

Elkerülhetetlen művelődésünk tárgyi örökségének romlása?

Aurel Moldoveanu

A válasz: igen. Főképp, ha tekintettel vagyunk a termodinamika második törvényére, az entrópiára. Az entrópia értelmében az anyag, így a műtárgy is magas fokú rendeződési állapotot képvisel, ami idővel a rendezetlenség irányába változik. Tehát a tárgyi örökségünket képező javak vegyi szempontból nem tekinthetők állandóknak.

Ez a folyamat, ha úgy tetszik, a természet furcsasága. A papír vegyileg kevésbé stabil, mint összetevői, melyekből a CO₂ és víz fotoszintézise révén létrejött. A vas sem oly stabil, mint az ásvány, amelyből előállították. A vas vasoxidokból történő kivonása nagy energiát igényel. Ennek az energiának egy része a kémiai kötésekben van, amelyek alkotják, és instabillá teszik.

Egy nyilvánvaló paradoxonnal állunk szemben: minél magasabb szinten szerveződött egy anyag, annál instabilabb vegyileg. Mintha az atomok és molekulák kötéseibe zárt energia arra törekedne, hogy felszabaduljon, állandóan alacsonyabb szerveződésű szinteket hozva létre, hogy végül az őselemek rendezetlenségét eredményezze.

E folyamatok tehát elkerülhetetlenek és visszafordíthatatlanok, mindegyik során, a felbomló kötések miatt az anyag belső energiája csökken. A spontán módon történő visszatérés az eredeti, a folyamatokat megelőző állapothoz, lehetetlen.

A szerves anyagok törékennyé válása, színvesztése efféle folyamatok eredményei, amelyek, mint már említettük, visszafordíthatatlanok. Semmi, még a legigényesebb restaurálás sem tudja visszaadni egy műtárgy eredeti állapotát.

Ha elfogadjuk ezt az állítást - és mi egyebet tehetünk - akkor elfogadjuk a műtárgyak állagromlása elkerülhetetlenségének tételét is. Ez esetben mi értelme van a megakadályozását célzó nagy igyekezetnek? Amennyiben az anyag hajlamos az átalakulásra, éppoly igaz az is, hogy eme átalakulásnak megvannak az elengedhetetlen feltételei. Fizikai és vegyi tényezőkről van szó, amelyek állandóan jelen vannak a műtárgyaink és műemlékeink környezetében: nedvesség, oxigén, különböző reaktív gázok, hőmérséklet és fény.

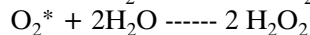
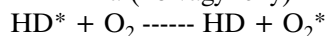
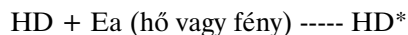
Amennyiben a bomlás kémiai folyamatok útján történik, melyek a környezet bizonyos fizikai-kémiai tényezőitől függenek, ha ezen tényezők érvényesülését meggátoljuk, lelassíthatjuk a folyamatokat és következményeiket. Ezt kívánja megvalósítani a preventív állagmegóvás: a kockázati tényezők érvényre jutását még azelőtt meggátolni, mielőtt a műtárgyakon, emlékeken elváltozásokat okoztak volna.

Mielőtt meghatároznánk a fizikai-kémiai tényezők helyét e folyamatok egészében, nem árt áttekinteni a műtárgyak-műemlékek környezetében lejátszódó vegyi folyamatok jellemzőit.

E folyamatok spontán jellegűek, mint a fotooxidáció vagy korrózió, függetlenek a mi beavatkozásainktól, azonban szükségesek bizonyos feltételek: a reagensek találkozási hatásos ütközéssel, a geometriai feltételek megvalósulása, a reakcióban résztvevő elemek affinitása és az aktiválási energia (E_a) forrásának megléte. A fiziko-kémiai tényezők két csoportba oszthatók, a szerint, hogy milyen szerepet játszanak a kémiai folyamatok mechanizmusában.

Megkülönböztetjük a kémiai reakció típusát, azokat a tényezőket, amelyek kémiailag egyesülnek egymással, illetve a műtárgyak alkotó elemeivel. Íme - szemléltetesképpen - néhány reakció-típus:

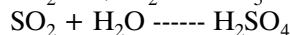
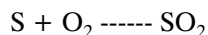
1.



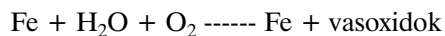
HD - molekula a tárgy anyagából (színezékanyag, szennyeződés stb.)

* - az aktivált molekula jele

2.



3.



A víz és az oxigén, mint láthatjuk, egyik reakció-típusból sem hiányzik.

