

DIPLOMADOLGOZAT

Rédey Ágnes

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Élelmiszermérnöki szak, MSc, nappali

**VEZETÉK NÉLKÜLI ADATGYŰJTÉSEN ALAPULÓ
NYOMON KÖVETÉSI RENDSZER TERVEZÉSE ÉS
ÖSSZEÁLLÍTÁSA ÉLELMISZERIPARI CÉLOKRA**

Belső konzulensek: Dr. Kertész István
egyetemi adjunktus
Tóth Fruzsina Bettina
PhD hallgató

Belső konzulensek
intézete/tanszéke: Élelmiszeripari
Méréstechnika és Automatizálás Tanszék

Készítette: Rédey Ágnes

Budapest

2023

TARTALOM

1	Bevezetés.....	1
2	A munka célja.....	2
3	Irodalmi áttekintés.....	4
3.1	Technológiai szükséglet.....	4
3.2	Szabályozás alapjai	6
3.3	RFID technológia.....	7
3.3.1	Az adatrögzítés gyakorlata	8
3.3.2	Frekvencia, hatótáv és csatolás.....	8
3.4	RFID összekapcsolása a szabályozó rendszerekkel - PLC.....	10
3.5	Ipar 4.0.....	10
3.5.1	Ipar 4.0 definíciója, lehetőségei és sikerfaktorai	10
3.5.2	RFID fejlődése a logisztikában	11
3.5.3	Az ellátási lánc teljesítményének javítása RFID technológia segítségével ...	12
3.6	Internet of Things.....	12
3.7	Az alkalmazás fejlesztése	13
3.7.1	A Visual Basic programozási nyelv	13
3.7.2	Unix idő	14
3.8	Tejtermékekre vonatkozó előírások.....	14
3.9	Kávészacc felhasználása.....	15
3.9.1	Pályázat lényege	15
3.9.2	Kávészacc felhasználási lehetőségei	15
3.9.3	Problémafelvetés	17
4	Anyagok és módszerek.....	19
4.1	CAEN RFID qLogTEMPERATURE (RT0013)	19
4.1.1	Praktikussági szempontok	20
4.1.2	Memória leírása	20
4.2	CAEN RFID eszközök specifikációja	21
4.2.1	CAEN RT0013 Dual Frequency Rain/NFC Data Logger Tag.....	21
4.2.2	CAEN R1250IEB -TILE-Compact UHF RFID Desktop Reader.....	23
4.2.3	További lehetőségek: TN-UHF-Q300-EU-CDS UHF Reader.....	25
4.3	Tejtermékek szállításának és árusításának körülményei.....	25
4.3.1	Szállításhoz és árusításhoz használt eszközök – Termoláda	26
4.3.2	Szállításhoz és árusításhoz használt eszközök – Látványhűtő	27
4.4	Zaccmentéshez kapcsolódó mérés tervezése és megvalósítása	27
5	Kísérleti/ tervezési eredmények és értékelésük.....	29

5.1	A program bemutatása	29
5.2	Kísérlettervezés.....	31
5.3	Mérési eredmények.....	31
5.3.1	Tejtermékek hőmérséklet nyomonkövetése	31
5.3.2	Kávézaccos fiók légterének vizsgálata	36
6	Összefoglalás.....	42

1 BEVEZETÉS

Az élelmiszeripar fontos feladata az élelmiszerbiztonság biztosítása, vagyis az élelmiszerek korai romlása, esetleg azok által okozott betegségek kiküszöbölése. Számos szabályozás és ajánlás vonatkozik erre a témakörre, aminek az egyik részterülete a nyomon követés.

Előfordulnak olyan helyzetek, amikor nehéz megoldani a vezetékes hőmérséklet mérést és szabályozást, ami kockázatot jelenthet a hűtve vagy fagyasztva tárolandó termékek esetében. Ez a probléma gyakran felmerül a kis- és középvállalkozásoknál. Dolgozatomban egy rendszert terveztem, ami megoldást jelenthet erre a helyzetre, egy programmal kiegészítve és RFID technológiát alkalmazva.

Az RFID technológia (Radio Frequency IDentification – rádiófrekvenciás azonosítás), ahogy a neve is mutatja, rádióhullámok segítségével működő azonosító módszer. Találkozhatunk vele áruk megjelölésénél. Egyes eszközökhöz érzékelőket kapcsolva adatokat tudnak rögzíteni a memóriájukban – például hőmérséklet vagy akár páratartalom értékeket, és mivel vezeték nélküli adatrögzítést és kiolvasást tesznek lehetővé, egyértelműen helyük van egy nyomon követési rendszer felépítésében.

Egyetemünk jelentős részt vállalt az ún. Digitális Élelmiszeripari Stratégia kidolgozásában (Friedrich, 2021), ami szerint a magyar élelmiszeripar csökkenő versenyképességén, és az emberi erőforráshiány gondjain javítani kellene digitalizációs eszközök fejlesztésével, népszerűsítésével és integrálásával. Ebbe a projektbe is bekapcsolódva merült fel a téma és jött létre ez a dolgozat.

2 A MUNKA CÉLJA

Az élelmiszeripari minőségbiztosításban az egyik legfontosabb tényező és egyben nagy kihívás a nyomonkövethetőség. Ez leginkább az érzékeny, hűtendő vagy fagyasztva tárolt élelmiszerekre vonatkozik, egyes termékeknél a páratartalom megfelelő beállítása is fontos szempont lehet.

A hőmérséklet megbízható nyomon követése kihívást jelent többek között a szállítás közben, illetve a kereskedők közötti áruátadásnál. Ezeknél jogi szempontból sem mindegy, hogy melyik felet terheli a felelősség az esetleges hiba miatt.

Elképzelhető az is, hogy egy raktárhelyiségben a hűtendő áru többször áthelyezésre kerül, vagy hibás elrendezés miatt az állványzat vagy a ládák között nem áramlik megfelelően a hideg levegő, ezért elégtelen egyes pozíciókban a hűtés.

Erre jelenthet megoldást az RFID technológia. Kártya méretű, szenzorokkal és kommunikációs interfésszel ellátott eszközöket, úgynevezett tageket tudunk a ládába helyezni, amiket így ugyanaz a hatás ér, mint az árut, és kis helyen elférnek. A félpasszív tagek rendelkeznek akkumulátorral, tehát folyamatosan tudják rögzíteni a bennük elhelyezett érzékelők jeleit. A jelek kiolvasása antennák segítségével történik, ahonnan az adatokat egy szoftver exportálja és rögzíti, hogy azok feldolgozhatóak legyenek. A tagek beprogramozhatóak úgy is, hogy a beállított határérték felett riasztást küldjenek.

A munkám célja, hogy a nyomonkövethetőséget praktikusabbá, egyszerűbbé tegyem a technológia által. Ehhez a Tóth Fruzsina Bettina (2022) által diplomamunkájához készített programot használtam és közösen fejlesztettük tovább. Ezzel a hőmérséklet adatok egyszerűen kiolvashatóak a kártyákról, és a későbbiekben beállítható lesz, hogy folyamatos kommunikáció mellett milyen értéktől küldjön riasztást a rendszer.

Ez a lehetőség különösen a kis- és középvállalkozásoknak lehet nagy segítség, elsősorban a hűtve vagy fagyasztva tárolandó termékek hőmérsékletének igényes és pontos megfigyeléséhez és dokumentálásához. A kis létszám és volumen miatt itt kiemelten fontos, hogy egyszerű és praktikus legyen a nyomon követés. A diplomadolgozat folytatásaként felmerül a lehetősége olyan programokba való csatlakozásnak, amik ezen gyártók technológiai felzárkóztatását, fejlesztését tűzték ki célul. A későbbiekben a mért adatok alapján szakmai tanácsadásra is kerülhet sor.

Céлом továbbá a technológia terjesztése a mindennapi életben, azaz a vállalatokon túl a kutatásban is. Az RFID technológiát számos ipari területen alkalmazzák. Az élelmiszeriparban még kevésbé elterjedt a használata, viszont sok rendhagyó helyzetben is praktikus eszköz. Dolgozatomban erre is szerepel egy példa, ami a témaválasztásnál ugyan még nem szerepelt a mérési tervek között, azonban a közelmúlt innovációs törekvései ihletet adtak. Egy úgynevezett Zaccmentő Pályázathoz (1. melléklet) kapcsolódva kutatási célokra is alkalmaztam a taget. A pályázat célja, hogy a kávézacc további felhasználási céllal elszállításra kerüljön a vendéglátó egységekből. Mivel a zacc egy nagy nedvességtartalmú, szerves anyagokban gazdag melléktermék, így keletkezésétől számítva rövid időn belül fel kell dolgozni elkerülve a mikrobák nagy számú elszaporodását. A zaccot a vendéglátóhelyeken különböző erre a célra kialakított tárolókban gyűjtik. A pályázati munkához kapcsolódva céлом volt meghatározni, hogy az említett tárolóegységek környezeti tényezőire (páratartalom és hőmérséklet) hatással van-e a vendéglátó egység munkaideje alatt felhalmozódott és adagonként hozzáadott zacc mennyisége.

