

## P. Holl Adrien

### Levéltári anyagok állagmegőrzése

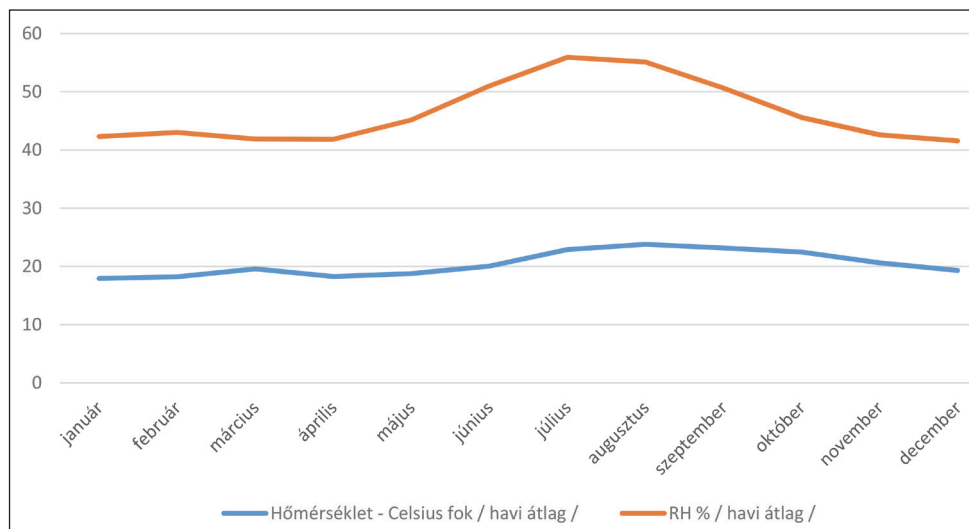
Az írott, nyomtatott vagy egyéb úton létrejött iratokban felhalmozott információk csak úgy maradhatnak fenn, ha a hordozók védelméről, őrzéséről megfelelő módon gondoskodunk. Ez azonban nem egyszerű feladat, mivel az iratok pusztulási folyamatát többféle ok idézheti elő, ezért különféle módszerek ismerete szükséges a megelőzéshez.

A külső környezeti tényezők, a levegő páratartalma, a hőmérséklet, a fény, a gázne-mű és szilárd légszennyezők (például kén-dioxid, nitrogén-oxidok, por, korom) fizikai és kémiai hatása, a biológiai és mikrobiológiai károsítók, a természeti katasztrófák és az ember által tudatosan vagy akaratlanul okozott károk veszélyeztetik a levéltári anyagot.

A Levéltári állományvédelmi ajánlás előírása szerint a levéltári és irattári papír adathordozók általánosan 14–25°C hőmérséklet (+/-2°C napi ingadozás) és 40–55% relatív páratartalom (+/-3% napi ingadozás) mellett tárolhatók/tárolandók optimálisan. Fontos, hogy a hőmérséklet az évszakok változásával fokozatosan csökkenjen és emelkedjen, miközben a páratartalom legyen minél stabilabb a megadott értékeken belül.

A papíralapú iratok, dokumentumok hosszú távú megőrzésének kulcsa minden esetben a környezeti állandóság fenntartása, azaz a páratartalom szigorú korlátok között tartása mellett az iratórzó helyiségek hőmérsékletének lassú, tervezett, fokozatos határértékeken belüli változtatása. A nemzetközi szakmai álláspont és a természettudományos kutatások szerint a levéltári anyag állapotára a páratartalom ingadozása nagyobb hatással van, mint a hőmérséklet változása. Ezért a klimatikus körülmények beállításakor fokozottan kell ügyelni a páratartalom 40–50% között tartására, különösen a 19–20. századi savas kémhatású papírananyag esetében. A hőmérséklet ugyanakkor nem csökkenhet 14 °C alá és nem emelkedhet 25 °C fölé.