A másik osztály, az aktiváló tényezőké, vagy a fény-hő impulzusé, mely a folyamathoz szükséges aktiválási energiát (E_a) biztosítja.

A kémiai folyamatok létrejöttéhez - amint tudjuk - mindkét tényező elengedhetetlen, a műkincsek védelme érdekében nem marad egyéb teendőnk, mint kiiktatni vagy a reakció-tényezőt, vagy az aktiváló faktort, meggátolva ekképpen a kémiai átalakulás mechanizmusát. Közismert példa erre az a mód, ahogyan megóvták az Amerikai Egyesült Államok történetének két alapvető dokumentumát, a Függetlenségi nyilatkozatot és az Alkotmányt. Ezeket több mint 50 éven keresztül olyan tárlóban bocsátották közszemlére, amelyben a

levegőt héliummal helyettesítették. A nedvesség és az oxigén, vagyis a reakció-tényezők hiánya leállította a bomlás folyamatát, így a papíron - legalábbis szabad szemmel - semmiféle elváltozás nem észlelhető.

A bomlási folyamat viszont akadályozható az aktiválási tényezőkre történő ráhatással is. A filmarchívumokat például 0°C hőmérséklet alatt tárolják, jelentősen lassítva ezzel a kémiai folyamatokat és megnövelve az ekképpen raktározott anyag felezési idejét ($T_{1/2}$)¹. Elképzelhetjük, mennyire tönkrementek volna a szobahőmérsékleten tárolt mozifilmek, főképp a színesek. Múzeumaink többségében sajnos tanúi lehetünk a nem megfelelő hő-környezet okozta hatalmas károknak.

Összegezve

1. A műtárgyak eredendő jellemzője, hogy kémiai folyamatok során fokozatosan lebomlanak.

2. E folyamatokat a műtárgyak és a környezet fiziko-kémiai tényezői közt végbemenő kölcsönhatások határozzák meg, és mindannyiszor lejátszódnak, valahányszor e tényezők bizonyos feltételek kíséretében (koncentráció, intenzitás) jelen vannak.

3. A kémiai folyamatok a műtárgyak bomlását elősegítő elsődleges tényezők. Tárgyi örökségünk mennyi darabja - mondhatjuk: nagyobbik része - károsodik e folyamatok során: könyvek, okiratok, folyóirat- és újság-gyűjtemények, grafikák, fotók, fotó-klisék, régi textíliák és bőrféleségek.

4. A műkincsek környezetében végbemenő vegyi folyamatok visszafordíthatatlanok.

A következtetések összegzése

A kémiai bomlási folyamatok abban az esetben ki-védhetetlenek, ha a fiziko-kémiai tényezők elérik a kritikus értékeket. Például, ha a levegő relatív nedvességtartalma meghaladja a 30-40-50%-ot, vagy ha a hőmérséklet 0°C fölé emelkedik.

A tárgyak épségét veszélyeztető bomlasztó folyamatok csak akkor késleltethetőek jelentős mértékben, ha tárolási környezetükben a károsító fiziko-kémiai tényezők a kritikus érték alatt maradnak. Így kijelenthetjük: a szakszerű, megelőző jellegű konzerválás az egyetlen lehetőség arra, hogy tárgyi örökségünket meg-óvjuk a mindennemű (vegyi, fizikai, biológiai) károsodástól.

Sokat írtak arról, hogy mi a teendő a műkincsek álagmegóvása területén. A tennivalók felvázolásától a végrehajtásig azonban hosszú az út. A fő probléma, hogy nem vesszük észre az összefüggést az entrópia jelensége és a megelőző álagmegóvás között. Megfeledkezünk arról, hogy a konzerválás csakis a környezeti fiziko-kémiai tényezők (nedvesség, oxigén, reaktív gá-

zok, hő és fény) bomlasztó hatásának megfékezésével lehetséges. A konzerválás nem korlátozódhat portör-lésre és a tárgy raktárban való elhelyezésére (sajnos olykor ezt sem végzik kellő körültekintéssel).

