

# ARBALETO STRĖLĖS

## (Trakų bei Vilniaus strėlių palyginamoji analizė)

GINTAUTAS RACKEVIČIUS

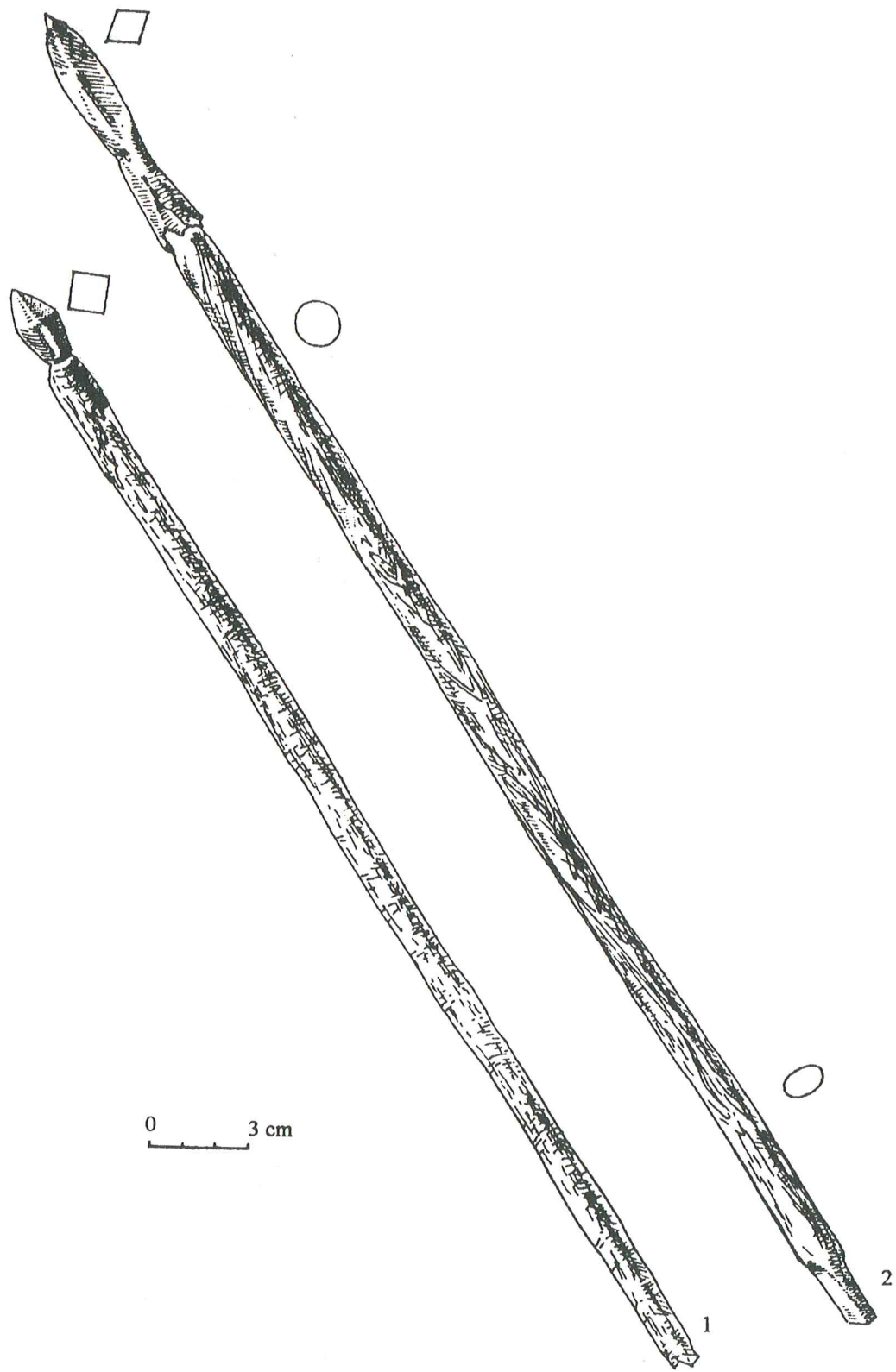
Arbaletu strėlių antgalių Lietuvos teritorijoje rasta per 2000 vienetų. Daugumas jų aptinkama pilių, piliakalnių bei piliaviečių archeologinių tyrimų metu. Lietuvos teritorijoje nuo XIX a. arbaletu strėlių antgalių rasta daugiau nei 30-yje archeologijos paminklų. Tyrimų metu daugelis arbaletu strėlių antgalių (ypač įmovinių grupės) randama su išlikusiais didesniais ar mažesniais medinių kotelėlių fragmentais. Dažnai dėl skirtingos metalo bei medžio konservavimo metodikos didesnioji dalis medinių kotelėlių liekanų sunyksta, o į muziejų rinkinius patenka tik geležiniai strėlių antgaliai. Visiškai išlikusios arbaletu strėlės Lietuvos archeologinėje medžiagoje (ir ne tik joje) – retenybė.

Dar 1978 m. Trakų miesto gyventojas Steponas Jalaveckas, dirbdamas savo darže, durpių sluoksnyje rado išlikusią visą arbaletu strėlę (pav. 1:2). Strėlės radimo vieta – vadinamoji Klebono pelkė (ten tuomet buvę Trakų miesto gyventojų daržai), nutolusi apie 500 m į pietvakarius nuo Trakų Pusiasalio pilies pietryčių bokšto. Stepono Jalavecko daržas buvo arčiau Birutės gatvės. Po kurio laiko strėlė buvo perduota į TIM (GEK 20081, A1752). Ji buvo konservuota, tačiau informacija apie ją dėl įvairių priežasčių iki šiol nebuvo paskelbta. Vargu ar tai galėjo būti pilies gynėjų paleista strėlė. Arbaletu šūvis, priklausomai nuo lanko jėgos, siekė 300 m, net arbaletu su plieniniais lankais ir patobulintais įtempimo mechanizmais, tokiais kaip vokiška gerve (vok. *deutsche Winde*, arba *cranequin*) arba angliška gerve (vok. *englische Winde*) šūvio nuotolis buvo 400 m (Ekdahl, 1992, p. 26). Abejonių nekelia tik tai, kad strėlė, nukritusi į Bernardinų ežero pakrantės pelkę, paskendo, dėl to nebuvo rasta po mūšio surenkant strėles. Trakuose rastos strėlės antgalis įmovinis, rombinio skerspįjūvio, lapo pavidalo galvute, aštriomis galvutės briaunomis, pereinančiomis į įmovą. Tokios formos strėlių antgaliai yra gana reti (t. y. archeologinių tyrimų metu jų nedažnai randama). Šis strėlės antgalis atitiktų 8-ąjį A. Medvedevo tipologijos tipą (Медведев, 1966, p. 94, 95). Tokios strėlės yra randamos visuose kaimyniniuose kraštuose XIV–XV a. sluoksniuose. Lietuvoje galbūt dėl jų nepopuliarumo ar skirtingos karo veiksmų chronologijos jie randami

