

# L I E T U V O S

# ARCHEOlogija 21

**Redaktorių kolegija:**

Algirdas Girininkas (*ats. redaktorius*)  
(*Lietuvos istorijos institutas*)

Vytautas Kazakevičius  
(*Lietuvos istorijos institutas*)

Mykolas Michelbertas  
(*Vilniaus universitetas*)

Ēvalds Mugurēvičs  
(*Latvijos universiteto  
Latvijos istorijos institutas*)

Vytautas Urbanavičius  
(*Pilių tyrimo centras „Lietuvos pilys“*)

Gintautas Zabiela (*sudarytojas*)  
(*Lietuvos istorijos institutas*)

*Autorių nuomonė ne visada sutampa su redaktorių kolegijos nuomone.*

# GELEŽIES GAMYBOS LIETUVOJE APŽVALGA

JONAS STANKUS

Kalbant apie geležies gamybą Lietuvoje priešistorinius ir iš dalies istorinius laikais, būtina aptarti konkrečią šią gamybą liečiančią medžiagą: žaliavos (balų rūdos) telkinius, kurą, geležies lydymo krosneles (rudnias), išlydytos geležies žaliavą – geležies krites ir paliesti rašytinius šaltinius, kurie bent iš dalies liudija buvus vietinę geležies gamybą.

Geležies gamybai Lietuvoje skirta pakankamai dėmesio, šiuo klausimu paskelbta nemažai įvairių publicacijų.

## BALŲ GELEŽIES RŪDA

Balų geležies rūdos telkiniai Lietuvoje aptinkama daugelyje vietovių. Dar XIX a. viduryje, žvalgant Lietuvos gamtą Kauno ir Vilniaus gubernijoje, balų geležies rūdos telkiniai aptikta netoli Žagarės, prie Mūšos, Lėvens, Minijos, Ventos, Šventosios, Nemuno ir kt., kur jos randama po dirvožemiu beformiais gabalais (Материалы, 1858, c. 113; 1861, c. 263–264). Balų geležies rūdos esama Kazlų Rūdoje, Višakio Rūdoje, Jūrės Rūdoje, Mockavos Rūdoje ir Rudnijoje (Trakų apsk.) (Jodelė, 1921, p. 471). 1925 m. geologinės ekspedicijos metu netoli Mociškių geležinkelio stotelės (Pagėgių valsč.) ūkininko Budrio ir jo kaimyno žemėje buvo aptikti velenų geležies rūdos, esančios tuoju po dirvožemiu, židiniu (Dalinkevičius, 1927, p. 93). Prieš Pirmajį pasaulinį karą, savininko žodžiais, ji buvo pristatoma vežimais į Tilžę ir ten brangiai parduodama (Dalinkevičius, 1927, p. 93). Tyrinėtojo teigimu, tos rūdos sudėtis atrodė taip: geležies (Fe) – 29,8 proc., kvarco ( $\text{SiO}_2$ ) – 21,5 proc. (Dalinkevičius, 1927, p. 94). Nurodoma, kad balų geležies rūdos telkiniai yra Pietų Lietuvoje, apie Kauną, Vilniuje, apie Gardiną (Sčesnulevičius, 1940, p. 73), Jiesios krantuose, prie Dubysos tarp Betygalos ir Ariogalos, Akmenos upės slėnyje ties Pašile ir Kaltinėnais, prie Utenos, Zarasų, Molėtų, Papilės, Nemuno (ties Gerdašiais, Nemunaičiu, Skirsnemune), Kuršių Nerijoje (Linčius, 1972, p. 116; 1977, p. 116; Malinauskas, Linčius, 1999, p. 112–114). Tokia rūda yra gele-

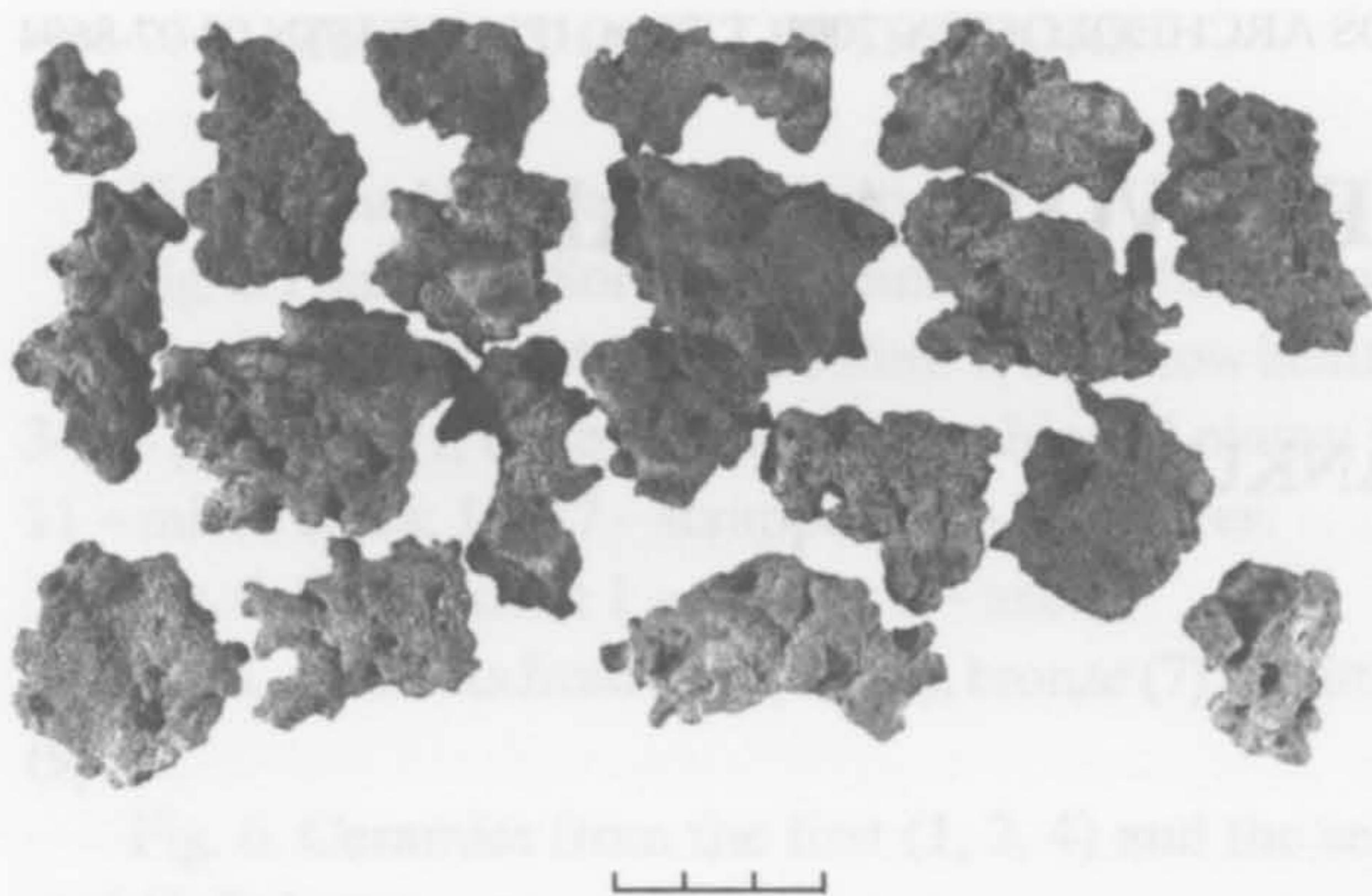
žingos žemės arba konkrecijų pavidalo. Jos gausu pelkiniuose dirvožemiuose ir ežeruose (Linčius, 1977, p. 113). A. Linčius nurodo, kad prie Radviliškio bandymų stoties pievoje 10–20 cm gylyje dirvožemyje  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  siekia 43,2 proc. Be limonito, kai kuriose Lietuvos vietose į paviršių išeina sideritas. Nemažas siderito sluoksnis yra susikaupęs prie Ventos ties Papile, kur dar XIX a. 3 dešimtmetyje buvo planuojama įrengti geležies perdirbimo įmonę (Linčius, 1972, p. 120; Vodzinskas, 1983, p. 10). Čia siderite geležies kiekis siekia iki 43,6 proc.

XVI a. rašytiniuose šaltiniuose randama žinių apie paskelbtą karaliaus įsakymą, kuriame liepiama rūpinantis geležies gamybos plėtimu iš vietinės žaliavos ir nuolatiniu jos pristatymu karaliaus dvarui (Литовская, 1903, c. 622–621). Daugiau rašytinių šaltinių turime iš XVIII a., kuriuose nurodoma ne tik rudnių veikla, bet nurodoma, iš kur imama balų rūda toms rudnioms. Taip Tolkove, Zaleščyznoje (Trakų ir Ašmenos r.) drėgnose ir pelkėtose vietose 1 pėdos gylyje randama balų rūdos, kurioje yra iki 50 proc. geležies oksido (Материалы, 1858, c. 113). XVIII a. pabaigoje prie Ūlos upės veikusi rudnia buvo aprūpinama balų rūda, kuri buvo kasama ties Bieliūnais prie Nocios upelio (Lizdenis, 1959, p. 189).

1978 m. tyrinėjant Lavoriškių senovinę gyvenvietę (Vilniaus r.), jos teritorijoje autorius aptiko stambų apie 4 kg sveriantį rūdos gabala. Stambų pelkių geležies gabala yra išvertęs traktorius Vilkaviškio r. (Vodzinskas, 1983, p. 10). 1996 m. autoriuui tyrinėjant Būtingės–Mažeikių dujų trasą, Kivylių kaime (Skuodo r., Aleksandrijos seniūn.) dirbamoje žemėje, tuoju po armeniu, rasta geležies rūdos konkrecijų (pav. 1). Jose  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  kiekis siekia tik 24, 85 proc. (lent. 1). Paprastai geležies lydymui naudota pelkių geležies rūda, kurioje  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nuo 50 iki 60 proc.

Kaip matome, balų rūdos telkiniai Lietuvoje yra daugelyje vietovių, taigi ją panaudoti geležies lydymui vietoje nesudarė jokių sunkumų.

Pelkių, dirvonų geležies rūda buvo kasama vasara, tačiau ežerų dugnuose esanti rūda buvo kasama



1 pav. Balų rūdos konkrecijos iš Kivylių kaimo (Skuodo r.). R. Mičiūno nuotr.

žiemą, kai užšala ežerai. Šiuo atveju, rūdos kasejas per eketę lede ilga kartimi su semtuvu griebdavo rūdą nuo ežero dugno. Taip buvo kasama geležies rūda Švedijoje (Nyquist, 1995, p. 14).

Literatūroje nurodoma, kad prieš lydymą rūda buvo papildomai apdorojama. Kadangi Lietuvoje neturime rašytinės medžiagos apie pelkių rūdos paruošimą lydymui, tai tenka naudotis kaimyninių šalių šaltiniais. Taip A. Gaiduko darbe (Гайдук, 1911, c. 293) nurodoma, kad iškasta pelkių rūda, prieš ją lydant, turėjo praeiti eilę parengiamujų operacijų. Iš svarbesnių operacijų nurodoma: a. džiovinimas; b. apdeginimas; c. smulkinimas; d. plovimas; e. sijojimas. Svarbiausiomis operacijomis laikoma pelkių rūdos apdeginimas ir plovimas. Pelkių rūda buvo apdeginama atvirose laužuose. Jo tikslas – pašalinti esamas organines medžiagas (dumblius, durpes). Plaunant buvo pašalinamas smėlis, žemė ir kitos medžiagos. Šių parengiamujų operacijų pagrindinis tikslas – kuo labiau apvalyti geležies rūdą nuo pašalinių priemaišų. Kaip buvo pažymėta, geležies kiekis rūdoje kai kur tesiekia 20–30 proc. Taigi, apie 80–70 proc. joje yra įvairių priemaišų. Lydant tiek priemaišų turinčią rūdą, tebūtų gautas labai nedidelis geležies kiekis, nes didelė jos dalis patektų į šlaką lydymo proceso metu.

Kaip matyti iš gargažių cheminių tyrimų analizių, lydymo proceso metu apie 40–50 proc. geležies patenka į šlaką (Байков, 1948, c. 360; Navasaitis, Sveikauskaitė, Selskis, 1999, p. 125).

