

A magyar Szent Korona vizsgálata a modern minőségirányítási eljárásokkal

Examination of the Hungarian Holy Crown with modern Quality Management Systems

BARABÁSSY Miklós

Okleveles gépészmérnök, okleveles informatikus, kutató és feltaláló, menedzser
Budapest, Köln, mik.barabassy@arcor.de; miklos.barabassy@gmail.com
szentkorona.info.hu; <https://independent.academia.edu/BarabassyMiklós>

Abstract

Hungarian Holy Crown investigation

This lecture focuses on the manufacturing of the Hungarian Holy Crown from an engineering point of view. Using modern engineering tools such as the Quality Management System, that is well known in the auto motor industry, it can be proven that one of the main parts of the crown, the cross stap, was needed to be able to manufacture the other main part: the hoop. This contradicts previous assumptions that the hoop was manufactured earlier and separately from the cross-strap.

In order to create the Hungarian Crown, it was necessary to have a tricky soldering process that allowed multiple heatings in the same place without melting the previous solder.

Keywords: Holy Crown, Quality Management, cloisonne enamel, gold soldering, medieval goldsmith technique

Kivonat

A magyar Szent Korona vizsgálata

A Szent Koronát a modern autógyártásban használt minőségbiztosítási standardok segítségével vizsgáljuk. Sikerült bebizonyítani, hogy az alsó rész, az úgynevezett görög korona létrehozásához szükség volt a boltozatra, az úgynevezett latin koronára is.

A Szent Korona létrehozásához olyan trükkös forrasztási eljárásra volt szükség, ami lehetővé tette ugyanazon a helyen a többszörös forrasztást anélkül, hogy az előző forrasztás felolvadt volna.

Kulcsszavak: Szent Korona, minőségbiztosítási rendszerek, rekeszzománc, aranyforrasztás, középkori ötvös-technikák.

1. A SZENT KORONA SZERKEZETE

1.1. Bevezető

A Szent Korona a magyarok „Szent Grálja”, a hívő magyaroknak a nemzet biztonságát, a jogászoknak a történelmi alkotmányt, a történészeknek az állami folytonosságot, a magyaroknak – bárhol éljenek is – az összetartozást szimbolizálja. A Szent Korona a nemzet büszkesége.

Sokan és sokat foglalkoztak már a Szent Koronával. A Szent Korona létrejöttének az egyetlen objektív bizonyítéka a korona maga. Feltételezem, hogy egy mérnöknek szokatlanak tűnik, hogy a Szent Koronával foglalkozunk, de egy tudomány- és technikatörténeti konferenciának ez is tárgya lehet, mert a Szent Korona eredete, létrejötte elsősorban műszaki feladat eredménye, ahol figyelembe kellett venni a korabeli művészeti



1. ábra. A magyar Szent Korona

elvárásokat is. Úgy gondolom, ennek alapján kijelenthetjük, hogy az alkalmazott természettudomány feladata, hogy objektív korlátokat szabjon, biztos támpontokat nyújtson a történészeknek, művészettörténészeknek, hit-tudósoknak, aminek alapján a tudomány a társadalom számára a fent említett értékek jelentőségének, tartalmának megértésére vállalkozhat.

A 20. század végén az autóiparban kötelezővé tették az ISO 9000-en alapuló minőségbiztosítást. Én mint vezető menedzser személy szerint is részt vehettem a Ford és Opel autógyáraknál ennek a szabványcsoportnak a gyakorlatba való átültetésében, ellenőrzésében és alkalmazásában. Az autógyártásban – mint sok más műszaki ágazatban is – a tévedés elfogadhatatlan, nem lehet találgatni. Ez a technológiában azt jelenti, hogy a létrehozási fázisokat folyamatoknak kell tekinteni, mert az egyik folyamat kimenete egyben egy másik bemenete, ISO 9001–2015. Megismertem több segédeszközt, mint például az FMEA, Global 8, Ishikawa ok-okozati diagramot, melyek segítségével a tévedés minimalizálható és az eredmény objektívnek mondható. Ezt a gondolkodásmódot használtam fel a Szent Korona létrehozásának tanulmányozása során is.

