

A 2022-ES ENERGIA-MEGSZORÍTÁSOK ÉS A TÁRGYI ÉRTÉKEK VÉDELME MŰSZAKI MEGKÖZELÍTÉSSEN

Dr. GREGÁSZ Tibor, Dr. habil KOLTAI László

Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyvgyártási és Környezetmérnöki Kar

Médiatechnológiai és Könyvgyártási Intézet

Könyvgyártási mérnöki szekció

Kivonat: A 2022-es év egyik legmeghatározóbb momentuma Európa szerte az orosz-ukrán háború miatt bevezetésre kerülő gazdasági és energiaszankciók hatása a megszokott életünkre, komfortzónánkra, anyagi egzisztenciánkra és végső soron a társadalmunk működésére. Ezzel összefüggésben logikailag levezethető, hogy tárgyi környezetünkre is előbb-utóbb jelentős kihatással lesz. Tanulmányunkban annak a következménynek eredő nyomába, hogy a megszorítások miatt (és szakmai átgondoltság hiányában) elrendelt kisebb fűtési teljesítmény milyen módon tehet kárt a védett értékeinkben. Cikkünkben elsősorban a nem közgyűjteményekben tárolt papíralapú dokumentumok, fém- és szövetből, textilanyagból készült ipar- és kultúrtörténeti emlékekben potenciálisan létrejövő károk előre jelzéséről lesz szó. Ezek jellemzően nagyobb állami cégek, kutató intézetek, hivatalok raktáraiban a hőfokcsökkentéstől fizikai törvényszerűségek szerint kialakuló légállapotok következményeként következhetnek be. Mivel nem közgyűjteményekben őrzött értékek, ezért a szakemberek óvó gondossága hiányában könnyen méltatlan körülmények közt sérülhetnek meg, indulhatnak meg visszafordíthatatlan folyamatok az állapotukban.

Kulcsszavak: légnedvesség, relatív páratartalom, cellulózzrost, higroszkópia, h-x diagram, penész

BEVEZETÉS, HELYZETÉRTÉKELÉS

A 2022 –es év talán legnagyobb horderejű, világpolitikai szempontból is több, mint „észlelhető” mértékű eseménye az orosz-ukrán háború. Ennek többszörösen áttett következménye (energiahordozók mennyisége, azok növekvő ára és az arra költhető bevételek és tartalékok egyidejű csökkenése), az EU-n túl egész Európára kiterjedő energiatakarékosági megszorítások és az amiatt elrendelt operatív intézkedések. Ezek elsőként az Államháztartás által finanszírozott közintézményekre vonatkozik a 353/2022 kormányrendeletben meghatározottak szerint, de egyre több „külső” szervezet napi működését érinti, vagy érinteni fogja [1]. A kialakult helyzet dinamikáját jellemzi, hogy

- a megszorítások okaként említhető energiahordozók kieső mennyisége sem időben, sem a volumen csökkenés időbeli alakulását tekintve nem ismert.
- A beszerzések bekerülési értékei is bizonytalanságot rejtenek nemzeti és a vállalatok, intézmények szintjén egyaránt.
- A felhasználás mértékének az időbeli változása sem ismert, hiszen a tél közeledtével csak statisztikákkal közelíthető a szükséges energiamennyiség, valamint a felhasználás üteme.

Ilyen peremfeltételek mentén kell a most és a közeljövőben számításba vehető erőforrásokat tervezni és elhasználni, de a korábbi „jóléti” időszakhoz képest lényegesen kisebb mennyiségre alapozva. Ezen okokból kifolyólag logikusan következő önmegtartóztató tényező az intézményekben a fűtésre használandó energiamennyiség drasztikus csökkentése.

Nem kevés azon közintézmények köre, ahol a munkahelyeken elérendő, a kormányrendelettel egyetértésben levő 18°C-os minimumhőmérséklet tartásához szükséges energiafelhasználás mérséklése miatt ezen – a később részletezésre kerülő adottságú – raktárakban tovább engedik süllyedni a hőmérsékletet egy önkéntesen választott 10°C-os(!) értékig. Indoklásul elhangozhat (elhangozott) az, hogy *„itt nem a tartós munkavégzés helyszínéül szolgáló helyiség van, épületgépészeti szempontú temperálásnak bőven megfelel, és az élettelen papírnak sem kell magát jól érezni, ha az embereknek is 18°C-os hideg lesz.”*

Munkánkban a következményként kialakuló problémák rendszerszintű ismertetését mellőzve egyetlen jelentéktelennek tűnő tényezőnek, az intézmények kötelező hőmérsékleti minimum csökkentésének a potenciális következményét próbáljuk elemezni, de csak egy bizonyos szemszögből. Nem vesszük figyelembe a humán tényezőre gyakorolt, csak az élettelen, de értéket képviselő tárolt értékeinkre gyakorolt hatását.

