

„Ami tapad, az ragad” – nyomásérzékeny ragasztóanyagok vizsgálata és eltávolításuk a restaurátori gyakorlatban

Sor Zita

A címben szereplő problémakör a székesfehérvári Heted-hét Játékmúzeum panorámaszínházának restaurálása kapcsán vetődött fel, a tanulmány a munka bemutatása közben ezt járja körül.

A panorámaszínházról

A restaurálásra került panorámaszínház – a magyarországi gyűjteményeket tekintetbe véve – ritka játéktípusnak számít, elemeivel valós színházat utánoz. Nem történik színjátszás benne, hanem egy narrátor mondja el a történetet – ebben az esetben a két Grimm mesét, a Hamupipó-két és a Jancsi és Juliskát –, melyek főbb jelenetei színes nyomtatott ábrázolásokon a színház belsejében található, két rúdra kifeszített és feltekert papírtekercseken. Az idő alatt, míg egy kurbli tekerésével a színpadképet tovább mozgatták, a hajtó karhoz szerelt tekercset tartó rúd működésbe hozott egy zenélőóra-szerkezetet. Így a képek mozgását zene kísérte.

A panorámaszínház, szűkebb értelemben a panorámaképek, illetve mozgatható panorámaképek, valamint a papírszínházak kereszteződéseként jöhetett létre a 19. század közepén. Tágabb értelmezésben viszont, a látványt, az illúziót, mozgathatóságot tekintetbe véve rokonságot mutat a 19. századi optikai játékokkal, illetve a mozgóképpel is.

A restaurálásra került panorámaszínház az Adolf Sala által 1882-ben Berlinben alapított A. Sala Litorgráfiai, Dombornyomó Műintézet és Fényképészeti Kiadó, Tanyszer és Játékgár terméke. Analógiákat ugyanezen elven működő panorámaszínházra csak ugyanettől a gyártótól sikerült találni. Egyik, a jelen tanulmány tárgyát képezővel teljesen megegyező, Karlócai Marianne magángyűjteményében van.

A tárgy egy bőrpapír borítású káva szerkezetű fadozból, kihajtható, két oldalon mázalt, kromolitografált papír előlapból, egy 3,6 méter hosszú, egyik oldalán mázalt, kromolitografált papírtekercsből, egy textil függönyből, valamint egy papír hátlapból áll. A dobozban elhelyeztek öt feszítőrudat, egy fém zenélőóra-szerkezetet, valamint az ezeket tartó és határoló, fából készült statikai elemeket (1–2. kép).

A tárgy átvételkor rendkívül rossz fizikai állapotban volt. A restaurálás során teljes egészében szétbontásra került. Összes eleme közül azonban a papírszalag konzerválása jelentette a legnehezebb, a legtöbb időt és türelmet



1. kép. A színház átvételkori állapota (Nyíri Gábor felvétele).



2. kép. A színház felépítése (Nyíri Gábor felvétele).

igénylő feladatot. Ehhez kapcsolódik a tanulmány címében szerepeltetett nyomásérzékeny ragasztóanyagokat érintő problémakör, így a következőkben tehát csak ennek az elemnek a konzerválásáról lesz szó.

A papírszalag

A szalagban a papírostok száliránya a hosszanti oldallal párhuzamosan fut. Ebből, valamint a tárgy gyakori használatából adódóan a papírban függőleges és vízszintes törések keletkeztek. A szoros feltekérés a tekercs két végén okozta a legnagyobb kárt. A papír először megrepedt,



3. kép. A meggyengült szalag (Sor Zita felvétele).



4. kép. A szalag első képkockája színoldalról (Nyíri Gábor felvétele).

majd megtört. A meggyengült anyagból kisebb-nagyobb darabok potyogtak ki (3–7. kép).

A négy, megközelítően 90 cm-es papírsíkból általában összeragasztott szalag első és utolsó eleme a rögzítési sávhoz közeledve 1–2 cm²-es darabokra esett szét. Mivel a tekerés a szálirányra merőlegesen, szinte a papír természetes mozgását megerősítve történt, a rostok megtörttek, egy repedés a tekerés egész hosszában végigfutott. Az egykori tulajdonosok a töréseket, szakadásokat mind elő-, mind hátoldaltól, különféle ragasztószalagokkal (Scotch Magic Mending tape, enyves ragasztószalag, szigetelőszalag, celofán ragasztószalag stb.) próbálták megerősíteni.

A papírszalag két legsérültebb végén a felületet mindkét oldalról szinte teljes egészében, néhol több rétegben is ragasztószalagok fedték. Ezek ragasztóanyagai öregedésük során idővel beivódtak a papír rostjai közé, és ott barnásan elszínezték a papírt (5. kép).

Az anyagvizsgálati eredményekből kitűnt, hogy a timós gyantaenyvezésű papírszalag réteges szerkezetű. Alulról felfelé haladva a zárt szerkezetű, hidegen köszörült fenyőfa-köszörületet és hosszú parázs őrlésű lenrostokat tartalmazó papír felületét fehér máz, majd vékony nyomdafesték, ezt követően pedig feltehetően vékony lakkréteg



5. kép. A szalag első képkockája hátoldaltól (Nyíri Gábor felvétele).

takarja. A szalag restaurálásának menetét e rétegek, valamint az eltávolítani kívánt ragasztóanyagok oldószerekben történő viselkedése határozta meg.