1 lentelė. Kivylių (Skuodo r.) geležies rūdos cheminės sudėties lentelė.  
Analizę atliko dr. A. Sveikauskaitė

Fe	Si	Al	Mn	Ca	Ti	Mg	Ba
15,6	28,2	2,5	0,5	0,1	0	0,1	0
FeOOH	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	BaO
24,85	60,2	4,7	0,7	0,2	0,1	0,1	0

Kaip ir kalvėse gaminant geležies dirbinius, taip ir gaivinant pelkių, daugiausia limonitinę, rūdą, pagrindinis kuras buvo medžio anglis. Nors yra duomenų, kad kai kuriuose kraštose kartais buvo naudojamos ir durpės (Tylecote, 1962, p. 198), tačiau šis kuras plačiau neprigijo, nes Jame paprastai būna didelis kiekis sieros ir gaivinant geležies rūdą dalis jos patenka į geležį. Net ir nežymus sieros kiekis menkina geležies kokybę.

Etnografiniai duomenimis, anglis buvo degama iš įvairių medienos rūsių. Anglininkai naudojo ažuolo, uosis, alksnio, beržo, pušies medieną (Tylecote, 1962). Anglies deginimui mediena buvo ruošiama iš žalių, t. y. nenudžiūvusių, medžių ir nedžiovintos medienos, mat žali medžiai ilgiau anglėdavo, gaudavosi kokybiškesnė anglis. Anglims degti mediena buvo ruošiama nuo birželio 15 d. iki rugpjūčio 15 d., kai nustoja tekėti medžio sultys (Гурин, 1982, c. 23).

Istorinėje literatūroje kalbama apie anglininkus, kaip apie atskirus miško verslininkus (Lietuvos, 1957, p. 196), tačiau, turbūt tie patys anglininkai gaminodervą, degutą, degė pelenus.

Anglis buvo degama žemėje įrengtose duobėse (Колчин, 1953, c. 40) arba sukraunant medieną į krūvas (Гурин, 1982, c. 24). Pirmuoju atveju buvo iškasa ma 1 x 1,5 m pločio (ar net didesnė) ir 0,4–0,6 m gylio duobė (Бидзиля, Пачкова, 1969, c. 55), į kurią sukraunama ir degama mediena. Tokiose duobėse anglis buvo degama dar XX a. pradžioje Polesėje (Бидзиля, Пачкова, 1969, c. 56). Mediena anglėdavo 3–4 dienas, priklausomai nuo duobėje esančio jos kieko. Anglis duobėje buvo paliekama iki visiškai atauš.

Apskaičiuota, kad išdegotos anglies kiekis sudarė apie 30–35 proc. sunaudotos medienos tūrio, o pagal svorį – ne daugiau kaip 12 proc. medienos svorio (Колчин 1953, c. 40).

A. Baikovo apskaičiavimu, išlydytos geležies ir lydymui sunaudotos anglies kieko santykis yra 1:4–1:6, t. y. 1 kg geležies kritei pagaminti reikia apie 4–6 kg (vidutiniškai 5 kg anglies, (Байков, 1948, c. 361).

Medžio anglies degimo pėdsakų rasta Lieporių neįtvirtintoje gyvenvietėje. Atrodo, kad čia anglis degta specialiai tam iškastoje pailgoje 1 m skersmens duobėje, kurioje gausiai rasta anglies (Salatkienė, 1997, p. 33). Tyrinėtojos manymu, medžio anglis galėjo būti degama

ir 2 dideliuose židiniuose, kuriuose taip pat buvo gausu anglies (Salatkienė, 1997, p. 33). Pagal rastą kitą gyvenvietės medžią šiuos anglies degimo būdus galima skirti IV–VIII a. (Salatkienė, 1997, p. 38).

Vėlyvesnio laikotarpio anglies degimo vieta aptikta netoli Žygmantiskių kai-

mo (Šalčininkų r., Pabarės sen.). Čia aptiktos 25 anglies degimo vietas, iš kurių 2 ištirtos (Vėlius, 2000, p. 391). Tyrinėjimų metu nustatyta, kad medžio anglis buvo degama dideliuose laužuose, kurių skersmuo siekė 10 metrų. Juose rasta nemaža anglies, nesuanglėjusių rąstelių. Tirtosios degyklos skiriamos XV–XVI a. (Vėlius, 2000, p. 391). Anglininkai, anglies eksportas minimi istoriniuose šaltiniuose (Lietuvos, 1955, p. 222) ir istorinėje literatūroje (Lietuvos, 1957, p. 196). Taigi, kuro – medžio anglies balų rūdos redukcijai buvo galima pasigaminti pakankamai.

### GELEŽIES LYDIMO KROSNELĖS

Kaip buvo pažymėta, vietinę geležies gamybą rodo dalis randamų geležies gargažių. Tačiau akivaizdžiausiai geležies gamybos liudininkai yra lydymo krosnelių liekanos.

Šiuo metu Lietuvoje 12-je vietovių surastos 38 geležies lydymo krosnelės. Dalis jų aptarta (Stankus, 1996b). Tirtuose archeologiniuose paminkluose tokį krosnelių nėra gausu, paprastai jų rasta tik po vieną egzempliorių. Tačiau kai kuriuose paminkluose rasta po keletą krosnelių fragmentų: Daubariuose – 2 vnt., Kereliuose – 2 vnt., Lavoriškėse – 2 vnt., Nemenčinėje – 2 vnt. (viena jų labai sunykusi, nėra duomenų apie jos

dydį), Paplienijoje – 4 vnt. Daugiausia jų rasta Lieporių nejtvirtintoje gyvenvietėje – 19 vnt. (lent. 2). Iki šiol tai vietovė, kurioje rasta daugiausia geležies lydymo krosnelių. Čia, matyt, buvo nedidelis metalurgijos centras. Ar buvo mūsuose didesnių metalurgijos centrų ir kur jie – sunku pasakyti. Kituose Europos kraštuose prieistoriniai laikais stambiu metalurgijos centrū žinoma Danijoje Snorupo vietovėje (Voss, 1995, p. 133, 134), kur rasta 1500 geležies lydymo krosnelių, arba Lenkijoje Šventųjų Kryžių kalnuose (Bielenin, 1992), kur rasta net 5359 tokios krosnelės. Paprastai rasta krosnelių apatinį dalių liekanos, tai, kas nesuardyta įdirbant žemę. Išlikę krosnelių fragmentai yra iš Aukštadvario (Daugudis, 1958š), Bakšių (Steponaitis 1997š, p. 32, 33), Imbarės (Daugudis, 1978š, p. 24–25), Kereleių (Grigalavičienė, 1985š, p. 24–27), Kernavės (Лухтан, 1987), Lavoriškių (Daugudis, 1965š, p. 7; Daugudis, Stankus, 1980, p. 29), Daubarių (Daugudis, 1976š, p. 55–56), Lieporių (Salatkienė, 1996, p. 47–52; 1997, p. 30–38), Nemenčinės (Kulikauskas, 1959, p. 13), Nendrinių (Merkevičius, 1967š, p. 127), Paplienijos (Valatka, 1960š, p. 22–23; 1962š, p. 58–59), Žardės (Genys, 1992, p. 44, 47) gyvenviečių. Minėtosios lydymo krosnelės yra iš I tūkstantmečio ir net XI–XII a. (lent. 2).

Krosnelių liekanos aptiktos 30–75 cm gylyje nuo dabartinio žemės paviršiaus, todėl nenuostabu, kad

2 lentelė. Rastujų geležies lydymo krosnelių (rudnių) duomenys

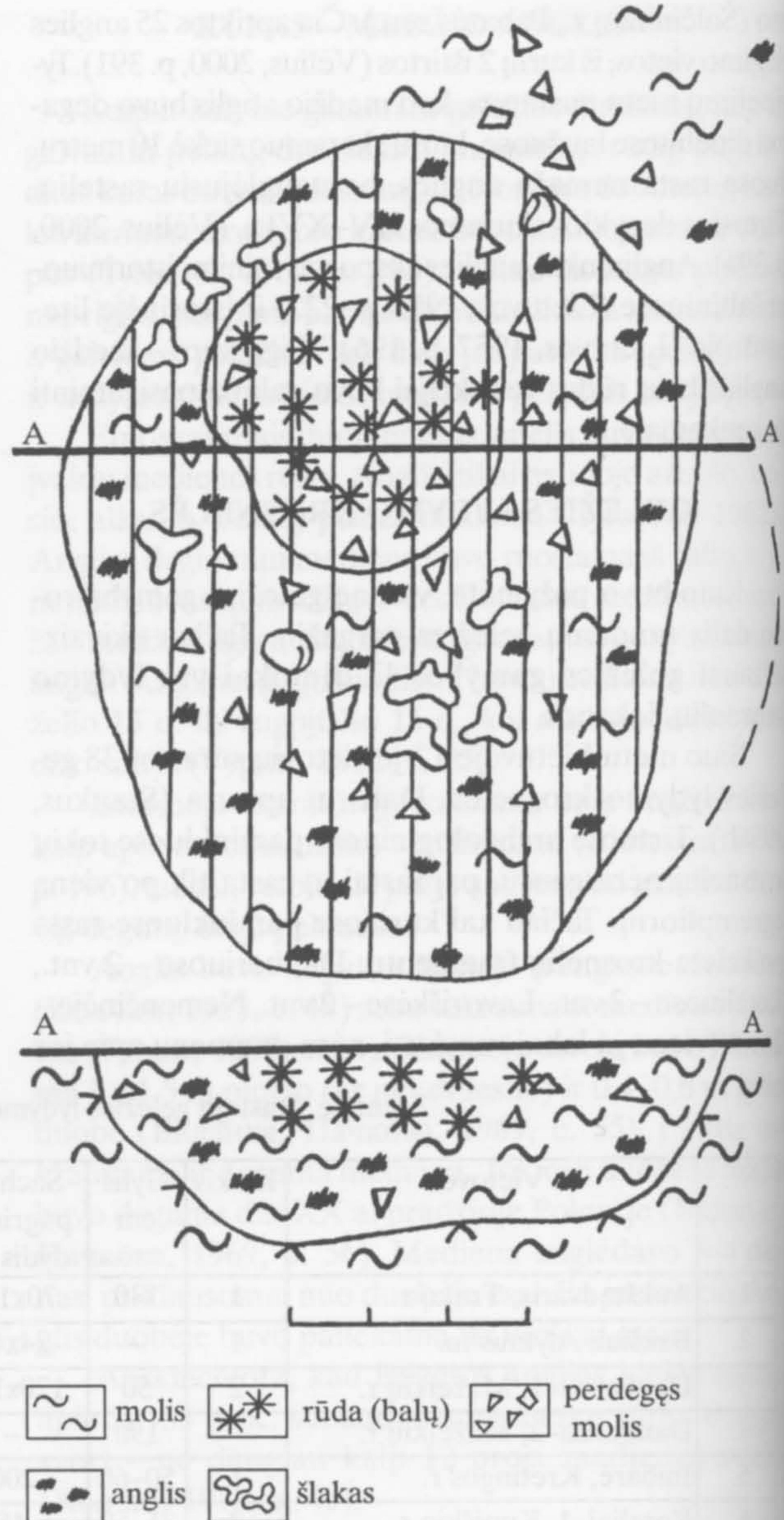
Nr.	Vietovė	Kiekis	Gylis cm	Šachtos pagrindo dydis cm	Sienelių aukštis cm	Sienelių storis cm	Šachtos diametras cm	Datuojamas amžius
1.	Aukštadvaris, Trakų r.	1	140	70x120	–	–	–	
2.	Bakšiai, Alytaus m.	1	–	24x40	iki 8	4–7		III–IV
3.	Daubariai–1, Mažeikių r.	2	50	120x140	10	20	35x40	XI–XII
4.	Daubariai–2, Mažeikių r.		190	–	–	–	–	–
5.	Imbarė, Kretingos r.	1	50–60	200	–	10	40x50	V–VIII
6.	Kereliai–1, Kupiškio r.	2	35–50	45	–	11–14	35	V–VI
7.	Kereliai –2, Kupiškio r.		45	40x45	–	–	15x20	"
8.	Kernavė, Širvintų r.	1	50	–	35x38	12–20	54x56	
9.	Lavoriškės–1, Vilniaus r.	2	30	120x130	24	10	20x27	IV–VIII
10.	Lavoriškės –2, Vilniaus r.		35–40	60x75	17	12–16	17x26	III–VII
11–30.	Lieporiai 1–19, Šiauliai	19	40–75				30x90;25x130; 58x62;60x120;	III–VII
31.	Nemenčinė–1, Vilniaus r.	2	–	60	–	2–4	20	
32.	Nemenčinė–2, Vilniaus r.		–	–	–	–	–	
33.	Nendriniai, Marijampolės r.	1	45	55x70	15	10	15	iki V
34.	Paplienija–1, Telšių r.	4	75	50	12–20	8–12	28x32	V–VIII
35.	Paplienija–2, Telšių r.		60	įžemyje	15		34	
36.	Paplienija–3, Telšių r.		62	"	11	8	34	
37.	Paplienija–4, Telšių r.		64	"	4	8	34	
38.	Žardės, Klaipėdos r.	1	45	1,02x0,7		12	30x38	IX–XIII

daugelio jų teišlikusios tik apatinės dalys ir neaukštū šachtū sienelių fragmentai, nors kai kurios jų aptiktos gana giliai: Aukštadvario – 140 cm gylyje, Daubarių – 2–190 cm gylyje (lent. 2).