XIV a. II pusės – XV a. pradžios sluoksniuose. Trakų strėlės datavimą galima grįsti tik netiesioginiais duomenimis. Strėlių antgalių buvo aptikta tiek 1963 m. Trakų pusiasalio pilies archeologinių tyrinėjimų metu (Tautavičius, 1964š, p. 11), tiek 1964 m. tyrimų metu (Tautavičius, 1965š, p. 39). 1963–1964 m. tyrimų metu surasti strėlių antgaliai buvo perduoti į TIM (TIM, aktas Nr. 106, dirbiniai: 187–206). Gaila, bet šiaandien apie jų formas galima spręsti tik pagal 3 strėlių antgalių iliustraciją, išlikusią pas tyrinėjimų autorių. Vienas iš 1963 ar 1964 m. rastųjų strėlių antgalių priskirtinas būtent 8-ajam tipui (pagal A. Medvedevą). Svarbu pastebėti, kad tyrimų autorius 1963 m. aptiktas strėlių liekanas sieja su 1383 m. pilies puolimu (Tautavičius, 1964š, p. 72).

Pirmą kartą Naujųjų Trakų pilys pultos 1377 m. žiemą (Wigand, 1863, p. 589; Annalista, 1866, p. 104, 105; Detmar, 1866, p. 104, 105; Johann, 1866, p. 104, 105). 1383 m. kryžiuočiai, susivieniję su Vytautu, surengė didelį Trakų puolimą (Wigand, 1863, p. 622; Annalista, 1866, p. 126; Detmar, 1866, p. 126; Johann, 1866, p. 127). Po kelių savaičių apgulties Jogailos įgula pasitraukė. Tų pačių metų lapkričio mėnesį Jogaila ir Skirgaila susigrąžino Trakus. Nors kronikose apgultis aprašyta gana smulkiai, tačiau kur toji pilis stovėjo, neužsimenama, taip pat nekalbama apie vandens kliūtis, kurias reikėjo įveikti. Juozo Jurginio nuomone, kovos vyko dėl pusiasalio pilies (Jurginis, 1971, p. 96). 1391 m. kryžiuočiai, vadovaujami Didžiojo magistro Konrado Valenrodo, surengė didelį žygį prieš lietuvius. Pro Strėvą atvykę į Trakus, juos rado sudegintus (Annalista, 1866, p. 172; Johann, 1866, p. 173). Skirgaila juos sudegino, matyt, nesitikėdamas apginti atstatomos pilies. 1394 m. didysis magistras Konradas Jugingenas, grįždamas nuo Vilniaus, nakvynės apsisitojo Trakuose (Wigand, 1863, p. 660). Juozas Jurginis pastebi, kad apie jokių karinius veiksmus neužsimenama (Jurginis, 1971, p. 96). Labai įtikinama jo hipotezė, kad po 1391 m. puolimo pilys nebuvo skubiai atstatomos.

Derinant istorinių šaltinių duomenis, įtikinamai atrodo Adolfo Tautavičiaus išvados, kad strėlių antgaliai, rasti Trakų pusiasalio archeologinių tyrimų



1 p a v. Arbaletu strélės: 1 – Vilniaus arbaletu strélės fragmentas, 2 – Trakų arbaletu strélė. Piešė Alvyra Mizgiriienė.

metu, buvo nesurinkti po paskutinio didelio mūšio dėl pilies 1383 m.

1995 m. Trakų pusiasalio pilies pietrytinėje dalyje archeologinių tyrimų metu buvo aptiktas vienas būtent šio tipo strėlės antgali su medinio kotelio liekanomis įmovoje (Lisauskaitė, 1995š, p. 21, radinių sąrašas, Nr. 75). Tyrimų autorė sluoksnį, kuriame aptiktas strėlės antgali, datuoja XIV a. II puse (Lisauskaitė, 1995, p. 11). Strėlės antgali saugomas TIM (GEK 21956, A1858/57).

Kadangi dviejų analogiškų strėlių liekanos rastos tik už kelių šimtų metrų, galima manyti, kad ir Trakuose rastoji strėlė buvo prarasta vieno iš XIV a. pabaigos kryžiuočių puolimo metu.

1960 m. Vilniaus Žemutinės pilies teritorijos archeologinių tyrimų metu durpių sluoksnio paviršiuje buvo rasta arbaletos strėlė (Tautavičius, 1960š, p. 124) (pav. 1:1). Šiuo metu ji saugoma LNM (AR 387:366). Priešingai nei Trakuose rastoji strėlė, vilniškė sulaukė daug dėmesio bei priešingų vertinimų.

Tyrimų autorius A. Tautavičius publikacijose apie Žemutinės pilies tyrimus, rastąją strėlę nuosekliai vadina gerai išsilaikiusia arbaletine strėle arba išlikusia sveika arbaletos strėle. Jos įtvėrimojo strėlės antgalio (matyt, tik galvutės, be įtvėrimo ilgio) dydis 2,7 cm, o medinio kotelio ilgis 33,7 cm. Bendras strėlės ilgis (matyt, suapvalinus) – 37 cm. Strėlės antgalio skerspjūvio forma aprašoma kaip keturkampė (t. y. kvadratinė arba rombinė), (Tautavičius, 1961a, p. 113, 121; 1961b, p. 26, pav. 10). Tyrimų autorius strėlę datavo XIV a. (Tautavičius, 1961b, p. 26). Tai atitiko jos stratigrafinę padėtį – strėlė buvo rasta durpių sluoksnio paviršiuje, suardyto XIV a. vidurio medinio pastato liekanų viduje, aukščiau XIV a. pabaigos – XV a. pradžios rašytiniuose šaltiniuose minimos šv. Onos bažnyčios pamatų, bei žemiau XVI a. II pusėje statytos šv. Onos – šv. Barbaros bažnyčios pamatų. A. Tautavičiaus nuomone, pastarųjų Vilniaus Žemutinės pilies tyrimų kontekste durpių sluoksnio paviršių, kuriame 1960 m. buvo surasta arbaletos strėlė, galima datuoti tiksliau – XIV a. pabaiga – XV a. pradžia.

