograd, Beograd: 111 p.
- PAVŠIČ, J. 2006: Geološki terminološki slovar. ZRC SAZU, Ljubljana: 331 p.
- PLACER, L. 2008: Osnove tektonske členitve Slovenije. *Geologija*, 51/2: 205–217 doi:10.5474/geologija.2008.021.
- RAMOVŠ, A. 1960: Razvoj mlajših paleozojskih skladov v vitanjskem nizu. *Geologija*, 6: 170–234.
- UNGER, F. 1850: Die fossile Flora von Sotzka. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien*, 2/1: 131–197, Taf. 1–68.