Įrengiant minėtąsias krosneles, jų pagrindai (padai) buvo išleidžiamas į žemę. Kadangi ant šių padų statyti krosnelės, tai apatinė jų šachtū dalis buvo žemėje. Kita šachtos liemens dalis buvo virš žemės paviršiaus. Padai yra netaisyklingai apvalūs ar ištęsti, įvairaus dydžio. Dydžiu išskiria krosnelių iš Aukštadvario (70x120 cm), Daubarių – Nr. 1 (120x140 cm), Imbarės (200 cm), Lavoriškių – Nr. 1 (120x130 cm), Žardės (70x102 cm) šachtū padai (lent. 2). Dalies krosnelių padai plūkti iš molio. Jų storis siekia 8–20 cm. Geriau išlikusi Paplienijos krosnelė Nr. 1, statyta ant 2 cm storio smėlio pagrindo (Valatka, 1960š, p. 22), likusios 3 išleistos į ižemį (2-os ir 4-os krosnelių dugne smėlis, o 3-ios – molis) (Valatka, 1962š, p. 58–59). Žardės krosnelės padas išleistas į ižemį – molį (Genys, 1990, p. 31, 32).

Krosnelių šachtos molinės. Dalis jų statyta ant paruoštū pagrindų – padų, dažniausiai kuriame nors jo pakraštyje: Imbarės (Daugudis, 1978, p. 29), Žardės (Genys, 1990, p. 31–34, pav. 2). Jų moliniai pagrindai kartais sutvirtinti akmenimis: krosnelės iš Paplienijos (Valatka, 1960, p. 22), Imbarės (Daugudis, 1978š, p. 30). Kai kurių krosnelių dugne rasta po akmenjų: Bakšių (Steponaitis, 1997š, p. 33), Paplienijos (Valatka, 1960š, p. 22, 23), Daubarių – Nr. 1 (Daugudis, 1976š, p. 55) ar net po kelis akmenis: Lieporių krosnelė Nr. 3 (Salatkienė, 1993š, p. 28). Idomiai įrengtas Nendrinių krosnelės šachtos pagrindas. Šachtos dugne rasta didelė grublėtu paviršiumi puodo šukė, o po ja aptikta kažkokių kaulų (Merkevičius, 1967š, p. 127). Matyt, gelezies lydytojas, prisilaikydamas kažkokių tradicijų, kad geriau vyktų lydymo procesas, specialiai padėjo tik jam žinomo gyvulio kaulus. Daugelio krosnelių šachtos molinės, o krosnelės iš Nendrinių sienelės statyti iš akmenų ir molio. Krosnelių šachtos įvairios formos: apvalios, pvz., krosnelė Nr. 1 Lavariškėse (pav. 3), ne maža jų ovalo formos, išskyrus kai kurias krosneles iš Lieporių, kurios buvo pailgos formos (krosnelės Nr. 1, 2, 4, 6) (Salatkienė, 1993š, p. 27–29).

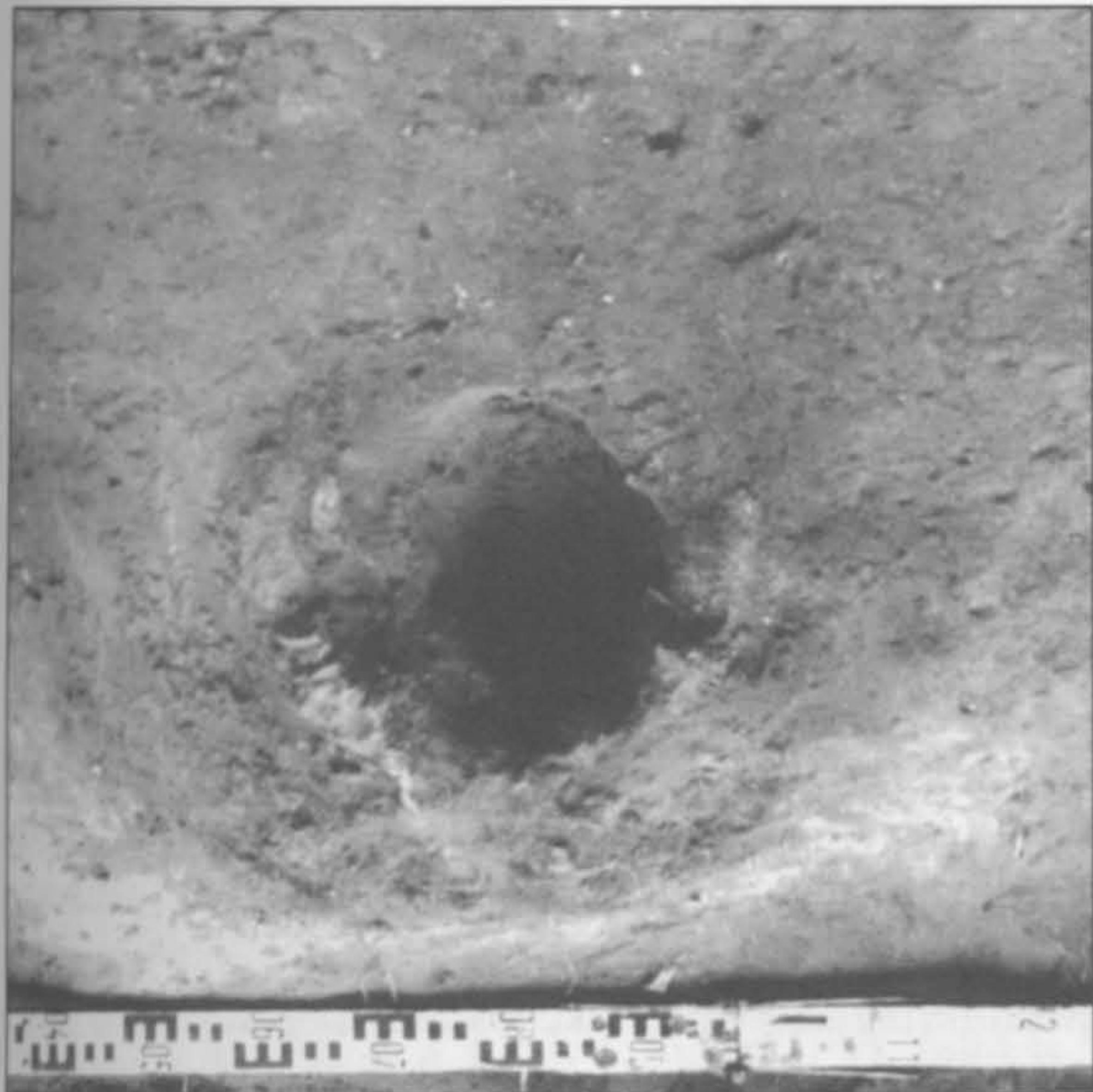
Šachtū skersmuo yra nuo 20 iki 56 cm, imant du ovalinės formos šachtos matavimo skersmenis. Išlikusių krosnelių šachtū šoninių sienų storis yra nuo 8 iki 20 cm. Gana storos (12–16 cm) krosnelės Nr. 2 iš Lavoriškių sienelės (pav. 4). Išlikusių sienelių aukštis te siekia 8–38 cm (lent. 2). Kad ir neaukštostos, bet gerai išsilaikiusios krosnelės Nr. 1 iš Paplienijos sienelės (pav. 5). Šios krosnelės sienelėse arčiau pagrindo aptiktis 3 angų–kanalų fragmentai: vienas šiaurinėje krosnelės pusėje, o kiti du iš pietvakarinės ir šiaurės rytinės pusės. Atrodo, kad pastarieji galėjo būti skirti pūstu-



2 pav. Gelezies lydymo krosnelės iš Žardės gyvenvietės planas (pagal J. Genį). Piešė I. Keršulytė.

vams įstatyti, o pirmasis – šlakui nutekėti. 1962 m. tyrinėjimų metu Paplienijos gyvenvietėje rastos dar 3 krosnelės, kurios turėjo po vieną angą–kanalą. Šiuose kanaluose ir šachtū dugne rasta anglų, šlako (Valatka, 1962š, p. 59). Galimas dalykas, kad šie kanalai taip pat buvo skirti šlakui nutekėti. Krosnelė Nr. 1 iš Kerelių turi 3 kanalus: 2 iš jų yra vienoje šachtos pusėje (pav. 6:a, b), kitas jos priešingoje pusėje (pav. 6:c). Turbūt du pirmieji kanalai buvo skirti pūstuvams įstatyti, o trečiasis šlakui nutekėti.

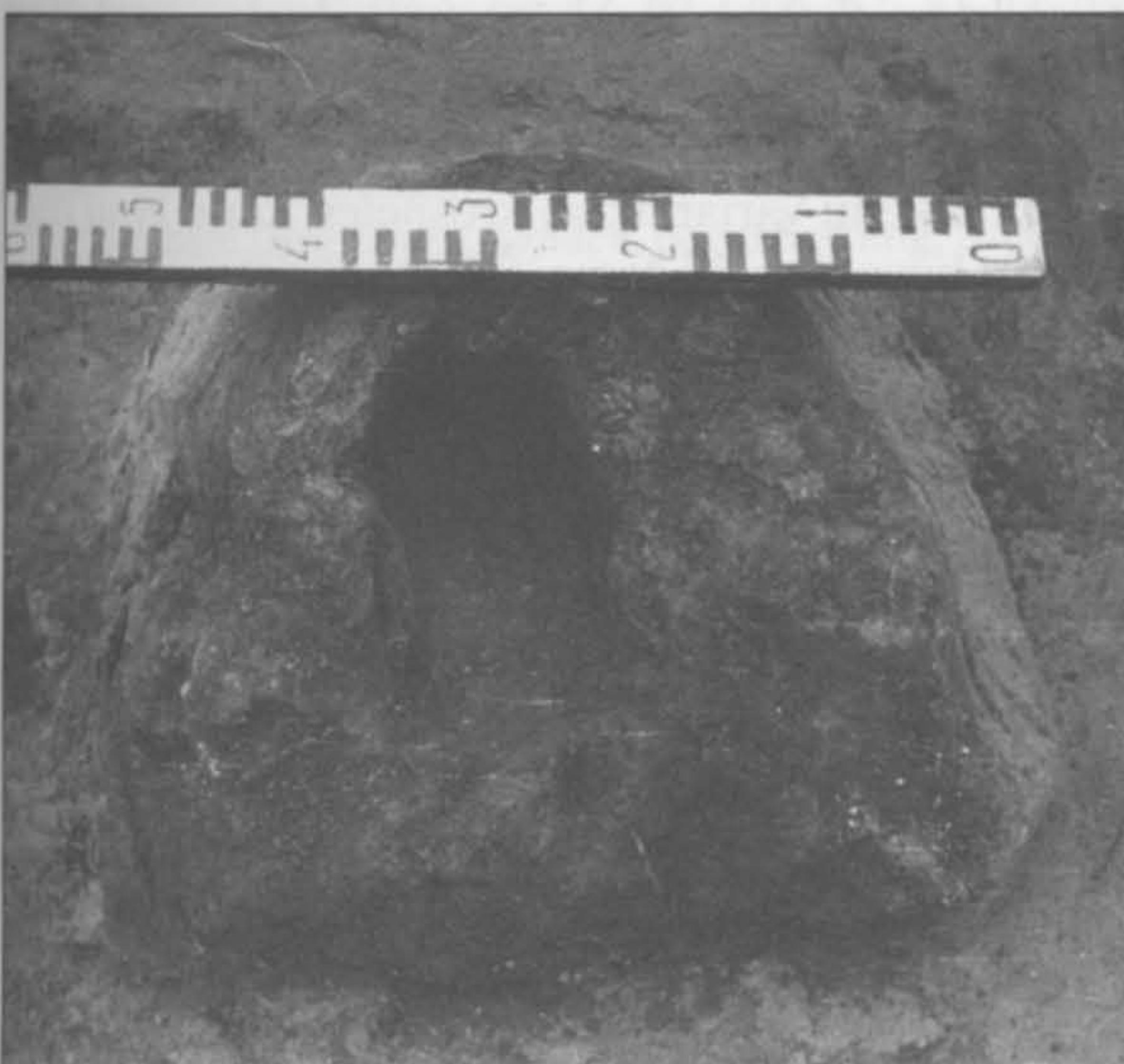
Idomi Bakšių krosnelės konstrukcija. Jos viename sienos pakraštyje aptikta anga, o šalia jos priebuobė,



3 pav. Geležies lydymo krosnelė Nr. 1 iš Lavoriškių *in situ*. V. Daugudžio nuotr.

