

## A GELLÁN-GUMI ÉS AZ AGAR ÖSSZEHASONLÍTÁSA A VIZES BEMERÍTÉSSEL A PAPÍRTISZTÍTÁS SORÁN<sup>1</sup>

### Bevezetés

#### *Az album és a konzerválási projekt*

A vizsgálatra kiválasztott albumot<sup>2</sup> Félix Philippoteaux, francia festő állította össze 1840-ben. A művész a rajzait először egy vázlatfüzetbe készítette Algériában, ahol négy hónapot töltött, miközben egy katonai hadjárat során a francia hadsereget követte. Amikor visszatért Franciaországba, Philippoteaux kivágta a rajzait a füzetből, majd készített egy albumot, melybe téma és dátum szerint rendezte el azokat. A rajzokon a francia katonák portréi mellett életképek láthatók katonai táborokról, a helyi lakosságról és állatokról.

Az album 122 rajzot tartalmaz, 59 oldal terjedelemben, melyek grafitval, vízfestékekkel és fekete tintával készültek. A képeket a papír sarkainál egy-egy csepp állati enyvvel ragasztották fel. A rajzok nagyrészt jó állapotban voltak, de a sarkokon lévő ragasztópontok feszültséget okoztak a papírban, és helyenként barna elszíneződést. A papírlapok megsárgultak, leginkább a széleken, valamint több különféle méretű és formájú foxingfolt volt rajtuk. A lapok szélei elszakadtak, és mechanikailag meggyengültek. Az albumot barna félbörkötésbe kötötték, és barna papírral borították. A restaurálás előtt az album kötése szétesett, a két kötéstábla leszakadt, ezzel együtt az oldalak többsége is levált a gerincről. A múzeummal egyetértésben az a döntés született, hogy az eredeti kötés helyre lesz állítva, ehhez szükséges volt minden lapot leválasztani a gerincéről.

Az albumban a felragasztott rajzok mellett több helyen is voltak olyan feliratok, vázlatrajzok, melyeket maga a művész készített. A restaurálás során úgy kellett javítani a papír állapotát, hogy a rajzok sértetlenek maradjanak. Először el kellett távolítanunk a lapok felületén feszültséget okozó enyvréteget. Ehhez minden egyes

---

<sup>1</sup> Az írás eredeti címe és megjelenési helye: Gellan gum and agar compared to aqueous immersion for cleaning paper. In: *Gels in the Conservation of Art*. Edited by Lora V. Angelova – Bronwyn Ormsby – Joyce Townsend – Richard Wolbers. Archetype Publications, London, 2017, 57–61. A fordítást a jogtulajdonosok engedélyével, az eredeti tanulmányban található ábrák nélkül közöljük. Stéphane Bouvet-val többszöri próbálkozás ellenére sem sikerült felvenni a kapcsolatot.

<sup>2</sup> Félix Philippoteaux: Vues et portraits faits la campagne de mai 1840. Algéria, NA.748, Musée Condé, Domaine de Chantilly (© Inp Ghislain Vanneste).

rajzot tartalmazó papírlapot le kellett szedni a kartonról. Így lehetővé vált, hogy a rajzok tisztítását a hátoldalról végezzük, annak érdekében, hogy a rajzokat ne érje nedvesség. Sikerült az összes rajzot leválasztani és megtisztítani. A rajzok jó állapotban voltak, de mivel vízdoldható tintával készültek, elvetettük a vizes bemerítéssel való tisztítást. A cél a kellő mechanikai szilárdság elérése érdekében a lapok megerősítése és vizes kezelés volt. Ezáltal a rajzok jobb állapotúvá válnának a jövőbeni öregedés tekintetében, valamint mérséklődne a foxing-foltosodás, egyúttal javulna az egész tárgy esztétikai megjelenése.

