

Intarziás és festett bútorok felvált rétegeinek rögzítése

Kovács Petronella

Az intarziás és festett bútorok a szerkezetet alkotó alapfa, (vakfa) az azt borító, díszítésül szolgáló, általában más fajtájú furnérok valamint egyéb szerves (csont, teknőc, bőr, stb.), és szervetlen alkotók (fémek, gyöngyház, kerámia), vagy a fa hordozóra felvitt festett rétegek anyagaiból épülnek fel.

Leggyakoribb károsodásukat a faalapra felragasztott borítás, illetve az alapozás-, festék-, és bevonatrétegek hordozóról való felválása jelenti. A jelenség kialakulását elsősorban a klimatikus változásokra érzékeny faanyag mozgása - duzzadás, zsugorodás - okozza, azonban számtalan más tényező – farontó bogarak, mikroorganizmusok károsítása, helytelen korábbi beavatkozások – valamint a felhasznált anyagok tulajdonságainak különbözősége, öregedése, az alkalmazott készítési- és a festészeti technika is befolyásolja.

A károsodott műtárgyak megfelelő kezelése érdekében a restaurátor első feladata megvizsgálni és meghatározni a tárgyat felépítő anyagokat és megállapítani a károsodás okait.

A fa hordozó

A fás növények anyaga *szén, oxigén és hidrogén* különféle kémiai kötésekkel alkotott szerves vegyületeiből áll. Az alkotó elemek aránya az összes fafajnál hasonló: szén 50%, oxigén 43%, hidrogén 6% + 1 % nitrogén és egyéb, fémes és nemfémes elem: foszfor, kén, szilícium, kalcium, klór, bór, mangán, réz, vas magnézium, mint nyomelemek.

A legfontosabb vegyületek a poliszacharidok: a *cellulóz*, a *hemicellulózok*, a *pektin* és a *keményítő*, valamint a bonyolult összetételű *lignin*.

A **cellulóz**, &-D glükóz monomerek polimerizációja során keletkező, kondenzációs termék ($C_6H_{12}O_6$). Nyújtott polimerláncai, elsősorban hidrogénhid kötésekkel, párhuzamosan egymáshoz kapcsolódva kristályos kötegekbe szerveződnek. A rövidebb cellulózláncok kilógnak a rendezett szerkezetből és megtörik. A cellulóz szerkezetében a kristályos – ren-

dezett – és az amorf – rendezetlen részek váltják egymást. A kristályos rész a cellulóz „keménységét”, vízben való oldhatatlanságát, az amorf tartomány pedig rugalmasságát és vízfelvevő képességét biztosítja. A farontó szervezetek a hidrolitikusan bontó celluláz enzim segítségével bontják.

A **hemicellulózok** – a cellulózhoz hasonló, de kisebb polimerizációs fokú, kevésbé stabil poliszacharidok - szerepük még nem teljesen tisztázott. Részben elágazó láncok a cellulózláncoknál rövidebbek, szerkezetük nem kristályos, legfeljebb félkristályos. Elágazó láncoknak köszönhetően a cellulóznál fokozottabban duzzaszthatók. Nagy nedvszívó és vízmegkötő képességgel rendelkeznek. Feltehetően jelentőségük van a faanyag vízfelvételeivel és leadásával járó duzzadás-zsugorodásban. A legtöbb farontó rovar és gomba rendelkezik a hemicellulózokat hidrolizáló citáz enzimmel.

A **lignin** a növényi sejtfalakon kívül a természetben nem fordul elő. Molekuláris felépítése komplikált, hálózatos, amorf szerkezetű. Az elfásodás során a cellulóz váz intermicelláris üregeit tölti ki. Feladata a sejtfalak merevítése, a faanyag nyomószilárdságának biztosítása. Lebontására csak a gombák képesek.

A **pektin** a poligalakturonsavat tartalmazó poliszacharidok gyűjtőneve. Víz felvételére és duzzadásra képes, amorf szerkezetű anyag. Hosszú láncmolekulái részben a micellák közeit töltik ki, részben a sejtfalak közötti, a szomszédos sejtek primér sejtfalait összeragasztó középlemezben fordulnak elő. Igen sok gombának van pektinbontó enzimeje (pektináz).

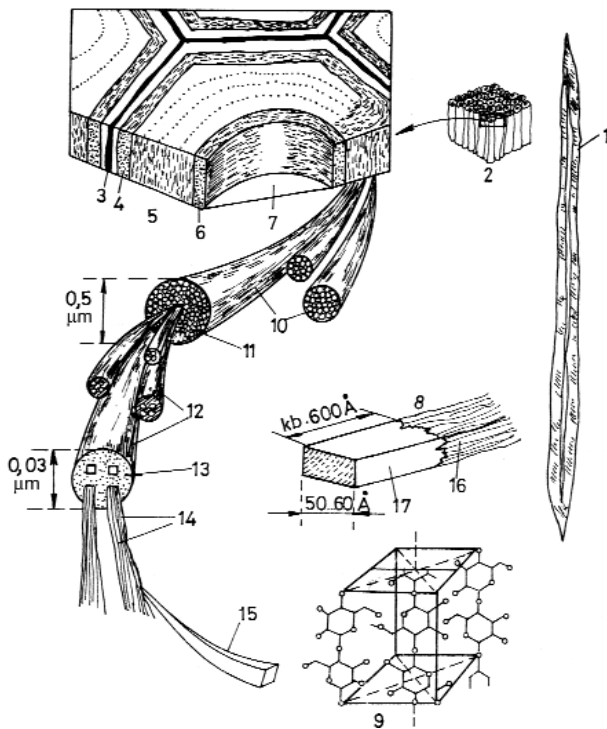
A **járulékos** vagy **sejtkitöltő** anyagok, az anyagcsere köztes vagy végtermékei – gyanták, zsírok, keményítő, színező- és cserzőanyagok, stb. - mennyisége a fa fajtától, korától, növekedési helyétől függ. Kisebb molekulájú és könnyen kioldható vegyületek, szervesen nem épülnek be a sejtfalba. Kis mennyiségben fordulnak elő, mégis jelentősen befolyásolják a faanyag számos

tulajdonságát, színét, illatát, higroszkóposágát, ragaszthatóságát. Pl. a *gyanták* és a *zsírok* növelik a nedvességgel és a mikroorganizmusokkal szembeni ellenállást, a *gyanták* ugyanakkor nehezíthetik a ragasztást és a különböző felületkezelő eljárásokat. A *gesztesítő* és *cserzőanyagok* a farontó szervezetekkel szemben ellenállókká teszik a fát, míg a *keményítő*, a *cukrok* és a *fehérjék* ezek tápanyagául szolgálnak.

A faanyag tulajdonságai három szinten alakulnak ki: a sejtfalban – *szubmikroszkópos szerkezet*, a sejtfalak által körülhatárolt sejtekben, szövetekben – *mikroszkópos szerkezet*, és az ezek által létrehozott nagyobb fatest részekben – *makroszkópos szerkezet*.

A sejtfal szubmikroszkópos felépítése

A fiatal sejtek fala rendkívül vékony, a frissen képződő sejtfa tisztán cellulózból áll. A fásodott sejtek falába a cellulózon kívül hemicellulóz és pektin, valamint lignin is berakódik.



1. Ábra. 1. farost, 2. farostköteg, 3. középlemez, 4. elsődleges sejtfa, 5. másodlagos sejtfa, 6. harmadlagos sejtfa, 7. sejtüreg, 8. elemi rostok térbeli képe, 9. cellulóz kristályrács, 10. fibrillák, 11. interfibrillaris tér, 12. mikrofibrillák, 13. intermicellaris tér, 14. elemi rostok (micellák), 15. cellulóz fonalmolekula, 16. elemi rostok kötegének amorf része, 17. kristályosan rendezett rész

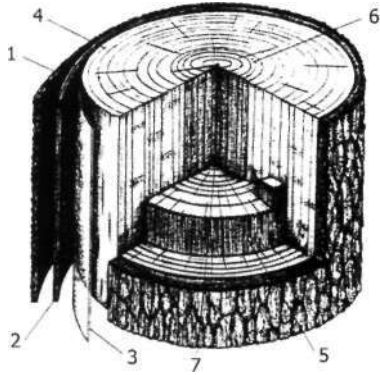
A sejtfa szerveződésének alapegységei a *cellulóz makromolekulák*. Ezek (40-100 db) kötegeket, *micellákat* alkotnak. Az elemi rostok felépítése heterogén, a kristályos, rendezett részeket rövidebb amorf részek váltják fel. A micellák (4-6) *mikrofibrillákat* alkotnak, ezek *fibrillákba* rendezett vagy rendezetlen szövetéből épülnek fel a különböző *sejtfalrétegek*. A micellák között *intermicellaris üregek*, a mikrofibrillák között *interfibrillaris üregek* vannak. Ezek az üregek fontos szerepet játszanak a fa vízháztartásában és higroszkóposágában. Az intermicellaris hézagok csak mintegy 1 nm átmérőjűek, így ide csak a víz és kismolekulájú szerves és szervetlen anyagok tudnak bejutni. A nagymolekulájú anyagok, pl. a lignin és a festékanyagok csak a nagyobb üregű (10 nm) interfibrillaris üregekbe tudnak berakódni.

Vízfelvételkor és vízvesztéskor a faanyag súlya és térfogata is változik. A sejtfaiban lévő kötött víz meghatározza a micellák és a mikrofibrillák egymáshoz való távolságát, így mennyiségének változásától függ a faanyag zsugorodása és dagadása. E mozgások gyakran alakváltozással, vetemedéssel, görbüléssel járnak. 100% relatív légnedvességű térben a mikroüregek telítődnek vízzel, kialakul a *rosttelítettségi állapot*. Vízfelvétel ezután már csak a sejtüregekbe - *szabad víz* formájában - lehetséges. Ez már nem jár méretváltozással. Az *össztelítettségi pont* a különböző fajoknál más és más, függ az interfibrillaris üregekbe berakódott gesztesítőanyagok mértékétől, vagyis, hogy mennyi víz felvételére maradt hely. Erősen gesztesedő fajoknál (akác, tölgy) 20-25%, másoknál (lucfenyő, bükk) 30-40%. A sejtfaiban alkotó mikroüreges vázrendszer óriási felületen alkalmas a víz megkötésére.