įkurią, kaip manoma, sutekėdavo šlakas, nes jo čia rasta nemažai (Steponaitis, 1997š, p. 33).

Čia minėtų aptiktųjų krosnelių viršutinės sienelių dalys nuardytos, todėl sunku ką nors pasakyti apie jų aukštį, oro pūstuvų padėtį sienelėse. Tačiau kad ir menkos vienos krosnelės liekanos iš Lieporių gyvenvietės leido ją sąlyginai rekonstruoti (Navasaitis, 1997, p. 43, pav. 2). Ją rekonstruojant panaudoti ir čia rastieji oro pūstuvai (Salatkienė, 1997, p. 34). Lieporių gyvenvietėje rastieji oro pūstuvai yra nedažnas radinys. Vėly-



4 pav. Geležies lydymo krosnelė Nr. 2 iš Lavoriškių *in situ*. J. Stankaus nuotr.

vesnio laikotarpio pūstuvų rasta Punios piliakalnyje (Kulikauskienė, 1974, p. 25, 26).

Geležies lydymo krosnelių jau turime nemažai, o kalvių dirbtuvių–kalvių beveik neturime. Tiesa, 1972 m. tiriant Eketės piliakalnį ir šalia jo esančią gyvenvietę (Klaipėdos r.) piliakalnio aikštélés teritorijoje (plotai Nr. 1, 2) aptiktas 4–5 m pločio ir apie 7–8 m (atkasto) ilgio stulpinės konstrukcijos pastato fragmentai. Jo vietoje rasta įvairių geležies dirbinių ir jų fragmentų (peilių, dalgų, ietigalių, strėlės antgalis, net geležinė pasaginė cilindriniai galais segė, puodų šukių, molio tinko gabalų, daug gargažių). Tyrinėtojo nuomone, šiam pastate buvusi amatininko dirbtuvė, galbūt kalvė

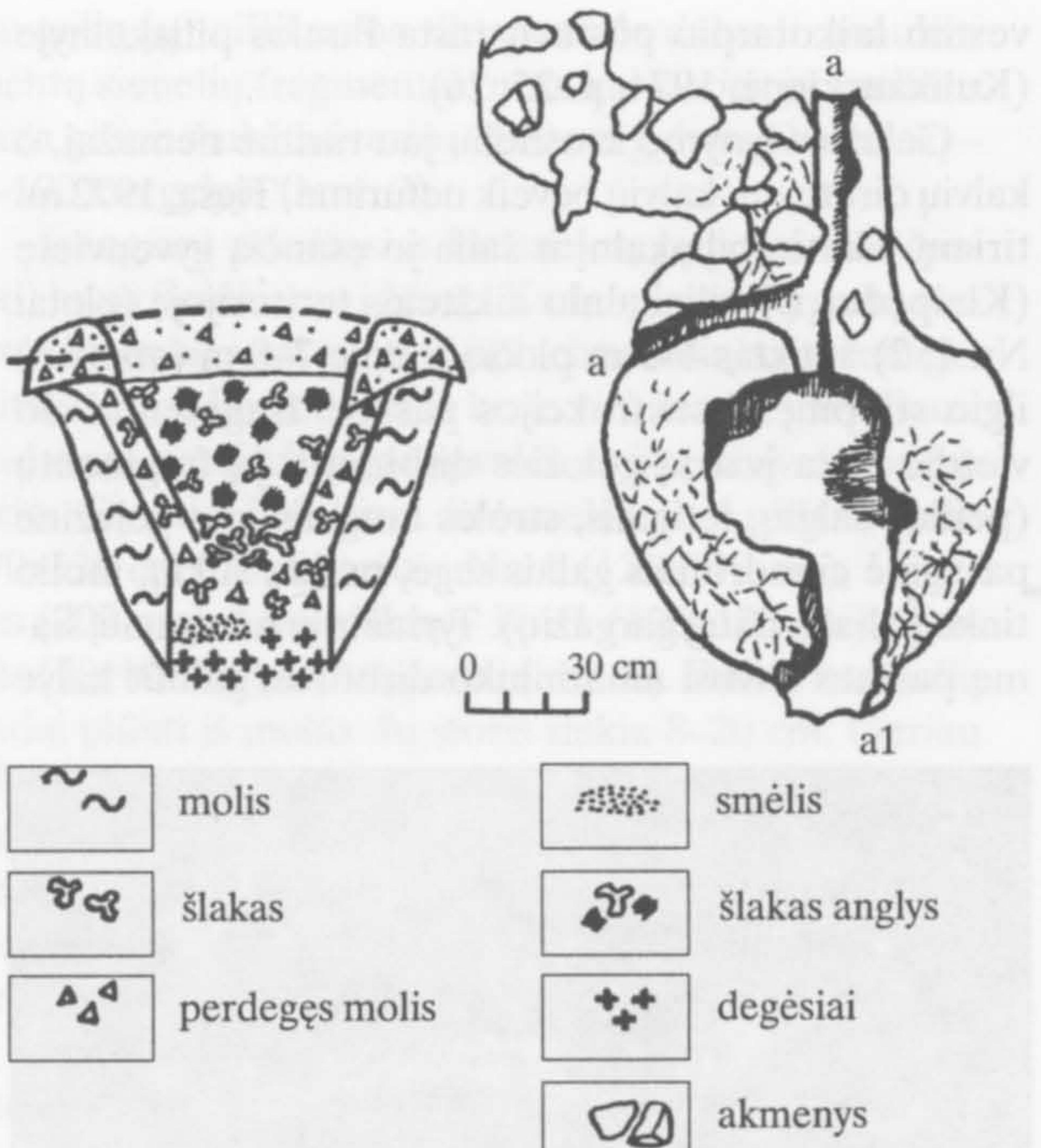


5 pav. Geležies lydymo krosnelė Nr. 1 iš Paplienijos *in situ*. V. Valatkos nuotr.

(Merkevičius, 1972š, p. 9–16). Sluoksnis, kuriame aptiki minėto pastato fragmentai, datuojamas I tūkstantmečio II puse – II tūkstantmečio pradžia (Merkevičius, 1972š, p. 16).

Aptartos geležies lydymo krosnelės yra iš I tūkstantmečio, išskyrus Daubarių ir Žardės krosneles ir amatininko dirbtuvę (kalvę), kurios datuojamos galbūt II tūkstantmečio pradžia (lent. 2).

Kaip atrodė geležies gamybos reikalai viduramžių Lietuvoje? Šiam laikmečiui nušvesti jau turime ir rašytinių šaltinių, kuriuose atspindi būtinumas plėsti geležies gamybos verslą. Kiek šis klausimas buvo svarbus, rodo didžiojo kunigaikščio 1547 m. nuostatai Vilniaus ir Trakų vaivadijų dvarų valdytojams, kuriame nurodoma, kad “*prie užtvankų, kur gali būti rūdos, miškuose – įkurdinti kalvius ir rūdininkus ir žemės jiems duoti, kad*



6 pav. Geležies lydymo krosnelės Nr. 1 iš Kerelių planas (pagal E. Grigalavičienę).

geležių dirbtu,... nes čia daug rūdos... ir geros ir įvairios,... ir iš tos geležies, kuri į dvarą gaunama, kad mums mūsų, o taip pat valstybės reikalams būtų pasiusta tiek, kiek bus nurodyta“ (Литовская, 1903, c. 622–629). Kitas XVI a. rašytinis šaltinis mini, kad tam tikra Geranainių dvaro valstiečių dalis kaip prievoleturėjo kasmet padaryti po 30 porų noragų ir 50 kričių ir pristatyti juos dvarui (Апхеографический, 1870, c. 15). Tokios prievoles buvo ir kituose dvaruose. XVI a. Valkininkuose įkuria ginklų kalykla, kuri naudojo vietinę geležies žaliavą (Žilėnas, 1958, p. 229).

Šie faktai rodo, kad krašto ūkio plėtotei buvo reikalingi dideli geležies žaliavos kiekiei, todėl geležies lydymui buvo skirtamas atitinkamas dėmesys ir jos gamyba buvo valstybinės reikšmės reikalas. Mūsų archyvuose yra istorinių šaltinių, kuriuose nušviečiama geležies lydymo krosnių (rudnių) geografija Lietuvos didžiojoje kunigaikštystėje, rudnių gamybiniai įrenginiai, jose dirbančių skaičius, pagaminamos produkcijos apimtis ir kt. Šie klausimai paliesti mūsų tyrinėtojų H. Lizdenio (Lizdenis, 1959, p. 188–192), Z. Malinausko, A. Linčiaus (Malinauskas, Linčius, 1999, p. 11–120; Linčius, 1977, p. 113–123), J. Navasaičio (Navasaitis, 1997, p. 45–53), V. Žilėno (Žilėnas, 1958, p. 228–233) darbuose, todėl šio klausimo plačiau neaptarsime. Viša tai, kas išdėstyta, rodo, kad Lietuvoje ir prieistoriniai, ir istoriniai laikais buvo pagaminama nemaži kiekiei geležies. Kita vertus, niekas neneigia, kad gele-