Nagyműszeres vizsgálatok alapján megállapítást nyert, hogy a máz pigmentje baritfehér, azaz bárium-szulfát, némi kaolinnal keverve.¹ Kötőanyaga poliszacharid, szakirodalmi adatok alapján feltehetően keményítő. A lakkréteg, annak vékonysága miatt nem volt detektálható, mert áthatolt rajta az infrásugárzás. Ahhoz, hogy a papírszalagon bármilyen állagmegóvó kezelést el lehessen végezni, el kellett távolítani róla a különböző ragasztószalagokat.

A ragasztószalagokról általában

A gyors ragasztást otthoni vagy irodai körülmények között is lehetővé tevő, Magyarországon a köznyelvben általánosan, hibásan csak „cellux”-ként emlegetett ragasztószalag² valójában többfajta minőség, hordozó és ragasztóanyag összemossága egy olyan közös név alá, mely nem mindegyikre jellemző. Az ilyen típusú ragasztószalagok angol elnevezése – pressure sensitive tape – véleményünk szerint sokkal találóbb az anyagra nézve, mert azon tulajdonságot, nevezetesen a kis nyomásra való érzékenységet emeli ki, mely hordozótól és ragasztóanyagtól függetlenül minden ilyen ragasztószalagra jellemző. A „nyomásérzékeny” ragasztóanyagok széles skálája létezik, a természetes gumitól a szintetikus polimerekig. A ragasztóanyagot többféle hordozóra is felvihetik: papírra, műanyagokra, textilre, fémfóliára egyaránt.

¹ A szalagból vett mintán elektronsugaras mikro-analízist, valamint XRF analízist végeztünk, hogy az oldószerek kezeléshez információt kapjunk a máz pigmentjéről. A máz kötőanyagát, valamint a lakkréteg alapanyagát FTIR vizsgálattal próbáltuk meghatározni. A vizsgálatokat Dr. Tóth Attila, fizikus, az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutató Intézet tudományos főmunkatársa, Dr. May Zoltán az MTA Kémiai Kutatóközpontjának tudományos munkatársa, valamint Sándorné Kovács Judit a Bűnügyi Szakértői Kutatóintézet analitikai szakmérnöke végezte.

² A Cellux egy gyártmánynev.



6. kép. A szalag vége színoldalról (Nyíri Gábor felvétele).



7. kép.
A szalag vége
hátdoldalról
(Orosz Katalin
felvétele).



1. ábra. Nyomásérzékeny ragasztószalagok felépítése.

Négy rétegből épülnek fel, melyből kettő tapasztalati úton is könnyen elkülöníthető (1. ábra). Nevezetesen a hordozó, (mely lehet fólia, krepp, papír, textil, celofán, cellulóz-acetát, polivinil-klorid stb.) és a ragasztóanyag (természetes, vagy mesterséges gumi, lágyítókat, plaszticizáló anyagokat, antioxidánsokat stb. tartalmazó akril polimer. Kevésbé látható, de jellemző egy segéd-

réteg, (természetes, vagy mesterséges elasztomerek), mely a ragasztóanyag és a hordozó között helyezkedik el, segítve azok egymáshoz való tapadását. Valamint megfigyelhető egy leválasztó réteg, melynek az a célja, hogy a letekerésnél a szalag hordozójának eredetileg nem ragasztós felére ne is kerülhessen ragasztó.

A ragasztóanyag üvegesedési hőmérsékletét (T_g) szobahőmérséklet alá állítják be, hogy „folyékony” fizikai állapotban maradjon a ragasztás után is, idővel egyre mélyebbre hatolva az anyagban. A nyomásérzékeny ragasztószalag feltalálása Dr. Horace Day sebész nevéhez fűződik, aki 1845-ben klinikai alkalmazásra textilcsíkot látott el természetes gumi ragasztóanyaggal. A következő lépés az 1920-as években a két színre festett autók népszerűvé válásával történt. Az autógyártóknak szükségük volt egy olyan, használat után könnyen eltávolítható anyagra, mely az autók festése során képes sérülés nélkül elhatárolni

a két szint egymástól. A problémát 1925-ben Richard Drew, a Minnesota Mining and Manufacturing Company mérnöke (3M) az olajokkal és más anyagokkal kevert, gumi alapú ragasztóval ellátott, ragacsos Masking tape („maszkoló szalag”) kifejlesztésével oldotta meg. Ez volt az első papírhordozóra felvitt, nyomásra érzékeny ragasztószalag. Ezután indult el a nyomásérzékeny ragasztószalagok gyártására épülő iparág igazi fejlődése. 1940-ben a Johnson and Johnson állt elő egy vízálló, polietilénnel bevont textil ragasztószalaggal, a háború szükségleteinek ellátására. Az idők során a felhasznált természetes gumi ragasztóanyag mesterségesre, a textil, illetve papírhordozó regenerált cellulózra (celofán) változott, az igény maradt a régi. Az 1950-es évektől hordozóként cellulóz acetátot és kopolimerjeit kezdtek használni, ragasztóanyagként pedig megjelentek a szintetikus polimerek. Az első ilyen szalag a matt cellulóz acetát hordozójú, akril polimer ragasztóanyaggal bíró Scotch #810 Magic Mending Tape volt. 1961-ben a 3M a következőképpen publikálta ennek a típusnak a jellemzőit: ragasztóanyaga és annak hordozója semleges, hőmérséklet és páratartalmi változásokra nem reagál, természetes öregedés során nem változik, nem ül bele a papírba, nem színezi azt el. Amikor a ragasztószalagok széles körben elterjedté váltak és egyszerűsége miatt már mindenki mindenféle célra használta, merült fel a kérdés először azok stabilitását, eltávolíthatóságát, valamint az anyagokra tett hosszabb távú hatásukat illetően. A műtárgyvédelmi berkekben erősödő zúgolódás eredményeként, az 1970-es években különféle „műtárgybarát” ragasztószalagok is kifejlesztésre kerültek. Két cég dobott piacra ilyen termékeket. Az egyik a Hans Neschen International által kifejlesztett Filmoplast P és Filmoplast P90, a másik az Ademco által gyártott Archival Aids Document Repair Tape. A Filmoplast P rövid rostokból álló, savmentes, napjainkban már kalcium-karbonáttal puffert, enyhén áttetsző, vékony ragasztószalag. A Filmoplast P90 kicsit vastagabb, szintén puffert. Mindkettő ragasztója vizes diszperzióra felvitt akril-észter. Az Archival Aids Document Repair Tape sav- és kénmentes, fehérített facellulóz hordozóval és butil-akrilát akril ragasztóval ellátott ragasztószalag. A nyomásérzékenység eléréséhez a ragasztóhoz dibutil-ftalát plasztikusságot elősegítő anyagot kevernek.

