

# Rádiófrekvenciás azonosítás és ami utána következik

*Kósa Zsuzsanna*

**Tézis:** *A rádiófrekvenciás azonosítás (RFID) és a ráépülő kommunikációs technológiák a tárgyakhoz egyedi azonosítót rendelnek, erre építve a fizikai- az információs folyamatok kapcsolata automatizálható és a tömeges gépi információs folyamatokban is erős kontroll alakítható ki; ezzel a kockázatok gazdaságosan leszoríthatók, és a technológiák belépnek a logisztikai- és a fizetési folyamatokba, valamint a személyazonosítás egyes területeire is.*

## 1. Témakör

Rádiófrekvenciás azonosításon itt nemcsak az azonosítási folyamatot értjük, hanem az eszközt és a hozzátartozó háttér információs rendszert is, valamint a kommunikációs rendszert is, amellyel a tárgyak egymással (ill. a tárgyak és a lekérdező rendszerek) kommunikálnak. Az azonosításhoz kis címkék és okos kártyák fejlődtek ki, amelyek egyedi tárgyazonosítóval rendelkeznek, és ehhez több egyedi adat is kapcsolható és kommunikálható. A tárgyazonosításhoz továbbfejlődött az egyedi azonosító kódrendszer is, amely már a vonalkódos rendszerekhez is használatos volt.

A rádiófrekvenciás azonosítás a közeltérben (1-2 méteren belül) zajló, gyors és egyszerű adat-lekérdezésekre épülő kommunikációs folyamat, amelyhez több frekvenciasávot is rendeltek a szabványosító szervezetek. Az adathordozó egy kis chip, amelyet „távolról” érintkezés nélkül is le lehet kérdezni, de amely visszakérdezhet a kérdezőre is. A chipbe beégetik a saját egyedi azonosítóját, ez teszi lehetővé az egyedi kezelésmódot. További változtatható adatokat is lehet még a chipen tárolni.

A címkék (és ezzel a címkét tartalmazó tárgyak) egyedi azonosítása tömeges információkezelés mellett is erősebb informatikai kontrollt tesz lehetővé, viszonylag alacsony költség mellett. A hagyományos vonalkódos eljárásoknál hatékonyabbak ezek az eszközök, mert nem kívánnak optikai rálátást, és több változtatható információ tárolható bennük.

Az RFID címkével azonosított áruk nyomon követhetők, így megbízhatóbbá válnak a logisztikai folyamatok, és ellenőrizhetőbbé válik az elektronikus üzletmenet cégen belül és a cégek közötti kapcsolatokban. Az RFID címkék információtárolási képességük miatt, alkalmazhatók a mikrofizetési folyamatokban is, és megvalósíthatják az elektronikus pénztárca szerepét.

Az RFID címkék hatékony és megbízható hordozó-technológiák olyan azonosítási folyamatokhoz, ahol többféle adatot kell egyidejűleg figyelembe venni. Így alkalmasak szolgáltatási viszonyok beazonosításához vagy akár személyazonosításhoz is. Ezért alkalmazhatók jogosultság kezelő rendszerek elemeiként is az üzleti életben és a közszolgálatban is.

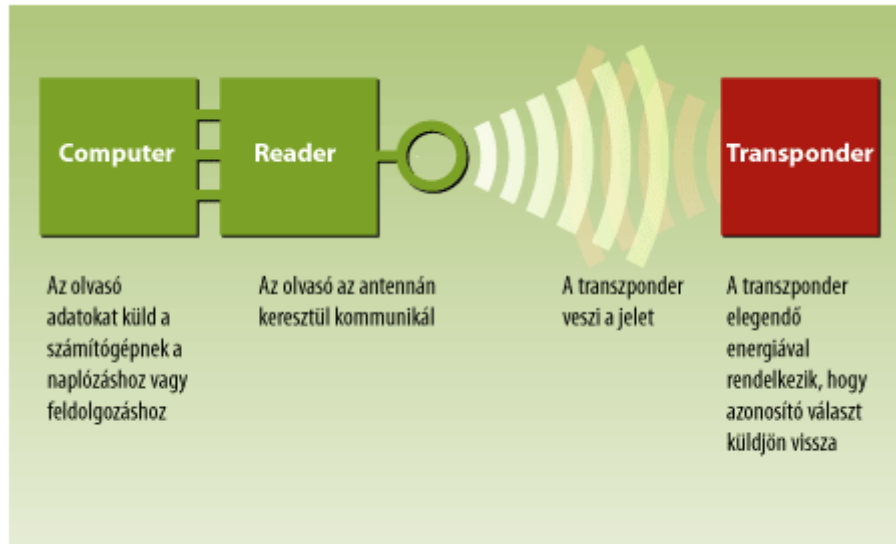
Az alacsony energiaigény miatt, egyes címkék beültetése lehetséges élő szervezetekbe is, így az RFID élőlények azonosítására is használható. Elvben fennáll a személyazonosítás lehetősége is, de az erős kontroll lehetősége adatvédelmi aggályokat vet fel, függő személyi viszonyok esetén különösen.

## 2. Jelenlegi helyzet

A rádiófrekvenciás azonosítást végző hálózat (Radio Frequency Identification= RFID) három alapvető építőelemből áll: címkéből, lekérdező egységből és háttér adatbázis rendszerből áll. Az RFID azonosítási folyamat menete a következő:

Az RFID címke, vagy más néven transzponder (a TRANSmitter - adó vevő és resPONDER – válaszadó=transponder) az adott áruhoz vagy megfigyelt tárgyhoz rendelt azonosító adatokat tartalmazó chip.

Amint az RFID címke a lekérdező egység közelébe kerül, a rádiófrekvenciás jel gerjeszteni kezdi a címkét lekérdező impulzusokkal. A címke a kérdésre elküldi az azonosítóját, és az adatokat a leolvasó az antennáján keresztül fogadja a rádiófrekvenciás hullámokat. Az olvasó továbbítja ezeket az adatokat a számítógépnek, amellyel közvetlen összeköttetésben áll. A számítógép naplózza, feldolgozza ezeket az adatokat és a fogadott adatok alapján meghatározza a szükséges lépéseket. Majd a számítógép utasítást ad az olvasónak, az olvasó pedig továbbítja a módosítási/írási adatokat a címkének



1. ábra: RFID hálózat vázlat  
forrás: <http://www.allaminyomda.hu/>

Az RFID címke feladata, hogy érzékelje a lekérdező impulzusokat, vagy a vehető rádióadást, és választ generáljon a kérdésre. Ezért a fő komponensek egy transzponder áramkörben lényegében az alábbiak: antenna és rádiófrekvenciás adó és vevő áramkör, flip-flop vagy Mikroprocesszor áramkör vezérlésre és adat menedzselési célokra, memória, amely alkalmas adat-tárolásra.

A transzponder lehet aktív, fél-aktív, passzív. Ha passzív akkor is elegendő energiával rendelkezik ahhoz, hogy azonosító választ küldjön vissza, vagy vegye az olvasó által küldött jelet.

Az RFID rendszer jellemzői: azonosítás rálátás nélkül, olvasás / írás, csoportos, nyálábolt olvasás, nagy működési sebesség, adat tárolás, biztonság, megbízhatóság, ellenálló képesség durva ipari környezetben, újrahasználatosság.

A rádiófrekvenciás azonosítás általános előnye, hogy hatékonyabb a vonalkódos, vagy betű-felismeréses optikai leolvasó berendezéseknél: több információ tárolására és továbbítására alkalmas, az adatok messzebről, nagyobb távolságból is leolvashatóak, strapabíró, szélsőséges körülmények között is működőképes, robosztus rendszer, egy időben több címke is leolvasható, és kicsi a hibalehetőség.