1. táblázat  
Kiválasztott kezelési idők

Módszer	Kezelési idők
Bemerítés	30 perc, 45 perc, 1 óra
Paraprint párasítás	1 óra
Paraprint kapilláris egység	2 óra
Gellan gumi és agar 2%, 3% és 4%-ban	5 perc, 30 perc, 1 óra, 2 óra

### A vizes tisztításra vonatkozó kísérletek

A vizes tisztítás célja a hidrolízis vagy oxidáció által létrejött oldható bomlástermékek kivonása, valamint a papír kémiai állapotának stabilizálása. Az általános mosási módszerek (vízben való bemerítés, úsztatás vízfürdőben, a nedves szívópapírokkal való tisztítás és a szívóasztalon történő mosás) olyan potenciális hátrányokat jelentenek, mint a papír számára hirtelen vízfelvétel, és az egyenetlen tisztítás kockázata, valamint számtalan, a nedves, így gyengített papíron történő beavatkozás, melyeket el akartunk kerülni.

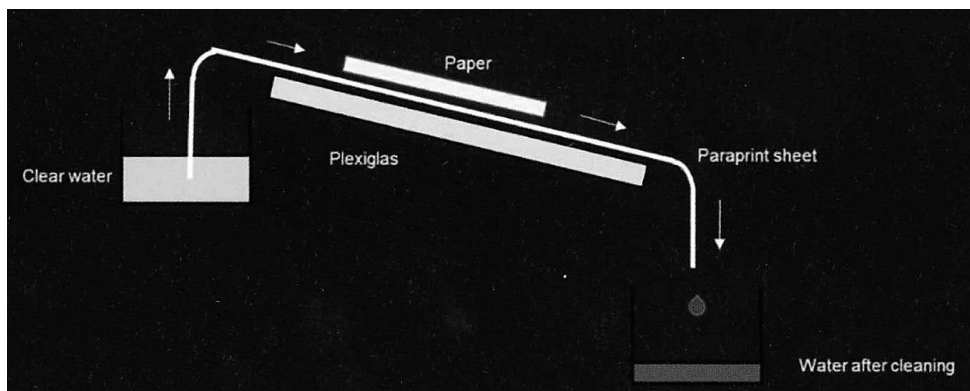
Kísérletek folytak annak érdekében, hogy meghatározzuk a lapok mosásának legjobb módszerét. Összehasonlító tanulmányt készítettünk a mosási technikákról Paraprint OL60 és számos merev gél használatával, amelyekről magán- és közműhelyekben is beszámolnak, de még nem vizsgáltak széles körben, és amelyek hatásai a papírra viszonylag ismeretlenek. Összehasonlítottuk ezeket a bemerítéses mosással, amely továbbra is a leginkább elterjedt technika a franciaországi konzerváló műhelyekben.

Az album lapjai gépi gyártású, 0,14 mm vastag, színezetlen és kissé szemcsés velinpapírból készültek. A rostvizsgálat len- és a kendertartalmat mutatott ki. A felszínen és a vizes kivonatból vett pH-érték is körülbelül 6 volt. A papír nagyon alacsony porozitású volt: a rostok között gyantával, a felületén keményítővel enyvezték. A tisztítási tesztek elvégzéséhez nagyon hasonló tulajdonságokkal rendelkező papírt választottunk ki összetétel, vastagság, pH-érték és enyvezés tekintetében.

ben, melyek foxingfoltokat is tartalmaztak. Három tisztítási módszert hasonlítottunk össze:

- Egyszerű bemejtéses mosás, egy tisztított vizes fürdőben, keverés és rendszeres vízcserével, hogy lehetővé váljon a diffúzió rostokba;
- Paraprint OL60, egy nem szőtt viszkóz anyag használata;
- Merev géll (gellán-gumi, agar és agaróz) használata, amelyeket gyakran helyi párasítás eszközeként használnak, hogy eltávolítsák a ragasztóanyagokat.

