



Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 1

ISIS



Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 1

Alapító szerkesztők

Károlyi Zita

Kovács Petronella

Felelős kiadó: Zepeczaner Jenő



Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 1
Szerkesztette Kovács Petronella



Haáz Rezső Alapítvány
Székelyudvarhely, 2001

A kötet megjelenését az
ICCROM
Magyar Nemzeti Bizottsága
támogatta.



Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 1
© Haáz Rezső Alapítvány, 2001
Székelyudvarhely – RO, Kossuth Lajos u. 29
Román fordítás © Dr. Hermann Gusztáv Mihály, 2001
Angol fordítás © Simán Katalin, 2001

Tartalomjegyzék

Bevezető.....	7	
Járó Márta	Megelőző konzerválás múzeumi kiállításokon és raktárakban.....	9
Morgós András	Műtárgyak korszerű fertőtlenítése.....	21
Morgós András	Károsodott faanyagok szilárdítása.....	43
Kovács Petronella	Festett felületek tisztítása.....	49
Mátéfy Györk	Zászlók, konzerválásuk és restaurálásuk.....	59
Orosz Katalin	Néprajzi bőrtárgyak tárolása, kiállítása, konzerválása.....	67
T. Bruder Katalin	Kerámiarestaurálás I.....	81
Introducere și Rezumat.....	87	
Perface and Abstracts.....	93	
Erdélyi Magyar Restaurátorok Továbbképző Konferenciája 2000. Székelyudvarhely Részvevők címlistája.....	99	
A Haáz Rezső Alapítvány kiadványai.....	101	



2000. október 4-8. között került sor Székelyudvarhelyen először az Erdélyi Magyar Restaurátorok Továbbképző Konferenciájára. Magyar nyelvű szakmai rendezvényt Erdélyben ezidáig elvétele szerveztek. Az erdélyi magyar restaurátorok anyanyelvi szakmai lehetőségeit a Magyarországon évente megrendezésre kerülő Országos Restaurátor Konferencia, valamint a Fa-Fém- és Textilrestaurátor Továbbképzés jelentette. Bár az utóbbi tíz évben az utazási lehetőségek kiszélesedtek, az anyagiak még mindig korlátot szabnak a külföldi konferenciákra való részvételre. A magyarországi rendezvényeken kötött szakmai és baráti kapcsolatok adták az ötletet hasonló erdélyi összejövetel megszervezésére.

A Haáz Rezső Múzeum és a mellette működő Haáz Rezső Alapítvány vállalta magára a lebonyolítást és adott otthont a kezdeményezésnek. Így született meg az Erdélyi Magyar Restaurátorok Továbbképző Konferenciája, melyet nem egyszeri alkalomnak szántunk, hanem évenként szeretnénk megrendezni. Terveink szerint az első két továbbképzés átfogó témákkal - megelőző konzerválás valamint a bőr, fa, fém, kerámia, papír és textil alapú műtárgyak konzerválása - foglalkozik, a későbbiekben pedig az általános témák mellett előtérbe kerülhetnek az egy-egy tárgy restaurálásáról szóló beszámolók.

A 2000. évi rendezvény előadói a Magyar Képzőművészeti Egyetem Tárgyrestaurátor Szakának tanárai, valamint az ugyanazon az egyetemen végzett erdélyi kollegák voltak. A restaurátorokon kívül meghívást kaptak kiállítóhelyeken, emlék- vagy tájházakban dolgozó gyűjteménykezelők is, hiszen a konzerválási alapismeretek számukra is elengedhetetlenek, azonban szervezett képzésben nem részesülnek.

A szakmai ismeretek átadásán túl a konferencia alkalmat adott -egy évben legalább egyszer- találkozni és barátilag megbeszélni a raktárak állapotát, a műhelyek elégtelen szerszám és vegyszer ellátottságát, a szakma helyzetét és ezernyi olyan kérdést, amelyek a beszámolóknak nem hangzanak el. E beszélgetések során merült fel az igény a konferencián elhangzott előadások megjelentetésére. Időszaki kiadványunkkal biztosítani kívánjuk a reményeink szerint évente megszervezésre kerülő továbbképzés előadásainak rendszeres közlését, valamint teret szeretnénk adni restaurátorok számára munkájuk közzétételére.

Károlyi Zita, Kovács Petronella
alapító szerkesztők

Megelőző konzerválás múzeumi kiállításokon és raktárakban

Járó Márta

Bevezetés

A múzeumok, tájházak kiállításain, a raktárakban a műtárgyak számtalan veszélynek vannak kitéve. A restaurált bútor a kiállításon vetemedik, megrepedezik, a papír hullámossá válik, a szőnyeg kifakul, az ezüsttárgyak a tárlóban megfeketednek. A raktárban a kerámia máza lepotyog, a bronzon zöld, a vason vöröses foltok, korrózió jelenik meg, a textília a fiókban foltossá vagy törékennyé válik, esetleg megpenészedik.

A nem megfelelő körülmények között a már konzervált-restaurált tárgyak újra tönkremennek, a még nem kezelték pedig fokozatosan tovább romlanak. A károsodások mértékének csökkentésére, illetve kiküszöbölésére hozott intézkedések a *megelőző (preventív) konzerválás* feladatai közé tartoznak. A megelőző konzerválás a konzerválási-restaurálási tevékenységgel együtt a tágabb értelemben vett műtárgyvédelem.

A kiállítás, raktározás során felmerülő műtárgyvédelmi problémák megoldásához:

- *ismernünk kell a környezetet, amelyben a műtárgyak "élnek",*

- *ismernünk kell az anyagokat, amelyekből a tárgyak készültek,*

- *tudnunk kell, hogy a tárgyat alkotó anyagok hogyan reagálnak a környezeti hatásokra (egy adott környezet hogy károsítja őket),*

- *ismernünk kell a módszereket, amelyek segítségével a környezeti károsodások kivédhetők*

A fentiek ismeretében hozhatók meg azok az intézkedések, amelyekkel a károsodások mértéke minimálisra csökkenthető.

A *műtárgy környezetén* az azt körülvevő élettelen és élő környezeti tényezőket együttesen értjük, tehát a tárgyat körülvevő légkört, a fényt (elektromágneses sugárzásokat) és élőlényeket (növények, állatok, ember). A környezet előidézhethet gyors változásokat (pl. egy földrengés, villámcsapás, árvíz stb.) vagy hathat lassan (pl. folyamatos, erős fénnel történő megvilágítás, amely fokozatos fakulást idéz elő egy színes kárpiton).

A *műtárgy anyaga* lehet a természetben "készen" található kő, fa stb., a természetben előforduló anyagok ember által feldolgozott változata, mint pl. a selyem vagy az ércből kinyert fém, de lehet mesterségesen előállított anyag (műanyag) is. A tárgyat alkotó anyag ritkán egyféle (pl. fa vagy fém), a legtöbb esetben többféle anyag együttes jelenlétével kell számolnunk (pl. festett fa, zománczott fém stb.).

A műtárgyak összetételüktől függően reagálnak a környezeti hatásokra. Ennek a folyamatnak az eredménye a műtárgy fizikai, kémiai vagy biológiai károsodása. PL száraz levegőn a fémnek nem lesz semmi baja, a fa viszont megrepedezik (fizikai károsodás). Ugyanabban a tárlóban, azonos megvilágítás mellett a kerámia változatlan marad, míg a színes textil kifakul (kémiai károsodás). A legtöbb esetben a különféle károsodások együttesen lépnek fel. A bőr nedves környezetben megpenészedik, szétmállik, ami biológiai károsodás, élőlények (penészgomba) által okozott fizikai és kémiai változás.

Az alábbiakban röviden foglalkozunk a műtárgyak környezetének lassú károsító hatásaival és a károsodások elleni védekezés módjaival. Szó lesz a levegő páratartalmának, hőmérsékletének és szennyezéseinek, valamint a helytelen megvilágításnak a műtárgyakra gyakorolt hatásáról, és megadjuk az egyes műtárgyalkotó anyagok kiállításához, raktározásához javasolt műtárgykörnyezeti paramétereket.

Nem tárgyaljuk a gyorsan ható károsodások elleni védekezést, hiszen ez épülettervezési stb. probléma. Szintén nem foglalkozunk a biológiai károsodással, ami külön stúdium anyagát képezheti.

A levegő páratartalmának, hőmérsékletének és szennyezőanyagainak károsító hatása

A múzeumi műtárgyak közvetlen környezetét a levegő alkotja, ezért lassú károsodásuk okait elsősorban a levegő állapotváltozásaiban (pl. hőmérsékletének változása), alkotórészei, szennyezői és a műtárgyak anyagai között végbemenő folyamatokban kell keresnünk.

A légnedvesség

A levegő nedvességtartalma (páratartalma) a benne, légnemű állapotban jelenlévő víztől származik.

A múzeum levegőjébe nedvesség kerülhet:

- kívülről (nyílászárókon bejutó pára),
- a falnedvesség elpárolgásából (rossz szigetelés miatt a talajból felhúzódó víz, esőáztatta falak)
- az esetlegesen hibás vízvezeték- vagy szennyvízelvezető csövek által nedvesített falak),
- a látogatók által kilélegzett párából,
- a takarítás során használt víz elpárolgásából.

A levegőben jelenlévő vízpára mennyisége nagymértékben függ a hőmérséklettől is.

A levegő páratartalmát a relatív páratartalommal (RH, %) jellemezzük. A relatív páratartalom értéke megadja, hogy az adott hőmérsékleten a levegő hány százalékát tartalmazza annak a vízpára-mennyiségnek, amennyit tartalmazna akkor, ha telített lenne. A relatív páratartalom értéke zárt térben fordítottan változik a hőmérséklettel, tehát ha a hőmérséklet emelkedik, a relatív páratartalom értéke csökken és fordítva.

Például ha egy zárt helyiségben légköbméterenként 12 g vízpára van a levegőben (abszolút páratartalom) és a hőmérséklet 25 °C, a relatív légnedvesség 50%. 25 °C -on ugyanis maximálisan 24 g vízpára lehetne a levegőben köbméterenként (telítettségi páratartalom), a többi folyékony víz formájában kicsapódna, kondenzálna. Ennek a vízmennyiségnek éppen a fele, azaz 50%-a a 12 g vízpára.

Ha ugyanennek a helyiségnek a levegője felmelegszik 30 °C-ra, a relatív légnedvesség lecsökken 40 %-ra, mert 30 °C -on a telítettségi páratartalom 30 g köbméterenként. Ha viszont lemegy a hőmérséklet 20 °C-ra, a relatív légnedvesség felmegy 70 %-ra, ugyanis 20 °C-on a telítettségi páratartalom csak 17 g köbméterenként.

Tovább csökkentve a hőmérsékletet elérhetjük a 100%-os relatív páratartalom értéket, amely fölött elvileg a folyékony víz megjelenésével kellene számolnunk. Páralecsepődést azonban az esetek többségében nem észlelünk, mivel a helyiség falai, padlóburkolata, az ott elhelyezett bútorok stb. magukba szívják a nedvességet.

1. táblázat. A relatív légnedvesség tartósan magas vagy alacsony voltának következtében bekövetkező leggyakoribb károsodások

Anyag	RH 65-70% fölött	RH 35% alatt
Kő	főldoldódnak a pórusokban a sók	kikristályosodnak a felületen a sók - "só kivirágzás"
Festett kő	főldoldódnak a pórusokban a sók	kikristályosodnak a pigmentréteg alatt a sók, leperreg a festés
Fém	korrozó (kivéve arany)	
Kerámia - mázatlan	főldoldódnak a pórusokban a sók	kikristályosodnak a felületen a sók "só kivirágzás", mállás
Kerámia - mázas	főldoldódnak a pórusokban a sók	kikristályosodnak a máz alatt a sók, leperreg a máz, mállás
Kerámia - nem vagy rosszul kiégetett	elmállik	szétporlik
Üveg		
Üveg - régészeti	átlátszatlanná válik	
Fa	duzzadás, görbülés, deformálódás, penészedés	kiszáradás, görbülés, deformálódás,
Textil	megnyúlás, deformálódás, penészedés	kiszáradás, törékennyé válás
Bőr, pergamen	duzzadás, penészedés	kiszáradás, törékennyé válás
Papír	megnyúlás, hullámosodás, penészedés	deformálódás, kiszáradás

A levegő páratartalmának, illetve a páratartalom ingadozásának káros hatása a műtárgyakra

A relatív légnedvesség, illetve annak ingadozása - anyaguktól függően - fizikai károsodást (méret- és alakváltozás), kémiai károsodást (anyag minőség megváltozása), illetve biológiai károsodást (biológiai kártevők által okozott fizikai és/vagy kémiai károsodás) idézhet elő a múzeumi műtárgyakban.

A károsodások együttesen is jelentkezhetnek és nagyon sokfélék. Az 1. táblázatban a legfontosabb, legszembetűnőbb károsodási módokat foglaljuk össze a leggyakrabban előforduló műtárgyalkotó anyagok esetében.

A károsodások súlyosabbak és visszafordíthatatlan változások mehetnek végbe, ha a relatív légnedvesség hirtelen változik meg, illetve ingadozik.

A relatív páratartalom mérése

A megfelelő páratartalom beállításának elengedhetetlen előfeltétele a relatív páratartalom értékének ismerete. A relatív páratartalom mérésére szolgáló eszközöket két nagy csoportra lehet osztani:

- hitelesítést (kalibrálást) nem igénylő műszerek,
- hitelesítést igénylő műszerek (kalibrálásuk az első csoportba tartozó készülékekkel végezhető el).

Hitelesítést nem igénylő műszerek

A kalibrálást nem igénylő páramérő eszközök közül a legelterjedtebb az *Assman-féle pszichrométer*, amelynek legfontosabb része két higanyos hőmérő. Az egyik hőmérő higanyszájkján pamutborítás van, amelyet mérés előtt desztillált vízzel be kell nedvesíteni.

Működésének alapelve az, hogy a víz párolgása során hőt von el a környezetéből, esetünkben a higanytól. Minél szárazabb a levegő, annál intenzívebb a párolgás, annál nagyobb a hőelvonás, az ún. nedves hőmérő, annál alacsonyabb hőmérsékleti értéket mutat. A nedves hőmérőn, illetve a száraz hőmérőn leolvasott hőmérséklet-értékek segítségével kiszámítható a relatív légnedvesség. (A mérés kivitelezésének pontos menetét a műszerekhez mellékelt használati utasítás írja le.)

Kalibráló műszerből egy múzeumban elégséges, ha egy van, ennek segítségével állítható be a többi páramérő. A pszichrométer nem alkalmas múzeumi helyiségek vagy tárlók páratartalmának folyamatos figyelésére, nem lehet kiakasztani pl. a falra, és nem olvasható le róla közvetlenül az RH. Ezért esetenkénti mérésre, illetve a többi műszer beállítására használjuk.

Hitelesítést igénylő műszerek

A hitelesítést igénylő műszerek működése azon alapul, hogy egyes anyagok bizonyos tulajdonságai megváltoznak nedvesség hatására. A múzeumi gyakorlatban használatos páramérő műszereknél, a *higrométereknél* általában papírcsíkot vagy hajszálat (műszálat) használnak nedvességérzékelő anyagként. Ezek a páratartalom növekedésekor megnyúlnak, csökkenésekor zsugorodnak. Az anyag mozgását megfelelő skála előtt mozgó mutatóra viszik át. Vannak olyan mérők is, amelyek a relatív légnedvesség mellett a hőmérséklet mérésére is alkalmasak, ezek hivatalos neve: *termohigrométer*. A higrométereket és a termohigrométereket tárlók, illetve különböző múzeumi helyiségek légnedvességének, illetve hőmérsékletének mérésére használjuk. A tapasztalatok szerint a higrométerek pontosabb mérést tesznek lehetővé, mint a termohigrométerek.

Azokat a mérőeszközöket, amelyek egy adott időtartam alatt (1 nap, egy-két hét stb.) grafikonon rögzítik az adott légtér relatív páratartalmát, *higrográfoknak* nevezzük. Ha a higrográf egybe van építve egy a hőmérséklet mérésére és regisztrálására alkalmas berendezéssel, *termohigrográfról* beszélünk. A higrográfok illetve termohigrográfok helyiségek relatív légnedvességének (illetve hőmérsékletének) folyamatos mérésére alkalmasak.

A higrométereket, illetve higrográfokat a gyári utasítás alapján, általában havonként kalibrálni kell, de a tapasztalatok szerint elegendő negyed, illetve félevenként. A kalibrálás úgy történik, hogy pszichrométerrel megmérjük a helyiség páratartalmát, és a műszer mutatóját (a hátoldalon vagy peremen elhelyezett csavar segítségével, higrográfok esetében a műszerkulccsal) erre az értékre állítjuk. Ha nem áll rendelkezésre pszichrométer, letakarhatjuk fél órára a műszert nedves ronggyal, vagy víz fölé helyezhetjük zárt térbe 1-2 órára, és ezután kb. 95%-ra állítjuk a mutatót.

A megfelelő relatív páratartalom beállítása a műtárgy környezetében

A relatív páratartalom, illetve annak változása anyaguktól függően különböző mértékben károsítja a múzeumi tárgyakat. Az optimális RH beállítása történhet különböző berendezésekkel, megfelelő szilárd anyagok elhelyezésével, illetve ritkábban említett sóoldatokkal.

A közép-európai klímaviszonyok között párasításra elsősorban télen, a fűtött múzeumi helyiségekben, míg légszárításra a fűtetlen, főként alagsori vagy földszinti helyiségekben van általában szükség.

A továbbiakban először a helyiségek párasítására, illetve levegőjük szárítására alkalmas berendezésekkel, majd azokkal a lehetőségekkel ismerkedünk meg, amelyek által egy-egy különösen érzékeny tárgy vagy tárgye gyűttes tárlójában szabályozható a relatív páratartalom értéke.

Helyiségek párasítása

A párasítás legegyszerűbb, de csak lokális, nem szabályozható módja, ha a helyiségben vízzel telt edényeket helyezünk el, olyan helyeken, ahol a közvetlen környezetben nincs műtárgy. Télen a fűtőtestekre is állíthatunk vízzel teli edényeket. Még hatásosabb, ha pl. vízzel telt fotótábla nagy szivacsaport helyezünk, így ugyanis a párolgási felület megnő. Nagyobb helyiség légtérének nedvesítése csak sok, vízzel telt edény elhelyezésével oldható meg, ez pedig sem műtárgyvédelmi szempontból (a véletlenül fellökött edényből kifolyó víz műtárgyat nedvesíthet), sem pedig esztétikai szempontból (kiállítótermek) nem megfelelő.

Megoldást jelenthet egyes esetekben a hőmérséklet csökkentése is. Például ha egy zárt helyiségben, ahol 25 °C hőmérséklet mellett 30% a relatív légnedvesség levisszük a hőmérsékletet 18 °C-ra, a relatív légnedvesség közel 45%-ra nőhet.

Párasító berendezések

A forgalomban lévő párasító készülékek működési elvük alapján három nagy csoportba sorolhatók:

- vízpermetező berendezések (pl. ultrahanggal porlasztott vizet permetező berendezések),
- vizet forralással párologtató berendezések,
- melegítés nélkül nedvesítő berendezések.

Az első és második csoportba tartozó berendezések múzeumi használatát lehetőség szerint kerüljük el. Ezen berendezéseket ugyanis csak desztillált vízzel működtethetjük műtárgyak közelében, ami nagyon nagy anyagi ráfordítást igényel. A forró vagy meleg párákat kibocsátó készülékek emellett rendkívül sok károsodást is okozhatnak a közelükben elhelyezett tárgyakban.

A harmadik csoportba tartozó készülékek alkalmasak múzeumi helyiségek levegőjének párasítására. *A melegítés nélkül nedvesítő berendezések* működésének alapelve, hogy a légtér száraz levegőjét beszívja, azt egy folyamatosan nedvesített anyagon (pl. szivacson) vagy

víz felszíne fölött (ahol a páratartalom magas) nyomják keresztül, majd visszajuttatják a helyiségbe. Ilyen módon csapvízzel működtethetők, a vízben oldott sók és egyéb szennyezések nem jutnak a légtérbe (visszamaradnak a szivacsban vagy a vízben).

Légszárítás

A levegő relatív páratartalma csökkentésének legegyszerűbb módja a hőmérséklet emelése, vagyis a fűtés. Ha például egy zárt helyiségben, ahol 10 °C a hőmérséklet és 80 % a relatív légnedvesség megemeljük a hőmérsékletet 17 °C-ra, az RH lecsökkenhet 50 %-ra. A hőmérséklet emelése azonban az esetek többségében vagy technikai (pl. régi épület pincéje stb.) vagy anyagi, vagy műtárgyvédelmi (árt a magasabb hőmérséklet a tárgyaknak) okokból nem valósítható meg. Ezért célszerűbb elektromos hálózatról működő légszárító készülékeket alkalmazni. A téli, gyakori szelöltetés szintén csökkentheti a relatív légnedvességet.

Légszárító berendezések

A légszárításhoz alkalmazható készülékek működési elvük alapján két nagy csoportra oszthatók:

- nedvszívó anyaggal ellátott berendezések,
- fagyasztva szárító berendezések.

Múzeumi használatra a fagyasztva szárító berendezések alkalmasak. A fagyasztva szárító berendezések a háztartási jégszekrényhez hasonló hűtőrendszerrel vannak ellátva. A helyiségből beszívott, nedves levegő egy csőrendszerben erősen lehűl, ezáltal a benne lévő víz egy része kondenzálódik. A hideg, telített levegő ezután a csőrendszer fűtő részében felmelegszik, és az ily módon szárított, immár ismét szobahőmérsékletű levegő kerül vissza a helyiség légterébe.

Központi légkondicionálás

A légnedvesítés és légszárítás (egy időben a hőmérsékletszabályozással és a légszennyezések kiszűrésével) megoldható egy központilag kiépített klímaberendezés segítségével. A központi klímaberendezés kezelése külön személyzetet igényel, a működtetés költsége igen magas. A klímaberendezésnek éjjel-nappal működnie kell (a műtárgyak, amelyek megóvása a cél, éjjel is a múzeumban vannak!). Beépítéskor messzemenően figyelembe kell venni a biztonsági követelményeket (meghibásodás esetén tartalék alkatrészek, pótberendezések stb.). A központi légkondicionálással a termék klímáját egy bizonyos értékre lehet beállítani, ami általában az ott dolgozók és a látogatók számára is kedvező 45 % RH körüli érték. Ez a légnedvesség azonban gyakran magas bizonyos tárgyaknak, pl. a fémeknek. Ezért azokat külön, számukra megfelelően klimatizált raktárban, tárlóban kell elhelyezni.

Napjainkban - kevés kivételtől eltekintve - a rendszerint régi, esetleg műemléki védelem alatt álló múzeumépületekben, tájházakban nincs lehetőség a központi klimatizáció kiépítésére. Új múzeumépületek építése, valamint nagyobb rekonstrukciók esetén viszont kívánatos központi berendezés tervezése, beépítése.

A kiállítási tárlók, műtárgyszállító konténerek, műtárgyszállításra, raktározásra használt dobozok klimatizációja

Az eddigiek során múzeumi helyiségek, illetve épületek relatív páratartalmának szabályozásáról szóltunk. Sok esetben azonban, különösen vegyes anyagú kiállítások, illetve műtárgyszállítás esetén szükséges egy-egy tárgy körül speciális, a kiállító terem vagy környezet relatív páratartalmától eltérő RH-érték beállítása. Ez hermetikusan lezárt, a környezettel kölcsönhatásban nem lévő tárló esetében egyszeri szárítással vagy nedvesítéssel megoldható lenne. Ilyen tárló kivitelezése azonban nagyon költséges, ezért tárlónként folyamatosan kell gondoskodni a megfelelő RH érték stabilizálásáról. Például egy főként fémtárgyakat bemutató kiállításon, ahol max. 40 % relatív légnedvesség az ajánlott, egy textília vagy kódex bemutatása problematikus, mivel annak környezetében 50 % körüli relatív légnedvesség szükséges. Ebben az esetben a szerves anyagból készült műtárgy tárlójában folyamatosan biztosítani kell a magasabb RH-t. Kisebb, zárt terek helyi páratartalom-szabályozását általában pufferekkel, ritkábban megfelelő, kis klímaberendezésekkel oldják meg.

Pufferek alkalmazása a relatív páratartalom beállítására

Kiegyenlítő, más néven puffer hatást mutat minden nedvszívó anyag (fa, papír, textil stb.), mivel magas RH mellett magába szívja, alacsony RH mellett pedig környezetének átadja a nedvességet. Tehát maga a tárló, a benne elhelyezett posztamensek (ha fából, rétegelt vagy farost lemezből készülnek), a háttérrel borított papír, textília és maguk a műtárgyak is viselkedhetnek pufferként. Ez azonban természetesen nem megoldás elsősorban magukra a műtárgyakra nézve, hiszen éppen az ő esetükben kívánjuk elkerülni a páratartalom-ingadozás következtében végbemenő fizikai elváltozásokat.

A szilikagél (Art-Sorb)

A múzeumi gyakorlatban legtöbbször alkalmazott pufferanyag a szilikagél. A szilikagél a kovasav kiszárlásával keletkező szilárd anyag. Különböző szemcseméretű változatai ismeretesek. A japánok által Art-Sorb néven forgalomba hozott granulátum szintén szilikagél, amelyet elsődlegesen múzeumi célra fejlesztettek ki. Az Art-Sorb granulátumot nem csak kilós kiszerelésben, hanem papír kazettákban, illetve lemezzé préselve is árusítják.

A szilikagél egyensúlyra törekszik a környezetével. Ha a külső hőmérséklet nő, a vitrin levegője is felmelegszik, következképp az RH csökkenne. A szilikagél azonban ebben az esetben nedvességet ad át a levegőnek, így az RH nem változik. Ellenkező esetben nedvességet von el.

Minőségtől függően a szilikagél tömege maximum kb. 40%-ának megfelelő mennyiségű vizet képes a környezetéből felvenni, tehát 1 kg szilikagél mintegy 0,4 kg-ot (0,4 l).

A szilikagél felhasználása egy adott RH-érték stabilizálására

Ha megfelelő mennyiségű (tárló-köbméterenként kb. 20 kg a hagyományos, 5-7 kg az Art-Sorb változatból) szilikagél hosszabb ideig (mennyiségtől, szemcsemérettől, nedvességtartalomtól, rétegvastagságtól stb. függően) a beállítani kívánt RH értéken tartunk (előkondicionálás), majd elhelyezzük a tárlóban, ott egy idő után beáll az egyensúly, vagyis a korábban a szilikagél által "megszokott" relatív légnedvesség.

A tapasztalatok alapján a legjobb hatásfokot a 30-60 % közötti RH tartományban lehet vele elérni, vagyis ezen határértékek közötti bármely RH egyszerűen beállítható és stabilizálható szilikagél segítségével.

Egy tárló, konténer RH-stabilizálásának természetesen alapfeltétele, hogy az megfelelő anyagokból (fém, üveg, stabil műanyag) készüljön, jól szigetelt legyen és légtere érintkezzen a szétterített szilikagéllal. A rétegvastagság kb. 5-6 cm kell legyen, ennél vastagabb réteg esetén a szilikagélnak az alsóbb rétegei inaktívak maradnak, vagyis nem tudják kifejteni pufférhatásukat. Tapasztalataink szerint kb. 1-1,5 köbméteres tárlóban még eredményesen stabilizálható a kívánt relatív légnedvesség szilikagéllal.

A gyárilag kiszertelt szilikagél előkondicionálásának legegyszerűbb módja, ha a szükséges mennyiséget klímasekrényben helyezük el. Ez azonban rendszerint egy-egy múzeumban nem áll rendelkezésre.

Az előkondicionálás másik módja, hogy a múzeum egy kisebb, viszonylag légmentesen zárható helyiségében (pl. mosdó) egy klímaberendezés vagy légpárásító segítségével beállítjuk a páratartalmat (a kívánt érték-nél 4-5%-kal magasabbat), és tálcákon, vékony rétegben (max. 6 cm), kiterítve elhelyezzük a szilikagél. Naponta, kétnaponta megkeverjük. Kb. 10 nap, két hét után megfelelő mennyiséget kiveszünk, kalibrált hajszálas higrométerrel együtt jól zárható üvegedénybe helyezük, és ellenőrizzük, hogy beállt-e a kívánt RH érték. (Pl. ha 10 literes az üvegedény, 0,2 kg szükséges a hagyományos, 0,06 kg a japán szilikagélből.) Ha az üvegedényben kb. 1 óra elteltével beáll a kívánt relatív légnedvesség, az előkondicionált szilikagél végleges helyére kerülhet. A kazettákban kiszertelt Art-Sorb-t hasonló módon lehet beállítani. Szállítás előtt (ingyenesen) 50%-os relatív légnedvességre hajlandó a japán cég előkondicionálni az anyagot. Ha eziránti kérelmét nem jelzi a vevő, száraz állapotban szállítják. A szállítás során - a gondos csomagolás ellenére - változhat a szilikagél nedvességtartalma, ezért célszerű a tárlóba helyezés előtt ellenőrizni.

A szilikagél felhasználása légszárításra

A száraz szilikagél konténerbe, tárlóba helyezve a páratartalmat akár 0 %-ra is lecsökkenthetjük. Főleg régészeti fém tárgyak tárolásánál, bemutatásánál használhatjuk ki a szilikagél ezen tulajdonságát. A nedves szilikagél szárítószekrényben vagy akár konyhai sütőben is kiszáríthatjuk (kb. 105 °C-on) és újra felhasználhatjuk.

A kereskedelmi forgalomban kapható olyan szilikagél, amelyet kobaltsóval színeztek. A kobaltsó a környezet 0-20% relatív páratartalma esetén kékre, 20-30% RH esetén mályvaszínre, 30% fölött pedig rózsaszínre színezi a szilikagél. A színes szilikagél tehát csak kb. 30% relatív páratartalomig vált színt. Efölötti értékek jelzésére nem alkalmas, így csak száraz környezet kialakításakor célszerű használni. Ebben az esetben színváltozással jelzi (kékről rózsaszínre), ha az RH az adott térségben 30% fölé emelkedett.

A szilikagél megfelelő anyagokból készült, jól szigetelt tárlókban, konténerekben akár évekig tudja stabilizálni a relatív páratartalmat. Ha "kimerül" újra be lehet állítani (vagy ki lehet szárítani), tehát egyszeri beruházást igényel.

A relatív páratartalom szabályozása klímaberendezéssel

A tárlón belüli páratartalom-szabályozás legdrágább módja a klímaberendezések alkalmazása. A klímaberendezések a hőmérsékletet és a relatív légnedvességet is szabályozzák, de vannak olyan készülékek is, amelyek csak a relatív légnedvesség stabilizálását biztosítják.

A tárgy által "megszokott" relatív légnedvesség biztosítása

Sok esetben a tárgy nem károsodik az elvileg neki nem megfelelő légnedvesség esetén. Ellenben, ha a megszokott RH-n változtatunk (pl. azért, hogy az illető anyagfajtának javasolt értékre álljunk be), komoly károsodásokat észlelhetünk. Ilyesmi fordulhat elő, például akkor, ha a nedves pinceraktárban megindítják a fűtést, vagy a fűtött raktárhelyiségben légpárásítót helyeznek üzembe. Ezért egy tárgyat vagy gyűjteményt más klímaviszonyok közé csak fokozatos "szoktatással" lehet helyezni. Ez, pl. úgy történhet, hogy egy elkülönített helyiségbe párásítót helyezünk és a nedves raktárénál néhány %-kal alacsonyabb RH értéket állítunk be. Egy-két hétig (a tárgy méretétől, anyagától függően) ebben a klímában tároljuk a tárgyat, majd ismét csökkentjük néhány %-kal a relatív páratartalmat és ismét várunk egy-két hétig. Ezt mindaddig ismételjük, amíg az új értéket (pl. a kiállító teremét) el nem értük.

Vonatkozik mindez azokra az esetekre is, amikor a tárgyat a restaurátorműhelybe visszük, vagy egy időszaks kiállításra, raktárba kerül.

Komoly károsodást szenvedhet a műtárgy a szállításkor bekövetkező esetleges RH változás miatt is.

A különböző anyagokból készült műtárgyak tárolásához, kiállításához javasolt RH-tartományokat a 2. táblázatban adjuk meg az utolsó részben.

A levegő hőmérséklete

A hő az energia egy fajtája, tulajdonképpen az anyagokat alkotó részecskék állandó mozgása. Magasabb hőmérsékleten ez a mozgás gyorsabb, a hőmérséklet csökkentésével lelassul.

A levegő hőmérséklete növekedhet egy műtárgy környezetében a rásütő napsugaraktól, a spotlámpák által kibocsátott hőtől, a látogatók által leadott

hőmennyiségtől. Csökkenhet, pl. egy-egy szellőztetés alkalmával. Hőmérsékletingadozást okozhat egy épületen belül a külső hőmérséklet változása (ahol nincs megfelelő hőszigetelés, fűtés), vagy pl. a fűtés ki-bekapcsolása.

Egy múzeumépületen belül - a Kárpát medence éghajlati körülményei között - a hőmérsékletváltozás kedvezőtlen esetben általában 1-2°C (fűtetlen raktár télen) és 40°C (napsütötte helyiségek nyári kánikulában) között mozog. Ez a hőmérséklet-ingadozás közvetlenül kevesebb műtárgyat veszélyeztet (ha nem jár együtt a relatív légnedvesség változásával), mint a relatív légnedvesség nem megfelelő volta, de közvetlenül igen károsan hat a legtöbb anyagra.

A hő műtárgykárosító hatása

A hőmérséklet emelkedése elsősorban fizikai változásokat eredményez, anyagtól függően kisebb vagy nagyobb mértékben nő a térfogat (hőtágulás). Ez az egymástól nagyon eltérő mértékben táguló anyagokból összetett tárgyakkal okozhat károsodást, pl. festett fémtárgyakkal, ahol a fém térfogata jóval nagyobb mértékben változik a hőmérséklet emelkedésekor, mint a festékrétegé, ezért ez utóbbi megrepedezik.

Egyes anyagok esetében (pl. viasz, fotónegatívok emulziója, festmények esetében a bitumenes kötőanyag stb.) halmazállapot-változás is bekövetkezhet hő hatására.

A hőmérséklet növekedése elindíthat vagy meggyorsíthat különböző kémiai folyamatokat ezen belül minden korróziós folyamatot, így pl. a kötőanyagok, lakkok öregedését, a celluloid filmek bomlását, a tárgyak restaurálása során a kiegészítéshez, ragasztáshoz, bevonáshoz, átításhoz használt műanyagok öregedését stb. Sokkal veszélyesebb a hőmérsékletváltozás a tárgyra nézve, ha a levegő páratartalmának változásával jár együtt (ld. az előző részt).

A hőmérséklet mérése

A hőmérséklet mérése egyszerű hőmérővel történhet, amelyet a tárgy helyére, vagy annak felületére helyezünk. Festmények, színes tárgyak esetén figyelembe kell venni, hogy a különböző színek nem egyformán "szívják magukba" a hőt, pl. a fekete rétegek ugyanazon a hőmérsékleten jobban károsodnak, mint a világos színűek.

Védekezés a hő károsító hatása ellen

Általános követelmény, hogy a műtárgy közelében ne legyen magasabb hőmérséklet (pl. a megvilágítás miatt), mint a helyiség más részein.

Hőre érzékeny tárgyak raktározásánál, szállításánál, kiállításánál biztosítani kell a számukra optimális, alacsonyabb hőmérsékletet. Műtárgyat, különösen olyat, amely szerves anyagból készült, vagy tartalmaz szerves anyagot is (pl. műanyaggal vonták be) soha ne tároljunk vagy állítsunk ki kályha, fűtőtest közelében, ne érje közvetlen napsugárzás, ne legyen közelében spotlámpa vagy fénycső armatúrája.

A nyári időszakban a napsütéstől erősen felmelegedő kiállító-, illetve raktárhelyiségek ablakaira tetethetünk hővisszaverő fóliát. A fóliák - típustól függően - a sugárzó hő 55-80%-át kirekesztik.

A fényvisszaverő fóliák egyes típusai nagymértékben megváltoztatják a helyiség belső fényviszonyait, ezért alkalmazásukkor gondoskodni kell a mesterséges megvilágításról, illetve ellenőrizni kell, hogy polikróm tárgyak esetén a színek nem torzulnak-e? Ezek a fóliák - típustól függően - a káros ultrabolya sugárzás kiszűrésére is alkalmasak - ld. ott.

Az egyes anyagfajták tárolásához, kiállításához javasolt, optimális hőmérsékletértékeket a későbbiekben adjuk meg.

A levegőszennyezések

Légszennyezőknek nevezzük a levegőben lévő szilárd részecskéket és mindazon gázokat, amelyek nem tartoznak a levegő állandó alkotórészei közé (nitrogén, oxigén, szén-dioxid, egyes nemesgázok).

A szilárd halmazállapotú légszennyezők több forrásból származhatnak. Lehetnek szervesetlen ásványi anyagok apró szemcséi (pl. homok, konyhasó kristálykák), apró növényi részecskék (pl. rostok, szálak, virágpor), egyéb biológiai anyagok (pl. baktériumok, spórák), építőanyagok finom pora (pl. téglá-, cement-, betonpor stb.), fémeken keletkező korróziós termékek pora (pl. vasrozsa), műanyag részecskék, korom (szén szemcsék), ásványi hamu szemcséi, kátrányos anyagok stb.

A gáz halmazállapotú légszennyezők - a szilárdakhoz hasonlóan - származhatnak a természetből (pl. ózon, ammónia), emberi létesítményekből (pl. fa építőanyagból, szigetelőanyagokból savképző gázok), és keletkezhetnek fűtőanyagok elégetése (pl. kénhidrogén) valamint gépjárművek működtetése során is (pl. nitrogén-monoxid).

A múzeum belső terében a kívülről bejutott légszennyezők mellett megtalálhatók a belső tér építőanyagaiból (fal, falszigetelés, vakolat, festés, padozat, tárlók építőanyagai stb.) származó légszennyezések is.

A légszennyezők műtárgykárosító hatása

A szilárd halmazállapotú részecskék lerakódva a műtárgyak felületére azok esztétikai megjelenését rontják. A raktárban lévő vagy kiállított tárgyakat fedő porréteg azonban nem csak esztétikai szempontból kifogásolható, hanem különösen az érdes felületű daraboknál (pl. textil, bor, papír stb.) szükségessé teszi a sokszor igen nehezen végrehajtható tisztítást. Képzőművészeti alkotások esetében a porszemcsék rátapadnak a lakkrétegre, beülnek a repedésekbe, rontják, vagy esetenként lehetetlenné teszik az alkotás esztétikai élvezetét.

A porréteg megköti a nedvességet, ami sok tárgy esetében igen káros, ahogy azt az előző részben láttuk. A porban lévő, vízdoldható sók, elsősorban a konyhasó feloldódik, és beszívárog a tárgy belsejébe. Különösen rézalapú és vastárgyak esetében okozhat ez igen komoly korróziót.

Megállapították, hogy az új betonépületekben az ultrafinom cementpor igen káros lehet az ott elhelyezett műtárgyakra nézve. Ez az elsősorban fémoxidokból álló por nedvesség hatására lúgos kémhatású oldatot képez és károsítja az olajfestményeket (sötétedés), a selymet (a mechanikai tulajdonságok romlása), bizonyos színezékeket és pigmenteket (fakulás, színváltozás). A hatás hosszabb távon érvényesül. Ezen kívül tönkreteszi a térségben elhelyezett higrométereket is, így azok hamis (a valódinál magasabb) értékeket mutatnak. A porban lévő vas, mangán és egyéb fémek gyorsítják a szerves anyagból készült műtárgyak fény vagy kémiai hatásra történő károsodását.

A levegőben sok baktérium, gomba-, moha- és algaspóra, pollen, zuzmódarabka és egyéb növényi és állati eredetű, szilárd halmazállapotú részecske található. A baktériumok szaporodása, a spórák növekedése nedvesség hatására indul meg, legtöbbjük akkor válik életképesé, ha a környezet relatív páratartalma 65-70% fölé emelkedik. Ezek az élő szervezetek részben úgy károsítják a műtárgyakat, hogy azok anyagát (szerves anyag esetén) használják fel táplálékkul, részben pedig a műtárgyak felületén lerakódott szilárd, vagy a környezet gáz halmazállapotú anyagait alakítják savvá, illetve savképző anyaggá, és ezáltal károsítanak.

A három leggyakrabban előforduló, a külső légtérből a műtárgy környezetébe jutó, *gáz halmazállapotú légszennyező* a kén-dioxid, a nitrogén-dioxid és az ózon. A kén-dioxid és a nitrogén-dioxid nedvességgel savat képez, és a keletkezett kénsav, illetve salétromsav bontja mind a szerves anyagokat, mind pedig a szerves műtárgyalkotó anyagokat. A mézskő pl. "gipszesedik" (ez mállást, réteges leválást eredményez), a papír, bőr savasodik (színváltozás, szerkezeti gyengülés), a textilszálak anyaga bomlik (szakadás) stb. Az ózon oxidáló hatást fejt ki, hatására pl. fizikailag gyengülnek a szerves anyagok, fakulnak bizonyos színezékek stb.

További, már kis mennyiségben is sok kárt okozó, gáz halmazállapotú légszennyező a kénhidrogén, amely a savképző légszennyezők közé tartozik. A külső környezetből bekerülő kénhidrogén mellett ez a gáz keletkezik gumik, egyes festékek bomlásakor. Kénhidrogént bocsáthatnak ki kéntartalmú anyaggal kikészített vagy festett textíliák (pl. nagyon gyakran a fekete pamut, bársony). A gyapjú (pl. a tárlók béleléséhez használt filc) és a szőr szintén adhat le kénhidrogént. A kénhidrogén elsősorban a fémeket, közülük is az ezüstöt és a rezet támadja meg. Hatására e fémek felületén fekete korróziós termékréteg alakul ki. Az ólom tartalmú festékeket (pl. az igen gyakori ólomfehér pigmentet) szintén megtámadja a kénhidrogén, és azok sötétedését idézi elő.

Kiállításokban, raktárakban gyakori, gáz halmazállapotú, savképző légszennyező az ecetsav és a hangyasav. A friss fából nedvesség hatására ecetsav szabadul fel. A keményfák több savat adnak le, mint a puhafák, az új fa többet, mint a régi. A sav látens módon van jelen a fában és a kedvező körülmények hatására felszabadul. A tölgy adja le a legtöbb savat a bükk, a nyír és a kőris mellett - tehát ezek a fák nem alkalmasak

tárlók, raktári szekrények készítésére. A relatív páratartalom és a hőmérséklet növekedése egyaránt elősegíti a sav felszabadulását még az öreg faanyagban is. A fa tartalmú papír (pl. a közönséges csomagolópapír, karton) ilyen módon szintén veszélyforrás.

Hangyasav keletkezik a formaldehidből, amely karbamid-formaldehid alapú hőszigetelők, illetve bevonatok, rétegelt-, illetve farostlemez ragasztóanyagául szolgáló műgyanták formaldehid feleslegének kipárolgása során kerül a légtérbe. Származhat egyes gyanták bomlásából is.

Az ecetsav és a hangyasav elsősorban az ólomtárgyakra nézve veszélyes (fehér "kivirágzások": ólomcsók alakulnak ki a fém felületén), de hosszabb távon károsítják az egyéb fémtárgyakat és a szerves anyagokat, így pl. a textilt és a papírt is.

A légszennyezők jelenlétének észlelése, kimutatása

Mind a szilárd, mind pedig a gáz halmazállapotú légszennyezők esetében azok minőségének, illetve mennyiségének megállapítása szakemberek feladata, akik a méréseket speciális műszerekkel végzik. Az egy-egy méréshez, illetve a folyamatos regisztráláshoz nem állnak rendelkezésre olyan egyszerű készülékek, mint a páratartalom vagy a hőmérséklet ellenőrzése esetében.

A szilárd halmazállapotú légszennyezők jelenlétét raktárakban, kiállítótermekben a bútorok, tárgyak felületén megjelenő porréteg jelzi. Nagyobb mennyiségű, gáz halmazállapotú légszennyező jelenlétét esetenként azok szaga is elárulhatja.

Védekezés a káros légszennyezők ellen

A légszennyezők elleni védekezés egyik leghatékonyabb módja, ha a kiállító-helyiség, illetve raktár ablakait megfelelő módon szigeteljük, és a szellőztetést - különösen forgalmas utak mentén - nem kifele, hanem pl. egy folyosó, belső udvar vagy kert felé oldjuk meg. Mérési adatok alapján zárt helyiségben a külső légszennyezők mennyiségének kb. a fele található. Ha a különösen érzékeny műtárgyakat jól záró tárlóba helyezzük, környezetükben tovább csökkenthető a káros szilárd és gáz halmazállapotú légszennyezők koncentrációja.

A látogatók által behordott, szilárd halmazállapotú légszennyezők mennyisége csökkenthető porfogó lábtörlők, szőnyegek stb. alkalmazásával is. A beton aljzatokat le kell burkolni mielőtt, pl. raktárt rendeznénk be a helyiségben.

A gáz halmazállapotú károsító anyagok elsősorban a nem megfelelően megválasztott belsőépítészeti anyagokból kerülnek a műtárgyak közelébe. Tehát a tárló- vagy raktári polc építéséhez lehetőség szerint ne használjunk fát. Rétegelt vagy farostlemez csak akkor alkalmazható, ha a készítésükhöz felhasznált ragasztóanyag formaldehid mentes. Gumit, PVC-t (poli(vinilklorid) műanyagot), PVAc-t (poli(vinil-acetát) műanyagot), normál (kötéskor ecetsavat kibocsátó) szilikont stb. ne használjunk tárlóépítéshez. Tárlók

belső burkolásához a film nem alkalmas.

Fiókok bélelésére, műtárgyak közé (pl. textíliák tárolásánál), műtárgycsomagolásra célszerű ún. savmentes papírt alkalmazni. Ezek esetében nem áll fenn a savfelszabadulás veszélye. A savmentes papírok helyettesíthetők műanyag fóliákkal is. (Ilyen pl. - a cikk írása idején - a vetőmagot, növényvédő szereket stb. árusító boltokban kapható "Agro" fátýolfólia.) Fiókok bélelésére vagy elválasztó réteggként kimosott pamutvászon is használható.

A helytelen megvilágítás károsító hatásai

A fényforrások (nap, utcai lámpa, fénycső stb.) ún. elektromágneses sugarakat bocsátanak ki magukból. Ezen sugárzások egy része a fény maga (látható elektromágneses sugárzás), más része az ultraibolya (UV), illetve az infravörös (IR) sugárzás (láthatatlan elektromágneses sugárzástíj). Az elektromágneses sugárzásban energia terjed, az UV-sugarak nagyobb energiát képviselnek, mint a fénysugarak. Legkisebb energiájúak az IR sugarak.

Múzeumi helyiségek megvilágítására természetes és mesterséges fényforrások szolgálnak. Természetes fényforrás a Nap, amelynek sugarai közvetlenül vagy az égboltról, felhőkről visszaverődve a különböző nyílászárókon jutnak be a múzeum belső terébe. A földre érkező napsugárzás kb. fele látható, a többi infravörös és ultraibolya sugárzás. A Naptól jövő sugárzás összetétele nagymértékben függ az évszaktól, napszaktól, magasságtól, a levegő páratartalmától, szennyezettségétől.

Mesterséges fényforrások a különböző izzólámpák, fénycsövek stb. A hagyományos izzólámpák a fény mellett kevés UV és sok IR sugárzást (meleg a villanykörte), halogén izzók, az előbbieknél több UV sugárzást bocsátanak ki. A neoncsövek a fénysugarak mellett sok UV és kevés IR sugárzást bocsátanak ki, de az armatúráknál ezek is nagy mennyiségű hőt termelnek.

A mesterséges fényforrások közé tartoznak a műtárgyak fotózásakor, filmezésékor használatos villanók, reflektorok stb. is. Ezekből rendkívül sok fény és UV-sugárzás jut a megvilágított tárgy felületére.

A fény, az ultraibolya és az infravörös sugarak káros hatása a műtárgyakra

A műtárgyalkotó anyagokat fényérzékenység (pontosabban a fényforrásból érkező összes elektromágneses sugárzásra való érzékenység) szempontjából három kategóriába szoktuk sorolni: nagyon érzékeny, közepesen érzékeny és fényre nem érzékeny anyag. A leggyakoribb műtárgyalkotó anyagok közül a papír, a textil, a festett bőr, a szőr tartozik az első, a fa, festett fa, a vászonkép, a műanyagok, a csont, elefántcsont a második, míg a fém, a kő, a kerámia és az üveg a harmadik csoportba.

A különböző fényforrásokból - ahogy az előzőekben láttuk - különböző mennyiségű fény, UV és IR sugárzás jut a műtárgyak felületére. A sugarak egy része visszaverődik, más részük elnyelődik. Az elnyelt sugarak által képviselt energia okozza a fényérzékeny tárgyak károsodását. Az elektromágneses sugarakban ter-

jedő energiát a tárgy anyagrészeckéi (az atomok vagy a molekulák) átveszik, gerjesztődnek, azaz energiadús állapotba kerülnek, felmelegsznek, esetleg fényt bocsátanak ki, de leggyakrabban kémiai változások mennek bennük végbe (fotokémiai folyamatok).

Az első esetben a tárgy felmelegszik. A hőmérséklet emelkedése, ahogy ezt korábban láttuk, a tárgy és környezete között lejátszódó kémiai folyamatokat felgyorsítja, illetve bizonyos esetekben halmazállapotváltozást, vagy egyéb fizikai károsodást (pl. a hőtágulás miatt) okoz.

A második esetben, ha a felvett energiát az anyag egy másodpercnél rövidebb időn belül bocsátja ki fény formájában fluoreszcenciáról, ha a fénykibocsátás hosszabb ideig tart, foszforeszkálásról beszélünk. A tárgy anyagát a folyamat nem károsítja.

A harmadik eset a legveszélyesebb a fényérzékeny anyagból készült tárgyakra nézve. Ha az elnyelt sugárzás energiája elég nagy (UV, illetve egyes fénysugarak), az energiafelvétel a molekulákban lévő kötések felszakadásához vezethet, pl. a textíliák töredezetté válnak. Kisebb energiájú elektromágneses sugarak hatására a színezékek fakulnak, a papírok sárgulnak, a műanyagok fokozott mértékben öregednek (a ragasztók elengednek, a bevonatok sárgulnak, töredeznek stb.)

A fényforrások által kibocsátott elektromágneses sugárzások mérése

A fény mérésére ún. luxmérőt használunk. A lux régi mértékegység, a megvilágított felület egy négyzetméterére jutó energiát adja meg (lumen/négyzetméter, lm/m²). A nagyon érzékeny műtárgyalkotó anyagok megvilágítása 50-70 luxszal, az érzékenyeké 150-200 luxszal történhet. Ez az érték a napi 8 órás megvilágításra vonatkozik. Az elnyelt energia halmozódik, tehát ha villanóval vagy reflektorral világítunk meg egy műtárgyat, rövid idő alatt kaphat annyi energiát, mint egyébként, pl. egy hónap alatt.

Az UV-sugárzás mérése UV-mérővel történik, ami az egy négyzetméterre jutó energiát méri mikrowattban. A múzeumi területen a mért UV-mennyiséget a fényre szoktuk vonatkoztatni (vannak speciális mérőeszközök, amelyek ezt automatikusan elvégzik). Ebben az esetben mikrowatt/lumen (μw/lm) lesz a mért érték mértékegysége. A fényérzékeny tárgyak esetében az UV-sugárzás fényre vonatkoztatott mennyisége nem haladhatja meg a nemzetközileg elfogadott 75 mikrowatt/lument.

Az IR-sugárzás mérése közönséges hőmérővel történhet. Általános alapelv, hogy megvilágításkor a hőmérséklet a műtárgy felületén nem emelkedhet.

A fény, az ultraibolya és az infravörös sugarak műtárgykárosító hatásának kiküszöbölése, illetve csökkentése

A műtárgyak helyes megvilágításánál tehát az esztétikai és egyéb világítástechnikai szempontok (színviszszaadás, fényirány, káprázás megakadályozása, fénysűrűség stb.) mellett fontos szerepet kell játszaniuk a műtárgyvédelmi megfontolásoknak.

Az UV Sugarak károsító hatása elleni védekezés

Mivel az UV-sugárzás károsítja leginkább a fényérzékeny műtárgyakat, mennyiségét a lehető legkisebb értékre kell csökkenteni. Ez leggyakrabban szűrők, izzólámpák vagy speciális fényforrások alkalmazásával történik. Az UV-szűrők olyan részben vagy egészen átlátszó anyagok, amelyek a fényt részben vagy teljesen átengedik, de az UV-sugarakat nem, vagy csak kis mértékben. A szűrők készülhetnek üvegből vagy műanyagból. Lemezként (üveg- vagy műanyag lapok, speciális, szendvics-szerkezetű üveglapok), fóliaként (műanyag fóliák) hozzák őket napjainkban forgalomba. A közönséges ablaküveg önmagában rossz minőségű UV-szűrőként működik, jó UV-szűrő viszont a plexi, főként annak átlátszatlan változata. Leggyakrabban műanyag UV-szűrő fóliát használunk.

