

## Pod površino polnoročajnih mečev železnodobne dolensjske skupine

### Under the surface of the solid-hilted swords of the Iron Age Dolenjska group

Peter TURK

#### Izvleček

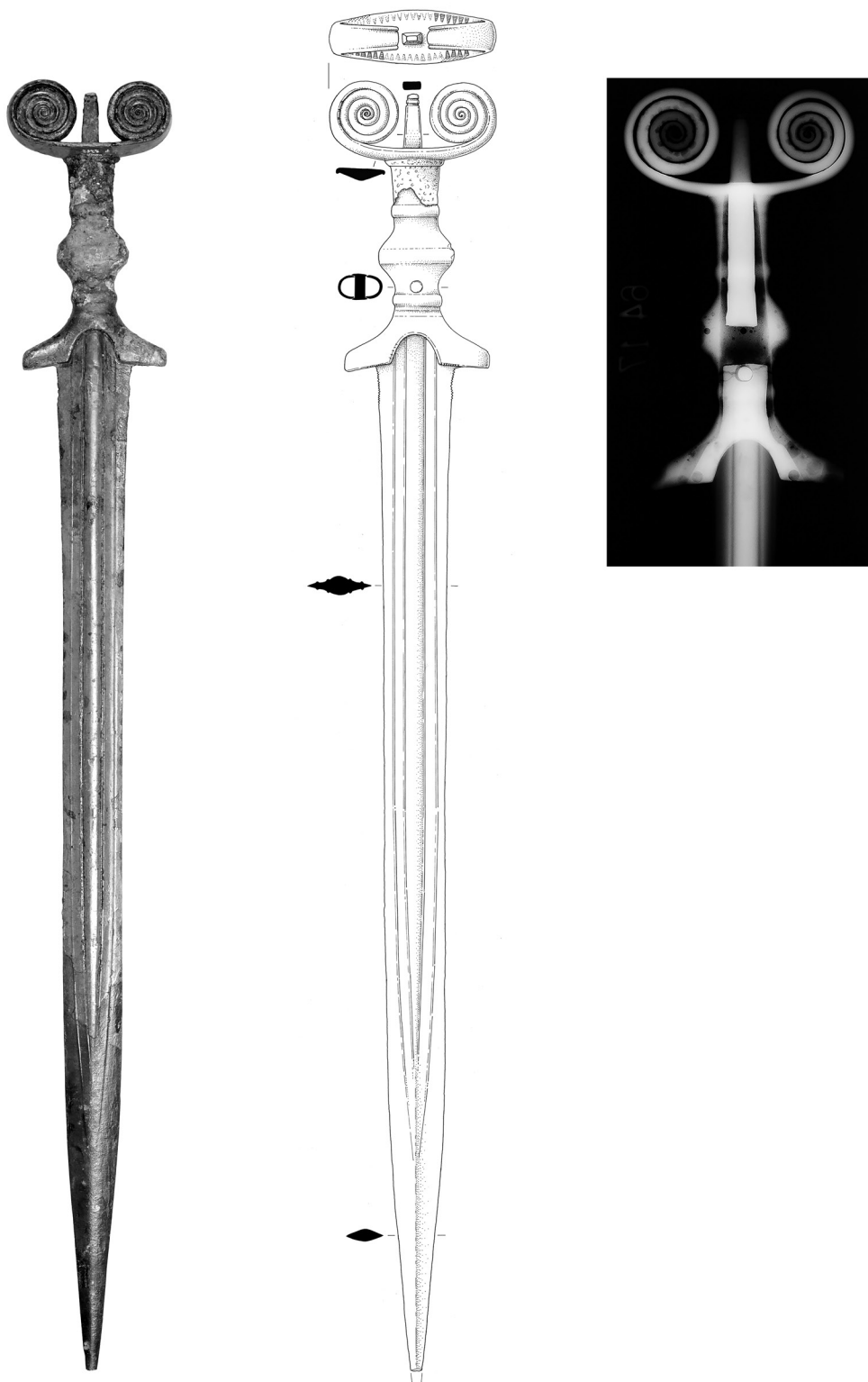
V članku so predstavljeni rezultati rentgenske spektroskopije ročajev štirih polnoročajnih bronastih mečev starejše železnodobne dolensjske skupine. Rentgenski posnetek ročaja meča iz Podzemlja (8. st. pr. n. št.) dokazuje, da so ga priložili v grob po najmanj dveh popravilih. Trn antenskega meča z Vinjega vrha (8. st. pr. n. št.) je bil drugače kot pri podzemeljskem ulit skupaj z ročajem in ni ostanek zaključka rezila. Meč iz Save pri Krškem se po bimetalnosti navezuje na antenske meče iz jugovzhodne Evrope iz 9. oziroma 8. st. pr. n. št. Rentgenski posnetek nakazuje, da je bil bronast ročaj meča ulit neposredno na trnast zaključek železnega rezila. Rezilo meča z Vira pri Stični (7. st. pr. n. št.) se zaključi v spodnjem delu ročaja, kjer je pričvrščeno z zakovicama. V treh luknjicah na osrednjem delu ročaja ni več zakovic za pritrditev rezila. Prvotno rezilo so zamenjali z drugim, le plitvo vdetim v ročaj. Meč ni primeren za sekanje, temveč so ga uporabljali kot vbodni meč.

**Ključne besede:** dolensjska halštatska skupina; starejša železna doba; polnoročajni meči

#### Abstract

The contribution discusses the results of the X-ray spectroscopy analyses performed on four solid-hilted bronze swords of the Early Iron Age Dolenjska group from south-eastern Slovenia. One of them is the antennae sword from Podzemelj (8<sup>th</sup> century BC), which was found to be repaired at least twice before being placed into the grave of a prominent warrior. It originally had a rod tang that broke at some point and the blade was replaced. In contrast, the projection at the hilt terminal of the antennae sword from Vinji vrh (8<sup>th</sup> century BC) was cast together with the rest of the hilt and is not the tip of a rod tang. The sword from the River Sava at Krško is similar to the antennae swords from south-eastern Europe of the 9<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> centuries in its bimetal composition. Its X-ray image indicates that the bronze hilt was cast onto the rod tang of the iron blade. The blade of the sword from Vir pri Stični (7<sup>th</sup> century BC) terminates at the lower part of the hilt, where it is attached with a pair of rivets to the handguard, while the three rivet holes in the grip section are empty, suggesting that the original blade was replaced with another one inserted only a few centimetres into the hilt. Such a sword was no longer suitable for chopping; it could rather be used for thrusting.

**Keywords:** Dolenjska Hallstatt group; Early Iron Age; solid-hilted swords



Sl. 1: Meč iz Podzemlja. M. = 1:3 (risba in foto), 1:2 (RTG).

Fig. 1: Sword from Podzemelj. Scale = 1:3 (drawing and photo), 1:2 (RTG).

## UVOD

Med napadalnim orožjem v bojovniških grobovih dolenske skupine starejše železne dobe so ob prevladujočih suličnih osteh ter tulastih in plavutastih sekirah meči redke najdbe.<sup>1</sup> V starejšem halštatskem času na posameznem grobišču praviloma ne nastopa več kot po en meč, tudi če jim prištejemo v 8. in 7. stoletju pr. n. št. najpogostejše enorezne zakrivljene meče – mahaire.<sup>2</sup> Grobne najdbe bronastih polnoročajnih mečev lahko v starejšem halštatskem obdobju naštejemo na prste ene roke, in sicer so to meči iz Podzemlja<sup>3</sup> in Črnomlja<sup>4</sup> v Beli krajini ter z Vinjega vrha<sup>5</sup> in z Vira pri Stični<sup>6</sup> na Dolenjskem. Tem lahko prištejemo posamični najdbi mečev z obrobja dolenske skupine iz časa prehoda iz bronaste v železno dobo, in sicer antenski meč iz Kočevja<sup>7</sup> in novejšo najdbo bimetalnega antenskega meča z bronastim ročajem in železnim rezilom iz Save pri Krškem.<sup>8</sup> V mlajšem halštatskem obdobju je bil običaj prilaganje mečev v grobove v dolenski skupini opuščeno. Meči so se v grobovih spet pojavili v iztekajočem se halštatskem obdobju, tako mlajše različice ukrivljenih enorezskih mečev kot zgodnjelatski meči.<sup>9</sup>

Ročaji štirih polnoročajnih mečev iz Narodnega muzeja Slovenije, ki sodijo v dolensko skupino starejše železne dobe, so bili nedavno analizirani s pomočjo rentgenske spektroskopije.