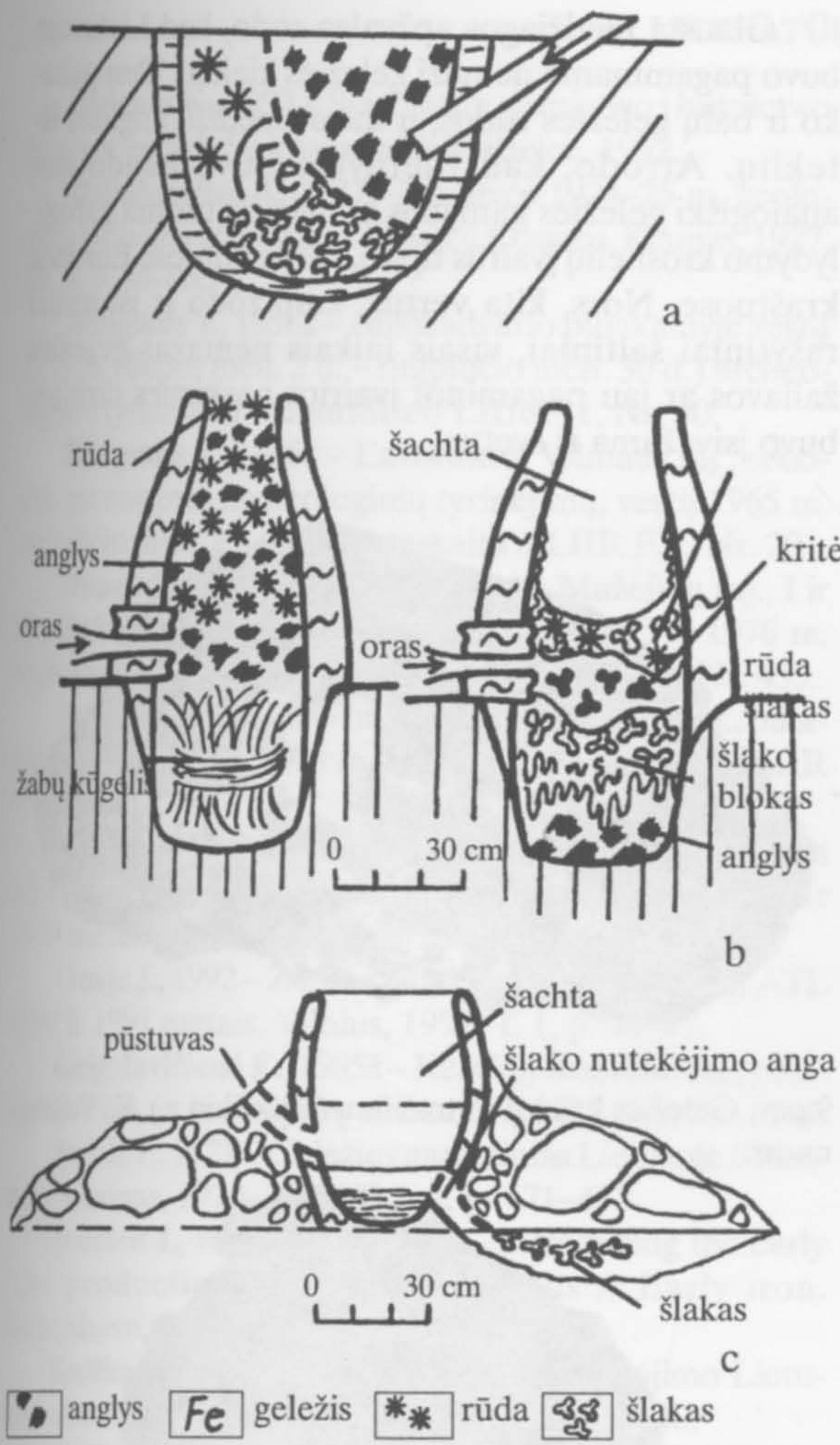
žies žaliavos ir įvairios paskirties geležinių dirbinių vi-sais laikais tam tikras kiekis buvo įvežamas. Kaip rodo 1613 m. gegužės–birželio mėnesių Jurbarko muitinės įrašai, į Lietuvą iš užsienio buvo įvežta 46 štabai geležies (Lietuvos, 1955, p. 220, 221). Iš kur buvo įvežama geležis, konkrečiai atsakyti sunku – gal iš Lenkijos, Vokietijos ar Švedijos. Kad geležis būdavo vežama į kaimyninę Prūsiją, rodo slovakų tyrinėtojo Liubomiro Mihoko duomenys, kuriuose nurodoma, kad „XIV–XVII a. žymi dalis Slovakijoje pagamintos geležies buvo eksportuojama į Lenkiją, Prūsiją“, kad... „vokiečių riterių geležies atsargos Marlborke, Kionisberge buvo geležis iš Slovakijos“ (Slovakija tuomet buvo Vengrijos sudėtyje) (Mihok, 1995, p. 86). Galimas dalykas, kad per Prūsiją dalis geležies žaliavos pasiekdavo ir Lietuvą.

Kaip rodo istoriniai šaltiniai, į Lietuvą buvo nemažai įvežama ir gatavos produkcijos. Štai 1583 m. vasario–kovo mėnesiais pro Brestą iš Liublino buvo įvežta per 4000 vienetų dalgių ir per 3000 vienetų vengrų peilių bei 76 akmenys plieno (Lietuvos, 1955, p. 213–214).

Plačiau apibūdinti čia nurodytą kiekvieną geležies lydymo krosnelę nėra galimybų, tuo labiau kad tam trūksta ir gausesnių duomenų. Vis dėlto, remiantis kituose kraštuose rastomis krosnelėmis, jų formomis, pa-sistengsime bent iš dalies palyginti mūsuose rastų krosnelių formą su kituose Europos kraštuose naudotomis geležies lydymo krosnelėmis.

Nuo ikikristinių iki viduramžių laikų Europoje bu-vo naudoti 3 geležies lydymo krosnelių tipai, kurie bė-gant amžiams keitė formą, tobulejo. Kiekvienas iš jų atskiruose kraštuose turi dar ir atskirus variantus. Pa-gal Vakarų Europos šalių tyrinėtojų skelbtą medžiagą, išskiriame šie krosnelių tipai: 1) taurės formos židiniai (*bowl hearths*) su oro pūstuvais degimui palaikyti (pav. 7:a); 2) šachtinės lydymo krosnelės su duobe šla-kui sutekėti šachtos apačioje (pav. 7:b). Tokių krosne-lių būta kelių variantų: a) krosnelės, kurių žymi dalis šachtą buvo įleista į žemę. Šachtos priekyje buvo dar-binė duobė; b) krosnelės, kurių šachtos buvo virš žemės ir tik šlako surinkimo (sutekėjimo) duobė buvo įleista į žemę. c) šachtinės lydymo krosnys su šlako nu-tekėjimo kanalais (pav. 7:c).

Pats paprasčiausias yra 1 tipas. Šio tipo krosnelės bu-vo naudojamos ikikristiniu laikotarpiu apie 500–100 m. pr. Kr. ar net iki 100 m. po Kr. (Tylecote, 1962, p. 195). Jos buvo įrengiamos iki 35–50 cm gylio ir beveik tiek pats skersmens duobėse, į kurias pilama geležies rūda, anglys, o per įstatytą pūstuva paduodamas oras reduk-cijai palaikyti. Nedidelė jų talpa negalėjo pateikti didesnio geležies kieko, o didelės kuro sąnaudos ne-skatino jų platesnio naudojimo. Kyla klausimas, ar to-kios krosnelės–židiniai buvo naudojamos Lietuvoje? Dabar turima medžiaga to patvirtinti negali.



7 pav. Geležies lydymo krosnelė krosnelių tipai, naudoti Europos kraštuose nuo IV a. pr. Kr. iki 1200 m.: a – taurės pavidalo krosnelė (*bowl heath*, pagal R. F. Tylecote, Anglija); b – krosnelė su šlako duobe šachtos apačioje (*slag-pit furnace*, pagal R. Pleiner, Čekija); c – krosnelė su šlako nuleidimo kanalu (*slag-taping furnace*, pagal Serning, Švedija).

2 tipas – šachtinės krosnelės a variantas pasirodė dar pr. Kr. (Tylecote, 1987, p. 154; Lyngström, 1996, p. 3) Jų rasta Čekijoje, Lenkijoje, Vokietijoje. b variantas pasirodė taip pat pr. Kr., pvz., Šventujų Kryžių kalnų rajone (Bielenin, 1992; Lyngström, 1996, p. 4). Tai rytinių keltų technologinis pasiekimas. Tokių krosnelių šlako surinkimo duobės apie 50–55 cm įleidžiamos į žemę, virš jų statomos šachtos. Šachtų skersmuo 35–50 cm, aukštis iki 100 cm (pav. 7:b parodyta tokios krosnelės schema iki redukcijos ir po redukcijos). Pakraunant krosnelę į šlako surinkimo duobę buvo pridedama šiaudų arba žabų (pvz., Danijoje), arba malkų (šiaurinėje Vokietijoje) (Voss, 1995, p. 24, 25). Tai apsaugodavo nuo anglų ir rūdos subyrėjimo į dugnį prieš redukciją, o redukcijos metu į duobę sutekė-

davo šlakas, dalis anglų. Šio tipo krosnelės buvo ekonomiškesnės (sunaudodavo mažiau kuro) ir išgaudavo daugiau geležies. Jų paplitimo arealas nuo Ukrainos, Slovakijos, Čekijos, Lenkijos, Olandijos iki Anglijos, šiaurinės Vokietijos, pietinės Švedijos (Lyngström, 1996, p. 3, 4; Voss, 1995, p. 24, 25; Joosten, van Nie, 1996, p. 30, 32) Kaip nurodo danų tyrinėtojas L. Ch. Norbachas (Nørbach, 1996, p. 14), šis krosnelių tipas romėnų laikotarpiu buvo plačiausiai paplitęs Danijoje iki VI–VII a. (Voss, 1996, p. 25, 25). Ar turime Lietuvos teritorijoje šio tipo krosnelių? Tai galbūt Lavoriškių – 1, 2, gal dalis Lieporių krosnelių, taip pat Paplienijos – 2, 3, 4 krosnelės kurių dugnuose aptikta daug šlako. Beje, jos turi po vieną kanalą, kurie, galimas dalykas, buvo naudojami oro įpūtimui į šachtą. Idomus gali būti Kerelių – 1 (pav. 6) ir krosnelės iš Olandijos Heeteno vietovės palyginimas (pav. 8). Jų dydis tiesiog autentiškas. Tik neaišku, ar Kerelių pirmojoje krosnelėje esantys kanalai buvo oro įpūtimui, ar kuris iš jų įrengtas šlako išleidimui. Krosnelė iš Olandijos šlako išleidimo kanalo neturi. Ji datuojama III–IV a. (Joosten, van Nie, 1996, p. 32). Kerelių pirmoji krosnelė datuojama V–VI a. (lent. 2).

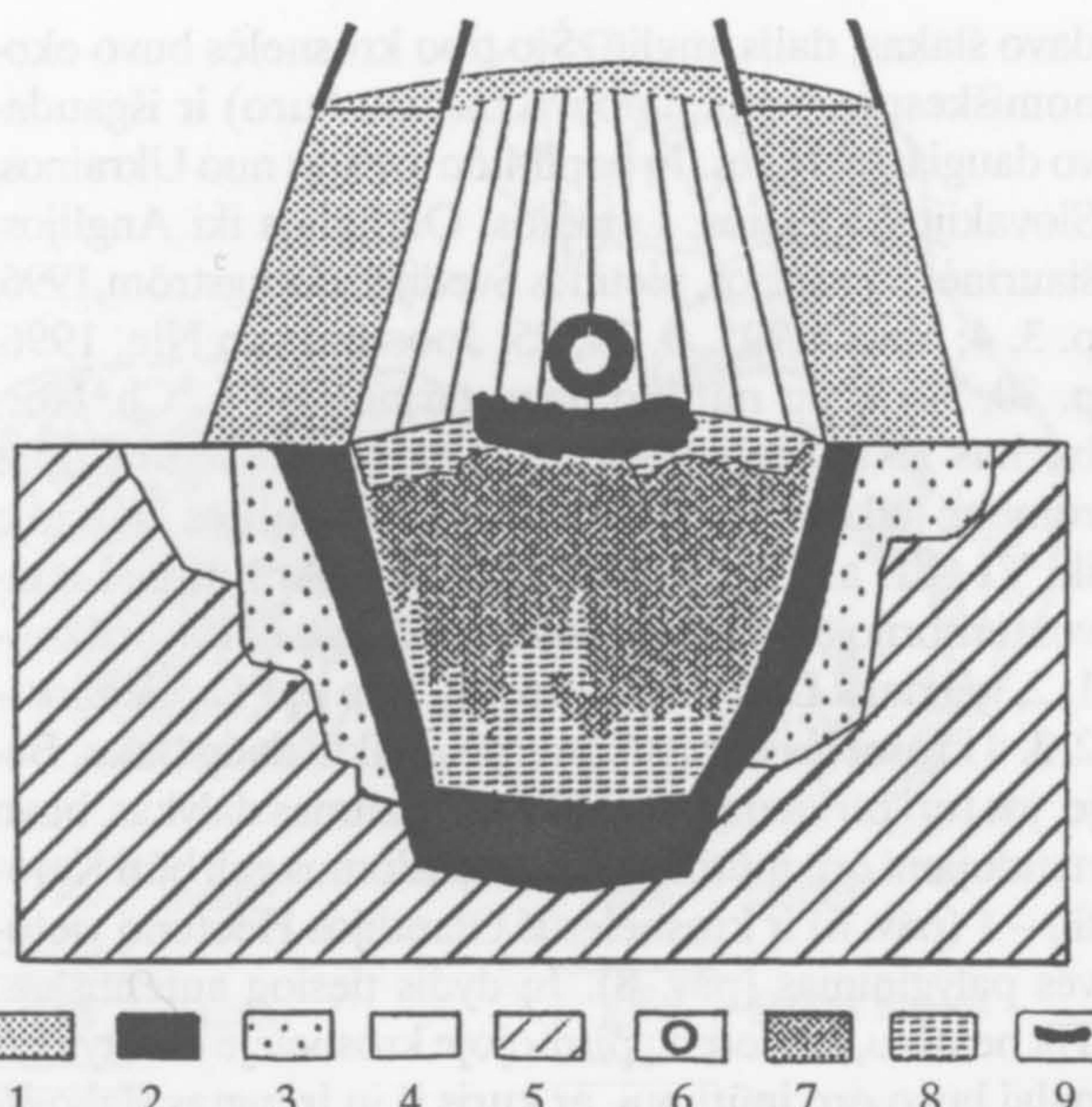
3 krosnelių tipas yra vėlyvesnis. Jis ekonomiškenis tuo požiūriu, kad šias krosneles galima naudoti keletą kartų. Danijoje jos pradėtos naudoti vikingų laikais, o Norvegijoje – nuo 700 metų, kur jos naudotos iki maždaug 1200 metų (Lyngström, 1996, p. 5, 6).