## 2.1. RFID Azonosító alap-eszközök

### 2.1.1. RFID Címkék

Alapvetően az RFID transzponderek három típusáról beszélhetünk, amelyek a legszélesebb körben vannak elterjedve világszerte.

**'Contactless' (érintkezés-mentes) kártyák**

- Főként nagy mennyiségű áruszállítási alkalmazásokban, belépés vezérlésnél, banki és biztonsági alkalmazásokban használják. A modern 'contactless' (érintkezés-mentes) kártya áramkörök egy beemarázott antennán alapulnak a hagyományos tekercselt antenna helyett. Az újabb technológiájú antenna sokkal megbízhatóbb, olcsóbb és nagyobb a teljesítménye.

#### **'Contactless' (érintkezés-mentes) jegyek**

- A 'contactless' jegyek olcsó anyagokból, pl. papírból vagy általánosan használt műanyagokból készülhetnek. Sokkal olcsóbbak, mint a kártyák és ideiglenes alkalmazásokra használhatóak. A 'contactless' jegyeket használó alkalmazások a belépés vagy járműhasználat engedélyezése a munkahelyeken, kiállításokon, konferenciákon, tömegközlekedésben.

#### **'Smart' (okos) címkék**

- A 'smart' (okos) címke transzponder egy vékony, felhasználói eszköz programozható mikrochip-el és antennával. Az adat olvasható vagy írható egy olvasó eszközzel közvetlen rálátás nélkül. Transzponderek, papír címkékbe vagy műanyag tokokba kerülnek beágyazásra. Felhasználási területek: termék azonosítás, irányítás, nyomon követés és biztonság

- Néhány alkalmazási terület: reptéri csomagirányítás, könyvtár rendszerek és kölcsönzési szolgáltatások, kiskereskedelem, elektronikus árufelügyelet, logisztikai rendszerek, postai csomag-követés, jármű azonosítás, jegyellenőrzés, hulladékkezelés, állatok megjelölése, személy-azonosítás, csalások figyelése és azonosítása.

### **2.1.2. RFID Memóriák**

A fő memóriatípusok az RFID technológiában

A címke (címke) memória a technológiától, az eszköz típusától és kidolgozottságától függően lehet csak olvasható, vagy írható/olvasható és programozható is:

A csak olvasható ROM memóriába a gyártó beégeti a címke egyedi azonosítóját. A leolvasó a címkén található azonosító szám alapján keresi ki a rendszerben a hozzá tartozó információt. A ROM memóriába akár további, állandó adatok is beégethetők, így használata biztonsági adatok és a transzponder operációs rendszerének utasításainak eltárolására különösen előnyös, mert nem törölhető és nem változtatható.

A RAM bázisú memória használata megkönnyíti az ideiglenes adattárolást a címke lekérdezése és válaszadása közben

Az EPROM-nál feszültségimpulzus szükséges a törléshez, amelyet egy EPROM programozó biztosít. A törlés néhány percet vehet igénybe.

Az EEPROM ugyanezt a módszert alkalmazza; viszont ezt többször lehet törölni, programozni. A programozható memóriák közül ennek a fajtának a használata a legáltalánosabb. A címke alap adatainak tárolására használják, mivel ezeknek az adatoknak a letárolásához biztosítani kell ezeknek az adatoknak a megtartását akkor is, amikor az eszköz 'csendes' kikapcsolt állapotban vagy energiatakarékos készenléti üzemmódban van.

Az RFID transzponderbe épített memória szükséges méretét nagyban befolyásolja, hogy milyen típusú transzponderbe építik. A memória kapacitás felső határa rohamosan nő).

Transzponder gyártó cégek: Atmel, EM Microelectronic, Infineon, Philips, Texas Instruments, Intermec és Datascan.

Az adatátvitel folyamata a reader és a transzponder között lehet teljesen kétirányú (FDX), felváltva kétirányú (HDX) vagy időosztásos (SEQ). Az első két esetben az energiaellátás folyamatos a reader és a transzponder között mind feltöltési, mind letöltési irányban, a szekvenciális rendszerek esetében viszont csak az adatátviteli szünetekben történik tápellátás.

## **2.2. RFID rendszerek**

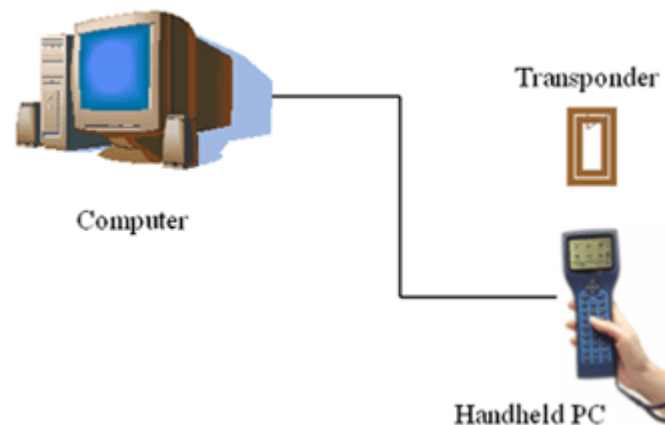
**Négyféle RFID rendszer** kategóriát különböztethetünk meg a felhasználás szemszögéből, bár a megvalósított RFID rendszerek két vagy több kategória alapján is felépülhetnek:

- Mobil adat befogó rendszerek

- Kapu azonosító hálózatos rendszerek
- Vezérlő, irányító rendszerek
- Helymeghatározó (pozícionáló) rendszerek

### 2.2.1. Mobil adatbefogó RFID rendszerek

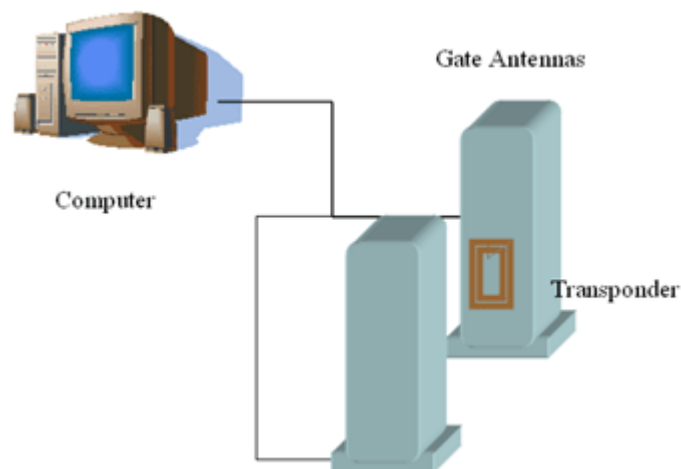
A mobil adatbefogó rendszerekben a címkék és a lekérdező adat-terminálok is hordozhatóak. Azokban az alkalmazásokban használják őket, ahol a közeli távolságra lévő címkével jelölt elemek elérésében rugalmasság szükséges, és van személyzet is (pl. az áruk mérete különböző, és van pénztáros). A kézi olvasók és hordozható adatterminálok befogják az információt, amely azután továbbításra kerül közvetlenül a számítógép host információs menedzsment rendszeréhez egy rádiófrekvenciás adatkommunikációs linken keresztül. *Ez a rendszer nagyon hasonlít a vonalkódos áruazonosításhoz, de valamivel megbízhatóbb.*



2. ábra: Mobil adatbefogó rendszer

### 2.2.2. Kapu azonosító hálózatos RFID rendszerek

A *kapu rendszerekben* rögzített helyzetű olvasók vannak, amelyek közvetlenül egy hálózatra kötött információs menedzsment rendszerrel vannak kapcsolatban. A címkék mozgó vagy mozgatható elemeken, embereken helyezkednek el, az alkalmazástól függően. *A kapu azonosítás elsősorban beléptető vagy raktári rendszerekhez alkalmas.*