### PODZEMELJ, GROB Z ANTENSKIM MEČEM (sl. 1)

Bronast polnoročajni meč z antenskim zaključkom. Ročaj s tremi svitki je v osrednjem delu odebeljen. Na površini so v zgornjem delu ročaja ohranjeni ostanki organskega materiala (usnja?).

<sup>1</sup> Teržan 1985, 80–88, sl. 1, 5 in 6.

<sup>2</sup> Guštin 1974, 92; Knez 1993, 40–44; Teržan 2014a, 259, sl. 4.

<sup>3</sup> Gabrovec 1964–1965, 31–32, 44, t. 1: 1; Dular 1978, 27, t. 35: 1,1a; Harding 1995, 81–82, t. 33: 252.

<sup>4</sup> Teržan 2014b, Abb. 1: 1; Harding 1995, 85, t. 35: 263A.

<sup>5</sup> Stare 1973, 42, t. 51: 1; Harding 1995, 80, t. 33: 251.

<sup>6</sup> Gabrovec 1964–1965, 37, t. 3: 1; Gabrovec 2006, 159, t. 136: 4; Teržan 2010, 284–285; Harding 1995, 87, t. 36: 269.

<sup>7</sup> Šinkovec 1995, 111, t. 32: 219; Harding 1995, 80, t. 33: 250.

<sup>8</sup> Laharnar, Turk 2017, 33, sl. 24–25.

<sup>9</sup> Prim. Teržan 2015, 69–70; Tecco Hvala 2012, 133–135.

Na vrhu ročaja so trn pravokotnega preseka in spiralno uviti anteni. Na površini med antenama so ob robovih delno ohranjeni sledovi vrezanega okrasa šrafiranih trikotnikov.<sup>10</sup> Rezilo je pritrjeno z zakovico v spodnjem delu ročaja tik pod odebelitvijo. Rezilo ima poudarjeno sredinsko rebro in po dve vzdolžni rebri. Konica je odkrhnjena. D. 57,2 cm; š. zaključka ročaja z antenama 7,4 cm. Inv. št. P 2202.

Antenski meč iz Podzemlja je bil prvotno uvrščen v tip Weltenburg po H. Müller-Karpeju,<sup>11</sup> v novejših študijah pa se za taisti tip antenskih mečev uveljavlja uvrstitev v tip Corcelettes.<sup>12</sup> Ti meči so razširjeni v južnem delu srednje Evrope, podzemeljski pa je na jugovzhodnem robu njihove razširjenosti. Meč iz Podzemlja je bil pridani v žgan grob pod gomilo, v enega izmed vodilnih grobov, ki so služili za opredelitev najstarejšega, podzemeljskega horizonta (Podzemelj 1) starejše železne dobe (8. st. pr. n. št.).<sup>13</sup>

Rentgenski posnetek njegovega ročaja izkazuje popravila že v času uporabe.<sup>14</sup> Trn, ki bi moral segati do vrha ročaja,<sup>15</sup> je na sredini prekinjen. Kaže, da se je prvotno rezilo meča odlomilo in da je trn na vrhu ročaja ostanek zaključka prvotnega rezila. Tega so nadomestili z drugim. Na rezilu sta pod ročajno ploščo skriti luknjici, ki nimata namembnosti in ki kažeta, da je bilo tudi rezilo nekdanj del drugega meča. Meč so torej priložili v grob po dolgem obdobju uporabe in popravil.

### VINJI VRH (sl. 2)

Fragmenti bronastega polnoročajnega meča z antenskim zaključkom. Na sodčasto oblikovanem ročaju so trije svitki. Na vrhu ročaja sta trn okroglega preseka in ena ohranjena uvita antena. Ohranjenih je šest fragmentov razlomljenega rezila lečastega preseka s po dvema vzdolžnima rebroma.

<sup>10</sup> Slabo prepoznaven okras je z natančnim opazovanjem ob novem risanju meča odkrila Ida Murgelj. Na mečih tega tipa je na površini med antenama pogost vrezan okras (prim. von Quillfeldt 1995, t. 73–75).

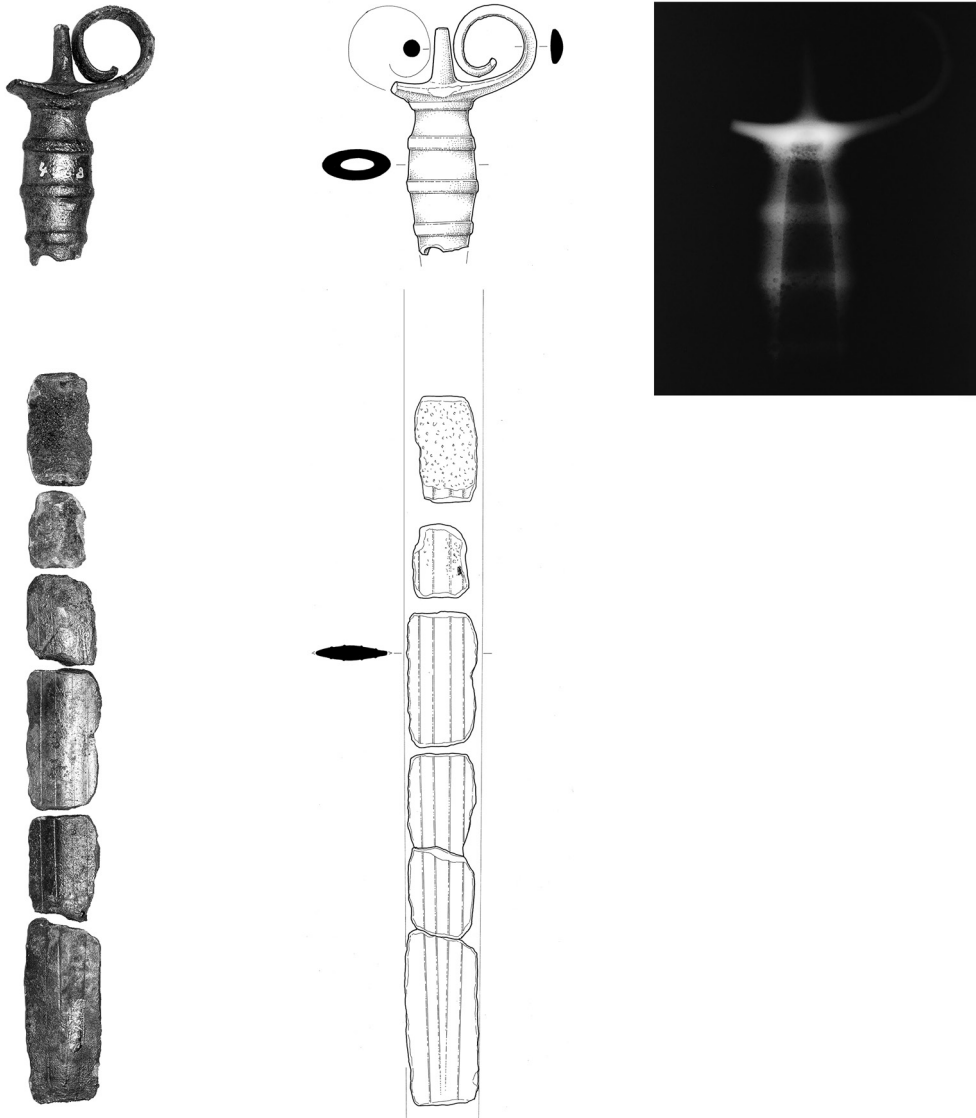
<sup>11</sup> Müller-Karpe 1961, 59, t. 59: 6; Harding 1995, 80–82.

<sup>12</sup> Quillfeldt 1995, 206ss, op. 11; Stockhammer 2004, 95, Karte 51.

<sup>13</sup> Gabrovec 1964–1965, 31s, t. 1: 1; Gabrovec 1987, 38, t. 1: 1.

<sup>14</sup> Perovšek 2017; Laharnar, Turk 2017, sl. 23.

<sup>15</sup> Kot npr. pri meču istega tipa iz Bad Homburga (prim. von Quillfeldt 1995, t. 75: 220).



