

Katondobozon elhelyezett RFID címke olvashatóságának vizsgálata

Sprok Anna¹, Dobronyi Tamás², Tamásné Nyitrai E. Cecília¹

¹ Óbudai Egyetem Médiatechnológiai és Könnyűipari Intézet

² CLB Packaging Kft.

Kulcsszavak: fogyasztói csomagolás, igénybevétel, kartondoboz, olvashatóság, RFID címke, termék-azonosítás

Absztrakt

Vizsgálatainkban fogyasztói csomagolásokon elhelyezett RFID címkék (típus EPC Class 1 gen 2 RFID tag ISO 18000-6C) biztonságos leolvashatóságát teszteltük. A címkék alkalmazása többek között a vásárlási időt rövidítheti le, mert a pénztárban használt kézi leolvasó egyszerre akár több ezer RFID címkét is képes leolvasni. A vizsgálatsorozatban az alábbi kérdésekre kerestünk választ.

- A címkék olvashatóságát befolyásolja-e a dobozon való elhelyezkedés?
- A beolvasás mekkora legnagyobb távolságról marad még biztonságos?
- A címkék felragasztására alkalmazott ragasztó befolyásolja-e egy adott csomagoláson elhelyezett azonos címke olvashatóságát?
- Módosítják-e a biztos beolvasást a csomagolást esetlegesen érő extrém igénybevételek (kémiai, klimatikus, mechanikai)?
- Valamint gyártáskor a felragasztást végző és a hajtógató gép együttes működésével kialakított technológiai sor összehangolása milyen beállításoknál optimális, vagy válik instabillá?

Bevezetés

Az RFID (Radio Frequency IDentification) magyarul rádiófrekvenciás azonosítás egy automatikus adatközléshez és azonosításhoz felhasznált technológia. Az RFID története egészen a II. világháborúig nyúlik vissza [1], ám csak az 1960-as években kezdték el használni a kereskedelemben is. Kezdetben bolti lopások ellen, illetve az állatok nyomon követéséhez használták [2], később ennek segítségével akadályozták meg az autólopásokat. A világon ma már meglehetősen elterjedt ez a technológia [3], de Magyarországon még mindig nem használják ki kellőképpen a benne rejlő lehetőségeket.

A rádiófrekvenciás azonosítási rendszer három alapvető elemből áll: egy címke (melynek olvashatósága vizsgálható), egy lekérdező (leolvasó berendezés) és egy számítógépes háttér adatbázis [4].

A rendszer legnagyobb előnye, hogy nem szükséges fizikai érintkezés ahhoz, hogy leolvasható legyen.

Nincs közvetlen érintkezés a leolvasó és a címke között [5], így nem károsodhat ezek egyike sem. További előny, hogy a címke elrejtethető műanyag- vagy papírlapok közé. Fémre ragasztva azonban nem működik [6], mert az elektromágneses tér által a fémen belül generált örvényáram torzítja az olvasó és a címke által kiadott jelet. Ezért ez a technológia olyan boltokban és üzletekben könnyítheti meg a munkát, ahol a csomagolásukat tekintve hasonló, papírba vagy kartonba csomagolt termékek vannak, pl. gyógyszertár.

Előzetes "kísérletek" kimutatták, hogy egy nagy bevásárlóközpontban a rendszer nagyon korlátozottan működik, mert itt a csomagolás (csomagolóanyag) szempontjából nagyon sokféle termék van. Vizsgálataink célja az volt, hogy a kisebb boltokban a pénztáraknál eltöltött időt lerövidítő, egy kézi leolvasó által biztosított, RFID címkével ellátott termék azonosítási folyamatának bizonyos paramétereit teszteljük.

A vásárló/fogyasztó szempontjából fontos, hogy a címke biztonságosan legyen leolvasható (tízből tízszer), de ne csupán az árát, hanem bizonyos esetekben akár a termék fontos tulajdonságait és gyártási adatait is megtudhassuk.

A becsomagolt termék gyártója szempontjából is hasznos, hogy az esetleg felmerülő termékproblémákra biztos és határozott választ tudjon adni a termelés körülményeit illetően.

Végül a dobozgyártó cég számára szükséges a megfelelő termelékenységű és gazdaságos gyártástechnológia kidolgozása, melynek része a címkével ellátott doboz, mint késztermék tulajdonságainak és tűrőképességének tesztelése is.