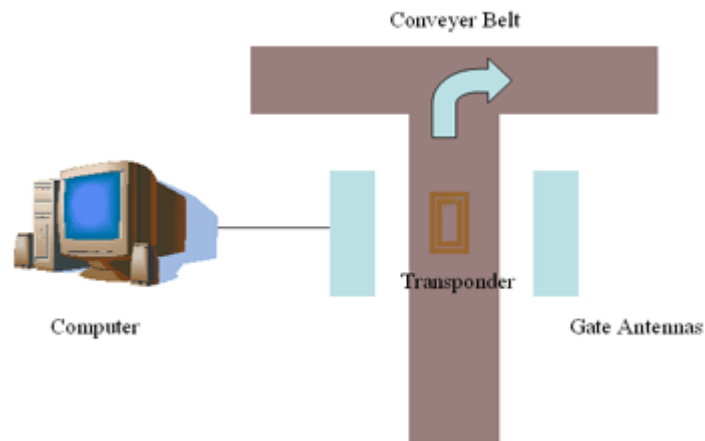


3. ábra: Kapu RFID rendszer

### 2.2.3. Vezérlő RFID rendszerek

A vezérlő címkéket azért használják, hogy valamilyen fajta vezérlési funkciót kialakítsanak velük. Ezek a vezérlési funkciók tipikusan magukba foglalják a belépés engedélyezés, osztályozás és biztonság területeit. A gyakorlatban az automata működésű sorompókat, a megcímkézett tárgyak automatikus osztályozását, ajtó beléptetési mechanizmusokat és információs rendszereket vezérlik a címkék információival.

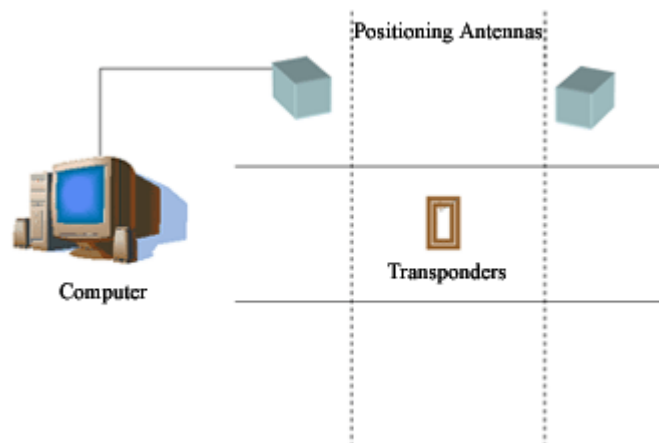
*A vezérlő rendszerek a csomagirányításban (pl. posta, reptér) alkalmazhatók, erősen lecsökkentik a téves irányítást a vonalkódos leolvasáshoz képest.*



4. ábra: Vezérlő RFID rendszer

### 2.2.3. Helymeghatározó RFID rendszerek

A helymeghatározó rendszerek arra használják a címkéket, hogy elősegítsék az automatizált hely és navigációs rendszerek működését. Ezek a „Real-Time Locating System” azaz valós idejű rendszerek általában aktív RFID címkéket használnak, mivel itt a nagy hatótávú olvasási képesség elvárt. Az aktív RFID címkék általában mozgó objektumokra (járművek) vagy emberekre kerülnek. Ezeknek a címkéknek a jelzéseit az antennák úgynevezett rácshálózata gyűjti össze, amelyek továbbítják egy információs rendszerbe azonosítás és helymegállapítás céljából.



5. ábra: Helymeghatározó RFID rendszer

Rengeteg új cég figyelt fel a technológiára, és kezdi meg a tag-et is tartalmazó címkék gyártását és nyomását. Ezek az alkalmazások elsősorban az áruazonosítás vagy az (anonim)

szolgáltatás-igénybevétel területére készülnek: pl. raktári rendszerek, beléptető jegyek, közlekedési alkalmazások.

### **2.3. RFID alkalmazások**

Működő RFID alkalmazásokkal találkozhatunk az áruazonosítás területén: állatok azonosítása, hulladékkezelés, az egyedi áruk, termékek azonosítása. Az RFID technológia használatban van a raktárakban, gyárakban megtalálható tartályok, tárolók elektronikus azonosításának területén. A gáz-tárolókat és a kémiai tartályokat a veszélyes és mérgező anyag tartalmuk miatt pontosan kell címkézni és egyedileg azonosítani. Itt kihasználható az RFID rendszer előnye a vonalkódhoz képest, hogy a tartályokat azonnal lokalizálni kell a szállítási útjuk bármely pontján, és szükség van a nagyobb memória kapacitásra is. Az egyedi áruazonosítás a kereskedelemben haszonnal kecsegtethet a cégen belüli üzleti- logisztikai folyamatokban. Ezen kívül az árucikkek szállító konténert, illetve a konténereken belül az egyes árucikkeket azonosítják jelenleg RFID-s címkékkel.

A gyógyszeriparban és az egészségügyi szolgáltatásokban az egészségügyi termékek megjelölésére használják. A kórházi alkalmazásokban az orvosok, nővérek köpenyének zsebében lévő címkék automatikusan azonosítják a használóját idő takarékos módon. A címkékkel ellátott anyagok és eszközök raktározása is sokkal megbízhatóbbá válik, ami az egészségügyben kiemelten fontos.

Viszonylag új terület a könyvtári RFID alkalmazások. A könyvtár valójában egy kultúrált könyvraktár, amelyet nemcsak a könyvtáros, hanem az olvasó is kezelhet. RFID címkékkel sokkal olcsóbb és hatékonyabb önkiszolgáló könyvtári rendszer alakítható ki, mint onalkódokkal.

A klasszikus áruvédelmi rendszerek is valamely rádiófrekvenciásan reagáló címkéket használnak. A címkén elhelyezhető információk miatt a rendszerek, a riasztások sokkal finomabban beállíthatók, mint eddig. (Pl. már jelezhető, ha egy áru átkerült a vásárló kosarába, vagy visszatették egy nem megfelelő másik polcra, és elindítható egy finomabb felbontású nyomkövetés az ilyen vásárló felé.)

## **3. Folyamatban lévő kutatások, fejlesztések**

### **3.1. Szabványosítás**

A szabványok kidolgozása folyamatosan zajlik mind a frekvenciatartományok, mind a kidolgozott kódrendszerek területén. Olyan nagy szervezetek által, mint a Uniform Code Council (UCC), az International Numbering Association (EAN) és az EPC Global GS1 hogy minél előbb bevezethető legyen ez a technológia.

#### **3.1.1. Frekvenciasávok biztosítása**

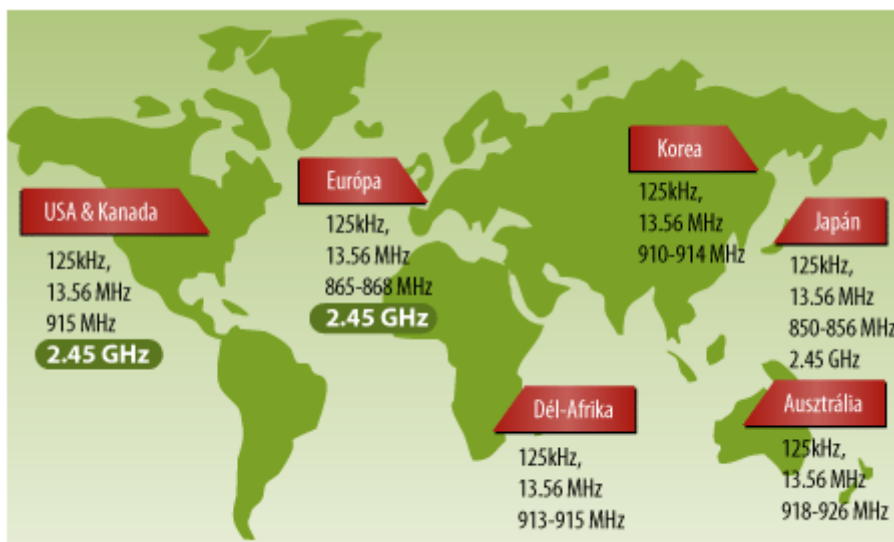
Az elektromágneses spektrum elsősorban szabályozási feladatot jelent. Magasabb működési frekvenciánál, magasabb adatátviteli sebességet tudunk elérni, nagyobb a hatótávolság de nagy az energia ellátási igény is. Alacsonyabb frekvenciánál, viszont nagyobb az antenna költsége az induktív/passzív címkén. Az alacsonyabb frekvenciatartományokban az RFID címkék használhatók nedves környezetben is, a magasabbakban már a folyadékok elnyelik az energiát, felmelegednek és a címke nem használható adat- tárolásra és közlésre (mikrohullámú sütőhöz hasonló hatás)

A frekvenciagazdálkodással foglalkozó nagy nemzetközi szervezetek négy élő frekvencia osztályt különítettek el az RFID számára: alacsony-, magas-, ultra magas- és mikrohullámú sávokat.