Sl. 2: Meč z Vinjega vrha. M. = 1:3 (risba in foto), 1:2 (RTG).

Fig. 2: Sword from Vinji vrh. Scale = 1:3 (drawing and photo), 1:2 (RTG).

Ohranjena d. ročaja od trna 9,0 cm; največja š. ročaja 2,9 cm. Inv. št. P 4568.

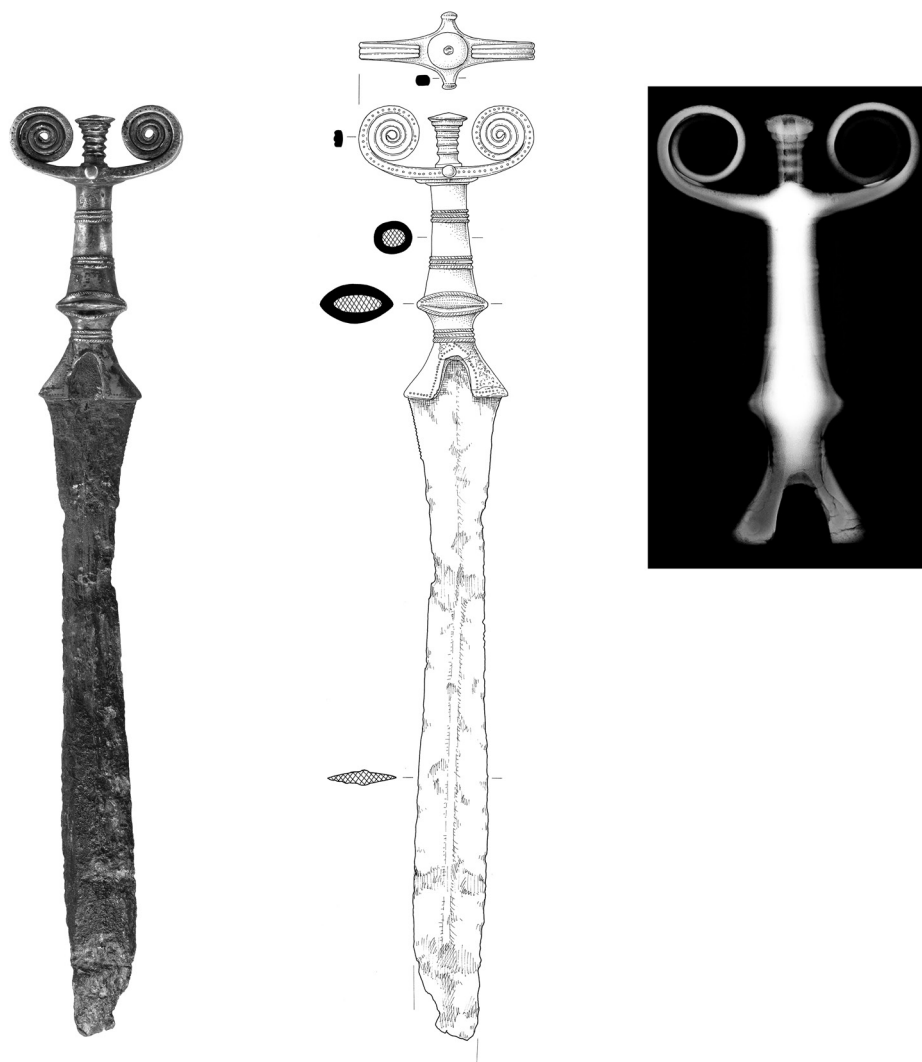
Meč z Vinjega vrha nima ohranjene grobne celote (prim. *op.* 5). Glede na sledove poškodovanosti v ognju je moč sklepati, da je bil kot pridelek v grobu sežgan na grobni grmadi. V sklopu antenskih mečev je uvrščen v tip Tarquinia, ki so na prehodu iz bronaste v železno dobo razširjeni predvsem v srednji in severni Italiji ter v alpskem prostoru.<sup>16</sup> Podobno kot to velja za podzemeljski meč v sklopu mečev tipa Corcelettes, je tudi meč

z Vinjega vrha na vzhodnem robu razširjenosti mečev tipa Tarquinia.

Rentgenski posnetek ročaja razkriva, da je bil trn antenskega meča z Vinjega vrha drugače kot pri podzemeljskem ulit skupaj z ročajem in ni ostanek zaključnega trna rezila. Notranjost ročaja je namreč votla. Sklepamo, da je bilo rezilo meča pričvrščeno na ročaj z zakovicama na danes neohranjeni ročajni plošči, kot je to običajno pri antenskih mečih tipa Tarquinia, pa tudi pri drugih polnoročajnih mečih iz pozne bronaste dobe.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Müller-Karpe 1961, 63, t. 54: 8, Karte 10; Stockhammer 2004, 96, Karte 53; Baur 2019.

<sup>17</sup> Šinkovec 1995, 109–111, t. 32: 216,218,219; Turk 2014, 127s, sl. 2: 2; 7 (za rentgenski posnetek trosvitkastega meča iz Ljublanice).



Sl. 3: Meč iz Save pri Krškem. M. = 1:3 (risba in foto), 1:2 (RTG).

Fig. 3: Sword from the River Sava at Krško. Scale = 1:3 (drawing and photo), 1:2 (RTG).

### SAVA PRI KRŠKEM

(sl. 3)

Bimetalni polnoročajni meč z antenskim zaključkom bronastega ročaja in železnim rezilom. Na bronastem ročaju so trikrat po tri drobna rebra, okrašena s poševnimi vrezi. Ročaj je v spodnjem delu lečasto odebeljen. Rebrasta obroba odebelitve je okrašena s poševnimi vrezi. Ročajna plošča je obrobljena z vtisnjenimi pikami. Na eni strani je poškodovana in popravljena v času uporabe. Na vrhu ročaja so rebrasto profiliran čepast trn, gumbka in z vtisnjenimi pikami okrašeni spiralno uviti anteni. Železno rezilo ima izraženo sredinsko rebro in je v zgornjem delu poškodovano, v spodnjem

delu pa odlomljeno. D. 37 cm; š. zaključka ročaja z antenama 6,9 cm. Inv. št. P 29777.

Meč je zbiratelj starin iz Primorske pred leti odkupil od drugega zbiratelja iz Posavja, ki je kot najdišče navedel obrežje Save pri Krškem. Verjetno najdišče je območje peskokopov na savskih prodiščih med Brestanico in Krškim. Do odkritja je morda prišlo ob kovanju peska ali med separacijo v betonarni pri Drnovem na Krškem polju. Na ta način so namreč že prišle na plan arheološke najdbe, ki so prešle večinoma v zasebne zbirke.<sup>18</sup> Meč je leta 2017 po 135. členu Zakona o varstvu

<sup>18</sup> Gaspari 2009; Gaspari 2012.

kulturne dediščine<sup>19</sup> prešel v last Narodnega muzeja Slovenije.

Meč iz Save pri Krškem se po bimetalnosti navezuje na meče iz Loke pri Črnomlju, Batine pri Osijeku, Chauchitse v grški Makedoniji, z najdišča Billerbeck na nemškem Pomorjanskem ter na podobna meča z neznanih najdišč v Srbiji in Italiji.<sup>20</sup> Te meče datiramo v razpon 9. oziroma 8. st. pr. n. št. Podobno kaže datirati tudi meč iz Save. Naštete meče družijo tudi to, da so prvotno imeli vsi antenske zaključke ročajev.<sup>21</sup>

Rentgenski posnetek meča iz Save ne ponudi dokončnega pojasnila glede načina pritrditve rezila na ročaj. Ob prvotnem preučevanju meča in njegovega rentgenskega posnetka smo ob slabo izraženih krožnih oblikah na ročajni plošči sklepali na zakovici (prim. *op.* 8). Ob natančnejšem pregledu meča se je izkazalo, da niti na ročajni plošči niti na ročaju nima zakovic. Osnovna linija, ki se kaže na rentgenskem posnetku približno vzporedno z robom ročaja od ročajne plošče pa vse do vrha čepastega trna, kaže na rob železnega trna rezila. Bronast ročaj meča je bil torej ulit neposredno na trnast zaključek železnega rezila (nemško *Überfangguß*). Pomenljivo je, da večina primerljivih bimetalnih antenskih mečev (prim. *op.* 20) prav tako nima zakovic in imajo torej bronaste ročaje ulite prek trnastih zaključkov rezil.<sup>22</sup>

## VIR PRI STIČNI, GROB Z OKLEPOM

(sl. 4)

Bronast polnoročajni meč s kratkim rezilom. Na ročaju sta dve oprijemalni rebri. Razširjen gornji zaključek ročaja ima z železnima zakovicama pritrjeno bronasto ploščico z vrezanim dvojnimi podkvastim okrasom, med obema polovicama pa je

prečka, okrašena s pasovi poševnih vrezov. Rezilo ima poudarjeno sredinsko rebro in dva stranska vzdolžna žlebova. D. 47,7 cm; š. gornjega zaključka ročaja 8,2 cm. Inv. št. P 6947/3.