A fa makroszkópos szerkezete

A fatörzs keresztmetszetén, szabad szemmel – az adott fafajtól függően - kívülről befelé a következő anatómiai egységek figyelhetők meg: kéreg, szíjács, geszt, valamint a bélsugarak, az évgűrűk és a bél. (2. ábra) Az egyes sejtek szerkezete csak mikroszkóp segítségével tanulmányozható.

A **belső kéreg** (háncs) és a szíjács között osztódásra képes egysejtsoros, szabad szemmel nem látható, igen érzékeny szövet, a fa növekedését biztosító, kifelé háncs, befelé faelemeket létrehozó **kambium** helyezkedik el.



2. Ábra. Afatörzs keresztmetszete. 1. külső kéreg, 2. belső kéreg, 3. kambium, 4. szíjács, 5. évyűrűhatár, 6. geszt, 7. bél

Az **évyűrű**, az egy év alatt létrehozott fatömeg. Egy vegetációs perióduson belül különböző méretű, számú és funkciójú sejt keletkezik. Tavasszal vékonyfalú, nagyüregű, vízszállító sejtek - korai pászta - nyáron vastagfalú, kisüregű, szilárdító sejtek - kései pászta - képződnek, ősszel és télen nyugalmi időszak következik. A kora és kései pászta sejtjeinek falvastagság-különbsége jelentősen befolyásolja a fák sűrűségét. Az évyűrű lehet szabályos és szabálytalan szerkezetű. A növekedési zónák határvonala a tűlevelű és a gyűrűslikacsú lombosfáknál (tölgy, kőris, cseresznye, stb.) erősen megjelenik.

A **fatest** közepén helyezkedik el a nagy üregű, vékony falú sejtekből álló lágy szövet, a **bél**. Formája fajonként változik, kör, négy-, hatszög vagy csillag alakú. Mérete a legtöbb fafajnál 1-2 mm, de lehet 10-15 mm (balzafa) vagy szabad szemmel alig, illetve egyáltalán nem látható (vörösfenyő, boróka) is.

A **bélsugarak** összefüggő hálózatot alkotnak, a tápanyagok és gázok sugárirányú szállítását végzik.

A **szíjács** a fatest külső, az életműködésben - vízszállítás, raktározás - résztvevő része. Bizonyos kor elérése után sejtjei elhalnak, a sejtüregek töltőanyagokkal telnek meg, a sejtfalakba festő, és gesztesítő anyagok épülnek be. Ez a folyamat a gesztesedés. A szíjács gesztté való alakulása során a sejtek feladata megváltozik, szilárdító szerepet töltenek be.

A **geszt** a beépült gesztesítő és töltőanyagok miatt keményebb, nagyobb sűrűségű és szilárdságú, nedvességnek és a farontó szervezeteknek jobban ellenáll, mint a szíjács. A geszt és a szíjács mérete az egyes fajoknál igen eltérő. A gesztképződés alapján vannak:

- **színes gesztű fák:** a geszt színe élesen elkülönül a szíj ácsétól (tölgy, dió, fűz)

- **világos gesztű fák:** a geszt színe nem különbözik a szíj ácsétól, azonban kevés a víztartalma (lucfenyő, jegenyefenyő, hárs)
- **elhúzódó szíjács képződésű fák (szíj ácsfák):** a szíjács és a geszt között sem színben, sem víztartalomban nincs különbség. A gesztesedés jelei csak mikroszkóposan figyelhetők meg (jegenyefa).

A fa víztartalma

A fa higroszkópos anyag, környezete víztartalmával egyensúlyi állapotra törekszik (1. táblázat). Az egyensúlyi állapot az atmoszférikus viszonyoknak - légnyomás, hőmérséklet és légnedvesség - megfelelően vízfelvétellel vagy leadással áll be. A fa egyensúlyi víztartalma a levegő relatív légnedvesség tartalmának függvénye. A farontó gombák által károsított faanyagok egyensúlyi víztartalmának alsó értéke kb. 20%.

RH%	10	20	30	40	50
Fanedvesség %	3,5	5,3	6,6	7,5	7,8
RH%	60	70	80	90	100
Fanedvesség %	10,5	12,0	12,4	18,5	30,0

1. Táblázat. Az erdei fenyő (*Pinus silvestris*) egyensúlyi víztartalma különböző relatív légnedvességen (RH)

A víz megkötése a különböző fanedvesség tartalomnál más és más:

0 - 6%: kémiai kötással, *kemoszorpció*

6 % - 15%-ig: fizikai kötással, *adszorbcio*

15%-tól a rosttelítettséig: kapilláris erők segítségével, *kapilláris kondenzáció*.

A kemoszorbcio során a vízmolekulák a micellák hidroxilcsoportjaihoz kémiaailag kötődnek, a térfogatnövekedés jelentéktelen.

Az adszorbcio során a van der Waals erők segítségével újabb vízmolekulák felvételével a micellák felületén vízfilm képződik, az intermicelláris üregek megtelnek és a mikroszerkezet szétnyomódik. Az adszorbcio addig tart, amíg a köztes üregekben konkáv felületű vízoszlopok keletkeznek és a kapilláris erők működésbe lépnek - kapilláris kondenzáció. Ahogy a vízfelvétel közeledik a rosttelítettségi ponthoz, a duzzadás alábbhagy.

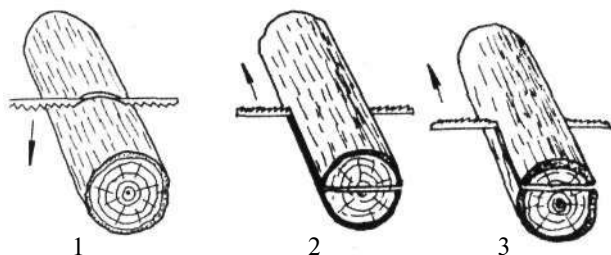
Klimatikus változások hatása a faanyagra

Vízfelvétel során - adszorpcio - a fa duzzad, vízleadásnál - deszorpcio - zsugorodik. A faanyag környezeti változásokra való reakciója függ:

- a fa keménységétől: a puhafák gyorsabban reagálnak, mint a keményfák

- a faanyag vastagságától: a vastagabb lassabban reagál, mint a vékonyabb
- a faanyag károsodásától: a rovarkárosodott faanyag gyorsabban reagál
- a fa feldolgozásától: a mesterségesen szárított gyorsabban veszi fel és adja le a vizet.

A fa anizotróp anyag, a három anatómiai irányban különbözőképpen viselkedik, más mértékben duzzad és zsugorodik. (3. ábra) A jelenség azon alapul, hogy a sejtfal legkisebb szervezett része, a micellává rendeződött cellulóz fonalmolekula kristályos tulajdonságokkal rendelkezik.



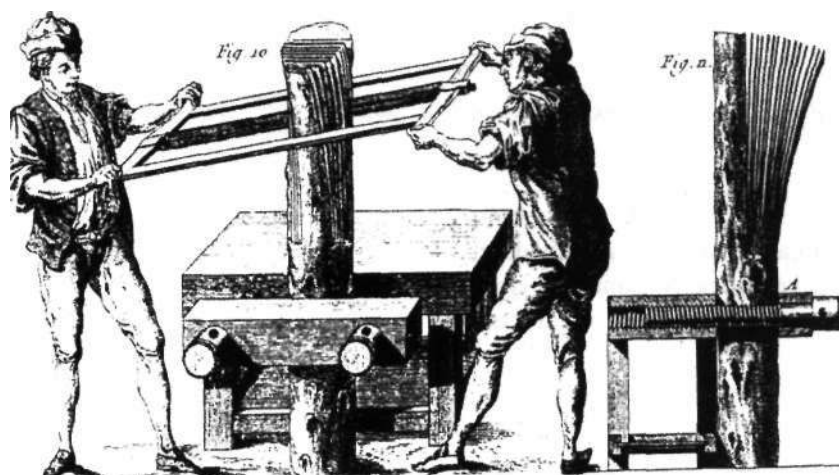
3. Ábra. A fa három anatómiai iránya: 1. Keresztirányú metszet, 2. Sugárirányú metszet, 3. Érintő (húr) irányú metszet

A zsugorodás mértéke a fafajtól és a fa szöveti szerkezetétől függ, rostirányban a legkisebb, szinte elhanyagolható (átlag 0,1%) a másik két irányban, szélességben és vastagságban, azaz sugár- és érintő irányban jelentősen nagyobb, a húr mentén a legnagyobb. A sejtek az érvyűrű mentén egymás mellett széles kört alkotnak, ezért az érintő menti zsugorodásnak alig van akadálya, míg sugár irányban a bélsugarak miatt a sejtek nem tudnak szabadon mozogni. Érintő irányban átlag 10%, sugár irányban átlag 5% a zsugorodás. A háromirányú zsugorodás mértékéből megállapítható a fa térfogati zsugorodása.