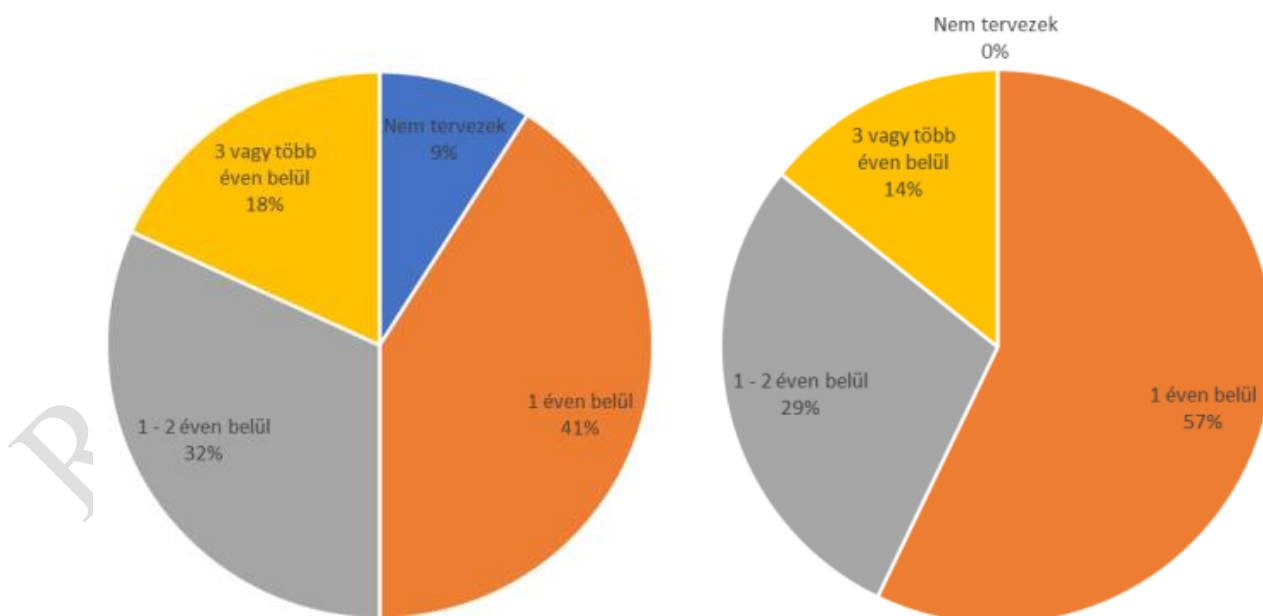
3 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1 TECHNOLÓGIAI SZÜKSÉGLET

A magyar élelmiszeripar nemzetközi szinten egyre kevésbé számít versenyképesnek. A legnagyobb hiányosságok a nyomon követéssel és minőségmenedzsmenttel kapcsolatban fedezhetőek fel, melyek nagy részben kiküszöbölhetőek lennének a digitalizációs eszközök fejlesztésével és népszerűsítésével.

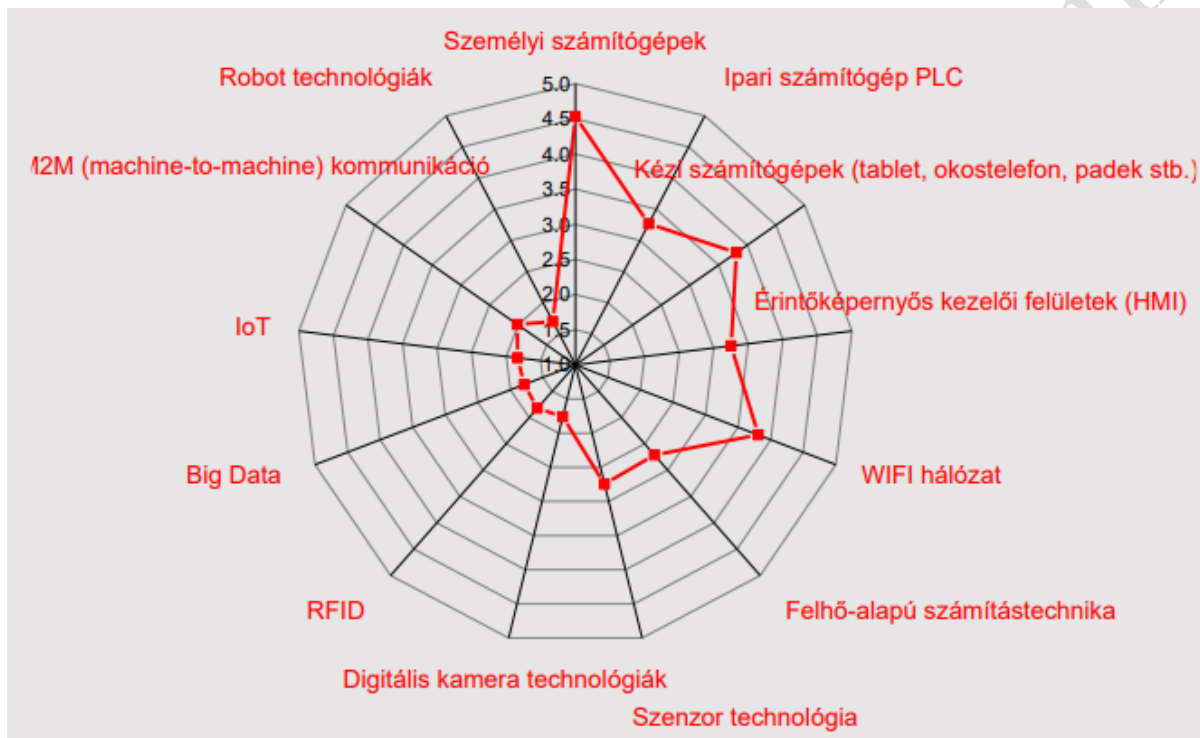
Elsősorban a kis- és mikroállalkozásoknak lenne szükségük segítségre, mivel ők jutnak kevesebb információhoz a felmerülő problémák lehetséges megoldásaival kapcsolatban, és a kis volumen miatt nagy szükség van a termelési hatékonyság növelésére.

A Digitális Élelmiszeripari Stratégia (DÉS) keretein belül kutatásokat végeztek azzal kapcsolatban, hogy bizonyos területek üzemei mit várnának, illetve mennyire nyitottak digitalizációra. (Friedrich és munkatársai, 2021) A válaszokból az látható, hogy a legtöbb ilyen vállalkozás akár egy-két éven belül digitális fejlesztéseket szeretne végrehajtani, ez különösen igaz a hús- és tejfeldolgozó üzemekre, amelyek a hűtve vagy fagyasztva tárolás és szállítás igénye miatt beletartoznak a legkritikusabb élelmiszerbiztonsági kategóriákba (1. ábra).



1. ábra: „Tervez beruházásokat a jövőben a digitalizálás vagy automatizálás területén?” – balra: húsipar; jobbra: tejipar (Friedrich és munkatársai, 2021)

A vállalkozók részéről a digitalizációtól elvárt eredmények elsősorban a termelékenység növekedése, a veszteségcsökkentés, a munkafegyelem növelése és a költségcsökkentés. A digitalizációnak egyes elemei már elterjedtek az élelmiszerüzemekben., mások kevésbé. A 2. ábrán látható, hogy az RFID technológia, amivel ez a dolgozat részletesen foglalkozik csak kb. 1,8-as értéket ért el az 1-5-ig terjedő Likert skálán, így ez a terület még több népszerűsítést igényel. (Friedrich és munkatársai, 2021)



2. ábra: Informatikai megoldások alkalmazásának elterjedtsége a hazai élelmiszerüzemekben, 1-5 Likert-skálán mérve a válaszadók átlagában (Friedrich és munkatársai, 2021)

A DÉS keretein belül kidolgoztak egy gazdaságfejlesztési, támogatási konstrukciót 2021-ben, és meghirdették élelmiszeripari vállalkozások számára a digitalizációs eszközök beszerzésére és technológiába illesztésére, valamint szorgalmazták, hogy a meglévő (élelmiszer)gazdaságfejlesztési, innovációs programokba (VINOP, KFI, HEPA, IFKA, stb.) kerüljön be a digitalizációs szempont. (Friedrich és munkatársai, 2021)

3.2 SZABÁLYOZÁS ALAPJAI

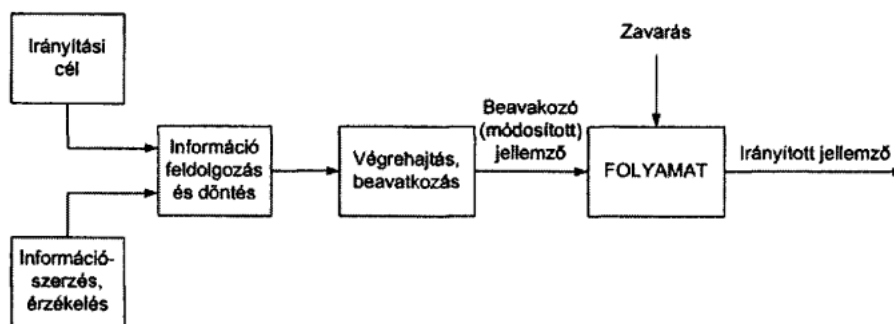
A hőmérséklet beállítása az egyik legtipikusabb példa a szabályozásra, ezért érdemes tisztában lenni az irányítás és szabályozás alapjaival. Az irányítás valamilyen folyamatba való beavatkozás adott cél érdekében. A környezetünkben sok helyen jelen van, megjelenhet többek között mechanikusan (zuhanyzó hőmérséklet beállítása) vagy elektronikusan is (szoba hőmérsékletének beállítása). (Keviczky, 2006)

Az irányításnál beszélünk bemenő és kimenő jelekről, melyek között időbeli eltérés van, és a korábbi értékük is hat a pillanatnyi kimenő jelre. (Nemes, 2012)