Meč z Vira pri Stični je bil odkrit v grobu z oklepom z območja gomil 40–41–43 na Žvajdrgi pod virskim Cvingerjem.<sup>23</sup> V 7. stoletju pr. n. št., v času, ko meči na Dolenjskem niso bili več napadalno orožje, je kot grobni pridelek nenavaden. Meče s podobnimi ročaji tipa Tachlovice so odkrili v grobnih in depojskih najdbah s konca bronaste dobe (10.–9. st. pr. n. št.) na Češkem, v osrednji Nemčiji in Franciji ter v mlajši, železnodobni različici (štajersko-dolenjska varianta tipa Tachlovice) v bogatih štajerskih bojevnih grobovih iz 7. stoletja pr. n. št.<sup>24</sup> Meč z Vira ima kratko, v spodnjem delu izrazito zoženo koničasto rezilo, kakršna so v tem času znana pri mečih iz Etrurije in Lacija.<sup>25</sup>

Rentgenski posnetek razkriva, da se rezilo zaključilo že na ramenih ročaja, kjer je pričvrščeno z zakovicama (*sl.* 4, zgoraj desno).<sup>26</sup> V treh luknjicah na osrednjem delu ročaja torej ni več zakovic za pritrditev rezila, temveč so zapolnjene z nekovinsko maso. To dokazuje posnetek meča z nevtronsko radiografijo (*sl.* 4, spodaj desno),<sup>27</sup> ki kaže, da so tri luknjice na ročaju zapolnjene s snovjo, ki močno absorbira nevtrone in torej ni kovina. Gre lahko za organsko snov ali hidratizirani korozijski produkt.<sup>28</sup> Sklepamo, da je bilo prvotno rezilo z zakovicami pričvrščeno na ročaj po njegovi celotni dolžini, pozneje pa so ga zamenjali z drugim, le plitvo vdetim v ročaj. Zaradi tega rezilo ni primerno za sekanje. Popravljeni meč so lahko uporabljali kot vbodni meč (*rapir*), najverjetneje pa je bil zaradi nenavadnega videza, ki sta mu ga dajala arhaičen, v žarnogrobiščni tradiciji izdelan ročaj in kratko rezilo s konično zoženim rezilom, oblikovano pod modnimi vplivi z juga, izraziti statusni simbol.

Med izkopavanji na območju halštatskih gomil v Strettwegu pri Judenburgu na gornjem Štajerskem so leta 2012 v grobni kamri gomile II odkrili bronast meč železnodobne, štajersko-dolenjske

<sup>19</sup> Uradni list Republike Slovenije 16/2008.

<sup>20</sup> Teržan 2014b, Abb. 1: 1; Müller-Karpe 1961, 83s, t. 55: 6; 57: 6,7,10; 62: 3; Harding 1995, 83–85, t. 34: 257; 35: 262,263,263A.

<sup>21</sup> Meču iz Batine je zaradi poškodovanosti težko ugotoviti prvotno obliko. V temeljnih objavah (Müller-Karpe 1961, 83, t. 62: 3; Harding 1995, 84, t. 35: 262) je uvrščen v družino mečev s kroglastim zaključkom ročaja, a je glede na značilno lečasto obrobljeno odebelitev sredi ročaja prav tako oziroma še bolj verjetno, da sodi v družino antenskih mečev. Za uvrstitev meča iz črnomaljske Loke k antenskim mečem prim. Teržan 2014b, 446s, Abb. 1: 1.

<sup>22</sup> Izjema je le meč z neznanega najdišča v Srbiji, verjetno iz okolice Beograda, ki ima rezilo pritrjeno z zakovicama na ročajni plošči (Harding 1995, t. 34: 257).

<sup>23</sup> Gabrovec 1964–1965, 37, t. 3: 1; Gabrovec 2006, 158–162, t. 135–139; 211; 212.

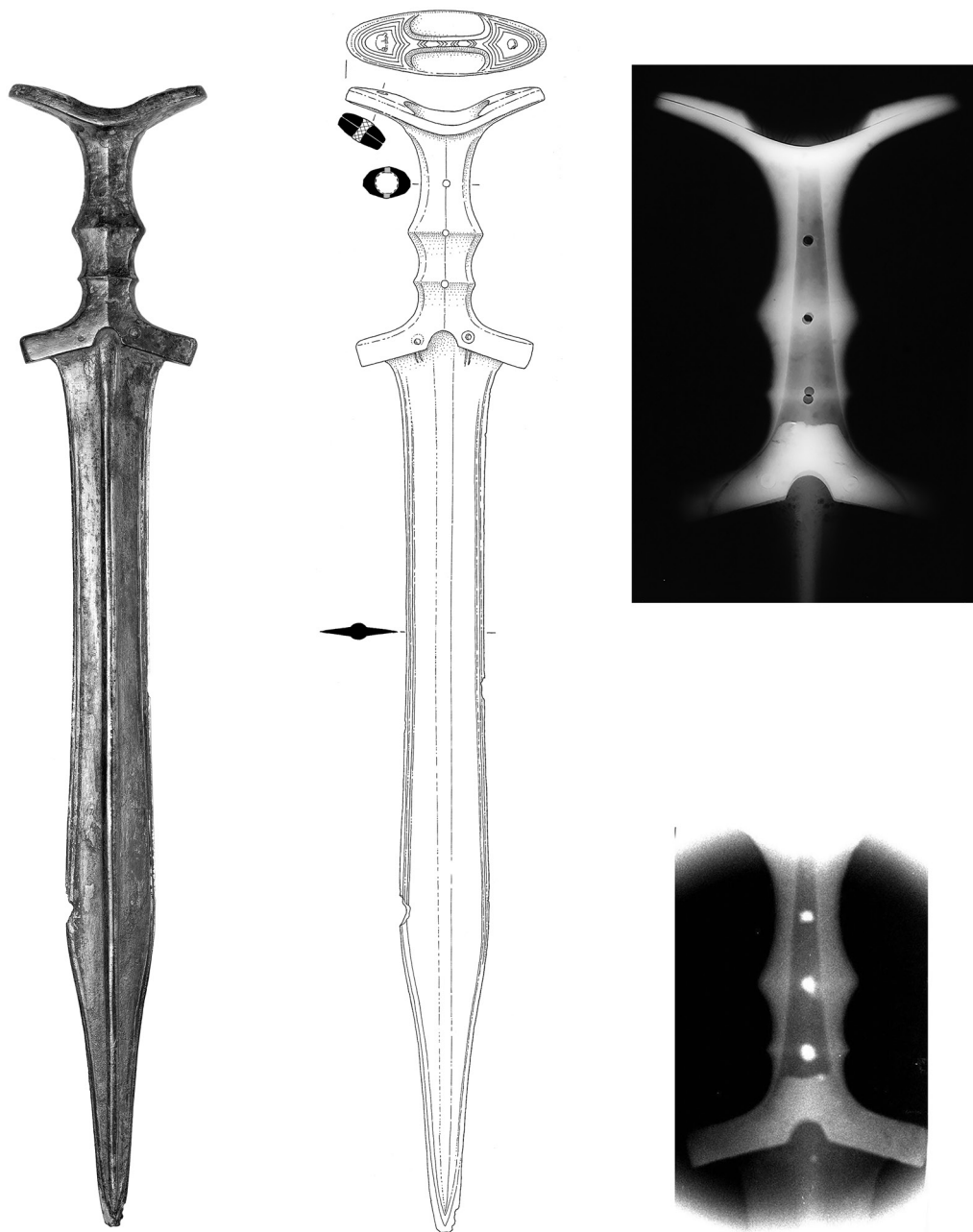
<sup>24</sup> Müller-Karpe 1961, 81s; Teržan 1990, 84s; Harding 1995, 86s (variante Gornja Radgona tipa Tachlovice); Neumann 2015, 63s, Abb. 5.

