

KATARINA BOTIĆ

DOI: 10.21857/90836cz65y

Izvorni znanstveni rad

Primljeno: 24.X.2022.

Prihvaćeno: 23.XI.2022.

APSOLUTNO DATIRANJE I REKONSTRUKCIJA ŠUMSKOG POKROVA RANOSREDNJOVJEKOVNIH NALAZIŠTA PODRAVINE

Tijekom višegodišnjih arheoloških istraživanja na nalazištima u okolici Torčeca, Virja i Hlebina u Podravini sustavno su prikupljeni uzorci drvenog ugljena iz konteksta naselja, metalurških radionica i radioničkog otpada. Prikupljeni uzorci korišteni su za radiokarbonske i antrakološke analize koje su provedene u sklopu projekta TRANSFER *Proizvodnja željeza uz rijeku Dravu u rimskom razdoblju i srednjem vijeku: Stvaranje i prijenos znanja, tehnologija i robe* (IP-06-2016-5047) financiranog od Hrvatske zaklade za znanost. Tako su datirane pojedine cjeline te identificirani rodovi i vrste drveta korišteni u pojedinim kontekstima i pojedinim arheološkim razdobljima. Dostupni radiokarbonski datumi iskorišteni su u izradi jednostavnog Bayesovog modela u tri faze: prijelaz kasne antike na rani srednji vijek, srednji vijek I i srednji vijek II, u kojima su grupirane relativno-kronološke faze Torčec I–IV. U naseobinskim kontekstima antrakološkim analizama identificiran je veći broj korištenih svojti, vjerojatno za gradnju kuća, grijanje i izradu namještaja ili manjih predmeta za svakodnevnu uporabu. U radioničkim kontekstima broj korištenih svojti je manji. Dokumentirana je promjena u korištenju svojti tijekom vremena. Iako hrast (*Quercus*) prevladava u svim razdobljima, njegova se upotreba od 10. st. smanjuje.

Ključne riječi: Podravina, rani srednji vijek, AMS radiokarbonsko datiranje, antrakološke analize, svojte drveta / *Key words: Drava River Valley, Early Middle Ages, AMS radiocarbon dating, anthracological analyses, wood taxa*

Uvod

Arheološka istraživanja ranosrednjovjekovnih nalazišta u Podravini, provedena tijekom dva desetljeća, započela su na mikrolokacijama oko Torčeca 2002. godine (2002.–2008.: Prečno pole I, Blaževo pole 6, Ledine, Pod Gucak i Rudičevo; Sekelj Ivančan 2010: 26, Fig. 3) te su nastavljena na položajima oko Virja (2008.–2014.: Volarski Breg i Sušine) i Hlebina (2016.–2018.: Velike Hlebine i Dedanovice) (**Karta 1**).¹ Sva su istraživanja pratila preliminarne objave rezultata (Sekelj Ivančan 2001; 2005a; 2005b; 2006; 2008a; 2008b; 2009a; 2009b; 2011; 2013; 2014a; 2014b; 2015; 2017a; 2017b; 2018; 2019a; 2019b;

1 Znanstvena istraživanja provedena su u sklopu nekoliko znanstvenih projekata: istraživanja oko Torčeca u sklopu projekata *Arheološka slika srednjovjekovnih naselja Podravine* (Ministarstvo znanosti i tehnologije, 2002.–2006.) i *Srednjovjekovno naseljavanje sjeverne Hrvatske u svjetlu arheoloških izvora* (197-1970685-0693, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, 2007.–2013.), a ona oko Virja i Hlebina u sklopu projekta *Proizvodnja željeza uz rijeku Dravu u antici i srednjem vijeku: stvaranje i transfer znanja, tehnologija i roba, TRANSFER* (Hrvatska zaklada za znanost, 2017.–2021., IP-06-2016-5047). Sva terenska istraživanja financiralo je Ministarstvo kulture i medija Republike Hrvatske (Botić, Sekelj Ivančan 2021).

Sekelj Ivančan, Tkalčec 2003; 2018; Sekelj Ivančan, Mušič 2014; Sekelj Ivančan, Valent 2017; Sekelj Ivančan *et al.* 2003; 2005; 2019; Valent *et al.* 2017 itd.) i dvije monografske objave (Sekelj Ivančan 2010; Sekelj Ivančan, Karavidović 2021a). Istraživanja oko Torčeca obuhvatila su naseobinske kontekste, a ona oko Virja i Hlebina prvenstveno kontekste radionica za proizvodnju i obradu željeza te također naseobinske kontekste.

Tijekom istraživanja sustavno su prikupljeni uzorci ugljena iz pojedinih slojeva i zapuna. Cilj ovako detaljnog uzorkovanja bio je dvostruk: radiokarbonskim analizama datirati pojedine cjeline i kontekste te identificirati rodove i vrste drveta korištene u pojedinim kontekstima i pojedinim arheološkim razdobljima (Botić 2021: 92).²



Karta 1. Naselja u čijoj su okolini provođena arheološka istraživanja (podloga: za Institut za arheologiju izradio T. Kaniški; izradila: K. Botić) / Map 1. Settlement in the vicinity of which archaeological research was carried out (base map: made by T. Kaniški for the Institute of Archaeology; made by: K. Botić)

Apsolutno datiranje

Uzorcima i metode

Radiokarbonsko datiranje pojedinih arheoloških cjelina sa svih istraženih nalazišta obavljeno je isključivo na uzorcima ugljena. Veći dio uzoraka je AMS datiran.³ Datumi

2 U radu donosimo pregled rezultata ovih analiza koji su većim dijelom objavljeni na engleskom jeziku. Riječ je o značajnim rezultatima za razumijevanje dinamike aktivnosti ranosrednjovjekovnih populacija kontinentalne Hrvatske, posebno prijenosa znanja o tehnologiji proizvodnje željeza iz barske rude iz tradicija kasne antike do razvijenoga srednjeg vijeka.

3 AMS radiokarbonska mjerenja obavljena su u tri laboratorija: 14Chrono Centre (Queens University Belfast, Sjeverna Irska, UK), Beta Analytic (Miami, Florida, SAD) i Leibnitz Laboratory for Radiometric Dating (Chri-

u **tab. 1** grupirani su prema razdobljima – od ukupno 46 datuma iz 45 stratigrafskih jedinica iz naseobinskih i konteksta metalurških radionica, jedan datum pripada mlađem željeznom dobu (latenu),⁴ osam vremenu kasne antike⁵ (Botić 2021a), četiri razvijenom srednjem vijeku (Botić, Sekelj Ivančan 2021)⁶ i jedan vremenu prijelaza kasnoga srednjeg vijeka u novi vijek (Botić 2021a).⁷ Ostali datumi podijeljeni su na tri razdoblja o kojima će više biti riječi u ovome radu (Botić, Sekelj Ivančan 2021) te su im pridružene Torčec keramičke faze (I–IV) prema Sekelj Ivančan (2010) kako bi se bolje mogla povezati relativna kronologija bazirana na arheološkim nalazima s apsolutnom kronologijom baziranom na radiokarbonskim datumima (Botić, Sekelj Ivančan 2021: 45). Primjenom metode relativne kronologije na prikupljenom arheološkom materijalu, uglavnom keramici koja je najčešći nalaz u zatvorenim cjelinama, moguće je vremenski odrediti pojedine cjeline (Sekelj Ivančan 2010: 103; 2021: 176–177; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 45). Radiokarbonski datumi uzoraka prikupljenih iz istih cjelina potvrdili su, uz neke iznimke, ovu utvrđenu relativnu kronologiju (Botić, Sekelj Ivančan 2021: 45). S druge strane, kronološki osjetljivi arheološki nalazi potpuno nedostaju u kontekstima radionica s metalurškom aktivnosti (**tab. 1**: bold), pa se oni mogu vremenski odrediti jedino primjenom metode apsolutnog datiranja (Botić 2021: 92). Dio dostupnih radiokarbonskih datuma iskorišteno je za izradu jednostavnog Bayesovog modela (**sl. 1**) (Botić 2021: 92; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 45).⁸ Cilj je bio preciznije datiranje, odnosno sužavanje vremenskog okvira naseljavanja nalazišta unutar arheološki utvrđenih Torčec keramičkih faza I–IV (Sekelj Ivančan 2010) i istovremenih faza metalurških aktivnosti (Botić 2021: 92; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 45). Međutim, svjesni smo da rezultati datiranja nekih uzoraka mogu biti stariji zbog tzv. efekta starog drveta⁹ ili da neke metode uzorkovanja (uzorci uzeti iz troske, peći ili drugih radioničkih objekata)¹⁰ ponekad mogu rezultirati upitnim rasponom datuma, posebno u usporedbi s rezultatima dobivenim primjenom arheoloških metoda datiranja (Botić 2021: 92; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 45).

stian-Albrecht-University, Kiel, Njemačka). Samo tri uzorka (Z-3167, Z-3311 i Z-3310) obrađena su u Institutu “Ruđer Bošković” (Zagreb) i nisu AMS datirana (Botić, Sekelj Ivančan 2021: 45).

4 Virje – Volarski breg: KIA 36426.

5 Virje – Volarski breg: CHRONO UBA-35129, Beta-341729; Virje – Sušine: CHRONO UBA-44491, Beta-341730, CHRONO UBA-44492, Beta-374149, CHRONO UBA-27792; Hlebine – Dedanovice: CHRONO UBA-39594.

6 Torčec – Rudičevo: KIA 32251, KIA 32254, KIA 32252, KIA 32253.

7 Virje – Sušine: CHRONO UBA-35131.

8 Korišten je *on-line* OxCal v.4.4.4 program (© Bronk Ramsey 2021). Rezultati kalibracije datuma u ovom radu razlikuju se od ranije objavljenih (osim Botić, Sekelj Ivančan 2021), koji su kalibrirani u CALIB 8.2 ¹⁴C age programu, iako oba programa koriste IntCal20 kalibracijsku krivulju (Reimer *et al.* 2020).

9 Engl. *old wood effect*. Ovo se češće može dogoditi s uzorcima iz naseobinskih objekata (dijelovi većih drvenih konstrukcija), tj. objekata koji nisu direktno povezani s proizvodnjom željeza jer su za potrebe metalurških aktivnosti vjerojatno korištene grane i manja debela za proizvodnju ugljena (kratko živući uzorci; Gassmann, Schäfer 2018: 320). Obrezivanje (engl. *pollarding*) krošnji možda se prvenstveno koristilo u gospodarenju šumama te donekle i potpuno obrezivanje (engl. *coppicing*; time se dobiva izdanačka šuma) (v. npr. Crew, Mighall 2013). U ranosrednjovjekovnim naseljima za ogrjev je bilo pogodno drvo bilo koje vrste koje je bilo dostupno u blizini (Sekelj Ivančan *et al.* 2019: 58).

10 Gassmann i Schäfer (2018) tvrde da uzorci uzeti iz radionica, posebno oni koji su podvrgnuti procesu visokih temperatura, mogu biti starije datirani od onoga što je utvrđeno arheološkim analizama. Prema ovim autorima, riječ je o kontaminaciji fosilnim ugljikom, a višak fosilnog ugljika može se povezati s geologijom bogatom vapnencem i lesom.

Tab. 1. Radiokarbonski datumi, uzorci iz radioničkih konteksta označeni su bold (Sekelj Ivančan 2010: 75; Botić 2021: 92–93, Tab. 1) / *Tab. 1. Radiocarbon dates, samples from workshop contexts are marked in bold (Sekelj Ivančan 2010: 75; Botić 2021: 92–93, Tab. 1)*

Lokalitet / razdoblje	SJ	Lab kod	Radiokarbonska starost (BP)	1 σ (68.3%) cal AD	2 σ (95.4%) cal AD	Median cal AD	Torčec keramičke faze
Kasna antika / rani srednji vijek							
Hlebine – Dedanovice	14	CHRONO UBA-39595	1378±22	646-663 (68.3%)	607-623 (6.4%) 637-673 (89.0%)	654	T. I
	33b	CHRONO UBA-39592	1378±27	643-666 (68.3%)	605-676 (95.4%)	653	T. I
	31b	CHRONO UBA-39590	1367±28	645-671 (68.3%)	606-627 (5.8%) 636-685 (81.9%) 743-773 (7.7%)	658	T. I
	27	CHRONO UBA-39591	1363±29	645-675 (68.3%)	606-625 (4.4%) 636-689 (79.3%) 742-774 (11.8%)	660	T. I
	10	CHRONO UBA-39593	1317±32	660-688 (33.2%) 742-772 (35.1%)	653-775 (95.4%)	706	T. I
Hlebine – Velike Hlebine	037b	CHRONO UBA-35133	1417±33	606-628 (36.1%) 634-653 (32.2%)	587-664 (95.4%)	627	T. I
	102	CHRONO UBA-35780	1245±28	688-742 (41.9%) 788-825 (26.4%)	677-750 (47.0%) 757-779 (6.7%) 785-878 (41.7%)	760	T. I
	107	CHRONO UBA-35781	1380±30	612-617 (4.4%) 640-669 (63.9%)	601-680 (93.6%) 750-758 (1.8%)	652	T. I
Torčec – Prečno pole I	085/2	KIA 37482	1471±19	581-607 (49.1%) 625-637 (19.2%)	569-642 (95.4%)	601	T. I
Rani srednji vijek I							
Hlebine – Velike Hlebine	119	CHRONO UBA-35782	1248±32	684-744 (44.5%) 788-825 (23.8%)	675-778 (57.4%) 785-839 (27.9%) 844-878 (10.2%)	752	T. II
	121	CHRONO UBA-35783	1245±31	686-743 (41.7%) 788-827 (26.5%)	677-750 (45.6%) 757-778 (7.1%) 785-878 (42.8%)	763	T. II
Torčec – Prečno pole I	096b	KIA 37484	1465±24	584-610 (36.6%) 617-640 (31.6%)	568-645 (95.4%)	607	T. II
	037	KIA 28648	1439±22	605-642 (68.3%)	591-652 (95.4%)	622	T. II
	104	KIA 37483	1433±34	604-646 (68.3%)	576-658 (95.4%)	622	T. II
	094	KIA 41462	1365±21	650-665 (68.3%)	641-680 (93.5%) 750-759 (1.9%)	658	T. II

	014	KIA 28646	1234±22	706-736 (24.4%) 787-828 (43.9%)	687-743 (30.2%) 772-880 (65.2%)	799	T. II
	031	KIA 37481	1206±23	785-834 (38.8%) 844-877 (29.5%)	710-715 (1.0%) 772-888 (94.4%)	829	T. IIIa
	068	KIA 32250	1172±24	776-788 (11.6%) 826-893 (55.0%) 934-937 (1.6%)	772-899 (81.2%) 920-957 (14.2%)	857	T. IIIb
	070	KIA 32249	1095±22	898-920 (26.0%) 956-992 (42.3%)	891-995 (94.8%) 1009-1012 (0.6%)	955	T. IIIb
Torčec – Blaževo pole 6	029	KIA 28647	1177±23	776-788 (11.8%) 826-890 (56.4%)	772-896 (87.0%) 924-950 (8.4%)	850	T. IIIa
Virje – Volarski breg	008c	KIA 36425	1236±25	705-738 (26.8%) 787-828 (38.0%) 861-867 (3.5%)	683-744 (34.6%) 771-881 (60.9%)	795	T. IIIa
	018	KIA 36424	1169±26	776-788 (10.2%) 828-893 (50.7%) 930-942 (7.4%)	772-900 (74.9%) 917-973 (20.5%)	863	T. IIIa
Virje – Sušine	436	CHRONO UBA-27793	1307±27	665-689 (27.4%) 697-701 (3.7%) 742-772 (37.2%)	658-775 (95.4%)	719	T. II
	310	CHRONO UBA-27791	1254±28	683-744 (51.5%) 762-766 (2.0%) 791-820 (14.7%)	672-779 (68.6%) 786-833 (21.7%) 851-876 (5.2%)	736	T. II
	290	CHRONO UBA-35132	1239±33	690-696 (2.9%) 702-741 (28.1%) 787-829 (30.6%) 858-871 (6.7%)	678-749 (38.1%) 758-882 (57.4%)	789	T. IIIa
	320	CHRONO UBA-27790	1216±23	786-833 (46.4%) 849-876 (21.9%)	706-735 (7.1%) 772-885 (88.4%)	819	T. IVa
Rani srednji vijek II							
Torčec – Ledine	016	Z 3167	1115±90	776-787 (3.2%) 828-1021 (65.1%)	681-746 (6.3%) 759-1049 (84.0%) 1082-1152 (5.1%)	917	T. IVa
	022	Z 3311 Z 3310	985±65 1150±65	995-1008 (5.7%) 1014-1054 (21.0%) 1076-1156 (41.5%) 777-788 (4.5%) 827-979 (63.7%)	898-920 (2.4%) 957-1216 (93.0%) 703-740 (4.6%) 771-1022 (90.8%)	1081 888	T. IVa

