



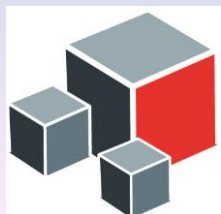
TransFER

Proizvodnja željeza uz rijeku Dravu u antici i srednjem vijeku: stvaranje i transfer znanja, tehnologija i roba

*Istraživački projekt Hrvatske zaklada za znanost
IP-06-2016-5047*

dr. sc. Tajana Sekelj Ivančan

Institut za arheologiju
Ulica Ljudevita Gaja 32
10000 Zagreb



Knjižnica Instituta za arheologiju, četvrtak 30. ožujka 2017. g.

Znanstveni interdisciplinarni projekt
TransFER

provodi se u Institutu za arheologiju

Trajanje projekta: 48 mjeseci (1. 3. 2017. – 28. 2. 2021.)

Voditeljica projekta: dr. sc. **Tajana Sekelj Ivančan**, znanstveni savjetnik

Suradnici IARH: dr. sc. **Tatjana Tkalčec**, viši znanstveni suradnik

dr. sc. **Siniša Krznar**, znanstveni suradnik

Konzultant: prof. dr. sc. **Ladislav Lazić** (Metalurški fakultet, Sveučilišta u Zagrebu)

Istraživači:

- mr. **Robert Čimin** (Muzej grada Koprivnice),
- **Aleksandra Bugar**, dipl. arh. i povj. umjetnost (Muzej grada Zagreba),
- **Ivan Marija Hrovatin**, dipl. arh. (Republika Italija),
- doc. dr. **Branko Mušič**, univ. dipl. inž. geol. (Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za arheologiju),
- izv. prof. dr. sc. **Sibila Borojević Šoštarić** (Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu),
- doc. dr. sc. **Stanko Ružičić** (Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu),
- dr. sc. **Metka Culiberg** (Biološki institut «Jovan Hadžija», Znanstvenoraziskovalnog centra SAZU, Ljubljana, u miru),

Doktorski student: **Ivan Valent**, mag. struke

Cilj projekta

- I. Prepoznati **proizvodnju željeza iz željezne rude i obradu željeza** u dravskoj nizini
- II. Definirati **na koje načine i u kolikoj mjeri je ta proizvodnja utjecala** na identitet zajednice i formiranje i dinamiku razvoja različitih socio-kulturoloških odnosa u kontekstu antičkih i srednjovjekovnih društava

Kako bi se definiralo značenje proizvodnje željeza, postavljeni su sljedeći zadaci:

1. definirati podrijetlo željezne rude i potrebnih resursa (glina, voda, drvo);
2. definirati tehnologiju obrade željezne rude kroz razdoblja i intenzitet te proizvodnje;
3. definirati utjecaj proizvodnje željeza na uže i šire područje u kontekstu socio-kulturološkog okružja, i to kroz praćenje proizvodnje i distribucije poluproizvoda i roba, čime se otvara mogućnost sagledavanja ekonomskih, društvenih i kulturnih kontakata između više zajednica i društava tijekom (kasne) antike i srednjega vijeka.

Arheološko nalazište Virje-Volarski breg

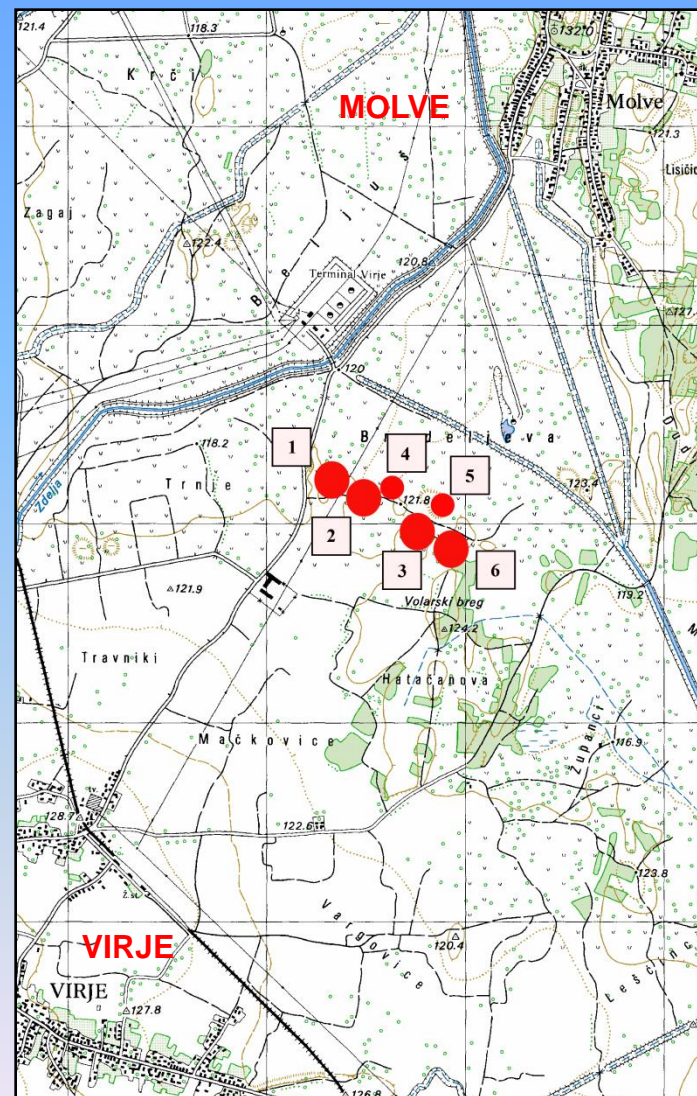
Lokalitet se nalazi u prostranoj nizini rijeke Drave između naselja Virje i Molve u Koprivničko-križevačkoj županiji