Žymi ginklų tyrinėtoja Regina Volkaitė-Kulikauskienė Vilniaus Žemutinėje pilyje rastąją strėlę su tam tikromis išlygomis aprašo kaip lanko strėlės dalį. Jos įtvėrimojo antgalio (matyt, antgalio galvutės) dydis pateikiamas 2,5 cm, strėlės fragmento ilgis – 36,2 cm. Įtvėrimojo strėlės antgalio skerspjūvio forma aprašoma kaip rombinė. R. Volkaitė-Kulikauskienė šią strėlę datuoja XIII a. pabaiga – XIV a. pradžia, o vėliau šiek tiek praplečia šio radinio chronologiją ir datuoja XIII–XIV a. (Volkaitė-Kulikauskienė, 1970, p. 241; 1981, p. 17).

Abiejų autorių publikacijose Vilniaus Žemutinėje pilyje rastosios strėlės antgalio galvutė netiksliai pavadinama strėlės antgaliu (Tautavičius, 1961a, p. 121, Volkaitė-Kulikauskienė, 1970, p. 241; 1981, p. 17). Publikacijose pateikiami strėlės antgalio galvutės matmenys atitinkamai 2,7 cm ir 2,5 cm taip pat nėra tikslūs, nes autoriai neturėjo galimybės išmatuoti atskirtą nuo kotelio strėlės antgalį. Atskirto nuo kotelio strėlės antgalio įtvėrimo (įkotės) galiukas nulūžęs (likęs mediniame kotelyje), todėl buvęs antgalio dydis lieka nežinomas. Strėlės antgalio fragmento su nulūžusia įtvėrimo dydis – 3,8 cm. Strėlės antgalio galvutė pakankamai gerai išlikusi – nuo kotelio atramos iki smaigalio, todėl lengvai išmatuojama. Ji yra 2,9 cm dydžio. Ne tik įtvėrimas, bet ir apatinė strėlės antgalio galvutės dalis buvo įkalta į medinį kotelį 2 mm, todėl, neatskyrus strėlės antgalio nuo kotelio, antgalio galvutė galėjo atrodyti 2,7 cm dydžio. Strėlės antgalio galvutės skerspjūvis ties plačiausia vieta – 13x14 mm.

Abiejų publikacijų autoriai teisūs, strėlės antgalio skerspjūvio formą aprašydami kaip keturkampę arba rombinę, tačiau tipologinės analizės požiūriu abu pavadinimai nepakankamai tikslūs. Keturkampiu gali būti pavadintas ir kvadratas, ir rombas. Rombu vadinamas keturkampis, kurio šoninės kraštinės lygios, o įstrižainės nelygios. Tačiau toks rombo apibrėžimas labiau tinkamas geometrijai, o ne tipologiniam radinių nagrinėjimui. Vilniuje rastosios strėlės antgalio galvutės skerspjūvio ties plačiausia vieta įstrižainių skirtumas vos 1 mm, todėl skerspjūvio formą radinių tipologijos požiūriu tiksliau būtų vadinti kvadratine. Ši išlyga (nukrypimas nuo geometrinio kvadrato formos apibrėžimo) būtina, nes viduramžių kalviai, aišku, kaldami strėlių antgalius, nesinaudojo slankmačiu, strėlės antgaliui suteikdavo norimą formą be jokių matavimo instrumentų. Lenkijoje, istorinėje Kulmo žemėje, tipologiškai nagrinėjant 1414 m. LDK kariuomenės sunaikintos Plemientos (*Plemięta*) pilies tyrimų metu surastus strėlių antgalius, taip pat buvo pastebėta, kad kvadratinio skerspjūvio strėlių antgaliai kartais yra rombo formos skerspjūvio, labai artimo kvadratui (Kola, Wilke, 1985, p. 108, 109, tipas I A 1).

Vilniuje rastosios strėlės antgali įtvėrimasis, su kvadratinio skerspjūvio bipiramidine galvute, aštriomis smaigalio ir suplotomis kaklelio briaunomis, kvadratinio skerspjūvio įtvėrimas. Jis atitiktų 15-ąjį A. Medvedevo tipologijos tipą (Медведев, 1966, p. 95).

Tokios formos strėlių antgaliai buvo naudojami tiek lanko, tiek arbaletos bei arkbalistos strėlių gamyboje. Jie skyrėsi tik dydžiu bei svoriu.

Dėl didelio arkbalistos bei arbaletos strėlių antgalių matmenų ir svorio skirtumo nekyla neaiškumų,