Egy másik gyakori mulasztás, hogy nem tulajdonítunk kellő jelentőséget a hőenergia aktiváló hatásának. Való igaz, ez gyengébb a fény hatásánál. Ám azt se feledjük, hogy a múzeumi környezetben leggyakrabban észlelhető hőmérséklet (18-20°C) elegendő arra, hogy elindítsa és fenntartsa az arra leginkább hajlamos anyagok (könyv, okiratok) bomlását. Az amerikai R. D. Smith által végzett kísérletek alátámasztják Arrhenius tételét, mely figyelmeztet a hőmérséklet és a vegyi reakciók intenzitása közti összefüggésre. Smith szerint, a felezési idő ($T_{1/2}$) vagyis az időtartam, mely alatt a papír fizikai-mechanikai tulajdonságai felére csökkennek, lényegesen rövidül a hőmérséklet emelkedése nyomán. Például, a papír estében, a $T_{1/2} + 10^\circ\text{C}$ -n 3100 év, 20° -on 490 év, 30° -on 88 év, míg 35° -on mindössze 10 év. Elképzelhetjük, mennyivel hosszabb ideig szemlélhetnénk jó állapotban műkincseinket, ha ezeket alacsony (0°C alatti) hőmérsékleten tárolhatnánk ($T_{1/2}$ 0°C -on több mint 20 ezer év!). Újabb érv, ha még szükséges: nem igazolta meggyőzően a Russell-efektus (Daniels 3) a szokványos környezeti hő papírra gyakorolt bomlasztó hatását? Igenis, bebizonyította, hogy sötétben, a papírban és kartonban oxidációs folyamatok mennek végbe, melyek során hidrogén-peroxid (oxigénes víz) szabadul fel.

Sok a kérdés a fény kapcsán is. A szakirodalom általában az ultraibolya sugarak szűrését javallja, mintha ezek lennének a károk szinte kizárólagos okai. Nem szabad viszont megfeledkezni a látható fény tartományába eső sugárzásokról, és pedig a kishullámhosszú sugárzások hangsúlyozottan-, illetve a nagy hullámhosszú sugárzások kevésbé káros voltáról. A múzeumok megvilágítására kiválasztott fényforrások esetében is gondolnunk kell erre! Így, a látható természetes és fluoreszcens fény inkább a kék tartományban sugároz, amely károsabb, mint az izzólámpák fénye, melyeknél a vörös dominál. Ezt a tényt a színhőfok értékei is alátámasztják: míg az izzólámpák színhőfoka mindössze 2550 - 3000 K, a fénycsöveknél ez 6000 K-ig nő, a természetes fénynél pedig a 24000 K-t is elérheti. És mégis, a múzeumok többségében, különösképpen a művészeti jellegűekben, természetes és fénycső fényforrásokat használnak, amelyek az ibolyántúli sugárzás szűrése mellett is károsabbak az izzólámpák fényénél. Nem kellene inkább az utóbbiakat használni?

Tárgyi örökségünk elkerülhetetlen romlásáról beszélve tehát ne feledkezzünk meg egy lényeges dologról: hogy a bomlasztó hatású vegyi folyamatok mechanizmusát a környezetben jelen lévő fiziko-kémiai tényezők indítják el. Csakhogy, jelenlegi ismereteink szerint e tényezők hatását nem tudjuk teljes mértékben

¹ $T_{1/2}$ (felezési idő) = annak az időszaknak a fele, ami alatt az adott tárgy teljesen megsemmisül

kiküszöbölni. Egyebet nem tehetünk, mint a rendelkezésünkre álló eljárásokkal csökkentjük a nedvesség, hő, fény és egyéb aktiváló tényezők hatását. Csakis így foghatjuk vissza a kémiai folyamatok intenzitását, meghosszabbítva műtárgyaink élettartamát. Kevesebb nedvesség, kevesebb fény, sokkal kevesebb hő - ezek volnának céljaink, ám elérésük nem oly egyszerű, mint amilyennek tűnik.

Ne feledjük - a filmarchívumok kivételével - e tekintetben a világ egyetlen múzeumában sem történt lényeges előrelépés. A klímaberendezések csaknem félszázada megszabott teljesítmény-paraméterei (relatív nedvesség: 50-60%, t=18-23/24 °C) pedig inkább csak illúziókat keltenek.

Mi a teendő tehát? Meglehet, hogy amit most javasolunk, túlonként radikálisnak tűnik. De ha nem lépünk határozottan, a következő nemzedékek tárgyi örökségünknek csak nyomait fogják örökölni.

1. A veszélyeztetett gyűjtemények külön tárolása, 30-40%-os, legfeljebb 45%-os relatív nedvességű környezetben, maximum 4-5 °C hőmérsékleten. E raktárakat szigorúan izolálni kell, a fennebbi célt pedig hűtő- és nedvesség-szabályozó berendezésekkel lehet elérni.

2. Ha e feltételek nem teljesíthetők, egy-két-három helyiséget akkor is rendezzünk be, a fenti feltételekkel, a gyűjtemények legértékesebb darabjai számára.