Poznat je kao arheološko nalazište naseobinskog karaktera od 1980.-tih godina

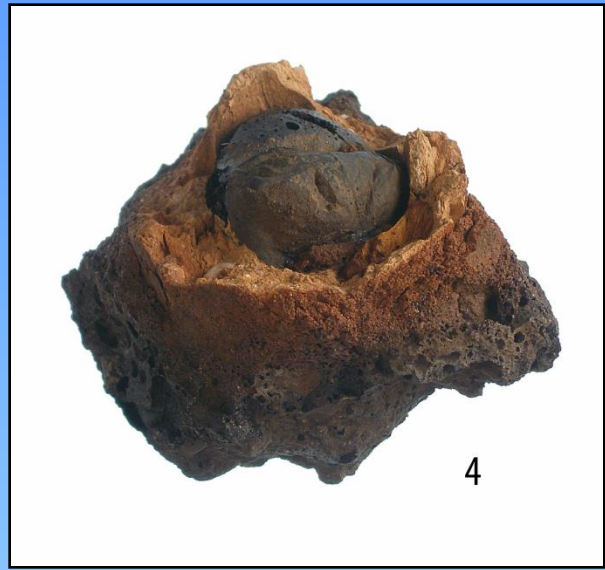
Površinski nalazi:

- 1 - kasni laten, razvijeni srednji vijek
- 2 - starije željezno doba
- 3 - kasni srednji vijek
- 4 - kasno brončano doba, antika
- 5 - brončano doba
- 6 - kasni srednji vijek



Volarski breg – površinski nalazi, 2007. godina



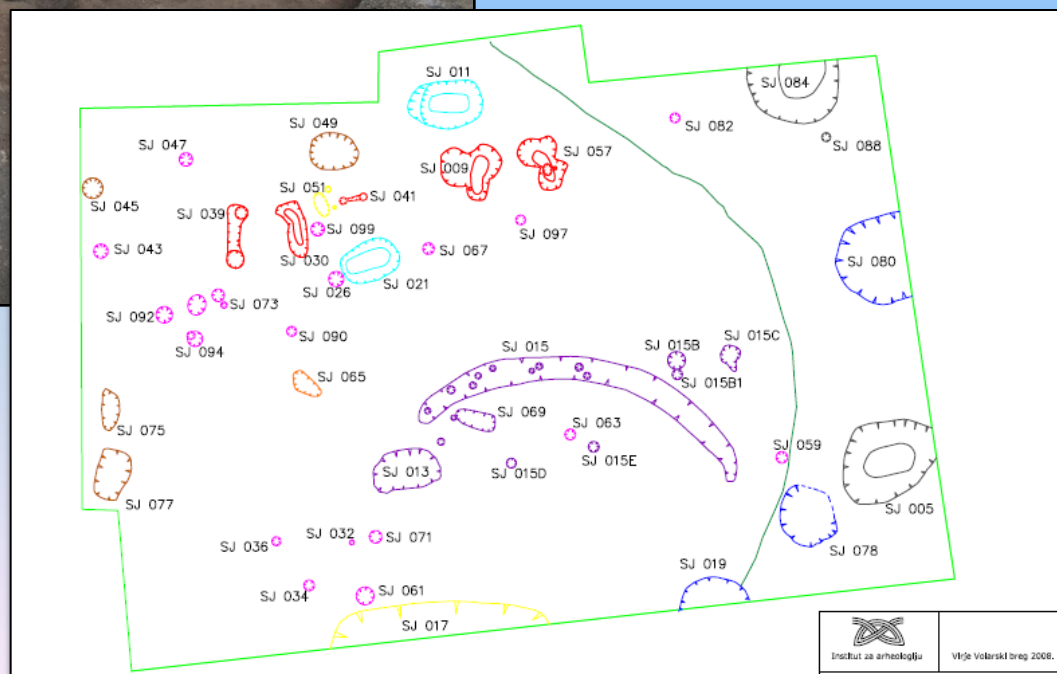


Početak istraživanja na Volarskom bregu 2008.g.



