

**OPERA INSTITUTI ARCHAEOLOGICI SLOVENIAE**

---

**8**

# HOČEVARICA

## ENEOLITSKO KOLIŠČE NA LJUBLJANSKEM BARJU AN ENEOLITHIC PILE DWELLING IN THE LJUBLJANSKO BARJE

**Anton Velušček  
Katarina Čufar  
Borut Toškan  
Marijan Govedič  
Franc Janžekovič  
Marjeta Jeraj  
Janez Dirjec  
Bernd Kromer**

**Petra Leben-Seljak  
Vesna Malez  
Nicoletta Martinelli  
Zoran Milić  
Ana Mladenovič  
Jernej Pavšič  
Dragomir Skaberne  
Žiga Šmit**

**Uredil / Edited by  
Anton Velušček**



**ZALOŽBA  
Z R C**

---

**LJUBLJANA 2004**

### 6.3 RADIOKARBONSKO DATIRANJE KRONOLOGIJ ŠIRIN BRANIK S HOČEVARICE

### 6.3 RADIOCARBON DATING OF TREE-RING CHRONOLOGIES FROM HOČEVARICA

KATARINA ČUFAR & BERND KROMER

#### Izvleček

Predstavljamo rezultate radiokarbonskega datiranja kronologij širin branik s Hočevarice. Začetek 139 let dolge hrastove kronologije je datiran v drugo polovico 38. stoletja pr. Kr., začetek 72 let dolge jesenove kronologije pa v druga polovica 37. stoletja pr. Kr. Na podlagi teh rezultatov sklepamo, da so se gradbene aktivnosti na naselbini končale v sredini 36. stoletja pr. Kr. Radiokarbonski datumi nakazujejo, da se jesenova kronologija HOC-FRSP1 s Hočevarice časovno prekriva s hrastovo kronologijo VMO-QUSP2 s Spodnjega mostišča I.

#### Abstract

The results of radiocarbon dating of tree-ring chronologies from Hočevarica are presented. The beginning of the 139 year long oak chronology is dated to the second half of the 38<sup>th</sup> century B.C., while the beginning of the 72 year long ash chronology is set in the 2<sup>nd</sup> half of the 37<sup>th</sup> Century. The anticipated end of building activity in the settlement is set in the mid 36<sup>th</sup> century B.C. The <sup>14</sup>C dates indicate that the ash HOC-FRSP1 chronology from Hočevarica could be concurrent with the VMO-QUSP2 chronology from Spodnje mostišče I.

#### 6.3.1 RADIOKARBONSKO DATIRANJE LESA S HOČEVARICE

Kronologije širin branik s Hočevarice, prikazane v poglavju 6.2, so plavajoče oziroma nedatirane. Ker za njihovo absolutno dendrokronološko datiranje še nimamo ustreznih referenčnih kronologij, si trenutno pri njihovem datiranju največ obetamo od radiokarbonskih analiz. Radiokarbonske raziskave lesa iz pričujoče študije so bile opravljene v Heidelbergu v Nemčiji na *Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Radiometrische Altersbestimmung von Wasser und Sedimenten*.

Potem ko smo sestavili kronologije širin branik, smo za vsako kronologijo izbrali vzorce lesa za radiokarbonske analize. To smo naredili tako, da smo med dendrokronološkimi vzorci, katerih zaporedja širin branik so bila vključena v kronologije, poiskali najbolj reprezentativne. Tem smo izrezali manjše vzorce, ki so vsebovali 10–20 branik iz perifernega dela vzorca in vsaj 20–30 g suhe snovi.

Za kronologijo HOC-FRSP1 smo tako odvzeli en vzorec, ki je vseboval zaporedne branike iz relativnih let 48–68, za daljšo hrastovo kronologijo HOC-QUSP1 pa smo izbrali dva vzorca z branikami iz relativnih let 38–

