

# KÖZLEMÉNYEK

KISS ATTILA

„ÍJUK, MINT ISTEN KARJA, ÉS NYILAIK ELŐL NINCS MENEKVÉS”

## Sztyepei típusú szaru-ín összetett íjak és nyilvesszők használati értékének vizsgálata

A szaruból, fából és inakból készült összetett íjakat hazánkban a szélesebb „tradicionális” íjász körökben még mindig a titokzatosság homálya fedi. A tévhitiek szerint ezek az íjak elképzelhetetlenül messzire lönek, egyszerűen kihúzhatatlanok, mások szerint csupán egy-két év az élettartamuk, abban azonban mindannyian egyetértenek, hogy megfigyeshetetlenek.

A Magyar Történelmi Íjász Társaság íjkészítő iskolájában tapasztalt íjkészítők útmutatása mellett a némi kezűgyességgel rendelkezők elkészíthetik saját összetett íjukat. A társaság az évek során régészekkel karöltve hatalmas lépéseket tett nomád őseink félelmetes fegyverének megismerése terén. A Zengő Nyíl Történelmi Lovas és Íjász Egyesület a lovasíjászat történelmi ágát képviseli, lovasai a hajdani harci szituációkat próbálják modellezni, és bemutatóikon évek óta kizárólag szaru-ín összetett íjakat használnak.

A sztyepei típusú összetett íjak és a történelmi nyilvesszők rekonstruálása és használata terén az egyesület és az íjkészítők termékeny együttműködésének eredményeként felmerült kérdésekre kerestem válaszokat kísérletemben, melynek során három különböző konstrukciójú és felépítésű, különböző történelmi korhoz kötődő szaru-ín összetett íjat (szkíta, honfoglaláskori magyar és oszmán) teszteltem tényleges harctéri használati értékük szempontjából, továbbá a különböző korokban használt, különböző súlyú, anyagú és felépítésű hegyekkel ellátott nyilak hatékonyságát is vizsgáltam.

A három íj működési adatainak mérésekor nem kívánok történelmi következtetést levonni, az adatok, illetve a következtetések csupán erre a három íjra és az adott íj felépítésére vonatkoznak. Tesztjeim egy kísérletsorozat részét képezik, melynek előzményei voltak mások kutatásaiban, tesztjeiben, mind külföldön, mind Magyarországon. Nagy segítséget jelentett számomra, hogy Szöllősy Gábor doktori értekezésében<sup>1</sup> már alaposan kidolgozta a különböző íjtípusok mechanikáját.

Elő lépésként 2018 novemberében a Zengő Nyíl Történelmi Lovas és Íjász Egyesület íjász pályáján mindhárom íjjal többször kilőttük az összes nyilvesszőt, megmértük kezdősebességüket, átlagoltuk, majd ugyanígy távot lőttünk, ezután a véleményem szerint homogén anyagnak tartott ballisztikai zselatinra, majd 2,3 cm vastag fenyődeszkából készült pajzsokra, végül érdekességképpen, de kevésbé mérhetően lamellás bőr-, illetve

<sup>1</sup> Szöllősy 1995a.

nemezpáncélra löttünk valamennyi nyíllal. A lövéseket hüvelykujjas hűrfogással, íjászyűrű segítségével adtuk le.

A kísérletbe 2019 novemberében két további íjat vontam be, majd 2020 márciusában és áprilisában az egyik nyílhegytípust vettem alá újabb próbáknak.

A kísérlet során segítségemre volt és tanácsokkal látott el Szöllősy Gábor, valamint Murat Özveri, az isztambuli Tiredaz íjászcsoport vezetője, aki maga is számos kísérletet végzett különböző íjakon, különböző lövési technikákkal. A kísérlet későbbi szakaszában Szöllősy Gábor segített tanácsaival és számításaival. A lövéseket Murat Özveri, valamint Kovács Róbert, Greskó Csaba a Zengő Nyíl Történelmi Lovas és Íjász Egyesület íjásza és jómagam adtuk le. A fényképeket fiam, Kiss Levente, a részletes fotókat és videókat Kőmíves Nelli, a fent nevezett egyesület íjász tanulója készítette. A diagrammok és táblázatok számítógépes kidolgozását szintén Kőmíves Nelli végezte el. Mindannyiuknak köszönet segítségükért!

### *A kísérlet során tesztelt íjak leírása*

Első íjunk egy szkíta típusú íj volt, amely Holger Riesch leírása alapján a szubesi (Subexi) íj rekonstrukciójának tekinthető.<sup>2</sup> Az íj a szubesi 1-es temetkezés 27-es sírjából, Turfán oázisvárostól délkeletre került elő Kínában, a Kr. e. V–III. századra datálják. Készítője Kommendánt Endre (1. kép). Az íj két-két egymás mellé ragasztott somfa (*Cornus mas*) pálcából és a pálcá párok közé ragasztott bivaly- (*Bubalus bubalus*) szarucsíkból épül fel (2. kép).

Az alkotóelemeket a készítő gímszarvas (*Cervus elaphus*) inból főzött enyvvel össze- ragasztotta, majd az elkészült íjmag dorzális, vagyis az íjász felé eső oldalára bivalyszaru lapokat enyvezett, melyek az íj középpontjából indulnak, de nem érnek el a reflexekig.

Az íj frontális – cél felé eső – oldalára több rétegben gímszarvas inakat ragasztott fel a készítő. A „réteg” fogalma ebben az esetben egy ütemben, elszórtan, szinte szálanként történő in felragasztást jelenti. A kész íjat gímszarvas inköttözés (bandázs) borítja az alsó reflex csúcsától a felső reflex csúcsáig.

Az íj leajzott állapotban nem mutat akkora előfeszítettséget,<sup>3</sup> mint egy török távlövő vagy egy koreai íj, sőt, kifejezetten húrkövetőnek<sup>4</sup> mutatkozik. Az eredeti szubesi lelethez hasonlóan a rekonstrukció aszimmetrikus, frontális oldalán mérve az íjra simított mérőszalaggal szarvcsúctól szarvcsúcsig 128 cm (az eredeti 120 cm)<sup>5</sup> (3–4. kép). Érdekessége, hogy az ovális átmetszetű reflexek kivételével a karok és a markolat egyaránt szinte háromszög átmetszetű.

Az általunk ismert sztyeppe-i íjakkal ellentétben a szubesi íj a markolatnál a legszélesebb (3,4 cm), és a deflex<sup>6</sup> részeknél a legkeskenyebb (2,2–2,3 cm), ugyanakkor éppen itt a legvastagabb, tehát nem a deflex részeknél hajlik, hanem a kar egyenes szakaszán és a

<sup>2</sup> Riesch 2009. 62. o.

<sup>3</sup> Előfeszítettség, az íj leajzott állapotban a célpont felé hajlását jelenti.

<sup>4</sup> Húrkövető az az íj, amelynek karjai a gyakori vagy a szakszerűtlen használatból a húr, illetve az íjász felé hajlanak.

<sup>5</sup> Riesch 2009. 64. o.

<sup>6</sup> Deflex az íjnak a reflexszel ellentétesen, vagyis az íjász felé hajló része.

reflexnél, ami azt jelenti, hogy egészen más az erőkar működése, és ezáltal máshová esik az íj terhelt része, mint a merev szarvú íjknál általában (5–6. kép).

Éppen ezért a merev szarvú íjknál használatos mérési paraméterek a szkíta típusú íjon nem használhatóak. A két szarvcúcstól a markolat közepéig húzott két egyenes által bezárt szög, ami megközelítőleg a merev szarvú íj markolati szögének felel meg, ami  $140^\circ$ . Ajzási magassága 8 cm,<sup>7</sup> az ideghossz 115 cm, az ideg anyaga 16 szálás dakron (a homogenitás érdekében valamennyi íjat dakron ideggel teszteltem, annak ellenére, hogy a nyers bőr csikokból sodort idegek kiválóan működnek).

A kísérletben használt II. számú íjat jómagam készítettem a Magyar Történelmi Íjász Társaság íjkészítő iskolája által használt paraméterek alapján. A Kárpát-medencei X. századi honfoglaló magyarnak tartott temetkezések fegyvermelléklettel rendelkező sírjaiból ismert merev szarv- és markolati agancslemezek formája és méretei alapján elképzelt típusrekonstrukciónak tekinthető.<sup>8</sup>

Az íj gerincét egy 90 cm hosszú kőris (*Fraxinus ornus*) fagag alkotja, melybe ékcsapolással, bőrennyvel ragasztottam be a kőrisfa szarvakat. A markolatot a  $160^\circ$ -ban meghajlított fagag közepére ültetve szintén bőrennyvel ragasztottam be (7–9. kép).

Az íj dorzális oldalára két bivalytülök-lemez került a markolat közepétől a fagag végéig; a frontális oldalra 110 g gímszarvas ínat enyveztem három rétegben. A kész íj ínas oldalát harcsabőrrel burkoltam, a szarus oldal szabadon maradt. (Érdekeség, hogy a felső kar szaruját egy fereg keresztben átrágtta még a felragasztás előtt, de ez nem befolyásolta az íj működőképességét, 10. kép.)

A markolati és íjszarv-lemezek nem szarvasagancsból, hanem szaruból készültek. Az íj hossza leajzva, szarvcúcstól szarvcúcsig, egyenesen mérve: 129 cm, felajzva: 128 cm. Ideghossz: 117,5 cm, anyaga: 16 szálás dakron. A húrakasztó horony távolsága a szarvcúcstól 4,62 cm. Szarvastagság a tőnél: 2,55 cm, közepén: 1,70 cm, a húrakasztónál: 1,28 cm; szarvszög:  $28^\circ$ , markolati szög:  $166^\circ$ , karhossz: 34 cm, szarvhossz: 24,5 cm; kar szélesség a legszélesebb résznél: 3,7 cm, karvastagság a hajlós rész közepén: 1,38 cm; az íj súlya: 586 g.

Következő egy oszmán-török íj, melyet a Magyar Történelmi Íjász Társaság íjkészítő iskolájának a Paku Sándor által megadott paraméterei alapján készítettem. A két 47 cm-es különálló kőrisfa kar, ami ékcsapolással, bőrennyv ragasztással illeszkedik a rombusz alakú, kőris markolathoz. A szarvak szintén ékcsapolással, bőrennyv ragasztással illeszkednek a karhoz (3. kép).

A szarvak nem hajlítottak, hanem kőrisfából kifaragottak; a meredek szarvszög miatt a törés elkerülése érdekében a szarvakba egy-egy szarulapot ragasztottam.

Az íj dorzális oldalára magyar szürkemarha (*Bos primigenius taurus hungaricus*) tülkéből kivágott szarulapok kerültek, melyek a középponttól a szarv tövéig érnek.

Az íj frontális oldalára három réteg, összesen 110 g gímszarvas ínat ragasztottam bőrennyvel. Az íjat ínazáskor nem húztam annyira össze, hogy a szarvak extrém módon megközelítsék egymást, mint a török távlövő íjak esetében, ezért az a betörés után nem hozta a drasztikus „C” formát (12–14. kép).

<sup>7</sup> Ajzási magasság: a felajzott íjon az ideg és a markolat távolsága.

<sup>8</sup> A rekonstrukciók, rekonstruálhatóság problémájára: Lásd: Szöllösy 2004. 57. o.; Igaz 2009.; Bíró 2013. 214–217. o.

A III. számú íj a kísérlet idején nem volt beburkolva. Hossza szarvcúctól szarvcúcsig, egyenesen mérve, leajzva 89,8 cm, felajzva: 108,7 cm. A szarvhossz: 9,5 cm, a húrakasztó horony távolsága a szarvcúctól: 2,5 cm, a szarv vastagsága a tónél: 1,45 cm, a közepén: 1,52 cm, a húrakasztónál: 1,48 cm. Szarvszög: 75°, karhossz: (a kasan gözüvel<sup>9</sup> együtt) 44 cm, karszélesség a legszélesebb részen: 3,55 cm, karvastagság a legintenzívebben hajló rész közepén: 1,62 cm. Markolati szög: 149°, ajzási magasság: 19,5 cm, ideghossz: 103,5 cm. Anyaga: 16 szálal dakron, súlya 438 g.

### *Kísérletek*

Egy íj használhatóságában, vagyis tényleges harctéri használati értékében a legnagyobb szerepet az ereje játszik, ugyanakkor ezt a „hatékonyságot” növelheti a markolati szög bizonyos fokú növelése,<sup>10</sup> a munkát végző karok rövidítése, a szarvszög növelése és a szarvak rövidítése.<sup>11</sup> Ezekkel a megoldásokkal az íj ereje, energiátároló képessége és a kilőtt nyíl kezdősebessége is növelhető (lásd az 1–4. ábrát). Az ábrákból kiderülő összefüggéseket Szöllösy Gábor kimutatta, ezért kísérletem során az íjak mechanikájával nem kívántam részletekbe menően foglalkozni.

Íjász- és íjkészítő körökben sokan a felajzott íj markolati reflexének, vagyis visszahajlásának mértékét tekintik mérvadó markolati szögnek. Nem a két szarvtő középvonalát és a markolat középpontját összekötő egyenesek által bezárt szöveget, hanem a markolatból kiinduló karok kezdeti szakaszát összekötő egyenesek által bezárt szöveget tekintik markolati szögnek. (Ez utóbbi a felajzott íj markolati reflexének szöge, 16–17. kép.)

Ennek a mérésnek megfelelően a szkíta típusú íjnak a legmeredekebb a markolati szöge, tehát a legkedvezőbb értékeket kellene mutatnia; a szarvszög alapján a magyar és török íjnak nagyjából egyformán kellene szerepelnie, míg a markolati reflexszögek mérése alapján a magyar íj a második, a török íj pedig a harmadik helyen állna.

Az általam mért adatok azonban más eredményt hoztak. Mindhárom íj esetében megmértük valamennyi nyíl kezdősebességét az íjtól 2 m-re elhelyezett CHRONY model-1 sebességmérővel. Nyilvánvaló, hogy a kilövés helyétől eltávolodó nyíl veszít a mozgási energiájából a megtett távval egyenes arányban (a holtpontig). Erhard Godehardt íjtesztjein a kilövés helyétől 1 m-re,<sup>12</sup> Holger Riesch 50 cm-re helyezte el a sebességmérőt.<sup>13</sup> (A különböző távolságra elhelyezett műszerek adatait csak átszámolás után lehet összehasonlítani, én azonban csak a 2 m-re elhelyezett sebességmérővel nyert adatokat dolgoztam fel.)

A szkíta stílusú íj húzáshosszához alkalmazkodva mindhárom íjnál egységesen 65 cm-es húzáshosszt határoztam meg; a lövéseket belövő állvány alkalmazásával adtuk le, ám az I. íjat a nem szokványos markolat formája miatt nehezen tudtuk az állványba befogni, ezért a szkíta stílusú íjjal a távlövéseket kézzel adtuk le.

<sup>9</sup> Kasan gözü a török íj reflexének része, ami a munkát végző hajlós kar és a szarv közé esik; átmetszete megközelítőleg háromszög alakú.

<sup>10</sup> Varga 2013. 71–73. o.

<sup>11</sup> Szöllösy 1995b. 39–40. o.