Sonda 1 – 230 m²

- 5 talioničkih peći *in situ*,
- 4 dislociranih ostataka uništenih peći,
- 5 jama sa zapečenom zemljom na dnu,
- 1 ograda s popratnim tvorevinama
- mnoštvo stupova



Radiokarbonska analiza

- Problem -** u pećima nije bilo nikakvih materijalnih pokretnih ostataka i ostalih prepoznatljivih elemenata i/ili predmeta napravljenih ljudskom rukom koji bi omogućili datiranje arheoloških cjelina,
- tehnologija dobivanja sirovog željeza iz željene rude ostala je gotovo neizmijenjena od mlađeg željenog doba preko antike do razvijenoga srednjeg vijeka,
 - zapečene stjenke peći, zgura i sapnice nepromijenjenog su oblika kroz sva tri razdoblja i nisu databilni

Analiza 14C:

Leibniz-Labor für
Altersbestimmung und
Isotopenforschung
Christian-Albrechts-Universität
Kiel, Germany

SREDNJI VIJEK

- PEĆ - *Radiocarbon Age - BP 1236±25*
Two Sigma Range - cal AD 760-874 (56.3%)
- JAMA - *Radiocarbon Age - BP 1169±26*
Two Sigma Range - cal AD 777-900 (82%)

KASNA ANTIKA

- JAMA - *Radiocarbon Age - BP 1560±30*
Two Sigma Range - cal AD 420-570 (95%)

PRAPOVIJEST

- OBJEKT - *Radiocarbon Age - BP 2128±30*
Two Sigma Range - cal BC 208-52 (86.8%)

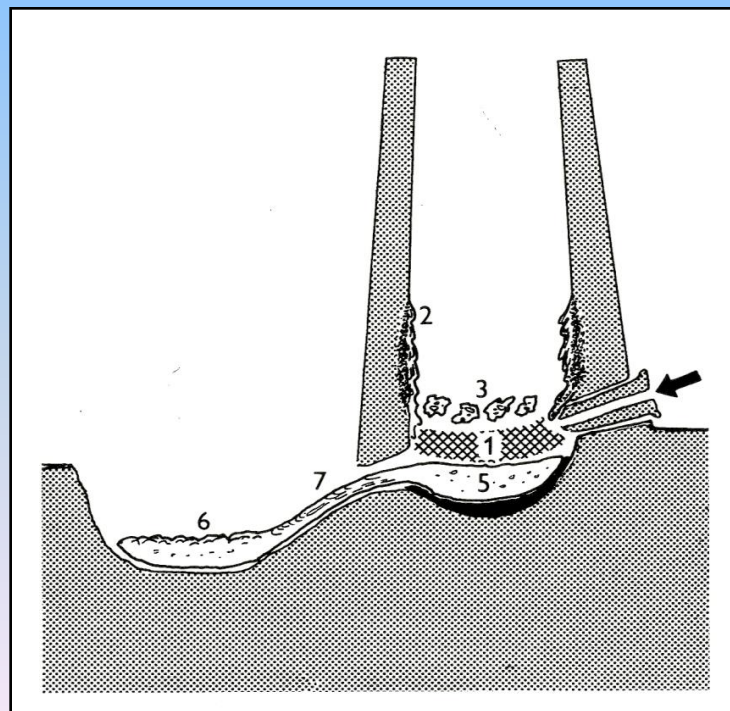
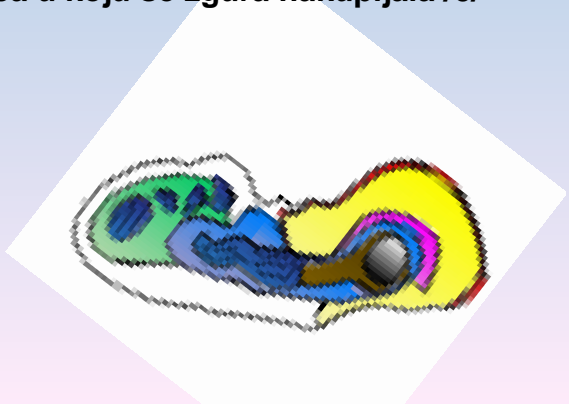
Dvije talioničke peći u trenutku otkrivanja





Tip talioničke peći “na istek” – tri dijela

1. ložište - unutrašnjost ljevkastog dijela peći sa zapečenim dnom u kojem je izgarala željezna ruda pomiješana s ugljenom /1-5/
2. zapečeno dno kanalića kojim se slijevala zgura /7/
3. jamica u koju se zgura nakupljala /6/