	024	KIA 26974	989±25	1021-1047 (36.4%) 1084-1095 (9.1%) 1102-1124 (20.7%) 1143-1146 (2.1%)	994-1007 (5.5%) 1015-1051 (39.3%) 1079-1154 (50.6%)	1083	T. IVa
Torčec – Pod Gucak	004	KIA 34852	986±20	1022-1045 (40.9%) 1085-1093 (7.9%) 1104-1121 (19.4%)	996-1004 (2.2%) 1019-1050 (42.4%) 1080-1154 (50.8%)	1084	T. IVb
	037	KIA 34853	899±20	1052-1078 (24.6%) 1155-1180 (28.8%) 1190-1206 (14.8%)	1046-1085 (30.3%) 1096-1103 (1.2%) 1125-1218 (64.0%)	1161	T. IVb
Ostali datumi							
Virje – Volarski breg	95	KIA 36426	2128±30	196-100 BC (63.3%) 68-60 BC (4.5%)	346-316 BC (9.8%) 204-50 BC (85.6%)	145 BC	laten
	115 dno	CHRONO UBA-35129	1487±24	564-605 (68.3%)	549-640 (95.4%)	588	kasna antika
	191	Beta-341729	1560±30	436-465 (21.1%) 475-500 (19.5%) 508-516 (4.3%) 530-561 (23.5%)	426-575 (95.4%)	497	kasna antika
Virje – Sušine	231	CHRONO UBA-44491	1342±27	652-680 (55.4%) 748-759 (12.9%)	646-703 (68.3%) 740-774 (27.1%)	672	kasna antika
	237	Beta-341730	1640±30	402-438 (37.2%) 462-477 (9.4%) 498-533 (21.6%)	363-539 (95.4%)	432	kasna antika
	246	CHRONO UBA-44492	1515±35	539-603 (68.3%)	436-465 (6.9%) 475-517 (9.1%) 529-640 (79.4%)	565	kasna antika
	314	Beta-374149	1620±30	414-440 (22.9%) 458-478 (15.3%) 496-534 (30.0%)	406-543 (95.4%)	471	kasna antika
	345	CHRONO UBA-27792	1524±26	543-590 (68.3%)	436-464 (5.9%) 475-500 (7.1%) 508-517 (0.9%) 530-605 (81.6%)	561	kasna antika
Hlebine – Dedanovice	25	CHRONO UBA-39594	BP 1654±26	365-433 (68.3%)	262-277 (3.7%) 345-440 (75.0%) 454-479 (5.7%) 495-535 (11.1%)	412	kasna antika

Torčec – Rudičevo	003	KIA 32251	979±22	1025-1047 (29.1%) 1084-1095 (11.6%) 1102-1124 (24.3%) 1143-1147 (3.3%)	1021-1053 (33.3%) 1077-1155 (62.1%)	1093	T. Va (razvijeni srednji vijek)
	026	KIA 32254	779±21	1229-1245 (28.7%) 1256-1274 (39.5%)	1225-1276 (95.4%)	1253	T. Vb (razvijeni srednji vijek)
	012	KIA 32252	699±25	1277-1299 (68.3%)	1271-1306 (77.4%) 1364-1384 (18.0%)	1291	T. Vb (razvijeni srednji vijek)
	014	KIA 32253	667±31	1285-1306 (34.9%) 1364-1385 (33.4%)	1277-1325 (51.5%) 1354-1394 (44.0%)	1319	T. Vb (razvijeni srednji vijek)
Virje – Sušine	304	CHRONO UBA-35131	BP 301±27	1522-1577 (51.2%) 1624-1644 (17.0%)	1496-1601 (70.4%) 1612-1655 (25.1%)	1561	kasni srednji vijek / novi vijek

Rezultati i rasprava

Radiokarbonski datumi iskorišteni su za izradu Bayesovog modela temeljenog na arheološkim podacima kako bi se utvrdili uži vremenski okviri za pojedina nalazišta ranoga srednjega vijeka (sl. 1). Primarni cilj bio je istražiti opseg (dis)kontinuiteta na većem uzorku vremenski i funkcionalno povezanih tipova nalazišta (naselje i metalurška radionica). Prema podacima prikupljenim tijekom arheoloških istraživanja, određene su četiri faze (Botić, Sekelj Ivančan 2021: 49):¹¹

1) vrijeme prijelaza kasne antike u rani srednji vijek – nalazi keramike iz ovih cjelina pripadaju Torčec I fazi prema Sekelj Ivančan (2010); devet datuma;¹² datirano prema relativnoj kronologiji: druga polovina 6. do početka 7. st.;

2) rani srednji vijek I – u ovu grupu uvršteni su datumi koji odgovaraju Torčec II, IIIa i IIIb fazama prema Sekelj Ivančan (2010); devet datuma T. II,¹³ pet datuma T. IIIa,¹⁴ dva datuma T. IIIb,¹⁵ jedan datum T. IVa;¹⁶ datirano prema relativnoj kronologiji: sredina 7. do sredine / druge polovine 10. st.;

3) rani srednji vijek II – u ovu grupu uvršteni su datumi koji odgovaraju Torčec IVa i

11 Datumi razvijenoga srednjega vijeka nisu korišteni u modelu prikazanom u ovom radu, ali su prisutni u tab. 1 radi potrebe razumijevanja kontinuiteta života na prostoru oko Torčeca.

12 Hlebine – Dedanovice: CHRONO UBA-39595, CHRONO UBA-39592, CHRONO UBA-39590, CHRONO UBA-39591, CHRONO UBA-39593; Hlebine – Velike Hlebine: CHRONO UBA-35133, CHRONO UBA-35780, CHRONO UBA-35781; Torčec – Prečno pole I: KIA 37482.

13 Hlebine – Velike Hlebine: CHRONO UBA-35782, CHRONO UBA-35783; Torčec – Prečno pole I: KIA 37484, KIA 28648, KIA 37483, KIA 41462, KIA 28646; Virje – Sušine: CHRONO UBA-27793, CHRONO UBA-27791.

14 Torčec – Prečno pole I: KIA 37481; Torčec – Blaževo pole 6: KIA 28647; Virje – Volarski breg: KIA 36425, KIA 36424; Virje – Sušine: CHRONO UBA-35132.

15 Torčec – Prečno pole I: KIA 32250, KIA 32249.

16 Virje – Sušine: CHRONO UBA-27790.

IVb fazama prema Sekelj Ivančan (2010); tri datuma T. IVa,¹⁷ dva datuma T. IVb;¹⁸ datirano prema relativnoj kronologiji: druga polovina 10. do kraja 12. st.;

4) razvijeni srednji vijek – u ovu grupu uvršteni su datumi koji odgovaraju Torčec Va i Vb fazama prema Sekelj Ivančan (2010); jedan datum T. Va,¹⁹ tri datuma T. Vb;²⁰ datirano prema relativnoj kronologiji: 13. do početka 14. st.

Datumi su modelirani prema ovim fazama, pri čemu svaka sekvenca i faza predstavljaju skupinu nalazišta na kojima je pronađena specifična keramička građa unutar sustava Torčec faza prema Sekelj Ivančan (2010). Jedino je druga faza sastavljena od dvije Torčec faze (II i III). Datumi iz naselja i radionica modelirani su zajedno. Izrađeni model uglavnom odgovara arheološkim informacijama, iako postoji nekoliko slučajeva u kojima radiokarbonski datumi upućuju na stariju fazu, dok u relativno-kronološkom modelu ovi konteksti pripadaju mlađoj fazi.²¹ Ovi datumi utječu na početak faze Rani srednji vijek I u Bayesovom modelu (sl. 1). U drugom slučaju, mlađi je datum s nalazišta Hlebine – Velike Hlebine iz radioničkog konteksta pridružen starijoj fazi,²² a isto se odnosi i na jedan datum s nalazišta Torčec – Prečno pole.²³ Još je jedan slučaj u kojem je datum stariji, a relativno-kronološki nalazi upućuju na mlađu fazu. Riječ je o zapuni objekta SJ 320 s nalazišta Virje – Sušine.²⁴ Osim tri starija navedena datuma u fazi Rani srednji vijek I, ovdje navedeni datumi ne utječu na Bayesov model. No, riječ je o vrlo rudimentarnom modelu u kojem su datumi, bez obzira na faze, u čvrstom suodnosu i potrebna je daljnja obrada podataka i izrada dubinskog modela starosti (Blaauw 2010; Blaauw, Christen 2011) kako bi se dobilo stvarno trajanje pojedinih faza modela, ali i trajanje života samih nalazišta.

Usporedimo li datiranje početaka i završetaka pojedinih faza (sl. 2–6), uključujući i one koje nisu zastupljene u Bayesovom modelu (sl. 1), vidljiva su preklapanja koja nisu samo rezultat odabranog modela, nego je riječ o problemu odabira uzoraka i količini dostupnih radiokarbonskih datuma. Za preciznije datiranje pojedinih cjelina na nalazištima te time i pojedinih faza modela, potrebno je izraditi novi niz datuma na nekom od kratko živućih uzoraka, najbolje (artikuliranim) životinjskim kostima. Pri tome ostaje problem datiranja cjelina metalurških radionica jer u njima nije pronađena ovakva vrsta nalaza ili se radi o vrlo malom i fragmentiranom uzorku nepogodnom za radiokarbonsko datiranje. Poseban problem za modele predstavljaju uzorci koji nisu AMS datirani i koji imaju veću standardnu devijaciju. Primjer toga su datumi zagrebačkog laboratorija s nalazišta Torčec – Ledine (tab. 1): model koji ih uključuje (sl. 5a) ima znatno duže intervale (usp. sl. 5a i sl. 6) – interval završetka faze Razvijeni srednji vijek znatno je kraći od završetka faze Rani srednji vijek II s uključenim zagrebačkim datumima. Ovo je također vidljivo u Bayesovom modelu u koji su uključeni zagrebački datumi (sl. 1).

17 Torčec – Ledine: Z 3167, Z 3311/ Z 3310, KIA 26974.

18 Torčec – Pod Gucak: KIA 34852, KIA 34853.

19 Torčec – Rudičevo: KIA 32251.

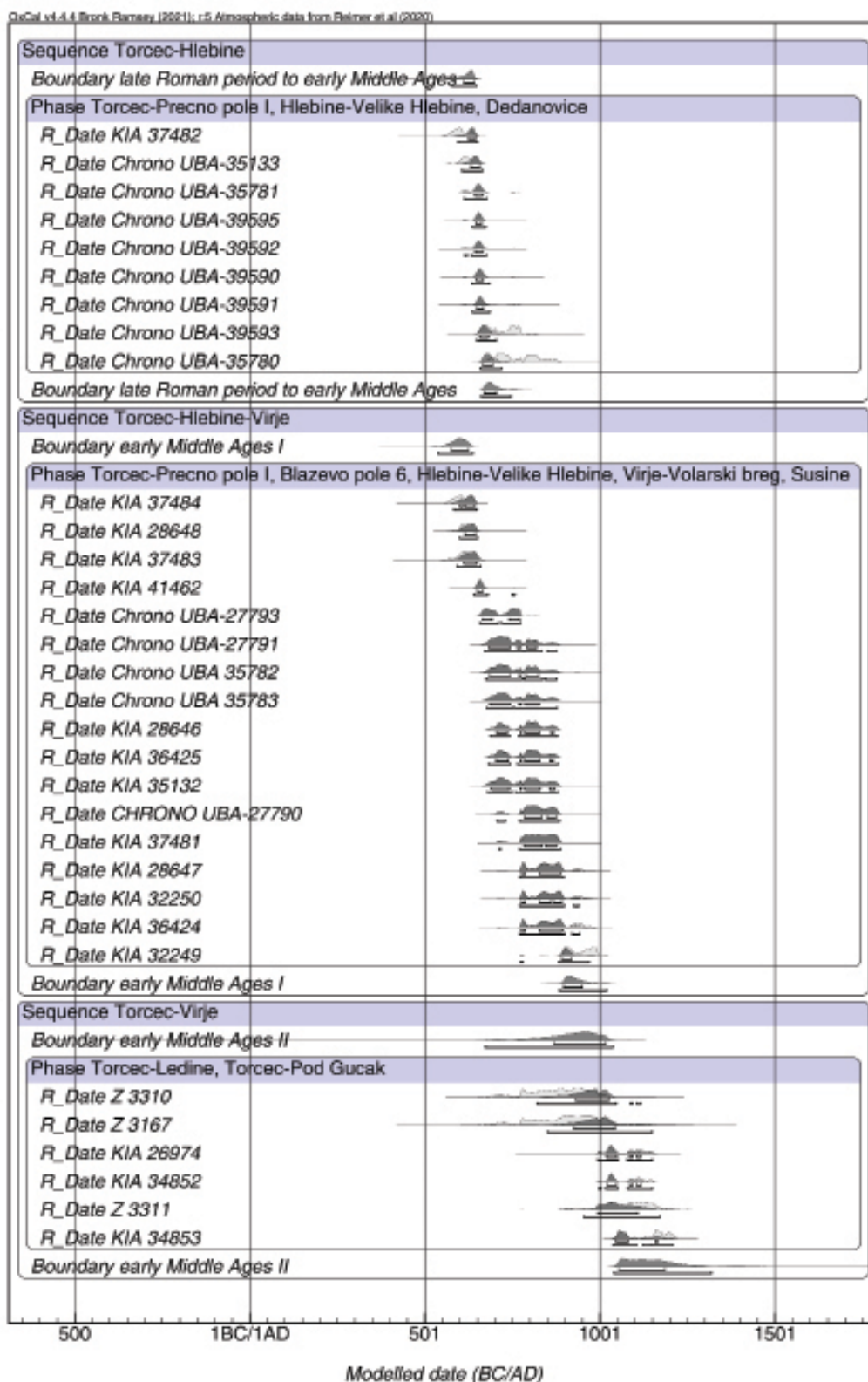
20 Torčec – Rudičevo: KIA 32254, KIA 32252, KIA 32253.

21 KIA 37484, KIA 28648 i KIA 37483; svi datumi su s nalazišta Torčec – Prečno pole I.

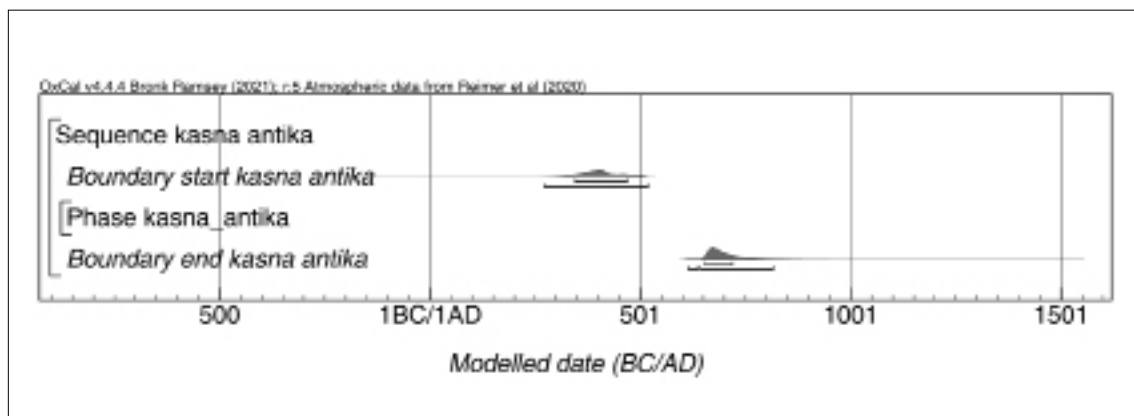
22 CHRONO UBA-35780. Riječ je o uzorku iz površinskog sloja jame s izgoranim dnom (SJ 102). Ova datacija se tumači kao posljedica čestih poplava kojima je ovo nalazište bilo izloženo u ranome srednjem vijeku ili kasnije, pri čemu je nekoliko ulomaka pronađene keramike i drvenog ugljena moglo biti odloženo u ispunu jame u kasnije vrijeme (Botić 2021: 96; Sekelj Ivančan, Karavidović 2021b).

23 KIA 32249. Relativno-kronološki model upućuje na datiranje konteksta iz kojeg dolazi ovaj uzorak u Torčec fazu IIIb, ali je datum nešto mlađi od datiranja ove faze modela.

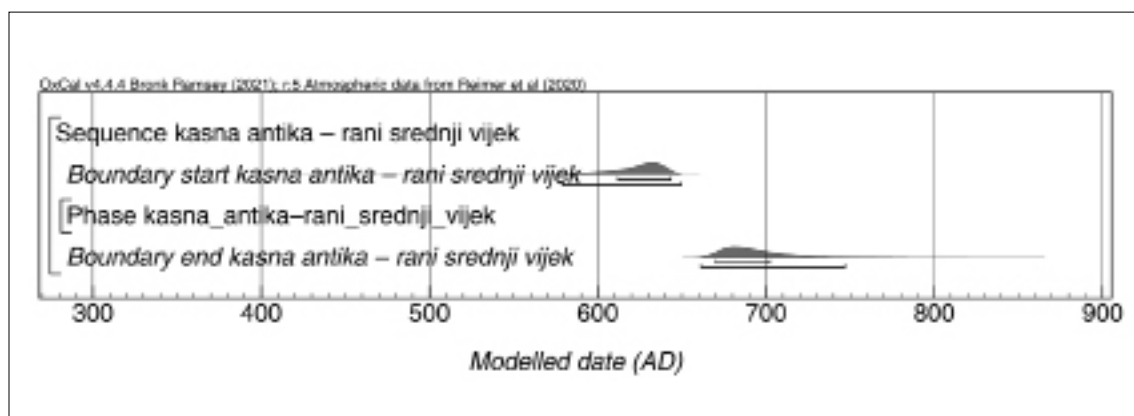
24 CHRONO UBA-27790. Datum je u modelu pridružen fazi Rani srednji vijek I jer kronološki ovdje pripada, a pokretna građa datirana je u fazu Torčec IVa (Sekelj Ivančan 2021: 171), tj. fazu Rani srednji vijek II u modelu. Uvrštavanje ovog datuma u fazu Rani srednji vijek II znatno bi utjecalo na Bayesov model. Iako SJ 320 prema arheološkim nalazima ne pripada u ovu fazu, nalazi iz objekata/zapuna koji su u kronološkom odnosu s ovom zapunom upućuju na korištenje nalazišta i u ovoj ranijoj fazi (Rani srednji vijek I).



