

# A habos juharfából készült hegedűk testének méret- és formatartósága

*Igor Bivona és Stefani Berti tanulmánya Olaszországban jelent meg egy hangszerészeti, hangszertörténeti problémákkal foglalkozó kiadványban. Minden vonóshangszer (és vonó-)készítő mester elmondja, hogy a megmunkált fát évtizedekig tárolják, szárítják, mielőtt a megmunkáláshoz fognak. Ez nem változik a technika fejlődésével, hiszen a fa megmunkálásának a későbbi hangszer élettartamának, minőségének, tartósságának nyitja ebben a fázisban val elrejtve. Az alábbi tanulmány csupán egy ízelítő mindabból, amit a fának el kell szenvednie ahhoz, hogy muzeális értékű mesterhegedűvé váljék.*

## Nem elég csupán felhasználni, megismerni is tudni kell a fafajtákat

Azért, mert szinte minden hangszer valamilyen formában, mértékben fából készül, hiába lenne arra az elhamarkodott következtetésre jutni, hogy elégséges csupán használni ezt az anyagot esztétikailag értékes kézműves munkák, minőségileg is elismert teljesítmények létrehozásához.

Ugyanis minden, a „fa” gyűjtőnévvel meghatározott anyag nagyon heterogén; az egyes fajták, azok jellemzői, összetevői, származási helyük, a növények rendszerében elfoglalt helyük más és más, sőt, fajtán belül, egyedenként is változhat. Fontos tisztában lenni sajátos tulajdonságaikkal, milyen légköri feltételek kedvezőek az egyes típusok számára.

A szóban forgó sokféle viselkedési formának oka a fa sajátos anatómiai felépítésével összefüggő anisotropia.

A szerkezeti anisotropia kifejezés alatt azoknak a különböző tulajdonságoknak az együttesét értjük, amelyeket az anyag felvesz attól függően, hogy milyen jellegű méréseket végeznek a jellemzők megállapítására.

Mindenek az az oka, hogy a fa hosszított és különböző kiterjedésű sejtekből áll. Hozzá kell még tenni, hogy ugyanazon irányon belül is a sejtek nem egyforma kiterjedésűek, mivel ezek a fa növekedési ritmusával együtt, folyamatosan változnak.

Figyelembe kell venni továbbá az adott fajta saját jellemzőiből fakadó különbözőségeket, amelyek között említésre méltó a szerkezet, az erezet és az anyag fajsúlya.

Mindezek figyelembevételével logikusan következik, hogy az igazán sokoldalú felhasználásra csak kevés fa alkalmas. Ez annál is inkább igaz, mivel lassacskán csak ritkán, más anyagokkal nem helyettesíthető

dolgok elkészítésére, egészen speciális célokra használják fel ezeket.

Éppen a hegedűkészítés egyike azon területeknek, ahol a legtöbb hamisítás létezik; ennek oka, hogy a fa ilyen egyedi felhasználása ezen a piacon szükségszerűen nagyon korlátozott.

Egy 1956-ban végzett, eredményeit tekintve még ma is érvényben lévő vizsgálat óta feltűnt, hogy a kívánatos lényegi tulajdonságok a hegedűkészítő műhelyben használt fák esetében mind a méret-, mind a formatartás szempontjából optimálisnak mondhatók.

Ezek a jellemzők egyfelől tizedmilliméteres pontosságú munkát, másfelől pedig a hangszer megmunkálásának idején az intonáció, a rezgés, a hangzás és – nem utolsósorban – a forma és proporciók harmóniájának fenntartását teszik lehetővé.

E feltételekből kiindulva szükségesnek látszik egy kutatómunka elindítása, egy tanulmány létrehozása, amely hozzájárulhat ahhoz, hogy megfelelő mennyiségű és minőségű választ kapjunk a hangszerek építéséhez használt fák részletes tulajdonságairól, valamint az elkészült hangszerek méret- és formatartásáról.

Minthogy a hangszerkészítésben alapvetően felhasznált két fafajta a fenyő és a juhar; sokan és régóta tanulmányozták az elsőt, de szinte senki sem foglalkozott a másodikkal. Időszerű tehát gyarapítani a juharfával kapcsolatos ismereteinket.