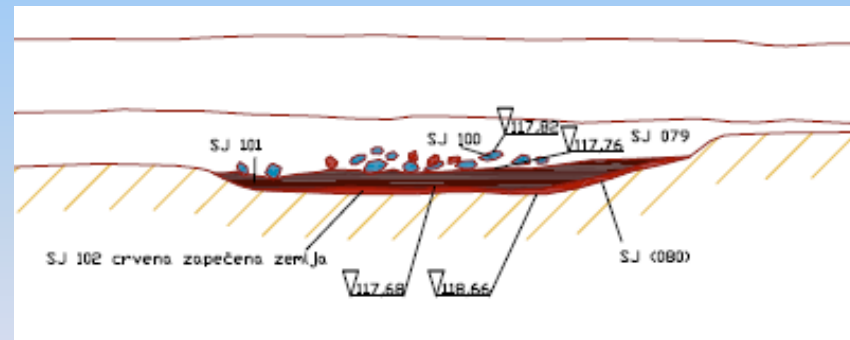
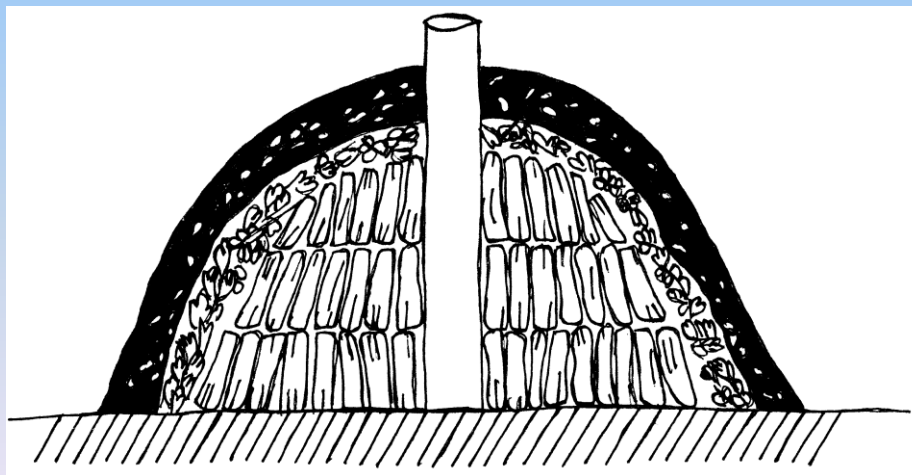
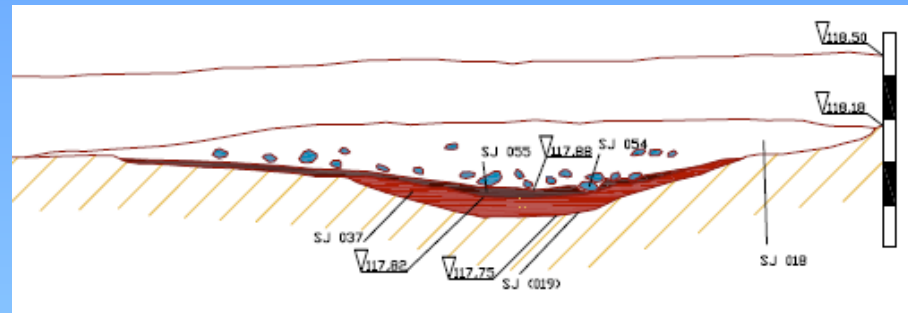


(Pleiner 2000: 258, Fig. 67, right; flat-hearth tapped furnace)

