



Németh Zsófia, Szabó Roxána, Csavajda Péter

VESZÉLYES ÁRUK CSOMAGOLÁSVIZSGÁLATI DILEMMÁI A SAJÁTOS SZÁLLÍTÁSI KÖRÜLMÉNYEK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

Absztrakt

Az ellátási láncokban résztvevő árufeleségek egyre nagyobb részét képezik olyan termékek, amelyeket valamilyen szempontból veszélyesnek szükséges tekinteni. A biztonságos szállítás érdekében minden szállítási ágra külön szabályozás került kidolgozásra, szigorú előírások betartása mellett szállíthatók az egyes áruk. A szállítási körülmények azonban jelentősen változtak, a mai igénynek megfelelően, nagyobb hangsúlyt kap a részrakományos, illetve futárszolgálatos szállítás, ahol a rakomány összetétele inhomogén. A fizikai igénybevételek is mások, mint egy teljes rakományos szállítás során. Megfigyelhető, hogy a normál csomagolás teszteknel szállítási módra bontva kerül kialakításra a tesztprogram, az adott módozatra jellemző igénybevételek kerülnek tesztelésre. Az ADR szállítási módtól függetlenül viszont ugyanazon előzetes csomagolásvizsgálatokat kéri, nem differenciálva a szállítási módok között. Tanulmányunkban a három leggyakrabban használt és alkalmazott, valamint egy univerzális kombinált csomagolást vizsgálunk a veszélyes árukra vonatkozó tesztprogram és a hagyományos csomagolásra vonatkozó ISTA 3A tesztprogram szerint. A vizsgálatok eredményei alapján elmondható, hogy az ADR előírásai mellett a csomagolásvizsgálati szakszabványok paramétereit is figyelembe kell venni a biztonságos szállítás érdekében.

Kulcsszavak: csomagolás, csomagolásvizsgálat, ADR, ISTA, hullámpapírlemez doboz



DILEMMAS OF DANGEROUS GOODS PACKAGING TESTING IN ASPECT OF SPECIAL SHIPPING ENVIRONMENT

Abstract

A large quantity of hazardous materials is transported each year in the supply chains. In order to ensure safe transport, separate regulations have been developed for each modes of transportation, so dangerous goods can be transported only according to strict regulations. However, the supply chains have changed significantly recently. In accordance with today's needs, the volume of LTL (less-than-truckload) and parcel delivery is increasing. Different types of packaged-products, often from different shippers and intended for different ultimate destinations, are mixed in the same load. That's why the damage-producing motions, forces, conditions, and sequences of transport environments are different, than in FTL (full-truck-load) transport environment. In case of standard packaging tests, the test program is depends on the mode of transportation and the testing program is designed to provide a laboratory simulation of that shipping environment. Regardless of the mode of transportation, ADR requires the same packaging testing. In our study, the three most commonly used and applied packaging were investigated. Packaging tests were performed according to ADR and ISTA 3A testing programs on different combined packaging. Based on the results of the tests, it can be stated that in addition to the ADR regulations, the parameters of the standard packaging testing standards must also be taken into account in order to ensure safe transportation of dangerous goods.

Keywords: packaging, packaging testing, ADR, ISTA, fiberboard box

1. BEVEZETÉS

Megfigyelhető az a tendencia napjainkban, hogy már a veszélyes árut tartalmazó csomagokat is futárszolgálatokkal kívánják szállítani, a gyorsabb célba érés érdekében. A csomagok azonban ebben a környezetben nagyobb igénybevételnek lehetnek kitéve, mint például a teljes rakományos szállítás esetén, amelynek főleg a durva árukezelés az oka. [1]



Ahogy a veszélyes áruk esetén mindenre, a szállításra is szigorú előírások vannak. A csomagok csak minősített csomagolóeszközben, rögzítve szállíthatók, elkülönítve a nem veszélyes árus csomagoktól. A minősítéshez szükséges előzetes vizsgálatok azonban merőben eltérnek a szállítás során fellépő igénybevételeket szimuláló tesztekétől. [2]