<sup>12</sup> Godehard 2009. 46. o.

<sup>13</sup> Riesch 1999.

A 65 cm-es húzáshosszon a szkíta (I.) 74, a magyar (II.) 55, a török (III.) 65 lb húzóerőt produkált, az I. az összes nyílvevő átlagát tekintve 35,8 m/s, a II. íj 37,61 m/s, míg a III. íj 40,32 m/s kezdősebességet mutatott.

A távlövészek szintén 65 cm-es húzáshosszon az I. íjnál az összes nyíl átlagát tekintve 115,4 m, a II. íjnél 107,9 m, míg a III. íjnél 119 m volt. A maximális lőtávolság az elsőnél 143,3, a másodiknál 146,3, míg a harmadiknál 164,4 m volt. Sajnos a lövőállványt nem lehetett a távlövéshez legmegfelelőbb 45 fokos szögbe beállítani, ezért a II. és a III. íjjal szintén kézi lövésekkel megismételtük a távlövéseket, melyek átlaga és maximális távolsága a II. íj-nál lett a legnagyobb. (Lásd a 3. mellékletet.)

A joule-ban mért mozgási energia átlagosan az I. íjnél 37,38, a II. íjnél 38,14, míg a III.-nál 47,01 volt. Az íjban tárolt energia a 4. számú (67 g-os rövid vágóélű deltoid hegyű) nyílra kiszámolva az I. íjnél 35, a II. íjnél 44, míg a III. íjnél 82 joule volt. Az itt kiemelt adatokból és a mellékletet alaposan tanulmányozva látható, hogy a nagy húzóerő ellenére a szkíta stílusú íj nem hozta azokat az értékeket, amiket vártam, sem a nyilak kezdő sebességét, sem a mozgási energiát, sem a távlövéseket tekintve.

A 65 cm-es húzáshosszal az I. vagyis a szkíta stílusú íj korlátaihoz igazodtam, azonban a másik két íjnak felépítésénél fogva nem 65 cm az ideális húzáshossza.

A II. és a III. íj ideális húzáshosszát végül a kézből távolra leadott lövészek során állapítottam meg. 70 cm-es húzáshosszon a II. íj 65 lb, a III. íj 83 lb erejű lett. A II. íjat tovább húztuk 75 cm-re, itt már 77 lb erőt produkált.

A távlövéseket a II. íjjal 70 lb, a III. íjjal 80 lb húzóerőn adtuk le. Gondos mérés után a nyilakon az adott húzóerőt adó húzáshosszt bejelöltem. Így a II. íjjal leadott lövészek átlaga 146,5 m, a III. esetében 131 m, a maximális távolság (nyilván a legideálisabb nyíllal) a II.-nál 176 m, a III.-nál 174,5 m lett. Meglepő, hogy a 10 lb-vel alacsonyabb húzó erejű II. íj 15,5 méterrel nagyobb átlagot mutatott.

Szintén meglepő, hogy az adatok értékelésekor kiderült: a K érték (Klopsteg-féle érték), az íjban tárolt energia bizonyos része, mely az íjkarok mozgatásához szükséges, és azt mutatja meg, hogy a tárolt energiának ezzel a részével hány grammos nyilat lehetne kilőni:<sup>14</sup> az I. íjnél 40,6, a II. esetében csupán 39, míg a III. íjnél 67,6 g lett. A tényleges használati érték szempontjából az alacsonyabb K érték a kedvezőbb, hiszen így a tárolt energiából több marad a nyílvevő mozgatására, és kevesebb fordítódik magának az íjnak a mozgatására, amely a nyílvevő szempontjából „elveszett” energia. E tekintetben tehát a magyar íj szerepelt a legjobban.

Az íj leajzott állapotban mutatott képét a szarv- és a markolati szög egyaránt meghatározza, valamint a karok negatív hajlása, úgynevezett előfeszítettsége is. Amikor az íjkészítő az íj frontális oldalára felragasztja az ínreégeket, az íj szarvait fokozatosan összehúzza az ínazott oldal irányába. A harmadik réteg felragasztása után az íj szarvai kishíján összeérnek negatív irányba. Az ilyen íjat nem könnyű felajzani. Ha azonban ínázáskor az íjat kevésbé húzza össze az íjkészítő, az íj képe kevésbé hozza a „C” formát. Az így készült íjat jóval könnyebb felajzani. Más szóval: az íjban tárolt energia egyenesen arányos alakváltozásának négyzetével, illetve a rugalmasságát jellemző állandóval. Ha például egy leajzottan egyenes és egy „C” alakú előfeszítettségű íj rugalmassági állandója ugyanaz, akkor a tárolt energiájuk a deformáció mértékétől függ. A „C” alakú íj nagyobb deformá-

<sup>14</sup> Szöllősy 1995a. 4. o.

ciót szenved, ezért felajzás után a benne tárolt energia nagyobb lesz. Leegyszerűsítve: egy egyenes vagy akár a felajzás irányába eleve hajló íjat jóval egyszerűbb felajzani, vagyis kevesebb energiát követel a felajzótól, mint azt az íjat, melyet ellenkező irányból kell visszafeszíteni. Nyilván az ellenkező irányból történő visszafeszítéskor több energiát tesz a felajzott íjba a felajzó ember. (A nyíl kilövésére fordított energia tehát az íjban tárolt energiából és a lövés idején történő megfeszítéskor beletett energiából áll össze.)

Ez némi magyarázatot adhat arra, hogy a kísérletbe bevont szkíta stílusú I. íj a viszonylag nagy húzó ereje ellenére miért mutatott a másik két íjjal szemben alacsonyabb értékeket. Az I. íjat a készítő inazáskor nem húzta össze frontális irányba, ezért a leajzott íj képe alig különbözik a felajzás után mutatott képétől, így a benne tárolódó energia csekély (18. kép).

Az I. íj a szubesi íj mintájára készült. A Pazyrik kultúrával sok hasonlóságot mutató temetkezésből származó íjat valószínűleg felajzott állapotban tették a sírba. Az általam ismert valamennyi szkíta íjbrázolás az íj felajzott képét mutatja (19–22. kép).

A leajzott és „megpihent” szkíta íj formáját tehát nem ismerjük. Az íjkészítők kiindulási pontnak a felajzott íjformát tekintik, és a leajzott íjat is ilyenre készítik, ami nem tárol annyi energiát, mint egy negatív „C” formát mutató leajzott íj. Ha azonban a szkíta íj leajzottan negatív „C” formát mutatna (23. kép), akkor feltehetőleg a mért értékek a kísérletben használt I. íjénál jobbak lennének. A képen látható íjat a kísérlet keretei miatt nem tudtam tesztelni. (24–26. kép.)

Az I. íj „lomhaságának” és 65 cm-en úgynevezett „felkeményedésének” oka véleményem szerint a kedvezőtlen leajzott formáján kívül az is lehet, hogy négy pálcából és a közjük ragasztott állított szarucsíkból épül fel. Véleményemet úgy támaszthatnám alá, ha formailag az I. íj hasonmását elkészíteném, ami nem ilyen módon épül fel, és az I-vel megegyező méréseknek vetném alá. A szkíta típusú íj rekonstrukciójának ez lehetne a következő lépése.

#### *A kísérletbe 2019-ben bevont íjak adatai*

A IV. íj Pári Vilmos (Magyar Történelmi Íjász Társaság) által készített X. századi magyar típusú íj. Az íj körisfából, bivalyszaruból, szarvasinból épül fel, kívül nyírfa (*Betula Pendula*) kéreg borítja (27–28. kép).

Hossza szarvcúctól szarvcúcsig, egyenesen mérve leajzott állapotban: 103,4 cm, felajzva: 132 cm, ideghossz: 119 cm, anyaga 16 szálás dakron. Húrakasztó távolság a szarvcúctól: 4,9 cm. Szarvastagság a tónél: 2,92 cm, középen: 1,65 cm, a húrakasztó horonynál: 1,15 cm, a szarv hossza: 24,5 cm, a szarv szöge: 59°. Markolati szög: 153°, karhossz: 33 cm, karszélesség a legszélesebb résznél: 4,18 cm, karvastagság a hajlós rész közepén 1,08 cm, ajzási magasság: 17,3 cm, rövidebb ideggel: 21,5 cm. Súlyja 689 g, a markolat mérete: 2,62×3,55 cm. A markolati és a szarv laterális (oldalsó) lemezek gím-szarvas-agancsból készültek.

Az V. íj egy Pári Vilmos által készített oszmán török stílusú íj (29–30. kép). Az íj hossza szarvcúctól szarvcúcsig egyenesen mérve leajzva: 108 cm, felajzva: 116 cm. Ideghossz: 109 cm, anyaga 16 szálás dakron. A húrakasztó horony távolsága a szarvcúctól: 2,65 cm, szarvastagság a tónél: 1,62 cm, középen: 1,7 cm, a húrakasztónál: 1,82 cm, a szarv hossza: 9,5 cm, a szarv szöge: 51° Markolati szög: 156°, karhossz kasan gözüvel:

43 cm, karszélesség a legszélesebb részen: 3,46 cm, karvastagság a hajlós rész közepén: 1,18 cm. Ajzási magasság: 17,5 cm. Súly: 488 g, a markolat mérete: 2,82×3,5 cm.

A kísérletbe 2019 novemberében bevont IV. és V. íj mérésekor nem állt rendelkezésemre a korábban használt lövőállvány, ezért a lövéseket kézből kellett leadni. A IV. és V. íj erő-elmozdulás értékeit előre felvettük, majd az összes nyíllal megtörténtek a sebességmérések, a 2018-as teszttel megegyező módon, a lövés pontjától 2 m-re elhelyezett sebességmérővel, aztán a távlövés következtek. (Az adatokat lásd az 5. mellékletben.) Az összes nyíl kezdősebességének átlagát nézve az újonnan mért íjak értékei alig különböztek a II. és III. íj értékeitől, azonban észrevehető volt a kézi lövésből adódó eltérés. Kézi lövéskor minden igyekezet ellenére az íjász, főként a keleti lövési technikák esetén, íjat tartó kezével a célpont irányába plusz mozdulatot tesz („hatra”), ami adott esetben növelheti a kilőtt nyíl kezdősebességét, az oldalra elfordított markolat pedig csökkenti a nyíl repüléskori kilengését, ami szintén kedvezően befolyásolja a sebességet.<sup>15</sup>

A IV. íj idege hosszúnak bizonyult a szarv szögéhez képest, s az íj ledobta az ideget – leajzotta magát –, ezért egy rövidebb ideggel újból felvettük az erő-elmozdulás értékeket. (A két különböző hosszúságú ideggel mért erő-elmozdulás grafikon az ábrán látható.) Érdekesképpen néhány nyilat kilőttünk íjász gyűrű nélkül is abból az előzetes feltételezésből kiindulva, hogy ezek kezdősebessége alacsonyabb,<sup>16</sup> az adatok azonban ezt nem támasztották alá. Ezzel a kérdéssel külön kísérletben kell majd foglalkozni, s azzal is, hogy a hosszabb ideje felajzott szaruín összetett íj teljesítménye mennyit változik a frissen felajzott íj teljesítményéhez képest, más szóval az íj „fáradás”-át (hiszterézis)<sup>17</sup> is tesztelni kellene (31–33. kép).

### Nyíltesztek

A kísérlet során tesztelt nyilak adatai

1. nyíl
27 g (test: 23 g, hegy: 4 g), szkítákra jellemző bronz hegyvel a fatest anyaga: esztergált hárs ( <i>Tilia cordata</i> ) hossza hegy nélkül: 69,5 cm, a hegy hossza: 2,3 cm vastagsága a legszélesebb résznél: 8,1 mm a toll magassága: 1,1 cm a toll hossza: 12 cm a toll távolsága a nyíl végétől: 3,7 cm a hegy pengevastagsága: 1,2 mm
2. nyíl
26 g (test: 26 g, hegy: 3 g), szkítákra jellemző bronz hegyvel a fatest anyaga: esztergált hárs hossza hegy nélkül: 69,5 cm (minden adat azonos az előzőével), de a toll távolsága a nyíl végétől: 4 cm

<sup>15</sup> Özveri 2018. 175–183. o.

<sup>16</sup> Özveri 2018. 126–128. o.

<sup>17</sup> Szöllősy 1995b. 12. o.

3. nyíl

38 g (test: 29 g, hegy: 9 g) magyar leletanyagból ismert szűrő hegy kovácsolt vasból  
a fatest anyaga mogyoró (*Corillus avellena*) hajtás  
hossza hegy nélkül: 75,5 cm, a hegy hossza: 2,3 cm  
vastagsága: 6 mm  
a fatest dongás kialakítású, vastagsága a legszélesebb résznél: 11 mm  
a toll magassága: 1,3 cm  
a toll hossza: 12,2 cm  
a toll távolsága a nyíl végétől: 3,9 cm

4. nyíl

67 g (test: 41 g, hegy: 26 g) a magyar leletanyagból ismert rövid vágóélű, lapos deltoid formájú hegy, kovácsoltvasból  
a fatest anyaga: ostormén bangita (*Viburnum lantana*) hajtás  
hossza hegy nélkül: 76,3 cm, a hegy hossza: 6 mm, vastagsága: 3,8 mm  
szélessége: 2,9 cm  
a fatest dongás kialakítású, vastagsága a legszélesebb résznél: 10 mm  
a toll magassága: 1,3 cm  
a toll hossza: 11,7 cm  
a toll távolsága a nyíl végétől: 3,7 cm

5. nyíl

63 g (test: 37 g, hegy: 26 g) a hun leletanyagból ismert három élű hegy, jó minőségű vasból  
a fatest anyaga: mogyoróhajtás  
hossza hegy nélkül: 76 cm, a hegy hossza: 5,85 cm, szélessége: 1,45 cm  
a penge vastagsága: a tövénél 4 mm, fokozatosan keskenyedő, élben végződő  
a fatest dongás kialakítású, vastagsága a legszélesebb résznél: 12 mm  
a toll magassága: 1,25 cm  
a toll hosszúsága: 11,8 cm  
a toll távolsága a nyíl végétől: 3,8 cm



6. nyíl

53 g (test: 36 g, hegy: 17 g) a magyar leletanyagból ismert, ívelt vágóélű, rombusz alakú, kovácsoltvas hegygel

a fatest anyaga: mogyoróhajtás

hossza hegy nélkül: 76,2 cm, a hegy hossza: 5,2 cm, vastagsága: 3,8 mm, szélessége: 2,8 cm

a fatest dongás kialakítású, vastagsága a legszélesebb résznél: 11,2 mm

a toll magassága: 1,3 cm

a toll hossza: 12 cm

a toll távolsága a nyíl végétől: 3,6 cm

7. nyíl

100 g (test: 44 g, hegy: 56g) az avar leletanyagból ismert, nagyméretű, három élű konkáv hegy, jó minőségű vasból

a fatest anyaga: ostormén bangita hajtás

hossza hegy nélkül: 76,5 cm, a hegy hossza: 5,3 cm, szélessége: 2,8 cm,

az él vastagsága a tövénél: 4 mm, fokozatosan keskenyedik

a fatest dongás kialakítású, vastagsága a legszélesebb résznél: 10,5 mm

a toll magassága: 1,3 mm

a toll hossza: 11,5 cm

a toll távolsága a nyíl végétől: 3,9 mm

8. nyíl

103 g ( est: 49 g, hegy: 54 g) az avar leletanyagból ismert nagyméretű, három élű hegyes hegy, jó minőségű vasból

a fatest anyaga: ostormén bangita hajtás

hossza hegy nélkül: 76,4 cm, a hegy hossza: 5,5 cm, szélessége: 3,4 cm

a penge vastagsága a tőnél: 4 mm, azután keskenyedik

a fatest dongás kialakítású, vastagsága a legszélesebb résznél: 10 mm

a toll magasság: 1,3 cm

a toll hossza: 11,5 cm

a toll távolsága a nyíl végétől: 3,7 cm

A homogenitás érdekében valamennyi nyílra vásárolt pulykatollat ragasztottam. A kísérletnek ebben a szakaszában a különféle nyilak harctéri hatékonyságát próbáltam megfejteni, rangsorolni, első lépésben kezdősebességük mérésével, majd becsapódási mélységük mérésével, végül távlövessel. A becsapódás mérése leginkább mérhető anyagokra (ballisztikai zselatin, 2,3 cm vastag fenyődeszka-pajzs) történt, érdekesség kedvéért ezután lamellás bőr- és tömör nemezpáncélra is lőttünk.