atskiriant vienus nuo kitų. Paprasčiausiu įtempimo mechanizmu – dvigubu kabliu (*vok. Spannhaken*), įtempiamų arbaletų strėlių antgaliai ankstesniuose darbuose sunkiai atskiriami (arba visai neskiriami) nuo analogiškos formos, tačiau kiek mažesnių lanko strėlių antgalių. Garsiojoje A. Medvedevo tipologijoje pateikiami beveik visų jo nagrinėjamų strėlių antgalių tipų minimalūs bei maksimalūs matmenys, tačiau, aprašydamas būtent 15-ojo tipo strėlių antgalių formą, jis nepateikia jokių matmenų ir pastebi, kad tokie strėlių antgaliai nebūdingi Rusijai (Медведев, 1966, p. 95). Identifikuodami Vilniaus strėlės antgalio priklausomybę arbaletu ar lanko strėlei galime pasinaudoti vienu iš naujesnių lenkų mokslininkų strėlių antgalių tipologijos darbų. Plemientos piliakalnyje, donžono liekanose, rasta apie keturis šimtus XV a. pradžia datuojamų strėlių antgalių, kurių per tris šimtus buvo suskirstyta į dvylika tipų (Kola, Wilke, 1985, p. 109). Vilniaus strėlės antgalis priskirtinas tipui I A 1. Iš 294 vienetų arbaletu strėlių antgalių, rastų Plemientos piliakalnyje, 292 vienetai priskirti I A 1 tipui (Kola, Wilke, 1985, 4 lent.). Kaip jau minėjau, Vilniaus strėlės antgalio dydį nustatyti sunku, nes jo įtvaros galas nulūžęs, todėl galime palyginti tik strėlės antgalio galvutės bei jos skerspjūvio dydžius. Plemientoje rastų I A 1 tipo strėlių antgalių minimalus ir maksimalus galvutės dydis – 2,6 cm ir 5,5 cm (Kola, Wilke, 1985, 4 lent., Nr. 170 ir 243). Svarbu pastebėti, kad tik 1,7 proc. (5 vienetų) arbaletu strėlių antgalių galvutės buvo iki 3 cm (imtinai) dydžio ir tik 1,03 proc. (3 vienetų) – daugiau kaip 5 cm dydžio (Kola, Wilke, 1985, lent. 2). Vilniaus strėlės antgalis pagal savo galvutės dydį priskirtinas prie nedaugelio mažesniųjų arbaletu strėlių antgalių, kaip tik todėl jis galėjo būti klaidingai priskirtas prie dar mažesnių lanko strėlių antgalių. I A 1 tipo strėlių antgalių minimalus ir maksimalus galvučių skerspjūvių dydis – 10x10 mm ir 17x18 mm (Kola, Wilke, 1985, 4 lent., Nr. 111, 174 ir 281). Pagal skerspjūvio dydį Vilniaus strėlės antgalis priskirtinas prie vidutinių šio tipo arbaletu strėlių antgalių.

Strėlių antgalių gamyboje yra labai svarbūs forma ir svoris (Ekdahl, 1992, p. 29). Strėlių antgalių formų kaitos tyrinėtojai skiria daugiau ar mažiau dėmesio strėlių antgalių svoriui. Įvertinant strėlių antgalių svorį būtinos tam tikros išlygos, nes ilgainiui strėlių antgaliai būna paveikti skirtingų fizinių ir cheminių veiksnių: didelių temperatūrų gaisro metu, jei strėlės antgalis rastas degėsių sluoksnyje, mažo deguonies kiekio, jei rastas durpių sluoksnyje, ir kt. Jei strėlės antgalis sveriamas po konservacijos, jo svoris priklauso ir nuo konservacijos metodikos ir t. t. Galbūt ateities tyrinėjimai parodys, kokie svarbūs gali būti skirtingų sąlygų suformuoti svorio pokyčiai. Vilniaus strėlės antgalio (be nulaužtos įtvaros dalies) svoris – 13,2 g. 19,76 proc. (19 vienetų) Plemientos tyrinėjimų metu rastų arbaletu strėlių antgalių svoris buvo 11–15 g (Kola, Wilke, 1985, lent. 3). Su tam tikromis išlygomis galima teigti, kad ir Vilniaus strėlės antgalio svoris atitinka arbaletu strėlių antgalių svorį.

Pagrindiniai argumentai, kodėl buvo manoma, kad Vilniuje rastoji – tai lanko strėlė, buvo: 1) palyginti nedidelis strėlės antgalis, 2) gana plonas kotelis (Volkaitė-Kulikauskienė, 1970, p. 241). Lyg ir nederėtų, priskyrus strėlės antgalį arbaletu strėlei, papildomai svarstyti kotelio priklausomybės lanko ar arbaletu strėlei, tačiau norint nuosekliai įvertinti visas ankstesnėse publikacijose išsakytas nuomones, negalima išsisukti neatsakius ir į antrąjį argumentą. Vilniaus strėlės kotelio skersmuo ties mažiausiai sunykusia priešakine dalimi, ties antgaliu yra 10 mm. Įmovinių antgalių įmovos skersmuo visada atitinka strėlės kotelio ties antgaliu skersmenį. Lanko strėlių antgalių įmovos (taigi ir koteliai) buvo 7–9 mm, o arbaletu strėlių antgalių įmovos 10 – 15 mm (Медведев, 1966, p. 93). Įveriamųjų lanko ir arbaletu strėlių kotelių skersmuo buvo analogiškas. Taigi ir pagal kotelio skersmenį Vilniaus strėlė priskirtina plonesnėms arbaletu strėlėms.

Nedvejojant priskyrus Vilniaus strėlę arbaletui, reikia atsakyti ir į antrąjį klausimą: ar jos kotelis visai sveikas, ar sunykęs? Abiejų autorių publikacijų

Vilniaus strėlė	dydžiai	Trakų strėlė	dydžiai
išlikęs strėlės ilgis cm	36,6	bendras strėlės ilgis cm	47,8
strėlės antgalio galvutės dydis cm	2,9	strėlės antgalio dydis cm	8
antgalio galvutės skersmuo		antgalio galvutės skersmuo	
plačiausioje vietoje cm	1,3x1,4	plačiausioje vietoje cm	1,1x1,5
išlikęs kotelio ilgis cm	33,7	kotelio ilgis cm	42
kotelio skersmuo cm	0,9–1	kotelio skersmuo cm	1,2–1,3
antgalio svoris g	13,2	antgalio svoris g	35
išlikusios kotelio dalies svoris g	11,5	kotelio svoris g	29

teiginiai priešingi – Adolfo Tautavičiaus nuomone, tai sveika strėlė, o Reginos Volkaitės-Kulikauskienės nuomone, strėlės kotelio galas su įlenkimu, kuriuo strėlė buvo įremiama į templę – neišlikęs (Tautavičius, 1961b, p. 26; Volkaitė-Kulikauskienė, 1981, p. 17).

Į šį klausimą galima pabandyti atsakyti lyginant Vilniaus strėlę (ar jos fragmentą) su Trakų strėle, dėl kurios priklausomybės arbaletui ir visiško išsilaikymo nekyla abejonių.