A veszélyes és nem veszélyes áruk szállítási igénybevétel állósági vizsgálata között történelmi és jogi okok miatt alapvető eltérés van. A veszélyes áruk csomagolásvizsgálatai sokkal korábbi időpontra vezethetők vissza. A különböző közlekedési ágakban már 1900-as évek elejétől előfordultak jelentős katasztrófák. Ezeknek a katasztrófáknak a kivizsgálása során merült fel az ENSZ Gazdasági Bizottságában (EGB), hogy a közlekedés üzemét veszélyeztető árukat egy egységes szempontrendszer alapján osztályozni szükséges. 1950-ben jelent meg az EGB által kiadott úgynevezett Sárga Könyv (Orange Book), amely a közlekedés üzemét veszélyeztető árukat 8 különböző osztályba sorolta. Amikor a Sárga Könyv összeállt, akkor az egyes veszélyes áru csoportokhoz az akkori csomagolási ismeretanyag szerint hozzárendeltek bizonyos csomagolástípusokat. Az első időkben ezek a csomagolások kizárólag a klasszikus csomagolás fajtákból álltak, mint például láda, hordó, zsák. Akkor még nem ismerték fel, hogy ezek egy összetett csomagolási rendszer külső védőburkolatai és a belső csomagolásról, párnázásról, térkitöltésről nem esett említés.

Mivel a csomagolásvizsgálatokra akkoriban még a rendkívüli egyszerűség volt a jellemző, alapvetően ejtési vizsgálatok döntötték el, hogy egy csomagolás alkalmas-e veszélyes áruk betöltésére és veszélytelen szállítására. A jogalkotók ezt a kérdést is leegyszerűsítették és úgy döntöttek, hogy a legveszélyesebb áruk csomagolásait 1,8 méterről, a közepesen veszélyes árukat 1,2 méterről, és a kevésbé veszélyes árukat 0,8 méterről kell leejteni. A mai műszaki ismeretek alapján ezek az ejtési magasságok nagyon nehezen érthetőek, és sem közúti, sem vasúti járművek esetén műszaki okokból nem indokolhatóak. Az aktuális követelményekben csomagolás típusokra lebontva kerültek meghatározásra az ejtési pozíciók, sok esetben egy csomagolásnak csak egyetlen ejtést kell teljesíteni. [3-6]

A nem veszélyes áruk csomagolására a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO - International Organization for Standardization) az 1970-es évek elején hozta létre az első szállítási csomagolásokra vonatkozó szabványait. Ezekben jellemzően mérnöki szempontból közelítették meg a szállítás közben fellépő igénybevételeket. Valós szállítások felmérését végezték el és statisztikai, valószínűségszámítási módszerekkel meghatározták különböző



ellátási láncokra, útvonalakra a csomagolt termék mérete és tömege alapján jellemző hatásokat. Az új elemek mellett értelemszerűen a szabadeséssel történő ejtésvizsgálatok az ISO szabványrendszerbe is bekerültek, azonban az ejtési pozíciók és magasságok a szállítás és a csomag típusára, alakjára, geometriai adataira vonatkozóan kerülnek meghatározásra. Egy csomagoláson kerül elvégzésre az egész tesztprogram, így az ejtéssorozat(ok) is.[7]

Tanulmányunkban azt kívánjuk vizsgálni, hogy hogyan fog reagálni a korábban minősített veszélyes árus csomagolások a normál küldeménydarabos áruk tesztprogramjára. Előzőekben készült már hasonló felmérés, különböző csomagolóeszközök tekintetében csak az ejtésvizsgálatokra fókuszálva, jelen tanulmányban a teljes vizsgálati programot kívánjuk vizsgálni, a kombinált csomagolásokra összpontosítva. [1, 8]

2. A VIZSGÁLATI MÓDSZERTAN

2.1 A vizsgálat során alkalmazott minták

A vizsgálati minták típusai a Széchenyi István Egyetem, Audi Hungaria Járműmérnöki Kar, Logisztikai és Szállítványozási Tanszék, Csomagolás és Környezetállósági Vizsgálólaboratóriumába érkező minták, illetve iparági jellemzők alapján lettek meghatározva.