*Néhány mondat a nyilak fizikájáról*

A nyílvevő becsapódásának erejét, illetve távolra lehetőségét számtalan tényező befolyásolja. A gravitáció és a Föld forgása következtében fellépő centrifugális erőből áll össze a nehézségi erő. A nehézségi erő és a nyílvevő tömege együttesen hozza létre a nehézségi gyorsulást. A nehézségi erőn és a nyíl tömegén kívül a közegellenállás és az aerodinamikai felhajtóerő is hat a nyíl röppályájára. A közegellenállás a repülés irányával ellentétes, míg az utóbbi merőleges.

A közegellenállási erőt befolyásolja a közeg és a nyíl egymáshoz viszonyított sebessége, vagyis a nyíl sebessége a közegben. A hegy nagysága, formája szintén meghatározó tényező, hiszen megszabja, hogy a repülő nyíl mentén a légáramlás lamináris vagy turbulens-e. Ha döntően turbulens, akkor növekszik a közegellenállási együttható mértéke. Minimális mértékben a fatest formája és a nyílajak (nock) fatesthez viszonyított szélessége is befolyásolja a légáramlás jellegét, így a közegellenállást csakúgy, mint a tollak magassága, száma, elrendezése és a nyílajaktól való távolsága.

A nyílvevő súlypontjának a valós középponttól való távolsága meghatározza az aerodinamikai felhajtóerő forgatónyomatékát. Ha a nagyobb átütőerő elérése érdekében növeljük a hegy súlyát, csökken a nyíl sebessége, ám ha ezzel párhuzamosan csökkentjük a tollak magasságát (felületét), az elveszített sebességből valamennyit visszanyerhetünk. A nyílvevő repülés közbeni stabilitását az elől lévő súlypont és a tengelye körüli forgása biztosítja, utóbbi a tollaknak köszönhető. A forgási energia a nyíl mozgási energiájából táplálkozik, ami további sebességcsökkenést eredményez. Befolyásoló tényező még az íjászparadoxon, ami a nyílvevő kilövését követő kilengését jelenti. Az íjászparadoxont, vagyis a kilengés mértékét az íj ereje és a fatest rugalmassága határozza meg (utóbbi nevezük SPINE értéknek). A „legideálisabb” a kilengés mértéke, ha az íj ereje és a nyíl spine-ja arányban állnak egymással. (Ez a kísérlet során nem mindig valósult meg.)<sup>18</sup>

A nyilak kezdősebességét, mint már fentebb említettem, a kilövés pontjától 2 m-re elhelyezett sebességmérővel mértük. Az íjászparadoxon okozta kilengés következtében sok esetben a sebességmérő nem tudta bemérni a nyilat, mert a mérés pontján a nyílvevő szinte keresztben repült.

Néhány nyílvevő, mint például az 1. és 2. számú, kisebb átmérőjű (8,1 mm) hársfából esztergált fatestének spine-értéke<sup>19</sup> nem felelt meg az erős íjoknak, ugyanakkor a nehezebb hegyű nyilak esetében a hegy és test súlyának aránya nem volt ideális.

A nyilak hatékonyságát tekintve a szkíta stílusú bronzhegyű (1. és 2.) nyilak a vártnál jobban szerepeltek. Kezdősebességük legkisebb súlyuk okán a legtöbb volt. A magyar szűrő hegyű (3.) nyíl szintén kedvező sebességértékeket mutatott, míg a három élű, avar leletanyagból ismert hegyű nyilak (7–8.) messze alulmaradtak. Az 1. és 2. nyíl esetében a hegy-köpi szűk volta miatt a fatestet a hegy tövénél túlságosan vékonyra kellett faragni, ami törésveszéllyel fenyegetett, ennek ellenére sem a ballisztikai zselatinba, sem a bőrpáncélba, sem a földbe fúródva nem tört el, kizárólag a fapajzs fogott ki rajta, amibe bele

<sup>18</sup> Hegedűs 2013. 7–10. o.

<sup>19</sup> Spine-érték: a nyíl testének hajlékonyságát kifejező mértékegység. GNAS (brit) AMO (amerikai) egység. Szöllősy Gábor 1995b. 16.o.

is tört. A súlyos avar hegyek (7–8.) a ballisztikai zselatinba legfeljebb a hegy mélységéig fúródtak, a páncélokról lepattantak, és a távlövés teszteknel is siralmasan szerepeltek. Ezen hegyek hatékonyságát Holger Riesch is vizsgálta, és hasonló eredményre jutott.<sup>20</sup> (34–38. kép.)

A becsapódási mélységeket és a távokat figyelembe véve a 3. nyíl kapta az első helyezést. Történelmi viszonylatban botorság lenne a szkíta bronzhegyű nyilakat a későbbi korok vashegyű nyilaival összehasonlítani, azonban a magyar szűrőhegy (3.) és a rövid vágóélű deltoid (4.), vagy a rombusz alakú hegy (6.) összehasonlítása felvet néhány kérdést.

Ha a szűrőhegy a legmélyebbre hatol a célpontba, és a távlövéseknel is messzebb repül az ugyanabban a korban használt nehezebb hegyekkel felszerelt nyilaknál, vajon mi lehetett az oka annak, hogy a X. századi leletanyagban való előfordulása elmarad a deltoid és a rombuszé mögött? Összességében valóban elmarad, de egyes sírokat kiragadva a szűrő hegyek túlsúlyban vannak, például a Kiszombor-B. 310. sírban egy lapos, rövid vágóélű deltoid hegy és egy hosszú vágóélű deltoid hegy mellett 9 szűrő hegyet, a Deszk-D. 65. sírban egy levél alakú és egy rendkívül nagy fecskefark alakú hegy mellett 5 szűrőhegyet, a tuzséri 6. sz. sírban pedig 5 darabot találtak.<sup>21</sup> Ha gazdasági vonzatát nézzük a kérdésnek, 2000 nyilvesszőre számítva a 9 g-os szűrőhegyekhez 18 kg vasra van szükség, míg a 26 g-os deltoid hegyekhez 52 kg-ra. Bármekkora vaskohászattal vagy kiapadhatatlan vasérclelőhelyekkel rendelkezzen egy gazdaság, nem mindegy, hogy 18 vagy 52 kg vasat „hajjigál” át az ellenséghez. Másképp fogalmazva: ha 18 kg vassal ártalmatlanná lehet tenni az ellenséget, miért szükséges 34 kg-mal több vas elpazarlása? – és most „csak” 2000 darab nyílról beszéltem.

A megoldás valószínűleg a különböző hegyek tényleges sebzó értékében rejlik. Az oldalán viszonylagosan tompa, négyzetes átmetszetű szűrőhegy talán kevésbé károsítja az élő szövetet, mint a lapos, két oldalán éles hegy. Kr. u. 1388-ban Gaston de Foix írja vadász könyvében, hogy a hosszú vágóélű hegyek azért hatásosak, mert a hosszú él olyan fájdalmat okoz az állatnak, hogy még ha nem is halálos a seb, mégis megakadályozza a menekülésben.<sup>22</sup> Emberek esetében is hasonló okról lehet szó? Roger Ascham az *Íjászat tankönyve* című művében a XVI. században a vékony, lapos élű hegyeket szintén fájdalmasnak tartja, ugyanakkor a négyszögű szűrőhegyek használata mellett azzal érvel, hogy mélyen a testbe fúródnak, könnyű kihúzni, ily módon a sebesült halálát meggyorsítja. Ascham a szűrőhegyet főként háborús hegynek tartja, míg Cs. Sebestyén kifejezetten vadászhegynek gondolja.<sup>23</sup> Hubert Sudhues sertéstetemre végzett tesztlövései során megfigyelte, hogy az él nélküli, négyzetes hegy tamponálta a kilyukasztott belet, a lapos, éles hegy azonban felvágta, miáltal a béltartalom kifolyt.<sup>24</sup> Nyilvánvaló, hogy bizonyos hegyek használatát az ellenség páncélozottsága, illetve a páncélozottság hiánya is indokolja.<sup>25</sup> A X. századi magyar leletanyagban a leggyakoribb a rövid vágó élű, deltoid hegy (mely mellesleg az eurázsiai sztyeppevidéken általánosan használt, tehát bevált forma), a lánccinggel esetleg más páncélzattal nem rendelkező ellenség ellen hatásos, míg a szűrő-

<sup>20</sup> Riesch 2002. 58–59. o.

<sup>21</sup> Cs. Sebestyén 1932. 199–200. o.

<sup>22</sup> Riesch 2002. 60. o.

<sup>23</sup> Riesch 2002. 61. o.; Cs. Sebestyén 200. o.

<sup>24</sup> Sudhues 2004. 104. o.

<sup>25</sup> Töll 2009. 53. o.

hegy a láncingen legalább a hegy hosszának mélységében áthatol, amit korábbi lövéstesztek igazoltak (39–40. kép).<sup>26</sup>

Amennyiben az ellenség kevésbé páncélozott vagy a nyilakat használó lovasíjászok a páncélozott ellenséggel való találkozást elkerülték, a szúróhegyek helyett a lapos, pengés hegyek alkalmazását vélték indokoltnak.

Az avar leletanyagból ismert hegyek tesztje hasonló kérdéseket vet fel. Mi okból alkalmaz egy sereg rossz becsapódási hatékonysággal rendelkező, igazán nagy távolságra nem löhető, 54-56 g-os hegyekkel ellátott nyilakat, ha köztudottan használ 9-10 g-os hegyeket is? 2000 nyílvevessző esetén az 56 g-os hegygel felszerelve 112 kg vasra van szükség, a 9 g-os hegyekre számolt 18 kg vassal szemben; a különbség nagyon szembetűnő. Vajon mi készítet egy sereget ekkora vasmennyiség felhasználására? Nyilván az ellenség páncélozottsága, tehát logikailag arra következtethetünk, hogy ez a hegytípus valamilyen szinten kárt tehet a páncélozott ellenségben. Avar temetkezésekből ismerünk részleges (Kunszentmárton, Tiszavasvári, Hajdúdorog),<sup>27</sup> illetve egész lamellás fémpancélt (Derecske-Bikás dűlő).<sup>28</sup> Ezt a panécéltípust nemcsak az avarok nehézlovassága, hanem az ellenük hadakozó frankok és bizánciak is ismerték. Leletek és ábrázolások tanúskodnak arról, hogy ez a panécél típus már az ókorban is széles körben ismert volt.<sup>29</sup> Korábbi kísérletek<sup>30</sup> tanúsága alapján nyilvánvaló volt számomra, hogy sem a háromélű, sem a lapos hegyek nem feltétlenül ütik át sem a lamellás, sem a lánccpanécélt. Ám ha az ellenség panécélja a rendelkezésre álló eszközzel nem üthető át, valahogy harc képtelenné kellene tenni az embert a panécél mögött. (2019 novemberében a IV. és a V. íj használati értékének meghatározása után a IV. íjjal 25×25 cm-es szegecselt sodronypanécéldarabra lőttünk a 8. számú hegygel felszerelt nyíllal.)

A sodronydarabot egy, az emberi test szilárdságától nem különösebben eltérő keménységű henger szalmabálára, nem túlságosan megfeszítve (tehát nem deszkára és nem teljesen feszesen) erősítettem fel, ugyanis a láncing feszessége, illetve a mögötte elhelyezkedő „háttér” nagyban befolyásolja a lánccszemek átütetőségét.<sup>31</sup> A lövéseket a IV. számú íjjal adtuk le 75 lb húzóerővel, 12 m távolságról. Az eredmény a jelen körülmények között igazolta feltételezésemet: a lánccok minimális sérülést szenvedtek, de a nyíl nem hatolt át a sodronydarabon.<sup>32</sup>

Feltételeztem, hogy az avar leletanyagból ismert, hatalmas hegyekkel felszerelt nyíl, ha nem is hatol át a panécélon, becsapódáskor akkora ütést mér a mögötte megbúvó emberre, hogy esetleg csontot tör vagy egyszerűen letaszítja a lóról. Ezt a feltételezést kívántam igazolni vagy cáfolni a lövésteszt harmadik kísérletével 2020. március 22-én, amikor a már tesztelt 7. számú nyíllal (100 g, 56 g-os konkáv hegy) egy 31×33 cm-es, 1 mm vastag hengerelt acéllemezekből készült, közel 100 darab 8×3 cm-es „tetőcserép” alakú lemezből álló lamellás fémpanécélra (készítő: Wilhelm Ákos Sándor )<sup>33</sup> és a mögé rejtett sertésol-

<sup>26</sup> M.T.Í.T. lövésteszt 2018. októberben: *Adács* 2018. Lásd még *Igaz* 2010. 287. o.

<sup>27</sup> *Csallány* 1960. 17. o.

<sup>28</sup> A Debreceni Déri Múzeum kiállítása: A Kagán lovása. 2019. október 2. – december 31. (Derecske, Bikás-dűlő, teljes avar lamellás panécél, a feltáró: Hága Tamara.)

<sup>29</sup> *Pintér-Nagy* 2014. 95–97. o.; *Riesch* 2017. 185–193. o.

<sup>30</sup> M.T.Í.T. lövésteszt 2018. októberben: *Adács* 2018.; *Riesch* 2017. 185–193. o.

<sup>31</sup> *Töhl* 2009. 50–53. o.

<sup>32</sup> *Riesch* 2002. 58–61. o.

<sup>33</sup> *Csallány* 1972. 11–12. o.

dalasra lőttünk a kísérlet korábbi szakaszából már ismert II. íjjal. A páncél és az oldalas közé semmiféle szövetet, sem fegyverkabátot nem tettem, az oldalast nejlonba csomagoltam, mögé embermagasságú, a mellkas keménységéhez hasonló zsákbábut készítettem. A célpontot a kilövés helyétől 12 m távolságra helyeztem el, a kilövés helye 2,5 m magasságban volt, hogy a becsapódási szög megfelelő legyen. A lövések leadása után az oldalas bordáit alaposan átvizsgáltam, a csontok teljesen épek maradtak, kivéve azt a bordacsonatot (*os costale*), ami a páncél alól kilátszott, ezt a nyíl eltörte (42–46. kép).

