



ISSN 1840 0299



RUDARSKO - - GEOLOŠKI GLASNIK



20



MOSTAR, PROSINAC 2016.

Jasenka Sremac, Alojz Filipović, Vladimir Bermanec i Marina Janjetić

NOVI NALAZI MOČVARNOG ČEMPRESA: *GLYPTOSTROBUS EUROPAEUS* (BRONGNIART) UNGER U MIOCENSKIM NASLAGAMA KAKNJA

Ključne riječi: močvarni čempres, miocen, ugljen, Srednjobosanski bazen

SAŽETAK

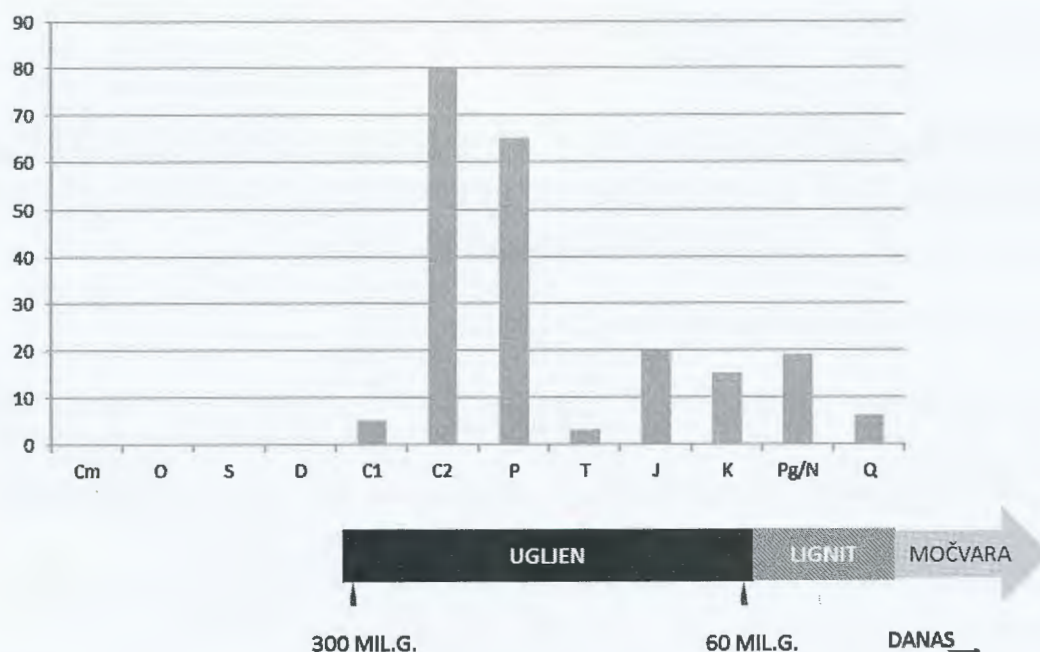
Žučkasti i sivi lapori s proslojcima smeđeg ugljena u okolici Kaknja sadrže brojne karbonizirane ostatke fosilnih čempresovki, uz rijetke, djelomice sačuvane, listove kritosjemenjača. Većina ostataka pripada vrsti *Glyptostrobis europaeus*, koja je fosilno poznata od perioda krede, a tijekom kenozoika je bila rasprostranjena po močvarnim staništima diljem Europe, Azije i Sjeverne Amerike. Velik dio smeđih ugljena oligocenske i miocenske starosti nastao je od ove biljke, pa tako i ugljeni Srednjobosanskog ugljenog bazena. Novi nalazi omogućuju detaljan uvid u građu grančica, listova i češera ove biljke.

UVOD

Drvenaste biljke svoj su prvi veliki procvat doživjele u periodu karbona. Od tada, pa do danas, kroz milijune godina geološke prošlosti izmjenjivala su se topla i hladna, vlažna i sušna razdoblja. U močvarama, deltama i poplavnim ravninama rasle su posebno prilagođene stablašice, od kojih su, procesom karbonizacije, nastajali ugljeni.

Najveće zalihe ugljena na Zemlji nastale su tijekom paleozojske ere, najviše u periodima karbona i perma (slika 1). Ugljen je u tom periodu nastao od drvolikih papratnjača i primitivnih sjemenjača. Mezozojski i kenozojski ugljeni su daleko manje zastupljeni, a ishodišne biljke su se mijenjale, u skladu s globalnim promjenama megaflore. Osobito je malo ugljena nastalo u periodu trijasa (slika 1), kad je na Zemlji vladala sušna i vruća klima. Kenozojski su ugljeni uglavnom niže kvalitete i energetske vrijednosti od paleozojskih i mezozojskih (slika 1), no ima ih diljem svijeta, a njihov se postanak najviše veže za paleogen (osobito oligocen) i miocen.