<sup>25</sup> Teržan 2010, 284s.

<sup>26</sup> Milić 2013b; Laharnar, Turk 2017, sl. 42.

<sup>27</sup> Prim. Rant et al. 2005 za možnosti uporabe nevtronske radiografije pri raziskavah arheoloških predmetov.

<sup>28</sup> Milić 2013b.



Sl. 4: Meč z Vira pri Stični. M. = 1:3 (risba in foto), 1:2 (zgoraj RTG ter spodaj nevtronska radiografija).

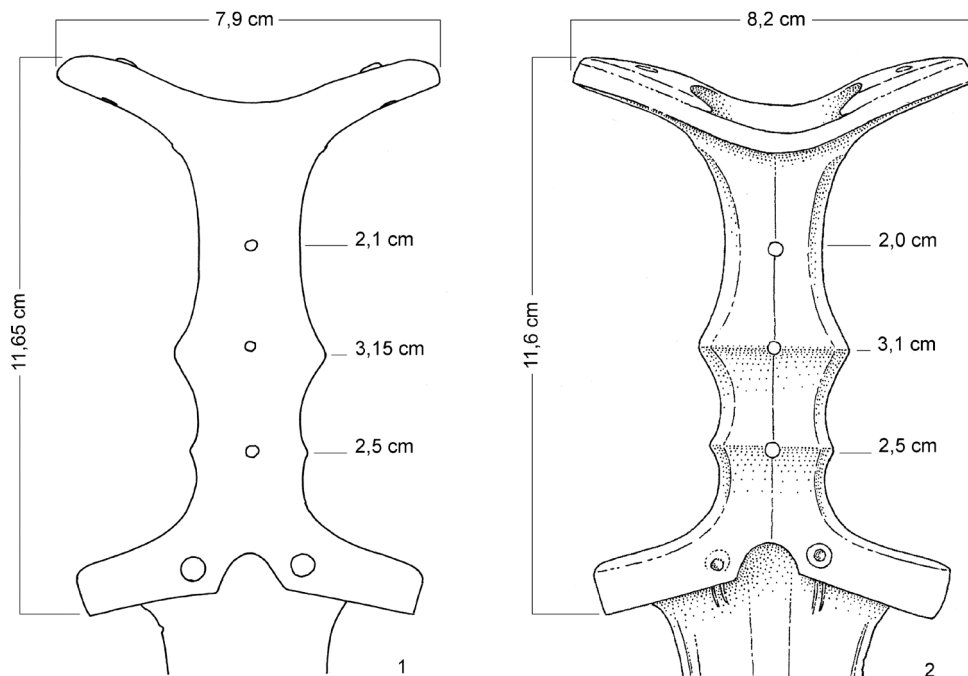
Fig. 4: Sword from Vir pri Stični. Scale = 1:3 (drawing and photo), 1:2 (RTG top and neutron radiography bottom).

variante tipa Tachlovice.<sup>29</sup> Novoodkriti meč je vreden pozornosti, saj je tako po obliki, okrasu in dimenzijah ročaja (sl. 5) ter skupni dolžini 47,8 cm, kot po zgodovini popravil izjemno in nenavadno podoben meču z Vira pri Stični.<sup>30</sup> Ob

teh primerjavah ne gre dvomiti, da meča izhajata iz iste obrtniške delavnice, njuna ročaja pa morda celo iz istega kalupa. Nenavadno je, da se na obeh po dolžini ročaja pojavljajo po tri neuporabljene luknjice za zakovice, rezili pa sta pritrjeni na ročaj le z zakovicama na ročajni plošči. Tudi rentgen-ski posnetek meča iz Strettwega kot pri meču z Vira kaže na zelo plitvo v ročaj vdeto rezilo. Ob njuni skoraj identični skupni dolžini se nakazuje možnost, da obema mečema niso vstavili novega

<sup>29</sup> Tiefengraber 2015; Neumann 2015.

<sup>30</sup> Prim. Neumann 2015, Abb. 2–4, 6–7, s sliko 4 v tem članku. Na izjemno podobnost med mečema opozarja v svojem članku že J. Neumann (2015, 63s).



Sl. 5: Ročaja mečev iz Strettwega (1; po Neumann 2015, Abb. 3) in z Vira pri Stični (2).

Fig. 5: Hilt of the swords from Strettweg (1; from Neumann 2015, Fig. 3) and Vir pri Stični (2).

rezila (le) zaradi poškodovanosti prejšnjega, temveč zaradi novega pomena mečevanja oziroma novih modnih smernic.

## ZAKLJUČEK

Kljub majhnemu vzorcu so pri polnoročajnih mečih iz starejše železne dobe izpričani raznoliki načini pritrditve rezila na ročaj, tako kovičenje (Podzemelj, Stična) kot ulivanje prek trnastega zaključka rezila (Sava). Glede na jezičast (Podzemelj) ali še krajši zaključek rezila (Vir pri Stični), vdet v bronast ročaj, je možno, da so bili prvotno še nekateri drugi meči, doslej obravnavani kot jezičastoročajni ali kot meči z ročajno ploščo, dejansko polnoročajni meči. Tak je npr. meč z Vinjega Vrha pri Obli Gorici pri Primskovem,<sup>31</sup> ki s poškodovanim prehodom rezila v ročaj, ostanki stranske luknje za zakovico, brez vidne ramenske plošče, sploh pa brez morebitnih robnikov nakazuje, da gre pri njem za rezilo polnoročajnega meča.<sup>32</sup>

Podzemeljski in stiški meč izhajata iz najprezentativnejših bojevnih grobov podzemeljskega oziroma stiškega horizonta. S tega vidika je zanimivo, da sta bila oba pridana v grob po večkratnih popravilih in s tem verjetno tudi po dolgem obdobju uporabe. Ali je bilo to vezano le na življenjsko pot obeh pokopanih veljakov ali pa s popravili meča nakazujeta možnost, da sta generacijsko potovala iz roda v rod, morda pol stoletja ali dlje, preden sta bila odložena v grob, ostaja odprto vprašanje. Pri obeh se nakazuje specifična zgodba, »življenjska pot«, ne le mečev kot takih, temveč ločeno, njihovih ročajev in rezil. Prav specifična zgodba vsakega od obravnavanih mečev je bila poleg osnovne funkcije, napadalnega orožja *par excellence*, v očeh uporabnikov in sodobnikov poglavitna glasnica njihovega prestiža.

## Zahvale

Zahvaljujem se vsem, ki so sodelovali pri nastajanju članka. Ida Murgelj je narisala meče, Tomaž Lauko pa jih je fotografiral. Radiografske posnetke mečev so opravili Jože Rant, Dušan Rudman in Janko Vodišek. Posebno zahvalo sem dolžan Evi Menart, Zoranu Miliću in Sonji Perovšek, ki so sodelovali pri radiografskem snemanju mečev, dobljene rezultate pa so s podpisanim temeljito komentirali in s tem pomembno prispevali h končni obliki članka.

<sup>31</sup> Šinkovec 1995, 107, t. 30: 211.

<sup>32</sup> O starosti takega meča lahko le ugibamo (prim. npr. Turk 2014, sl. 7).