#### 6.3.1 RADIOCARBON DATING OF WOOD FROM HOČEVARICA

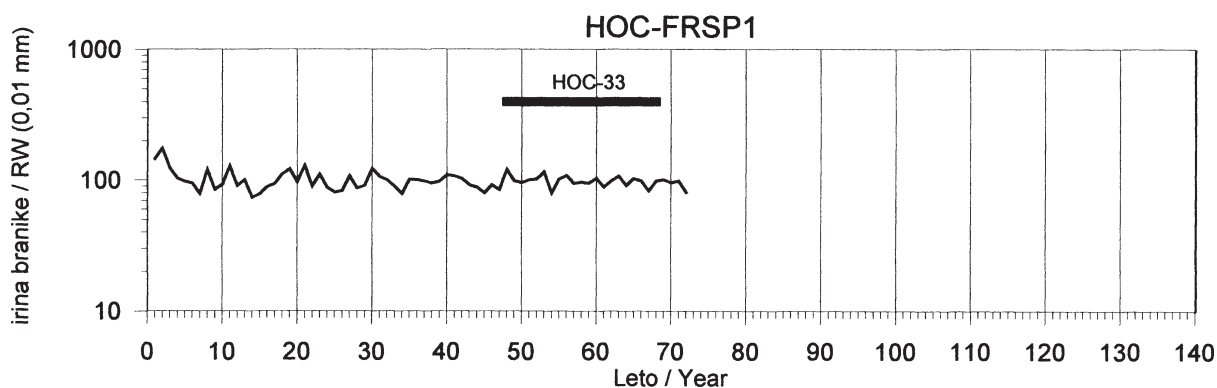
The tree-ring chronologies from Hočevarica presented in chapter 6.2 are floating i.e. undated. Since there exist no adequate reference chronologies for their dendrochronological dating, radiocarbon analyses are currently the most promising for absolute dating. The radiocarbon analyses were carried out at the *Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Radiometrische Altersbestimmung von Wasser und Sedimenten* in Heidelberg, Germany.

Following the composition of the tree-ring chronologies, one or two wood samples were selected from each of the chronologies for radiocarbon dating. One wood sample with 48–68 rings was selected from the HOC-FRSP1 and two sections with 38–54 and 99–119 rings from the HOC-QUSP1 were dated (fig. 6.3.1 and 6.3.2).

The sequence of <sup>14</sup>C dates was calibrated using the OxCal 3.5 program.<sup>1</sup> The results are presented in table 6.3.1.

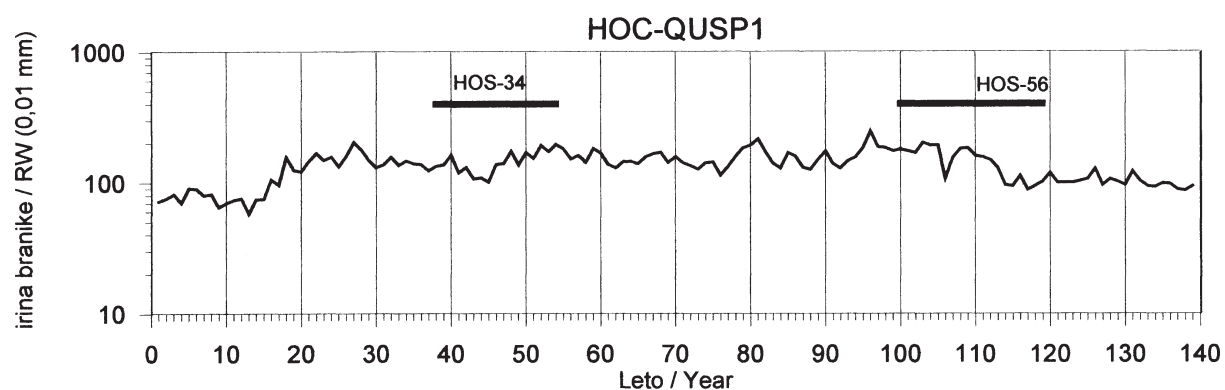
The HOS-34 and HOS-56 samples represented two

<sup>1</sup> OxCal v3.5 Bronk, Ramsey (2000).



Sl. 6.3.1: Kronologija HOC-FRSP1 in mesto odvzema branik (vzorec HOC-33) za radiokarbonske raziskave.

Fig. 6.3.1: The HOC-FRSP1 chronology and the position of the HOC-33 sample, taken for radiocarbon analyses.



Sl. 6.3.2: Kronologija HOC-QUSP1 in mesto odvzema branik (vzorca HOS-56 in HOS-34) za radiokarbonske raziskave.