A ragasztószalag gyártás hihetetlen fejlődésen ment keresztül a létezése óta eltelt hozzávetőleges 87 év alatt. Csak a 3M több mint 1000 típust dobott a piacra.

A ragasztószalagok öregedése, lebomlása

Gumi alapú ragasztók (a papír hordozójú maszkoló szalag, valamint a celofán hordozójú ragasztószalag) esetében oxidációjuk mértéke szerint több romlási fokot megkülönböztethetünk.³ A „bevezető szakaszban” a ragasztó

eltávolítása még nagyon könnyű. Ezt követi a második, a „ragacsos szakasz”, mely alatt a ragasztó állaga és színe hirtelen megváltozik. A gumi alapú ragasztóanyag – az ismétlődő egységekből felépülő nagyméretű molekulák, polimerek lánc-tördelődése miatt – olajos hatású, ragacsos állapotba kerül. A ragasztó egyes alkotóelemei a papír rostjai közé szivárognak, áttetszővé téve azt. Ebben a szakaszban még valamennyi ragasztóanyag a felszínen maradhat, mely nehezen, de még eltávolítható. Amennyiben ezt nem tesszük meg, a ragasztó még ebben a fázisban képes a papír teljes vastagságában áthatolni, akár több lapon keresztül is sárga, olajszerű nyomot hagyva. Ekkor a papíron lévő golyóstoll tinták, nyomdafestékek akár meg is folyhatnak a ragasztó hatására.

A ragasztó, miközben átítatja a papírt, tovább oxidálódik, és fokozatosan elveszti ragasztó tulajdonságait. A hordozó leválik, a ragasztóanyag térhálósodás közben keménynyé, törékennyé válik, és erőteljes színváltozáson megy keresztül. Ebbe a „befejező szakaszba” érve a ragasztóanyag és az általa okozott folt eltávolításának lehetősége kérdéses. Az újfajta, akril ragasztószalagok esetében az öregedés másképp zajlik le. Ezek látható elszíneződést nem mutatnak. A ragasztóanyag nem szivárog be a papír rostjai közé, illetve csak annyira, amennyire a papír felépítése engedi. Ennek oka az, hogy a ragasztóanyag itt egy homogén, a hordozón előtérhálósított polimer. A ragasztóanyag ebben az esetben oldószerrel nem oldható, csak duzzasztható, eltávolítása mechanikus úton lehetséges.

A ragasztóanyagok eltávolítására két alapvető módszer kínálkozik. Az egyik a mechanikus, szikével, spatulával, pákával, crepe radírral, a másik az oldószeres kezelés. Az oldószeres tisztás három úton történhet, melyek mindegyike veszélyforrást jelenthet a tárgyra nézve, ezért alaposan mérlegelni kell az eshetőségeket. Az egyik a helyi kezelés, mikor az eltávolítani kívánt foltra oldószerrel nedvesített, valamint száraz szivópapírt helyezünk, poli-tilén fóliával letakarjuk, körbezárjuk és várjuk, hogy az oldószer lassan a foltba érve puhítsa, majd feloldja azt. Hátránya, hogy lassú, könnyen foltot hagyhat, sűrűn kell ellenőrizni, nem látjuk, hogy mi történik az egyik, illetve másik oldalon, nagy felületre nem igazán megfelelő módszer. Ennek egy változata, hogy oldószerrel átítatott szivópapírt szűkülő szájú üvegcsé aljába helyezünk. Majd ezt lefelé fordítva az oldani kívánt ragasztóra helyezzük úgy, hogy közéjük nem szövött poliészter réteget teszünk. Ebben az esetben is az oldószer gőze duzzasztja a ragasztót. Előnye, hogy nincs direkt kontaktus az oldószert tartalmazó szivópapír és a tárgy között, valamint egyszerűbben és gyorsabban ellenőrizhető. Hátránya, hogy lassú, a megduzzadt ragasztót mechanikusan kell eltávolítani, mely sérüléseket okozhat. A helyi kezelés kategóriájába tartozik még a tárgy mechanikus úton, például csipeszre csavart, oldószerbe mártott vattapamacs alkalmazásával történő tisztítása. Hátránya, hogy a vattával való mechanikus tisztítás hatására a papírostokat felborzolhatjuk, a papír felületét egyenetlenné tehetjük. A helyi kezelés miatt a papíron foltot hagyhatunk, azon térbeli torzulást

³ A. Smith, Merrily – Jones, Norvell M. M. – Page, II, Susan L – Peck Dirda, Marian: Pressure-Sensitive Tape and Techniques for its Removal From Paper. The American Institute for Conservation. The Book and Paper Group Annual, Volume 2, 1983.

idézhetünk elő. Előnye, hogy mikroszkóp alatt, ellenőrizve végezhetjük.