Arbaletu strėlių gamyboje labai svarbus buvo strėlės svorio centras. Paprastai trumpųjų strėlių iki 35 cm ilgio koteliais svorio centras buvo nutolęs per 1/3 nuo antgalio, o ilgesniųjų – 1/4. Kaip tik todėl daugumas arbaletu strėlių randamos su nupjautu galu. Ne visos arbaletu strėlės turėdavo sparnelius, paprastai tikslus svorio centras pagerindavo strėlių balistines savybes – jos skriedavo stabiliai. Kaip jau minėjau, Vilniaus strėlės antgalis buvo nedidelis, todėl tikėtina, kad jis buvo gamintas arbaletu, įtempiamo dvigubu kabliu (vok. *Spannhaken*), strėlei. Labai tikėtina, kad Ordino rašytiniuose šaltiniuose minimas *stegereiff-armbrost* (kitur tokie arbaletai vadinami ir *Stegereiffarmbrust*, *Steigbügelarmbrust*) yra būtent toks arbaletas (Nowakowski, 1980, p. 122). Tokio arbaletu atstumas tarp templės neįtemptoje padėtyje ir riešuto (paleidimo mechanizmo dalis sulaikanti ir paleidžianti templę) visada didesnis negu tvirtesniuose arbaletuose. Strėlių raida vyko trumpesnių ir sunkesnių strėlių link (Ekdahl, 1992, p. 28). Net vizualiai palyginus Vilniaus ir Trakų strėles, aiškiai galima matyti, kad Trakų strėlė masyvesnė. Panašu, kad ji buvo skirta arbaletui su stipresniu lanku, reikalaujančiu sudėtingesnių įtempimo mechanizmų, tokių kaip švytuoklė (vok. *Wippe*) arba vadinamoji ožkos koja (vok. *Geißfuß*). Jų konstrukcijos esmė – svorto principas. Apie skirtingą naudotų strėlių dydį galima numanyti iš Ordino rašytiniuose šaltiniuose minimų *stegereiffarmbrostpfife*, *ruckarmbrostpfife*, *windarmbrostpfife* ar paprastai – *pfife kleine und gros* (Nowakowski, 1980, p. 124). Vargu ar Vilniaus strėlė galėjo būti trumpesnė nei Trakų strėlė. Šiuo atveju visai tikėtina, kad Vilniaus strėlės galas neišlikęs.

Vilniaus ir Trakų strėlės buvo rastos durpėse, taigi buvo paveiktos panašios aplinkos. Strėlės panašia metodika buvo konservuotos ir saugomos panašiomis sąlygomis. Galima manyti, kad strėlių svorio pokyčiai yra proporcingi.

Sąlygiškai supaprastinus sveikosios Trakų strėlės antgalį ir kotelį iki taisyklingos formos strypų, kurių masių centrai jų simetrijos centre (t. y. viduryje), elementariosios fizikos pagalba galima paskaičiuoti strėlės svorio centrą, kuris, kaip minėta, buvo labai

svarbus arbaletu strėlių gamyboje. Skaičiavimams siūlyčiau formulę, skirtą taisyklingo strypo, sudaryto iš dviejų dalių, skirtingo tankio medžiagų masių centro padėčiai nustatyti (Гускнй, 1984, p. 144):

$$X_{mc} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 l_1/2 + m_2 (l_1 + l_2/2)}{m_1 + m_2}$$

čia:  $X_{mc}$  – masių centro padėtis koordinatų pradžios atžvilgiu;

$m_1$  ir  $m_2$  – strypo dalių masės;

$x_1$  ir  $x_2$  – strypo dalių masių centrų padėtys koordinatų pradžios atžvilgiu.

Į šią formulę įrašome lentelėje pateikiamus Trakų strėlės duomenis:

$m_1$  – antgalio masė g;

$m_2$  – kotelio masė g;

$l_1$  – antgalio ilgis cm;

$l_2$  – kotelio ilgis cm;

$X_{mc}$  – strėlės masių centro padėtis antgalio smaigalio atžvilgiu.

$$\text{Trakų strėlės}_{mc} = \frac{35 \times 8/2 + 29(8 + 39,8/2)}{35 + 29} = 14,8 \text{ cm}$$

Strėlės svorio centras nutolęs nuo antgalio smaigalio per 0,31 viso strėlės ilgio ( $14,8/47,8 = 0,31$ )

Trakų strėlės svorio centras, apskaičiuotas eksperimento būdu, buvo nutolęs nuo smaigalio per 13,8 cm. Nedidelis skaičiavimų rezultatų skirtumas atsirado neįvertinus antgalio nesimetriškumo, taip pat neįskaitant 2,2 cm ilgio kotelio dalies įmovoje į kotelio ilgį ( $l_2$ ). Dėl šio nedidelio skirtumo net toks primityvus fizikinis skaičiavimo būdas yra pakankamai patikimas, nors ir tobulintinas.

Manant, kad Vilniaus strėlės kotelis išlikęs fragmentiškai, o sveikos strėlės masių centras būtų nutolęs nuo antgalio smaigalio proporcingai sveikos Trakų strėlės masių centrui (t. y. per 0,31 strėlės ilgio), galima daryti prielaidą, jog visas Vilniaus strėlės kotelio ilgis buvo, tarkim, 50 cm. Taigi sveiko kotelio ilgis būtų 1,48 karto didesnis už išlikusio fragmento ilgį ( $50/33,7 \text{ cm} = 1,48$ ), atitinkamai sveiko kotelio masė būtų didesnė 1,48 karto ( $11,5 \times 1,48 = 17 \text{ g}$ ).

Analogiškai skaičiuojant:

$$\text{Vilniaus strėlės}_{mc} = \frac{13,2 \times 2,9/2 + 17(2,9 + 50/2)}{13,2 + 17} = 16,3 \text{ cm}$$

Strėlės svorio centras nutolęs nuo antgalio smaigalio per 0,31 viso strėlės ilgio ( $16,3 / 52,9 = 0,31$ ).

Apskaičiavus masių centro padėtį galima teigti, kad prielaida apie spėjamą 50 cm strėlės kotelio ilgį yra teisinga. Taigi Vilniaus strėlės būta 52,9 cm ilgio.