Színes fóliák (pl. a tükröző bronz vagy ezüst) használhatók kiállítótermek ablakára, tetőablakokra (megfelelő belső, mesterséges világítás mellett). Ezek alkalmazása esetén nem szükséges függöny az ablakra, de számítani kell arra, hogy az UV sugarak szinte teljes (99%-os) kiszűrése mellett a fénysugarakat is visszaverik (a fényátbocsátó képességük mindössze 14-25%). Emellett jelentős a hővisszaverő képességük (ld. a hőről szóló fejezetet) is.

A halvány szürke fólia az UV-sugarak 99%-os kiszűrése mellett a fény több mint 70%-át átengedi, viszont a hővisszaverő képessége csak 15%.

Szintelen (vagy enyhén sárgás) fóliákat célszerűbb alkalmazni azokban az esetekben, ahol az ablakra, mint fényforrásra szükség van, illetve egy-egy tárlóra kívánjuk a fóliát elhelyezni. Ezek UV-szűrő képessége 95% fölött van, és a fény kb. 85%-át átengedik.

E fóliák alkalmazásának előnye az UV-szűrésen túl a törés- és betörésvédelem. A fóliázott üveg ugyanis biztonsági üveggé működik, az esetleges ütés következtében a fólia rugalmas marad, elnyeli az ütés erejének nagy részét, és megakadályozza, hogy az üveg darabokra törjön, illetve egyben tartja a szilánkokat.

Az UV-sugarak kiküszöbölésének másik módja a fényforrás helyes megválasztása. Nem jutnak UV-sugarak, pontosabban a megengedettnél nagyobb mennyiségű UV-sugárzás a tárgyra, ha azt izzólámpával világítjuk meg. Ügyelni kell viszont arra, hogy a halogén izzólámpák nagy megvilágítási szinteknél, pl. fényvetős világításnál már nem elhanyagolható UV-sugárzást bocsátanak ki. Az izzólámpa mellett speciális, gyárilag UV-szűrővel ellátott égők vagy fénycsővek is alkalmasak fényérzékeny tárgyak megvilágítására.

Az UV-források közül legveszélyesebb a közvetlen vagy az égboltról visszaverődő napsugárzás. Ezért különösen a kiállító-terembe, restaurátorműhelybe jutó napfény (természetes fény) UV-szűrésére kell gondosan ügyelni.

Múzeumokban, restaurátorműhelyekben sok helyen alkalmaznak fénycső-világítást. Mivel a fénycsővek által kibocsátott sugárzás sok UV-sugarat tartalmaz, a fényérzékeny tárgyak kiállításánál (pl. tárlóban), vagy restaurálásnál nem javasolt a használatuk, illetve ha ez elkerülhetetlen, az UV-sugarak kiszűréséről feltétlenül gondoskodni kell.

Védekezés a fény károsító hatása ellen

A látható elektromágneses sugarakkal, azaz a fénnel szemben nehezebb a védekezés, mivel nem szűrhetjük ki őket az UV-sugarakhoz hasonlóan, hiszen akkor nem lehetne látni a műtárgyat. Alapvetően két módon védekezhetünk a fény károsító hatása ellen: a megvilágítás mértékének, szintjének vagy az idejének a csökkentésével.

A műtárgyak megvilágításának megtervezésénél mindig szem előtt kell tartanunk az ún. reciprocitási törvényt, amelynek értelmében a rövid ideig tartó, erős megvilágítás ugyanolyan káros, mint a hosszú ideig tartó, kisebb mértékű megvilágítás.

A legtöbb múzeumban az ablakok, üvegtetők tekinthetők fényforrásnak a nyitva tartás idejének legnagyobb részében. Az ilyen természetes fényforrások esetében az első és legfontosabb feladat a műtárgyak "napozásának" elkerülése, vagyis a közvetlenül a tárgyra jutó napsugarak elleni védekezés. Hiába szűrjük ugyanis ki az UV-sugarakat, a Napból emellett nagy mennyiségű fény és IR-sugárzás is érkezik. A fényérzékeny tárgyakat tehát sohase helyezzük a kiállító terem, restaurátorműhely, raktár napsütötte részére. Általában a közvetlen napsugarakat rekesszük ki a múzeumból. Az ablakokat lássuk el sötétítő függönnyel, relaxa redőnnyel, és kérjük meg a teremőröket, hogy a napos órákban ezeket húzzák el, illetve le. Természetesen ilyenkor gondoskodni kell a mesterséges megvilágításról. Ahogy az előző részben láttuk, a színes vagy szürke UV-szűrő fóliák szolgálhatják egyúttal a fényvédelmet is.

A nagyon érzékeny tárgyak esetében figyelembe kell venni, hogy a megvilágítás mértékének felső határa 50-70 lux, ami általában csak mesterséges fényforrással biztosítható. A fokozottan fényérzékeny tárgyakat ezért célszerű ablak nélküli helyiségben elhelyezni. A tárgyak 50 lux megvilágítás mellett élvezhetőek, tanulmányozhatóak, de a látogatók szemét hozzá kell szoktatni az alacsonyabb megvilágítási szinthez. A raktárakat tanácsos "alulvilágítani". A restaurátorműhelyben nem csökkenthető a megvilágítás mértéke, mivel ez a munka rovására menne. Itt a megvilágítás idejét kell a lehetőségek szerint csökkenteni.

A fény károsító hatásának kiküszöbölésére alkalmazhatunk rövidített idejű megvilágítást is. Ennek egyszerűbb módja a termék ablakainak elfüggönyözése, illetve a mesterséges világítás kikapcsolása, ha nincs látogató a kiállításon.

A fényérzékeny tárgyakat tartalmazó tárlókat letakarhatjuk, elfüggönyözhetjük a látogató megfelelő tájékoztatása mellett.

A könyvszerűen lapozható tárló vagy a fiókos tároló-bemutató szekrény szintén fényvédelmet jelent.

A megvilágítás idejének csökkentése megoldható automaták alkalmazásával is.

A látogató érkezésekor kigyulladó lámpa, vagy a látogató által bekapcsolt világítás meghatározott idő elteltével kialszik, tehát csak a szükséges ideig működik, egyébként sötét van a tárgy környezetében.

Védekezés az infravörös sugarak károsító hatása ellen

A Napról, mint sugárforrásról, a közvetlen és közvetett napsugárzás elleni védelemről az előző részben már volt szó.

IR-sugárforrás lehet az izzólámpa is. Célszerű az izzólámpát ezért a vitrinen kívül, a tárgytól minél messzebb elhelyezni.

A káros IR-sugárzás kiküszöbölésére ún. "hidegtükros" izzólámpák alkalmazása javasolható.

A fénycsövek izzószálat tartalmazó két vége is működhet hőforrásként, ezért tanácsos a fénycső-világítást is a tárlón kívül elhelyezni.

Összefoglalás

A leggyakoribb műtárgyalkotó anyagok bemutatásához-raktározásához kialakítandó műtárgykörnyezet fontosabb paraméterei

Egy műtárgy környezetében, ahogy láttuk, a relatív páratartalom és a hőmérséklet megfelelő értéken tartása, valamint a "műtárgybarát" megvilágítás biztosítása a tárgy hosszabb távú megőrzését, állapotának stabilizálását.

A 2. táblázat azokat a legfontosabb értékhatárokat mutatja, amelyekben belül a leggyakrabban előforduló műtárgyalkotó anyagok környezetében a relatív páratartalom, a hőmérséklet és a megvilágítás mértéke mozoghat.

2. táblázat. A leggyakoribb tárgyalkotó anyagok bemutatásához-raktározásához javasolt műtárgykörnyezeti paraméterek (beltéren)

Anyag	Hőmérséklet °C	Relatív páratartalom %	Megvilágítás lux
Kő	15-25	30-50	megvilágítható
Festett kő	15-25	40-50	150-300
Falfestmény	15-25	40-50	150-300
Jól kiégetett kerámia	15-30	30-55	megvilágítható
Nem vagy rosszul kiégetett kerámia	15-25	35-50	megvilágítható
Festett, kiégetetlen kerámia	15-20	35-50	150-250
Üveg	15-25	30-50	megvilágítható
Rossz állapotú (pl. régészeti) üveg	15-25	40-50	megvilágítható
Fémek: arany, platina	15-25	tetszőleges	megvilágítható
Fémek: ezüst, réz (bronz, sárgarézt), vas, ón, ólom	15-25	40 alatt	megvilágítható
Festett fémtárgyak	15-20	35-45	150-250
Fa, festett fa	15-25	45-55	150-250
Papír	15-20	45-55	50-70
Bőr, pergamen	15-25	45-55	50-150
Festett bőr, pergamen	15-20	45-55	50-70
Textil	15-25	45-55	50-100
Csont, elefántcsont	15-25	45-55	50-150
Festett csont, elefántcsont	15-20	45-55	50-70
Fotónegatív, pozitív kép (fekete-fehér)	20 alatt	35-50	50-70 (raktárban sötét)
Fotónegatív, pozitív kép (színes)	15 alatt	20-30	50 (raktárban sötét)
Fotóanyag cellulóz-nitrát hordozón	5 alatt	35-40	50 (raktárban sötét)
Haj, szőr, szőrme	15-25	45-55	50-150
Szaru	15-25	45-55	50-150
Háncs	15-25	45-55	50-150

Természetesen, ahogy ezt már említettük, a legfontosabb a környezet kialakításánál (elsősorban a relatív légnedvesség és a hőmérséklet beállításánál) annak figyelembevétele, hogy honnan került a tárgy a múzeumba. A megszokott környezetéből kiemelve - főként a szerves anyagok - igyekeznek az új helyzethez alkalmazkodni. Ha a változás nagy, ez a folyamat igen gyors és károsítja a műtárgyat. Pl. ha egy kagylóberakásos fémtárgy hirtelen magasabb hőmérsékletű helyre kerül, a fém hőtágulása miatt kipereghetnek a berakások. Ha egy nedves környezetben tárolt mázas kerámia szárazabb helyiségbe kerül, sókiválás indulhat meg, amely a máz lepergését eredményezheti. Éppen ezért a változásnak lassúnak kell lenni, de az sem kizárt, hogy nem szabad a környezeti paramétereket megváltoztatni.

Kombinált tárgyak esetében, tehát ahol több anyag együttesen szerepel, az érzékenyebb "igényeihez" kell igazítanunk a paramétereket. Például egy aranyozott ezüst esetében az ezüstnek, míg pl. egy fémkapcsos imakönyvnel a papírnak javasolt páratartalom, illetve megvilágítási értékeket célszerű figyelembe venni.

A legtöbb gyűjteményben a műtárgyak nagy részének az állapota nem kielégítő. A restaurátorhiány, illetve egy-egy restaurálás magas költségigénye általában nem teszi lehetővé, hogy belátható időn belül minden tárgyat legalább konzerválni/konzerváltatni lehessen. Ezért nagyon fontos, hogy a raktárakban (és a kiállításon is) olyan körülményeket teremtsünk, amelyek között legalább a tárgy jelen állapotában megőrizhető.

Dr. Járó Márta
vegyész docens
Magyar Képzőművészeti Egyetem
Magyar Nemzeti Múzeum
1450 Budapest, Pf. 124

Műtárgyak korszerű fertőtlenítése

Morgós András

A műtárgyvédelem célja, hogy a műtárgyakat felépítő anyagoknak (pl. faanyag) a környezet hatására bekövetkező kedvezőtlen változásait (károsodását) megakadályozza, vagy a már beindult károsodást megszüntesse, ezáltal a műtárgy élettartamát megnyújtsa. A károsodás bekövetkezésének idejéhez viszonyítva a védelmi beavatkozás lehet megelőző, megszüntető és kombinált jellegű.

Megelőző (preventív, profilaktikus) az a védelem, amelyet a károsodás bekövetkezése előtt végzünk el. Célja a károsítók megtelepedésének a meggátlása. A megelőző védelemre használt szerrel kapcsolatban követelmény a hosszú időn keresztül, tartós hatás, és új fertőzés esetén a fertőzők elpusztítása.

Megszüntető (szanáló) az a védelem, amely a már bekövetkezett és észlelt károsodási folyamat okát szünteti meg. A megszüntető védelem célja a fertőzés megszüntetése, a károsítók mindenfajta fejlődési stádiumának teljes elpusztítása. Az ilyen szernek gyors diffúzióval és az anyagba minél mélyebbre történő behatolással kell rendelkeznie (pl. vastag keresztmetszetű fa esetén elérje a fa belső részein lévő károsítókat is). A megszüntető védőszerek esetében általában csak átmeneti hatásukra van szükség.

Kombinált az a védelem, ha a megelőző védelemmel együtt egy más károsodási folyamatot is megszüntetünk, vagy ha a megszüntető védekezés a későbbiek során várható más veszélyeztetettség ellen is védelemként szolgál. Mint ahogy neve is mutatja, a kombinált védelem a megelőző és a megszüntető védelem kombinációja.

Megelőző védelem

Preventív konzerválási megoldások, pl. a légnedvesség és hőmérséklet-szabályozás.

Építészeti megoldások.

Fertőtlenítő kezelések, pl. megelőző védőszerekkel.

Megszüntető védelem

Vegyszerekkel

- *Folyadékokkal*

Vizes fertőtlenítőszerrel

Oldószeres fertőtlenítőszerrel

- *Gázosítással*

Inert gázokkal - többnyire az oxigén hiánya miatt pusztulnak el a rovarok.

Reaktív gázokkal - A rovarok pusztulása azért következik be, mert a mérgező gázok irreverzibilisen blokkolják a rovarok egyes enzimeit, vagy a gázok reagálnak a rovarok citoplazmájával.

Fizikai módszerekkel

Sugárzással (radioaktív-, gamma-, röntgen-sugárzás)

Melegítéssel

Fagyasztással

Nagyfrekvenciájú hullámokkal, pl. mikrohullámok

Ultrahanggal

Vákuummal

Túlnyomással

A fagyasztás, túlnyomás és a sugárzással történő fertőtlenítés csak szállítható műtárgyak esetében jöhet szóba,

A melegítéses fertőtlenítésnek két változata létezik. Az egyik eljárás során a légnedvesség állandó értéken történő tartása mellett fertőtlenítenek. Ez a műtárgyak számára előnyösebb, tekintettel arra, hogy a légnedvesség változás miatti zsugorodásokkal, felválásokkal, károsodásokkal nem kell számolni. Festett tárgyak, pl. táblaképek, szobrok, festett bútorok stb. esetében csak ez a változat jöhet szóba. Az állandó légnedvességen melegítéssel történő fertőtlenítés feltétlenül szabályozható, fűthető, fertőtlenítő kamra. Ezért csak szállítható műtárgyak fertőtleníthetők ezzel az eljárással. Ilyen az ún. Thermo Lignum® vagy a klav-Ex® eljárás.

A másik eljárás során a légnedvesség változik a fertőtlenítés alatt. Ez a módszer alkalmas épületekben végzett hevítéses fertőtlenítéseknel, pl. a fedélszékekben hevítéssel végzett házcincér fertőzés, vagy könnyező házigomba helyi megszüntetésére. Ilyen a Selerex® eljárás, amikor fűtőrudak és fűtőpárnák segítségével gerendák könnyező házigomba fertőzése szüntethető meg.

Biológiai módszerekkel

Károsítókkal táplálkozó, vagy azokon élősködő, pusztulásukat okozó rovarokkal, gombákkal, baktériumokkal. Hormonokkal, csalogató- és riasztóanyagokkal.

Higiénia - a restaurátorok egyik legfontosabb tennivalója, hogy a fertőzött tárgy sose kerüljön már fertőtlenített tárgyakat tartalmazó raktárba, kiállításba. A fertőzött tárgyakat mindig karanténban, jól elkülönített helyen kell tárolni állandó felügyelet mellett, és minél előbb a fertőtlenítésükről gondoskodni kell.

Higiéniai javaslatok

(preventív konzerválási intézkedések)

Az adott anyaghoz, tárgytípushoz előírt relatív légnedvesség és hőmérséklet értéket tartani kell.

A helyiséget tisztán kell tartani.

Élelmiszert nem szabad a munkahelyiségekbe, raktárakba, kiállítóhelyekre bevinni.

Fontos a műtárgyak rendszeres meghatározott időszakonkénti ellenőrzése, különös figyelemmel az újonnan bekerült tárgyakra, melyeket átmenetileg karanténba kell helyezni és megfigyelés alatt tartani.

1. Magyarországon alkalmazott fertőtlenítő megoldások a 20. század elejétől az 1980-as évekig

A fertőtlenítési eljárások fejlődését jól szemléltetik a debreceni Déri Múzeum példáján a következőkben leírtak.

"A Déri Múzeum helyiségében az alagsorban be rendezett szénkénevező kamra egy új, 150x150x70 cm nagyságú horganylemezzel bélelt szénkénevező ládat kapott, melybe a tavaszi és a nyári szénkénevezések most már gyorsabb ütemben eszközölhetők".¹

"A textilraktár helyiségében felhalmozódott anyagot a lassúmenetű szénkénevezés helyett két ízben ciánoztattam, úgyszintén vitrinbe helyezés előtt a Déri György ezredes néprajzi múzeum textiltárgyait is. Emellett nyár derekán a szükséghez képest szénkénevezés is folyt."²

Még 1942-ben kialakításra került a múzeumban egy ciánozó fertőtlenítő kamra. A Déri Múzeum és a Thaly szoba között, egy 31 légköbméteres első emeleti szobában, ahova egymás fölé két sor vassínt építettek be a ruhák és a prémes tárgyak felakasztására.

Korábban a múzeum textil és prémanyagát szénkénevezéssel fertőtlenítették. A fertőtlenítés lassú menete, a szénkénevező tűzveszélyessége, valamint megnehezült beszerzése szükségessé tette a gyorsabb és egyszerűbb ciánozás használatát. Hidrogén-cianid (ciángázzal) tökéletes fertőtlenítést értek el 3-3,5 ezrelékes koncentrációban. Kétszeri ciánozással a Déri Múzeum egész anyagát egy évre fertőtleníteni tudták. Ezzel a megoldással a tárgyakat "nagy tömegben egyszerre, olcsó áron" tudták fertőtleníteni. "A szénkénevezéssel szemben az olcsóságon felül előnye, hogy szűtette

nagyobb bútorok, nagy terjedelmű szőnyegek is beállíthatók a kamrába és ami fontos, a cián a fémszálak textíliáknak sem árt."³ (Ma már ismert, hogy a fémszálakat, fémeket megtámadhatja!!!) A ciánozás gázmester végezte az előírásoknak megfelelően. A két múzeumi épület között a kamra szellőztetését gond nélkül lehetett végezni, mivel lakók nem voltak a közelben.

1947-ben a prém-, textil- és bőryananyagokat Szabados Gyula mester többször kezelte (fertőtlenítette, feltehetőleg a korábban már alkalmazott ciánozással). A megegyezés szerint köteles volt az anyagot háromszor havonta átvizsgálni.⁴

Az 1950-es évek elején a Déri Múzeumban az egyik legnagyobb probléma a néprajzi fatárgyakat károsító "szűfélék és kopogóbogarak" elleni védekezés volt. Ezeknek pusztítására eddig széntetrakloridot vagy szénkénevet, vagy a Rathgen féle eljárás szerint egy keveréket fecskendeztek be a feregjáratokba: 30 cm³ széntetraklorid, 15 cm³ terpentinolaj keverékében oldott 10g globolt és 5 g kemény paraffint oldottak. Befecskendezés után a lyukat kemény paraffinnal tömték be.

Ez idő tájt a különféle szakirodalmak szerint a széntetrakloridot kevésbé hatásos szerként emlegetik. A szénkénevezés, pedig ártalmas a festésekre, féंबरakásokra és a különféle díszítésekre, ezért használatát Debrecenben elvetették. A Rathgen keverék, pedig túl sűrű volt ahhoz, hogy a kis átmérőjű járatokba injekciós tűvel befecskendezzék. Ezért az utóbbi kezelést rövid használat után elvetették.

Viszont kielégítő eredményeket értek el xilolnak a rovarjáratokba való fecskendezésével. Egyszeri kezelés már a rovar minden formáját elpusztította.

Ugyanekkor a néprajzi bundák és a textilraktár molytalanítása is nagy gondot jelentett. A molyok szinte kiiríthatatlannak bizonyultak, mivel a különféle rovarirtó szerek nem bizonyultak megfelelőnek. Moly ellen a helyiséget petróleummal mosták fel, és a textileket negyedévenként áthajtogatták. A molyveszély ettől megszűnt, a továbbiakban a raktárt ciánoztatták, az újonnan bekerült textileket pedig benzinnel fertőtlenítették. A naftalinozást elvetették, mert kis mennyiség belőle teljesen hatástalan. A szükséges mennyiség 10 kg egy 40 m³-es helyiségre, teljesen zárt helyiségben, szekrényben vagy ládában. "A globol hatásmechanizmusa is a naftalínéhoz hasonló. A DDT és ehhez hasonló rovarirtó porok pedig anesztetikussá tették textiljeinket, s ebből is rengeteget kellett használni. Hatóanyagának - a pyrethrumnak - önálló használata pedig nagyon költséges.

Végeztünk kísérleteket HCH-val (Hexaklor-

¹Sőregi János: Jelentés Debrecen sz. kir. Város Déri Múzeuma 1935. Évi működéséről és állapotáról, A Debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1935 Debrecen 1936?7.

²Sőregi János: Jelentés a Déri Múzeum 1940. évi működéséről és állapotáról, A Debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1939-1940, Debrecen, 1941. 72.

³Sőregi János: Jelentés a Déri Múzeum 1942. évi működéséről és állapotáról, A Debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1942, Debrecen, 1943. 6.

⁴Sőregi János: Jelentés az 1947. évről, A Debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1943-47, Debrecen, 1948. 56.

ciklohexán), melyből igen kis mennyiséget tűzálló tálba helyezve, a bezárt helyiségben melegítettük vulany-rezson. Szintén öli a moly minden formáját, de a fémgombok esetleg megsötétedhetnek. Fémshálás textiljeinket erre az időre kivittük a helyiségből. A felhasznált anyag kis mennyisége, alkalmassága, könnyen kezelhetősége, s az eljárás siker számunkra előnyösnek mutatkozott, azonban sajnos, a kísérleti mennyiségnél többet szerezni nem tudtunk.⁵

Az 1950-1980-as évek között divatos fertőtlenítőszer volt a kiváló hatású DDT (4,4'-diklór-difenil-triklóretán, rovarölőszert), a Lindán (g-HCH, gamma-hexaklór-ciklohexán, rovarölőszert (Msz), és a pentaklórfenol ill. nátrium sója (gombaölőszert). Ezeket kiváló fertőtlenítő tulajdonságuk és hosszú élettartamuk ellenére ma már a környezeti ártalmuk miatt nem használják. Régebben kezelt műtárgyakon azonban sokszor találkozhatunk e szerek maradványával. Ilyen esetben megfelelő óvatossággal kell eljárni. Mindegyik említett szer gőznyomása akkora, hogy a légtérbe is jut belőle, párolog. A párologás erőssége szerinti sorrend: pentaklórfenol > Lindán > DDT. A DDT-re jellemző, hogy a fertőtlenített tárgy felületén fehér, kristályos formában kivirágzik. A Lindan kristályosodás nélkül párolog.

A ma, a restaurátori munkában még gyakori, folyadék halmazállapotú fertőtlenítőszerrel (fertőtlenítő hatású vegyszerek oldatával) végzett fertőtlenítések, feltehetőleg a jövőben háttérbe fognak szorulni az e tanulmányban vázolt, a műtárgyakra, az emberre és a környezetre kevésbé veszélyes, egyszerre nagy műtárgymennyiség esetén is könnyen kivitelezhető megoldásokkal szemben. A folyadékokkal végzett fertőtlenítésekkel azonban a jövőben sem tekinthetünk teljesen el! Valószínűleg előtérbe kerülnek a kombinált (egyszerre gombák és rovarok ellen is hatásos) szerek.

2. Fertőtlenítő gázok - gázosítás

Már az ókor óta ismeretes a fa füstöléssel történő kezelése, gombák, rovarok elleni védelem céljából, ami valójában gázosításnak is felfogható. A népi gyakorlatban ezt a technikát még ma is alkalmazzák: "A régi lángfogók olyan nagyok vótak, hogy sok füst belefért. Vót neki olyan póca, s feltettek oda olyan egy méteres, két méteres tölgyfadeszkát, vagy inkább bükkfadeszkát mikor az megfüstölődött jól, már látták a mesteremberek, hogy mennyire kell megfüstölődjön" (Gazda József: Mindennek mestere - a falusi tudás könyve; Püski kiadó, Budapest, 1993, 75-76.)

A gáz halmazállapotú fertőtlenítőszerrel lényegesen gyorsabban hatolnak be a fertőtlenítendő anyagba, mint a folyadékos szerek. A hőmérséklet emelése növeli a gázok hatását.

A gázosítás előnye, hogy a gáz könnyen, gyorsan és

mélyre tud a fába behatolni, esetenként teljes keresztmetszeti behatolás is elérhető. Nagy hátránya, hogy a fertőtlenítés csak addig tart, amíg a gáz a fában van, ezért könnyen újrafertőződhet a gázosítás után a tárgy, tehát gázokkal csak megszüntető védelem érhető el, megelőző nem. Tekintettel arra, hogy a gázok a tárgyból gyorsan eltávoznak, ha a védelmet hosszabb távon kívánjuk megoldani, a gázosítás után a műtárgyat megelőző hatású fertőtlenítőszerrel is kezelni kell.

Gázosításos fertőtlenítéshez zárt tér szükséges. A gázt a gyakorlatban vagy gázként, tartályból vezetik be a gázosító kamrába, vagy folyadék-ampulla összetörését követően a folyadék elpárolgásakor keletkezik, vagy egy inert hordozóra adszorbeáltatott formából (tabletták) fejlődik. A gáznak a fertőtlenítéshez előírt koncentrációját a szükséges ideig kell a fertőtlenítő térben fenntartani. Meg kell akadályozni a gáz felhígulását és kiszökését a térből. Gázosítással akár faépületeket, pl. templomokat is lehet fertőtleníteni az épület köré emelt óriási, gáz át nem eresztő fólia-sátorban.

A fertőtlenítő gáz a rovar testébe diffúzióval ill. a rovar légzésével kerül be. A mérgező hatású gázokkal végzett fertőtlenítés rovarok esetében általában 24 óra alatt lejátszódik, ami vákuum alkalmazása esetén (magnövekszik a gázkoncentráció) akár 2-3 órára is lecsökkenthető.

Fontosabb reaktív fertőtlenítő gázok

Hidrogén cianid (cián-hidrogén, kéksav), metil-bromid (brómmetán), foszfin (foszfor-hidrogén), etilén-oxid (Oxiran), propilén-oxid (1,2-epoxipropán), szulfuril-fluorid (szulfuril-difluorid, Vikane), aril-nitril (vinil-cianid, propén-nitril), széntetraklorid (tetraklórmetán), triklór-etilén, széndiszulfid (szénkénes), kén-dioxid, formaldehid, timol.

Inert fertőtlenítő gázok

Nitrogén, argon, széndioxid.

Kísérletek folynak még a héliummal és a dinitrogén-oxid (kéjgázzal).

2.1. Reaktív gáz fertőtlenítőszerrel

A 20. század elején, amikor egyre több kritika érte a műtárgyakon olajosodást, zsírosodást, elszíneződést okozó kezeléseket, fellendült a mérgező gázok használata rovar károsítók ellen, a fertőtlenítést többnyire ún. gázládában vagy kamrában végezték, ma már hajmeresztőnek tűnő biztonsági körülmények mellett.

Hidrogén cianid (cián-hidrogén, kéksav)

Kémiai képlete: HCN.

Fertőtlenítési koncentráció: 20-30 g/m³

Fertőtlenítés időtartama: 3 nap.

Szintelen éghető folyadék, forráspontja 25,6 °C. Szaga keserűmandulára emlékeztet. Más források szerint szagtalan, a keserűmandula szagot a hozzákevert benzaldehid okozza (Buttenberg et al. 1925).

Általában porózus inert anyagra (pl. diatomaföld, fü-

⁵Ditróné Sallay Katalin: Gyakorlati tapasztalatok a restauráló laboratóriumban, Debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1948-1956, Debrecen, 1957. 85-86.

részpor, papírcsíkok) adszorbeáltatják és speciális zárral ellátott, fémdobozban hozzák forgalomba. A doboz felnyitása után a gáz még alacsony hőmérsékleten is elég gyorsan elpárolog a hordozóanyagról a gázosítandó térbe. Elnevezése Zyklon B.

A hidrogén cianid a levegőnél könnyebb gáz, ezért gyorsan eloszlik a gázosítandó térben és behatol a fertőtlenítendő tárgyba. Deszorpciója a tárgyból lassúbb, mint a behatolása. Fémekkel, még a nemesfémekkel is reakcióba lép!

Előnye jó fertőtlenítő hatása, a rövid fertőtlenítési idő (kb. 72 óra) és az alacsony alkalmazhatósági hőmérséklet (hideg időben is használható).

Hátránya az aránylag jó vízdíszíthatósága, ami nagy nedvesség (pl. esős időjárás) esetén a tárgyból történő eltávozási idejét lényegesen meghosszabbíthatja. Nagy nedvességtartalmú helyiségekben a műtárgyakra káros reakciók játszódhatnak le!

Történetileg faanyagok fertőtlenítésére a legkorábban használt gáz (1857). Fakárosító rovarok ellen műemléken Európában először 1921-ben, Svédországban, a Kalmar-i királyi kastély fertőtlenítésére (Grosser és RoBmann 1974) használták. A berlini múzeumok híres vegyésze Rathgen, 1924-ben alkalmazását még megfontolandónak tartotta a nagy mérgezési veszély miatt (Rathgen 1924). 1929-ben, Ausztriában a Kefermarkt-i oltárt fertőtlenítették hidrogén-cianid gázzal (Oberwalder 1930; Kaiser és Fried 1930, 1931; Kerschner 1930). A templomablakokat zsírpapírral zárták le. Eredetileg az oltárt szénkénnel akarták fertőtleníteni, de a nagy robbanásveszély miatt lettek róla (Schiessl 1984). Az 1970-es években többen értékelték a hidrogén-cianidos fertőtlenítéssel kapcsolatos gyakorlati tapasztalatokat (Grosser és RoBmann 1974; Bäumert és Wentzel 1978; Hickin 1978; Serk-Dewaide 1978). Használata ma már visszavonulóban van.

Metil-bromid (brómmetán)

Kémiai képlete: CH_3Br

Fertőtlenítési koncentráció: 20-60 g/m³

Fertőtlenítés időtartama: 1-3 nap (rovarokra), 4 nap (gombákra)

Szintelen, éghetetlen, a levegőnél sokkal nehezebb gáz, forráspontja 4,5 °C.

Könnyű illékonyasága miatt a fába kiválóan hatol be, és ezért rövid fertőtlenítési idő szükséges. Tekintettel arra, hogy a levegőnél nehezebb, kevertetni kell a fertőtlenítés alatt, hogy ne ülepedjen le. Kiszellőztetése is gyorsan, probléma nélkül megoldható, ezért a visszamaradó gáz miatti mérgezés veszélye csekély. Tulajdonságai miatt jól alkalmazható templomok, műemlékek fertőtlenítésére. Hatásos rovarok és gombák ellen.

Hátránya, hogy egyes szerves anyagokkal (pl. bőr, gumi) könnyen reakcióba lép, aminek következtében rendkívül bűdös termék keletkezik.

Foszfin (foszfor-hidrogén)

Kémia képlete: PH_3

Fertőtlenítési koncentráció: 2-4 g/m³

Fertőtlenítés időtartama: 5-10 nap

Szintelen, éghető, karbidiszagú gáz. Öngyulladásra hajlamos. A levegőnél alig nehezebb.

Forráspontja - 87,7 °C.

Általában tablettá formában (alumínium-foszfid + ammónium-karbonát + paraffin keveréke, Phostoxin márkaneven) kerül forgalomba. A légnedvességgel történő reakciója során, lassan és elnyújtva (mintegy 72 óra alatt) keletkezik a fertőtlenítő gáz. 15 °C felett alkalmazható. A fertőtlenítéshez mintegy 10 napig terjedő idő szükséges.

A foszfinnak aránylag kicsi a vízdíszíthatósága, ezért nagy légnedvesség esetén se lépnek fel olyan hátrányos reakciók, mint a hidrogén-cianidnál.

A foszfin gázosításra történő alkalmazhatóságát az ún. Delicia-eljárás tette lehetővé 1936-ban (Hickin 1978). 1983-ban foszfinnal fertőtlenítették az akkori NDK-ban a Weisdin-i (Neustrelitz mellett) templomot (Unger et al. 1984), 1984-ben, Norvégiában boronafalú templomok fertőtlenítésére használták (Anon 1985)

Etilén-oxid (Oxiran)

Kémiai képlete:



Fertőtlenítési koncentráció: 500-1000 g/m³ (rovarokra), < 2500 g/m³ (gombákra) (Unger, Unger 1995a); 30-45 g/m³/5-24 óra, vákuumkamrában 1,5-2 g/m³ /4-6 óra (Unger, Unger 1986)

Fertőtlenítés időtartama: 4 óra

Szintelen, a levegőnél nehezebb gáz. Különösen robbanásveszélyes. Forráspontja 10,7 °C.

Nagyon hatásos, kiváló behatoló képességű fertőtlenítőszer. Az etilén-oxid gyúlékony, robbanóképes, az emberre nézve erősen mérgező, rákkeltő hatású gáz. Robbanásveszély miatt általában 50% metil-formiáttal, 10% széndioxiddal vagy freonokkal keverve hozzák forgalomba. Az etilén-oxid és a levegő keveréke 2,6 t% felett robbanóképes, ezért a gázosítás hígítatlan etilén-oxiddal csak vákuumkamrában lehetséges.

Hatásos rovarok, egyes fakárosító gombák, pl. penészgombák és nagy dózis esetén baktériumok ellen is. Rovarok petéit is elpusztítja. Nem okoz színváltozást és felület-elváltozást műtárgyakon. Aránylag rövid fertőtlenítési időre van szükség. A gáz hatóképessége növekvő fánedvességgel növekszik.

Szulfuril-fluorid (szulfuril-difluorid, Vikane)

Kémiai képlete: SO_2F_2

Fertőtlenítési koncentráció: 15 - 36 (lárva, báb, imágó) és 76 (pete) g/m³

Fertőtlenítés időtartama: 20 - 72 (lárva, báb, imágó) és 162 (pete) óra

Szintelen, szagtalan, a levegőnél lényegesen nehezebb gáz. Forráspontja - 55,4 °C

Akril-nitril (vinil-cianid, propén-nitril)

Képlete: $\text{CH}_2=\text{CH}_2-\text{CN}$

Fertőtlenítési koncentráció: kb. 50 ml/m³

Fertőtlenítés időtartama: kb. 5 nap
Színtelen, éghető folyadék. A levegőnél nehezebb.
Forráspontja: 77,6 °C.

1955-től az akril-nitril Ventox néven került forgalomba fakárosító rovarok leküzdésére (Grosser 1975). Folyékony formában a fémeket megtámadja. Az akril-nitril alkalmazását a nyolcvanas évek elején Németországban betiltották.

Régebbi gázosító szerek

Széntetraklorid (tetraklór-metán)

Képlete: CCl_4
Fertőtlenítési koncentráció: kb. 750-1000g/m³

Fertőtlenítés időtartama: 10-15 hét
Színtelen, éghetetlen folyadék. A levegőnél lényegesen nehezebb. Forráspontja 76,7 °C.

Bolle szerint a széntetrakloridos fertőtlenítés esetén a széndiszulfidhoz szükséges mennyiség és idő ötszöröse szükséges (Bolle 1919).

A széntetraklorid nem eléggé hatásos rovarok ellen. Folyadék állapotban a festékrétegeket megoldja. Gőze a lakk- és festékrétegeket felpuhítja. Nedvesség jelenlétében elbomolhat és sósavat képezhet, ami megtámadja a fémeket. A széntetrakloridból hosszú állás alatt fény hatására különösen mérgező foszgén (karbonil-diklorid) keletkezhet.

A huszadik század elejének egyik kedvelt fertőtlenítőszerre múzeumi tárgyakra. A fertőtlenítést vízzárral ellátott fertőtlenítő ládákban végezték (Rathgen 1924, Schiessl 1984).

Széndiszulfid (szénkéneg)

Képlete: CS_2
Fertőtlenítési koncentráció: 150-200 g/m³ (Rathgen 1924), 28g/m³ (Plenderleith 1956)

Fertőtlenítés időtartama: 2-3 hét
Színtelen, éghető, gyúlékony, undorító szagú folyadék. Levegővel robbanó elegyet képezhet (Schiessl 1984). A levegőnél nehezebb. Forráspontja 46,3 °C.

Hatása rovarkártevőkre elég csekély. A széndiszulfid jó oldószere az olajoknak, lakkoknak, ezért gőzei a lakk- és festékrétegeket megtámadják. A molekulában lévő kén miatt ólom-tartalmú festékek feketedését okozhatja (Schiessl 1984). A fémfelületeket mattítja.

A huszadik század elejének másik kedvelt fertőtlenítőszerre múzeumi tárgyakra.

A szénkéneg használatának kezdetétől gyűjtötték a műtárgyakra gyakorolt káros hatásait. Ilyenek voltak, pl. az ún. "Polierweiss"-szel kapcsolatos tapasztalatok. Az ezzel a technikával festett szobrokon az ólomfehérrel kevert testszínek, így pl. az arcok, kezek elfekedtek a fekete ólom-szulfid keletkezése miatt, az öltözet azonban fehér maradt. Az elfekedett részeket úgy próbálták kezelni, hogy puha rongyokkal betekerték, és hidrogén-peroxidot csepegtettek rá. Ennek során fekete ólom-szulfidból fehér ólom-szulfát keletkezett (Schiessl 1984).

Kéndioxid

Képlete: SO_2
Fertőtlenítési koncentráció: kb. 60g/m³
Fertőtlenítés időtartama: 6 óra

Színtelen, maró, szúrós szagú, fojtó, gáz. A levegőnél nehezebb. Forráspontja -10 °C.

A gázt kén elégetésével állítják elő. A gáz a levegő nedvességtartalmával először kénessavat képez, ami erős oxidálószer és a színes tárgyakat elhalványítja. A második lépésben kénsav keletkezik, ami megtámadja a műtárgy alapanyagát is. Műtárgyagnál ma már nem javasolt!

A kéndioxidot már Homérosz az Odüsszeuszban is említi, mint fertőtlenítő hatását füstölőszert. A századforduló előtt égő kénből keletkezett kéndioxidot használtak könyvtárakban és más gyűjteményekben a rovarok leküzdésére (Schiessl 1984). 2 tf% kéndioxid zárt teremben 6 óra alatt a rovarokat megöli (Schiessl 1984).

A formaldehid, a triklóretilén és a timol az előző fertőtlenítőszerhez képest lényegesen gyengébb hatással rendelkezik, ezért ezeket részletesen nem ismer-tjük.

Az 1990-es években az inert fertőtlenítő gázok használata előtérbe került. A reaktív (mérgező) fertőtlenítő gázok közül a hidrogén-cianid és a foszfin használata erősen visszaszorult és előtérbe került a metil-bromid. Feltehetőleg a közel jövőben az ózonrétegre gyakorolt károsító hatása miatt, ez utóbbi alkalmazásának mértéke is erősen csökken.

2.2. Inert gáz fertőtlenítő szerek

Ebbe a kategóriába soroljuk a nitrogén-, argon- és a széndioxid-gázzal végzett fertőtlenítéseket. Ezek a gázok a levegőben jelen vannak.

A levegő összetétele: 78% nitrogén, 21% oxigén, 0,9% argon, 0,03% széndioxid és a maradék egyéb gázok.

Élelmiszerkészletek rovarok ellen történő védelmére manapság az egyik leggyakrabban javasolt módszer az ún. inert atmoszférában történő tárolás. Ennek eredményeit felhasználva az utóbbi tíz évben egyre többet foglalkoznak műtárgyak hasonló jellegű fertőtlenítésével.

Rovarak esetében a fertőtlenítésnél mindig a 100%-os halandóságot kell megcélozni.

Az inert fertőtlenítő gázok hatásossága a következő sorrendben változik ($Ar_2 > N_2 > CO_2$).

Mindig figyelemmel kell lenni a gázok tisztaságára és a bennük található szennyeződésekre, amelyek a gáz előállítási és tisztítási körülményeitől függenek. Gyengébb minőségű gázoknál, a nitrogén és az argon esetében a gáz oxigéntartalmára (mivel a fertőtlenítésnél 0,1 tf% alá kell csökkenteni!), amíg a széndioxidnál a felhasznált gáz szénmonoxid-tartalmára (erős redukálószer) kell különösen figyelni.

A nitrogén, argon és a széndioxid színtelen,

szagtalan, nem éghető gázok. A nitrogén a levegőnél valamivel könnyebb, az argon és a széndioxid pedig nehezebb gáz. Ezért az argon és a széndioxid a fertőtlenítő térben (sátorban, kamra) alulra törekszik, leülepszik, így feltétlenül keverésről kell gondoskodni, hogy egyenletes koncentrációt tudjunk elérni a fertőtlenítés alatt a sátorban.

Fertőtlenítő hatását tekintve az említett három gáz bármelyikével a rovarok elpusztíthatók lárva, báb és kifejlett rovar, fejlődési szakaszban. Amennyiben peték is feltételezhetők, akkor a következő lehetőségek állnak rendelkezésünkre:

Gázosítás a rovarok kirepülési és párosodási idején kívül (késő tavasszal, vagy még hatásosabb kora ősssel).

Annyira meghosszabbítani az egyébként szokásos gázosítás idejét, hogy a nőstények petelerakását megzavarjuk, és a már lerakott peték kiszáradjanak és a bennük lévő lárvák ne tudjanak kifejlődni.

Kétszeri gázosítás egy éven belül, a második gázosítást akkor elvégezve, amikor már a petéből a lárvák biztosan kikeltek.

A nitrogén és az argon hatására a rovarok megfuladnak. A széndioxid izgatja a rovarok légzőizmait és felfokozott légzést okoz. Emellett a rovar vérének a savtartalma is fokozódik, a nikotinsavamid-adenindinukleotid (NAD) blokkolódása következtében kialakuló protonfelesleg miatt.

A nitrogén, argon és széndioxid nem alkalmas gombák elpusztítására!

Egyes gomba tenyészeteket, pl. nitrogénben szoktak eltartani. A gombák micéliumainak növekedése és a spórák kicsírázása az említett gázokban csökken. Ez a hatás annál nagyobb, minél kisebb a légnedvesség.

Az argon hatása a rovarokra gyorsabb, mint a nitrogéné, ára viszont lényegesen drágább.

Műtárgyak esetében fontos annak a vizsgálata, hogy a nitrogén, argon és a széndioxid hogyan hat a műtárgyakat alkotó anyagokra, festett rétegekre, pigmentekre, fémrészekre, lakkokra, politúrokra stb.

A nitrogén és argon nem reagál a műtárgyak anyagával és disztéziseivel, ezért esetükben idáig semmiféle káros hatást nem figyeltek meg. A széndioxid esetében bizonyos körülmények (magas nedvességtartalom, hőmérséklet és széndioxid-koncentráció) mellett reakciók létrejöhetnek. Magas nedvességtartalom mellett keletkező szén-sav színváltozást okozhat ólomfestékeken (massicot - PbO ; minium - Pb_3O_4), cinkfehéren (ZnO) és ultramarinon ($3Na_2-Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2Na_2S$). Lenolajfirnisz, gumiarábikum és sellakrétegek átlátszóságában okozhat változást a nedvességtől függően.

Ezüstfelületeket elhomályosíthat.

A gázosítást jól szigetelt konténerben, kamrában vagy gázt át nem eresztő fóliásátorban (teljes oltárokat, templomokat is kezelnek így) végzik.

Az inert gázokkal végzett fertőtlenítés általában 4 szakaszra bontható:

1. Kiindulási szakasz

A műtárgyat, műemléket megfelelő, gáz át nem eresztő tartályba, kamrába sátorba helyezik, a szükséges szigetelést elvégzik.

2. Átöblítési szakasz

A gázosító térben még meglévő levegőt átöblítéssel, addig hígítják, amíg a szükséges oxigén- ill. fertőtlenítő gáz-koncentrációt el nem érik.

3. Fertőtlenítési szakasz

Ki kell várni azt az időt, amíg a rovarok elpusztulnak (általában hetekig tart). Közben a fertőtlenítési paramétereket (az oxigén és a fertőtlenítő gáz koncentrációját, hőmérsékletet, gáznedvességet) állandóan ellenőrizni kell és a gáz folyamatos utántöltéséről gondoskodni kell. Általában az inert gázzal kis túlnyomást (kb. 5 Pa) hoznak létre a fertőtlenítő térben, hogy az oxigénnek a fólián keresztül, kívülről történő bediffundálását csökkentsék, valamint a fólián és a tömítetlenségeken keresztül kijutó fertőtlenítő gázt pótolják.

A fertőtlenítő teret határoló falakon keresztül (fólia) Fick diffúziós törvényének megfelelően a gázok koncentráció kiegyenlítődése zajlik. A belül lévő fertőtlenítő gáz kifelé, a kívül lévő levegő és vele együtt az oxigén befelé igyekszik. A folyamat sebességét egyrészt a fólia anyaga (ami meghatározza a tulajdonságait, amelyek közül a legfontosabb a gázáteresztő képesség - általában különböző a gázáteresztő képesség a fertőtlenítő gázra és az oxigénre), másrészt a gáznyomás, a gázkoncentráció és a hőmérséklet szabja meg. Ezért csak nagyon kis gázáteresztő képességű fóliák használhatók! Tekintettel arra, hogy az említett diffúziós folyamat a gázosítás teljes ideje alatt zajlik (koncentráció kiegyenlítődés nem jöhet létre, mert akkor a fertőtlenítő gáz koncentrációja nem volna elégséges a fertőtlenítéshez), ezért a bejutó oxigén eltávolításáról és a kijutó inert gáz pótlásáról folyamatosan gondoskodni kell!

4. Kiszellőztetési szakasz

A fertőtlenítő gázt kiszivattyúzzák, és levegővel pótolják vagy kisebb kamrák esetén, egyszerűen kinyitják, és a tárgyat kiveszik. Itt feltétlenül vigyázni kell az esetleges belégzés következtében létrejövő fulladásveszélyre (MAK értéke 0,5 tf% = 5000 ppm, 10 tf% fölött eszméletvesztést és fulladást okoz), tekintettel arra, hogy a kikerülő nagymennyiségű inert gáz erősen megváltoztatja a levegő összetételét, ami kellő odafigyelés nélkül balesethez vezethet. Különösen figyelni kell a széndioxid esetében. Hasonló veszélyhelyzet alakulhat ki, mint a bor forrásakor egy pincében!

Széndioxidos gázosításhoz mintegy 60 tf% széndioxid-koncentráció és kb. 3-4 hét szükséges a fertőtlenítéshez. Ekkor a fertőtlenítő-térben aránylag sok, mintegy 8 tf% oxigén ($40 \times 0,21 = 8,4\%$) van még jelen.

Nitrogén- és argon-gázos fertőtlenítés esetén a fertőtlenítő térben 0,1 tf% oxigén-koncentráció lehet.

Minél kisebb az oxigén-koncentráció (minél nagyobb a nitrogén vagy argon-koncentráció) annál rövidebb a fertőtlenítéshez szükséges idő. A nagyon kis oxigénkoncentráció miatt a fertőtlenítő térnek teljesen gázzárónak, és az ezt határoló fóliának nemcsak

kis gáz-áteresztőképességűnek, hanem rendkívül kis oxigén-áteresztő képességűnek is kell lennie, hogy az oxigén a külső levegőből, a fólián keresztül se diffundálhasson be a zárt fertőtlenítő térbe. Erre a célra a hagyományos fóliák, pl. a polietilén fólia nem alkalmas, mivel sok oxigént képes átteresztetni!

Amennyiben a műtárgyon károsító rovarok petéi is jelen vannak, úgy legalább 4-5 heti nitrogénes vagy argonos fertőtlenítéssel kell számolni!

A fertőtlenítő gázt gázpalackból, tartályból stb. nyerjük. Tekintettel arra, hogy többnyire a gáz cseppfolyósított állapotban van a tartályban, nitrogén esetében - 198,5 °C-on, széndioxid esetében - 56,6 °C-on, valamint hogy a gáz kiterjedésekor (elpárolgásakor) hőt von el a környezetétől, a gáztartály és a fertőtlenítő egység közé megfelelő kapacitású hőcserélőt is be kell iktatnunk, ami a hideg gázt szobahőmérsékletre felmelegíti. Ez azért is szükséges, nehogy a műtárgyakon fagykár keletkezzen.

A vásárolt fertőtlenítő gáz vizet gyakorlatilag nem tartalmaz, teljesen száraz, a fertőtlenítőterbe beengedve annak légnedvességét rendkívüli módon lecsökkentené, ami a fertőtlenítendő tárgyak hirtelen kiszáradás miatti károsodását vonná maga után (repedezés, deformálódás, vetemedés, festékrétegek, aranyozás leválása stb.).

Az oxigén-koncentrációt, a légnedvességet a fertőtlenítendő térben és a hőmérsékletet az egész fertőtlenítés alatt mérni kell.

2.2.1. Nitrogén gázzal végzett fertőtlenítés

A fertőtlenítéshez szükséges idő

A nitrogén gázzal végzett fertőtlenítés lényege, hogy a rovarok az oxigén hiánya miatt megfulladnak az eljárás során.

A Getty Conservation Institute által megrendelt tanulmányban entomológusok vizsgálták 10 gyakori múzeumi károsító halandóságát oxigénben szegény környezetben (körülmények: 0,1 tf% = 1000 ppm oxigén koncentráció, 25,5 °C-on, 55,5% relatív légnedvesség) (Rust and Kennedy 1993, 1995).

A dohánybogár kivételével az összes többi rovar minden fejlődési formája 5 napon belül elpusztult. (Ez a dohánybogárnál 8 nap alatt következett be!) Egy újabb sorozatban magasabb oxigénkoncentrációk mellett megismételték a kísérletet (0,3 tf% = 3000 ppm és 0,6 tf% = 6000 ppm). Az eredmények szerint 0,3 tf% = 3000 ppm oxigénkoncentráció mellett 5 nap alatt 100%-os elhalás állt be (minden fejlődési formában: pete, lárva, báb, kifejlett bogár).

A hőmérséklet emelése jelentősen növelte az elhalálózást. A hőmérséklet 20 °C-ról 25 °C-ra történő emelése a kezelési időt a harmadára csökkentette! A relatív légnedvesség hatása nem annyira jelentős, mint a hőmérsékleté, csökkenésénél, jóval kisebb mértékben rövidül a 100%-os elhaláshoz szükséges idő.

Biztonsági rátartással 0,3 tf% oxigénkoncentráció mellett, 20-25 °C-on 14 napos kezelési időt javasoltak. A kezelés alatt az oxigénkoncentrációt és a hőmérsékletet ellenőrizni szükséges és a megadott értéken kell

tartani. Amennyiben az oxigénkoncentráció megemelkedne jóval hosszabb kezelési idő szükségeseltetik.

A nitrogénes fertőtlenítéshez szükséges felszerelés

A fertőtlenítő berendezés a következő részekből áll:

- nitrogénforrás (általában folyékony nitrogént tartalmazó gázpalack
- nitrogén gáz nedvesítő (a gáz a tartályban 0,001% = 10ppm körüli nedvességet tartalmaz, ennek következtében, ha nedvesítés nem volna a fertőtlenítő sátorban a relatív légnedvesség drasztikusan lecsökkenne és a rendkívül száraz térben a műtárgyak károsodhatnak a fertőtlenítés aránylag hosszú időtartama alatt)
- érzékelők (a gázosítás teljes ideje alatt mérni kell az oxigén koncentrációt, a hőmérsékletet és a relatív légnedvességet)
- gáz át nem eresztő fertőtlenítő sátor
- vákuumszivattyú (a sátor kimenetelére csatlakozva, úgy beállítva, hogy a sátorban a gáznyomás megemelkedése nitrogén betáplálással legyen elkerülhető)

Fertőtlenítési technikák

a. A sátor folyamatos átöblítéses üzemeltetése

Elméletileg még a házilag készített gázosító sátorban is könnyen előállítható hosszú időn keresztül a fertőtlenítéshez szükséges 0,3 tf% oxigénkoncentráció folyamatos nitrogén átöblítés mellett. Hátránya, hogy a gázpalackokat cserélni kell, a gáz nedvesítése komplikáltabbá válik és a nagy gázszükséglet miatt a fertőtlenítés költsége megemelkednek.

b. A sátorban lévő nitrogén időnkénti cseréje

Amikor az oxigénkoncentráció megemelkedik a sátorban lévő nitrogént kiszivattyúzzák és a helyére friss nitrogént eresztenek. Ezzel a technikával jelentősen csökkenthető a szükséges nitrogén mennyisége az átöblítéses eljáráshoz képest. Hátránya, hogy az evakuálás során a műtárgyak és a műanyag sátor könnyen sérülhet.