A második út a távolról történő oldószeres párasítás, mely továbbfejlesztése az előző módszernek. Itt a száraz szívópapírt Gore-tex félig áteresztő membrán helyettesíti. Az anyag membrán oldalával fekszik a kérdéses felületen, vagy az egész tárgyon, közöttük nem szövött poliészter segédanyaggal. A membránra oldószerrel nedvesített szívópapírt helyezünk, majd az egészet poli-tilén fóliával légmentesen lezárjuk. A membrán segítségével itt az oldószer párája duzzasztja a ragasztót. Hátránya, hogy lassú és kevésbé ellenőrizhető. Előnye, hogy nagyobb felület egyszerre kezelhető. Egy másik módszer az oldószeres pakolás, amikor egy gél segítségével, azon lassan áthatolva jut az oldószer az oldandó anyaghoz. Ehhez alkalmazható sűrű metilcellulóz gél is, de új anyagként jelent meg a restaurátori gyakorlatban a Polysurf 67 CS elnevezésű, cetil-hidroxiethylcellulóz gél, mely a szakirodalmi források szerint rendkívül hatásosan alkalmazható erre a feladatra.

A harmadik út az oldószerbe történő bemerítés. A módszer alkalmazásának kulcsa olyan oldószer megtalálása, mely a tárgy egyetlen komponensében sem tesz visszafordíthatatlan kárt, de lehetőség szerint maradéktalanul oldja az oldandó összes ragasztótípust. Előnye, és egyben hátránya, hogy gyors, nehezen kontrollálható, nagy felületen, az egész anyagot egyszerre kezeli. Többszöri bemerítés és az oldószer cseréje kevesebb esélyt ad arra, hogy a ragasztóanyag a rostok között maradjon. Mivel egész felületet érint, a papír anyaga fizikai értelemben is mindenhol ugyanúgy reagál, ezzel megkönnyítve a későbbi munkát. Hátránya, hogy a bemerített tárgy egészére veszélyes lehet abban az esetben, ha az eljárást nem körültekintően készítjük elő és alkalmazzuk. Az egész felületen elszínezheti a papírt, megváltoztathatja annak fizikai tulajdonságait (pl. törékennyé teheti), amennyiben nem tudunk többszöri fürdőt alkalmazni, az oldott anyag a papír teljes felületében visszamaradhat. Hátránya továbbá a nagy oldószerigény és az egészségre gyakorolt nem feltétlenül kedvező hatás.

Alternatív megoldásként felmerülhet a szívóasztalon történő oldószeres kezelés. E módszer lehetővé teheti egyrészt, hogy az oldószer a legkevesebb ideig legyen a papírban, de jól átjárja azt. Másrészt maximálisan irányíthatóvá válhat az oldószer tárgyban megtett útjának iránya, elkerülve ezzel a színoldal esetleges foltosodását. Elkerülhető továbbá a nedves tárgy mozgatása és talán biztonságosabban kezelhető a színoldalról. Hátránya, hogy nem mindenhol áll rendelkezésre nem vizes oldószereket leszívó vákuum asztal, valamint a hozzá tartozó elszívó berendezés.

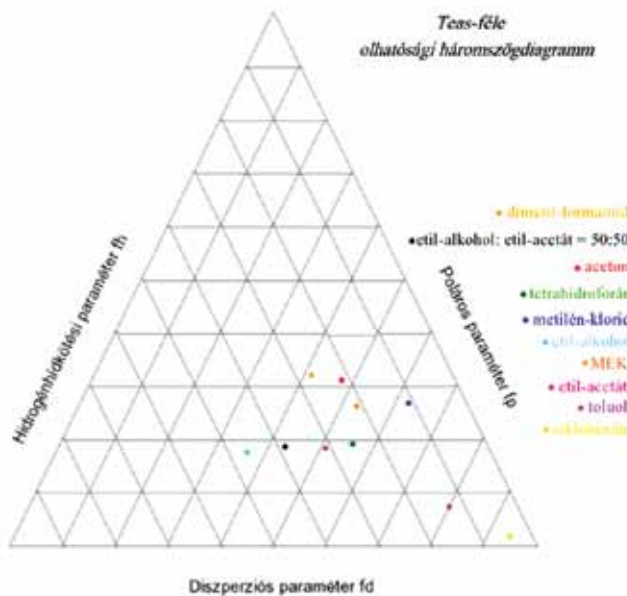
Az oldószer

Mindenemű oldószeres kezelés legfontosabb előfeltétele a megfelelő oldószer megtalálása. Ehhez a Teas-féle rendszert vettük alapul. Az oldás során az eltávolítani kívánt anyag molekuláinak összetartó erejét, azaz ko-

hézióját és az alatta lévő rétegekhez történő tapadását, adhézióját kell csökkenteni. Az oldószer, legyőzve az összetartó erőket, behatol az oldandó anyag molekulái közé, majd burokszerűen körbevéve oldatba viszi azokat. Az eltávolítani kívánt anyag megfelelő oldószere az, amelyik molekuláival hasonló nagyságrendű vonzó és összetartó erő áll fenn. A ragasztók eltávolításának tervezéséhez a papírszalag kis töredékein, illetve az azokról vett ragasztómintákon oldódási próbákat végeztünk. 11, a restaurálásban gyakran használt oldószert választottunk ki a kísérletekhez.