Miután a páncélozott bábura a lövések megtörténtek, dupla bélelt lenvászon fegyverkabátot vettem fel, majd arra kemény nemez páncélt, végül a lamellás fémpáncéldarabot a mellkasomra erősítettem és a kellő biztonsági intézkedések után segédem a II. számú íjjal a 7. számú nyilat 12 m-ről a mellkasomra lőtte. A nyíl becsapódása nem okozott ájulást, sem egyensúlyvesztést, és úgy gondolom, hogy az ütés a csatában egy embert nem tett volna harcképtelenné. Ezek után feltételeztem, hogy a tesztelt hegyeket nem a páncélozott ellenség harcképtelenné tételére alkalmazták, hanem talán a lovak esetleges lópáncél<sup>34</sup> alól kilátszó testrészeinek zúzására. Mivel a súlyos, tompa avar hegyek használatának létjogosultsága még mindig nem tisztázódott (Kalmár János a tompa avar hegyeket vadász-, illetve gyújtónyilak hegyének gondolja),<sup>35</sup> és ló testrészeket nem tudtam beszerezni, ezért 2020. április 3-án egy 5 éves levágott tehén fejére és első lábszáraira adtam le lövéseket szintén 12 m távolságból a II. számú íjjal. A 7. számú nyíl a páncélra lövés során oly mértékben károsodott, hogy két új nyilat kellett készítenem. Csupán esztergált, 10 mm átmérőjű fenyőpálcák álltak a rendelkezésemre, melyekre egy 48 g-os és egy 62 g-os jó minőségű, de elnagyoltan kidolgozott tompa csúcsú (nem konkáv) kovácsoltvas hegyet erősítettem.

A korábban használt 8. nyíl továbbra is a rendelkezésemre állt, sőt, egy méretben, súlyban szinte vele megegyező mását (8/b) is használtam (47. kép).

Hubert Sudhues kísérleteinek tapasztalatából sejtettem, hogy a bőrön a nyílhegy méretével megegyező méretű sebek keletkeznek (ami bizonyos nyílhegyformák esetében nem törvényszerű), a tompa hegyekkel „ütött” találatok esetén a bőr alatt szabálytalan szövetromlás figyelhető meg. A csontok esetében a nyílhegy formája szintén meghatározza a sérülés formáját, a nyílhegy anyaga, a találat ereje, szöge és az eltalált csont keménysége pedig a deformáció mértékét. Az acélosabb hegyek csontot érve eltörhetnek, míg a lágyabb anyagú vas-, bronzhegyek esetleg elhajlanak.<sup>36</sup> A következő tapasztalatokat szereztük (49–59. kép):

1. lövés a 8. nyíllal: a homlokcsontot (*os frontale*) érte, és annak ellenére, hogy a hegy nem tompa, hanem hegyes, a bőrszövet átszakítása után lepattant, de a csonton egy formájával megegyező alakú lyukat képezett;

2. lövés a 62 g-os tompa hegygel: az orrcsontot (*os nasale*) érte, a bőrszövet átszakítása után a csonton egy 2 cm-es repedést képezett;

3. lövés a 48 g-os tompa hegygel: az orrcsontot érte, a bőrszövet átszakítása után a csontról lepattant, és szabad szemmel látható elváltozást nem okozott;

<sup>34</sup> Szádeczky-Kardoss 1988. 80. o.

<sup>35</sup> Kalmár 1944–1945. 284–286. o.

<sup>36</sup> Sudhues 2004. 114–118. o.

4. lövés a 48 g-os hegygel: a szemöldökív bőrszövetét felszakította és oldalirányban „elcsúszott”;

5. lövés a 48 g-os hegygel: a lábszárra irányult. A nyíl a két köröm szarujába némi-  
képp beleállt, a körmök közé beszorult, és a kilengés miatt a nyíl pálcája a hegy közelé-  
ben eltört;

6. lövés a 62 g-os hegygel: a fejre irányult, a bal szemöldökív bőrszövetét felszakította  
és oldal irányba „elcsúszott”;

7. lövés a 8. számú nyíllal: a lábszárra irányult, a csüdizület csontjai (*ossa sesamoidea  
proximalia*) közé csapódva lepattant, és az egyik ízületi fej porcát letörte;

8. lövés a 8. számú nyíllal: a homlokcsontot érte;

9. lövés a 8. számú nyíllal: az orrcsont (*os nasale*) oldalát érte, a hegy a bőr- és izom-  
szövet átvágása után a csontba fúródott;

10. lövés a 8. nyíllal: a lábszár ujjhajlító ínait vágta el a bontás következtében bőrrel  
nem fedett részen;

11. lövés a 12 g-os lapos vashegygel a homlokcsontra (*os frontale*): a nyíl a bőrszövet  
átvágása után a hegy kétharmadáig a csontba fúródott. Eddig ez a hegy hatolt a legmé-  
lyebbre a homlokcsontba;

12. lövés a 3. számú nyíllal (magyar szúró hegygel) az orrcsontra (*os nasale*): a nyíl a  
bőrszövetet átvágva 8 cm mélyen az orrcsontba fúródott;

13. lövés a 3. számú nyíllal a homlokcsontba (*os frontale*): a nyíl a bőrszövet átszaki-  
tása után a hegy hosszágig (3 cm) az ínazásig fúródott a csontba, a kihúzási kísérletkor az  
enyv elengedett, a hegytüske kijött a fapálcából és a csontban maradt.

### *Következtetések*

A súlyos avar típusú hegyek a marhakoponyán nem okoztak súlyosabb sérüléseket,  
mint a könnyebb, lapos rombusz alakú vagy a négyszög átmetszetű szúróhegy, ezért hasz-  
nálatuk a hatalmas vasmennyiség felhasználása miatt még mindig ésszerűtlennek tűnik.  
Annál is inkább, mert jóval kisebb és egyszerűbben kidolgozott hegyekkel a koponya  
vagy a lábszár csontjai ugyanúgy károsíthatók. Élő állatra nem lehet lőni, ezért nem álla-  
pítható meg, hogy milyen hatással van egy hátsó munkájára, aktivitására, megfékezhe-  
tőségére, ha meglövik egy 60 g-os tompa, három élű hegygel, illetve milyen hatással, ha  
egy kisebbrel lövik meg. Ha alapul vesszük, hogy egy lovat egy felé hajított faággal is meg  
lehet ijeszteni, elképzelhető, mekkora zavart okozhatott az ellenfél csatarendjében egy  
hatalmas hegyekkel érkező nyílzápor. Azonban nem hagyható figyelmen kívül Holger  
Riesch megállapítása, mely szerint a Meroving-kori frank íjászatba a vele időben páru-  
zamos avar nyílhegykészlet nem került át. Vagy, azért mert megkérdőjelezték az ellenfél  
hatalmas nyílhegyeinek hatékonyságát, vagy azért, mert az ilyen típusú hegyek előállí-  
tása náluk akadályba ütközött.<sup>37</sup>

Ahogy az íjak, úgy a nyílveszők és külön a nyílhegyek készítését is a generatív kre-  
ativitás határozza meg. Ennek értelmében valamennyi eszköz előállítását az adott társa-  
dalom által meghatározott minta szerint történik, melytől a készítők legfeljebb minimá-

<sup>37</sup> Riesch 2002. 63. o.

lis mértékben „mernek” eltérni.<sup>38</sup> Az avarok a viszonylag nehéz, három élű hegyek készítésének és használatának hagyományát valószínűleg Belső-Ázsiából hozták magukkal. A nyílhegyek az idők folyamán fokozatosan növekedtek, ahogy a késő avar korra az íjszarvak végei is ésszerűtlenül kiszélesedtek. Egyszerű, műszer nélküli megfigyelésre alapozva a hegyek súlyának növelésével növelhető a nyíl átütő ereje. A fokozott nehézségi erőből következő nehézségi gyorsulással párhuzamosan a parabola röppálya felső pontját követően a nyíl mozgási energiája ismét növekedni kezd. Ám a hegy súlyának növelésével a teljes kilövésbeli mozgási energia nem nyerhető vissza,<sup>39</sup> tehát a hegyek növelése egy bizonyos pont után inkább teherre válik. Feltételezésem szerint a hatalmas avar hegyek készítésének és alkalmazásának hagyománya inkább szó szerint hagyománnyá vált, mivel a nyilak műszeres megfigyelésére nem volt mód. Ugyanakkor a mindenkori ellenfél feltehetően rettegte a felé szálló hatalmas hegyeket, és azok becsapódásakor nem gondolkodott azon, hogy vajon miért pazarolnak el az avarok ily tetemes vasmennyiséget, miközben jóval kisebb hegyekkel talán nagyobb vagy legalább akkora pusztítást vihetnének véghez.

Kísérleteink minden hiányosságával és esetleges útkeresésével együtt írásunk remélhetőleg felkelti a történelmi íjászat iránt komolyan érdeklődők figyelmét. Reméljük, hogy a lerakott alapokból kiindulva – időt, fáradságot nem sajnálva – tovább kutatnak majd, hogy alaposabban megismerhessük a hajdani sztyeppe népek íjászatát (lásd az 1. mellékletet is).

<sup>38</sup> Szöllősy 1995b. 80. o.

<sup>39</sup> Szöllősy 1995b. 14. o. Szöllősy Hickman nyomán közöl egy íj hatásfok-görbét, melyből kiderül, hogy a hegy súlyának növelésével a kezdeti mozgási energiának maximum a 80%-a nyerhető vissza.

I. melléklet: Erő-elmozdulás táblázat

Hossz (cm)	I. új (2018)		II. új (2018)		III. új (2018)		II. új (2019)		III. új (2019)		IV. új a. (hosszabb ideg)		IV. új b. (rövidebb ideg)		V. új	
	Erő (N)	Erő (lbs)	Erő (N)	Erő (lbs)	Erő (N)	Erő (lbs)	Erő (N)	Erő (lbs)	Erő (N)	Erő (lbs)	Erő (N)	Erő (lbs)	Erő (N)	Erő (lbs)	Erő (N)	Erő (lbs)
25	52,2		-		29,7		57,5		56		71,25		34,7		65,5	
30	75,5		75,5		73,5		94,5		102,5		113,25		89,7		98	
35	99,7		105		217,5		124		144,5		144		128,2		119,5	
40	124		130,5		139		148,5		180,5		175		162,7		140	
45	152,5		152,5		167		173,5		207,5		200		193,2		162,2	
50	184		180		189,7		196,5		235,5		225,5		222		183,7	
55	223		208		187,7		225,5		261,5		253		249,2		211,7	
60	273		235		220		252		299		283		277,2		242	
65	329,5	74	255	55	312	65	282	61,8	340	74,5	315	69	319	69,9	281	61,6
70			296,4	65	378	83	326,5	71,6	396,5	86,9	355,5	77,9	357	78,2	321	70,3
75			351	77			371	81,3			405,5	88,9	417	91,4	383,7	84,1



2. melléklet: Sebesség és távolság táblázat

	Csömör 8-10 Co	Átlag sebesség (m/s)			A nyílveszők átlag sebessége (m/s)	Távolság (m) lövőállvánnyal			A nyílvesz- zők átlag távolsága
		II. íj (Magyar)	III. íj (Török)	t		I. íj (Szkíta)	II. íj (Magyar)	III. íj (Török)	
1.	Szkíta típusú nyílvesző 27 g / esztergált hárs (tilia cordata) (23 g test / 4 g hegy)	–	56,82		56,82				
2.	Szkíta típusú nyílvesző 29 g / esztergált hárs (tilia cordata) (26 g test / 3 g hegy)	–	56,89	51,57	53,73	146,3	164,4	151,3	
3.	Magyar típusú nyílvesző 38 g / mogyoróhajtás (corylus avellana) (29 g test / 9 g szűrő hegy)	45,21	49,7	44,75	46,55	139,5	150,2	141,9	
4.	Magyar típusú nyílvesző 67 g / ostormén bangita hajtás (viburnum lantana) (41 g test / 26 g deltoid hegy)	36,16	38,82	29,20	34,72	118,75	103,1	113,45	
5.	Hun típusú nyílvesző 63 g / mogyoróhajtás (corylus avellana) (37 g test / 26 g hegy)	37,34	39,01	36,92	37,75	118	104,3	111,8	
6.	Magyar típusú nyílvesző 53 g / mogyoróhajtás (corylus avellana) (36 g test / 17 g rombuszhegy)	39,50	41,87	38,65	40	114	115,1	117,6	
7.	Avar típusú nyílvesző 100 g / ostormén bangita hajtás (viburnum lantana) (44 g test / 56 g szűrő hegy)	–	32,82	31,52	32,17	90,7	73,8	83,06	
8.	Avar típusú nyílvesző 103 g / hajtás (viburnum lantana) (49 g test / 54 g konkáv hegy)	29,87	32,23	29,91	30,67	83,6	77	81,36	
	Az íjak átlag sebessége	37,61	???	35,8	Az íjak átlag távolsága	115,4	107,9	119	

## 3. melléklet: Becsapódási mértékek

Csömör 8-10 Co	Becsapódási mélység ballisztikai zselatin (cm)			Átlag	Becsapódási mélység (cm) kizárólag a magyar íjjal			Távolság kézzel (m) december 07. 3-5 Co	
	I. íj (Szkíta)	II. íj (Magyar)	III. íj (Török)		Fapajzs / 2,3 cm	Nemez páncél	Bőr páncél	II. íj (Magyar)	III. íj (Török)
1. Szkíta típusú nyílvesztő 27 g	-	13,6	18,7	16,15	-	-	-	-	-
2. Szkíta típusú nyílvesztő 29 g	15	15	16,7	15,56	2,7	11,5	7,7	164,5	174,5
3. Magyar típusú nyílvesztő 38 g	17	16,8	20	17,93	7	16,8	2,5	176	152
4. Magyar típusú nyílvesztő 67 g	9	9,8	11	9,93	3,5	8,8		142,5	124
5. Hun típusú nyílvesztő 63 g	10,5	12	12,5	11,66	3,5	4	1	145	120
6. Magyar típusú nyílvesztő 53 g	11	11,4	13,2	11,86	3	17,2	2	169,5	142,5
7. Avar típusú nyílvesztő 100 g	6,5	6,4	7,5	6,8	Visszapattant			100,5	117
8. Avar típusú nyílvesztő 103 g	3	3,2	6	4,06	Visszapattant			104	111
Átlag	10,28	11,02	13,2						
Az íj ereje 65 cm-es húzáshosszon (lbs)	77	55	65				Az íj ereje 68 cm-es húzás- hosszon (lbs)	-	80
							Az íj ereje 73 cm-es húzás- hosszon (lbs)	70	-

4. melléklet: A nyilak mozgási energiája

	Nyilak	I. íj (Szkíta)	II. íj (Magyar)	III. íj (Török)
	Mozgási energia (Joule)			
1.	27 g	28,82	14,96	36,74
2.	29 g	–	–	41,67
3.	38 g	38,05	38,84	46,98
4.	67 g	28,75	43,81	50,49
5.	63 g	42,81	43,94	47,94
6.	53 g	39,59	41,36	46,46
7.	100 g	49,68	–	53,86
8.	103 g	46,27	45,96	53,50
	Átlag:	37,38	38,14	47,01