A Paraprint OL60 különböző módokon használható, egyiket a dél- ausztráliai Állami Könyvtárban 1990-ben fejlesztették ki. Ennél a módszernél kapilláris egységet hoznak létre a tisztításnál, melyre 2001-ben hívták fel a konzervátorok figyelmét (Kirchner 2001). Két újabb kiadvány (Banik és Brückle 2011; Schalkx et al. 2011) is megerősítette ennek a tisztítási módszernek a hatékonyságát. A folyamat során a Paraprint egy szalagja egy döntött plexiüveg felületére van helyezve. Az egyik végpontját tisztított vízzel ellátott tárolóedényben helyezik el, amely víztárolóként szolgál, míg a másik vége egy üres tartály fölött lóg a teli tartállyal alacsonyabbra helyezve, amely összegyűjti a tisztítást követően a bomlásterméket tartalmazó vizet. A kezelendő papírt közvetlenül a Paraprint szalagjára kell helyezni. A kapillaritás miatt áramlás jön létre, és a víz áthalad a Paraprint-lapon a víztárolótól a másik végéig, és magával viszi a papírban jelen lévő oldható termékeket is (lásd az alábbi ábrát). Az áramlás intenzitása a dőlésszögtől függően változik, amely lehet negatív, pozitív vagy nulla, a különböző szerzők szerint.



*A kapilláris egység vázlatja*

A Paraprint ugyanolyan módon használható papírtisztításra is, mint a nedves szívópapír. Az eljárás úgy történik, hogy a papírt több egymásra rétegezett nedves Paraprint-lapra helyezik. Az oldható vegyületek a diffúzió és a kapillaritás által átvándorolnak a Paraprintbe, és a gravitáció gyorsítja a szállítást. Ez egy statikus rendszer, ezért a diffúzió fenntartása érdekében rendszeresen cserélni kell a Paraprint-lapokat. Ez a módszer hatékonyabb, mint a szívópapírok használata,

mivel az előbbiek pórusai nagyobbak, és a bomlástermékek nagyobb diffúzióját teszi lehetővé.

Rómában az Istituto Centrale per il Restauro e la Conservazione del Patrimonio (ICRCPAL) egyik csoportja 2003 óta kutatásokat végez egy szilárd gellán-gumi (Iannuccelli és Sotgiu 2010) használatáról a papírok tisztításában. Az előírt méretre és formára vágott gélt közvetlenül a papír tetejére vagy alá helyezik. Ez a nedvességet lassan és egyenletesen adja át, így a víz át tudja járni a papírt, és képes feloldani a lebomlási termékeket, amelyek aztán felszívódnak a gélbe a diffúziós és kapilláris hatás által. Mazzuca et al. (2014) szerint a módszer még hatékonyabb a tisztítás tekintetében, mint a bemerítéses változat. Megvizsgálták, és összehasonlították a gellán-gumi, valamint a bemerítés által kivont bomlástermékek mennyiségét folyékony kromatográfia alkalmazásával, és megállapították, hogy a géllal a szennyező anyagok és bomlástermékek nagyobb arányban vonódnak ki. Ezt számos hidroxil-csoport jelenlétével magyarázták, amelyek képesek a papír lebomlásából származó savmaradékokkal kölcsönhatásba lépni.

Az agargéllal, agarózzal és gellán-gumival végzett előzetes vizsgálatokat és a szakirodalmat áttekintve úgy döntöttünk, hogy három különböző gél-koncentrációnál összehasonlítjuk a gellán-gumit és az agart is: 2% 3% 4% m/v. Az előzetes tesztek alapján a megfelelő kezelési időt figyelembe véve minden egyes gélből egy-egy lapot a papír tetejére helyeztek, melyet egy Melinex-darab és a könnyű súly követett. (1. táblázat).