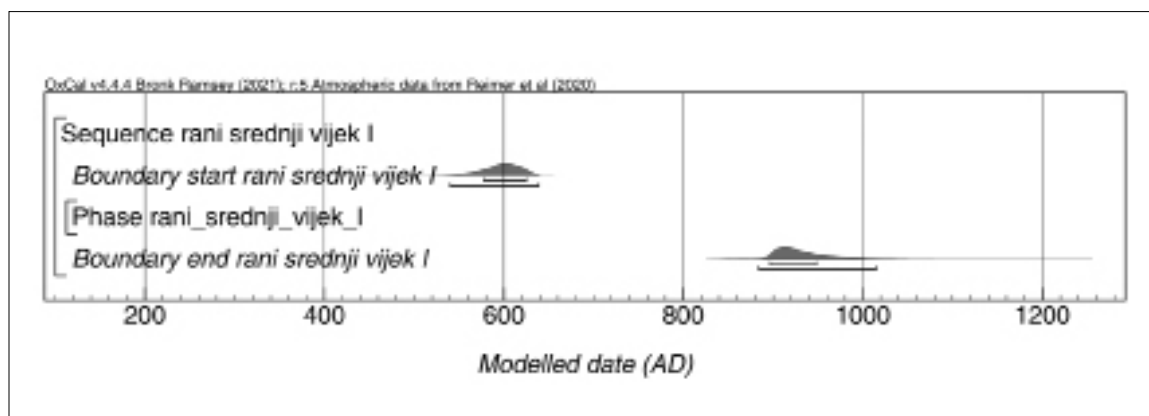
Sl. 1. Bayesov kronološki model radiokarbonskih datuma (OxCal v.4.4.4 © Bronk Ramsey 2021; r:5 atmosferska krivulja: Reimer et al. 2020; izradila: K. Botić) / Fig. 1. A Bayesian chronological model of radiocarbon dates (OxCal v.4.4.4 © Bronk Ramsey 2021; r:5 atmospheric curve: Reimer et al. 2020; made by: K. Botić)



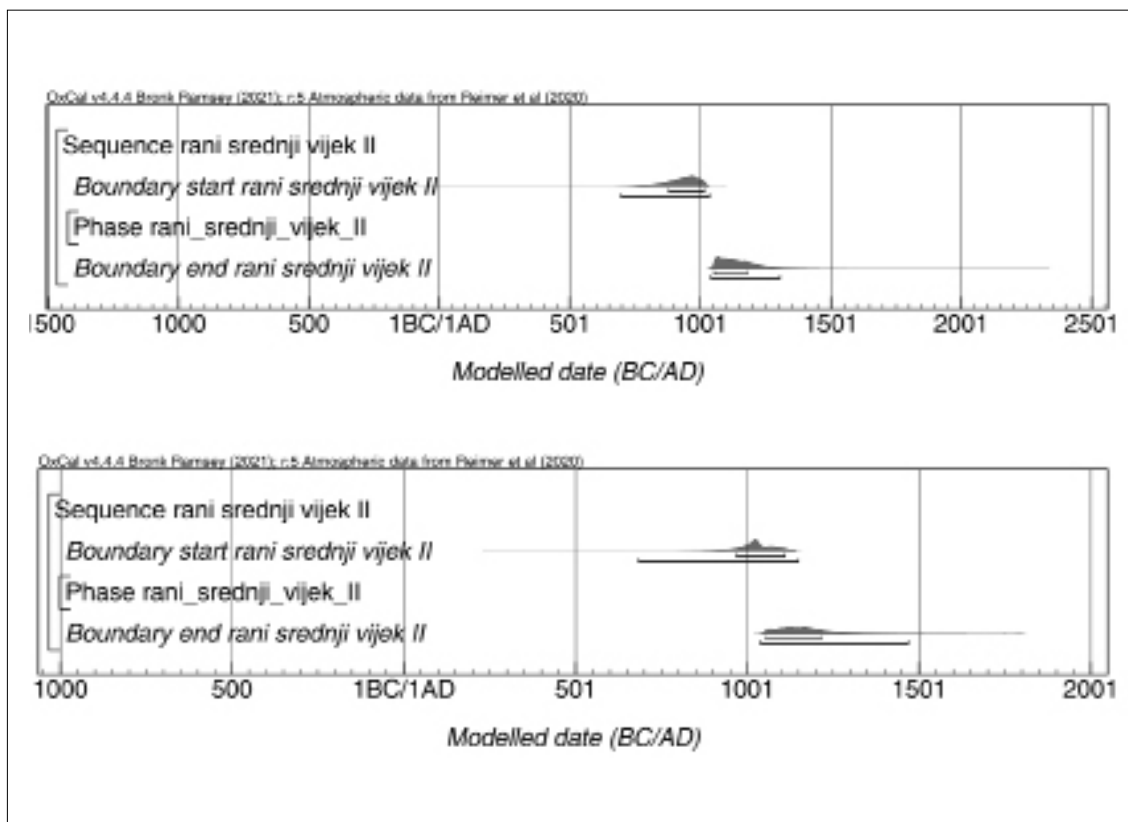
Sl. 2. Početni i završni slijed radiokarbonskih datuma za fazu Kasna antika (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; izradila: K. Botić) / Fig. 2. Start and end sequence of radiocarbon dates for the phase Late Roman period (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; made by: K. Botić)



Sl. 3. Početni i završni slijed radiokarbonskih datuma za fazu Kasna antika / rani srednji vijek (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; izradila: K. Botić) / Fig. 3. Start and end sequence of radiocarbon dates for the phase Late Roman period / Early Middle Ages (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; made by: K. Botić)

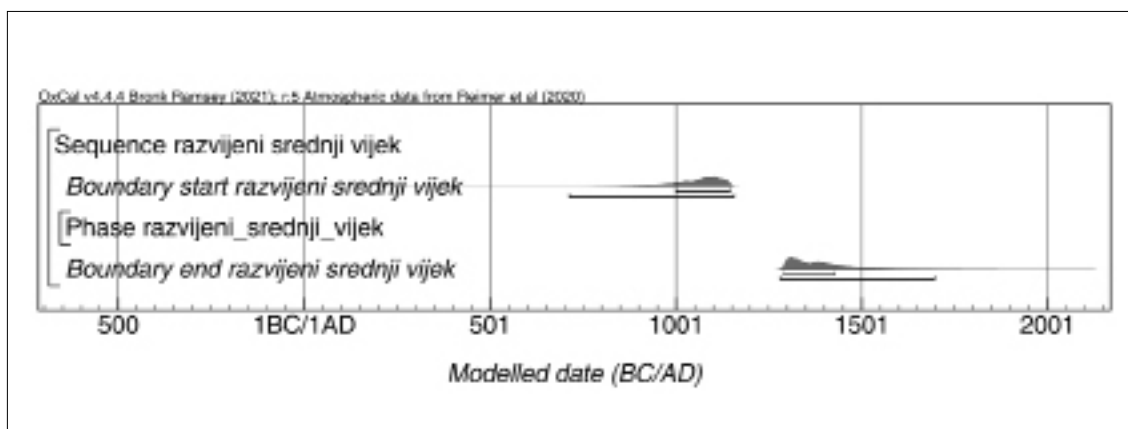


Sl. 4. Početni i završni slijed radiokarbonskih datuma za fazu Rani srednji vijek I (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; izradila: K. Botić) / Fig. 4. Start and end sequence of radiocarbon dates for the phase Early Middle Ages I (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; made by: K. Botić)



Sl. 5a. Početni i završni slijed radiokarbonskih datuma za fazu Rani srednji vijek II. U model su uključena tri datuma zagrebačkog laboratorija (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; izradila: K. Botić) / Fig. 5a. Start and end sequence of radiocarbon dates for phase Early Middle Ages II. Three dates from the Zagreb laboratory are included in the model (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; made by: K. Botić)

Sl. 5b. Početni i završni slijed radiokarbonskih datuma za fazu Rani srednji vijek II. Iz modela su isključena tri datuma zagrebačkog laboratorija (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; izradila: K. Botić) / Fig. 5b. Start and end sequence of radiocarbon dates for phase Early Middle Ages II. Three dates from the Zagreb laboratory were excluded from the model (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; made by: K. Botić)



Sl. 6. Početni i završni slijed radiokarbonskih datuma za fazu Razvijeni srednji vijek (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; izradila: K. Botić) / Fig. 6. Start and end sequence of radiocarbon dates for the phase Developed Middle Ages (OxCal v. 4.4.4, ©Bronk Ramsey 2021; made by: K. Botić)

Kasna antika / rani srednji vijek (druga polovina 6. do početka 7. st.)

Radiokarbonski datumi upućuju na rane početke naselja i metalurške aktivnosti na pozicijama oko Hlebina (Dedanovice i Velike Hlebine) te naselja na poziciji Torčec – Prečno pole I. Na Dedanovicama još u kasnoj antici egzistira naselje (CHRONO UBA-39594; **tab. 1; sl. 1**), ali za sada datumi ne pokazuju neprekinuti kontinuitet naseljavanja; ranosrednjovjekovne aktivnosti nisu dokumentirane na ovom nalazištu. Na Velikim Hlebinama radionički dio vjerojatno je bio u funkciji nešto ranije i paralelno s onim na Dedanovicama.²⁵ Naselje Prečno pole I datirano je jednim datumom u nešto starije vrijeme.

Rani srednji vijek I (sredina 7. do sredine / druge polovine 10. st.)

Osim već spomenutih odstupanja od modela u slučaju tri datuma s nalazišta Torčec – Prečno pole I (v. bilj. 21), za sada najraniji datum iz sredine 7. st. dolazi s istog nalazišta (KIA 41462; **tab. 1; sl. 1**). U prvu polovinu 8. st. datiran je dio objekata s nalazišta Virje – Sušine (kontekst naselja i radionice) i Hlebine – Velike Hlebine (kontekst naselja). U drugu polovinu 8. st. datirani su radionički konteksti nalazišta Virje – Sušine i Virje – Volarski breg te nasebinski konteksti nalazišta Hlebine – Velike Hlebine i Torčec – Prečno pole I (ujedno i najraniji datum u grupi datuma druge polovine 8. st.). Na ovom nalazištu bilježi se nastavak života naselja tijekom 9. st. (v. bilj. 23), a život se tijekom ovoga stoljeća odvija i u naseljima Torčec – Blaževo pole 6 i Virje – Sušine (v. bilj. 24) te u radioničkom kontekstu na nalazištu Virje – Volarski breg.

Rani srednji vijek II (druga polovina 10. do kraja 12. st.)

Za sada najmanje radiokarbonskih datuma dolazi iz ove faze. Riječ je o datumima s dva nalazišta oko Torčeca (Ledine i Pod Gucak). Na žalost, kao što je već ranije spomenuto, uslijed velike standardne devijacije polovica datuma je problematična. Koristimo ih u Bayesovom modelu jer je ukupan broj datuma za ovu fazu vrlo malen.

Datiranje u širem kontekstu zapadne Karpatske kotline

Relativno i apsolutno datiranje uglavnom metalurških radionica za taljenje željeza na nalazištima Magyaratád, Iván – Dudás-dűlő i Nemeskér (**tab. 3**) (Gömöri 2000: 245–256; Márton 2003: Tab. 2) u zapadnom dijelu Karpatske kotline podudara se s fazama Torčec I–IIIa u Podravini (**tab. 1**).²⁶ Istovremeni Torčec IIIb i dijelom Torčec IVa fazi isti su konteksti na nalazištima Bodog-Alsóbű i Somogyvámos, dok se na nalazištima Ólmod i Répcevis aktivnosti odvijaju i u nešto kasnijem vremenu koje u Podravini odgovara fazama Torčec IVa i IVb.

U slučaju zapadnomadžarskih lokaliteta, za apsolutno datiranje korištene su tri metode (radiokarbonsko, arheomagnetsko i termoluminiscentno datiranje) (Gömöri 2000: 247). I na ovim se nalazištima, kao i kod nekih nalazišta u Podravini, datiranja različitim metodama ponekad ne poklapaju s relativnokronološkim modelima. Tako je nalazište Bodog-Alsóbű datirano nešto duže, a Répcevis i Somogyvámos u nešto užu raspon metodom arheomagnetskog datiranja, dok je nalazište Ólmod datirano kasnije (**tab. 3**), tj. u vrijeme koje u Podravini obuhvaća Torčec Va i dio Vb faze.²⁷

25 Ovdje treba voditi računa o već spomenutom datumu CHRONO UBA-35780 (v. bilj. 22).

26 Radiokarbonska mjerenja obavljena su na uzorcima ugljena u laboratoriju Isotoptech Zrt. HEKAL (Debrecen, Mađarska) 1999. i 2000. godine (Gömöri 2000). Za šest uzoraka ne postoje podaci o godini mjerenja, tri od kojih nema lab kod (Deb-978, Deb-1019, Deb-980, dva datuma s nalazišta Répcevis i jedan s nalazišta Ólmod) (**tab. 3**). U ovom dijelu korišten je *on-line* OxCal v.4.4.145 program (© Bronk Ramsey 2022).

27 Pitanja apsolutnog datiranja i istovremenosti nalazišta u širem prostoru zapadne Karpatske kotline nadilaze okvire ovoga rada.

Tab. 3. Rezultati radiokarbonskog i arheomagnetskog datiranja nalazišta zapadne Karpatske kotline (prema: Gömöri 2000; Márton 2003) / Tab. 3. Results of radiocarbon and archaeomagnetic dating of western Carpathian Basin sites (after: Gömöri 2000; Márton 2003)

Lab kod	Lokalitet	Radio-karbonska starost (BP)	1 σ (68.3%) cal AD	2 σ (95.4%) cal AD	Median cal AD	Kontekst	Gömöri 2000: 245-256 relativna kronologija	Gömöri 2000: 245-250 arheomagnetska mjerenja	Márton 2003: Tab. 2 arheomagnetska mjerenja
deb-6877	Magyaratád	1535 \pm 35	441-451 (5.9%) 479-496 (10.7%) 535-592 (51.7%)	432-602 (95.4%)	544	peć za taljenje	630-800 Avarsko doba	prije 850	600-800 1 peć za taljenje
deb-6889	Magyaratád	1440 \pm 60	577-654 (68.3%)	438-462 (1.7%) 477-499 (1.8%) 532-682 (90.7%) 745-760 (1.1%) 768-771 (0.2%)	612	jama / kuća	630-800 Avarsko doba		x
deb-6879	Magyaratád	1415 \pm 35	605-654 (68.3%)	582-665 (95.4%)	628	prostor oko peći za taljenje	630-800 Avarsko doba		x
Deb-1019	Iván – Dudás-dűlő	1328 \pm 60	650-707 (38.3%) 726-773 (29.9%)	602-779 (86.8%) 786-830 (7.0%) 855-873 (1.7%)	710	x	630-900 Avarsko doba	x	x
deb-7151	Bodog-Alsóbű	1260 \pm 30	679-748 (58.8%) 758-770 (7.0%) 794-798 (2.4%)	668-778 (74.6%) 786-830 (17.3%) 854-874 (3.5%)	734	peć za taljenje	900-950 rano Arpadsko doba		900-1000
deb-7150	Bodog-Alsóbű	1270 \pm 40	674-772 (68.3%)	661-779 (74.7%) 786-834 (15.8%) 849-876 (4.9%)	736	krušna peć	900-950 rano Arpadsko doba		900-1000
deb-7153	Bodog-Alsóbű	1244 \pm 40	684-744 (37.3%) 787-829 (25.6%) 859-871 (5.4%)	674-881 (95.4%)	773	peć za taljenje	900-950 rano Arpadsko doba	10. st.	900-1000

deb-6887	Bodog- Alsóbú	1235±55	688-742 (25.1%) 784-878 (43.1%)	663-895 (92.9%) 926-948 (2.6%)	793	iznad peći za taljenje	900-950 rano Arpadsko doba		900-1000
deb-6878	Bodog- Alsóbú	1235±55	688-742 (25.1%) 784-878 (43.1%)	663-895 (92.9%) 926-948 (2.6%)	793	okolica krušne peći	900-950 rano Arpadsko doba		x
n/a	Répcervis	1240±40	687-743 (32.2%) 786-830 (27.0%) 854-874 (9.1%)	674-884 (95.4%)	785	peć za taljenje	x	x	1000-1100
n/a	Répcervis	950±40	1035- 1052 (11.7%) 1078- 1155 (56.6%)	1021- 1179 (93.3%) 1191- 1205 (2.2%)	1101	peć za taljenje	900-1100 rano Arpadsko doba	950-1150	1000-1100
Deb-978	Nemeskér	1199±60	707-729 (7.1%) 773-893 (57.1%) 930-943 (4.1%)	678-750 (17.7%) 757-978 (77.8%)	831	x	800-900 rano Karolinško doba	x	x
Deb-980	Somogy- vámos	1102±60	887-996 (63.8%) 1006- 1016 (4.5%)	772-1034 (95.4%)	936	peć za taljenje	900-950 Mađarsko doba osvajanja	900-1050 886-996	900-1000 3 peći za taljenje
n/a	Ólmod	960±40	1032- 1051 (13.9%) 1080- 1153 (54.4%)	996-1005 (1.3%) 1017- 1176 (93.8%) 1195- 1197 (0.3%)	1195	peć za taljenje	900-1100 rano Arpadsko doba	1140-1260	x

Antrakološke analize

Uzorci i metode

Jedan od ciljeva sustavnog prikupljanja uzoraka ugljena bio je i provođenje antrakološke analize kako bi se utvrdili rodovi i vrste drveta iz konteksta metalurških radionica i susjednih naseobinskih prostora ili iz drugih djelatnosti, kao što je drvena gradnja ili izrada predmeta za svakodnevnu upotrebu (pribor za kuhanje, žlice, tanjuri, drške noževa itd.). Rezultati ove analize su zatim također korišteni za rekonstrukciju dostupnosti drva kao sirovine i razumijevanje prirodnog okoliša oko već spomenutih nalazišta kroz različita razdoblja njihova korištenja i različite aktivnosti koje su se na njima odvijale (Botić, Culiberg 2021: 194).