AZ ÉRINTETT HELYSZÍNEK ÉS A VÉDENDŐ ÉRTÉKEK KÖRE

A múzeumok, közgyűjtemények, levéltárak esetén egyrészt számítunk szakmailag megalapozott érvek szerint meghatározott kivételekre a szigorú jogszabályok meghozatalánál és ezért helyi megoldások alkalmazhatóságára. Másrészt eleve szakemberek által felügyelt környezet fenntartását feltételezünk. Ez azonban csak a fenti, intézményekben jelent megnyugtató védelmet a kiemelt jelentőségű tárgyi értékek számára.

Számos más intézmény tárol a napi működési területétől viszonylag kieső helyeken olyan értékeket, amelyek vagy múltbeli információkat és emlékeket, vagy a jövőben is fontos, de nem napi rendszerességgel használatos iratok, ruházat, felszerelés, pót berendezések. Ezek a legkülönbözőbb anyagokból, de bizonyára nagy mennyiségben konzerválatlan, rostalapú polimerekből, illetve fémekből készültek. Ilyen intézmények lehetnek pl. minisztériumok, szakmai igazgatóságok hivatalok, szolgálatok, intézetek és szervezetek. Az őrzött mennyiségek lényegesen kisebbek és az értékességük köznapiságuk miatt az átlagpolgár számára sokszor nem is akkora jelentőségű, mint a múzeumok gyűjteményei esetén. Az adott szakma számára ellenben felbecsülhetetlen vagy bizonyos esetekben pótolhatatlan információkat, tárgyi emlékeket jelenthetnek. Gondoljunk például a – közismert kifejezéssel illetett – „100 évre visszamenően” rendszeresen gyűjtött szakmai feljegyzésekre és dokumentumokra, ami egy letűnt, de a jelen korunkra is kihatással levő vagy azzal összefüggést mutató pl. :

- meteorológiai adatokra és eseményekre,
- szeizmológiai feljegyzésekre és diagramokra,
- vízügyi (árvízi, vízminőségi, vízrajzi, szabályozási, katasztrófa események adataira

- mezőgazdasági vetésszerkezetet vagy termésátlagokat is bemutató adatokra,
- erdészeti, bányászati, ipari termékszerkezetekre és termelési adatokra,
- munkáltatással és egészségüggyel kapcsolatos közösségi vagy személyes dokumentumokra,
- oktatási intézmények kötelezően irattározandó és eddig nem digitalizált dokumentumai, valamint csak raktárként üzemelő szertárai,
- vagy mindezen területeken készült korabeli fotókra, papíralapú regisztrátumokra, jegyzetekre, ábrákra, kimutatásokra, műszaki rajzokra,
- vagy akár a nagyra becsült szakemberek kézírását tartalmazó vagy személyes tárgyaira, szakmatörténeti emlékekre,
- esetenként a dokumentált papírképek negatívjai, mikrofilmek, vagy mozgófilmek, hangszalagok.

Bizonyára mindezek digitalizálásának folyamata sem tart olyan szinten, mint a nagyobb közgyűjteményeknél elérhető technikai háttér, mérték és ütem. A szűken vett szakma nagyratartása mellett feltétlenül a közvagyon részei is ezek, hiszen sokszor kerülnek kutatások látókörébe, mint egyedi és mással nem kiváltható információforrások.

JELLEGZETES MŰKÖDÉSI VISZONYOK EZEN RAKTÁRAKBAN

Régebbi intézményeknél az idők folyamán nagyobb mennyiségű anyag kerülhetett letárolásra, különös tekintettel a papíralapú dokumentumoknál, ahol a digitális „életmódot” megelőzően az volt az egyedüli lehetőség. A funkcióból levezethetően az elhelyezés logikáját tekintve hasonlóságok tapasztalhatók és ismereteink szerint az említett intézményekben levő tárolóhelyeken az alábbiakkal jellemzett tipikus viszonyok fordulnak elő.

