PÁZMÁNY PÉTER KATOLIKUS EGYETEM

BÖLCSÉSZET- ÉS TÁRSADALOMTUDOMÁNYI KAR

TÖRTÉNELEMTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

RÉGÉSZETI MŰHELY

TÓTH BOGLÁRKA

A 10. SZÁZADI KÁRPÁT-MEDENCEI KÉTÉLŰ EGYENES KARDPENGÉK KÉSZÍTÉSTECHNIKAI HÁTTERE (ARCHEOMETRIAI-ARCHEOMETALLURGIAI VIZSGÁLATOK)

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS

TÉZISFÜZET

TÉMAVEZETŐK: DR. LANGÓ PÉTER, DR. TÖRÖK BÉLA

BUDAPEST, 2026

BEVEZETÉS

A magyar honfoglalás kori leletanyag egyik legérdekesebb és az utóbbi időben legintenzívebben kutatott csoportját az úgynevezett 10. századi, nyugati típusú kétélű egyenes kardok alkotják. Ezek a fegyverek az európai kora középkor fegyverzetének kiemelkedő darabjai, amelyek nem csupán harci eszközként funkcionáltak, hanem jelentős szimbolikus értékkel is bírtak. Birtoklásuk és viselésük a társadalmi státusz, a hatalmi reprezentáció és a kulturális kapcsolatrendszer egyik fontos kifejezőeszköze volt.

A több évtizedes hazai és nemzetközi kutatások eredményeként mára részletes képet alkothatunk e fegyverek elterjedéséről, kronológiai helyzetéről és társadalmi jelentőségéről. A magyar kutatásban elsősorban a tipológiai, kronológiai és régészeti megközelítések domináltak, míg a nemzetközi szakirodalomban a fegyverek külső attribútumainak vizsgálata mellett egyre nagyobb hangsúlyt kapott történeti és kulturális kontextusuk. Az utóbbi évtizedekben ugyanakkor a kutatói figyelem mindinkább a kardok készítésének technológiai vonatkozásai felé fordult. A technológiai elemzések révén nemcsak az egyes darabok előállításának módja, hanem a korszak kovácsműhelyeinek tudásszintje, technikai és technológiai kapcsolatrendszere, illetve a kardkészítésben alkalmazott eljárások is jobban megérthetők.

A hazai, 10. századra keltezhető kétélű egyenes kardok vizsgálata egy 2020-ban elindított nagyszabású, interdiszciplináris projekt keretében kapott új lendületet. A program célja a Kárpát-medencéből előkerült

kétélű egyenes kardok komplex feldolgozása volt, amely két fő pillérre épült: egyrészt a fegyverek régészeti, tárgytörténeti szempontú elemzésére, másrészt a természettudományos módszereket alkalmazó archeometriai és archeometallurgiai kutatásokra. Jelen disszertáció ez utóbbi kutatási irányhoz kapcsolódik. Bár a fegyvertípus a hazai régészek érdeklődésének középpontjában állt, a tárgycsoport interdiszciplináris feldolgozása mindmáig hiányosnak számított. Ennek pótlására jött létre az említett projekt, amelyben a Pázmány Péter Katolikus Egyetem régészei és doktoranduszai, valamint a Miskolci Egyetem Archeometallurgiai Kutatócsoportjának munkatársai működtek együtt.

A kutatás középpontjában a 10. századi kétélű kardpengék anyagszerkezetének vizsgálata és a különböző készítéstechnikai sajátosságok azonosítása állt. Az eredmények további kutatási lehetőségeket nyitottak meg, amelyekre építve egy későbbi ösztöndíj keretében bizonyos kovácsolási eljárások kísérleti rekonstrukciójára is sor került. A metallográfiai elemzések és a kísérleti kovácsolás módszereinek ötvözésével lehetőség nyílt a fegyvertípus készítési folyamatainak részletesebb feltárására, valamint arra, hogy a Kárpát-medencei leletek tágabb európai technológiai kontextusban is értelmezhetővé váljanak.