Ukupno su prikupljena 172 uzorka za period od prijelaza kasne antike na rani srednji vijek do kraja ranoga srednjeg vijeka: Virje – Volarski breg: 19 uzoraka, Virje – Sušine: 21

uzorak, Hlebine – Velike Hlebine: 20 uzoraka, Hlebine – Dedanovice: 17 uzoraka, Torčec – Prečno pole I: 44 uzorka, Torčec – Blaževo pole 6: 2 uzorka, Torčec – Ledine: 16 uzoraka i Torčec – Pod Gucak: 33 uzorka (Culiberg 2010; Botić, Culiberg 2021; Botić, Sekelj Ivančan 2021). Nekoliko uzoraka nije sadržavalo ugljen ili su sadržavali vrlo fragmentirane ulomke, dok su neki u potpunosti iskorišteni za radiokarbonske analize. Iz dostupnih uzoraka analizirana su ukupno 3222 ulomka ugljena. Korištena je prvo makroskopska metoda, a zatim jednostavna mikroskopska metoda identifikacije uzoraka tijekom koje su uzorci promatrani pod reflektirajućim svjetlom u nekoliko različitih povećanja te u tri različita presjeka: poprečnom, radijalnom i tangentskom (Culiberg 2010: 389; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 50). Veličina i stupanj sačuvanosti fragmenata bili su različiti; u nekim slučajevima oscilacije u vlažnosti sedimenta rezultirale su manje ili više oštećenom anatomskom strukturom ulomaka drvenog ugljena, ili je ugljen bio impregniran sedimentom što je onemogućilo identifikaciju. U drugim slučajevima veći su ulomci gorenog drveta bili fragmentirani tijekom izvlačenja²⁸ ili transporta, ali su tretirani kao jedan ulomak (Culiberg 2010: 389; Sekelj Ivančan *et al.* 2019: 52; Botić, Culiberg 2021: 194; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 50–51). Mjerenje zakrivljenosti godova nije obavljeno pa stoga nisu korištene metode procjene promjera²⁹ drveta (Botić, Culiberg 2021: 194; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51).

Identifikacija je obavljena do razine roda,³⁰ s izuzetkom *Prunus*, kod kojeg su determinirane dvije vrste (*Prunus avium*, trešnja i *Prunus spinosa*, trnina), a korišteni su objavljeni identifikacijski ključevi (Schweingruber 1978; Grosser 1977; Greguss 1954) i osobna zbirka recentnog pougljenjenog drva (Culiberg 2010: 389; Botić, Culiberg 2021: 194; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51).

Rezultati

a) Kvantitativna analiza

Za potrebe kvantitativne analize korišten je isti relativno-kronološki model, temeljen na arheološkim podacima, kao i u slučaju naseobinskih objekata (Sekelj Ivančan 2010; 2021), radioničkih objekata (Sekelj Ivančan, Karavidović 2021b) i Bayesovog modela radiokarbonskih datuma (sl. 1) (Botić, Culiberg 2021: 194–195; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51).

Rezultati analiza uzoraka iz naseobinskih i radioničkih konteksta nalaze se na sl. 7–8. Ukupni postotci analiziranih fragmenata drvenog ugljena iz oba konteksta svih nalazišta i svih kronoloških faza prikazani su na sl. 9. Pristranost u pogledu broja dostupnih fragmenata drvenog ugljena iz različitih konteksta i u različitim konološkim fazama vidi se najbolje na sl. 8b – broj analiziranih fragmenata znatno varira po fazama i kontekstima, iako je najveći postotak hrasta (*Quercus*) u svim kontekstima očekivan.

b) Kasna antika / rani srednji vijek (Torčec I faza, druga polovina 6. do početka 7. st.)

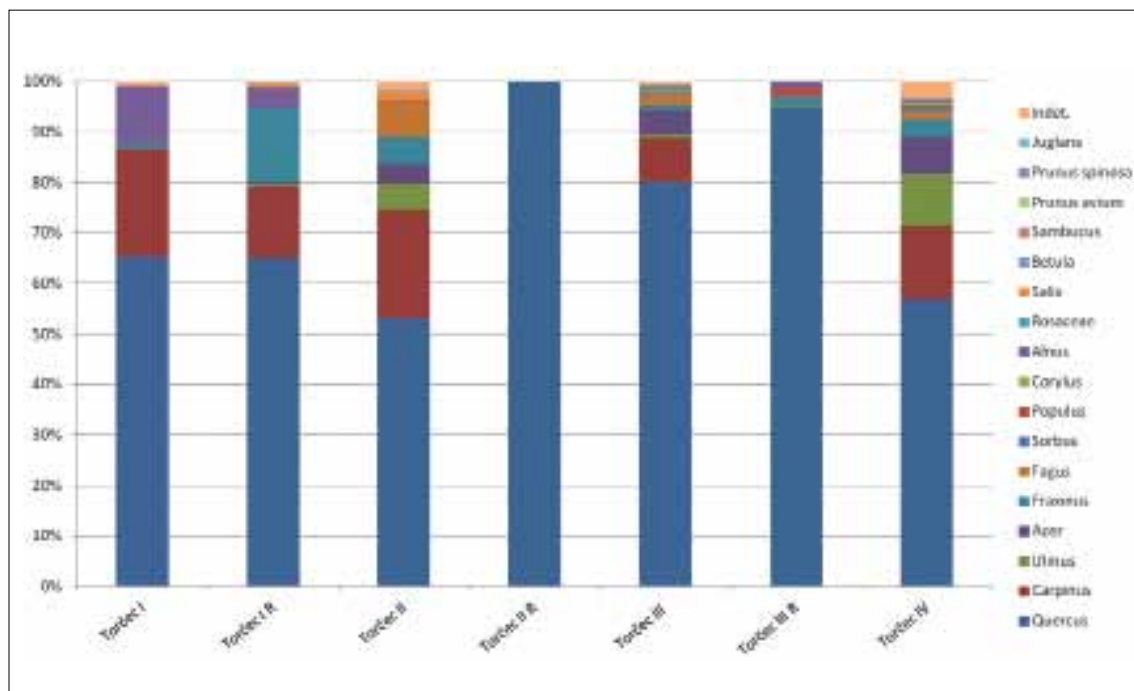
U ovoj su fazi dokumentirane aktivnosti u naseobinskim kontekstima na nalazištima Torčec – Prečno pole I i Hlebine – Dedanovice te metalurške aktivnosti na istom nalazištu i na nalazištu Hlebine – Velike Hlebine (tab. 2a i b).

Iz naseobinskog konteksta nalazišta Torčec – Prečno pole I analizirano je 46 ulomaka iz dva objekta (Culiberg 2010: 393, Tab. 1; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51). Identificirana su dva roda: *Quercus* (91,3 %) i *Carpinus* (6,5 %); jedan ulomak nije bilo moguće identificirati (2,2 %) (tab. 2a).

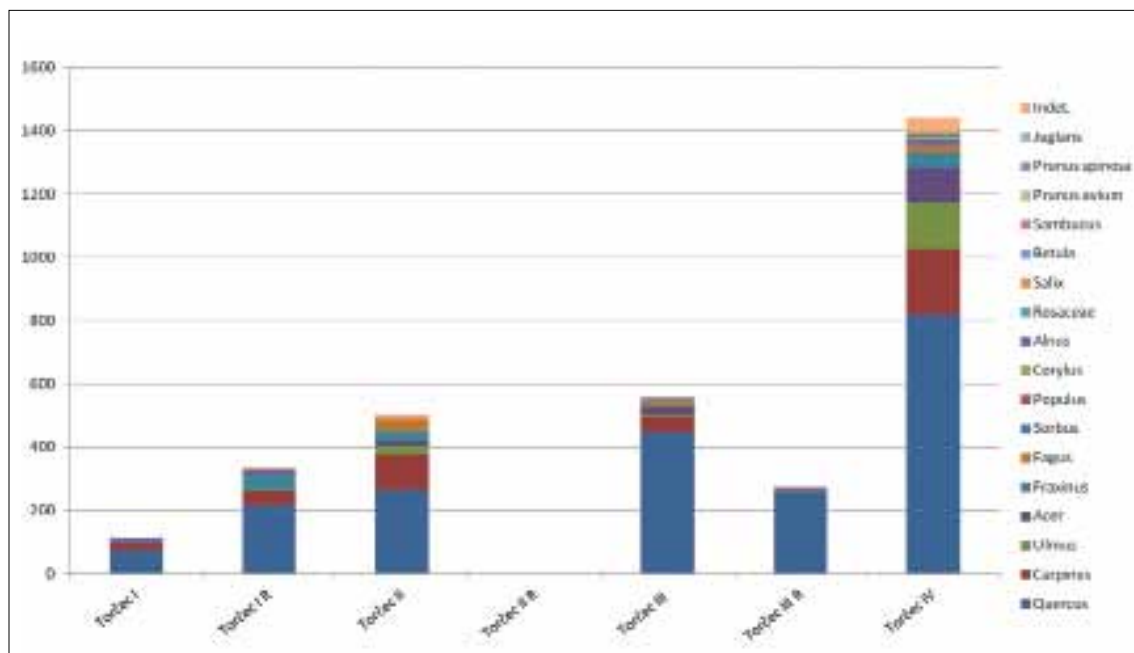
28 Uzorkovanje je obavljeno ručno, tijekom iskopavanja (za različite metode uzorkovanja i njihovu prikladnost v. Kabukcu, Chabal 2020).

29 V. npr. Kabukcu 2018: 142, Fig. 2; Marguerie, Hunot 2007: 1421 i d.

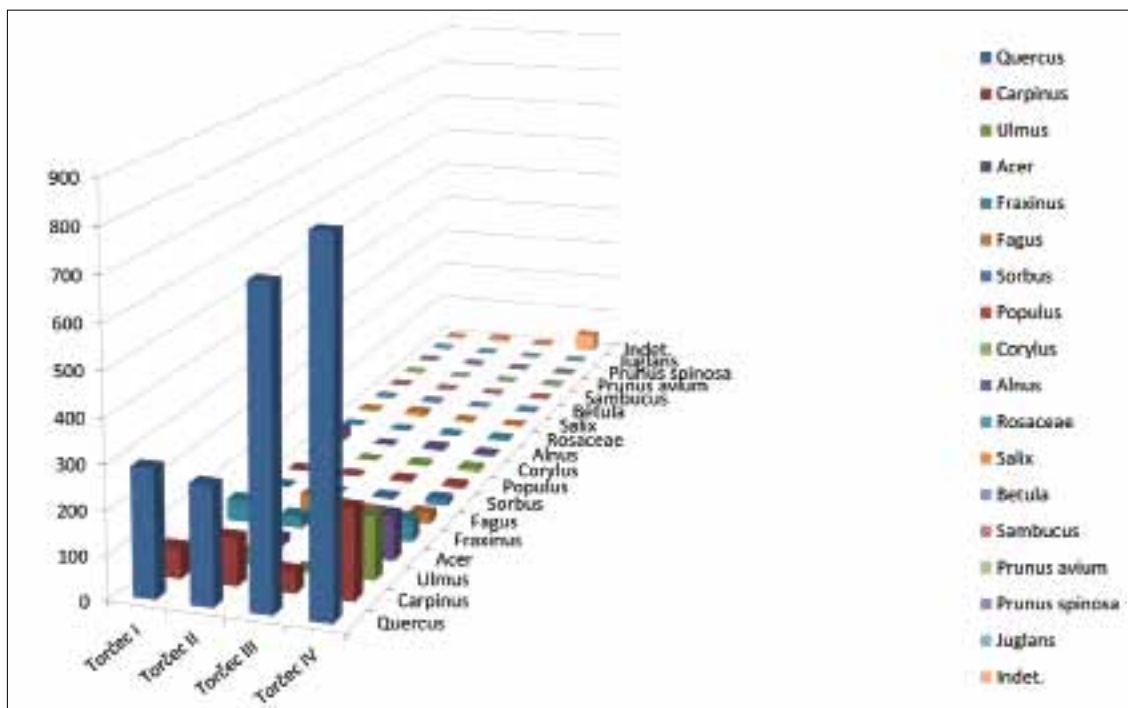
30 Identificirano je 16 rodova: *Quercus* (hrast), *Carpinus* (grab), *Ulmus* (brijest), *Acer* (javor), *Fraxinus* (jasen), *Fagus* (bukva), *Sorbus* (oskoruša), *Populus* (topola), *Corylus* (lijeska), *Alnus* (joha), *Rosaceae* (ružovke), *Salix* (vrba), *Betula* (breza) i *Juglans* (orah).



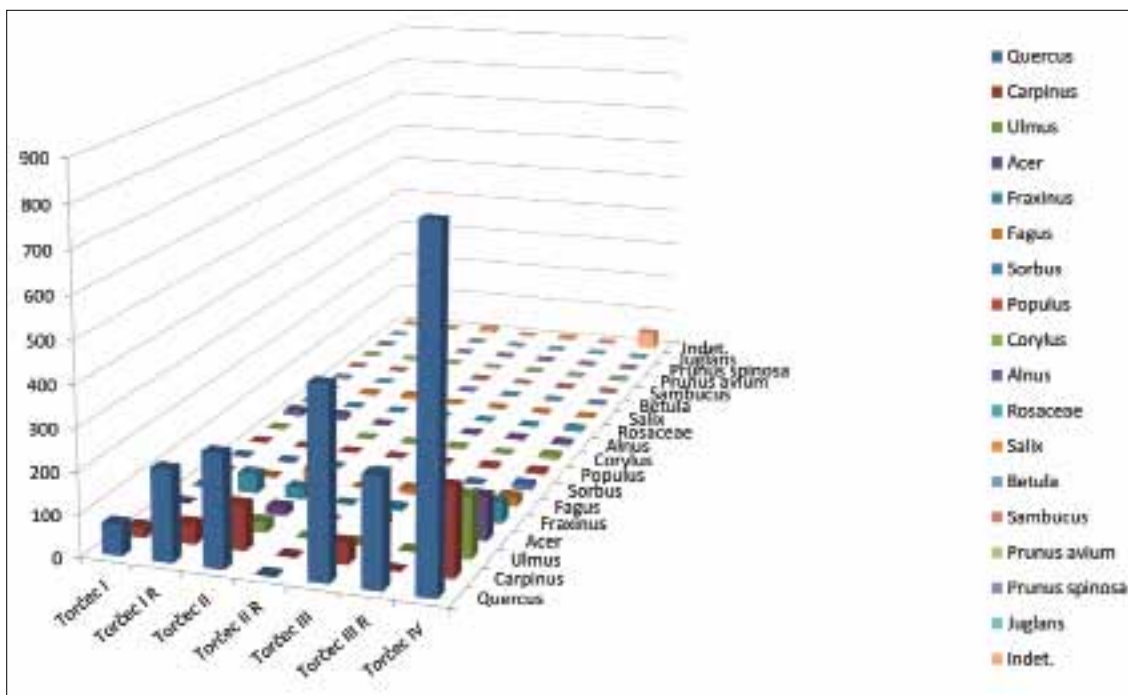
Sl. 7a. Rezultati antrakoloških analiza za naseobinske i radioničke prostore – postotak pojedinačnih svojti u uzorcima sa svih nalazišta razvrstan u Torčec keramičke grupe / kronološke faze prema Sekelj Ivančan 2010; R = radionički dio (izradila: K. Botić) / Fig. 7a. Results of anthracological analyses for settlement and workshop areas – percentage of individual taxa in samples from all sites classified into Torčec ceramic groups / chronological phases after Sekelj Ivančan 2010; R = workshop area (made by: K. Botić)



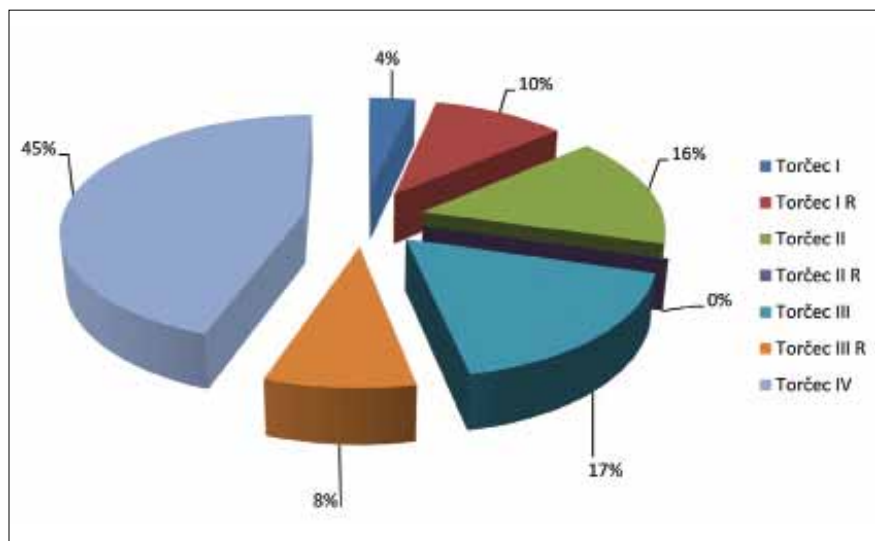
Sl. 7b. Rezultati antrakoloških analiza za naseobinske i radioničke prostore – broj pojedinačnih svojti u uzorcima sa svih nalazišta razvrstan u Torčec keramičke grupe / kronološke faze prema Sekelj Ivančan 2010; R = radionički dio (izradila: K. Botić) / Fig. 7b. Results of anthracological analyses for settlement and workshop areas – number of individual taxa in samples from all sites classified into Torčec ceramic groups / chronological phases after Sekelj Ivančan 2010; R = workshop area (made by: K. Botić)



Sl. 8a. Rezultati antrakoloških analiza – broj pojedinačnih svojti u uzorcima sa svih nalazišta, iz konteksta naselja i radionica zajedno, razvrstan u Torčec keramičke grupe / kronološke faze prema Sekelj Ivančan 2010 (izradila: K. Botić) / Fig. 8a. Results of anthracological analyses – number of individual taxa in samples from all sites, from the context of settlement and workshops together, classified into Torčec ceramic groups / chronological phases after Sekelj Ivančan 2010 (made by: K. Botić)



Sl. 8b. Rezultati antrakoloških analiza za naseobinske i radioničke prostore – broj pojedinačnih svojti u uzorcima sa svih nalazišta razvrstan u Torčec keramičke grupe / kronološke faze prema Sekelj Ivančan 2010; R = radionički dio (izradila: K. Botić) / Fig. 8b. Results of anthracological analyses for settlement and workshop areas – number of individual taxa in samples from all sites sites classified into Torčec ceramic groups / chronological phases after Sekelj Ivančan 2010; R = workshop area (made by: K. Botić)



Sl. 9. Postotak svotji iz naseobinskih i radioničkih konteksta svih nalazišta i svih Torčec keramičkih grupa / kronoloških faza. Uzorci nisu podjednako raspoređeni prema fazama i aktivnostima; R = radionički dio (izradila: K. Botić) / Fig. 9. Percentage of taxa from settlement and workshop contexts of all sites and all Torčec ceramic groups / chronological phases. The samples are not equally distributed according to phases and activities; R = workshop area (made by: K. Botić)

