

Zgornjekarbonska flora Grajskega hriba v Ljubljani

Late Carboniferous flora of Castle Hill in Ljubljana (Slovenia)

Tea KOLAR-JURKOVŠEK & Bogdan JURKOVŠEK

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana,
tea.kolar@geo-zs.si, bogdan.jurkovsek@geo-zs.si

Ključne besede: rastlinski fosili, zgornji karbon, evroameriška floristična provinca, Posavske gube, Ljubljana, Slovenija

Key words: fossil flora, Late Carboniferous, Euramerian floristic province, Sava Folds, Ljubljana, Slovenia

Izvleček

Najdbe paleozojske fosilne flore na Grajskem hribu so bile prvič opisane že v 19. stoletju, zato je bil širši prostor načrtovane tirne vzpenjače na Ljubljanski grad že pred pričetkom gradbenih del opredeljen kot potencialno pomembno najdišče fosilov. Med geološko-paleontološkim nadzorom je bila zbrana fosilna združba presličnic ali členovk (*Equisetopsida* ali *Articulatae*), lisičjačnic (*Lycopodiopsida*, *Lycopsida*), pteridosperm (*Pteridospermopsida*) in kordaitov (*Cordaitanthales*), na osnovi katerih je mogoče potrditi zgornjekarbonsko starost plasti. Grajski hrib je najbolj zahodno ležeče nahajališče paleozojske flore v Posavskih gubah in predstavlja še en prispevek v poznavanju in razširjenosti evroameriške floristične province.

Abstract

Finds of Paleozoic fossil flora on the Ljubljana Castle Hill were first described in 19th century, therefore the wider area of the planned cable car to the Ljubljana castle was defined as a potentially important fossil locality already before the start of construction works. During geologic-paleontologic monitoring a fossil assemblage of *Equisetopsida* (*Articulatae*), *Lycopodiopsida* (*Lycopsida*), *Pteridospermopsida* and *Cordaitanthales* that permit to confirm the Upper Carboniferous age of beds. The Castle Hill is the westernmost locality of Paleozoic flora in the Sava Folds, and it represents an additional contribution to the knowledge on extension of the Euramerian floristic area.

Uvod

Namen paleontološke spremljave izgradnje tirne vzpenjače na Ljubljanski grad je bil ugotoviti prisotnost določljivih rastlinskih fosilov in z njimi potrditi ali ovreči zgornjekarbonsko starost klastičnih kamnin Grajskega hriba ob upoštevanju dejstva, da je bil celotni hrib opredeljen kot območje pričakovanih naravnih vrednot.

Sedimenti mlajšega paleozoika na Grajskem hribu sestoje iz kremenovega konglomerata, peščenjaka, meljevca in glinastega

skrilavca. Že v devetnajstem stoletju so v teh plasteh odkrili ostanke makroflora. Morlot (1850) navaja, da so v karbonskem glinastem skrilavcu na Grajskem hribu našli vrsto *Neuropteris tenuifolia* Schlotheim. Primerek je določil dunajski paleontolog Ettingshausen (vrsta je poznana iz westfalijskih plasti – op. avtorjev). Ettingshausen je z Grajskega hriba določil tudi praprot *Pecopteris antiqua* (Hauer, 1851). Vsi primerki so izgubljeni, saj niso shranjeni v nobeni od takratnih paleontoloških zbirk.

Lipold (1857), ki je vzporejal paleozojski glinasti skrilavec, peščenjak in kremenov konglomerat Posavskega hribovja z ziljskimi plastmi na Koroškem omenja, da so bili na Ljubljanskem gradu najdeni rastlinski ostanki rodov *Calamites* in *Equisetites*, ob poti iz Ljubljane na Rudnik pa primerek *Noeggerathia* n. sp. Ettingshausen. Slednji je shranjen v paleontološki zbirki Avstrijskega geološkega zavoda na Dunaju, vendar ni bil nikoli podrobneje opisan ali upodobljen.

Rastlinske fosile so geologi omenjali tudi iz širšega prostora Posavskih gub, zlasti iz okolice Litiije. Tornquist (1929) jih je omenil iz antracitne leče v rudišču Zavrstnik, Lipold (1857, 1858) pa je opisal najdbo vrste *Calamites communis* Ettingshausen iz Spodnjega Mamolja južno od naselja Sava.