Akkor is, ha a szakirodalomban jelzések utalnak a juhar fehér nyárfával és fűzfával való helyettesítésére – ez utóbbiakat szinte egyáltalán nem hasznosítják. Ennek okát az a tény magyarázza, hogy a csalást hamar leleplezi a feltűnően könnyű megmunkálás, valójában a finom felületi munka túl durvává válik, és mindenek előtt megfosztja a hangszert attól a különleges esztétikai értéktől, amit csak a habos juhar képes megteremteni. (A „hab” igazán az erezet egy anomáliája. A rönk szálaiban a fa fiatalkorában létrejött torzulás következtében a cellulóz rostok egy szinuszgörbe mentén „vonulnak”, dekoratív hullámokban; mindez a felszínen sugarasan, a fa szálirányára merőleges, a kéreg felé fokozatosan vastagodó csíkokban = habokban jelentkeznek.)

A habosságon túl a juhar értéke, hogy felvétele magasrendűen kidolgozható, mivel maga a fa is különlegesen finom szerkezetű. Ugyanakkor a habok miatt – mivel a szálirány nem tökéletesen egyenes – lényegesen

1. táblázat

## A habos juharfa fizikai-mechanikai tulajdonságai (Giordano mérései alapján)

Természetes mechanikus tulajdonságok	
szerkezet erezet	finom különböző: a törzs talpazatánál gyakran hullámos
átlagos fajsúly (száraz állapot)	820 kg/m
átlagos fajsúly (normál nedvesség = 65% UR)	660 kg/m
visszahajlás	középtől felfelé
erőtéljesség	átlagos
keményység	42 Mpa
ellenállás a tengelyes nyomással szemben	120 Mpa
ellenállás hajlításnak (rugalmasság)	9420 Mpa
hajlításhoz való alkalmazkodás mértéke	átlagos
lökésellenállás	átlagos
hasíthatóság	átlagos

nehezebb megmunkálni, mint a habmentes, egészséges juhart.

Ezen kívül, ha igaz az, hogy a végeredményhez való hozzájárulás szempontjából egy egy ívelt hangszer minden alkotórésze közül a (fenyőből munkált) felszín az, amelyre a legnagyobb felelősség hárul, nem kell megfelekedezni a hangszer majdnem teljes egészének alapanyagáról, a juharról, amely közösen a fenyővel biztosítja hangszer megfelelő kivitelezését, teremti meg annak esztétikai hatását.

### Vizsgálati anyagok és vizsgálati módszerek

A vizsgálathoz a juharka három nagy, kb. 600×150×100 mm kiterjedésű negyedét használjuk, előzetesen klimatizált, 65%-os páratartalmú, 20 °C-os szobába helyeztük addig, amíg a szobabelső környezetével egyensúlyba nem került.

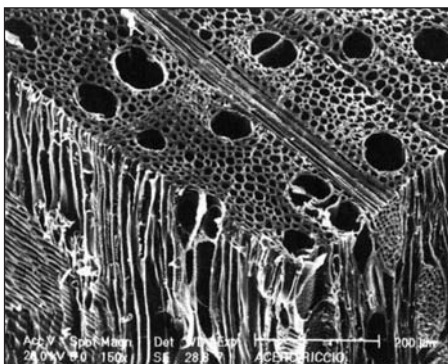
Sorrendben levágunk mindegyik hasábból 5 mm vastagságú kávának való alapanyagot, majd a hasábot szálirány mentén átlósan kettévágjuk. Így szeletet kapunk, amit összefűgolva és ragasztva létrejön egy hegedű hátlapjának alapja, a megfelelő munkálatok után pedig egy tökéletes hegedű-hátlapot alakíthatunk ki.

A szóban forgó anyagot különböző típusú próbáknak vetettük alá, hogy különböző megközelítésből tudjuk jellemezni tulajdonságait.

\*\*\*\*\*

Ahhoz, hogy a fajtát pontosan meg tudjuk határozni, mikroszkopikus és makroszkopikus ellenőrző vizsgálat szükséges. Minden kipróbált anyag az Acer platanoides L., köznapi nevén a habos juharkhoz tartozik (1. kép: habos juharka mintázata mikroszkópállványon, függőleges metszet.)

1. kép



A méret- és formatartás vizsgálatára irányuló megfelelő próbák az 5 mm vastagságú lapocskákon, a vázon és befejezett hegedű-

hátlapon történnek; a rész- és végeredményeket a klimatikusan már kiegyenlített szobában, folyamatos nedvesítési és szárítási ciklusok révén nyerhetjük.