Tab. 2a. Antrakološki skup podataka korišten u analizi. Uzorci su organizirani prema pojedinačnim kronološkim fazama naseobinskih konteksta nalazišta: Torčec – Prečno pole I (T-PP), Torčec – Blaževo pole 6 (T-BP), Torčec – Ledine (T-LD), Torčec – Pod Gucak (T-PG), Virje – Volarski breg (V-VB), Virje – Sušine (V-S), Hlebine – Velike Hlebine (H-VH), Hlebine – Dedanovice (H-D) (izradila: K. Botić) / Tab. 2a. Anthracological dataset used in the analysis. The samples are organized according to the individual chronological phases of the settlement contexts of the sites: Torčec – Prečno pole I (T-PP), Torčec – Blaževo pole 6 (T-BP), Torčec – Ledine (T-LD), Torčec – Pod Gucak (T-PG), Virje – Volarski breg (V-VB), Virje – Sušine (V-S), Hlebine – Velike Hlebine (H-VH), Hlebine – Dedanovice (H-D) (made by: K. Botić)

Sites and phases	Quercus	Carpinus	Ulmus	Acer	Fraxinus	Fagus	Sorbus	Populus	Corylus	Alnus	Rosaceae	Salix	Betula	Prunus avium	Prunus spinosa	Juglans	Indet.	Σ
T-PP T. I	42	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	46
H-D T. I	32	21	0	0	1	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	67
T-PP T. II	228	95	9	13	6	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	395
V-S T. II	28	1	0	3	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	53
H-VH T. II	11	13	17	3	2	0	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	0	56
T-PP T. IIIa	106	16	1	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	137
T-BP T. IIIa	33	29	0	1	3	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	71
T-PP T. IIIb	283	4	2	21	3	5	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	322
V-VB T. IIIa	26	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	29
T-PP T. IVa	67	3	7	2	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	83
T-LD T. IVa	145	64	46	54	40	5	1	4	8	3	4	0	0	0	0	0	10	384
T-PG T. IVb	566	123	90	35	2	14	9	1	0	1	0	0	2	0	0	0	34	877
V-S T. IVa	26	4	1	5	4	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	45
V-S T. IVb	4	6	3	2	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	23
H-VH T. IVa	11	9	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
Σ	1608	391	176	152	86	69	16	6	11	20	6	11	3	2	1	0	58	2616
%	61,468	14,946	6,728	5,81	3,287	2,638	0,612	0,229	0,42	0,765	0,229	0,42	0,115	0,076	0,038	0	2,217	100

Tab. 2b. Antrakološki skup podataka korišten u analizi. Uzorci su organizirani prema pojedinačnim kronološkim fazama radioničkih konteksta nalazišta: Hlebine – Dedanovice (H-D), Hlebine – Velike Hlebine (H-VH), Virje – Sušine (V-S), Virje – Volarski breg (V-VB); R = radionički kontekst (izradila: K. Botić) / Tab. 2b. Anthracological dataset used in the analysis. The samples are organized according to the individual chronological phases of the workshop contexts of the sites: Torčec – Prečno pole I (T-PP), Torčec – Blaževo pole 6 (T-BP), Torčec – Ledine (T-LD), Torčec – Pod Gucak (T-PG), Virje – Volarski breg (V-VB), Virje – Sušine (V-S), Hlebine – Velike Hlebine (H-VH), Hlebine – Dedanovice (H-D) (made by: K. Botić)

Sites and phases	<i>Quercus</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Ulmus</i>	<i>Acer</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Fagus</i>	<i>Sorbus</i>	<i>Populus</i>	<i>Corylus</i>	<i>Alnus</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Salix</i>	<i>Betula</i>	<i>Prunus acutum</i>	<i>Prunus spinosa</i>	<i>Juglans</i>	Indet.	Σ
H-D T. I R	167	40	0	0	48	0	0	0	0	14	0	3	0	0	0	0	0	272
H-VH T. I R	49	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	60
V-S T. II R	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
V-VB T. IIIa R	259	0	1	0	5	0	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	273
Σ	476	47	3	1	53	0	0	5	0	17	0	3	0	0	0	1	0	606
%	78.6	7.7	0.5	0.2	8.7	0	0	0.8	0	2.8	0	0.5	0	0	0	0.2	0	100

Iz naseobinskog konteksta nalazišta Hlebine – Dedanovice analizirano je 67 ulomaka iz pet objekata (Botić, Culiberg 2021: Tab. 4; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51). Identificirana su četiri roda: *Quercus* (47,76 %), *Fraxinus* (1,49 %), *Carpinus* (31,35 %) i *Alnus* (19,40 %) (**tab. 2a**). Iz radioničkog konteksta istog nalazišta analizirana su 272 ulomka iz četiri objekta (Botić, Culiberg 2021: Tab. 4; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51). Identificirano je pet rodova: *Quercus* (61,40 %), *Fraxinus* (17,65 %), *Carpinus* (14,70 %), *Alnus* (5,15 %) i *Salix* (1,10 %) (**tab. 2b**).

Iz radioničkog konteksta nalazišta Hlebine – Velike Hlebine analizirano je 60 ulomaka iz deset objekata (Botić, Culiberg 2021: Tab. 3; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51). Identificirano je pet rodova: *Quercus* (81,66 %), *Ulmus* (3,33 %), *Acer* (1,67 %), *Carpinus* (11,67 %) i *Juglans* (1,67 %) (**tab. 2b**).

c) Rani srednji vijek I (Torčec II faza, sredina 7. do druge polovine 8. st.)

U ovoj su fazi dokumentirane aktivnosti u naseobinskim kontekstima na nalazištima Torčec – Prečno pole I i Hlebine – Velike Hlebine te u naseobinskim i radioničkim kontekstima na nalazištu Virje – Sušine. Iz naseobinskog konteksta nalazišta Torčec – Prečno pole I analizirano je 395 ulomaka iz devet objekata (Culiberg 2010: 393, Tab. 1; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51). Identificirano je šest rodova: *Quercus* (57,7 %), *Ulmus* (2,3 %), *Fagus* (8,9 %), *Fraxinus* (1,5 %), *Carpinus* (24 %) i *Acer* (2,3 %). Devet ulomaka nije bilo moguće identificirati (2,3 %) (**tab. 2a**).

Iz naseobinskog konteksta nalazišta Hlebine – Velike Hlebine analiziran je 61 ulomak iz četiri objekta (Botić, Culiberg 2021: Tab. 3; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51). Identificirano je sedam rodova: *Quercus* (18,03 %), *Fraxinus* (3,28 %), *Ulmus* (27,87 %), *Acer* (4,92 %), *Carpinus* (21,31 %), *Populus* (1,64%) i *Salix* (14,75 %). Pet ulomaka nije bilo moguće identificirati (8,2 %) (**tab. 2a**).

Iz radioničkog konteksta nalazišta Virje – Sušine identificiran je samo jedan ulomak hrasta (*Quercus*) (Botić, Culiberg 2021: Tab. 2, Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51) (**tab. 2b**). Iz

naseobinskog konteksta ovoga nalazišta analizirana su 53 ulomka iz tri objekta (Botić, Culiberg 2021: Tab. 2, Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51). Identificirano je pet rodova: *Quercus* (52,83 %), *Fraxinus* (37,73 %), *Acer* (5,66 %), *Carpinus* (1,89 %) i *Betula* (1,89 %) (**tab. 2a**).

d) Rani srednji vijek I (Torčec IIIa-b faza, kraj 8. do druge polovine 9. st.)

Aktivnosti tijekom Torčec IIIa faze dokumentirane su u naseobinskim kontekstima nalazišta Torčec – Prečno pole I i Torčec – Blaževo pole 6 te u naseobinskim i radioničkim kontekstima na nalazištu Virje – Volarski breg. Iz naseobinskog konteksta nalazišta Torčec – Prečno pole I analizirano je 137 ulomaka iz četiri objekta (Culiberg 2010: 393, Tab. 1; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 51, 54). Identificirano je pet rodova: *Quercus* (77,3 %), *Ulmus* (0,7 %), *Fagus* (3,7 %), *Carpinus* (11,7 %), *Acer* (3,7 %). Četiri ulomka nije bilo moguće identificirati (2,9 %) (**tab. 2a**).

Iz naseobinskog konteksta nalazišta Torčec – Blaževo pole 6 analiziran je 71 ulomak iz jednog objekta (Culiberg 2010: 394, Tab. 2; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 54). Identificirano je šest rodova: *Quercus* (46,5 %), *Fagus* (2,8 %), *Fraxinus* (4,2 %), *Carpinus* (40,9 %), *Acer* (1,4 %) i *Corylus* (4,2 %) (**tab. 2a**).

Iz naseobinskog konteksta nalazišta Virje – Volarski breg analizirano je 29 ulomaka iz dva objekta (Botić, Culiberg 2021: Tab. 1; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 54). Identificirana su dva roda: *Quercus* (89,7 %) i *Alnus* (10,3 %) (**tab. 2a**). Iz radioničkog konteksta istog nalazišta analizirana su 273 ulomka iz 15 objekata (Botić, Culiberg 2021: Tab. 1; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 54). Identificirano je pet rodova: *Quercus* (94,9 %), *Fraxinus* (1,8 %), *Ulmus* (0,4 %), *Alnus* (1,1 %) i *Populus* (1,8 %) (**tab. 2b**).

U idućoj Torčec IIIb fazi dokumentirane su aktivnosti jedino u naseobinskom kontekstu nalazišta Torčec – Prečno pole I. Analizirana su 322 ulomka iz tri objekta (Culiberg 2010: 393, Tab. 1; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 54). Identificirano je osam rodova: *Quercus* (87,9 %), *Ulmus* (0,6 %), *Fagus* (1,6 %), *Fraxinus* (0,9 %), *Carpinus* (1,3 %), *Acer* (6,5 %), *Sorbus* (0,9 %) i *Rosaceae* (0,3 %) (**tab. 2a**).

e) Rani srednji vijek II (Torčec IVa–b faza, druga polovina 10. do kraja 12. st.)

U Torčec IVa fazi dokumentirane su aktivnosti u naseobinskim kontekstima nalazišta Torčec – Prečno pole I, Torčec – Ledine, Virje – Sušine i Hlebine – Velike Hlebine. Analizirana su 83 ulomka iz tri objekta s nalazišta Torčec – Prečno pole I (Culiberg 2010: 393, Tab. 1; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 54) te identificirano šest rodova: *Quercus* (80,7 %), *Ulmus* (8,5 %), *Carpinus* (3,6 %), *Acer* (2,4 %), *Sorbus* (3,6 %) i *Rosaceae* (1,2 %) (**tab. 2a**).

Analizirana su 384 ulomka iz devet objekata s nalazišta Torčec – Ledine (Culiberg 2010: 395, Tab. 3; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 54) te identificirano 11 rodova: *Quercus* (37,8 %), *Ulmus* (12 %), *Fagus* (1,3 %), *Fraxinus* (10,4 %), *Carpinus* (16,7 %), *Acer* (14,1 %), *Alnus* (0,8 %), *Sorbus* (0,2 %), *Populus* (1%), *Corylus* (2,1 %) i *Rosaceae* (1%). Deset ulomaka nije bilo moguće identificirati (2,6 %) (**tab. 2a**).

S nalazišta Virje – Sušine analizirano je 45 ulomaka iz četiri objekta (Botić, Culiberg 2021: 207, Tab. 2; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 54) te identificirano šest rodova: *Quercus* (57,8 %), *Fraxinus* (8,9 %), *Ulmus* (2,2 %), *Acer* (11,1 %), *Fagus* (6,7 %) i *Carpinus* (8,9 %). Identificirana je i jedna vrsta: *Prunus avium* (4,4 %) (**tab. 2a**).

S nalazišta Hlebine – Velike Hlebine analizirano je 28 ulomaka iz dva objekta (Botić, Culiberg 2021: 209, Tab. 3; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 54). Identificirana su tri roda: *Quercus* (39,3 %), *Acer* (28,6 %) i *Carpinus* (32,1 %) (**tab. 2a**).

U idućoj Torčec IVb fazi dokumentirane su aktivnosti u naseobinskim kontekstima nalazišta Torčec – Pod Gucak i Virje – Sušine. Analizirano je 877 ulomaka iz osam

objekata s nalazišta Torčec – Pod Gucak (Culiberg 2010: 396, Tab. 4; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 54) i identificirano deset rodova: *Quercus* (64,6 %), *Ulmus* (10,3 %), *Fagus* (1,6 %), *Fraxinus* (0,2 %), *Carpinus* (14 %), *Acer* (4 %), *Alnus* (0,1 %), *Sorbus* (1 %), *Populus* (0,1 %) i *Betula* (0,2 %), dok 34 ulomka nije bilo moguće identificirati (3,9 %) (**tab. 2a**).

S nalazišta Virje – Sušine analizirana su 23 ulomka iz četiri objekta (Botić, Culiberg 2021: 207, Tab. 2; Botić, Sekelj Ivančan 2021: 54) i identificirano je šest rodova: *Quercus* (17,4 %), *Fraxinus* (21,7 %), *Ulmus* (13 %), *Acer* (8,7 %), *Carpinus* (26,1 %) i *Salix* (8,7 %). Identificirana je i jedna vrsta: *Prunus spinosa* (4,4 %) (**tab. 2a**).

Rasprava³¹

Rezultati kvantitativne analize upućuju na predominantno korištenje hrasta (*Quercus*),³² 61,47 %, u svim naseobinskim kontekstima (sva nalazišta, sve Torčec faze uključene u ovaj rad), zatim slijedi grab (*Carpinus*) s gotovo 15 % te brijest (*Ulmus*) 6,73 % uz još 11 rodova i dvije vrste (≤ 6 %) (**sl. 7a; tab. 2a**). U radioničkim kontekstima nalazišta još je naglašenija upotreba hrasta (*Quercus*) (78,6 % svih analiziranih ulomaka), zatim jasena (*Fraxinus*) 8,7 % i graba (*Carpinus*) 7,7 % uz još šest rodova (≤ 3 %) (**sl. 7a; tab. 2b**), iako je analizirani uzorak znatno manji i rezultat može zbog toga biti pristran. Niže kalorijske vrijednosti (*lower calorific values*, LCV) ovih rodova vrlo su slične kada se spaljuju pri količini vlage od 12 %: između 4000 i 5000 kcal/kg (Kabukcu, Chabal 2020: 20, Fig. 7; Botić, Culiberg 2021: 199).³³ Brojnost i laka dostupnost oko nalazišta vjerojatno je bila razlog njihove predominantne upotrebe. Međutim, omjer identificiranih rodova varira tijekom vremena i unutar konteksta pojedinih nalazišta (**sl. 7–8**).

Pristranost u dostupnim uzorcima može djelomično objasniti neke probleme omjera u oba konteksta nalazišta, naseobinskom i radioničkom. Dobar primjer pristranosti u naseobinskom kontekstu nalazišta je Virje – Volarski breg (Torčec IIIa faza) (**tab. 2a**), dok su za radioničke kontekste to Hlebine – Velike Hlebine (Torčec I faza) i Virje – Sušine (Torčec II faza) (**tab. 2b**). Sveukupno, broj ulomaka drvenog ugljena iz naseobinskih konteksta manji je od 600, s iznimkom faze Torčec IV (**sl. 2b; sl. 3b**), dok u radioničkim kontekstima polovica sadrži oko 300 identificiranih ulomaka ugljena (**sl. 2b; sl. 3b**), s iznimkom Torčec II faze predstavljene jednim ulomkom drvenog ugljena s nalazišta Virje – Sušine. Pristranost je vjerojatno rezultat strategije uzorkovanja korištene tijekom arheoloških iskopavanja manjih površina jer bi veće istražene površine, odnosno više istraženih arheoloških cjelina, vjerojatno osigurale veći broj uzoraka drvenog ugljena za identifikaciju. Prevladavanje hrasta u ostacima svih aktivnosti u radionicama i oko njih je očekivano, budući da su sva nalazišta smještena u umjereno kontinentalnom pojasu u kojem prevladavaju listopadne lisnate ili mješovite šume (de Rigo *et al.* 2016: 24), uglavnom zajednice hrast-jasen-brijest ili hrast-grab (Kevey 2019: 302; Botić, Culiberg 2021). Vrlo uzak pojas zemlje oko toka rijeke Drave pokazuje neke umjerene stepske uvjete jer se nalazi na južnoj granici Karpatske kotline, sa srednjim do visokim stepskim uvjetima, tj. relativno malom količinom oborina, velikim isparavanjem i vegetacijom

31 Tekst rasprave i zaključka preuzet je i prilagođen prema Botić, Culiberg 2021 i Botić, Sekelj Ivančan 2021.

32 Vjerojatno je riječ o hrastu lužnjaku (*Quercus robur*) koji raste na dubokim plodnim, glinovitim ili pjeskovitim tlima, pretežno vlažnim zemljištima s visokom razinom podzemnih voda. Obično je dio nizinskih šuma; osnovna karakteristika mu je otpornost/čvrstoća, a često se koristi kao ogrjev (Sekelj Ivančan *et al.* 2019: 54).

33 Razlika je u gustoći drveta: hrastova cjepanica iste veličine kao cjepanica johe proizvest će tri puta više topline jer je tri puta teža, ali ako se spali po 1 kg od obje vrste, bit će uočljivo da nema razlike u povratu energije (Kabukcu, Chabal 2020: 21).

kojom dominiraju trava i nisko grmlje (de Rigo *et al.* 2016: 24, 27; Botić, Culiberg 2021). Ostaci pješčanih pustinjačkih uvjeta još uvijek se mogu vidjeti u posebnom rezervatu Đurđevački pijesci u ekološkoj mreži Natura 2000³⁴ koji se nalazi oko 10 km jugoistočno od Virja. Nizinski vlažni okoliši, glinasta i aluvijalna tla s visokom razinom podzemnih voda u dijelovima doline rijeke Drave dobri su preduvjeti za stvaranje barskog željeza (Kaczorek, Sommer 2003; Raimandou, Wells 2014; Brenko *et al.* 2021) koje je, zajedno s dobrom opskrbom drvetom, omogućilo proizvodnju željeza na četiri položaja oko Virja i Hlebina u duljem vremenskom periodu (Botić, Culiberg 2021).