A disszertáció célja egyrészt a vizsgált kardpengék készítési jellegzetességeinek részletes meghatározása, másrészt egy olyan készítéstechnikai tipológia megalkotása volt, amely alkalmas a fegyverek technológiai alapú összehasonlíthatóságának és

értelmezésének elősegítésére. A kutatás központi kérdése, hogy a megvizsgált darabok mennyiben mutatnak hasonlóságokat, illetve eltéréseket a kovácsolási technikák alkalmazásában, továbbá, hogy az archeometria és az archeometallurgia módszertana milyen mértékben teszi lehetővé a 10. századi Kárpát-medencei kétélű kardok technikai aspektusú értelmezését

A kutatás alapkutatásnak tekinthető, mivel a vizsgált tárgytípushoz kapcsolódó, hasonló jellegű, átfogó természettudományos vizsgálatsorozatra hazánkban korábban kevés példa volt. A metallográfia alkalmazásával lehetőség nyílt a felhasznált nyersanyagok, a kovácsolási technikák és a hőkezelési eljárások vizsgálatára, míg a kísérleti kovácsolás a laboratóriumi eredmények gyakorlati ellenőrzését és értelmezését tette lehetővé. A kutatás ugyanakkor nem vállalkozott a fegyverek teljes körű régészeti elemzésére: kifejezetten a pengék vizsgálatára koncentrált, míg az ellenzők, a markolatszerelékek és azok díszítéseinek részletes elemzése nem képezte a dolgozat tárgyát.

A disszertáció célja tehát nem kizárólag új adatok közlése, hanem annak bemutatása is, hogy a különböző természettudományos és régészeti módszerek egymással összekapcsolva miként járulhatnak hozzá a 10. századi kétélű egyenes kardpengék készítéstechnikai és anyagszerkezeti sajátosságainak feltárásához. Az így nyert eredmények egyben lehetőséget teremtenek a Kárpát-medencei kardanyag európai kovácsolási hagyományokba való beillesztésére, valamint egy olyan technikai szemléletű klasszifikáció kialakítására,

amely a hasonló fegyverleletek későbbi összehasonlító vizsgálatának is alapjául szolgálhat.

A KUTATÁSBA BEVONT KARDOK ÉS A VIZSGÁLATI MÓDSZERTAN

A kutatás keretein belül összesen 23 kardlelet vizsgálatára került sor. A megvizsgált tárgyak közül 7 darabot a nyíregyházi Jósa András Múzeumban, 5 darabot székesfehérvári Szent István Király Múzeumban, 4 darabot a szegedi Móra Ferenc Múzeumban, 2 darabot az Aquincumi Múzeum Népvándorlás kori Gyűjteményében és egy-egy darabot pedig a Magyar Nemzeti Múzeumban, a veszprémi Laczkó Dezső Múzeumban, a kaposvári Rippl-Rónai Múzeumban, az egri Dobó István Vármúzeumban, illetve a pécsi Janus Pannonius Múzeumban őriznek.

A disszertációban bizonyos kardtöredékek külön nem kerültek bemutatásra, ugyanis a töredékek metallográfiai vizsgálatra alkalmatlanok voltak. Szintén nem kerül bemutatásra a Szeged Csongrádi út 1. sírjából előkerült kard sem, ugyanis a rossz megtartású, erősen korrodált kard pengéjében nem találtunk vizsgálatra alkalmas területet. Emiatt csak a kard markolattüskéjéből metszettünk ki egy darabot, viszont a kutatás szempontjából releváns következtetéseket nem lehetett levonni a vizsgálat során.

A kutatásba bevont pengéken archeometriai-archeometallurgiai vizsgálatokra került sor, melyek egyik eszköze a metallográfiai vizsgálatok volt. Mivel ez egy roncsolásos vizsgálati módszer, ezért ehhez egy vagy több mintát kellett kimetszeni a kardból. A vágás előtt

és után fotódokumentáció készült a tárgyakról. A mintákat a Miskolci Egyetem Archeometallurgiai Kutatócsoportjának (ARGUM) munkatársai vizsgálták meg.