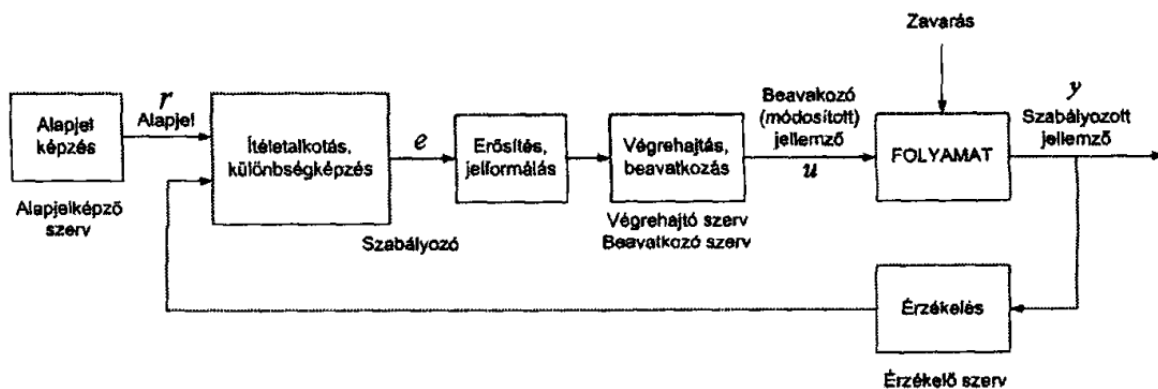
3. ábra: Irányított szakasz jellemzői (Nemes, 2012)

A 3. ábrán látható, hogy az irányított szakaszra zavaró jelek is hatnak. Ha az irányítás külső tényezőtől függ, a rendszer nyílt láncú, nem kap visszacsatolást, vezérlésnek nevezzük. (4. ábra)



4. ábra: Irányítási rendszer működési vázlata (Keviczky, 2006)

Sok esetben az irányított jellemzőnél konkrét értéket szeretnénk elérni, ezért szükség van visszacsatolásra, így csak olyan mértékben változtatjuk a bemenő jelet, amennyire eltér a kívánt értéktől. Így a hatáslánc zárt, tehát szabályozásról beszélünk. (5. ábra)



5. ábra: Szabályozás működési vázlat (Keviczky, 2006)

3.3 RFID TECHNOLOGIA

Az RFID technológia legáltalánosabb használata áruk, tárgyak megjelölése, kezelése és nyomonkövetése. Az Auto-ID technológiák egyik fajtája.

Az azonosításban a vonalkódhoz képest az RFID nagy előnye, hogy még az olvasó „látóterébe” sem kell kerülnie a tagnek, csak megfelelő távolságon belülre. Az ipari szereplők jó része drágának tartja ezt a technológiát, ezért gyakran nem gondolkodik el a bevezetésén. Számos tanulmány szól azonban arról, hogy egyes terméktípusoknál vagy folyamatoknál akár már egy éven belül megtérülhet ez a fajta befektetés. (Internet 1)

Az azonosítószámot egy integrált áramkör tárolja, ami egy antennához van csatlakoztatva. Ezt a kettőt együtt RFID transzpondernek vagy közismertebb nevén tagnek nevezzük. Ez a rész kerül a jelölendő tárgyra. Az olvasó eszköz, jellemzően egy antenna kommunikál a taggel, ez olvassa le az azonosító számot és egyéb, a tagben elmentett adatokat, majd betáplálja egy adatbázisba, vagy az azonosító alapján kikeresi a hozzá kapcsolódó korábban eltárolt információkat. Konstruktciótól függően az antenna képes a tagbe adatokat írni, vagy azt felprogramozni. (Meyers et al., 2007)

A módszer nagy előnye, hogy az információ továbbítása vezetékek vagy vizuális leolvasás nélkül megtörténhet, hiszen a leggyakoribb alkalmazás szerint az olvasó hozza létre az elektromágneses mezőt, amely az RFID tagben feszültséget gerjeszt, ezen keresztül történik a kommunikáció, más esetekben pedig a tag saját energiaellátásával. (Székely, 2021)

Az adatok rögzítése olyan tagekkel történik, amelyek kis helyet foglalnak, és tárolják az információkat. Ezekből energiaellátás alapján három típus létezik:

1. aktív tag: akkumulátorral működik, tehát folyamatos áramellátást kap, így bármikor képes továbbítani az adatokat
2. félpaszív tag: kisebb akkumulátorral működik, ami csak a belső érzékelői és a memória áramellátását biztosítja, az adattovábbításra önmagában nem képes, ehhez az olvasóból kap gerjesztő jelet
3. passzív tag: nincs belső áramellátása, csak az olvasó által biztosított elektromágneses mezőből kapja az energiát az adatrögzítéshez és -továbbításhoz egyaránt

(Glover & Bhatt, 2006)

A későbbiekben a fenti besorolásokat fogom használni, azonban szükséges megjegyezni, hogy Finkenzerler (2010) definíciója szerint az iménti felsorolásból a félpaszív taget aktívnak nevezi.

3.3.1 Az adatrögzítés gyakorlata

Az adatrögzítéssel kapcsolatban fontos szempont, hogy az információ vezeték nélkül tud terjedni – egy RFID olvasó és az RFID-tag között. Erre vivőhullámot, jellemzően szinuszos hullámot alkalmaznak, ami egy meghatározott frekvenciájú és amplitúdójú rádióhullám, adott fázissal. Mindhárom paraméter változtatható annak érdekében, hogy az információ továbbítása megtörténhessen a vivőhullám modulációjával. Ezt a lépést a modulátor végzi, a fordított műveletét, vagyis a modulált hullámból való információkinyerést pedig a demodulátor. (Meyers et al., 2007)

3.3.2 Frekvencia, hatótáv és csatolás

Az RFID rendszerek legfontosabb megkülönböztetési kritériumai az olvasó működési frekvenciája, a fizikai csatolás módja és a rendszer hatótávolsága. Nagyon eltérő frekvenciákon működhetnek a rendszerek, 135 kHz hullámhossztól 5,8 GHz-ig, ami már a mikrohullám tartományba tartozik. A fizikai csatoláshoz elektromos, mágneses és elektromágneses mezőket használnak. A rendszer elérhető hatótávolsága néhány millimétertől 15 m feletti tartományig terjed.

A nagyon kis hatósugarú, jellemzően 1 cm-ig terjedő RFID-rendszereket **szoros csatolású rendszereknek** nevezik. Ezek működéséhez a taget vagy be kell helyezni az olvasóba, vagy el kell helyezni erre a célra kialakított felületen. A szoros csatolású rendszereket elsősorban olyan alkalmazásokban használják, amelyekre szigorú biztonsági előírások vonatkoznak, de nem igényelnek nagy hatótávot. Ilyenek például az elektronikus ajtózárrendszerek, illetve az érintés nélküli intelligens kártyarendszerek fizetési funkcióival. (Finkensteller, 2010) Ezek a rendszerek az LF (low frequency) tartományba tartoznak, ami 30-300 kHz-ig terjed, de RFID-ra 125-134,2 kHz között alkalmazzák. (Meyers et al., 2007)

Az 1 m-ig terjedő írási és olvasási hatótávolságú rendszerek a **közepes csatolású rendszerek**. Szinte minden közepes csatolású rendszer az olvasó és a tag közötti induktív (mágneses) csatoláson alapul. Ezért ezeket induktív csatolású rendszereknek is nevezik. Ezen kívül van még néhány kapacitív (elektromos) csatolással rendelkező rendszer (Baddeley és Ruiz, 1998). A jelenleg értékesített RFID-rendszerek legalább 90%-a induktív csatolású rendszer. Emiatt ma már rengeteg ilyen rendszer van a piacon, és ezekhez tartozó szabványok, amik különböző alkalmazásokra meghatározzák a tag és az olvasó műszaki paramétereit, például érintés nélküli intelligens kártyákra, állatazonosításra vagy ipari automatizálásra (ISO 14443, érintés nélküli intelligens kártyák). A 135 kHz és 13,56 MHz közötti (HF, high frequency) frekvenciákat használják adatátviteli frekvenciaként, néhány speciális alkalmazás (pl. Eurobalance) még 27,125 MHz-en is működik.

Az 1 m-nél lényegesen nagyobb hatótávolságú RFID-rendszereket **nagy hatótávolságú rendszereknek** nevezzük. Minden nagy hatótávolságú rendszer elektromágneses hullámokkal működik UHF (Ultra High Frequency) és mikrohullámú tartományban. Ezen kívül vannak olyan nagy hatótávolságú rendszerek is, amelyek felületi akusztikus hullám tageket használnak a mikrohullámú tartományban. Mindezek a rendszerek 868 MHz-es (Európában) és 915 MHz-es (USA-ban) UHF frekvencián, valamint 2,5 GHz és 5,8 GHz mikrohullámú frekvencián működnek. Általában már passzív tagekkel is megközelíthető a 3 m-es távolság, míg félpaszív taggel akár 15 m-es és afeletti is elérhető. (Finkensteller, 2010)

Az 1. táblázatban látható, hogy az alapvető frekvenciatartományokon belül milyen jellemző frekvenciákon alkalmazzák az RFID-t.

1. táblázat: A frekvenciatartományok besorolása (Meyers et al., 2007 nyomán)

Tartomány	LF	HF	UHF	mikrohullám
elérhető frekvencia	30-300 kHz	3-30 MHz	300-1000 MHz	1-6 GHz
RFID-hez használt	125-134 kHz	13,56 MHz	433 & 860-960 MHz	2,4 & 5,8 GHz

3.4 RFID ÖSSZEKAPCSOLÁSA A SZABÁLYOZÓ RENDSZEREKKEL - PLC

A korábbiakban említésre került már a szabályozás fontossága és elméleti alapjai (3.2. fejezet), viszont a megvalósításról még nem esett szó. Az RFID rendszerek gyakran úgy lettek kialakítva, hogy összekapcsolhatóak legyenek programozható logikai vezérlőkkel (PLC).