Pozicija i izgled dviju nasuprotnih talioničkih peći tijekom istraživanja

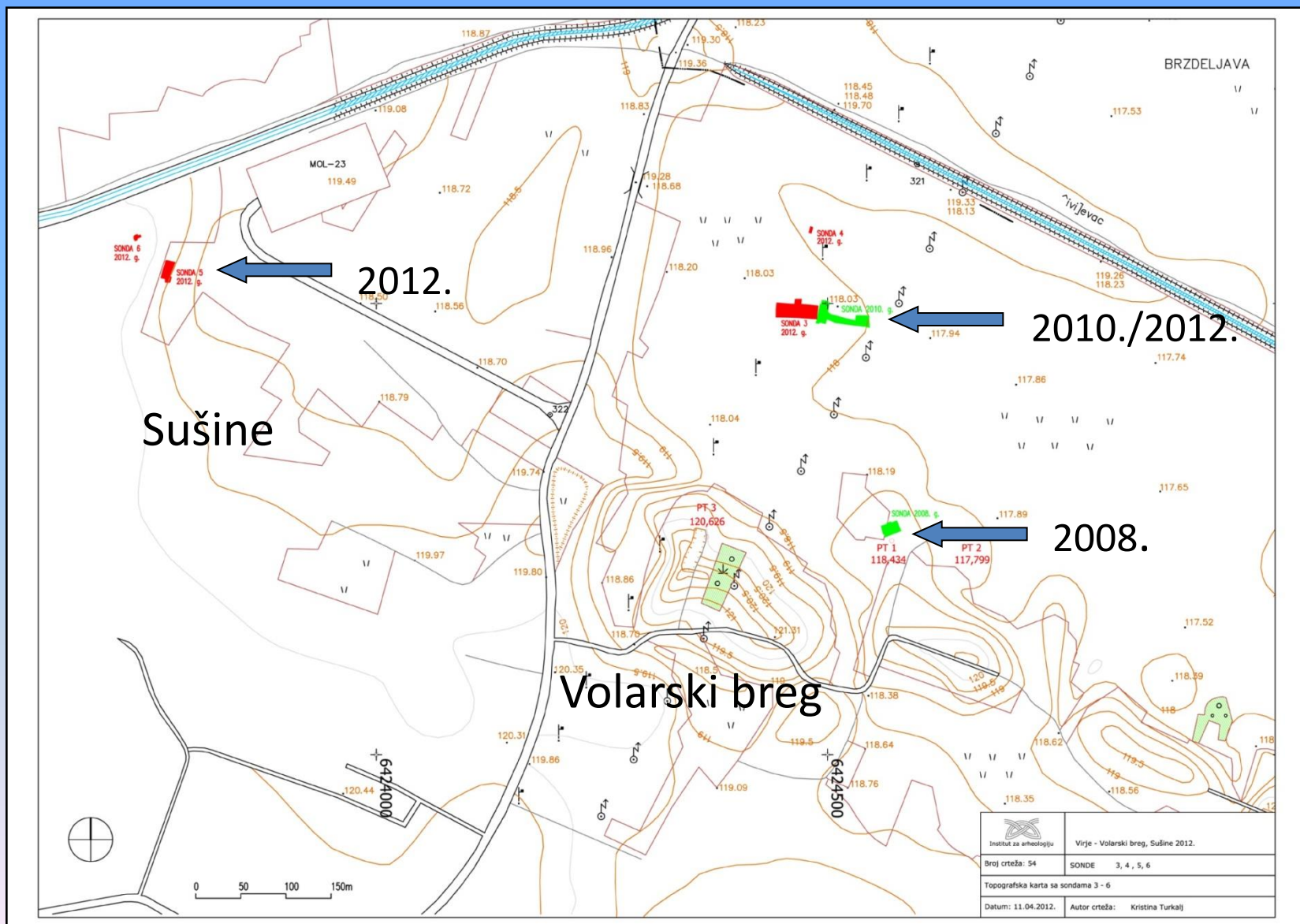


Jame za izradu drvenog ugljena



Rekonstrukcija mogućeg izgleda i funkcioniranja prostora gdje se izrađivao drveni ugljen potreban u procesu taljenja željezne rude

Virje – položaji istraženih sondi 2008.-2012. godine



Sušine – površinski nalazi, 2012. godina



Sušine - istraživanja 2012. g.