5. melléklet: Nyilak sebessége a IV. és V. íj esetében

	Nyilak 2019. november	IV. íj Sebesség (m/s)	V. íj Sebesség (m/s)
1.	szkíta 27 g, 2018-ban eltört		
2.	szkíta 29 g	52,88	58,49
3.	magyar szúró 38 g	47,88	49,81
4.	magyar deltoid 67 g	40,88	38,34
5.	hun 63 g	43,82	41,80
6.	magyar rombusz 53 g	42,16	44,50
7.	avar tompa 100 g	32,61	36,11
8.	avar hegyes 103 g	31,08	37,18
	Átlagsebesség újra lebontva:	41,61	41,18
	Az íj ereje 65 cm-es húzáshosszon (lb)	69	61

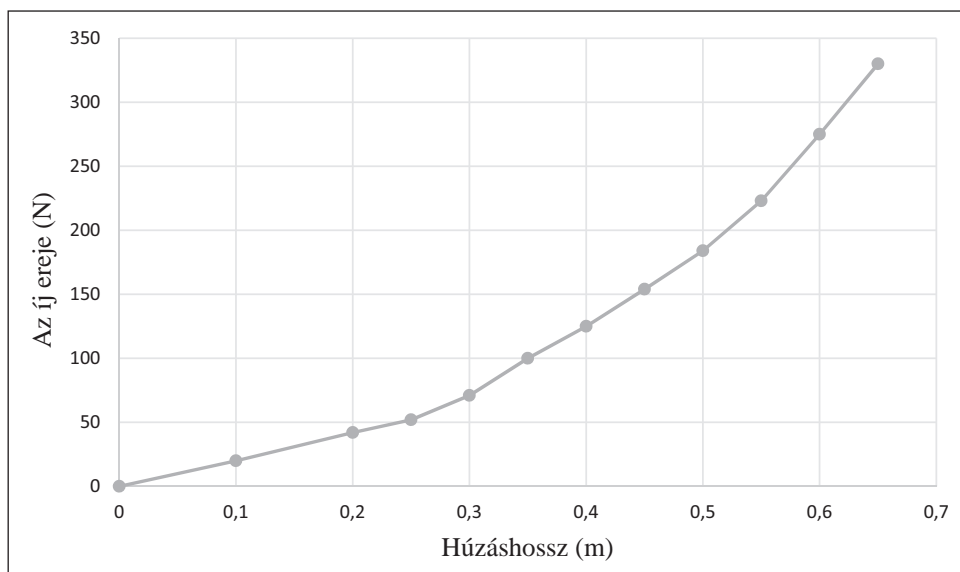
Klopsteg értékek / g

Átlag:	I. íj (Szkíta)	II. íj (Magyar)	III. íj (Török)
27 g-os nyílveszővel	46	–	37
38 g-os nyílveszővel	–	33	–
53 g-os nyílveszővel	75	40	–
63 g-os nyílveszővel	–	–	50
67 g-os nyílveszővel	82	44	35
Átlag	67,6	39	40,6
Tárolt energia (Joule)	112	72,25	76,75

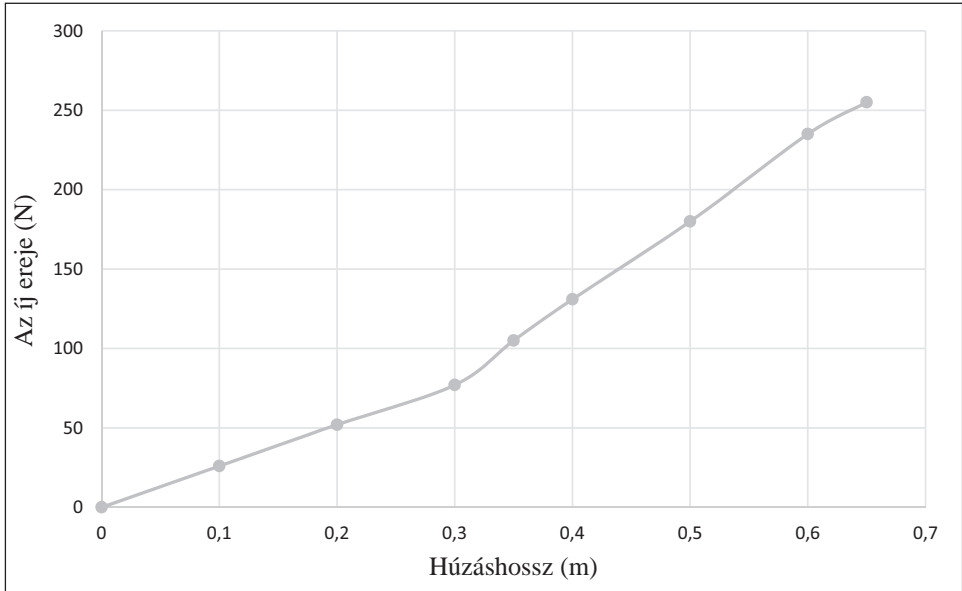
6. melléklet: Távlövés, 2019. november, (távolságok(m) kézi lövések)

Nyilak	II. íj (Magyar)	III. íj (Török)	IV. íj	V. íj (Török)	Nyilak átlag távolsága (m)
1.	– 2018-ban eltört –				
2.	– 2019-ben eltört –				
3.	170,8	171,4	169	156,3	166,9
4.	134,8	126,2	141,3	123,6	131,4
5.	141,8	133,2	141	130,2	136,5
6.	154,4	144,4	152,2	140,3	147,8
7.	120,1	110,2	116	106	113
8.	108,3	105	115,6	96,2	106,2
Erő (lbs)	72	85	78,2	70,3	
Átlag táv (m)	138,3	131,7	139,2	125,4	

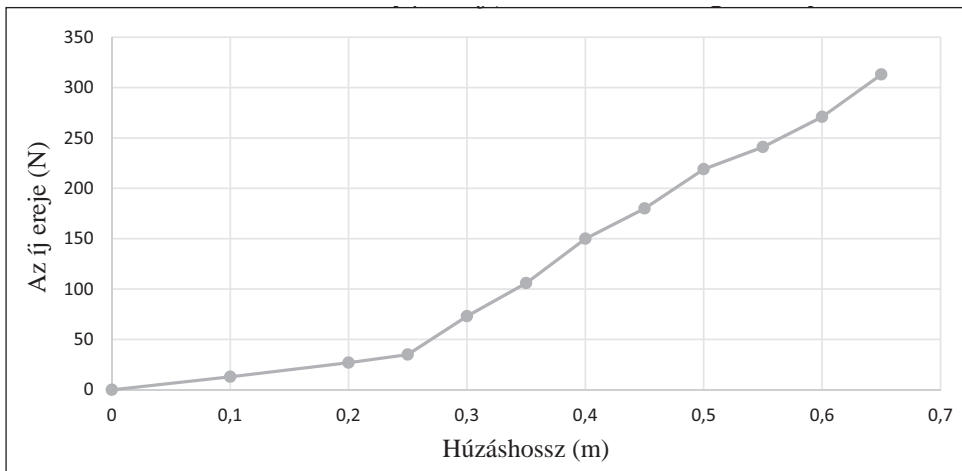
7. melléklet: Szkita íj (I. íj) erő-elmozdulás grafikonja



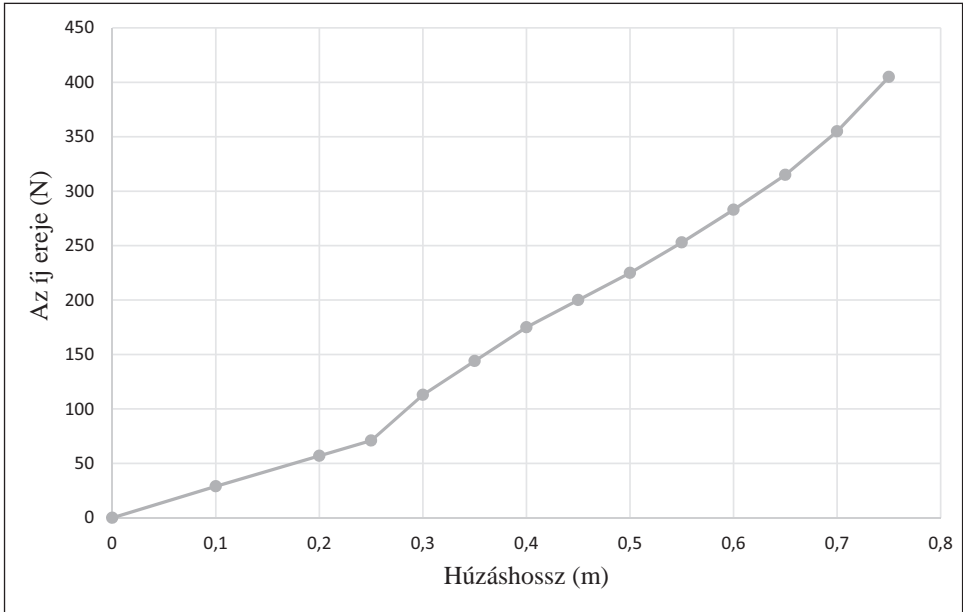
8. melléklet: Magyar íj (II. íj) erő-elmozdulás grafikonja



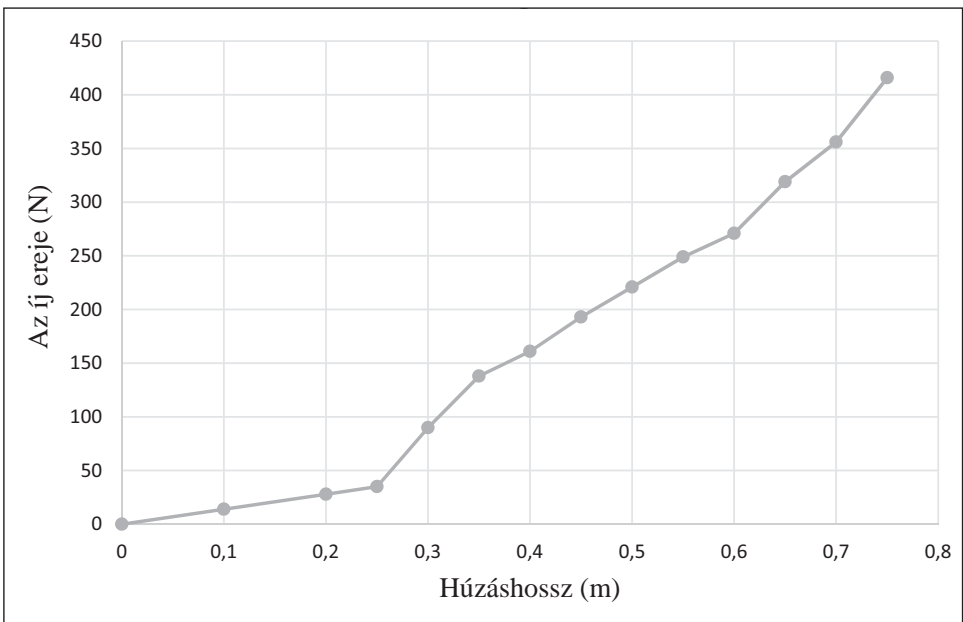
9. melléklet: Török íj (III. íj) erő-elmozdulás grafikonja



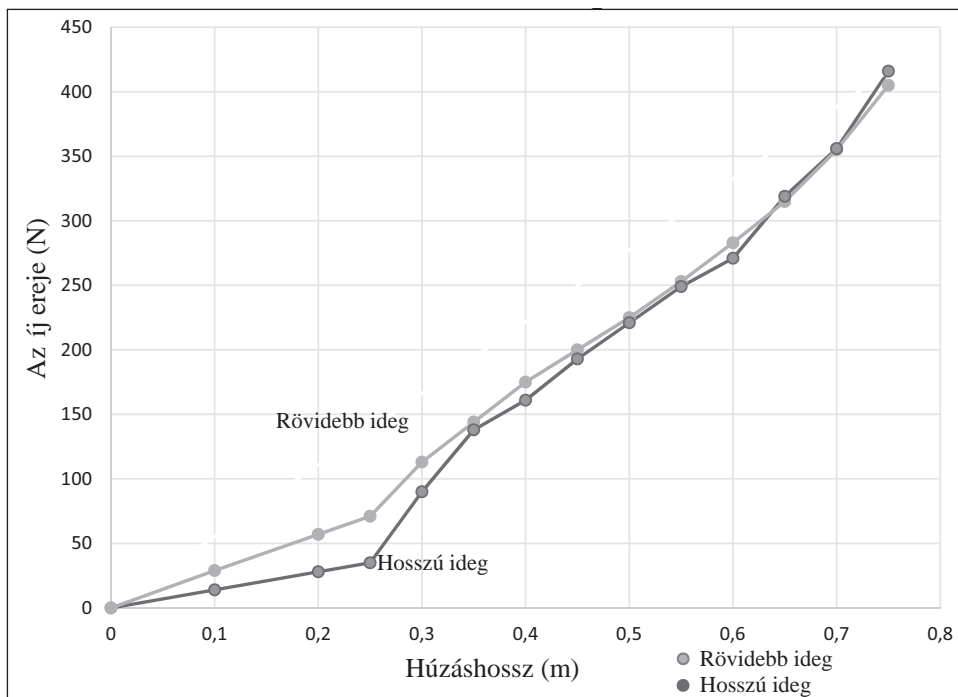
10. melléklet: IV. új „A” erő-elmozdulás grafikonja hosszú ideg esetén



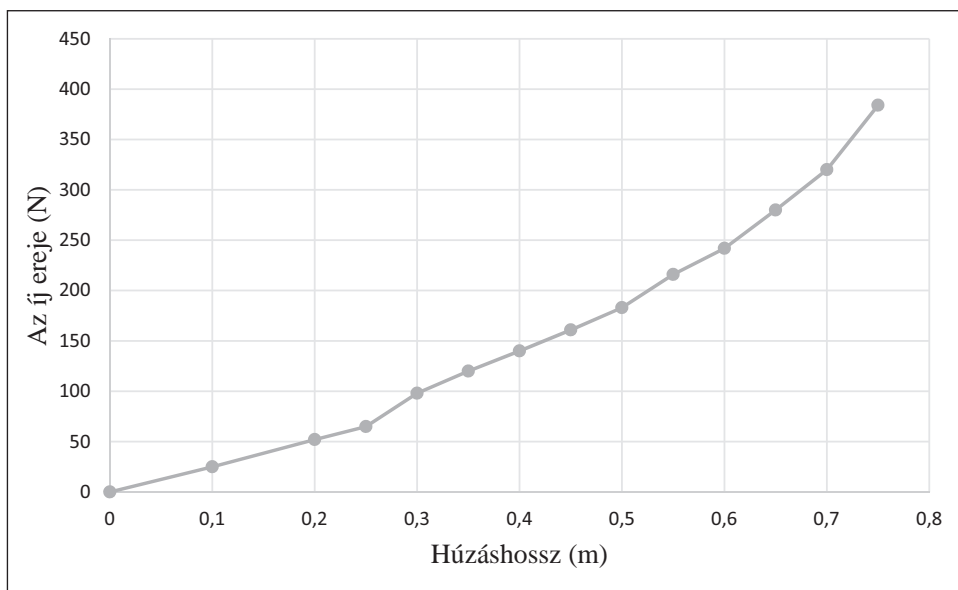
11. melléklet: IV. új „B” erő-elmozdulás grafikonja rövidebb ideg esetén