Vilniaus strėlės datavimas XIV a. pabaiga – XV a. pradžia, atsižvelgiant į naujausių Vilniaus Žemutinės pilies tyrimų duomenis, atrodo pakankamai pagrįstas. Tai patvirtintų ir strėlės antgalio proporcijos: Estijoje šio tipo antgaliai su plačiausia galvutės vieta ties viduriu naudoti XIII a. II pusėje – XIV a. pradžioje (Mäesalu, 1991, lent. 25, Nr. 4–6). Tačiau Vilniuje rastosios strėlės antgaliumi su maksimaliu galvutės išplatėjimu arčiau smaigalio labiau artimi XIV a. II puse datuojami strėlių antgaliai (Mäesalu, 1991, lent. 25, Nr. 12). Tokie pat Otepia (*Otepää*) vyskupo pilyje rastieji strėlių antgaliai, kurie buvo prarasti 1396 m., paskutinės pilies apgulties metu (Mäesalu, 1991, lent. 25, Nr. 8, 9). Tai atitiktų ir Ordino kronikų duomenis apie Vilniaus pilių puolimus 1365–1402 m. Tokio tipo strėlių antgaliai Lietuvoje naudoti XIV–XVI a. I pusėje yra patys populiariausi (t. y. dažniausiai randami) Lietuvos archeologinėje medžiagoje.

Karinis arbaletas svėrė nuo 3 iki 4 kg, iš kurių lygiai 2 kg teko lankui. Jis, kaip ir buožė, buvo apie 90 cm ilgio ir apie 23 x 54 mm skerspjūvio ties viduriu (Ekdahl, 1992, p. 25). Panašaus ilgio arbaletas lankas, pagamintas, matyt, iš spygliuočių medienos, buvo rastas Latvijoje, Ordino komtūro Cėsių (*Cēsi*) pilyje (Apala, 1982, p. 10, 11, pav. 2). Jo skersmuo ties viduriu 39 x 52 mm. Vienas Cėsių arbaletas lanko galas su templės kabinimo įpjova yra nnykęs. Simetrijos principu rekonstravus visą lanko ilgį, paaiškėjo, kad šio arbaletas templė neįtemptoje padėtyje buvo nutolusi nuo lanko priešakinės dalies ties viduriu apie 14 cm. Arbaletas riešutas paprastai buvo nutolęs nuo lanko priešakinės dalies (įskaitant lanko storį) apie 40 cm. Jei arbaletas lanko priešakyje turėjo kilpą įtempimui, reiktų pridėti dar apie 10 cm. Taigi visai įtikinamai atrodo, kad Vilniuje rastoji strėlė buvusi apie 52,9 cm ilgio. Vilniaus ir Trakų strėlės buvo paleistos iš karinių arbaletų, kurių lanko stiprumas bei naudoti įtempimo mechanizmai, be abejo, buvo skirtingi.

Lenkijoje, Legnicoje (*Legnica*), rastųjų strėlių ilgis vidutiniškai buvo 37 cm (Lewandowski, 1986, p. 52, pav. 4). Strėlių liekanos buvo rastos pilies konservavimo darbų metu ir datuojamos XV a. (Nadolski, Lewandowski, 1990, p. 509, pav. 49). Jos turi du sparnelius, yra pastebimai trumpesnės – tai patvirtina jų vėlesnę chronologiją. Dar vėlesnių XVI–XVII a. strėlių ilgis svyravo nuo 30 cm iki

40 cm, ir jos dažniausiai turėjo du arba tris sparnelius (Медведев, 1966, p. 93). Legnicos strėlių antgaliai labai panašūs į Trakų strėlės antgalį, šiek tiek skiriasi skerspjūvio forma. Jų koteliai pagaminti iš ažuolo, o sparneliai iš liepos (Nowakowski, 1994, p. 218). Ordino rašytinių šaltinių duomenimis, strėlės su įmoviniais antgaliais buvo brangesnės, o jų koteliai gaminami iš uosio ar ažuolo (Ekdahl, 1992, p. 29). Rašytinių šaltinių duomenis derinant su Legnicos strėlėmis, atrodytų, kad minimi tokių strėlių koteliai vis dėlto iš ažuolo (vok. *Eiche*), o ne iš uosio (vok. *Esche*).

XV a. pradžios Ordino šaltiniai liudija apie fabrikinę strėlių gamybą, kai strėlių gamintojai naudojo dirbtuvėse grubiai išdrožtus strėlių kotelius su skylėmis (įtvarams). Strėlių antgalių forma priklausė nuo strėlių paskirties, jie buvo padengti plieniu ir ne (Ekdahl, 1992, p. 29). 1404 m. Prūsijoje buvo mažiausiai 1 milijonas šaunamųjų strėlių amunicijos (Ekdahl, 1992, p. 30). Galima įsivaizduoti, kokie milžiniški kiekiai strėlių buvo panaudojami karo metu. Abi kariaujančios pusės strėles gamino dirbtuvėse, pirkdavo arba surinkdavo po laimėtų mūšių kaip dalį karo grobio. Nepaisant masinio strėlių naudojimo, iki mūsų laikų tik dėl palankiai susiklosčiusių aplinkybių jų išliko vienetai: vakarinėje Rusijoje, Staraja Ladogoje (*Старая Ладога*), XIII–XV a. sluoksnyje rastas arbaletas strėlės fragmentas su išlikusia kiek žymesne (27 cm ilgio) kotelio dalimi (Медведев, 1966, p. 93). Vilniuje rastą XIV a. pabaigos – XV a. pradžios strėlę taip pat reiktų laikyti strėlės fragmentu, o XV a. Legnicos bei XIV a. pabaigos Trakų strėlės, be abejo, puikiai išlikusios ir regiono archeologinės medžiagos kontekste yra unikalios. Šios strėlės padeda susidaryti išsamesnį vaizdą apie XIV a. pabaigos – XV a. pradžios karyboje naudotą arbaletą, kuris kaip tik tuo metu buvo sparčiai tobulinamas ir plačiai naudojamas karo žygių metu. Arbaletas, kaip šaulio individualaus puolamojo ginklo, raidą paspartino ne tik didieji šimtamečio karo mūšiai, bet ir Ordino karai Pabaltijyje, ypač Lietuvoje, kur jau nuo XIV a. I pusės arbaletas buvo naudojamas abiejų kariavusių pusių.