A külső csomagolás mindegyik esetben papírlemez láda (4G). A logisztikai folyamatok során legnagyobb arányban alkalmazott csomagolóeszköz a hullámpapírlemez (HPL) doboz. A felhasznált csomagolóanyagok között 31 %-ban papírt használnak. [9]

1. változat: HPL doboz szilárd anyagot tartalmazó műanyag hordó belső csomagolással

- Geometriai méretek: 450 x 180 x 245 mm (HxSZxM, belső méret)
- Üres tömeg: 0,389 kg
- HPL típusa: BC hullám
- Doboz típusa: tetőfenéklapolt, FEFCO 201
- ECT (élnyomószilárdság) / BST (repszitőszilárdság): 8 kN/m / 1110 kPa
- Fajlagos tömeg: 673 g/m²
- Zárás: ragasztószalag



Belső csomagolás: műanyag hordó

- Úrtartalom: 1 l
- Geometriai méretek:
- Mennyiség: 10 db
- Anyag: HDPE

2. változat: HPL doboz folyékony anyagot tartalmazó műanyag kanna belső csomagolással

- Geometriai méretek: 395 x 292 x 310 mm (HxSZxM, belső méret)
- Üres tömeg: 0,860 kg
- HPL típusa: BC hullám
- Doboz típusa: tetőfenéklapolt, FEFCO 201
- ECT / BST: 10,5 kN/m / 1665 kPa
- Fajlagos tömeg: 861 g/m²
- Zárás: ragasztószalag

Belső csomagolás: műanyag kanna

- Úrtartalom: 5 l
- Geometriai méretek: 142 x 193 x 305 ± 2,0 mm
- Mennyiség: 2 db
- Anyag: HDPE

3. változat: HPL doboz szilárd anyagot tartalmazó műanyag fóliaszák belső csomagolással

- Geometriai méretek: 384 x 283 x 342 mm (HxSZxM, belső méret)
- Üres tömeg: 0,864 kg
- HPL típusa: DC hullám
- Doboz típusa: tetőfenéklapolt, FEFCO 201
- ECT: 13,11 kN/m
- Fajlagos tömeg: 950 g/m²
- Zárás: ragasztószalag

Belső csomagolás: műanyag fóliaszák

- Geometriai méretek: 413 + (2x173) x 780 mm



- Vastagság: 80 μ
- Mennyiség: 1 db

4. változat: HPL doboz, univerzális belső csomagolással

- Geometriai méretek: 270 x 270 x 320 mm (HxSZxM, belső méret)
- Üres tömeg: 0,86 kg
- Térkitöltő anyag: 4,6 kg
- HPL típusa: BC hullám
- Doboz típusa: tetőfenéklapolt, FEFCO 201
- ECT / BST: 15,9 kN/m / 2825 kPa
- Fajlagos tömeg: 1215 g/m²
- Zárás: ragasztószalag, „H” ragasztás

Alkalmazott belső csomagolás: üveg és műanyag fóliazsák

- Belső csomagolás 1L-es üveg
- Üres tömeg: 0,47 kg
- Töltőtömeg: 1,75 kg
- Darabszám: 4
- Légpárnás csomagolóanyag 0,05 kg / db (4 db)

Az 1. táblázatban összesítem mintákat, meghatározásra kerülnek az alkalmazott töltőanyagok, valamint össztömeg:

1. táblázat: Összegzés a vizsgálati mintákról

| | Külső csomagolás | Belső csomagolás | Töltőanyag | Össztömeg |
|-------------|------------------|------------------|-------------------------------------|-----------|
| 1. változat | HPL doboz (4G) | műanyag hordó | acélgolyó és PP granulátum keveréke | 15 kg |
| 2. változat | HPL doboz (4G) | műanyag kanna | fagyálló folyadék | 26 kg |



| | | | | |
|-------------|-----------------|-------------------|--|---|
| 3. változat | HPL doboz (4G) | műanyag fóliaszák | acélgolyó és PP granulátum keveréke | 28 kg |
| 4. változat | HPL doboz (4GV) | fóliaszák és üveg | víz, acélgolyó és PP granulátum keveréke | bruttó tömeg: 15 kg legnagyobb össztömeg: 10 kg |

2.2 A vizsgálat során alkalmazott vizsgálati paraméterek

A vizsgálatokat az ADR (Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Megállapodás) előírásai, illetve az ISTA 3A (Nemzetközi Szállításbiztonsági Szervezet) szabvány szerint hajtottuk végre. [10] Mindegyik vizsgálati programot ötször ismételtük meg típusonként a szórás csökkentése érdekében. Az ejtőteszteket a Cometech QC113B1 típusú ejtőberendezésen hajtottuk végre, az ütközési felület egy sík, vízszintes, merev acéllemez volt. A rázóvizsgálatok a LAB HV-60 típusú hidraulikus rázóasztalon, míg a klímatesztek egy ESPEC PR-3ST típusú berendezésben voltak. A következőkben ismertetjük részletesen az alkalmazott szabványokat és az egyes vizsgálatok leírását.