A Szent Korona eredetére létezik egy történelmi megállapítás [1]. E szerint a korona két fő részből áll: az egyik a görög korona, ami az abroncsot, a pártát és a csüngők együttesét, a másik a latin zománcképekkel díszített keresztpántot, a latin koronát jelenti. A görög koronán ma látható három világi személy – a felirataik szerint –VII. Dukász Mihály császár, Bíborbanszületett Konstantin császár és Geobitzász, Turkia uralkodója. E három kép alapján alakult ki az a nézet, hogy Geobitzász I. Géza magyar király lehetett, aki egy időben uralkodott Dukász Mihály császárral. Így a korona alsó része Dukász Mihálytól kerülhetett I. Géza királyhoz. Ennek az elméletnek a lényegét műszaki szempontból úgy tudjuk összefoglalni, hogy a korona meghatározó része a görög rész, amire utólag került a latin boltozat. Az itt leírt szempont nélküli a létrehozás folyamatát. Az eltérések és különlegességek következmények, ezek okainak felderítésével a 21. században tudományos eszközök segítségével objektív eredményekre számíthatunk.

1.2. A Szent Korona szerkezetének különlegességei

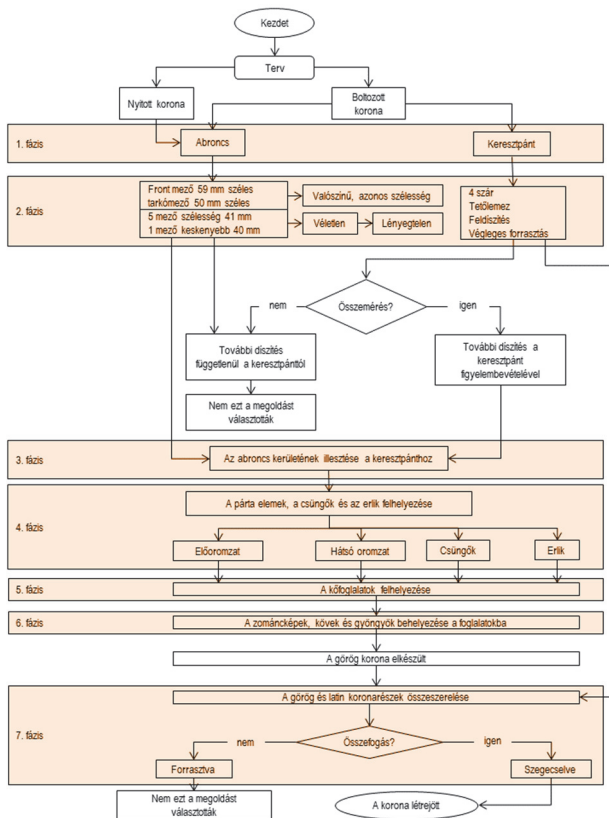
1. A teljes korona kereszt-szimmetrikus szerkezetű.
2. Az abroncs osztása pontos.
3. Az abroncsra a pártázat aszimmetrikus.
4. A keresztpántot az abroncsra szegecselemmel rögzítették.
5. A kereszt ferde.
6. A keresztpánt Pantokrátorának ölében van egy lyuk.
7. A kereszt a Pantokrátor lemezén keresztül a tetőlemezhez van rögzítve.
8. A Dukász Mihály zománckép nem fér az alatta lévő foglalatba, amely egy másik zománckép számára készült.

A korona készítésekor a középkorban olyan eljárást alkalmaztak, amit a 20. században újra fel kellett fedezni. A granulátumok, filigránok és foglalatok esetében olyan aranyforrasztási eljárásra volt szükség, ahol a már felforrasztott elemekre további részeket lehetett forrasztani anélkül, hogy az előzőek leváltak volna.