- A helységek jellegzetesen az épületekben használt belső közlekedési útvonalaktól és közösségi terektől távolabb nyernek elhelyezést, sok esetben alagsori, netán pincehelyiségekben. Előfordul, hogy különálló kisebb épület vagy épületrész szolgál tárolóul, vagyis térben bizonyos mértékben **szeparált helyiségek**. Viszonylag ritka eset, hogy az épület tetején kapnak helyet, bár a tárolóeszközök műszaki felépítésénél fogva fellépő nagyobb födémterhelés esetleg kizárja ezt a lehetőséget és ekkor marad az előző térbeli elhelyezkedés. *Ezen szeparáltság rendszerint a fűtési rendszerre is igaz lehet, azaz műszakilag beállítható a humán tartózkodási helyeknél alkalmazott minimumnál alacsonyabb hőmérsékleti érték is. Ilyen utasításokat intézményvezetők adtak is ki.*
- A felgyűlt tárolandó anyagokat jellegzetesen a **közel legkisebb még éppen alkalmas helyiségbe telepítik**, majd annak megtelésekor a következő méretű, de hasonló elven választott helyiségbe költöztetik át, vagy nyitnak újabb raktárat az előző elvek szerint választva. *Ebből következik, hogy a helységben rekedt levegőmennyiség a lehető legkevesebb a tárolt anyagok által kiszorított térfogathoz viszonyítva. Ebből kifolyólag az esetenként munkavégzésre belépő emberek aránylag nagy mennyiségű párát lélegeznek a légtérbe.*

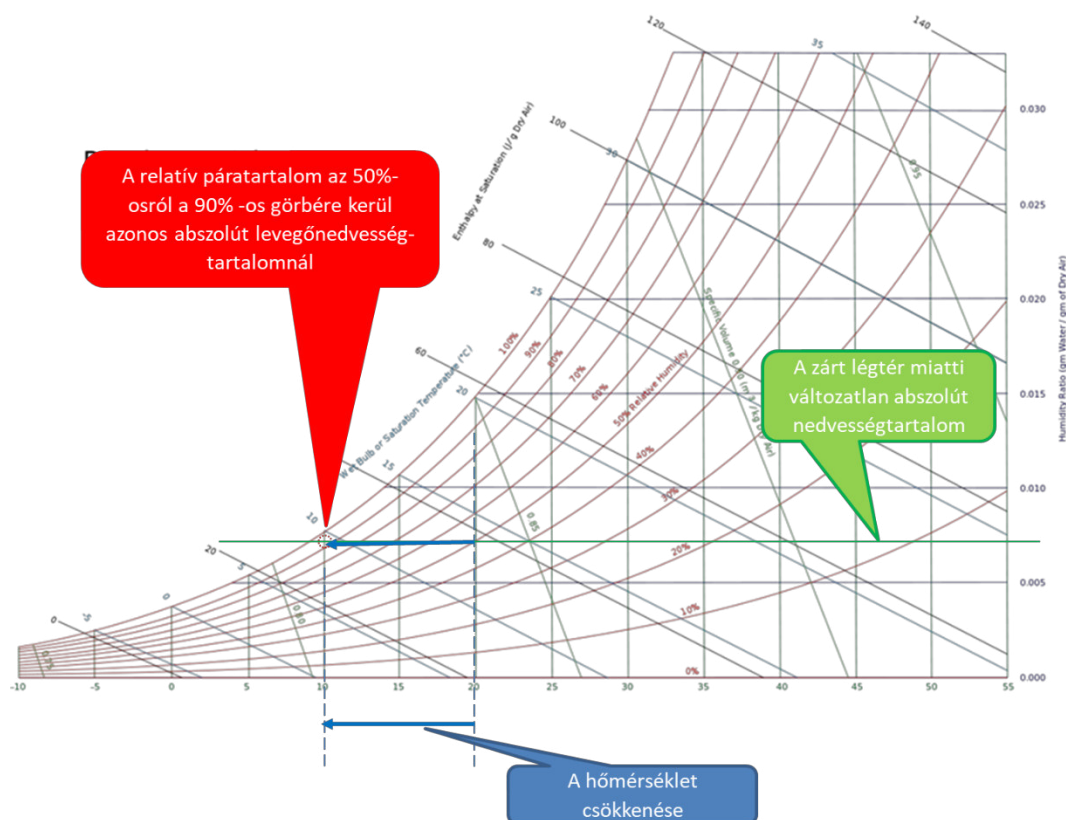
- Nagyobb mennyiségű tárolandó anyag befogadására zsúfolt, akár a belmagasságot is maximálisan kihasználó a falakhoz közel felállított polcrendszeren, állványokon vagy rekeszekben találjuk az őrzendő értékeket. Ennek eredménye, hogy **légáramok kialakulásakor sem képes a levegő átszellőztetni a helyiséget**. Ablakok a helyiségeken célszerűen minimális számmal fordulnak elő, amelyek a vagyonvédelem és a kis forgalom miatt is csak ritkán kinyithatók, esetleg műszakilag is akadályozottan. *Mesterséges (persze elektromos meghajtású) szellőztetés kialakítására az anyagi erőforrások kímélése miatt eddig sem túlzottan sokat költhettek, de a jelen helyzetben különösen nem várható pozitív változás. És persze a működtetéséhez szükséges energia biztosítása a helyzet logikájából adódóan sem várható.*
- A helységben a kis forgalom és az átkeverés hiánya miatt rétegeződik a levegő, ami azt eredményezi, hogy az alsóbb – az érzékelők és hőmérők elhelyezési magasságánál alacsonyabban (pl. térd alatti) – légrétegben még alacsonyabb hőmérséklet is kialakulhat.
- Eleve párával terheltebb raktárhelyiségek is léteznek, ahol a rossz nedvességszigetelésű falakon keresztül extra nedvesség is juthat a belső légkörbe.
- A fenti, tényezőknek a legkülönbözőbb kombinációja is páratartalom aránytalan növekedését segíti és ezáltal a károsító hatását fokozza.