3. A vázolt feltételek között tárolt tárgy felhasználása (tárolási környezetén kívül) csak a hőmérséklet fokozatos kiegyensúlyozása után történhet. Ugyanez érvényes a raktárba történő visszahelyezésre is. Ezt a műveletet körültekintéssel, megfelelő kísérleti előkészítés nyomán végezzük el!

4. Kiállításokon: relatív nedvesség: 40%, hőmérséklet: 15-17 °C. Ez természetesen csökkenti a látogatók komfortérzetét, ám ezt az árat meg kell fizetni, hogy az elkövetkezendő nemzedékek is eredeti valójukban láthassák értékeinket. A klímaberendezésekkel rendelkező múzeumok ezekhez a paraméterekhez kellene igazodjanak. De javítható a klíma-mentes kiállítások helyzete is, a következőképpen:

- a) A hőszigetelés javítása. Külön figyelmet kell szentelni az ablakokra, ahol jelentős hőcsere megy végbe, főképp a közvetlen napsugárzásnak kitett helyiségekben.
- b) A hőmérséklet állandó értékeken tartása (hideg évszakban), a fűtőberendezés folyamatos, de takarékos (15-17 °C-t biztosító) működtetésével.
- c) A nedvesség-szabályozó berendezések működtetése, a 30-40%-os relatív nedvesség állandósítása érdekében.
- d) A legsérülékenyebb, károsodásra hajlamos tárgyainkat évente legfeljebb három-négy hétig állítsuk ki.

5. A védelmet biztosító rendszer állandó felügyelete, hatékony (30 percen belüli) közbelépés meghibásodás esetén.

6. Izzó világítótestek használata minden helyiség-

ben, ahol szerves összetételű tárgyak találhatóak. Csökkenteni a fénnel való kontaktust.

A fent felsorolt intézkedések nem csupán a kémiai, fizikai folyamatok intenzitását korlátozzák, hanem bizonyos fókig a biológiai folyamatokat is. De nem kevésbé fontos a tárgyak megkímélése a mechanikai kopástól: erre is figyelni kell a tárgy kiállításon történő elhelyezésekor, költöztetése, csomagolása, szállítása, fényképezése, kutatása, leltározása során.

Mindezen intézkedések sürgősek. Minden késlekedés tárgyi örökségünk károsodását jelenti. Végrehajtásukhoz három dolog szükséges: megérteni a cselekvés fontosságát, a cselekvéshez elengedhetetlen ismeretek, és végül a megfelelő anyagi eszközök. Legtöbbször a megértés hiánya okozza a nagy károkat. A múzeumok vezetői általában avatott ismerői a különböző kutatási területeknek (művészet, történelem, néprajz, stb.), de képtelenek megérteni a tárolt értékek állagmegóvásának fontosságát. Vannak esetek - mindennapjaink egyéb területein is - mikor a korlátolt akadémiái méreteket ölt. Ha pedig nem értjük meg a problémák lényegét, miképpen cselekedhetünk?

Irodalom

- Appelbaum**, Barbara: Guide to environmental protection of collections. 1991.
- Connigham**, William P.- **Saigo**, Barbara Woodworth: Environmental Science. 1995.
- Daniels**, V.: The Russell Effect. A Review of its Possible uses in Conservation and the Scientific Examination of Materials. In: Studies in Conservation, 29. 1984. 57-62.
- Feller**, Robert L.: Controle des effets deteriorants de la lumiere sur les objets de musée. In: Museum. 2. 1964. 57-84.
- Feller**, Robert L.: Thermodynamically activated oxidation Mother's Book Burning. Reprint. Preservation of Library Materials. Pennsylvania Library Association Bulletin. November, 1973. vol. 28. nr. 6. 232-242.
- Kodak H23**. The Book of Film Care
- Kühn**, Herman: The Effect of Oxygen, Relative Humidity and Temperature on the fading rate of watercolors. Reduced Light change in a Nitrogen atmosphere. In: 1967 London Conference in Museum Climatographie
- Moldoveanu**, Aurel: Conservarea preventiva a bunurilor culturale. Bucuresti, 1999.
- Plenderleith**, H. J. and **Phillipot** P.: Climatographie and Conservation in Museums. In: Museum. 4. 1960.
- Porck**, Henk J. - **Tezgeler**, René: Preservation Science Survey. An Overview of Recent Development in Research on Conservation of Selected Analog Library and Archival material. Amsterdam, 2001.
- Thomson**, Garry: The Museum Environment. IIC. Butterworths. London, 1987.

Aurel Moldoveanu
Bukarest