Leta 1932 je Rakovec v razpravi »H geologiji Ljubljane in njene okolice« podal pregled vseh dotedanjih najdb paleozojske makroflor okolice Ljubljane. Kasneje so posamezne najdbe fosilne flore omenjali še drugi avtorji v rokopisnih poročilih in v tolmaču OGGK 1:100.000 (Premru, 1983), vendar fosili niso bili podrobneje opisani in določeni.

Sledilo je obdobje sistematičnih raziskav več kot štiridesetih nahajališč paleozojske flore med Ljubljano in Polšnikom (Kolar-Jurkovšek & Jurkovšek, 1985, 1986, 1990). V nekaterih nahajališčih z boljše ohranjenosti fosilne flore je bila dokazana zgornjekarbonska starost plasti. Ista starost je bila ugotovljena tudi s fosilno floro, ki je bila izkopana ob izgradnji avtocestne obvoznice pri Bizoviku na prostoru pokritega vkopa Strmec in pred severnim portalom predora Golovec (Kolar-Jurkovšek & Jurkovšek (2002a, 2002b, 2004).

Paleontološka spremljava gradbenih del na Grajskem hribu je pričela v marcu 2006 in je bila zaključena v maju z obsežnim izkopavanjem fosilne flore v gradbeni jami zgornje postaje tirne vzpenjače tik ob grajskem obzidju. Odvzetih je bilo več sto vzorcev kamnin z rastlinskimi fosili. Večina fosilnega materiala je bila izkopana na ožjem prostoru zgornje postaje, od tega več kot 90 % iz glavne fosilonosne plasti. Manjše število določljivih fosilov je bilo zbranih na sekundarnem mestu na spodnjem delu trase pod 6. stebrom ter na začasni deponiji izkopane kamnine na Grajskem hribu.

Geološko-paleontološki nadzor je bil v celoti prilagojen dinamiki gradbenih del in jih ni oviral. Izkopavanje na prostoru zgornje postaje tirne vzpenjače je bilo izvedeno v skladu z veljavno prakso za interventna paleontološka izkopavanja, ob velikem razumevanju in pomoči izvajalcev gradbenih del.

Glede na lokacijo glavnega nahajališča neposredno pod grajskim obzidjem je bil odkopan le prepereli del plasti s karbonskimi fosili, medtem ko je večji del profila ohranjen kot primer predstavitve naravne vrednote *in situ* v prostoru zgornje postaje tirne vzpenjače.

Vse paleontološke vzorce, razen primerkov razstavljenih na Ljubljanskem gradu, hrani Geološki zavod Slovenije.

Geološka opredelitev nahajališča fosilne flore na Grajskem hribu

Pas nagubanih kamnin med Južnimi Alpami in Zunanji Dinaridi je že Kossmat (1913) imenoval Savski sistem gub. Deset let kasneje je Winkler (1923) prvi uporabil ime Posavske gube, ki se je obdržalo vse do danes.

Osnovni litološki členi Posavskih gub so kremenov konglomerat, ki lokalno vsebuje tudi apnenčeve prodnike, kremenov peščenjak, meljevec in glinavec. Na osnovi vseh dotedanjih spoznanj in podrobnih lastnih raziskav je Mlakar ugotovil, da paleozojsko skladovnico Posavskih gub lahko razdelimo na tri superpozicijske enote prvega reda, ki bi lahko predstavljali tri formacije ali pa člene iste formacije (Mlakar, 1987, 1994; Mlakar et al., 1993).

V devetdesetih letih preteklega stoletja je bilo tiskanih še nekaj odmevnih preglednih člankov, ki odpirajo nove poglede na poznavanje geološke zgradbe Posavskih gub in njihov strukturni pomen na stiku med Južnimi Alpami in Zunanji Dinaridi. Novost predstavlja predvsem Placerjevo delo (Placer, 1999 a, b), v katerem umešča Posavske gube v trikotnik med Periadriatsko, Idrijsko in Srednjemažarsko tektonsko cono.