A PLC a mikroprocesszor-alapú vezérlő rendszereknek egy speciális formája, amely programozható memóriát használ az utasítások tárolására és az olyan funkciók megvalósítására, mint a logika, időzítés, számlálás és aritmetika. (Chakravarthy)

Bemeneti eszközök (például érzékelők, kapcsolók) és kimeneti eszközök (motorok, szelepek stb.) a rendszer felépítése során a PLC-vel összekötésre kerülnek. A programozó elkészít és a PLC memóriájában eltárol egy utasítássorozatot, másnéven a vezérlő programot. A vezérlő beüzemelés után figyeli a be- és kimeneteket ennek a programnak megfelelően, és végrehajtja azokat az utasításokat, amelyekre programozták. (Chakravarthy)

A működése ciklikus jellegű, vagyis a beprogramozott hatáson végig haladva frissíti a bemeneti jeleket az előző ciklus kimenete és az érzékelők és más bemeneti eszközök állapotai alapján. (Tóth, 2022)

3.5 IPAR 4.0

Ez a fejezet a negyedik ipari forradalom (közismert nevén Ipar 4.0) technológiáinak hatását, állapotát és lehetőségeit vizsgálja az élelmiszeriparban, különös tekintettel az RFID megoldásokra. Az Ipar 4.0 átformálja a különböző iparágak tájképét, és ez alól az élelmiszeripar sem kivétel.

3.5.1 Ipar 4.0 definíciója, lehetőségei és sikerfaktorai

McKinsey et al. (2015) az Ipar 4.0-t a gyártási szektor digitalizációjaként határozzák meg, amelyet a bomlasztó technológiai klaszterbe sorolnak: adatszámítási teljesítmény és csatlakoztathatóság; analitika és intelligencia; ember-gép interakció; és digitális-fizikai

átalakítás. Az Ipar 4.0 hatással van a B2B (business to business) folyamatokban kritikus küldetésű alkalmazásokra, messzemenő átalakulással, de lassabb ütemű változással a fogyasztói internet digitális zavaraihoz képest.

A McKinsey et al. (2015) három dimenziót azonosítanak az Ipar 4.0 potenciáljának megértéséhez: a működési hatékonyság növelése, az üzleti modellek adaptálása és a digitális átalakulás alapjainak építése. Az Ipar 4.0 potenciáljának kihasználásához a McKinsey et al. (2015) hangsúlyozzák a működési hatékonyság növelésének fontosságát azáltal, hogy maximalizálják az értéket nyolc azonosított hajtóerő között, az üzleti modelleket az új értékészletekhez igazítják, és megalapozzák a digitális átalakulást.

Az Ipar 4.0-t úgy írják le, mint olyan gyártási folyamatok összeszervezése az értékláncban, amely a technológia és az eszközök autonóm kommunikációján alapul. Célja a jövő intelligens gyárainak létrehozása, ahol számítógép-vezérelt rendszerek figyelik a fizikai folyamatokat, virtuális másolatokat készítenek a fizikai világról, és önszerveződési mechanizmusok alapján decentralizált döntéseket hoznak. (Smit et al., 2016)

Az Ipar 4.0 sikeréhez kulcsfontosságúak: a rendszerek szabványosítása, a munkaszervezés változásai, a digitális biztonság, a képzett munkaerő rendelkezésre állása, a kutatás és beruházások, valamint egy közös EU-s jogi keret kialakítása. Ennek a bevezetését 2016-ban kezdték meg teljes körű megvalósítását pedig 2025 körülre tervezik. (Smit et al., 2016)

3.5.2 RFID fejlődése a logisztikában

Az RFID-technológia jelentős fejlődésen ment keresztül, és a második világháborús kezdetektől mára az Ipar 4.0 kulcsszereplőjévé vált. (Casella et al., 2022) A logisztikában az RFID intelligens azonosítási eszközként szolgál, amely lehetővé teszi az objektumok diszkrét és folyamatos nyomon követését. Ez kulcsfontosságú az összetett ellátási láncok nyomon követésével kapcsolatos kihívások kezeléséhez, lehetővé téve a szállítmányok, áruk vagy áramlások valós idejű lokalizálását.

Az RFID technológia sokféle előnyt nyújt az ellátási láncokban, beleértve az egyedi azonosítást, a valós idejű nyomon követést és a zökkenőmentes kommunikációt. Megkönnyíti az üzleti partnerek közötti együttműködést, javítja a készletkezelést, a szállítást, a tervezést, az előrejelzést és az eszközkezelést. Előnyei ellenére olyan nehézségek, mint a technikai problémák, az ügyfelek adatvédelemmel kapcsolatos

aggodalmai és a szabványosított gyakorlatok hiánya egyelőre akadályozzák a szélesebb körű alkalmazást.

3.5.3 Az ellátási lánc teljesítményének javítása RFID technológia segítségével

Az Ipar 4.0 összefüggésében az RFID technológia integrálása az ellátási láncokba elengedhetetlenné válik. Az RFID azon képessége, hogy valós idejű adatokat tud nyújtani az ellátási láncban, hozzájárul az érzékelőadatok automatikus generálásához, segíti a készletfigyelést, az áruazonosítást, a nyomon követést és a biztonságot.

Unhelkar és munkatársai (2022) tanulmánya részletezi az RFID alkalmazásait az értékesítési pontokon, raktárakban, logisztikai és disztribúciós folyamatokban, hangsúlyozva annak hatását az árukészletkezelésre, az emberi hibák csökkentésére, és a közös rendeléskiszolgálási környezetekre. Azonban elismeri az olyan kihívásokat, mint az elfogadási problémák és a címkék költsége.

További kutatások feltárják az RFID integrációját az Ipar 4.0 technológiákba, mint például a felhőalapú számítástechnika, az intelligens érzékelők és a dolgok internete (IoT). A tanulmány (Unhelkar et al., 2022) koncepcionális keretet javasol egy RFID-IoT alapú döntéstámogató rendszerhez, kiemelve a további kutatási lehetőségeket az ellátási lánc folyamatos optimalizálásához való kapcsolatukban.

3.6 INTERNET OF THINGS

Az Internet of Things (IoT; Dolgok Internete) olyan hálózatot jelent, ami érzékelőket, számítógépeket és egyéb eszközöket köt össze egymással, ezzel lehetővé téve adatrögzítést, továbbítást és feldolgozást is, mindezt minimális emberi beavatkozással.

Az IoT nagy szerepet játszik a technológiai fejlesztésekben, akár az ipari, mérnöki vagy politikai körökben, aminek köszönhetően mind a szaksajtóban mind a médiában népszerűvé vált. (Internet Society, 2015)

A dolgok internete kétségkívül forradalmasította életünket, mivel megnyitotta az utat a rengeteg olyan alkalmazásnak és szolgáltatásnak, amelyekre néhány évvel ezelőtt még nem is gondoltunk. Az internetelérés miatt azonban az adatok védelmével kapcsolatosan számos kihívás merül fel, mivel a mindennapi életünk és a cégek adatai is folyamatosan összekapcsolódnak. (Sanches-Gomez et al., 2020)

Az IoT ipari felhasználási területei között szerepel:

- a karbantartás előrejelzése, vagyis az eszközök minőségi ellenőrzése és a szerviz tervezhetősége;
- az eszközök, készletek nyilvántartása, helyzete, ennek köszönhetően a logisztika és optimalizálás megkönnyítése;
- valamint okos mérőeszközök alkalmazása, ami pl. a hőmérséklet monitorozására, és egyéb rendszerekkel összekötve szabályozására is használható. (Székely, 2021)

A hűtve vagy fagyasztva tárolandó termékek esetében a hűtési láncban ma már gyakran a csomagolásba építik be ezt a „kiber-fizikai” rendszert, mely ellenőrizni tudja a környezeti hőmérsékletet, és ha az átlépi a megengedett tartományt, az eszköz riasztást küld pl. a hűtőkocsinak, és az szabályozza a hőmérsékletet. Fontos előny, hogy nem szükséges emberi beavatkozás a hőmérséklet beállításához. (Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, 2019)

3.7 AZ ALKALMAZÁS FEJLESZTÉSE

Ahogy azt már korábban említettem a tagek felprogramozásához egy program készült. Ebben a fejezetben néhány, a programozáshoz szükséges alapot írok le.

3.7.1 A Visual Basic programozási nyelv

A program Visual Studio programozói környezetben, Visual Basic nyelven készült, mivel egy átlátható felhasználói felületet szerettem volna létrehozni. Ez egy objektumorientált programozási nyelv, és modulárisan, vagyis előre elkészített építőelemekből épül fel. A moduloknak köszönhetően tudott elterjedni és fennmaradni a nyelv, mivel sokkal egyszerűbb, mint a hagyományos alkalmazás-programozói felületet alkalmazó fejlesztés. Ezek miatt azonban pseudokódokkal működnek, ebből kifolyólag lassabbak is a programok.

A Visual Basicben a létrehozott elemeknek nevet kell adnunk, így tudunk a későbbiekben hivatkozni rájuk. A nyelv nem különbözteti meg a kis- és nagybetűket, és nem tiltja az ékezetes betűk használatát. Az egész számokat tizenhatos vagy nyolcas számrendszerben is meg lehet adni, ezekben az esetekben a szám elé kerül egy jelzés (&H... = hexadecimális; &O... = oktális számot jelent.) (Kuzmina, 2003) A tagek szempontjából ez is fontos szempont, mivel hexadecimálisan tárolják az adatokat.