Kenozojski ugljeni u velikom postotku potječu od golosjemenjača, među kojima prednjače močvarni čempresi. Jedna od glavnih ugljenotvornih biljaka u to je doba bio močvarni čempres *Glyptostrobis europaeus* (Brongniart) Unger, čiji su ostatci zabilježeni u ugljonosnim naslagama na velikom broju lokaliteta



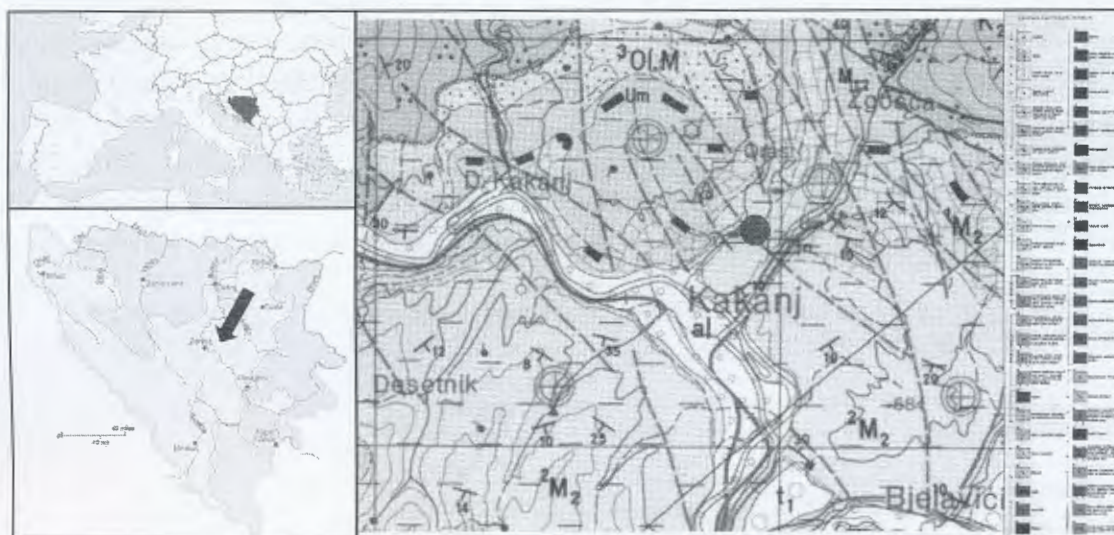
Slika 1. Pregled količine ugljena različite starosti nađenih na Zemlji. Najveće su zalihe gornjokarbonske, pa zatim permske starosti. Nakon "ugljenog jaza" u trijasu, stvaranje ugljena se obnavlja, da bi se u vrijeme kvartarne oledbe ponovno smanjilo. Kvaliteta ugljena raste s trajanjem procesa karbonizacije. Prilagođeno prema <http://earthsci.org/mineral/energy/coal/coal.htm> i http://www.bertrandbarre.com/diffenergie_en_coal.htm, studeni 2016.

MATERIJALI I METODE

Tijekom terenskih istraživanja miocenskih naslaga sjeverno od Kaknja (sika 2) prikupljeno je dvadesetšest uzoraka lapora s karboniziranim biljnim ostacima.

Uzorci su oprani i očišćeni u laboratoriju i fotografirani digitalnim fotoaparatom SONY HX 400 V. Detalji su snimljeni pod stereomikroskopom Olympus SZX10, prilagođenim fotoaparatom Canon EOS 1100D.

Biljni makrofosili su determinirani na temelju dostupne literature (Engelhardt, 1901; Kovar-Eder et al., 2004; Császár et al., 2009; Akkiraz, 2011; Holy et al., 2012; Barron et al., 2014).



Slika 2. Položajna karta nalazišta močvarnog čempresa u okolici Kaknja. Lokalitet je označen na isječku iz osnovne geološke karte L34-133 Vareš, 1:100000 (Olujčić et al., 1978).

MOČVARNI ČEMPRES *GLYPTOSTROBUS*

Phylum: Pinophyta Reveal 1996

Classis: Pinopsida Burnett 1833

Ordo: Pinales Dumortier 1829

Familia: Cupressaceae Richard ex Bartling 1830

Čempresovke (Cupressaceae) su najraznolikija familija među svim četinjačama. Razvile su se od zajedničkog pretka tijekom trijasa i isprva su bile ovisne o vlažnim okolišima, no za vrijeme i nakon oligocena prilagodile su se i sušnim staništima i razvile ljuskave listove (Pittermann et al., 2012).

Genus: *Glyptostrobus* Endlicher 1847

Glyptostrobus je jedan od sedam monospecifičkih rodova močvarnih čempresa (po starijim klasifikacijama familija taksodijaceje), koji su danas po srodnosti pridruženi drugim čempresovkama. Naziv roda potječe od grčkih riječi: *glyptos* (=oblikovan, izrezbaren) i *strobilus* (= češer).

Fosilne ostatke roda *Glyptostrobus* prvi je prikupio Brongniart (1833) iz miocenskih naslaga Grčke, no fosilne ostatke listova i češera opisao je pod nazivom *Taxodium europaeum*. Rod *Glyptostrobus* uspostavio je Endlicher (1847), koji tada novom rodu nije pridružio Brongniartove primjerke. Njihovu pripadnost rodu *Glyptostrobus* prepoznao je tek Unger (1850).

Grančice gliptostrobusa su dimorfne te razlikujemo jednogodišnje i višegodišnje. Višegodišnje ostaju zelene nekoliko godina, a sadrže bijele žilice koje, približavanjem bazi lista, prelaze u brazde i žljebove. Jednogodišnje su kratke i nikad ne nose češere. Listovi su igličasti, spiralni i trimorfni s paralelnom nervaturom (Janjetić, 2014).

Rod se prvi puta pojavio u donjoj kredi, prije 100 do 110 milijuna godina. Predstavnici roda *Glyptostrobus* (slika 3) su kroz prošlost nastanjivali nizinske močvare, poplavne ravnice i riječne delte. Bili su dobro adaptirani na raznovrsna tla riječnih poplavnih ravnica, delta te uzvisina do 1980 m nadmorske visine. Kako se čini, bili su su heliofilni te netolerantni na slane i alkalne okoliše. Međutim, uvjeti u kojima danas rastu, nisu indikator okoliša u kojima su prije rasli, što je vidljivo iz mjesta pronalazaka fosilnih ostataka. Poznata je samo jedna živuća vrsta, *Glyptostrobus pensilis* (slika 3 A,B), koja tvori male populacije na ograničenim područjima u Južnom Vijetnamu i jugoistočnoj Kini (Farjon, 2005; LePage, 2007) i smatra se ugroženom vrstom.