*Nuoširdžiai dėkoju fizikos m. dr. Rimgaudui Kiliuliui už elementariosios fizikos pamokas, archeologei Birutei Lisauskaitei už suteiktą informaciją, taip pat ilgamečiui Vilniaus Žemutinės pilies tyrinėtojiui habil. dr. Adolfui Tautavičiui už leidimą publikuoti dalį jo tyrinėjimų medžiagos.*

## ŠALTINIŲ IR LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Annalista, 1886 – Franciscani Thorunensis Annales Prussici // *Scriptores rerum prussicarum*. Leipzig, 1866. T. 3, p. 57–316.
- Apala Z., 1982 – Cēsu arheologiskas ekspedīcijas darbs // *Zinātniskās atskaites sesijas materiāli par arheologu un etnografu 1980 / 81 gada pētījumi rezultātem*. Rīga, 1982, p. 5–12.
- Detmar, 1866 – Die Chronik Detmar's von Lübeck // *Scriptores rerum prussicarum*. Leipzig, 1866. T. 3, p. 57–237.
- Ekdahl S., 1992 – Die Armbrust im Deutschordensland Preussen zu Beginn des 15 Jahrhunderts. // *Fasciculi archaeologiae historicae*. Łódź, 1992. Fasciculus 5, p. 17–48.
- Johann, 1866 – Johann's von Posilge, Officials von Pomesanien, Chronik des Landes Preussen (von 1360 an, fortgesetzt bis 1419). // *Scriptores rerum prussicarum*. Leipzig, 1866. T. 3, p. 79–388.
- Jurginis J., 1971 – Bendrosios žinios. Trakų pilys // *Lietuvos pilys*. Vilnius, 1971, p. 89–102.
- Kola A., Wilke G., 1985 – Militaria z grodziska w Plemiętach. Broń strzelca // *Plemięta. Średniowieczny gródek w ziemi Chelmińskiej*. Warszawa–Poznań–Toruń, 1985, p. 107–128.
- Lewandowski M., 1986 – L'atelier du fléchier, dans la tour de pierre au château de Legnica // *Fasciculi archaeologiae historicae*. Wrocław, Warszawa, Kraków, Łódź, 1986. Fasciculus 1. p. 49–53.
- Lisaukaitė B., 1995š – Archeologinių tyrimų Trakų pusiasalio pilyje ataskaita // *LIIR*. Nr. 2507.
- Mäesalu A., 1991 – Otepää linnuse ammuooleotsad // *Muinasaja teadus. Arheoloogiline kogumik*. Tallinn, 1991. T. 1, p. 163–181.
- Nadolski A., Lewandowski M., 1990 – Broń strzelcza // *Uzbrojenie w Polsce średniowiecznej 1350–1450*. Łódź, 1990, p. 143–153.
- Nowakowski A., 1980 – Uzbrojenie wojsk krzyżackich w Prusach w XIV w. i na początku XV w. // *Acta Archaeologica Lodziensia*. Łódź, 1980. Nr. 29.
- Nowakowski A., 1994 – Uzbrojenie indywidualne // *Polska technika wojskowa do 1500 roku*. Warszawa, 1994, p. 198–248.
- Tautavičius A., 1960 – Ataskaita už archeologinius kasinėjimus Vilniuje, Gedimino kalno šiaurinėje papėdėje, buvusios Vilniaus žemutinės pilies teritorijoje nuo 1960 m. gegužės 12 d. iki spalio 30 d. // *LIIR*. Nr. 92.
- Tautavičius A., 1961a – Archeologiniai kasinėjimai Vilniaus Žemutinės pilies teritorijoje 1960 m. // *Lietuvos TSR Mokslų Akademijos darbai. A serija*. Vilnius, 1961. T. 2(11), p. 103–124.
- Tautavičius A., 1961b – Iš XIV a. vilniečių buities. // *Mokslas ir gyvenimas*. Vilnius, 1961. Nr. 4, p. 23–26.
- Tautavičius A., 1964š – Trakų pusiasalio pilies kasinėjimų ataskaita už 1963 m. // *LIIR*. Nr. 254.
- Tautavičius A., 1965š – Trakų pusiasalio pilies archeologinių kasinėjimų 1964 m. IX.11–XI.25 ataskaita // *LIIR*. Nr. 255.
- Wigand, 1863 – Die Chronik Wigands von Marburg // *Scriptores rerum prussicarum*. Leipzig, 1863. T. 2, p. 453–662.
- Volkaitė-Kulikauskienė R., 1970 – Lietuviai IX–XII amžiais. Vilnius, 1970.
- Volkaitė-Kulikauskienė R., 1981 – Ginklai // *Lietuvių materialinė kultūra IX–XIII amžiuje*. Vilnius, 1981. T. 2, p. 6–48.
- Гуский И., 1984 – Элементарная физика с примерами решения задач. Москва, 1984.
- Медведев А. Ф., 1966 – Ручное метательное оружие (лук и стрелы, самострел) VIII–XIV вв. Археология СССР. Свод археологических источников E1–36. Москва, 1966.

### SANTRUMPOS

- LIIR – Lietuvos istorijos instituto Rankraštynas  
LNM – Lietuvos nacionalinis muziejus  
TIM – Trakų istorijos muziejus

# CROSSBOW ARROWS

## (The Comparative Analysis of Arrows Found in Trakai and Vilnius.)

### Gintautas Rackevičius

#### Summary

Only a few of arrowheads of crossbow arrows which are found on archaeological research have remained fragments of wooden shafts. Wholly remained crossbow arrows are rare in Lithuanian archaeological materials.

In 1978 a resident of Trakai found a wholly remained crossbow arrow 500 m from the Trakai peninsular castle (Fig. 1:2). The dating of the arrow found in Trakai may be grounded only on indirect data, according to the analogous arrowheads found on archaeological research of the peninsular castle. Both of them were dated to the end of the 14th century. Such tips of arrowheads hearts in neighbouring lands are found in layers dated to the 14th-15th centuries and in Lithuania – in layers of the 2nd part of the 14th – early 15th c.

In 1960 on exploration of Vilnius Lower castle a fragment of crossbow arrow was found (Fig. 1:1). After the evaluation of the data of exploration of Vilnius Lower castle according to its stratigraphical position the arrow found in Vilnius should be dated to the end of the 14th – beginning of the 15th c. According to the proportion of the arrowhead with the maximum widening closer to the point, the type of Vilnius arrowhead is closer to the analogous arrowheads types of the 2nd part of the 14th century which are found within the territory of Estonia. This also informs to the data of the Order's chronicles on attacks of Vilnius in 1365-1402. The type of the Vilnius arrowhead is of an crossbow arrow.