	Sugár	Érintő	Térfogat
Bükk Fagus silvatica	5,8	11,8	17,9
Hárs Tilia grandifolia	5,5	9,1	14,9
Körte Pirus communis	4,6	9,10	14,1
Nyárfafélék Populusok	5,2	8,3	13,8
Diófa Junglans regia	5,4	7,5	13,4
Kóris Fraxinus exelsior	5,0	8,0	13,2
Tölgy Quercus csoport	4,0	7,80	12,2
Juhar (jávör) Acer pseudoplatanus	3,0	8,0	11,5
Erdei fenyő Pinus silvestris	4,0	7,7	12,1
Jegenyefenyő Abies alba	3,8	7,6	11,5
Lucfenyő Picea excelsa	3,6	7,8	11,9

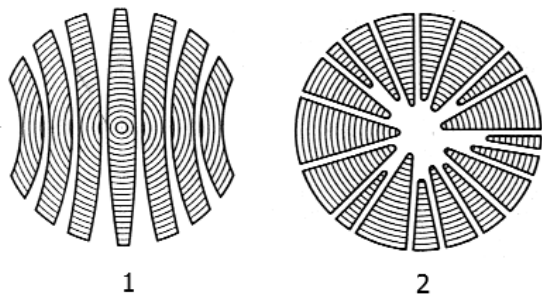
2. Táblázat. Egyes, a bútorkészítésben használt fafajok százalékban megadott sugár- és érintőirányú, valamint térfoga tzsugorodása

A fa egész tömegében sem egyenletes a térfogatváltozás: a szíjács jobban zsugorodik, mint a geszt, a korai pászta jobban, mint az őszi, a lombosfák gesztje jobban, mint a tűlevelűeké stb. A térfogatváltozás alakváltozással is jár a fa vetemedik, elhúzóódik, repedések és hasadások keletkeznek benne.

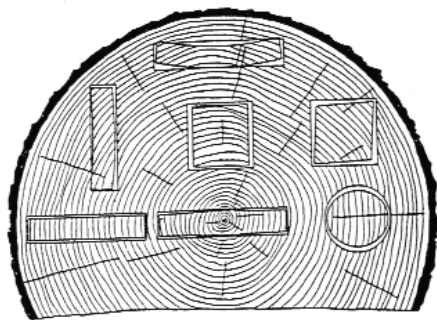


Deszka készítés fűrészeléssel (Roubo, J. A.: L'art du menuisier. Paris, Royale des Sciences. 1769. p. 278)

A 14. századig a deszkákat általában hasítással állították elő.¹ Ez azonban 50%-os anyagvesztéssel járt. A famegmunkálás fejlődése a szerkezetek, az összeépítés fejlődését vonta maga után. A vízikerekkel hajtott fűrészmalom feltalálása (13. sz. eleje), melynek használata a 15. századra vált általánossá, forradalmasította a palló, illetve deszka előállítását. (4. ábra) Azok a deszkák hajlamosak legkevésbé a vetemedésre, melyekben az évgyűrűk a deszka mindkét széléhez képest merőlegesek. A fatörzsből sugarasan hasított deszkák mindegyike ilyen, ún. álló évgyűrűkkel rendelkeznek, míg a párhuzamosan előállítottakban – a középső deszkák kivételével - álló és fekvő évgyűrűk is vannak. (5. ábra) Az álló és a fekvő évgyűrűk a deszkában feszültségek okoznak, ezáltal nő a vetemedési hajlam. (6. ábra)



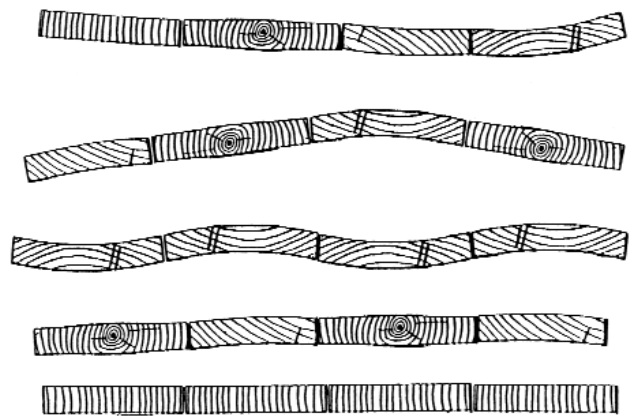
5. Ábra. 1. A törzsből párhuzamosan kinyert deszkák vetemedése 2. A törzsből sugárirányban előállított deszkák



6. Ábra. A fatörzsből különböző helyekről kivágott deszkák vetemedése

A nagyobb szerkezeti elemek – láda és szekrényoldalak, asztal- és tetőlapok, általában több deszka egymáshoz illesztésével készültek. Nagyméretű, egyenletes sima fafelületek csak hasonló korú fatörzsből azonos helyről kinyert, azonos szerkezetű deszkák összeillesztésével állíthatók elő. A nem megfelelő gondossággal összeállított deszkák a lap vetemedéséhez vezetnek. (7. ábra)

¹H-P. Schramm – B. Hering: Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung. Graz, 1989. p. 909.



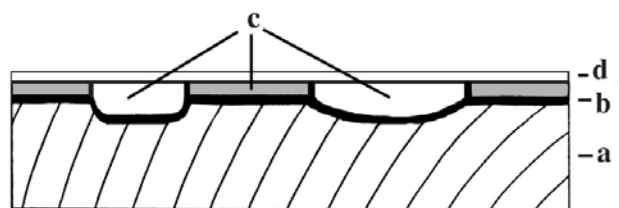
7. Ábra. Az álló évgyűrűket tartalmazó deszkákból és a különböző évgyűrű állású deszkákból összeállított táblák vetemedése

A 19. századig elsősorban az időjárás váltakozása okozta a feldolgozott faanyag mozgását – alakváltozásait, míg később az emberek fokozott kényelmét szolgáló, újabb és újabb fűtési rendszerek bevezetése, ezáltal a relatív páratartalom mesterséges változásai drasztikus hatást gyakoroltak a fából készült műtárgyakra. A fatárgyak vetemedését nagymértékben befolyásolja, ha csak kívül, vagy ha csak belül festettek, illetve furnérozottak.

A fa hordozó anyagra felvitt rétegek

Furnérozott tárgyak

Furnérozott tárgyaknál a fa hordozóra az alapfától eltérő furnér borítást ragasztanak fel, általában valamilyen állati eredetű enyvel. Maga a borítás, illetve annak díszítése is készülhet többféle fából, vagy más szerves és szervesetlen anyagból: csont, elefántcsont, szaru, teknőcpáncél, bőr, gyöngyház, fém, kerámia, stb. (8. ábra)



8. Ábra. Furnérozott bútorok rétegfelépítése: a: alapfa, b: ragasztó, c,d : borítás (lehet fa, fém, csont, teknőc, stb. illetve ezek variációi), d: bevonat. Egyes rétegek az adott tárgyon alkalmazott technikának megfelelően hiányozhatnak.

Csont és elefántcsont

A magasabbrendű gerincesek vázát képező csontok a szilárdságukat biztosító szerves - kalcium-foszfát,

magnézium-foszfát és kalcium karbonát - valamint a rugalmasságot adó szerves anyagból – összein – épülnek fel. Az *elefántcsont* összetétele: 60% szervesetlen (80% kalcium-foszfát, 20%, magnézium-foszfát, kalcium-karbonát és fluoridok) és 40% szerves anyag (kolagén, fehérjék, mikropoliszacharidok, zsírok, elasztin és víz). Higroszkópos anyag, kémiai és fizikai tulajdonságai a különböző irányokban eltérőek, ezért vetemedésre hajlamos, rugalmasságát túllépve reped. Túlzott hőközlésre elszíneződik.

Teknőc, szaru

A magasabbrendű állatok szaruszövetét felépítő fehérje a keratin sok diszulfid kötéssel összekapcsolt molekulából épül fel. A fonalas molekulák közötti hézagokat cementszerűen globuláris molekulák töltik ki. A kétfajta molekula együtt biztosítja a keratin rendkívüli szilárdságát és ellenálló képességét. A *teknős* páncejlja kétrétegű, az alsó másodlagos csontokból, a külső réteg epidermisz eredetű szarulemezekből áll. Intarziámunkákhoz ezt a megvastagodott, félig átlátszó, világosabb és sötétebb foltokkal és rajzolatokkal tarkított külső réteget használják. Hidegben merev, melegben hajlékony, hevítésnél meglágyul és összenyomható.

A *szaru* - szorosabb értelemben a kérődző emlősök üreges szarva - ridegebb, mert a keratin mellett apró, levegővel telt csövecskék vannak benne, ezáltal sűrűsége is kisebb. Melegben nagyon kitágul, majd összezsugorodik. Megfelelő kezelés után a teknőc utánzására is alkalmazzák.

Gyöngyház

A gyöngyház tengeri és folyami kagylók valamint néhány tengeri csiga héjának belső rétege. Állománya kevés szerves anyaggal kevert kalcium-karbonát.

Fémek

Bútorokat féंबरakásokkal is díszítenek. Erre a célra igen alkalmas a könnyen megmunkálható *réz*, a *sárgaréz*, az *ezüst*, az *ón*, és az *ólmot*, melyeket huzalok illetve különböző mintára kifűrésztelt lemezek formájában ragasztanak a fára. Az ónt és az ólmot a fába előre bevésztett fészkekbe is öntik. A féंबरakások aranyozottak is lehetnek.

Ragasztóanyagok

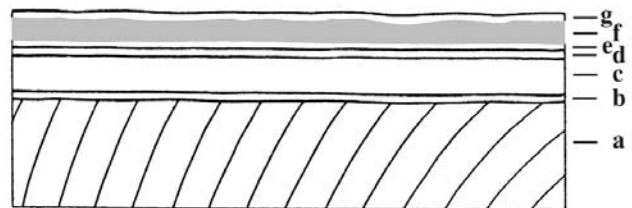
Az asztalosok legfontosabb ragasztóanyaga az *enyv*. Bőr és csontenyvet egyaránt használnak. Irodalmi források szerint a féंबरakások ragasztásához, a bőrenyvhez fokhagymát és cukrot adagoltak, illetve ún. *kaurit enyv* (kopálgyanta) alkalmaztak.² Posztó és

²Ferenczy Emil: Asztalosipar. Budapest, é.n. p. 169.

bőr fára való rögzítésére bőrenyv, kaurit enyv, vagy búzalisztból és kolofóniumporból főzött ragasztóanyag szolgált. Csont és gyöngyház ragasztásához bőrenyv, krómsavas káli (kálium-kromát) és kazein keverékéből állítottak elő vastag vízdoldhatatlan pépet. Az átlátszó teknőc hátoldalára először – általában színes - papírt vagy textilt ragasztottak, majd bőrenyvvvel rögzítették a fához.