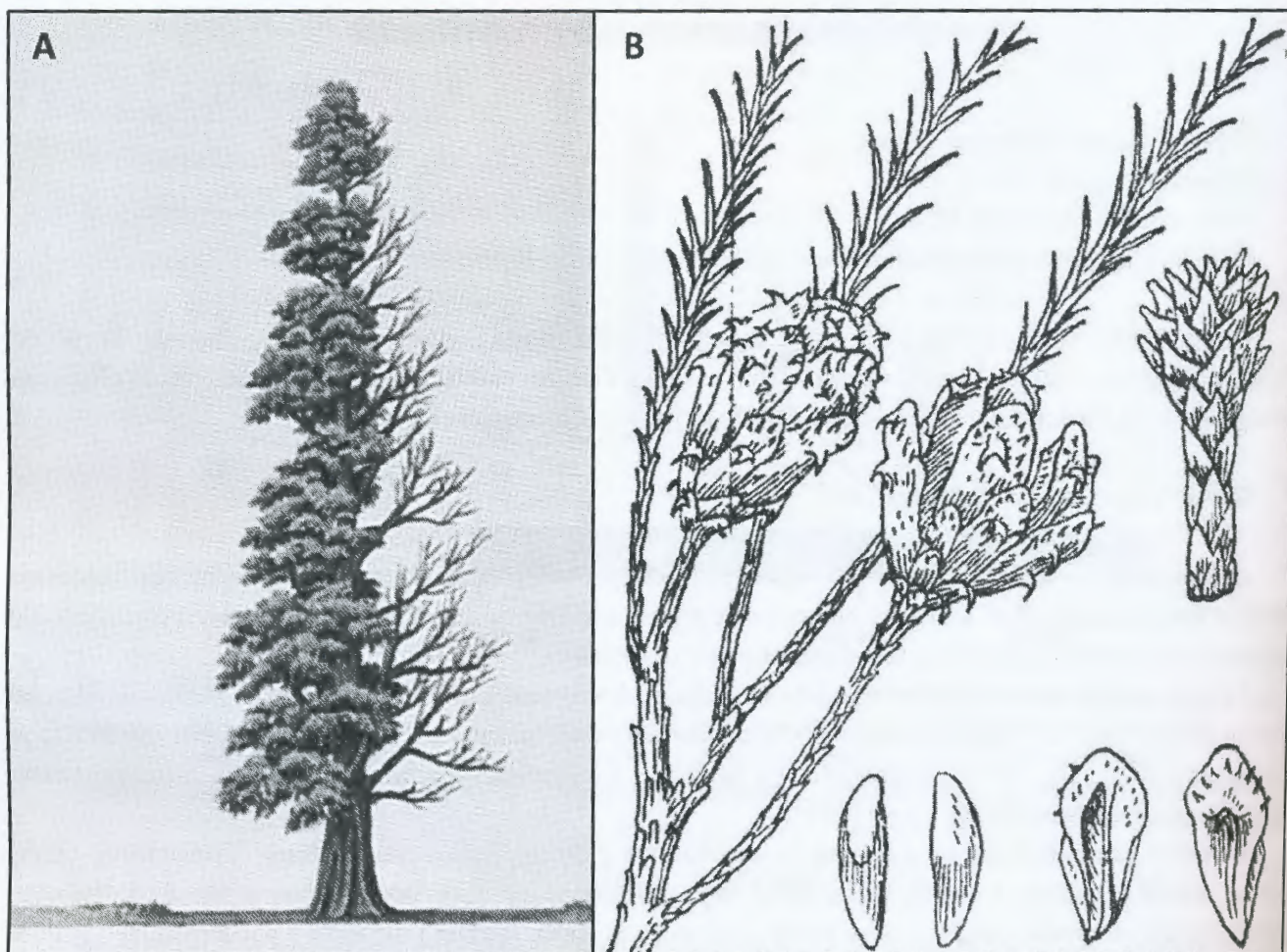
Glyptostrobus pensilis (Staunton ex D. Don) K. Koch

2005. *Glyptostrobus pensili*, Schulz et al., str. 100

2007. *Glyptostrobus pensilis* LePage, str. 384-385.

Današnji kineski močvarni čempres može narasti do 30 m u visinu (slika 3A), s promjerom debla 60-70 cm (najviše do 1 m). Igličasti do srpasti listovi su raspoređeni spiralno i ujesen otpadaju. Češeri imaju oblik kruške, a pri otvaranju ispuštaju krilate sjemenke (Schulz et al., 2005; Schulz & Stützel, 2007) (slika 3B).

Raste u nizinskim močvarama, poplavnim ravnicama i riječnim deltama jugoistočne Azije, ponekad u vodi dubokoj do 60 cm (Farjon, 2005; LePage, 2007). Vrsta ujesen odbacuje lišće, traži svjetla staništa te slabo podnosi kompeticiju, slana ili alkalna tla i vode. Nadmorske visine na kojima je zabilježena variraju od 0 do 1980 m (Farjon, 2005; LePage, 2007).



Slika 3. Izgled stabla vrste *Glyptostrobus pensilis* (A) i građa grančica, češera i sjemenki (B).
 (https://dendrome.ucdavis.edu/treegenes/species/species_detail.php?id=336;
http://www.zhiwutong.com/dan_tu/10/8723.htm; studeni 2016).