- BAUR, Ch. 2019, Tradition verpflichtet. Zur Chronologie und Entwicklung italischer Vollgriffschwerter. – V / In: S. Hye, U. Töchterle (ur. / eds.), *UPIKU-TAUKE. Festschrift für Gerhard Tomedi zum 65. Geburtstag*, Universitätarchäologie zur prähistorischen Archäologie 339, 69–80.
- DULAR, J. 1978, *Podzemelj*. – Katalogi in monografije 16.
- GABROVEC, S. 1964–1965, Halštatska kultura v Sloveniji. – *Arheološki vestnik* 15–16, 21–63.
- GABROVEC, S. 1966, Zur Hallstattzeit in Slowenien. – *Germania* 44, 1–48.
- GABROVEC, S. 1987, Dolenjska grupa. – V / In: S. Gabrovec (ur. / ed.), *Praistorija jugoslavenskih zemalja 5. Željezno doba*, 29–119, Sarajevo.
- GABROVEC, S. 2006, *Stična II/1. Gomile starejše železne dobe. Katalog / Grabhügel aus der älteren Eisenzeit. Katalog*. – Katalogi in monografije 37.
- GASPARI, A. 2009, Dolina spodnje Save od prazgodovine do druge svetovne vojne v luči arheoloških najdb iz rečne struge in obrežja. – V / In: J. Peternel (ur. / ed.), *Ukročena lepota*, 117–134, Sevnica.
- GASPARI, A. 2012, Zbirka keltskih in zgodnjericinskih predmetov iz Save med Spodnjimi Guntami in Brestanico (Collection of Celtic and Early Roman objects from the River Sava between Spodnje Gunte and Brestanica). – V / In: A. Gaspari, M. Erič (ur. / eds.), *Potopljena preteklost. Arheologija vodnih okolji in raziskovanje podvodne dediščine v Sloveniji*, 329–336, Ljubljana.
- GUŠTIN, M. 1974, Mahaire. Doprinos k povezavam Picena, Slovenije in Srednjega Podonavja v 7. stol. pr. n. št. (Mahaira Krummschwerter: urgeschichtliche Verbindungen Picenum – Slowenien – Basarabi). – V / In: A. Jeločnik (ur. / ed.), *Opuscula Iosepho Kastelic sexagenario dicata*, Situla 14/15, 77–94.
- HARDING, A. 1995, *Die Schwerter in ehemaligen Jugoslawien*. – Prähistorische Bronzefunde IV/14.
- KNEZ, T. 1993, *Novo mesto III. Kapiteljska njiva, Knežja gomila / Fürstengrabhügel*. – Carniola Archaeologica 3.
- LAHARNAR, B., P. TURK 2017, *Železnodobne zgodbe s stičišča svetov* (katalog razstave). – Ljubljana.
- LAHARNAR, B., P. TURK 2018, *Iron Age stories from the crossroads* (exhibition catalogue). – Ljubljana.
- MÜLLER-KARPE, H. 1961, *Die Vollgriffschwerter der Urnenfelderzeit aus Bayern*. – Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte 6.
- NEUMANN, J. 2015, Das Bronzeschwert aus Tumulus II. Beobachtungen zur Herstellungstechnik. – V / In: *Die Hallstattfürsten vom Falkenberg. Die Region Murtal erforscht ihre Geschichte*, 60–67, Judenburg.
- QUILLFELDT, I. von 1995, *Die Vollgriffschwerter in Süddeutschland*. – Prähistorische Bronzefunde IV/11.
- RANT et al. 2005 = Rant, J., Z. Milić, P. Turk, I. Lengár 2005, Neutron radiography as a NDT method in archaeology. – V / In: *The 8<sup>th</sup> International Conference of the Slovenian Society for Non-Destructive Testing*, 181–188, Portorož.
- STARE, V. 1973, *Prazgodovina Šmarjete*. – Katalogi in monografije 10.
- STOCKHAMMER, Ph. 2004, *Zur Chronologie, Verbreitung und Interpretation urnenfelderzeitlicher Vollgriffschwerter*. – Tübinger Texte. Materialien zur Ur- und Frühgeschichtlichen Archäologie 5.
- ŠINKOVEC, I. 1995, Katalog posameznih kovinskih najdb bakrene in bronzaste dobe / Catalogue of individual metal finds from the Eneolithic and Bronze Ages. – V / In: B. Teržan (ur. / ed.), *Depojske in posamezne kovinske najdbe bakrene in bronzaste dobe na Slovenskem I / Hoards and individual metal finds from the Eneolithic and Bronze Ages in Slovenia I*, Katalogi in monografije 29, 29–127.
- TECCO HVALA, S. 2012, *Magdalenska gora. Družbena struktura in grobni rituali železnodobne skupnosti / Social structure and burial rites of the Iron Age community*. – Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 26.
- TERŽAN, B. 1985, Poskus rekonstrukcije halštatske družbene strukture v dolenskem kulturnem krogu / Ein Rekonstruktionsversuch der Gesellschaftstruktur im Dolensko – Kreis der Hallstattkultur. – *Arheološki vestnik* 36, 77–106.
- TERŽAN, B. 1990, *Starejša železna doba na Slovenskem Štajerskem / The Early Iron Age in Slovenian Styria*. – Katalogi in monografije 25.
- TERŽAN, B. 2010, *Stiške skice / Stična – Skizzen*. – V / In: S. Gabrovec, B. Teržan, *Stična II/2. Gomile starejše železne dobe. Razprave / Grabhügel aus der älteren Eisenzeit. Studien*. – Katalogi in monografije 38, 2008 (2010), 189–325.
- TERŽAN, B. 2014a, Prvi med prvimi – o centralnem grobu gomile I na Kapiteljski njivi v Novem mestu / First among firsts – the central grave of tumulus I at the Kapiteljska njiva in Novo mesto. – S. Tecco Hvala (ur.), *Studia Praehistorica in Honorem Janez Dular*, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 30, 251–270.
- TERŽAN, B. 2014b, Bemerkungen zu einem bimetalenen Vollgriffschwert aus der hallstattzeitlichen Dolensko-Gruppe (SO Slowenien). – *Apulum. Series Archaeologica et Anthropologica* 51, 445–456.
- TERŽAN, B. 2015, Zgodnje latenske prvine v poznem obdobju halštatske kulture na območju Slovenije – kazalci »diplomatskih stikov« v 5.–4. stol. pr. Kr.? – V / In: P. Štih, B. Teržan, S. Splichal (ur. / eds.), *Zbornik ob stoletnici akad. Antona Vratuše*, Razprave SAZU 31, 59–87.
- TIEFENGRABER, G. 2015, Die »Fürstengräber« von Strettweg und Waltersdorf. – V / In: *Die Hallstattfürsten vom Falkenberg. Die Region Murtal erforscht ihre Geschichte*, 25–51, Judenburg.
- TURK, P. 2014, Bronzastodobna polnoročajna meča iz Ljubljane / Two Bronze Age solid-hilted swords from the River Ljubljana. – V / In: S. Tecco Hvala (ur. / ed.), *Studia Praehistorica in Honorem Janez Dular*, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 30, 123–136.

#### Arhivski viri

- MILIĆ, Z. 2013a, *Poročilo analize antenskega meča ZN 363*. – Ljubljana, Narodni muzej Slovenije (neobjavljeno poročilo / unpublished report).
- MILIĆ, Z. 2013b, *Meč iz Stične P 6947/3 (369/2013)*. – Ljubljana, Narodni muzej Slovenije (neobjavljeno poročilo / unpublished report).
- PEROVŠEK, S. 2017, *Rentgenska radiografija bronastega meča z antenskim ročajem*. – Ljubljana, Narodni muzej Slovenije (neobjavljeno poročilo / unpublished report).

## Under the surface of the solid-hilted swords of the Iron Age Dolenjska group

*Translation*

### INTRODUCTION

The warrior graves of the Dolenjska group show that spears, as well as socketed and winged axes were the predominant weapons in the Early Iron Age, while swords were rare.<sup>1</sup> Most Early Hallstatt cemeteries yielded a single sword, even when taking into account the curved single-edged machairas that were commonest in the 8<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> centuries.<sup>2</sup> In fact, there are only four known Early Hallstatt examples of solid-hilted swords (*Vollgriffschwerter*) as grave goods: from Podzemelj<sup>3</sup> and Črnomelj<sup>4</sup> in the Bela krajina region, and from Vinji vrh<sup>5</sup> and Vir pri Stični<sup>6</sup> in the Dolenjska region. In addition, two swords as stray finds came to light in border areas of the Dolenjska group and date to the transition from the Bronze to the Iron Age: an antennae sword from Kočevje<sup>7</sup> and a recent find of a bimetal antennae sword with a bronze hilt and an iron blade from the River Sava at Krško.<sup>8</sup> In the Late Hallstatt period, the custom of burying the dead with swords was completely abandoned in the Dolenjska group. Swords again appeared in graves towards the end of the Hallstatt period, both the late variants of curved single-edged swords and the Early La Tène examples.<sup>9</sup>

The hilts of four solid-hilted swords attributable to the Early Iron Age Dolenjska group and kept in the National Museum of Slovenia have recently been examined by X-ray spectroscopy.