Fig. 6.3.2: The HOC-QUSP1 chronology and the position of samples HOS-56 and HOS-34, taken for radiocarbon analyses.

54 in 99–119. Položaj vzorcev glede na relativno časovno os obeh kronologij je razviden iz slik 6.3.1 in 6.3.2.

Zaporedje radiokarbonskih datumov ( $^{14}\text{C}$  BP) je bilo kalibrirano s pomočjo programa OxCal 3.5.<sup>1</sup> Rezultati so predstavljeni v tabeli 6.3.1.

Vzorca HOS-34 in HOS-56 sta vsebovala branike iz dveh območij iste kronologije HOC-QUSP1 (branike št. 38–54 in 99–119). Ker smo z dendrokronološko metodo lahko določili natančen časovni razpon med njima, smo za določitev absolutne starosti kronologije, ki sta ji pripadala vzorca, lahko zaporedje kalibrirali še s pomočjo opcije »sequence« programa OxCal 3.5. Na podlagi preračuna zaporedij je bila določena kalibrirana starost za braniko 1 kronologije HOC-QUSP1: 3742–3708 cal BC ( $1\sigma$ ) oziroma 3745–3705 ( $2\sigma$ ).<sup>2</sup>

To zaporedje je prikazano na slikah 6.3.3a in 6.3.3b v primerjavi z INTCAL98 kalibracijsko krivuljo. Branika 1 je na sliki 6.3.3a postavljena na najstarejšo lego, na

sections (rings 38–54 and 99–119) from the same HOC-QUSP1 chronology. To determine the absolute age of the chronology the sequence was calibrated using the »sequence« option of the OxCal 3.5 program. The result of the sequence-calculation showed that the age of the ring 1 of HOC-QUSP1 measured 3742–3708 cal BC ( $1\sigma$ ), and 3745–3705 ( $2\sigma$ ) for ring 2.<sup>2</sup>

Fig. 6.3.3a and 6.3.3b display the sequences, compared to the INTCAL98 calibration curve, with ring 1 set to the oldest/youngest possible position.

<sup>1</sup> OxCal v3.5 Bronk, Ramsey (2000).

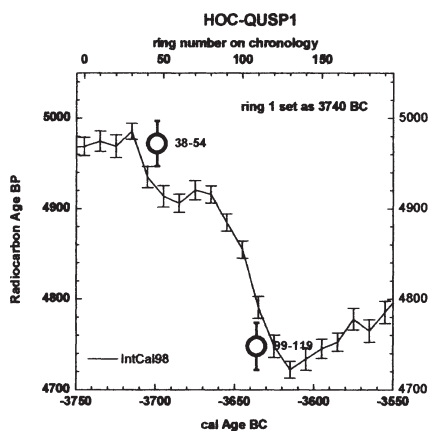
<sup>2</sup> Že objavljen kalibriran interval 3785–3705 BC za radiokarbonski datum kronologije HOC-QUSP1 s Hočevarice (glej Velušček, Čufar 2002, tab. 2) je bil ponovno preverjen z anali-

<sup>2</sup> The already published calibrated range 3785–3705 BC of the radiocarbon date for the HOC-QUSP1 chronology from Hočevarica (see Velušček, Čufar 2002, Table 2) has been verified by analysis of an additional sample and is here corrected. The new radiocarbon date is slightly younger than the previously published one.