Az első körben tamponálással vittük fel az oldószert a felületre. Másodszor már bemerítéssel dolgoztunk, de csak azzal a hat oldószerrel, melyeknél az előző vizsgálat alatt oldás volt tapasztalható.

Az oldódási tesztek eredményeit elemezve a metil-ethyl-eton és acetone 2:1 arányú keverékét választottuk, valamint a tárgy oldószerbe történő bemerítése mellett döntöttünk. Ez az oldószerkeverék alkalmasnak tűnt arra, hogy a hátoldali barna ragasztóanyagot eltávolítsa, valamint a legtöbb ragasztószalagnál a hordozó mechanikus eltávolítása után visszamaradt ragasztóanyagot, ha kisebb mértékben is, de szintén oldja, vagy halványítsa. A keverék alkalmazása anyagi szempontból is előnyösnek mutatkozott. A bemerítésre azért volt szükség, mert ezzel az eljárással volt biztosítható az a lényeges feltétel, hogy a felületet – a máz- és nyomdafesték réteg esetleges sérülésének elkerülése végett – a legkevésbé érintsük. Az oldószeres kezeléshez használandó segédanyagokat szintén oldódási vizsgálatnak vetettük alá bemerítéssel.



2. ábra. Az oldódási próbákhoz választott oldószerek elhelyezkedése a Teas-féle diagrammban.

1. táblázat: Ragasztóanyag oldószeres vizsgálata tamponálással. Eredmények

OLDÓSZER	VISELKEDÉS	EREDMÉNY
dimetil-formamid	a ragasztót részben oldja/duzzasztja, a papírt zsíros tapintásúvá teszi, a papírt átáztatja	a lakkot oldja, a nyomdafesték tamponálásra eltávolíthatóvá válik
diklór-metán	nincs oldás	a lakkot oldja, a nyomdafesték tamponálásra eltávolíthatóvá válik
etil-acetát	van oldás	a lakkot oldja, a nyomdafesték tamponálásra eltávolíthatóvá válik
etanol (98%)	van oldás, a papírt átáztatja	a nyomdafesték tamponálásra eltávolíthatóvá válik
ciklohexán	nincs oldás	a lakkot sem oldja
aceton	részben/gyengén oldja a ragasztót	a lakkot oldja, a nyomdafesték tamponálásra eltávolíthatóvá válik
benzin	nincs oldás, a papírt átáztatja	a lakkot oldja, a nyomdafesték tamponálásra eltávolíthatóvá válik, foltot hagy
izopropil-alkohol	nincs oldás	a lakkot oldja, a nyomdafesték tamponálásra eltávolíthatóvá válik
toluol	nincs oldás – elsőre; kicsit később duzzadást tapasztaltunk	nincs változás
metil-etil-keton	van oldás	a felületen a lakkot összehúzza éles vonalba, – a nyomdafesték tamponálásra eltávolíthatóvá válik
tetrahidrofurán	van oldás	a nyomdafesték a tamponálás során gyengéd érintésre eltávolíthatóvá válik

2. táblázat: A „bemerítéssel” történő oldószeres vizsgálat eredményei

OLDÓSZER	VISELKEDÉS	EREDMÉNY
dimetil-formamid	A ragasztóanyagot csak kis mértékben oldotta a hátoldalon. 5 perc után még mindig maradt ragasztóanyag.	A színoldalon kis mértékben oldotta a ragasztót, de a felületen foltokban barnássárga ragasztó, vagy felületi bevonat maradt. 5 perc után még mindig maradt ragasztóanyag. A nyomdafesték és egyéb rétegek nem mozdultak el.
etil-acetát	1 perc: 1. mintánál a hátoldali barna ragasztóanyagot jól (szinte teljesen) oldotta, kocsonyás ragasztómaradványok maradtak a hátoldalon. A kocsonyás ragasztóanyag maradvány duzzadt állapotban crepe radírral eltávolítható.	1 perc: a színoldali ragasztót és/vagy lakkot (?) ragacsosan összekapta a felület közepére (ragadt a szívópapírhoz). A kocsonyás ragasztóanyag maradvány duzzadt állapotban crepe radírral eltávolítható.
etanol (98%)	1 perc: A hátoldalon lévő ragasztót kis mértékben oldotta, halványította, de a színoldalon kiült fehér felhő a hátoldalon is megjelent.	1 perc után a felszínen fehér lepedék ül ki (feltehetően a máz oldott anyaga). A ragasztót duzzasztja, de az crepe radírral nem eltávolítható. A felületen képződött fehér felhő nem eltávolítható. A felület elvesztette eredeti fényét, a ragasztó/lakk összekapott rétege látszik.
aceton	1 perc: 1. mintánál a hátoldali barna ragasztóanyagot jól (szinte teljesen) oldotta, kocsonyás ragasztómaradványok maradtak a hátoldalon. 2 perc: A ragasztóanyag feloldódott.	1 perc: a színoldali ragasztót és/vagy lakkot (?) ragacsosan összekapta a felület közepére (ragadt a szívópapírhoz). A kocsonyás ragasztóanyag maradvány crepe radírhoz ragad. 2 perc: A ragasztómaradvány duzzadt állapotban crepe radírral sérülés nélkül nem eltávolítható.