A Budapest Főváros Levéltára (BFL) állományvédelmi szakemberei által készített állományvédelmi állásfoglalás célja, hogy iránymutatást adjon a nemzeti kulturális örökség részét képező levéltári anyag jogszabályban és szakmai ajánlásban előírt hosszú távú megőrzésének minimális feltételeihez. A jelenlegi gazdasági környezetben, az energiahordozók erőteljes drágulásával egyre nehezebb biztosítani a műtárgykörnyezeti paraméterek megfelelő értékeit, ezért bizonyos esetekben felül kell vizsgálnunk a korábban megadott határértékeket (18 °C, 50% RH), megtartva a dokumentumok megőrzéséhez szükséges minimális sztenderdeket. Egy jól átgondolt és felépített cselekvéssorozattal, a légállapotok határértékeinek széthúzásával, illetve fokozott személyi jelenléttel továbbra is fenntarthatók a levéltári anyag számára minimálisan megfelelő környezeti paraméterek, ezáltal elkerülhetők az iratok állapotában bekövetkező visszafordíthatatlan károsodások.



A BFL B332 irattárának éves hőmérséklet és relatív páratartalom értékei, 2021

A raktár/levéltár épületének szerkezete és állapota alapvetően meghatározza a klimatikus értékek befolyásolásának lehetőségeit. Olyan épületeknél, ahol a falak, a padozat nagy hőtároló képességű anyagokból készült, ott néhány órás fűtésszüneteltetés után is képes a helyiség megtartani a megfelelő hőmérsékletet. Ezek az anyagok képesek a hő elnyelésére, majd a környezet lehülése után annak kibocsátására. Tudni kell azonban, hogy az ilyen helyiségek nehezebben és lassabban melegednek fel. Ezért az ilyen típusú épületeknél, illetve a műemléki védettség alatt álló intézményeknél a fűtési rendszer temperáló beállítását ajánlott 18 °C-ban meghatározni.

A levegő egyenletes hőmérsékleten tartása különösen fontos az olyan épületek esetében is, ahol a falak nagyon kicsi hőtároló képességgel rendelkeznek, mert itt a térhátroló elemek csak kevés hőt képesek megtartani, és a levegő lehülése esetén nem képesek kompenzálni a változást. Ilyenek például a könnyűszerkezetes épületek.

A raktárterek hőmérsékletének csökkentése során a raktár levegőjének relatív páratartalma megnövekedik, ezért levegőszárító berendezések használata válhat szükségessé. A mobil, kondenzációs elven működő, hűtve szárító készülékek a levegőt egy hűtőegységben lehűtik olyan alacsony hőmérsékletre, hogy a levegőben jelen lévő nedvesség kicsapódjon. A hűtve szárító készülékek hatékony működésének határt szab a helyiség hőmérséklete. 15°C alatti hőmérsékleten a hűtve szárító teljesítménye lényegesen lecsökken, ezt fokozottan figyelembe kell venni. Ezért is javasolt a raktárak hőmérsékletét 18°C-ra beállítani. Különösen igaz ez a nedvesedő falú épületek esetében, amelyeknél igen nagy a penészesedés kockázata. Hosszú távon az épületek víz és hő elleni szigetelése jelenthet megoldást.

A raktáraknak és kiállítótereknek otthont adó épületben a belső terek hőmérsékletének fokozatos csökkentését együtt kell végezni az évszakváltozással. Az átállás során

Relatív páratartalom / Levegőhőmérséklet	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30 °C	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29 °C	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28 °C	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27 °C	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26 °C	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25 °C	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24 °C	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23 °C	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22 °C	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21 °C	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20 °C	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19 °C	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18 °C	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17 °C	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16 °C	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15 °C	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14 °C	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13 °C	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12 °C	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11 °C	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10 °C	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