2. táblázat: RFID-ra használt frekvenciasávok

Frekvenciasáv elnevezése	Frekvenciák	RFID rendszerek jellemzői	Felhasználási területek	Megjegyzés
Alacsony	9-135 KHz, tipikusan 125 KHz	elfogadott, olcsó, strapabíró, de 1,5 méternél kisebb az olvasási távolság, lassú	élőállat azonosításra, fém sörshordókhoz könyvtári könyvek	1. generációs RFID technológia,
Magas	10-15 MHz, tipikusan 13,56 MHz	Elfogadott, nem drága, közepes olvasási sebességű, nedves környezetben is működik, de 1,5 méternél kisebb az olvasási távolság, és fémes környezetben nem működik.	Raklap-azonosításra, csomagazonosításra, beléptető rendszerekhez alkalmazzák Az úgynevezett 'inlet' struktúrák alacsony előállítási költségű, nagyon vékony (<0,4 mm) hajlékony hordozóanyagokon is elérhetőek.	Az 'inlet' koncepció támogatja a chip-bázisú címkék megvalósítását, amelyeknek széles körben elterjedt elnevezésük 'smart' - 'okos, ügyes' címke.
Ultra magas	850-950 MHz	Passzív és aktív módon egyaránt üzemelhetnek. Nagyobb az olvasási távolság, mint 1,5 méter, gyors az olvasás, nedves környezetben is működik, de elnyelődhet.	Növekszik a kereskedelmi alkalmazás. Konténerek, szállító jármű járművek nyommonkövetésére használják	Most zajlanak a szabványosítási folyamatok.
Mikrohullám	2,45 vagy 5,8 GHz	Az aktív működési mód jellemzi. Jóval nagyobb az olvasási távolság, mint 1,5 méter, gyors olvasás. A működéshez szükséges a közvetlen	Járműbeléptető rendszerekhez és a szállítmányozásban használják nagy hatótávolságuk miatt.	Nincs kereskedelmi használatra szóló meg egyezés az EU bizonyos részein.

Az alábbi ábra mutatja, hogy hol, melyik frekvenciasávot használják már RFID technológia számára:



6. ábra: az RFID hálózat által használt frekvenciák  
forrás: <http://www.allaminyomda.hu/>

### 3.1.2. Áruazonosító kódrendszer

A szabványosítás törekvéseknél fontos megemlíteni az EPC Global GS1 szervezetet. Amely az EAN (European Article Numbering Association) és az UCC (Uniform Code Council) egyesüléséből jött létre 2005 elején, egy olyan globális szervezetként, amelyet 103 nemzeti tagszervezet hálózatán keresztül, több mint 140 ország egymilliót is meghaladó tagvállalata irányít.

A szabványosítási törekvések célja egy egységes, átfogó úgynevezett EPC (Electronic Product Code) hálózat létrehozása (Elektronikus Termékkód) a különböző specifikációkból. Az EPC a termékek esetén egy egyedi azonosító számsort jelent. Az azonosító kódot, amely az egyedi EPC információt hordozza, az RFID címke (tag)-en tárolják. Az EPC hálózat építőelemei: A címke az adathordozó, az azonosítószámot a memóriába programozzák. Az olvasó az adatgyűjtő eszköz, amely lehet hordozható vagy rögzített, és a Savant-hoz vagy az RF hálózathoz csatlakozik. Az adathordozó címke által letárolt kód. Egyértelműen és egyedileg azonosítja a tárgyat, amelyhez hozzárendelték. Olyan szerverek, amelyek az EPC-k és a hozzájuk kapcsolódó adatok helyi tárhelyeként szolgálnak, illetve rugalmasan képesek támogatni a középszintű PML lekérdezéseket. A Tárgy Név Szolgáltató a felosztott forrás, amely birtokában van annak az információnak, hogy hol tárolják az EPC-hez tartozó adatokat (úgy működik, mintha DNS lenne). Az EPC Információ Szolgáltató tárolja az összes olyan adatot amely az EPC-hez tartozik.

Az EPC Global szabványok címke osztályokba és generációkba sorolhatók:

Címke osztályok:

Class 0: csak olvasható,

Class 1: Olvasható/írható,

Class 2: Olvasható/írható + Biztonság,

Class 3: Olvasható/írható + Biztonság + Elemmel kiegészített, szenzoros,

Class 4: Aktív címke,

Class 5: Aktív címke, képes más Class 5 címkékkal kommunikálni.

Generációk: Gen 1: Megjelent 2003-ban, Gen 2: Megjelent 2004-ben, (nagyobb teljesítmény + biztonság, ISO szabvány), Gen 3: 2004 után jelent meg.

## 3.2. Biztonsági szabályozás és kutatások

A fejlesztések elsősorban az RFID rendszerek biztonságának növelése irányába mutatnak. Az RFID rendszerekben fontos szempont, hogy a jogosulatlan személyek ne férhessenek hozzá más felhasználók adataihoz. A következő támadások lehetnek:

- Lehallgatás: ebben az esetben a címke (tag) és a reader közötti rádiójeleket dekódolják
- Zavarás: Az adatcsere megszakadhat árnyékolás, vagy a transmitter zavarása miatt.
- Azonosítás hamisítása: a hamisító hozzájut az azonosítási és biztonsági információkhoz, és azt a látszatot kelti, hogy ő mint reader fér hozzá a címke (tag)hez.
- Tartalom hamisítása: Az adat könnyen hamisítható a jogosulatlan írási hozzáférés által.
- Blokkolás: Az úgynevezett blokkoló címke (tag)-ek több címke (tag) jelenlétét szimulálják, és ezáltal
- lehetetlenné teszik a reader működését.

Az Európai Bizottság a 2007/96-os közleményében foglalkozott a RFID szabályozásával. Ebben elsősorban az adatvédelmi szabályozást helyezték előtérbe, de foglalkoztak a rádióspektrum biztosításával, a szabványosítási munkák felgyorsításával és egyes kutatási programok indításával is. Az adatvédelmi kérdéseket elsősorban a személykövetési- és orvosi adatbázisok tekintetében kívánják kontrollálni. Az RFID technológiákban az EU is felismerte a „tárgyak Internetje” egyik lehetőségét, azaz a tárgyak közti közvetlen kommunikáció lehetőségét. A 7.-ik Kutatási Keretprogramban is biztosítottak forrásokat a téma kutatásához. Felszólították az Európai Távközlési Szabványosítási szervezetet (az ETSI-t), hogy gyorsítsa fel az RFID-hez tartozó szabványosítási munkákat, és vegyen részt a frekvenciasávok dedikálásában is ehhez a technológiához.