Grajski hrib predstavlja najbolj zahodno ležeče nahajališče fosilne flore v Posavskih gubah. Med geološko-paleontološko spremljavo izgradnje tirne vzpenjače je bilo ugotovljeno, da v spodnjem delu trase, med

spodnjo postajo in izkopom za 10. steber prevladuje grobozrnat sljudni peščenjak, ki v posameznih nivojih vsebuje rastlinski drobir. Največja pogostnost rastlinskih fragmentov je bila zabeležena v črnem drobnozrnatem peščenjaku in sljudnem meljevcu z vpadom $130^{\circ}/42^{\circ}$ v zgornjem delu izkopa za steber št. 6, vendar zaradi grobozrnatega materiala fosili niso določljivi. Fragment rodu *Calamites* na prostoru spodnje postaje tirne vzpenjače je bil najden na sekundarnem mestu, zato ga v stratigrafskem smislu ne moremo upoštevati. Redki slabo ohranjeni drobcji fosilnih rastlin so bili ugotovljeni v sljudnem peščenjaku na drugem metru izkopa za steber št. 8.

Ugodnejše plasti za vzorčevanje so se pojavile 4 m vzhodno od izkopa za steber št. 10 in v zgornjem delu izkopa za steber št. 11, kjer srednje do grobozrnat sljudni peščenjak zamenjajo plasti sljudnega meljevca, glinavca in v manjši meri srednjezrnatega sljudnega peščenjaka. Meljevec v zgornjem delu izkopa za steber št. 11 je vseboval nedoločljiv rastlinski detritus. Povprečni vpad pretežno meljastih plasti v zgornjem delu profila je $130^{\circ}/50^{\circ}$.

Paleontološko najpomembnejši del profila na Grajskem hribu je bil odkopan na prostoru zgornje postaje tirne vzpenjače, ki deloma sega še pod grajsko obzidje. Na debelini 6,5 m se menjavata meljevec in glinovec, manj je sljudnega peščenjaka, ki se pojavlja v posameznih plasteh, debelih od 5 do 40 cm. Rastlinski fosili so koncentrirani pretežno v olivno sivem meljevcu in so večinoma temneje (rjavo ali črno) obarvani. V peščenjaku je bil rastlinski detritus ugotovljen le v 10 cm debeli plasti v spodnjem delu profila. V razdalji od 60 do 170 cm si navzgor sledijo še tri plasti z rastlinskimi fosili, debele od 3 do 10 cm. Fosili so fragmentirani in koncentrirani v polah debelih od 1 do 2 cm, medtem ko so v drugih delih plasti redkejši. Najbogatejša je 5 cm debela plast olivno sivega sljudnega meljevca v zgornjem delu profila, ki smo jo sledili na celotni dolžini od dna gradbene jame za strojnico do temeljev grajskega obzidja. Preperel površinski del fosilonosnih plasti je bil v celoti odkopan in vzorčevan, medtem ko je manj preperel in bolj stabilni del plasti ostal ohranjen *in situ* v prostoru zgornje postaje tirne vzpenjače. Najvišja plast z rastlinskimi fosili, ki je segala na prostor dvigala na notranji strani obzidja,

je bila v celoti vzorčevana in kasneje obzidana.

Paleontološki del

Med fosilnim materialom prevladujejo odtisi debel in listov, ki pripadajo praprotnicam in golosemenkam. Zaradi slabše ohranjenosti nekaterih primerkov ni bilo mogoče natančno taksonomsko uvrstiti ali pa so določeni le na stopnji rodu.

Določene so bile naslednje oblike:

- Calamites* (*Mesocalamites*) cf. *ramifer* Stur
- Calamites* (*Mesocalamites*) *roemeri* Goepfert (tab. 1, sl. 1, 1a)
- Calamites* (*Mesocalamites*) cf. *roemeri* Goepfert
- Calamites* (*Mesocalamites*) cf. *cistiiformis* Stur (tab. 1, sl. 2, 2a)
- Calamites* (*Stylocalamites*) *undulatus* Sternberg (tab. 1, sl. 3, 3a, 4, 4a)
- Calamites* sp.
- Lepidodendron* sp.
- ? *Asolanus* sp.
- Sigillaria* sp. (*Syringodendron* - skupina *Rhytidolepis*)
- Stigmara ficoides* (Sternberg) Brongniart
- Cyperites bicarinatus* Lindley & Hutton (tab. 2, sl. 8)
- Eusphenopteris* sp.
- Neuropteris tenuifolia* Schlotheim (tab. 2, sl. 1, 3)
- Neuropteris* cf. *heterophylla* Brongniart (tab. 2, sl. 2)
- Neuropteris* sp.
- Linopteris* sp. (tab. 2, sl. 4)
- Trigonocarpus* sp.
- Noeggerathia* sp. (tab. 2, sl. 5, 6)
- Cordaites palmaeformis* (Goepfert)
- Cordaites principalis* (Germar) (tab. 2, sl. 7)
- Cordaites* sp.