Harmatpont táblázat

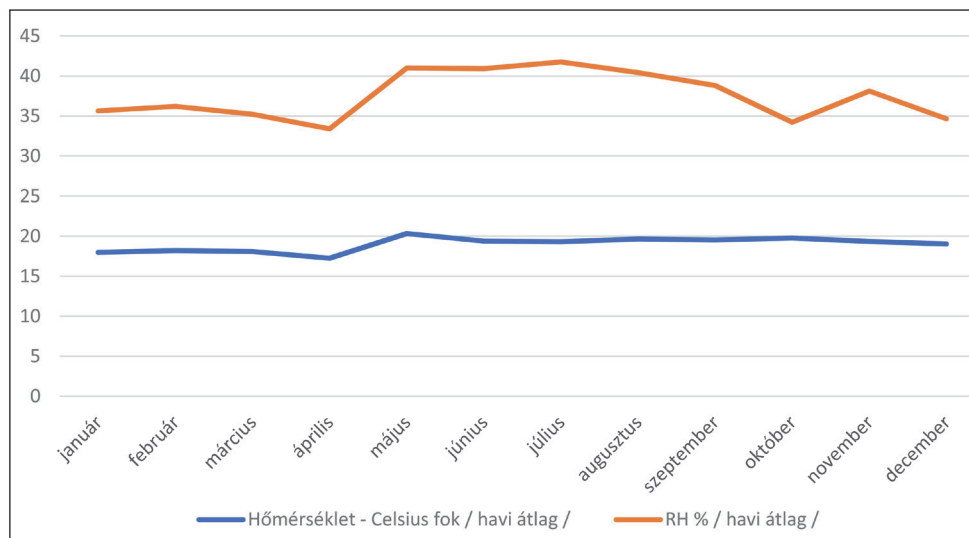
folyamatosan figyelemmel kell kísérni a belső terek klimatikus viszonyainak alakulását, és a megfelelő pillanatban kell közbeavatkozni a fűtési rendszer temperáló hőmérsékletre kapcsolásával vagy egyéb mobilgépészeti megoldások beüzemelésével. Ez az átmeneti időszak (a fokozatos hőmérséklet-csökkenés és a légnedvesség-változás) nem lehet rövidebb, mint 3 hét.

Kiemelten fontos a raktárak és az ott őrzött dokumentumok folyamatos ellenőrzése, akár munkaerő-átcsoportosítással. A páratartalmi értékek ingadozását, eseti határérték-átlépését igyekezzünk ellensúlyozni a tér méretének megfelelő mobil szárítógépekkel.

A penészesedés kockázatának csökkentése érdekében szükséges lehet a terek kontrollált szellőztetése megfelelően szabályozott paraméterek alapján:

- rovarhálóval ellátott nyílászárók (a rovarfertőzés megelőzése miatt);
- a külső és belső hőmérséklet különbsége nem lehet nagyobb, mint 10 °C;
- külső légszennyezettségi adatok nyomon követésével szinkronban történjen;
- 10 °C-os külső hőmérséklet felett maximum 15 perces időintervallum javasolt;
- 0 °C alatt ne szellőztessünk!

A szellőztetéskor vegyük figyelembe (lehetőség szerint mérjük) a külső páratartalmi és hőmérsékleti értékeket. A harmatpont táblázat alapján meghatározható, hogy az érintett felületek milyen hőmérsékletre történő lehűlése indítja be a pára kicsapódás folyamatát, ami penészesedéshez vezet! Példaként vegyünk egy 45% RH és 20 °C-os irattárat, ahol a levegő 7,7 gr nedvességet tart meg, ennek hőmérsékletét lecsökkentjük a fűtés kikapcsolásával 14 °C fokra, ahol a levegő 2,3 gr nedvességet tart meg az adott 45% RH mellett.



A BFL Fotó- és mikrofilmtár éves hőmérséklet és páratartalom értékei, 2021

Ez esetben  $7,7 - 2,3 \text{ gr} = 5,4 \text{ gr}$  víz kondenzál az iratok, dobozok, fémszekrények felületén  $1 \text{ m}^3$  levegőből. Könnyen elképzelhetjük, hogy nem megfelelő páraelszívók, szellőztetés, fizikai adszorbensek használata nélkül lokális penészesedés indul meg a hirtelen hőmérséklet-csökkentés hatására irattárainkban.