Természetesen, ha értékelni akarjuk a viselkedési különbségeket a kiterjedést és a fejlődő fázist illetően, a meghatározásoknak egymást követő időszakokban kell megszületniük: a mérések első sorozatát a három káva-alapanyagon és a három hátlap-vázon, mint referenciaanyagon kell elvégezni, míg egy második sorozatot folyamatosan a már elkészült hegedűn, a fent említett vázlatokból kiindulva.

A környezeti különbségek figyelembevételénél kiindulópontként egy 65%-os relatív nedvességtartalmú (Umidità Relativa, a továbbiakban UR-rel jelölt) belsőleg klimatizált szobát kell alapul venni, ahol egymást követően előbb 34%, majd 90%-os UR-nek kell kitenni az anyagot, miközben a szoba hőmérséklete mindvégig 20°C marad.

A fenti UR-feltételeket mesterségesen, kis, ellenőrizhető térben (légnedvesség-szabályozó vödörökben) létre lehet hozni (2. kép). Az UR különféle mértékű jelenlétét a telített sóoldatok természetes kémiai tulajdonságainak kihasználása révén érhetjük el.

2. kép



A hőmérséklet tekintetében ugyanis létezik minden egyes vegyületnek, a telített oldatot körülvevő gázállapot gőzfeszültségének egy tipikus értéke. Ennélfogva lehetséges ilyen módon stabilizálni a hőmérsékletet, kicsi, nedvességtartalom szempontjából ellenőrizhető területet létrehozni az adott vegyület felhasználásával

A nedvességtartalom értékének kiválasztásához cinkszulfátot (ZnSO<sub>4</sub>) használunk, amely 20 °C hőmérséklet és 965 g/l koncentrációban (hidratált formában) 90%-os UR-al jár; másik próbavegyület a magnézium-klorid (MgCl<sub>2</sub>), amely 543 g/l koncentráció (nem hidratált forma) esetén 34% UR-t hoz létre.

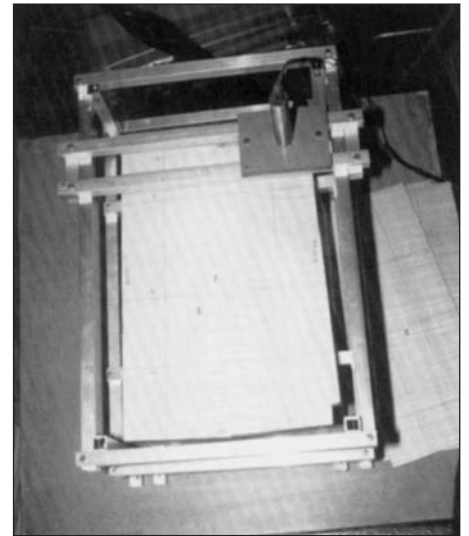
A cellában, ugyanúgy, mint a vödörben elhelyezett darabok, egyensúlyban vannak környezetükkel; így a rájuk gyakorolt, szá-

zalékosan változó nyomás egy hét leforgása alatt, kiindulva a kezdeti értéktől alacsonyabbá vagy 0,01%-ig kiegyenlítetté válik.

### Mérőeszközök

A forma változásainak mérésére sablonnal ellátott alumíniumkeretet használunk, amelyre elektronikus mérőműszert szerelve mérhető a forma elváltozása (vetemedése). A mérőműszert horizontálisan a mért anyag bármely pontjára juttatva, precíz méréseket lehet végezni (3. kép).

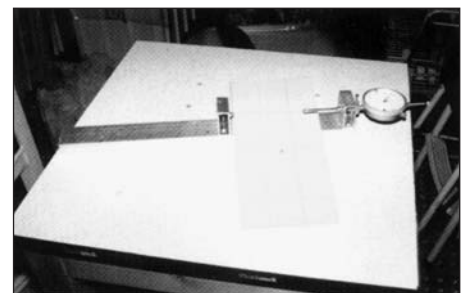
3. kép



E szerszám megvalósításához gondos, háromdimenziós rajzok segítségével pontosan rekonstruálni kell a szóban forgó felület formáját. Klimatizált szobában, különböző légnedvesség-szabályozás után szembeállítva a kapott eredményeket és az elkészített rajzokat a – meg lehet határozni a darabot érintő deformáció jellegét.

Ami a méretbeli változásokat illeti, azok vizsgálatára egy alumíniumrudat használunk, ennek széléin két erősítő pillért alkalmazunk. Az egyik szélén kerekfejű rögzítő csavar, míg a másikon 0,01 mm-es precizitású, analóg mérőóra (4. kép).