Najpogostejše fosile v raziskanih plasteh Grajskega hriba, podobno kot drugod v Posavskih gubah, predstavljajo debela in veje členovk. Največ oblik pripada mezokalomitom, med katerimi dominira *Calamites* (*Mesocalamites*) cf. *cistiiformis* Stur. Podrejeno se pojavlja še podrod *Calamites* (*Stylocalamites*).

Likopsidi so v raziskani združbi slabo zastopani, vendar so prisotni odtisi debel obeh dveh najbolj značilnih predstavnikov, *Lepidodendron* in *Sigillaria*. Poleg odtisov debel so prisotni tudi odtisi listov drevestastih oblik, ki jih uvrščamo v rod *Cyperites*.



Slika 1. Rekonstrukcija zgornjekarbonske pokrajine na osnovi najdb fosilnih rastlin, izkopanih na Grajskem hribu in drugod v Posavskem hribovju (avtorica Barbara Jurkovšek).

Fig. 1. Reconstruction of Upper Carboniferous landscape based on fossils collected in Ljubljana Castle Hill and elsewhere in the Sava Folds (by Barbara Jurkovšek).

Koreninske organe posameznih rodov likosidov medsebojno ni mogoče razlikovati in jih označujemo z rodом *Stigmaria*, saj je njihova izoblikovanost na splošno zelo enovita. Najdeni primerki pripadajo samo vrsti, ki je hkrati najbolj pogostna izmed vseh poznanih vrst stigmarij v zgornjem karbonu Evrope, zanj je značilna neenakomerna valovitost med brazgotinami odpadlih koreninic.

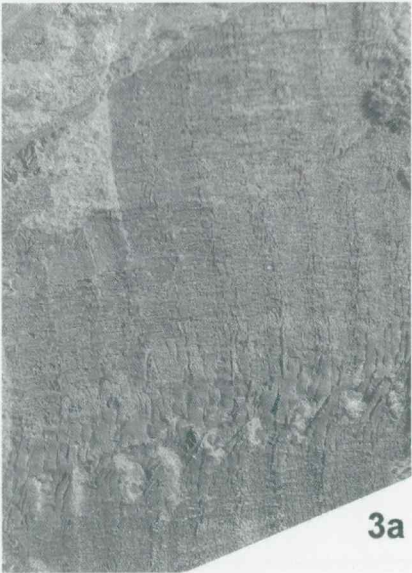
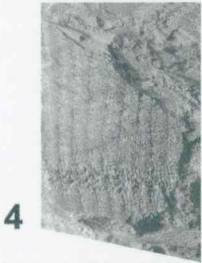
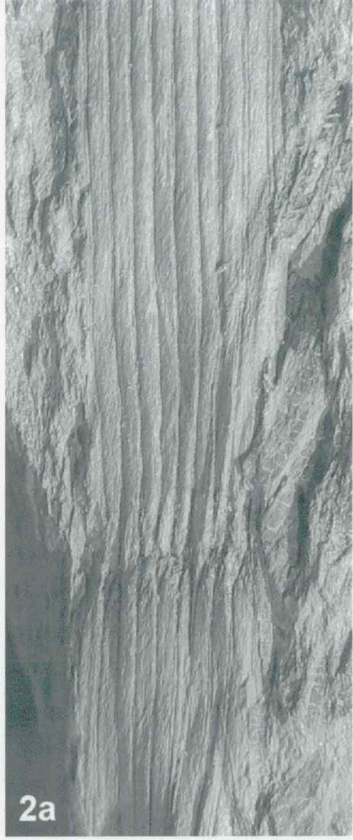
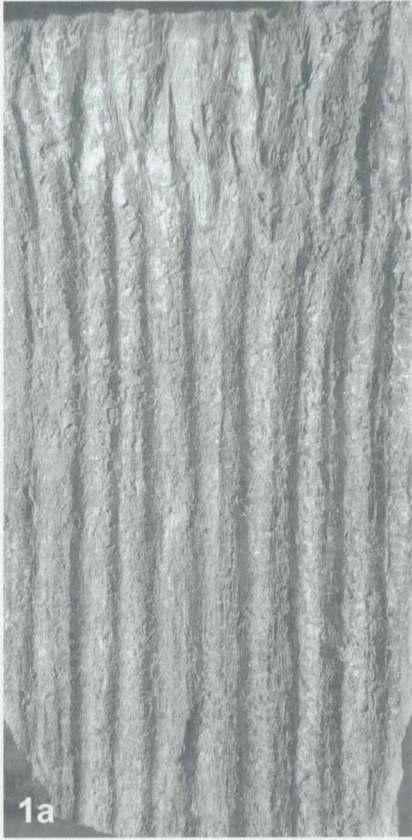
Od pteridosperm se v flori Grajskega hriba nahajajo redka semena in odtisi mahal, medtem ko so posamezne pinule nevropteridov razmeroma pogoste. Najdena primerka rodu *Eusphenopteris* predstavljata mahalo (sfenopteridni tip) z ravno osjo in z okroglasto oblikovanimi in nekoliko obokanimi pinulami. Žilnatost ni vidna, kar onemogoča