Kulcsfontosságú a folyamatos hőmérséklet- és páratartalom-mérés, monitorozás állományvédelmi szakember bevonásával, és a felmerülő kritikus határértékek átlépése esetén a gyors intézkedés.

Minden egyes levéltári épület esetében egyedi döntést kell hozni a klimatikus körülmények fenntartásáról az épület műszaki adottságai és állapota alapján. Mérlegelni kell, hogy a hőmérséklet  $14 - 15 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra csökkentése mennyi energia megtakarítással jár, és mennyi energiát kell felhasználni eközben a páratartalom értékének  $40 - 55\%$  között tartására.

Az iratok hosszú távú megőrzésének alapja az állandó relatív páratartamú helyen történő tárolás  $40 - 50\%$  RH mellett, a lehető legalacsonyabb hőmérsékleten, amely  $15 - 20 \text{ }^\circ\text{C}$  évszakokhoz igazodva.

A klímastandard változásának legfőbb oka az energiaracionalizálás, a szakirodalomban alátámasztott őrzési körülmények változása és az újabb tudományos kutatások feldolgozása alapján újabb tapasztalatok hasznosítása.<sup>1</sup>

A hőmérséklet emelésével gyorsítjuk a cellulóz lebomlási reakcióinak sebességét. Az Arrhenius-egyenlet alapján meghatározhatjuk a reakciósebesség és a hőmérséklet közötti összefüggést.  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  hőmérséklet-emelkedésre a kémiai reakciók sebessége általában a kétszeresére nő.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lásd: Padfield, 2010.

<sup>2</sup> Tímárné, 1993: 67.

Azonos relatív légnedvesség esetén a hőmérséklet változásakor a papír egyes jellemzői megváltozhatnak. A hőmérséklet hatása kevésbé jelentős, mint a légnedvességé. A szorpciós folyamatok hatását a papírok esetén két dimenzióban érdemes magyarázni: a lapszerkezet változásával és az egyes rostok tulajdonságainak változásával, amelyek akár ellentétes tendenciákat is mutathatnak. A szakítóerő és az ebből számítással meghatározott szakadási hossz 30-40% relatív légnedvességig nő, majd csökkenő tendenciát mutat, a 80%-feletti tartományban pedig különösen nagy mértékben csökken. Általánosan elmondható, hogy a szilárdsági értékek csökkenését a rostok közötti másodlagos kémiai kötések számának csökkenése okozza. A rost-rost kapcsolatot elsősorban a H-kötés adja, és az erre alkalmas OH-csoportok a vízmolekulákkal kialakított kapcsolatuk után már nem alkalmasak az eredeti kötés fenntartására, így gyengül a lapszerkezet. A szakadáskor mért nyúlás értéke a papír nedvességtartalmának növekedésével arányosan növekszik.

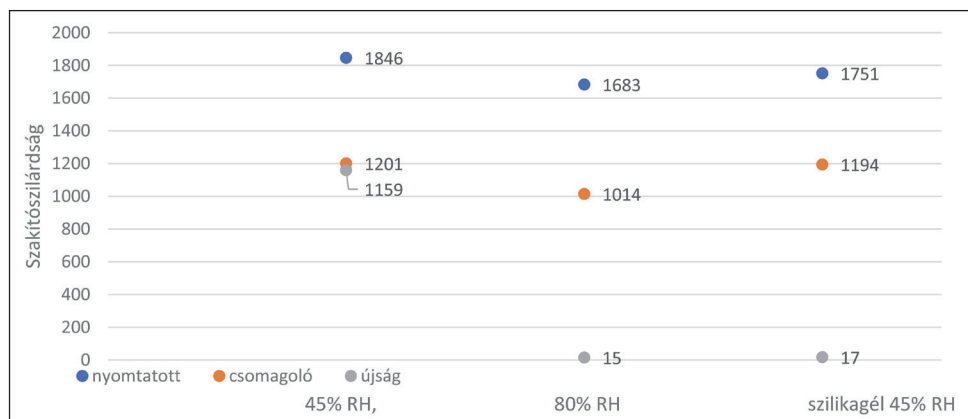
A papír könnyebben nedvesedik, mint szárad azonos légnedvességen. Van azonban egy másik nagyon fontos tulajdonsága is, amelyet mindig szem előtt kell tartanunk: ha a lap jelentősebb mennyiségű vizet vett fel, akkor a rostok közötti kötések közül számos megszűnik, így az egyes rostok merevségének függvényében a lap hullámosodni fog. Száradás hatására azonban a kötések nem alakulnak vissza, vagyis a lap nem fog kisimulni eredeti formájára.<sup>3</sup>