Pas mus tokios krosnelės, atrodo, yra iš Bakšių senovinės gyvenvietės ir iš Paplienijos (1 krosnelė).

## KRITĖS

Gavinant geležį iš pelkių rūdos, lydymo krosnelėse visada būdavo išgaunamas geležies gabolas – luitas (kritė) ir gargažės. Gaunamų gargažių ir geležies svario santykis apytikriai 1:1. A. Gaiduko skaičiavimu, iš 1 pūdo, t. y. 16 kg, rūdos gaudavo apie 5–8 kg geležies (kritės). Gaunamos geležies kiekį sąlygojo geležies kiekis rūdoje ir lydymo proceso eiga. Lydymo procesui vykstant aukštoje temperatūroje, daugiau geležies pusdeginio FeO pereina į skystą gargažę. Šiuo atveju sumažėja išlydytos geležies kiekis.

Gargažių randama palyginti daug (1999 m. duomenimis žinoma 120 jų radimviečių). Geležies kričių turime tik keletą. Viena jų rasta prie Petrašiūnų pilialkalnio esančioje gyvenvietėje 1972 m. žvalgomosios ekspedicijos metu. Ji nedidelė: ilgis 10 cm, plotis 9 cm, o aukštis 5 cm (pav. 9). Nedidelis jos ir svoris – 1200 g. Kritė monolitinė, jokių nuolaužų, nuskėlimų joje nepastebėta. Tai rodo, kad tokio dydžio ji ir buvo išlydyta. Stebint kritės makrošlifą, matyti nemaža stambių šlako židinių, kiaurymų. Taigi ši kritė dar nebuvo papildomai kalama stengiantis pašalinti likusias priemaišas.



8 pav. Rekonstruota geležies lydymo krosnelė su šlako duobe po šachta iš Olandijos, Heeteno (pagal Joosten, van Nie): 1 – šachtos sienos, 2 – molio klojiny s šlako duobėje, 3 – suardytas dirvožemis, 4 – raudonas deges smelis, 5 – izemis, 6 – vamzdis oro pūtimui, 7 – šlako blokas, 8 – anglis, 9 – geležies kritė.

Analizuojant kritės makrošlifą, pastebėta skirtingo metalo struktūra. Nors vyrauja geležis (feritinė struktūra), tačiau palyginti daug ir plieninių zonų (perlitinė struktūra). Plieninių ir geležinių zonų išsidėstymas gerai pastebimas kritės makrošlife (pav. 9 – pilkos zonas – plienas, šviesios – geležis, tamsios – šlako židiniai). Anglies kiekis plieno zonose įvairus: nuo 0,602 proc. iki 1,079 proc. Jos išsidėstymas netolygus. Tai tipinga plieno (pirminis geležies įsianglinimas betarpiškai lydant geležį) struktūra. Šlako išsidėstymas kriteje nevienodas.

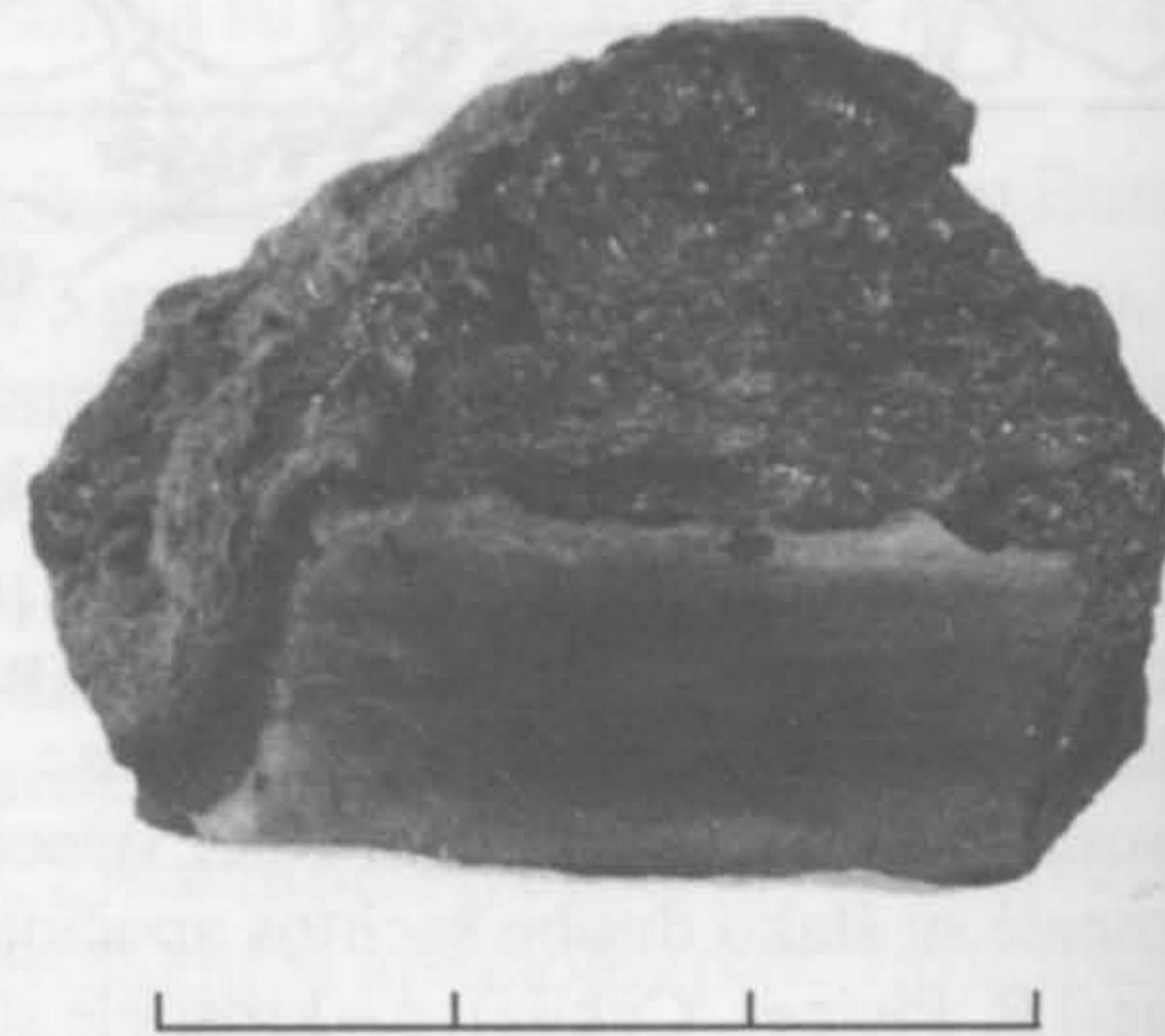
Nedidelis geležies kritės fragmentas rastas Kapčiamiesteje (Navasaitis, Varnavičius, 1998). Jos makrošlife taip pat matosi šlako zonų. Šių kričių metalografiniai tyrimai parodė, kad jose metalo struktūra nevienoda – yra geležies (feritinė struktūra), geležies ir plieno (feritinė–perlitinė struktūra). Matyt, kad tiesiogiai lydant geležies balų rūdą, panaši struktūra gaudavosi visada. Analogiška kritės iš Airijos makrostruktūra, kur šlife matosi gana nemažai šlako intarpų (Tylecote, 1987, p. 252, pav. 77a). Šie pavyzdžiai rodo, kad geležies lydymo metu gauti geležies gabalai (luitai) makrostruktūros požiūriu buvo analogiški. Labai įdomi geležies kritė (pagal J. Navasaitį – ketaus luitelis) (Navasaitis, 1997, p. 40) rasta Lieporių senovės gyvenvietėje (Šiaulių m.). Ją sudaro nedideli tarpusavyje sulipę ketaus gabalėliai (pav. 11), kuriuose anglies kiekis siekia 3,32 proc. (Stankus, 1996, p. 59; Navasaitis, 1997, p. 40).

2 kritės aptiktos Narkūnų piliakalnio (Utenos r.) tyrinėjimų metu, tačiau jos netyrinėtos.

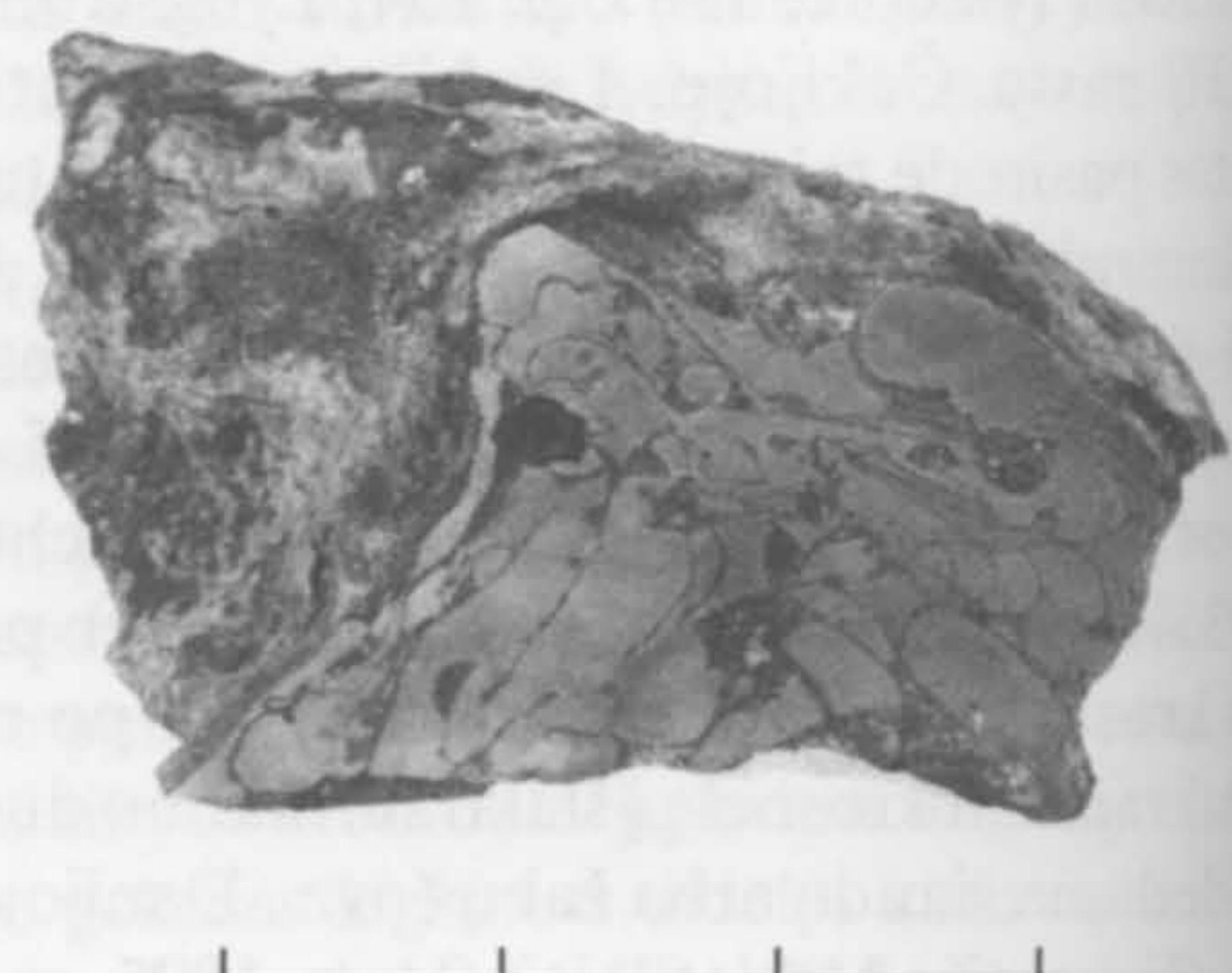
Glausta medžiagos apžvalga rodo, kad Lietuvoje buvo pagaminama nemaži geležies kiekiai. Tam pakankamo ir balų geležies rūdos, ir kuro (medžio anglies) išteklių. Atrodo, kad Lietuvoje buvo naudojami analogiški geležies gamybos būdai (čia turima galvoje lydymo krosnelių įvairūs tipai), kaip ir kituose Europos kraštuose. Nors, kita vertus, kaip rodo ir istoriniai rašytiniai šaltiniai, visais laikais nemažas geležies žaliavos ar jau pagamintų įvairios paskirties dirbinių buvo išivežama iš svetur.