RFID címkék elhelyezése és olvashatóságát befolyásoló vizsgálati körülmények beállítása

Az RFID címkét egy kisméretű (45x15x70 mm) kartondoboz (1. ábra) különböző helyeire ragasztottuk fel különböző ragasztótípusokkal, majd azt vizsgáltuk, hogy a leolvasó berendezés képes-e leolvasni a címkéket különböző távolságokból. A változó paraméterek, melyek igyekeznek a valós életben alkalmazott, vagy rendelkezésre álló (pl. ragasztó) körülményeket szimulálni, az alábbiak voltak:

- címke elhelyezés a dobozon (b1-4, k1-2, alább),
 - ragasztó típus (ADHESIN A, FOLIA, GLUDAN és PLASTDUR),
 - olvasási távolság (kézi leolvasó lévén: 0-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm),
 - adatmegőrzési és állagmegóvási körülményeket szimuláló,
- a leolvashatóságot rontó igénybevételek (klimatikus, kémiai és mechanikai).



1. ábra A vizsgált kartondoboz

A vizsgált kisméretű doboz 280 g/m² tömegű kartonból készült. Az RFID címkét a dobozon hat helyre (b1-4, k1-2) ragasztottuk fel:

- belülre, a doboz talpragasztott alján a fülek közé (b1),
- a belső baloldali oldalragasztott falra (b2),
- a belső baloldali oldalragasztott falon a fülek közé (b3),
- a tető belső felületére (b4),
- a baloldali külső falon található üres részre (k1),
- a külső elülső falon a záró fül alá (k2).

A címkét minden ragasztóval a csomagolás fenti hat különböző helyére ragasztottuk fel, majd vizsgáltuk, hogy kézi leolvasóval leolvashatók-e és milyen távolságokból. A többi változó faktort nem vontuk

össze, nem történt egyidejű klimatikus, kémiai és mechanikai igénybevétellel terhelt vizsgálat.

Az RFID címke olvashatóságát befolyásoló igénybevételek vizsgálati körülményei

Az előzőekben vizsgált RFID címkével ellátott csomagolásokat különböző igénybevételeknek (kémiai, klimatikus, mechanikai) vetettük alá, és figyeltük, változik-e az olvashatóságuk.

Kémiai igénybevétel vizsgálati módszere RFID címkével ellátott csomagolásokon

Ezen vizsgálatokban a fentiekben ismertetett ragasztótípusokkal a címkéket ugyanazokra a helyekre ragasztottuk, mint az előző vizsgálatnál. A felhasznált nyomathordozó CLB Alaska 275 g/m², a felragasztott RFID típusa EPC Class 1 gen 2 RFID tag ISO 18000-6C, és az alkalmazott mérőberendezés LC 117 kézi leolvasó és szekunder feldolgozó egység volt.

A mérés menete: Az igénybevétel előtt szemrevételezéssel megvizsgáltuk, hogy a mintákon van-e roncsolódás vagy szennyeződés. A tiszta, roncsolásmentes mintákat mérés előtt 24 óráig klimatizáltuk (23±1 °C, 50% relatív nedvességtartalom), majd az előre elkészített vegyszerekbe helyeztük fél órára. A mintákat a vegyszerből kivettük, 2 órán át klimatizált körülmények között (mint fent) tároltuk, majd ellenőriztük az olvashatóságot. A kémiai igénybevétel az alábbi vizes oldatokban történő áztatások biztosították, hiszen ilyen hatások a valós használat során is érhetnek egy csomagolást:

- 2% mosószer oldat, 80 °C, 30 perc,
- 3% NaOH oldat, 25 °C, 30 perc,
- 20% ecetsav oldat, 25 °C, 30 perc,
- 2% háztartási Hypo-oldat, 25 °C, 30 perc.

Klimatikus igénybevétel vizsgálati módszere RFID címkével ellátott csomagolásokra

Itt is ugyanazokat a ragasztókat használtuk, s ugyanazokra a helyekre helyeztük fel a címkét, mint az előzőekben. Az elkészített mintákat a mérések megkezdése előtt 23±1 °C hőmérsékleten, 50% páratartalom mellett 24 óráig klimatizáltuk a termikus egyensúly beállítása érdekében. Az RFID címke típusa, valamint a kézi leolvasó berendezés is ugyanaz volt.

Klimatikus igénybevételként a csomagolást a valós használat során is előforduló körülményeknek

tettük ki, melyeket egy hűtő- illetve szárítószekrényben biztosítottunk két óra hosszán:

- hűtés: 10 °C,
- temperálás: 25 °C,
- melegítés: 60 °C.