A preventív állományvédelmi módszerekkel, eszközökkel és új technológiákkal csökkenteni tudjuk a raktározás energiaigényét. Ha a levéltári iratokat savmentes, időálló csomagolóanyagokban tároljuk, akkor élettartamukat több száz évvel tudjuk meghosszabbítani. Az időálló palliumpapírok, tasakok és tékák használata mellett a hullámkartonból készült dobozok védik a dokumentumokat a légszennyező anyagoktól, a nedvességtől és a napfénytől. A papír tárolóeszközökkel a papír higroszkópos szerkezetéhez egy újabb higroszkópos felület hozzáadásával tudjuk erőteljesebben akadályozni,

Szakítószilárdság változása gyártásirányban 45%, 80% RH és szilikagél mellett (saját ábra)



<sup>3</sup> Koltai, 2013: 59.



Szakítószilárdság változása kereszt irányban 45%, 80% RH és szilikagél mellett (saját ábra)

hogy az eredeti dokumentumok több vízgőzt vegyenek fel a levegőből. Tovább csökkenthető az eredeti iratok hidrolízise, ha fizikai adszorbenst tartalmaz a tárolódoboz. A szilikagélek (például ProSORB tasak) jelenléte az iratanyag mellett megakadályozza, hogy a levegő páratartalmának időszakos növekedésével párhuzamosan a papír hidrogénhid kötése felbomoljanak. A papír nedvességtartalmának növekedése jelentősen felgyorsítja a H-kötések lebomlását, ami a papír szilárdságának csökkenéséhez vezet. A relatív páratartalom rövid távú ingadozása mikrobiológiai szempontból is veszélyes a papírra, mivel ezek az ingadozások a baktériumok és gombák gyors szaporodásának feltételeit teremtik meg. Ezért különösen fontos a levéltárakban, könyvtárakban, hogy a relatív páratartalom ingadozásának mértéke (évszaktól függően) ne haladja meg a 10-15%-ot. Ezt az ingadozást a szilikagélek segítségével tudjuk szabályozni. A levéltári dobozok szivacsoként működnek; a raktárakban szerves anyagok segítségével tovább tudjuk minimalizálni az egységnyi dobozokban lévő nedvességtartalmat. További kutatások, vizsgálatok szükségesek ahhoz, hogy meghatározzuk azt, hogy egyes dobozokban mennyi ProSORB szilikagélt szükséges elhelyezni és milyen módon ahhoz, hogy minimalizálni lehessen a raktári tér 15-20% relatív nedvességtartalom-változásának hatását.

## Szakirodalom

- Koltai, 2013 = Dr. Koltai László: Csomagoló- és papíripari anyagismeret I. Egyetemi jegyzet. Bp., 2013.
- Padfield, 2010 = Padfield, Tim: Simple climate control in archives is hindered by too strict standards. Ten years experience of energy efficient climate control in archives and museum stores. Does a standard temperature need to be constant? Morten Ryhl-Svendsen, Lars Aasbjerg Jensen, Poul Klensz Larsen and Tim Padfield January 6, 2010.
- Tímárné, 1993 = Tímárné Balázs Ágnes: Műtárgyak szerves anyagainak felépítése és lebomlása. Bp., 1993.