Festett fatárgyak rétegei

Festett fatárgyaknál a hordozóra felvitt rétegek anyagai még szélesebb skálán mozognak. (9. ábra)



9. Ábra. Festett tárgyak rétegszerkezete: a: fa hordozó, b: előnyvezés, c: alapozás, d: előrajz, e: aláfestés, f: festékréteg/ek, g: bevonat.

Alapozás

Az alapozás részben mechanikai, részben esztétikai szerepet betöltő, a hordozó és a festékrétegek közötti réteg. *Kötőanyaga* általában enyv, száradó olaj, ezek keveréke, kazein, esetleg gyanta. *Töltőanyaga* kréta, gipsz, vagy bólszfészeségek, fehér, illetve a színes alapozások színes *pigmentek*et is tartalmaznak. Felhordásától függően lehet egy- vagy többrétegű, vékony illetve vastag. Néprajzi tárgyaknál gyakran elhagyták, vagy szinte beeresztés jellegű híg alapozást vittek fel.

Festékrétegek

A festékrétegek a színüket adó festékanyagokból - *pigmentek* vagy *színezékek* - és kötőanyagból állnak. A pigmentek a festőszerben (kötőanyagban) nem oldódnak, míg a színezékek igen. Vannak természetes és mesterséges, szerves és szervesetlen pigmentek. A pigmentek kötőanyag szükségletétől, amelyet nagyrészt a pigmentek szemcsemérete szab meg, valamint a festészeti technikától függően az egyes színek és rétegek kötőanyagtartalma és kötőanyag típusa eltérő lehet.

Kötőanyagok

A kötőanyagok fizikai illetve kémiai száradás után biztosítják a pigmentek egymáshoz való kötődését, kohézióját, és adhézióját az alaphoz. A megszáradt festékréteg optikai mélysége, fénye, fedőképessége és

tartóssága részben a kötőanyag típusától, fénytörésétől, valamint a pigment és kötőanyag aránytól függ.

A kötőanyagok eredetük, felhasználási módjuk, száradási és kikeményedési folyamataik, valamint kémiai felépítésük szerint csoportosíthatók.

Bevonatok

A furnérozott tárgyknál közvetlenül a fa, festett tárgyak esetében a festékrétegek felületére felvitt, átlátszó anyagokból készült bevonatok - gyanta, viasz,

száradó olaj vagy ezek keveréke, tojásfehérje, növényi mézga, különféle műanyagok, stb. - feladata a védelem és az optikai hatás növelése.

Felsorolhatatlan azoknak a természetes és - a 19. század óta - műanyagoknak a száma, melyeket a fatárgyak díszítésére, festésére, bevonására alkalmaztak. Mindezek különböző fizikai-kémiai tulajdonságokkal és öregedési folyamattal rendelkeznek, máshogy reagálnak a környezeti hatásokra.

Természetes szerves kötőanyagok							
Viaszok			Száradó olajok	Gyanták		Fehérjék	Szénhidrátok
Növényi	Állati	Ásványi		Növényi	Állati	Állati	Növényi
Karnauba	Méhviasz	Cerezin	Lenolaj	Borostyán	Sellak	Kazein	<i>Keményítők</i>
		Montan	Dióolaj	Dammár		Tojás	Búza
			Mákolaj	Gumigutti		Glutinenyek:	Burgonya
				Kolofonium		Csontenyv	Kukorica
				Kopál		Bőrenyv	Rizs
				Mastix		Zselatin	<i>Mézgák:</i>
				Sárgánvér		Halenyv	Cseresznyemézga
				Szandarok			Gumiarábikum
							Tragant

3. Táblázat. Természetes szerves kötőanyagok csoportosítása kémiai felépítésük szerint

Eredet	növényi, állati, ásványi, műanyag, természetes alapú műanyag
Felhasználási mód	vizes rendszer, olajos rendszer, kevert: emulzió/diszperzió
Száradási folyamat	<i>Fizikai:</i> az oldószer elpárolgásával <i>Kémiai:</i> oxidáció, polimerizáció, polikondenzáció útján (általában fizikai és kémiai együtt) <i>Termoplasztikus</i>

4. Táblázat. Kötőanyagok csoportosítása eredetük, felhasználási módjuk és száradási folyamataik alapján

Szintetikus anyagok			
Polimererizátumok	Polikondenzációs és poliaddíciós termékek		Természetes alapú műanyagok
	Lineáris	Térhálós	
Poli(vinil-alkohol)			<i>Cellulóz-éterek:</i>
Poli(vinil-acetát)	Poliamid	Poliészter	Karboxi-metil-cellulóz
Poli(vinil-butirál)	Lineáris poliészter	Epoxygyanták	Hidroxi-metil-cellulóz
			Hidroxi-propil-cellulóz
<i>Poliakrilátok</i>			<i>Cellulóz-észterek:</i>
Poli(metil-akrilát)			Cellulóz-acetát
Poli(metil-metakrilát)			Cellulóz-nitrát
Poli(etil-metakrilát) stb. és kopolimerjeik			

5. Táblázat. Szintetikus és természetes alapú műanyagok

A rétegfelválások okai

A festetlen és festett tárgyak alapfája a környezetével egyensúlyi állapotra törekszik, nedvesség felvétele és leadása során duzzad, illetve zsugorodik. A faanyagban sugár-, bél-, és gyűrűsírányú (az évgyűrű mentén) repedések keletkezhetnek és vetemedhet. A repedések a hordozóra felvitt rétegekben is jelentkezhetnek.

A festett tárgyakon már készítésük után nem sokkal a kötőanyagok száradási folyamata során, az adott technikára jellemző repedéshálózat keletkezik. A fa duzzadása során a repedések széthúzódnak, a fa zsugorodása során összetolódnak. Ha a fa mozgását a hordozóra ragasztott anyagok vagy az alapozás, festék- és bevonat rétegek nem tudják követni, repedések keletkeznek bennük és akár a hordozótól, akár egymástól elválhatnak. Ez eleinte szabad szemmel nem észlelhető, a felválás csak kopogtatással diagnosztizálható – a felvált réteg alatt keletkező kis, levegővel teli üregek más hangot adnak, mint a nem károsodott részek. A folyamat előrehaladtával a furnér felpúposodik, a festett felületen kisebb - nagyobb kiemelkedések, háztető formájú elváltozások jelentkeznek. A felvált rétegek megrepedhetnek és egymásra csúszhatnak, kisebb rázkódás vagy a tárgy mozgatása során a meglazult rétegek lehullhatnak.

A fa mozgását a rétegek más és más módon követik, mivel anyagaik maguk is különbözőképpen reagálnak a környezeti hatásokra. A faanyag mozgásán túl rétegfelválásokhoz vezethet:

- *Az egyes rétegek* - pigmentek és kötőanyagok - *higroszkópos tulajdonságainak különbözősége*. Egyesek érzékenyek a nedvességre mások kevésbé.

- *A rétegek rugalmosságának különbözősége*. Ez adódhat az alkalmazott festészeti technikából – különböző kötőanyagok alkalmazása, azonos kötőanyag esetén a kötőanyag-tartalom mennyiségi különbsége - és a kötőanyagok öregedéséből (rideggé, törékennyé válnak) egyaránt.

- *A kötőanyagok nedvesség hatására történő lebomlása*, porlékonyá válása – megszűnik a pigment/töltőanyag és a kötőanyag közötti kohézió, valamint az alatta lévő réteghez való adhézió.

- *A mikroorganizmusok károsítása*. A kötőanyagot gombák és baktériumok támadják meg és enzimeikkel hidrolitikus, oxidációs vagy redukciós úton lebontják. A gombák hifái növekedésükkel olyan feszítőhatást gyakorolnak, aminek következtében az anyag porrá válhat.

- *A farontó szervezetek* – rovarok és gombák – *károsítása*. Ha a rovarkárosodott faanyagban a rovarjáratok közvetlenül a fa felszíne alatt húzódnak, a rajta

lévő furnér vagy festett réteg benyomódhat vagy beszakadhat. A gombakárt szenvedett faanyag porlékonyá válhat.

- *A hőingadozás*. Hő hatására a legtöbb anyag kitágul. Jelentős hőingadozások feszültségeket okozhatnak a szerves anyagokban és állandó fizikai átrendeződésre kényszeríthetik azokat. A rétegek hőtágulásának és zsugorodásának különböző mértéke miatt felpöndörödhet a festékréteg vagy a rétegek szétválhatnak. Fém berakások a hőtágulás következtében kigyűrődhetnek. Magas (kb. 75°C-tól), közvetlen hő hatására egyes festék- és bevonatrétegek felhólyagosodhatnak.

- *A por*. A festett tárgyak repedéshálózába beülő por egyre jobban szétfeszíti a repedéseket, ami a festékréteg széttöredezéséhez vezethet. (8. kép) A por higroszkópos tulajdonsága miatt különböző savakat, bázisokat, oxidáló vagy redukáló anyagokat képez a légnedvességgel. Ezek a repedéseken keresztül behatolva a rétegeket felépítő anyagok lebomlását okozhatják. A porban lévő fémionok számos kémiai reakciót katalizálnak, elősegítve ezzel az öregedési folyamatokat. A porban lévő anyagok a mikroorganizmusok táptalajául szolgálnak.