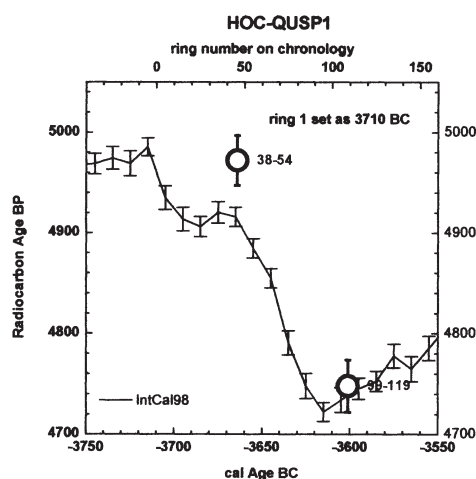
Številka vzorca / Sample Number	Kronologija / Chronology	Lesna vrsta / Wood Species	Leva branika / Ring Left	Desna branika / Ring Right	$\delta^{13}\text{C}$	$^{14}\text{C}$ BP	cal BC ( $1\sigma$ )	cal BC ( $2\sigma$ )
HOC-33 (Hd-18976)	HOC-FRSP1	Fraxinus	48	68	-28,79	4822 $\pm$ 39	3650–3545	3665–3525
HOS-34 (Hd-22139)	HOC-QUSP1	Quercus	38	54	-28,4	4972 $\pm$ 25	3780–3710	3890–3675
HOS-56 (Hd-20765)	HOC-QUSP1	Quercus	99	119	-29,2	4746 $\pm$ 26	3635–3520	3640–3385

sliki 6.3.3b pa na najmlajšo lego, ki ju dopušča razpon kalibriranja.

Tab. 6.3.1: Radiokarbonsko datiranje vzorcev s Hočevarice.  
Table 6.3.1: Radiocarbon dating of the samples from Hočevarica.



a



b

Sl. 6.3.3a in 6.3.3b: Absolutno datiranje kronologije HOC-QUSP1 z uporabo opcije »sequence« programa OxCal 3.5.

Fig. 6.3.3a and 6.3.3b: Absolute ages of the HOC-QUSP1 chronology, as determined by the »sequence«-option of OxCal 3.5.

### 6.3.2 HOČEVARICA IN DRUGE KOLIŠČARSKÉ NASELBINE NA LJUBLJANSKEM BARJU

Primerjava radiokarbonskih datumov s Hočevarice z datumi z drugih naselbin na Ljubljanskem barju je pokazala, da bi se obstoj naselbine Hočevarica lahko vsaj delno časovno prekrival s poselitvijo na Spodnjem mostišču 1 (prim. Čufar et al. 1997). Ko smo prvič sestavili in objavili kronologije z obeh naselbin, nismo ugotovili ujemanja med kronologijami širin branik (Čufar et al. 1997). Ko smo kasneje (v letu 1998) opravili dodatno vzorčenje na Hočevarici, smo izboljšali v objavi predstavljeno jesenovo kronologijo HOC-FRSP2. Nova izboljšana verzija HOC-FRSP1 je pokazala ujemanje s hrastovo kronologijo s Spodnjega mostišča VMO-QUSP2. Statistični parametri ujemanja so: koeficient skladnosti (Gleichläufigkeit) 70 % in t-vrednost po Bail-

zo dodatnega vzorca in je tu popravljen, saj je novi radiokarbonski datum nekoliko mlajši od objavljenega.

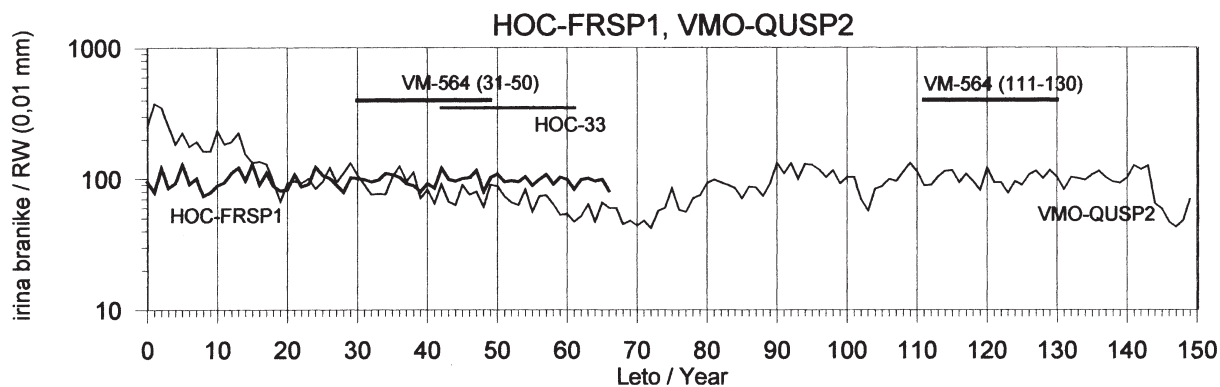
### 6.3.2 HOČEVARICA AND ITS RELATION TO OTHER PILE DWELLING SETTLEMENTS IN THE LJUBLJANSKO BARJE