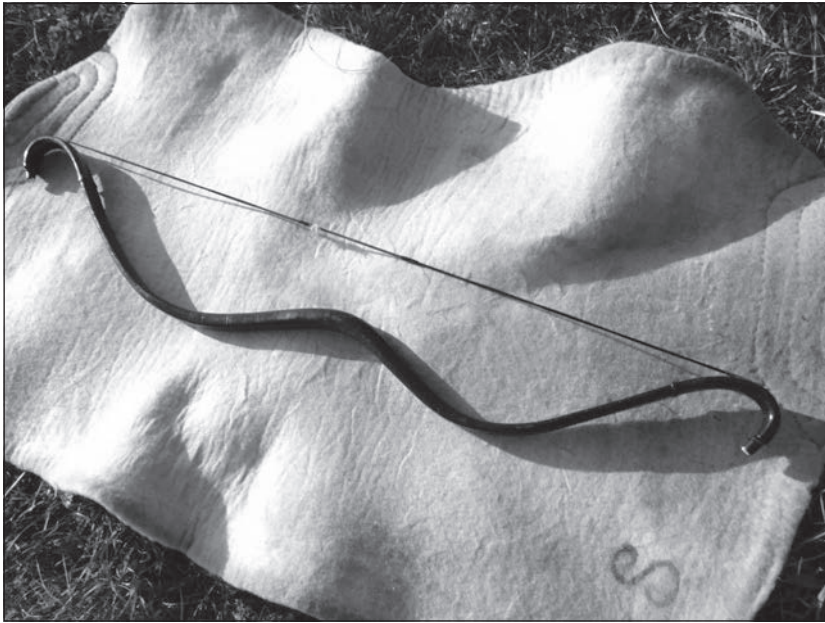


12. melléklet: IV. íj erő-elmozdulás grafikonjainak összevetése különböző ideghosszok esetén



13. melléklet: V. íj erő-elmozdulás grafikonja





*1. kép: Az I. íj: a szubesi lelet rekonstrukciója*



*2. kép: Az I. íj felépítése négy sompálcából és középen az álló szarulemezzel*

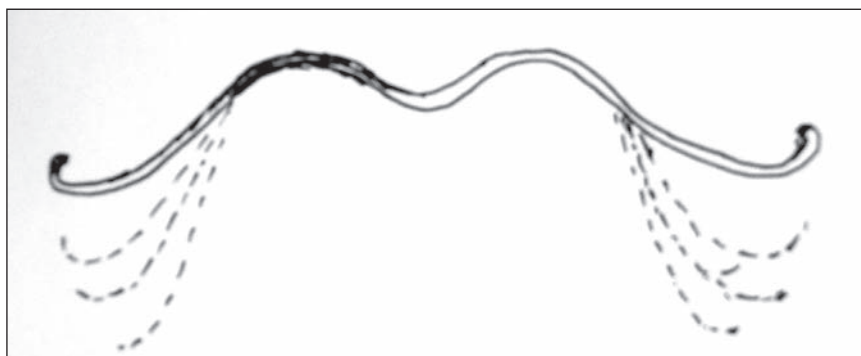




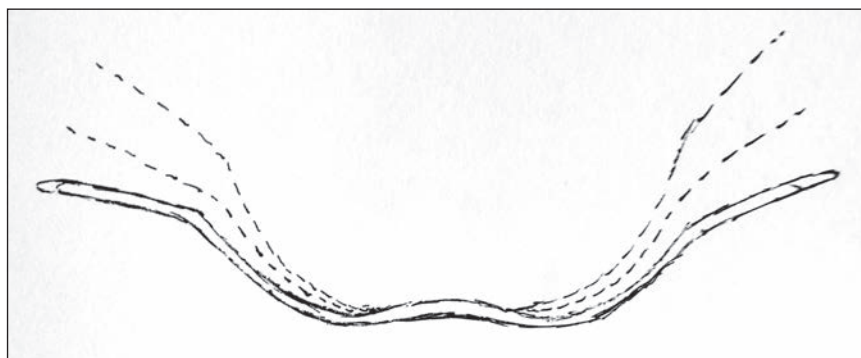
3. kép: A szubesi lelet



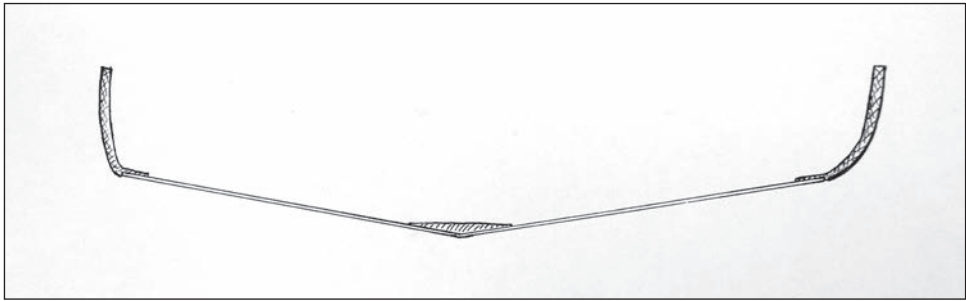
4. kép: A szubesi íj átmetszete markolat tájon



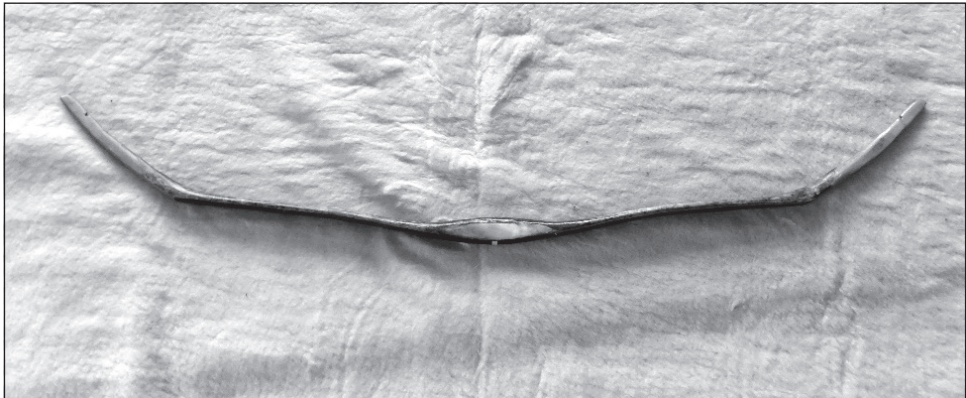
5. kép: A szkíta íjkarjainak és reflexeinek hajlása feszítéskor



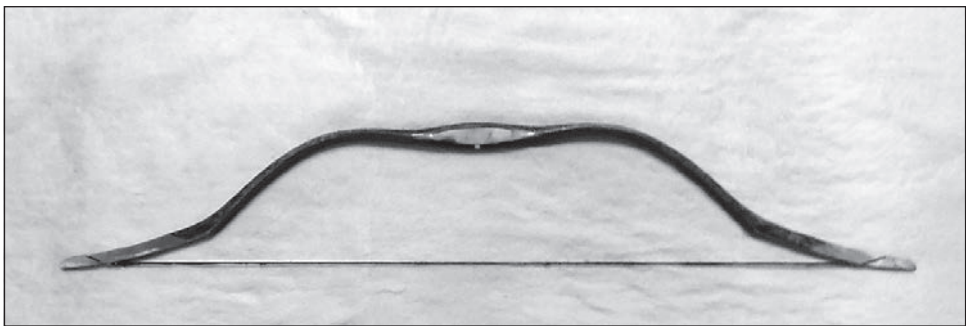
6. kép: A merev szarvú íj karjainak hajlása feszítéskor



*7. kép: A szarvak és markolat beragasztása a famagba a II. számú íj esetében*



*8. kép: A II. számú íj leajzott állapotban*



*9. kép: A II. íj felajzott állapotban*



10. kép: A II. íj szarujának sérülése



11. kép: A szarvak és markolat beragasztása a III. számú íj esetében



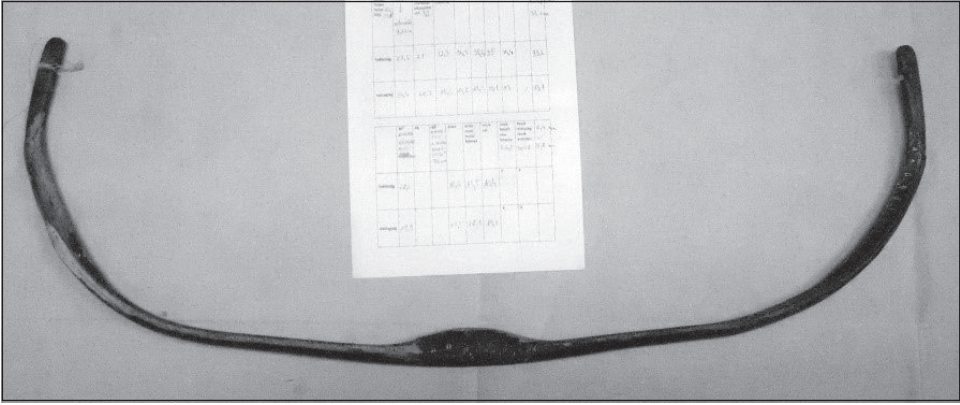
12. kép: A III. íj szarvába beragasztott szarulemez



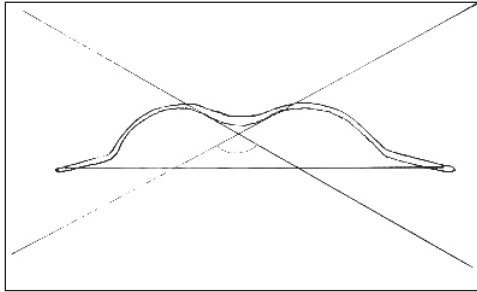
*13. kép: A III. íj leajzott állapotban*



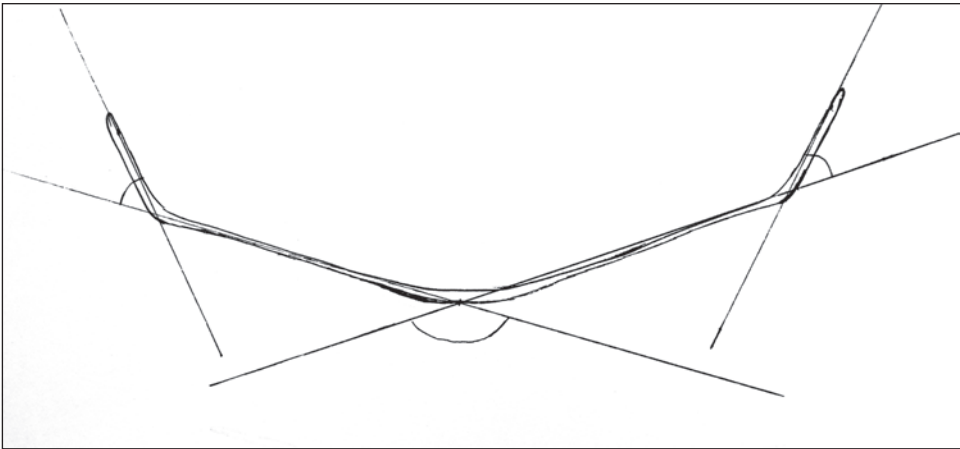
*14. kép: A III. íj felajzott állapotban*



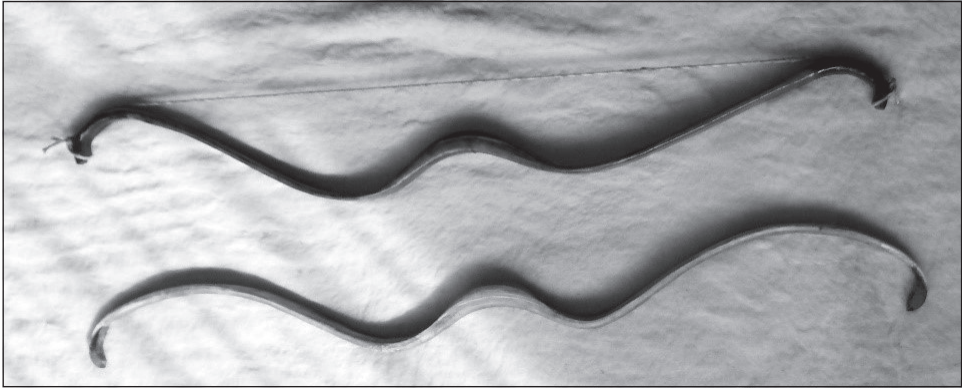
15. kép: Török harci íj (fotó)



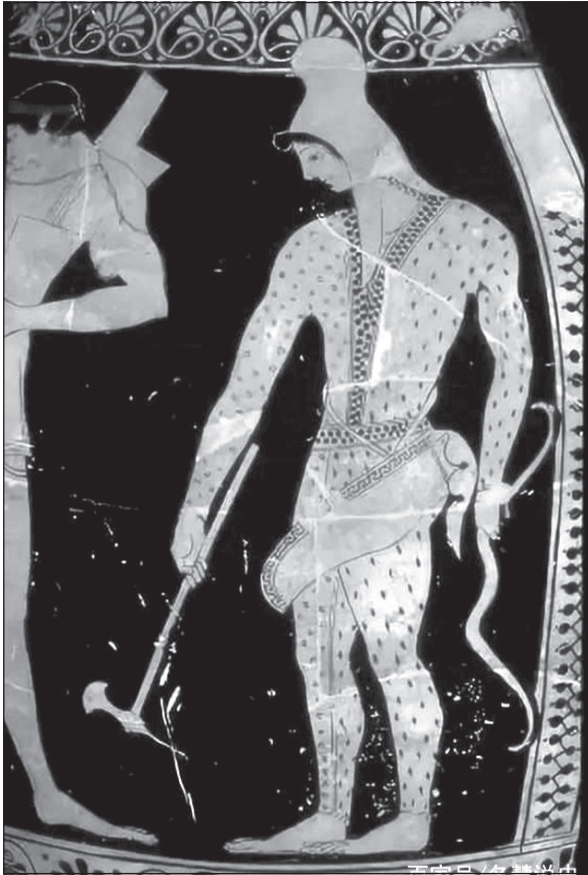
16. kép: A felajzott íj markolati reflexének szöge