- *Mechanikai sérülés*

- *Helytelen korábbi beavatkozások*, pl. rögzítésre használt, rosszul megválasztott, erősebb kötőanyag, vagy az eredetit részlegesen elfedő, erősebb kötőanyagú kittelés, nem megfelelő bevonat alkalmazása, stb. – valamint az átfestések.

Ha egy műtárgyon rétegfelválás jelentkezik azt – a tárgy anyagainak megismerése és a károsodást kiváltó okok felmérése után - a további állapotromlást megelőzendő rögzíteni szükséges. Erre a célra különböző eljárások állnak rendelkezésre. A tervezett beavatkozás előtt minden esetben meg kell győződni arról, hogy az nem károsítja-e a műtárgyat felépítő anyagokat.

Furnérozott fatárgyak felvált rétegeinek rögzítése

Az alapfa, illetve a borítás zsugorodása, a kötőanyag öregedése, túlzott hőhatás vagy nedvesség az alapfára ragasztott fa, fém, csont stb. rétegek felválását, zárt hólyagok megjelenését, a furnér berepedezését, felszakadását, kisebb vagy nagyobb területre kiterjedő felpöndörödését eredményezheti, vastagabb borítások esetében azok széleinek felemelkedését vagy a svartni teljes leválását a felületről. (1-2. kép)

A felvált réteg rögzítésének módját, a restaurálás lépéseinek sorrendjét a borítás károsodás-típusán túl a bűtor általános állapota – vetemedés, az illesztések

meglazulása, az alapfa rovar vagy gombakár következtében való meggyengülése stb. – is befolyásolja. Bár a fellazult rétegek megőrzése érdekében először megkötésük elvégzése célszerű, gyakran az egyes elemek alakváltozásainak visszaalakítása, a vetemedések kiegyenesítése, a meglazult kötések, szétvált deszkák összehúzósa és ragasztása, a hézagok kitöltése, a rovarkárosodott faanyag szilárdítása stb. szükség-szerűen megelőzi azt. Ezekben az esetekben a felvált rétegeket ajánlatos időlegesen felülről enyves papírral rögzíteni. Műanyag ragasztószalagok használata nem javasolt, mert visszabontásuk után a felületen maradó ragasztóanyaguk esetleg csak a bevonatot is oldó vegy-szerrel távolítható el.

Előfordulhat, hogy a felvált furnért vagy berakásokat az említett munkálatok idejére – de csak indokolt esetben - az alapfáról le kell bontani. Ez esetben a faborítást a hullámosodás, vastagabb lemezek esetében a vetemedés elkerülése végett minden esetben befogva kell tárolni.

A rovarok általában a tápanyagban gazdagabb alapfát károsítják. A károsodás gyakran olyan mértékű, hogy a meggyengült hordozó nem biztosít megfelelő alapot a felvált rétegnek.

A faanyag szilárdítása történhet az asztalosságban bevált meleg enyvoldattal, (csak kisebb károk esetén) vagy akrilátokkal, pl. Paraloid B72 5-10-15 %-os toluolos oldatával.³ Jó behatoló képességű, lassú párolgású, a fát kevésbé duzzasztó oldószer választásával elkerülhető a szilárdító szer felülethez közeli feldúsulása, illetve a faanyag méretváltozása.

Kisebb üregek kitöltésére alkalmas az enyves faliszt, nagyobb üregek esetén azonban a nedvességre érzékeny anyag behúzódhat, illetve felpúposodhat. Mélyebb vagy nagyobb felületre kiterjedő járatok az alapfa anyagával megegyező, szálirányba ragasztott fapalcikákkal tölthetők ki.

Az alapfa szilárdítása vagy oldószeres fertőtlenítése esetén a felvált réteg visszragasztására az oldószeres elpárolgása után kerülhet csak sor, mert azok a ragasztást gátolhatják, vagy kötőerejét csökkenthetik.

A rögzítés módja és anyagai

A rögzítés módjának és anyagainak megválasztásakor figyelembe kell venni a „minimális beavatkozás elvét”, mely szerencsére az utóbbi időben, a bútorestaurálásban is teret hódít. Egyre fontosabbá válik a műtárgyat felépítő anyagok és nemcsak a formák megőrzése, így, a korábban a furnérok rögzítésekor gyakran eltávolított bevonatréteg megtartása is. Ezért egyes, a hőre és nedvességre érzékeny bevonatokat károsító eljárások, pl. a furnérok szárazon vagy nedvesen történő vissza-

³A jobb behatolás érdekében hígabb, majd sűrűbb oldatot alkalmazva

vasalása, csak akkor megengedhető, ha más megoldás nem lehetséges. Tilos az egyenetlenné vált rétegek összecsiszolása, és a svartnik felgömbült széleinek lecsiszolása.

A felvált furnérréteg, vagy berakás alatt, általában megtalálható a régi enyv maradványa. Ha a tárgy jóval a restaurálás előtt károsodott, a hézagokba por és egyéb szennyeződés ül be. A jó ragaszthatóság érdekében fontos ezek lehetőség szerint minél tökéletesebb eltávolítása, duzzasztó pakolással (pl. karboxi-metil-cellulózból és vízből készített) vagy mechanikus úton.

A műanyagok széles körben való elterjedése óta előfordul, hogy a felvált réteget, vagy berakást valamilyen műanyag ragasztóval rögzítik. Ennek eltávolítása sok esetben csak szerves oldószeres duzzasztással, legtöbbször azonban csak mechanikus úton lehetséges.

Fontos, hogy az eredetileg enyvvel felragasztott rétegek rögzítése meleg csont- vagy rugalmasabb bőrenyvvel, illetve ezek keverékével történjen, mivel a műanyagok a környezeti hatásokra és a fa mozgására másképp reagálva további károsodást okozhatnak. Kerülendő a velük való könnyebb és gyorsabb munka miatt divatosá vált műanyagok alkalmazása azért is, mert a legkritikább esetben készül mm²-re pontos dokumentáció, mely alapján egy esetleges későbbi kezelés során azonosítani lehetne a különböző anyagokkal rögzített területeket.

Az enyv, a felválás típusától függően különböző módon - *ecsettel*, *injektálással* - juttatható a megtisztított felület alá. (3 - 4. kép) Esetenként a jobb behatolás érdekében *előnedvesítés* szükséges. A felületet az enyv teljes száradásáig le kell szorítani, illetve súlyozni. Alátétként átlátszó plexilemezt használva a ragasztás jobban ellenőrizhető, az esetleges szintkülönbség, illetve a furnérok egymásra csúsztatása elkerülhető. *Íves felületeknél* a rögzítendő réteg méretétől függően a szorításhoz homokzsák, hajlékony vastag karton, rugalmas fémlemez, az ívnek megfelelően kialakított plexilap, szorítófa vagy ezek kombinálása szükséges. (5. kép) Szorítás helyett az enyv bejuttatása után furnérozó kalapáccsal az alapfára történő dörzsöléssel, (rejbolás) is rögzíthető a felvált furnér. Ez különös körülményt igényel, mert az átnedvesedett fa megnyúlhat, könnyebben sérül és benyomódhat. A teljes száradásig a lesúlyozás ebben az esetben is szükséges.

Zárt hólyagok formájában jelentkező furnérfelválásoknál a hólyagok szálirányba történő felvágása lehetővé teszi a ragasztóanyag bejuttatását. Ez az eljárás kevésbé hagy nyomot, mint a hólyagok injekciós tűvel való átszúrása.



1. kép. A levegő alacsony páratartalmának (RH) következtében megrepedezett borítás



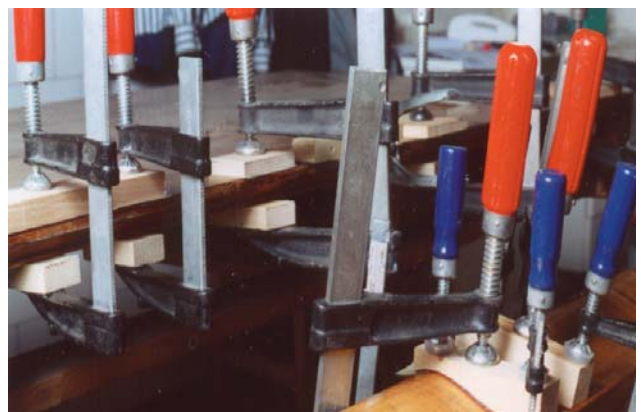
2. kép. Nedvesség hatására felvált borítás



3. kép. Előnedvesítés



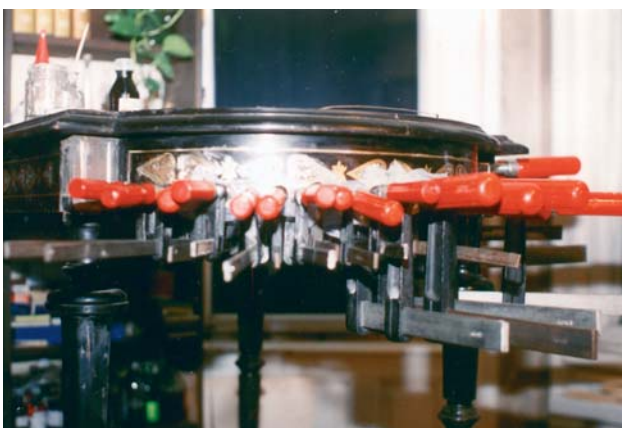
4. kép. Enyv bejuttatása felvált borítás alá



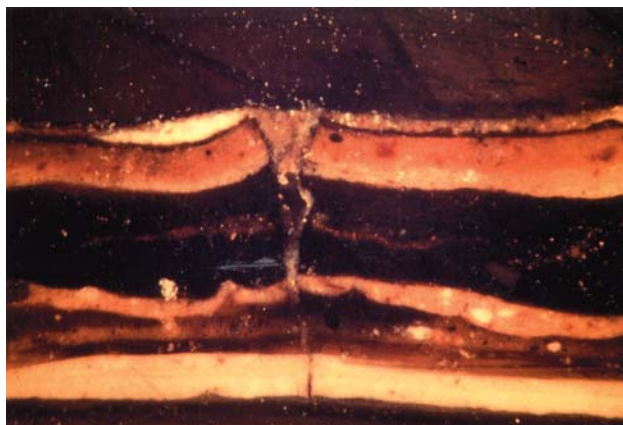
5. kép. Felvált borítás rögzítése íves felületen