1.3. A Szent Korona létrehozásának technológiája

Anélkül, hogy részletes minőségbiztosítási kerület tennék, a bizonyítást egy egyszerű folyamatdiagrammal szeretném érthetővé tenni, 2. ábra.

Egy korona készítése a tervezéssel kezdődik. Összesen két koronatípus ismert: nyitott (abroncs-) és boltozott (esetünkben az abroncsra szerelt keresztpánt) korona. A kivitelezés minden valószínűség szerint az abronccsal kezdődik, hiszen a korona méretét az abroncs határozza meg, ez pedig független a koronatípustól. Tehát az első lépésben először készítettek egy gyűrűt, ez a korona abroncsa. A gyűrűnek, függetlenül attól, hogyan készítették, nincs kezdete és vége. Ezt a gyűrűt nagy pontossággal a nyolc zománcképfoglalattal úgy osztották nyolc részre, hogy a front és az azzal átellenben lévő mező szélesebb, mint a többi, melyek egyenlők, kivéve egyet, amely 1 mm-rel keskenyebb. Ebből arra lehet következtetni, hogy ez az abroncs már a kezdetekkor fejéknek készült, mert meg van határozva a homlok- és a tarkórésze. Ez az állapot azonban még nem korona, a zománcképfoglalatokon kívül nincs az abroncsra semmilyen díszítés, ez minden más koronaelemről független, mértani pontossággal készült. Ez a rész készülhetett bárhol a világon. Ezt a gyűrűt fel kellett díszíteni a pártával, a csüngőkkel és az igazgyöngsorról, hogy korona legyen.



2. ábra. A koronakészítés folyamatdiagrammja

rögzíthető: előre, hátra és a két oldal bármelyikére, de csak két szemben álló szár igazítható, a másik két szár helyzete már nem befolyásolható. A szűkebb lehetőségek miatt a kiválasztott illesztési irány az oldalsó pántok iránya. Így az első és hátsó pántszárak helyzete már az előzőek következményeként adott. Azért, hogy illeszkedjen a két fő rész egymáshoz, csak az abroncon lehetett változtatni, a keresztpánt szárai közötti szögek már rögzültek. Ezt úgy oldották meg, hogy az abroncsból kivágtak egy darabot, feltételezhetően 9 mm-t úgy, hogy az új végek pontosan a keresztpántszár középvonalának irányába estek. Ez nem lehet véletlen, mert a foglalatok

És ekkor történhetett valami, mert ez után a lépés után minden abroncsra felszerelt további díszítés aszimmetrikusan van felszerelve. De azonnal feltűnik az is, hogy ezek az elemek mind a keresztpánt szárai után igazodnak. A párta két egymástól független részből áll. A frontrész központi eleme a Krisztus zománcképet (4. ábra) foglalja magába, melynek két oldalán csökkenő méretben háromszög, illetve félköríves alakzatú oromdíszek váltják egymást. A központi Krisztus-kép két oldalán nagy pontossággal, azonos hosszúságban összesen négy-négy elem alkotja az oromdíszeket. A tarkórészen egyedülálló, félköríves oromdísz található.

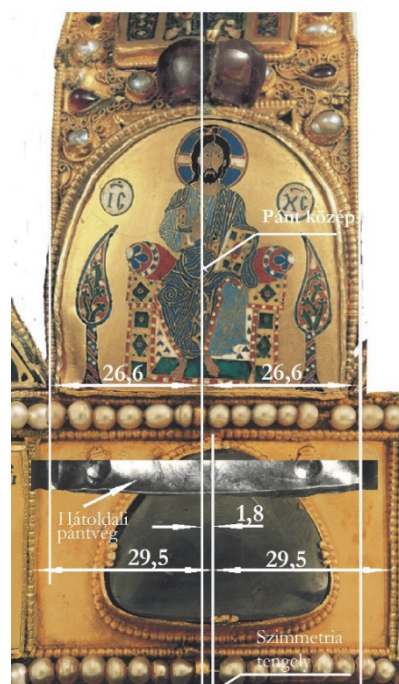
A következőkben bebizonyítjuk, hogy a keresztpánt pontatlansága az, ami ezt az aszimmetriának nevezett eltérést okozta.