Stanište gliptostrobusa nalazi se u pojasu tropske monsunske klime, sa srednjom godišnjom temperaturom od 20-23°C i godišnjom precipitacijom od 1300 do 1800 mm, no fosilni predstavnici roda mogli su živjeti u daleko većem rasponu klimatskih uvjeta, što im je omogućilo da opstanu kroz vrlo dugo geološko razdoblje, od krede do danas. Eksperimentalno je dokazano da i današnji gliptostrobusi mogu podnijeti temperature do -20°C, a da se ne smrznju.

Species: *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Unger (1833)

1833. *Taxodium europaeum*, Brongniart, str. 168-176.

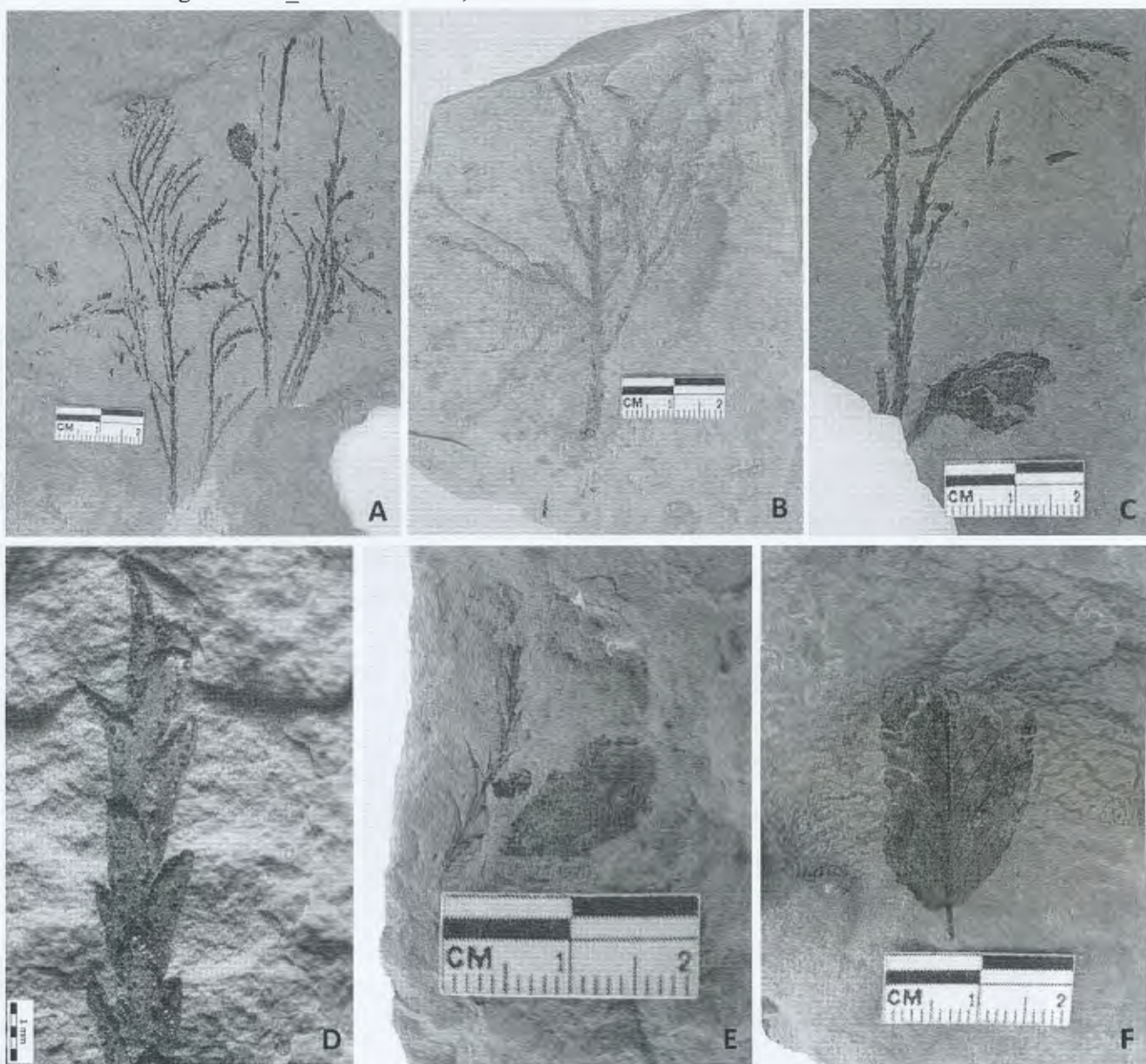
1850. *Glyptostrobus europaeus*, Unger, str. 434-435.

Izumrla vrsta roda *Glyptostrobus*, čiji se fosili mogu naći diljem sjeverne hemisfere. Vrsta je sezonski odbacivala grančice s listovima. Vrsta ima tri tipa listova: ljuskave (kupresoidne) (slika 4A-D), igličaste (kriptomeroidne) (slika 4E) i izdužene (taksodioidne), spiralno rapoređene na stablu. Ženski češeri imaju kruškolik oblik, a mogu narasti do 2 cm dužine i 1 cm širine (slike 4C i 6C). Sastoje se od drvenastih ljuski grubo trokutastog oblika, koje se međusobno preklapaju, a smješteni su terminalno na ljuskavim ograncima. Muški češeri su mali, kuglastog oblika, promjera do 3 mm. Vrsta je prvi puta zabilježena u donjoj kredi (aptij).