OLDÓSZER	VISELKEDÉS	EREDMÉNY
metil-etil-keton (MEK)	1 perc: 1. mintánál a hátoldali barna ragasztóanyagot jól (szinte teljesen) oldotta.	1 perc: 1. mintánál a színoldali ragasztót és/vagy lakkot (?) ragasosan összekapta a felület közepére (ragadt a szívópapírhoz).
	2. mintánál a hátoldali ragasztóanyag oldódott, de kocsonyásan foltokban kiült hátoldalra.	2. minta: Színoldali ragasztóanyag nincs. A lakk/hátoldali ragasztó a repedések mentén kiült vékonyan.
	2-4 perc: 1. mintánál változatlan	2-4 perc: A színoldal homogén, fényes eredeti felülete visszaállt. Nem ragad.
	2. mintánál kocsonyás ragasztóanyag-gócok maradtak vissza a papír felületén.	A nyomdafesték és egyéb rétegek nem mozdultak el.
tetrahidrofurán	A ragasztóanyagot csak kis mértékben oldotta a hátoldalon.	A színoldalon kis mértékben oldotta a ragasztót, de a felületen foltokban barnássárga ragasztó, vagy felületi bevonat maradt. 5 perc után még mindig maradt ragasztóanyag.

3. táblázat: Segédanyagként használandó ragasztócsíkok oldódási tesztjének összefoglaló táblázata

	MEK	víz
japánpapírra felvitt metil-cellulóz	nem oldódik	oldódik
Archival-aid (akril ragasztó)	oldódik	nem oldódik

4. táblázat: Polietilén és poliészter fólia oldódási tesztjének összefoglaló táblázata

	MEK	aceton
polietilén fólia	nem oldja	nem oldja
Melinex poliészter fólia	nem oldja	nem oldja

5. táblázat: Maszkoló szalag oldódási tesztjének összefoglaló táblázata

	MEK	aceton
Tesa maszkoló szalag ragasztóanyaga	oldja	oldja

Ragasztószalagok eltávolítása

A papírszalagot eredeti illesztései mellett szétbontottuk, így az a későbbiekben öt kisebb csikban került kezelésre. A nyomásérzékeny ragasztószalagok hordozójának nagy részét állítható hőmérsékletű pákával lehetett eltávolítani (8. kép).

Erre először a hátoldalon került sor, majd a szakadásokat, a ragasztócsíkok hordozóinak eltávolítása után, metil-cellulózzal ellátott japánpapír csíkokkal fogtuk össze (9. kép) azért, hogy később az előoldali ragasztószalag eltávolítása után a papírszalag ne essen több darabra, és egyben kerülhessen oldószeres kezelésre.

A legádázabb ellenség, annak makacssága miatt, a Magic Mending szalag volt, mely a felületen legnagyobb hányadban volt található. Látszólag nem öregszik, a papírt nem színezi el, olyan átlátszó, hogy szinte alig észrevehető a felületen, viszont ragasztóanyaga extrém mértékben ragacos.

A hordozó levétele csak pákával, a ragasztóanyag eltávolítása crepe radírral volt kivitelezhető (10–11. kép). Mivel azonban a crepe radír használata során minden irányban nagy erőt kellett kifejteni és az eljárással könnyen szakadásokat idézhettünk volna elő, a színoldali eltávolítás során hátoldalról a japánpapír csíkok mellett maszkoló szalaggal is összefogtuk a rádirozni



8. kép. Ragasztószalagok eltávolítása pákával (Orosz Katalin felvétele).



11. kép. Ragasztóanyag eltávolítása crepe radírral (Orosz Katalin felvétele).



9. kép. Japánpapír csíkok felhelyezése (Orosz Katalin felvétele).



12. kép. Felvált hordozó (Nyíri Gábor felvétele).



10. kép. Hordozó eltávolítása pákával (Orosz Katalin felvétele).

kívánt területeket. Ezzel a hordozó leemelése után lehetővé vált, a visszamaradt ragacsos ragasztóanyag színoldalról történő biztonságosan eltávolítása. A maszkoló szalag pedig – a ragasztóanyag leradírozását követően – aceton segítségével könnyedén leválasztható volt a hátoldalról. A munkához Clover márkájú, cserélhető fejjű, állítható hőmérsékletű kézi vasalóba helyezett, réz drótból vékonyra kalapált, elkeskenyedő fejet alkalmaz-

tunk. A crepe radír jellemzője, hogy a felületen végzett erőteljes körkörös moztatás során a ragasztóanyagot ragacsos kis göbökbe szedi össze, mely a radír testéről már mechanikusan leválasztható. Megjegyzendő, hogy a ragasztószalagok színoldalról történő eltávolítása során érzékelhető volt, hogy a fehér, vagy közel fehér részeken a ragasztó sokkal jobban kötődött a felülethez. Ennek oka valószínűsíthetően az lehet, hogy ezeken a területeken – mint ahogy azt XRF analízis is kimutatta – nincs nyomdafesték, a fehér színt maga a máz adja. Annak fedetlen, porózus szerkezetébe könnyebben, mélyebben beült a ragasztó, megnehezítve a mázréteg sérülése nélküli eltávolítását. Érdekesség még, hogy a meggyipiros-bíbor részeken a szín beivódott a ragasztóanyagba. Más színnel ez nem fordult elő. A jelenségre nem találunk magyarázatot.