A mintavételezést egy nagysebességű multifunkciós szerszámmal végezték el a lehető legnagyobb gondossággal. A mintavételi helyek különbözőek, ha egy penge például eleve törött volt, akkor az egyik törött határról vágták ki a mintát, azonban minden esetben a vágási helyről előre egyeztettünk a tárgyat őrző múzeummal. A folyamat során fokozottan ügyeltek arra, hogy a műtárgy a vágás után a lehető legkönnyebben restaurálható legyen.

A mintavételt követően a mintákat hidegen szilárduló műgyantába ágyazták, majd több lépcsőben csiszolták és polírozták. A megfelelően előkészített felületet Nital-oldattal maratták, amely lehetővé tette a szövetszerkezet vizsgálatát. Az előkészítést követően a mintákon optikai mikroszkópos és elektronmikroszkópos vizsgálatot végeztek, ez utóbbit energiadiszperzív mikroszondával végzett elemzés egészítette ki. A vizsgálatsorozatot mikrokeménységmérés zárta. A mikroszkópos vizsgálatok eredményeinek értékelése előre meghatározott szempontrendszer szerint történt. Az értékelés alapját a mintákon megfigyelt mikroszerkezeti jellegzetességek adták, amelyekből a penge kovácsolása során alkalmazott technikákra lehetett következtetni. A vizsgálati eredmények esettanulmányok formájában kerültek bemutatásra. Az értékelés szempontjai a következők voltak:

1. Leggyakoribb kovácsolási technikák elkülönítése

A mikroszkópos vizsgálatok alapján elkülöníthetők voltak a hajtogatott, kovácshegesztett és homogén szerkezetű pengék, illetve az olyan példányok, amelyek készítésénél több technikát is alkalmaztak.

2. A penge szerkezeti felépítése – egy vagy több darabból kovácsolták

A mikroszerkezeti átmenetek, diffúziós zónák és az eltérő anyagi tulajdonságok alapján elkülöníthetők voltak az egyetlen alapanyagból, illetve több különálló elemből összeállított pengék.

3. A pengén belüli karboneloszlás

A karboneloszlás vizsgálata alapján meghatározhatók voltak a penge különböző szerkezeti és funkcionális zónái, különös tekintettel a nagyobb karbontartalmú él és a kisebb karbontartalmú mag kialakítására.

4. Hőkezelés

A mikroszerkezeti jelenségek alapján azt vizsgáltam, hogy kimutatható-e tudatos hőkezelés, illetve felismerhetők-e a penge élén edzés szerű hűtés nyomai.

5. Zárványvizsgálat – morfológia és kémiai összetétel

A salakzárványok morfológiai és kémiai vizsgálata az alapanyag és a készítési folyamatok jellemzését, valamint az egyes technológiai folyamatok rekonstruálását segítette.

6. Elmélet és gyakorlat

A metallográfiai megfigyeléseket kísérleti kovácsolással egészítettem ki, amelynek során a hajtogatás és a telibe kovácsolás mikroszerkezeti hatásait vizsgáltam, és az eredményeket a régészeti pengéken megfigyelt jelenségekkel vetettem össze.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÉS TÉZISEK

A metallográfiai vizsgálatok alapján a vizsgált 10. századi kétélű egyenes kardpengék készítéstechnikai szempontból változatos képet mutatnak. A pengék tulajdonságainak kialakításában meghatározó szerepet játszott a hajtogatás és a kovácshegesztés, míg a tudatos hőkezelés a vizsgált anyagban csak kivételesen volt kimutatható. A hajtogatás elsősorban a pengemag kialakításához kapcsolódott, ugyanakkor a kovácshegesztés nemcsak a hajtogatás során, hanem önálló szerkezeti eljárásként is megjelent, különösen a több darabból felépített pengék kialakításában. A vizsgált kardanyagban így a különböző kovácsolási eljárások egymással kombinálva is megjelennek.