9 pav. Geležies kritė iš Petrašiūnų (Rokiškio r.). K. Vainoro nuotr.



10 pav. Geležies sijelė – gabala iš Jurgaičių gyvenvietės. K. Vainoro nuotr.



11 pav. Ketaus gabalėlis iš Lieporių nejtvirtintos gyvenvietės. K. Vainoro nuotr.

## LITERATŪROS SĀRAŠAS

- Bielenin K.**, 1992 – Starožytne górnictwo i hutnictwo želaza w górzach Świętokrzyskich. Kielce, 1992.
- Dalinkevičius J.**, 1927 – Lietuvos 1924–25 m. geologinių tyrinėjimų trumpa apžvalga // Kosmos. Kaunas, 1927, Nr. 8, p. 84–96.
- Daugudis V.**, 1958š – Aukštadvario piliakalnyje vestų 1958 m. (liepos mėn. 2 d. – rugpjūčio mėn. 30 d.) archeologinių tyrinėjimų dienoraštis // LIIR F. 1, Nr. 80.
- Daugudis V.**, 1965š – Lavoriškių, Vilniaus raj., senosios gyvenvietės archeologinių tyrinėjimų, vestų 1965 m. rugpjūčio mėn. 23–31 d.d. ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 201.
- Daugudis V.**, 1976š – Daubarių k., Mažeikių raj., I ir II piliakalnių bei jų senųjų gyvenviečių 1975 ir 1976 m. archeologinių kasinėjimų ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 455.
- Daugudis V., Stankus J.**, 1980 – Lavoriškių (Vilniaus raj.) gyvenvietės tyrinėjimai 1978 metais // ATL 1978 ir 1979 metais. Vilnius, 1980, p. 28–29.
- Genys J.**, 1992 – Žardės piliakalnio gyvenvietės // ATL 1990 ir 1991 metais. Vilnius, 1992. T. 1, p. 44–47.
- Grigalavičienė E.**, 1985š – Kerelių, Kupiškio raj., piliakalnio 1984 m. kasinėjimų ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 1164.
- Jodelė P.**, 1921 – Geležies gaminimas Lietuvoje // Kosmos. Kaunas, 1920–1921. T. 1–2, p. 471–473.
- Joosten I., van Nie M.**, 1996 – Introducing the early iron production in the Netherlands // Early iron. København, 1996, p. 29–42.
- Kulikauskas P.**, 1959 – Iš metalų panaudojimo Lietuvoje istorijos // ILKI. Vilnius, 1959. T. 2, p. 3–20.
- Kulikauskienė R.**, 1974 – Punios piliakalnis. Vilnius, 1974.
- Lietuvos**, 1955 – Lietuvos TSR istorijos šaltiniai. Vilnius, 1955. T. 1.
- Lietuvos**, 1957 – Lietuvos TSR istorija. Vilnius, 1957, T. 1.
- Linčius A.**, 1972 – Lietuvos gelmių lobiai. Vilnius, 1972.
- Linčius A.**, 1977 – Pelkių rūda Lietuvoje ir jos panaudojimas // Geografinis metraštis. Vilnius, 1977. T. 15, p. 113–123.
- Lizdenis H.**, 1959 – Rudnios geležies liejykla // ILKI. Vilnius, 1959. T. 2, p. 188–192.
- Lyngström H.**, 1996 – Early iron production in Denmark – an introduction // Early iron. København, 1996, p. 1–7.
- Malinauskas Z., Linčius A.**, 1999 – Pelkių (limonitinių) geležies rūda Lietuvoje // LA. Vilnius, 1999. T. 18, p. 111–120.
- Merkevičius A.**, 1967š – Nendrinių kaimo senkapio (Gavaltuvos apyl. Kapsuko raj.) 1966 ir 1967 m. tyrinėjimų ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 312.
- Merkevičius A.**, 1972š – Eketės piliakalnio ir jo gyvenvietės, Sendvario apyl., Klaipėdos raj., 1972 m. kasinėjimų ataskaita // LIIR. F. 1, Nr. 329.
- Mihok L.**, 1995 – Direct production of forgeable iron in Medieval Slovakia // The importance of ironmaking. Stockholm, 1995, p. 84–91.
- Navasaitis J.**, 1997 – Lieporių rudnelės rekonstrukcija // Kultūros paveldas – 97. Vilnius, 1997, p. 39–44.
- Navasaitis J., Sveikauskaitė A., Selskis A.**, 1999 – Lietuvos rudnių šlako sudėtis ir savybės // LA. Vilnius, 1999. T. 18, p. 121–133.
- Navasaitis J., Varnavičius V.**, 1998 – Kapčiamiesčio kritės fragmento sudėtis ir struktūra // Mechanika. Kaunas, 1998. Nr. 4(5).
- Nyquist O.**, 1995 – The history for the future for ironmaking // The importance of ironmaking. Stockholm, 1995, p. 9–28.
- Nørnbach L. Ch.**, 1996 – Iron smelting in Denmark from c. 100 BC to c. 400 AD // Early iron. København, 1996, p. 9–18.
- Salatkienė B.**, 1993š – Lieporių I gyvenvietės (Šiauliai) 1993 metų tyrinėjimų ataskaita // LIIR F. 1, Nr. 2228.
- Salatkienė B.**, 1996 – Lieporių gyvenvietės I tyrinėjimai // ATL 1994 ir 1995 metais. Vinius, 1996, p. 47–52.
- Salatkienė B.**, 1997 – Geležies lydymo verslas Lieporių I gyvenvietėje // Kultūros paveldas – 97. Vilnius, 1997, p. 30–38.
- Sčesnulevičius K.**, 1940 – Lietuviškoji geležies rūda // Gimtasai kraštas. Šiauliai, 1940, Nr. 1(24), p. 73–76.
- Stankus J.**, 1996a – Iron blooms in Lithuania // The importance of ironmaking. Stockholm, 1996, p. 57–62.
- Stankus J.**, 1996b – Iron smelting furnaces in Lithuania // Early iron. København, 1996, p. 43–48.
- Steponaitis V.**, 1997š – Bakšių senovės gyvenvietės tyrinėjimai 1996 m. // LIIR F. 1, Nr. 2729.
- Tylecote R. F.**, 1962 – Metallurgy in archaeology. London, 1962.
- Tylecote R. F.**, 1987 – The early history of metallurgy in Europe. London, New York, 1987.
- Valatka V.**, 1960š – Paplienijos gyvenvietė (archeologinių kasinėjimų 1959–1960 metais ataskaita) // LIIR. F. 1, Nr. 91.
- Valatka V.**, 1962š – Prie Plinijos piliakalnio (Telšių raj., Žarėnų apyl.) šiaurinės pusės gyvenvietės 1959–1962 m. tyrinėjimų dienoraščiai // LIIR. F. 1, Nr. 1696.
- Vėlius G.**, 2000 – Žygmantiskų medžio anglies degyklių tyrinėjimai // ATL 1998 ir 1999 metais. Vilnius, 2000, p. 390–391.
- Vodzinskas E.**, 1983 – Geležies rūdos kladai Lietuvoje // Mūsų gamta. Vilnius, 1983. Nr. 10, p. 10.
- Voss O.**, 1995 – Snorup – an iron producing settlement in West Jutland, 1st–7th century AD // The importance of ironmaking. Stockholm, 1995, p. 133–139.
- Voss O.**, 1996 – Snorup – an Iron Age settlement with Iron Production in the 4th to 6th century AD // Early Iron. København, 1996, p. 19–27.

**Žilėnas V.**, 1958 – Šaunamųjų ginklų kalykla Valkininkuose // ILKI. Vilnius, 1958. T. 1, p. 228–233.

**Археографический**, 1870 – Археографический сборник документов. Санкт Петербург, 1870.

**Байков А. А.**, 1948 – Собрание трудов. Москва, 1948.

**Бидзилия В. И., Пачкова С. П.**, 1969 – Зарубинецкое поселение у с. Лютеж // Материалы и исследования по археологии СССР. Москва, 1969, № 160, с. 51–74.

**Гайдук А. А.**, 1911 – Производство сырорудного железа в Якутском округе. Санкт Петербург, 1911.

**Гурин М. Ф.**, 1982 – Древнее железо белорусского Поднепровья. Минск, 1982.

**Колчин Б. А.**, 1953 – Чёрная металлургия и металлообработка в древней Руси. Москва, 1953.

**Литовская**, 1903 – Литовская метрика. Книги публичных дел. Санкт Петербург. Т. 1.

**Лухтан А. Б.**, 1987 – Селище в Кярнаве на берегу р. Нярис // Lietuvos TSR aukštųjų mokyklų mokslo darbai. Istorija. Vilnius, 1987. T. 28, p. 3–21.

**Материалы**, 1858 – Материалы для географии и статистики России (Виленская губерния). Санкт Петербург, 1858.

**Материалы**, 1861 – Материалы для географии и статистики России (Ковенская губерния). Санкт Петербург, 1861.

## SANTRUMPOS

ATL – Archeologiniai tyrinėjimai Lietuvoje

ILKI – Iš lietuvių kultūros istorijos

LA – Lietuvos archeologija

LIIR – Lietuvos istorijos instituto rankraštynas.

# THE SURVEY OF IRON PRODUCTION IN LITHUANIA

Jonas Stankus

## Summary

Collected up till now specific archaeological materials (remains of melting furnaces, raw materials of melted iron, such as slag and iron bars, and partially written sources) witness that at least in the first centuries A.D. inhabitants of the territory of Lithuania could produce iron.

There were many deposits of bog ore in Lithuania. In 1996, in Kivyliai village (Skuodas district), concretions of iron ore were found (Fig. 1), where content of  $Fe_2O_3$  is only 24.85% (Table 1). Iron ore in marshes and long-fallow lands was excavated in summer and the ore from lake bottoms was excavated in winter. Before melting a processing of the ore took place: it was additionally dried, roasted, crushed, washed and sifted.

On processing of marsh ore, the main fuel was charcoal. Wood for it was prepared out of green trees, because they were charring for a longer time and charcoal of higher quality was produced of them. Charcoal was produced in special pits in the soil. The prepared wood was loaded into the pit and coated with a clay, only several holes were left in order to ensure burning. When the wood flamed up, the holes on the top were spread with clay and further charring occurred almost without oxygen. Charring process continued for 3–4 days. Traces of charcoal production were obtained in Lieporiai settlement. There charcoal was produced in the oblong pit with the diameter of 1 m, dug for that purpose. A large amount of charcoal was found in it. The pit is dated to the 4th–8th centuries. The site of charring dated to a later period was found near Žygmantiskės village (Šalčininkai district). Here, 25 sub-sites of charring were discovered and 2 of them were explored. During the examination, it was found that charcoal was produced in large bonfires (with the diameter of 10 m). Much charcoal and charred timber were found there. The examined sites of charring are dated to the 15th–16th centuries.

The fact of local production of iron is shown by a part of found iron drosses, however, the most evident witnesses

of iron production are remains of melting furnaces. Up till now, 38 iron melting furnaces were found in 12 localities of Lithuania (Fig. 2–6). The number of such furnaces in examined archaeological monuments is not big, usually only 1–2, except of Paplienija (4 pieces) and Lieporiai (19 pieces) (Table 2). It seems that there was situated a small center of metallurgy. Usually there are found remains of the lower part of furnaces. On the establishment of the furnaces, their hearth-stones were dug into the soil. The hearth-stones are irregularly round or oblong or of various sizes. Hearth-stones of some furnaces are made of clay. Shafts on the hearth-stones are also made of clay. Their clay foundations sometimes are reinforced with stones. On the bottom of some furnaces a stone per each was found. The diameter of a shaft is from 20 to 56 cm, the thickness of the side walls of a shaft – from 8 to 20 cm, the height of the remained walls – 8–38 cm (Table 2). Walls of the furnace found in Paplienija are in good state (Fig. 5). In the walls of this furnace, near the foundation, fragments of 3 holes-channels were found. It seems that the channels were used for the purpose to insert a blower and to remove slag. The furnace from Kereliai is equipped with 3 channels (Fig. 6). At one edge of wall of the furnace from Bakšiai, a hole was discovered and close to it – an additional pit was discovered where, probably, slag was flowing down. The remains of the furnace from Lieporiai settlement allowed to perform conditional reconstruction of it.