A vizsgálat zárt térben történt. A klimatizálás után egy időben helyeztük el a mintákat az előzőleg beállított berendezésekbe. A minták 2 órát töltöttek az adott hőmérsékletű térben, majd miután kivettük azokat, a leolvasási próbát azonnal elvégeztük.

Mechanikai igénybevétel vizsgálati módszere RFID címkével ellátott csomagolásokra

A fentiekben leírt módon elkészített mintákat egy dörszőlő berendezés által biztosított igénybevételnek tettük ki. Az igénybevétellel a valós igénybevételek koptató hatását kívántuk szimulálni, illetve felerősítve tesztelni. Ezeket a következő műszaki és mechanikai paraméterek beállítása biztosította:

- vizsgálandó minta legkisebb mérete: 30 x 100 mm,
- a dörszőlő fej sík felülete: 2 cm² (D = 15,9 mm),
- alkalmazott nyomóerő: $9 \pm 0,2$ N,
- alkalmazott nyomóerő a terhelt dörszőlő fejjel: $19 \pm 0,2$ N.

Az alkalmazott dörszölési ciklusszámok: 30, 100 és 200 voltak.

Az RFID címke leolvashatósági vizsgálatának eredményei

Leolvashatóság vizsgálata a felragasztás után, igénybevétel nélkül

A doboz különböző helyeire, más-más ragasztókkal felhelyezett címke olvashatóságát három távolságból kézi leolvasóval vizsgáltuk. Eredményeink szerint a címke mind a négy ragasztótípus használatakor 0-10 cm és 10-15 cm közötti távolságból probléma nélkül leolvasható (10/10 sikeres leolvasás) függetlenül attól, hogy a doboz mely részére ragasztottuk fel. A legnagyobb távolságból (15-20 cm) azonban csak az ADHESIN A típusú ragasztóval felvitt címkét tudta a leolvasó berendezés probléma nélkül leolvasni függetlenül attól, hogy a címke a doboz mely részére volt rögzítve.

A másik három ragasztó alkalmazásakor, amikor a címkét a dupla falragasztáshoz (talpragasztás, oldalragasztás, b1-b3 pozíciók) helyeztük el, a leolvasó berendezés képtelen volt olvasni azt (0/10 leolvasás), mert a dupla fal és a ragasztó már ehhez túl vastag-

nak bizonyult (15-20 cm távolságból olvashatatlanná vált az RFID címke). A biztos olvashatóság (10/10 sikeres leolvasás) érdekében tehát célszerű a címkét nem a dupla falhoz felragasztani, míg esztétikai szempontból is a címke helye a doboz belsejében kedvező (b4 pozíció). A kísérlet csak arra ad választ, hogy a címkének hol jó vagy nem jó az elhelyezkedése.

Különböző igénybevételeknek kitett, RFID címkével ellátott dobozok leolvashatósági vizsgálatainak eredményei

Kémiai igénybevétel hatása a leolvashatóságra

Vizsgálatainkban azt tapasztaltuk, hogy a kartondoboz külső felületén elhelyezett címkét a kémiai igénybevételek annyira roncsolták, hogy elvesztették olvashatóságukat (0/10 leolvasás). A csomagolás belsején elhelyezett RFID címke azonban közelről (0-10 cm) leolvasható maradt (10/10 sikeres leolvasás), függetlenül az alkalmazott ragasztó- és az áztatáshoz használt vegyszer típusától. Ennél nagyobb távolságból már nem lehetett minden mintát leolvasni (7-9/10 sikeres leolvasás), mert néhány címke (4-5%) roncsolódott. Célszerű tehát a címkét a doboz belsejében elhelyezni, hogy kevésbé ériék a kémiai igénybevételek.

Klimatikus igénybevétel hatása a leolvashatóságra

Vizsgálataink szerint, függetlenül a címke helyétől és a ragasztó típusától, a címkék minden távolságból leolvashatók maradtak. A hőmérséklet változása ezeken a hőmérsékleteken (10, 25, 60 °C), nem befolyásolta az olvashatóságot, azaz nem számított, hogy szárító- vagy hűtőszekrénybe helyeztük-e a mintákat. A címkék nem roncsolódtak, ugyanolyan mértékben maradtak leolvashatók (10/10 sikeres leolvasás), mint az igénybevételek előtt.