2.2.1 ADR szerinti paraméterek

A kombinált csomagolásokra két alapvető vizsgálatot ír elő az ADR, az ejtésvizsgálatot, illetve a halmazolási próbát. Műanyag belső csomagolásnál (szilárd anyagot tartalmazó zsák, tasak kivételével) a mintákat 24 órás, legalább -18°C -os előkondicionálásnak szükséges alávetni. Előírás még hullámpapírlemez dobozoknál, hogy a doboz külső felületén mért vízfelvevő képesség kisebb legyen 155 g/m^2 értéknél. Ezt Cobb¹⁸⁰⁰ vizsgálattal lehetséges ellenőrizni.

Az ejtés vizsgálatához 5 darab mintacsomagolásra volt szükség, ejtőpróbánként egyre. Az ejtési magasságot a csomagolási csoport határozza meg a 2. táblázat szerint:

2. táblázat: Ejtési magasságok csomagolási csoportonként

| I. csomagolási csoport | II. csomagolási csoport | III. csomagolási csoport |
|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1,8 m | 1,2 m | 0,8 m |



Az ejtéseket a következő pozíciókba szükséges végrehajtani:

- első próba: a fenéklapra
- második próba: a tetőlapra
- harmadik próba: a hosszabbik oldallapra
- negyedik próba: a rövidebbik oldallapra
- ötödik próba: az egyik sarokra

A halmazolási próbát 3 mintadarabon írja elő a jogszabály. Töltött állapotban, kivétel a 4GV-s csomagolást, mert ott az üres doboznak kell viselnie a terhelést. A halmazolási értéket 3 méteres elméleti halmazmagassághoz szükséges számolni, a következő összefüggéssel:

$$M = \left(\frac{3}{h} - 1\right) * m,$$

ahol h a csomagolóeszköz magasság, m a teljes tömeg.

A számolt értékkel 24 óráig szükséges terhelni a mintát, ez terhelőtömeggel került kivitelezésre a vizsgálataink során.

Összesítve tehát a 3. táblázat szerinti értékekkel történtek a vizsgálatok:

3. táblázat: Az ADR szerinti vizsgálatok paramétereinek összegzése

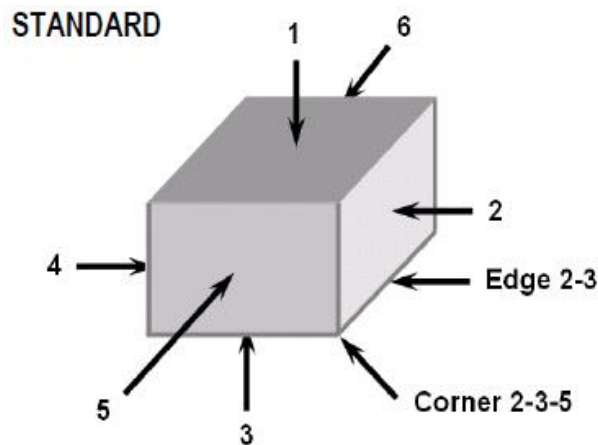
| | Ejtési magasság | Halmazterhelés |
|-------------|-----------------|----------------|
| 1. változat | 1,2 m | 159 kg |
| 2. változat | 0,8 m | 215 kg |
| 3. változat | 1,2 m | 205 kg |
| 4. változat | 1,8 m | 113 kg |

2.2.2 ISTA 3A szerint szerinti paraméterek

Az ISTA 3A teszteknel először a szabvány szerinti kategóriák közé be kell sorolni a csomagolást a külső méretei szerint. Jelen esetben mindegyik standard csomagnak felel meg. Ezt követően a mintákat a legstabilabb oldalára fektetve, sok esetben eltérve az eredetileg



meghatározott szállítási pozíciótól, az 1. ábrán látható módon be szükséges számozni. Erre azért van szükség, mert az egyes tesztelési pozíciók számozással vannak meghatározva.



1. ábra: Csomagolás oldalainak azonosítása

Az előkészített, megtöltött mintákat 12 óráig kondicionáltuk laboratóriumi körülmények között. A kezdeti hőmérséklet és páratartalom 22°C / 53%RH volt.

A tesztprogram az ejtővizsgálattal kezdődik, ahol meghatározott pozíciókban és magasságból kerülnek ejtésre a csomagolások a 4. táblázat szerint.