A levegő eredeti oxigéntartalmának (20,9 tf%) 0,1% alá való csökkentéséhez nyolcszor kell a fertőtlenítő sátorban lévő gáztömeget nitrogénre lecserélni. A levegő egyszeri nitrogénre történő cseréje az oxigénkoncentrációt 20,9 tf%-ról a felére, vagyis 10,45 tf%-ra csökkenti, ugyanakkor a sátorban lévő légnedvesség is a felére csökken, pl. 50%-ról 25%-ra. A sátor tömítettsége szabja meg, hogy a kezeléshez mennyi nitrogén szükséges. A gázosítás kezdetén, az első pár napon a műtárgyaktól és a sátor építőanyagaiból is diffundálhat oxigén a rendszerbe. Ezt figyelembe véve először az oxigén koncentrációt 1-3%-ra, majd 2 nap eltelte után, amikor már feltehetőleg az anyagokban lévő oxigén kidiiffundálhatott, 0,1 tf%-ra csökkentik. Ezt követően az oxigénkoncentráció növekedését már csak a sátor tömítettsége határozza meg.

A kezdesi paraméterek ellenőrzése

Hőmérséklet és relatív légnedvesség

A hőmérséklet és a relatív légnedvesség változása jól

követhető termohigrográffal. Nagy sátorok esetén elektromos mérőműszert célszerű használni, amelyek a változást gyorsan jelzik, számítógéppel összeköthetők, és így a rendszer automatikus felügyelete és vezérlése is lehetővé válik.

Oxigénkoncentráció

Az oxigénkoncentráció mérésére hordozható mérőműszer a legmegfelelőbb. Az ilyen műszer általában 1 tf% alatti oxigén koncentrációkat képes mérni, kalibrálható, és hőmérséklet kiegyenlítővel is ellátott. Hátránya, hogy pár százezer forintba kerül. Célszerű elemes mérőműszert használni, mivel ez könnyen elhelyezhető a sátorban és nem kell áramellátásáról gondoskodni, nem jön ki vezeték a sátorból, ami tömítettségi problémát okozhat.

Az oxigénkoncentráció ellenőrzése egyszerűen is megoldható Ageless-Eye® (Mitsubishi Gas Chemical Europe GmbH, Immermannstraße 45, 40210 Düsseldorf) oxigénindikátor segítségével. Az Ageless-Eye® egy tableta, ami színváltozással jelzi az oxigénkoncentrációt. A tableta ibolyaszínűről rózsaszínre változik, ha az oxigénkoncentráció 0,1 tf% alá csökken. A színváltozás reverzibilis. Párszori alkalmazás után célszerű az olcsó tablettákat eldobni, és újra cserélni, mert előfordul, hogy megbízhatatlanná válnak! Az új, még fel nem használt Ageless-Eye® tablettákat célszerű Ageless® oxigénmegkötővel összecsomagolva sötétben és hűtőszekrényben tárolni.

A gáz át nem eresztő fertőtlenítő sátorhoz szükséges műanyagfólia

A sátort a legegyszerűbben magunk építhetjük.

A műanyag fóliával kapcsolatos követelmények:

- rendkívül kis oxigénáteresztő képességgel (kb. 50 cm³/m²/nap, 100%-os oxigénatmoszférában mért érték) kell rendelkeznie

- elég erősnek és hasadással szemben ellenállónak kell lennie ahhoz, hogy többször is használható legyen a sátor (általában 0,1 mm vagy ennél vastagabb fóliát használnak)

- átlátszó legyen, szemmel jól követhető legyen a fertőtlenítés folyamata a teljes idő alatt

- a fólia hővel hegeszthető legyen

- a szükséges méretben kapható legyen.

A hagyományos fóliák (pl. polietilén fóliák) nem alkalmasak erre a célra. Az említett követelményeknek csak speciális, több rétegből készült ún. laminát fóliák felelnek meg. Általában jól használhatók az etilénvinil-alkohol, a klór-trifluoroetilén, klór-vinilidén vagy akrilo-nitril (propilén-nitril) polimer vagy kopolimer záróréteget tartalmazó fóliák. A rendkívül kis oxigénáteresztőképességű, alumínium záróréteget tartalmazó fóliák nagyon megfelelnek, de hátrányuk hogy nem átlátszóak, és sérülékenyek. A laminát fóliákra még egy újabb réteggént poliészter vagy nylon réteget is szoktak felvinni, ami fokozza a laminát mechanikai ellenállóképességét. A laminát-fóliák hegeszthetőségét egy polietilén, polipropilén vagy poli(vinil-acetát) réteg

teszi lehetővé. A sátor készítésekor a hegesztést vasalóval, melegítő spatulával, vagy fóliahegesztővel végzik.

A gyakorlatban bevált fóliák

Marvelseal 360 aluminized polymer film (Manufacturer: Ludlow Laminating and Coating Division 4058 Highway, 79 Homer, LA 71040) (oxigén áteresztés 0,13 mm vastag fólia esetén: 0,01 l/m²/nap) Keep Safe Systems, Inc. Toronto, Canada

Filmpack 1193 (Manufacturer: Ludlow Corporation, Laminating and Coating Division, 1 Minden Road, Homer, LA 71040, USA) - átlátszó fólia, oxigén-áteresztése 0,1 ml/m²-nap, 0,12 mm vastag fólia esetén
Aclar kompozitok (poli(klórfuoro-etilén), (Allied-Signal, Inc. P.O. Box 233R, Morristown, NJ 07960) oxigén áteresztés: 51,15 ml/m² nap, 0,11 mm vastag fólia esetén

Saranex 14 Dow Plastics, 2020 Willard Dow Center, Midland, MI 48674, USA

Mitsubishi-ESCAL (5-2, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8324, Japan) átlátszó, a fólia felületére vékony kerámia réteget gőzöltek

Mitsubishi-PTS (5-2, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8324, Japan)

Mitsubishi alumíniumfólia (5-2, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8324, Japan)

Film-O-RapFR7750 (Bell Fiber Products, P.O.Box 1158, Columbus, GA 31993, USA)

Cryovac BDF 200 (Cryovac Division, W.R. Grace, 2365 Dixie Road, Mississauga, Ontario, Canada. Forgalmazó: Conservation by Design Ltd. Timecare Works 60 Park Road West, Bedford MK41 7SL, United Kingdom). Oxigén áteresztés 4 ml/m² nap, 0,025 mm vastag fólia esetén.

Cryovac BDF 20001, az előző típusnak megfelelő.

A laminát fóliák közül a legolcsóbbak az alumínium laminátok (kb. 2 US\$/m²), a többi laminát fólia 5-11 US\$/m².

A kereskedelemben készen kapható, gázosításhoz készített sátor. A Rentokill Ltd. cég (Felcourt, East Grinstead, UK-West Sussex, RH19 2JY) 1988-ban fejlesztett ki ilyen mobil, újrahasználató sátrat. Eredetileg metil-bromidos és foszfines fertőtlenítésekhez alakították ki, majd széndioxid gázos fertőtlenítésre módosították. 3-60 m³ közötti méreteken kapható. Egy 10 m³-es sátor ára kb. 500. 000.- Ft.

A sátor két részből áll, egy alap és egy sátorrészből, amit gáz át nem eresztő tépőzár fog össze. Nitrogén fertőtlenítésre kipróbálva megállapították, hogy ha a felállítás után a tépőzár-részre egy vazelin réteget felvisznek a 0,1 tf%-os kiindulási oxigénkoncentráció emelkedése 0,045 tf%/nap, ami 1,9 l/perces (2,7m³/nap) folyamatos nitrogén öblítést követelt meg, hogy a 0,1 tf% fenntartható legyen.

A Getty Conservation Institute tapasztalatai szerint egy 10 m³-es saját építésű sátor napi nitrogén szükséglete 0,79 m³ volt 0,1% oxigénkoncentrációt fenntartva, a veszteségek figyelembe vételével.

Nitrogénforrás

Nitrogénforrásként gázpalack, folyékony nitrogént tartalmazó gáztartály vagy nitrogén generátor használható. A fertőtlenítéshez aránylag nagymennyiségű nitrogén gáz szükséges. A kereskedelmi nitrogénes gázpalackok aránylag kevés nitrogént tartalmaznak (egy 50 literes palack 10m³ nitrogént). Ahhoz, hogy egy 10 m³-es fertőtlenítő sátor oxigénkoncentrációját 0,1 tf%-ra lecsökkentsük (nyolcszori cserével), ehhez csaknem 10db 50 literes gázpalack szükséges. A sok palack cseréje, váltogatása körülményes. Ezért jobban beváltak a **folyékony nitrogént tartalmazó 100-500 literes tartályok**. 1 liter folyékony nitrogén 696,9 liter nitrogén gáznak felel meg. A Getty Conservation Institute gyakorlata szerint egy 160 literes folyékony nitrogént tartalmazó tartály elegendő egy 10 m³-es sátor üzemeltetéséhez. Gázpalackkal kis méretű, 1-3 m³-es sátrak még jól kezelhetők.

Nagyobb sátrakhoz (100 m³), gázosító kamrákhoz jól használhatók a nagy nitrogénmennyiséget szolgáltató **nitrogéngenerátorok**. Ezek ára viszont - forintban - már milliós nagyságrendű, és ugyanakkor nem szabad figyelmen kívül hagyni a működéshez szükséges jelentős áramfelvételt sem.

A nitrogén gáz nedvesítése

Mint már szó volt róla a sátorba bekerülő nitrogén gáz nagyon száraz, ezért a fertőtlenítendő műtárgyak károsodásának elkerülése végett nedvesíteni kell. A nedvesítés egyszerűen megoldható, úgy hogy a palackból kijövő gázt két, egyenlő gázmennyiséget szállító ágra bontjuk és az egyiket vízen keresztül buborékkoltatjuk, ahol a nitrogén nedvességgel telítődik, majd a két gázát újra egymásba vezetve gyakorlatilag 50% relatív légnedvesség-tartalmú gázt kapunk, amit már a sátorba bevezethetünk.

1. táblázat. A gázosításnál használható műanyag fóliák és jellemzőik

Hagyományos egyrétegű polimer, kopolimer műanyagfóliák		Oxigén-áteresztés (ml/m ² ·nap·atm)
Polietilén (kis sűrűségű)	PE	4800
Polipropilén	PP	3700
Polisztirol	PS	5200
Poli(vinil -klorid)	PVC	200
Poli(vinilidén-diklorid)	PVDC	0,16-2,46 (szárazon)
Etilén-vinil-alkohol kopolimer	EVOH	0,11-0,80 (szárazon) 8-16 (100% légnedvességen)
Poliészter (etilén-tereftalát)	PET	56
Poliamid (kaprolaktám) (Nylon 6)	NYL	40
Többrétegű laminát műanyagfóliák		
	Oxigén áthatolást gátló réteg	Oxigén-áteresztés (ml·mm/ m ² ·nap·atm)
Polipropilén alumíniummal laminálva	PP/AL	Alumínium (AL) 3
Marveseal 360	NYL/AL/PE	AL 0,01
Filmpack 1193	PET/ragasztó/PVDC/ragasztó/PE	PVDC 0,28
Aclar Film-O-RapFR7750	PET/PE/Aclar/PE	PET és Aclar (poli(klórfuoro-etilén)) 50
Filmpack 1177		
Saranex 14		PVDC 7,7
BDF 20001	EVA/PE/EVOH/PE/EVA	etilén-vinil-alkohol kopolimer 4
Mitsubishi-ESCAL	PP/kerámiabevonatos EVOH?/PE	0,05
Mitsubishi-PTS	Kerámiabevonatos PET/PE	0,5
Mitsubishi alumínium fólia	PET/Alumínium/PE	<0,01

A nitrogénes fertőtlenítés során figyelemmel kell arra lenni, hogy habár a nitrogén nem mérgező gáz, de zárt helyiségben feldúsulhat, amikor is a levegő 20,9 tf%-os oxigéntartalma lecsökkenhet és ennek következtében eszméletvesztés, fulladás állhat be.

Ezért célszerű a helyiségben riasztóval ellátott oxigén-érzékelőt elhelyezni, amely jelez, ha az oxigénkoncentráció veszélyes érték alá csökken (pl. 19,5 tf%). Annak a helyiségnek a jó szellőztetéséről mindig gondoskodni kell, ahol a fertőtlenítést végezzük! Folyékony nitrogént tartalmazó tartályok érintésekor vigyázni kell a fagyásveszélyre, mivel a gázzá váló, hirtelen kitáguló nitrogén a környezetét lehűti és a kezünk egy pillanat alatt odafagyhat (ugyanúgy, mint pl. a szó-dássfőn patronjára). Célszerű védőkesztyűt használni, és az esetleg kikerülő folyékony nitrogént sose szabad megérinteni.

Reichmut és mtsai. középkori szobrok nitrogénes fertőtlenítésére végeztek kísérletet (Reichmut et al. 1991). A fertőtlenítést közismerten jó oxigén-áteresztésű polietilén fóliában végezték, teljes sikerrel. A tárgyakat polietilén sátorba helyezték, és mielőtt végleg lezárták nitrogénnel öblítették át 5-10 Pa (100 Pa = 1 mbar) túlnyomás mellett, amit a fertőtlenítés teljes időtartama alatt fenntartottak. A kísérlet teljes időtartama alatt az oxigén-koncentráció 1,5 tf% alatt maradt, amíg a helyiségben ez 20 % körüli volt! A szükséges 55-60 %-os légnedvességet a sátorba helyezett tálcákban tartott telített glükózoldattal érték el. A helyiségben 35 °C hőmérsékletet tartottak fenn a fertőtlenítés ideje alatt egy olajradiátor segítségével. A kísérlet kezdetekor kopogóbogár (*Anobium punctatum* de Geer) és házicincér (*Hylotrupes bajulus* L.) lárvákat tartalmazó fa próbatesteket helyeztek el. Ezeket 3, ill. 4 hét elteltével megvizsgálták. Azt tapasztalták, hogy 3 hét elteltével a lárvák mind elpusztultak.

A kísérletet megismételték, úgy, hogy a kopogóbogár és a házicincér mindenfajta fejlődési stádiumát (pete, lárvá, báb és kifejlett bogár - imágó) tartalmazó fa próbatesteket helyeztek el a fertőtlenítő térbe újabb fertőzött szobrok és táblakép mellé (Unger, Unger 1995a). A fertőtlenítést polietilén fólia-sátorban végezték. Mielőtt a sátrat végleg lezárták, nitrogénnel öblítették át 5 Pa túlnyomás mellett, ezt a túlnyomást nitrogén időnkénti beeresztésével fenntartották a fertőtlenítés teljes időtartama alatt. A fertőtlenítés során az oxigén-koncentrációja 1,5 tf% alatt maradt. A sátorban a szükséges 55-62 %-os légnedvességet a sátorba helyezett tálcákban tartott telített glükózoldattal érték el, amelyhez fungicidet tettek, hogy elkerüljék a penészgombák fejlődését a gázosítás hosszú ideje alatt. A légnedvesség beállításához kalcium- vagy magnézium-nitrát telített oldata is használható, ezzel 55-58% relatív légnedvesség állítható be. Az eredmények azt mutatták, hogy szobahőmérsékleten négy hét alatt a kopogóbogár és a házicincér minden fejlődési formája elpusztult.

Kiseb tárgyak esetén a fertőtlenítő térből az oxigén eltávolításának kiegészítő, vagy egyedüli módsze-

reként jól használhatók az ún. oxigén-adszorberek (pl. Ageless®). Ezek aktivált vasvegyületek, amelyek kémiai reakcióval megkötik az oxigént. Nem reverzibilisek, tehát nem regenerálhatók, így újra használatuk nem lehetséges.

A nitrogén gázos fertőtlenítés múzeumi es műemléki tárgyak rovar-fertőzésének megszüntetésére a jelenleg leoptimalisabb eljárás. Nitrogénnel sikeresen fertőtleníthetők a fatárgyak (szobrok, táblaképek, bútorok stb.), néprajzi anyagok, könyvek, textilek, állat és növénygyűjtemények. Egyedüli hátrányként említhető, hogy a fertőtlenítést zárt térben kell végezni, pl. fólia-sátor, konténer, kamra, ahol kb. 99 tf% feletti nitrogénkoncentrációt kell létrehozni, amit megszákítás nélkül hosszú időn keresztül fenn kell tartani. Épületek fertőtlenítésére a fenntartandó magas 99% -os koncentráció miatt kevésbé alkalmas, mivel fóliázásuknál nehéz teljes tömítettséget létrehozni.

2.2.2. Széndioxid gázzal végzett fertőtlenítés

A széndioxidos gázosítás ellentétben a nitrogénessel és az argonossal különösen alkalmas fólia-sátorba burkolt nagyméretű tárgyak, épületek, pl. templomok, oltárok fertőtlenítésére. Ennek oka, hogy "csak" mintegy 60 tf% körüli széndioxid-koncentráció szükséges a fertőtlenítéshez, amíg a másik kettő esetében 99% körüli. Épületeket nehéz úgy fóliába csomagolni és szigetelni, hogy jelentős gázvesztés és az oxigén kívülről, a fólián keresztül történő bediffundálása ne játszódjék le. Ezért 99,9 tf% körüli gázkoncentrációt hosszabb időn keresztül fenntartani csaknem reménytelen, viszont a 60% körüli lényegesen könnyebb.

A széndioxid hátránya a nitrogénnel szemben, hogy a műtárgyban található nedvességgel szénsavat képezhet. A szénsav enyhe sav lévén a védtelen pigment szemcsék (pl. a festékréteg repedezett helyein (krakelee), vagy a nem elég kötőanyagot tartalmazó festékrétegek) színváltozását okozhatja. Az ólomfestékek, a cinkfehér és az ultramarin könnyen károsodhat. A nagy fa- és légnedvesség fokozza a színváltozás esélyét.

A tapasztalatok szerint széndioxidos gázosítás esetén az élelmiszerkárosítók mindenféle életformájának elpusztításához 60 tf% széndioxid koncentrációra, és 4 napra van szükség (Sanders 1987). Sanders vizsgálta széndioxid hatására különféle anyagok savasodását, de pH változást nem tudott kimutatni.

Az eltérő fejlődési stádiumban lévő (pete, lárvá, báb, imágó) különféle műtárgykárosító rovarok elpusztításához szükséges széndioxid koncentrációt és időt még nem vizsgálták behatóbban.

Az épületek, pl. templomok széndioxidos fertőtlenítéséhez szükséges sok technikai segédberendezés (logisztikai terv, gázszállító tankautó, tárolótartály, elpárologtató, hőcserélő stb.), valamint nagy anyagmennyiség miatt az eljárás költségigényes. Ma még az épületek mérgező gázokkal (pl. szulfuril-fluorid) végzett fertőtlenítése olcsóbb megoldás.

Minden épületgázosításnál figyelemmel kell lenni az épületben lakó, védelem alatt álló állatokra (madarak, denevérek stb). A gázosítást a megfelelő évszakban speciális elszívók, terelők mellett lehet elvégezni.

A széndioxidos gázosítás hosszú időtartama nyomás alkalmazása mellett lerövidíthető. Természetesen csak kisebb tárgyak fertőtlenítése jöhet szóba e módon, amelyek beférnek a nyomásálló fertőtlenítő kamrába. A nyomás alatti széndioxidos fertőtlenítés 20-40 bar túlnyomás mellett pár óráig tart a normál nyomáson szükséges 2-6 hét helyett! (Binker 1995).

2.2.3. Nitrogén és széndioxid együttes használata

A gázosító térből és a benne lévő műtárgyakból nitrogén és széndioxid együttes használatával hozzák létre az oxigénben szegény atmoszférát.

(Az ajánlott gázos fertőtlenítőszerket a 3. táblázat, a nem javasoltakat a 2. táblázat foglalja össze.)

3. AGELESS®

Az Ageless® terméket a japán Mitsubishi Gas Chemical Company fejlesztette ki és forgalmazza. Az oxigén felelős az élelmiszerek romlásáért, elszíneződésért. Az Ageless® az élelmiszerek csomagolásában lévő oxigént képes megkötni, ezáltal az élelmiszer szavatossági ideje többszöröse nővelhető. Az Ageless®-t 1977-óta élelmiszerek tartósságának megnövelésére széleskörűen használják Japánban és a világ más részein.

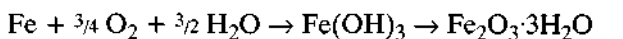
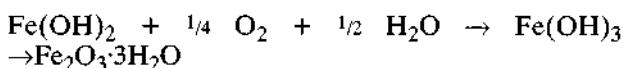
A műtárgyakat az oxigén károsíthatja. Az Ageless®, oxigénelnyelő képessége alapján, kiválóan alkalmazható műtárgyak védelmében is. Segítségével csökkenthető a fémtárgyak oxidációja, a szerves alapú műtárgyak öregedése, az aerob mikroorganizmusok növekedése és a rovarok kártétele. Az Ageless® aránylag olcsó megoldást kínál múzeumi tárgyak oxigénmentes közegben hosszú távon (pár évig) történő őrzésére, kiállítására. Kiállítási tárlókat is terveztek már ilyen megoldással (Lambert, Daniel és Preusser 1992).

Az Ageless® segítségével előállított oxigénmentes térben a rovarok elpusztulnak, így fertőtleníthetők a múzeumi tárgyak. Ehhez a tárgyat jól záró különleges fóliába kell hegeszteni. Tekintettel, arra, hogy a fóliák csak meghatározott méretekben kaphatók (általában 1 m legnagyobb szélessége a fólia tekercseknek), ezért nagy tárgyak fertőtlenítésére az eljárás nem alkalmas. A Sydney-i Australian Museum-ban évek óta használják az eljárást fertőtlenítésre. A fertőtlenítéshez 3 hétig 30 °C-on tartják a fóliába hegesztett műtárgyakat (Gilberg és Roach 1995).

Az Ageless® az oxigénnel kémiai reakcióba lép, így azt kivonja az adott térből. Hatóanyaga finoman elporított kevés kéntartalmú vas (II)-oxid, amit tenger-sóval vonnak be, mellette még kálium-kloridot is tartalmaz. A port természetes agyagásványokkal, zeolittal keverik össze, és nátrium-klorid oldattal itatják át, majd zacskókban, zsákocskákban szerelik ki. A

zacskók anyaga poliészter fóliával laminált papír, kis túszerű lyukakkal, hogy az oxigén a zacskókba bejuthasson. A hatóanyag (vas (II)-oxid) az oxigénnel reakcióba lépve magasabb oxidációs fokú vasoxidá válik. A reakció exoterm, hőfelszabadulással jár, ezért az Ageless®-t tartalmazó csomagocskák felforrósodhatnak a reakció gyorsaságától függően.

A lejátszó reakció lépései:



A lényegi reakció



A vas (II) ion oxidációjának sebesség-meghatározó lépéséhez nedvességre van szükség. Amennyiben nincs jelen elég nedvesség a reakció túl lassan játszódik le.

Az Ageless® jellemzői még:

- az oxigéntartalmat - gázokat át nem eresztő lehegesztett fólia csomagolásban - 0,01%-ig (100 ppm) vagy az alá is képes csökkenteni.
- az Ageless® nem regenerálható, nem használható fel újra
- nem mérgező
- semlegesítés nélkül kidobható.

Az Ageless® használatakor figyelemmel kell lenni a következőkre:

Csak hatásos oxigént át nem eresztő csomagolás ill. műanyag fólia használható.

A műanyag fólia lehegesztésekor ügyelni kell, hogy a hegesztés végig hibamentes legyen, hogy a levegő ne tudjon bejutni a zacskóba.

Megfelelő mennyiségű és típusú Ageless®-t kell a csomagolásba elhelyezni.

Amennyiben nem az említettek szerint járunk el, akkor az Ageless® nem tudja kifejteni optimális hatását!

Csomagolási lehetőségek

Az Ageless® optimális hatásának eléréséhez a műtárgyak légzáró csomagolása történhet:

- fémdobozba
- üvegbe
- rugalmas műanyag fóliába (zacskóba, zsákba hegesztve). Csak olyan fólia a megfelelő, amelyiknek az oxigén áteresztő képessége nagyon alacsony, 20 ml/m²·atm·nap értéknél kevesebb!

- műanyagzacskók oxigént át nem eresztő fóliából. Általában a zacskó műanyag fóliája laminát fólia, és legalább 3 rétegből áll. Mindegyik réteg speciális tulajdonságokkal rendelkezik.

A legfontosabb tulajdonságok:

- rendkívül kis oxigén-áteresztés

- mechanikai szívósság
- hővel történő hegeszthetőség
- alacsony vízgőzáteresztés
- átlátszóság
- ráírhatóság (műanyag zacskóba való csomagolás esetén)
- antisztatikus tulajdonság
- tűzállóság
- alacsony ár, és könnyű beszerezhetőség.

Az Ageless® megfelelő típusának a kiválasztása

Az élelmiszerek csomagolásához különböző Ageless® típusokat fejlesztettek ki, attól függően, hogy a csomagolás után milyen légnedvességű mikroklíma alakul ki a zacskóban.

Erre műtárgyak becsomagolásakor is figyelemmel

4. táblázat. Különböző Ageless® típusok

Típus	Alkalmazhatóság	Szükséges relatív légnedvesség
Ageless® Z	Oxigént köt meg	85% alatti
Ageless® S	Oxigént köt meg	65% fölötti
Ageless® FX	Oxigént köt meg	85% fölötti
Ageless® E	Oxigént és széndioxidot köt meg	
Ageless® G	Oxigént köt meg és széndioxid szabadul fel	

kell lenni!

Műtárgyak esetében csak az Ageless® Z alkalmazható, tekintettel arra, hogy ez a típus 0-85% relatív légnedvesség mellett használható. A relatív légnedvesség csökkenésével lassul az oxigénelnyelés sebessége.

Az Ageless® szükséglet

A szükséges Ageless® mennyiség megválasztása attól függ, hogy mennyi oxigént kell megkötni. Ez aránylag könnyen kiszámítható. A csomagolás belső térfogatából le kell vonni a műtárgy térfogatát, majd a kapott értéket 5-el kell osztani (az oxigén a levegőben 21 %-ban van jelen!).

$$V_{csbx} = (V_{csb} - V_m) / 5$$

V_{csbx} = a csomagolásban lévő oxigén térfogata
 V_{csb} = a csomagolás belső térfogata
 V_m = a műtárgy térfogata

A fólián keresztül kívülről beáramló oxigén térfogata függ a tárolás idejétől és a fólia oxigén-áteresztő képességétől.

$$V_{do} = 1/5 \text{ (oxigén áteresztés x csomagolás felülete x tárolási időtartam)}$$

V_{do} = kívülről a csomagolás felületén diffúzióval a csomagolás belsejébe jutott oxigén térfogata.

Az Ageless®-ek különböző kiserelésben, különböző oxigén-elnyelő kapacitással készülnek. Az oxigén-elnyelő kapacitást a típus mellé írt szám jelzi, pl. az

Ageless® Z-100, 100 ml, az Ageless® 2000 pedig 2000 ml oxigént képes elnyelni.

Nagymennyiségű oxigén elnyeléséhez sok Ageless® szükséges. Nagyobb csomagolás esetén gazdaságosabb, ha a csomagolást az Ageless® használata előtt, pl. nitrogénnel átöblítjük, így a szükséges Ageless® mennyisége csökkenthető. A nitrogénes öblítéskor figyelemmel kell lenni, hogy a nitrogén nedvességtartalmát a kívánt értékre állítsuk. Ennek gyakorlati kivitelezése megtalálható Daniel és Lambert cikkében (Daniel és Lambert 1993).

A csomagoláson belüli oxigén-koncentráció követése

A csomagoláson belül az oxigén koncentráció folyamatos ellenőrzése a legegyszerűbben a Mitsubishi cég által kifejlesztett Ageless-Eye® segítségével történhet.

Az Ageless-Eye® egy tablettá, ami az oxigén-koncentrációtól függően változtatja a színét. Az indikátor tablettá rózsaszín, ha az oxigén koncentráció 0,1% alatti, és a színe kékre változik, ha az oxigén-koncentráció 0,5% fölé emelkedik.

A tablettá csomagolását egy túvel át kell szűrni behelyezés előtt. A tablettá újból nem használható fel!

Használati tanácsok

Az Ageless® nem mérgező, az élelmiszeriparban használják, egyszerűen a használat után a szemébe kidobható.

Alkalmazásakor a csomagolásban kb. 20 %-os térfogatcsökkenés áll be (a levegő 21% oxigéntartalmát az Ageless® megköti!), ami sérülékeny és törékeny műtárgyak esetében a tárgy károsodásához vezethet. Ez kiküszöbölhető, ha 20%-kal nagyobb csomagot készítünk, vagy a nitrogénes átöblítést választjuk az oxigén eltávolítása előtt.

Az oxigén megkötése 55% relatív légnedvesség fölött gyorsan játszódik le, 55% alatt a folyamat lelassul. A gyors reakció miatt az Ageless®-t tartalmazó zacskó hirtelen felmelegedhet és ekkor a környezetének nedvességet ad le, ettől a csomagolásban a műtárgy körül a légnedvesség hirtelen megemelkedhet, ami a műtárgy számára hátrányossá válhat. A reakció lejátszódása után idővel az eredeti helyzet visszaáll.

Nem szabad az Ageless®-t tartalmazó kereskedelmi zacskócskákat közvetlenül a műtárgyra helyezni, mivel az exoterm reakcióval lejátszódó oxigénmegkötés

következtében a zsák felforrósodik. A felmelegedés miatt az Ageless®-t tartó zacskóban lévő nedvesség egy része is elpárolog, az így keletkezett vízgőz esetleg károsíthatja a műtárgy felületét.

Az Ageless® előnyösen kombinálható Art Sorb-al, amelynek segítségével a csomagolásban lévő légtér relatív légnedvesség-tartalma beállítható a kívánt értékre.

4. RP System™ - oxigént és károsító anyagokat megkötő rendszer

Az RP SYSTEM™ elnevezés a Revolutionary Preservation System szavak rövidítéséből származik, ami a Forradalmi Megelőzési Rendszer elnevezést fedi. A rendszert a Mitsubishi Gas Chemical Company fejlesztette ki. Az RP System egy csomagolási rendszer, ami lehetővé teszi, hogy a műtárgyakat oxidációtól és korróziótól megvédjük. Az RP rendszer használható oxigénmegkötéses fertőtlenítésre, de emellett számos más műtárgyvédelmi célra is, ezért egyeseket ezekből is ismertetünk.

Az RP rendszer típusától függően speciális, az oxigént, a műtárgyra káros gázokat, valamint a nedvességet megkötő anyagból és egy speciális, gázokat át nem eresztő műanyag fólia-csomagolásból áll. A fólia-csomagolás meggátolja, hogy a károsító gázok kívülről a csomagolásba bejuthassanak.

Az eljáráshoz háromféle, gázokat át nem eresztő fóliát javasolnak:

- alumínium fólia
- PTS fólia
- ESCAL fólia.

Az alumínium átlátszatlan fólia, a másik kettő átlátszó.

Az RP rendszernek két típusa létezik az RP-A és a RP-K.

Az **RP-A típus**-t fém műtárgyak hosszantartó tárolására fejlesztették ki, hatásos száraz vagy nedves levegőben, az oxigén mellett megköti a csomagolásban lévő légnedvességet és az egyéb károsító gáz halmazállapotú anyagokat (pl. kéndioxid, kénhidrogén, sósavgáz, ammónia). Különösen alkalmas ásatási féműtárgyak oxidáció elleni védelmére. Csomagolás nélkül a fémlelet gyorsan oxidálna. Az előírás szerinti adagban és megoldások szerint használva az oxigénkoncentrációt 1 napon belül 0,1% alá, az említett károsító gázok koncentrációját 1 ppm (0,01%) alá, a relatív légnedvességet pedig egy órán belül 10% alá csökkenti.

Összetétele:

- 10-50% mordenit (zeolit)
 $\text{Na}_8[(\text{AlO}_2)_8(\text{SiO}_2)_{40}] 24\text{H}_2\text{O}$
- 10-45% kalcium-oxid
- 5-10% telítetlen szerves komponensek
- 10-30% polietilén
- 5-15% aktív szén

Az **RP-K típus**-t szerves műtárgyak tartós tárolására fejlesztették ki, amelyeknek egy bizonyos légnedvesség tartalomra is szükségük van. Az oxigén mellett megköti a káros gázhalmazállapotú anyagokat, de a

légnedvességet nem. A csomagolásban uralkodó légnedvességen nem változtat.

A káros anyagok közül megköti a kéndioxidot, a kénhidrogént, a sósavgázt és az ammóniát. Az előírás szerinti adagban és megoldások szerint használva 2 napon belül lecsökkenti az oxigénkoncentrációt 0,1% alá. Egyidejűleg az említett károsító gázok koncentrációját órákon belül 1 ppm (0,01%) alá csökkenti. Egyes penészgombák ellen is hatásos.

Összetétele:

- 10-40% diatomaföld (kieselgur)
- 1-20% kalcium-hidroxid
- 10-25% telítetlen szerves komponensek
- 10-35% polietilén
- 10-35% szívóképes grafitféleség.

ESCAL™ és PTS fóliák

Az RP rendszerhez a Mitsubishi speciális fóliákat is kifejlesztett. Ezek a gázokat és a vízgőzt egyaránt nem eresztik át. Mindkét fóliára kerámia réteget gőzöltek, átlátszók és hegeszthetők.

A fóliák lezárására a hegesztésen kívül, még egy speciális műanyag zárócsipeszt is kifejlesztettek, ami a fólia-zacskók rövid időre történő, bontható lezárására alkalmas. A fólia a szélén egy nyomott csíkot is tartalmaz, amelyre írni lehet. Kifejlesztésekor arra is gondolt fordítottak, hogy a fólia, lágyítót és szennyezőanyagokat jóformán alig tartalmazzon.

Az ESCAL fólia összehajtott csőformában, tekercsben kapható. A fólia-csőből a legkisebb 12cm, míg a legnagyobb 1m szélességű. A PTS fóliazacskók formájában kapható.

Az ESCAL és a PTS fólia vastagsága 0,112 mm, az alumínium laminát fóliáé 0,094 mm.

A Mitsubishi által javasolt fóliák is nagyon kis mértékben gázáteresztők. A jól lehegesztett ESCAL fóliában a műtárgy a gyártó ajánlása szerint mintegy 5 évig biztosan eltartható.

A PTS fólia esetében ez az idő 3 év.

Hőkezeléssel végzett fertőtlenítések

A környezeti tényezők közül a farontó rovarok fejlődését, elszaporodását és károsításukat döntően befolyásolja a táplálék, a nedvesség, a hőmérséklet és a környezetben lévő baktériumok, gombák, valamint a rovarevő és élősködő rovarok. Ezek a tényezők gátolják, vagy segítik a rovarok elszaporodását. Ezáltal meghatározzák a földrajzi elterjedésüket és populáció sűrűségüket.

5.1. Fertőtlenítés melegítéssel

A hőmérséklet hatása a rovarokra

A rovarok a változó hőmérsékletű állatok közé tartoznak. Testük hőmérséklete nyugalmi állapotban megegyezik a környezetével. Anyagcseréjüket a hőmérséklet irányítja. Életműködésük átlagos hőmérsékleti tartománya 10-40 °C között van. Alacsony hőmérsékleten az életképességek szünetelnek /hidegmerevség/. A hidegmerevség után a hőmérséklet növekedtével először

rendezetlen, majd rendezett, de lassú mozgás tapasztalható. Ezután következik a normális élettévékenységi mozgási tartomány - ekkor a hőmérséklet a rovar számára az optimális körül van. E fölötti hőmérsékleten a rovar előbb nyugtalan, majd rendezetlen mozgást végez. Végül bekövetkezik a hőhalála. A normális élettévékenységi tartomány hőmérsékleti határai rovarfajonként különbözőek, sőt fajon belül az egyes fejlődési szakaszban lévőkre (pete, láva, báb, kifejlett rovar) is különböző. A hazai rovarok normális aktivitási zónája 20-30 °C között van, a hőhalál 50 °C felett következik be.

Általában a meleg és a nagy páratartalom kedvezően, ennek ellenkezője gátlólag hat a rovarok elszaporodására.

A gyakorlatban épületek faanyagát, pl. az ácsszerkezeteket gyakran fertőtlenítik forró levegős befújókával. A technikát már az 1930-as években is használták házcincér fertőzés leküzdésére (Hespeler 1936). A fertőtlenítendő térben több órán keresztül (3-8 óra) 80-100 °C-ot kell fenntartani, hogy a vastagabb gerendák belseje is elérje az 50-60 °C-ot és a megfelelő hatásfokú fertőtlenítés létrejöhessen.

Fakárosító rovarok aránylag könnyen elpusztíthatók hőkezeléssel szárítószekrényben, vagy fűthető kamrában. A hőhatás következtében a rovarok fehérjéi kb. 52 °C körül denaturálódnak. Ennek következtében a fehérjék polipeptid láncai jellegzetes szerkezetüket, és ezzel együtt a biológiai aktivitásukat elvesztik. Kisebb vastagságú fatárgyak (2-7 cm), pl. bútorok sikeresen fertőtleníthetők megfelelő méretű fűthető kamrában 55°C-on 3-7 óra alatt. A vizsgálatok szerint sellakk-politúrok, terpentin-firnisz alapú festékrétegek 55°C-on még nem sérülnek. Célszerű azonban a kezelés előtt a műtárgyak hőérzékenységét tesztelni.

A fizika törvényei szerint emelkedő hőmérséklettel a levegő relatív légnedvesség tartalma csökken, vagyis a levegő szárad, a hőmérséklet csökkenése esetén, pedig nedvesedik. Ezért hő hatására a műtárgyak anyaga elkezd vizet leadni, ill. felvenni, maga a tárgy zsugorodik vagy dagad, és ennek következtében repedezés, deformálódás, a rétegek felválása következhet be.

Műtárgyak esetében csak akkor lehet a hővel történő fertőtlenítést alkalmazni, ha meg tudjuk oldani, hogy a tárgy alapanyagának a nedvességtartalma ne változzon a folyamat alatt. Elvileg a melegítéskor száradna a tárgy, lehűtésekor, pedig nedvesedne. Az, hogy a hőmérséklet változása ellenére a faanyag nedvességtartalma változatlan maradjon, úgy érhető el, hogy egy automata rendszer a kamra légnedvességtartalmát a hőmérséklet emelkedésekor és a lehűtési fázisban a hőmérséklet csökkenésekor úgy változtatja, hogy a fanedvesség állandó maradjon. Ehhez az elméleti alapok a W.K. Loughborough által összeállított Keylwerth diagrammból olvashatók le. A diagramm a hőmérséklet, a relatív légnedvesség, a fanedvesség és a parciális vízgőznyomás közötti összefüggéseket adja meg. A diagramm alapján, 20 °C szobahőmérsékletű 55% relatív légnedvességtartalmú levegőhöz 10% fanedvesség tartozik. A fertőtlenítés során a hőmérsék-

letet megemelve 55 °C-ra, ahhoz hogy megtartsuk a 10%-os fanedvességet 65% relatív légnedvesség szükséges. Ilyen elven működik a Thermo Lignum® vagy a klav Ex® eljárás.

Mindkettőnél a tárgy hőszigetelt kamrába kerül, ami lehet mozgó is, pl. egy utánfutó. A tárgy behelyezése után elkezdik a levegő melegítését, amit a tárgy körül keringtetnek, közben egy automatika úgy szabályozza a légnedvességet, hogy a fanedvesség állandó maradjon. Ennek következtében lényeges nedvességcsere a tárgy és környezete között nem játszódik le. A felmelegítést és a lehűtést aránylag lassan végzik, hogy elkerüljék a feszültségek kialakulását.

A teljes fertőtlenítési folyamat (felmelegítés, az adott hőmérsékleten tartás és a lehűtés) időszükséglete, pl. bútorok esetében kb. 11 óra.

A hőmérséklet hatása a gombák növekedésére

A farontó gombák csak bizonyos hőmérséklet határok között élhetnek. A farontó gombák életfeltételeiket általában 3-42 °C között találják meg. Élettévékenységük alsó, felső és optimális hőmérsékleti értéke gombafajonként változik. A gombák az élettévékenységükhöz szükséges minimumnál alacsonyabb hőmérsékleten, nyugalmi vagy lappangó állapotba kerülnek. A maximumnál magasabb hőmérsékleten ezzel szemben bekövetkezik hőhaláluk. A hőhalál elsősorban a hőfoktól függ, de befolyásolja a hőhatás időtartama és a nedvességszint. Egyes gombák /pl. a taplógombák/ igen nagy hőmérsékleti szélsőségeket képesek elviselni (-25-től +40 °C).

A gyakorlati védekezés szempontjából fontos annak a hőmérsékletnek az ismerete, amelyen a gombák tenyésztési elpusztulnak. Általában nedves hőségben a gombák alacsonyabb hőmérsékleten, de hosszabb idő alatt pusztulnak el, mint száraz hőségben. A magasabb hőigényű fajok általában ellenállóbbak az alacsonyabb növekedési optimumú fajoknál. Az alacsonyabb hőigényű könnyező házigomba (Merulius lacrymans) igen érzékeny hővel szemben, és már 40 °C-nál 5 óra alatt elpusztul (Gyarmati). Ezzel szemben a nagy hőigényű barna lemeztaplók (Gloeophyllum-fajok) nagyon ellenállóak, 60 °C -on 4 óra, vagy még több idő alatt pusztulnak csak el.

A faanyag rossz hővezető, mélyebb rétegeiben lassan veszi fel a környezet hőmérsékletét. Ezért a táblázatban szereplő értékeknél a gombák elpusztulásához magasabb hőfokra és hosszabb időre van szükség a gyakorlatban.

A gombák micéliumainak elpusztításához általában 50°C-on, már mintegy ½-1 óra elegendő. A gombaspórák elpusztításához 100°C-on kb. 4 óra, amíg 80°C-on kb. 8 óra szükséges (Unger és Unger 1992). A fertőtlenítési eljárások ugyanazok, mint a rovaroknál.

A fontosabb farontó gombák élettévékenységéhez szükséges optimális faanyag-víz-tartalom, hőmérséklet, valamint az elpusztításukhoz szükséges hőmérséklet-időtartam értékeket az 5. táblázat mutatja.

5.2. Fertőtlenítés fagyasztással

A fagyasztás a gombákra nem hatásos, azonban rovarok esetében alkalmazható. A rovarok - 14-től-20°C közötti hőmérséklet-tartományban elpusztíthatók. A fertőtlenítést általában - 20 °C-on mintegy 24 órán keresztül végzik. A hűtést aránylag gyorsan kell végezni, mert ellenkező esetben a rovarok "fagyálló" anyagokat választanak ki a testükben, ami túlélésüket lehetővé teszi.

A fa rossz hővezető, ezért áthűléséhez idő kell. Fában Anóbiium lárvák - 14°C-on, a fafelülettől 1,5 cm mélyen 2 óra alatt, 3,5 cm mélyen lévőek 5-6 óra alatt pusztulnak el (Unger W.1984).

A lehűlő levegőből vízpára csapódik ki, ezért a fertőtlenítés alatt a tárgyakat ettől védeni kell. Általában ezért a műtárgyat fóliába csomagolják.

Magyarországon, Budapesten a Néprajzi Múzeumban működik fagyasztásos fertőtlenítő berendezés.

Ajánlott szakirodalom

Reaktív gáz fertőtlenítőszer

Anon (1985): Hausbockbekämpfung in einer Stabkirche. Denkmalpflege durch Begasung sichert schonende Behandlung, Holz-Zentralblatt, Stuttgart 111,67/68 1020.

Bäumert, K.; Wentzel, G. (1978): Holzschädlinge und deren Bekämpfung, DEGESCH-Technikertagung, Baden Helental bei Wien, 15-21.10.1978, Holzschutz, Degesch GmbH, Frankfurt/M 9-16.

Bolle, J. (1919): Die Ermittlung der Wirksamkeit von insektentötenden Mitteln gegen Nagekäfer des verarbeiteten Werkholzes, Zeitschrift für angewandte Entomologie, Berlin 5. 105-117.

Buttenberg, P.; Deckert, W.; Gahrtz, G. (1925): Weitere Erfahrungen bei der Blausäuredurchgasung, Zeitschrift für Untersuchung der Nahr- und Genußmittel 50, 92-103,

Florian, M.-L.E. 1988: Ethylene oxide fumigation: a literature review of the problems and interactions with materials and substances in artifacts, in: A Guide to Museum Pest Control, ed. L.A. Zycherman and J.R. Schrock, Association of Systematic Collections, Washington DC, 151-158.

Grosser, D. (1974): Über die Bekämpfung holzzerstörender Insekten mit Begasungsmitteln für Kunstobjekte, Praktischer Schädlingsbekämpfer, Braunschweig 27. 58-63.

Grosser, D.; Roßmann, E. (1974): Blausäuregas als bekämpfendes Holzschutzmittel für Kunstobjekte, Holz Roh- und Werkstoff, Berlin 32. 3. 108-114.

Hickin, N.E. (1978): Insect damage to wood in the decorative arts - a world problem, in: Conservation of Wood in Painting and Decorative Arts, Preprints of the contributions to the Oxford IIC Congress, 17-23. 9.1978

Kaiser, M.; Fried, E. (1930): Die Vergasung der Pfarrkirche in Kefermarkt und ihres gotischen Schnitzaltars, Zeitschrift für Denkmalpflege und Heimatschutz 4, 266-267.; Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 22. Oktober 1993 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 75, München 1995,111-130.

Kaiser, M.; Fried, E. (1931): Die Durchgasung des Kefermarkter Flügelaltars mit Blausäure (Zyklon B), Desinfektion und Gesundheitswesen 23, Ausgabe A, Nr.1

Kerschner, T. (1930): Die Vergasung der Pfarrkirche in Kefermarkt und ihres gotischen Schnitzaltars. Die chemischen Untersuchungen während der Ausgasung. Zeitschrift für Denkmalpflege und Heimatschutz 4, 267-270.; Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 22. Oktober 1993 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 75, München 1995,111-130.

Oberwalder, O. (1930): Die Vergasung der Pfarrkirche in Kefermarkt und ihres gotischen Schnitzaltars. Zeitschrift für Denkmalpflege und Heimatschutz 4, 251-266.; Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 22. Oktober 1993 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 75, München 1995,111-130.

Plenderleith, H.J. (1956): The conservation of antiquities and works of art, Oxford University, London 116-143.

Rathgen, F. (1924) : Die Konservierung von Altertumsfunden, Teile II und III., 2. Auflage, Berlin, Leipzig, 133-149. (Holz)

Schiessl, U.(1984): Historischer Überblick über die Werkstoffe der schädlingsbekämpfenden und festigkeitserhöhenden Holzkonservierung, Maltechnik Restaura 1990. 2. 9-40.

Serk-Dewaide, M. (1978): Desinfection and consolidation of polychromed wood at the Institute Royal du Patrimoine Artistique, Brussels, in: Conservation of Wood in Painting and Decorative Arts, Preprints of the contributions to the Oxford IIC Congress, 17-23. 9. 1978.

Unger, A.; Bischoff, J.; Fielitz, L. (1984): Zum Einsatz von Phosphorwasserstoff gegen holzzerstörende Insekten in denkmalgeschützten Gebäuden, Holztechnologie, Leipzig 25. 5. 229-232.

Unger, A., Unger, W. (1986): Begasungsmittel zur Insektenbekämpfung in hölzernem Kulturgut, Holztechnologie, Leipzig, 5, 232-236.

Nitrogén gázzal végzett fertőtlenítés

Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege (1995) (Hrsg.): Holzschädlingsbekämpfung durch Begasung, Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen

Landesamtes für Denkmalpflege am 22. Oktober 1993 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 75, München 1995, 131 p.

Biebl, W. (1995): Erfahrungsbericht über die Langzeiteinwirkung von Begasungen in Bayern, Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 22. Oktober 1993 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 75, München 1995, 70-71.

Binker, G. (1995): Umweltschutzkonzepte und Neuentwicklungen bei Kulturgutbegasungen, Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 22. Oktober 1993 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 75, München 1995, 76-89 (in German) 90-100 (in English).

Daniel, V.; Maekawa, Sh.; Preusser, F. D. (1993): Nitrogen fumigation: A viable alternative. ICOM-CC 10th Triennial Meeting, Washington, DC, USA, 22-27 August 1993, Preprints 863-867.

Despot, R.; Hrasovec, B.; Trajkovic, J. (1999): Experimental sterilization of wooden artifacts by nitrogen. in: Reconstruction and Conservation of Historical Wood '99, 2nd International Symposium, 15-17 June 1999, Zvolen, Slovakia, ed. L. Reinprecht, 145-147.

Elert, Kerstin; Maekawa, Shin (1997): Projekt zur Schädlingsbekämpfung am GCI, Stickstoff und wiederverwendbare Begasungszelte, *Restauro* 4/97. 260-266.

Emmerling, E. (1995): Holzschädlingsbekämpfung durch Begasung, Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 22. Oktober 1993 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 75, München 1995, 43-56.

Gilberg, M. (1989): Inert atmosphere fumigation of museum objects, *Studies in Conservation* 34, 80-84.

Gilberg, M (1990): Inert atmosphere disinfection using Ageless® oxygen scavenger, in: ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, Dresden 1990, Vol. II. 812-816.

Hanlon, G.; Daniel, V.; Ravenel, N.; Maekawa, S. (1992): Dynamic system for Nitrogen anoxia of large museum objects: A pest eradication case study, 2nd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, Yokohama, Japan, Ed.: Kenzo Toshiki etc.,

Koestler, R.J. (1992): Practical application of nitrogen and argon fumigation procedures for insect control in museum objects, 2nd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, Yokohama, Japan, Ed.: Kenzo Toshiki etc, 96-98.

Reichmuth, Ch.; Unger, A.; Unger, W. (1991): Stickstoff zur Bekämpfung Holzzerstörender Insekten in Kunstwerken, *Restauro* 4/1991. 247-251.

Rust, M. K.; Kennedy, J. M. (1993): The feasibility of using modified atmospheres to control insect pests in

museums, The Getty Conservation Institute Scientific Program Report, Marina del Rey, California, 125p.

Rust, M. K.; Kennedy, J. M. (1995): Enhancing the effectiveness of modified atmospheres to control insect pests in museums, The Getty Conservation Institute Scientific Program Report, Marina del Rey, California.

Selwitz, Ch.; Maekawa, Sh. (1998): Inert gases in the control of museum insect pests, The Getty Conservation Institute, *Research in Conservation*, 107p.

Unger, A. (1995): Begasung von Kulturgütern: Grundlagen - Materialien - Entwicklungen, in: Holzschädlingsbekämpfung durch Begasung. Fumigation of cultural property: Fundamentals-Materials- Developments, Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 22. Oktober 1993 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 75, München 1995, 19-27 (in German) 28-36 (in English).

Unger, A. (1998): Alternative Bekämpfungsmaßnahmen gegen Holzzerstörer, Möglichkeiten und Grenzen, *Holz- und Bautenschutz* 6/98. 20-24.

Unger, A. (1998): Umweltschädliche Holzschutzmittel, Möglichkeiten der Dekontamination und Maskierung, *Restauro* 6/98.186-191.

Unger, A.; Unger, W. (1995a): Die Bekämpfung tierischer und pilzlicher Holzschädlinge, in: Holzschutz Holzfestigung Holzergänzung, Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 4. Mai 1992 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 73, München 1995, 7-14.

Unger, A.; Unger, W.; Reichmuth, Ch. (1992): The fumigation of insect-infested wood sculptures and paintings with nitrogen, 2nd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, Yokohama, Japan, Ed.: Kenzo Toshiki etc, 441-446.

Valentin, N.; Preusser, F. (1990): Insect control by inert gases in museums, archives and museum collections, in: *Restaurator* 11, 22-33.

Valentin, N. (1990): Insect eradication in museums and archives by oxygen replacement. A pilot project, ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, Dresden 1990, 821-823.

Szendioxid gázzal végzett fertőtlenítés

Binker, G. (1993): Mit Kohlendioxid gegen Insektenbefall. Wie kann die Einwirkungszeit verkürzt werden? *Restauro* 4/93. 222.

Binker, G. (1995): Umweltschutzkonzepte und Neuentwicklungen bei Kulturgutbegasungen, Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 22. Oktober 1993 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 75, München 1995, 76-89 (in

German) 90-100 (in English).

Brandt, J. S.; Wudke, A. (1997): Bekämpfung von Textilschäden mit Kohlendioxid, *Restauro* 4/97. 272-276.

Piening, Heinrich (1993): Die Bekämpfung holzerstörender Insekten mit Kohlenstoffdioxid sowie die Verträglichkeit des Gases an gefaßten Objekten, Diplomarbeit FH Köln

Reichmuth, Ch.; Unger, W.; Unger, A.; (1994): Bekämpfungsmaßnahmen mit Stickstoff oder Kohlenstoffdioxid, *Praktischer Schädlingsbekämpfer*, Berlin.