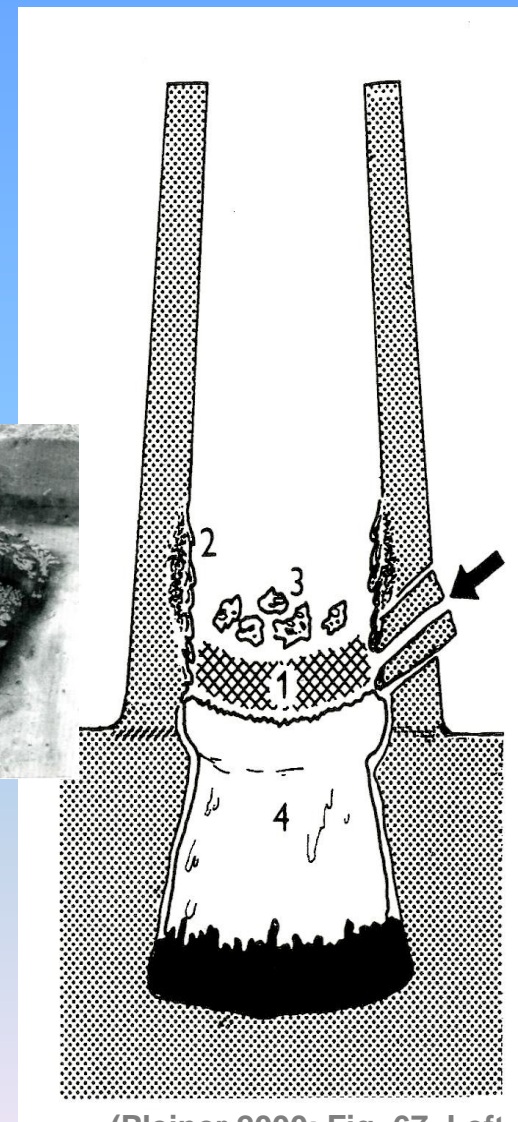
Sonda 5 – 202 m²

- otpad iz radionice – više od 1 tone



- dio (kose) stijenke od zapečenog lijepa sa sapnicom

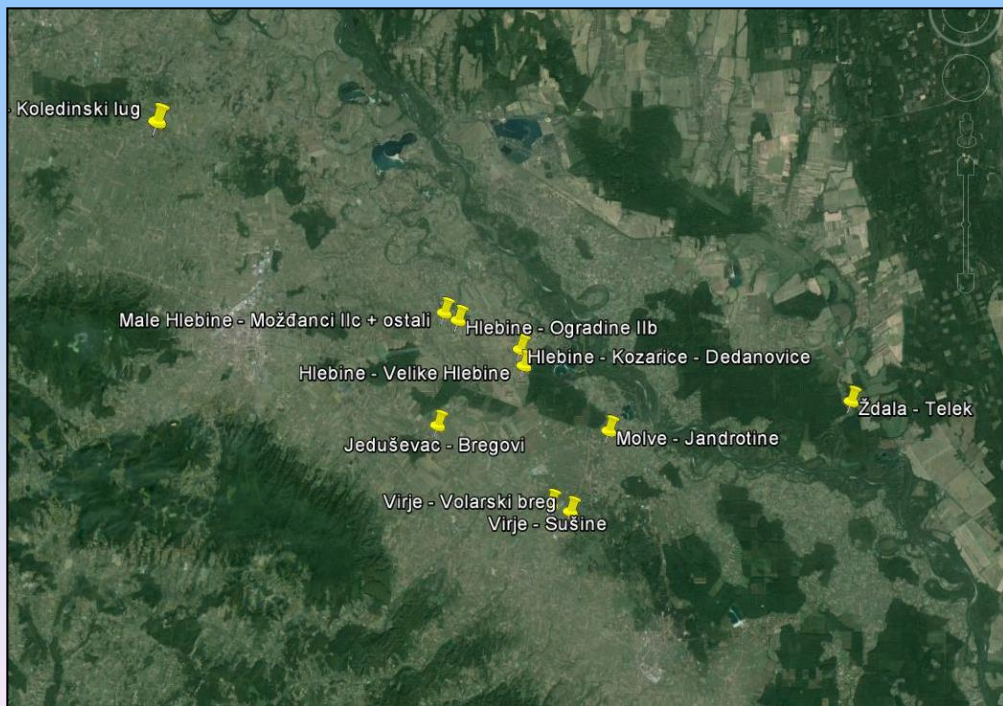
Sušine 2013. - ostaci talioničkih peći



(Pleiner 2000: Fig. 67, Left, sleg pit furnace)

Poznati arheološki lokaliteti s tragovima i/ili nalazima talioničke djelatnosti u sjevernoj Hrvatskoj

- prapovijest – **Topusko-Turska kosa**, položaj utvrđenog naselja na **Pogledalu** (starije željeno doba (8.-4.st.prije K.) – peći; položaj **Božjakovina** – zgura i sapnice
 - **Osijek**, Donji grad, položaj **Bolnica** (kasni laten) – 3 peći
- antika - **Imrijevci** “Polačica”, 4. st. p. K. – 4 peći
 - **Velika Gorica** “Okuje I, II, III” - otpad
 - **Sisak**-pristanište/Hrvatska Dubica - poluproizvodi – bars
- **više potencijalnih nalazišta u Podravini**



Mađarski dio dravske nizine s označenim mjestima veće koncentracije površinskih nalaza zgure, sapnica i zapečenog lijepa



Hlebine – 9. 4. 2015. g. – RGNF

Izvor sirovine?



Bakterija *Leptothrix* koja pospješuje taloženje željeza



Analiza koncentracije željeza u tlu:
Dr. sc. Tamara Marković, dipl.ing.geol.

Analizirano je ukupno željezo, otapanjem uzorka tla u zlatotopci tj. "auqa regia" ($\text{HNO}_3:\text{HCl}$), 12 uzoraka = 0,4-5,1 (Ukupno Fe (%))

SJ 173 = 19,3 (Ukupno Fe (%))

SJ 197 = 23,4 (Ukupno Fe (%))



Istraživanja: A – terenska; B – laboratorijska; C - kabinetska

Zadaci - 1. godina:

1. rekognosciranje i reabulacija terena

– koprivnička i đurđevačka Podravina

2. pregled muzeja i privatnih zbirki

- Muzej grada Koprivnice
- Muzej grada Đurđevca
- Zbirka obitelji Zvijerac, Torčec
- Zbirka Josipa Cugovčana, Podravske Sesvete
- Zbirka Ranka Pavleša, Starigrad

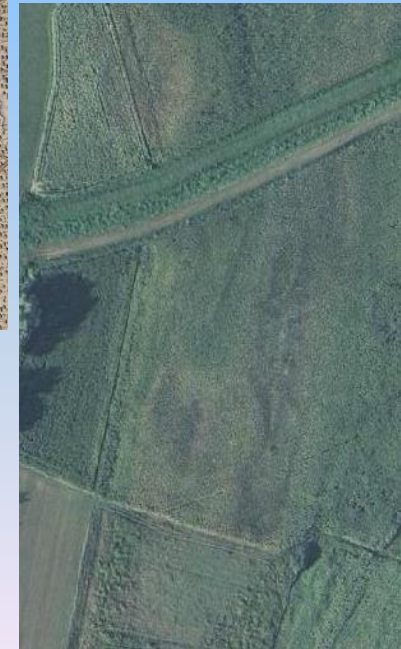
3. analiza povijesnih izvora, toponimije i zračnih snimaka

4. prepoznavanje ležišta željezne rude prema površinskim indikatorima

- položaji tzv. „pajni”
- stari rukavci i meandri



4. ožujka 2017.