3.7.2 Unix idő

Az Unix idő egy olyan eszköz, aminek segítségével az idő leírható egyszerű számokkal, mértékegységek nélkül. Az Unix idő szerinti 0 az 1970.01.01. 00:00:00 dátumot jelenti, és másodpercenként nő eggyel az értéke. Mivel egyszerűen, egy számként lehet „kódolni” a dátumokat, gyakran alkalmazzák elektromos mérőeszközökben, informatikai programokban. A későbbiekben bemutatott CAEN RFID qLogTEMPERATURE (RT0013) tag is ezt a módszert alkalmazza az idő mérésére. (Internet 2)

3.8 TEJTERMÉKEKRE VONATKOZÓ ELŐÍRÁSOK

A dolgozat során tejtermékek nyomon követésével foglalkoztam. A Magyar Élelmiszerkönyvben (2008) olvasható, hogy a külön jogszabályban leírtak alapján – vagy ennek hiányában a jó gyakorlatot figyelembevéve – a teljes folyamat során, tehát az előállításától a szállításon át a tárolás végéig, tehát az értékesítésig biztosítani kell a megfelelő hőmérsékleti körülményeket.

A Magyar Élelmiszerkönyvhöz tartozó, Megkülönböztető minőségi jelzéssel ellátott kézműves tejtermékekről szóló kivonat (2023) részletesen előírja azok alapanyag- és végtermék minőségi jellemzőit. Ide tartoznak a 1. Hőkezelt fogyasztói tejfeleségek 2. Tejföl 3. Juhgomolya sajt 4. Óvári sajt 5. Trappista sajt 6. Pálpusztai sajt 7. Körített túró. A különleges minőségű kézműves tejtermékek Jó Eljárási Gyakorlata fejezetben szerepel, hogy már a termelőnél is 6°C alatt kell tárolni, amit a fogyasztóhoz juttatásig meg kell tartani.

A helyi termelői piacokra, mint a mozgó és/vagy ideiglenes előállító- és forgalmazó helyekre vonatkozó követelmények jó higiéniai gyakorlat útmutatója (2012) leírja, hogy a környezetben előforduló és szobahőmérsékleten szaporodni képes romlást okozó baktériumok gyarapodását gátolni kell a hőmérséklet megfelelő szinten tartásával. Ezt a szállítás és a helyszínen lévő árusítás közben is meg kell tartani. Az ajánlások között szerepel a termobox, vagy hűtőtáska, megfelelő mennyiségű jégakkumulátorral ellátva, vagy ha megoldható, akkumulátoros hűtőberendezés alkalmazása.

3.9 KÁVÉZACC FELHASZNÁLÁSA

3.9.1 Pályázat lényege

2023. őszén a Coca-Cola HBC Magyarország és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Zaccmentő pályázatot hirdetett. A pályázat alapja a kávé fogyasztási szokásokra vezethető vissza ugyanis évente 18 ezer tonna kávéfogyasztunk el, amiből 14 ezer tonna kávézacc keletkezik. A kávézaccban még nagy mennyiségű értékes összetevő található, amik miatt más iparágakban újrahasznosítható lenne, például az élelmiszeriparban, de mezőgazdaságban gyógyszeriparban vagy akár csomagolóanyagok, üzemanyagok készítésére is. Azonban nagy része nem kerül felhasználásra mert nincs kiépített rendszer ezek kezelésére. A pályázat elsősorban a vendéglátóipari nagy mennyiségű zacc begyűjtésére és kezelésére vonatkozó megoldási javaslat, rendszer kiépítését célozza. (Internet 3)

3.9.2 Kávézacc felhasználási lehetőségei

Az elhasznált kávézaccnak (spent coffee grounds = SCG) ahogy a 3.9.1. fejezetben is említettem, számos felhasználási lehetősége van. Ezek közül egészségügyi szempontból a mikrobiológiai stabilitás elsősorban a takarmányozási és élelmiszeripari felhasználásnál a legfontosabb. A továbbiakban ezekre írok példákat. (Franca és Oliveira, 2022)

3.9.2.1 SCG takarmányozási felhasználása

Az SCG-t az állatállomány alternatív takarmányforrásaként is javasolták. A korábbi tanulmányokban az SCG-nek a kérődzők takarmányának összetevőjeként történő felhasználására összpontosítottak, ahol olyan összetevőket helyettesítettek, melyek tápértékben gazdagabbak voltak, így csökkent a takarmányadag energia- és tápanyagtartalma. Ezt úgy figyelték meg, hogy az állatokkal végzett korai in vitro vizsgálatok során a szárazanyag emészthetősége csökkent az SCG mennyiségének növekedésével. (Sikka et al., 1985), (Xu et al., 2007) Mindazonáltal egy közelmúltban végzett tanulmány vizsgálta az SCG alacsonyabb dózisokban történő alkalmazását tejelő juhok takarmányának funkcionális összetevőjeként (de Otálora, 2020). Az SCG arányának 100 g/kg-ra (takarmányszárazanyag) növelése a tejhozam, a fehérje- és zsírtartalom növekedését eredményezte. Továbbá nem találtak különbséget a szárazanyag látszólagos emészthetőségében és a takarmányozási viselkedésben, ami azt jelzi, hogy az SCG felvétele

javította a tejtermelést és a tejösszetételt anélkül, hogy károsította volna a táplálkozási viselkedést vagy a látszólagos emészthetőséget.

3.9.2.2 Az SCG élelmiszeripari felhasználása

Az SCG-ből nyert kivonatok gazdag antioxidánsforrások lehetnek, így a szintetikus antioxidánsok alternatívájaként használhatók számos élelmiszerrel kapcsolatos alkalmazásban. (Kim et al., 2016) Megfigyelték, hogy mind az etanolos, mind a vizes SCG-kivonatok magas antioxidáns aktivitást és DPPH gyökfogó képességet mutattak. Az értékelt extrakciós módszerek közül a fűtött etanolos extrakció (1 óra 80 °C) volt a leghatékonyabb az antioxidánsok extrakciójában, valamint a lipioxidáció megelőzésében olajemulziós és nyers húsos rendszerekben.

Néhány tanulmány foglalkozott az SCG felhasználásával az italok előállításában. Például Sampaio et al. (2013) háromlépéses eljárást alkalmaztak az SCG-ből szeszes ital előállítására: 1. hidrotermális kezelés, 2. a kapott kivonat szacharózzal kiegészített fermentálása etanollá, és 3. desztilláció. Az aromaanalízis alapján a kávé volt a legrepresentatívabb aroma, és az érzékszervi értékelési eredmények azt mutatták, hogy az elkészített italnak kellemes kávé íze és illata van. Masino és munkatársai (2022) az SCG abszolút etanollal való összekeverésével készített kivonatokot alkalmazták, hogy kávéízű likőrkeverékeket állítottak elő vízzel, karamellel és glükózsiruppal. Arra a következtetésre jutottak, hogy az elkészített hidroalkoholos oldatok kávékivonatok vagy ízesítők helyettesítésére használhatók kávéízű likőr készítésénél.

Az a tény, hogy az SCG gazdag rostforrásnak tekinthető, lehetővé tette olyan tanulmányok létrejöttét, amikben sütőipari termékekben szándékoznak felhasználni. Martinez-Saez és munkatársai (2017) a zaccot élelmiszer-összetevőként kekszben alkalmazták. Az eredmények megerősítették, hogy az SCG az oldhatatlan rostok, antioxidánsok és esszenciális aminosavak természetes forrása. Az SCG-t alacsony kalóriatartalmú édesítőszerrel és oligofruktózzal együtt adták a kekszkészítményekhez. Az eredmények azt mutatták, hogy az SCG közvetlenül felhasználható élelmiszer-összetevőként a kekszekben (legfeljebb 4 tömegszázalékban), anélkül, hogy befolyásolná a termék végső táplálkozási vagy érzékszervi minőségét. Egy másik kutatásban az SCG-t és az olajtartalmának szuperkritikus extrakciója után kapott maradékot (SCGR) használták fel a sütemények elkészítéséhez. (Sharma et al., 2021) Mind az SCG-vel, mind az SCGR-vel készült termékeket összehasonlították a texturális tulajdonságok, a bioaktivitás, a

prebiotikus aktivitás és az érzékszervi minősítés szempontjából. Nem volt szignifikáns különbség a probiotikus életképesség mértékében a két típusú sütemény esetében, ami arra utal, hogy a poliszacharid profil nem változott szignifikánsan az olajkivonás során. Az érzékszervi minősítés eredményeit elfogadhatónak ítélték (10-ből 7 pont) a legfeljebb 7%-os (W/W) SCGR-t vagy SCG-t tartalmazó sütemények esetében, ezt összehasonlították a kontroll mintákkal, amelyek értékelése 9 pont. A nagyobb koncentrációjú SCGR használata növelte a keserűséget, és hátrányosan befolyásolta az állagot és az általános elfogadhatóságot. Mindazonáltal ez a tanulmány megerősítette az SCG-ben, mint sütőipari alapanyagban rejlő lehetőségeket. Ezenkívül az extrahált SCG olaj polifenolokban gazdagnak, és enyhe baktericid hatásúnak bizonyult, így más élelmiszerek funkcionális összetevőjeként is felhasználható.