17. kép: A leajzott íj markolati- és szarvszöge



*18. kép: Szkíta típusú íj leajzott és felajzott állapotban*



*19. kép: Korabeli szkíta íjábrázolás*



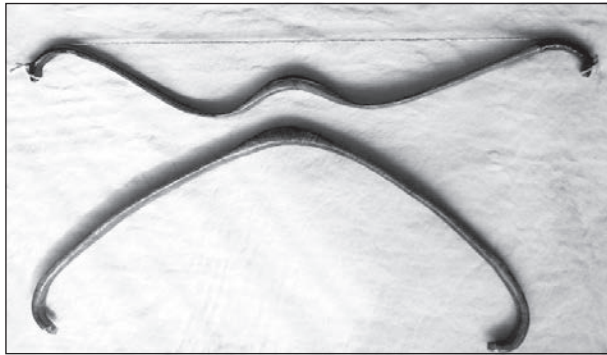
20. kép: Korabeli szkíta íjábrázolás



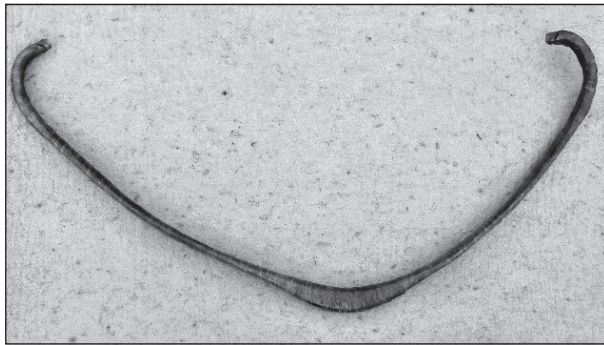
21. kép: Korabeli szkíta íjábrázolás



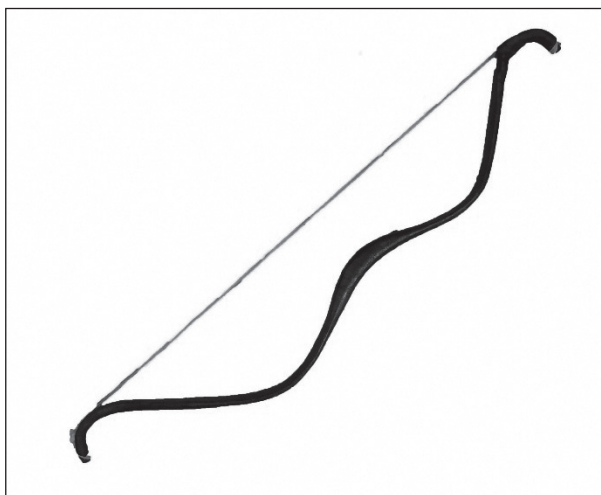
22. kép: Korabeli szkíta íjábrázolás



23. kép: Feltételezett leajzott szkíta típusú íj és egy felajzott szkíta típusú íj

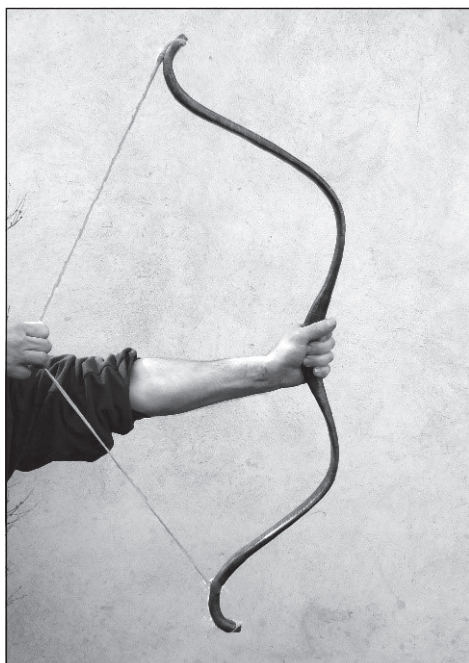


24. kép: Feltételezett leajzott, erőteljesen előfeszített szkíta típusú íj



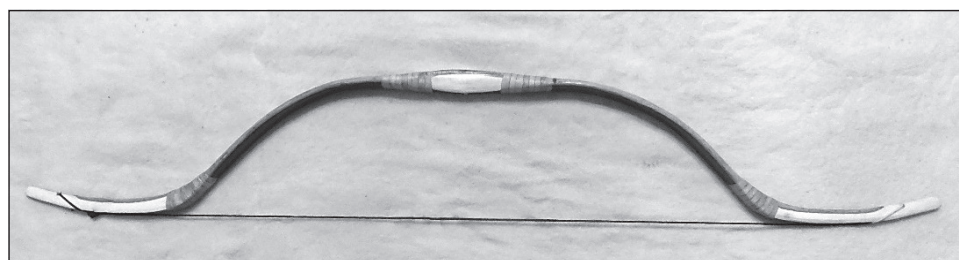
25. kép: Ugyanaz az íj felajzott állapotban



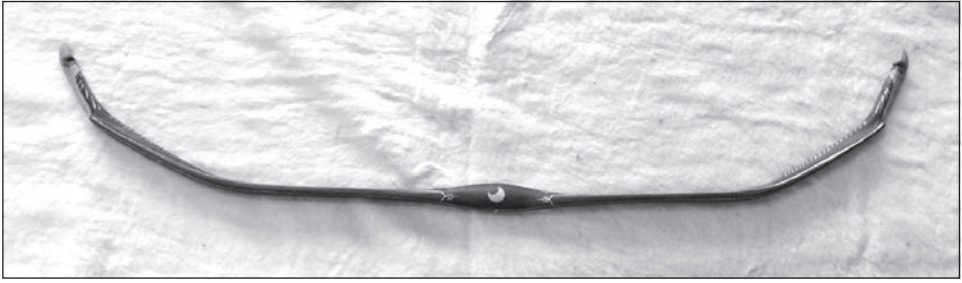


26. kép: Ugyanaz az íj megfeszített állapotban

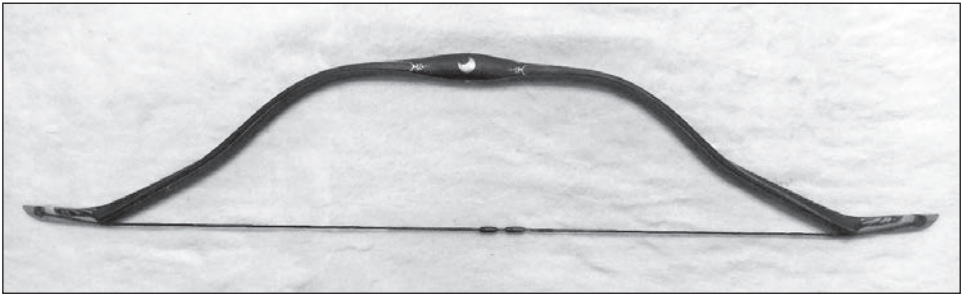
27. kép: A IV. számú íj leajzott állapotban



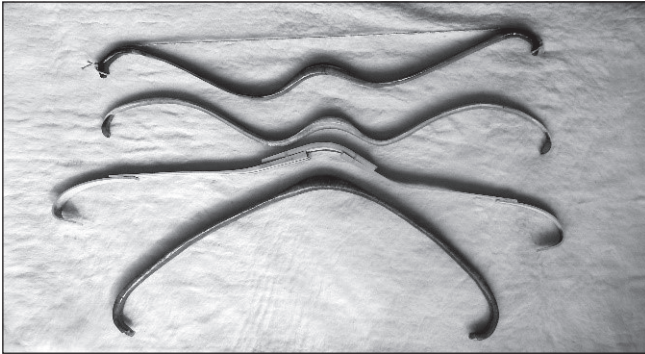
28. kép: A IV. íj felajzott állapotban



29. kép: Az V. számú íj leajzott állapotban

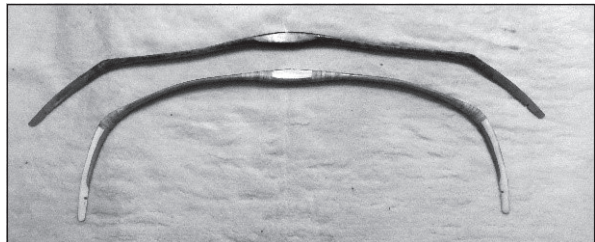


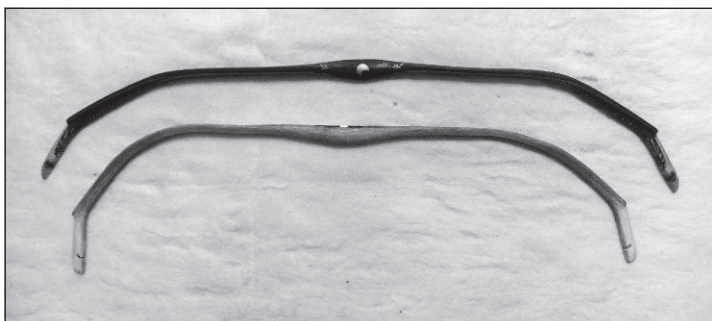
30. kép: Az V. íj felajzott állapotban



31. kép:  
Különböző előfeszítettségű  
szkíta típusú íjak leajzva  
és felajzva

32. kép:  
A II. és IV. magyar típusú  
íjak leajzva





33. kép: A III. és V. török íjak leajzva



34. kép: A nyiltesztben résztvevő nyilak hegyei



35. kép: A 6. számú nyíl hegye



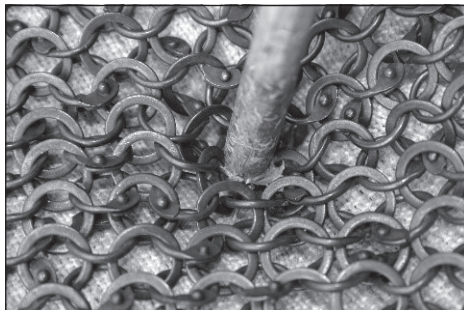
36. kép: A 3. számú nyíl hegye



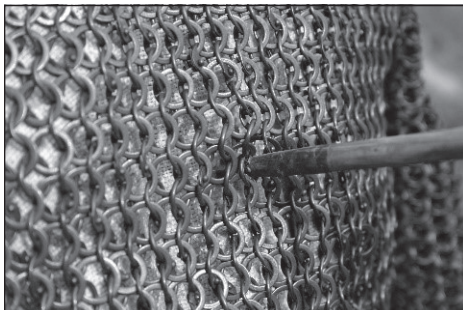
37. kép: A 8. számú nyíl hegye



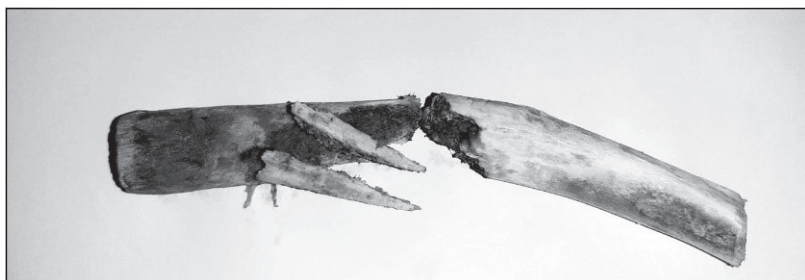
38. kép: A 4. és 5. számú nyilak hegyei



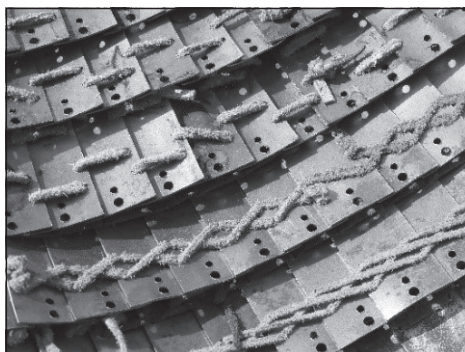
39. kép: Szűrőhegy áthatolása sodronyingen



40. kép: Szűrőhegy áthatolása sodronyingen



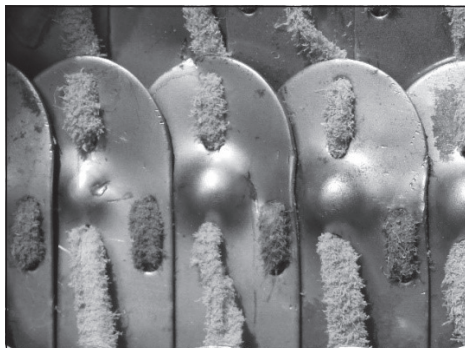
41. kép: A lamellás fémpancél által nem védett bordacsont törése



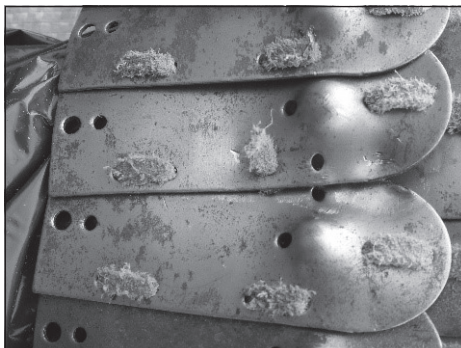
42. kép:  
*A fémlamellák fűzése (dorzális oldal)*



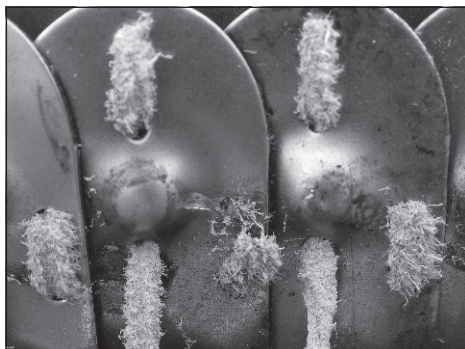
43. kép: A 7. számú nyíl okozta sérülés  
*a lamellás páncélon*