Az Európai Hálózat- és Információ- Biztonsági Ügynökség (ENISA) szintén kiadott egy állásfoglalást ( ENISA/TD/ST/D(2007)0006 ), amelyben elemzik az új technológiák, többek közt az RFID biztonsági kérdéseit. Főként azért, mert a mindenütt jelenlevő és emiatt elrejtendő technológiák egyikének tartják. (Ide sorolják a többi, hasonló, főként vezeték nélküli technológiát is: a Blue Tooth-t, az NFC-t, a szenzorhálózatokat, és a Zigbee-t is.) Az RFID címkéket meg kell védeni az illetéktelen leolvasásoktól, és az illetéktelen beírásoktól, a számítógépes vírusoktól és az identitás lopásoktól; különösen akkor, ha személyes vagy egészségügyi információkat hordoznak. Ehhez az RFID chipen tárolt információkat kötelezően kódolni kell, ha ilyen információ hordozását tervezik rajtuk.

Az USA és Kanada adatvédelmi szabályozó hatóságai is közleményeket adtak ki az RFID rendszerek elvárt biztonsági és adatvédelmi követelményeiről.

### **3.3. RFID-ben érintett ipari csoportok kezdeményezései**

Az érintett ipari csoportok egyrészt folyamatos fejlesztéseket finanszíroznak az RFID rendszerek biztonságának növelése érdekében, másrészt konzultációkat folytatnak a szabályozással foglalkozó EU intézményekkel. Az európai RFID piacot 2016-ra 500 Millió Euro értékűre becsülik. Az ipari csoportok kidolgoztak egy RFID referencia modellt, amelyben a biztonságos felhasználás rendszerelemeit tipizálják az alábbiak szerint:

#### **1. táblázat: RFID referencia modell kategóriái**

<b>Tárgyazonosító felhasználás</b>	<b>Személyek azonosítása</b>
Logisztikai rendszerek	Beléptető rendszerek és személykövetés
Gyártás- és karbantartás követése	Törzsvásárlói-, klub- és fizető- kártyák
Gyártás biztonsága és minőségbiztosítás	Egészségügyi alkalmazások
	Sport-, szabadidő- és háztartási felhasználás
	Közszolgálatokban való felhasználás

Mindegyik felhasználási típushoz kialakítják a megfelelő referencia modellt, amely biztosítja a megbízható rendszereket, elegendő biztonságot nyújt, és kielégíti az adatvédelmi követelményeket.

Érdekes, hogy van az ipari csoportok közül olyan is, amely az RFID terjedésének lassításában érintett. Ők az „Okos Kártya Szövetség” (Smart Card Alliance), akik milliárdokat ruháztak be a chipkártya technológiába, és nem érdekük, hogy az újabb, ezt leváltó technológia túl gyorsan piacra lépjen. Ők is erősítik az adatvédők aggodalmait, amikor az illetéktelen leolvasásokról és beírásokról beszélnek. Főleg az RFID-re alapozott útlevelek elterjedését próbálják megakadályozni.

A Microsoft, mint a világ szoftvertermelésének egyik legnagyobb szereplője az RFID-hez tartozó kriptográfiai kutatásokat, és a különböző privát szférát erősítő technológiák kutatását szponzorálja. Ehhez hasonló magatartást választott a Certocom is, amely a Texas Instrument chipjeibe különböző kriptográfiai eljárások beépítését javasolja.

### **3.4. Közeltéri kommunikáció, mint továbbfejlesztés**

Az RFID egyik továbbfejlesztése az NFC (Near Field Communication) azaz a közeltéri kommunikációs eszközök családja. Az NFC technológia egy kis hatósugarú vezeték nélküli kommunikációt lehetővé tevő új technológia, amit a Sony és a Philips fejlesztet ki, elsősorban mobiltelefonos alkalmazásokhoz. Az ECMA-, majd az ISO/IEC is szabványként fogadta el. Az NFC fejlesztések támogatására a Sony és a Philips, valamint a Nokia létrehozta az NFC fórumot. Az NFC-ben az egyedi eszköz kap egy azonosítót, és az azonosítási folyamat ezen keresztül folyik. Az NFC fórum az alábbi öt előszabványt (technikai leírást=Technical Specifications) dolgozta ki:

NFC Data Exchange Format = NDEF adatcsere formátum

NFC Record Type Definition = RTD record típus formátum

NFC Text Record Type Definition = TRTD szöveges record típus formátum

NFC URI Record Type Definition = URI-RTD record típus formátum

NFC Smart Poster Record Type Definition = SP\_RTID okos címke record formátum

Az NFC főbb jellemzői: működési frekvencia: 13.56 MHz, ható távolság: 0-20 cm, adatátviteli sebesség: 106 kbit/s, 212 kbit/s vagy 424 kbit/s. Biztonságos automatikus adatcserét biztosíthat elektronikus eszközök között. Kompatibilis számos gyakorlatban bizonyított érintkezés nélküli technológiával, mint a (HF) RFID, az ISO 14443, MIFARE és FeliCa smart kártyákkal.

Három technikai feladatot tud megvalósítani: biztonságos smart kártya emulációt, közvetlen adatcserét két készülék között, információ lekérdezést (olvasás módban)

Kétféle kommunikációs módban működik: Passzív módban, amikor a passzív RFID működéséhez hasonlóan a kommunikációt kezdeményező berendezés a kisugárzott rádióhullámokon át biztosítja a vevő számára az energiát. Aktív módban, melyben mindkét berendezés saját energia forrással biztosítja a kommunikációt.

A Nokia cég 2007-ben jött ki az első NFC képes mobiltelefon eszközével.

Az NFC technológia a szórakoztatóipari elektronikai eszközök számára valódi mobilitást biztosíthat azzal, hogy fizikai közelségbe kerülve (~ 10 cm) a készülékek közvetlen kommunikációt tudnak egymással folytatni: kódokat és fájlokat is cserélhetnek.

Az EU-s StoLPan projekt az NFC alkalmazásaival foglalkozott. Az NFC képes mobil telefonokkal, épület hozzáféréssel mobil telefonnal (kulcs helyett), fizetéssel a tömegközlekedésért, elektronikus jogosultság kezeléssel, NFC képes mobiltelefonnal, mint fizető eszközzel.

### **3.5. Új, nagykapacitású memória RFID címkéken**

A világ egyike vezető gyártója és szállítója bejelentette az új termékét, amelyet kifejezetten kemény ipari körülmények közé terveztek alaposan megnövelt újraírási élettartammal. Az új IN Tag F-Mem egy egyedülálló FRAM® (Ferroelectric Random Access Memory azaz ferroelektromos véletlen elérésű írható és olvasható memória) technológiát használ, amely páratlan írási ciklust, élettartamot tesz lehetővé. A hagyományos RFID címkék a szokásos EEPROM (elektronikusan törölhető, programozható, csak olvasható tár) memórián alapulva rendszerint csak 100 ezer írási ciklust bírnak ki. Az IN Tag F-Mem 16kbits használata egy 100 ezres szorzóval megnöveli az írásszámot az EEPROM-hoz képest, végeredményképpen 10 milliárd írás-olvasásra. Az IN Tag F-Mem-ben körülbelül 2000 karakter tárolható egyszerre. A címke kompatibilis ISO15693 / ISO18000-3 szabványokkal 13,56 MHz-en működve.

#### **4. A várható fejlődés**

A várható fejlődést két szinten lehet megfogalmazni: az eszközök képessége és az alkalmazások elterjedése szintjén.