4. táblázat: Az első körös ejtőssorozat ejtési pozíciói

| Ejtés | Ejtési magasság | Ejtési pozíció |
|-------|-----------------|----------------|
| 1 | 460 mm | 3-4 él |
| 2 | 460 mm | 3-6 él |
| 3 | 460 mm | 4-6 él |
| 4 | 460 mm | 3-4-6 sarok |
| 5 | 460 mm | 2-3-5 sarok |
| 6 | 460 mm | 2-3 él |
| 7 | 460 mm | 1-2 él |
| 8 | 910 mm | 3. oldal |
| 9 | 460 mm | 3. oldal |



Ezt követően a terheléses rázóvizsgálat következett adott random rázóprofil alapján, melyhez a terhelés mértéke az egyes oldalakra a következő összefüggés segítségével került kiszámításra:

- terhelő tömeg a 3. oldal rázásakor: $(2,7-M) \times H \times SZ \times 100$,
- terhelő tömeg a 4. oldal rázásakor: $(2,7-SZ) \times H \times M \times 100$,
- terhelő tömeg a 6. oldal rázásakor: $(2,7-H) \times SZ \times M \times 100$,

ahol M a magasság, SZ a szélesség, H a hosszúság.

A kiszámolt értékeket a szabvány szerint a legközelebbi páros számra fel kell kerekíteni, így az 5. táblázat szerint alakultak az alkalmazott értékek:

5. táblázat: A rázóteszt során alkalmazott terhelő értékek

| | 3-as oldal | 4-es oldal | 6-os oldal |
|-----------|------------|------------|------------|
| 1. verzió | 30 kg | 22 kg | - |
| 2. verzió | 32 kg | 30 kg | 24 kg |
| 3. verzió | 36 kg | 28 kg | 26 kg |
| 4. verzió | 24 kg | 24 kg | 20 kg |

A következő lépésben a doboz 3-as oldalán további fél órás, az előzőtől eltérő profilú rázóvizsgálat történt, immár terhelő tömeg nélkül.

Végül a második körös ejtések következtek, a magasság az első körrel megegyezően történt, az ejtési pozíciók azonban részben eltérőek a 6. táblázat szerint:

6. táblázat: A második körös ejtéssorozat ejtési pozíciói

| Ejtés | Ejtési magasság | Ejtési pozíció |
|-------|-----------------|----------------|
| 10 | 460 mm | 3-4 él |
| 11 | 460 mm | 3-6 él |



| | | |
|----|--------|-------------------------|
| 12 | 460 mm | 1-5 él |
| 13 | 460 mm | 3-4-6 sarok |
| 14 | 460 mm | 1-2-6 sarok |
| 15 | 460 mm | 1-4-5 sarok |
| 16 | 910 mm | legérzékenyebb oldal |
| 17 | 460 mm | 3. oldal |

Mivel a tesztelt mintákban helyettesítő töltőanyag volt, nem valós termékek voltak, így a teszt megfelelőségének eldöntésénél inkább a csomagolás megengedett roncsolódására (PDA – Package Degradation Allowance) fókuszáltunk. A csomagolásnak összefüggő egységnek kellett lennie, azaz nem hiányozhatott oldala, nem lehet rajta nagyobb szakadás.

3. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

3.1 HPL doboz szilárd anyagot tartalmazó műanyag hordó belső csomagolással (1. verzió)

3.1.1 ADR szerinti vizsgálat eredményei

Az ejtésvizsgálatot a II. csomagolási csoport igénybevételeinek megfelelően, 1,2 méterről hajtottuk végre. Az első három ejtési pozíció – a doboz fenéklapjára, tetőlapjára, hosszú oldalára – nem okozott látható deformációt. Egy esetben a rövid oldalra ejtés során megrepedt a doboz, de teljes szakadás nem volt megfigyelhető. Mind az öt tesztelt sorozatnál az utolsó, sarokra történő ejtésnél tapasztaltunk jelentős sérülést. Rendszerint teljes hosszában elszakadt egy él, de volt, hogy a csomagolás fenéklapja szakadt le. A sérülések a 2-4. ábrákon tekinthetők meg.



2-4. ábra: ADR szerinti vizsgálat eredménye, 1. verzió

A 24 órás halmazterhelést jól bírta a csomagolás, nem tapasztaltunk deformációt sem.