4. kép

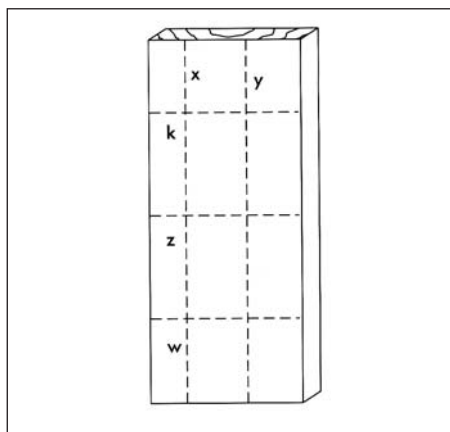


A faanyagot úgy rögzítik a tárgyasztalra, hogy a mérőóra mutatójának mindkét irány-

ban szabad kilengése legyen. Így mindkét irányban pontosan tudják mérni a térfogati elváltozásokat.

A hosszúság méréseinek görbéje két irányban – tengelyesen és sugárszerűen – történik (1. ábra). Úgy, hogy a darabot egy-

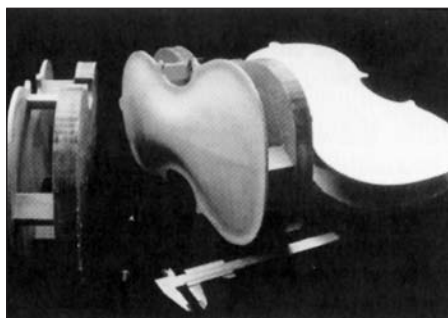
1. ábra



szerűen beékeljük a rögzítőcsavarra illeszkedő kar és az analóg mérőóra közé, majd leolvassuk az értéket az óra skálalapján.

Ahogy már rámutattunk, a második mérési ciklus előtt hozzá kell fogni a hegedű há-

5. kép



tizált helyiségbe teszik, hogy megismételjék a kiszáritás/nedvesítés már leírt ciklusát.

Mindenesetre gondoskodni kell az égerfa furnérból készült sablon külvilágtól való elkülönítéséről; egy réteg parafinnal befedve elérkezni, hogy maga a forma reagáljon a nedvességtartalom változásaira, megváltoztatva így a mérések eredményeit.

### Vizsgálati eredmények

Ami a kávacsikokat és a hátlap-vázakat illeti, a nedvesség-elvonás illetve -növelés hatására (ahogy az várható volt), visszahajlások és duzzadások találkoznak minden darabban,

2. táblázat

irány	nedvesség	visszavonása	nedvesség	növelése
	UR 65% -34%		UR 34% -90%	
<b>tengelyes</b>	(mm)	(%)	(mm)	(%)
maximum	1,2	0,35	1,38	0,39
minimum	0,15	0,04	0,35	0,1
<b>radiális</b>				
maximum	2,26	1,5	2,86	1,9
minimum	0,64	0,26	1,8	0,9

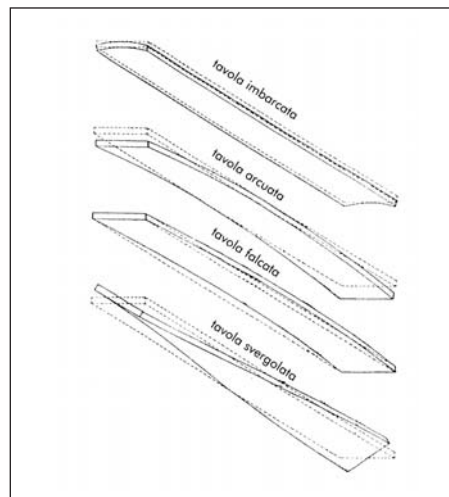
(A méretbeli változások maximális és minimális értékei a lapocskák és vázak tengelyes és sugaras irányában)

rom tökéletes hátlapjának elkészítéséhez, a három kezdeti hátlap-vázból kiindulva. A három alap mindegyikét kézzel készítik, ugyanazon modellel, mindháromat egyforma sűrűségű és egyforma keménységű anyagból.

Az elkészült munkát hat oldalánál hat vörösfenyőből készült, a tőkét helyettesítő oszlopokra tették, amelyeket aztán három, égerfa furnérlemezből készült, tökéletesen sík sablonra rögzítettek azzal a céllal, hogy szimulálják a szorítás végső állapotát, amit a kész hegedűk hátlapjainak el kell szenvedniük (A kész hegedűk fedőlapja ugyanis a meglehetősen puha fenyőből készül, ami utánaenged a jávorfa deformálódásának. Ezért tehát a vizsgálathoz a deformálódásnak ellenálló, rétegelt égersablont célszerű használni.) (5. kép)

Az így megszorított hátlapokat klima-

2. ábra



A hátlap-vázakra és káva-alapanyag csíkjaira vonatkozó hitelesített változó terjedelmek bemutatása.