### PODZEMELJ, GRAVE WITH THE ANTENNAE SWORD

(Fig. 1)

Bronze solid-hilted sword with an antennae terminal. Its hilt has three ribs on the grip with a prominent central section and with the remains of an organic material (leather?) surviving on the upper part. The hilt terminates in a rectangular-sectioned projecting rod in the centre and spirally curved antennae on either side. The top surface between the antennae bears traces of incised hatched triangles decorating the edges.<sup>10</sup> The blade is fastened to the hilt with a rivet fitted in the lower part of the grip below the prominent central section. The blade has a midrib flanked by a pair of thin ribs on either side. The tip of the blade is chipped off. L. 57.2 cm; w. of the antennae terminal 7.4 cm. Inv. No. P 2202.

The sword was initially identified as Type Weltenburg after Müller-Karpe.<sup>11</sup> Recent studies rather ascribe such swords to the Corcelettes type,<sup>12</sup> widespread in the southern part of central Europe, with the example from Podzemelj found at the south-eastern border of its distribution area. It was placed in a cremation burial under a tumulus, in one of the leading graves that served to define the earliest phase of the Early Iron Age, i.e. Podzemelj 1 (8<sup>th</sup> century BC).<sup>13</sup>

The X-ray analysis has revealed repairs to the hilt.<sup>14</sup> The rod tang, which should have reached uninterruptedly to the antennae,<sup>15</sup> has a break in the centre. This shows that the original blade broke at some point and was replaced, while the tip of the original tang remained in the hilt. The

<sup>1</sup> Teržan 1985, 80–88, Figs. 1, 5 and 6.

<sup>2</sup> Guštin 1974, 92; Knez 1993, 40–44; Teržan 2014a, 259, Fig. 4.

<sup>3</sup> Gabrovec 1966, 13–14, 24–26, Pl. 1: 1; Dular 1978, 27, Pl. 35: 1,1a; Harding 1995, 81–82, Pl. 33: 252.

<sup>4</sup> Teržan 2014b, Fig. 1: 1; Harding 1995, 85, Pl. 35: 263A.

<sup>5</sup> Stare 1973, 42, Pl. 51: 1; Harding 1995, 80, Pl. 33: 251.

<sup>6</sup> Gabrovec 1966, 26, Pl. 5: 1; Gabrovec 2006, 159, Pl. 136: 4; Teržan 2010, 284–285; Harding 1995, 87, Pl. 36: 269.

<sup>7</sup> Šinkovec 1995, 111, Pl. 32: 219; Harding 1995, 80, Pl. 33: 250.

<sup>8</sup> Laharnar, Turk 2018, 33, Figs. 24–25.

<sup>9</sup> Cf. Teržan 2015, 69–70; Tecco Hvala 2012, 133–135.

<sup>10</sup> Ida Murgelj observed the poorly visible decoration during a second drawing. Incised decoration between the antennae is in fact common on the swords of this type (cf. von Quillfeldt 1995, Pls. 73–75).

<sup>11</sup> Müller-Karpe 1961, 59, Pl. 59: 6; Harding 1995, 80–82.

<sup>12</sup> Quillfeldt 1995, 206ff, Fn. 11; Stockhammer 2004, 95, Map 51.

<sup>13</sup> Gabrovec 1966, 13f, Pl. 1: 1; Gabrovec 1987, 38, Pl. 1: 1.

<sup>14</sup> Perovšek 2017; Laharnar, Turk 2018, Fig. 23.

<sup>15</sup> E.g. on the sword of the same type from Bad Homburg (cf. von Quillfeldt 1995, Pl. 75: 220).

two holes on the blade under the handguard show that the blade was also reused and originally part of a different sword. The repairs reveal a sword placed in the grave after a long period of use.

### VINJI VRH

(Fig. 2)

Fragmented bronze solid-hilted sword with an antennae terminal. The hilt has a barrel-shaped grip with three ribs and terminates in a round-sectioned projecting rod in the centre and originally a pair of curved antennae, of which only the curve of one survives. Six other fragments show a diamond-sectioned blade with two thin ribs on either side of the midline. Surv. hilt l. from the projecting rod down 9.0 cm; max. hilt w. 2.9 cm. Inv. No. P 4568.

The sword was found in a grave, but the associated grave goods are not known (cf. *Fn.* 5). The traces of fire damage suggest it was placed on the funeral pyre together with the deceased. It has been ascribed to the Tarquinia type of antennae swords, mainly used in central and northern Italy, as well as the Alpine area at the transition from the Bronze to the Iron Age.<sup>16</sup> Similarly as the sword from Podzemelj within the distribution area of the Corcelettes type, the sword from Vinji vrh also came to light at the eastern edge of the distribution area of the Type Tarquinia swords.

The X-ray image of the sword reveals that, contrary to the example from Podzemelj, the projecting rod was cast together with the rest of the hilt and is not the projecting end of a rod tang, as the interior of the grip section is hollow. The blade was presumably attached to the hilt with two rivets on the now missing handguard, as is common for the Tarquinia type and other solid-hilted swords from the Late Bronze Age.<sup>17</sup>

### THE RIVER SAVA AT KRŠKO

(Fig. 3)

Bimetal solid-hilted sword with an antennae terminal on the bronze hilt and with an iron blade. The hilt has three groups of three ribs on the grip

decorated with oblique incisions. The lower two groups are separated by a lenticular thickening with a moulding along the top and bottom borders, as well as along the centre; all three mouldings are decorated with oblique incisions. The handguard is bordered with impressed dots, damaged on one side and repaired during use. The hilt terminates in a moulded round-sectioned projection or peen block, a pair of spirally curved antennae decorated with impressed dots along the sides, as well as a pair of knobs between the antennae. The diamond-sectioned iron blade has a midrib; it is damaged in the upper part and broken off in the lower part. L. 37 cm; w. of antennae terminal 6.9 cm. Inv. No. P 29777.

An antiquities collector from the Primorska region bought the sword from another collector who reportedly found it on the bank of the River Sava at Krško. He most likely discovered the sword in the gravel beds of the Sava between Brestanica and Krško, possibly during on site gravel extraction or later aggregate extraction in the concrete plant near Drnovo (the Krško polje). Several archaeological artefacts are known to have come to light in this manner, now largely forming part of private collections.<sup>18</sup> According to Article 135 of the Cultural Heritage Protection Act,<sup>19</sup> the sword came in the possession of the National Museum of Slovenia in 2017.

In its bimetal composition, the sword from the River Sava is related to the swords from Loka near Črnomelj (Slovenia), Batina near Osijek (Croatia), Chauchitsa (Macedonia in Greece), Billerbeck (Pomerania in Germany) and two other similar swords from unknown sites in Serbia and Italy.<sup>20</sup> These date to the 9<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> centuries BC, a span that can also be attributed to the example from the Sava. The swords also share an antennae terminal.<sup>21</sup>

The X-ray image of the sword from the Sava is not conclusive as to the manner the hilt was at-

<sup>16</sup> Müller-Karpe 1961, 63, Pl. 54: 8, Map 10; Stockhammer 2004, 96, Map 53; Baur 2019.

<sup>17</sup> Šinkovec 1995, 109–111, Pl. 32: 216, 218, 219; Turk 2014, 127f, Fig. 2: 2; 7 (X-ray image of a sword with three ribs on the grip from the River Ljubljana).

<sup>18</sup> Gaspari 2009; Gaspari 2012.

<sup>19</sup> Uradni list Republike Slovenije 16/2008.

<sup>20</sup> Teržan 2014b, Fig. 1: 1; Müller-Karpe 1961, 83f, Pls. 55: 6; 57: 6, 7, 10; 62: 3; Harding 1995, 83–85, Pls. 34: 257; 35: 262, 263, 263A.