A LECSÖKKENŐ HŐMÉRSÉKLET KÖVETKEZMÉNYE A RAKTÁRLEVEGŐ ÁLLAPOTJELZŐIRE

A többnyire zárt, vagy kissé nyitott, de mozdulatlanul, stabilan rétegződött levegőjű raktárhelyiségekben a bent rekedt levegő abszolút nedvességtartalma állandó marad. Ebben a gáz elegyben az egyes gáz összetevők így a vízgőz résznyomása is (parciális nyomás) a hőmérséklet függvénye állandó össznyomáson. Fizikai alaptétel, hogy a hőmérséklet csökkenésével a telítődést okozó kritikus nyomás is csökken. A relatív páratartalom egy egyszerű értelmezés szerint pedig az az arány, amely a vizsgált levegőben levő vízgőz résznyomása és az adott nyomáson és hőmérsékleten már telített levegőben levő vízgőz résznyomásának a hányadosaként adódik, százalékosan kifejezve. [2]

A raktárakban uralkodó zárt, a tél közeledtével a beállított minimumhőmérsékletig folyamatosan hűlő (gázelegy) rendszerben tehát a vízgőz résznyomása lassan növekszik a telített állapotra jellemző nyomásérték felé, ezért a relatív páratartalom is folyamatos növekedést mutat. A változást közismerten két, a termodinamikai állapotfüggvények változását leíró diagram is mutatja az ún. légállapot diagramok, a hőmérséklet, az entalpia, az abszolút és a relatív légnedvesség értékeinek összefüggésében állandó nyomásértékek mellett. A könnyű és gyors számításokhoz kialakított két diagram az elterjedtebb Mollier-féle „h-x” és a Carrier féle pszichrometrikus diagramok.

A vizsgált jelenség egyszerű szemléltetésére talán alkalmasabb a Carrier diagram, így ezen mutatunk be egy elképzelt állapotváltozást és annak hatását egy raktárban életszerűen előforduló légállapotra. [8]



1. Ábra: A hőmérsékletcsökkenés várható hatása egy Carrier-féle pszichrometrikus diagramon

Vagyis ha feltételezünk egy aránylag „kezelt”, fűtéssel, vagy anélkül is tartható papír, textil, bőr, fém, ... számára általánosan jó kondíciójú levegő állapotjelzőit, akkor a normál légköri nyomás mellett kb. 20°C és 50% páratartalom. Amennyiben ez a levegő izobár változással lehül az előírányzatokban sem ritka 10°C-os minimum értékre, az alábbi ábrán látható diagramon az abszolút nedvességtartalmát megtartva a vízszintes vonal mentén a nyíl irányban változik. Egy még karakteresebb változás lehet (és még mindig nem hoztunk extrém példát), hogy egy nyári erős átszellőztetéssel a kinti 24-27 fokok és 50% körüli levegő kerül be és ez a levegő nagyrészt megmarad a tél közeledtekor, fokozatos hűléssel. Ekkor a jelenség még nagyobb kockázatot rejt, mivel itt még nagyobb abszolút nedvességtartalom a kezdőpont. Az említett hőmérsékletre hűléssel kb. 16°C –nál már eléri a 100%-os relatív páratartalmat és az időközbeni esetenkénti légmozgások mentik meg a levegőt, hogy nem csapódik le a felületeken a telítési értéken felüli vízmennyiség.