After attaining the radiocarbon dating of the Hočevarica chronologies, our next question was whether the chronologies from Hočevarica match those from Spodnje mostišče 1. According to previous radiocarbon dating Spodnje mostišče 1 could have existed during the same period (Čufar et al. 1997). When the first tree-ring chronologies from Hočevarica and Spodnje mostišče 1 were composed and presented (Čufar et al. 1997) they could not be cross-matched. Later, in 1998, additional wood samples were collected from Hočevarica and ultimately resulted in improving the chronologies. The new improved version of the ash HOC-FRSP1 chronology could be cross-dated with the Spodnje mostišče VMO-QUSP2 chronology. The overlapping period of the chronologies measured 65 years, the cross-matching parameters had a 70 % congruity coefficient (in German:

lie in Pilcherju ( $t_{BP}$ ) 4.3. Na *sliki 6.3.4* sta prikazani kronologiji sinhrono. Prekrivanje je dolgo 65 let. Ker je dendrokronološko ujemanje tik nad mejo značilnosti, v nadaljevanju prikazujemo, kako smo ga preverili še z radiokarbonsko metodo.

»Gleichläufigkeit«, or GLK) and a t-value, according to Baillie and Pilcher ( $t_{BP}$ ), of 4.3. The matching of the chronologies is portrayed in *figure 6.3.4*.

The radiocarbon dates of samples from both chronologies were compared. The samples from the HOC-



*Sl. 6.3.4:* Kronologija HOC-FRSP1 s Hočevarice in VMO-QUSP2 s Spodnjega mostišča z mesti odvzema vzorcev za radiokarbonske raziskave.

*Fig. 6.3.4:* The chronologies HOC-FRSP1 from Hočevarica and VMO-QUSP2 from Spodnje mostišče 1, and the positions of samples taken for radiocarbon analyses.

Iz *slike 6.3.4* je razviden časovni razmik med vzorci iz obeh kolišč, odvzetimi za radiokarbonske analize. Vzorca iz kronologije HOC-FRSP1 (HOC-33) in VMO-QUSP2 (VM-564 (31-50)) sta imela podobne nekalibrirane ( $^{14}\text{C}$  BP) radiokarbonske datume (*tab. 6.3.2*).

S pomočjo programa OxCal 3.5 smo izračunali absolutni položaj zaporedij, ki so prikazana na *sliki 6.3.5*. Kalibriran radiokarbonski datum za prvo braniko krivulj je na *sliki 6.3.5* je 3738–3570 cal BC ( $2\sigma$  interval).

Na podlagi rezultatov, prikazanih v *tabeli 6.3.2* in na *sliki 6.3.5*, lahko sklepamo, da je sinhroni položaj dendrokronoloških krivulj na *sliki 6.3.4* glede na interval zaupanja radiokarbonskega datiranja najverjetneje pravi.

S kombinacijo dendrokronoloških in radiokarbonskih analiz smo tako prišli do zaključka, da so se

FRSP1 (HOC-33) and VMO-QUSP2 (VM-564 (31-50)) chronologies had comparable BP dates, as also shown in *table 6.3.2*.