A vizsgálatok egyik fontos eredménye, hogy a hajtogatás jelenléte nem állapítható meg megbízhatóan pusztán a maratás során megjelenő

sávos jelenségek alapján. A hajtogatás azonosításában a karboneloszlás, valamint a salakzárványok esetleges elrendeződése és deformációja együttesen szolgáltathat megbízhatóbb támpontot. Ezt a megközelítést a kísérleti kovácsolás eredményei is alátámasztották. A rekonstrukciós kísérletek során megfigyelt mikroszerkezeti jelenségek összevethetők voltak a régészeti pengéken megfigyeltekkel, így a kísérleti eredmények a metallográfiai megfigyelések értelmezésének ellenőrzését is szolgálták.

A metallográfiai megfigyelések alapján kialakíthatóvá vált a 10. századi magyarországi kétélű egyenes kardpengék készítéstechnikai klasszifikációja. A rendszer a pengék szerkezeti felépítését és az anyag-előkészítés módját veszi alapul, és megkülönbözteti az egyetlen alapanyagból kovácsolt, illetve a több elemből kovácshegesztéssel összeállított konstrukciókat. A klasszifikáció nem kronológiai vagy morfológiai fejlődési modellt állít fel, hanem olyan technológiai keretet biztosít, amely lehetővé teszi a különböző készítési megoldások összehasonlítható értelmezését. A vizsgált anyagban egyaránt jelen vannak gondosan előkészített, alacsony zárványtartalmú, összetettebb szerkezetű pengék és egyszerűbb, ferrites szövetszerkezetű példányok, ami a kardkészítés technológiai színvonalának eltéréseire utal, anélkül, hogy a fegyverek használati értéke egyértelműen rangsorolható lenne.

A vizsgálatok összességében azt mutatják, hogy a vizsgált hazai kardpengék szerkezeti megoldásai nem elszigetelt helyi jelenségek, hanem a kora középkori európai kardkészítés szélesebb technológiai

hagyományába illeszkednek. Ezt különösen a lágy mag–kemény él konstrukciók túlsúlya, a Košta-féle I–IV. pengeszerkezeti típusok jelenléte, valamint a kiskundorozsmai és az egri kard összetettebb szerkezeti megoldásainak közép-európai párhuzamai támasztják alá. A Kárpát-medencei kardanyag technológiai sajátosságai ennek alapján tágabb európai összefüggésben értelmezhetők.

A kutatás tézisei:

1. A vizsgált húsz, 10. századi kardpenge metallográfiai elemzése igazolja, hogy a pengék tulajdonságainak kialakítása elsősorban hajtogatásra és kovácshegesztésre épülő szerkezeti megoldásokkal történt, míg tudatos hőkezelés összesen két esetben volt nagyobb biztonsággal kimutatható.
A hajtogatás a kardok több mint felében azonosítható, elsősorban a pengemaghoz kötődve; technológiai értelemben minden esetben kovácshegesztéssel jár, mivel az anyag megnyújtását követő visszahajtás és egyesítés kovácshegesztéssel történik.
A kovácshegesztés ugyanakkor nemcsak a hajtogatás részeként jelenik meg, hanem önálló szerkezeti eljárásként is, különösen a több darabból felépített pengék kialakításában.

2. A hajtogatás jelenléte nem azonosítható megbízhatóan pusztán maratási sávok („*white lines*”) alapján; kimutatása alapvetően az egyes területekre jellemző karbontartalom meghatározása, illetve becslése, valamint a zárványláncok esetleges elrendeződése által lehetséges. A kísérleti kovácsolási tapasztalatok rámutattak e

módszertani megközelítés szükségességére, amely csökkenti a hajtogatás téves azonosításának kockázatát a régészeti kardanyagban.