Virje-Sušine

Zadaci – 2. i 3. godina: Arheološka iskopavanja

1. dva lokaliteta s ostacima taljenja

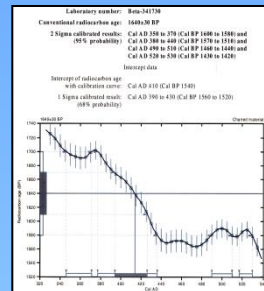
Veličina radionice

Elementi radionice - peći: izgled / tip / datacija

- jame za drveni ugljen (vrsta drva)
- odlagalište otpada (količina otpada / intenzitet proizvodnje)

Vremensko opredjeljenje radionica

Udaljenost između istovremenih radionica

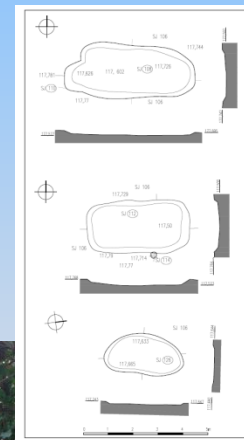


2. istovremena naselja

Obrada nalaza - nepokretni nalazi
- nalazi iz objekata

Vremensko opredjeljenje lokaliteta

Odabir željeznih predmeta za analizu
i njihova veza sa zgurom iz peći
i sirovinom