Sanders, Sh. (1987): Effects of CO₂ fumigation on pH, ICOM Committee for Conservation Triennial Meeting, Sydney, 945-946.

Wudke, A. (1994): Alternative Methoden zur Bekämpfung von Museumsschädlingen mit inerten Gasen am Beispiel der Kleidermotte (*Tincola bisselliella*), *Anzeiger für Schädlingskunde*, Berlin

AGELESS®

Ageless™ Oxygen absorber: A new age in food preservation (brochure)

Daniel, V.; Lambert, F.L. (1993): Ageless® oxygen scavenger: practical applications, *Western Association for Art Conservation Newsletter* 15, 12-14.

Gilberg, M. (1989): Ageless™ oxygen scavenger, *AICCM Newsletter* 32, 6.

Gilberg, M. (1990): Inert atmosphere disinfection of museum objects using Ageless® oxygen scavenger, *Bulletin of the Australian Institute for the Conservation of Cultural Materials* 16, 27-34.

Gilberg, M. (1990): Inert oxygen atmosphere disinfection using Ageless® oxygen scavenger, *ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, Dresden*, 27-34.

Gilberg, M. (1991): The effect of low oxygen atmospheres on museum pests, *Studies in Conservation* 36. 93-98.

Gilberg, M.; Grattan, D. (1994): Ageless oxygen absorber: chemical and physical properties, *Studies in Conservation* 39.

Gilberg, M.; Grattan, D. (1994): Oxygen-free storage using Ageless® oxygen absorber, *Preprints of the IIC Ottawa Congress, 12-16 September 1994*, ed. Ahok Roy and Perry Smith, Published by The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, London, 177-180.

Gilberg, M.; Roach, A. (1992): Inert atmosphere disinfection of museum objects using Ageless® oxygen absorber, in: *Biodeterioration of Cultural Property, Proceeding of the 2nd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, October 5-8, 1992, Yokohama, Japan*, editors: Kenzo Toishi et al., 397-406.

Gilberg, M.; Roach, A. (1995): Inert atmosphere disinfection of museum objects using Ageless® oxygen absorber, *Beiträge einer Fortbildungsveranstaltung der Restaurierungswerkstätten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege am 22.*

Oktober 1993 in München, Arbeitsheft des Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege Bd. 75, München 1995, 105-108.

Grattan, D. (1986): Ageless® and Ageless-Eye®, *CCI Newsletter* June, 7.

Lambert, F. L.; Daniel, V.; Preusser, F. D. (1992): The rate of absorption of oxygen by Ageless™: The utility of an oxygen scavenger in sealed cases, *Studies in Conservation* 37. 267-274.

Mitsubishi Gas Chemical Company: Oxygen absorber Ageless®, *A new age in food preservation (brochure)*, Tokyo, Japan, without year, 26 p.

RP System™, *Revolutionary Preservation System, Preservation system to prevent the oxidation of cultural assets and art works (brochure) 1999*. 10 p.

Rust, M. K.; Kennedy, J. M. (1991): The feasibility of using modified atmospheres to control insect pests in Museums, *Getty Conservation Institute, Los Angeles*.
Shashoua, Y.; Thomsen, S. (1991): A field trial for the use of Ageless™ in the preservation of rubber in museum collections, in: *Symposium 91: Saving the Twentieth Century (Abstract)*, Ottawa 14.

US Patent No. 4 127 503, 28 November 1978.

Fertőtlenítés melegítéssel

Child, R. E. (1994): The Thermo Lignum process for insect pest control, *Paper Conservation News* 72, 9.

Desch, H. E. (1981): *Timber-its structure, properties and utilization*, 6th edition, Mac Millen Press Ltd., London

Diers, Ch. (1994): Thermische Schädlingsbekämpfung an historischem Kulturgut mit Hilfe einer mobilen Kammer, in: *Bekämpfung holzerstörender Insekten in Museen und Sammlungen, Tagung im Schwedenspeichermuseum Stade 18. Februar 1994*, 26-29.

Ertelt, P.: Untersuchungen über kontrollierte Wärmebehandlung bei schädlingsbefallenem Holz, *Diplomarbeit, Fachhochschule Rosenheim, Fachbereich Holztechnik*, 122 p. (without year)

Hespeler, O. (1936): *Die technische Hausbockbekämpfung in Gebäuden*, Verlagsanstalt der deutschen Hausbesitzer, Berlin

klav Ex Thermische Schädlingsbekämpfung: Im Holzschutz müssen wir alle umdenken. Mit der Klimatechnik gegen Holzschädlinge, *klav Ex Thermische Schädlingsbekämpfung, Ulm/Donau, Hörvelsinger Weg 48. (brochure)*, év nélkül.

Nicholson, M. (1996): The Thermo Lignum® controlled heating/constant Humidity treatment, in: *Pest Attack & Pest Control in Organic Materials, Postprint of the conference held by UKIC Furniture Section at the Museum of London, 18 November 1996*, Eds.: A. Neher and D. Rogers, The United Kingdom Institute for Conservation, 1997, 13-19.

Pinninger, D. B. (1995): Insect control with the Thermo Lignum Treatment, *Conservation News*, March 1996.

Strang, T.J.K. (1992): A review of published temperatures for the control of pest insects in museums,

Collection Forum 8.(2) 41-47.

Strang, T.J.K. (1995): The effect of thermal methods of pest control on museum collections, Proceedings of the 3rd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, 4-7 July 1995, Bangkok, Thailand 199-218.

Thermo Lignum: Schädlingbekämpfung mit der Durchwärmungsmethode, Gesellschaft für thermischen Vernichtung holzerstörender Insekten GmbH, Heidelberg, Landhausstraße 17, (brochure) év nélkül.

Unger, W. (1984): Möglichkeiten zur Bekämpfung holzerstörender Insekten durch physikalische Methoden, Holztechnologie 5, 264-269.

Fertőtlenítés fagyasztással

Berkouwer, M. (1994): Freezing to eradicate insect pests in textiles at Brodsworth Hall, The Conservator, 18. 15-22.

Florian, M-L. E. (1986): The freezing process- effects on insects and artifact materials, in: Leather Conservation News 3, 1-17.

Florian, M-L. E. (1987): The effect on artifact materials of the fumigant ethylene oxide and freezing used in insect control, ICOM Committee for Conservation, Triennial Meeting 1987 Sydney, Preprints 199-208.

Florian, M-L. E. (1997): Heritage eaters (Insect eradication methods - Temperatures extremes), James & James, London, 81-96.

Gilberg, M.; Brokerhof, A. (1991): The control of insect pest in museum collections: The effect of low temperature on *Stegobium Paniceum* (Linnaeus), the drugstore beetle, Journal of the American Institute of Conservation 197-201.

Nesheim, K. (1984): The Yale non-toxic method of eradicating book eating insects by deep-freezing, Restaurator 6, 147-164.

Preuß, H. (1994): Versuche zur Schädlingbekämpfung Kälte und Vakuum, in: Bekämpfung holzerstörender Insekten in Museen und Sammlungen, Tagung im Schwedenspeichermuseum Stade 18. Februar 1994, 21-23.

Seddon, Tracey (1996): The big chili, in: Pest Attack & Pest Control in Organic Materials, Eds.: A. Neher and D. Rogers, The United Kingdom Institute for Conservation, 1997, 44-45.

Strang, T.J.K. (1995): The effect of thermal methods of pest control on museum collections, Proceedings of the 3rd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, 4-7 July 1995, Bangkok, Thailand 199-218.

Dr. Morgós András

vegyész, fa-bútorrestaurátor művész

főosztályvezető

Magyar Nemzeti Múzeum

1370 Budapest, Pf. 364

2. táblázat Nem javasolt, reaktív gáz fertőtlenítőszer

	HIDROGÉN-CIANID	FOSZFIN	ETILÉN-OXID
Fertőtlenítés helye	Kamra, konténer Épület	Fólia-sátor Kamra, Konténer Épület	Kamra
Legkisebb alkalmazási hőmérséklet	5 °C	15 °C	10 °C
Gázosítási koncentráció	20-30 g/m ³	2-4 g/m ³	500-1000 g/m ³ (rovarokra) < 2500 g/m ³ (gombákra)
Fertőtlenítési idő	3 nap	5-10 nap	4 óra
Hatása rovarokra	Kiváló	Kiváló	Kiváló
Hatása gombákra	(gombaölő)	(gombaölő)	Jó gombaölő, jó baktériumölő
Károsító hatása műtárgyakra, reakció műtárgyak anyagával	Arany- és metál-lapok megváltozhatnak nagy légnedvességen Enyhe színváltozás jöhet létre ólomfestékeknel Egyes állati nyelvek kismértékben rideggé válhatnak Friss mészrétegek és lakkok elszíneződhetnek Nagy vastartalmú vakolatok elszíneződhetnek Papír megsárgulhat	Réz és ötvözetek (bronz, sárgaréz) megfeketedhetnek Kis nemesfém-tartalmú arany és ezüst tárgyak elszíneződhetnek Réztartalmú festékek színe megváltozhat pl. Schweinfurtti zöld	Cellulóz tartalmú anyagok (fa, papír, textil) cellulózláncok között keresztkötéseket hoz létre, ezáltal szilárdságukat nagymértékben megnöveli, ridegségüket fokozza A pergamen biológia ellenállóképességét csökkenti A bőrt megkeményíti A kazein és tojásfehérje kötőképességét csökkenti Ólom-ónsárga kismértékű színváltozását okozhatja Rovarölőszerekkel kezelt textilekkel mellékreakciókat adhat Falban, vakolatban lévő sókkal reagálva különösen mérgező vegyületeket képezhet pl. etilén klórhidrint!
Hatása a környezetre			
Hatása az emberre	Erős mérgező! Gázálarc használata szükséges!	Erős mérgező! Gázálarc használata szükséges!	Erős mérgező! Gázálarc használata szükséges!
A gáz behatolása a fába			
A gáz deszorpciója (eltávozása) a fából	Lassú	Gyors	Kicsit visszatartott
A légnedvesség	Alacsony érték kedvező	Közepes érték előnyös	Magas érték kedvező

3. táblázat. Az ajánlott gázos fertőtlenítések összefoglalása (Unger 1995a, 1995b, 1998 alapján)

	INERT GÁZOS FERTŐTLENÍTÉSEK			MÉRGEZŐ (REAKTÍV) GÁZOS FERTŐTLENÍTÉSEK	
	NITROGÉN (N ₂)	ARGON (Ar)	SZÉNDIOXID (CO ₂)	METIL-BROMID (CH ₃ Br)	SZULFURIL-FLUORID (SO ₂ F ₂)
Fertőtlenítés helye	Fólia-sátor Kamra, konténer	Fólia-sátor Kamra, konténer	Fólia-sátor Kamra, konténer Épület	Fólia-sátor Kamra, konténer Épület	Fólia-sátor Kamra, konténer Épület
Legkisebb alkalmazási hőmérséklet	-	-	-	4°C	12 °C
Gázosítási koncentráció	99,9 tf%	>99-99,9tf%	>60tf%	20-60 g/m ³ (lárva, báb, imágó esetén) 30-50 g/m ³ (gombákra)	15-36 g/m ³ (lárva, báb, imágó esetén) 76 g/m ³ (petékre), nem annyira hatásos, mint a CH ₃ Br. ? gombákra (nem vizsgálták eléggé)
Fertőtlenítési idő	3-6 hét	3-4 hét, kb. 30%-al gyorsabban hat, mint a nitrogén	2-6 hét	24-72 óra (rovarokra) 96 óra (gombákra)	20-72 óra (lárva, báb, imágó esetén) 162 óra (petékre) ? gombákra (nem vizsgálták eléggé)
Hatása rovarokra	Gyenge peteölő (főként kiszáradás miatt hat) Hatásos lárvák, bábok, imágók ellen	Gyenge peteölő (főként kiszáradás miatt hat) Hatásos lárvák, bábok, imágók ellen! Hatása nitrogénnél gyorsabb!	Gyenge peteölő (főként kiszáradás miatt hat) Hatásos lárvák, bábok, imágók ellen!	Jó peteölő! Hatásos lárvák, bábok, imágók ellen! Termeszerekre is alkalmazzák.	Gyenge peteölő (a metil-bromidhoz képest)! Metil-bromidnál hatásosabb lárvák, bábok, imágók ellen! Termeszerekre is alkalmazzák.
Hatása gombákra	Nem öli meg a gombákat, csak a micéliumok növekedését és a spórák csírázását hátráltatja, amíg jelen van a gáz.	Nem öli meg a gombákat, csak a micéliumok növekedését és a spórák csírázását hátráltatja, amíg jelen van a gáz.	Nem öli meg a gombákat, csak a micéliumok növekedését és a spórák csírázását hátráltatja, amíg jelen van a gáz.	Elpusztítja a barna korhadást okozó gombák micéliumait (pl. könnyező házigomba)! Nyálkagombákat és spóráikat elpusztítja! Egyéb gombák spóráit csak nagyon nagy dózis esetén pusztítja el!	Hatását gombákra még nem vizsgálták eléggé! Kevésbé hatásos, mint az etilén-oxid! Spórák túlélnek a fertőtlenítést!

Károsító hatása műtárgyakra, reakció műtárgyak anyagával	Műtárgyakkal nem lép reakcióba, idáig semmi káros hatást nem észleltek!	Műtárgyakkal nem lép reakcióba, idáig semmi káros hatást nem észleltek!	Nagy nedvesség esetén a következő festékek színváltozását okozza: Massicot (PbO) Minium (Pb ₃ O ₄) Cinkfehér (ZnO) Ultramarin (3Na ₂ O Al ₂ O ₃ SiO ₂ ·Na ₂ S) Ezüstfelületeket elhomályosíthatja! Mekaphatja a lenolajfirnisz- és sellakrétegeket, valamint gumi arábikummal is reagálhat.	Fémek: polírozott felületeket korródeál! Pigmentek színváltozását okozhatja: Ólomfehér (Kremsi fehér) (2PbCO ₃ - Pb(OH) ₂) Ólomsárga , (PbO) Minium (Pb ₃ O ₄) Nápolyi sárga (antimonsárga) Pb(SbO ₃) ₂ /Pb(SbO ₄) ₂ Krómsárga 2PbSO ₄ - PbCrO ₃ , Természetes gyantákat és politúrokat felpuhíthatja! Állati enyveket duzzaszthatja, rideggé teheti! Egyes márványfélésegeket károsíthat Kéntartalmú anyagokkal (bőr, pergamen, szőrme, gyapjú, gumi) reagálhat büdös merkaptánok képződése mellett!	Technikai változata - a szennyezések miatt megtámadja - a pigmenteket, színezékeket, fémeket. Ennek csökkentésére a technikai tisztaságú gázt a fertőtlenítés előtt tisztítani kell Megkapja a fémfelületeket, elszíneződést okoz (fluorid, szulfát, hidrát sók keletkeznek). Főként lenolajkötésű rétegek színváltozását okozza. Egyes pigmenteket elváltoztathat pl. Kobaltkék (CoO Al ₂ O ₃) Poroszkék (Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃) Szerves színezékek színértékét megváltoztathatja! Állati enyvek öregedését, sötétedését okozhatja. Proteinek kivilágosodhatnak! Növényi olajok pl. lenolaj megváltozhat.
Hatása környezetre	Természetes levegőalkotó	Természetes levegőalkotó	Természetes levegőalkotó	Ózonréteg lebontódását okozza!	Nem reagál az ózonréteggel, esővel hidrolizál, savas eső része lesz!
Hatása emberre			10 ttf% feletti koncentrációban mérgező	MAK érték = 20 mg/m ³ Különösen mérgező! Gázálarc használata szükséges! Potenciálisan rákkeltő!	MAK érték = 20 mg/m ³ Különösen mérgező! Gázálarc használata szükséges! Potenciálisan nem rákkeltő!
Gáz behatolása a fába	Gyors	Gyors	Minél nagyobb a fanedvesség, annál lassabban!	Gyors	Gyors
Gáz deszorpciója (eltávozása) a fából	Gyors	Gyors	Magas fanedvesség esetén elhúzódik!	Gyors, de elhúzódhat!	Gyors
Megjegyzés	Alkalmazása alig veszélyes, restaurátorok is használhatják (használatához nem kell gázmesteri képesítés), műtárgyakkal széleskörűen használható!			Feltehetőleg rövidesen kiváltják! Szerepét a SO ₂ F ₂ ill. az inert gázok veszik át!	A biztonsági intézkedések, a technikai gáz fertőtlenítés előtti tisztításának költségei miatt drágább a fertőtlenítés, mint a CH ₃ Br-os!

5. táblázat. Fontosabb farontó gombák élettevékenységéhez szükséges optimális faanyag hőmérséklet, valamint az elpusztításukhoz szükséges hőmérséklet - időtartam értékek

	A fa optimális nettó víztartalma	Hőmérséklet / °C /			Tenyészet pusztulásához szükséges idő / óra /				
		mm.	opt.	max.	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
Könnyező házigomba (Merulius lacrymans)	kb. 20%	8	19	27	5	2			
Pincegomba (Coniophora cerebella)	50-60%	8	23	29		12	5	3	2
Házi kéreggomba (Poria vaporaria)	35%	5	27	37		12	8	8	2
Labirintustapló (Daedalea guercina)	40%	10	29	35				20	2
Fenyő lemezestapló (Gleophyllum abietinum)	50-60%		30	35			20	8	4
Lepketapló (Trametes versicolor)		9	26	34		48	20	8	4

Károsodott faanyagok szilárdítása

Morgós András

A károsodott faanyagok szilárdító szerekl történő kezelhetősége összefüggésben van a faanyag belsejében rendelkezésre álló szabad helyekkel (terekkel). Ezeket a tereket a kezelés pillanatában részben vagy egészben víz tölti ki. A faanyagok csoportosításának is ez képezi az alapját.

1. Faanyagok víztartalma

Víztartalom szempontjából a faanyagok két fő kategóriáját különböztetjük meg:

- vízzel telítődött ill. vizes faanyagok
- száraz, kiszáradt faanyagok.

A szilárdításhoz teljesen különböző eljárások szükségesek a fában található víz mennyiségétől függően. Vízzel telítődött ill. vizes faanyagok esetében a víz kitölti a sejtfalet (ún. kötött víz¹) és részben vagy teljesen a sejtüreget (ún. szabad víz²).

A száraz, **kiszáradt faanyagok** csak kötött vizet tartalmaznak, amikor a víztartalom nem lehet több, mint a rosttelítettségi víztartalom érték³. Az egészséges mai faanyagok rosttelítettségi víztartalma 30% körüli, károsodott faanyagé (pl. gombakárosodott) ezzel szemben akár 60% fölötti is lehet.

A **vizes ill. vízzel telítődött faanyagok** a kötött víz maximális mennyisége mellett (kb. 30% egészséges fa esetén) szabad vizet is tartalmaznak. Egészséges fa maximális víztartalma teljesen vízzel telített állapotban kb. 180-200%. A lebontódott faanyagok (pl. régészeti faanyagok) több száz %, akár 1000 % maximális víztartalmúak is lehetnek.

¹A kötött víz a sejtfaletben található és a nézetek szerint hidrogénhid kötással kapcsolódik a cellulóz és a hemicellulóz alkotók hidroxil csoportjaihoz, valamint jóval kisebb mértékben a lignin hidroxil csoportjaihoz.

²A szabad víz a fában, folyadék formában van jelen és a sejtüregekben felhalmozódott vizet jelenti. A szabad víz mennyiségét meghatározza a fa porozitása, károsodottsági foka.

³A rosttelítettségi víztartalom értéke a fának az a nedvesség (víz) tartalma, amikor a sejtfalet teljesen telítve vannak (kötött) vízzel (a sejtfaletben semmiféle hely, levegő nincs. Ekkor még a sejtüregekben nincs víz. A rosttelítettségi érték a fának az a maximális (nedvesség) víztartalma, amit a fa felvehet a vízgőzzel telített 100%-os relatív légnedvesség-tartalmú levegőből.

A károsodás eredményeképpen a fa egyre porózusabbá és a víz által átjárhatóbbá válik. A fa érintkezésbe kerülve folyadék halmazállapotú vízzel azt a sejtüregekbe felszívja. A fa **maximális víztartalma** az a víztartalom érték, amikor a fa sejtfaletai és sejtüregei teljesen telítve vannak vízzel. Ez könnyen mérhető a fa vízbe helyezése után, ha kivárik a teljes vízzel telítődést. A fa maximális víztartalma szoros összefüggésben áll a fa károsodottsági állapotával. Ezért általánosan alkalmazzák a fa károsodási mértékének a jellemzésére. Egészséges faanyag maximális víztartalma általában 180-200% közötti. Amennyiben a maximális víztartalom ennél nagyobb, a fa lebontódottnak, károsodottnak tekinthető. A maximális víztartalom értéke nagyon erős lebontottság esetén elérheti akár az 1000%-ot is. Régészeti faanyagokat a maximális víztartalmuk alapján sorolják ún. lebontódottsági osztályokba (kategóriákba). Azokat a faanyagokat nevezzük **vizes faanyagoknak**, amelyek tartalmazznak szabad vizet (egészséges fa esetén víztartalmuk 30% fölötti).

2. Faanyagok szilárdítása

Általában **szilárdítás** alatt olyan kezelést értünk, amely egy meggyengült faszövet eredeti mechanikai tulajdonságait visszaállítja és összefogja a károsodott és esetleg szétvált faszövetet.

2.1. Faanyagok kezelési típusai

Háromféle kategóriába sorolható a faanyagok polimerekkel végzett kezelése:

- bevonatok, lakkok
- sejtfaletkitöltő kezelések
- sejtüregekkitöltő kezelések.

Bevonatok, lakkok

A fa felületét borítják, és nem hatolnak be a fa szerkezetébe. A bevonatok, lakkok megvédik a fát az öregedéstől, mechanikai sérülésektől és a fény ultraibolya sugárzásának károsító hatásától. A bevonatok, lakkok fokozzák a fa felületi minőségét és egységét, a nagyon törekeny farészeket összefogják. A bevonatok, lakkok használhatók a fa felületének rögzítésére, a felvált kis felületi farészek, lemezek összefogására. Ebben az esetben a bevonat, lakk a laza részek Összetartó ragasztójának tekinthető.

Sejtfalkitöltő anyagok, kezelések

A sejtfalban a fa biológiai felépítéséből adódó, valamint a gombakárosodása miatt keletkező mikrotereket, pórusokat kitöltő anyagok és kezelések. A sejtfalkitöltő kémiai anyagok képesek a kis molekulaméretük miatt a sejtfalba behatolni, és az ott jelen lévő ún. kötött vizet részben vagy teljesen helyettesíteni, ezáltal a sejtfalat részben vagy teljesen duzzadt állapotban tartani. A sejtfalkitöltő anyagok csökkentik a sejtfal zsugorodását, ami a fa anyagtan szerint, a fa (szövet) zsugorodása is egyben. Mint ahogy szó volt róla a sejtfal kitöltésére képes molekulák be tudnak hatolni a sejtfalba, ezért elég kis mérettel kell rendelkezzenek (a sejtfal egészséges fánál mintegy 10 nm átmérőjű pórusokkal rendelkezik, lebontódott fánál ennél nagyobb, kollapszuson átment fánál ennél kisebb), hogy a sejtfal mikrokapillárisaiba bejuthassanak. Mikroba által erősen lebontott fánál a másodlagos sejtfal teljesen lebontódott állapotban lehet, vagyis már nem maradt belőle semmi, ezért a sejtfalkitöltő kezelésnek már nincs értelme.

Sejtüregitöltő kezelések

E kezelések során a sejtüreget töltik ki a szilárdítószerral, abból a célból, hogy megelőzzék a sejtek kollapszusát (összeesését) és növeljék a mechanikai tulajdonságokat (szilárdságot).

A sejtüregitöltő kezelések és anyagok

- vízzel telítődött, nem régen kivágott, vizes faanyagok esetén helyettesítik a sejtüregben lévő ún. szabad vizet. Emiatt a száradás során a sejtüregből elpárolgó szabad víz nem tudja összerántani a sejtfalakat és nem jön létre kollapszus ill. elkerülhetők a száradási feszültségek hatására bekövetkező fakárosodások. A sejtüreget részben vagy teljesen kitöltő szilárdító anyag fizikai úton meggátolja a faszövet deformációját. A sejtüregitöltő anyagoknak a sejtüregben kell megszilárdulniuk, pl. lehülés, kémiai kicsapódás-kiválás, kristályosodás, polimerizáció következtében, hogy meg tudják akadályozni a kollapszust, vagy a külső mechanikai behatásra létrejövő sérülést.

- Kiszáradt, száraz faanyagok esetében (A faanyag víztartalma a rosttelítettségi érték alatti, vagyis a sejtüregek nem tartalmaznak vizet. Víz csak a sejtfalakban van.) különösen rovar vagy gombakárosodás esetén a sejtüregitöltő anyagok egy új, belső, szilárd vázszerkezetet alakítanak ki a fa szerkezetében.

2.2. A szilárdítást befolyásoló követelmények és tényezők

Etikai kívánalmak és jellemzők

- Láthatatlanság (nem változtathatja meg a tárgy optikai megjelenését)
- Reverzibilitás, irreverzibilitás, újrameghelyezhetőség
- Stabilitás - szilárdság
- A felületi jellemzőket, mint textúra, szín és szerkezet meg kell őrizni, A fa-felület esztétikai

megjelenése, textúrája és a szilárdítás utáni színmélysége nagyon közel kell legyen az eredeti, szilárdítás előtti állapothoz.

Technikai kívánalmak és jellemzők - a fa víztartalma: száraz, nedves és vízzel telítődött faszövet

- a fa (fatárgy) mechanikai állapota: ép, károsodott
- a fatárgy mérete: kicsi, nagy
- laboratóriumi, vagy helyszíni (in situ) kezelés lehetősége (szétbontható-e a tárgy?)
- az impregnálás technikája: injektálás, ecsetelés, szórás, permetezés, merítés, vákuum, nyomás.

A károsodás típusa

- rovarkárosodás
- gombakárosodás

A szilárdító gyanta típusa

A szilárdító gyantát általában oldatban alkalmazzák. Sokféle gyanta (természetes ill. műgyanta) használható. A gyanta molekulamérete (átlag molekulatömeg) a legfontosabb a szilárdítás szempontjából.

Az oldószer típusa

A gyanták oldatából készült szilárdítószer esetén az oldószer típusa befolyásolja a szilárdítószer behatolását. Poláros oldószer duzzasztja a faszövetet és megakadályozza a szilárdítószer mélyre történő behatolását. Az apoláros oldószer előnyösebb.

Az oldószer elpárolgása - gyorsan párolgó oldószer a szilárdítószer (gyanta) felületi feldúsulását eredményezi és ennek következményeként repedezést és vetemedést.

Szilárdító keverék (gyanta + oldószer)

Az oldószer és a szilárdító gyanta típusa meghatározza a szilárdító keveréknek a fába történő behatolását.

Behatolás - mély és homogén behatolás kívánatos.

Kis átlag molekulatömegű, és alacsony viszkozitású, lassan párolgó, poláros oldószerrel tartalmazó szilárdító keverékek használhatók a legjobban a faszilárdításban!

Minél jobban eltérnek a gyanta oldhatósági paraméter értékeitől az alkalmazott oldószer oldhatósági paraméterei, annál fokozottabb lesz a kromatografálás jelensége, és az oldószer elpárolgása alatt a gyantának a felületre történő visszavándorlása, a gyanta felületi feldúsulása, aminek kedvezőtlen kihatásait az előbb említettük.

Veszélyek:

- munka- és balesetveszély (beleértve a mérgezési veszélyt)
- tűz- és robbanásveszély
- *környezeti ártalom veszélye.*

Preventív (megelőző) konzerválási intézkedések

- relatív légnedvesség, természetes és mesterséges megvilágítás, hőmérséklet, ellenőrzés, karbantartás.

2.3. Faanyagok károsodásának csoportosítása a károsítók szerint a szilárdítás szempontjából

A gombák és rovarok okozta károsodás következményei a faanyagokon teljesen eltérő.

A károsodás eredményében lévő különbségek miatt eltérő szilárdítási eljárásokra lehet szükség (különös tekintettel a szilárdító anyag molekulaméretére vonatkozóan)!

2.4. A szilárdítással kapcsolatos követelmények

Gombák	Rovarok
A faanyag kémiai alkotói megváltoznak	A faanyag kémiai alkotói nem változnak meg
A sejtfalak alkotóanyagát a cellulózt, lignint a gombák részben enzimeikkel lebontják	A rovarok által nem károsított rész ép. A károsított részeken a faanyagot rovar rágáscsatornák járatok, furatok járják át.
A fa sejtjei egymásba átjárhatókká válnak, átteresztik a folyadékokat (kezelőszereket)	
Általában a gombakárosított faanyag érzékenyebb a nedvességre, mint az egészséges fa a nedvességfelvétele megnő.	
Nagy térfogatvesztés - (köbösen) összetöredezik	Nincs térfogatcsökkenés
Nagy tömegvesztés	Többé vagy kevésbé jelentős tömegvesztés
Nagy szilárdságcsökkenés	Kis helyeken gyengül meg a fa először
A fa jelentősen elszíneződik (a visszamaradó lignin és a gombák anyagcseretermékei miatt)	A rovarkárosított faanyag nem színeződik el
A szilárdító folyadék egyenesen be a károsított fába	A járatokon keresztül a szilárdító folyadék helyileg, és hirtelen hatol be a fába

A szilárdító szerekkel szemben támasztott követelmények

- Jó behatolás a fába
- A tárgyat ne változtassa meg, ne károsítsa se a kezelés után se a jövőben (repedezés, vetemedés, torzulás stb.).
- Nagy élettartam (tartósság, stabilitás, főként UV-stabilitás)
- A tárgy optikai megjelenése ne változzon (színe, fénye, felületi struktúrája), a szilárdítószer színtelen legyen.
- A szilárdítás során beviendő szilárdítószer mennyisége csak annyi legyen, ami a megfelelő szilárdság eléréséhez szükséges. Tekintettel arra, hogy a gyakorlatban a tárgyon a szilárdító hatást mérni csaknem lehetetlen. Ezért a tapasztalati út az érvényes "olyan keveset amennyire csak lehetséges, vagyis csak annyit, amennyit szükséges"
- A szilárdítószer könnyű alkalmazhatósága, feldolgozhatósága.

2.5. Szilárdítóanyagok és oldószerek

2.5.1. Szilárdítóanyagok

A szilárdítóanyagok többféleképpen csoportosíthatók. Megkülönböztethetünk hőre lágyuló és hőre keményedő műgyanta alapú szilárdítószereket. Csoportosíthatjuk a szilárdítószereket a kémiai szerkezetük szerint is. E csoportosítás szerint a leggyakoribb szilárdítóanyagok:

- Akrilátok (Rohm and Haas- Paraloid-ok, Acryloid-ok B66,67, 72, Du-Pont- Elvacite 2013, 2044, 2045, 2046)

- Poli(vinil-acetát)-ok (Union Carbide Bakelite AYAA, AYAC, AYAF)

- Poli(vinil-butirál)-ok (Monsato - Butvar B 72, 76, 98, Union Carbide XYHL, Hoechst - Mowital B30H, B60H)

Nagy előnyük, hogy alkoholban oldhatók és nem kell veszélyesebb oldószereket használni.

Mechanikai szilárdságuk, flexibilitásuk, stabilitásuk miatt szilárdításra nagyon alkalmasak. Hátrányuk alkoholos oldataik nagy viszkozitása.

-Xylamon LX Härtend

Nem ajánlható, mivel nem ismert az összetétele, öregedése. Mechanikai szilárdsága, flexibilitása, stabilitása tekintetében nem jobb, mint más használt anyagok. Szilárdítószere nem butil-akrilát, mint egyes restaurátori cikkekben szerepel.

2.5.2. Oldószerek hatása a fára és a behatolásra

Duzzasztás

A fa fő kémiai alkotója a cellulóz és a lignin, ezek poláros anyagok, amelyeket a poláros oldószerek

duzzasztanak, ezért a fát a poláros oldószerek duzzasztják, az apoláros oldószerek nem.

Poláros oldószerek: víz, etil-alkohol, metanol, aceton, etil-acetát, etil-glikol stb.

Enyhén polárosak: triklóretilén, toluol, xilol.

Apolárosak: benzín, terpentinolaj, széntetraklorid.

Tömegvesztés a száradás után

A faanyagok szilárdítására a restaurátorok a leggyakrabban különböző oldószerekben oldott polimereket használnak. A fa oldószeres szilárdítószerral végzett kezelése után általában dehidratálódik, azaz vizet veszít. A faanyag vízvesztése során mindig zsugorodik. A vízvesztés, azaz a zsugorodás mértékétől függően deformáció, repedezés állhat elő. A dehidratáció miatt (azonos klíma körülmények - légnedvesség, hőmérséklet - mellett mérve) a fa kezelés előtti tömege és a kezelés utáni, a kiszáradást követő, az oldószer eltávolozása utáni tömege nem egyezik meg!

Vagyis:

a szilárdított faminta száradás utáni tömege nem egyenlő a faminta szilárdítás előtti fatömege + a szilárdító anyag tömege.

Párolgási idő és behatolás

Minél nagyobb az oldószer párolgási ideje (minél tovább tart a párolgása), annál több idő jut arra, hogy kezelőszerszám a fába behatoljon és ott eloszlođjék. Az oldószer enyhe melegítésével (20 °C) fokozható a behatolás. Általában mintegy 5 cm vastag faanyag esetében a szilárdítószerszám oldószereinek elpárologásához pár hét, vastagabb faanyagok esetében pár hónap szükséges (közepesen ill. lassan párolgó oldószereknél).

Gyorsan párolgó oldószerek esetében nagy a veszélye a héjképződésnek (a külső felületre a szilárdítószerszám visszavándorol, itt koncentrációja nagyobb lesz, és egy jobban szilárdított héj alakul ki az oldószer elpárologása után, mint az alatta lévő fa mátrixban.). Az eltérő fizikai tulajdonságok (hőtágulás, nedvességfelvétel és átteresztés) miatt esetleg ez a jobban szilárdított rész a későbbiekben elválhat ill. leválhat.

2.5.3. Teljes telítés- részleges telítés, utószilárdítás

Teljes telítés általában csak kisebb tárgyaknál alkalmazható. Ma már elavult változata az olvadt viaszba merítési eljárás, ami a 19. század végétől az 1960-as évekig volt divatos.

Teljes telítésnek csak vákuummal együtt van értelme, ma a monomeres szilárdításoknál gyakori. Etikai- lág általában negatívan ítélik meg. Vákuum használatkor a tárgy mechanikai sérülése következhet be, ha nem kellő figyelemmel végzik a levegő ráengedését a tárgyra a vákuumozás után.

Utószilárdítás

Utószilárdítás addig lehetséges, amíg a fában a szilárdító oldat mozgására szolgáló utak, terek még részben szabadok. Ez akkor lehetséges, ha a szilárdító oldat még nem telítette a lehetséges mozgási utakat, tereket

a fa szerkezetében, vagy a száradás (az oldószer elpárologása után), vagy a komponensek bekötése (p. epoxi gyanták) után maradtak még a fában a folyadék mozgására szolgáló utak, terek. Az utószilárdítás nehézségbe ütközhet különösen az epoxi műgyantás szilárdítások esetében, amikor is az első (előző) szilárdító kezelésből a fa szerkezetében visszamaradó szilárdító anyag hamarabb eltömi a kezelőszerszám lehetséges mozgás útjait a fában. Az epoxis szilárdításoknál a műgyanta bekötése pár óra alatt lejátszódhat, amit a hőmérséklet még gyorsíthat is!

Az utószilárdításnak két technikai változatát alkalmaznak:

a. "Nedves a nedvesen" impregnálás

Ez esetben a szilárdító oldat felvitelét újra és újra megismétlik. A szilárdító oldat felvitelét a fa felületére addig folytatják, amíg azt a fa fel tudja venni, vagyis amíg a fa a kezelt részen nem telítődik. Vastagabb fa-tárgy esetében ez többnyire nem jelent teljes keresztmetszeti telítődést, hanem csak felületit. A szilárdító oldat felvitelének két lépése között csupán annyi ideig várnak, amíg a felületen lévő folyadék beszívódik és a fa újabb folyadékmennyiséget képes felvenni. A két lépés között a fa nem szárad ki, nedves marad, innen származik az eljárás elnevezése is. Az egymást követő impregnálási lépések között rövid idő telik el.

b. Száradás utáni újabb impregnálás

Ennél az eljárásnál az első és második impregnálás között lényegesen hosszabb idő telik el, mint a "nedves a nedvesen" kezelésnél. A két impregnálás között a szilárdító oldat oldószere részben vagy egészében el kell, hogy párologjon. Az elpárologó oldószer fában elfoglalt helye felszabadul, és ezáltal megnövekedett hely áll rendelkezésre az újabb szilárdító oldat behatolásához.

2.5.4. Impregnálási technikák, környezeti tényezők, javaslatok

Bütün keresztüli impregnálás

A szilárdítószerszám a fa bütüjén keresztül hatol be a fába, miután a tárgyat egy lapos, - a - szilárdítószert tartalmazó - edénybe állították.

Ugyancsak ide tartozik az a kezelés, amikor pl. egy szobrot fejre állítanak és infúziós készülék segítségével a bütüjére csepegtetik a szilárdítószert.

Nagynyomásos ampullák

A szilárdító oldatot speciális ampullákon keresztül nyomással juttatják be a fába. Jól használható, pl. épületek faelemeinek szilárdításakor.

Injektálás

Gyakori eljárás. A fába a szilárdítószert a rovarjratokba helyezett injekcióstű, hegyes végű üvegcső vagy fémcsőcsökkék ill. infúziós készülék segítségével juttatják be. Az orvosi infúzióskészülék csak esetenként megfelelő, mivel vizes oldatok számára készítik és tömítései, műanyag csövei nem bírják a szerves oldószereket.

Lyukfúrásos technika

Vastag fatárgyakba - a szilárdítószer jobb és egyenletesebb behatolásának elősegítése érdekében - a tárgy nem látszó oldalába, pl. szobrok hátoldalába, egymáshoz képest szabályosan elhelyezkedő lyukakat fúrunk (többnyire cikk-cakk vonalban, úgy, hogy a szilárdítószer feltételezett behatolási területei egymásba érjenek). Az injektálást követően a furatokat fakittel vagy tiplikkal lezárják. Kisméretű szobrokon, táblaképeken az eljárás etikai szempontból megkérdőjelezhető, tekintettel arra, hogy túl sok eredeti anyag gemmisülésével jár. Épületi faelemek, gerendák szilárdítására jól alkalmazható, olyan felületeken is, amelyek eredeti egységes megjelenésüket a károsodás következtében elvesztették (pl. kitöredezett, rágott vagy gombák által erősen károsított felület, kőbős korhadás miatti töredezettség).

Az eljárás egyik változata szerint, a lyukba helyezett speciális segédeszköz (németül Packer) segítségével nyomással tudják gyorsítani a behatolást.

Vákuumos ill. vákuum és nyomás váltogatásával végzett impregnálás

Csak mozgatható tárgyak, elemek impregnálására szolgál, mivel nyomásálló készülék szükséges hozzá. A kezelhető tárgyak méretét az impregnáló kamra mérete szabja meg. Vákuum ill. felváltva vákuum és nyomás alkalmazása jelentősen megnöveli a behatolást.

Esetenként teljes impregnálás is elérhető. Használata a bonyolult technikai berendezés igény miatt csak kisebb tárgyra terjedt el.

Fafelület lemunkálása

Az 1950-es, 1960-as években divatos volt, pl. a táblaképek hátoldalának legyalulása, a rovarjáratok megnyitása a szilárdítószer jobb behatolás érdekében. Ma már táblaképeknél ezt az eljárást nem használják. Viszont megmaradt még pl. fedélszékek faanyagának a kezelés előtti ún. megbárdolása.

Ezek az eljárások inkább tárgykárosítóknak, mint műtárgybarátnak nevezhetők.

A fafelület előnedvesítése

Kísérletek egyértelműen bizonyítják, hogy különösen a töményebb szilárdító-oldatok esetében a fafelület előnedvesítése egy hígabb oldattal, jelentősen javítja a behatoló képességet.

Környezeti tényezők hatása (légnedvesség, hőmérséklet, szél - huzat)

Ma már a környezeti tényezőket is figyelembe veszik a szilárdításkor. Célszerű a fatárgyat aránylag közepes (kb. 50 %) relatív légnedvességen klimatizálni a szilárdító kezelés előtt.

A környezet hőmérsékletének a szilárdítás alatt inkább alacsonyabbnak kell lennie (15-18 °C). A hőmérséklet csökkentésével csökken a párolgás és a reakciósebesség, vagyis a műgyanta lassabban köt be (pl.

epoxi műgyanta esetén), tehát több idő marad arra, hogy molekulái mélyebbre hatoljanak a fa szerkezetébe. Epoxi műgyantákkal végzett szilárdításnál célszerű a hőmérsékletet még az előbb említetté is alacsonyabban tartani, hogy a bekötési reakció sebessége csökkenjen. Tudni kell azonban, hogy alacsonyabb hőmérsékleten a szilárdító oldat viszkozitása általában megnő, ami viszont a behatolást csökkenti.

Nem szabad nagy elszívás, huzat, szél mellett impregnálni. A tárgyat nem lehet nagy légmozgásnak kiténi, mivel ez esetben a párolgás felgyorsul, és a behatolás jelentősen csökkenhet. Célszerű, hogy a bevitt oldószer a tárgyból inkább lassan, mint gyorsan távozzon el. Lehetőség szerint a tárgy sokáig maradjon "nedves". Ezt elősegíthetjük akár műanyag fóliába történő burkolással is.

Ellenőrzés

A szilárdítást állandó ellenőrzés mellett kell végezni, hogy a tárgy felületére ráfolyt ill. kifolyt szilárdító oldatot rögtön eltávolítsuk, mert később, különösen az epoxi gyanták esetében ez már nyom nélkül nem lehetséges.

A kezelés alatti tömegnövekedés és a kezelés utáni száradás

Az impregnálás folyadékfelvétellel jár, ezért a kezelt fadarab tömege jelentősen megnőhet. Ebben a nedves állapotban a tárgy fizikai behatásra - a kezelés előttihez képest - sokkal könnyebben sérülhet.

Az impregnálás folyadékfelvétellel jár, ezért a kezelt fadarab tömege jelentősen megnőhet. Ebben a nedves állapotban a tárgy fizikai behatásra - a kezelés előttihez képest - sokkal könnyebben sérülhet.

A szilárdulás a fizikai beszáradással párhuzamosan alakul ki. A száradás előrehaladta követhető időnkénti tömegméréssel. A folyamat végét a tömegállandóság bekövetkezése jelzi. A "Tömegvesztés száradás után" című részben tárgyalt dehidratáció itt is fennáll, de a következtében fellépő tömegvesztéséget a szilárdítószer felvételének számításakor el szokták hanyagolni, mivel a szilárdítószer általi növekedés sokszorosan felülmúlja a dehidratáció miatti tömegcsökkenést. Amennyiben ismerjük a tárgy szilárdítás előtti tömegét, a kezelt tárgy szilárdítószer felvétele könnyen kiszámítható. A környezet légnedvesség tartalma befolyásolja a fa tömegét! Ezért közel azonos relatív légnedvességen kell kondicionálni a fatárgyat a korrekt mérés érdekében! A bevitt szilárdítószer tömegét célszerű a restaurátori dokumentációban rögzíteni.

Gyakori, hogy a kezelt fatárgy kiszáradása (az oldószer elpárolgása) sokszor hónapokig is elhúzódik. Ezen hosszú idő alatt a többnyire gyúlékony, esetleg egészségre káros oldószerek miatt megfelelő védőintézkedések szükségesek.

2.5.5. Szilárdítás - munkavédelem

Természetesen a szilárdító kezeléseknél a megfelelő védőeszközöket (védőszemüveg, kesztyű) használni kell. Szerves oldószereknél, epoxi műgyantáknál gázmaszk használata is célszerű. A szilárdítóanyagok veszélyességére, és a szükséges védőintézkedésekre vonatkozó információkat megtalálhatjuk a csomagoláson ill. a gyártmányismertetőiken.

Figyelni kell a megfelelő szellőzésre is, a keletkező oldószerek, gőzök eltávolítására.

Dr. Morgós András
vegyész, fa-bútorrestaurátor művész
főosztályvezető
Magyar Nemzeti Múzeum
1370 Budapest, Pf. 364

Festett felületek tisztítása

Kovács Petronella

A restaurátorok munkájuk során sokszor végeznek a műtárgyak életének meghosszabbítása céljából igen aprólékos és időigényes beavatkozásokat - például fertőtlenítő oldatok injektálása rovarjáratokba, vagy felvált, pergő festékrétegek megkötése - amelyek azonban szinte észrevétlenül maradnak.

Ezekkel szemben a festett tárgyak tisztítása talán a restaurálás egyik leglátványosabb része hozzáértők és érdeklődők részére egyaránt, mivel már vastagabb felületi szennyeződés eltávolítása is igen mutatós eredményre vezethet. Nem beszélve a régi, megsötétedett bevonatok alól előkerülő élénk színekről és az esetleg előbukkanó addig eltakart motívumokról. A tisztítás éppen látványos mivolta miatt a legkedveltebb, ám talán a legveszélyesebb restaurátori beavatkozás. Akár a felületi szennyeződések, akár a bevonatok és átfestések eltávolítása során a műtárgyat felépítő anyagok, pigmentek, kötőanyagok, bevonatok fizikai-kémiai tulajdonságainak ismerete hiányában, rosszul megválasztott módszerekkel, illetve kezelőszerekkel visszavonhatatlan károk okozhatók.

Mechanikus tisztítás

Még az egyszerűnek tűnő felületi tisztítás során is, amikor szárazon vagy nedvesen csak az idők során lerakódott szennyeződéseket távolítjuk el, számos veszély fenyegeti a tárgyat. Például egy egyszerű leporolás ecsettel vagy puha ronggyal a festékréteg sérülését eredményezheti amennyiben az felvált, pereg vagy porlékony. (1. kép.)

Az erősebben kötődő szennyeződések mechanikus úton történő eltávolítására alkalmazott radírok és szivacsradírok után visszamaradt anyagok lebomlási termékei is elváltozásokat okozhatnak. Így ezeket maradéktalanul el kell távolítani a felületről.

A régen széles körben alkalmazott kenyérbél maradványai rovarok táplálékául szolgálhatnak, melyek ürüléke igen nehezen eltávolítható réteget alkothat a festett felületeken. Szennyeződés, bevonat illetve átfestés szikével vagy üvegceruzával való mechanikus eltávolítása során könnyen megsérülhetnek a lazán kötődő pigmentek és karcolások is keletkezhetnek. Ezért célszerű mikroszkóp vagy nagyító alatt végezni az ilyen műveletet. Az utóbbi időben divatossá vált lézeres tisztítás a felület hőhatáson alapuló elszíneződését okozhatja.

Felületi szennyeződés eltávolítása folyékony tisztítószerekkel

A felületi szennyeződések eltávolítására a folyékony tisztítószerek közül a mai napig használatos az emberi nyál. Tisztító hatása azon alapszik, hogy vízen kívül, bár kis koncentrációban, de számos enzimet tartalmaz. Továbbá nyomokban ammóniát is, mely a nedvesítést és a penetrációképességet növeli, valamint gyengén lúgos hatása miatt a vékony olaj és zsírrétegek lebomlását elősegíti. A nyálban lévő szervesen oldható sók a zsírok elszappanosítását, és így oldható kötéseket kialakítását segítik elő.

Ez az összetett ám mégis mindenki számára elérhető felületi tisztítószer is rendelkezik hátrányokkal. Többek között szerves maradványain mikroorganizmusok telepedhetnek meg, a szervesen oldható sók pedig oldhatatlan lerakódásokat képezhetnek a festett felületeken. Bár megfelelő mennyiségben való alkalmazása nem okoz problémát a festett rétegekben, nyállal történő túlnedvesítés során előfordulhat, hogy mélyebb rétegekbe is behatol és az enzimek a festék kötőanyagának lebomlását eredményezhetik. Az emberi nyál felhasználásának korlátokat szabnak a nagyméretű tárgyak. A szintetikus nyálkészítmények alkalmazásánál, azok összetétele és tisztasága miatt a biológiai károsodás veszélye igen csekély.

A folyékony felületi tisztítószerek általában vízből és valamilyen felületaktív anyagból állnak. A 20. századig a szappan volt az egyetlen tenzid. Ma már számos felületaktív anyagot, nedvesítőszert gyártanak, melyek segítségével a felületi feszültség csökkenthető, és így a vízben oldhatatlan zsíros, olajos felületi szennyeződések eltávolíthatók. Működésük alapja, hogy egy hidrofíli - vizet vonzó - és egy hidrofób - víztaszító - részből állnak. A hidrofíli rész a vízhez, míg a hidrofób rész a szintén hidrofób szennyeződéshez kapcsolódik.

Természetesen a folyékony felületi tisztítószerek nemcsak a tisztítandó felületen hatnak, hanem a festékréteg felépítésétől és állapotától függően abba be is hatolhatnak. A víz elpárolgása után a rétegekben a tisztítószerekből sók maradhatnak vissza.

A tisztítófolyadék pH értéke is fontos mind a tisztítás, mind a károsítás szempontjából. A túl lúgos vagy túl savas oldat a festékrétegbe hatolva, annak összetevőiben (pigment, kötőanyag) azok fajtájától függően maradandó károsodásokat okozhat.

A restaurátori gyakorlatban a leggyakrabban használt felületaktív anyag a zsíralkohol-szulfonát, mely különböző országokban különböző márkaneveken - Magyarországon Evanat néven - kerül forgalomba.

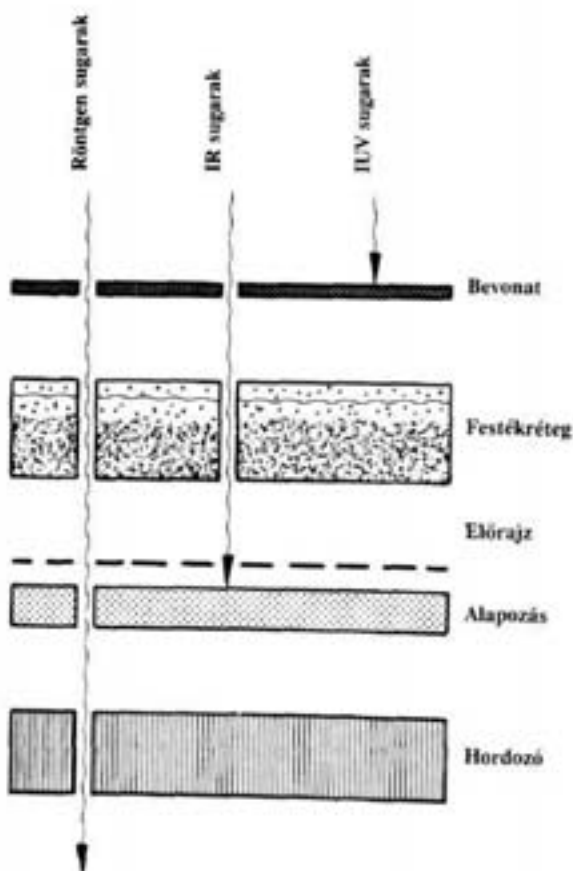
Tisztítás komplexképzők oldataival

Az utóbbi időben elterjedt a komplexképzők oldatainak alkalmazása a felületi szennyeződések eltávolítására. Ezek általában a fémrestaurálásban használatos EDTE (etilén-diamin-tetraecetsav) két, illetve négy nátriummal képzett sói valamint a citromsav vízoldható sói, pl.: a trinátrium-citrát, triammónium-citrát stb.

Tisztító hatásuk a felületi szennyeződések fémionjával alkotott vízoldható komplex kialakulásán alapszik.

Tekintettel arra, hogy a komplexképzők csak a fémion tartalmú zsíros, olajos szennyeződések eltávolítására alkalmasak, oldataikat gyakran felületaktív anyagok egyidejű hozzáadásával alkalmazzák. Komplexképzők használatánál figyelembe kell venni oldatuk pH-értékét, savas illetve lúgos oldataiknak a bevonatokra, kötőanyagokra és pigmentekre való hatását. Minthogy a komplexképzőket vizes oldatokban használjuk, fennáll annak veszélye is, hogy túl sok ideig a felületen hagyva, a mélyebb rétegekbe behatolva károsítanak. Különösen nagy figyelmet kell fordítani a kevés kötőanyagban sok réz és vastartalmú pigmentet tartalmazó, zöld, kék és okker festékretegekre,

1. ábra. A röntgen- IR- UV sugarak behatolási mélysége



melyeknek réz és vas ionjait a komplexképzők gyorsan megkötöthetik. Továbbá arra, hogy a megöregedett, szét-töredezett gyanta bevonatok és olaj kötőanyagok vízerzékenyek lehetnek.