Mechanikai igénybevétel hatása a leolvashatóságra

A vizsgálathoz dörszögépet használtunk különböző ciklusszámokat alkalmazva (30, 100, 200). A ciklusszám 30-ra állítása oly mértékben roncsolta a csomagolás külsejére (k1-k2 pozíciók) felhelyezett RFID címkét, hogy szinte az összes minta olvashatatlanná vált. A ciklusszám 100-ra emelése után minden minta roncsolódott és teljes mérték-

ben olvashatatlanná vált. Ugyanezt tapasztaltuk 200 ciklusszámnál is.

Amennyiben a címke a csomagolás belsejére volt felragasztva (b1-b4 pozíciók), akkor a mechanikai igénybevétel egyik dörzsölési ciklusszámnál sem befolyásolta a címke működését, hiszen az igénybevétel nem érte közvetlenül az RFID címkét. A címke olvashatósága változatlan maradt (10/10 sikeres leolvasás).

Vizsgálati eredményeink szerint célszerű az RFID címkét a doboz belsejébe felragasztani, mert ekkor nem közvetlenül éri a különböző igénybevételek. A dobozban elhelyezett RFID címke esztétikailag is megfelelőbb, s jobb ha az a vásárlók számára láthatatlan marad. Amennyiben a címkét a doboz belsejébe ragasztjuk, jobb ha az egyrétegű falrészre helyezük [7]. Ekkor a címke biztosan leolvasható (10/10 sikeres leolvasás) marad minden távolságból.

RFID címkével ellátott kartondobozok próbagyártása – a hajtogató és címkéző gép működésének összehangolása

Munkánk ezen részében azt kívántuk kísérleti úton megállapítani, hogyan lehet a rádiófrekvenciás azonosítókat a kartondobozokra felhelyezni úgy, hogy a felragasztás egy munkafázisban történjen a doboz hajtogatásával. Azaz a dobozhajtogató gép és a címkéző gép egyszerre tudjon működni (2. ábra).



2. ábra A címkéző és a hajtogató gép együttes működése

A vizsgálat módszere, kísérleti beállítások

A próbagyártás során empirikus úton határoztuk meg, hogy a dobozhajtogató gépet és a címkézőt hány méter/perc sebességgel kell működtetni ahhoz, hogy együtt tudjon haladni a két berendezés,

ne legyen elcsúszás közöttük. Fontos volt a címke helyes pozicionálása is. A címkét a doboz belsejének mindig ugyanazon részére ragasztottuk fel, hogy még véletlenül se kerüljön dupla belső falra. Ugyanis így érhetjük csak el, hogy olyan helyen legyen, mely kívülről nem látszik (a vásárló számára láthatatlan), ugyanakkor leolvasható marad (10/10 sikeres leolvasás).

Kísérleteinkben három paramétert (címke méret, doboz méret és doboz anyagi minősége) két-két féle beállításban vizsgáltunk, míg a címke felhelyezésének gépi paramétere háromféle beállított gépsebesség-pár volt (1. táblázat).

A tesztelt RFID címkék mérete 26x18 mm (kisebb) és 81x49 mm (nagyobb) volt. A különböző méretű címkék felhelyezéséhez különböző gépsebesség szükséges. Emiatt a kétféle méretű címkével a gépbeállítások összehangolását két különálló kísérletben végeztük el. A próbagyártásban tesztelt dobozok mindegyike egy ponton hosszragasztott doboz volt, csak kisebb és nagyobb méretben. A különböző dobozméretet szintén a dobozhajtogató gép egyedi beállítását követelték meg.

A címkék elhelyezkedését befolyásolhatja a doboz anyagminősége is. Kétféle dobozt használtunk a vizsgálat során. Az egyik egy kisebb, élelmiszer (cukorka) csomagolására alkalmas doboz volt, melynek belső rétege tiszta, fehérített, viszonylag jobb felületi feltépődési szilárdságú alapanyagból készült (GC). A másik doboz egy újrahasznosított alapanyagból készült belső felületű nagyobb doboz volt, mely ömlesztett, apró szemű műanyag szegecsek csomagolására alkalmas (GD). Mindkét dobozon teszteltük a kicsi és nagyobb transzponder (címke) elhelyezését. Előkísérleteink tapasztalatai szerint a szürkehátú dobozra (GD) jobban rátapad a címke, ugyanakkor, ha túl gyorsan fut a gép, akkor nehezebben marad meg rajta, melynek következménye elcsúszás is lehet.