Az SCG-t a piskóták funkcionális összetevőjeként is értékelték. (Hussein et al., 2013) Megfigyelték, hogy a liszt SCG-vel való helyettesítése (2, 4 és 6%) a barnulás mértékének csökkenéséhez vezetett, ami a kontrollmintához képest alacsonyabb glikémiás cukorfehérjeteralomnak tulajdonítható. Az SCG-kiegészítés a kontroll mintához képest szignifikánsan nagyobb térfogatú, tömegű és fajlagos térfogatú piskótákat eredményezett. A textúraprofil elemzési adatok azt mutatták, hogy az SCG hozzáadása a süteménykészítményhez csökkentette a termék keménységét, rugalmasságát, kohézióját, ruganyosságát, gumiszerűségét és rágósságát. Az SCG hozzáadása káros hatással volt az érzékszervi tulajdonságokra, bár a 2 és 4% SCG-vel készített sütemények szignifikánsan magasabb érzékszervi pontszámot mutattak a 6% SCG-vel kiegészített süteményekhez képest. Az elhasznált kávézaccból kinyert olajat Meerasri és Sothornvit (2022) használta a vaj részleges helyettesítésére (10-30%) kekszekben, ahol 20%-os helyettesítési arány volt az a határ, amelynél képzett bírálók elfogadhatónak értékelték az érzékszervi tulajdonságokat. A vaj részleges helyettesítése SCG-olajjal növelte mind a fenoltartalmat, mind az antioxidáns hatást, és lágyította a kekszek állagát.

3.9.3 Problémafelvetés

Ugyan számos ötlet és tanulmány született a kávézacc hasznosítására, kevés az elérhető információ azzal kapcsolatban, hogy az összegyűjtés során a magas hőmérséklet és nedvességtartalom mennyire kedvez a mikrobák elterjedésének, és ezek hatására bekerülhetnek-e káros anyagok, vagy akár megbetegedést okozó mikroorganizmusok a zaccból készült termékekbe. Ez a kis mennyiségű, vagy akár a helyben felhasználás esetében

nem jelentős kérdés, azonban a HoReCa (Hotels, Restaurants, Cafés) szektorban, ahol nagyobb mennyiségű SCG keletkezik, ami tovább áll és a felhalmozás miatt kevésbé szellőzik, illetve tud kiszáradni, fontosnak tartom megvizsgálni ezt az aspektust. Ennek megválaszolása egy komolyabb mikrobiológiai és kémiai vizsgálatot igénylő témakör lenne, ami nem tartozik jelen dolgozat témájához. Azonban a mikrobák szaporodásának fontos tényezője a zacc fizikai és kémiai tulajdonságain túl a tárolóedény légterének a hőmérséklete és páratartalma is, különösen a felszínen megtelepedő mikrobák szempontjából. Erre a mérésre alkalmas a hőmérsékletet és páratartalmat mérő szenzorral rendelkező RFID tag.

Rédey Ágnes - Diplomamunka

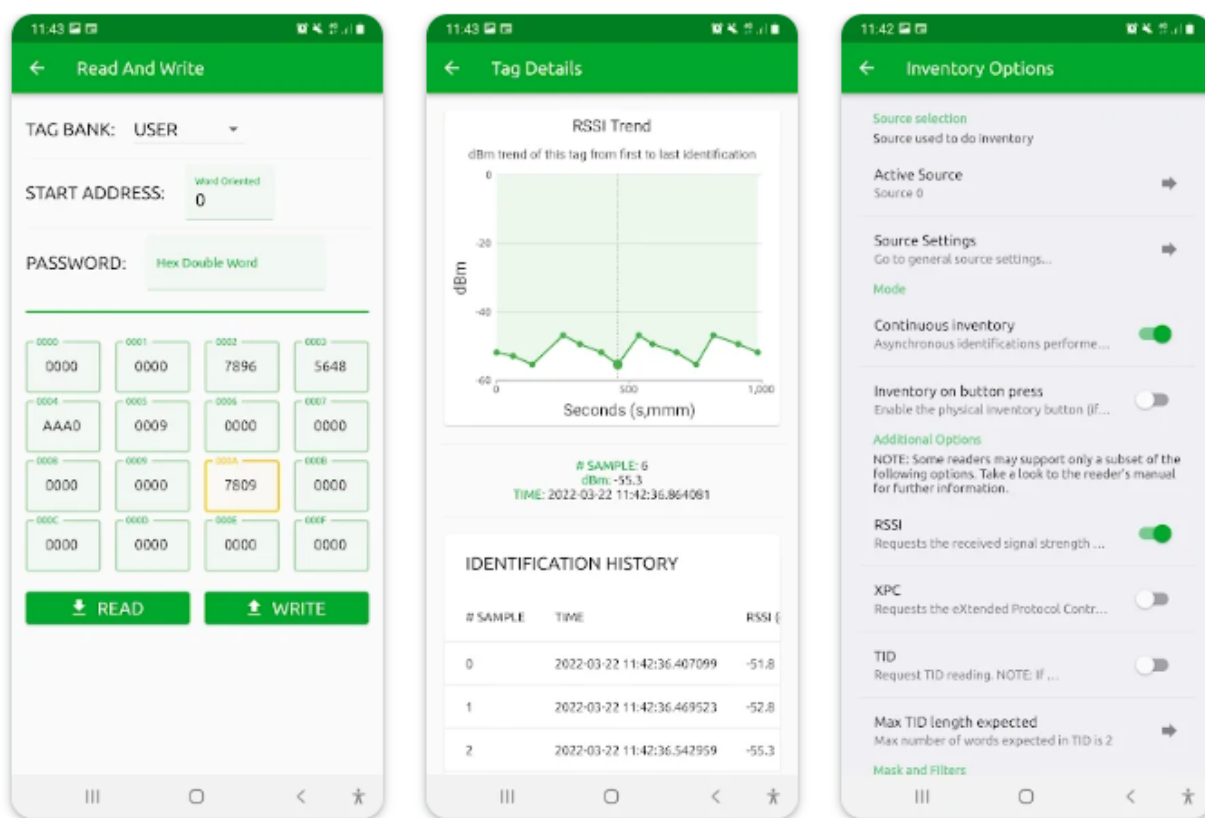
4 ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1 CAEN RFID qLogTEMPERATURE (RT0013)

A dolgozat során a CAEN RFID qLogTEMPERATURE (RT0013) taggel dolgoztam, ami egy félpaszív NFC/RAIN RFID hőmérséklet- és páratartalom-naplózó, amit általában érzékeny élelmiszerek és gyógyszerek szállítás közbeni tárolási körülményeinek ellenőrzésére használnak.

A taghez tartozik egy mobil applikáció is, amellyel a felhasználói felületnek köszönhetően lehet az eszközt leltározni, olvasni, írni, és zárolni. (6. ábra)

Az alkalmazást több telefonon kipróbáltuk, de sajnos egyikén sem működött. Ez a tag felprogramozási lehetőségén túl megerősíti a készített program hasznát.



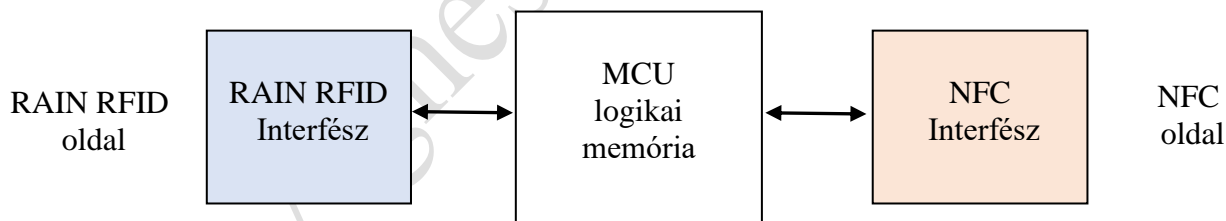
6. ábra: Példák a CAEN RFID applikáció funkcióira (Internet 4)

4.1.1 Praktikussági szempontok

- vezeték nélküli működés
- robusztus külső, erős borítás (strapabírás)
- kompakt méret (kártya)
- repülőn is alkalmazható (rádiófrekvenciás működésnek köszönhetően)
- NFC interfész – okostelefonnal leolvasható
- 16 hőmérsékleti tartomány beprogramozható küszöbérték-riasztásokkal (Caen, 2021)

4.1.2 Memória leírása

Az RT0013 logikai regiszterek és naplóadatok a mikrokontroller memóriájában (MCU) találhatóak, és nem érhetők el közvetlenül a RAIN RFID (UHF EPC C1G2/ISO 18000-63) és az NFC oldalról. Ezekhez a logikai regiszterekhez való hozzáférés közvetetten történik: két memória (RAIN RFID interfész és NFC interfész) szolgál az MCU és a RAIN RFID/NFC részek közötti kommunikációra. (7. ábra)



7. ábra: RT0013 memóriájának működése (Caen, 2021 nyomán)

4.2 CAEN RFID ESZKÖZÖK SPECIFIKÁCIÓJA

4.2.1 CAEN RT0013 Dual Frequency Rain/NFC Data Logger Tag

Ebben a fejezetben a 4.1. fejezetben részletezett tag jellemzőinek számszerű adatai találhatóak. (8. ábra.; 2. táblázat)



8. ábra: CAEN RFID RT0013 tag (Internet 5)

A tag ABS (akrilnitril-butadién-sztirol) tokkal készült, aminek a legfontosabb tulajdonsága az ütésállóság és keménység. Ez az anyag jól feldolgozható, jó hőálló, kémiaailag ellenálló és aránylag rugalmas, még alacsony hőmérsékleten is. Ellenáll az alkoholokkal, valamint az állati-, növényi- és ásványi olajokkal, vizes savakkal és lúgokkal szemben, viszont az észterekben, ketonokban, etilén-dikloridban és acetonban oldódik. A tömény kénsav és a salétromsav megtámadja. (Internet 6)

2. táblázat: CAEN RFID RT0013 technikai adatai (Internet 5)