vrstno določitev. V raziskani fosilni flori so pogoste posamezne pinule rodu *Neuropteris*. Ta rod vključuje neparna mahala, ki končajo z enim samim lističem ter imajo značilno srčasto (nevropteridno) zažeto bazo. Prav šibek stik rahisa in lističa v eni sami točki, je bil vzrok, da so slednji hitro odpadli. Večina lističev ima jezikasto obliko in pripada vodilni westfalijski obliki *Neuropteris tenuifolia*. Omenjena skupina je stratigrafsko pomembna, saj so iz westfalije poznane številne vodilne vrste. Podrejeno se pojavlja še rod *Linopteris*, ki ima mrežasto žilnatost.

Posamezni primerki pripadajo tudi rodu *Noeggerathia*, ki se pojavlja razmeroma redko v plasteh od srednjega karbona do spodnjega perma in ga uvrščamo v samostojen red Noeggerathiales. Najdeni primerki ima-

Tabla 1 – Plate 1

- | | |
|--------------|---|
| 1, 1a | <i>Calamites (Mesocalamites) roemeri</i> Goeppert, LG 112, 1 x, 3 x |
| 2, 2a | <i>Calamites (Mesocalamites) cf. cistiiformis</i> Stur, LG 116, 1 x 3 x |
| 3, 3a, 4, 4a | <i>Calamites (Stylocalamites) undulatus</i> Sternberg, LG 507a, LG 507b, 1 x, 3 x |



jo obovatne pinule z značilno pahljačasto nervaturo. Mestoma je viden nazobčan rob pinul.

Od prvotnih golosemenk je na Grajskem hribu zastopan tudi rod *Cordaïtes*. Kordaiti so bili v zgornjekarbonskih gozdovih markantna drevesa, visoka do 20 m. Najpogosteje se od njih v fosilnem stanju ohranijo podolgovati listi, ki so bili pri nekaterih vrstah dolgi pol metra in široki 5 cm. Izkopani so bili le deli velikih listov, na katerih so vidne vzporedno potekajoče žile, značilne za iglavce.

Zaključek

Predstavljena rastlinska združba iz Grajskega hriba ustreza splošni sliki evroameriške flore. V njej prevladujejo členovke (*Calamites*) in pteridosperme (*Neuropteris*, *Linopteris*) v prisotnosti redkeje zastopanih predstavnikov lisičjačnic (*Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Cyperites*) ter golosemenk (*Cordaïtes*). Na splošno je raziskana združba podobna fosilni flori iz doslej znanih nahajališč Posavskih gub (tabela 1). Seznam flore z Grajskega hriba vsebuje tudi en novi element za celoten prostor Posavskih gub. To je *Cyperites bicarinatus* Lindley & Hutton, pomembna pa je tudi ponovna najdba rodu *Noeggerathia*, ki je bila doslej znana iz karbonskih plasti med Grajskim hribom in Rudnikom.