A ROSTANYAGOK VISELKEDÉSE A MEGVÁLTOZÓ LÉGÁLLAPOTBAN

A címben jelzett problémában érintett anyagok köre nehezen behatárolható, csupán néhány közösmerten érintett anyagfajtánál szeretnénk az előnytelenül megváltozó légállapot hatásait megemlíteni.

Textíliák: Túlnyomó részt rostos anyagok, amelyeknél a szerkezet alapját jelentő elemi szálak a termék külső látható felületén és a fonalak belsejében főleg rendkívüli nagy felülettel rendelkeznek, ezzel érintkeznek a külvilággal.



2. Egy átlagos, vágott elemi szálakból álló fonal képe
[http://www.roltex.hu/textilipari_leirasok/fonal]



3. Kötétt és szőtt kelmék képei – a bennük levő jelentős mennyiségű légzárványokkal
[<http://www.krinolina.cz/pleteniny/>]

Nem, vagy csak elenyészően higroszkopikus jelleget mutató szintetikus (Poliakril-nitril - PAC; Poliamid - pl. nylon; Polietilén-tereftalát - PES; újabban a Polipropilén - PP, ...) szálakból készült anyagoknál az elemi szál belsejébe lényegében nem, vagy alig szívódik nedvesség. [3] Viszont a nagy fajlagos felület miatti jelentős a fizikokémiai megkötés, de főleg a fonalszerkezet belső üregeiben a páradús levegő mozdulatlanul megreked. Ez a levegő diffúzió útján és a textília mozgásával sem szellőzik át, hiszen a felvázolt helyzetben mozdulatlanul van tárolva.

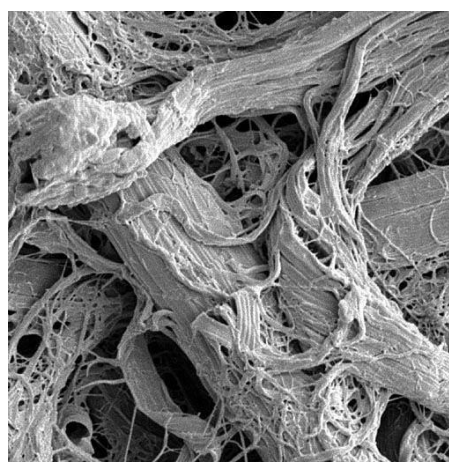
A természetes alapanyagú higroszkóp szálasanyagoknál (állati szőrök, magszálak, növényi rostok és selyem, ...) a szálfelületen keresztül nedvességtranszport folyik, azaz az anyag a nedves levegőben nedvességet vesz fel, szárazban nedvességet ad le, olyan mértékben, amennyi az egyensúlyi állapotáig szükséges. A vízmolekulák megkötése a szálszerkezet belsejében levő rostok felületi molekuláin hidrogén kötésekkel (cellulóz rostok) vagy annál gyengébb Van der Waals erővel kötődnek, majd lánc-szerűen egymáshoz. [3] A transzportált mennyiség anyagoként különböző (pl. a gyapjú a száraz

tömegének akár 18 %-át is képes felvenni 65% relatív légnedvességnél) a stabil állapot eléréséig, ami a relatív légnedvességtől függ. [3]

A vázolt légállapot változás miatti magasabb nedvességtartalom esetén a szilárdsági tulajdonságok ugyan minimális mértékben változni képesek, de ez a raktározott textilanyagok vagy betárolt ruházat esetén irreleváns.