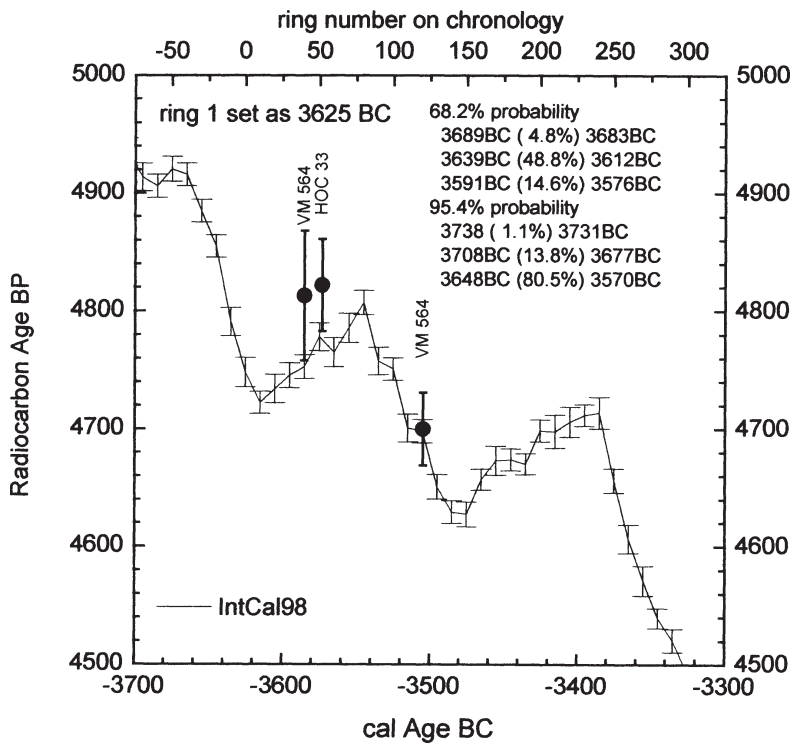
The absolute position of this sequence was obtained using the OxCal 3.5 program; it is shown in *figure 6.3.5*, with 3738–3570 cal BC as the  $2\sigma$  interval of the position of ring 1.

*Table 6.3.2* and *figure 6.3.5* demonstrate that within the  $^{14}\text{C}$  error the two chronologies may indeed be synchronous, as indicated by the ring position shown in *figure 6.3.4*. The combined dendrochronological and radiocarbon dating indicates that building phases at Hočevarica, as described by the HOC-FRSP1 chronology, ended around 80 years before those at Spodnje Mostišče 1, as described by the VMO-QUSP2.

*Tab. 6.3.2:* Primerjava radiokarbonskih datumov vzorcev iz kronologije Hočevarica (HOC-FRSP1) in Spodnje Mostišče 1 (VMO-QUSP2).

*Table 6.3.2:* Comparison of  $^{14}\text{C}$  dates of samples of the chronologies from Hočevarica (HOC-FRSP1) and Spodnje Mostišče 1 (VMO-QUSP2).

Številka vzorca / Sample Number	Najdišče / Site	Kronologija / Chronology	Lesna vrsta / Wood Species	$\delta^{13}\text{C}$	$^{14}\text{C}$ BP	cal BC ( $1\sigma$ )	cal BC ( $2\sigma$ )
HOC-33 (Hd-18976)	Hočevarica	HOC-FRSP1	<i>Fraxinus</i>	-28,79	4822 ± 39	3650–3545	3665–3525
VM-564 (31-50) (Hd-18856)	Spodnje mostišče 1	VMO-QUSP2	<i>Quercus</i>	-27,8	4813 ± 55	3660–3520	3710–3380
VM-564 (111-130) (Hd-18785)	Spodnje mostišče 1	VMO-QUSP2	<i>Quercus</i>	-28,6	4703 ± 32	3630–3370	3630–3370



Sl. 6.3.5: Absolutne starosti treh vzorcev iz kronologij HOC-FRSP1 in VMO-QUSP2 na INTCAL98 kalibracijski krivulji. Rezultat kalibriranja z opcijo »sequence« programa OxCal je prikazan v zgornjem desnem kotu.

Fig. 6.3.5: Absolute ages of three samples of the chronologies HOC-FRSP1 and VMO-QUSP2, shown on the INTCAL98 calibration curve. The result of the calibration using the »sequence« option of OxCal is shown in the inset.

gradbene aktivnosti, ki jih opisuje kronologija HOC-FRSP1, končale 80 let prej kot aktivnosti na Spodnjem Mostišču 1, ki jih opisuje kronologija VMO-QUSP2.

Kombinacija radiokarbonskih in dendrokronoloških metod trenutno predstavlja najboljšo pot za absolutno datiranje poselitvenih aktivnosti na Ljubljanskem barju v četrtem tisočletju pr. Kr.

The  $^{14}\text{C}$  method combined with dendrochronology is currently the only prospect for absolute dating of the settlement activities in the Ljubljansko barje during the 4<sup>th</sup> millennium B.C.

Translation: Katarina Čufar & Bernd Kromer