There are few smitheries in our land. In 1972, during the investigation of Eketė hill-fort (Klaipėda district), a site of pillar construction of 4–5 m width and about 7–8 m long building was discovered. Various iron artefacts as well as their fragments were found there. According to the opinion of the investigator, a shop of a handcraftsman, probably, a smithery was located in the building. The stratum is dated to the second half of the 1st Millennium – the early 2nd Millennium.

There are some written historical sources on iron production in Lithuania in the Middle Ages. These are the Grand Duke's Regulations (1547), where he ordered to encourage iron production. In the 16th century, a forge of weapons was established in Valkininkai, where local raw materials of iron were used. The above-presented materials show that in the prehistoric and historic times considerable amounts of iron were produced in Lithuania. On the other hand, nobody denies that a certain quantity of iron raw materials and various iron artefacts were imported to Lithuania in all times.

From the times B.C. up to the Middle Ages, 3 types of iron melting furnaces were used in Europe. In course of time, their shape was changing, they were improved. These types were the following: 1. Bowl furnaces – with a blower to support burning (Fig. 7:a); 2. Melting furnaces of shaft type with a pit for slag collection in the lower part of the shaft (Fig. 7:b; 8); 3. Melting furnaces of shaft type with slag removing channels (Fig. 7:c). Furnaces of the type I were not discovered in Lithuania up to date. The shaft furnaces of the type II appeared from the 2nd century A.D. Probably, the furnaces 1, 2 in Lavoriškės, a part of furnaces in Lieporiai, the furnaces 2, 3, 4 in Paplienija are furnaces of this type. The type III is the later one. Probably, the furnaces from the ancient settlement in Bakšiai and the furnace 1 from Paplienija are furnaces of this type.

When iron was produced from a marsh ore, in melting furnaces iron bars and dross were always presented. According to the data of 1999, 120 find spots of drosses from prehistoric times and only several find spots of iron bars are known. One iron bar was found in 1972 in the settlement close to Petrašiūnai hill-fort (Fig. 9). During the analysis of a macroschliff of the bar, a structure of different metals was noticed. Although the iron dominates (a ferrite structure), however, there are a lot of steel zones (the perlite structure) as well. Other small fragment of iron bar was found in Kapčiamiestis. Very interesting iron bar (accord-

ing to J. Navasaitis – a cast iron lump) was found in the ancient settlement of Lieporiai (Šiauliai town) (Fig. 11). It consists of small pieces of (cast) iron, stuck together (Fig. 12) where content of coal is up to 3.32%. Two iron bars were obtained during investigation of Narkūnai hill-fort (Utena district).

## LIST OF TABLES

Table 1. Table of the chemical composition of the iron ore of Kyviliai (Skuodas district). Analysis made by Dr. A. Sveikauskaitė.

Table 2. Data of the found iron melting furnaces.

## THE LIST OF ILLUSTRATIONS

Fig. 1. The concretions of bog ore from Kiviliai village (Skuodas district).

Fig. 2. The plan of iron melting furnace from Žardė settlement.

Fig. 3. The iron melting furnace 1 from Lavoriškės *in situ*.

Fig. 4. The iron melting furnace 2 from Lavoriškės *in situ*.

Fig. 5. The iron melting furnace 1 from Paplienija *in situ*.

Fig. 6. The plan of iron melting furnace 1 in Kereliai.

Fig. 7. The types of iron melting furnaces used in European lands from the 4th century B.C. to 1200: a – bowl heath, according to R. F. Tylecote, England; b – slag-pit furnace, according to R. Pleiner, Czech; c – slag-tapping furnace, according to Serning, Sweden.

Fig. 8. The reconstructed iron melting furnace with a slag pit under the shaft from Heeten, Holland (according to M. van Nie): 1 – shaft walls, 2 – clay layer in the slag pit, 3 – disturbed soil; 4 – red burned sand, 5 – earth level, 6 – tube for air blow, 7 – slag block, 8 – coal, 9 – iron fallen piece.

Fig. 9. The iron bar from Petrašiūnai (Rokiškis district).

Fig. 10. The piece of iron beam from Jurgaičiai settlement.

Fig. 11. The piece of cast iron from Lieporiai settlement.

*Translated from Lithuanian by Rasa Tolvaišaitė*

# ОБЗОР ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗА В ЛИТВЕ

Йонас Станкус

## Резюме

Собранный на настоящий момент конкретный археологический материал (остатки печей для выплавки железа, вторсырье – крицы, шлак) и частично письменные источники свидетельствуют о том, что уже с первых столетий нашей эры люди, жившие на территории Литвы, умели производить железо на месте.

В Литве много болотистых местностей с присутствием железной руды. В 1996 г. в деревне Кивилияй (Скуодасский р-н) обнаружена конкремция железной руды (рис. 1), доля  $Fe_2O_3$  в которой достигает только 24,85% (таблица 1). Железная руда из болот добывалась летом, руда со дна озер – зимой. Перед выплавкой руда подвергалась дополнительной обработке – осушению, обжигу, размельчению, обмыванию и просеиванию.

Для обогащения болотной руды основным топливом служил древесный уголь. Для обжига угля древесина подготавливалась из сырых деревьев, так как они дольше обугливались, образовывался уголь лучшего качества.

Уголь закладывали в выкопанные в земле ямы. Подготовленная древесина складывалась в яму, верх которой закрывался и замазывался глиной, для поддерживания огня оставляли несколько щелей. Когда древесина хорошо прогорала, щели на верху ямы полностью замазывали, и дальнейшее обугливание происходило практически без кислорода. Древесина обугливалась 3–4 дня. Следы сжигания древесного угля найдены в селище Лепоряй. Здесь уголь обжигался в специально для этого выкопанной продолговатой яме диаметром 1 м, в которой найдено значительное количество угля. Яма датируется IV–VIII вв. Место обжига угля более позднего периода обнаружено неподалеку от деревни Жигмантишкес (Шальчининкский р-н). Здесь найдено 25 мест обжига угля, из них 2 раскопаны. В ходе исследований установлено, что древесный уголь обжигался на больших, диаметром до 10 метров, кострах. В них найдено немало угля и

головешек. Исследованные обжигательные печи относятся к XV–XVI вв.

О местном производстве железа говорит часть найденных железных шлаков, однако самые достоверные свидетели – остатки печей для выплавки железа. На данный момент в 12 местах Литвы найдено 38 плавильных печей (рис. 2–6). В изученных археологических памятниках такие печи встречаются нечасто, обычно по 1–2, исключая Папления (4 шт.) и Лепорай (19 шт.) (таблица 2). Скорее всего, в последнем находился небольшой металлургический центр. Обычно находят остатки нижней части печей. При установке печей их стопы опускались в землю. Стопы неправильно овальные или прямые, разных размеров. Частично стопы печей вылеплены из глины. На стопах также из глины выстроенные печные шахты. Глиняное основание иногда укреплено камнями. На дне некоторых печей найден камень. Диаметр шахт от 20 до 56 см, толщина боковых стен от 8 до 20 см, высота сохранившихся стенок достигает 8–38 см (таблица 2). Лучше всего сохранились стенки печи в Папления (рис. 5). В стенах этой печи ближе к основанию обнаружены 3 фрагмента выходных каналов. Эти каналы могли предназначаться для поддувала и выхода шлаков. У печи из Кереляй было 3 канала (рис. 6). У печи из Бакшай у основания одной стенки проделан выходной канал и рядом с ним приемник, куда, как предполагается, стекал шлак. По остаткам печи из Лепорай возможна ее условная реконструкция.

Кузнечные мастерские почти отсутствуют. В 1972 г. в ходе раскопок городища Екете (Клайпедский р-н) обнаружена часть постройки столбовой конструкции шириной 4–5 м и длиной около 7–8 м с различными предметами из железа и их фрагментами. По мнению исследователя, в этом здании была мастерская ремесленника, возможно, кузница. Слой датируется II половиной I тысячелетия – началом II тысячелетия.

Существуют и письменные исторические источники, освещавшие производство железа в средневековой Литве. Это устав великого князя от 1547 г., в котором поощрялось производство железа. Местное железное сырье употреблялось в оружейной мастерской в Валькининкай, построенной в XVI в. Из выше представленного материала следует, что в доисторические и исторические времена в Литве производилось немало железа. С другой стороны, никто не оспаривает факт импорта определенного количества железного сырья и изделий из железа разного назначения.

Со времен до нашей эры до средневековья в Европе использовались 3 типа печей для выплавки железа, видоизменявшихся и совершенствовавшихся с течением времени. Это: 1. бокаловидные очаги (bowl furnaces) с воздушными поддувалами для поддержания огня (рис. 7:a); 2. шахтовые плавильные печи с ямкой для шлака внизу шахты (рис. 7:b; 8); 3. шахтовые плавильные печи с каналами для вытечки шлака (рис. 7:c). Печей 1 типа в Литве на данный момент не найдено. Шахтовые печи 2 типа появились в Литве со II в. н.э. – возможно в Лаворишкес 1, 2, частично Лепорай, также 2, 3, 4 печи Папления. Печи 3

типа более поздние. Данный тип в Литве, видимо, в поселении Бакшай и 1 печь в Папления.

При обогащении железа из болотной руды в плавильных печах всегда образовывались куски железа – слитки-крицы и шлаки. По данным 1999 г. известны 120 мест находок шлаков доисторических времен, и всего лишь несколько мест с крицами. Одна железная крица обнаружена в селище около городища Петрашюнай в 1972 г. (рис. 9). При анализе макрошлифа крицы замечена структура другого металла. Хотя доминирует железо (ферритовая структура), относительно много и стальных зон (перлитовая структура). Другой небольшой фрагмент крицы найден в Капчяместис. Очень интересная железная крица (по мнению Й. Навасайтиса – слиток чугуна) найдена в селище Лепорай (г. Шяуляй). Ее составляют небольшие слипшиеся между собой кусочки чугуна (рис. 11), доля угля в которых достигает 3,32%. 2 крицы найдены в ходе раскопок в городище Наркунай (Утянский р-н).

## СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Таблица химического состава железной руды из Кивиляй (Скуодасский р-н). Анализ произведен доктором А. Свейкаускайте.

Таблица 2. Данные найденных печей для выплавки железа.

## СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рис. 1. Конкремции болотной руды из деревни Кивиляй (Скуодасский р-н).

Рис. 2. План печи для выплавки железа из селища Жарде.

Рис. 3. Печь для выплавки железа 1 из Лаворишкес *in situ*.

Рис. 4. Печь для выплавки железа 2 из Лаворишкес *in situ*.

Рис. 5. Печь для выплавки железа 1 из Папления *in situ*.

Рис. 6. План печи для выплавки железа 1 из поселения Кереляй.

Рис. 7. Типы печей для выплавки железа, употреблявшихся в Европе с IV в. до н.э. до 1200 г. а – бокаловидная печь (bowl heath, по R. I. Tylecote, Англия); в – печь с ямкой для шлака внизу шахты (slog-pit furnace, по R. Pleiner, Чехия); с – печь с каналом для выхода шлаков (slag-tapping furnace, по Serning, Швеция).

Рис. 8. Реконструкция печи для выплавки железа с ямкой для шлака под шахтой из Хетен (Heeten), Голландия (по Joosten, van Nie): 1 – стенки шахты, 2 – глиняный настил на дне ямы для шлака, 3 – разрушенная почва, 4 – красный пережженный песок, 5 – наземление, 6 – труба для подачи воздуха, 7 – блок шлака, 8 – уголь, 9 – железная крица.

Рис. 9. Железная крица из Петрашюнай (Рокишкский р-н).

Рис. 10. Железная крица из селища Юргайчай.

Рис. 11. Кусочек чугуна из селища Лепорай.

Перевод с литовского Ольги Антоновой