Papírok: A papíripari termékek cellulózrostokból álló, azok kuszálódásával és nemezelődésével létrejövő és hidrogén-kötések segítségével száradáskor rögzülő lapszerkezet, ami nem más, mint a cellulózrostok három dimenziós higroszkópos jellegű hálózata. A nedvesség fizikokémiai megkötése a rostok közötti belső felületeken a szálanyagoknál is ismertetett módon valósul meg. Mivel a rostok anyaga túlnyomó részben cellulóz, ezért fokozott a nedvességfelvételi hajlam. [6]

A rostoknak a képeken is látható véletlenszerű térbeli helyzete, valamint az a tulajdonság, hogy nedvességfelvételkor keresztirányban jelentősebb a duzzadás mértéke, mint hosszirányban, ezért a kezdetben síkban rögzülő alak eltorzul, ezért a papírlap hullámosodik. Ez csak kismértékű nedvességfelvétel esetén reverzibilis folyamat, így könnyen számolhatunk a hosszú távú állagromlással. A vízmolekulák behatolásával azonban a szerkezetet összetartó erők nagyban csökkennek és a szilárdság is romlik és az újabb használatba vétel esetén könnyebben sérül. [7]



4 A papír felületi struktúrája

[<https://tanarnocafe.hu/tudomany/tudomanyos-erdekesség/igy-nez-ki-az-irodad-mikroszkop-alatt/>]

Penész megjelenése: Mindkét anyagtípusnál a problémát leginkább a természetes légköri nedvességgel együtt járó és a nagyobb légnedvességnél, bolygatástól és erősebb fénytől (főleg UV tartományú összetevőtől) mentes környezetben „aktíválódni” képes penészgombák szaporodása okozza. Az esztétikai romlás egyértelműen értékvesztést, valamint az eredeti funkció megszűnését okozhatja.

Textilnél a lényegében kiirthatatlan szaghatás mellett az elemi szálak elszíneződése okozza, ami vegyileg agresszív fehérítő- és mosószerekkel sem mindig szüntethető meg. Ilyen kezelésnek viszont

a nagyobb értékű védendő anyagokat és tárgyakat lényegében nem tehetjük ki, így valójában a megsemmisülésük felé haladnak, minél tovább fennmarad a gombák szaporodására előnyös állapot.

Papírnál a penészfoltok a nyomtatott felületeken az olvashatatlanságot és esetleges vegyi sérüléseket is okozhat.

Előrehaladott esetben a penészgombák megjelenése természetesen direkt az emberre sem ártalmatlan, hiszen a dohos szag már a spórák megjelenésére és ezáltal a gombatelepek mikotoxinokat termelő képességére is utalhat.

Fém tárgyak esetén egyértelműen a korrózió hordozza a kockázatot. A nagyobb páratartalom a felületen csak pontokban, foltokban vagy egyenletes felületen kémiai, míg lecsapódott pára esetén elektrokémiai korróziót okozhat. Szénacélok, vagy ötvöztött acélok esetén kezdetben csak felületi, majd a porózus mikrofelület miatt egyre mélyebbre hatoló korrózió jelenik meg, ami az esztétikát feltétlenül rontja, de esetleg az újbóli használhatóságot is lehetetlenné teheti. [4] Bár a felületi rozsdát eltávolítása még mechanikailag csiszolással vagy kémiai eltávolítással lehetséges, azonban nem minden tárgynál megengedhető. És ha a korrózió nem a védett értéket, károsítja, hanem a tárolóelemeket, akkor szintén károkkal kell számolni.



5. A vas alapú ötvözetek korróziója a legtöbbször visszavonhatatlan

A KÁROSODÁSOK ELLENI VÉDELMI MEGOLDÁSOK

A kialakuló hatásokra tett áttekintő figyelemfelhívásunk alaposságával arányosan egyszerű és főleg túlzott anyagi erőforrásokat nem igénylő megoldásokat is felvázolunk. Álljon itt néhány olyan könnyen kivitelezhető, újabb energiaforrásokat vagy klímakezelő berendezéseket nem igénylő művelet, amely az értékmentést vagy legalább a kárenyhítés sikerességét szolgálja:

- Amennyiben a 18°C-os minimumhőmérséklet egyfajta hatósági vagy fenntartói követelmény, akkor az említett értékek felelős gondozói próbálják elérni a vezetés

megfelelő szintjén, hogy ezek a helyiségek se legyenek kivételek és ne kelljen ezekre alacsonyabb hőmérsékletet beállítani, mint ami a munkahelyeken tartandó!