Starost raziskane fosilne rastlinske združbe Grajskega hriba je mogoče zaključiti na osnovi stratigrafske razširjenosti posameznih vrst, med katerimi se vrste *Neuropteris tenuifolia*, *Neuropteris* cf. *heterophylla* in *Cordaïtes palmaeformis* pojavljajo samo v westfaliju. Prisotnost nekaterih mezokalamitom podobnih oblik kaže na spodnji del westfalija. Dve najdeni kalamitni obliki (*Calamites* (*Mesocalamites*) *roemeri* in *Calamites* (*Mesocalamites*) cf. *cistiiformis*) se pojavljata od namurija B do spodnjega dela westfalija A. Glede na stratigrafsko razširjenost lahko celotno združbo uvrstimo v spodnji del westfalija A.

Zahvala

Geološko-paleontološko spremljavo zemeljskih del ob izgradnji tirne vzpenjače na Grajski hrib so omogočili Mestna občina Ljubljana, SCT, Agencija Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost in Geološki zavod Slovenije.

Posebna zahvala za razumevanje ob izvedbi nadzora in izkopavanja fosilne flore ter pomoč pri pripravi predstavitve nahajališča na Ljubljanskem gradu velja gospodu S. Miklavcu in gospe T. Pinoza (Festival Ljubljana), arhitektu M. Kerinu (Ambient), B. Hlad (Agencija Republike Slovenije za okolje), H. Tehovnik (Zavod Republike Slovenije za varstvo narave) in dr. U. Herlecu (Naravoslovnotehniška fakulteta).

Večji del raziskave je potekal v okviru raziskovalne dejavnosti Geološkega zavoda Slovenije (organizacijska enota Stratigrafija in paleontologija). Prepariranje s pripravo vzorcev za prezentacijo na Ljubljanskem gradu je bilo opravljeno v Paleontološki zbirki Jurkovšek, rekonstrukcijo karbonskega okolja na osnovi fosilnih najdb pa je izdelala Barbara Jurkovšek. Dr. Karlu-Heinzu Jostenu (Tönisvorst, Nemčija) se zahvaljujeva za pregled determinacij fosilov in pomoč pri interpretaciji njihove starosti. Za tehnično pomoč v zaključni fazi raziskave se zahvaljujeva g. Stanetu Zakrajšku (Geološki zavod Slovenije).

Late Carboniferous flora of Castle Hill in Ljubljana (Slovenia)

Extended Summary

The belt of folded beds between Southern Alps and External Dinarides was named first by Kossmat (1913) the Sava Folded System. It was Winkler (1923) who ten years later proposed the term Sava Folds that has persisted till now.

The basic lithologic members of the Sava Folds are quartz conglomerate that contains

Tabla 2 – Plate 2

- 1, 3 *Neuropteris tenuifolia* Schlotheim, LG 403, LG 404, 5 x
- 2 *Neuropteris* cf. *heterophylla* Brongniart, LG 411, 5 x
- 4 *Linopteris* sp., LG 413, 5 x
- 5, 6 *Noeggerathia* sp., LG 315a, LG 315b, 5 x
- 7 *Cordaïtes principalis*, LG 209, 3 x
- 8 *Cyperites bicarinatus* Lindley & Hutton, LG 201, 3 x