Tijekom paleogena i neogena raširila se po sjevernoj hemisferi, a nestala je za vrijeme pleistocenske oledbe (LePage, 2007 i literatura citirana u tom radu; http://fossilworks.org/bridge.pl?a=taxonInfo&taxon_no=55252

https://dendrome.ucdavis.edu/treegenes/species/species_detail.php?id=336;

http://www.zhiwutong.com/dan_tu/10/8723.htm ; studeni 2016.



Slika 4. Fosilna flora iz okolice Kakanja prikupljena u ovom istraživanju. Prevladavaju fosilne grančice čempresovki u različitim stupnju sačuvanja. Grančice s muškim češerom prikazane na slici A dijelom su oštećene tijekom subrecentnih dijagenetskih procesa. Uzorak na slici B sigurno pripada gliptostrobusu, iako stupanj sačuvanja nije najbolji. Najljepši primjerak grančice sa češerom prikazan je na slici C. Na detalju grančice snimljenim pod mikroskopom (slika D) vide se tamne mrljice nastale uslijed bakterijske aktivnosti tijekom fosilizacije. Na slici E vidljiv je otisak češera, no na lijevoj se strani dobro vidi vršni dio grančice gliptostrobusa (kao na slici 3B), koji se općenito puno rjeđe sačuva od baznih ogranaka. Na slici F vidljiv je bazni dio lista kritosjemenjače iz reda Fagales. Makrofotografije snimio R. Drempetić; mikrofotografija: J. Sremac.

RASPRAVA

ULOGA GLIPTOSTROBUSA I DRUGIH ČEMPRESOVKI U POSTANKU UGLJENA

S obzirom na odabir prirodnih staništa, kao i debela, visoka stabla, močvarni su čempresi dobar ishodišni materijal za postanak ugljena. Uz gliptostrobuse, u stvaranju paleogenskih i neogenskih ugljena su sudjelovale i druge vrste četinjača, najviše močvarnih i drugih čempresovki (npr. rod *Taxodium*, *Quasisequoia*, *Metasequoia*, *Sequoia*), zajedno s rodом *Doliosrobis* (Miner, 1935; Bechtel et al., 2008; Császár et al., 2009; Kvaček, 2010; Akkiraz, 2011; Stefanova et al., 2013).

Radi dubine zakapanja ovi su ugljeni niže energetske vrijednosti od starijih ugljena, pa je najčešće riječ o lignitu ili smeđem ugljenu (slika 1).

BIOGEOGRAFSKA RASPROSTRANJENOST GLIPTOSTROBUSA U MIOCENU I DANAS

Rod *Glyptostrobus* bio je širom rasprostranjen na sjevernoj hemisferi od donje krede do pleistocena (LePage, 2007), što su mu omogućili kopneni mostovi između Euroazije i Sjeverne Amerike, Sjeverne Amerike i Azije, te, od oligocena dalje, i između Euroazije i Azije, uspostavljeni u vrijeme globalnih regresija ili globalnih tektonskih događaja.



Slika 5. Shematski prikaz glavnih područja rasprostranjenosti gliptostrobusa (eliptična polja) na sjevernoj hemisferi sredinom miocena (LePage, 2007) i danas. Položaj Kakanja je označen strelicom. Paleogeografska baza prema R. Blakey (<http://jan.ucc.nau.edu/rcb7/globaltext2.html>, studeni 2016).

Maksimum geografske rasprostranjenosti rod je postigao krajem paleocena i početkom eocena, kada je rastao na vlažnim nizinskim ravnicama od 30° do 80° sjeverne geografske širine (LePage, 2007). Prije oko 34

milijuna godina, na granici eocena i oligocena, došlo je do velikog globalnog zahladnjenja, koje je uzrokovalo izumiranje 25% – 40% rodova koji su do tada obitavali na području Europe, zapadne Sjeverne Amerike i Aljaske. Rod *Glyptostrobus* zadržao se na području Kazahstana i zapadnog Sibira, kao dio Turgajske flore, koja se sastojala od rodova *Glyptostrobus*, *Sequoia*, *Metasequoia* i *Taxodium*. Smatra se da je na ovo područje došao širenjem zapadno, odnosno istočno od Azije.

U donjem miocenu, došlo je do stvaranja Istočnog Antarktičkog ledenog pokrova koji je zahvatio područje sjeverne hemisfere. Klima je postala hladnija i aridnija, što nije odgovaralo rodu *Glyptostrobus*. Kao odgovor na klimatske promjene, *Glyptostrobus* je migrirao južnije. Osim klimatskih promjena, kao razlog njegove migracije, spominje se i naglo širenje skupine *Pinaceae*. Tijekom kasnog donjeg miocena (slika 5), došlo je do migracije Turgajske flore u hladnije i aridnije područje. Rod *Glyptostrobus* je za vrijeme gornjeg miocena nestao s područja Kazahstana i zapadnog Sibira, ali je zato nastanjivao veliki dio Europe, Japan te središnju Aziju i Sjevernu Ameriku (LePage, 2007; Janjetić, 2014).

Iz razdoblja miocena, poznato je nekoliko lokacija s fosilima gliptostrobusa diljem svijeta, i to jedna u Azerbajdžanu, Japanu i Švicarskoj, pedesetdevet u Njemačkoj, dvije u Poljskoj, devet u Rusiji te tri u Sjedinjenim Američkim Državama. Na granici miocena i pliocena, pronađeni su samo na četiri lokacije u Japanu te jednoj u Francuskoj i Njemačkoj. (fossilworks.org; Janjetić, 2014).