A befejezett hátlapok tekintetében nincsenek kiemelkedő deformitások (vetemedések) a különböző nedvességtartalom értelmezésének sorában. Ez nagy valószínűséggel annak a szorításnak köszönhető, amelyet az égerfa sablon és a tőkék segítségével szimuláltunk.

Említésre érdemes az a tény, hogy kettőn a három hátlapból levált a két tőkét helyettesítő oszlop, amelynek oka a mértékváltozásból adódó feszültség.

Ami a hosszanti méretváltozásokat illeti, az eredményeket a 3. táblázat összesíti.

Végül szükséges elmondani, hogy a deformálódások, jóllehet összességükben nagyon kicsinyek (néhány tized milliméternyiek), kis belső feszültséget hozhatnak létre, amennyiben a kész hangszeren mutatkoznak meg. Jelentős mechanikai stresszt generálhatnak a hangszeren, amely a gyors „előregedést” segíti elő. A méretváltozásokat tekintve azonban lényegesen nagyobb a probléma, mivel a legnagyobb értékek rendszerint néhány millimétert jelentenek.

A kész hangszeren végbemenő változások egy adott ponton túl már regisztrálhatók: nagy valószínűséggel vezethetnek ré-

3. táblázat

irány	nedvesség	visszavonása	nedvesség	növelése
	UR 65% -34%		UR 34% -90%	
<b>tengelyes</b>	(mm)	(%)	(mm)	(%)
maximum	0,52	0,15	1,08	0,32
minimum	-0,45	-0,13	0,46	0,13
<b>radiális</b>				
maximum	2,86	1,79	4,15	2,16
minimum	0,76	0,72	0,77	0,4

(A méretbeli változások maximális és minimális értékei a lapocskák és vázak tengelyes és sugaras irányában)

szek leválásához (ahogy ezt a próbák során a hátlapot a sablonhoz szorító [tőke]cölöpök eltávolítása esetében már megfigyelhettük); más esetben egyes részek széttöréséhez (ragasztások elválása vagy szétnyílása, nyak leválása, alsó nyereg hátlaptól való eltávolodása, a káva leválása az alsó tőkéről, stb.).

Amennyiben a hangszer ellenáll ennek a feszültségnek – azon túlmenően, hogy jelentős belső feszültségnövekedés keletkezik – a gyakrabban előforduló és szemmel látható sérülések mellett/helyett (ritkábban) méretbeli változások lépnek fel. Csökkenhet a térfogat, ennél fogva megváltoznak a hegedű hosszanti méretei (a hangláda hossza, a nyak hossza, stb.). Mindez a hangszer hangjának, hangszínének minőségi romlásához, a hangterjedelem csökkenéséhez vezet.

Végül el kell mondanunk, hogy mindazok a körülmények, amelyeknek az anyagot alávetettük, nincsenek elérhetően távol a

valóságban is létező hétköznaptól. Valóban a levegő nedvességtartalmának nappal és éjszaka közötti eltérése felülmúlja az általunk figyelembevett intervallumot. Nyilvánvalóan az otthon tartott hangszer nincs kitéve ilyen ingadozásoknak, és ha valamilyen okból ilyen körülmények közé kerül, ez többnyire olyan rövid ideig tart, hogy a fizikai ráhatások nem tudják megváltoztatni a már kész hegedű méreteit, kialakult formáját. (Hosszan tartó „stressz” esetében sajnos komoly károk keletkezhetnek.)

### Összegzések, távlatok

Az általunk kiemelt, valamint a hangszerre jelentős hatást gyakorolni tudó jelenségek összességének áttekintéséből magától adódik a következtetés, hogy szükség van a kutatások folytatására, hogy alaposabban megismerhessük a fát és annak jellemzőit. Ezt, a különösen finom munkát

meg lehetne ismételni optikai jellegű mérőeszközök használatával.

Más, a már kész hegedűre irányuló kutatások, amelyeket a jövőben a lakkozás után megismételnének, újabb információkkal szolgálhatnak a lakk hatásosságáról annak megakadályozásában, hogy a környezetből a nedvesség a fára irányuljon.