- Minél kevesebb további páraforrást vigyenek be és engedjenek meg az ilyen hűvösebb helyiségekben, beleértve a humán forgalmat vagy pl. a szintén párologtató, nagykiterjedésű növényeket!
- Próbálják kockázati alapon felmérni a védendő állományt és legalább azoknak átmeneti tárolást biztosítani a magasabb, munkahelyeken engedélyezett hőmérsékletű helyiségekben. Fontos, hogy a visszatéréskor meggyőződjenek a páratartalom általánosan elfogadható, legfeljebb 60-70% -os tartományába kerüléséről.
- Amennyiben a problémás raktárakban a magasabb hőmérséklet beállítása nem lenne megvalósítható, úgy legalább ériék el a helyiség rendszeres átszellőztetését kereszthuzattal, esetleg ventilátorokkal. Fontos, hogy frissebb külső (nem a melegebb helyiségekből) levegő kerüljön be, ami bizonyára alacsonyabb abszolút nedvességtartalmú – még akár nedves időben is.
- „Kampányszerű” vertikális épületszellőztetéssel hatékonyan elérhető, hogy a korábbi melegebb időszakban bekerülő (ezért magasabb abszolút nedvességtartalmú) légtömeg pl. hetente kicserélődhessen a hidegebb időszakban uralkodó, kisebb telítési vízmennyiségekkel jellemezhető levegőre az alsó szinteken levő raktárhelyiségekben. Ezt természetes huzattal, az épületben szándékosan létrehozható „kémény hatással” akár elérhetjük. Ennél a legfelső szinten kinyitott ablakokon a melegebb levegő kiáramlása miatti nyomáscsökkenés a lehető legalsó nyílásokon húzza be maga után a friss és főleg kisebb páratartalmú levegőt. A kisebb légnedvességű kinti levegő aztán bent felmelegedve kiszárad, hiszen ekkor már a telítési mennyisége nagyobb. Téli, kimondottan száraz napos, fagypont alatti hidegben ez különösen hatékony légszárítási megoldás, amit kellően gyorsan, nagy átbocsátású nyílásokon – de szigorúan csak legalul és legfelül nyitott épületben – kell végezni, így nincs idejük a bútoroknak, falaknak és padlóknak és fűtőtesteknek lehűlni.

Zárszó

Cikkünk figyelemfelhívó jellegű és egy újszerű helyzetre adott kényszerű reagáló intézkedések kísérő hatásait kívánta a látótérbe állítani. Hozzáteesszük azonban, hogy a probléma elhúzódása a károk mértékét növeli, így szükségesnek tartjuk, hogy a megszorítások „lebonyolításával” párhuzamosan a megelőzéssel való foglalkozás is mielőbb a vezetői szemlélet részévé váljon. Remélhetőleg jelen publikációnk egyben az utolsók közé is tartozik a témában.

HIVATKOZÁSOK

- [1] 353/2022. (IX. 19.) Korm. rendelet – egyes intézmények veszélyhelyzeti működéséről
- [2] Bihari Péter (2011): Műszaki hőtan – EDUTUS Főiskola
- [3] Gyimesi János (1968): *Textilanyagok fizikai vizsgálata* – Műszaki Könyvkiadó
- [4] Koczor, Gregász, Göndör, Pataki, Orcsikné (2012): *Anyagszerkezet* – Óbudai Egyetem
- [5] ISO 287:2017: Paper and board — Determination of moisture content of a lot — Oven-drying method
- [6] Dr. Koltai László (2015): *Papíripari rostanyagok és felületi sajátosságai* – Óbudai Egyetem, Budapest
- [7] Eliza, Angeli ; Rozália, Szentgyörgyvölgyi (2015) *Investigation of solvent retention in gravure printed cardboard packaging* - CELLULOSE CHEMISTRY AND TECHNOLOGY 49 : 7-8 pp. 685-691. , 7 p.
- [8] https://www.academia.edu/34298446/Carrier_PSYCHROMETRIC_CHART_NORMAL_TEMPERATURES_SI_METRIC_UNITS – megtekintés 2022.10.20.

Szerzők:

Dr. GREGÁSZ Tibor

Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet
Magyarország, 1034, Budapest, Doberdó út 6.

Telefon: +(36) (1) 666-5723

E-mail: gregasz.tibor@rkk.uni-obuda.hu

Dr. habil. KOLTAI László

Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet
Magyarország, 1034, Budapest, Doberdó út 6.

Telefon: +(36) (1) 666-5900

E-mail: koltai.laszlo@uni-obuda.hu