6. kép. A levegő alacsony páratartalmának (RH) következtében kihullottak a fémfilék és egyes díszít-mények. Középen műanyag-
ragasztás nyoma



7. kép. Fémfilé szakaszos visszarágítása

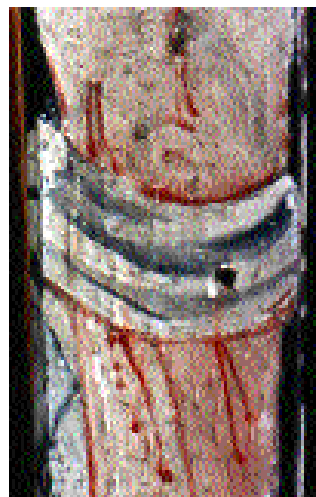


8. kép. Megrepedt festékréteg. Mikroszkópos felvétel



9. kép. Rétegfelválás az alapozásban

10. kép. Porlékony
alapozásról
háztetősen felvált
festékréteg



Gyakran előfordul, a fa mag oly mértékű zsugorodása, mely lehetetlenné teszi a felvált réteg egyszerű visszärögztését. Ilyenkor nem a borítás méretre igazítása a megoldás – hiszen a cél az eredeti anyagok megörzése – hanem az alapfa megfelelő méretre való kiegészítése. Ez, a furnér részleges, vagy teljes lebontása után, a zsugorodás mértékétől függően történhet az alapfa felületére felvitt enyves fűrészporos masszával, vakfurnér felragasztásával, vagy a hiányzó rész, fából formára alakított kiegészítésével.

A fém-, csont és egyéb berakások az alapfa méretváltozásának következtében felgyűrődhetnek, vagy kieshetnek a helyükről. (6. kép) Hátoldaluk az esetek többségében a jobb ragasztás érdekében bekarcolt. Visszaragasztásuk előtt nagyon fontos a régi ragasztóanyag teljes eltávolítása a rovátkákból, valamint a fémfelületek zsírtalanítása. Ha a berakások a számukra kialakított vájatban - a fa alakváltozása miatt – lötyögnek, sűrűbb enyv alkalmazásával a kisebb szintkülönbségek kiegyenlíthetők. Vigyázni kell azonban, hogy szorításnál a berakás ne süllyedjen, nyomódjon be a ragasztóba. Jobb megoldás ezekben az esetekben kis furnér betétek ragasztása a vájatokba. Ha a fém filék nem férnek be a helyükre, enyhe zömítésük eredményre vezethet. A fém filék felváláskor gyakran rugószerűen összetekerednek, elgörbülnek. Kiegyengetésüket óvatosan kell végezni, nehogy megnyúljanak. Visszaragasztásukhoz a csontenyvnél jobban megfelel a rugalmasabb bőrenyv, egyes receptek szerint az enyvhez adott fokhagyma vagy cukor jobb kötést eredményez. Ragasztás előtt a fém berakásokat lehet melegíteni (a hőtágulás miatt csak enyhén) és melegen tartani, így az enyv korai dermedése elkerülhető. A hosszú fém filék egy ragasztással általában nem rögzíthetők a helyükre, ez csak szakaszosan oldható meg. (7. kép) Gyorsabb, látványosabb eredményt lehet elérni a berakások visszavasalásával, azonban ez a bevonat károsodását okozza, így csak akkor megengedhető, ha a tárgy bevonata már tönkrement, vagy nem kell megőrizni.

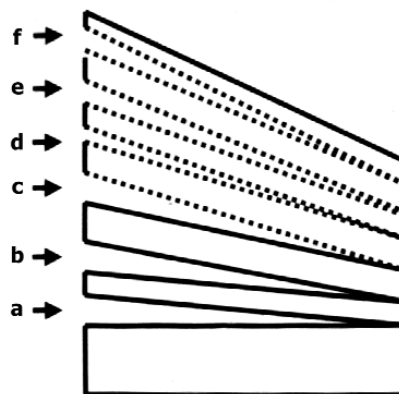
Festett tárgyak rétegfelválás típusai

A festett fatárgy károsodása során rétegfelválások keletkezhetnek:

- a hordozó és az alapozás között
- az alapozásban (több rétegű alapok) (9. kép)
- az alapozás és a festékrétegek között (10. kép)
- a festékrétegben
- a festékréteg és a bevonat között. (10. ábra)

A felválások a károsodás okától és a festészeti technikától függően különbözőek:

- *kagylósak*, ha a repedésháló mentén a „festékszigetek” szélei felemelkednek.
- *házatetőformájúak*, általában a hordozó zsugorodása következtében keletkezők. A vékony, rugalmatlan alapozásoknál és festékrétegeknél kisebbek, finomabbak, a vastagabb alapozásoknál nagyobbak. Lehetnek zártak, vagy megrepedhetnek, és a rétegek egymásra csúszhatnak.
- *táskásak*, ha a hordozó zsugorodása, a ragasztó anyag öregedése, vagy más okok hatására való lebomlása miatt a fára (pl. az illesztéseknél) ragasztott vászon vagy papír ívesen felválnak.
- *lemezesek*, a merev rétegek (pl. a nagy gyantatartalmú lazúr- és egyéb festékrétegek) felválásai.
- *hólyagosak*, amelyek túlzott hő vagy maró anyagok hatására keletkeznek.



10. Ábra. A rétegfelválás típusai

A felvált rétegek mechanikai hatások, az épület rázkódása, mozgatás, szállítás stb. következtében előbb utóbb lepereregnek, ezért felválásuk észlelése után a réteget minél előbb rögzíteni kell.

A felvált festett rétegek rögzítésének anyagai és módja

A felvált rétegek megkötésére felválásuk módja, helye és a réteg kötőanyag típusától függően természetes és műanyagok vizes vagy szerves oldószeres oldatai, valamint diszperziói alkalmazhatók. (6. táblázat) A természetes anyagok közül ma már csak a glutin-nyveket,⁴ valamint a méhviasz és gyanták keverékeit használják rögzítésre.

Rögzítőszernek csak színtelen vagy világos színű, zsírmentes, kis viszkozitású, rugalmas, öregedésálló, környezeti hatásoknak ellenálló, semleges pH-jú, jó

⁴K. Nicolaus: Handbuch der Gemälderestaurierung. Köhnmann Verlagsgesellschaft Köln. é. n. p. 230.

Festett rétegek megkötésére alkalmazott anyagok				
	Vizes		Szerves oldószeres	
	Hidegen	Melegen	Hidegen	melegen
Állati eredetű	Halenyv Kazein Tej Tojásfehérje	<i>Glutinenyvek:</i> Bőrenyv Pergamenenyv Tokhalenyv Zselatin		Méhviasz Viasz/gyanta keverékekben
Növényi eredetű	Dextrin Gumik Keményítő		Kopaivabalsam Mastix (firnisz)	Karnaubaviasz Kolofónium Viasz/gyanta keverékekben
Természetes alapú műanyag	<i>Cellulóz-éterek:</i> Hidroxi-propil-celleulóz Metil-cellulóz		<i>Cellulóz-éter:</i> Hidroxi-propil-cellulóz	
Műanyag	Poli(vinil-acetát) Poli(vinil-alkohol) Poliakrilátok		Poli(vinil-acetát) Poliakrilát	Mikrokristályos viasz

6. Táblázat. Festett rétegek megkötésére alkalmazott természetes és műanyag kötőanyagok

Festett rétegek megkötésére alkalmas műanyagok		
Vizes oldatok	Diszperziók	Szerves oldószeres oldatok
Poli(vinil-alkohol)	Pol(vinil-acetát)	Poli(vinil-acetát)
Különféle Mowiol termékek pl. <i>Mowiol 4/88</i> (Hoechst)	Különféle D... és M...jelzésű Mowilith termékek, pl. <i>Mowilith DM5, DO 251/1 és DRL régebbi típusok Mowilith SDM 5 és DMC 2</i> (Hoechst)	<i>Mowilith 20, 30, 50</i> (Hoechst) Növekvő viszkozitású és polimerizációs fokú sorrendben
Különféle Polyviol termékek Pl. <i>Polyviol V03/180</i>	Különféle „fehérenyek” - faragasztók Pl. <i>Ponal, Vinavil, Henkelfa</i>	<i>Vinnapas B</i> (Wacker)
	Akrilgyanta	Akrilgyanta
	<i>Acronal500D</i> (BASF) <i>PlectolD360</i> (Röhm) <i>PlectolD360</i> (Röhm) <i>PlectolB500</i> (Röhm) <i>Primal R253, AC 33, AC 35, WS 24</i> (Rohm and Haas)	<i>Paraloid B72</i> (Rohm and Haas) <i>Plexisol P550-40</i> (Röhm) <i>Plexigum PQ 610, helyette új típus a PQ 611</i> (Röhm)
Cellulóz-éter		Cellulóz-éter
<i>Glutolin</i> (Hoechst) <i>Tylose MH 300</i> (metil-hidroxi-etil-cellulóz) <i>Tylose C 300</i> (karboxi-metil-cellulóz) (Hoechst) <i>Klucel</i> termékek <i>GF, MF, HF</i> növekvő viszkozitású sorrendben (Hercules)		<i>Klucel</i> termékek <i>GF, MF, HF</i> növekvő viszkozitású sorrendben (Hercules)
		Poli(vinil-butirál)
		<i>Mowithal B30H</i>
		Poli(vinil-butiro-acetát)
		<i>Regnal</i> (Hoechst)
		Poliamid
		<i>Calaton CB (ICI)</i>
		Oldószeres ragasztókeverékek
		<i>Bewa 371 és 375</i> (Lascaux)

7. Táblázat. A felvált rétegek megkötésére alkalmazott műanyagok csoportosítása⁵

⁵ K. Nicolaus i.m., Kremer Preisliste 2002/2003 Herbst és Görbe Katalin szóbeli közlése alapján. Köszönettel tartozom Görbe Katalinnak a tanulmányhoz nyújtott hasznos tanácsaiért.

behatoló képességű, lehetőleg kis molekulatömegű, kis koncentrációban is megfelelő kötőerővel rendelkező anyagok alkalmasak.