Nagyon érdekes lenne a hirtelen méretváltozásokat egy fafűvós hangszer esetében is kipróbálni (mint amilyen például a fuvola), amit a hangszer belsejében a hangszerjátékos kilégzésével lecsapódó vízpára sűrűsödése és pangása indokol.

Végző összegzésként erőteljesen alá kell húzni, mennyire fontos mindig jobban és jobban megismerni minden fontos tulajdonságát azoknak az anyagoknak, amelyeket a hangszerek építésénél felhasználunk és amelyekkel szemben különleges követelményeket támasztunk.

## Bartolomeo Giuseppe Guarneri del Gesù – fogságban

Peter Biddulph kiadásában megjelent a Guarneri család legifjabb tagjának élete és munkássága.

A kétkötetes könyv első részében megismerkedhetünk a mester remekműveivel és azok rövid történeti leírásával. A szakmai körökben is egyedülálló minőségű, 1:1 méretarányú fényképek majdnem hogy kézbe vehetően ábrázolják a hangszerek minden fontosabb részletét – van elől- és hátulnézeti kép a korpuszról, a csiga- és kávarendszer mindkét oldaláról.

A második kötetben a Guarneri család történetét követhetjük végig, korabeli térképeken ábrázolva a család és kortársainak lakóhelyeit Cremonában. Látható emellett minden egyes hangszer pontos műszaki rajza és mérete, beleértve a vastagság méreteket és plasztika-íveket, kimerítő információt szolgáltatva hegedűkészítőknek is. Kedves kis befejezése a könyvnek a hegedűk neveit adó zenészek pillanatkép-szerű bemutatása.

E könyv megírásának ötlete először Roger Hargrave hegedűkészítő és Eric Wen szerkesztő fejében született meg. Hosszas kutatás során kiválasztották azt a 12 hangszert, amely a legkarakterisztikusabban ábrázolta del Gesù életét.

Amikor a hangszerek tartózkodási helyét kezdték felkutatni kiderült, hogy ezen gyűjtemény jelentős része Amerikában található. Így született meg az 1994-es New York-i kiállítás gondolata. Miért ne rendezhetnénk meg egy kiállítást, összegyűjtve egy helyre ezeket a hangszereket? Így is történt. Egyedülálló keretek között a világ legszebbnek tartott 25 Guarneri del Gesù hegedűje kápráztatta el a Metropolitan Museum látogatóit. Amikor a kiállítás becsukta kapuit a nagyközönség előtt, a munka elkezdődött a könyv írói számára.

Stewart Pollens hangszer-restaurátor speciális kamerájával készítette a fényképeket (a negatívok 1:1 méretarányban készültek). A méreteket és a hangszerek jellemző tulajdonságait John Dilworth és Roger Hargrave rögzítették papírra (illetve táblázatokba).

Ezzel egyidőben Peter Biddulph megbízta Carlo Chiesat és Duane Rosengardot a történelmi háttér felderítésével. Csak mellékesen említve, négyéves kutatásuk alatt rengeteg új dokumentumra és információra bukkantak – mint például Stradivari hagyatéki nyilatkozata, amelyből fény derül a család tagjai között uralkodó viszonyokra is. A Stradivari végrendelet már megjelent olasz és angol nyelven.

A kutatások eredményeit nem volt egyszerű feladat elegáns és praktikus formába önteni. Nem csoda, hogy a kiállítás után pontosan négy évre volt szükség a teljes befejezésig.

Ez év októberében, a Cremonában rendezett Mondo Musica kereskedelmi kiállításon lehetett először megtekinteni a könyv első kötetének első példányát. Majd november 16-án Londonban hivatalosan is bemutatták a könyvet. A könyv gyönyörű, ára a magyar kereseti viszonyokhoz képest sajnos nagyon borsos (£400 = ~ 140 000,- Ft), olcsó viszont a „de lux” kiadáshoz képest, ami általában a könyvkiadási ár kétszerese szokott lenni.

Az új kutatások ugyan megdöntötték a legendát, amely szerint Guarneri del Gesù annak idején börtönben ült volna (ellenkezőleg, Cremona tiszteletben álló polgára volt), 300 év elteltével azonban most e könyv írói és szerkesztői rabul ejtették ezt a bámulatos tehetséget, és a ráció eszközével szétfoszlatva az életét övező legendákat, bezárták a kétkötetes könyv műszaki rajzai, szigorúan ellenőrzött adatai közé.

*Ifj. Semmelweis Tibor*