<sup>21</sup> The sword from Batina is heavily damaged and its original shape uncertain. In primary publications (Müller-Karpe 1961, 83, Pl. 62: 3; Harding 1995, 84, Pl. 35: 262), it is classified in the family of swords with a spherical pommel, but the characteristic lenticular thickening on the grip makes it as, if not more likely an antennae sword. For the identification of the sword from Črnomelj as an antennae sword, cf. Teržan 2014b, 446f, Fig. 1: 1.

tached to the blade. In the initial examination and study of the X-ray image, we presumed that two poorly discernible round features on the handguard were rivets (cf. *Fn.* 8). A more detailed examination revealed that there are no rivets on either the handguard or the rest of the hilt. A line visible on the X-ray image as running the length of the hilt from the handguard to pommel block may represent the edge of an iron rod tang. The bronze hilt would thus be cast onto the tang of the iron blade using the *Überfangguß* technique. It is noteworthy that most of the parallel bimetall antennae swords (cf. *Fn.* 20) also bear no rivets and have bronze hilts similarly cast onto rod tangs.<sup>22</sup>

**VIR PRI STIČNI,  
GRAVE WITH A CUIRASS**  
(*Fig.* 4)

Bronze solid-hilted sword with a short blade. The hilt has two ribs on the grip and a winged pommel. The latter has a bronze plate attached on top with a pair of iron rivets and is decorated with concentric horseshoe-shaped incisions on either side and four groups of three opposing chevrons on the raised bar in between. The diamond-sectioned blade has a midrib and a pair of grooves along each of the cutting edges. L. 47.7 cm; pommel w. 8.2 cm. Inv. No. P 6947/3.

The sword was found in a princely grave in one of the tumuli (40–41–43) at *Žvajdrga*, below the hillfort on *Cvinger* at *Vir pri Stični*.<sup>23</sup> It is an unusual item for a burial from the 7<sup>th</sup> century BC, when swords were no longer used as assault weapons in *Dolenjska*. Swords with similar hilts, of the *Tachlovice* type, are known from graves and hoards from the final part of the Bronze Age (10<sup>th</sup>–9<sup>th</sup> century BC) across the Czech Republic, central Germany and France, while later Iron Age examples (the *Styria-Dolenjska* variant of the *Tachlovice* type) come from rich warrior graves in *Styria* dating to the 7<sup>th</sup> century BC.<sup>24</sup> The sword from *Vir* stands apart from these in its short carp's-

tongue or waisted blade similar to those on the contemporary swords from *Etruria* and *Latium*.<sup>25</sup>

The X-ray image shows that the blade terminates just above the handguard and is fastened to the handguard with a pair of rivets (*Fig.* 4, top right).<sup>26</sup> The three holes along the grip have no rivets and fasten nothing; the neutron radiograph (*Fig.* 4, bottom right) shows they are rather filled with a material that absorbs neutrons and is hence non-metallic.<sup>27</sup> This material is either organic or a hydrated corrosion product.<sup>28</sup> We can infer that the original blade was indeed fastened with three rivets along the grip, but was later replaced with another blade only inserted into the handguard of the hilt. This made the sword unsuitable for chopping; the repaired sword could only be used for thrusting (as a rapier). Most likely, however, its unusual appearance due to the archaic handle produced in the *Urnfield* tradition and the short carp's-tongue blade designed under the influences of southern fashions made it a superior status symbol.

The excavations that took place in 2012 in the area of the *Hallstatt* tumuli at *Strettweg* near *Judenburg* (Upper *Styria*) unearthed a bronze sword of the Iron Age *Styria-Dolenjska* variant of the *Tachlovice* type in the burial chamber of *Tumulus II*.<sup>29</sup> In the shape, decoration and size of the hilt (*Fig.* 5), the common sword length of 47.8 cm and the history of repairs, this sword is strikingly and unusually similar to the example from *Vir pri Stični*.<sup>30</sup> The similarities clearly show the two items as products of the same workshop, with the hilts possibly even cast in the same mould. What is particularly stunning is that both hilts bear three unused rivet holes along the grip section and both blades are attached to the hilt only with a pair of rivets on the handguard; the X-ray image of the *Strettweg* sword also shows the blade inserted into the handguard only. Together with their near identical length, this suggests the possibility that the swords received new blades not (only) because of damage to the previous blade, but rather (also) as an adaptation to a changed significance of swordsmanship and/or new fashion trends.

<sup>22</sup> The only exception is the sword from an unknown site in Serbia, probably from the *Belgrade* area, which has the blade fastened to the handguard with a pair of rivets (Harding 1995, Pl. 34: 257).

<sup>23</sup> Gabrovec 1966, 26, Pl. 5: 1; Gabrovec 2006, 158–162, Pl. 135–139; 211; 212.

<sup>24</sup> Müller-Karpe 1961, 81f; Teržan 1990, 84f; Harding 1995, 86f (*Gornja Radgona* variant of the *Tachlovice* type); Neumann 2015, 63f, *Fig.* 5.

<sup>25</sup> Teržan 2010, 284f.

<sup>26</sup> Milić 2013b; Laharnar, Turk 2018, *Fig.* 42.

<sup>27</sup> Cf. Rant et al. 2005 for the possible uses of neutron radiography in the study of archaeological finds.

<sup>28</sup> Milić 2013b.

<sup>29</sup> Tiefengraber 2015; Neumann 2015.

<sup>30</sup> Cf. Neumann 2015, *Figs.* 2–4, 6–7, with *Fig.* 4 here. Neumann (2015, 63f) already remarked on this exceptional similarity.

## CONCLUSION

Albeit few in number, the solid-hilted swords from the Early Iron Age show great diversity in the manner of fastening the hilt to the blade; there is both riveting (Podzemelj, Stična) and Überfangguß casting onto the tang of the blade (the Sava). Considering the short flat (Podzemelj) or even shorter stub of the blade (Vir pri Stični) inserted into the bronze hilt, it is possible that a number of other swords now identified as flange-hilted (*Griffzungenschwerter*) or *Griffplattenschwerter* were actually solid-hilted (*Vollgriffschwerter*). An example is the blade from Vinji Vrh in the vicinity of Obla Gorica near Primskovo.<sup>31</sup> It is damaged at the blade-hilt junction and bears the remains of a side rivet hole, does not have a clearly identifiable shoulder plate and, most importantly, lacks the flanges, which allows for the possibility of it being solid-hilted.<sup>32</sup>

The swords from Podzemelj and Stična come from the most prominent warrior graves of the Podzemelj and Stična phase. In that respect, it is interesting to note that they both witnessed multiple repairs before burial, suggesting a prolonged period of use. It is not clear whether the repairs were the result of use during the lifetime of each of the warriors or functioned as heirlooms, i.e. items handed down through generations, possibly through half a century or even more before ending up as grave goods. Both swords have a specific history, a 'life' not only as a whole but also as respective parts, hilts on the one hand and blades on the other. It is this specific story of each sword that, in addition to their basic function as an assault weapon *par excellence*, that made them items of utmost prestige in the eyes of their wearers and their contemporaries.

<sup>31</sup> Šinkovec 1995, 107, Pl. 30: 211.

<sup>32</sup> The date of such a sword is an open question (cf. e.g. Turk 2014, Fig. 7).

## Acknowledgements

I would like to thank my colleagues for their help in the creation of this article. Ida Murgelj drew the swords and Tomaž Lauko photographed them. Jože Rant, Dušan Rudman and Janko Vodišek took the radiographic images, assisted by Eva Menart, Zoran Milić and Sonja Perovšek who also extensively discussed the results with the author and thus importantly contributed to the final shape of the contribution.

*Translation: Andreja Maver*

Peter Turk  
Narodni muzej Slovenije  
Prešernova 20  
SI-1000 Ljubljana  
peter.turk@nms.si

*Slikovno gradivo: Sl. 1–5* (risba: Ida Murgelj, Narodni muzej Slovenije, Ljubljana = NMS; foto: Tomaž Lauko, NMS). – *Sl. 1–2* (RTG: Sonja Perovšek, NMS; Janko Vodišek, Inštitut za metalne konstrukcije, Ljubljana = IMK). – *Sl. 3* (RTG: Eva Menart, NMS; J. Vodišek, IMK). – *Sl. 4* (RTG: Zoran Milić, NMS; J. Vodišek, IMK; nevtronska radiografija: Zoran Milić, NMS; Jože Rant in Dušan Rudman, Institut Jožef Stefan, Ljubljana).

*Illustrations: Figs. 1–5* (drawing: Ida Murgelj, Narodni muzej Slovenije, Ljubljana = NMS; photo: Tomaž Lauko, NMS). – *Figs. 1–2* (RTG: Sonja Perovšek, NMS; Janko Vodišek, Inštitut za metalne konstrukcije, Ljubljana = IMK). – *Fig. 3* (RTG: Eva Menart, NMS; J. Vodišek, IMK). – *Fig. 4* (RTG: Zoran Milić, NMS; J. Vodišek, IMK; neutron radiography: Zoran Milić, NMS; Jože Rant and Dušan Rudman, Institut Jožef Stefan, Ljubljana).