2. táblázat  
A géllal kezelt minták súlyának százalékos növekedése

	G-2%	G-3%	G-4%	A-2%	A-3%	A-4%	Fürdő	Paraprint
5 perc	22%	12%	11%	29%	25%	23%	59%	102%
30 perc	39%	24%	31%	47%	45%	40%		
1 óra	46%	44%	41%	45%	48%	48%		
2 óra	49%	41%	47%					

### Különféle kezelési módszerekkel végzett kísérletek

A mintákat kezelés után azonnal lemérték, hogy a papírba bejuttatott víz mennyiségét meg tudják határozni. A 2. táblázat összehasonlító oszlopai a géllal kezelt minták súlyának százalékos növekedését mutatják. Ugyanannál a koncentrációnál a vízkibocsátás gyorsabb volt az agarral, mint a gellán-gumival, az utóbbi fokozatosabb kioldást mutatott; mindkét esetben a leadás elérte a tetőpontját egy óras kezelés elteltével. Ezért úgy döntöttünk, hogy a további vizsgálatokban a gellán-gumira összpontosítunk. Bemerítés és Paraprint-kezelés esetében a súlygyarapodás a folyamat idejétől függetlenül azonos volt: eleinte nagyon gyors, majd stabili-

zálódott. A Paraprinttel kezelt minták sokkal nagyobb mennyiségű vizet nyelnek el, mint más módszerekkel kezelt minták. Mindegyik géllkezelésnél, még hosszú idő után is, a papír kevesebb vizet nyel el, mint egy rövid bemejtés során.

Ezután egy nagyon egyszerű „vízcsepp” vizsgálatot végeztünk el a mintákon egy csepp vízzel, hogy felmérjük a papír porozitását, és ellenőrizzük az esetleges enyvezés-veszteséget. A papír erősen enyvezett volt a kezelés előtt: a felületre felvitt vízcsepp órákig még nyomás hatására sem hatolt be. A kezelés után nagyon furcsa jelenséget tapasztaltunk: A bemejtéssel vagy gélllel kezelt minták esetében nem volt látható változás a vízcseppes vizsgálat során. Viszont a Paraprinttel kezelt valamennyi minta, mind a kapilláris egységben, mind a nedves Paraprinttel más magatartást mutatott: A csepp néhány másodperc alatt behatolt az papírba. Úgy tűnt, mintha a papír teljesen elvesztette volna az enyvezettségét, vagy legalábbis az nagyon lecsökkent. Ezen eredmények ellenőrzése érdekében megismételtük más mintákon is a kezeléseket, a folyamat idejének változtatásával, de a hasonló eredmények megerősítették az első megfigyeléseinket. Egyértelműnek tűnik, hogy a Paraprint jelentős enyvezés-veszteséget okoz a tanulmányozott papíron. Ez a veszteség a súlygyarapodás mérése során megfigyelt nagy vízfelvételért is felelős: a papír teljesen porózus és vízzel telítetté vált. Az elővigyázatosság elve azt sugallta, hogy ezt a fajta kezelést nem szabad használni az album papírlapjain, ezért két választás maradt: bemejtés vagy gellán-gumi. Ahhoz, hogy összehasonlítsuk őket, úgy döntöttünk, hogy pH-tesztet, színmérést és mechanikai teszteket végzünk. A pH-t kivonattal mértük, és az eredmények azt mutatták, hogy minden kezelés egy pH 0,5 és 1 közötti azonos mértékű növekedést eredményezett.

A spektrofotométerrel a kezelés előtt és után különböző pontokon végzett szín-mérések lehetővé tették, hogy összehasonlítsuk a kioldódott színes bomlástermékeket a papírban. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a gellánnal kezelt papír nem ugyanazt a színváltozást mutatta a gélllel közvetlenül érintkező és a másik oldal esetében. Viszont a színváltozás nagyobb volt a gélllel érintkező oldalon, mint a bemejtésnél, de a másik oldalnál a bemejtéssel azonos módon változott. Ezen a ponton a gellán-gumi tűnt jó módszernek az album papírjainak kezelésére. Elvégeztünk néhány kiegészítő vizsgálatot, hogy optimalizáljuk a folyamatot, beleértve a kezelés idejének növelését, és a géllapot a papír alá vagy fölé helyeztük. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a két óra elegendő volt, és az eredmények hasonlóak voltak, amikor a géllt a papír tetején vagy alatt lett alkalmazva. Annak érdekében, hogy egyszerűsítsük a papíron végzett beavatkozásokat, és jobban tudjuk irányítani a kezelést, úgy döntöttünk, hogy a géllt az oldalak alá helyezzük el.