3.1.2 ISTA 3A szerinti vizsgálat eredményei

Az első körös ejtésteszt során a doboz ütköztetett sarkai rendszerint benyomódtak, kisebb repedések voltak megfigyelhetők az éleknél. A rázóvizsgálat tovább gyengítette a doboz szerkezetét, de jelentős deformáció nem volt tapasztalható. A második ejtésteszt végére mindegyik esetben tartását veszítette a doboz, az utolsó ejtések előtt a perforált élek mentén el is szakadtak, lásd 5-7. ábra.



5-7. ábra: ISTA 3A szerinti tesztelés eredménye, 1. verzió



3.1.3 Összehasonlítás (1. verzió)

Mindkét tesztsorozat hasonló eredményt hozott, a perforációk mentén történt szakadás. Jól látható, hogy a perforáció jelentős mértékben csökkentette a doboz ellenállását az igénybevételekkel szemben. Habár az ADR szerinti 1,2 méteres sarok ejtés drasztikusabb eredményt hozott (teljes lap leszakadása), mint a másik tesztprogram, összességében elmondható, hogy az ISTA tesztek jobban deformálták a HPL-t, jelentősen veszített a tartásából a doboz.

3.2 HPL doboz folyékony anyagot tartalmazó műanyag kanna belső csomagolással (2. verzió)

3.2.1 ADR szerinti vizsgálat eredményei

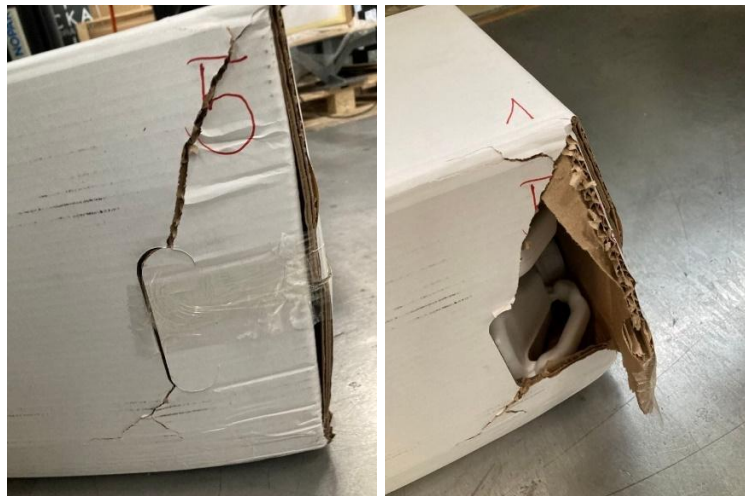
Ahogy az előző csomagolásnál, itt is 24 órás kondicionálás előzte meg az ejtőpróbákat a műanyag belső csomagolás miatt. Ezt követően az ejtések a III. csomagolási csoportnak megfelelően, 0,8 méterről történtek. Kisebb repedéseket, illetve a sarokra ejtésnél bekövetkező horpadást leszámítva, nem keletkezett sem a dobozon, sem a belső csomagolásokon jelentős sérülés (8. ábra). A halmazterhelés alkalmával sem mutatkozott kritikus alakváltozás.



8. ábra: ADR szerinti vizsgálat eredménye, 2. verzió

3.2.2 ISTA 3A szerinti vizsgálat eredményei

Az ISTA tesztnél a csomagolás leggyengébb pontjánál, a megfogó nyílásnál sérültek a dobozok. Egy kivételével, a csomagolások már az első körös ejtéseknel megbuktak, ahogy ez a 9-10. ábrákon látható. Annál az egynél csak repedés keletkezett rajta, viszont a terheléses rázóvizsgálatnál ki is szakadt.



9-10. ábra: ISTA 3A szerinti vizsgálat eredménye, 2. verzió

3.2.3 Összehasonlítás (2. verzió)

A veszélyes árus vizsgálat során alkalmazott kisebb ejtési magasság nem okozott sérülést egy-egy ejtés erejéig a mintáknak. Az ISTA tesztprogramnál azonban a többszöri ejtés, halmazolt rázás folyamatosan gyengítette az anyagot, így összességében nagyobb hatás érte az ismétlődés miatt, ami kritikus sérülést is okozott végül.