Frekvenciatartomány	<ul style="list-style-type: none"> •NFC/HF: 13,56 MHz •RAIN/UHF: 860-930 MHz
RFID protokollok	<ul style="list-style-type: none"> •NFC/RFID ISO 14443 Type A Interface •RAIN: EPC Class 1 Gen 2 – ISO18000-63
Tag típusa	Félpaszív
Mintavételek száma	4096
Működési hőmérséklet	-30°C - +70 °C
Hőmérséklet adatok pontosság	±0,5°C
Páratartalom tartomány	0-100% relatív páratartalom
Páratartalom adatok pontossága	±3,5%rH, 20-80% rH
Maximális élettartam	5 év
Mintavételi idő pontossága	<ul style="list-style-type: none"> • NFC/HF: 5cm • RAIN/UHF: 5 m levegőben
Elérhető memória	160 bit az EPC memóriabankban és 448 bit a USER memóriában
Monitoring várakoztatásának időtartama	18 óra
Jellemzők	<ul style="list-style-type: none"> •Többször konfigurálható mintavételi intervallum •Hőmérséklet és páratartalom hisztogram funkció •Konfiguráció és indítás NFC és RAIN interfészeiről is •Minták kikérése NFC és RAIN interfészeiről •NFC és RAIN között megosztott felhasználói mem.
Riasztási lehetőségek	<ul style="list-style-type: none"> •Többféle konfigurációs lehetőség •Tervezett érkező időpont (csomagok) •Akkumulátor állapota
Akkumulátor élettartalma	1 év (használat és üzemi hőmérséklet függvényében)
Akkumulátor típusa	Li/MNO2 Model Renata CR2430SN
IP minősítése	IP68
Tokozás anyaga	ABS
Méret	(H)92mm x (M) 63mm x (Sz)6,5 mm
Súly	42 g

4.2.2 CAEN R1250IEB -TILE-Compact UHF RFID Desktop Reader

A tag olvasójaként (és írására) a CAEN R1250IEB -TILE-Compact UHF RFID Desktop Reader-t alkalmaztam. Az easy2read[®] termékcsalád asztali olvasója, egy RAIN RFID olvasó beépített antennával, mely rövid és közepes hatótávolságú alkalmazásokra alkalmas. (9. ábra, 3. táblázat)



9. ábra: CAEN R1250IEB -TILE-Compact UHF RFID asztali olvasó (Internet 7)

Az olvasót közvetlenül egy USB-kábel táplálja és vezérli, így lehetővé teszi a RAIN RFID tagek egyszerű irodai vagy terepi környezetben történő olvasását. Ennek köszönhetően használható különféle alkalmazási lehetőségekre, például az értékesítési pontoknál, a dokumentációra, tagprogramozó állomásként, és így tovább. Okospolcok és okoskijelzők építőelemeként is használható.

Mivel az európai és az Egyesült Államok szabályozási környezetének egyaránt megfelel az olvasó, ezért ez lehetővé teszi a telepítést a világ különböző országaiban a kiskereskedők, szállítmányozók, raktárak és más globális szervezetek igénye szerint.

A Tile olvasó fő alkotóelemei a CAEN RFID QuarkUp modul, egy ultrakompakt UHF RFID modul, és a Quad, ami a CAEN RFID által tervezett kompakt körkörös polarizált antenna. (Internet17)

3. táblázat: CAEN R1250IEB -TILE-Compact UHF RFID Desktop Reader technikai adatai (Internet 7)

Frekvencia sáv	865,6 - 867,6 MHz; 902 - 928 MHz
RF teljesítmény	18 fokozatban programozható
Kimeneti teljesítmény pontossága	± 1 dB
Antenna típusa	integrált körkörös polarizált antenna
Frekvencia tolerancia	± 10 ppm a teljes hőmérsékleti tartományban
Csatornák száma	4 csatorna
Szabvány	EPC C1G2/ISO 18000-6C
Felhasználói felület (visszajelző led)	Piros LED: Bekapcsolás Zöld LED: Tag olvasás
Kapcsolat	Mini USB B típusú csatlakozó USB 2.0 FullSpeed (12 Mbit/s) Nagy teljesítményű A típusú USB port Virtuális COM port: • adatátviteli sebesség: akár 115,200 kbps • adatbitek: 8 • stopbitek: 1 HID profil
Méret	125mm (Sz) x 125mm (H) x 25 mm (M)
Működtető feszültség	5V \pm 5%- DC tápellátás (max. 650 mA)
Üzemi hőmérséklet	-10 °C és +55 °C között
Súly	220g
USB kábel hossza	1 m

4.2.3 További lehetőségek: TN-UHF-Q300-EU-CDS UHF Reader

Ahogy a korábbiakban írtam, olyan rendszerek kialakítása is lehetséges, ahol folyamatos a kiolvasási lehetőség. Ehhez viszont nagyobb hatótávra van szükség, mint a 4.2.2. fejezetben bemutatott CAEN R1250IEB modellnél.

A TN-UHF-Q300-EU-CDS UHF Reader, (10. ábra) a Werner Turck GmbH & Co. KG, Németország terméke. Ez egy olyan antenna, ami egyrészt nagy hatótávon képes kapcsolódni a tagekkel, másrészt integrálva van benne egy webserveres olvasó, egy web alapú UHF RFID tesztprogram, és akár 4 további külső antennán keresztül képes kapcsolódni, a kb. 10 m-en belül található tagekkel. Ennek köszönhetően beépíthető az „Internet of Things” szemléletbe, és rajta keresztül távolról is nyomon követhetőek az adatok. Ezen felül Codesys programozói rendszerben felprogramozva integrálható PLC rendszerekbe, aminek köszönhetően a vizsgált környezet szabályozását is meg lehet oldani. (Internet 8)



10. ábra: A Turck gyártmányú TN-UHF-Q300-EU-CDS UHF Reader (Internet 18.)

4.3 TEJTERMÉKEK SZÁLLÍTÁSÁNAK ÉS ÁRUSÍTÁSÁNAK KÖRÜLMÉNYEI

Ahogy már korábban szóba került, a kisvállalkozásoknak célszerű lehet ez a program, ezért a méréseket Csány Bálint, erdőkürti őstermelő segítségével végeztük el. Szarvasmarhákat tartanak, és a tejuket feldolgozva készítenek termékeket, amiket házhozszállítással, illetve piacon értékesítenek. A tejtermékeket üvegben, befőttesüvegben

értékesítik, amire betétdíjat kérnek, és vissza is váltják gazdasági és környezetvédelmi megfontolásból.

A kis volumen miatt sem igényük nincs egy egész hűtőterű gépjármű üzemben tartására, sem erőforrásuk nincs rá. A szállítás közbeni hűtve tárolást termoládával oldják meg, jégakkumulátorokkal kiegészítve. A nyitásoknál a doboz légtere feltehetőleg felmelegszik, és kérdéses, hogy a szállítás során a sok nyitogatás mellett mennyire marad stabil a tárolási hőmérséklet, elegendő-e a jégakkumulátorok hűtőkapacitása. Illetve ugyanez a kérdés a piacon a dobozban maradt árukkal kapcsolatban is felmerül. Ugyanis van egy kis látványhűtőjük, viszont a teljes árukészlet nem fér bele, az utántöltésig, vagy akár a megmaradt termékekkel a hazaérkezésig továbbra is fennáll a felmelegedés veszélye.

Az ilyen helyzetekre megoldást jelenthet az RFID tagek alkalmazása, mivel:

- a vezetékes hőmérés és adatrögzítés nem oldható meg
 - o a ládák felépítése és
 - o a sok helyváltoztatás miatt
- a tag kis mérete miatt nem foglal el helyet a termékektől
- a szabályozott légterű tároló túl költséges lenne
- közvetlen a termékek melletti hőmérséklet mérhető, nem merül fel, hogy megtévesztő lehet a hűtőberendezés falába épített érzékelő

4.3.1 Szállításhoz és árusításhoz használt eszközök – Termoláda

Cukrászati thermoláda 600x400x300 mm 80 liter ECO

Max. teherbírás: 80 kg

Ürtartalom: 80 liter

Külső méret: 685x485x360 mm

Belső méret: 625x425x300 mm

Hatékony szállítási és tárolási rendszer a hideg és meleg ételek számára.

- használható: - 40 ° C és +120 ° C
- nagyon tartós és hosszú élettartamú
- higiénikus, szagtalan és mosogatógép-biztos
- könnyen kezelhető
- lassú hővesztés, magas hőszigetelő tulajdonság
- könnyű

(Internet 9)

4.3.2 Szállításához és árusításához használt eszközök – Látványhűtő

PICCOLO Panorámavitrin (Scaiola): 2 üvegpolec ; Hűtés: keringő levegő; Automatikus leolvasztás; Kézi nyitás; LED világítás; CE minősítés. (11. ábra)



11. ábra: PICCOLO Panorámavitrin

Műszaki adatok:

- Csatlakozás: 230 V / 184 watt
- Hűtőközeg: gáz R134a
- Hőmérséklet tartomány: +4 °C - +15 °C
- Űrtartalom: 120 liter
- Méretek: • 101 x 42 x magasság 54 cm

(Internet 10)

4.4 ZACCMENTÉSHEZ KAPCSOLÓDÓ MÉRÉS TERVEZÉSE ÉS MEGVALÓSÍTÁSA

A kávézaccot a legtöbb HoReCa szektorhoz tartozó vendéglátó egységben fiókban gyűjtik, és forgalomtól függően naponta többször, vagy csak nap végén ürítik. A fiók a nap nagy részében zárva van ezért feltehetőleg a szellőzése csekély, a páratartalom és a hőmérséklet nem csökken nagymértékben. A fiók belsejének tetejére rögzítettük a taget, úgy, hogy a szenzor lefelé mutasson, így tudja mérni a hőmérsékletet és a páratartalmat végig egy nap folyamán.