A tisztítószer nemkívánatos mértékű behatolásának kiküszöbölése céljából azok habját, illetve gélesített, pasztásított változatát alkalmazzák. Ez utóbbiak hátránya, hogy a kezelés ideje alatt, ha a paszta nem átlátszó, nem kísérhető figyelemmel a folyamat. Száradásuk után pedig nehezen távolíthatók el a felületről. Ezt elkerülendő japánpapír, itatóspapír, papírvatta, vagy vatta segítségével töltőanyag nélküli pakolások készíthetők. A pakolás időnkénti felemelésével ellenőrizhetjük a beavatkozást.

Bevonatok és átfestések eltávolítása

Az eddig ismertettekből is érzékelhető, hogy a szennyeződött felületek egyszerűnek tűnő tisztítása során is milyen körültekintően kell eljárni. Fokozottan vonatkozik ez a különböző gyanta, viasz vagy fehérje alapú bevonatok, illetve átfestések festett felületekről történő eltávolítására. Ezek a legvitatottabb és legnehezebb restaurátori műveletek közé tartoznak.

Mielőtt valamilyen réteget eltávolítanánk egy műtárgyról, meg kell fogalmaznunk a célt, hogy miért végzük el ezt az irreverzibilis beavatkozást!

A cél lehet egy megöregedett bevonat eltávolítása, hogy a tárgy eredeti színvilágát próbáljuk bemutatni (2. kép.), lehet egy valamikori javítás során felvitt, rosszul megválasztott lakkréteg, mely repedéseket vagy egyéb elváltozásokat okozott a festékrétegben, vagy átfestés, mely származhat javításból vagy ízlésváltozásból is. (3. kép.) Mind a bevonatok, mind az átfestések esetén mérlegelni kell azok információhordozó szerepét. Lehetséges, hogy egy későbbi réteg mellett döntünk, mert célunk az adott kor bemutatása, a tárgy életének folyamában vagy az eredeti réteg igen roncolt állapotban, esetleg csak töredékekben lelhető már fel. Ne távolítsunk el átfestéseket, ha nem áll módunkban megismerni a műtárgyat felépítő anyagokat és felmérni a beavatkozás várható eredményét!

Rétegvizsgálatok

Bármilyen réteg eltávolítása előtt meg kell ismerni a műtárgyat alkotó anyagokat, azok felépítését, rétegszerkezetét, összetételét, oldhatósági tulajdonságait.

Erre a célra különböző műszeres és analitikai módszerek szolgálnak. Az átfestések alatt lévő rétegről a tárgy felületének infrakamerával történő vizsgálata adhat bővebb információt (6. kép.), de készíthetünk röntgen, illetve UV felvételeket is. (1. ábra.) Ezek a műszeres vizsgálatok akkor vezetnek eredményre, ha az elfedő rétegben nincsenek számukra átjárható pigmentek. A hordozón lévő polikrómia felépítését kutatóablakkal tárhatjuk fel, valamint a belőle vett mintákat mikroszkópos keresztmetszet csiszolatokon tanulmányozhatjuk. (4-5. és 9-11. kép.) Ez utóbbiakon megfelelő mikroanalitikai reagensekkel megállapítjuk, hogy az egyes rétegek kötőanyaga az olajok,



1. kép. Felületi tisztítás, portalanítás ecsettel

4. kép. Többszörösen átfestett faszobor feltárás közben



3. kép. Átfestett láda részlete. A lekopott átfestés helyén látszik az eredeti motívum

5. kép. A 4. képen látható faszobor arcáról vett minta sztereo mikroszkópos keresztmetszeti képe

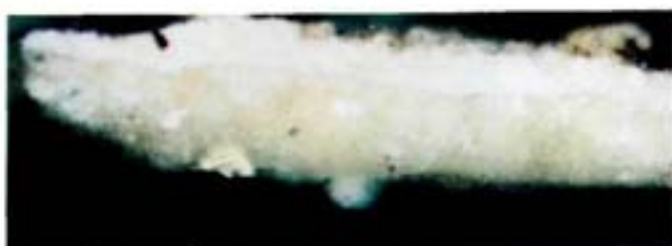


2. kép. Besötétedett bevonat eltávolítása

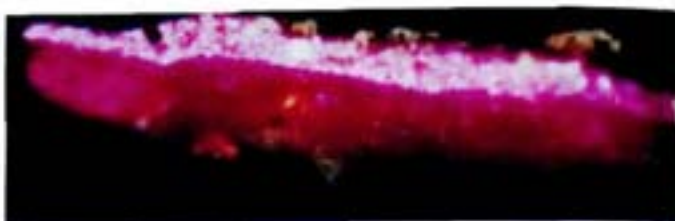




6. kép. Ládatető átfestett belső oldalának infrakamerával készült felvétele. Az átfestés alatt látható az eredeti feliratos réteg



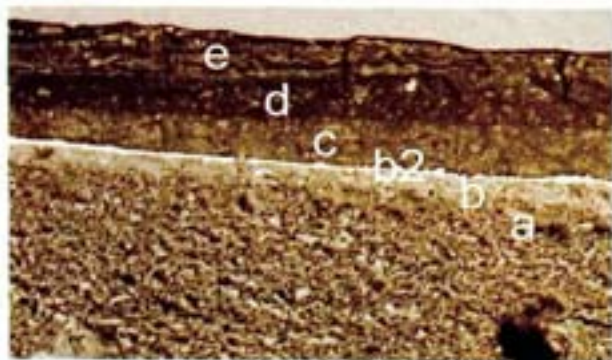
7. kép. Alapozás és festék réteg mikroszkópos keresztmetszete



8. kép. Ugyanaz a minta savas Fuxin fehérje reagenssel megsepegetve. A színváltozás mutatja, hogy mindkét réteg kötőanyaga fehérje



11. kép.



10. kép. A festett szövétnek sérülése mentén vett minta sztereo mikroszkópos keresztmetszeti képe

11. kép. A festett szövétnek sérülése mentén vett minta pásztázó elektronmikroszkópos felvétele
a-alapozás, b-vörös bólsz, b2-ezüst réteg, c-d zöld réz-rezinát rétegek, e-sötét átfestés

9. kép. Festett szövétnek (fákllyatartó) szárának részlete restaurálás előtt és után



gyanták, fehérjék vagy poliszaharidok csoportjába tartozik. (7-8. kép.)

A kötőanyag típusának meghatározása igen fontos mind a megőrzendő, mind az eltávolítandó réteg szempontjából, mivel ismeretében könnyebbé válik a megfelelő oldószer kiválasztása.

Hasonló oldhatósági tulajdonságú kötőanyagok esetében, vagy ha porózus festéseknél az átfestés anyaga behatolt az alatta lévő festékrétegbe és azzal összeépült, előfordulhat, hogy az átfestés csak részlegesen vagy egyáltalán nem távolítható el.

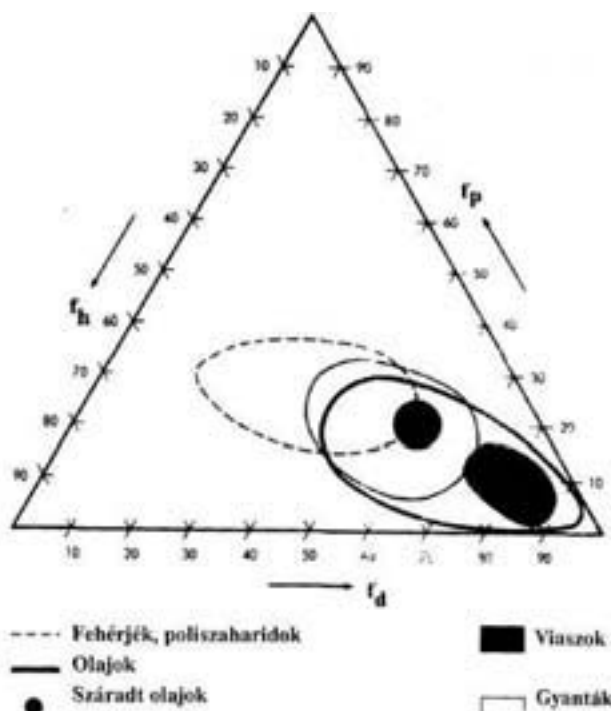
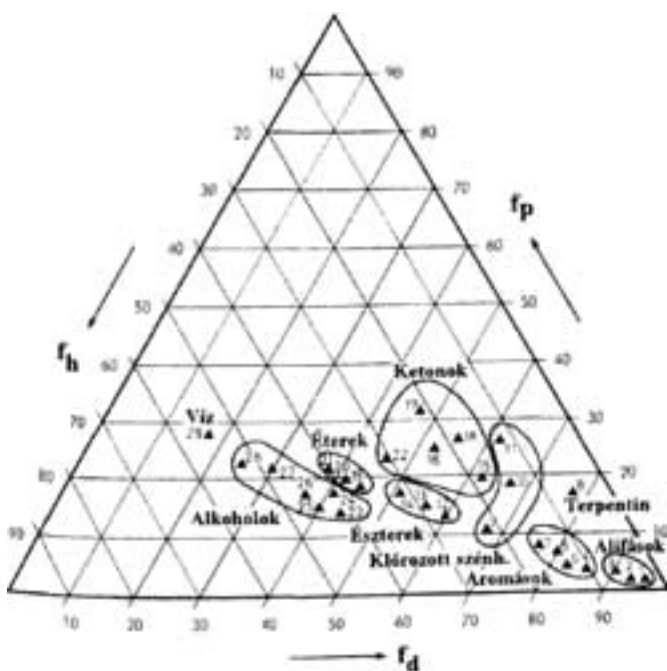
Fizikai és kémiai oldás

A bevonatok és átfestések eltávolítása általában szerves oldószerekkel, illetve savakkal vagy lúgokkal történik. Míg a szerves oldószerek az anyagokat fizikai úton, kémiai változás nélkül oldják, vagyis az oldószer elpárolgása után az anyag változatlanul visszanyerhető - természetesen ez a tárgy szempontjából nem jelent visszafordítható folyamatot - addig a savak és lúgok kémiai változás során bontanak.

Fizikai oldás akkor jön létre, ha az oldószer behatol az eltávolítandó anyagba és legyőzi az annak a molekulái között működő összetartó erőket. Az oldandó anyag és az oldószer részecskéi között kölcsönhatás lép fel, a szilárd anyag molekulái körül oldószerburok alakul ki, majd oldatba mennek.

Minden anyag jellemezhető a molekulái között lévő erők alapján számított oldhatósági paraméterrel. Kölcsönhatás az azonos vagy egymáshoz közeli oldhatósági paraméterrel rendelkező anyagok között lép csak fel, vagyis hasonló hasonló old.

2. ábra. Oldószerek elhelyezkedése a Teas-féle oldhatósági háromszög diagramban



3. ábra. Fehérjék, poliszaharidok, olajok, száradt olajok, viaszok és gyanták oldhatósági tartományának ábrázolása a Teas-féle oldhatósági háromszög diagramban

Az oldószerek oldhatósági paraméterei és az eltávolítandó anyagok oldhatósági tartománya a Teas-féle oldhatósági háromszögdiagramban

Az oldószerek és oldószerkeverékek oldhatósági paramétere a diszperziós f_d , a poláros f_p és a hidrogénhid-kötési paraméterek f_h alapján számítható ki és egy pontként ábrázolható a Teas-féle oldhatósági háromszög-diagramban. (2. ábra.)

A legerősebb kölcsönhatás, tehát oldódás akkor következik be az oldószer és az oldandó anyag között ha f_d , f_p , és f_h adataik megegyeznek, vagyis oldhatósági pontjuk egybeesik. Kis eltérés esetén még létrejöhet az oldódás, de ha az oldószer vagy oldószerkeverék és az oldandó anyag pontjai egymástól nagyon távol esnek, akkor oldhatatlanság lép fel köztük. Nagyméretű polimer-molekulák esetében előfordulhat, hogy megfelelő kölcsönhatás ellenére is oldódás helyett csak duzzadás következik be, és így azok duzzadt gélként távolíthatók el felületről.

Az oldószerek adatai táblázatokból kikereshetők (1. táblázat.), az oldószerkeverékeké pedig ezek alapján kiszámíthatók. A különböző típusú kötőanyagcsoportok - fehérjék, poliszaharidok, gyanták, viaszok, olajok, és száradt olajok - oldhatósági tartományát kísérleti úton megállapították és jelölték az oldószerháromszög diagramban. (3. ábra.) A restaurálás során ha feltételezzük, vagy vizsgálatok alapján ismerjük az eltávolítandó réteg kötőanyagának típusát, akkor az annak oldhatósági tartományába eső oldószerekkel vagy oldószer-keverékekkel próbálhatjuk meg az oldást. A

legtöbb esetben azonban nem ismerjük az eltávolítandó anyag - szennyeződés, bevonat, átfestés - kötőanyagának típusát, vagy ha történtek is kötőanyag-vizsgálatok, pontos összetételét, ennek megfelelően f_d , f_p és f_h paramétereit sem.

Rendelkezésre állnak azonban oldószerekből és oldószerkeverékekből álló teszt sorozatok, melyek alkalmazásával behatárolhatjuk az ismeretlen anyag oldhatósági tartományát és valószínűsíthetjük kötőanyagának típusát. (2-3. táblázat.)

1. táblázat. Egyes oldószerek oldhatósági paraméterei (Teas és Hedley alapján)

	Oldószer	f_d	f_p	f_h
1	n-hexán	96	2	2
2	benzin	94	3	3
3	lakkbenzin	90	4	6
4	etil-benzol	87	3	10
5	xilol	83	5	12
6	toluol	80	7	13
7	benzol	78	8	14
8	terpentin	77	18	5
9	kloroform	61	11	22
10	etilén-klorid	61	19	14
11	metilén-klorid	62	26	12
12	butil-acetát	60	13	27
13	propil-acetát	57	15	28
14	etil-acetát	51	18	31
15	metil-izoamil- keton	62	20	18
16	metil-etil-keton	53	26	21
17	acetone	47	32	21
18	ciklohexanon	55	28	17
19	tetrahidrofurán	55	19	26
20	etil-celloszolv	42	20	38
21	metil-celloszolv	39	22	39
22	diaceton- alkohol	45	24	31
23	butil-alkohol	43	15	42
24	izopropil- alkohol	41	18	41
25	propil-alkohol	40	16	44
26	etil-alkohol	36	18	46
27	metil-alkohol	30	22	48
28	glicerin	25	23	52
29	víz	18	28	54

1-3: alifások, 4-7: aromások, 8: gyűrűs szénhidrogén, 9-11: klórozott szénhidrogének, 12-14: észterek, 15-18 és 22: ketonok, 19-21: éterek, 23-28: alkoholok, 29* víz

2. táblázat. Teszt sorozat oldhatósági próbák elvégzéséhez

(Feller, a bécsi Bundesdenkmalamt és Banik alapján)

	Oldószer/kev	%	f_d	f_p	f_h
1.	ciklohexán	100	94	2	4
2	ciklohexán	75	90	3	7
	toluol	25			
3	ciklohexán	50	88	5	7
	toluol	50			
4	ciklohexán	25	84	6	10
	toluol	75			
5	toluol	100	80	7	13
6	toluol	87,5	76	10	14
	acetone	12,5			
7	toluol	75	72	13	15
	acetone	25			
8	toluol	62,5	68	16	16
	acetone	37,5			
9	toluol	50	64	19	17
	acetone	50			
10	toluol	25	55	26	19
	acetone	75			
11	acetone	100	47	32	21
12	toluol	87,5	75	8	17
	izo-propanol	12,5			
13	toluol	75	70	10	20
	izo-propanol	25			
14	toluol	62,5	65,5	11	23,5
	izo-propanol	37,5			
15	toluol	50	60,5	12,5	22
	izo-propanol	50			
16	toluol	37,5	55	14	31
	izo-propanol	62,5			
17	izo-propanol	100	41	18	41

A felsorolt oldószerek illetve keverékek az alábbi anyagok behatárolására alkalmasak: 1-4. viaszbevonatok, 5-9. gyantabevonatok, 8-9. száradt olajok

A tesztsorozatok gyakorlati alkalmazása

A tesztet a felületi szennyeződésektől megtisztított területeken kell elvégezni, ennek hiányában a szennyeződés oldhatósági tartományára kapunk eredményt.

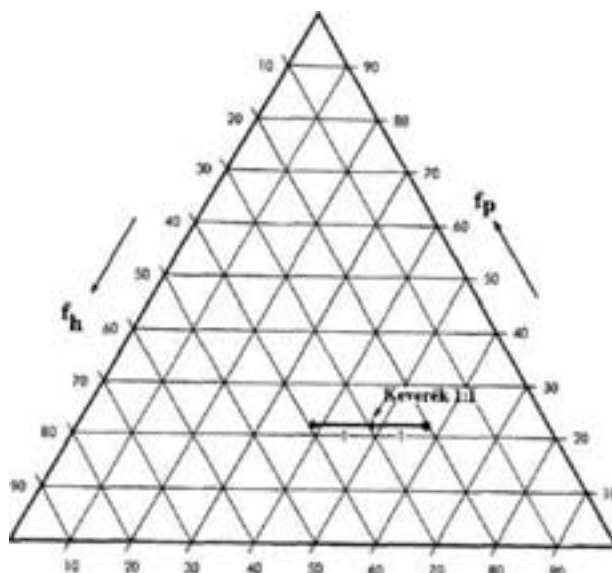
A tesztoldatokat egyenként próbáljuk ki, oly módon, hogy az oldandó rétegre felvisszük pálcikára tekert vatta segítségével, vagy kapillárisal rácsöppentjük. Az oldatot 10-30 másodpercig a felületen hagyjuk, majd az oldódás mértékét értékeljük. A háromszögdiagramban bejelöljük azoknak az oldószereknek, illetve keverékeknek a paramétereit, melyekkel sikerült oldódást elérni. Így kapjuk meg az oldandó réteg oldhatósági tartományát. Ennek alapján az optimális oldódás elérése céljából kikereshetjük azokat az oldószereket, illetve olyan keverékeket állíthatunk össze, amelyek oldhatósági pontja erre a területre esik.

Keverékek oldhatósági paramétereinek grafikus ábrázolása

Két komponensből álló oldószerveverékek esetében mindkét oldószer paramétereit külön-külön felvesszük az oldószerek háromszög diagramban. Az így kapott két pontot összekötjük, és az egyenesen bejelöljük a keverékben lévő oldószerek arányát, úgy, hogy a nagyobb arányban szereplő oldószerekhez közelebb kerüljön a keverék oldódási pontja.

Három komponensből álló oldószerveverékeknel első lépésként két oldószer paramétereit vesszük fel az oldószerek háromszögben. A két pontot összekötjük, és az egyenesen jelöljük az oldószerek arányát. A kapott pont a két komponensből álló keverék oldhatósági pontja. (4.ábra.)

Ezután a harmadik oldószer paramétereit jelöljük a diagramban, és a kapott pontot összekötjük a kétkomponensű keverék oldhatósági pontjával. Az egyenesen



4. ábra. Három komponensből álló keverék grafikus ábrázolása 1. lépés

bejelöljük a keverék és a harmadik oldószer arányát, úgy, hogy az oldódási pont ahhoz az oldószerekhez legyen közelebb, amelyik nagyobb arányban szerepel a keverékben. (5.ábra.)

PL: ha a keverék összetétele: 30% metil-izobutilketon, 30% metil-celloszol, 40% dimetü-formamid.

1. lépés

metil-izobutilketon (30 %)

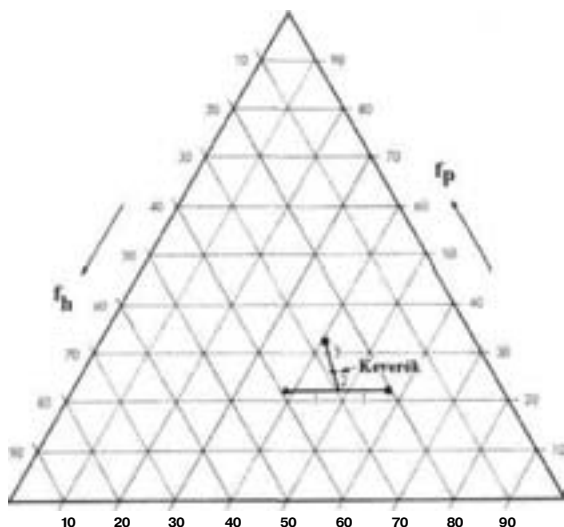
$$f_d = 58, f_p = 22, f_h = 20$$

metil-celloszol (30%)

$$f_d = 39, f_p = 22, f_h = 39$$

3. táblázat. Tesztsorozat fehérje és poliszaharid kötőanyagú rétegek oldhatósági tartományának behatárolására (Morgós alapján)

Jel	víz	aceton	THF	Toluol	f_d	f_p	f_h
A	100	-	-	-	18	28	54
B	75	25	-	-	25,3	29	45,7
C	50	50	-	-	32,5	30	37,5
D	25	75	-	-	39,8	31	29,2
E	-	100	-	-	47	32	21
F	-	50	-	-	51	25,5	23,5
G	-	-	100	-	55	19	26
H	-	-	75	25	61,3	16	22,7
I	-	-	50	50	67,5	13	9,5
J	-	-	25	75	73,8	10	16,2
K	-	-	-	100	80	7	13
L	75	-	25	-	27,3	25,7	47
M	50	-	50	-	36,5	23,5	40
N	25	"	75	-	45,8	21,2	33



5. ábra. Három komponensből álló keverék grafikus ábrázolása 2. lépés

2. lépés

dimetil-formamid (40 %)
 $f_d = 41$, $f_p = 32$, $f_h = 27$

A hármas oldószerkeverék paraméterei:

$f_d = 46$, $f_p = 26$, $f_h = 28$ (Toracca után)

A keverékek oldhatósági pontja nagymértékben eltérhet az őket összetevő oldószerektől, így tulajdonságaik is eltérhetnek azokétól. Lehet, hogy a keveréket alkotó oldószerek külön-külön nem, csak együtt oldják az adott anyagot.

Az oldószerek retenciós és penetrációs tulajdonságai

Az oldószerek megválasztásakor azonban nemcsak oldhatósági paramétereiket, hanem viszkozitásukat, behatolási (penetrációs), visszamaradási (retenciós) tulajdonságaikat és egészségkárosító hatásukat is figyelembe kell venni. Természetesen mindezt a tárgy sajátosságainak, készítés-technikájának, az eltávolítandó réteg alatti rétegek oldhatóságának szem előtt tartásával.

Az oldószerek csoportosítása penetrációs képességük alapján

(Masschelein-Kleiner után)

Igen erős penetrációs képességű oldószerek

- aminok, amidok, hangyasav

Erős penetrációs képességű oldószerek

- klórozott szénhidrogének, glikolok, aromások

Közepes penetrációs képességű oldószerek

- ketonok, észterek, növekvő lánchosszúságú alkoholok

Gyenge penetrációs képességű oldószerek

- telített szénhidrogének, éter

Az oldószerek csoportosítása retenciós képességük alapján

(Masschelein-Kleiner és Deneyer után)

Nagyon erős retenciója oldószerek

- etilén-glikol, formamid, ecetsav, hangyasav, butilamin, terpentin, ciklohexanol stb.

Erős retenciója oldószerek

- diaceton-alkohol, amil-alkohol, dimetil-formamid (DMF), tetrahydrofuran, (THF), tercier-butilamin, lakkbenzin stb.

Közepes retenciójú oldószerek

- alkoholok (metil-alkoholtól a butil-alkoholig), ammónia, xilol, ketonok (aceton, metil-etil- keton), észterek (metil-acetát, butil-acetát) stb.

Gyenge retenciójú oldószerek

- telített szénhidrogének, klórozott szénhidrogének (diklór-etán, széntetra-klorid), benzol stb.

A felületi szennyeződések eltávolításakor általában a kis behatoló képességű, míg az átfestések eltávolításához a nagyobb penetrációjú oldószereket használjuk. Minden tisztításnál nagyon körültekintően kell eljárni, mivel az oldószer nemcsak a felületen, illetve az eltávolítandó anyagban fejtheti ki hatását, hanem a repedéseken behatolva az alsóbb rétegekben is.

Az oldószerek csoportosítása penetrációs és retenciós képességük alapján

(Masschelein-Kleiner alapján)

Lemaró oldószerek - nagyon mélyre behatolnak, erős retenciójúak

- terpentin, tetrahydrofuran, glikolok, diaceton-alkohol, formamid, dimetil-szulfoxid, tercier-butilamin, n-butilamin, dimetil-formamid, hangyasav, ecetsav

Közepes oldószerek - közepes behatolóképeség, közepes retenció

- alkoholok, ketonok, észterek, víz

Mozgékony oldószerek - nagyon mélyen behatolók, rövid, gyenge retenciójúak

- halogénezett szénhidrogének, aromások

Illékony oldószerek - gyengén behatolók, rövid, gyenge retenciójúak

- telített szénhidrogének, kismolekulájú éterek.

Az oldószerek retenciós képességét figyelembe véve festett felületeket tisztítás után legalább két hónapig ne lakozzunk le, hogy az oldószerek maradéktalanul eltávozhassanak. Ha bármely bevonat felvitelére mégis ennél korábban sor kerül, célszerű azt szórással a felületre juttatni, mert így porózusabb réteg keletkezik, amelyen keresztül az oldószermaradékok eltávoznak.

Felhasznált irodalom

Banik, G.- Krist, G.: Lösungsmittel in der Restaurierung. Verlag Der Apfel. Wien, 1984.

Bundesdenkmalamt Wien, Werkstätten, Information Nr. 15. in: Restauratorenblätter 6. (1983) pp. 140-143.

Feller, R. L.: The Relative Solvent Power Needed to Remove Various Aged Solvent Type Coatings, in: Conservation and Restoration of Pictorial Art. Eds: Bromelle, N. S. - Smith, P. Butterworths, London, 1978.

Kovács Petronella - Török Klára: Két 15-16. századi szövétnektartó restaurálása. Műtárgyvédelem 25. Magyar Nemzeti Múzeum 1996. 89-101.

Masschelein-Kleiner, L.: Les Solvants. Cours de Conservation 2. Institut Royal du Patrimoine Artistique. Brüssel, 1981.

Morgós András: Festett felületek fiziko-kémiai alapjai és használhatósága a restaurátori gyakorlatban. Múzeumi Műtárgyvédelem 17. Központi Múzeumi Igazgatóság 1987. 281-310.

Morgós András: Tesztsorozatok kiegészítése az oldhatósági tartomány behatárolására a Teas-féle oldhatósági háromszögdiagramban. Múzeumi Műtárgyvédelem 18. Központi Múzeumi Igazgatóság. 1988. 69-83.

Nicolaus, K: Gemälde. Untersucht - entdeckt - erforscht. Klinkhardt und Biermann, Braunschweig, 1979.

Nicolaus, K: Handbuch der Gemälderestaurierung. Könemann Verlagsgesellschaft GmbH, Köln.

Schramm, H-P. - Hering, B.: Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung, Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz 1988.

Tímárné dr. Balázs Ágnes: Komplexképzők a festett műtárgyak tisztításában. Műtárgyvédelem 23. Magyar Nemzeti Múzeum 1994. 29-39.

Kovács Petronella

fa-bútorrestaurátor művész

A Tárgyrestaurátor Szak vezetője

Magyar Képzőművészeti Egyetem

Magyar Nemzeti Múzeum

1011 Budapest, Könyves Kálmán krt.40

Zászlók, konzerválásuk és restaurálásuk

Mátéfy Györk

A múzeumi műtárgyak között előkelő helyet foglalnak el a különféle típusú zászlók és lobogók. Közülük számosan több száz évet is megéltek, esetenként részt vettek hadi eseményekben, csatákban. E zászlók alapanyagai könnyen megsemmisülő, szerves anyagokból készültek (selyem, len - utóbbiakat nevezték bakacsín zászlóknak), és az idő múlása, a különféle bánásmódok, a használat, a raktározás stb. mind-mind nyomot hagytak rajtuk. Ahhoz, hogy megfelelő módon kezdjük el egy-egy darab állagának megőrzését, konzerválását, restaurálását, szólnunk kell magukról a zászlókról, mint műtárgyakról, keletkezésükről, történetükről, anyagaikról, funkciójukról.

A zászló (latinul: vexillum)

Általában színes, címerrel vagy egyéb jelképpel ellátott jelvény, rúdra erősítve. Használata már az ókorban elterjedt és főként a hadviselésben volt fontos szerepe. A *hadi* zászlók az egykori katonai jelképekből alakultak ki, feladatuk az volt, hogy mutassák a csapat menetirányát, ezért mindig annak élén hordozták a zászlóvivők. Minden csapatnak saját zászlaja volt és a csapatoknak egy közös zászlaja.

A zászlók, formájukat tekintve, már a 9. században mai alakjukra emlékeztettek. Általában négyszögletes formájúak, textilanyaguk közvetlenül a zászlórúdra van erősítve, azzal egyetlen egységet alkot. Elnevezése németül: Banner, franciául: banniere, olaszul: bandiera, angolul: flag.

A lobogó

Textilanyaga gyűrűkre, - esetenként - mozgó kereszt-rúdra van erősítve, s egy zsinórral húzzák fel a zászlórúdra (zászlófelvonás). Elnevezése németül: Flagge.

A zászló kialakulásának rövid története

A zászlók kialakulásáról, történetéről kevés írásos dokumentum létezik, magyar nyelven még kevesebb. Néhány dolgozatban olvashatunk róluk a 19. sz. végén, majd a 20. sz. elején és a század utolsó évtizedeiben. Az 1977-es nemzetközi zászlókonzerválási szimpóziumon megvitatták a zászlóleírás szabályait is, majd külön kötetben, 1980-ban Amsterdamban ki is adták. Pandula Attila 1986-ban jelentette meg "Vexillologia" című munkáját, melyben a zászló kialakulásáról, benne a magyar zászló történetéről is megemlékezik.

A zászlónak - mint szimbólumnak - a használata nagy jelentőségű volt már a kezdetekben. A középkori magyar *királyi* zászló egyúttal *országzászlóként* is funkcionált (kezdetben valószínűleg vörös színű lehetett). E zászlóra a 12. században került rá az ezüstsínű ketős kereszt. Egyidejűleg már a magyar főuraknak is volt saját, családi címerükkel díszített zászlaja. A 13. században alakult ki a vörös-fehér (Árpád-sávós) magyar zászló, igazodva az ország címeréhez (a címeres zászlót nevezik olaszul bandierának).

Az Anjou-királyok korában az uralkodók saját nemzeti színeiket alkalmazták (kék alapon aranszínű liliumokkal) az ország és saját zászlajukon, egyesítve az Árpád kori (vörös-fehér) színekkel. A 14. században elterjedt a festett zászlók használata, a király jó nevű festőket alkalmazott udvarában e célra. A 15. századi címerábrázolások már művészi színvonalon kivitelezettek. A **főúri zászlók**, a nemesi *vármegyék* és egyes *zászlósurak* zászlain szerepeltek csupán a magyar vörös-fehér színek és címerábrázolások. Mátyás királyunk korában selyemből készített, arany- és ezüstonallal hímzett, festett zászlók készültek az udvar számára. Ekkorra már meglehetősen általános gyakorlattá vált a zászlóknak - mint kitüntetéseknek - az ajándékozása is. 1488-ban Bécs városa ajándékozott az uralkodó számára vörös színű zászlót, melyre a neves Hans Rad festőművésszel festették rá Mátyás király és Beatrix címerét. A 14-15. században általánossá vált azoknak a festőknek, kézműveseknek - köztük a zászlókészítőknek - a megjelenése, akiknek legfontosabb tevékenysége a különféle zászlók és címerek elkészítése volt. Sőt, a 15. század elején megjelentek az első művészeti céhek is.

A 16. században módosult a zászlók formája, "lobogójuk" meghosszabbodott és fecskefarokban végződött. Egyúttal, a 16. század második felétől elkezdték alkalmazni a magyar zászlókon a hagyományos vörös és fehér színek mellett a zöldet is. - Egy 1557-ből származó tornaképen már együtt ábrázolták a piros-fehérezöld színeket. - A mohácsi vész után országzászlónk a Habsburg királyi zászló lett, teljesen megszűnt addigi magyar karaktere, elnémetesedtek hadi zászlóink is.

1601-ben Báthory Zsigmondnak ajándékozott a török szultán egy magyar nemzeti színekkel díszített zászlót. - A Habsburgok uralkodása alatt csak nagyon ritka, kivételes alkalmakkor kerültek elő a hagyományos magyar zászlók (pl. koronázáskor vagy tornajátékokon)

és csupán Báthory és II. Rákóczi Ferenc fejedelmünk zászlain szerepeltek a magyar színek és jelvények.

A 17-18. században jelentős zászlókészítő és képiró céhek alakultak, működtek Magyarország és Erdély területén (a zászlófestőket nevezték képiróknak). A 18. században pedig már a nemesek temetésein is megjelentek a festett, családi címeres zászlók. Széles körben terjedt el a festett, hímzett zászlók használata és nem csupán a főúri, nemesi udvarokban, hanem a városi polgárság körében is (*megyei, városi zászlók, templomi, egyházi zászlók, egyesületek, társaságok zászlói, céhzászlók, hajózászlók, kereskedelmi zászlók, ún. díszzászlók* stb.). - Jelentős képiró céhek működtek Rákóczi korában Kassán, Lőcsén, Nagyszébenben és Nagybányán. - Mária Terézia 1766-os rendelete előírta a zászlók díszítését és a megyék csapatainak zászlóin egyik oldalon szerepelnie kellett a csapatot kiállító megye címerének is.

A magyar *nemzeti* zászló (a trikolór) az 1848-as forradalom idejében került bevezetésre. A nemzetőrszázadok, zászlóaljok számára a honleányok varrták és hímezték a *csapatzászlókat*. A festett *nemzetőrszászlókat* egy kormányrendelet alapján készítették: előlapján az országcímer, hátlapján a delegáló megye címerét kellett ábrázolni. Hasonlóak voltak a *honvédség* zászlói is, de ezeken a megyecímer helyett Szűz Mária (a Madonna) szerepelt. - A 17-18. században az egész Kárpát-medencében kedvelté vált a Patrona Hungariae (Szűz Mária) ábrázolása együtt a magyar Szent Koronával, a *céhzászlókon* az egyik oldalon általában ez szerepelt.

Az *"állami lobogót"* az 1848: XXI. tc. 2. §-a alapján kötelező volt minden hazai középületen, és közintézetben kitűzni. - A magyar nemzeti színek és a címerhasználat az 1867-es kiegyezés alkalmával "némi" módosítással (az osztrák birodalmi sassal) került hivatalosan visszaállításra 1918-ig (a közös hadsereg zászlóin). Az 1907: XXVII. tc. 17. §-a szerint nemzeti ünnepeinken a magyar nemzeti címeres zászlót kellett kitűzni az iskolaépületekre, és rendeletekkel szabályozták az állami zászló használatát, valamint a honvédcapatok zászlóinak kijáró tiszteletadást is. - 1919-ben a vörös zászló került bevezetésre, majd a Horthy-rendszer alatt ismét visszaállították az eredeti koronás, de kiscímeres zászlót, egészen 1945-ig. Ezt követően - 1949-ig - a Kossuth - címeres zászlót használtuk. 1949-ben új országcímer került a zászló közepére 1957-ig, majd 1959-ig ismét címerváltozás történt, 1989-ig. Az ún. rendszerváltás után újból visszakerült a koronás, Kossuth-címeres zászló használata. - A nyilvánosan kitűzött állami zászlók, címerek, polgári és katonai zászlók vagy címerek bármilyen módon történő megrongálása, bepiszkítása hosszú évszázadokon keresztül súlyos büntettnek minősült, pénzbüntetést és elzárást, bebörtönzést vont maga után. Egyúttal, tiltott volt az olyan zászlók, címerek, jelvények nyilvános használata, árusítása, terjesztése, amelyek az állam és intézményei ellen irányultak.

A zászlókonzerválás és restaurálás általános célkitűzései

A textilkonzerválás és restaurálás legkomplikáltabb feladata a zászlók, elsősorban a festett, nem kevésbé a hímzett zászlókkal való munkálatok elvégzése. - Ahhoz hogy ezeket az érzékeny műtárgyakat megmentjük a jövő számára, komoly és alapos technikai (készítés-, konzerválás- és restaurálás- technikai), műtárgyvédelmi ismeretekre van szükségünk. Nem kevésbé, szükséges a zászlók keletkezésének, történetének, funkciójának ismerete is, a korábbi javítások felismerése és egyéb, sokoldalú megközelítése a konkrét műtárgynak, hogy restauráletikai, művészettörténeti, múzeológiai szempontból helyesen dönthessünk az elvégzendő műveletek helyességéről, egyúttal lehetővé tegyük az esetleges későbbi történeti stb. kutatások számára az eredeti jellemzők módosítás nélküli megőrzését.

A legösszetettebb feladat a festett zászlók konzerválása és restaurálása, mégpedig azért, mert a festett és a festetlen textíliákkal történő műveletek, eljárások teljesen eltérő munkálatokat igényelnek. Ezen túlmenően, már a készítéskor megtörténhetett, hogy a festéshez gyengébb, rosszabb minőségű festékanyagot alkalmaztak. Másképpen viselkedik a festetlen textília és másképpen a festékanyaggal fedett felület és idővel a festett anyagban a szomszédos területétől eltérő kémiai változások következhetnek be. A festékanyagban lévő alkotórészek (ún. gyanta, olaj) károsítják a textília anyagát. Használat közben a zászló festett és festetlen textíliafelülete a külső tényezők hatására és a használatból eredően különbözőképpen károsodnak.

Mint a fentiekből következik, egy festett zászló restaurálásához részben magas fokú textilrestaurátori, konzervátori ismeretekre van szükség, másrészt, hasonló szintű festményrestaurátori ismeretekre, gyakorlatra, melyhez még az a követelmény is hozzájárul, hogy a zászlónál nem mindig lehet a vászonra festett kép restaurálásánál alkalmazott módszereket hasznosítani. A kétféle típusú műtárgy funkciójával szembeni elvárások ugyanis meglehetősen eltérőek (a textilre festett kép statikus, míg a zászlón lévő festett részeknek rugalmasan mozgathatónak, lebeghetőnek, azaz, flexibilisnek kell maradnia). - Bonyolítja az eljárást még az a tény is, hogy az egyes festett részek, képek kivitelezése eltérő lehet, ugyanis a festett rész lehet az alaptextilből kiemelhető vagy magára az alapra festett. A kiemelhető kép konzerválása, restaurálása hasonló a vászonra festett képéhez, míg a zászlóalapra festett képnél biztosítani szükséges, hogy a zászlóval együtt "mozoghasson" anélkül, hogy a festett rész sérülne, károsodna.

A zászlók - így a festett zászlók is - általában valamilyen hímzett feliratozással, díszítéssel is bírhatnak, amelynek anyaga (selyem- vagy fémfonal) szintén komoly problémát okozhat a szakember számára. A hímzett rész másképpen viselkedik, mint az alaptextil. Ráadásul, a minták vagy betűszarak közötti, körüli részek meghúzódhatnak, ráncosakká válhatnak, a hímzés kipöröghet vagy a körülötte lévő alaptextil semmisül meg a különféle károsító tényezők következtében.



1. kép. Karancssági lobogó a restaurálás előtt



2. kép. Karancssági lobogó a restaurálás után



3. kép. Az előkészített, behelyezésre váró kiegészítés



4. kép. A behelyezett kiegészítés

Más-más eljárást igényel a szerves anyagból készült hímzőfonal és a fémfonal (arany, ezüst, réz) kezelése. A hímzéssel azonos fonalból készülnek a zászlók díszítő rojtjai, bojtjai, a járulékos szalagok kezelése is eltérő bánásmódot igényel.

A fentiekből kitűnik, hogy a készítéstechnika, a felhasznált anyagok külön-külön mindegyik és együttesen is, befolyásolják egy-egy zászló konzerválását, restaurálását. Es akkor még nem tértünk ki arra, hogy hol is legyen az a határvonal, ahol el kell döntenünk, hogy mit és meddig ajánlatos kiegészíteni, azért, hogy a zászló történeti dokumentumértékét ne veszélyeztessük (nem ajánlatos, pl. a hadi események során szerzett golyónyomokat, perzeléseket eltüntetni). - Számos egyéb tényezőre is figyelemmel kell lenni, mielőtt egy zászló (lobogó) konzerválásához, restaurálásához hozzákezdünk. Pontosabban, mindenképp előtte egy részletes konzerválási, restaurálási tervet kell készítenünk, amelyben a tárgy állapotát, az elvégzendő munkákat, felhasználandó anyagokat, az egyes fázisok sorrendjét és egyéb, a témával kapcsolatos tevékenységet előre, írásban rögzítjük.

A zászlókonzerválás és restaurálás lehetséges módjai

1. Varrókonzerválás

a./varrókonzerválás alátámasztással

Alkalmazott öltésnemek:

- előöltés
- lefogó öltés
- élbevarrás.

Problémák:

- egylapos zászlónál az egyik oldal részben takart (kreplin használatakor), vagy egészben takart (selyem- vagy pamuttextil alkalmazásakor)
- kétlapos zászlónál nincs takarás, de a behelyezett alátámasztás "vastagít" (plusz két réteg)

b./varrókonzerválás lefedéssel

• elsősorban az egylapú zászlónál alkalmazzuk, a "lefedéshez" selyem- esetleg poliészterkreplint használunk.

Problémák:

- a kreplin "takarása" miatt a szövet mintázata nehezebben látható
- a többszínű textilből készített zászlón a színeket, hímzéseket, a díszítőfestés színeit stb. bizonyos mértékig "összemossa".

2. Konzerválás - dublázás ragasztással

Csak végső esetben alkalmazzuk!

Problémák:

- a konzervált zászló elveszíti textilszerűségét, "esését"
- a dublázó anyag kellemetlen, fényes műanyag felületet ad
- a kezelt felület kellemetlen fogású, tapadós
- a kezelt felület megkötí a port
- számolni kell a műanyag öregedéséből adódó következményekkel.

A konzerválás és restaurálás anyagai

1. Textilek, fonalak, varrócérnák

- hernyóselyem
- pamut
- len
- selyemkreplin
- regenerált cellulóz
- poliészterkreplin

Nem használható:

- poliamid és egyéb nylon jellegű textil, fonal.

Alapelve, hogy a varráshoz használt cérna lehetőleg gyengébb legyen a megvarrandó anyagnál és műszálból készített cérnát, soha ne használjunk.

2. Színezékek

- savas színezékek
- fémpác színezékek
- csáva színezékek.

Nem használható:

- direkt színezék
- a műtárgynál eredetileg alkalmazott színezéknél rosszabb minőségű színezék (gyengébb mosásállóságú, fényállóságú), mert a gyengébb minőségű színezék használatakor korlátozzuk a későbbi beavatkozás lehetőségét.

3. Levédő szerek

A levédő szereket a zászlón levő festett dekoráció "mosásállóságához" és részben rögzítésére használjuk.

- Regnál (polivinil-butiro-acetál) alkoholos oldata (ecseteléssel, több rétegben hordjuk fel, szükség szerint szilikonos papírlapok között "bevasalhatjuk", ez a pergő felületek megfogására is alkalmas).

Problémák:

- a Regnál felhordásakor érzékeny a páratartalomra (pl. lehelet), ezért fehér lepedékszerű felület alakulhat ki; ez azonban visszamosható alkohollal és a mosásállóságot sem befolyásolja.

Nem használhatók:

- toluol, vagy toluolt is tartalmazó oldószer, mert az aranyozást befeketítheti.

4. Dublázó anyagok fólia készítéséhez

- Mowilith DMC2
- Mowilith DM5
- Mowilith DM 2HB
- Mowilith S DM5

Problémák:

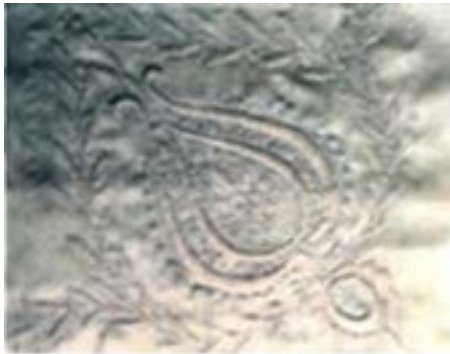
- rossz raktározási körülmények között (magas páratartalom, páratartalom ingadozás) a dublázás
- a port és egyéb szennyeződések megkötí
- a dublázott műtárgy sem vizesen, sem oldószeresen nem tisztítható



5-6. kép. A Chicagói Magyar Rákóczi Betegsegélyző Egylet zászlója konzerválás és restaurálás előtt és után



7. kép.



8. kép.



9. kép.



10. kép.

7. kép. A zászló részlete restaurálás előtt

8. kép. Az új selyem hímzés melletti levarrása

9. kép. Az új selyem élbevágása a hímzés mellett

10. kép. Részlet a kreplinnel való borítás után

A raktározás módjai

1. A zászlók fektetve történő raktározása

Elvben minden zászlót "fektetve" kellene tárolni, de ettől semmiképpen sem szabad eltérni az alábbi zászlók esetében:

- festménybetétes zászlóknál
- dublított (varrott vagy ragasztott) zászlóknál.

2. A zászlók feltekert állapotban történő raktározása

Az egylapú, nem festett, nem betétes zászlók esetében lehet csak alkalmazni.

Dublírozás fóliával

A zászlók varrással történő konzerválása és restaurálása az egyéb szövetek restaurálásával azonos módon történik, így ezzel itt nem kívánok foglalkozni. Fontosabbnak tartom, hogy a fóliával történő dublítózáshoz, pontosabban a dublító-fólia elkészítéséhez közöljek rövid útmutatót, melyhez ajánlom Balázs Ágnes "A szintetikus polimerek a dublítózásban" c. cikkének tanulmányozását (ld. Műtárgyvédelem 20. (1991), pp. 79-111.)

Szükséges anyagok

1. *A műanyagfóliát hordozó anyagnak* vékonynak, áttetszőnek, de erős, vászonkötésű textilnek kell lennie: ilyen a "kreplin", amely lehet hernyóselyem vagy poliészter.

2. *A dublító anyag* - jelenleg a polivinil-acetát alapú Mowilith DMC2 és a Mowilith DM5 ajánlott, mert ezek különböző hosszúságú molekulájú anyagok, az egyik a "lágyságot" a másik a "rugalmasságot" biztosítja - a Mowilitek vizes diszperziók.

3. *Polipropilén fólia* (amiről leválasztható az elkészített dublító fólia)

4. A kreplin színezéséhez savas vagy fémkomplex (szintetikus) *színezékek*

4. Permetező flaska

5. Széles, puha ecset

6. Ragasztószalag.

A fólia elkészítése

- Az asztallapot bevonjuk polipropilén fóliával (nagyon fontos, hogy ez teljesen sima, feszes legyen, és ne váljon el az asztallapról).

- Az előzőleg kimosott (és színezett) kreplint nedves állapotban kifeszítjük az előkészített asztallapra (széleit gondosan körberagasztjuk széles cellulux szalaggal, mert az enyves ragasztószalag leválik a polipropilén fóliáról).

- A két Mowilith-et vízzel összekeverjük 1:1:5 arányban (ez az arány lehet sűrűbb is, pl. 1:1:3, utóbbi vastagabb fóliát eredményez, nehezebb textilekhez ajánlottabb)

- a Mowilith-keveréket permetezővel felhordjuk a kreplinre (a permetezőzt azonnal ki kell mosni, mert később a Mowilith eltávolíthatatlan), majd széles puha ecsettel a felesleget kiséperjük a kreplinen kívülre.

E feladatot a lehető leggyorsabban kell elvégezni, mert ha a Mowilith szikkad, akkor apró darabkába áll össze és ez nehezen távolítható el a fólia felületéről. A széles ecsettel való simogatással a kreplin alatt képződő légbuborékokat el kell távolítani, mert a légbuborékoknál a kreplinen nem alakul ki tapadós felület.

- Teljes száradás után a kreplinen, a polipropilén fóliával érintkező oldalon alakul ki a tapadó felület. A kész fóliát a polipropilén fóliával együtt kell tárolni.

A fólia felhasználása

- Az asztalra szilikonos papírt (öntapadós tapétáról lehúzott is alkalmas) helyezünk, szilikonos oldalával felfelé.

- Az előkészített asztalra helyezük a Mowilith-es fóliát, fényes (tapadós) oldalával felfelé (előtte természetesen lehúzzuk róla a polipropilén fóliát).

- A dublítófóliára helyezük a kimosott, szálára rendezett "műtárgyat", majd erre újabb szilikonos papírt helyezünk és langyos vasalóval (kb. 80 °C) a műtárgyat a Mowilith-es kreplinnel összevasaljuk.

- A műtárggyal nem fedett Mowilith-es kreplin tapadós felületű, ezért ezen a területen le kell szedni a műanyagot. Ezt úgy érjük el a legkönnyebben, ha fehér, mosott, nem "szöszölő" vásznat vasalunk rá, majd ezt feltépjük, vigyázva arra, hogy a "feltépést" a felvasalt műtárgyszalacsák irányába végezzük. Ezt általában többször meg kell ismételni, hogy a felesleges, tapadós réteg megszűnjön. Úgy is lehet kiegészíteni a műtárgyat, hogy ezekre a helyekre "kifosztott" szélű selemdarabkákat szabunk bele (ekkor természetesen nem távolítjuk el a Mowilith-es réteget).

A Mowilith-tel dublított tárgy szétbontása

Előfordulhat, hogy a tárgyat később más szempontok szerint "re-restaurálni" kell, vagy ha a tárolási, vagy kiállítási körülmények miatt az alátámasztás a műtárgytól részlegesen szétválik.

1. A tárgyat csipesszel megemelve, tompa szerszámmal mechanikusan leemeljük az alátámasztásról.

2. A tárgyat nedves (nyirkos) szívópapírra helyezük és megvárjuk, amíg a két réteg magától szétválik.

A Mowilith-tel dublított textil tárolása

A dublított textiliát nem szabad feltekerni.

Portalan, tiszta raktározást (kezelést) kell biztosítani a számára, mert a műanyag-dublírrétegbe minden szősz, por beleszárad.

Az ily módon restaurált tárgyat tilos nyirkos vagy magasabb páratartalmú helyen tárolni!

Felhasznált irodalom

- Lakiné Dr. Tóth Ilona: A zászlófestészet kialakulása Magyarországon. - A festett zászlók restaurálási problémái. In: Műtárgyvédelem, 21. köt. 1992. 85-94.
- Magyar történelmi fogalomtár. 2. köt. L-ZS. Bp. Gondolat K., 1989. p. 261.
- Mátéfy Györk: Hímzett címer (20. sz. első fele) konzerválása. Bp. 1987. 4 p. (Kézirat.)
- Mátéfy Györk: Nemzetközi brigádzászló (1930-as évek) restaurálása. Bp. 1987. 19 p. (Kézirat.)
- Mátéfy Györk: Festett mongol selyemkép (20 sz. eleje) alaptextiljének konzerválása és restaurálása. Bp. 1988. 7 p. (Kézirat.)
- Mátéfy Györk: Festett halotti címer (1863) konzerválása és restaurálása. Bp. 1989. 10 p. (Kézirat.)
- Mátéfy Györk: Selyem festett temetési címer (1774) restaurálása. Bp. 1989. 16 p. (Kézirat.)
- Mátéfy Györk: Kétlapos, kétoldalas hímezett zászló (1938) konzerválása és restaurálása. Bp. 1991. 9 p. (Kézirat.)
- Mátéfy Györk: A Vatikáni Múzeumnak a magyar millennium emlékére ajándékozott zászló (1900) konzerválása és restaurálása. Bp. 1997. (Kézirat.)
- Mátéfy Györk: A Chicagói Magyar Rákóczi Betegségélező Egylet zászlójának (1914) a restaurálása. Bp. 1998. 21 p. (Kézirat.)
- Mátéfy Györk: Karancssági lobogó (1934) restaurálása. Bp. 2000. 18 p. (Kézirat.)
- Mátéfy Györk: A "Gödöllő és Vidéke Ipartestület 1893" zászló konzerválása. Bp. 2000. 6 p. (Kézirat.)
- Pandula Attila: Vexillológia. In: A történelem segédtudományai. Bp. ELTE-BTK, 1986. p. 238.
- Tímárné Dr. Balázs Ágnes: Szintetikus polymerek a textildublirozásban és megerősítésben. In: Múzeumi Műtárgyvédelem, 20. 1991. p. 79-112.