3.3 HPL doboz szilárd anyagot tartalmazó műanyag fóliaszák belső csomagolással (3. verzió)

3.3.1 ADR szerinti vizsgálat eredményei

A műanyag fóliaszákokat tartalmazó dobozt a II. csomagolási csoport előírásának megfelelően, 1,2 méterről ejtettük. Egyik lapra ejtés során sem történt deformáció, sérülés nélkül bírták az igénybevételt az egyes dobozok. A sarokra ejtés során a 11. ábra szerint kissé benyomódott az ütköztetett sarok, de egyéb sérülés nem volt észlelhető. A minta jól bírta a halmaztartást is, nem rogyott meg a terhelés alatt.



11. ábra: ADR szerinti vizsgálat eredménye, 3. verzió

3.3.2 ISTA 3A szerinti vizsgálat eredményei

A mintákon az első körös ejtéssorozat kisebb-nagyobb sarokbenyomódást eredményezett. Köszönhetően annak, hogy a belső csomagolás nem volt alaktartó, az egyes rázások során a granulátumok a rázóasztal irányában töltötték ki a doboz, a terhelést csak a doboznak kellett viselnie. Emiatt kisebb deformációt figyeltünk meg, főleg a 6-os oldal rázásakor, de szakadás nem volt megfigyelhető a dobozon. A második körös ejtéssorozat elején azonban rendre elengedett a doboz illesztésénél használt ragasztó, a teszt az adott ejtésnél félbeszakításra került. A sérülések a 12-14. ábrákon tekinthetők meg.



12-14. ábra: ISTA 3A szerinti vizsgálat eredménye, 3. verzió

3.3.3 Összehasonlítás (3. verzió)

A veszélyes árus vizsgálatnál lévő egy-egy ejtés kevésbé terhelte a csomagolást, mint az egy mintán elvégzett több, de kisebb igénybevétel. Az ISTA 3A szabványban a többszöri ejtés



fokozatosan roncsolta az anyagminőséget, a doboz veszített mechanikai tulajdonságaiból, nem nyerte vissza eredeti alakját és a második ejtési sorozatban sérült.

3.4 HPL doboz, univerzális belső csomagolással (4. verzió)

3.4.1 ADR szerinti vizsgálat eredményei

Ezt a különleges csomagolást az I. csomagolási csoport igénybevételeinek megfelelően volt szükséges ejteni, így 1,8 méterről történtek az ejtések. Köszönhetően a doboz erősségének, nem keletkezett rajta külsőleg sérülés. A papírlemez láda ellátta védelmi funkcióját, nem került a csomagoláson kívülre a töltőanyag. Kibontást követően azonban két esetben tapasztaltuk, hogy az üveg elvesztette szivárgásmentességét (15-16. ábra). A belső fóliazsák hiába tartotta meg a folyadékot, ez nem fordulhat elő, minden esetben magában kell tartania a belső csomagolásnak a töltőanyagot.



15-16. ábra: ADR szerinti vizsgálat eredménye, 4. verzió

3.4.2 ISTA 3A szerinti vizsgálat eredményei

Az ISTA szabvány szerint végzett teszteken nem következett be említésre méltó deformáció, vagy szakadás. A belső csomagolások is épek maradtak, az üvegek szivárgásmentesek voltak.



3.4.3 Összehasonlítás (4. verzió)

A doboz erőssége, illetve a rengeteg párnázó- és térkitöltő anyag szükséges volt az ADR-ben előírt 1,8 méteres magassághoz és még ennek ellenére is történt sérülés. Ugyanezen csomagolás azonban valószínűleg jelentős túlcsoomagolásként hatott ISTA teszteknel.

4. ÖSSZEGZÉS

A csomagküldésre vonatkozó tesztprogramot (ISTA 3A) egy összeállítás (4. verzió) kivételével, egyik kombinált csomagolás sem teljesítette. A két ejtéssorozat, terheléses és terhelés nélküli rázás hatására a külső csomagolások elgyengültek, nem tartották meg védelmi funkciójukat. A 4. verziónál az elvárt tesztekhez kellően erős volt a külső csomagolás, és ezen igénybevételekhez a párnázó és térkitöltő anyagok is kellő védelmet nyújtottak.

A veszélyes áruk csomagolására vonatkozó teszteknel egyértelműen kirajzolódott, hogy a sarokra ejtés jelenti a legnagyobb kockázati tényezőt.