A tárgyon lévő legrégebb, celofán hordozójú ragasztószalagok ragasztóanyaga barnán beivódott a papírba, hordozójuk sok helyütt levált, esetleg le is esett (12. kép).

Ezek ragasztónyoma a választott oldószerveverékbe merítve maradéktalanul eltávolítható volt. A kevésbé koros, de még valószínűleg ugyancsak celofán hordozójú szalagok ragasztója azonban ragacsos formában volt jelen a felületen. Eltávolításuk mechanikusan, a máz és

nyomdafesték réteg sérülése nélkül kivitelezhetetlen lett volna. Ezért az ilyen ragasztószalagokat a felületen hagytuk, hogy hordozóikat az oldószeres kezelés alatt választassuk le a felületről. Ezután az oldószeres kezeléshez minden szakadást hátoldalról metilcellulózos japánpapírral összefogtunk. A papírszalag két legrosszabb állapotú darabját, a két véget kénytelenek voltunk teljes felületen fátyolpapírral ideiglenesen megkaszírozni, mert a hátoldalt követő színoldali ragasztószalagok eltávolítása után ezernyi apró darabra esett volna. Egyben tartásukat az oldószeres kezelés során csak így láttuk kivitelezhetőnek.

Ragasztóanyagok eltávolítása

Az oldószeres kezelés legtöbb időt igénybevevő munkafázisa az előkészítés volt. Végig kellett gondolni a kezelés minden mozzanatát, az öltözettől a laborban történő mozgáson át, a használt oldószer leengedéséig ahhoz, hogy minden lépés problémamentesen legyen kivitelezhető. Az alkalmazott oldószerek miatt a kezelést elszívó fülkében végeztük (13. kép), 3M védőmaszkot, pamutköpenyt, cipőnkön polietilén fóliából kialakított zsákot, kezünkön nitril kesztyűt viseltünk. A PVC padlót, a pultot, az asztalt szintén fóliával borítottuk. A tárgy mérete miatt problémát jelentett, hogy megfelelő tálat találjunk, így azt magunk készítettünk. Mivel a polietilén fólia nem oldódott az oldószerkeverékben, ezért falécekből egy sarkánál könnyen szétbontható keretet állítottunk össze, melybe két rétegben polietilén fóliát helyeztünk. Az egész keret alá egy polietilén fóliába csavart Nikecell lapot tettünk, mely alá egy falap került. A Nikecell képezte a medence alját, a falap pedig biztosította, hogy a medencét irányítottan meg lehessen dönteni az oldószer leengedéséhez. A keret bontható sarkánál a fóliát kihajtva, a medencét megdöntve, a használt oldószert egy előre odahelyezett üvegtálba tudtuk önteni.

A tárgy, könnyebb mozgathatósága végett Holytexen került a fürdőbe, aminek alján poliészter fólia is feküdt. Kiemeléskor a poliészter elég tartást biztosított a tárgynak, a szívópapírra helyezéskor pedig a Holytex gondoskodott az egyben tartásáról. A csíkok állapotuktól függően, színoldallal felfelé, megközelítőleg 4–5 percet töltöttek az oldószerkeverékben. Ez idő alatt a barna ragasztómaradványok kioldódtak a papírból, a színoldal enyhén kivilágosodott, az eredetileg színtelen oldószer besárgult. Száradás után a papír enyhén törékennyé vált. Egyéb változás nem volt tapasztalható. Ugyan a próbák azt mutatták, hogy a mechanikus eltávolításkor visszahagyott celofán ragasztócsíkok ragasztójukat ragacsos formában az oldószer után is visszahagyják, de az, az oldószer elpárolgása után crepe radír segítségével eltávolíthatónak tűnt. A kis területen végzett próba eredménye azonban nem igazoldódott be a nagy felületen. A meszalag egyik darabján visszahagyott ragasztószalag hordozója levált az oldószerben, de a papír töredezettsége miatt a visszamaradt ragacs crepe radírral történő eltávolítása nem volt lehetséges (14. kép).



13. kép. Az elszívófülkébe épített szétbontható ideiglenes medence (Orosz Katalin felvétele).



14. kép. A ragasztóanyag duzzadt állapotban (Orosz Katalin felvétele).

Egyetlen út az oldószer által duzzasztott állapotba került ragasztóanyag mechanikus eltávolítása volt. Ezt a műveletet az oldószeres kezelés közben végeztük, illetve a tárgy kiemelése után a még átitatott papírfelületről emeltük le óvatosan a megduzzadt zselészerű ragasztót.

Mivel a művelet alatt az oldószerral átitatott papír mázalt felületét érinteni kellett, annak enyhe sérülése szinte elkerülhetetlen volt. A tisztítást azonban mindenképp folytatni kellett, hogy a papír felülete ne maradjon kezelhetetlenül ragacsos.