Mátéfy Györk
textil és papírrestaurátor művész
Magyar Nemzeti Múzeum
1011 Budapest, Könyves Kálmán krt. 40

Néprajzi bőrtárgyak tárolása, kiállítása, konzerválása

Orosz Katalin

Az állati nyersbőr, a póre kikészítése a legősibb mesterségek egyike. A prém öltözetnek és a juhbőrnek nagy jelentősége volt Euráziában már a honfoglalás előtti korban, hiszen a juh a nomád népek egyik legfontosabb háziállata volt. A magyar ködmönhöz hasonló ujjas Észak - Nyugat - Ázsia nagy területén ismeretes. A pásztorok egészen a közelmúltig ismertek egyszerűbb bőrkészítési eljárásokat, elsősorban az elhullott jószág bőrét igyekeztek hasznosítani, s csináltak belőle kezdetleges ruhadarabokat (ún. háti- és előbőrt). Természetesen nem csak a juhbőrt használták fel elődeink, hanem a környezetükben megtalálható egyéb gerinces állatok bőrét is. A néprajzi tárgyakat őrző múzeumok, tájházak gyűjteményében nagy számban fordulnak elő bőrből készült viseleti darabok, eszközök, használati cikkek. A különböző ruhadarabok (ködmön, melles, bunda, stb.) mellett szép számmal találhatunk lábbeliket, tároló eszközöket (tömlők, kostökcacsok, vödrök, tarisznyák, zsákok), zeneszerszámokat (dudák, dobok), a közlekedésben használt segédeszközöket (nyerges, lószerszámok, kocsiszíjak), de előfordulnak a ház berendezéséhez tartozó tárgyak (cserzetlen bőrből készült bödönlámpás, hólyag az ablaknyílásban üveg helyett, díszített bőr dobozok, stb.). A bőrt tehát nagyon sokrétűen használták fel, s ennek megfelelően sokféleképpen készítették ki. Ahhoz, hogy megfelelően tudjuk tárolni, konzerválni és kiállítani a bőr tárgyakat, meg kell ismerkednünk az alapanyaggal és készítésének módjaival.

Az állati bőr szövettani felépítése

A gerincesek bőre nagyon hasonló szövettani felépítésű. A bőr szerepe az állat életében elsősorban a külső hatások (mechanikai, hő, fény, kémiai, bakteriológiai, stb.) elleni védelem, de fontos szerepe van a test hőszabályozásában és az anyagcserében is. Az állati bőr három rétegből épül fel (1. ábra.):

- felhám
- irha
- hájas réteg.

Felhám

A bőr külső rétege, mely az alatta lévő irharéteghez tapad. Anyaga hámszövet, ami élő és már elhalt sejtekből áll. A bőrfeldolgozás során (a szőrmeágytatás kivételével) a felhámot a benne képződő szőrrel együtt eltávolítják az irháról.

Irharéteg (corium)

Ez a bőr vastagságának legnagyobb hányadát kitevő réteg, a sejtműködés során keletkezett kötőszövetből áll, ami finomabb és durvább rostok hálózata. A kötőszövet hálószerű, rostos képződmény, melynek finomsága az életkorral fokozatosan csökken. Legfinomabb szálcskái a fibrillák, melyek nagyobb egységekké, rostokká, végül rostkötegekké tömörülnek. Ezek a rostkötegek háromdimenziósan, általában véletlenszerűen összefonódnak a bőr teljes vastagságában, sehol nem találunk szabad rostvéget. A rostnyalábok a bőrön belül változó méretűek, a legnagyobb nyalábok a bőr vastagságának középső részén találhatók, majd a felszín felé haladva több ágra válnak szét, és egyre finomabbak lesznek. A bőr mechanikai tulajdonságai nagymértékben függenek a rostkötegek összefonódásától és irányától. Az irha keresztmetszetében szabad szemmel is megkülönböztethető két réteg a szemölcsréteg és a recés réteg.

A szemölcsréteg (barkaréteg)

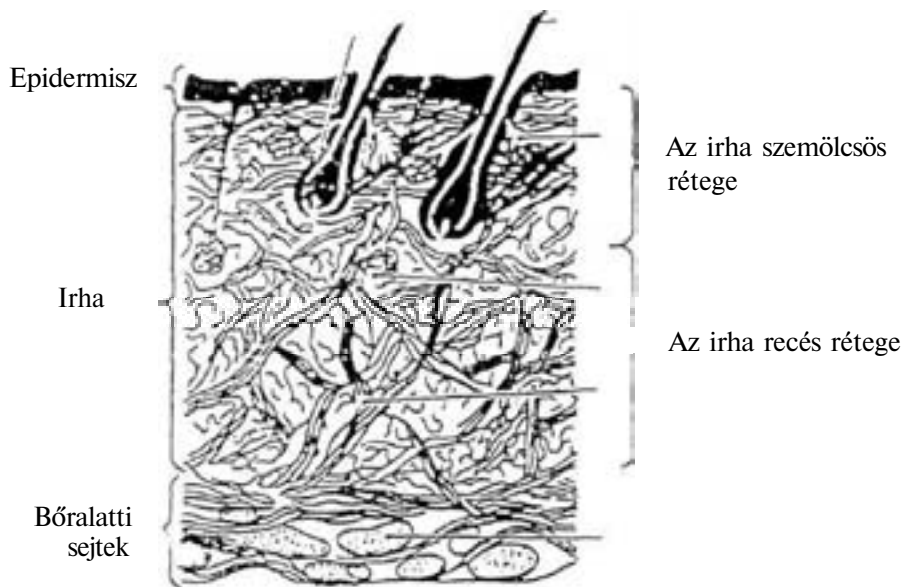
Közvetlenül a felhám alatt található, sokkal finomabb, vékonyabb rostkötegekből áll, mint az alatta lévő recés réteg, és rostjainak összefonódása is sűrűbb. A rostkötegek elhelyezkedése itt inkább a felülettel párhuzamos, míg a recés rétegben a felszín síkjával nagyobb szöveget zárnak be. A szemölcsréteg legkülső részét barkának nevezzük, ez a legfinomabb rostok szövete.

A felhám eltávolításával ez kerül a felszínre, így ez szabja meg a készbőr barkaképét, ami az adott állatfajra jellemző. A barka szakítószilárdsága igen nagy, viszont kevésbé nyújtható, mint az alatta fekvő rétegek, mert a rostok erősebb összeszővődésűek.

A szemölcsréteg alsó, a recés réteg felőli részében helyezkednek el a szőrtüszők, a faggyú- és izzadságmirigyek, melyek a két réteg közötti kapcsolatot gyengítik. Különböző kémiai és fizikai hatásokkal szemben a bőrnek ez a része nagyon érzékeny, erős vegyszerek hatására a két réteg el is válhat egymástól.

A recés réteg

A recés réteg az irha alsó része, fő tömegét a szemölcsrétegenél lényegesen vastagabb kollagénrost-kötegek adják. Ezek biztosítják a készbőr jó szilárdságát. Egyes állatoknál (mint pl. a juh) jelentős mennyiségű



1. ábra. Anyersbőr felépítése

zsírszövet ágyazódik be a recés rétegbe, ami csökkenti a bőr szakítószilárdságát, növeli a nyúlását.

A szemölcsősréteg vastagsága az állat élete során nem változik, a recésréteg viszont az életkorral nő, így az idősebb állat bőrében a recés réteg aránya nagyobb, mint a fiataléban.

A hájas réteg

Laza kötőszöveti rostokból, zsírszövetekből és izomszövetekből áll, a készbőr szempontjából nincs jelentősége, mert a cserzés előtt eltávolítják.

Az egyes állatfajták bőrének szövettani jellemzői

A bőr mindig hasznos és értékes anyagnak számított, ezért mindenféle állat bőrét megpróbálták kikészíteni, felhasználni különböző célokra. Így találkozhatunk a múzeumok gyűjteményeiben halbőr köpennyel, krokodilbőr tórtokkal, gyíkbőr táskával, vagy akár madár-bőrből készült tároló zsákocskával. Európában azonban a leggyakrabban a marha, birka, kecske és sertés bőrét dolgozták fel.

A kész bőr felülete, tapintása eltérő és az adott fajra jellemző. Az irha felszínén futó finom kollagénrostok tömött szövedéke sima, tetszetős felületet ad. Ezt szakítják meg az üres szórtüszők kis üregei, melyek méretükben, sűrűségükben és eloszlásukban együtt adják az adott fajra jellemző barkaképet.

Marhabőr

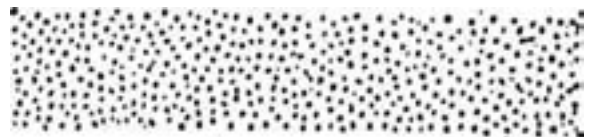
A kifejlett marha bőre általában 4-6 mm vastag, a szőrszálak egyenesek, durvák és viszonylag egyenlő távolságban helyezkednek el a felszínen. Vastagsága, tömörsége miatt elsősorban cipőtalpbőrt, lószerszámot, kocsi szíjzajzatot készítettek belőle. (2. ábra.)



2. ábra. Marhabőr barkarajza

Bőrbőr

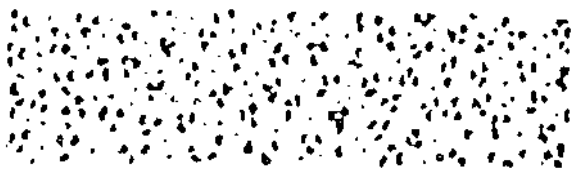
A bőrbőr olyan, mint a kifejlett marha bőre, csak a barkaképe finomabb, a szőrszálak kisebbek és sűrűbben állnak, és a bőr vékonyabb. (3. ábra.) A finomabb felület miatt cipő felsőrészt, bútorbőrt, könyvkötőbőr készítenek belőle.



3. ábra. Bőrbőr barkarajza

Sertésbőr

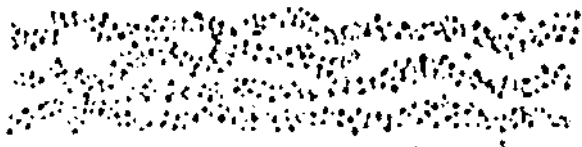
A sertés szőrszála vastagok, és igen mélyen nyúlnak a bőrbe, a készbőrnek nem csak a színén, hanem a hússalátán is láthatók. Általában hármascsoportokban, ferdén nőnek. (4. ábra.) Mivel a szőrszálak teljesen átlukasztják az irhát, a sertésbőr felhasználása korlátozott, pl. bélésbőrnek alkalmas. Ugyanakkor a sertésbőr nagyon erős, strapabíró, ezért előszeretettel használták nagy méretű, komoly igénybevételnek kitett levéltári kötetek borításához.



4. ábra. Sertésbőr barkarajza

Juhbőr, birkabőr

A juhbőr a fajták kereszteződésével változik. Minél finomabb egy állat gyapja, annál lazább a bőre, és minél durvább szálú a gyapjú annál tömöttebb a bőr. Természetesen a bőr felhasználása szempontjából az utóbbi az előnyös. A juhbőr meglehetősen zsíros, barkarétegében sok a faggyúmirigy és a szórtüsző, amik fellazítják a bőr szerkezetét. A fiatal állat bőre nem zsíros, finom rostú, selymes fogású, s mivel gyapja még nem fejlődött ki teljesen, irharétege erősebb. A juh szőrszállai jellegzetes hullámvonalakban nőnek ki a bőrből. (5. ábra.) A juhbőrt finom tapintása miatt főként viseleti darabok alapanyagául (bunda, melles, ködmön, stb.) valamint könyvkötésre használták. Az előbbiek esetében természetesen nem szórtelenítették.

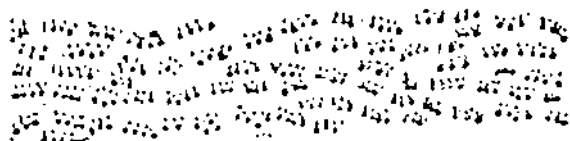


5. ábra. Juhbőr barkarajza

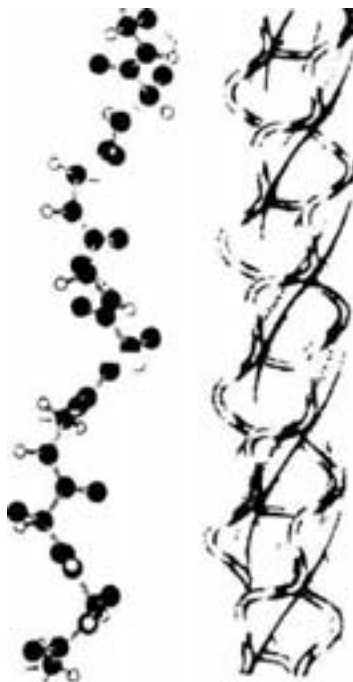
Kecskebőr

A kecskebőr finom tapintású, de a juhbőrnél jobb mechanikai tulajdonságokkal bír. A szőrszálak egyenesek, de ferdén nőnek ki a bőrből, kb. azonos arányban durvák és finomak. A barka rajzára jellemző, hogy 5-8 szórtüsző helye láncszerű csoportokat alkot, amelynek képe a cserzett bőrön gyúrás után ún. "szattján barkát" ad. (6. ábra.) Ez a barkarajz még a hasszélen is jellegzetes, míg a juhbőrnél ezen a részen már szabálytalanul helyezkednek el a szórtüszők.

A szemölcsréteg a bőr vastagságának kb. 1/3 része. A recés réteg valamivel durvább rostokból áll, mint a juhbőröké, de zsírszövetet nem tartalmaz. Ezért alkalmas olyan finom bőrmunkákhoz, melyeknél az esztétikai megjelenés mellett a tartósság is fontos (pl. cipő felsőrész, könyvkötés, tokok, dobozok borítása, bőrtáptá, stb.).



6. ábra. Kecskebőr barkarajza



7. ábra. A kollagén (a) és a tropokollagén (b) feltételezett szerkezete

A bőr kémiai felépítése

A bőr rostos szerkezetű szerves anyag, szárazanyag tartalmának kb. 90%-a fehérje. A fehérjetartalom legnagyobb része kollagén. A kollagént kis egységekből (aminosavak) felépülő hosszú láncok alkotják. Az aminosavak peptidkötésekkel kapcsolódnak egymáshoz, majd a lánc spirállá csavarodik. A fehérjeláncokat hidrogénhidak kötik össze és stabilizálják. Ezek a fehérjeláncok rendeződnek fibrillákba, majd rostokba, végül rostkötegekbe. (7. ábra.) Ezáltal a bőrnek nagy a fajlagos felülete, így hajlamos arra, hogy adszorpcióval vizet, vagy más kezelőszert kössön meg a rostok között. A kollagén víz hatására erősen duzzad, de nem oldódik. A duzzadás a kollagénrostok megrövidülésének következménye. A különálló rostkötegek, ha erősen duzzadnak, eredeti hosszúságuk 1/3 részével rövidülnek meg, miközben vastagságuk megnő. A bőr duzzadását savak és lúgok nagymértékben befolyásolják, hatásukra az irha különböző rétegei különböző mértékben duzzadnak meg. A barkahártya minden irányban erősen összefonódott finom rostkötegei kevésbé, míg a recés réteg nagyobb, lazábban kötődő rostnyalábjai erősebben duzzadnak.

A kollagén láncokat felépítő aminosavakban két ellentétes kémhatású csoport van, ezekből pozitív vagy negatív ionok képződhetnek, s a kollagénnak amfoter (sav-bázis) tulajdonságot kölcsönöznek. A környezet kémhatásától függően változik a

kollagénben kialakuló pozitív és negatív ionok aránya. Egy bizonyos pH tartományban a láncon belül kialakuló pozitív és negatív ionok aránya kiegyenlített, ezt nevezzük izoelektromos tartománynak, ekkor a legstabilabb a bőr. A kollagén izoelektromos tartománya 5-7 pH közötti, ekkor legkisebb a duzzadása és oldhatósága. (Mivel a cserző, színező- és kikészítő anyagok a kollagén pozitív és negatív ionjaihoz kötődnek, a bőr kikészítésének módja ill. anyagai befolyásolják az izoelektromos tartományát. A kész bőr izoelektromos tartománya általában 3-6 pH között van. Ezt a kezeléseket során figyelembe kell venni.)

Vizes közegben a kollagén 70°C -os hőmérsékleten enyvvé alakul és vízdoldhatóvá válik. Ez a folyamat már 40-50°C körül elkezdődik, ezért nagyon kell vigyázni a bőr nedves kezelésénél a víz hőmérsékletére.

A kollagén a többi fehérjéhez képest igen sok vizet képes megkötni. Víz tartalma fizikai és molekuláris kémiai erőkkel kötődik, s ez a jellegzetessége erősen befolyásolja a bőr tulajdonságait és kezelésének módját. A bőrnek ahhoz, hogy természetes rugalmasságát megőrizze, 12% víztartalomra van szüksége a rostok között. A vízmolekulák ugyanis bizonyos mértékig távol tartják egymástól a rostokat, ezzel biztosítva a bőr hajlékonyságát. Ha helytelen kezelés, vagy tárolás következtében a víztartalom drasztikusan lecsökken, az néha már helyrehozhatatlan károkat okoz a bőrben.

A nyersbőr készítése

A nyersbőr romlékony, mikroorganizmusok megtámadják és lebontják, ha kiszárad megkeményedik, hő hatására zsugorodik, meleg víz elenyvesíti. Ennek megakadályozására különböző módon próbálták tartósítani, rugalmassá tenni. A legkorábbi tartósítási eljárások minden bizonnyal a füstölés, illetve a zsírral, agyvelővel kenés voltak, melyeket természeti népek ma is alkalmaznak. Később felismerték az egyes fákból, növényi részekből nyert cseresav, valamint a timsó ásvány tartósító hatását, s kezdték elterjedten használni.

A bőr készítésére utaló legrégebbi magyar szavunk, a *tímár* (1240) éppen erre a timsós cserzésre utal. E konzerválási módot a magyarság feltehetően magával hozta a Kárpát-medencébe, s hosszú ideig a legelterjedtebb cserzési mód volt. A néprajzi viseleti darabok tartósításához szinte csak ezt használták. Ennek egyik változatát Európában magyar cserzésként tartották számon. A tímárokat az Árpád-korban a fejedelmi, majd a királyi szolgáló népek között találjuk. Szintén középkori a *varga* szavunk, mely talán a nyugati eredetű növényi cserzésre utal, a vargákat vöröstimároknak is nevezték. Rajtuk kívül más bőrfeldolgozó mesterek, például a szíjgyártók, vagy a gyapjas bőrt feldolgozó szűcsök is értettek a bőr kikészítéséhez, a tímárok, vargák pedig fel is dolgozták a készbőrt: lábbelit varrtak belőle. Idővel a tímárok a bőr készítésére, a vargák pedig a lábbeli varrására specializálódtak. A két elnevezés azonban hosszú időn át fedte egymást, így a cserző varga kifejezés alatt még a XIX. században is bőrkészítő mestert kellett érteni.

A bőrkészítés főbb lépései

A nyersbőrök fejtése

A nagyobb állatok bőrét általában úgy fejtik le, hogy a hason végigmetszik a bőrt a faroktőig, a lábak fejtési vonala erre merőleges. Kisebb állatoknál (juh, kutya, hörcsög) előfordul az ún. "tömlőre fejtés", vagy "duda-fejtés", mikor úgy nyúzzák le a bőrt az állatról, hogy a nyaknál vagy a mellső lábak mögött vágják körbe, a hason nem metszik fel. Mint a neve is mutatja az így fejtett bőrből tároló tömlőt, vagy dudát készítenek.

A nyersbőr tartósítása

A nyersbőr a húsfogyasztás mellékterméke, így nem állt mindig egyenletes mennyiségben a tímár rendelkezésére. Ezért a zöldbőrt (nyersbőr) tartósítani és tárolni kellett, amíg a kellő mennyiség összegyűlt a készítés elkezdéséhez.

A tartósítás során a bőrben és annak felületén lévő baktériumokat megsemmisítik, és továbbiak megtelepedését meggátolják a kedvező életfeltételek megszüntetésével. Ezt kétféle eljárással végezték és végzik ma is: sózással és szárítással. (Hideg éghajlatú országokban fagyasztással is tartósítanak, de ez nálunk nem volt, és ma sem jellemző eljárás.) Tartósítás előtt eltávolítják a bőrről a használhatatlan részeket (köröm, farok, fül), és lemoszák a nagyobb szennyeződések.

A sózás

A tartósítás elterjedten alkalmazott módja a sózás volt, amihez megőrölt, tisztított kősót használtak. A bőrt beszórták a súlyához számított 40%-nyi finomra őrölt sóval, majd egy hét múlva megismételték a műveletet. A tartósítás a só vízelvonó tulajdonságán alapul.

Szárítás

A másik gyakran alkalmazott eljárás a nyersbőr szárítása volt. Ezt főként pásztorok, önálló állattartók használták, akik maguk vágják le állataikat. A zöldbőrt rá-mára kifeszítették, vagy felfüggesztették és szellős helyen száradni hagyták, amíg 70% nedvességtartalma 12-15%-ra csökkent. Ilyen állapotban sokáig eltartható volt a bőr.

Áztatás

Amikor kellő mennyiségű bőr összegyűlt, a tímárok a bőroket beáztatták, így kioldották a szennyeződések és a tartósító anyagot, és pótolták az elvesztett víztartalmat. Az áztatást folyóvizekben vagy kádakban végezték. Az utóbbi esetben a vizet többször lecserélték, hogy a só jól kioldódjon, majd a bőrből egy éjjelen át csurgatták a vizet.

Meszezés

A bőroket szőrtelenítését és a felhám, valamint a hájas hártya eltávolítását könnyítette meg a meszezés. A nyersbőr súly 5-10%-ának megfelelő mézsztejből a mézes gödörben fürdőt készítettek, s ebben áztatták a

bőröket, időnként mozgatva azokat. A meszezés ideje függött a későbbi felhasználástól, a bőrfajtától és a hőmérséklettől. Ha a gyapjút finomabb munkához akarták értékesíteni, akkor nem áztatták a bőrt, hanem mésztejjel átkenték a húsoldalát és két-két bőrt egymásra borítottak húsoldalukkal. Így a gyapjú nem sérült, nem marta meg a mész.

Szörtelenítés, húsolás

Amikor a szőr kellőképpen meglazult, a bőrt leöblítették majd tímártókére¹ fektették. A szörtelenítést a kospasztó kaszával végezték, a szőr növényi irányával ellentétes, erőteljes húzásokkal. Ezzel egyben a felhámot is eltávolították. A szőrt aztán mosták, szárították, majd értékesítették.

Ez után a bőrt hideg vízbe mártották, hogy az irha feszesebbé váljon, majd a tőkén lehúzták róla a hájas hárttyát a húsoló kaszával.

Színelés, faragás vagy hasítás

A színelés során kinyomkodták a bőrből a szennyeződések, faggyúmirigyek, szőrgyökereket. Ehhez langyos vízbe áztatták a bőrt, majd a barkaoldallal fölfelé fektetett bőrből tompa késsel kisajtolták a szennyeződések, megnyitva ezzel a pórusokat.

Ezt követte a faragás, aminek az volt a célja, hogy a bőrön belüli vastagságbeli egyenetlenségeket megszüntesse. Ezt a nehéz műveletet csak nagyon gyakorlott mester tudta elvégezni anélkül, hogy a bőrbe belevágott volna.

Manapság a bőrgyárakban gyakori a vastagabb bőrök teljes felületen történő hasítása, mely egy vékony barkás és egy szintén vékony, de csak recés réteget tartalmazó bőrt eredményez. (Ez utóbbi használható pl. bélésekhez.)

Mésztelenítés

A mésztelenítés során eltávolították a bőrből a meszet, az ugyanis keménnyé, feszesé tette a bőrt. (Talpbőrök esetében, ahol kifejezetten fontos volt, hogy kemény legyen a bőr, nem mésztelenítettek teljesen.)

A mésztelenítést szerves savakkal végezték (tejsav, ecetsav, foszforsav), ehhez tejsavót, erjesztett árpát használtak. A szerves savak kioldották a meszet, fellazították a bőrt.

Később erős ásványi savakat is alkalmaztak mésztelenítésre, amik azonban gyengíthetik a bőrt.

Pácolás

A finomabb, puha ruházati- vagy kesztyűbőröket teljesen mészteleníteni kellett, ezért ezeken egy további munkafolyamatot, a pácolást is elvégezték. A pácolás

során gyenge szerves savakkal és enzimekkel lazították a bőrt és oldották ki a mész maradékát. Régen ehhez erjesztett korpát, vagy magórleményt, esetleg vízzel hígított sör és zabliszt keverékét, valamint kutya-, tyúk- és galambürüléket használtak. Az enzimek és szerves savak által fellazított bőrt aztán kiöblítették, s ezzel alkalmassá vált a cserzésre.

Cserzés

A cserzés feladata, hogy a bőrt rugalmasságának megtartása mellett, a rothadással szemben ellenállóvá, bizonyos mértékig víz- és hőállóvá és feszesé tegye. Európa szerte legáltalánosabban a növényi cserzést alkalmazták, ezért ezt ismertetem részletesen, a többi cserzéstípusról később lesz szó.

A növényi cserzés során különböző növényi részekből nyert csersavat használtak fel. A Kárpát-medencében leggyakoribb növényi cserzőanyag a kocsányos tölgy (*Quercus pedunculata*) kérgé, és gubacs (makktermésének a gubacsdarázs szúrása nyomán keletkező kinövése) volt. Elterjedten használták még a fenyőfélék (különösen a lucfenyő) kérgét, és a cserzőmörce (*Rhus cotinus*) levelét. A cserzést 1,5-2 m átmérőjű és mélységű gödrökben, vagy kádakban végezték három lépésben: előcserzés, sülllesztés, ültetés. A bőrt lerétegezték a kádba és közéjük hintették a cseranyagot, majd vízzel feltöltötték a kádat. A cserzés gyorsítása érdekében mozgatták a bőrt, keverték a cserlet. Később a cserzőanyagból előre kilúgozták a csersavat forró vízzel, és ezt a cserlevet öntötték a lerétegezett bőrökre. Ebben az esetben is használták a kéreg- ül. gubacsdarabokat; a bőrök közé szórták, ezzel megakadályozták azok összetapadását, így biztosították a cserle megfelelő behatolását a bőrökbe. Az előcserzés hígbab lében történt, ezt követte töményebb cserlével a sülllesztés, végül pallókkal lenyomtatva az ültetés, melynek során alkalmazott nyomás eredményezte a bőrök feszeségét és tömörségét, ezért pl. a talpbőröket többször ültették, tömörségük fokozására. A későbbi felhasználástól függően változtatták a cserievek tömörségét és a cserzési időt. (Bizonyos típusú kádakba rudakról lógatták be a cserezni kívánt bőrt, de a cserzés egyébként az előbb leírtakkal azonos volt.)

Ezután a felesleges, meg nem kötött cseranyagot vízzel kimosták a bőrből, hogy a színező és zsírozó anyagok könnyebben behatoljanak.

Víztelenítés

A bőrök víztelenítését taszítással végezték, ehhez horganyzott lemezzel borított asztalra fektették a bőrt barkaoldallal fölfelé, majd tompa élű (fatokba fogott acél, sárgaréz, kő vagy üveglap) taszítóvas segítségével a gerincvonaltól kifelé kipréselték belőle a vizet. Ezzel egyúttal kissé nyújtották is a bőrt.

Színezés

A bőrhibák elfedése, az esztétikai érték növelése céljából színezték a bőröket. Régen természetes anyagokat használtak erre a célra. Növényi cserzés esetében

¹ A tímártóke a tímárok egyik legfontosabb eszköze volt, egy 140-150 cm hosszú, kb. 60 cm átmérőjű félhenger, melynek csak az egyik végébe csapoltak lábakat, a másik vége a földön feküdt, így kb. 30-40%-os lejtésű volt, ami megfelelt a rajta végzett munkának.

a színezés történhetett a cserzés előtt, ilyen volt pl. a szattyán és a kordován, ezeket ugyanis a juh, vagy kecskebőr szőrtelenítése után kermesszel vagy kosenillel színezték, majd cserszömörccével csereztek. Az eredmény egy tartós, szép piros színű bőr lett. Fesztő növények oldatait is használták színezésre, pl. a kékfát, sárgafát és a vörösfát, diólét, dohány, vagy a festő rekette levét. A különböző növényi cseranyagok is rendelkeztek színező hatással, a cserszömörce zöldes-sárga, a fenyőkéreg vöröses-barna, a tölgygubacs barna színt kölcsönzött a bőrnek. Ezeket a színeket aztán különböző fémoldatokkal módosítani tudták (páncsízezés). A vassó oldat pl. befeketíti a növényi cserzésű bőrt. Ezt előszeretettel használták ködmönök, mellesek fekete rátétbőrének a színezésére, és könyvkötések díszítésére (ún. márványozás, ill. spricelés) egyaránt.

A színezés kisebb bőrök esetében bemelegítéssel, nagy bőröknél kefével történt. Az utóbbi esetben nem színezték teljes keresztmetszetben, a hússoldal tehát megőrizte a cserzéskor kapott színét.

Zsírozás

A zsírozás célja a rostok belső sűrűlódásának csökkentése, összetapadásuk megakadályozása, a cserzőanyag kioldhatóságának csökkentése, mechanikai tulajdonságok javítása.

Zsírozáshoz általában marhafaggyút, állati olajokat (pataolaj, halolaj) növényi olajokat, ill. ezek keverékét használták. A felvitel régen kézi kenéssel, kefével történt a bőr hússoldala felől. Ma forgó dobokban zsíroznak. A bőrt ez után ráhátra feszítve szárították, hogy a zsír jól beszívódjon a rostok közé, a bőr kissé megnyúljon, s visszanyerje eredeti formáját.

Felületkezelés, puhítás

Végül a bőrt, ha szükséges volt faragták, hogy még egyenletesebb legyen a vastagsága, majd enyhén benedvesítették és hónaljmanóval, vagy nyújtókoronggal puhították, hogy az összetapadt rostokat eltávolítsák. Beféjező műveletként, bizonyos bőrök felületét sima üveglappal fényesítették.

Egyéb cserzési, bőrkészítési módok

Az ismertetett növényi cserzés mellett a timsós cserzés számunkra a legfontosabb, hiszen a néprajzi gyűjtemények fehér bőreit (subákat, melleseket, dudákat, dohányzacskókat, stb.) a legutóbbi időkig timsóval készítették a fehér tímárok, vagy sok esetben maguk a juhászok. Már az ókorban alkalmazták ezt az eljárást Belső-Ázsiában, Perzsiában, Kis-Ázsiában, Egyiptomban, ott, ahol timsóbányák voltak. Európában a Kis-Ázsiából érkező arabok terjesztették el a módszert, de használata csak a XV. századtól vált általánossá. Magyarországon valószínűleg már a honfoglalás korában alkalmazták, s aztán hosszú ideig ez a cserzéstípus volt a legelterjedtebb. A növényi cserzést hazánkban a törökök honosították meg a XVI. században.)

A szőrös bőrt készítő falusi szűcsök, vagy

juhászok a bőrt általában patakban, cövekhez kikötve mosták, majd só, timsó, kukoricadara, korpá és víz elegyében áztatták, sűrűn forgatva kb. két hétig. Ez az eljárás tulajdonképpen pácolás és cserzés egy lépésben, hiszen a kukoricadara és a korpá erjedése során keletkező gyenge szerves savak rugalmassá teszik a bőrt, és kioldják a rostnyalábok közötti oldható fehérjéket, a timsó (kálium-alumínium-szulfát) alumínium tartalma pedig kötődik a bőrhöz. (Néha szódát is adtak a páclébe, mert segítette a húsolást.) A timsós cserzésű bőr száradás után kemény, merev, ezért cserzés után állandó mozgatás, gyúrás közben, "kéz között" szárították meg, vagy száradás után újrandedvesítve speciális puhító szerszámmal erősen megdolgozták (törték, horgolták). A timsós bőrt sosem zsírozták, mert attól besötétedett volna. Ha merinói juh bőrt készítettek ki, azt szappangyökérrel mosták kádban taposva, mert ez a bőr zsíros.

A rátétnak való bőrt mosás után "cerbelték" (hússoldalt meszes vízzel kenték), majd kézzel kitépkedték a gyapjút, és újra meszezték bemelegítéssel. A XX. század elején az erdélyi szűcsök "kénnátrionnal" (nátrium-szulfid) gyorsították a szőrtelenítést. Szőrtelenítés és húsolás után meleg timsós, sós, kukoricadarás lében meggyúrták a bőrt, majd 3 napig rajtahagyták a lét. Vastag berbécs bőröknél sósavat is tettek a csávéba gyorsítónak. Amennyiben színezték a bőrt, úgy kermeszt, vagy kosenilt (piros), esetleg páncsízéket használtak.

A gyimesi csángók még manapság is értik a bőrkészítést, melyhez árpakorpás, savós létet használnak. Az asszonyok végzik ezt a nehéz munkát.

A timsós bőr fehér színű, puha, melynek kezelésével azonban óvatosan kell bánni, mert a timsó nem kötődik erősen a rostokhoz, vizes áztatással könnyen eltávolítható. A módszer nagy előnye, hogy gyors, néhány hét alatt elkészül az így készített bőr, ellentétben a növényi cserzéssel, ami akár évekig is eltarthat.

A **bőrkészítés magyar módja** minden bizonnyal nagyon régi eljárás, ami a XVI. században jutott el Franciaországba s azóta az ily módon dolgozó tímárokat hongroyeurs-nak nevezték. A magyar cserzéssel leginkább szíjazatbőröket készítettek, ezért nagy, erős bőrt készítették (marha-, ökörbőr) használták alapanyagként. A bőrt mosás után hússolták, majd éles késsel, kaparóval szőrtelenítették, tehát nem meszezték, így a szőr töve a bőrben maradt, és erősítette azt. Újabb áztatás után timsó és só keverékének oldatában áztatták, és több ízben megtaposták a bőrt, közben több napot pihentetve. Szárítás után erős mechanikai megmunkálásnak tették ki, míg a bőr puhává és hajlékonyává vált, majd parázs fölött, olvasztott faggyúval itatták át. Ezzel a gyors cserzési eljárással hajlékony és nagyon erős, tartós, nagy szakítószilárdságú bőrt tudtak készíteni.

Az egyik legrégebbi cserzéstípus a **zsírcserzés** (olajos, vagy irhás cserzés), előállításához többnyire

vadbőröket (őz, szarvas, zerge) és juhbőrt használtak. A megmosott bőrről cserzés előtt a barkaréteget általában eltávolították, hogy annak tömött, sűrű rostjai ne akadályozzák a zsírok, olajok behatolását a bőrbe. Jelentős cserző hatása a sok telítetlen kettőskötést tartalmazó zsíroknak, olajoknak van, mint a halzsír, lenolaj, repceolaj, stb. A zsírcserzésű bőr sárgás színű, puha mosható (mosóbőr), belőle a zsírt nem lehet oldószerrel kioldani, mint az egyéb bőrből a zsírozó-kenőanyagot. A zsírcserzés leginkább Közép-Ázsiában, Távol-Keleten és a hideg éghajlatú vidékeken terjedt el. A cserzéshez felhasználták az elejtett állatok zsíráját, agyilletve csontvelejét, halikrát, halzsírt, melyek a zsíron kívül emulgeáló anyagokat is tartalmaznak, elősegítve a zsírok egyenletes eloszlását a bőrben.

Szintén timsót használtak a **glaszécserzéshez** is, ami tulajdonképpen a timsós és a zsírcserzés kombinációja. Ezt az eljárást leginkább a kesztyűbőrök előállítására alkalmazták. Általában finom kecske vagy juhbőrt dolgoztak fel így. Az áztatás, húsolás, meszezés, szórtelenítés és pácolás után a bőrt az ún. "gáré"-val vagy "daga-dó"-val kezelték. Ennek összetétele: timsó, konyhasó, tojássárgája, liszt, víz. A végeredmény világos, puha, mosható bőr.

Nagyon ősi, és egyszerű eljárás a **füstcserzés**, ami a zöld növényi részekből hő hatására felszabaduló aldehidek és fenolok cserző hatásán alapul. A cserzés úgy történt, hogy ástak egy gödröt, amiben tüzet gyújtottak, majd az erősen lobogó tüzet zöld növényi részekkel, tűlevéllel, trágyával lefojtották. A gödör fölé kúpszerűen körberakott pálcákra fektették a nyersbőröket, s a felszálló fehér füst cserezte meg azokat. A bőrök cserzés után világos vajszerűek és kissé kemények lettek. Ezt a cserzéstípust gyakran kombinálták zsírcserzéssel különösen Ázsiában, Szibériában és Észak-Amerikában. Ma a bőrgyárakban gyakran használják a formaldehidet előcserzésre, mert elősegíti a különféle cserzőanyagok behatolását a bőrbe.

A pergamen készítése

A pergamen tulajdonképpen cserzetlen, meszezett, szórtelenített és feszítve megszárított bőr. A nyersbőrt áztatják, meszezik, szórtelenítik, majd fakeretre feszítik. Ezután további meszezés történik, aminek célja a nedvesség és a zsír eltávolítása a bőrből. Végül a még nedves bőrt késsel vékonyítják, és horzsakővel dörzsölik, majd a felületi egyenetlenségeket krétaporral töltik ki, majd a bőrt a kereten hagyják megszáradni. Ez világos sárgás-fehér színt és sima felületet eredményez. A pácolás és cserzés elhagyása miatt a kollagénrostok közül nem oldódik ki a zselatinszerű rost közti állomány, s mintegy ragasztóként működik. A feszítve szárítás miatt az eredetileg háromdimenziós szöveteket alkotó rostok a felülettel párhuzamos síkba rendeződnek. Ez a rendezettség azonban nedvesség hatására megszűnik, a pergamen duzzad, hullámosodik.

Az ipari bőrgyártásban ma leginkább használt cserzőanyagok

Manapság a legelterjedtebb eljárás a krómcserezés, melyet a XIX. század végétől alkalmaznak. A cserzést háromértékű bázisos krómsókkal végzik, melyek kémiaiilag kötődnek a bőrhöz. A krómcserezésű bőrök világos szürkés-zöld színűek, és fokozottan hőállóak (100°C fölött sem zsugorodnak), vagyis hőre lágyuló ragasztókkal is jól ragaszthatók (cipőipar), de nehezen domboríthatók és díszíthetők préseléssel. Múzeumi tárgyak alapanyagaként nem nagyon fordulnak elő.

A bőrgyárakban szintén gyakran használt **műcserző anyagok** mesterséges úton előállított cserző hatású szerves vegyületek. Bár szerkezetük s kémiai összetételük eltér a növényi cserzőanyagokétól, sokban hasonlítanak azokhoz. A műcserző anyagok is jól oldódnak vízben és enyhén savas kémhatásúak. A használatukkal cserzett bőrök is hasonlítanak a növényi cserzésűekhez. A műcserző anyagok használata a XX. században vált általánossá, így múzeumi tárgyaknál nem találkozunk velük, de növényi cserzésű bőrök kiegészítéséhez megfelelőek lehetnek.

Bőr tárgyak károsodása

A bőr szerves, porózus anyag, amely állandó kapcsolatban van a környezettel. A kikészítés módja és anyagai meghatározzák a bőr tulajdonságait, de a gyártási hibák, a használat és a környezet hatásai mind nyomon követhetők egy-egy bőrtárgyon. A bőrtárgy károsodásának okait három nagy csoportba sorolhatjuk:

- a bőr készítéséből ill. a tárgy készítéséből eredő
- a tárgy használatából származó
- a környezeti hatások okozta károsodások.

A bőr készítése és a tárgy készítése során keletkező károsodások

A bőr készítése során leggyakrabban a túl erős (lúgos) meszes víz, illetve a túl tömény (savas) cseri használata okoz problémát. Mind az erős lúg, mind pedig az erős sav megmarja a bőrt és megbontja a kollagénrostok hosszú láncait. Ezáltal a bőr gyengül, szakítószilárdsága csökken. Növényi cserzésű bőrök-nél, ha túl erős cserlével kezdik a cserzést, akkor az nem hatol mélyre a bőrben, így a bőr közepe nem cserződik át (holtcserzés). Ez később a bőr kettéválását eredményezi. A túl sok cserzőanyag a barkaréteg repedezését is okozhatja, a cserzés gyorsítására a XVIII. századtól erős, ásványi savakat adtak a cserzőléhez, ezek a savak a bőrben maradvánnyal a kollagén fehérje lebomlását okozzák, a bőrt meggyengítik, törékennyé teszik.

Ásványi cserzőanyagok (pl. timsó+só) használatakor a feleslegben a bőrben maradt sók kiülhetnek a felületre (sókivirágzás).

Bizonyos páncsízűek szintén károsítják a bőrt. A nehézfém ionok általában elősegítik a szerves anyagok (így a bőr) oxidációs lebomlását. Többek között ez az oka annak, hogy a fekete (vassó oldattal átkent) növényi cserzésű bőrök gyenge megtartásúak, felületük repedezik.

Szintén a színezék károsítja a zöld szironybőröket és rátéteket a néprajzi tárgyakon. (1. kép.) Ezt a színt ugyanis úgy érték el, hogy a bőrre ammóniákat vagy vizet öntöttek, majd beszórták réz- vagy bronzporral. A keletkező rézvegyület lúgos kémhatású, ami megmarja a bőrt.

A tárgy használatából eredő károsodások

A hosszabb-rövidebb ideig használt tárgyakon, eszközökön a mechanikai károsodás (szakadások, kopások, deformáció, hiányok), a színek fakulása ill. megváltozása és a szennyeződések különböző fajtái figyelhetők meg leggyakrabban.(2. kép.)

A bőr számára ideális az 5% körüli zsírtartalom, ez megakadályozza a rostok összetapadását, csökkenti a belső súrlódást. A túl sok zsír bevitele eredményezi a zsírkiütést és a zsírkorroziót. A tulajdonos a bőrtárgyat (lábbelit, tarisznyát) rendszeresen zsírozta (dizsnózsírral, cipőpasztával kengette) azért, hogy megvédje a kopástól, és víztaszítóvá tegye. Az évek során bevitt sok zsír aztán kiül e felületre (zsírkiütés), és megkeményíti a bőrt, a barka repedezését okozza. (3. kép.) A zsírsavak a tárgy fém részeit (csatok, rögzítő karikák) korrodálják, ami a rézkapcsok körül zöldes paszta formájában jelentkezik. (4. kép.) Ez utóbbi jelenség a zsírkorrozió.



1. kép. Színezék által károsított rátétek



2. kép. Mechanikai károsodás



3. kép. Zsírkiütés és repedezés



4. kép. Zsírkorrozió

Nyergeken, viseleti darabokon figyelhetjük meg az izzadság károsító hatását.

A timsós cserzésű bőrtárgyak, ha eláztak, száradás után megkeményedtek, merevvé váltak.

A környezet károsító hatásai

A kész bőr víztartalma optimális esetben 12-20% közötti. Mivel a bőr porózus anyag, igyekszik a környezet nedvesség tartalmával egyensúlyba kerülni, vagyis vizet ad le (zsugorodik) vagy vesz föl (duzzad). A túl kevés nedvesség a bőr kiszáradásához, törékenységéhez, szélső esetben visszafordíthatatlan károsodáshoz vezet. A túlzottan sok víz kioldhatja a fölös cserzőanyagot a rostok közül, megbonthatja a cserzőanyag kötődését a fehérjéhez (különösen timsós bőrnél áll fenn ez a veszély). Ha hosszabb ideig teszik ki a bőrt nedvességnek, a víz teljesen elbontja, a bőr elenyvesedik. Lúgos környezetben a bőr kemény és repedezett lesz, erős savak pedig felbontják a kollagénben a kémiai kötéseket, a bőr mállékonnyá válik.

A legnagyobb kárt a túl nedves és a száraz klíma váltakozása okozza, mert a bőrt állandó vízfelvétele és vízleadásra, tehát mozgásra kényszeríti. A bőr egy idő után elveszti rugalmasságát, lebomlása felgyorsul.

A nagy víztartalom a mikroorganizmusok megtelepedését segíti elő a bőrön. A penészek és baktériumok enzimeket és savakat termelnek, amikkel lebontják a bőr kollagénjét. A rovarok megtelepedéséhez is szükség van némi nedvességre, bár ez fajonként eltérő. A rovarok általában a zavartalan, sötét, poros zugokat kedvelik, több faj szívesen fogyasztja a bőrt ill. a szőrt (múzeum bogár, portetű, szűcsmoly, stb.). Több rovarnak a használt ragasztók (enyv, keményítő) a tápláléka, de annak elfogyasztása után a bőrbe is belerág.

A fény, főként annak UV (ultraibolya) tartalma kémiai reakciókat indít el a bőrben, ennek eredményeként először a színezett tárgyak színei fakulnak, majd a kollagén láncok feltördelődése következtében a bőr elveszti szilárdságát, törékennyé válik.

A szilárd és légnemű légszennyező anyagok is sokféleképpen károsíthatják a bőrt. A levegőben szálló, majd a tárgy felületére ülepedő por erős adszorpciós képessége miatt megkötí a nedvességet, és magába szívja a zsíros kezelő szereket, ezzel kiszárítva a bőrt. A benne lévő nehézfémek pedig elősegítik a lebomlási folyamatokat.

A légszennyező gázok egy része savakká oxidálódik, ezek a savak pedig károsítják a szerves anyagokat, különösen a kén-dioxid és kén-trioxid fontos a mi szempontunkból, mert ezekből kénsav keletkezik. A kénsav pedig bizonyos típusú növényi cserzőanyagokkal kikészített bőroket jellegzetes téglavörös szín keletkezése mellett lebont, szivacsossá tesz. Ezt a károsodást nevezzük vörös rothadásnak. (5. kép.)

A néprajzi bőrtárgyak tárolása, kiállítása és konzerválása

A néprajzi gyűjtemények bőrtárgyai többnyire többféle anyagból készültek, összetett anyagúak, a bőr

mellett fémek (réz, bronz, vas), gyapjú- és selyemfonal, textil, fa, üveg is látható rajtuk. Tárolásuk, kezelésük ezért nem könnyű feladat. Mivel a szerves anyagok általában érzékenyebbek a környezeti hatásokra, a raktár és a kiállítóterem klímáját ezeknek az igényeihez kell igazítani. A megfelelő klíma kialakításával részletesen foglalkozik Járó Márta cikke, ezért e tanulmányban a tárolásról, az installálásról és néhány tisztító, konzerváló eljárásról esik szó.

Tároló és csomagoló anyagok

A bőrtárgyakat fénytől, portól védeni kell, ezért tárolásukat szekrényben, vagy dobozokban a legcélszerűbb megoldani. A szekrény, ha lehet gyantamentes, kis savtartalmú keményfából készüljön, a polcokat pedig borítsuk be savmentes papírral², vagy fehérítetlen pamutvászonnal³. Vigyázzunk, hogy a szekrény, ill. a polcok ne érjenek hozzá a falhoz, vagy a padlóhoz. A sérülékeny tárgyakat (pl. dobok, fejdíszek, tollal kombinált tárgyak) célszerű dobozokba tenni. Ha nincs lehetőség savmentes kartonból készíteni a dobozokat, akkor savmentes papírral kell kibélelni azokat, vagy a tárgyakat becsomagolni. Ügyelni kell arra, hogy a szekrények szellőzzenek, a levegő keringését szellőző nyílásokkal biztosíthatjuk. Ha a szekrényes tárolás nem megoldható kalapácsolakkal⁴ bevont, fém (Dexion Salgó) polcokat is be lehet függönyözni, s így biztosítható a pormentes tárolás a polcokon. A táskákat, tarisznyákat, dohányszacskókat és egyéb tároló eszközöket, valamint cipőket, csizmákat savmentes papírral, papírvattával⁵, vagy pamutvászonba csomagolt vattával enyhén kitömve, formára igazítva és becsomagolva ajánlatos tárolni. Papucskok, szandálok esetében elegendő lehet egy kartonból hajtott támaszték a lábbeli megtámasztására. (6. kép.)

Sok helyet lehet megtakarítani azzal, hogy kisebb, kevésbé sérülékeny tárgyakat fehérítetlen vászonzacskókba helyezünk, a zacskók szájánál gumiházakat varrunk, amikbe farudat helyezünk. A zacskók aztán a farudak segítségével a szekrénybe vagy a falhoz rögzített rudakra támasztva tárolhatók. (7. kép.)

²Savmentes papír alatt a ligninmentes, szintetikus enyvezésű, kalcium-karbonáttal puffertolt papírokat értjük, melyek megfelelnek az ISO szabványnak. A magyarországi papírgyárak 80-120g/m² tömegű író-nyomó papírjai megfelelnek ezeknek a követelményeknek. Ismeretlen papír esetében azt kell megtudni, hogy mennyi lignint tartalmaz, és mivel enyvezték. A timsós-gyantás enyvezés savassá teszi a papírt, így az gyorsan öregszik, törékennyé válik, sárgul. Az ilyen papírt nem szabad használni mőtárgyak csomagolására!

³A fehérítést ugyanis általában klórral végzik, s mindig marad az anyagban szabad klór, ami megtámadja a szerves anyagokat.

⁴A kalapácsolakot beégetik a felületbe, így az később nem bocsát ki magából káros anyagokat.

⁵Bár a papírvatta nem savas, mégsem a legjobb csomagolóanyag, mert nagyon puha, ezért könnyen szakad és szöszöl.



7. kép. Kisebb bőr tárgyak tárolása vászonzacskókban



6. kép. Lábbelik tárolása



8. kép. Bőr viselet tárolása kitömött vállfán



5. kép. Vörös rothadást szenvedett bőr

Hasonlóképpen gondoskodhatunk a bőrruhák (bundák, ködmönök, mellesek) pormentes tárolásáról is, ha a vállfára akasztott ruhadarabot vászonzacskóba húzva akasztjuk a szekrénybe vagy egy farúdra. A vászonhuzat záródását oldalt tépőzárral, vagy megkötő szalagokkal biztosíthatjuk. A vállfát azonban minden esetben ki kell tömni (vattával, vagy puha ronggyal), majd vászonnal borítani (8. kép.). Ezzel elkerülhető a ruhadarabok deformációja. A nehéz bőrruhákat (pl. bundák) ajánlatos inkább fektetve tárolni, hogy ne nyúljanak meg.

Ebben az esetben az egymásra hajtott rétegek közé helyezzünk papírt, vagy vásznat, a ruha ujját és vállrészt pedig enyhén tömjük ki és igazítsuk formára. Ha lehet, ne tegyünk több tárgyat egymásra.

Rovarfertőzések megelőzése és fertőtlenítés

A molyok, a múzeumbogár, a kenyérbogár vagy a szalonnabogár lárvái pusztítják a bőr és szőrme tárgyakat. A kifejlett nőtények leteszik petéiket a műtárgy felületére, majd a kikelt lárvák táplálkoznak, vedlenek, növekednek, bebábozódnak, végül kifejlődik az imágó. A kifejlett példányok általában virággal, nektárral táplálkoznak, ezért kirepülnek a szabadba, majd ott párosodnak és megpróbálnak visszarepülni, hogy a petéiket lerakják. Bejutásukat megakadályozhatjuk a nyílászárók szigetelésével, és szúnyoghálóknak az ablakokra erősítésével. Csak olyan ablakon keresztül szellőztessünk, amelyiken szúnyogháló van. Virágot, ételt ne vigyünk a raktárba, s ne engedjük oda állatokat sem (pl. macska, madarak), mert azok elhullott szőrzete ill. élősködői jó táplálékot jelentenek a rovaroknak. Mivel a rovarok általában szeretik a zavartalan, sötét, poros, kissé nedves helyeket, próbáljuk ezeket megszüntetni. A rendszeres takarítás (porszívózással) és szellőztetés (légcserre), valamint a tárgyak időnkénti mozgatása segít a rovarok távol tartásában.

Emellett azonban érdemes rovarriasztó szereket is használni. (Ilyen, pl. a Global⁶, és a Catch márkanévű anyag.) A rovarriasztó anyagokat azonban sose tegyük a műtárgyra! Helyezzük kis zacskóban, vagy dobozban a polcokra, ill. szekrényekbe, s emellett is rendszeresen vizsgáljuk meg a tárgyakat. A rovarok jelenlétének ellenőrzésére használhatunk ragacs lapos rovarcsapdákat. Ezek ragasztóanyaggal bekent kartonlapok, melyeket a polcok alá, fal mellé, vagyis a rovarok közlekedési útjába helyezhetünk, így az arra sétáló példányok beleragadnak a csapdába. A csapdák rendszeres ellenőrzésével észlelhető az esetleges rovarfertőzés.

Ha lehet, próbáljuk megelőzni a rovarok bejutását a

⁶A Global kémiailag para-diklór-benzol, erős szagú anyag, klór tartalma miatt már nem nagyon használják.

⁷Fagyasztás előtt meg kell győződni, hogy nincs-e olyan alkotóeleme a tárgynak, ami károsodhat a hirtelen hűtéstől (pl. a viasz porlékonyra válik a fagyasztástól). Vizes, nagy nedvesség tartalmú tárgy sem fagyasztható.

⁸A módszer azon alapul, hogy a rovarok anyagcseréjéhez is szükséges az oxigén jelenléte, ha az oxigénszintet 1% alá csökkentjük, akkor a rovarok elpusztulnak. A kezelést csak nagyon jól szigetelt konténerben lehet elvégezni és több hétig tart.

raktárakba. Amennyiben megtörtént e fertőzés, úgy több módszerrel fertőtleníthetünk. A leghatásosabb, és a tárgyra általában nem veszélyes módszer a fagyasztásos fertőtlenítés. Ennek során a polietilén fóliába csomagolt műtárgyakat rövid idő alatt (3 óra) mínusz 24 °C-ra hűtik, majd fokozatosan melegítik fel szobahőmérsékletűre⁷. A hirtelen lehűlést nem tudják elviselni a rovarok, elpusztulnak. A peték esetleg túlélhetik a kezelést, ezért néhány hét múlva (a peték kikéltése után) célszerű megismételni.