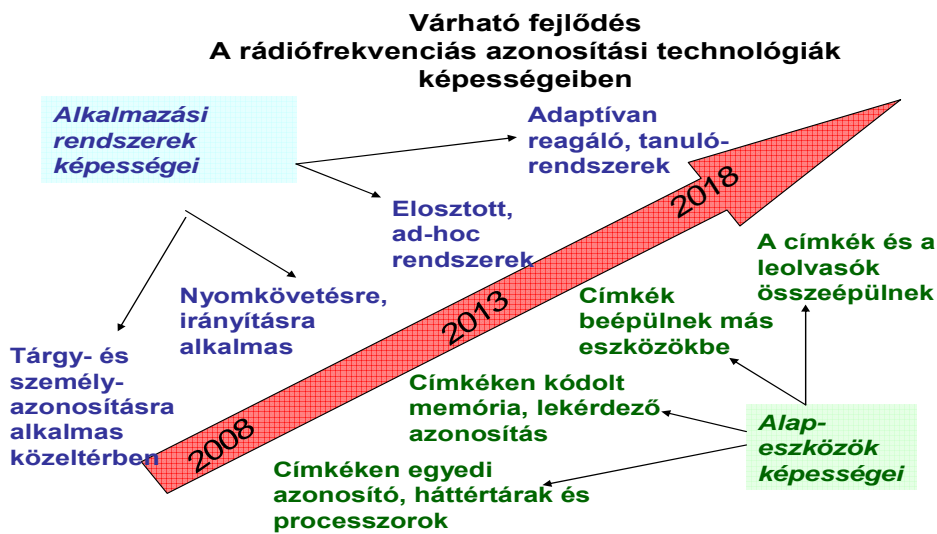
Az egyedi rádiófrekvenciás eszközök (címkék, érzékelők) és rendszerek (nyomkövetők, irányítók) képességei növekednek, mind memóriakapacitásban, mind a feldolgozási képességben. Ennek következtében egyre több információt lehet valójában a tárgyakkal (személyekkel) együttmozgó címkéken tárolni. Másik következmény, hogy ez az információ tárolás egyre biztonságosabb tud lenni, mert az információt kódolni lehet, a lekérdezéseknél vissza lehet kérdezni a kérdező identitására, naplózás lehetségessé válik.

A rádiófrekvenciás azonosító eszközök és rendszerek építőelemként vesznek részt nagyobb rendszerekben, alkalmazásokban. Széleskörűen elterjednek a tárgy-azonosító rendszerek, és erre ráépülnek hatékony logisztikai alkalmazások, amelyek megbízhatóbbá teszik az üzleti és kereskedelmi folyamatokat. A személyazonosításban a rádiófrekvenciás azonosítást elsősorban a meglévő szolgáltatási viszonyok, és a jogosultságok ellenőrzésében használják. Tartós személyazonosításhoz ezek a technológiák csak mint hordozó technológiák jelennek meg, és kombinálódnak más személyazonosítási technológiával, pl. biometrikus adatok tárolásával és ellenőrzésével.<sup>1</sup> A jogosultság ellenőrzés elterjed nemcsak az üzleti életben, de a közszolgálatban és az intelligens otthonokban is.

Az eszközök képességének várható fejlődését mutatja az alábbi ábra:

---

<sup>1</sup> Személyazonosításról lásd a külön mélyfűrást.



7. ábra: Fejlődés az RFID képességekben 2008-2018

A felhasználási területek várható fejlődését mutatja az alábbi ábra:



8. ábra: Fejlődés az alkalmazásokban 2008-2018

## 5. Befolyásoló tényezők

Egy-egy technológia kifejlődésében elsősorban a technológiai tényezők játszanak szerepet, míg az elterjedésében inkább a gazdasági és társadalmi tényezőknek tulajdoníthatunk nagyobb szerepet.

### 5.1 Technológiai tényezők

Az RFID terjedését elsősorban két technológiai tényező befolyásolja: egyrészt, az RFID alapeszközök képességeinek növekedése, és ezen eszközök alacsony energiaigénye. Ha nő a memóriakapacitás és a processzor teljesítmény, akkor egyre több információ tárolható a címkeken. Ha a processzor-kapacitás nő, akkor a lekérdezések biztonsága is nő.

Az alacsony energia igény azért fontos, hogy a növekvő teljesítmény ne igényeljen magasabb energia-betáplálást. Emellett, élő szervezetek (személyek, állatok, növények, élelmiszerek) közelében a magas energia-igényű rendszerek biológiai hatásokat is okozhatnak, amelyeket célszerű elkerülni.

További technológiai tényező, hogy az RFID-val nyerhető hatalmas adatmennyiséggel<sup>2</sup> mit tudnak kezdeni az alkalmazási rendszerek. Ki kell alakulnia egy olyan firmware rétegnek, amely a kapott információkat összegzi, szűri, és a lényegét kiemeli az adathalmazból. Ez az információ-szűrő feladat más, elosztott memóriájú rendszerekben is felmerül: pl. szenzorhálózatokban, ad-hoc hálózatokban, grid-szervezésnél. Ezért, a lényegkiemelő algoritmusok kifejlődése folyamatban van, és alkalmazásuk az RFID rendszerekben is várható.

## **5.2 Társadalmi tényezők**

Az RFID alkalmazások terjedését gátolják az adatvédelmi aggályok, amelyek a személyazonosítások erősebb kontrolljához, valamint a nem megfelelő biztonságú lekérdezésekhez kapcsolódnak.

A kapott adathalmazzal való visszaéléstől való félelem vezérli a támával kapcsolatos szabályozási kezdeményezéseket az EU-ban és az USA-ban, valamint Kanadában. A kelet-ázsiai régióban ez a gondolat szinte fel sem merül, mert a helyi kultúra jobban elviseli az erősebb kontrollt a személyek felett.

## **5.3 Gazdasági tényezők**

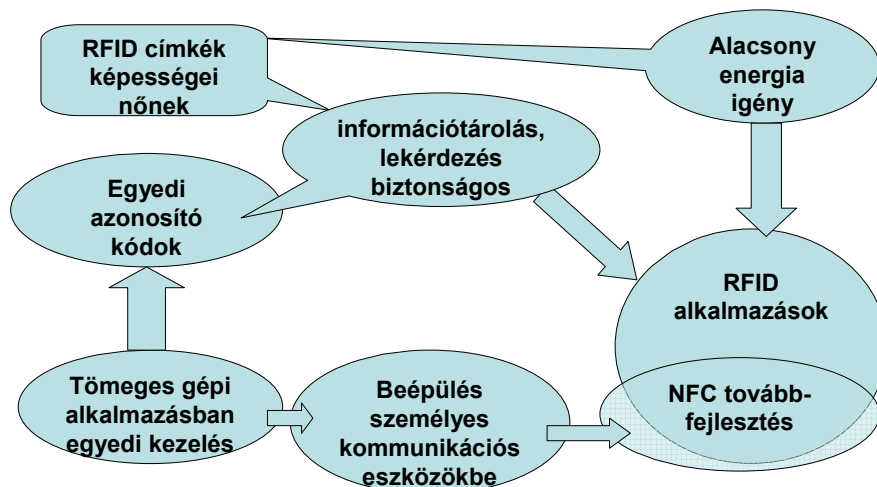
Az RFID elterjedését elsősorban a tömeges folyamatokban is megbízható gépi kezelés és az egyedi azonosítás kombinációjának igénye vezérli.

Az RFID címkék beépülnek a személyesen használt kommunikációs eszközökbe, és kényelmes felhasználás tesznek lehetővé. A közelt-téri NFC eszközök elsősorban a széles körben elterjedt, személyi kommunikációs eszközzé vált mobiltelefonokhoz kapcsolódnak. Az RFID rendszerek terjedésére ható tényezőket mutatja a következő ábra:

---

<sup>2</sup> Elvben rendszeresen keletkezik az egyedi címkeazonosítókra vonatkozó lokalizációs adat, amelyet feldolgozás után célszerű eldobni, mert végtelen nagyságú memóriát is képes megtölteni. DE milyen legyen az a feldolgozás, amely után felelősséggel eldobhatunk egy ilyen lokalizációs adatot?