A keresztpánt négy pántszárból és azokat összefogó négyzet alakú tetőlemezről áll. Már a négyzet alakú lemez sem teljesen pontos, de ha figyelembe vesszük azt, hogy az előre elkészített szárok forrasztása szabadon történt, a műszaki embereknek könnyen belátható, hogy a szárok közötti 90 fok betartása már csak kisebb-nagyobb eltérésekkel lehetséges. A keresztpánt-tetőlemez átlóinak metszéspontja és a szinte kör alakú abroncs középpontja közel egybeesik. Így a központi szögek mértéke az abroncson felmért húrok segítségével jól ellenőrizhető.

A keresztpánt boltozat egy szára négy mezőhöz



3. ábra. A korona tarkórésze



4. ábra. A korona frontrésze

közötti mezők nem változtak, kivéve a hátsó mezőt, aminek a szélessége most ugyan kisebb lett, de az abroncs szimmetriatengelye ezzel még nem változott.

Az úgynevezett görög korona aszimmetriája akkor alakult ki, amikor a hátsó oromzatelemet nem a hátsó mező középvonalaéhoz igazították, hanem a keresztpánt hátsó szárának középvonalaéhoz (3. ábra). Ha a keresztpánttól független megoldásban lettek volna érdekeltek, akkor semmi sem akadályozta volna meg a gondos és pontos ötvösöknek, hogy az egyszerűbb megoldást válasszák, vagyis a pártaelem felhelyezését az abroncs hátsó szimmetriatengelyének irányában. De hogy ez szándékos volt, azt a frontrészi oromzat is igazolja. (4. ábra). Itt is az egész oromzati rendszer a keresztpánt első szárának középvonalaéhoz igazodik. Minden további díszítőelem, mint a csüngők helyzete, a gyöngysort tartó gyűrűk (szakszóval erlik) a keresztpánt száraihoz igazodik. Nyilván a hátsó közfoglalat felhelyezése sem lehetséges az illesztés előtt.

A vizsgálat eredményének eszmei jelentősége hatalmas. Ezzel bebizonyosodott, hogy a Szent Korona létrejöttének meghatározó eleme nem a görög rész, hanem a latin korona. Ez azt jelenti, hogy a keresztpántnak kéznél kellett lennie az alsó rész készítésénél. Mindez cáfolja az amúgy is több sebből vérző bizánci koronaeredetet.

2. AZ ARANY KEMÉNYFORRASZTÁSA

2.1. A kihívás

Forrasztáskor a két összeforrasztandó anyag olvadási hőmérséklete magasabb a forrasz anyagánál. A kötés az adhéziós kölcsönhatás eredményeképpen jön létre. Ha a forrasztott helyet a forrasz olvadáspontja fölé emeljük, akkor a forrasz megolvad és a kötés ebben az állapotban megszűnik. A korona keresztpántja készítésének a sarkalatos kérdése: hogyan forraszhatták az aranyat a középkorban úgy, hogy az egymás után többször, azonos helyen történt felhevítéssel a granulátumok, a filigránok és a foglalatok nem hullottak le.

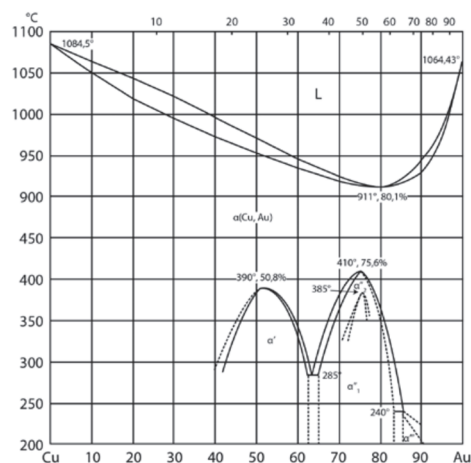
2.2. Az arany forrasztása az ókorban és a középkorban

Az arany olvadáspontja $1064,43\text{ °C}$ [2]. A 80:20 százalékos arányú arany–réz ötvözet esetében az olvadási hőmérséklet körülbelül 900 °C -ra mérséklődik (5. ábra). Ezt az olvadási hőmérséklet-csökkenést már négyezer évvel ezelőtt is ismerték, és ennek alapján kidolgoztak egy „trükkös” forrasztási eljárást.