A festett rétegek megkötése előtt fontos - amennyire sérülések nélkül lehetséges - a por és egyéb szennyeződések eltávolítása a felületről. Ezek részben gátolják a rögzítőszer behatolását, másrészt a repedéshálóban maradványok ott megkötve rontják a tárgy esztétikai hatását.

A kötőanyagok bejuttatása a rétegfelválás típusától függően történhet ecseteléssel, illetve injektálással, a repedéshálón keresztül vagy közvetlenül a felválás alá. A kezelés lehet helyi, de kiterjedhet az egész festett felületre is pl. porlékony alapozások.

A glutinenyv oldatokat melegen, a szintetikus anyagokat hidegen alkalmazzák. Az oldat szükséges koncentrációja a rögzítőszer kötőerején kívül függ az alapozás állapotától, a repedésháló jellegétől és a felválás mértékétől.

A vizes rögzítőszer általában nagy felületi feszültséggel rendelkeznek. Ennek csökkentése valamint a jobb behatolás céljából természetes vagy szintetikus nedvesítőszer - ionos és nemionos tenzidok - alkalmazhatók, közvetlenül a felületre, vagy a konzerváló oldathoz adagolva. A restaurátorok gyakran használnak etil-alkoholt, ami a célnak megfelel, de a szó szoros értelmében véve nem nedvesítőszer. Használata egyes diszperzióknál nem ajánlott, mert alkotórészeik duzzadását vagy éppen összeragadását okozhatja.⁶

A rögzítőszer felvitele után a felületre cigaretta-, tea-filter vagy japánpapírt helyezve a fölösleges kötőanyagoldat felitatható. Ezután kemény vattatampon, szilikongumi végződésű szerszám, kisebb spatula vagy vasaló segítségével a réteg óvatosan visszanyomható. (11-13. kép) Ha a felvált réteg túl merev és kemény, a nedves papír pakolásként működve segíti a felpuhulását és rövid idő múlva visszanyomhatóvá válik a hordozóra. A rögzítőszer bejuttatása előtt a felvált részeket nem szabad nyomkodni, mert eltörhetnek, széteshetnek és lepotyoghatnak.

Repedéshálón keresztül történő *glutinenyves* rögzítéskor gélesedés előtt, a kezelt felület a japánpapírra helyezett szűrőpapíron keresztül való, 50-60°C-os vasalása az enyv jobb behatolását eredményezi. A

⁶H-P. Schramm – B. Hering: i.m. pp. 275.

⁷telített poliészter fóliák. A Beva termékek az említett fóliákhoz hozzárágadnak.

⁸Karnauba viasz hozzáadásával keményebbé, velencei terpentinnel lágyabbá tehetőek a viaszgyanta keverékek

vasalást az enyv megkötése után újra megismételve, a felület esetleges egyenetlensége még helyreigazítható. (14. kép) A papír az enyv megkötése után enyhe nedvesítéssel eltávolítható. Meleg enyves kezeléseknél figyelembe kell venni, hogy az állati enyvek 70°C körül lebomlanak, ezért az oldatot nem szabad 60°C-nál magasabb hőmérsékletre melegíteni. A konzerválódó helyek rövid ideig tartó, enyhe melegítése az enyv behatolását elősegíti.

Pol(vinil-acetát) oldatok vagy diszperziók alkalmazásakor a ragasztóanyag bejuttatása után a felvált rész óvatos nyomogatása (pumpálása) a szer jobb szétoszlását és gyorsabb behatolását biztosítja. A visszanyomott réteget japán- és itatóspapíron keresztül a teljes száradásig vasalni, vagy a felesleges ragasztóanyag felitása után súlyozni kell.

Felvált rétegek rögzítésére Magyarországon az *akrilátok* közül leggyakrabban a szerves oldószerben oldódó Paraloid B72 granulátumot valamint a Plectol diszperziókat alkalmazzák a restaurátorok. Az akrilátok termoplasztikus tulajdonságának köszönhetően az ezekkel kezelt rétegek is vasalhatók, azonban csak az oldószer teljes elpárolgása után. Az akrilgyanták használata során a felvált réteg visszanyomásához, vagy a felesleges anyag felitásához használt segédanyagokat (pl. japánpapír) a rögzítőszer szilárdulása előtt el kell távolítani a felületről. A vasalást szilikon vagy más, a réteghez illetve a konzerváló anyaghoz nem ragadó papíron vagy (pl. Melinex és Hostahpan)⁷ fólián keresztül kell végezni.

Az utóbbi évtizedben a - korábban csak a festmény és papírrestaurálásban használt - *cellulóz-étereke*t a festett fatárgyak felvált vagy porlékony rétegeinek megkötésére is alkalmazzák. A különböző viszkozitású Klucel márkanevvel forgalomba kerülő hidroxipropilcellulóz termékek vízben és poláris szerves oldószerekben, illetve oldószerkeverékekben egyaránt oldódnak, így a nedvességre érzékeny rétegek megerősítésére is alkalmasak.

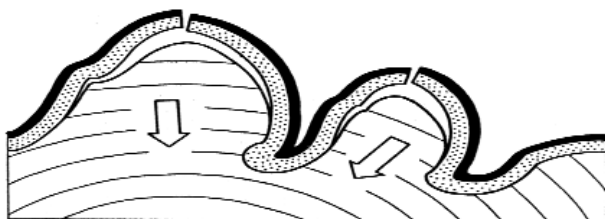
A *poli(vinil-alkohol)* termékek használata nedvességre való érzékenységük, kis kötőerejük és rossz öregedési tulajdonságaik miatt háttérbe szorult.

A szintén egyre ritkábban alkalmazott *viaszgyantás rögzítés*nél méhviasz és dammárgyanta vagy méhviasz és kolofónium keveréket⁸ cseppentenek, illetve kennek fel a megfelelő területre, majd ott a megdermedt anyagot melegítéssel - vasaló, infralámpa, stb. segítségével - újra megolvasztják, és a réteget megfelelő profilú vasalóval, vagy szerszámmal a helyére nyomják. Vasalás után a keverék újbóli kikeményedéséig a kezelt területet lesúlyozzák.

Különös körülményt igényel a háztetőformájú felvált rétegek rögzítése, mely alatt a hordozó a levegő relatív

páratartalmának csökkenése következtében összezsugorodott. Ezek a rétegek gyakran nem nyomhatók vissza az alattuk összehúzódtott fa alapra. A rögzítőszer bevitele előtt ezeket enyhén fel kell puhítani. Ez történhet úgy, hogy a felvált részt enyvel felragasztott japánpapírral védjük, majd erre nedves szívópapírt helyezve enyhén, nyomás nélkül vasaljuk. Ha a felvált részen nincs megfelelő nyílás a rögzítőszer bejuttatására, akkor a felpuhítás után, lehetőleg a védőpapíron keresztül (így egy esetleges beszakadásnál a részek együtt maradnak) ferde hegyű túvel nyílást képezzünk.

A fa hordozó nagyobb mértékű zsugorodása esetén a felvált réteg, felülről vizes pakolással, alulról a repedéseken át, vagy ha mód van rá (pl. a felvált réteg körül hiányok találhatóak) nedves szűrőpapírral történő nedvesítéssel, esetleg enyhe melegítés mellett, óvatosan a kívánt mértékig felpuhítható és alakíthatóvá válik. (15-18. kép)



11. Ábra. A fa nagymértékű zsugorodása következtében a felvált rétegek alatt üregek keletkeznek.

A zsugorodás lehet olyan nagy mértékű, hogy a felvált réteg rögzítéséhez az alatta keletkezett űr feltöltése szükségessé válik. Ez történhet a rögzítő anyag oldatába kevert krétával, a károsodás jellegétől függően hígabb illetve töményebb változatban.

Egyes szakirodalmi források a fa hordozó zsugorodása következtében felvált rétegek rögzítése előtt a festett fatárgy klimatizálását javasolják, mely magasabb páratartalmú térben vagy helyiségben való elhelyezését és tárolását jelenti.⁹ A faanyag az egyensúlyi állapotra való törekvése miatt a levegő nedvességtartalmából felvéve duzzad és a rétegek elfoglalják „eredeti„ helyüket. Meg kell azonban említeni, hogy bár a különböző fafajták zsugorodási és duzzadási együtthatója ismert, így a kívánt méretnövekedés a megfelelő páratartalom mellett elérhető, a folyamatok nem pontosan ugyanúgy játszódnak le a két irányban, ezért még ellenőrzött körülmények között is történhetnek újabb sérülések.

Rovarkár esetén az alapozás és a festékréteg alól helyenként „elfogy” a faanyag, így kötődésük megszűnik a hordozóhoz. Kisebb üregek kötőanyag oldatba kevert

krétával kitölthetők, nagyobbaknál azonban a hordozót, azonos fafajból készített, vékony kis pálcikákból fel kell építeni a megfelelő szintig. Ez gyakran csak úgy lehetséges, hogy a felvált rétegre cigaretta- vagy japánpapírt ragasztva azt helyéről kiemelik, majd az üreg feltöltése után helyére visszarakasztják.