MIOCENSKA NALAZIŠTA GLIPTOSTROBUSA U EUROPI

DONJI DO SREDNJI MIOCEN

Allonisos, Eubeja, Lemnos (Grčka)

Donjomiocenske naslage u Grčkoj na nekoliko mjesta sadrže ostatke vrste *Glyptostrobus europaeus*, uz bogatu popratnu faunu, u kojoj prevladavaju kritosjemenjače prilagođene na klimu mediteranskog tipa, sa sušnim ljetima. Iz ovog područja potječe i prvi nađeni fosil gliptostrobusa (Brongniart, 1833; Velitzelos et al., 2014). Na nekim su mjestima gliptostrobusi nađeni zajedno s ostatcima sekvoja (Velitzelos et al., 2014).

Crnika, otok Pag (Hrvatska)

Fosilnu floru iz miocenskih ugljena otoka Paga prvi spominje Radimsky (1877 a,b), a četinjače određuje Engelhardt (1901) kao *Taxodium distichum miocenicum*, *Glyptostrobus europaeus*, *Sequoia langsdorfi* i *Pinus holothana*, uz koje se pojavljuje i kritosjemenjača *Myrica lignitum* (iz Bulić & Jurišić–Polšak, 2009).

Poljanska (Hrvatska)

Laminirani pjeskoviti lapori na južnim obrocima Papuka sadrže ostatke fosilne flore, pretežito kritosjemenjača, no nađene su i četinjače *Glyptostrobus* sp., *Pinus vukasoviciana* i *Pinus* sp. Starost im je određena kao donji miocen, a okoliš kao jezersko-riječni (Grganić-Vrdoljak et al., 2012).

Bilina, Záhoří kraj Žateca (Bazen Most, Češka)

Brojne biljne svojte, od kojih dvije vrste konifera, *Glyptostrobus europaeus* i *Quasisequoia couttsiae* (Heer) Kunzmann, nađene su u prahovitim glinenjacima donjomiocenske starosti. Vegetacija je definirana kao umjerena riparijska šuma s dominacijom listopadnih svojti u vlažnom staništu. Starost je određena kao donji miocen. Zanimljiva je i popratna fauna kukaca i riba (Teodoridis, 2003; Kvaček et al., 2004; Teodoridis & Sakala, 2008).

Hrádek nad Nisou (SZ Češka)

Bogata flora sadrži paprati, četinjače (među kojima i *Glyptostrobus europaeus*) i raznolike kritosjemenjače. Starost nalazišta je donji miocen. Vegetacija je opisana kao širokolisna vazdazelena šuma (prema IPR vegetacijskoj analizi). Srednja godišnja temperatura procijenjena je na 14,2°C, a precipitacija na 1146 mm, slično kao na lokalitetima Wackersdorf, Wiesa i Berzdorf u Njemačkoj, odnosno Mydlovary u južnoj Bohemiji (Holý et al., 2012).

Parschlug (Štajerska, Austrija)

Poznato nalazište miocenske flore (karpat-rani baden). Na njemu je nađeno ukupno 60 biljnih vrsta, od kojih 4 paprati, 5 konifera (među kojima i *Glyptostrobus europaeus*) i više od 59 vrsta kritosjemenjača. Mezofitski elementi prevladavaju u odnosu na azonalne drvenaste biljke. Subhumidne, sklerofilne drvenaste biljke su zastupljene u najvećem broju. Klima je procijenjena kao sušnija umjereno topla do suptropska, za razliku od nešto starijih i nešto mlađih flora (Kovar-Eder et al., 2004).

Büyük Menderes Graben (JZ Turska)

Ugljenonosno polje pripada po starosti donjem do srednjem miocenu. Naslage su dominantno muljnjaci do lapori, s rijetkim krupnozrnatim klastitima, a okoliš taloženja jezerski. Na temelju analize peludi zaključeno je da dominira miješana mezofitska šuma s hrastovima, borovima i čempresovkama (uključujući i *Glyptostrobus europaeus*), a ima i zeljastih biljaka. Srednja godišnja temperatura procijenjena je na 14°C, a precipitacija na više od 1000 mm. Ukupna procjena klime je stabilna umjereno topla s velikom količinom oborine (Akkiraz, 2011).

GORNJI MIOCEN

Vegora, Prosilio i Lava (Grčka)

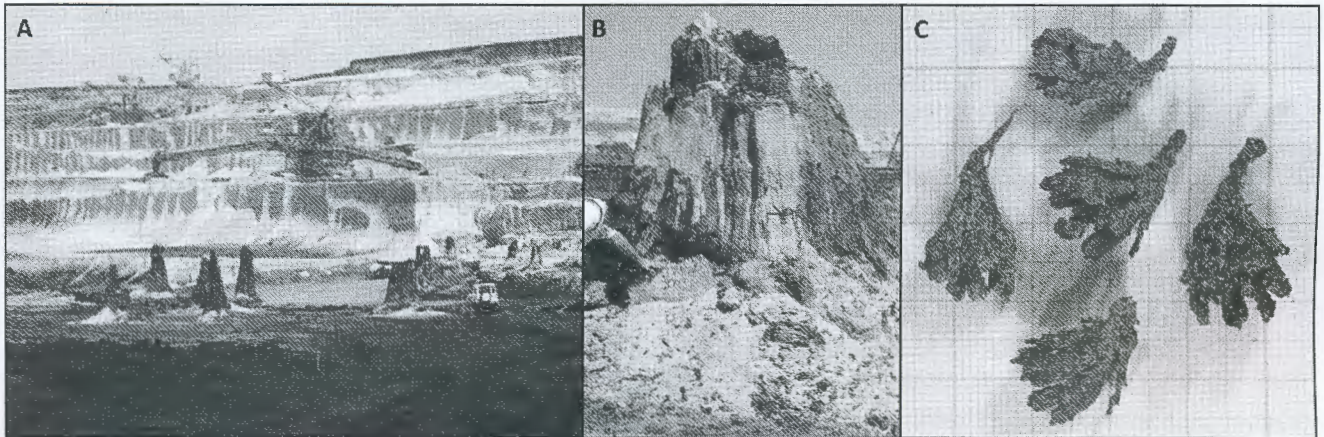
Močvarni su čempresi bili česti tijekom gornjega miocena na području današnje Grčke i nađeni su na nizu nalazišta. Ponekad se pojavljuju zajedno sa sekvojama i taksodijima. Popratna je flora izrazito raznolika i sadrži vrlo raznolike kritosjemenjače (Velitzelos et al., 2014).