A folyamat első lépésében a forrasztandó arany felületét diffúziós eljárással – felhevítéssel – 20% rézzel dúsították néhány mikrontól néhány század milliméter mélységig. A hevítést rendszerint faszénnel végezték, amellyel 800 °C hőmérsékletet érthettek el. Ezt a hőmérsékletet fűjtatókkal fokozatosan és ellenőrizve akár 1300 °C fölé is lehet emelni. (A faszén előnye az is, hogy redukáló hatású.)

A tényleges forrasztás előtt a filigránokat, rátétdíszítéseket rögzíteni kellett a hordozó arany felületéhez. Ezt a műveletet különböző ragasztóanyagokkal oldották meg, mint például a tragantnak nevezett gumiarábikum alapú ragasztóval, vagy Theophilus [4] receptje szerint a búzacseriz alapú pasztával. Az eljárás történhet egy vagy két lépésben: egylépéses forrasztás során összekeverték a ragasztóanyagot a réz-oxidot tartalmazó forraszanyaggal, a kétlépéses műveletben előbb megvalósították a réz diffúzióját, és egy második menetben forrasztották a díszítéseket az alapra. (Használtak malachitot, és mesterségesen előállított rézvegyületeket is.)

100 °C körül a réz-hidroxid fekete réz-oxidá alakul. 600 °C körül a szerves ragasztóanyag elég, és csak a szén marad vissza. Ez az anyag alkalmas arra, hogy a réz-oxidot 850 °C fölött tiszta rézzé redukálja, ami $850\text{–}900\text{ °C}$ között diffundál az arany felületébe. Ha a hevítés hosszabb ideig tart, akkor a diffúzió is mélyebb. A réz a levegőn oxidálódik, ezért az egész folyamat redukáló körülmények között történik, mert így a réz-oxid aktív tiszta rézzé redukálódik. Ezt a folyamatot természetes szénhidrátokkal segítik, ilyen a paszta formájában felvitt tragant is. Az így nyert arany–réz felületi ötvözet kb. 900 °C -on megolvad, és a két arany alkotórész összeforr. Ha ezután az



5. ábra. Arany-réz diagram



6. ábra. Forrasztás nyílt parázson [3]

anyagot redukciós közegben hosszabb ideig 890 °C közelében tartják, megindul a réz redukciója, azaz a réz kiválik a tárgy felületén. (A redukció feltétele, hogy aktív réz már ne legyen a felületen.) Ezután a kivált rezet és réz-oxidot el kellett távolítani a felületről, amelyet savas maratással, például híg kénsavas vagy konyhasós növényi savakkal végeztek. A konyhasó a felületi ezüstöt kioldja, így elérhető, hogy a felületi aranytartalom magasabb legyen, mint a mélyebb rétegekben [5]. Az ilyen típusú eljárást reakciós-diffúziós forrasztásnak nevezik, mivel a forrasztást nem közvetlenül forrasztanyag hozzáadásával végezték. (Előbb dúsítással mérsékeltek az olvadáspontot, majd redukcióval újra visszaállították azt.) Az eredmény annyira tökéletes, hogy szabad szemmel a jó forrasztást már nem lehet felfedezni. Az eljárás nagy előnye a kiváló minőség mellett, hogy ugyanazon a helyen újabb forrasztást lehet végezni anélkül, hogy a korábbi meglazulna. A reakciós forrasztás a 12. századig széles körben elterjedt, de később is alkalmazták. Az eljárást a 20. században újra fel kellett fedezni [6]. Erhard Brepohlnek sikerült igazolnia a reakciós forrasztást a Theophilus presbíter által Kr. u. 1100–1120 között leírt útmutatás alapján. A forrasztásokhoz nyílt tüzet, parazsat használtak, a korlátozott „szúróláng” létrehozásához pedig különböző fűjtatókat és főleg szájjal üzemeltetett fűvókákat, amiről már az ókortól van régészeti bizonyítékunk. A 6. ábrán az egyiptomi időkben használt eljárás illusztrációja látható.