	Okolica Litije	Bizovik	Grajski hrib
<i>Calamites (Mesocalamites) haueri</i> Stur	x		
<i>Calamites (Mesocalamites) ramifer</i> Stur	x		
<i>Calamites (Mesocalamites) cf. ramifer</i> Stur		x	x
<i>Calamites (Mesocalamites) roemeri</i> Goeppert	x	x	x
<i>Calamites (Mesocalamites) cf. roemeri</i> Goeppert			x
<i>Calamites (Mesocalamites) cistiiformis</i> Stur	x		
<i>Calamites (Mesocalamites) cf. cistiiformis</i> Stur	x		x
<i>Calamites (Stylocalamites) suckowi</i> Brongniart	x	x	
<i>Calamites (Stylocalamites) cf. suckowi</i> Brongniart		x	
<i>Calamites (Stylocalamites) cf. cisti</i> Brongniart		x	
<i>Calamites (Stylocalamites) undulatus</i> Sternberg		x	x
<i>Calamites (Stylocalamites) cf. undulatus</i> Sternberg		x	x
<i>Calamites (Calamitina) sachsei</i> Stur	x		
<i>Calamites (Calamitina) schuetzeiformis</i> Kidston & Jongmans	x		
<i>Calamites</i> sp.	x	x	x
<i>Equisetites cf. hemingwayi</i> Kidston	x		
<i>Lepidodendron cf. aculeatum</i> Sternberg	x	x	
<i>Lepidodendron lycopodioides</i> Sternberg		x	
<i>Lepidodendron</i> sp.	x	x	x
<i>Lepidostrobus</i> sp.		x	
<i>Asolanus comptotaenia</i> Wood		x	
? <i>Asolanus</i> sp.			x
<i>Sigillaria boblayi</i> Brongniart	x		
<i>Sigillaria cf. boblayi</i> Brongniart	x		
<i>Sigillaria mamillaris</i> Brongniart	x		
<i>Sigillaria elegans</i> (Sternberg) Brongniart	x		
<i>Sigillaria</i> sp. (<i>Syringodendron</i> – <i>Rhytidolepis</i>)	x	x	x
<i>Sigillaria</i> sp.	x	x	
<i>Cyperites bicarinatus</i> Lindley & Hutton			x
<i>Stigmaria ficoides</i> (Sternberg) Brongniart		x	x
<i>Stigmaria ficoides</i> var. <i>undulata</i> Goeppert	x		
<i>Stigmaria cf. ficoides</i> (Sternberg) Brongniart	x		
<i>Pecopteris (Senftenbergia) cf. plumosa</i> (Artis) Brongniart		x	
<i>Pecopteris</i> sp.		x	
<i>Eusphenopteris</i> sp.		x	x
? <i>Mariopteris</i> sp.		x	
<i>Neuropteris tenuifolia</i> Schlotheim		x	x
<i>Neuropteris cf. heterophylla</i> Brongniart			x
<i>Neuropteris</i> sp.		x	x
? <i>Neuropteris</i> sp.		x	
<i>Linopteris neuropteroides</i> (Gutbier) Zeiller		x	
<i>Linopteris</i> sp. ali <i>Reticulopteris</i> sp.		x	
<i>Linopteris</i> sp.			x
<i>Trigonocarpus</i> sp.	x	x	x
? <i>Carpolithus</i> sp.	x		
<i>Noeggerathia</i> sp.			x
<i>Cordaites palmaeformis</i> (Goeppert)			x
<i>Cordaites principalis</i> (Germar)			x
<i>Cordaites cf. principalis</i> (Germar)		x	
<i>Cordaites</i> sp.	x	x	x
<i>Cordaicladus</i> sp.		x	
<i>Artisia approximata</i> Lindley & Hutton	x		
? <i>Artisia</i> sp.	x		

locally also limestone pebbles, quartz sandstone, siltstone and claystone. Based on the previous knowledge and detailed personal investigations Mlakar concluded that the Paleozoic sequence of the Sava Folds can be subdivided into three first order superposition units that may represent three formations, or three members of the same formation (Mlakar, 1987, 1994; Mlakar et al., 1993).

In the nineties of the former century several resounding overview papers were printed that opened new aspects of understanding the geologic structure of the Sava Folds and their structural importance at the contact between Southern Alps and External Dinarides. A novelty was contributed by Placer's work (Placer, 1999 a, b), in which he considered the Sava Folds in the triangle between the Periadriatic, Idrija and Central Hungarian tectonic zones.

The Ljubljana Castle Hill is the westernmost locality of fossil flora in the Sava Folds.

The presented plant assemblage from the Castle Hill is consistent with the general characteristics of the Euramerican flora. In it predominate articulates (*Calamites*) and pteridosperms (*Neuropteris*, *Linopteris*) in presence of rarer representatives of lycopsids (*Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Cyperites*) and gymnosperms (*Cordaites*). The studied assemblage in general resembles the fossil flora from previously known localities in the Sava Folds (Table 1). The list of flora from Ljubljana Castle Hill contains also an element that is new for the entire Sava Folds region, the *Cyperites bicarinatus* Lindley & Hutton. Important is also the renewed find of genus *Noeggerathia*, previously known from Carboniferous beds between the Castle Hill and Rudnik.