Használható fertőtlenítésre a CO₂ és a N₂ gáz⁸ is, de a módszer kivitelezése bonyolult, és a peték ebben az esetben sem pusztulnak el. Alkalmazhatók még vegyszerek (többnyire klórozott szénhidrogének) általában gáz formájában, de az ezekkel történő fertőtlenítést csak erre szakosodott cégek végezhetik. Ajánlatos előre tájékozódni az alkalmazni kívánt vegyszer esetleges műtárgy károsító hatásáról.

A mikroorganizmusok elleni védekezés

A penészek, baktériumok élettevékenységéhez nedvesség jelenléte szükséges. Azonban a mikroorganizmusok a nedvességet nem képesek a levegőből felvenni, hanem csak "táptalajból", ami jelen esetben valamely szerves anyagú műtárgy. A műtárgyak anyaga, a bennük lévő cserző-, színező-, zsírozóanyagok, stb. befolyásolják a penészek életlehetőségét.

A szerves anyagok nedvességtartalma függ a környező levegő páratartalmától. A raktár klímájának helyes beállításával tehát védekezhetünk a penészedés ellen. Nem szabad azonban elfeledkezni arról a tényről, hogy a levegő tele van penész spórákkal, amik már kevés nedvesség hatására csírázni kezdenek. A múzeumok penészfertőzései leggyakrabban a raktárak kis területein alakulnak ki, mert egy nem bolygatott, kevéssé szellőző sarokban az átlagnál akár jóval nedvesebb mikroklíma keletkezik. A penészedés megelőzésére tehát biztosítani kell a raktárakban a megfelelő légcserét, és megszüntetni a szellőzetlen zugokat.

Sajnos manapság nem ismerünk olyan fertőtlenítőt szert, ami vagy az emberre, vagy a műtárgyra ne lenne veszélyes, ill. káros.

Ezért mindenképpen a megelőzésre kell a hangsúlyt fektetni.

Ha mégis bekövetkezik a fertőzés, akkor el kell különíteni a fertőzött tárgyakat, mielőbb kiszárítani azokat és a raktárt, majd mechanikusan eltávolítani a penésztelepeket és spórákat a felületről. Ez utóbbi művelet történhet porszívóval, vagy vattatamponnal. Ha lehet elszívó fülke alatt, vagy a szabadban végezzük, és használjunk gumikesztyűt, valamint védőmaszkot, mert a penészek néhány faja képes megtelepedni a tüdőben, a spórák pedig bőr és tüdő irritációt okozhatnak. Ha mégis szükségesnek ítéljük meg a fertőtlenítést, akkor használhatunk 70%-os etil-alkoholt (etanol : desztillált víz - 7:3), de tudnunk kell, hogy az alkohol vízelvonó képessége miatt erősen szárít.

Tisztítás, konzerválás

A port, már említett káros hatása miatt ajánlatos eltávolítani a műtárgyokról. Mivel általában gyengén kötődik a felületen, többnyire mechanikusan eltávolítható. A tisztítást nagyobb tárgyak és viseleti darabok esetében kezdjük porszívózással. A tárgyat takarjuk le ritka szövésű tüll anyaggal, és gyenge szívóerő mellett porszívózzuk át a felületet kívül-belül. Közben fogjuk le a tüllt, és vigyázzunk, hogy ne súroljuk a tárgy felületét a porszívófejjel. (9. kép.) Így elkerülhetjük, hogy a szakadozott szélek és a "lebegő" darabok leszakadjanak. Kisebb tárgyakat puha ecsettel portalanítsunk, itt is ügyelve a sérült részekre.

Az erősebben kötődő szennyeződések eltávolítását különböző keménységű radírokkal érdemes megpróbálni. Különösen fontos ez a timsós cserzésű, szőrmés ruhadaraboknál, hiszen azokon a bőr húsoldala látszik, ami nedvesen nem tisztítható mert "besül" a felület. Bőr tárgyak tisztításához sose használjunk radírport, mert az beül a bőr finom pórusaiba, és nem lehet onnét eltávolítani. *Tilos kenyérbéllel tisztítani*, mert a kenyér apró darabkái a felületen maradnak, és később a rovaroknak remek táplálékul szolgálnak!

Prémek, textillel kombinált tárgyak (pl. bélelt tarisznyák) szépen tisztíthatók benzines fűrészpórral, vagy korpával a száraz tisztítás után. Keményfa fűrészpórt vagy korpát át kell szitálni, hogy a nagyon apró részecskéket eltávolítsuk (mert beleülnek a pórusokba), majd benzinnel összekeverni. Az éppen nedves masszával aztán finoman végigtisztogatjuk a tárgy felületét körkörös mozdulatokkal, majd alaposan kiporoljuk és kiporszívózzuk a fűrészpórt, ill. korpát.

9. kép



Növényi cserzésű barkás bőroket nedvesen is tisztíthatunk, különböző vizes-zsíros, ill. oldószeres emulziókkal (likkerek). Számtalan receptet közöl a szakirodalom, azonban elővigyázatosnak kell lennünk, mert besötétíthetik a bőrt, esetleg a színezéket is oldhatják. Ezért minden esetben végezzünk próbát a használni kívánt emulzióval a tárgyon lévő összes színezékre (a díszítő elemek színeire is), s várjuk meg a próba helyén a bőr száradását. Ha nem változtak a színezékek és az alapbőr színei, akkor használhatjuk az emulziót. Jól kinyomott vattapamaccsal, egyszerre kis mennyiséget vigyünk a felületre körkörös mozdulatokkal, majd hagyjuk megszáradni a bőrt. Ha szükséges többször ismételhetjük a műveletet, de közben mindig várjuk meg a száradást. Csak ép barkájú bőrt tisztítsunk így, vigyázzunk a díszítésekre. A vaknyomás rajzolata elmosódhat, ha túlzottan nedvesítjük a bőrt. Aranyozott, ezüstözött, vagy festett felületek esetében pedig a kötőanyagot oldhatja, vagy duzzaszthatja az emulzió, így a díszítés lekenődhet a felületről. Különösen óvatossá kell lennünk a zöld szíronybőrökkel. A zöld színt ugyanis a már leírt ammóniás rézporral állították elő a bőr felületén, vagyis nem használtak kötőanyagot, ezért a szín könnyen letörölhető a barkáról. Ha nem vagyunk biztosak a dolgunkban, akkor inkább ne használjunk emulziót a tisztításhoz.

Megkeményedett bőrtárgyakat formára igazításhoz érdemes párakamrában nedvesíteni. Ez nagyon kíméletes eljárás, és nem igényel különleges berendezést. Fóliából készítsünk egy sátrat és feszítsük ki. Vigyázzunk, hogy ne rogyjon meg a fólia, mert akkor ott

lecsöppenhet a víz a műtárgyra. A tárgyat helyezzük papírvattára vagy szivópapírra a sátor alá. Ha rendelkezünk ultrahangos párasító készülékkel⁹, akkor azt desztillált vízzel feltöltjük, bekapcsoljuk és a csövet a sátor alá dugjuk (10. kép). Hajszáll-higrométerrel tudjuk ellenőrizni a páratartalmat. A kezelés néhány órát is igénybe vehet, rendszeresen ellenőrizni kell a bőrt, s ha kellően megpuhult, akkor kivenni, formára igazítani, papírvattába csomagolni, és lassan megszáritani.

Ha nincs ultrahangos párasító készülékünk, akkor egy tálcába öntsünk *hideg* vizet¹⁰, tegyük rá egy rácsot, majd erre szivópapírt és a tárgyat.

Amennyiben szakadt, hiányos viseleti darabot puhítottunk, a lebegő részeket vékony, rozsdamentes rovartűvel kitűzhetjük egy polisztirol habból készített formán. Ezzel elkerülhetjük a zsugorodást, és a tárgy biztosan az eredeti formájában fog megszáradni.

Növényi cserzésű bőrből készült tarisznyákat, lábbeliket gyakran zsíroztak a tulajdonosaik. A sok bevitt zsír megkeményítette a bőrt, sok esetben a barkát megrepszettette. A tárgy megőrzése érdekében a felesleges zsírt el kell távolítani a bőrből. Ezt benzines pakolással tudjuk elérni. A tisztításnál már leírt módon előkészítjük a benzines fűrészport, vagy korpát, majd a tárgyat kívül-belül betertjük vele, és fóliával letakarjuk, hogy ne párologjon el a benzin. (Ha lehet elszívó fülke alatt, vagy a szabadban dolgozzunk.) A zsír szépen, lassan a benzines masszába szívódik, amit a felület időnkénti dörzsölgetésével (körkörösén) is elő lehet segíteni. Ha szükséges többször meg lehet ismételni a kezelést. Ha a bőr megpuhult, a benzines masszát eltávolítjuk és a tárgyat jól kiporszívózzuk.

A tárgyak tisztítás és formára igazítás után a már leírt módon és körülmények között tárolva, sokáig megőrizhetők. A sérülések javítása, ragasztása, a hiányok kiegészítése egy következő tanulmány témája lesz.



10. kép

Felhasznált irodalom

Flórián Mária - Tóth Béla: Tímárok. A bajai tímárműhely a Szabadtéri Néprajzi Múzeumban, Szentendre, 1992

Kissné Bendefy Márta - B. Perjés Judit - Torma László: Bőr anyagtan és konzerválás, Budapest, Magyar Nemzeti Múzeum, 1992

Kresz Mária: Népi szücsmunka, Budapest, Corvina Kiadó, 1979

Orosz Katalin
papír és bőrrestaurátor művész
Magyar Országos Levéltár
1014 Budapest, Bécsikapu tér 4

⁹irodai klíma berendezéseket forgalmazó cégektől beszerezhető.

¹⁰A meleg víztől a bőr elenyvesedhet, a tárgy tönkre mehet.

Kerámiarestaurálás I.

T. Bruder Katalin

Érdekes jelenség, hogy a kerámia restaurálás rangja az elmúlt néhány évtizedben mennyire lecsökkent. Ennek több oka is lehet - magam úgy látom, hogy ez a fejlődés káros kinövése, s most már, mint a kamaszkor, elmúlóban van. Véleményem szerint, amikor a természettudományok különböző ágai új távlatokat nyitottak meg a restaurálás előtt, a kézműves, művészi oldal elvesztette az addigi, szinte egyeduralmát, sőt, háttérbe szorult. A szakemberek képzésénél, a publikációknál, stb. a kiválogatás alapvető szempontja az elméleti, tudományos oldal volt. Igaz, a kézműves, művészi tevékenységről nehéz is írni, vagy elméletben tanítani. Tudomásul kell venni, hogy a restaurálás, konzerválás egy-egy összetett feladat esetében főként, team munka. Az elméleti kutatásokat megfelelő szakemberek végzik, akik az esetek legnagyobb részében nem tudnak, s nem is akarnak restaurálni. A restaurátorok felhasználói, alkalmazói az elméleti kutatások eredményeinek. Ma már legalábbis igen ritkák a reneszánszban előforduló univerzális tehetségek, igaz, ma az ismeretanyag is sokkal nagyobb.

Tehát itt az ideje, visszaadni a nagyon jó formaérzetet, színérzetet, technikát igénylő kerámia restaurálás rangját, s a helyére tenni.

Elméleti oldalon, tán éppen a problémák nehézsége miatt, nagy mulasztásaink vannak úgy az anyag-, mint a technikai vizsgálatoknál. Ma a 24. órában vagyunk, hogy az elzártabb településeken élő és dolgozó iparosoknál olyan fortélyokat tanulmányozhassunk, amelyek már talán 1-2 év múlva, az utolsó "régimesterekkel" együtt kihalnak. Nem az "idegenforgalmi népművészetre" gondolok!

Lehet, hogy a fémrestaurálás témakörében, például a technika megismerése, szisztematikus, minden részletre kiterjedő felmérése, a mai igények szerint való rögzítése területén már imitt-amott el is késtünk. Ne kövessük újra el ezt a hibát!

A kerámiaiparosság / művészet, nagyon fontos úgy a régészet, mint a néprajz, sőt a társadalomtudományok kutatásaiban is. Ebből következik, hogy a kerámia restaurálása is alapvetően fontos.

A kerámia alapanyagai és feldolgozási módjuk

A kerámiaféleségek szakszerű restaurálásának elsajátításához legalább az agyagféleségek legalapvetőbb tulajdonságait, gyártási technológiáját ismerni kell. Természetesen a teljesség igénye nélkül készült ez az

összeállítás, de legalább az alaptípusokat, alapmódszereket szeretnénk összefoglalni és rendszerezni, a jobb áttekinthetőség érdekében. Teljesen hiányoznak a feltüntetett anyagok közül a leginkább az elmúlt egy, másfél évszázad folyamán előállított, különleges rendeltetésű alapmasszák.

A kerámiaipar - fazekasság alapanyaga az agyag. Ez az üledékes kőzetek mállásakor keletkezett, főként a harmad- és negyedkorban. Az agyag keletkezésében a fizikai málláson kívül a szénsavtartalmú vizek, vulkanikus gázok és gőzök, valamint a humuszsav is erősen közrejátszottak. A legtöbb agyagtelepülés nem a keletkezési helyén fordul elő, mert a vizek, a szél, a földmozgások elhordták, így az agyagokhoz idegen ásványi anyagok keveredtek, melyek az agyag tulajdonságait, színét befolyásolják. Az agyagok általában alumínium-hidroszilikátok, s 2 mikronnál kisebb szemcseméret jellemző rájuk.

Az agyagásványokat három fő csoportba osztják: *kaolinit, illit, montmonllonit*. Az agyag alkotórészei majdnem mind kristályosak, amorf anyagokat csak nagyon kis mértékben tartalmaz. Vízzel hozzáadásakor megduzzad, képlékeny, alakítható, szárítás után alakját megtartja, kiégetéskor megkeményedik. A tárgyak kialakításakor legfontosabb tulajdonságát, képlékenységet használjuk. Ezt kristályainak rétegszerkezete (lamellás szerkezet), a kristályok között lévő kolloid anyagok és víz eredményezik, mintegy kenőszertként segítik elő a kristályok egymáson való elcsúszását.

Az agyagok földünk üledékes kőzeteinek több, mint 70 %-át teszik ki, s így, az agyag mindenütt hozzáférhető, olcsó, jól feldolgozható alapanyag. Égetéskor a felületükön meglágyuló agyagrészecskék összetapadnak anélkül, hogy valóságos olvadék jönne létre.

Gyakorlati felhasználásuk szerint a sokféle agyagfajtát az alábbi csoportokba sorolják:

Kaolinok: fehér színű, idegen ásványi anyagoktól mentes, főként kaolinitből álló, fehér színűre égető agyagok.

Tűzálló agyagok: nagy agyagásvány tartalmú, általában szürke, barna, fekete színű agyagok, 1600 °C fölött égetik. Ha vasban szegény, fehérre ég, s kőedénynek is nevezik.

Nem tűzálló agyagok: alacsonyabb hőfokon égnek ki, agyagásványokon kívül egyéb ásványi anyagokat is tartalmaznak. Vastartalmuk miatt égetés közben

megsárgulnak, megvörösödnek. Ha kalcium-karbonát tartalmuk meghaladja a 20 %-ot, márgás agyagnak nevezük.

Bentonitos agyagok: eruptív kőzetek mállási termékei, leginkább adalékanyagként használják.

A restaurátori munka során az esetek döntő részében a különböző korokból származó fazekasipari termékekkel, iparművészeti kerámiákkal találkozunk.

A más-más céllal készült kerámiák alapanyagát különböző tulajdonságok elérése érdekében, felhasználásuk előtt gyakran keverik egyéb anyagokkal. Ezt általában soványításnak nevezik, melynek következtében csökken az agyag képlékenysége. Nehezen lehetne felsorolni az összes anyagot, amit a kerámia története során erre a célra felhasználtak. A régészeti, történeti anyagokban gyakran találkozunk szervesen: homok, kavics, kőzúzalék, mészpát, samott, és szerves: növényi részek, pelyva, faszén, stb., adalék anyaggal. Előbbiekkel a kerámiák kisebb égetés közbeni zsugorodását, jobb tűzállóságát, míg az utóbbival a felrakás közbeni jobb tartást, lazább szerkezetet érték el. Ide kell sorolnunk a grafitos kerámiát is. Az agyagok kövértését, tehát képlékenyebbé tételét hevertetéssel, kolloidképző anyagok hozzáadásával bizonyos mértékig növelhetjük. Következésképpen lehet, az erősebb zsugorodás, száradás, égetés közbeni repedés fokozott veszélye.

Az iparművészeti, népi finomkerámiák (fazekasáru, mázas kerámia, majolika, fajansz, keménycserép, kőedény, porcelán) formájának kialakítása különböző módokon történik:

Felrakás: a legősibb önálló tárgyformálási technika, a képlékeny agyagból hurkát, vagy szalagot készítenek, ezeket körkörösén, vagy spirálisan egymásra rakják, összedolgozzák, tömörítik, eldolgozzák.

Korongozás: Kézi korong esetében a korongot egyik kezükkel hajtották, a másikkal a felrakásos módszerrel építették az edényt. Később a meghosszabbított tengely alsó részén lévő nagyobb korong segítségével, lábbal hajtották a korongot, agyagtömbből két kézzel, vagy célszerszámokkal alakítják ki az edényeket.

Formában való formálás: az agyagot negatív formába nyomják bele, ha ezt korongon, sablon segítségével teszik, bekorongozásnak, ha a forma külső részére nyomja a sablont, rákorongozásnak nevezzük.

Szabadon való formázás: szobrászati technikával történő tárgykialakítás.

Öntés: a folyósító szerrel kezelt hígabb agyagot gipszformába öntik, amely abból a vizet bizonyos mértékig kiszívja. A kellő falvastagság elérése után a felesleget kiöntik, szikkadás után a formából kiszedhető.

Préselés, sajtolás: kizárólag ipari sorozatgyártásban használják, nedves, vagy száraz anyagból, néha öntéssel kombinálva.

Az elkészült agyag árút minden esetben szárítani kell, ekkor a felvett víz nagy része (a nedves súly kb. ¼ része) a kapillárisokon keresztül eltávozik. A szárítást követi az égetés, mely nagyon különböző hőfokokon történik, az alapanyagtól függően. Az alábbi hőfokok

általánosságokban érvényesek, inkább csak a tájékozódást szolgálják:

800-1000 °C	fazekasáruk,
1100-1300 °C	kőedények, porcelán, klinker keménycserép,
1300-1500 °C	samott.

A kerámiák, agyagipari termékek égetése az őskortól kezdve, mind a mai napig erre a célra kialakított kemencékben történik. Ásatások során mindig nagy jelentőségű egy-egy kemence feltárása, hiszen az közvetlen bizonyíték az általános technikai fejlettségre, a kerámiakészítési színvonalra. A legelterjedtebb kemencetípusok:

Köldökös kemence: (égető katlan) a legősibb típus.

Báránys kemence: már a régi Kínában is alkalmazták, hazánkban a népi fazekasok használták a legutóbbi időkig.

Visszatérő lángú kemence: a rómaiaknál tűnik fel először, szintén a legutóbbi időkig használatos.

Muffolás kemence: a tárgyak nincsenek közvetlen lángnak, füstnek kitéve, hőátadó falon keresztül melegítik.

Bukó lángú, kerek, emeletes kemence: a porcelán égetésére szolgál, felül történik a zsengelés, alul a mázas égetés. A tárgyakat samott tokba helyezik, a füst, láng távoltartására, az elszíneződés megakadályozására.

Gáz-, olaj- és elektromos fűtésű kemencék: a XX. századtól terjedtek el. Ezek lehetnek szakaszos üzeműek (égetés után lehűtik, kirámozzák) és folyamatos üzeműek (a tárgyak lassan, folyamatosan haladnak az égető alagútban). Utóbbi a tömeggyártásban jellemző.

A kerámia és porcelántárgyakat igen gyakran mázazzák, festik. A máznak nemcsak esztétikai, hanem felületvédelmi (használati) és higiéniai szerepe is van. Felhordása a kerámiák felületére alámerítéssel, festéssel, vagy szórással történhet. Jellegük szerint a mázak átlátszóak, áttetszők, illetve fedőmázak lehetnek. Készítésük szerint megkülönböztetünk nyers- és frittelt mázat.

Ásatások kerámia restaurátori feladatai

A legtöbb ásatásnál az előkerülő anyag zöme kerámia. Az esetek jelentős részében a kerámiák, töredékek mosása a helyszínen a legszerencsésebb. Ekkor még a talajból a kerámia anyagába és felületére került vízben oldható sók (kalcium-, magnézium-, nátriumsók), nem reagáltak a levegő szén-dioxidjával, s nem alakultak át vízben oldhatatlan kalcium-, magnézium-karbonáttá, s még tiszta vízzel eltávolíthatók. Nem szabad megfélekedni arról, ha egész edény kerül elő, a belsejéből pontosan feliratozva, mintát vegyünk a későbbi esetleges anyagvizsgálat céljára. Mállékony, rossz megtartású anyag tisztításához csak akkor szabad hozzáfogni, ha minden feltétel biztosított a konzerváláshoz is. Figyelmet kell fordítani a kísérő cédulák megőrzésére! Nagyon praktikus az előre nyomott, szilikonos alapanyagú papírból készült kísérőcédula, amelyet alkoholos rostirónnal lehet kitölteni.

A kerámiák, töredékek elcsomagolása szerencsés, ha műanyaghálóbból készült zacskóba történik. Ez szellőzik, s a papírzacskóval ellentétben nem esik szét.

Ha vízzel nem tisztítható szennyeződés van a kerámiákon, a vegyszeres kezelést célszerű restaurátor műhelyben végezni.

Ha repedezett, rossz megtartású de egész, vagy egyben lévő kerámia kerül elő, azt a műhelybe szállításig meg kell óvni, törésmentes szállítását biztosítani kell. Ezt mindig a benne lévő földdel együtt tesszük. Ha fül van, a fül és az edény palástja közötti földet is bent hagyjuk. Ha nem túl nagyméretű és nem nagyon rossz megtartású a tárgy, elég csak gézzel szorosan körülcsavarni. Ajánlják még a toluolban oldott, 10 %-os Paraloid B72-vel (metil-akrilát és etil-metakrilát kopolimer), PVB poli(vinil-butirál) 3-5 %-os denaturált szeszes oldatával, vagy a 20-50%-os vizes hígítású Plextollal való lekenést is. Ennek az a hátránya, hogy tökéletes eltávolítása az anyagból lehetetlen, s ez a későbbi konzerválást zavarhatja. Ugyancsak nehézséget okozhat a tisztítás során a szennyeződések konzerválása is. Ehhez képest nem adnak kellő tartást a szállításnál. Másik módszerként említi az irodalom a tárgy selyempapírral való betekerését, majd 30 °C alatti hőmérsékletű gyertyaviasszal való körülöntését. A viasz ezen a hőfokon szilárd, de ha valóban megolvastjuk, s a selyempapírra felhordjuk, fennáll a veszélye, hogy a kerámiára kerül, zsírfoltot hagy, s ha valamilyen oknál fogva a kerámia megszívna magát paraffinnal, csak nagy nehézségek árán lehet, ha egyáltalán lehet, a későbbiekben ragasztani, kiegészíteni vagy konzerválni.

Egyik legjobban bevált in situ felvételi módszer a kerámiáknál: a nagyjából megtisztított edény palástjára szorosan kreppesített nátronpapírt tekerünk, ha az nem áll rendelkezésre, megnedvesített kalappapírt, vagy újságpapírt pacsokolunk rá több rétegben. Ezt követően - amennyiben nem rugalmas, kreppesített papírral, dolgoztunk - megvárjuk a papír száradását, majd az edény feneké mellett pár centiméterre leásunk, hogy az, mint egy emelvényen álljon, s óvatosan egy réteg földdel levágjuk. Ezt a földet is letisztítjuk, s a fenti burkolást a fenékrészen is elvégezzük. Ha szükséges, erre kerül a gipszpólya borítás.

Gyors és egyszerű megoldás, ha a kerámiát poliuretán habbal vesszük fel. Ebben az esetben a megtisztított kerámiát vékony háztartási fóliával több rétegben körültekerjük, az edény köré, akár papírból is, hengert készítünk, ebbe öntjük a habosodó anyagot (kb. a becsült úrtartalom 1/6-od mennyisége), ez kitölti a rendelkezésre álló helyet és megszilárdul. Egyszerűbb a munka, ha aerosolos habunk van, mert ahhoz nem kell forma, megáll a lefóliázott tárgyon. Vigyázni kell, hogy a tárgyra ne jusson belőle, mert igen nehéz eltávolítani, s ha oldjuk, nyoma marad.

Fontos e munka végzése közben nemcsak arra gondolni, hogy a kerámiánk biztonságban legyen, hanem arra is, hogy a felvitt tartást el is kell távolítani sérülés nélkül. Ne készítsük feleslegesen erősre!

A kerámiák tisztítása

Gyakran kerül a restaurátor műhelyekbe előzetes mosás nélkül az anyag. Amennyiben mód van rá, a mosást szerencsés külön helyiségben végezni. A jó megtartású cserepeket először áztassuk be tiszta, langyos vízbe, hogy a szennyeződés fellazuljon. Ezután enyhén mosószeres vízben kézmosó kefe keménységű kefével tisztítsuk meg, majd több vízben öblítsük. Ügyelni kell, hogy a törési felületeket jól megtisztítsuk, mert a szennyeződés akadályozza későbbiekben a pontos ragasztást.

Amennyiben ez kevésnek bizonyul, 10 %-os nátrium-hexarnatafoszfátos vízben való áztatással lenne ideális a tisztítás folytatása. Ezt általában csak a valamilyen oknál fogva különleges anyagnál engedhetjük meg magunknak, részint a hosszú időigény, részint az ára miatt. Ügyelni kell arra, hogy az oldat 48 óra elteltével bomlik. Amennyiben a körülmények rászorítanak bennünket a savazásra, legalább ne sósavat, hanem foszforsavat használjunk 1:1 arányú hígításban, ez a munkát végzőre és a kerámiára nézve is, egyaránt kíméletesebb. Savazás előtt a töredékeket addig áztassuk vízben, míg azok nem telítődnek, majd a lehető legrövidebb ideig tartsuk a savban. Ezt kövesse bő vizes öblítés, enyhén lúgos mosószeres átkéfézés, majd ismét többszöri öblítés.

Szárításhoz legjobb a ventilációval ellátott szárítószekrény, annak híján hagyjuk természetesen száradni, nyílt láng, platni, stb. használatát mellőzzük.

Festett kerámiát mindig külön mossunk! Ezek az esetek nagy részében nem tűrik a mosást, szárazon tisztítandók, mechanikusan, szike és ecset segítségével. Tilos a savazás a mészbetétes kerámiánál, a terra sigillata-nál és a besimított grafitos felületnél.

Mázak kerámiáknál egyéb problémákat kell megoldani. A máz üvegszerű anyag, korróziója irizálással, elanyagtalannodással, bevakulással jelentkezik. Ha már teljes mélységében átalakult a máz, kémiai tisztítása szükségtelen, sőt helytelen. Az átalakult máz elemzésével megállapítható a hajdani színe, és egyéb tulajdonságai is. Régen a mázak korrodált felszíni rétegének eltávolítására számos, többnyire igen radikális, de kevésbé hatékony módszert is használtak. Mára ezek közül csak a fluorsavazást alkalmazzák, de ez csak igen módjával ajánlható, mivel használata bemattíthatja a felületet. Malonsawal bizonyos esetekben elérhető jó eredmény. A korrodált üveg és máz tisztítása az alábbi recept szerint összeállított oldattal, igen jó eredménnyel végezhető: 3 egység salétromsavhoz 8 egység hidrogén-peroxidot öntünk, majd 10 egység desztillált vízzel hígítjuk. A hígítás mértékét, esetleg a tömény oldat használatát minden esetben az elvégzett tisztítási próba határozza meg. A szobahőmérsékleten végzett kezelés ne tartson 1/2 óránál tovább! Alapos öblítéssel fejeződik be a tisztítás.

A rossz megtartású edényeket, melyeket a korábban leírt módon szállítottunk műhelybe, a következő sorrendben tisztítjuk:

1. A belsejéből eltávolítjuk a földet (vagy az egészet, vagy mintát félre kell tenni), ha nagyon kemény a föld, lehet óvatosan nedvesíteni.

2. Óvatosan teljesen letisztítjuk, és hagyjuk kiszáradni.

3. Belülről Paraloid B 72 (metil-metakrilát és etilakrilát kopolimer), vagy PVB poli(vinil-butirál), a kerámia minőségétől függően 6-15 %-os acetonos, illetve alkoholos oldatával beitatjuk.

4. Az oldószer teljes elpárolgása, a kerámia megszilárdulása után, a külső tartást óvatosan lebontjuk.

5. A tisztítást és konzerválást megismételjük a külső oldalon is.

Válogatás és ragasztás

A régészeti, úgynevezett telepanyagot, ami leginkább egy-egy település szétszórta kerámiatöredékeit jelenti, először össze kell válogatni. Gondosan ügyelni kell a különböző objektumok (például ház, gödör), s az eltérő jelzésekkel ellátott egységek (ezek általában a töredékek helyének meghatározását jelentik a feltárt területen belül, vízszintes és függőleges beosztásban) külön tartására, a cédulák megóvására. Legcélszerűbb a töredékeket szín, vastagság, minőség, illetve a töredékek jellege szerint (perem, váll, palást, fenékdarab) elrendezni. Így az összeválogatás egyszerűbb lesz.

Ma legegyszerűbben a cserépanyagot PVB poli(vinil-butirál) alkoholos oldatával, melegítve ragaszthatjuk. A PVB-t az alkoholban 1:2 súlyrész arányában oldjuk. A két ragasztandó felület közül az egyiket bekenjük, összeillesztjük a másikkal, majd szétszedjük, és láng felett kiégetjük belőle az alkoholt. A törési felületeket egymáshoz szorítva hagyjuk kihűlni a ragasztást.

Előnyös tulajdonságai:

- színtelen ragasztási vonal
- hőre lágyul, megmelegítve a ragasztás igazítható
- a PVB hideg ragasztásra is alkalmas, acetonos oldatában
- olcsó.

Segédanyagként - nemcsak a kerámiánál - használható ragasztógyanta (Baky massa, csodamassa), ez ideiglenes rögzítésre szolgál, melegen a helyére csepentik, vizes ujjal a felülethez simítják. Eltávolítani vagy mechanikusan lehet, vagy melegen, s utána benzinnel. Ugyanezt a célt szolgálja a ragasztópisztoly, melyből forró, hőre lágyuló műanyagot lehet kinyomni, az kihűlve megszilárdul, s ideiglenes tartást ad, a végleges megoldásig.

Mázas iparművészeti kerámiánál és a porcelánnál jobban beváltak a különböző kétkomponenses epoxi ragasztók. A kiválasztásnál vigyázni kell arra, hogy a ragasztógyanta keménysége megfeleljen a ragasztandó tárgynak. Mivel ezek oldása nehézkes és igen

anyagigényes, ajánlatos előbb a töredékeket összepróbálni a ragasztás sorrendjét meghatározni. Porcelánnál vagy finomkerámiánál előre össze lehet ragasztószalaggal állítani a tárgyat, megfelelően rögzíteni, majd a résekbe becsorgatni a ragasztót. Ez természetesen csak a megfelelően híg ragasztóval lehetséges. (Például: Araldit AY 103 / Ciba Geigy)

Kiegészítés

A kiegészítések anyaga az esetek legnagyobb részében modellgipsz.

A gipsz a természetben vízmentes - anhidrid - es víztartalmú, kettős hidrát alakjában fordul elő. Ez utóbbi ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) az általunk használt gipszek alapanyaga. Dehidratálással (égetés $150-170^\circ\text{C}$ -on) hemihidráttal (félhidráttal), $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$ hoznak létre. Modellgipsz esetében 0,1 mm-nél nagyobb szemcséket nem hagynak az anyagban. Jó minőségű gipszből 100 ml víz 140-160 g-ot vesz fel. A hemihidrát kötése azon alapszik, hogy a hozzákevert vízben oldódik, a vízből dihidrát kristályok válnak ki, s ezek egymásba fonódva, szilárd vázat képeznek. A kristályok növekedésének hatására a gipsz kötések kis mértékben térfogat növekedés következik be. A keletkező kristályok a víznek csak egy részét kötik meg, a többi száradáskor távozik, helyén maradnak a gipsz pórusai.

A gipsz kötési tulajdonságai befolyásolhatók:

A kötést gyorsítják: gipsszel azonos aniont, vagy kationt tartalmazó szerves sók, kalcium-szulfát, alumínium-szulfát, kalcium-klorid, stb., azok a sók, amelyek közös aniont nem tartalmaznak, általában közömbösek, kivétel van, pl. ammónium-klorid.

A kötést lassítják: nátrium-klorid, magnézium-klorid, s néhány szerves só, pl. bórax.

Egyes kolloid anyagok erőteljesen befolyásolják a gipsz kötési idejét és a kristályok alakját is. Azok növelik a kötési időt, amelyek láncszerkezetében szabályosan elhelyezkedő ionizált karboxil csoportok vannak, hatásuk a molekulásúly arányában nő, maionsav és citromsav hozzáadásával már jelentős eredmények érhetők el.

Különböző enyveket, valamint növényi főzeteket is használnak lassításra. Óvatosan alkalmazandók, mert a kötést teljesen leállíthatják. Az évelő vadmályva (*Althaea officinalis*) felhasználásával gyúrható, képlékeny, bizonyos mértékig rugalmas gipsz állítható elő. Hatására tűkristályok helyett torzult, táblás alakzatok képződnek.

Általában a lassított kötésű gipszek a kötés, száradás után jóval keményebbek, mint a kezeletlenek.

Gyakran használnak Plextolos (akril diszperzió) gipszet is. Erre is a fenti jellemzők érvényesek. Nehéz vele dolgozni, már viszonylag kis mennyiségben leállítja a gipsz kötését, s már igen kis mennyiségtől nagyon kemény lesz az anyag, eltávolítása, letisztítása csak oldószerrel lehetséges.

A kerámiák kiegészítése készülhet fehér és anyagában színezett gipszből. Az előbbit felülfestik, míg a másikat legfeljebb tónusokkal látják el a konzerválás előtt.

Amennyiben anyagában színezett gipszet használunk, a földfestéket legfeljebb 20% mennyiségben adhatjuk hozzá. A bekevert festék rontja a kötési tulajdonságokat, a keménységet, ezt fogászati keménygipsszel ellensúlyozhatjuk.

A gipsz bekeverése mindig úgy történik, hogy a vízbe szórjuk a gipszet, amíg az annyira nem telítődik, hogy a gipszből "sziget" keletkezik. A megkeveréskor igyekezzünk minél kevesebb levegőt hozzákeverni, a buborékok elkerülése érdekében. Míg a bekevert gipsz rövid ideig pihentetjük, a törési felületeket, ahol a gipsz érintkezik a kerámiával, alaposan be kell nedvesíteni, hogy ne szívják ki a vizet a gipszből, mert úgy az nem tud kristályosodni, s a kiegészítésünk el fog válni.

A gipszmassza felrakását mindig a szélektől kezdjük, így ki lehet kerülni, hogy légbuborék keletkezzék a találkozási felületeken. Mindig inkább egy kicsivel több anyagot hordjunk fel, mint hogy hiány legyen, mert azon nehezebb segíteni. Ha már a kötés erősebben megindult, ne piszkáljuk, kenegessük az anyagot, hagyjuk a gipsz kristályosodását zajlani.

A tárgy eredeti felületét minél jobban meg kell kímélni a szennyeződéstől. Ennek érdekében szoktak különféle, vízben oldódó formaleválasztókat alkalmazni, ezekkel kenik le a felületet. Ennek hátránya, hogy gyakran a lemosáskor beleivódik a kerámia anyagába, s foltot hagy, vagy ha lehúzható, a durva felületről csak részlegesen jön le, a többit nehéz lekapirgálni. Tisztán kell dolgozni, s akkor nincs szükség formaleválasztókra.

A megkötött gipszet éles késsel mindig az eredetitől befelé indulva, hántolva faragjuk ki. Ha szükséges csiszolni, azt mindig körkörös irányban, nagyon vigyázva, hogy az eredetit ne hogy megsértsük, előbb kicsit durvább, majd finomabb csiszolópapírral végezzük.

A kerámia kiegészítéséhez szükséges segédanyag a plasztilin. Ezt helyettesíthetjük egyéb anyagokkal is, például agyaggal (hátránya, hogy kiszárad, gondos tárolást igényel), fogászati viasz lapok (inkább csak kisebb hiányoknál, finomabb anyagoknál alkalmazzuk), stb. A kiegészítés menete 2. ábrán látható.

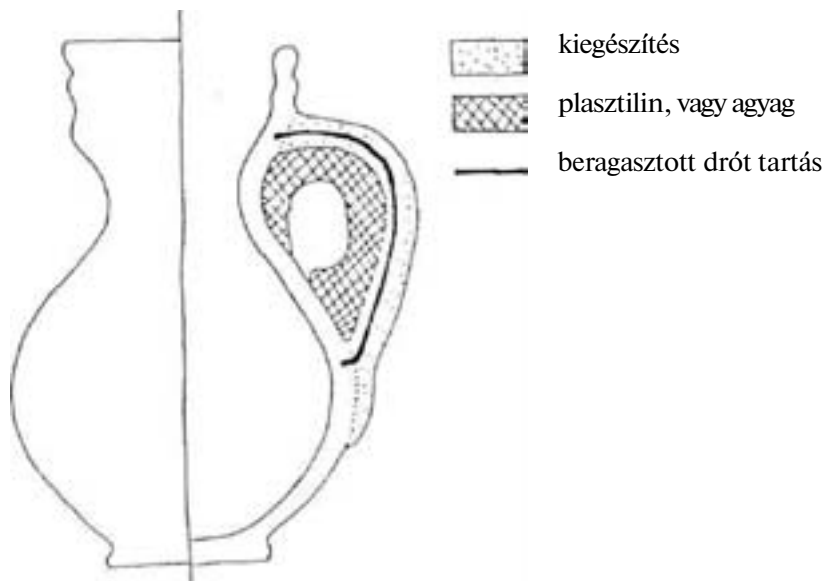
Hiányzó fül pótlása többféleképpen történhet, a legegyszerűbb, drót erősítéssel: (1. ábra.)

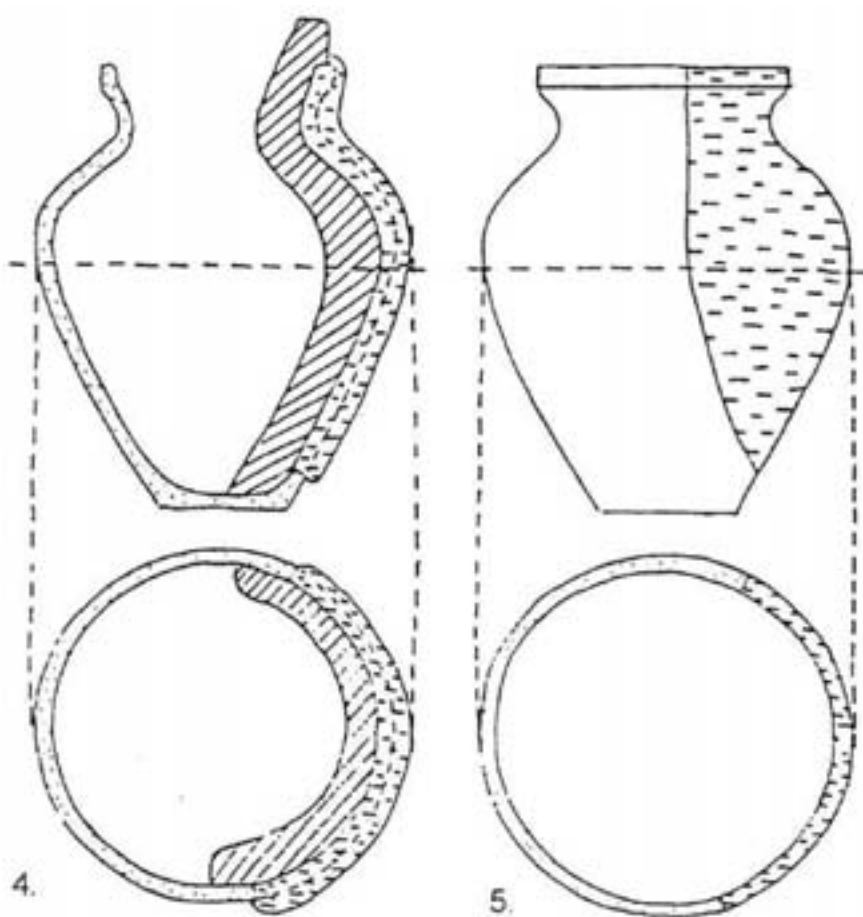
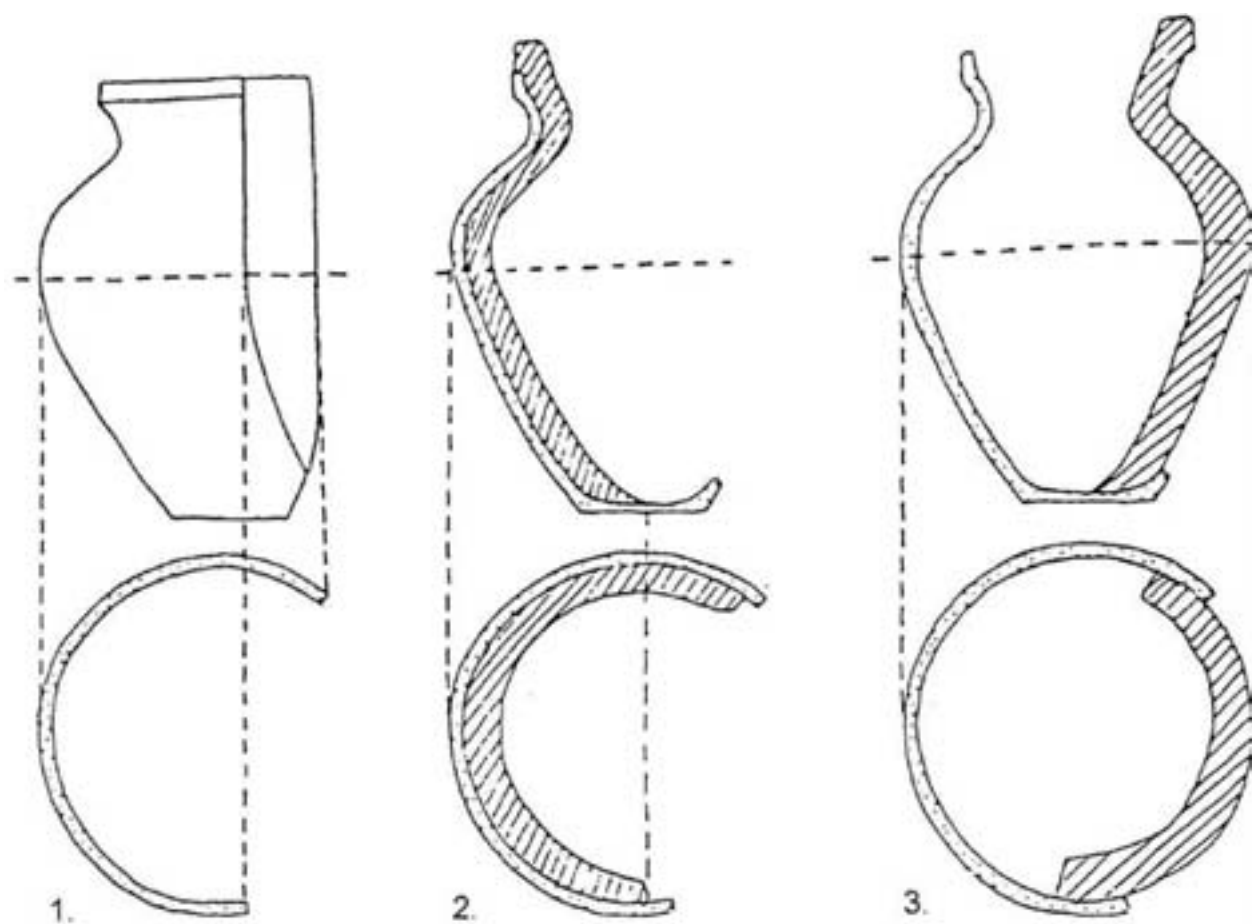
- 1,5 - 2 mm vastag drótból (réz, vagy alumínium) kialakítjuk a fül középvonalának megfelelő formát
- a kerámián a fül tapadási foltjain megfelelő lyukakat fúrunk, beleragasztjuk a drótvázat
- a drót és az edény fala közé a fül alakjának megfelelő formát készítünk
- felhordjuk a gipszet a drót köré
- eltávolítjuk a formát, kifaragjuk a fület.

A fent leírtak a kerámia restaurálás alapját tartalmazzák. Bonyolultabb feladatok megoldásával, plasztikus, áttört csempék, mázas kerámiák, porcelánok kiegészítésével, rekonstrukciójával a következő tanulmányban foglalkozunk.

T. Bruder Katalin
régészeti és iparművészeti restaurátor
főosztályvezető-helyettes
Magyar Nemzeti Múzeum
1088 Budapest, Múzeum krt. 14-16

1. ábra. Hiányzó fül pótlása





-  Eredeti tárgy
-  Eredeti tárgy metszete
-  Kiegészítő gipsz
-  Plasztilin, vagy agyag

1. A hiányos tárgy
2. Az ép félről levett belső forma
3. A forma árfordítása a hiány alá
4. A hiánynál kissé nagyobb gipsz kiegészítése
5. A kiegészített edény

2. ábra. A kerámiakiegészítés feszítés menete

Introducere și Rezumat

Conferința de perfecționare a restauratorilor maghiari din România a avut loc - pentru prima dată la Odorheiu Secuiesc-în perioada 4-8 octombrie 2000. În Transilvania până în prezent conferințe profesionale pe aceste teme s-au desfășurat doar sporadic. Posibilitățile restauratorilor maghiari din Transilvania de a se perfecționa în limba lor maternă se realizau în cadrul programului de perfecționare a restauratorilor din Ungaria, organizat în fiecare an, respectiv prin participare la conferințele restauratorilor de materiale lemnoase, de metale și de materiale textile. Deși în ultimii zece ani condițiile de călătorie s-au ameliorat, posibilitățile materiale ne împiedică de multe ori să participăm la aceste acțiuni de peste hotare. Relațiile profesionale și amicale ce s-au legat cu prilejul conferințelor din Ungaria au prilejuit lansarea ideii organizării unei asemenea conferințe în Transilvania. Muzeul Haáz Rezső și fundația omonimă au asigurat cadrul infrastructural și organizatoric al acestei conferințe pentru restauratorii maghiari, care am dori să nu fie o acțiune unică, ci să se repete cu regularitate anuală. Conform proiectelor organizatorilor primele două conferințe s-ar ocupa de teme generale, legate de profesiunea de restaurator,- conservarea preventivă, conservarea obiectelor de piele, de lemn, ceramică, hârtie, și textile - urmând ca apoi să ne axăm pe anumite teme specifice, să prezentăm în detaliu restaurarea unor obiecte. Expunerile primei conferințe au fost susținute de profesorii specialiști de la Universitatea Ungară de Arte Plastice, respectiv de colegi absolvenți din Transilvania ai Secției pentru Restaurare din cadrul Universității menționate. Pe lângă restauratori au fost invitați organizatorii și administratorii micilor muzee rurale, ale caselor memoriale, pentru care cunoștințele de bază privind tehnicile de conservare sunt indispensabile. Pe lângă problemele de strictă profesionalitate vom avea de acum ocazia, ca cel puțin odată pe an să discutăm despre starea depozitelor, atelierelor, despre lipsa utilajelor necesare, și alte probleme de zi cu zi care nu apar specificate pe agenda de lucru al conferinței. Aceste discuții amicale au prilejuit și ideea editării textelor expunerilor prezentate. Dorim ca această publicație să-și dobândească un caracter periodic, devenind sursă de informații, prilej de afirmare și de manifestare profesională pentru colegii noștri.

Zita KÁROLYI, Petronella KOVÁCS, redactori fondatori

Dr. Márta JÁRÓ

Conservarea preventivă în expoziții și depozite muzeale

Păstrarea în bune condiții a operelor de artă poate fi facilitată prin asigurarea unei temperaturi și umidități optime a aerului, respectiv printr-o iluminare care să nu le afecteze calitatea. La stabilirea condițiilor de microclimat al spațiului în care este amenajat obiectul - umiditatea, temperatura aerului - se vor avea în vedere și condițiile de proveniență ale obiectului. Îndepărtate din ambianța lor obișnuită, mai ales obiectele confecționate din materiale organice, se adaptează la noile condiții de mediu. Dacă schimbarea de mediu este drastică, fenomenul de adaptare este foarte rapid, cea ce va determina degradarea obiectului. În cazul obiectelor combinate, adică confecționate din mai multe materiale, condițiile de mediu se stabilesc în funcție de caracteristicile materialului mai sensibil. Pentru măsurarea umidității aerului dispunem de aparate de sensibilitate diferită. Pentru optimizarea umidității există aparate specifice, sau instalații de aer condiționat. Dacă nu dispunem de acestea, pentru umezirea aerului vom așeza vase umplute cu apă, însă la o distanță corespunzătoare de obiectele vizate. Creșterea umidității aerului se poate înlesni și prin scăderea temperaturii.

Vitrinele expoziționale, cutiile folosite în depozite, containerele de transport vor fi ferite de umiditate cu ajutorul unor materiale absorbante (lemn, hârtie, textile), ori prin utilizarea unor materiale pe bază de silicon (ex, granulatul Art Sorb, de fabricație japoneză).

În ambianța meteorologică a Bazinului Carpatic oscilația de temperatură poate fi (într-o magazie neîncălzită iarna și neclimatizată în perioadele caniculare) de aproape 40 °C. Creșterea de temperatură cauzează în general mutații de natură fizică (dilatarea), dar anumite materiale mai sensibile (fotonegativele, liantele pe bază de bitumen) își pot schimba chiar și starea de agregare. Procesele chimice nedorite se pot accelera și în urma îmbătrânirii unor materiale (liante, lacuri, masele plastice folosite la restaurare). Obiectele (în special cele din substanțe organice) să nu fie expuse în apropierea surselor de căldură, să se evite contactul lor direct cu razele solare, sursa artificială de lumină să fie și ea adecvată. Există folii de protecție împotriva razelor solare, aplicabile pe geamuri. Obiectele trebuie protejate și de poluanții de stare gazoasă ori solidă, pe de o parte prin utilizarea unor vitrine bine izolate și a unor instalații expoziționale bine alese. Uneori descompunerea materialelor din care au fost confecționate instalațiile auxiliare, poate deveni grav dăunătoare pentru obiectele expuse. La lumină sunt foarte sensibile hârtia, pieile vopsite, blănurile, mai puțin lemnul, lemnul vopsit, tablourile pe pânză, masele plastice, osul, fildeșul, cele mai rezistente fiind ceramicile și sticla. Tuburile halogene emit multe raze UV, drept care nu se recomandă nici în atelierile de restaurare. Efectele razelor IR se pot reduce prin

folosirea peredelelor sau a altor instalații de umbrire, respectiv a unor becuri speciale. Un efect pozitiv are și raționalizarea duratei iluminării.