A nedves kezelés

A papír nedvességtartalmának, valamint enyhe savasságának csökkentése érdekében a tekercs darbjait nedves kezelésnek vetettük alá. Ennek a kivitelezéséhez a szakadásokat hátoldalról összefogó, vízben oldódó ragasztóval, metilcellulózzal átkent japánpapír csíkokat, melyekre az oldószeres kezelés alatt volt szükség, ki kellett cserélni vízben nem oldódó akril ragasztóval gyártott, Archival Aids csíkokra. Mivel a mázréteg vízben érzékenyen reagált a fizikai hatásokra, a nedves kezelést a felület érintése nélkül kellett elvégezni. A papírcsíkokat 20 percre,

színoldallal felfelé, műanyag szítán hideg vízbe merítettük, majd onnan kiemelve szívóasztalra helyeztük. Felülről lágyan permetezve még egy kicsit „átöblítettük”. A darabok szárítása szabad levegőn, nehezék nélkül történt.

Mivel a papírszalag pH mérése 5-ös, tehát savas értéket mutatott ki, szükséges volt a papír savasságának megkötése, közömbösítése. A legmegfelelőbb a kalcium-hidroxidos fürdő lett volna erre a célra, de ez a műtárgy háromszori áztatását igényelte volna. Ezért a tárgy szempontjából veszélytelenebb, ugyan kevesebb savat megkötő, de mégis valamennyi segítséget nyújtó egyszeri, hátoldalról történő átpermetezést 9-es pH-ra beállított kalcium-hidroxiddal, valamint levegőn történő szárítást választottuk a tárgy kémiai stabilizálása érdekében.

Hiányok pótlása, szakadások megerősítése, kasírozás

A papírszalag hiányainak pótlása és a szakadások megerősítése egy lépésben, szívóasztalon, papíröntéssel történt, amit azonnali kasírozás követett. Az öntést meg kellett előznie a több száz darabka illesztésének. Ehhez először tekercsdarabonként hátoldalról aceton segítségével eltávolítottuk a vizes kezelés közben a darabok összefogásához alkalmazott akril ragasztócsíkokat (15. kép).

Majd a szalag darabjait egy, asztalra előkészített poliészter fóliára helyezett Holytexre tettük arccal lefelé. Ott finoman, desztillált vízzel átpermeteztük. A papírt, megereszkedése után egy másik Holytex-szel és poliészter fóliával lefedtük, majd megfordítottuk. Az így az alsó Holytexre tapadt papírtekercs darabkák színoldalról illeszthetőkké váltak (16–17. kép).

Ezután a tárgyat nedves Holytex-szel lefedtük, majd arccal lefelé a szívóasztalra fordítottuk. A hiányokat és szakadásokat hátoldalról az előre, direkt színezékekkel megszínezett papírrostokkal papíröntéssel egészítettük ki, illetve erősítettük meg (18. kép).

Az öntés után, még a szívóasztalon hátoldalról enyveztük a papírt, majd híg rizskeményítővel átkent, közepes vastagságú japánpapírral megkasíroztuk.

A papírszalag részleteket száradás után körbevágtuk és búzakeményítővel összeragasztottuk. A tárolhatóság és a későbbi sérülések elkerülése végett a szalag végeit, egy-egy, 10 cm átmérőjű plexihengerre ragasztottuk (19. kép).

A tulajdonos intézmény muzeológusával egyeztetve úgy döntöttünk, hogy az eredeti papírtekercs – főként műtárgyvédelmi okok miatt – nem kerül visszaépítésre, hanem a fadobozban egy digitális úton elkészített, retusált kópia helyettesíti (20. kép).

A munka során természetesen megtörtént a fadoboz, az előlap, a hátlap, a textilfüggöny, valamint a zeneszerkezet és a papír kulisszaelemek konzerválása, restaurálása is. Műtárgyvédelmi okokból a zeneszerkezet hangját digitális úton rögzítettük.

Valamint analógia alapján rekonstrukció készült a dobozt az előlaphoz fogó hiányzó timpanonról.



15. kép. Az első képkocka az akril csíkok eltávolítása után (Orosz Katalin felvétele).



16. kép. Az első képkocka darabjai illesztés előtt (Orosz Katalin felvétele).



17. kép. Az első képkocka illesztés közben (Orosz Katalin felvétele).

A restaurált színház a székesfehérvári Hetedhét Játék-múzeum új állandó kiállításában tekinthető meg (21. kép).



18. kép. Öntés szívóasztalon (Orosz Katalin felvétele).

IRODALOM

- HORIE, C. V. (2010): *Materials for Conservation. Organic consolidants, adhesives and coatings*. Második kiadás. Elsevier.
- LENNING, Heidi (2010): *Solvent Gels for Removing Aged Pressure-Sensitive Tape from Paper*. *Restaurator*. Vol 31. No.2. pp. 92–106.
- SMITH, Merrily A. – JONES, Norvell M. M. – PAGE, II, Susan L. – DIRDA, Marian Peck (1983): *Pressure-Sensitive Tape and Techniques for its Removal From Paper*. The American Institute for Conservation. *The Book and Paper Group Annual, Volume 2*.
- MORGÓS András (1987): *Festett felületek tisztításának fiziko-kémiai alapjai és használhatósága a restaurátori gyakorlatban*. In: *Múzeumi Műtárgyvédelem* 17. pp. 281–309.

Sor Zita

Papír-bőr és fotórestaurátor művész
Magyar Nemzeti Múzeum
1088 Budapest, Múzeum krt. 14–16.
Tel.: +36-1-327-7700/310
E-mail: sor.zita@hnm.hu



19. kép.
A szalag restaurálás előtt
(Nyíri Gábor felvétele).



20. kép.
A szalag restaurálás
után (Nyíri Gábor
felvétele).



21. kép. A restaurált panorámaszínház (Nyíri Gábor felvétele).