Egyéb okok miatt a hordozóról levált rétegek japánpapírral alátámasztva helyükre visszarakaszthatók. (18-19. kép)

Porlékony alapozásrétegek megkötése

Enyves kötőanyaggal alapozott tárgyaknál gyakori jelenség, hogy a jó megtartású festékréteg peregni kezd az alapról. Ennek oka az enyv nedvesség, esetleg mikroorganizmusok hatására történő lebomlása, melynek következtében az alapozás porlékonyá válik. A porlékony alapozások megkötése történhet meleg enyvoldattal, vizes diszperziókkal, illetve szerves oldószerekben oldott műanyagokkal.

A glutinenyves rögzítésnél enyhén porlékony alapozások esetén 0,5-3 %-os, lazábbaknál 5%-os oldat szükséges. A meleg enyvot esetelével – szerves oldószerekben oldott műanyagoknál bemártás is lehetséges – viszik fel a rögzítendő területre, majd cigaretta- és szívópapíron keresztül vasalják. A gélesedés előtti vasalás az enyv jobb behatolását, valamint az oldószer gyorsabb elpárolgását, ezáltal a fa hordozó duzzadásának elkerülését biztosítja. A vasalás nedves szűrőpapíron keresztül is végezhető, azonban ügyelni kell arra, hogy a meleg és a nedvesség az esetleg megőrizni kívánt bevonat opálosodásához, bevakulásához vezethet. A papír az enyv teljes bekötése után langyos vízzel nedvesítve eltávolítható.

Az enyves eljárásnál jobb eredményt biztosít az akrilátok alkalmazása, de egyik beavatkozással sem érhető el az alapozás egyenletes, teljes átítatása. A rögzítőszer azonban az apró üregekben és repedésekben megülve legalább egy „megtartó vázat” biztosít.¹⁰

Porlékony alapozások megkötésénél előfordulhat, hogy a rögzítő anyag egyes helyeken feldúsulva újabb leválásokat eredményez. Ezért a meleg enyvoldat 10%-osnál ne legyen töményebb a rétegfelválások visszarakasztásánál sem, mert ez feszültségekhez vezetve felválásokat okozhat.

Porlékonyá vált festékrétegek megkötése

Az enyves alapozásokhoz hasonlóan az enyves festések a kötőanyag nedvesség vagy mikroorganizmusok hatására történő lebomlása során porlékonyá válnak. A festészeti technikából adódóan ezekben a rétegekben a pigment szemcséket nem veszi teljesen körbe a kötőanyag, hanem a szemcsék ún. enyvhidakkal kapcsolódnak egymáshoz, így a fénytörésük következtében a rétegek matt megjelenésűek. Rögzítésük során a

⁹H-P. Schramm - B. Hering: i.m. p. 277. és K. Nicolaus i.m. p. 212.

¹⁰H-P. Schramm - B. Hering: i.m. p. 275.



11. kép. Nedvesség hatására felvált festékréteg rögzítése zselatinnal



12. kép. A felesleges rögzítőszer felitítása vattatamponnal



13. kép. A réteg visszanyomása a kötőanyag bejuttatása után japánpapíron keresztül



14. kép. Felvált festékréteg rögzítése vasalással



15. kép. Merev festékréteg nedvesítése alulról vizes szűrőpapírral



16. kép. A kötőanyag bejuttatása



17. kép. A felpuhult réteg visszanyomása



19. kép. Darabokban lehullott aranyozás-alapozásréteg megerősítése japánpapírral



18. kép. Felvált festékréteg rögzítése a konzerválószer szilárdulásáig



22. kép. Ultrahangos párasító berendezés



21. kép. Próbák porlékony festékréteg megkötésére különböző oldatokkal



20. kép. Japánpapírral alátámasztott aranyozás/alapozásréteg visszahelyezése

konzerválószer túladagolása – a pigmentszemcsék beágyazódnak a kötőanyagba és a fénytörés megváltozik – fényesedést okozhat. Nem megfelelő kezelés – pl. a kötőanyag nem itatja át a réteget teljes keresztmetszetében, vagy az oldószer párolgása során a réteg felső részében feldúsul - lemezes felválásokat és pergést okozhat. A kötőanyagoldatot ecseteléssel, leginkább azonban porlasztással vizik fel a felületre, melyet a jobb behatolás végett általában szintén porlasztásos eljárással előnedvesítenek. A réteg túlzott átnedvesedése a szennyeződés és pigmentszemcsék vándorlásához, foltosodáshoz vezethet. A konzerválószer ultrahanggal történő finom porlasztása egyenletesebb adagolást tesz lehetővé és elkerülhető a felületi cseppképződés. (20-21. kép) Ez az eljárás csak nagyon kis koncentrációjú oldatokkal lehetséges, ezért a korábban használt természetes anyagok helyett - glutinenyek, tojás, kazein - a kis koncentrációban is megfelelő kötőerejű, jobb behatoló képességgel rendelkező műanyagok - akrilát-oldatok és cellulózszármazékok – alkalmazása került előtérbe. A kezelés a megfelelő kötés eléréséig ismétlődő de az egyes beavatkozások között elegendő száradási időt kell hagyni. Az eljárás nagy óvatosságot igényel.

Az intarziás és festett fatárgyak rétegfelválásait kiváltó okok ismeretében célszerű a műtárgyak megelőző konzerválására súlyt helyezni, elkerülve ezáltal a károsodást okozó körülményeket. Nagyon fontos a kiállító helyiség, raktár, stb. légterében a relatív páratartalom állandó ellenőrzése, hirtelen változásainak kiküszöbölése (pl. a fűtési szezon beindulásakor). A farontó szervezetek, gombák és mikroorganizmusok megtelepedésének elkerülése (szellőztetés, páratartalom, hőmérséklet, kondenzvíz lecsapódása a tárgyon stb.). Ha valamilyen okból a műtárgy szállítására kerül sor - akkor is, ha a restaurátorműhely a cél - a meglazult rétegeket a szállítás idejére vízzeloldható ragasztóanyaggal¹¹ - enyv, metilcellulóz, poli(vinil-akohol) stb. - és selyempapírral, illetve japán papírral, le kell ragasztani. Ezek nem okoznak felületi feszültséget és kevés nedvesítésre leoldhatók. Természetesen enyv kötőanyagú festékrétegek így nem védhetők le, konzerválásukat helyben kell elvégezni. A helyváltoztatás, ideiglenes elhelyezés – kiállításra kölcsönzés, restaurátorműhelybe szállítás – időtartamára a fatárgy megszokott környezetének értékeit kell biztosítani.

A felvált felületek rögzítése a fa műtárgyak konzerválásnak egyik legkényesebb művelete, ezért felválások észlelése esetén restaurátor szakemberhez kell fordulni, mert a kontár beavatkozások, a helytelenül megválasztott anyagok, további sérülésekhez vezetnek.

¹¹ Nem túl erős kötéssel

Irodalom

- Ferencz** Emil: Asztalosipar. Ipari szakkönyvtár 36-38. Kiad. Az Ipari Tanfolyamok Országos Vezetősége Budapest, é. n.
- Füspök** Zoltán: Matt festékrétegek megkötése néprajzi tárgyakon különös tekintettel a festett famennyezetekre. Szakdolgozat. Magyar Képzőművészeti Főiskola. 1996.
- Horton-James, D. – Walston, S. – Zounis, S:** Evaluation of the stability, appearance and performance of resins for the adhesion for the adhesion of flaking paint on ethnographic objects. *Studies in Conservation* 36. 1991. pp. 203-221
- Kovács** Petronella: Egy késő-kori egyiptomi múmiakoporsó fedelének restaurálása. *Múzeumi Műtárgyvédelem* 16. Szerk.: Kovács P. Központi Múzeumi Igazgatóság Budapest, 1987. pp. 33-40.
- Kovács** Petronella: Egyiptomi fatárgyak restaurálásának tanulságai. *Múzeumi Műtárgyvédelem*. 21. Magyar Nemzeti Múzeum. Budapest. 1992. pp. 45-56.
- Kovács** Petronella: Fa anyagtan. A műtárgyvédelmi asszisztens tanfolyam jegyzete (kézirat) 1993.
- Kovács** Petronella: A váci Fehérek templomában feltárt festett és textillel bevont koporsók restaurálása. *Múzeumi Műtárgyvédelem*. 26. Szerk. Török K. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest 1997. pp. 29-37.
- Papp** Kinga: Restaurálástechnika megoldások gyöngyház- és csontberakásos, valamint Boule-műtárgyak esetében. *Műtárgyvédelem* 27. Szerk. Török K. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 2000. pp. 83-90.
- Sandner, I – Bünsche, B. – Meier, G. – Schramm, H.-P. – Voss, J.:** Konservierung von Gemälden und Holzskulpturen. Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin, 1990.
- Schramm, H.-P. – Hering, B.:** Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz 1989.
- Nicolaus** K. Handbuch der Gemälderestaurierung. Redak. Ch. Westphal. Köhnemann Verlagsgesellschaft, Köln, é.n.
- Tímárné Balázs** Ágnes: Műtárgyak szerves anyagainak felépítése és lebomlása. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 1993.
- Varga** Ferencné: Faanyagismerettan A. Egyetemi jegyzet. Erdészeti és Faipari Egyetem Faipari Mérnöki Kar, Sopron, 1988.
- Walker**, Philip: The making of panels. History of revelant woodworking tools and technics. In the structural conservation of panel paintings. *Proceedings of at the J. Paul Getty Museum* 24-28 April. Ed.: K. Dardes – A. Rothe The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 1998. 178-185.
- Wehlte**, K. A festészet nyersanyagai és technikái. Balassi Kiadó – Magyar Képzőművészeti Főiskola, Budapest, 1994.
- Kovács Petronella
Okl. fa-bútorrestaurátor
A Tárgyrestaurátor Szak vezetője
Magyar Képzőművészeti Egyetem
Magyar Nemzeti Múzeum
1450 Budapest 9. Pf. 124.