# RFID-re ható jelenségek



9. ábra: Az RFID rendszerek terjedésére ható tényezők

## 6. Várható hatások

### 6.1 Technológiai hatások

Az RFID rendszerek széleskörű alkalmazásának tapasztalatai várhatóan visszahatnak magára a technológiára is. A technológiai hatások közül kettőt érdemes kiemelni: az információsűrűséget és a beépülést. A túl sok adatot feldolgozó és szűrő firmware réteget, amely más elosztott intelligenciájú rendszerekben is megjelenik. A másik hatás, hogy a rádiófrekvenciás azonosításra alkalmas eszközök és algoritmusok beépülnek más rendszerekbe.

Az információ-szűrés először a címkéken kívül, a leolvasó kapuknál jelenik meg, de várhatóan beépül a címke feldolgozó processzorába is. (Meválogatja, hogy mit és kinek ad ki magából a címke.) Ehhez a processzor kapacitásának nőnie kell, de az energiaigényt alacsonyan kell tartani, tehát a lesz korlátja a kapacitás-bővülésnek.

A címke beépülése várható más rendszerekbe, ennek első példája az NFC képes telefonok megjelenése. A mindennapi használati tárgyak ellátása címkékkal előbb-utóbb megtörténik, és ez további alkalmazások előtt nyitja meg az utat (Lásd az Internet of things témakört) Mivel az RFID címkék többször is átíráható memória-elemeket is tartalmaznak, ki tud alakulni egyfajta adaptivitás is, amellyel az érzékelt környezethez alkalmazkodnak. De ez már inkább a szenzorok világa lesz. Az RFID és a szenzortechnológia kombinációja és közeledése várható.

## RFID technológiai hatásai



10. ábra : az RFID technológiai hatásai

### 6.2 Társadalmi hatások

Az RFID technológia nemcsak állatok és tárgyak, hanem emberek azonosításra is használható. Mivel a technológia nyomkövetésre és passzív lekérdezésre is használható, az adatvédelmi szakemberek aggodalma, hogy a passzív megfigyelhetőség nő, ha személyazonosításra használják az RFID-t.

Az RFID személyazonosításra való alkalmazása évek óta vita tárgya a technológia terjedését szorgalmazó cégek és szakemberek, valamint az adatvédelmi aggályokat felvetők között. A memóriában tárolt információk kódolása és a kiolvasás jogosultság-kezelése elsősorban a személy-azonosításra készülő alkalmazások esetén válik fontossá. Ez a jogos aggodalom szemben áll a biztonsági kockázatok növekedésével és az ebből fakadó védelmi intézkedésekkel. Egyes esetekben a személy kiszolgáltatott helyzetbe kerül, mert pl. betegséggel küzd, kiskorú vagy speciális munkát végez. Ilyenkor, az RFID nem okozója, csak egyik technikai eszköze a függési rendszerének.

### 6.3 Gazdasági hatások

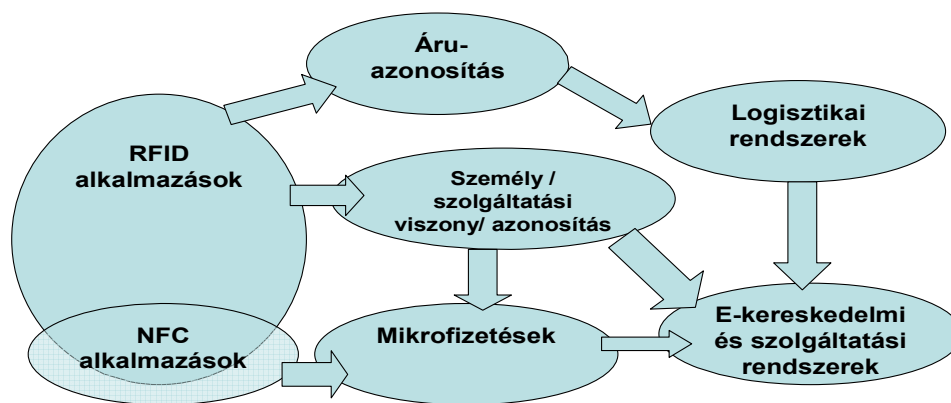
Az RFID rendszerek hatékonyra és gazdaságossá teszik a logisztikai rendszereket, mert az árukísérő információk az áruval együtt tudnak mozogni, és mégis gépileg beolvashatók és követhetők. Egyes alkalmazásokban még a környezetvédelmi felhasználás is lehetőségessé válik: egy termék teljes életciklusát megtervezve, bele lehet írni, hogy selejtezés után milyen módszerrel bontható szét és hogyan lehet újrahasznosítani egy-egy tárgyat. Egyes kereskedők álma, hogy kapcsolódó felhasználási folyamatoknál az áruazonosító címkék jelezzék, ha illeszkednek az előzőekhez, és azt is, ha nem. Pl. egy mosópor jelezze, ha nem alkalmas gyapjúk mosására, és mégis arra akarják használni, és ilyenkor a mosógép ne induljon el. Ennek már van egy eléggé frusztráló példája a nyomtatók és a nyomtatófestékek illeszkedésének vizsgálata, amelyet a nagyobb nyomtatógyártók újabban alkalmaznak az olcsóbb utántöltések ellen (pl. HP).

Az Aberden cég átfogó benchmarking riportban vizsgálta az RFID technológia alkalmazását. Vizsgálatukban három típusú RFID alkalmazó céget különböztetnek meg: lassú alkalmazót, átlagos alkalmazót és agresszív alkalmazót. Azt állítják, hogy az RFID alkalmazása egy cég rendszerében nem válhat szigetetté. Ahol elkezdik alkalmazni, ott lenyomja a költségeket és

rendezi a fizikai és logikai folyamatokat. Egy pontból kiindulva, kihat az egész cég folyamataira. Emiatt az RFID bevezetését még outsourcing formájában is javasolják. Az RFID gazdasági alkalmazásaiban a személy-azonosítás úgy jelenik meg, mint egy szolgáltatási viszony beazonosítása, és az ebből eredő jogosultságok megállapítása. Az autentikációs folyamat egyik eleme az RFID címkére épül, de kiegészítik egy tudás-alapú (pl. pin kódos) vagy egy biometria (pl. ujjlenyomatos) azonosítással is. Valójában ilyenkor nem a személy valóságát ellenőrzik, hanem azt, hogy a szolgáltatás igénybevételére jogosult személy kezdeményezi a folyamatot, pl. fizetést vagy utazást, vagy belépést egy eseményre. Elvben ilyenkor a személy bármilyen beceneven is szerepelhetne, ha azt adta meg a szolgáltatási szerződés megkötésekor.

Az RFID gazdasági hatásait mutatja a következő ábra:

## RFID gazdasági hatásai



11. Ábra Az RFID gazdasági hatásai

## 7. Hazai helyzet

Az RFID technológia néhány éve, nagyjából az európai piaccal egy időben lépett a magyar piacra, és rohamosan terjednek az alkalmazások. Az RFID szabványok felügyelő szervezete: a GS1 Magyarország KHT, amely az EPC Global GS1 szervezetet hazai címke-szervezete.

### 7.1. Jelenlegi helyzet

Néhány úttörő cég már 2-3 éve elkezdett ezzel az új technológiával foglalkozni, főleg kis- és közép méretű cégek, akik vagy a nyomdaipar vagy a számítástechnikai alkalmazások tapasztalatára építve vették észre az új lehetőséget.