A papírmintákon mechanikai vizsgálatokat is elvégeztünk. Köztudott, hogy a vizes kezelés növeli a papírszilárdságot; egyes szerzők azonban ellentmondanak ennek az állításnak (Carr et al. 2006; Moropoulou és Zervos<sup>®</sup> 2003). A kezelt minták papírszilárdságát dynamométerrel mértük: a minták felét közvetlenül a kezelés után, a másik felét pedig 80°C-on és 65% relatív páratartalommal való gyors öregítés után vizsgáltuk. Minden kezelés a papír szakítószilárdságának mintegy azonnali

növekedését eredményezte. Ez az érték az öregítést követően csökkent, de a gellán-gumival való kezelésnél kevésbé.

### **Az albumból származó oldalak kezelése**

Kísérleteink lehetővé tették számunkra, hogy kizárjuk a Paraprint használatát, mivel ezen papírtípus kezelésénél a nagy mennyiségű vízfelvétel és az enyvezés-vesztés túl erőteljes volt. Ezzel szemben a gellán-gumi használata számos előnyrel járt: a vízbevitel kisebb és hatásosabb, mint a bemelegítéses kezelésnél, valamint kevésbé duzzadtak meg a rostok. Emellett a gél használata kevesebb beavatkozást igényelt a papíron, ami különösen előnyös a gyenge és sérült papírok esetében. A gellán gélnél a folyamat állandó ellenőrzés alatt tartható, és a kezelés könnyen megszakítható, ha szükséges, ellentétben a bemelegítéssel. Továbbá a bomlástermékek irányított és homogén módon vonódnak ki, anélkül, hogy előtte keresztirányban szétterjednének a papírban. A kezelést két órán át egy a papír alá helyezett 3%-os gellán koncentrációjú géllappal végeztük. A vizuális eredmények az album lapjain nagyon kielégítőek voltak.

### **A szerzők által felhasznált irodalom**

- Banik, G. és Brückle, I. 2011. *Paper and Water: A Guide for Conservators*. Oxford: Elsevier Butterworth
- Carr, D., Niven, B. és Campbell, L. 2006. Effects of selected aqueous treatments on the properties of two papers, *Studies in Conservation* 51: 189–198.
- Iannuccelli, S. és Sotgiu, S. 2010. Wet treatments of works of art on paper with rigid gellan gels, *The Book and Paper Group Annual* 29: 25–39.
- Kirchner, S. 2001. Kapillarreinigung. Eine schonende Methode der Feuchtreinigung in der Papierrestaurierung, *Papierrestaurierung* 2 (suppl): 73–80.
- Mazucca, C., Micheli, L., Carbone, M., Basoli, F., Cervelli, E., Iannuccelli, S., Sotgiu, S. és Palleschi, A. 2014. Gellan hydrogel as a powerful tool in paper cleaning process: a detailed study, *Journal of Colloid and Interface Science* 416: 205–211.
- Moropoulou, A. és Zervos, S. 2003. The immediate impact of aqueous treatments on the strength of paper, *Restaurator* 24: 160–177.
- Schalkx, H., Iedema, P., Reissland, B. és van Velzen, B. 2011. Aqueous treatment of water-sensitive paper objects - capillary unit, blotter wash or Paraprint wash? *Journal of Paper Conservation* 12 (1): 11–20.

*Fordította: Lökkös Mónika*

## MŰHELY



**Asszonyok kiképzése, Csejte, 1900**

*Forrás: Fortepan/Buzinkay Géza*