La Cerdanya Bazen (Istočni Pirineji, Španjolska)

Jezerski diatomiti gornjomiocenske starosti obiluju raznolikom fosilnom florom. Na 12 izdanaka prikupljeno je 165 vrsta, a nađeni su uglavnom otisci listova i karbonizirani listovi. Dominiraju konifere i širokolisne kritosjemenjače. Primjećuje se sličnost sa sjevernom Grčkom, sjevernom Italijom, centralnom i istočnom Francuskom. *G. europaeus* je zastupljen grančicama i listovima (Barrón et al., 2014).

Bükkábrány (Mađarska)

Fosilna šuma u položaju rasta otkrivena je u rudniku lignita, sa 16 uspravnih debala sekvoja visokih do 6 m (slika 6. A,B). Po starosti pripada gornjem miocenu (panonu), a sačuvala se naglim zatrpavanjem pijeskom, koji je u delti odložila rijeka u jezero Panon tijekom podizanja njegove razine. Klima je procijenjena kao umjereno topla, sa srednjom godišnjom temperaturom od 15°C i precipitacijom od 1000 mm (Bruch et al., 2006; preuzeto iz Császár et al., 2009). Preostala nađena flora je male raznolikosti. Od gliptostrobusa sačuvani su grančice, listovi, češeri i sjemenke, a upravo je *G. europaeus* najčešća vrsta na nalazištu. Posebno su zanimljivi trodimenzionalno sačuvani češeri (slika 6 C) (Császár et al., 2009).



Slika 6. Donji dio stabala sekvoja sačuvan u poziciji rasta (A), deblo zatrpano fino-zrnatim pješčjenjakom (B) i češeri vrste *G. europaeus* (mjerilo 1 cm) (C) iz rudnika Bükkábrány (Császár et al., 2009: str. 127-128).

ZAKLJUČAK

Miocenske ugljonošne naslage na širem području Kaknja sadrže brojne fosilne ostatke močvarnog čempresa. Sačuvane su grančice i češeri, uz rijetke ostatke kritosjemenjača.

Rod *Glyptostrobus* je tijekom svoje duge povijesti nastanjivao većinu sjeverne hemisfere, obuhvaćajući okoliše sve od polarnih područja pa do ekvatorijalnih. Široki raspon klimatskih uvjeta u kojima je živio ukazuje nam na njegovu fleksibilnost i rezistentnost na ekstremne uvjete, kao i dinamičan tijek njegovog kretanja. Zahvaljujući močvarnim okolišima u kojima je obitavao, danas je dostupan veliki broj fosila koji nam mogu svjedočiti o njegovoj prošlosti. Vrhunac razvoja doživio je tijekom miocena kada je predstavljao biostratigrafski indikator za sjevernu hemisferu, dok ga je danas moguće pronaći tek na nekoliko lokaliteta u Kini i sjevernom Vijetnamu.

Prepoznavanje makrofosila močvarnih čempresa na terenu, kao i palinološke analize u laboratorijima, mogu doprinijeti otkrivanju novih i boljoj eksploataciji već poznatih ugljenih rezervi.

LITERATURA

- Akkiraz, M. S. (2011): Vegetation and climate in the Miocene deposits of southern side of the Büyük Menderes Graben, Şahinali-2 core, SW Turkey. *Bulletin of Geosciences* 86/4, 859–878. DOI 10.3140/bull.geosci.1267.
- Barrón, E., Postigo-Mijarra, J. M. & Diéguez, C. (2014): The late Miocene macroflora of the La Cerdanya Basin (Eastern Pyrenees, Spain): towards a synthesis. *Palaeontographica Abt. B*, 291/1-6, 85–129.
- Bechtel, A., Gratzner, R., Sachsenhofer, R. F., Gusterhuber, J., Lücke, A. & Püttmann, W. (2008): Biomarker and carbon isotope variation in coal and fossil wood of Central Europe through the Cenozoic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 262, 166–175, doi:10.1016/j.palaeo.2008.03.005.
- Brongniart, A. (1933): Notice sur une Conifère fossile du terrain d'eau douce de l'île d'Iliodroma. *Ann. Sci. Nat.*, 30, 168–176.
- Bruch, A. A., Utescher, T., Mosbrugger, V. & NECLIME members (2011): Precipitation patterns in the Miocene of Central Europe and the development of continentality. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 304, 201–211.
- Bulić, J. & Jurišić – Polšak, Z. (2009): Macropaleontology and stratigraphy of lacustrine Miocene deposits at Crnika beach on the Island of Pag (Croatia). *Geol. Croat.*, 62/3, 135–155.