A Vonalkód Rendszerház Rt. foglalkozik az RFID raktári rendszerrel, ehhez kísérleti RFID-labort is berendezett, ahol a biztonságos lekérdezéseket teszteli. A Regens Rt. foglalkozik a "Felügyeleti információs rendszerek kialakítása újgenerációs eszközök felhasználásával az eszközellátás területén" c. feladattal. Az RFID alkalmazások piacára belépett egy sor professzionális informatikai cég is, pl. Nádor rendszerház, Synergion:

RFID alapú termékcímkét fejlesztett ki az Állami Nyomda elsősorban a gyógyszeripar számára. Ez megakadályozza a hamis gyógyszerek forgalmazását és a gyógyszerek lopását: a raklapok automatikus azonosításától egészen a gyógyszerek egyedi nyomon követhetőségéig. A békéscsabai Kner Packaging Kft. az Állami Nyomda közreműködésével a gyógyszerdobozokat RFID-azonosítókkal látja el. A gyógyszer egyedi azonosítását és azok

nemzetközi szabványok szerint történő nyomon követését az EPCglobal Hungary (GS1 Magyarország Kht.) végzi. Az izraeli Teva gyógyszergyártó csoport magyar-országi leányvállalata is már vizsgálja egy olyan erős RFID-hálózat kiépítésének lehetőségét, amely termék-, láda- és raklapszinten azonosítja és követi nyomon készítményeinek útját.

A hardvereszközöket az Oracle hangolta össze.

14 kis-közéletes cég foglalkozik RFID címkegyártással vagy RFID rendszerbe állítással: Eurotechnika 2000 Kft., Zalai Nyomda Rt., Visual Print Kft., Akcident Nyomdaipari Kft., Center-Print Kft., Code-Tech Kft., Pauker Kft., Pethő Kft., Nuovapell Kft., Euro-Log Logisztikai Szolgáltató Kft., Tantusz Címke Expressz Kft., ADT Sensormatic Hungary, Center For Credit Kft., Koren-Futár Kft.

Legújabb hazai alkalmazási rendszer a minőségi borok ellátása eredetjelző RFID címkékkel, amelyet a bor-exportőrök megkövetelnek az egyéni termelőktől, ha prémium árú egyedi terméket állítanak elő. Ez a trend beleillik abba a folyamatba, hogy az EU-ban az élelmiszerláncban megkövetelik a teljes nyomon követhetőséget minden élelmiszerfajtára.

## **7.2 Kutatások, fejlesztések és várható fejlődés**

Az E-Group a Budapesti Műszaki Egyetemen élőben is bemutatta a barcelonai 3GSM kiállításon már sikeresen debütált NFC mobilmegoldásait, melyek szabadalmi bejegyzése már folyamatban van. A bemutató nem véletlenül a BME területén zajlott, hiszen a közeljövőt alaposan átformáló megoldások megszületését lehetővé tévő MOBILSEC kutatás-fejlesztési projekben az Egyetem Híradástechnikai Tanszéke is igen aktívan közreműködik, illetve azt a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal (NKTH) is támogatja.

A közlekedési alkalmazásokra a közeljövőben számíthatunk itthon is, (nemcsak Londonban). Legfontosabb bevezetőjének látszik hazai és a közép-kelet európai vonatkozásban a Metro üzletlánc, amely a Wal Mart üzletlánc mintájára az elektronikus számlakészítés és fizetés megkönnyítésére készül bevezetni az RFID-s áruazonosító rendszert.

## **7.3 Befolyásoló tényezők és hatások**

A hazai befolyásoló tényezők és hatások hasonlóak a nemzetközi szinten megismert tényezőkhöz és hatásokhoz. Ehhez az új technológiához viszonylag közepes befektetés szükséges az üzletbe belépéshez. A korábban a vonalkódos címkékre ráállt nyomdák nem is nagyon tehetnek mást, minthogy követik a technológiaváltást, és beszállnak az RFID címkegyártásba. Már a címkegyártó gépek is megjelentek a magyar piacon.

Egyes új alkalmazásokban, pl. közlekedési jegyeknél a terjedés sebessége erősen függ az állami támogatási pályázatokról, mivel nagy befektetést igényel és olyan közszolgáltató cégeket érint, amelyek anyagi gondokkal küzdenek.

A bankoknál az elterjedés lassabban várható, mert a korábbi passzív mágnes-csíkos kártyák széles körben elterjedtek, és az készpénz-kiadó automata-hálózat lecserélése túl nagy befektetés lenne. Másik tényező, hogy a bankok nem igazán érdekeltek a mikro-fizetések elterjesztésében, mert az a számlapénzforgalmukat csökkentheti. Hosszabb távon azonban várható, hogy a bankok úgy védik ki a távközlési és egyéb logisztikai cégek belépését a piacukra, hogy saját maguk is beszállnak a mikro-fizetésekbe valamilyen eszközzel, és ez várhatóan az RFID lesz.

Legbizonytalanabb az RFID államigazgatási alkalmazása, mert ehhez a személyi okmányokhoz kellene kapcsolni egy biztonságos RFID címkét, és leolvasókat kellene telepíteni a közigazgatás és közszolgálat helyszíneire. Időről időre elindulnak ezek a fejlesztési programok, de a magas beruházási igény miatt ez a folyamat sokszor megtorpan. Hosszabb távon a vállalkozói igazolványok esetében képzelhető el az első ilyen alkalmazás, mert ott hamarabb megtérülne a beruházás. Ugyanakkor, a különböző nyilvántartások összefésülése szintén nagy kapacitásokat igényelne.

## 8. Összegzés

Az RFID technológia leváltja a vonalkódos technológiát, és részben kiváltja az árukísérő levelet is. Kis méreténél és alacsony energiaigényénél fogva alkalmas más tárgyak felcímkezésére, akár észrevétlenül is. Az áruazonosító rendszerek területén rohamosan terjed az RFID technológia

Tárgyazonosító felhasználásban az RFID alkalmazható: logisztikai rendszerekben, gyártás- és karbantartás követésére, gyártás biztonságához és minőségbiztosításhoz, áruvédelmi rendszerekben, áru-eredet bizonyításra gyógyszereknél és élelmiszereknél

Elsősorban a logisztikai cégek foglalkoznak vele, mert leváltja a vonalkódos rendszereket. Az új áruazonosítási alkalmazása, a logisztikai rendszerek megbízhatóságát növeli és csökkenti az élőmunka igényeket mind a raktárakban, mind a raktáráruházakban. A valós idejű nyomkövetési képesség megbízhatóbbá teszi az árumozgatást és az áruvédelmet is.

Az RFID technológiát használhatják (tárgy birtoklásán alapuló) személy-azonosításra is de ilyenkor valójában nem a személy, hanem a szolgáltatási viszony jogosultság-ellenőrzése folyik. A személyek azonosítására szolgáló rendszerek: beléptető rendszerek és személykövetés; törzsvásárlói-, klub- és fizető- kártyák; egészségügyi alkalmazások, sport-, szabadidő- és háztartási felhasználások; közszolgáltatásokban való felhasználás.

Az RFID, hordozó technológiaként vesz részt a személyazonosításban: a címke beépül majd a személyi okmányokba (pl. útlevelebe), ilyenkor azonban a tárolt adatok közé biometria azonosítókat is bevesznek, hogy az azonosítás állandó és erős legyen.

Ezek az eszközök erős kontroll lehetőségét hordozzák, mivel folyamatosan adatokat képesek szolgáltatni a személyek tartózkodási helyéről és viselkedéséről. Így ezek az azonosító technológiák személy-azonosítási felhasználásai adatvédelmi aggályokat is felvetnek.

Az RFID és kapcsolódó technológiák jelentős előrelépést hoznak a gazdasági folyamatok informatizálásában, a költségek leszorításában és a fizikai folyamatok kontrolljában. A rádiófrekvenciás azonosító eszközök és a ráépülő rendszerek, az intelligens környezetet, nagy memória- és feldolgozási- kapacitással rendelkező és megbízható, kódolt eszközökkel alakítják ki.