Rodovi drveća utvrđeni na svih osam nalazišta i u većini relativno-kronoloških faza upućuju na vegetaciju koja se proteže od močvarnih staništa do viših poplavnih područja (Kevey 2019: 317, Fig. 18.8). Ovo je prirodno okruženje za uskolisni jasen (*Fraxinus angustifolia*) i crnu johanu (*Alnus glutinosa*)³⁵ na tresetištu ili hrast lužnjak (*Quercus robur*), uskolisni jasen (*Fraxinus angustifolia*), bijeli brijest (*Ulmus laevis*) i obični grab (*Carpinus betulus*) na pjeskovitom povišenom terenu (Botić, Culiberg 2021). Postoje neke iznimke. Radionički dio nalazišta Virje – Volarski breg (Torčec IIIa faza) te naseobinski konteksti nalazišta Hlebina – Velike Hlebina (Torčec II faza), Torčec – Ledine (Torčec IVa faza) i Torčec – Pod Gucak (Torčec IVb faza) sadrže ulomke topole (*Populus*)³⁶ koja preferira više pješčane poplavne terene u blizini brze riječne struje s dovoljno prirodnog svjetla (Caudullo, de Rigo 2016b: 134; Kevey 2019: 305, Fig. 18.5; Botić, Culiberg 2021), dok su ostale svojite identične onima oko močvarnih staništa. Brojniji ulomci drvenog ugljena topole potječu s nalazišta oko Torčeca, što je i očekivano jer je ovo područje blizu toka rijeke Drave i podložno plavljenju (**karta 1; tab. 2**). Odnos hrast/topola mijenja se između Torčec IV i Torčec V faze,³⁷ s tim da je hrast manje zastupljen u kasnijoj fazi. No, to je također povezano s prostornim smještajem nalazišta, pri čemu su nalazišta Torčec – Ledine i Pod Gucak (faza IV) smješteni na nešto drugačijem terenu, uz pristranost rezultata vezano uz količinu dostupnih uzoraka drvenog ugljena.³⁸ U radioničkom prostoru nalazišta Virje – Volarski breg i naseobinskom prostoru nalazišta Hlebina – Velike Hlebina identificirano je samo šest ulomaka drvenog ugljena topole,³⁹ što nije dovoljno za zaključak o gospodarenju drvetom na ova dva nalazišta. Međutim, prisutnost topole može upućivati na promjenu u dostupnosti drva oko nalazišta, usputno sakupljanje manjih grana⁴⁰ ili promjenu toka rijeke Drave oko nalazišta tijekom faza Torčec II i Torčec IIIa (Rani srednji vijek I – **tab. 1; sl. 1**).

Zanimljiva je i prisutnost ulomaka drvenog ugljena javora (*Acer*). Od 153 ulomka sa svih osam nalazišta samo je jedan pronađen u radioničkom prostoru nalazišta Hlebina – Velike Hlebina u kontekstu faze Torčec I. Ostali ulomci potječu iz naseobinskih

34 Više detalja: Natura 2000 Network Viewer (<https://natura2000.eea.europa.eu/#>).

35 Drvo johanu nije pogodno za obradu, ali se može koristiti u izradi mostova i manjih plovila, a odlično je za izradu drvenog ugljena (Huston Durrant, de Rigo, Cadullo 2016: 64–65; Sekelj Ivančan *et al.* 2019: 60).

36 Ulomci drvenog ugljena najvjerojatnije pripadaju bijeloj topoli (*Populus alba*) iako se to nije moglo potvrditi primarnom mikroskopskom analizom. Isto vrijedi i za sve analizirane svojite kojima se mogao identificirati rod, ali ne i vrsta, osim za divlju trešnju (*Prunus avium*) i trninu (*Prunus spinosa*).

37 Torčec V faza nije uključena u ovaj rad; za više detalja v. Botić, Sekelj Ivančan 2021.

38 Torčec – Blaževo pole 6 zastupljen je sa samo 71 ulomkom drvenog ugljena, daleko manje od ostalih nalazišta oko Torčeca.

39 Jedan s nalazišta Hlebina – Velike Hlebina i pet s nalazišta Virje – Volarski breg.

40 U prirodnom slijedu, šume hrasta, jasena i brijesta razvijaju se iz luga topole ili luga johanu tijekom duljeg vremena (Kevey 2019: 318). Ako je došlo do promjene prirodnog okoliša, ona je morala započeti u prethodnom razdoblju (kasna antika / rani srednji vijek) da bi se tijekom razdoblja ranog srednjeg vijeka I stvorila prijelazna vegetacijska zona između šuma topole i hrasta, jasena i brijesta.

prostora svih kronoloških faza (**tab. 2a**). Nije bilo moguće identificirati vrstu javora, ali općenito javor izbjegava vlažna područja, iako ne podnosi sušu i može se naći na glinastim tlima (*Acer campestre*) (Zecchin *et al.* 2016: 52) ili na plodnim vlažnim tlima u podnožju brežuljaka (*Acer plantanoides*) (Caudullo, de Rigo 2016a: 53; Botić, Culiberg 2021). Obilje javora u naseobinskim kontekstima nalazišta oko Torčeca upućuje na to da je najvjerojatnije dopremljen s određene udaljenosti i da nije korišten samo kao ogrjev.

Još se dvije svojte pojavljuju samo među uzorcima drvenog ugljena naseobinskih konteksta nalazišta Virje – Sušine (Torčec II i IVa faze), Torčec – Prečno pole I (Torčec II, IIIa i IIIb faze), Torčec – Blaževo pole 6 (Torčec IIIa faza), Torčec – Ledine (Torčec IVa faza) i Torčec – Pod Gucak (Torčec IVb faza), koje se ne nalaze u močvarnim područjima: bukva (*Fagus*) i breza (*Betula*) (**tab. 2a**). Bukva (*Fagus sylvatica*) preferira brdske padine s mekim tlima i izbjegava vlažna područja sa zbijenim tlima (Houston Durrand *et al.* 2016a: 94). Cretna breza (*Betula pubescens*) također je osjetljiva na sušu iako podnosi vlažna tla i slabo drenirane vrištine, dok obična ili bijela breza (*Betula pendula*) najbolje raste na uglavnom plodnim i dobro dreniranim tlima (Beck *et al.* 2016: 70). Prisutnost ovih dviju svojti u naseobinskim prostorima na nalazištima oko Torčeca opet je vrlo zanimljiva.

U naseobinskom prostoru nalazišta Virje – Sušine (faze Torčec IVa i IVb) također su identificirane dvije vrste: divlja trešnja (*Prunus avium*) i trnina (*Prunus spinosa*) (**tab. 2a**).⁴¹ Iako je broj ulomaka ovih vrsta vrlo nizak, njihova prisutnost ne iznenađuje jer se plodovi obje vrste koriste za hranu. Trnina (*Prunus spinosa*) je grm koji raste na rubovima hrastovih i bukovih šuma ili na obalama rijeka uz vrbe i topole, odnosno između šumskih zajednica i travnjaka, često na granicama poljoprivrednih polja (Popescu, Caudullo 2016: 145; Botić, Culiberg 2021). Divlja trešnja (*Prunus avium*) je srednje veliko drvo koje preferira duboka plodna tla, ali ne podnosi tešku glinu, vlažna ili slabo drenirana područja te je osjetljiva na sušu (Welk *et al.* 2016: 140). Zreli plodovi ovih dviju vrsta pojavljuju se u različitim godišnjim dobima: divlja trešnja od kasnog proljeća do ljeta (Welk *et al.* 2016: 140), dok plodovi trnine sazrijevaju u kasno ljeto i jesen i mogu ostati na biljci tijekom cijele zime (Popescu, Caudullo 2016: 145; Botić, Culiberg 2021).

Načelo najmanjeg napora (*principle of least effort*) može se eventualno primijeniti na izbor svojti drveća koje su korištene za proizvodnju drvenog ugljena potrebnog kao gorivo za proizvodnju željeza ili kao ogrjevno drvo u naseobinskim kontekstima – svo drvo je nasumično prikupljeno u omjerima u kojima se pojavljivalo u prirodi oko nalazišta (Théry-Parisot *et al.* 2010: 144; Botić, Culiberg 2021). Ovo se može primijeniti na većinu identificiranih svojti uz prethodno navedene iznimke: javor, breza, bukva i moguće divlja trešnja (*Acer*, *Betula*, *Fagus*, *Prunus avium*).

Raznolikost svojti identificiranih u naseobinskim prostorima nalazišta također može upućivati na drugu upotrebu drva osim goriva, kao što je građevinsko drvo (hrast i jasen). Žir hrasta (*Quercus*) može se koristiti za ishranu stoke, kora za štavljenje kože, drvo za izradu bačvi za skladištenje tekućina (vina i žestokih pića) itd. (Eaton *et al.* 2016: 161; Botić, Culiberg 2021). Listovi jasena mogu se upotrebljavati i kao hrana za stoku, dok sok cnog jasena (*Fraxinus ornus*) iz zarezane kore nakon sušenja stvara jestive pahuljice koje imaju blaga laksativna i diuretička svojstva (Caudullo, Houston Durrant 2016: 97; Sekelj Ivančan 2019: 58; Botić, Culiberg 2021). Javor (*Acer cf. pseudoplatanus*), koji prirodno ne raste u neposrednoj okolini nalazišta ali se može naći u brdovitom području nešto jugozapadnije, također se mogao koristiti za hranu: etnografski izvori spominju piće od

41 Dva ulomka divlje trešnje (*Prunus avium*) i jedan ulomak trnine (*Prunus spinosa*).

svježeg soka drveta, pupoljke koje pastiri jedu sirove i listove koji se koriste u procesu pečenja kruha kako bi spriječili lijepljenje i dali poseban okus (Pasta *et al.* 2016: 57; Botić, Culiberg 2021).⁴² Bijela vrba (*Salix alba*), prisutna uglavnom u naseobinskim kontekstima (tab. 2a),⁴³ mogla se koristiti zbog svojih ljekovitih svojstava (salicin) ili za izradu drvenog kuhinjskog pribora, zdjela, pletenih košara itd. (Houston Durrant *et al.* 2016b: 168; Botić, Culiberg 2021). Grab (*Carpinus*) se također može koristiti za izradu malih predmeta otpornih na trošenje, kao što su drške alata, mlinski kotači, poljoprivredni alati, drvene zakovice itd. (Sikkema *et al.* 2016: 75; Botić, Culiberg 2021). Bukva (*Fagus*), s oko 250 danas poznatih primjena, nije previše prisutna u ukupnom uzorku drvenog ugljena i identificirana je samo u naseobinskim kontekstima, kao što je prije spomenuto. Bukovo se drvo također može koristiti za izradu kuhinjskog posuđa kao što su zdjele, drvene žlice, pladnjevi itd. (Houston Durrant *et al.* 2016a: 94; Botić, Culiberg 2021). Nekoliko svojti može se koristiti za izradu namještaja (hrast, javor, bukva, divlja trešnja) ili čak za glazbene instrumente (javor, bukva, divlja trešnja), a neke i za posude (hrast, bukva, vrba, brijest) (Botić, Culiberg 2021). Međutim, stvarna uporaba ovih svojti ne može se rekonstruirati na temelju tako malog uzorka drvenog ugljena raspršenog u različitim naseobinskim kontekstima i vremenskim razdobljima na nalazištima oko Torčeca, Virja i Hlebina.

Pitanja promjene strukture drveta tijekom proizvodnje drvenog ugljena, tafonomski procesi, metode uzorkovanja, sadržaj vlage, veličina upotrijebljenog drva kao pokazatelj gospodarenja drvetom itd. ovdje nisu obrađena *in extenso* zbog malog uzorka i uglavnom loše sačuvanosti ulomaka drvenog ugljena.⁴⁴

Mogući utjecaj okoliša na proizvodnju željeza

Četiri radionička kompleksa predstavljena u ovom radu pokazuju stupanj migracije aktivnosti unutar istih ili između različitih nalazišta tijekom više faza njihova korištenja. To se može objasniti na različite načine, kao što je mala veličina iskopanih površina i mali broj nalazišta uključenih u ovu studiju, ali također može postojati ekološki razlog za takvu migraciju. Podravina, u kojoj se nalaze sva spomenuta nalazišta, nizinska je regija u kojoj postoje prirodni preduvjeti za nastanak barskih željeznih ruda (Brenko *et al.* 2020).

Barske željezne rude su konsolidirane nakupine minerala željeza i popratnih elemenata koji se nalaze u nizinskim vlažnim okruženjima, glinastim i aluvijalnim tlima, s visokim razinama podzemnih voda (Raimandou, Wells 2014; Kaczorek, Sommer 2003). Ova vrsta rude je korištena kao resurs za proizvodnju željeza tijekom kasne antike i ranoga srednjeg vijeka, na što upućuju arheološki nalazi ruda unutar radionica (Karavidović 2020; Brenko *et al.* 2021). To su obnovljivi resursi, ali je mogućnost i trajanje njihovog nastanka, debljina sloja i kvaliteta rude pod velikim utjecajem više ili manje povoljnih okolišnih uvjeta (Theleman *et al.* 2017 s pripadajućom literaturom). Iako su mehanizmi formiranja složeni, a preduvjeti različiti, općenito se povoljnijim smatraju vlažniji i topliji klimatski uvjeti.

Nalazišta oko Virja i Hlebina smještena su na rubovima velikog močvarnog područja, međutim prisutnost tla na bazi lesa i gline oko radionica nije utjecala na rezultate radiokarbonskih datiranja, kao što su predložili Gassmann i Schafer (2018).

42 Listovi jasena još uvijek se koriste za zamatanje lokalnog sira u sjevernoj Španjolskoj (Pasta *et al.* 2016: 57).

43 Hlebine – Dedanovice (Torčec I faza) radionički dio, Hlebine – Velike Hlebine (Torčec II faza), Virje – Sušine (Torčec IVb faza) i Torčec – Prečno pole I (Torčec Va faza) naseobinski konteksti.

44 V. Théry-Parisot *et al.* 2010; Crew, Mighall 2013; Kabukcu, Chabal 2020 itd. s pripadajućom literaturom.

Razdoblje oko 600. godine, neobično obilježeno radiokarbonskim datumima,⁴⁵ možda nije samo rezultat arheoloških istraživanja manjih površina, već može upućivati na to da je ovo područje prošlo kroz veću promjenu okoliša pod utjecajem jednog od cikličkih solarnih minimuma poznatih kao Bond događaji (Bond *et al.* 2001). Ovi ciklički događaji su globalno prepoznati, imaju različit utjecaj u različitim regijama, ali općenito predstavljaju hladnije i sušnije uvjete u Europi (Bond *et al.* 1997; 2001; Mayewski *et al.* 2004 itd.). Također je prepoznat utjecaj vulkanske aktivnosti (Mayewski *et al.* 2004; Breitenmoser *et al.* 2012 itd.). Utjecaj klimatske varijabilnosti na prošla društva nije nov koncept (v. npr. Dotterweich 2008; Büntgen *et al.* 2011; McCormick *et al.* 2012; McCormick 2019, a posebno Ljungqvist *et al.* 2020 s opsežnom bibliografijom).

Razdoblje između 540. i 700. godine obilježeno je Bond 1 događajem, sa sušnijim i hladnijim uvjetima koji su dosegli vrhunac oko 600. godine (Büntgen *et al.* 2011: 580, Fig. 2; 581, Fig. 4; Lubick 2011: Fig. 1; McCormick *et al.* 2012, itd.). U to vrijeme zabilježeno je i napredovanje alpskog ledenjaka (Dotterweich 2008: 197, Fig. 3; McCormick *et al.* 2012: Fig. 11; za detaljnu rekonstrukciju ljetnih uvjeta iz godine u godinu v. Cook *et al.* 2015). Ovo pretežno sušnije razdoblje moglo je utjecati na poplavne režime i razine podzemnih voda te tako spriječiti stvaranje ruda i u našim krajevima. Radiokarbonski datumi, kao i arheološki podaci, upućuju na blagi prekid u korištenju ciljano istraženih radioničkih i nasebinskih dijelova nalazišta (Virje – Volarski breg i Sušine), veći vremenski prekid naseljavanja prije 600. godine (Hlebine – Dedanovice) i početak korištenja pojedinih pozicija nakon 600. godine (Hlebine – Velike Hlebine i Dedanovice). Iscrpljenost već formirane rude i spori procesi formiranja nove mogli su tome biti uzrok, iako za sada nema dokaza o napuštanju nalazišta, ili proizvodnje željeza općenito, tijekom ovog vremenskog hijatusa. Potrebna su daljnja istraživanja okoliša kako bi se bolje razumjela moguća međuovisnost promjena u okolišnim uvjetima i prilagodbe stanovništva ovoj novoj situaciji.

Naseljenost kasnoantičkih položaja djelomično odgovara razdoblju u literaturi poznatom kao „kasnoantičko malo ledeno doba“ (Büntgen *et al.* 2011; Preiser-Kapeller 2018). Početno razdoblje hladnih ljeta pojavilo se u srednjoj Europi između 535. i 558., a proljetne oborine značajno su se smanjile krajem 530-ih, s izraženim minimumom 544. i 567. godine. Bizantski izvori spominju ekstremno hladnu zimu 558./559. koja je omogućila barbarskim skupinama prijelaz preko zaleđenog Dunava (Preiser-Kapeller 2018: 312, Fig. 1; 314–315). Kraće temperaturne oscilacije zabilježene su u razdoblju između 560. i početka 590-ih,⁴⁶ sa slijedećim hladnim razdobljem⁴⁷ zabilježenim između 595. i 615., dok su suhi uvjeti ponovno bili prisutni između 604. i 614. te između 617. i 625. (Preiser-Kapeller 2018: 312, Fig. 1; 316). Sušna razdoblja često su obilježena bujičnim poplavama, koje su zasigurno imale razorne posljedice na okoliš (Weninger *et al.* 2009: 15–16).