Dr. Márta Járó

Chimist

Conferențiar la Universitatea Ungară de Arte Plastice

Muzeul Național al Ungariei

Dr. András MORGÓS

Procedee moderne de dezinfectie a operelor de artă

Dezinfectia - în funcție de timpul în care s-a produs deteriorarea - poate fi preventivă, de lichidare a efectelor nocive și combinată. Conservarea preventivă se realizează prin reglarea umidității și a temperaturii mediului, prin anumite soluții arhitectonice, sau prin utilizarea unor substanțe de protecție preventivă. Lichidarea efectelor nocive se realizează prin utilizarea unor dezinfectanți lichizi, prin gazare, prin efecte fizice sau biologice. Avantajul gazării constă în capacitatea gazelor de a pătrunde ușor, rapid și adânc în structurile lemnoase. Pentru dezinfectia materialelor lemnoase, dintre gazele reactive a fost utilizat prima dată acidul cianhidric (HCN), de o eficiență corespunzătoare și rapidă. Dezavantajul acestuia constă în durata lungă a eliminării sale din structura obiectului tratat, mai ales în condiții de umiditate sporită, respectiv prin faptul că intră în reacție și cu metalele, chiar cu cele prețioase. Drept consecință, în ultima vreme se utilizează mai puțin. Dezavantajul bromurii de metil este faptul că intră în reacție cu anumite substanțe organice (piele, cauciuc), rezultând substanțe urât mirositoare, corodează suprafețele metalice lustruite, modifică culoarea unor pigmenți. Fosfina are ca efect înnegrirea obiectelor de cupru și a aliajelor acestuia, aurul și argintul de slabă calitate (aliajele cu conținut redus de metal prețios) își schimbă culoarea, ca și vopselele ce conțin cupru. Oxidul de etilen, cu bune caracteristici dezinfectante, cauzează formarea unor legături duble în structura a materialelor cu conținut de celuloză, determinând rigiditatea acestor materiale. Pe lângă acestea mai are ca efect și întărirea pielii, scăderea capacității de coagulare a caseinei și a albuminelor, schimbarea culorii unor pigmenți cu conținut de plumb sau zinc. Utilizarea gazelor amintite, din cauza efectelor lor grav nocive, a fost deja interzisă, ori se va interzice în viitorul apropiat. Din contră, gazele inerte - nitrogenul, argonul, bioxidul de carbon - sunt din ce în ce mai utilizate. În cazul argonului, de exemplu, până în prezent nu s-a semnalat nici un efect negativ asupra obiectelor tratate. Bioxidul de carbon - în condiții de umiditate sporită - datorită formării de acid carbonic, poate cauza mutații în coloritul unor pigmenți, respectiv în gradul de transparență a firnis-ului uleiului de in, gumiarabicumului, a serlacului. Gazarea se va efectua în containere ori camere bine izolate, sau în corturi din folie specială (lamine, deci dm mai multe straturi). Ca sursă de nitrogen se vor utiliza butelii cu gaz, rezervoare cu nitrogen lichid, ori

generatoare de nitrogen. Oxigenul are efect dăunător asupra unor componenți ai operelor de artă. În consecință pentru protecția acestora se recomandă produsul denumit Ageless® (care acționează pe bază de oxid de fier fin pulverizat), având un efect absorbant asupra oxigenului. Se poate reduce astfel oxidarea obiectelor de metal, îmbătrânirea celor din substanțe organice, se diminuează dezvoltarea microorganismelor aerobe și acțiunea dăunătoare a insectelor. Pungile cu Ageless®, procurabile din comerț, nu vor fi așezate direct pe obiectele tratate, deoarece absorbția de oxigen rezultată din reacțiile exoterme va duce la înfierbântarea sacilor. Ageless® poate fi utilizat în combinație cu Art-Sorb, reglându-se astfel, în funcție de necesități, umiditatea aerului. RP System TM este un sistem complex de absorbție a materialelor dăunătoare, care pe lângă acțiunea sa dezinfectantă mai protejează obiectele și de pericolul oxidării și corodării lor. Procesele vitale ale insectelor se reduc la minimum în condiții de temperatură scăzută, iar peste 50 °C ele pier. În cazul obiectelor de artă dezinfectia prin tratare termică se poate face doar dacă putem crea condiții în care conținutul de umiditate al obiectului să nu se modifice de loc pe durata tratării. Ciupercile viețuiesc la rândul lor tot în cadrul anumitor limite termice. Este foarte importantă cunoașterea acestor limite, care în funcție de caracteristicile unor specii variază între 40 și 50 °C. Congelarea nu are eficiență asupra ciupercilor, dar poate cauza exterminarea anumitor insecte, la temperaturi de 14, -20 °C.

Dr. András Morgós
Chimist

Specialist în arta restaurării mobilierului de lemn
Șef de secție la Muzeul Național al Ungariei

Dr. András MORGÓS

Solidificarea materialelor lemnoase deteriorate

Procedeele de solidificare a materialelor lemnoase deteriorate diferă în funcție de cantitatea de apă absorbită de aceste materiale. Din punctul de vedere al conținutului lor de apă materialele lemnoase se împart în două mari categorii: materiale săturate, respectiv îmbibate cu apă, și materiale uscate. În primul caz apa umple interiorul celulelor lemnoase respectiv parțial ori total și golurile celulare, de vreme ce materialele uscate conțin apă doar în interiorul pereților celulari. Cu substanțe care din cauza moleculelor mici pot pătrunde în interiorul pereților celulari, pot fi umplute microspațiile apărute datorită specificului structurii biologice a lemnului, sau din cauza infestării cu ciuperci. Umplerea golurilor celulare are drept scop prevenirea colapsului celulelor, respectiv îmbunătățirea proprietăților fizice a materialului lemnos tratat. În cazul lemnului săturat cu apă, apa din golurile celulare este substituită cu substanțele solidificatoare introduse, de vreme ce la lemnul deteriorat de insecte sau ciuperci materiile care vor umple golurile celulare vor crea o

structură nouă, mai solidă a materialului lemnos. Cu ocazia acestor intervenții de solidificare se va proceda cu precauție, pentru a preveni modificarea culorii obiectului de lemn, iar efectul scontat trebuie să fie ireversibil, să rezulte gradul dorit de soliditate. Este important ca tratamentul să poate fi repetat, respectiv se va acorda atenție și urmărilor de natură estetică. Înainte de intervenție să se determine cauza degradării: ciuperca sau insecta? Rășinile cu efect solidificator se utilizează de obicei sub forma de soluții. Trebuie avut în vedere faptul că solvenții polari cauzează dilatarea materialului tratat, împiedicând ca rășina să patrundă în adâncimea acestuia. Solvenții care se evaporă foarte repede vor cauza depunerea intensă a rășinei în apropierea suprafețelor materialului tratat. Materialele solidificatoare, din punct de vedere chimic, pot fi acrilate (Paraloid și Acryloid B66, 72, Elvacite 2013, 2044, 2045, 2046), poli (vinil-acetati) sau poli (vinil-butirati) (Butvar 72, 76, 98, Mowital B30H, B60H). Materialele solidificatoare se introduc în interiorul structurilor lemnoase prin felurite procedee de impregnare (ampule de mare presiune, injectare, găurire prin perforare, alternarea condițiilor de vid cu cele de presiune). Se recomandă preclimatizarea obiectului în condiții de umiditate relativă de 50%, iar operațiunea de solidificare să se facă la temperaturi de 15-18 °C, cu respectarea normelor igienico-sanitare de rigoare.

Dr. Morgós András
Chimist

Specialist în arta restaurării mobilierului de lemn
Șef de secție la Muzeul Național al Ungariei

Petronella KOVÁCS

Curățirea suprafețelor vopsite

Este o latură spectaculoasă a muncii de restaurare chiar și pentru nespecialiști, pentru că până și îndepărtarea unei pete de suprafață e cât se poate de vizibilă, dar când apar de sub depuneri de multe decenii culori sau chiar motive decorative până deunăzi imposibil de deslușit! Curățirea este prin urmare o îndeletnicire îndrăgită, dar și periculoasă. Îndepărtarea unui strat este un proces ireversibil, prin urmare trebuie de fiecare dată să cântărim cu seriozitate oportunitatea fiecărei intervenții. Obiectul poate fi deteriorat și prin intervenții mecanice de îndepărtare a substanțelor poluante, de aceea se recomandă să se lucreze sub lupă sau sub microscop. Îndepărtarea depunerilor de impurități se poate face cu solvenți lichizi, care însă de obicei nu acționează numai la suprafață, ci pătrund și în straturile de vopsea, cauzând deteriorări ce nu se pot remedia. Alteori crează probleme, sensibilitatea la apă a unor învelișuri îmbatrânite de rășina sau unii lianți pe baza de uleiuri. Este de preferat ca substanțele utilizate la curățire să fie folosite sub formă de spumă sau gel, atenuându-se astfel posibilitatea infiltrării lor în vopsea sau în materia de bază a obiectului. Trebuie studiată amănunțit și compoziția învelișurilor

exterioare, a vopselelor, a materiei de bază a obiectului, investigații ce se pot face prin fotografii făcute cu raze infraroșii și UV, prin secțiuni fine mecanice. Altă condiție importantă este cunoașterea compoziției lianților, pentru a alege solvențul potrivit, trebuie verificați parametrii de solubilitate a materialelor ce trebuie îndepărtate, respectiv conservate. Există o serie de teste și probe în acest sens, care ușurează opțiunea restauratorului. Să nu se uite nici faptul că solvenții nu afectează numai suprafețele obiectelor restaurate, ci prin fisurile acestora pătrund și în straturile inferioare.

Petronella Kovács
Specialist în arta restaurării mobilierului de lemn
Conducător al Secției de Restaurare Obiecte
Universitatea Ungară de Arte Plastice
Muzeul Național al Ungariei

Györk MÁTÉFY **Conservarea și resturarea steagurilor**

Dintre diferitele tipuri de textile o dificultate aparte prezintă restaurarea steagurilor, atât a celor pictate, cât și a celor brodate. Materiile ce le compun (mătase, in, et..) sunt substanțe organice care se dezintegrează ușor, toate condițiile de mediu (de folosire, de depozitare, îmbătrânirea lor) cauzându-le deteriorări grave. Încă în secolul al IX-lea, steagurile au început să-și capete forma lor apropiată de cea actuală. Ele erau în general de formă dreptunghiulară, materia lor textilă fiind fixată direct pe prajina steagului. Ca simboluri, steagurile erau foarte importante de la începutul istoriei lor. În secolul al XIV-lea au apărut steagurile pictate. În secolele XIV-XV. meșteșugul confecționării, al pictării steagurilor era foarte răspândite. În secolele XVII-XVIII În Ungaria și în Transilvania funcționau deja importante bresle a căror membri se îndeletniceau cu confecționarea, vopsirea steagurilor. În secolul al XVIII. steagurile familiale pictate, cu blazon, erau purtate și cu ocazia funeraliilor unor nobili. Importante bresle de pictori și vopsitori funcționau pe timpul principelui Francisc Rákóczi al II-lea la Kosice, la Levoca, la Sibiu și la Baia Mare. Drapelul național maghiar s-a format în timpul luptelor revoluționare din 1848. Cea mai dificilă este conservarea steagurilor pictate, deoarece pe suprafețele acestora feluritele fragmentele se deteriorează într-un mod și într-un grad diferit. Multe steaguri erau ornate și cu inscripții brodate. Partea brodată se comportă cu totul altfel, decât materia textilă de bază. Altfel trebuie tratate firele broderiilor din materii organice, și altfel firele metalice. Toate acestea presupun o cunoaștere prealabilă amănunțită a materilor componente, a tehnicilor de confecționare. De multe ori purtăm discuții pe tema: ce părți trebuie doar conservate, care să fie restaurate și complectate, ca între timp caracterul de document istoric al obiectului să nu aibă de suferit. Conservarea se poate face prin cusătură (de sprijin sau de acoperire), sau prin dublare (doar dacă

nu există altă soluție). Se vor folosi fire de mătase, de bumbac, in, celuloză regenerată, poliester, kreplin, excluzându-se total folosirea poliamidelor și a altor textile sintetice. Așa utilizată la restaurare să fie mai slabă, mai maleabilă decât materialul ce face obiectul restaurării. Nu se vor folosi coloranți direcți ori coloranți de calitate mai slabă decât cele din compoziția obiectului de artă, căci astfel am îngreuna posibilitatea unei intervenții ulterioare. La spălare e de preferat ca suprafețele pictate să fie protejate cu o soluție de poli(vinil-butiro-acetat) (Regnal) în alcool. Folia de dublare se pregătește prin amestecul de Mowilith DMC2 și Mowilith DM5 și apă (în proporție de 1:1:5), care se va așterne peste un kreplin umezit întins pe o masă învelită cu o folie de polipropilen. Folia obținută după uscare se va aplica prin călcare (peste o hârtie siliconată) obiectului restaurat. Dacă dublura trebuie îndepărtată, se va așterne obiectul peste o hârtie sugativă umezită, și se va aștepta până când cele două materiale se vor despărți din nou. Steagurile vor fi păstrate pe cât posibil (cele cu folie de dublură în mod obligatoriu) culcate în poziție orizontală.

Györk Mátéfy
Specialist în arta restaurării textilelor și a hârtiei
Muzeul Național al Ungariei

Katalin OROSZ **Păstrarea, expunerea și conservarea obiectelor de artă populară din piele**

Pielele diferitelor animale au fost considerate din cele mai vechi timpuri materii prețioase, pe care oamenii s-au străduit să le prepare și să le folosească în toate variantele posibile. Europeanii au preferat să se perfecționeze mai ales în tehnologiile de prelucrare a pieilor de vită, a ovinelor, de capră și de porc. Din pieile vitelor cornute se confecționau cu precădere tălpile încălțăminteii, harnașamente pentru cai, din pieile de vițel părțile superioare ale încălțăminteii, învelișurile mobilierelor, legături pentru cărți. Pielea de porc, foarte rezistentă era preferată de exemplu pentru legătoria dosarelor arhivistice. Din pielea ovinelor, datorită fineței sale, se confecționau părți ale îmbrăcămintei, ori legături pentru cărți. Pielea caprei se utiliza atunci, când pe lângă aspectul estetic era importantă și durabilitatea: pentru partea superioară a încălțăminteii, legături de carte, diferite învelișuri, cutii. Pielea crudă e foarte alterabilă, microorganismele o ataca în scurt timp, după uscare și întărire se contractă. Drept care pielea crudă trebuie preparată pentru a se putea păstra, până ce se adună cantitatea necesară pentru prelucrare. După ce pielea a fost protejată de alterare (sărată) ea este înmuiată, tratată cu var, vopsită, tăbăcită, băițuită, uscată, colorată, tratată cu diferite substanțe unsoase, finisată. În Europa s-a preferat metoda argăsirii vegetale, adică folosirea unei soluții obținute din diferite plante. În Bazinul Carpatic se folosește cu precădere scoarța și gogoășele stejarului. S-a mai folosit soluția de piatră

acră, anume pentru piesele de culoare albă. Metoda tipic maghiară a prelucrării pieilor a ajuns prin secolul al XVI-lea în Franța, unde până astăzi se cheamă "hongroyeurs". Tăbăcirea cu ajutorul materialelor unsuroase s-a răspândit cu precădere în Asia Centrală, în Orientul îndepărtat, și în zonele cu climă rece. Există și o metodă combinată a utilizării unsorilor și a tăbăcirii cu soluție de piatră acră. O metodă străveche este tăbăcirea cu ajutorul fumului. În industria actuală se folosește mai ales tăbăcirea cu crom, respectiv acționarea cu anumite soluții sintetice. Deteriorarea obiectelor din piele se poate datora tehnicilor de confecționare, folosirii neadecvate, ori acțiunii condițiilor de mediu. Aceste obiecte sunt adesea alcătuite din mai multe feluri de materiale (piele, textile, lemn, sticlă, etc.) Păstrarea obiectelor din piele se va face în cutii ferite de lumină și de praf. Se recomandă utilizarea preventivă a unor substanțe insecticide. Eventualele infestări cu insecte se pot observa cu ajutorul capcanelor pentru insecte procurabile din comerț. Impuritățile se îndepărtează mecanic de pe pielea uscată, cu pensulă, aspirator sau sume de șters. Blănurile se curată bine cu rașină sau târâte îmbibate în benzină. Pieile tăbăcite vegetal se pot curăța și cu diferite soluții și emulsii. Pieile ce s-au întărit se recomandă a fi pretratate în mediu umed înainte de curățire. Uscarea lor se va face apoi gradat, în înveliș de vată de hârtie. Pentru a împiedica contractarea pielii, ea se poate întinde și fixa cu ajutorul unor ace metalice inoxidabile. Se va proceda precaut dacă vom fi nevoiți să folosim diferite unsori, pentru ca acestea, în cantități prea mari, vor cauza întărirea nedorită a obiectului tratat. Unsoarea se îndepărtează prin împachetarea temporară într-un material îmbibat cu benzină.

Katalin Orosz
Specialist în arta restaurării pieii și a hârtiei
Archiva Națională a Ungariei

Katalin T. BRUDER

Restaurarea obiectelor de ceramică

Pentru a ne deprinde cu tehnica restaurării obiectelor de ceramică, trebuie să cunoaștem bine însușirile de bază a diferitelor tipuri de argilă, respectiv tehnicile de confecționare. Argilele se împart în trei mari grupe: colinii, illit și montmorillonit. În privința utilizării practice, materiile de bază folosite în meșteșugul ceramicii pot fi de tipul caolinelor, rezistente sau nerezistente la foc, materiale cu conținut de betonit. Tehnica confecționării poate fi și ea variată: prin adăugire, la roata, prin modelare în formă fixă, prin modelare liberă, turnare, presare. După uscare arderea se face la 800-1000 °C (vase ceramice), 1100-1300 °C (porțelanuri, klinker, ceramici rezistente), 1300-1500 °C (șamot). Majoritatea obiectelor descoperite cu ocazia săpăturilor arheologice fac parte din categoria obiectelor ceramice. Spălarea lor cu apă curată se va

efectua încă pe șantier, înainte ca sărurile solubile în apă să se transforme în carbonat de calciu ori de magneziu, adică în materiale nesolubile în apă. Ceramicile intens crăpate și mult prea fragile, dacă condițiile de șantier sunt improprie pentru o conservare complexă, se vor împacheta pentru restaurare așa cum au fost descoperite. În funcție de starea obiectului, fixarea se va face cu o fâșie de tifon, ori chimic, cu o soluție de 10% de Paraloid B 72 în toluol, sau de 3% poli (vinil-butiral) în alcool. Se pot realiza și înregistrări "in situ", prin utilizarea unui scutece de ipsos sau din spumă de poliuretan. După curățire, solidificarea interiorului vasului se efectuează cu soluție de Paraloid B 72, sau PVB. Ca material liant se utilizează soluția de PVB, incoloră, maleabilă prin încălzire și ieftină. Lipirea bucăților de porțelan și de ceramică fină se face cu soluții slab concentrate de Araldit. Pentru complectare este de preferat ipsosul colorat, iar ca materiale auxiliare plastelina ori ceara de uz stomatologic. Adăugarea pastei de ipsos să se facă pornind de la marginile obiectului, pentru a evita formarea holurilor de aer la suprafețele de contact.

Katalin T. Bruder
Restaurator,
Șef de secție adjunct la secția de restaurare
Muzeul Național al Ungariei

Preface and Abstracts

The Conference of Transylvanian Hungarian Restorers was first organised in Székelyudvarhely between 4 and 8 October, 2000. Technical programs have rarely been organised in Hungarian language in Transylvania. Hungarian restorers in Transylvania could practise their trade in their mother tongue within the frames of the General Conference of Hungarian Restorers organised yearly in Hungary and on the occasion of the Conference on Wood, Metal and Textile Restoration. Although there is lately more opportunity to travel, financial difficulties always limit participation in conferences organised abroad. Professional and personal contacts formed during programs in Hungary gave the idea to organise a similar meeting in Transylvania. The Haáz Rezső Museum and the connected Haáz Rezső Foundation took the charge of the organisation and gave home to the initiative. This is how the Conference of Transylvanian Hungarian Restorers came to life and we hope that it will be organised annually. It is planned that the first two training sessions will deal with comprehensive topics as preventive conservation and the conservation of art objects made of leather, wood, metal, ceramics, paper and textile. Later, reports on the restoration of individual objects can also be included. The lecturers of the program in 2000 were the teachers of the Object Restoration Department of the University of Fine Arts of Hungary and Transylvanian colleagues who had graduated from this university. Beside restorers, the curators of exhibition galleries, monuments and ethnographic/district houses were also invited, since the basic knowledge of conservation is indispensable for them as well even if they do not get systematic training. Passing technical knowledge was not the only objective of the conference. It also provided occasion at least once a year to meet and talk about the condition of depositories and insufficient equipment of workshops regarding implements and chemicals, the actual state of the profession and many questions that were not discussed in the lectures. The need for the published version of the lectures was raised in the course of these conversations. The periodical is intended to publish the lectures read on the training conference to be organised annually and to offer a forum for restorers to publish their work.

Zita KÁROLYI, Petronella KOVÁCS editors

Dr. Márta JÁRÓ

Preventive conservation in museum exhibitions and storages

Keeping relative humidity and temperature on the appropriate level and an "art object friendly" illumination in the environment of the art object can ensure a long life and stable condition to the objects. The most important factor to be considered during the establishment of an environment - determination of humidity and temperature - is where the object came from to the museum. Materials, especially organic ones, try to accommodate themselves to the new situation when removed from their usual environment. If this change is great, the process is very fast and deteriorates the object. In the case of combined objects (made from different materials), the parameters must be adjusted to the most sensitive component. The relative humidity must be known before setting the appropriate level of humidity. This can be measured with instruments that do not need authentication (calibration) (the most common one is the Assman Psychrometer) or with instruments that need calibration (hygrometer, thermohygrometer, hygrograph, thermohygrograph). The optimal RH can be set in exhibition spaces and storages using various instruments (vaporiser, air dehumidifier, central air conditioning). If these instruments cannot be obtained, the humidity can simply be raised in close range with placing vessels full of water in places where there are no art objects. Reducing temperature can also help since it increases relative humidity.

The humidity inside exhibition showcases, storage boxes and transporting containers can be set with the position of buffers (absorbent materials: wood, paper, textile) or silica gel the most commonly applied buffer material in museum practice (e.g. the Art-Sorb granulate of Japanese make). This tends to reach an equilibrium with the environment, so it can be used both for keeping humidity balanced and, being dried, for air dehumidification. Within the climatic circumstances of the Carpathian Basin, temperature fluctuation moves within a museum building between 1-2 °C (unheated storage in the winter) and 40 °C (sunlit space in the summer heat). The rise of temperature can cause first of all physical changes (thermal expansion), but it can also lead to the emulsion of photo negatives and the modification of the physical state of bituminous binding materials. It can accelerate chemical reactions, and the ageing of binding varnishes and plastics used by restorers. Art objects, especially those made of organic materials, should not be stored or exhibited close to a heat source, they should not be exposed to direct sunlight and neither a spot-lamp or a luminescent armature should be placed in their vicinity. The objects can be protected from sunlight with heat reflecting foils placed on the windows, which, depending on their type, can also screen the harmful UV radiation. The object must also be protected against air pollution of

solid and gas state with placing them in show-cases that can firmly be closed and with carefully chosen exhibition installation. Often the decomposed materials of the inappropriately chosen exhibition facilities and depository shelves deteriorate the objects. From the materials of art objects, paper, textile, painted leather and fur are the most sensitive to light, wood, painted wood, canvas paintings, plastics, bone and ivory are medium sensitive, while ceramics and glass are the less sensitive. Aspects of art object protection must be placed in the focus at choosing the illumination of the art objects. Protection against UV radiation is usually solved with screens, foils applied on glass, and the selection of lamps or special light sources. Neon light contains a lot of UV rays so it is not recommended even in restorer's workshops. To screen IR radiation, drapes, relaxa (louvered) shutters and bulbs with cold mirrors can be applied. Illumination for short periods can also protect against the deteriorating effects of light.

Dr. Márta Járó

Chemist

Magyar Nemzeti Múzeum

Docent in University of Fine Arts of Hungary

Dr. András MORGÓS

Current disinfection methods of art objects

Disinfection as a defensive treatment can be preventive, arrestive or combined in relation to the time of deterioration. Preventive conservation can be solved with the regulation of humidity and temperature, various architectural means or treatments with preventive protective agents. Arrestive protection can be done with liquids, fumi, physical or biological methods. The advantage of fumigation is that gas can penetrate wood easily, fast and deep. From among the reactive gases, hydrogen cyanide (HCN) was first used in the disinfection of wood since it had good disinfectant properties in a short time. Its drawback is that in a humid environment it takes a long time until it leaves the objects and it reacts with metals and even precious metals. At present it is rarely used. The disadvantage of methyl bromide is that parallelly to the development of an ill-smelling product it reacts with some organic materials (e.g. leather and rubber), corrodes polished metal surfaces and can change the colour of some pigments. In reaction to phosphine (phosphorus hydrogen) copper and its alloys can blacken, gold and silver objects of low precious metal content can discolour, the colour of paints with copper components can change. The highly disinfectant ethylene oxide creates double bonds between the cellulose chains of materials containing cellulose, increasing their rigidity. It hardens leather and

decreases the binding properties of casein and egg-white. It can change the colour of some pigments with lead and tin components. The application of the above listed gases has partly been or will shortly be banned due to their strong poisonous properties. At the same time, the use of inert gases - nitrogen, argon, carbon dioxide - has become more common. In the case of nitrogen and argon, no deteriorating effect has so far been observed on art objects. Carbon dioxide used in an environment of high humidity can cause changes in the colour of some pigments, the transparency of linseed oil varnish, gum arabic and shellac layers because of the development of carbonic acid. Fumigation is carried out in well isolated containers, chambers or in impermeable foil tents. Traditional foils (e.g. polyethylene) are inappropriate, only special, so-called laminate foils made of several layers are suitable. Foils containing a polymeric or copolymeric sealing layer of ethylene-vinyl-alcohol, chlorine-trifluor-ethylene, chlorine - vinylidene or acrylic-nitrile (propylene nitrile) can be effectively used. Gas containers of liquid nitrogen or a nitrogen generator can be used as nitrogen sources. Oxygen can deteriorate art objects. The Ageless® product (with finely pulverised iron (II) oxide as agent) can be used for protection due to its oxygen absorbent property. It helps to reduce the oxidation of metal objects, the ageing of art objects made of organic materials, the growth of aerobic microorganisms and the damage caused by insects. The packets of Ageless® sold in commercial circulation must not be placed directly on the objects since in consequence of binding oxygen in exothermic reactions, the packet becomes hot. Ageless® can be combined with Art-Sorb, which helps to set the humidity of the air in the packet to the necessary value. RP System TM is a system that binds oxygen and deteriorating materials, which has more use than disinfection, it also protect art objects against oxidation and corrosion. Vital abilities of insects cease on a low temperature, while in a temperature higher than optimal (usually above 50 °C) they usually die of heat. In the case of art objects disinfection with heat can only be used if it can be solved that the humidity of the object does not change during the treatment. Fungi also survive only within limited temperatures. From the respect of protection, it is important to know the temperature at which their mycelia die. It is usually between 40-60 °C depending on the species. Freezing is not effective against fungi, but it can be applied in the case of insects. They can be killed within -14 and -20 °C.

Dr. András Morgós
Chemist, wood and furniture restorer artist
Magyar Nemzeti Múzeum
Head of department of conservation

Dr. András MORGÓS **Solidification of damaged wood**

Different methods are needed to solidify damaged wood depending on the quantity of water trapped in the wood. From the respect of water content, wood can be divided into two main categories: water logged wood or wet wood and dry wood. In the first case water fills in the walls of the cells (bound water) and partly or entirely the cell cavities (free water), while dry wood contains only bound water. The micro-spaces of the cell walls originating from the biological structure of the wood or from damages caused by fungi can be filled in with materials of small molecules that fill in the cell walls. The methods of filling in the cell cavities aim at the prevention of the collapse of the cells and the increase of the mechanical properties of the wood. The solidifying agents substitute the free water of the cell cavities in the case of wood saturated with water, while at dry wood damaged by insects or fungi, the materials that fill in the cell cavities build a new interior solid skeleton within the wood structure. One has to be careful at the solidification of wood that the solidifying agent does not change the colour (invisibility) of the object, if possible, it should be irreversible and have sufficient solidifying properties. The possibility of the repetition of treatment and the aesthetic appearance of the wood surface are important aspects. Before treatment, the type of damage - caused by fungi or insects - must be determined. Consolidating resins are usually applied in a diluted state. The molecule size of the resin is the most important factor from the respect of consolidation. The solvent influences the permeation of the solidifying agent. Polar solvents swell the wood fabric and thus prevent deep permeation. Quickly evaporating solvents result in the accumulation of the resin on the surface. According to chemical classification, the consolidating agents can be acrylates (Paraloids and Acryloids B66, 72, Elvacite 2013, 2044, 2045, 2046), poly(vinyl acetate)s or poly(vinyl butyrate)s (Butvar 72, 76, 98, Mowital B30H, B60H). The consolidating agents can be transferred into the wood through the butt-edge with impregnation using high pressure ampoules, with injection, with boring holes, or with impregnation using vacuum or vacuum and pressure alternately. It is suggested to pre-climatise the object in 50% relative humidity and carry out solidification in 15-18 °C watching the appropriate prophylactic instructions.

Dr. András Morgós
Chemist, wood and furniture restorer artist
Magyar Nemzeti Múzeum
Head of department of conservation

Petronella KOVÁCS
Cleaning of painted surfaces

The cleaning of painted surfaces is one of the most spectacular steps of restoration both for specialists and the public since the removal of a relatively thick dirt from the surface leads to very impressive results. Not to mention the vivid colours surfacing from under old, darkened coatings and perhaps the appearing of motives that were covered until then. Being so spectacular, cleaning is the most popular but, at the same time, perhaps the most dangerous intervention. Cleaning, the removal of a layer is an irreversible process, so the necessity of intervention is to be considered each time. Damage can be done even by the mechanical removal of superficial impurities. The loosely bound pigments can be damaged, the surface can be scraped so it is suggested to use a magnifying glass or a microscope. Superficial impurities can be removed by liquid cleaning materials (tenzides diluted in water), which, however, effect not only the surface. They can permeate into the paint layers and the alkaline or acidic solutions can cause lasting damages to their constituents (pigments, binding agents). Aqueous solutions of complex forming agents - salts of EDTE with two or four sodium atoms and the water soluble salts of citric acid as tri-sodium citrate, tri-ammonium citrate etc. are widely used for the removal of superficial impurities. Using complex forming agents one has to take care of paint layers that contain pigments of high copper and iron content in little binding substance because the complex formers can quickly bind copper and iron ions. Old and cracked resin coatings and oily binding substances can also be sensible to water. It is suggested to use the foam, gelled or pasty varieties of the cleaning substances to decrease permeation. It is important to know the context and composition of the layer structure of the art objects at the removal of coatings and secondary paint layers. Restorers can also investigate them with infra cameras, in UV shots and polished cross-sections. Another important task is to determine the type of the binding agent both of the substance to be removed and the layer to be preserved, since it helps to choose the appropriate cleaning substance. Each substance can be characterised by the solubility parameter calculated from the force acting between the molecules. Interaction happens only between substances that have identical or similar solubility parameters, that is a similar substance can only dissolve a similar substance. Test series of solvents and solvent mixtures are provided for restorers to help the delimitation of the solubility range of the unknown substance to be removed and the determination of the probable binding material. They can be illustrated in a Teas triangular diagram. With this, solvents can be chosen or mixtures can be composed the solubility points of which fall within this range and which will be suitable for the cleaning and the removal of the unnecessary layer. Choosing the solvents, their

penetration and retention properties and viscosity must also be checked. One must be very careful at every cleaning process, since the solvents effect not only the surface and the substance to be removed but also the deeper layers they can reach through fissures.

Petronella Kovács
Wood and furniture restorer artist
Magyar Nemzeti Múzeum
Head of the department of object restoration
University of Fine Art of Hungary

Györfi MÁTÉFY
Flags, their conservation and restoration

Flags, especially the painted or embroidered ones pose one of the most complicated tasks to textile conservation and restoration. The raw materials are easily decomposing organic materials as silk or flax, and time, use and storage all leave their traces on them. Regarding the shapes of flags, they resembled the modern ones already in the 9th century. They are usually rectangular and the textile is fixed directly on the flag-pole, that is they compose a single unit. The large ones were fixed to rings, sometimes to mobile cross-bars and hauled up on the flag-pole with a cord. Banner as the use of a symbol was of great importance already at the beginning. The medieval Hungarian flag also functioned as the national colours. Painted flags were commonly used in the 14th century. In the 14-15th centuries painters and craftsmen appeared whose main profile was to prepare various flags and coats-of-arms. In the 17th-18th centuries large guilds of banner makers and painters were established and functioned on the territory of Hungary and Transylvania. In the 18th century flags with painted coats-of-arms of families appeared already even at the funerals of the nobility. Large painter guilds functioned in Kassa, Lőcse, Nagyszeben and Nagybánya in Ferenc Rákóczi II's time. The Hungarian national flag was introduced at the time of the revolution of 1848. The most complex task is the conservation of painted flags since the painted and not painted surfaces deteriorate in diverse ways and need totally different treatments. Most of the flags are also ornamented with some embroidered inscription. The embroidered area behaves different from the textile base. Organic fibres of the embroidery need a different treatment than the metal fibres. Accordingly, the knowledge of the production technique and the materials used is very important at choosing the appropriate treatments. It is often considered what and to what degree should be completed without endangering the historical document value of the flag. Flags can be conserved with sewing conservation (supporting or covering them) or with lining. The use of the latter is suggested only in ultimate cases. Pure silk, cotton, flax, silk crepe-line, regenerated cellulose and polyester

crepeline can be used for conservation, and certainly not polyamide or other nylon-like fabrics or fibres. The basic theory says that the thread used for sewing should possibly be weaker than the material we wish to sew. No direct colours should be used or ones that are of poorer quality than the one originally used on the art objects, since they reduce the possibility of a later treatment. It is suggested to protect the painted parts before washing in the alcoholic solution of poly(vinyl-butiro-acetate) (Regnal). Lining foils can be made from the **1:1.5** mixture of Mowilith DMC2, Mowilith DM5 and water, which is to be mounted on a moist crepeline stretched on a table that was earlier coated by polypropylene foil. After drying, the adhesive surface develops on the side of the crepeline that is contacted with the polypropylene foil. This foil can be ironed to the art object through siliceous paper. If the doubled fabric needs to be dismantled, the object must be placed on blotting paper and one must wait until the two layers separate without intervention. Flag must be stored horizontally. The ones with a single facet that are not doubled, not painted and do not have inlays can be stored rolled up if there is no possibility to keep them horizontally. Lined fabrics must not be rolled up.

Györk Mátéfy
Textile and paper restorer artist
Magyar Nemzeti Múzeum

Katalin OROSZ

Storage, exhibition and conservation of ethnographic leather objects

Leather has always been regarded as a useful and valuable material, and people tried to dress the skins of a great variety of animals and use them for different purposes. In Europe, however, the skin of cattle, sheep, goat and pig was most frequently used. Cowhide was used first of all for shoe soles, harness and cart gear, while calf-skin, having a softer surface, was the raw material of shoe uppers, upholstery and book bindings. Pigskin is very strong and accordingly it was preferred for the binding of large archives volumes subjected to strong wear. Sheepskin, feeling softer by the hand, served mainly for the raw material of articles of wear and book bindings. Goatskin was used where durability was just as important as aesthetic appearance, e.g. for shoe uppers, book bindings, coating of cases and boxes and for mounting. Rawhide is perishable, it is attacked by microorganisms, it stiffens after drying and shrinks in cause of heat. So rawhide is to be conserved and stored until the sufficient quantity is collected. Two methods have been used for this purpose: salting and drying. The next steps of tanning are soaking, liming, scudding, decalcification, drenching, tanning, dehydration, colouring, greasing then surface

treatment, softening. Vegetable tanning was most common in Europe, when tannic acid gained from various plant parts were used. In the Carpathian Basin, the most frequently used vegetable tanning substance was gained from the bark and the apple of robur. Besides, mineral tanning with alum was significant since the white leather objects in ethnographic collections ("suba", "melles", bagpipe, tobacco pouch) were tanned with alum until the recent past. Aluminous leather is soft and one must be careful during its treatment, since alum is not strongly bound to the fibres and it can easily be removed during soaking in water. The Hungarian way of skin dressing arrived in France in the 16th century and was given the name hongroyeurs. Tanning with grease was widespread in Central Asia, in the Far East and in areas of cold climate. Glaced tanning is the combination of aluminous and grease tanning. Smoke tanning is an ancient method. Chrome tanning and the use of artificial tanning substances are the most common methods in modern industry. The deterioration of leather objects can originate from the dressing or the use of the objects and environmental factors. Objects made of leather usually have complex materials, they can contain metal, textile, wood or glass beside leather. At storage, the environment must be adjusted to the demands of the organic components. Leather objects must be kept in boxes protected from light and dust. To prevent insect contamination it is suggested to use insect repellents. Occasional insect contamination can be detected by insect traps available in commercial circulation. The mechanic dry cleaning of the contaminated leather objects can be made with a brush, a vacuum cleaner or rubbers of various hardness. Furs, objects combined with textile can nicely be cleaned with sawdust or bran saturated with white spirit. Leather of vegetable tanning can also be cleaned with fat liquors and those of solvents. It is worth moistening the hardened leather objects in vapour chambers to help the correction of the shape. An ultrasonic vaporiser is the most suitable, although, if it cannot be obtained, leather can also be moistened on a piece of blotting paper placed over the dish of cold water. The sufficiently soft leather must be set to the right shape and slowly dried wrapped up in paper wadding. The shrinking of the leather can be prevented by stretching it with the help of rustproof insect pins. Some objects were greased during use. Too much grease hardens the leather and cracks the grain. To protect the object, the superfluous grease must be removed with a wrapping saturated in white spirit.

Katalin Orosz
Paper and leather restorer artist
Magyar Országos Levéltár

Katalin T. BRUDER
Restoration - ceramics I.

In order to learn the restoration of ceramics, the basic properties of the clay types and the production technologies must be known. Clay minerals are divided into three main groups: kaolinite, illite and montmorillonite. Regarding their practical use they are divided into the following groups: kaolinites, combustible and incombustible clays, bentonite clays. Ceramics can be moulded with different methods: band raising, turned on a wheel, moulding in a model, free moulding, casting and pressing. After drying, baking can be made in ovens of various types on different temperatures: pottery on 800-1000 °C, stoneware, china ware, clinker and hard tile on 110-1300 °C, chamotte on 1300-1500 °C. Most of the finds unearthed by excavations are pottery fragments. They are usually washed in water on spot before the water soluble salts transform into calcium and magnesium carbonates, which do not dissolve in water. Weathered, poorly preserved, fissured ceramics have to be transported into the restorer's workshop together with the earth around it in an appropriate wrapping, unless sufficient conditions are provided for conservation at the site of the excavation. Depending on the condition of the object, fixing can be made with wrapping gauze around it, or using chemicals: 10 % Paraloid B72 diluted in toluol or 3-5 % poly(vinyl-butirate) diluted in alcohol. The object can also be removed after being fixed with a plaster bandage or polyurethane foam in situ. After sufficient cleaning and the removal of the earth, the inside of the vessel can be solidified with solutions of Paraloid B72 or PVB. PVB solution is suggested for glueing since it gives an indistinctive trace of glueing, it is thermoplastic (which means that glueing can be readjusted) and cheap. Diluted Araldite varieties can be applied to glue china ware and fine ceramics. Completions are usually made from coloured plaster. Pulverised paints deteriorate binding properties, which can be neutralised with the addition of dental hard plaster. Additives as plasticine or dental wax can be used for completions. When the plaster is mounted from the edges inwards, the development of air bubbles on the joining surfaces can be evaded. Another study will deal with the solutions of more complicated problems as the completion of plastic, open-work tiles, glazed wares and china wares and reconstruction.

Katalin T. Bruder
Archaeological and applied art restorer
Deputy head of department of conservation
Magyar Nemzeti Múzeum

Erdélyi Magyar Restaurátorok Továbbképző Konferenciája 2000. Székelyudvarhely

Résztevők címlistája

András Tihamér (egyetemi hallgató)
4300 Târgu Mureș, Str. Grivița Roșie nr. 41/33
Telefon: 00 40 65-168 884

Bakayné Perjés Judit (okleveles restaurátor)
Budapesti Történeti Múzeum, Budapest
1250 Budapest, Pf. 4
Telefon: 00 36 (1) 3757 533/298

Balácsi Dénes (emlékház gondnok)
4168 Bisericani
Telefon: 00 40 66-248 312

Benedek Éva (papír restaurátor művész)
Muzeul Secuiesc, Miercurea Ciuc
4100 Miercurea Ciuc, Str. Cetății nr. 2
Telefon: 00 40 66-111 727

Biró Gábor (festőművész)
Muzeul Haáz Rezső, Odorheiu Secuiesc
4150 Odorheiu Secuiesc, Str. Kossuth nr. 29
Telefon: 00 40 66-218 375

Demeter István (restaurátor)
Muzeul Haáz Rezső, Odorheiu Secuiesc
4150 Odorheiu Secuiesc, Str. Kossuth nr. 29
Telefon: 00 40 66-218 375

Domokos Levente (műtárgyvédelmi asszisztens)
Muzeul Molnár István, Cristuru-Secuiesc
4180 Cristuru-Secuiesc, Pta. Libertății nr. 45
Telefon: 00 40 66-242 580

Ferenczi István (fémrestaurátor)
3400 Cluj Napoca, Str. Pietroasa nr. 57
Telefon: 00 40 64-143 234

Janitsek András (festőművész, fémrestaurátor)
3400 Cluj Napoca, Str. Lalelelor nr. 11
Telefon: 00 40 64-132 805

Dr. Járó Márta (vegyész)
Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest
1450 Budapest, Pf. 124
Telefon: 00 36 (1)-2101 338
e-mail: jarom@posta.net

Kocs Irén (preparátor)
Muzeul Secuiesc, Sf. Gheorghe
4000 Sf. Gheorghe, Str. Kós Károly nr. 10
Telefon: 00 40 67-312 442

Kolumbán József (mérnök)
Exa Trade Srl, Odorheiu Secuiesc
4150 Odorheiu Secuiesc, Str. Cetății nr. 9
Telefon: 00 40 66-218 080

Kovács Levente (fémrestaurátor)
Muzeul Secuiesc, Miercurea Ciuc
4100 Miercurea Ciuc, Str. Cetății nr. 2
Telefon: 00 40 66-111 727

Kovács Petronella (fa- bútorestaurátor művész)
Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest
1011 Budapest, Könyves Kálmán krt. 40
Telefon: 00 36 (1)-2101 330
Mobil: 00 36 30 232 9330
e-mail: petronella@mail.mata.vu
petronellakov@hotmail.com

Kovács Piroska
4151 Satu Mare, Str. Principală nr. 73
Telefon: 00 40 66-245 008

Károlyi Zita (kerámia restaurátor)
Muzeul Haáz Rezső, Odorheiu Secuiesc
4150 Odorheiu Secuiesc, Str. Kossuth nr. 29
Telefon: 00 40 66-218 375
Mobil: 00 40 92-633 976
e-mail: zita@tetra.topnet.ro

László Magdolna (gyűjteménykezelő)
Muzeul Secuiesc, Miercurea Ciuc
4100 Miercurea Ciuc, Str. Cetății nr. 2
Telefon: 00 40 66-111 727

Lőrincz László (papírmerítő)
4150 Odorheiu Secuiesc, Str. Taberei nr. 24/B
Mobil: 00 40 91-423 590

Lukács Mária (múzeológus, kerámia restaurátor, múzeumigazgató)
Muzeul Tarisznyás Márton, Gheorgheni
4200 Gheorgheni, Str. Rákóczi Ferenc nr. 1
Telefon: 00 40 66-165 229

Márton Levente
Városi Múzeum, Szovata
3295 Sovata, Str. Principală nr. 134
e-mail: somuzeum@szovata.ro
www.szovata.ro/muzeum

Mátéry Györk (textil és papírrestaurátor művész)
Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest
1011 Budapest, Könyves Kálmán krt. 40
Telefon: 00 36 (1)-2101 330
e-mail: matefy@mail.datanet.hu

Mihály Ferenc (fá-, bútorestaurátor művész)
3295 Sovata
Mobil: 00 40 95-850 102

Mihály Zita (építész)
Muzeul Secuiesc, Miercurea Ciuc
4100 Miercurea Ciuc, Str. Cetății nr. 2
Telefon: 00 40 66-111 727
e-mail: csime@sec.ro

Miklósik Ilona (múzeológus-konzervátor)
Muzeul Banatului (Secția de Artă), Timișoara
1900 Timișoara, Piața Huniade nr. 1
Telefon: 00 40 56 191 339

Molnár Éva (gyűjteménykezelő)
Muzeul Secuiesc, Miercurea Ciuc
4100 Miercurea Ciuc, Str. Cetății nr. 2
Telefon: 00 40 66-111 727

Dr. Morgós András (vegyész/, fá-,
bútorestaurátor művész)
Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest
1370 Budapest, Pf. 364
Telefon: 00 36 (1) 3277 742
Mobil: 00 36 30 9626 057
e-mail: morgos@hnm.hu

Nagy István (fémrestaurátor)
Muzeul Secuiesc, Miercurea Ciuc
4100 Miercurea Ciuc, Str. Cetății nr. 2
Telefon: 00 40 66-111 727

Oláh Rozália (textilrestaurátor)
Muzeul de Etnografie și Artă Populară, Târgu Mureș
4300 Târgu Mureș, Pta. Trandafirilor nr. 11
Telefon: 00 40 65 215 807

Orosz Katalin (bőr-, papírrestaurátor művész)
Magyar Országos Levéltár, Budapest
1014 Budapest, Bécsikapu tér 4
Telefon: 00 36 (1) 355 6857

Róth András Lajos (könyvtáros)
Biblioteca Documentară, Odorheiu Secuiesc
4150 Odorheiu Secuiesc, Cp. 21
Telefon: 00 40 66 213 246

Sándor Lehel Csaba (preparátor)
Muzeul Tarisznyás Márton, Gheorgheni
4200 Gheorgheni, Str. Rákóczi Ferenc nr. 1
Telefon: 00 40 66-165 229

Séd Gábor (tárgyrestaurátor művész)
Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest
1011 Budapest, Könyves Kálmán krt. 40
Telefon: 00 36 (1)-2101 330
Mobil: 00 36 30 242 3221

Simona Ciurilă (kerámia restaurátor)
Muzeul Municipal București
B-ul I.C. Brătianu nr. 2 Sector 3
Telefon: 00 40 1-2-103 823
Mobil: 00 40 93 659 452

Szombath Zoltán (preparátor)
Muzeul Județean, Târgu Mureș
4300 Târgu Mureș, Str. Horea nr. 24
Telefon: 00 40 65 136 987

T. Bruder Katalin (régészeti és iparművészeti
restaurátor)
Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest
1088 Budapest, Múzeum krt. 14-16
Telefon: 00 36 (1)-2101 330

Turcza László (gyűjteménykezelő)
Muzeul Secuiesc, Miercurea Ciuc
4100 Miercurea Ciuc, Str. Cetății nr. 2
Telefon: 00 40 66-111 727

Vinceffy László (festőművész, festőrestaurátor)
Galeria de Artă, Muzeul Secuiesc, Sf. Gheorghe
4000 Sf. Gheorghe, Str. Kós Károly nr. 10
Telefon: 00 40 67-312 442

Zepeczaner Zsolt (műtárgyvédelmi asszisztens)
Muzeul Haáz Rezső, Odorheiu Secuiesc
4150 Odorheiu Secuiesc, Str. Kossuth nr. 29
Telefon: 00 40 66-218 375

Zöld Kémenes Kinga (geológus, gyűjteménykezelő)
Muzeul Tarisznyás Márton, Gheorgheni
4200 Gheorgheni, Str. Rákóczi Ferenc nr. 1
Telefon: 00 40 66-165 229

A konferenciát a Nemzeti Kulturális Alapprogram, a Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma, az ICCROM Magyar Nemzeti Bizottság és a Haáz Rezső Múzeum támogatta.

Haáz Rezső Alapítvány Kiadványai

Felelős kiadó: Zepezaner Jenő

Székelység. A székelyföldet és népét ismertető folyóirat. Új folyam. 1990.1-4, 1991. 1-4 sz. u

Múzeumi Füzetek

1. Lakatos István: Székelyföld legrégebb leírása. Latinból fordította és a bevezetőt írta Jaklovszki Dénes. 1990. 16 o.
2. Hermann Gusztáv: Művelődéstörténeti séta Székelyudvarhelyen. 1990. 24 o.
3. Albert Dávid: A székelyudvarhelyi vár. 1991. 30 o.
4. Kordé Zoltán: A székelykérdés története. 1991. 58 o.
5. Erdély a Históriaiban. 1992. 198 o.
6. Antal G. László: Situația minorităților etnice maghiare în România. 1993.56 o.
7. Gergely András: Istoria Ungariei. Traducere de Hermann M. Gusztáv. 1993. 174 o.
8. Az agyagfalvi székely nemzetgyűlés 1848-ban kiadott jegyzőkönyve. Reprint. [1994]. 8 o.
9. Nagy Lajos: A kisebbségek alkotmányjogi helyzete Nagyromániában. Reprint. 1994. 302 o.
10. Haáz Ferenc Rezső: Udvarhelyi tanulmányok. Bevezetővel és jegyzetekkel ellátta Zepezaner Jenő. 1994.114 o.
11. Krenner Miklós (Spectator): Az erdélyi út. (Válogatott írások). Közzéteszi György Béla. 1995. 220 o.
12. Pál-Antal Sándor - Szabó Miklós: Egy forró nyár Udvarhelyszéken. (Az udvarhelyszéki szabad székelek és kismesek 1809. évi engedetlenségi mozgalma.) 1995. 46. o.
13. Legea privind drepturile minorităților naționale și etnice din Ungaria. 1996. 68 o.
14. Kocsis Károly - Varga E. Árpád: Fizionomia etnică și confesională a regiunii carpato-balcanice și a Transilvaniei. Traducere de Skultéty Sándor. 1996. 134. o.
15. Fekete Árpád - Józsa János - Szőke András - Zepezaner Jenő: Szováta 1573 -1898. 1998. 334 o.
16. Zepezaner Jenő: Udvarhelyszék az 1848-1849-es forradalom és szabadságharc idején. Tanulmány és okmánytár az udvarhelyszéki eseményekhez. 1999. 274 o.
17. Orbán Balázs kiadatlan fényképei. Miklósi Sikes Csaba Ajánlásával közzéteszi Zepezaner Jenő. 2000, 6+13 o. II. kiadás 2001.
18. Miklósi Sikes Csaba: Erdélyi magyar fényképezők és fotóműtermek. 445. o.
19. Pál-Antal Sándor: Marosszék az 1848-1849-es forradalom és szabadságharc idején.

Székely tájak, emlékek sorozat

- Hermann Gusztáv: Székelyudvarhely, Műemlékek. [1994.] 16 o.
Szabó András: Csíkzsögöd, Nagy Imre képtár. [1994.] 16 o.
Veres Péter: Korond, Kerámia. [1994.] 16 o.
Zepezaner Jenő: Székelyudvarhely, Haáz Rezső Múzeum. [1994.] 16 o.
Róth András Lajos: Székelyudvarhely, Haáz Rezső Múzeum Tudományos Könyvtára. [1996.] 16 o.
Józsa András - Fekete Árpád - Szőke András - Zepezaner Jenő: Szováta, Gyógyfürdő. [1996.] 16 o. u

Sorozaton kívül jelent meg:

- Péter Attila: Keresztek Székelyudvarhelyen 1993-ban. 1994. 168 o.
Balázi Dénes: Ne nézze senki csak a maga hasznát. (Szövetkezeti mozgalom a Kis- és Nagyhomoród mentén). 1995. 130 o.
Balla Árpád - Kiss A. Sándor: Magnézium a biológiában, magnézium a gyermekgyógyászatban. 1996. 450 o.

Katalógusok, ismertetőik

- Haáz Rezső Kulturális Egyesület Tájékoztatója. 1995.
Néprajz a fotóművészetben fotókiállítás katalógusa. 1997.
László Gyula. 1999. október 15.
A Székelyföld virágai néprajzi kiállítás. 2000. május 26.
Az én XX. századom. Fotóművészeti kiállítás. 2000. október 25. u
Biró Gábor festmények. 2000. december.
First International Photographic Salon. A XIX-lea Bienală de Artă Fotografică. Marosvásárhely - Székelyudvarhely. 2001.

A minőség jegyében ...



Swero Srl.

műanyag és alumínium külső redőnyök
reluxa típusú alumínium redőnyök
harmonikaajtók és térelválasztók
szalagfüggönyök

4150 Odorheiu Secuiesc
Str. Beclean 228
Tel/Fax: 00 40 66 213 780
Tel: 00 40 66 218 777
Mobil: 094 644 960

Csik Turism Montan Srl.

külső, belső fertőtlenítés
kártévő mentesítés
hideg-meleg kódosítás
gázosítás

4100 Miercurea Ciuc
Str. Coşbuc 41
Tel/Fax: 00 40 66 110 432
e-mail: csiktours@fec.ro

Inter- Dekor Srl.

művész festékek és festőszerek

4150 Odorheiu Secuiesc
Str. Beclean 122
Tel: 00 40 66 218 365



YOUR INTERNATIONAL PRINTING PARTNER



INFOPRESS S.A.

SEDIU CENTRAL: RO • 4150 Odorheiu Secuiesc, Str. Dişului nr. 47 Tel: +4-066-218064, 218012,
+4-095-045648, 095-045649 Fax: +4-066-218291, 218283

E-mail: office@infopress.ro • <http://www.infopress.ro>

REPREZENTANȚĂ BUCUREȘTI: RO • București, str. Fabrica de glucoză nr. 5 Tel: +4-01-2421316,
2420803, 6885060 Fax: +4-01-2421100

A borítón: Festett hozományos láda,
a Szabadtéri Néprajzi Múzeum (Szentendre) tulajdona

Felelős szerkesztő: Kovács Petronella

Grafikai szerkesztő: Biró Gábor

Műszaki szerkesztő: Borbély Csilla

Formátum: A4

Terjedelem: 108 oldal

Megjelent: 500 példányban

Papír LWC, Betűtípus HS TIMP

Készült Székelyudvarhelyen
az INFOPRESS R.T. nyomdájában 2001-ben

ISBN: 973-96873-9-9