44. kép: A 7. számú nyíl okozta sérülés  
*a lamellás páncélon*



45. kép: A 7. számú nyíl okozta sérülés  
*a lamellás páncélon*



46. kép: A 7. számú nyíl okozta sérülés  
*a lamellás páncélon*



47. kép:  
*A marhára lőtt új nyilak hegyei*



48. kép: A 8. nyíl okozta sérülés a szarvasmarha homlokán



49. kép: A 62 grammos tompa hegy okozta sérülés a szarvasmarha orrhátán



50. kép: A 62 grammos hegy okozta csontrepedés a szarvasmarha orrcsontján



51. kép: A paták közé becsapódott és eltört 48 grammos, tompa hegyű nyíl



52. kép: A 8. nyíl hegye által okozott sérülés a szarvasmarha orrhátán



53. kép: Az előbbi lövés okozta sérülés az orrcsonton



54. kép: Rossz minőségű, lapos vashegy behatolása a szarvasmarha orrcsontjába



55. kép: Az előbbi hegy okozta repedés az orrcsonton



56. kép: Az iménti csontsérülés mélysége



57. kép: Szűrőhegy behatolása az orrcsontba

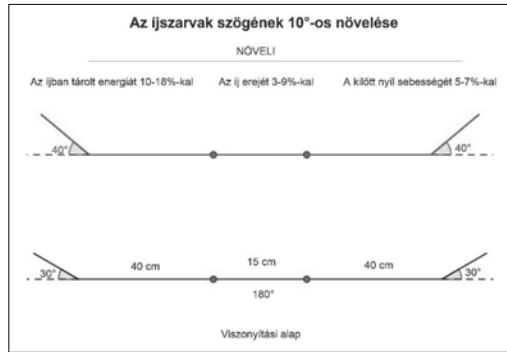


58. kép: Az iménti lövés behatolási mélysége

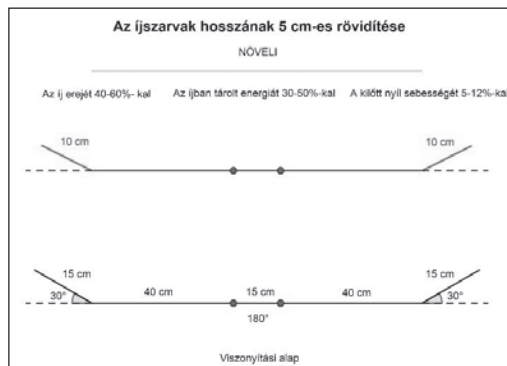


59. kép: Az iménti lövés okozta sérülés bemeleti nyílása az orrcsonton

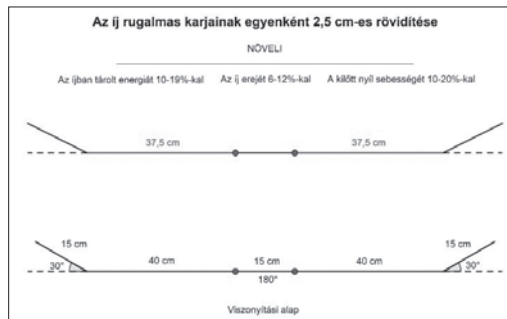
1. ábra



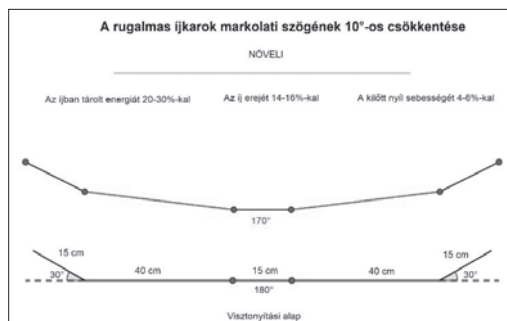
2. ábra



3. ábra



4. ábra





BIBLIOGRÁFIA

- Bíró* 2013. *Bíró Ádám*: Fegyverek a 10-11. századi Kárpát-medencében. (PhD-disszertáció, ELTE BTK) Budapest, 2013.
- Cs. Sebestyén* 1960. *Cs. Sebestyén Károly*: A magyarok íja és nyila. Szeged, 1932.
- Csallány* 1972. *Csallány Dezső*: Avarkori páncélok a Kárpát-medencében I. In: A Nyíregyházi Jósza András Múzeum Évkönyve, 13–14. (1969–1971) Nyíregyháza, 1972. 7–44. o.
- Csallány* 1960. *Csallány Dezső*: A hajdúdorogi avar mellpáncél. In: A Debreceni Déri Múzeum Évkönyve, 45. (1958–1959) Debrecen, 1960. 17–23. o.
- Godehard* 2009. *Godehard, Erhard*: Der skytische Bogen. In: Reflexbogen. Geschichte und Herstellung. Hrsg. *Bittl, Michael*. Ludwigshafen, 2009. 27–60. o.
- Hegedűs* 2013. *Hegedűs Nikolett*: A nyílvesző fizikája. Budapest 2013.
- Igaz* 2009. *Igaz Levente*: Néhány megjegyzés a régi magyar íjászat kutatásának kérdéseire. Elhangzott: X. RODOSZ Konferencia, Kolozsvár, 2009. november 13–15. (Kézirat.)
- Igaz* 2010. *Igaz Levente*: Néhány kísérlet a X. századi magyar íj- és nyílvesző rekonstrukciókkal. *Hadtörténelmi Közlemények*, 123. (2010) 1–2. sz. 269–328. o.
- Kalmár* 1944–1945. *Kalmár János*: Az avar nyílhegy. *Archeologiai Értesítő*, III. (1944–1945) 5–6. sz. 283–294. o.
- Özveri* 2018. *Özveri, Murat*: Türk yayı ve av. Istanbul, 2018.
- Pintér-Nagy* 2014. *Pintér-Nagy Katalin*: A hunok és az avarok fegyverzete, harcmodora az írott források alapján. (Doktori értekezés, Szegedi Egyetem.) Szeged, 2014.
- Riesch* 1999. *Riesch, Holger*: Untersuchungen zu Effizienz und Verwendung alamannischer Pfeilspitzen. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 29. (1999) 4. sz. 567–582. o.
- Riesch* 2002. *Riesch, Holger*: Pfeil und Bogen zur Merowingerzeit. Wald-Michelbach, 2002.
- Riesch* 2009. *Riesch, Holger*: Der Subexi-Bogen in der Ausstellung. Ursprünge der Seidenstra(s)se. In: Reflexbogen. Geschichte und Herstellung. Hrsg. *Bittl, Michael*. Ludwigshafen, 2009. 61–68. o.
- Riesch* 2017. *Riesch, Holger*: Pfeil und Bogen in der Römischen Kaiserzeit. Ludwigshafen 2017.
- Sudhues* 2004. *Sudhues, Hubert*: Wundballistik bei Pfeilverletzungen. (Dissertation.) Westfalen, 2004.

- Szádeczky-Kardoss* 1998. *Szádeczky-Kardoss Samu: Az avar történelem forrásai.* Budapest, 1998.
- Szőllősy* 1995a. *Szőllősy Gábor: Mennyivel voltak jobb íjaik a honfoglaló magyaroknak, mint a korabeli Európa más népeinek? Keletkutatás,* 1995. ősz, 37–51. o.
- Szőllősy* 1995b. *Szőllősy Gábor: Különböző íjtípusok mechanikai jellemzőinek kísérleti vizsgálata. (Bölcsészdoktori értekezés.)* Budapest, 1995.
- Szőllősy* 2004. *Szőllősy Gábor: Az avar íjak és a magyar íj fejlődéstörténeti kapcsolatai. In: Fegyveres nomádok, nomád fegyverek. III. szegedi Steppetörténeti konferencia. Szeged, 2002. szeptember 9–10. Szerk. Balogh László – Keller László. (Magyar őstörténeti könyvtár.)* Budapest 2004. 53–61. o.
- Töll* 2009. *Töll László: A harci vértetek története. (PhD-értekezés, Debreceni Egyetem.)* Debrecen, 2009.
- Varga* 2013. *Varga Ferenc: Íjászat a mongol népek körében. (PhD-értekezés, ELTE BTK.)* Budapest 2013.

*Attila Kiss*

“THEIR BOW LIKE GOD’S ARM, NO ESCAPE FROM THEIR ARROWS”  
The Examination of the Value in Use of Steppe-type Horn-Tendon Bows and Arrows

*(Abstract)*

During my shooting test I examined the parameters of three different remade horn-tendon deriving from three different periods and cultures (Scythian, Hungarian, Ottoman). During my work it came across my mind to refine the notions of the horn-angle and the grip-angle. During the measures I did my best to answer the arising questions without drawing any more serious historical conclusions, because the low number of findings and the unknown character of the technology of production do not give the chance to do so. The comparison of the bows with stiff horns and the Scythian bows wit reflex curve resulted in several questions due to the difference of efficiency and the visibly worse results of the latter one, and the answers demand further examinations. Despite the preliminary assumptions, there was no difference in the starting velocity of the shots fired with and without archer ring, and the bow strings of different length produced different curves of force and dislocation.

The test of the arrows had also surprising results. The thinness and shortness of Scythian arrows suggested that the Scythian bows could not be very strong, yet the arrow tips show a great efficiency as for penetration and distance, and all of it possible come from their weight and the low drag of the tips. The so-called stabbing tip that is known from 10<sup>th</sup> century Hungarian findings proved to be surprisingly efficient, but it turns out

in grave in a very small number. There may have been strategic notions in the background of the phenomenon, and we may find parallels in the shots fired at animal corpses and in the hunting literature of the Middle Ages. The weighty, three-edged tips that we know from Avar findings were the most puzzling all of them. Namely, these tips were not very effective as for penetration or distance compared to the others, so their real function is still to be cleared up.

*Attila Kiss*

„IHR BOGEN WIE DER ARM GOTTES, VOR IHREN PFEILEN KEIN ENTRINNEN”

Die Untersuchung des Verwendungswerts komplexer steppenartiger  
Horn-Sehnen-Bögen und -Pfeile

*(Resümee)*

Im Rahmen meines Schießtests habe ich die Parameter dreier rekonstruierter, komplexer Horn-Sehnen-Bögen untersucht, die aus verschiedenen Kulturen und Zeitabschnitten stammen (skythisch, ungarisch, osmanisch). Während der Arbeit kam auch die Präzisierung der Begriffe Griffwinkel und Hornwinkel auf, die auch in Fachkreisen nicht ganz genau verwendet werden. Ich habe versucht, die sich im Laufe der Messungen ergebenden Fragen ohne jegliche größere historische Konsequenzen zu beantworten, weil die geringe Zahl der Funde und die Unbekanntheit der Herstellungstechnologie hierzu keine Möglichkeit bietet. Der Vergleich der Bögen mit einem steifen Horn und der Bögen skythischer Art mit lediglich einem Reflexbogen warf in Bezug auf den Leistungsunterschied – die sichtbar schlechteren Ergebnisse des Letzteren – zahlreiche Fragen auf, deren Beantwortung weitere Untersuchungen benötigt. Trotz der Vermutung vor dem Test ergab sich bei den mit und ohne „íjászgyűrű“ abgegebenen Schüssen in Bezug auf die Startgeschwindigkeit der Pfeile kein Unterschied, und die Bogensehnen unterschiedlicher Länge zeigten eine abweichende Kraftverlaufskurve.

Auch der Test der Pfeile sorgte für Überraschungen. Die Dünne und Kürze der skythischen Pfeile legte nahe, dass die skythischen Bögen nicht sonderlich stark gewesen sein dürften. Die Spitzen zeigten jedoch in Bezug auf das Eindringen in die Ziele und die mit dem Schuss zurückgelegten Entfernungen einen guten Wirkungsgrad, was vermutlich auf ihr Gewicht und den niedrigen Widerstand der Spitzen zurückzuführen ist. Die aus dem ungarischen Fundmaterial des 10. Jahrhunderts bekannte sogenannte Stechspitze wies eine überraschend gute Wirksamkeit auf, kam jedoch in den Gräbern nur in verhältnismäßig niedriger Zahl vor. Im Hintergrund dürften womöglich taktische Überlegungen gestanden haben, zu denen die auf Tierkadaver abgegebenen Schüsse und die Jagdliteratur des Mittelalters Parallelen bieten. Kopfzerbrechen bereiteten am ehesten die aus dem awarischen Fundmaterial bekannten schweren Spitzen mit drei Kanten. Diese letzteren Spitzen blieben sowohl hinsichtlich der Effizienz des Eindringens als auch der Möglichkeit des Fernschusses hinter den anderen Spitzen zurück. Ihre wahre Funktion muss also noch immer ermittelt werden.

*Attila Kiss*

« LEUR ARC EST COMME LE BRAS DE DIEU, IMPOSSIBLE D'ÉCHAPPER  
A LEURS FLECHES »

L'examen de la valeur d'utilité des flèches et des arcs composites de type steppique  
constitués de corne et de tendons

*(Résumé)*

Lors de mon test de tir, j'ai examiné les paramètres de trois arcs composites reconstitués de corne et de tendons issus de périodes et de cultures différentes (scythe, hongroise, ottomane) avant de préciser la définition de l'angle de poignée et de l'angle de corne, car même les professionnels emploient ces termes de manière imprécise. J'ai tenté de répondre aux questions soulevées par les essais sans tirer de conclusion historique ambitieuse et ce, en raison du faible nombre de découvertes et du manque de connaissances sur les techniques de fabrication. La comparaison entre les arcs avec corne rigide et les arcs réflexes recourbés de type scythe a soulevé de nombreuses questions en raison de la performance manifestement plus faible de ces derniers. Pour y répondre, il faudra faire d'autres analyses. Contrairement à l'hypothèse préalable, la vitesse de départ des flèches était la même pour les tirs effectués avec ou sans bague d'archer, et les cordes d'arc de différentes longueurs ont produit de différentes courbes de force-déplacement.

Le test des flèches a également réservé des surprises. La finesse et la brièveté des flèches scythes laissaient supposer que les arcs scythes ne devaient pas être trop puissants. Toutefois, les pointes de flèche se sont avérées performantes quant à leur pénétration dans la cible et à leur portée, ce qui est probablement dû à leur poids et à la faible résistance. La pointe dite perçante du 10<sup>e</sup> siècle, découverte lors des fouilles en Hongrie, s'est avérée étonnement efficace, mais peu ont été trouvées dans les tombes. Cela s'explique peut-être par des considérations militaires comme en témoignent les tirs sur des dépouilles d'animaux et la littérature médiévale de la chasse. Ce sont les pointes lourdes à trois tranchants, connues des découvertes avars, qui ont donné le plus de fils à retordre. La capacité de pénétration et la portée de ces pointes sont inférieures à celles d'autres pointes et leur fonction réelle reste encore inconnue.

*Аттила Киши*

«ИХ ЛУК ПОДОБЕН РУКЕ БОЖЬЕЙ, И ОТ СТРЕЛ ИХ НЕТ СПАСЕНИЯ»

Исследование потребительной ценности рогово-сухожильных сложных луков  
и стрел степного типа

*(Резюме)*

Во время моего теста выстрела стрельбы я исследовал параметры трех воссозданных луков с рогово-сухожильным комплексом, принадлежащих к разным культурам и эпохам (скифский, венгерский, османский). В процессе работы возникла необходимость уточнить понятия «угол рукоятки» и «угол рупора», которые не совсем точно используются и в профессиональных кругах. Во время измерений

я постарался ответить на возникнувшие вопросы, не делая особых, больших исторических выводов, потому что небольшое количество находок и неизвестность технологии изготовления не позволяют этого. Сравнение лука с жесткими рогами и лука скифского типа с чисто рефлекторным изгибом кривизны выдвинуло многие вопросы о разнице в характеристиках – последние явно с худшими результатами – и ответ на них требует дальнейшего исследования. Несмотря на предварительное предположение, в ходе выстрелов в связи с этим не было разницы в начальной скорости стрел с кольцом для стрельбы и без него, а тетивы лука разной длины давали разные кривые силу-смещения.

Тест стрел тоже приготовил сюрпризы. Тонкость и короткость скифских стрел наводила на мысль, что скифские луки не могли быть слишком прочными. Однако наконечники стрел показали хорошую эффективность с точки зрения проникновения в цель и расстояния стрельбы, предположительно за счет своих весов и низкого среднего сопротивления наконечников. Известный из венгерских археологических находок X-ого века так называемый колючий наконечник удивительным образом оказался эффективным, но не смотря на это они встречаются в могилах в небольшом количестве. На заднем плане этого вероятно стоять тактические военные соображения, которые предполагают параллель с выстрелами по тушам животных в средневековой охотничьей литературе. Известные из аварских находок тяжёлые трехгранные наконечники доставили наибольшую головную боль. Последние отстают от других наконечников, как с точки зрения эффективности проникновения, так и с точки зрения дальноточности, и их реальная функция все еще ждет своего решения.