Az eredményekből összeségében elmondható, hogy többszöri igénybevétel jobban terheli az egyes csomagolásokat. Míg az ADR papírlemez dobozokra egy-egy ejtést ír elő és további dobozokon a halmazterhelést, addig az ISTA 3A tesztprogramnál az egész tesztsorozatot ugyanazon a mintán kell végrehajtani. Az eredményekből továbbá arra is lehet következtetni, hogy az ejtések száma erősebb befolyásoló tényező a sérülések kialakulásánál, mint az ejtési magasság. Ezt valószínűleg az magyarázza, hogy már az első ejtésnél bekövetkező kisebb sérülés az ejtési számok növelésével fokozódik.

Mint a szállítások során elkerülhetetlen körülmény, a veszélyes árus csomagolások esetében is mindenképp javasolnám a rázkódási igénybevételek vizsgálatát. Érdeemes lenne azt is felülvizsgálni, hogy elegendő-e egy papírlemez láda csomagon egy-egy ejtés, holott több kutatás is bizonyítja, hogy egy futárszolgálatos környezetben a többszöri, az ADR előírásainál kisebb magasságú ejtés a jellemző.

Fontosnak tartjuk, hogy a csomagolásokra, szállításbiztonságra vonatkozó, folyamatosan fejlesztett szabványok paramétereit figyelembe vegyék a veszélyes áruk szállítására szolgáló



csomagolóeszközök vizsgálati paramétereinek meghatározásánál, melyet ennek a tanulmánynak az eredményei is alátámasztanak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Mojzes Á., Böröcz P., Pánczél Z., Vöröskői K.: Veszélyes árut tartalmazó csomagolások szállítása futárszolgálatok esetében, CSAOSZ évkönyv 2018
- [2] Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról Szóló Megállapodás – ADR (2021), 1. melléklet a 387/2021. (VI. 30.) Korm. rendelethez
- [3] Singh SP, Burgess GJ, Singh J, Kremer M.: Measurement and analysis of the next-day air shipping environment for mid-sized and lightweight packages for DHL, FedEx and United Parcel Service. *Packaging Technology and Science* 2006a; 19, pp. 227-235, DOI: 10.1002/pts.726
- [4] Garcia-Romeu-Martinez MA, Singh SP, Cloquell-Ballester VA, Saha K.: Measurement and Analysis of International Air Parcel Shipping Environment for DHL and FedEx between Europe and United States. *Packaging Technology and Science* 2007; 20, pp. 421-429
- [5] Böröcz P., Singh SP.: Evaluation of Distribution Environment in LTL Shipment Between Central Europe and South Africa,” *Journal of Applied Packaging Research*: Vol. 7, No. 2, Article 3. DOI: 10.14448/japr.04.0003
- [6] Zhong C, Li J, Kawaguchi K, Saito K, An H.: Measurement and analysis of shocks on small packages in the express shipping environment of China. *Packaging Technology and Science*, 2016; 29, pp. 437–449
- [7] ISO 2248:1985 Packaging — Complete, filled transport packages — Vertical impact test by dropping, International Organization for Standardization, Genf, Svájc
- [8] Mojzes Á., Trost, T., Vöröskői K.: Drop Performance of Dangerous Goods Packages in the Aspect of Parcel Delivery Standards, 2018, The 21st IAPRI World Conference on Packaging
- [9] Velichka M.: Trends in Packaging Sector, *IZVESTIA JOURNAL OF THE UNION OF SCIENTISTS – VARNA, ECONOMIC SCIENCES SERIES*, 10, 1, 2021



[10] ISTA Procedure 3A - Parcel Delivery System Shipments 150 lb (70kg) or Less, 2018, International Safe Transit Association, East Lansing, USA

Németh Zsófia

laboratóriumi asszisztens

Széchenyi István Egyetem, Audi Hungaria Járműmérnöki Kar, Logisztikai és Szállítmányozási Tanszék, Csomagolás és Környezetállósági Vizsgálólaboratórium

nemeth.zsofia@sze.hu

ORCID: 0000-0002-6476-9156

Szabó Roxána

nemzetközi fuvarszervező

Gebrüder Weiss Kft

szaboroxii@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0918-1103

Csavajda Péter

egyetemi tanársegéd

Széchenyi István Egyetem, Audi Hungaria Járműmérnöki Kar, Logisztikai és Szállítmányozási Tanszék, Csomagolás és Környezetállósági Vizsgálólaboratórium

csavajda.peter@sze.hu

ORCID: 0000-0002-0444-208X