3. A metallográfiai vizsgálatok eredményei alapján kidolgozhatóvá vált a 10. századi magyarországi kétélű kardpengék készítéstechnikai klasszifikációja. A pengék szerkezeti felépítése alapján két főcsoport különíthető el: I. főcsoport – Egy darabból kovácsolt pengék és II. főcsoport – Több darabból kovácsolt kardpengék. Az I. főcsoporton belül I/A: Telibe kovácsolt pengék és I/B: Hajtogatott pengék, míg a II. főcsoporton belül II/A alcsoport – A több darabból kovácsolt pengék magja és II/B alcsoport – Több darabból kovácsolt kardok éle különíthető el. A II/A alcsoporton belül további két csoport, a II/A/1 – Telibe kovácsolt pengemaggal készült kardok és a II/A/2 – Hajtogatott pengemaggal készült kardok, a II/B alcsoporton belül pedig a II/B/1 – Telibe kovácsolt éllel készült kardok és a II/B/2 – Hajtogatott éllel készült kard különíthető el. Az eredmények szerint a Kárpát-medencei kardok technológiai szempontból a korabeli európai kardkészítés szélesebb hagyományába illeszkednek.

4. A vizsgált kardpengék szerkezeti megoldásai a kora középkori Európában széles körben elterjedt technikai típusokba illeszkednek, ugyanakkor a kivitelezés minőségében és az alapanyag tisztaságában jelentős különbségek mutathatók ki. A vizsgált minták között egyaránt megtalálhatók gondosan előkészített, alacsony zárványtartalmú, összetettebb konstrukciók és egyszerűbb, ferrites szövetszerkezetű pengék.

5. A vizsgált hazai kardpengék szerkezeti megoldásai nem elszigetelt helyi jelenségek, hanem a kora középkori európai kardkészítés szélesebb technológiai hagyományába illeszkednek. Ezt különösen a lágy mag–kemény él konstrukciók túlsúlya, a Košta-féle I–IV. pengeszerkezeti típusok jelenléte, valamint a kiskundorozsmai és az egri kard összetettebb szerkezeti megoldásainak közép-európai párhuzamai támasztják alá.

A TÉMÁBAN VÉGZETT PUBLIKÁCIÓS TEVÉKENYSÉG

Tóth B. (2025): Elmélet és gyakorlat – Történeti vasbucadarabokon végzett kísérleti kovácsolás a középkori kardpengék készítésének tükrében. *Bányászattörténeti közlemények* 2025/ 20. évfolyam 1-2 szám, 3-21.

Tóth B.; Félegyházi B.; Török B. (2024): Vasművesség. In: Szulovszky J. (szerk.): *A kézművesipar története Magyarországon*. HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont, Budapest. 33.p.

Tóth B. (2024): Recenzió: Jiří Košta, Jiří Hošek, Petr Žákovský: Ninth to Mid-Sixteenth Century Swords from the Czech Republic in their European Context. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 2024 pp. 331-334., 4 p.

Langó P., Tóth B., Zágorhidi Czigány B., Harangi F., Katona Cs., Török B., (2024): Das Alter des Grabes von Vörs-Papkert 167 aufgrund der Untersuchung des Schwertes aus der Bestattung = The Age of the Grave of Vörs-Papkert 167 Based on the Examination of the Sword from the Burial. *Slovenska Archeologia* Suppl: 3 pp. 155-168., 14 p.

Tóth, B. (2024): Book Review: Secrets of Iron – From Raw Material to an Iron Object. Proceedings of the 7th International Conference of Medieval Archaeology of the Institute of Archaeology Zagreb, 10 th – 11 th September 2020. *Archeometriai Műhely* 21: 3 pp. 310-312., 3 p.

Tóth, B. (2023): a 10. Századi kárpát-medencei kétélű egyenes kardok archeometriai aspektusú vizsgálata – kutatási célok és előzetes eredmények. *Gesta* XX., 3-11.p.

Tóth, B.; Török, B. (2023): A kiskundorozsmai szablyamarkolatú kard az archeometriai vizsgálatok fókuszában: Készítéstechnológiai elemzés. *Bányászattörténeti Közlemények* 18, 35/36 pp. 31-54.p.

Török, B.; Barkóczy, P.; Langó, P.; Tóth, B. (2022): Archaeometric investigation of the Kunágota-sword – A Case Study / A kunágotai kard archeometriai vizsgálata – Esettanulmány. *Archeometriai Műhely* XIX/3 279–288. p.