45 Radiokarbonski datumi za sada ne pokazuju neprekinut slijed naseljavanja na ovim prostorima, tj. postoji određeni vremenski hijatus od približno ± 50 godina između datuma kasne antike i početka prijelazne faze kasna antika / rani srednji vijek (v. **tab. 1**).

46 To je vrijeme osvajanja Sirmija (582. godine) i učvršćivanja avarske moći u Karpatskoj kotlini, iako novija istraživanja pokazuju da u to vrijeme nije došlo do većeg prekida u procesima naseljavanja ili kolapsa komunikacijskih mreža (Preiser-Kapeller 2018: 312, Fig. 1; 315).

47 U bizantskim izvorima navodi se da je vrlo hladna zima 599. godine uzrokovala smrt životinja; 602. godine bilježi se glad u Carigradu početkom godine, kao i hladno vrijeme s obilnim padalinama na Balkanu u jesen iste godine – događaji koji su pridonijeli padu cara Mauricija (Preiser-Kapeller 2018: 316).

Oborinska voda ne može sudjelovati u procesu stvaranja željezne rude i može izazvati dodatno zasićenje tla, čime se sprječava korištenje pojedinih nizinskih položaja u područjima oko Virja i Hlebina. Stoga, kada govorimo o „napuštanju“ naseobinskih/radioničkih prostora, treba napomenuti da se radi samo o napuštanju istraženih dijelova nalazišta. Kao što je ranije spomenuto, migracija aktivnosti unutar i između položaja možda je bila način da se iziđe na kraj s prekomjerno eksploatiranim nalazištima rude u razdoblju slabog formiranja rude i dostupnosti zaliha drva oko radionica, pa su tako birana uzvišenja izvan izravnog utjecaja promjena u razinama podzemnih voda.

Razdoblje između druge polovine 8. i početka 9. st. odgovara vremenu kada u nekim dijelovima Karpatske kotline dolazi do stagnacije procesa naseljavanja i opadanja poljoprivredne aktivnosti (Preiser-Kapeller 2018: 318).⁴⁸ Jedan od razloga za ove zabilježene promjene mogla bi ponovo biti promjena klimatskih uvjeta / vremenskih obrazaca. Tada je zabilježeno nekoliko ekstremno hladnih kraćih razdoblja, a 785. godine, nakon vremena velikih hladnoća, uslijedile su poplave. Do kraja 8. st. sušne godine bile su sve izraženije, a 797. godina zabilježena je kao izrazito sušna.⁴⁹ Bilo je i izrazito kišnih godina, poput 793. (Preiser-Kapeller 2018: 318). Još jedno, ovoga puta dugo i hladno razdoblje, zabilježeno je nakon 820-ih (821.–840.), za koje razdoblje bizantski izvori bilježe izrazito hladno vrijeme, jake oluje i razdoblja gladi (za početak 820-ih).⁵⁰ Moguće je da su tako ekstremni vremenski uvjeti u Europi djelomično izazvani snažnom vulkanskom aktivnošću (McCormick *et al.* 2007; Preiser-Kapeller 2018: 320).

Zaključak

Radiokarbonski datumi i Bayesov model pokazuju veliku usklađenost s arheološkim podacima, uz neke iznimke koje su najvjerojatnije rezultat korištene strategije modeliranja, čime bi se trebalo detaljnije pozabaviti u budućnosti. Na temelju ove usklađenosti može se pretpostaviti da sastav tla nije imao utjecaja na radiokarbonske datume, bez obzira na strategiju uzorkovanja. Istovremenost nalazišta Torčec – Prečno pole I i nalazišta oko Hlebina i Virja, od prijelaznog kasnoantičkog/ranosrednjovjekovnog perioda (faza Torčec I), potvrđena je tek nakon 600. godine i nastavlja se u razdoblju Rani srednji vijek I (Torčec II i III faze) završavajući u drugoj polovini 10. st.⁵¹ Nalazišta oko Torčeca⁵² nastavljaju život u Ranom srednjem vijeku II (faza Torčec IV), od druge polovine 10. st. do kraja 12. st. te dalje u razdoblju razvijenog srednjeg vijeka (faza Torčec V), od 12. do početka 14. st. U širem prostoru zapadne Karpatske kotline radionički kompleksi na nalazištima Magyaratád, Iván – Dudás-dúlő i Nemeskér vremenski se podudaraju s fazama Torčec I–IIIa (druga polovina 6. do druge polovine 9. st.) u Podravini, na nalazištima Bodog-Alsóbű i Somogyvámos s fazom Torčec IIIb i dijelom Torčec IVa (10. st.), a na nalazištima Ólmod i Répcevis aktivnosti se odvijaju i u nešto kasnijem vremenu koje odgovara Torčec IVa i IVb fazama (10. i početak 11. st.). Pri tome je nalazište Ólmod arheomagnetskom metodom datirano kasnije, u vrijeme trajanja Torčec Va i početka Vb faze (prva polovina 11. do druge polovine 13. st.) (tab. 3).

48 Ti se podaci odnose na rezultate palinoloških analiza na temelju geoloških uzoraka iz jezera Baláta u jugo-zapadnoj Mađarskoj za drugu polovicu 8. st., a povezani su sa stagnacijom u naseljavanju (npr. područje između Dunava i Tise).

49 Još jedna iznimno sušna godina zabilježena je 810. u gotovo cijeloj Europi (Preiser-Kapeller 2018: 319, Fig. 5).

50 Obilne kiše, poplave i slabe žetve zabilježene su za karolinška područja od 820. do 822., a 820. godine bolest je izbrisala karolinšku vojsku u Gornjoj Panoniji duž rijeke Drave (Preiser-Kapeller 2018: 319–320).

51 Nalazišta oko Virja i Hlebina nastavljaju život i u sljedećem razdoblju (Rani srednji vijek II) prema arheološkim nalazima, ali nema dostupnih radiokarbonskih datuma koji bi popunili prazninu u Bayesovom modelu.

52 Torčec – Ledine, Torčec – Pod Gućak i Torčec – Rudićevo.

Istovremenost sva četiri radionička kompleksa uglavnom je potvrđena, s mogućim vrlo kratkim vremenskim prekidom oko 600. godine. Korištenje radionica i naseobinskih dijelova nalazišta otprilike u to vrijeme ili nešto kasnije, moglo je biti povezano s globalno potvrđenom promjenom okoliša tijekom takozvanog Bond 1 događaja, kada su prevladavali suhi i hladni uvjeti. Na koji su se način dogodile migracije aktivnosti unutar i među nalazištima te kako su ili jesu li promjene okoliša utjecale na proizvodnju željeza, nije moguće utvrditi bez daljnjih istraživanja. Kontinuitet naseljavanja u ranom srednjem vijeku dobro je dokumentiran u arheološkim zapisima sva četiri nalazišta, bez obzira na aktivnosti koje su se tamo obavljale, i dobro se slaže s Bayesovim modelom. Okolišni uvjeti oscilirali su u Karpatskoj kotlini tijekom ranoga srednjeg vijeka, utječući na procese poljoprivrede i naseljavanja i doprinoseći složenosti društvenih promjena u to vrijeme.

Antrakološka analiza ostataka drvenog ugljena iz radioničkih i naseobinskih dijelova nalazišta prikupljenih tijekom istraživanja manjeg opsega na pet nalazišta oko Torčeca i četiri nalazišta oko Virja i Hlebina dala je uvid u navike i aktivnosti koje su se tamo obavljale. Prevladavanje hrasta (*Quercus*) u kontekstu radioničkih dijelova sa sva četiri nalazišta (**tab. 2b**) i u svim relativno-kronološkim razdobljima u skladu je s dostupnošću ove svojte oko nalazišta. U isto vrijeme, u stambenim područjima (**tab. 2a**) identificirane su tri glavne svojte: hrast (*Quercus*), jasen (*Fraxinus*) i brijest (*Ulmus*). Ukupno je identificirano devet rodova drveta iz radioničkih konteksta, dok su naseobinski konteksti sadržavali 16 različitih svojti. Svojte drveća identificirane na svim lokacijama i u većini relativno-kronoloških segmenata upućuju na vegetaciju koja se proteže od močvarnih staništa do viših poplavnih terena. Obilje svojti prikupljenih za upotrebu u naseobinskim dijelovima možda se može objasniti načelom najmanjeg napora, tj. svo dostupno drvo prikupljeno je u omjerima u kojima se nalazilo u prirodi oko nalazišta, ali uz neke iznimke kao što su javor, breza, bukva i možda divlja trešnja (*Acer*, *Betula*, *Fagus*, *Prunus avium*) koji ne rastu u močvarnim područjima i koji su mogli imati i druge namjene osim goriva.

Promjena u korištenju svojti drveća dokumentirana je između druge polovine 6. i početka 14. stoljeća. Iako hrast (*Quercus*) prevladava u svim razdobljima, njegova se uporaba od 10. st. smanjuje, kada se pojavljuju druge svojte drveća. Neka srednjovjekovna naselja nalazila su se u blizini radionica za taljenje željeza, što je s vremenom dovelo do pretjeranog krčenja hrastovih šuma i transformacije šumskih staništa. Antropogeni utjecaji omogućili su širenje drugih svojti kao što su brijest (*Ulmus*), javor (*Acer*), jasen (*Fraxinus*), joha (*Populus*), vrba (*Salix*), breza (*Betula*) i trnina (*Prunus spinosa*) ili su neke od ovih svojti prenesene u naselja iz povišenih područja u relativnoj blizini.

LITERATURA / LITERATURE

- Beck *et al.* 2016 Pieter Beck, Giovanni Caudullo, Daniele de Rigo, Willy Tinner, *Betula pendula*, *Betula pubescens* and other birches in Europe: distribution, habitat, usage and threats, u: *European Atlas*, 70–73.
- Blaauw 2010 Maarten Blaauw, Methods and code for 'classical' age-modelling of radiocarbon sequences, *Quaternary Geochronology* 5(5), 2010., 512–518, <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2010.01.002>

- Blaauw, Christen 2011 Maarten Blaauw, J. Andrés Christen, Flexible Paleoclimate Age-Depth Models Using an Autoregressive Gamma Process, *Bayesian Analysis* 6(3), 2011., 457–474, <https://doi.org/10.1214/11-BA618>
- Bond *et al.* 1997 Gerard Bond, William Showers, Maziet Cheseby, Rusty Lotti, Peter Almasi, Peter deMenocal, Paul Priore, Heidi Cullen, Irka Hajdas, Georges Bonani, A Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene and Glacial Climates, *Science* 278(5341), 1997., 1257–1266, <https://doi.org/10.1126/science.278.5341.1257>
- Bond *et al.* 2001 Gerard Bond, Bernd Kromer, Juerg Beer, Raimund Muscheler, Michael N. Evans, William Showers, Sharon Hoffmann, Rusty Lotti-Bond, Irka Hajdas, Georges Bonani, Persistent Solar Influence on North Atlantic Climate During the Holocene, *Science* 294(5549), 2001., 2130–2136, <https://doi.org/10.1126/science.1065680>
- Botić 2021 Katarina Botić, Absolute Dating of the Virje and Hlebine Sites, u: Sekelj Ivančan, Karavidović 2021a, 92–100.
- Botić, Culiberg 2021 Katarina Botić, Metka Culiberg, Anthracological Analysis of Samples from Four Sites with Smelting Activity Around Virje and Hlebine, u: Sekelj Ivančan, Karavidović 2021a, 194–211.
- Botić, Sekelj Ivančan 2021 Katarina Botić, Tajana Sekelj Ivančan, Middle Ages forest and woodland cover in the Drava River region, archaeological perspective: Torčec, Virje and Hlebine case study, u: K. Botić, T. Sekelj Ivančan, T. Tkalčec, S. Krznar, J. Belaj (Eds.), *Using landscape in the Middle Ages in the light of interdisciplinary research, Proceedings of the 6th International Scientific Conference on Mediaeval Archaeology of the Institute of Archaeology, Zagreb, 6th June 2019 / Korištenje krajolika u srednjem vijeku u svjetlu interdisciplinarnih istraživanja, Zbornik radova šestog međunarodnog znanstvenog skupa srednjovjekovne arheologije Instituta za arheologiju, Zagreb, 6. lipnja 2019., Zbornik Instituta za arheologiju 18, Institut za arheologiju, Zagreb, 2021., 43–67.*
- Breitenmoser *et al.* 2012 Petra Breitenmoser, Jürg Beer, Stefan Brönnimann, David Frank, Friedhelm Steinhilber, Heinz Wanner, Solar and volcanic fingerprints in tree-ring chronologies over the past 2000 years, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 313–314, 2012., 127–139, <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.10.014>
- Brenko *et al.* 2020 Tomislav Brenko, Sibila Borojević Šoštarić, Stanko Ružičić, Tajana Sekelj Ivančan, Evidence for the formation of bog iron ore in soils of the Podravina region, NE Croatia: Geochemical and mineralogical study, *Quaternary International* 536, 2020., 13–29, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.11.033>
- Brenko *et al.* 2021 Tomislav Brenko, Sibila Borojević Šoštarić, Tena Karavidović, Stanko Ružičić, Tajana Sekelj Ivančan, Geochemical and mineralogical correlations between the bog iron ores and roasted iron ores of the Podravina region, Croatia, *Catena* 204, 2021., 13–29, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105353>
- Büntgen *et al.* 2011 Ulf Büntgen, Willy Tegel, Kurt Nicolussi, Michael McCormick, David Frank, Valerie Trouet, Jed O. Kaplan, Franz Herzig, Karl-Uwe Heussner, Heinz Wanner, Jürg Luterbacher, Jan Es-

- per, 2500 Years of European Climate Variability and Human Susceptibility, *Science* 331 (Feb), 2011., 578–582, <https://doi.org/10.1126/science.1197175>
- Caudullo, Houston Durrant 2016 Giovanni Caudullo, Tracy Houston Durrant, *Fraxinus angustifolia* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, u: *European Atlas*, 97.
- Caudullo, de Rigo 2016a Giovanni Caudullo, Daniele de Rigo, *Acer platanoides* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, u: *European Atlas*, 54–55.
- Caudullo, de Rigo 2016b Giovanni Caudullo, Daniele de Rigo, *Populus alba* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, u: *European Atlas*, 134–135.
- Cook *et al.* 2015 Edward R. Cook, Richard Seager, Yochanan Kushnir, Keith R. Briffa, Ulf Büntgen, David Frank, Paul J. Krusic, Willy Tegel, Gerard van der Schrier, Laia Andreu-Hayles, Mike Baillie, Claudia Baittinger, Niels Bleicher, Niels Bonde, David Brown, Marco Carrer, Richard Cooper, Katarina Čufar, Christoph Dittmar, Jan Esper, Carol Griggs, Björn Gunnarson, Björn Günther, Emilia Gutierrez, Kristof Hanecca, Samuli Helama, Franz Herzig, Karl-Uwe Heussner, Jutta Hofmann, Pavel Janda, Raymond Kontic, Nesibe Köse, Tomáš Kyncl, Tom Levanič, Hans Linderholm, Sturt Manning, Thomas M. Melvin, Daniel Miles, Burkhard Neuwirth, Kurt Nicolussi, Paola Nola, Momchil Panayotov, Ionel Popa, Andreas Rothe, Kristina Seftigen, Andrea Seim, Helene Svarva, Miroslav Svoboda, Terje Thun, Mauri Timonen, Ramzi Touchan, Volodymyr Trotsiuk, Valerie Trouet, Felix Walder, Tomasz Ważny, Rob Wilson, Christian Zang, Old World megadroughts and pluvials during the Common Era, *Science Advances* 1(10), 2015., e1500561, <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500561>
- Crew, Mighall 2013 Peter Crew, Tim Mighall, The fuel supply and woodland management at a 14th century bloomery in Snowdonia: a multidisciplinary approach, u: J. Humphris, T. Rehren (Eds.), *The World of Iron, Proceedings of a Conference at the Natural History Museum 2009*, Archetype, London, 2013., 473–482.
- Culiberg 2010 Metka Culiberg, Paleobotanične raziskave na zgodnesrednjeveških najdiščih v okolici Torčeca pri Koprivnici, u: T. Sekelj Ivančan, *Podravina u ranom srednjem vijeku. Rezultati arheoloških istraživanja ranosrednjovjekovnih nalazišta u Torčecu*, Monografije Instituta za arheologiju 2, Institut za arheologiju, Zagreb, 2010., 389–397.
- Dotterweich 2008 Markus Dotterweich, The history of soil erosion and fluvial deposits in small catchments of central Europe: Deciphering the long-term interaction between humans and the environment – A review, *Geomorphology* 101(1–2), 2008., 192–208, <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.05.023>
- Eaton *et al.* 2016 Edward Eaton, Giovanni Caudullo, Sandra Oliveira, Daniele de Rigo, *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, u: *European Atlas*, 160–163.