Interdisciplinarna istraživanja

Geofizička istraživanja i GIS

Branko Mušič

**Povezivanje rezultata iskopavanja s
geoanalizama (tlo, ruda, zgura,
predmeti)**

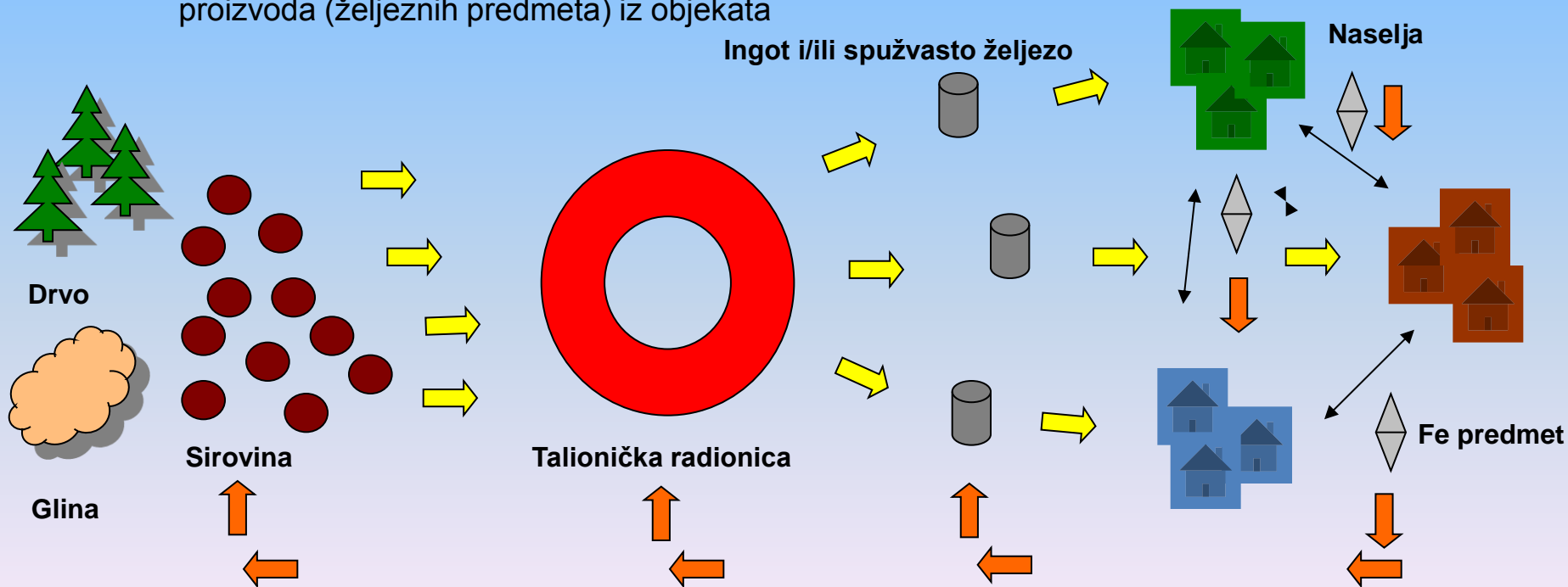
Sibila Borojević Šoštarić

**Eksperimentalna arheologija i diseminacija rezultata
projekta – 4. godina**

Robert Čimin

Projektna ideja - Predindustrijska proizvodnja željeza u Podravini

1. **definirati podrijetlo željezne rudače** - određivanje koncentracije željeza u tlu na odabranim pozicijama (uzorci tla s udjelom željeza >20%)
2. **definirati tehnologiju obrade željezne rude kroz povijesna razdoblja i intenzitet te proizvodnje** – promjene u izgledu i obliku peći vezane uz promjene u tehnologiji obrade kroz različita vremenska razdoblja (antika, srednji vijek)
3. **definirati utjecaj proizvodnje željeza u kontekstu socio-kuturoloških odnosa** - multielementna geokemijska analiza zgure, dijelova peći i željeznih predmeta kombiniranim metodama rendgenske fluorescencije (XRF), ICP-AES i ICP-MS. Cilj analiza je utvrditi eventualnu vezu željezne rude, zgure te (polu)proizvoda (ingota) i gotovih proizvoda (željeznih predmeta) iz objekata



Mađarska

Hrvatska

Somogy

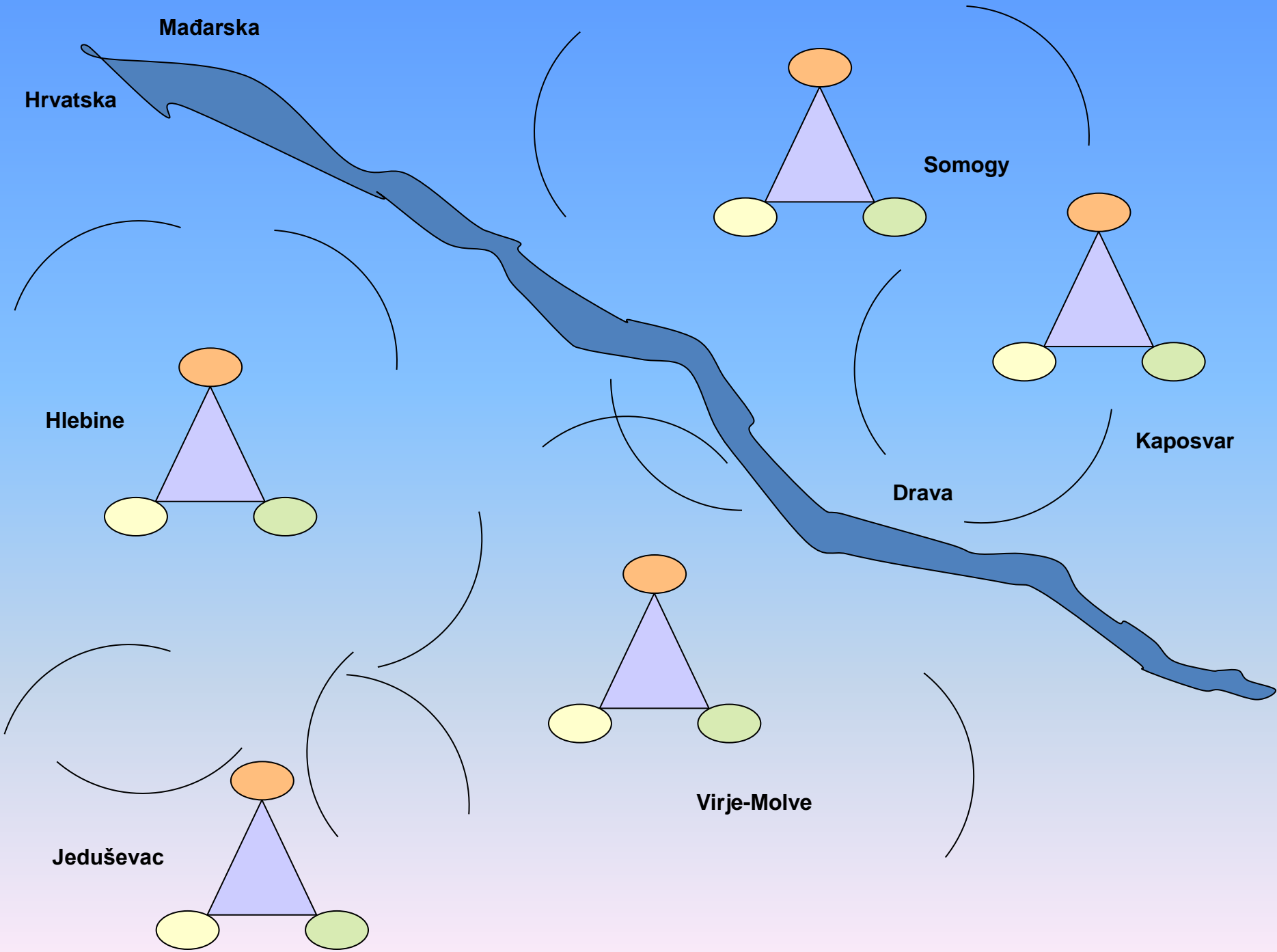
Hlebine

Kaposvar

Drava

Jeduševac

Virje-Molve





Hvala na pozornosti