The age of the studied fossil plant assemblage from Castle Hill can be deduced from stratigraphic extension of individual species among which the species *Neuropteris tenuifolia*, *Neuropteris* cf. *heterophylla* and *Cordaites palmaeformis* occur only in Westphalian. Presence of certain mesocalamites-like forms indicates the lower part of Westphalian. Two found calamites forms (*Calamites* (*Mesocalamites*) *roemeri* and *Calamites* (*Mesocalamites*) cf. *cistiiformis*) occur from Namurian B to lower part of Westphalian A.

In view of stratigraphic extension the entire assemblage can be attributed to the lower part of Westphalian A.

Literatura

- Hauer, F. v. 1851: Nachricht über die Sammlung in Laibach. – Mitt. Freunde Naturwiss., 7/4, 139–140. Wien.
- Kolar-Jurkovšek, T. & Jurkovšek, B. 1985: Nova nahajališča paleozojske flore v Posavskih gubah med Ljubljano in Litijo. – Razprave IV. Razr. SAZU, 26, 199–218, Ljubljana.
- Kolar-Jurkovšek, T. & Jurkovšek, B. 1986: Karbonska (westfalijska) makroflora iz Zavrstnika. – Rud.-metal. zbor., 33/1–2, 3–34, Ljubljana.
- Kolar-Jurkovšek, T. & Jurkovšek, B. 1990: Karbonska makroflora med Jančami in Polšnikom v Posavskih gubah. – Rud.-metal. zbor., 37/3, 367–389, Ljubljana.
- Kolar-Jurkovšek, T. & Jurkovšek, B. 2002a: Karbonski gozd. Karbonske plasti z rastlinskimi fosili pri Ljubljani. – Geološki zavod Slovenije, 191 str., Ljubljana.
- Kolar-Jurkovšek, T. & Jurkovšek, B. 2002b: Rastlinski fosili v karbonskih plasteh na trasi avtoceste pri Bizoviku. – Geologija, 45/2, 433–438, Ljubljana.
- Kolar-Jurkovšek, T. & Jurkovšek, B. 2004: Carboniferous flora of central Slovenia. – V: 32nd International Geological Congress, Florence, Italy, August 20–28, Florence.
- Kossmat, F. 1913: Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. – Mitt. Geol. Ges., 6, 61–165, Wien.
- Lipold, M. V. 1857: Bericht über die geologischen Aufnahmen in Oberkrain im Jahre 1856. – Jb. geol. R.-A., 8, 205–234, Wien.
- Lipold, M. V. 1858: Bericht über die geologischen Aufnahmen in Unter-Krain im Jahre 1857. – Jb. geol. R.-A., 257–276, Wien.
- Mlakar, I. 1987: Prispevek k poznavanju geološke zgradbe Posavskih gub in njihovega južnega obrobja. – Geologija, 28/29 (1985/86), 157–182, Ljubljana.
- Mlakar, I. 1994: O problematiki Litijskega rudnega polja. – Geologija, 36 (1993), 249–338, Ljubljana.
- Mlakar, I., Skaberne, D. & Drovenik, M. 1993: O geološki zgradbi in orudenju v karbonskih kameninah severno od Litije. – Geologija, 35 (1992), 229–236, Ljubljana.
- Morlot, A.v. 1850: Über die geologischen Verhältnisse von Oberkrain. – Jb. Geol. R.-A., 389–411, Wien.
- Placer, L. 1999a: Structural meaning of the Sava folds. – Geologija, 41 (1998), 191–221, Ljubljana.
- Placer, L. 1999b: Contribution to the macro-tectonic subdivision of the border region between Southern Alps and External Dinarides. – Geologija, 41 (1998), 223–255, Ljubljana.

Tabela 1. Primerjava karbonske flore v raziskanih nahajališčih Posavskih gub.

Table 1. Comparison of Carboniferous flora in investigated localities of Sava Folds.

Premru, U. 1983: Tolmač za list Ljubljana. Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. – Zvezni geološki zavod, 75 str., Beograd.

Rakovec, I. 1932: H geologiji Ljubljane in njene okolice. – Geogr. vest. 8/1–4, 38–70, Ljubljana.

Tornquist, A. 1929: Die Blei-Zinklagestätte der Savefalten vom Typus Litija (Littai). – Berg und Hüttenmann. Jb., 77/1, 1–28, Wien.

Winkler, A. 1923: Über den Bau der östlichen Südalpen. – Mitt. Geol. Ges., 16, 1–272, Wien.