- European Atlas* J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant, A. Mauri (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2016.
- Gassmann, Schäfer 2018 Guntram Gassmann, Andreas Schäfer, Doubting radiocarbon dating from in-slag charcoal: five thousand years of iron production at Wetzlar-Dalheim?, *Archeologické rozhledy* LXX, 2018., 309–327.
- Gömöri 2000 János Gömöri, *Az avar kori és árpád-kori vaskohászat régészeti emlékei Pannoniában. Magyarország iparrégészeti lelőhelykatasztere I. Vasművesség / The archaeometallurgical sites in Pannonia from the Avar and Early Árpád period. Register of industrial archeological sites in Hungary I. Ironworking*, Sopron Múzeum, Sopron, 2000.
- Greguss 1954 Pál Greguss, *The identification of Central-European dicotyledonous trees and shrubs based on xylotomy*, Magyar Nemzeti Múzeum, Szeged, 1954.
- Grosser 1977 Dietger Grosser, *Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas*, Springer-Verlag, Berlin, 1977.
- Houston Durrant *et al.* 2016a Tracy Houston Durrant, Daniele de Rigo, Giovanni Caudullo, *Fagus sylvatica* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, u: *European Atlas*, 94–95.
- Houston Durrant *et al.* 2016b Tracy Houston Durrant, Daniele de Rigo, Giovanni Caudullo, *Salix alba* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, u: *European Atlas*, 168.
- Kabukcu 2018 Ceren Kabukcu, Wood Charcoal Analysis in Archaeology, u: E. Pişkin, A. Marciniak, M. Bartkowiak (Eds.), *Environmental Archaeology. Current Theoretical and Methodological Approaches, Interdisciplinary Contributions to Archaeology*, Springer, Cham, 2018., 133–154, https://doi.org/10.1007/978-3-319-75082-8_7
- Kabukcu, Chabal 2020 Ceren Kabukcu, Lucie Chabal, Sampling and quantitative analysis methods in anthracology from archaeological contexts: Achievements and prospects, *Quaternary International* 593–594, 2020., 6–18, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.11.004>
- Kaczorek, Sommer 2003 Danuta Kaczorek, Michael Sommer, Micromorphology, chemistry, and mineralogy of bog iron ores from Poland, *Catena* 54(3), 2003., 393–402, [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(03\)00133-4](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(03)00133-4)
- Karavidović 2020 Tena Karavidović, Rekonstrukcija postupaka prženja željezne rude: eksperimentalni pristup, u: S. Vitezović, D. Antonović, K. Šarić (Eds.), *Aktuelna interdisciplinarna istraživanja tehnologije u arheologiji Jugoistočne Evrope, Zbornik radova prvog skupa sekcije za arheometriju, arheotehnologiju i eksperimentalnu arheologiju Srpskog arheološkog društva, Srpsko arheološko društvo*, Beograd, 2020., 130–137.
- Kevey 2019 Kevey, B. 2019, Floodplain Forests, u: D. Loczy (Ed.), *The Drava River Environmental Problems and Solutions*, Springer Verlag, Berlin, 2019., 299–336.
- Ljungqvist *et al.* 2020 Frederic Charpentier Ljungqvist, Andrea Seim, Heli Huhtamaa, Climate and society in European history, *WIREs Climate*

- Change* 12(2), 2020, e691, 2020., 1–28, <https://doi.org/10.1002/wcc.691>
- Lubick 2011 Naomi Lubick, Did rain bring down the Roman Empire?, *Global Change* 77 (July), 2011., 8–11.
- Marguerie, Hunot 2007 Dominique Marguerie, Jean-Yves Hunot, Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France, *Journal of Archaeological Science* 34(9), 2007., 1417–1433, <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.032>
- Márton 2003 Péter Márton, Recent achievements in archaeomagnetism in Hungary, *Geophysical Journal International* 153(3), 2003., 675–690, <https://doi.org/10.1046/j.1365-246X.2003.01931.x>
- Mayewski *et al.* 2004 Paul A. Mayewski, Eelco E. Rohling, J. Curt Stager, Wibjörn Karlén, Kirk A. Maasch, L. David Meeker, Eric A. Meyerson, Françoise Gasse, Shirley van Kreveld, Karin Holmgren, Julia Lee-Thorp, Gunhild Rosqvist, Frank Rack, Michael Staubwasser, Ralph R. Schneider, Eric J. Steig, Holocene climate variability, *Quaternary Research* 62(3), 2004., 243–255, <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2004.07.001>
- McCormick 2019 Michael McCormick, Climates of history, histories of climate: From history to Archaeoscience, *Journal of Interdisciplinary History* 50(1), 2019., 3–30, https://doi.org/10.1162/jinh_a_01374
- McCormick *et al.* 2012 Michael McCormick, Ulf Büntgen, Mark A. Cane, Edward R. Cook, Kyle Harper, Peter Huybers, Thomas Litt, Sturt W. Manning, Paul Andrew Mayewski, Alexander F. M. More, Kurt Nicolussi, Willy Tegel, Climate Change during and after the Roman Empire: Reconstructing the Past from Scientific and Historical Evidence, *Journal of Interdisciplinary History* XLIII(2), 2012., 169–220, https://doi.org/10.1162/JINH_a_00379
- McCormick *et al.* 2007 Michael McCormick, Paul Edward Dutton, Paul A. Mayewski, Volcanoes and the Climate Forcing of Carolingian Europe, A.D. 750–950, *Speculum* 82(4), 2007., 865–895, <https://doi.org/10.1017/S0038713400011325>
- Preiser-Kapeller 2018 Johannes Preiser-Kapeller, The climate of the Khagan, Observations on palaeoenvironmental factors in the history of the Avars (6th–9th century), u: J. Drauschke, E. Kislinger, K. Kühnreiter, T. Kühnreiter, G. Scharer-Liška, T. Vida (Eds.), *Lebenswelten zwischen Archäologie und Geschichte, Festschrift für Falko Daim zu seinem 65. Geburtstag*, Monographien des RGZM 150, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Mainz, 2018., 311–324.
- Pasta *et al.* 2016 Salvatore Pasta, Daniele de Rigo, Giovanni Caudullo, *Acer pseudoplatanus* in Europe: distribution, habitats, usage and threats, u: *European Atlas*, 56–58.
- Popescu, Caudullo 2016 Ioana Popescu, Giovanni Caudullo, *Prunus spinosa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, u: *European Atlas*, 145.
- Ramanaidou, Wells 2014 Eric Ramanaidou, Martin Andrew Wells, Sedimentary Hosted Iron Ores, u: H. D. Holland, K. K. Turekian (Eds.), *Treatise on Geochemistry*, Elsevier, Amsterdam, 2014., 313–355.
- Reimer *et al.* 2020 Paula J. Reimer, William E. N. Austin, Edouard Bard, Alex Bayliss, Paul G. Blackwell, Christopher Bronk Ramsey, Mar-

- tin Butzin, Hai Cheng, R. Lawrence Edwards, Michael Friedrich, Pieter M Grootes, Thomas P. Guilderson, Irka Hajdas, Timothy J. Heaton, Alan G. Hogg, Konrad A. Hughen, Bernd Kromer, Sturt W. Manning, Raimund Muscheler, Jonathan G. Palmer, Charlotte Pearson, Johannes van der Plicht, Ron W. Reimer, David A. Richards, E. Marian Scott, John R. Southon, Christian S. M. Turney, Lukas Wacker, Florian Adolphi, Ulf Büntgen, Manuela Capano, Simon M. Fahrni, Alexandra Fogtmann-Schulz, Ronny Friedrich, Peter Köhler, Sabrina Kudsk, Fusa Miyake, Jesper Olsen, Frederick Reinig, Minoru Sakamoto, Adam Sookdeo, Sahra Talamo, The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP), *Radiocarbon* 62(4), 2020., 725–757, <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>
- de Rigo *et al.* 2016 Daniele de Rigo, Tracy Houston Durrant, Giovanni Caudullo, José I. Barredo, European forests: an ecological overview, u: *European Atlas*, 24–31.
- Schweingruber 1978 Fritz H. Schweingruber, *Microscopic Wood Anatomy*, Zurcher AG Zug, Zug, 1978.
- Sekelj Ivančan 2001 Tajana Sekelj Ivančan, Nove spoznaje o arheološkoj prošlosti koprivničke Podravine, *Podravski zbornik* 26–27, 2001., 243–252.
- Sekelj Ivančan 2005a Tajana Sekelj Ivančan, Probna arheološka istraživanja na položaju Blaževo pole 6 u Torčecu kraj Koprivnice, *AIA I*, 2005., 40–44.
- Sekelj Ivančan 2005b Tajana Sekelj Ivančan, Torčec, Ledine 2004. – ranosrednjovjekovno naselje, *AIA I*, 2005., 45–49.
- Sekelj Ivančan 2006 Tajana Sekelj Ivančan, Probna arheološka istraživanja na položaju Prečno pole I u Torčecu kraj Koprivnice, *AIA II*, 2006., 73–78.
- Sekelj Ivančan 2008a Tajana Sekelj Ivančan, Treća sezona arheoloških istraživanja na položaju Prečno pole I u Torčecu, *AIA IV*, 2008., 50–51.
- Sekelj Ivančan 2008b Tajana Sekelj Ivančan, Probna arheološka istraživanja položaja Pod Gucak/Pod Panje u Torčecu kraj Koprivnice, *AIA IV*, 2008., 52–57.
- Sekelj Ivančan 2009a Tajana Sekelj Ivančan, Arheološka istraživanja ranosrednjovjekovne radionice za prerađivanje željezne rudače na lokalitetu Virje – Volarski breg, *AIA V*, 2009., 65–70.
- Sekelj Ivančan 2009b Tajana Sekelj Ivančan, Četvrta sezona arheoloških istraživanja na položaju Prečno pole I u Torčecu, *AIA V*, 2009., 71–75.
- Sekelj Ivančan 2010 Tajana Sekelj Ivančan, *Podravina u ranom srednjem vijeku. Rezultati arheoloških istraživanja ranosrednjovjekovnih nalazišta u Torčecu*, Monografije Instituta za arheologiju 2, Institut za arheologiju, Zagreb, 2010.
- Sekelj Ivančan 2011 Tajana Sekelj Ivančan, Rezultati istraživanja nalazišta Virje – Volarski breg u 2010. godini, *AIA VII*, 2011., 50–53.
- Sekelj Ivančan 2013 Tajana Sekelj Ivančan, Nastavak arheoloških istraživanja na položajima Volarski breg i Sušine kraj Virja u 2012. godini, *AIA IX*, 2013., 48–54.

- Sekelj Ivančan 2014a Tajana Sekelj Ivančan, Četvrta sezona arheoloških istraživanja nalazišta Virje – Volarski breg/Sušine, *AIA X*, 2014., 99–103.
- Sekelj Ivančan 2014b Tajana Sekelj Ivančan, Pregled dosadašnjih arheoloških istraživanja na lokalitetu Virje – Volarski breg/Sušine, *Podravski zbornik* 40, 2014., 159–166.
- Sekelj Ivančan 2015 Tajana Sekelj Ivančan, Arheološki ostaci triju naselja na Sušinama u Virju, *AIA XI*, 2015., 50–53.
- Sekelj Ivančan 2017a Tajana Sekelj Ivančan, Ranosrednjovjekovno naselje na Volarskom bregu u Virju, u: T. Sekelj Ivančan, T. Tkalčec, S. Krznar, J. Belaj (Eds.), *Srednjovjekovna naselja u svjetlu arheoloških izvora, Zbornik radova drugog međunarodnog znanstvenog skupa srednjovjekovne arheologije Instituta za arheologiju, Zagreb, 2.–3. lipnja 2015., Zbornik Instituta za arheologiju 6*, Institut za arheologiju, Zagreb, 2017., 111–129.
- Sekelj Ivančan 2017b Tajana Sekelj Ivančan, Ranosrednjovjekovni objekt na Sušinama u Virju, *Cris XIX(1)*, 2017., 115–128.
- Sekelj Ivančan 2018 Tajana Sekelj Ivančan, Nastavak istraživanja talioničke radionice i naselja na lokalitetu Hlebine – Velike Hlebine, *AIA XIV*, 2018., 65–71.
- Sekelj Ivančan 2019a Tajana Sekelj Ivančan, Arheološka istraživanja lokaliteta Hlebine – Dedanovice, *AIA XV*, 2019., 129–135.
- Sekelj Ivančan 2019b Tajana Sekelj Ivančan, Ostaci ranosrednjovjekovnog naselja na lokalitetu Hlebine – Velike Hlebine, *Podravina* 18(36), 2019., 5–20.
- Sekelj Ivančan 2021 Tajana Sekelj Ivančan, The archaeological remains of settlements at sites with smelting workshop features in the Podravina region (Croatian Drava River Basin), u: Sekelj Ivančan, Karavidović 2021a, 146–193.
- Sekelj Ivančan, Karavidović 2021a Tajana Sekelj Ivančan, Tena Karavidović (Eds.), *Interdisciplinary Research into Iron Metallurgy along the Drava River in Croatia – The TransFER Project*, Archaeopress Publishing Ltd, Oxford, 2021.
- Sekelj Ivančan, Karavidović 2021b Tajana Sekelj Ivančan, Tena Karavidović, Archaeological Record of Iron Metallurgy Along the Drava River, u: Sekelj Ivančan, Karavidović 2021a, 43–91.
- Sekelj Ivančan, Mušič 2014 Tajana Sekelj Ivančan, Branko Mušič, Geofizička i arheološka istraživanja na nalazištu Virje: talionička radionica iz vremena kasne antike i ranog srednjeg vijeka, *ShP* III. s. 41, 2014., 177–184.
- Sekelj Ivančan, Tkalčec 2003 Tajana Sekelj Ivančan, Tatjana Tkalčec, Arheološko nalazište Torčec – Cirkvišće, *Podravina* 2(4), 2003., 5–36.
- Sekelj Ivančan, Tkalčec 2018 Tajana Sekelj Ivančan, Tatjana Tkalčec, Settlement continuity at Sušine site near Virje (North Croatia) throughout the Middle Ages, *Konstantínove listy* 11(2), 2018., 35–66, doi: 10.17846/CL.2018.11.2.35-66
- Sekelj Ivančan, Valent 2017 Tajana Sekelj Ivančan, Ivan Valent, Ostaci talioničke radionice na lokalitetu Hlebine – Velike Hlebine, *AIA XIII*, 2017., 73–76.
- Sekelj Ivančan *et al.* 2003 Tajana Sekelj Ivančan, Tatjana Tkalčec, Bartul Šiljeg, Rezultati analize ranosrednjovjekovnih nalaza i nalazišta u okolici Torčeca, *PIAZ* 20, 2003., 113–130.

- Sekelj Ivančan *et al.* 2005 Tajana Sekelj Ivančan, Tatjana Tkalčec, Dragutin Slovenec, Boško Lugović, Analiza keramike s ranosrednjovjekovnog naselja na položaju Ledine kod Torčeca, *PIAZ* 22, 2005., 141–186.
- Sekelj Ivančan *et al.* 2019 Tajana Sekelj Ivančan, Katarina Botić, Metka Culiberg, Biljni pokrov Đurđevačkih pijesaka i okolice – arheološka perspektiva: studija slučaja Virje – Volarski breg, u: D. Feletar, F. Bašić, *Đurđevački pijesci, geneza stanje i perspektive / Đurđevac sands, genesis, state and future, Zbornik radova sa znanstvenog skupa, Đurđevac, 29.–30. lipnja 2017.*, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb Križevci, 2019., 47–69.
- Sikkema *et al.* 2016 Richard Sikkema, Giovanni Caudullo, Daniele de Rigo, *Carpinus betulus* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, u: *European Atlas*, 2016., 74–75.
- Thelemann *et al.* 2017 Michael Thelemann, Wiebke Bebermeier, Philipp Hoelzmann, Enrico Lehnhardt, Bog iron ore as a resource for prehistoric iron production in Central Europe – A case study of the Widawa catchment area in eastern Silesia, Poland, *Catena* 149(1), 2017., 474–490, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.04.002>
- Thery-Parisot *et al.* 2010 Isabelle Théry-Parisot, Lucie Chabal, Julia Chrzavzez, Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 291(1–2), 2010., 142–153, <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.09.016>
- Valent *et al.* 2017 Ivan Valent, Ivan Zvijerac, Tajana Sekelj Ivančan, Topografija arheoloških lokaliteta s talioničkom djelatnošću na prostoru Podravine, *Podravina* 16, 2017., 5–25.
- Welk *et al.* 2016 Erik Welk, Daniele de Rigo, Giovanni Caudullo, *Prunus avium* in Europe: distribution, habitats, usage and threats, u: *European Atlas*, 140–141.
- Weninger *et al.* 2009 Bernhard Weninger, Lee Clare, Eelco J. Rohling, Ofer Bar-Yosef, Utz Böhner, Mihael Budja, Manfred Bundschuh, Angelica Feurdean, Hans-Georg Gebel, Olaf Jöris, Jörg Linstädter, Paul A. Mayewski, Tobias Mühlenbruch, Agathe Reingruber, Gary Rollefson, Daniel Schyle, Laurens Thissen, Henrieta Todorova, Christoph Zielhofer, The Impact of Rapid Climate Change on prehistoric societies during the Holocene in the Eastern Mediterranean, *Documenta Praehistorica* XXXVI, 2009., 7–59, <https://doi.org/10.4312/dp.36.2>
- Zecchin *et al.* 2016 Barbara Zecchin, Giovanni Caudullo, Daniele de Rigo, *Acer campestre* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, u: *European Atlas*, 52–53.

INTERNETSKI IZVOR / INTERNET SOURCE

Natura 2000 Network Viewer – <https://natura2000.eea.europa.eu/#>

SUMMARY

Absolute dating and reconstruction of the forest cover of the Early medieval sites of the Podravina region

During various years of archaeological research at sites in the vicinity of Torčec, Virje and Hlebina in The Drava River Valley, charcoal samples were systematically collected from individual layers and fillings from the context of settlements, metallurgical workshops and workshop waste. The collected samples were used for radiocarbon and anthracological analyses that were carried out as part of the TransFER project *Iron Production along the Drava River in the Roman Period and the Middle Ages: Creation and Transfer of Knowledge, Technology and Goods* (IP-06-2016-5047) financed by the Croatian Science Foundation. In this way, some features and contexts were dated and the genera and species of wood used in certain contexts and certain archaeological periods were identified. The available radiocarbon dates were used to create a simple Bayesian model in three phases: Late Antiquity / Early Middle Ages, Middle Ages I and Middle Ages II in which the relative chronological phases Torčec I–IV are grouped.

Anthracological analyses of samples collected in medieval settlement contexts showed that a greater number of wood species were used in everyday life, not only for building houses, but also for heating and probably making furniture or smaller items for everyday use. In workshop contexts, the number of taxa used is smaller. A change in the use of wood species was documented in the period between the second half of the 6th century and the beginning of the 14th century on the example of several sites in the vicinity of Torčec, which was later confirmed at the sites around Virje and in Hlebina. Although oak (*Quercus*) prevails in all periods, its use decreases from the 10th century when other taxa appear. Some medieval settlements were located near workshops with metallurgical activity, which over time probably led to the excessive clearing of oak forests and to the transformation of forest habitats. Thus, anthropogenic influences allowed the spread of other species, such as elm (*Ulmus*), maple (*Acer*), ash (*Fraxinus*), alder (*Populus*), willow (*Salix*), birch (*Betula*) and blackthorn (*Prunus spinosa*).

Translated by Katarina Botić