- Császár et al. (2009): A possible Late Miocene fossil forest PaleoPark in Hungary. *Carnets de Géologie* (CG2009_B03). Poglavlje 11.
- Endlicher, S. (1847): *Synopsis Coniferarum*. Sangalli: Apud Scheitlin & Zollikofer, 368 str.
- Engelhardt, H. (1901): Prilog poznavanju tercijarne flore najšire okoline Donje Tuzle u Bosni.– *Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini*, 13/4, 473–525.
- Farjon, A. (2005): *A Monograph of Cupressaceae and Sciadopitys*. Kew Publ., Royal Botanic Gardens, 643 str.
- Holý, F. (2012): A review of the early Miocene mastixoid flora of the Kristina mine at Hrádek nad Nisou in North Bohemia (Czech Republic). *Acta Mus. Nat. Pragae, Ser. B Hist Nat.*, 68/3-4, 53–118.
- Janjetić, M. (2014): Močvarni čempres (*Glyptostrobus*) od krede do danas. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, 18 str.
- Kovar-Eder, J. (2003): Vegetation dynamics in Europe during the Neogene. U: Reumer, J. W. F. & Wessels, W. (eds): *Distribution and migration of Tertiary mammals in Eurasia. A volume in honour of Hand de Bruijn*. *Deinsea* 10, 373–392.
- Kovar-Eder, J., Kvaček, Z. & Ströbitzer-Hermann, M. (2004): The Miocene Flora of Parschlug (Styria, Austria) – Revision and Synthesis. *Ann Naturhist. Mus. Wien*, 105 A, 45–159.
- Kvaček, Z. (2010): Forest flora and vegetation of the European early Palaeogene – a review. *Bulletin of Geosciences* 85/1, 63–76. DOI 10.3140/bull.geosci.1146.
- Kvaček, Z., Böhme, M., Dvořák, Z., Konzalová, M., Mach, K., Prokop, J. & Rajchl, M. (2004): Early Miocene freshwater and swamp ecosystems of the Most Basin (northern Bohemia) with particular reference to the Bílina Mine section. *Journal of the Czech Geological Society*, 49/1-2, 1–90.
- Lepage, B.A. (2007): The Taxonomy and Biogeographic History of *Glyptostrobus* Endlicher (Cupressaceae). *Bull. Peabody Mus. Nat. Hist.*, 48/2, 359–426.
- Miner, E. L. (1935): Paleobotanical examinations of Cretaceous and Tertiary coals. *The American Midland Naturalist*, 16/4, 585–625. DOI: 10.2307/2419854.
- Olujić, J., Pamić, O., Pamić, J., Milojević, R., Veljković, D. & Kapeler, I. (1978): Osnovna geološka karta, List Vareš L34-133, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Olujić, J., Pamić, O., Pamić, J., Milojević, R., Veljković, D. & Kapeler, I. (1978): Tumač osnovne geološke karte, List Vareš L34-133, 68 str. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Pittermann, J., Stuart, S.A., Dawson, T.E. & Moreau, A. (2012): Cenozoic climate change shaped the evolutionary ecophysiology of the Cupressaceae conifers. *PNAS*, 109/24, 9647–9652. DOI: 10.1073/pnas.1114378109.
- Radimsky, O. (1877a): Das Lignitvorkommen auf der Insel Pago. *Verh. Geol. R.A.*, H 6, 95–9, Wien.
- Radimsky, O. (1877b): Uber den geologischen Bau der Insel Pago. *Verh. geol. R.A.*, 11, 181–183.
- Schulz, C., Knopf, P. & Stützel, Th. (2005): Identification key to the Cypress family (Cupressaceae). *Feddes Repertorium*, 116/1-2, 96–146. DOI: 10.1002/fedr.200411062.
- Schulz, C. & Stützel, Th. (2007): Evolution of taxodiaceous Cupressaceae (Coniferopsida). *Organisms, Diversity & Evolution*, 7, 124–135. DOI:10.1016/j.ode.2006.03.001.
- Stefanova, M., Kortenski, J., Zdravkov, A. & Marinov, S. (2013): Paleoenvironmental settings of the Sofia lignite basin: Insights from coal petrography and molecular indicators. *International Journal of Coal Geology*, 107, 45–61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coal.2012.09.014>.
- Stockey, R. A., Kvaček, J., Hill, R. S., Rothwell, G. W. & Kvaček, Z. (2005): The fossil record of Cupressaceae s. lat. U: Farjon, A. (ur.): *A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys*. Royal Botanic Gardens, Kew, U.K. 54–68.
- Unger, F. (1850): Die Gattung *Glyptostrobus* in der Tertiär-Formation. *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademien der Wissenschaften in Wien, Math.-Nat. Classe*, 5, 434–435.
- Velitzelos, D., Bouchal, J. M. & Denk, T. (2014): Review of the Cenozoic floras and vegetation of Greece. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 204, 56–117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.revpalbo.2014.02.006>

- Teodoridis, V. (2003): Tertiary flora and vegetation of the locality Záhohří near Žatec (Most Basin, Czech Republic). *Bulletin of Geosciences*, 78/3, 261–276.
- Teodoridis, V. & Sakala, J. (2008): Early Miocene conifer macrofossilss from the Most Basin (Czech Republic). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 250/3, 287–312. DOI 10.1127/0077-7749/2008/0250-0287.

Mrežni izvori (pristupljeno u studenom 2016):

<http://botany.cz/en/glyptostrobus-europaeus/>

<http://earthsci.org/mineral/energy/coal/coal.htm>

http://fossilworks.org/bridge.pl?a=taxonInfo&taxon_no=55252

<http://jan.ucc.nau.edu/rcb7/globaltext2.html>

http://www.bertrandbarre.com/diffenergie_en_coal.htm

http://www.zhiwutong.com/dan_tu/10/8723.htm