A címkét a Complex CM – 117 típusú címkéző gép segítségével vittük fel, míg a dobozhajtogató gép típusa, BOBST PCR 880 volt. A forgalomban lévő címkézőgépek sebessége általában nem éri el a hajtogató gépek sebességét. Így a hajtogató gép nem tud teljes sebességgel (100 m/perc) üzemelni, a gyártás sebességének a címkéző gép szab határt. Utóbbi maximális sebessége 60 m/perc lehet. Előkísérleteink tapasztalatai szerint a címke fel-

vitele csak akkor eredményez legalább 80% leolvashatóságot (8/10 sikeres leolvasás), ha egyforma sebességen működnek a gépek. E sebesség azonban nem lehet túl magas (60 m/perc), hiszen ekkor még nagy a leolvasási hiba lehetősége (10-30%). A címkéző gép működési sebessége a szűk keresztmetszet már csak azért is, mert fizikai határai vannak a felragasztandó címke hordozóról való leválasztásának.

A próbagyártás során a következő gépsebesség-párokat állítottuk be és alkalmaztuk a dobozok gyártására és RFID címkék felhelyezésére: 60/60 m/perc, 50/50 m/perc és 45/45 m/perc (doboz hajtogató gép sebessége/címkéző berendezés sebessége).

A hajtogató- és címkéző gép összehangolásának eredményei

Több próbagyártás után (1. táblázat) arra az eredményre jutottunk, hogy a 45 m/perc sebességre összehangolt hajtogató- és címkéző gép működik optimálisan (biztonságos, 10/10 sikeres leolvasás).

Eredményeink megbízhatóak, hiszen a leolvasásokat kézi készülékkel végeztük, mely folyamatos leolvasást biztosít, sőt az egyszerre leolvasható RFID címkék száma ezres nagyságrendű. A kísérletekhez egyedi azonosítójú RFID címkéket használtunk, pontosan azért, hogy meghatározható legyen, vajon minden címkét le lehet-e olvasni. A hibás tag-ek (címkék) lehetősége kizárható, mert a jó működés már a címke RFID jellel történő ellátásánál biztosítható.

Megállapítható tehát, hogy 45 m/perc sebességű működtetés mellett képesek lehetünk a terme-

lésben megfelelő minőségű és mennyiségű terméket előállítani [7]. Ez a sebesség elfogadható termelékenység mellett az elvárt minőséget (100% leolvashatóság) jelenti.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a CLB Packaging Csomagolótechnikai Kft. „Gyors azonosítás, új elvárások: RFID”, KMOP-1.1.3-09/C-2010-0007 számú pályázat által a munkához biztosított anyagi feltételekért.

Irodalomjegyzék

1. Az RFID technológia története http://www.bcs.hu/hu/tudastar/rfid_tudastar/rfid_tortenet/ [Megtekintve: 2013. 09. 24.]

2. FEKETE B., KÉTSZERI D., KECSKÉS K., KRÁZLI Z., DR. LAKNER Z. VATAI K.: Nyomon követés globális szabványokkal; GS1 Magyarország Kht.; 2007.

3. Az RFID segítségével a vásárlási élmény fokozásában.

http://old.gs1hu.org/download/epc/EPC%20guideline_fin_HU.pdf [Megtekintve: 2013. 09. 26.]

4. Az RFID rendszer működése <http://www.smartid.hu/passiverfid.html> [Megtekintve: 2013. 09. 26.]

5. Az RFID rendszerek előnyei és hátrányai, korlátai http://www.vonalkod.hu/tudastar/rfid_technologia/rfid_es_a_vonalkod_osszehasonlitas/ [Megtekintve: 2013. 09. 27.]

6. SZABÓ V.: Az RFID, korlátok és lehetőségek Transpack, 2012.XI.évf.5.szám

7. SPROK, A.: Láthatatlan jelzések csomagolásokra ÓE-RKK Szakdolgozat 2013. Budapest

1. táblázat RFID címkével ellátott dobozok próbagyártásának eredményei

Gépsebesség, m/perc	Sikeres leolvasások száma, db/10 leolvasás							
	Kis méretű címke				Nagy méretű címke			
	Doboz típusa				Doboz típusa			
	kis méretű doboz		nagy méretű doboz		kis méretű doboz		nagy méretű doboz	
Hajtogató/címkéző gép	szürke	fehér	szürke	fehér	szürke	fehér	szürke	fehér
60/60 ¹	8,0	8,0	9,0	9,0	8,0	7,0	8,0	8,0
50/50 ²	9,8	9,8	10,0	10,0	9,0	8,6	9,4	9,2
45/45 ²	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Megjegyzés: 1 - az eredmény 8x10 minta leolvasásának átlaga

2 - az eredmény 5x10 minta leolvasásának átlaga