ÖSSZEGZÉS

A Szent Korona meghatározó része a keresztpánt [7]. Amikor a keresztpántot megtervezték, már akkor nyilvánvaló volt az irány, mivel azt a felső Pantokrátor állása határozta meg. A pártaelemek, a csüngők helyzete, valamint a gyöngysorokat rögzítő erlik, bár mind az abroncshoz rögzítettek, mégis a keresztpánthoz igazodnak. Az abroncs nagy méretű díszköveinek felhelyezése csak a kerület igazítása után vált lehetségessé. A keresztpánt rögzítése az abroncshoz a koronaépítés legutolsó fázisa. Ez nyilván hidegen, szegecseléssel kellett történnjen, hogy a díszítő elemek a hevítéstől ne sérüljenek. Az eddigiekből következik, hogy a Szent Korona egységes tervezés eredménye. Azt, hogy a két rész teljes egészében egy műhelyben készült, egyértelműen az arany roncsolásmentes elemzésével lehetne igazolni. Ez esetben a pártaelemek és a keresztpánt foglalatjainak aranyösszetételében a nyomelemek mennyisége és minősége várhatóan meg kellene egyezzen. Ellenkező esetben feltételezhető, hogy a keresztpántnak korábban másik tartóváza lehetett és a jelenlegi abroncs másodlagos, a meglévő keresztpánthoz alakították ki, talán éppen a kezdeti Árpád-korban.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A Szent Korona létrejöttének kérdése vitatott. Szükség lenne az objektív fogódzókra. Éppen ezért nagyon örvendek, hogy ezen a tudomány- és technikatörténeti konferencián publikálhatom vizsgálataim eredményét. Meggyőződésem, hogy eredményeim objektívek, mert az alkalmazott természettudomány módszereit alkalmaztam. Bizonyára akadnak olyanok, akik más véleményen vannak vagy kérdései lennének, ez esetben kérem, jelezzék. Minden vita tovább csiszolja az eredményeket és tudományos rangra emelheti a véleményeket. A műszaki eredmények elsősorban a nemzet társadalomtudományi szempontjaiból lényegesek, mert a Szent Korona létrejöttének és származásának objektív megismerése biztonságot ad, és segítheti a történészek munkáját is. A koronáról készült fényképeket Szelényi Károly fotóművész készítette. Köszönöm neki is a közlési jogot.

Irodalmi hivatkozások

- [1] Tóth E.: *A Magyar Szent Korona és a koronázási jelvények*, Bp., Országház Könyvkiadó, 2018, 111–133.
- [2] Metals Handbook, Vol 8, *Metallography: Structures and Phase Diagrams*, 8th Edition, ASM, 1961, 266.
- [3] ***, Rekhmire, https://www.osirisnet.net/tombes/nobles/rekhmire100/e_rekhmire100_06.htm, Osirisnet, 2021.05.18
- [4] Theophilus P.: *Schedula diversarum artium*, Szerk. Albert Ilg, Wien, W. Braumüller, 1874, 226–240.
- [5] Eilbracht, H.: *Filigran- und Granulationskunst im wikingischen Norden: Untersuchungen zum Transfer frühmittelalterlicher Gold- und Silberschmiedetechniken zwischen dem Kontinent und Nordeuropa*. Köln, Habelt, 1999, 43–45.
- [6] Brepohl, E.: *Theophilus Presbyter und die mittelalterliche Goldschmiedekunst*, Ed. Leipzig, 1987, 149–163.
- [7] Barabássy M.: *A magyar Szent Korona mérnöki szemmel*. Bp., PEN Club, 2020.