In production of crossbow arrow the centre of gravity of the arrow was a matter of very great importance. Usually the centre of gravity of shorter arrows (with shafts to 35 cm) was situated at the distance of 1/3 of the arrows's length from the arrow head, of longer arrows – at the distance of 1/4 of it. Namely for this reason most of the found crossbow arrows have cut ends. Not all the arrowhead have feathers. Usually a precisely chosen centre of gravity improved ballistic features of the arrow – its flying was more stable. The development of arrows was moving towards shorter and heavier ones. Even on visual comparison of the Vilnius and Trakai arrows it may be clearly seen that the Trakai arrow is more massive. Probably, it was produced for an crossbow with a

stronger bow which required a more complicated stressing mechanism.

If we shall conditionally simplify the arrowhead and the shaft of the whole arrow found in Trakai to pivots which centres of gravity coincide with their centres of symmetry (i.e. in the middle), we'll be able to calculate the centre of gravity of the arrow by use of elementary physics. In such a way it was calculated that the centre of gravity of the Trakai arrow is located at the distance of 14.8 cm from its point, i.e. the centre of gravity is located at the distance of 0.31 of the total length of the arrow ( $14.8/47.8 = 0.31$ ) from its point. The centre of gravity of the Trakai arrow calculated in an experimental way was located at the distance of 13.8 cm from its point. The inconsiderable difference of the results took place because of the lack of evaluation of the unsymmetry of the arrowhead – the negligence of 2.2 cm part of the shaft in the socket ( $L_2$ ) on the evaluation of the total length of the shaft.

Taking into consideration that only a fragment of the Vilnius arrow shaft remained and supposing that the distance of the centre of gravity of the whole arrow from its point is proportional to the one of the Trakai arrow (i.e. 0.31 of the length of the arrow), it may be supposed that the total length of the Vilnius arrow shaft. Shaft was about 50 cm. So, the total length of the shaft would be 1.48 times more than the length of the remained fragment. Analogously it was calculated that the centre of gravity of the Vilnius arrow was situated at the distance of 16.3 cm from its point. After the calculations of the location of the centre of gravity it may be stated that the supposition on the length of the shaft to be equal to 50 cm was true. So, if the changes of weight of the both arrows are proportional, the total length of the Vilnius arrow was 52.9 cm.

#### THE LIST OF ILLUSTRATIONS

Fig. 1. Crossbow arrows: 1 – a fragment of the Vilnius crossbow arrow, 2 – the Trakai crossbow arrow.



# СТРЕЛЫ АРБАЛЕТА

## (Сравнительный анализ стрел, найденных в Тракай и Вильнюсе)

### Гинтаутас Рацкявичюс

#### Резюме

Лишь незначительная часть наконечников стрел арбалетов, найденных во время археологических исследований, имеют хоть в какой-то мере сохранившиеся фрагменты деревянного древка. Полностью сохранившиеся стрелы арбалетов в археологических материалах Литвы встречаются редко.

В 1978 году житель города Тракай на расстоянии 500 м от Тракайского замка на полуострове обнаружил полностью сохранившуюся стрелу арбалета (рис. 1:2). Датирование тракайской стрелы возможно обосновать только при помощи косвенных данных – по соответствию с двумя аналогичными наконечниками стрел, найденных при археологических исследованиях замка на полуострове. Оба наконечника датированы концом XIV века. Такие наконечники стрел в соседних краях находят в слоях XIV-XV вв., а в Литве – в слоях, датированных II половиной XIV – началом XV вв.

В 1960 году при исследовании Вильнюсского Нижнего замка был найден фрагмент стрелы арбалета (рис. 1:1). При оценке последних данных исследований Вильнюсского Нижнего замка эта стрела по своему стратиграфическому положению была отнесена к концу XIV – началу XV вв. Судя по пропорции наконечника стрелы с максимальным расширением головки наконечника стрелы ближе к острию, наконечник найденной в Вильнюсе стрелы более близок к аналогичным наконечникам стрел II половины XIV века, которые находят на территории Эстонии. Это соответствует и данным хроник Ордена о нападениях на Вильнюс в 1365-1402 г.г. Наконечник найденной в Вильнюсе стрелы относится к наконечникам стрел арбалета.

В производстве стрел арбалета очень важное значение имел центр тяжести стрелы. Обычно центр тяжести коротких стрел с длиной древка до 35 см находился на 1/3 расстояния от наконечника, а более длинных стрел – на 1/4 этого расстояния. Именно по этой причине обычно находят стрелы с отрезанным концом. Не все арбалетные стрелы имели оперение. Обычно точно установленный центр тяжести улучшал баллистические свойства стрел – их полет был стабильным. Развитие стрел шло в направлении

производства более коротких и тяжелых стрел. Даже при визуальном сравнении вильнюсских и тракайских стрел ясно, что найденная в Тракай стрела массивнее. Вероятно, она была предназначена для арбалета с более крепким луком, требующим более сложных механизмов для натягивания.

Условно упростив наконечник и древко полной Тракайской стрелы до стержней, центры массы которых находятся в их центре симметрии (т.е. в середине), можно при помощи элементарной физики рассчитать расположение центра тяжести стрелы. Рассчитанный таким способом центр тяжести тракайской стрелы был расположен на расстоянии 14,8 см от острия, т.е. центр тяжести был на расстоянии 0,31 общей длины стрелы от ее острия ( $14,8/47,8 = 0,31$ ). Центр тяжести тракайской стрелы, рассчитанный экспериментальным путем, находился на расстоянии 13,8 см от острия. Небольшая разница между результатами расчетов имела место из-за того, что не была учтена несимметричность наконечника, кроме того, в длину древка не была включена его часть (2,2 см), находящаяся во втулке.

Предположив, что древко вильнюсской стрелы сохранилось не полностью, а в целой стреле центр тяжести был бы отдален в пропорции, соответствующей центру тяжести полностью сохранившейся тракайской стрелы (т.е. 0,31 длины стрелы), от ее острия, можно полагать, что полная длина древка вильнюсской стрелы была около 50 см, т.е. в 1,48 больше длины сохранившегося фрагмента. В соответствии с аналогичными расчетами, центр тяжести вильнюсской стрелы был на расстоянии 16,3 см от ее острия. После расчета расположения центра тяжести, можно утверждать, что предположение о длине древка стрелы, равной 50 см, было правильным. Так что если изменения веса обеих стрел были пропорциональными, то общая длина Вильнюсской стрелы была 52,9 см.

#### СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рис. 1. Стрелы арбалета: 1 - фрагмент Вильнюсской стрелы арбалета, 2 - Тракайская стрела.