Mérés elvégzésére három különböző helyszínt tudtam felkérni.

A Púder Bárszínház nem kifejezetten kávézó, elsősorban bár és étterem. Átlagos forgalmú hétköznapon (mint amilyen a mérés napja is volt) nagyjából 30 kávérendelés

szokott lenni a 11-órás nyitás és kb. este 11 órai zárás között. A kávézaccot egy fa fiókba gyűjtik.

A Caphe by Hai Nam egy modern berendezésű kávézó. A kávéforgalma nagynak mondható, óránként kb. 10-15 db. A kávézaccot egy külön erre a célra készített fémpiókba gyűjtik.

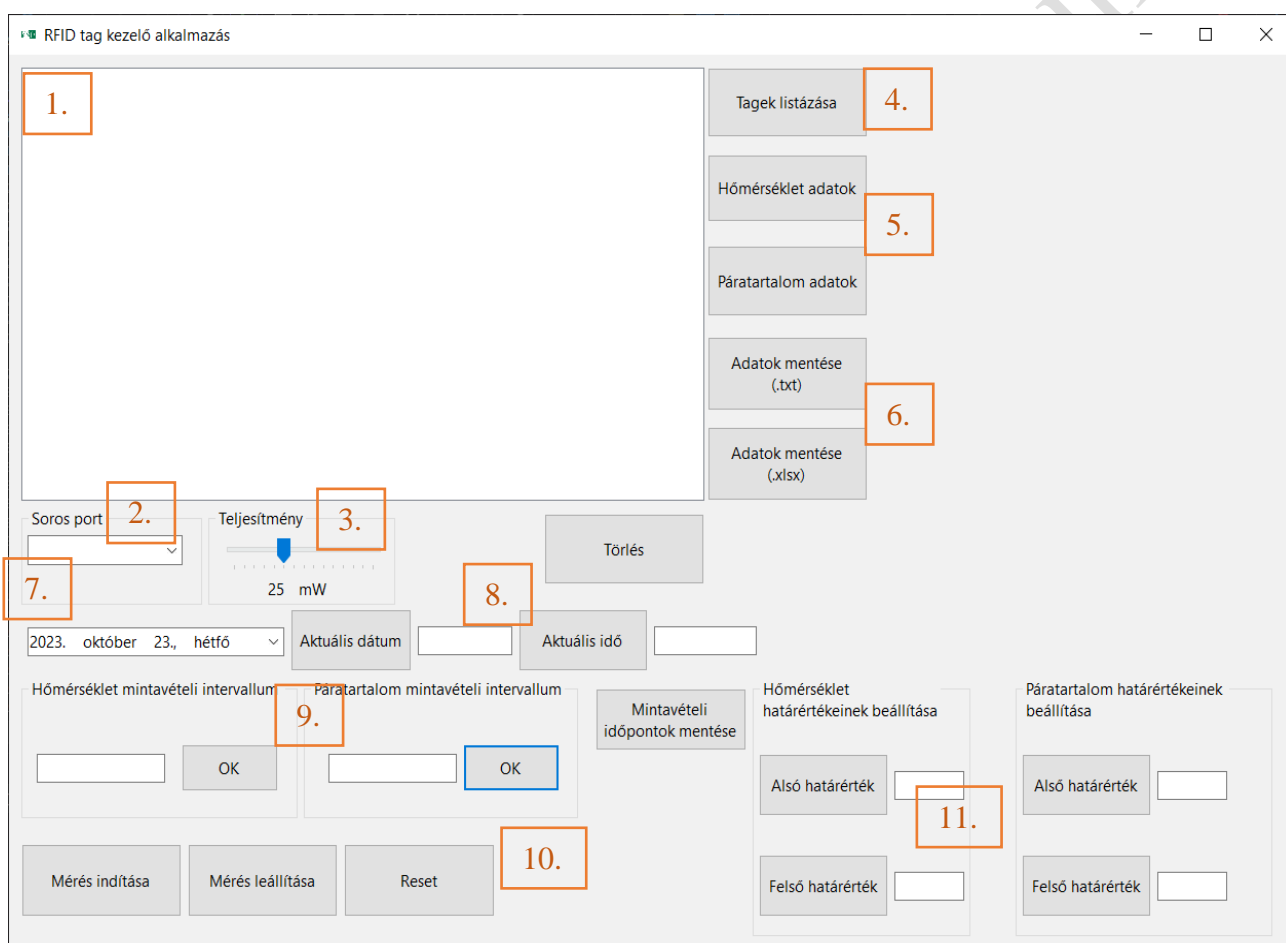
A Starbucks vállalatnak a Podmaniczky Frigyes téri üzlete adott lehetőséget a mérésre. Ebben az üzletben a zaccosfiók műanyag, a kávégép része. Multi hálózat lévén a három mérési hely közül itt a legnagyobb a forgalom, óránként 20-30 kávérendeléssel lehet számolni.

Rédey Ágnes - Diplomamunka

5 KÍSÉRLETI/ TERVEZÉSI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1 A PROGRAM BEMUTATÁSA

A program megírására a Visual Studiot használtam, ami több programozási nyelvet is tud kezelni és grafikus felületek készítésére is kiváló. A programot a már említett Visual Basic (3.6.1. fejezet) programozási nyelven fejlesztettük, az elkészített felhasználói felület az 12. ábrán látható.



12. ábra: RFID tag kezelő alkalmazás felhasználói felülete

Az 12. ábrán az egyes részek könnyebb beazonosítása érdekében narancssárga számokkal jeleztem az egyes részeket, az alábbiakban ezekre hivatkozom a program bemutatásánál.

1. A program ablak bal felső sarkában látszik egy információs ablak. Itt kapunk információt arról, ha a kapcsolódás, beállítás vagy a beolvasás sikeres volt, illetve a későbbiekben a mért hőmérséklet és páratartalom értékek is itt jeleníthetők meg.

2. A csatlakozáshoz be kell állítanunk, hogy melyik kommunikációs porton keresse a számítógépünk a csatlakoztatott antennát.
3. Ha az olvasó nem tudja beolvasni a kártyát, akkor a teljesítményét növelni kell, ehhez készült egy csúszka.
4. Az információs ablak mellett található a tagek listázása gomb, ami a csatlakoztatáshoz szükséges. A program egyszerre egy taggel való kommunikációra készült.
5. A memóriában külön adatsorok készülnek a hőmérséklet és a páratartalom adatokra, ezért ezek kinyerését két külön gombbal lehet kezdeményezni. Ahogy a korábbiakban említettem, ebben a dolgozatban csak a hőmérséklet nyomon követés taglalása zajlik, ennek ellenére a programot igyekeztünk úgy előkészíteni, hogy a későbbiekben a páratartalom mérésére is alkalmas legyen.
6. A kiolvasott adatsorok könnyebb feldolgozása érdekében beterveztem kettő „Adatok mentése” gombot. A .txt kiterjesztésűt egy jegyzetömbbe, a .xlsx kiterjesztésűt pedig egy új Excel munkafüzetbe menti a lekért értékekkel kitöltve.
7. A Visual Studioban egy „datetime picker” segítségével kiválaszthatjuk az aktuális dátumot. Ezt a program átfordítja a 3.5.2. fejezetben említett unix időre.
8. Az unix időre lefordított számokat hexadecimálisra átírja a program, mert így tudjuk felprogramozni a taget.
9. A tag alapértelmezett beállítása alapján fél percenként történik a mintavétel. Amennyiben nem szükséges ez a gyakoriság (hőmérsékletmérésnél elég ritkábban), a programban beállítható, a mintavételi intervallum a hőmérsékletre és a páratartalomra is.
10. A beállítások után elindítható a mérés. Van egy további gomb a mérés leállítására. Az adatok kiolvasása után, új mérés elkezdése előtt a memóriát resetelni (nullázni) kell.
11. Az ablakunk jobb alsó sarkában a nagy hatótávú, folyamatos kapcsolattartásra képes antennához készülő rész látható. Ha van egy a 4.2.3 fejezetben bemutatotthoz hasonló UHF RFID antennánk, akkor alkalmassá tehető a rendszer a folyamatos adatkiolvasásra, és az internethez való csatlakozással riasztásra. A tagnél be lehet állítani alsó és felső határértéket, mind a hőmérsékletre, mind a páratartalomra, így a túllépésnél a rendszer riasztást küld közel valós időben.

5.2 KÍSÉRLETTERVEZÉS

Mivel a tag memóriája véges, és nem szeretnénk túl sok mérési pontot, érdemes meghatározni a mérési időközt. A tag az antenna segítségével a programunkkal nullázható és indítható a mérése, ami a memória beteléséig vagy (szintén az antennán keresztül a programunk használatával) a mérés leállításáig tart.

Természetesen így az indítás és a ténylegesen kiértékelendő adatok között lesznek fölösleges mérési pontok (mérési helyre szállítás, hűtőben várakozás a piacra/fogyasztóknak szállítás előtt). Ezeket a kiértékelés során nem vesszük figyelembe, viszont a memóriát foglalják, ezért ezzel az időtartammal is kell számolnunk.

A tag 4096 Byte-ot tud menteni, ami 2018 db mintát jelent. Ezt az idő rögzítése is csökkenti, ami ráadásul két helyet foglal, mert az egyik helyen a dátumot, a másikon az időpontot kódolja, tehát $2018 / 3 = 672$ db mintát tudunk egy méréssel rögzíteni. Ha a programot úgy állítjuk be, hogy 15 percenként mérje és mentse az adatokat, akkor elméletben $672 * 4 / 60 \approx 168$ órahosszan tudunk mérni.

A tapasztalatok alapján a tejtermékeknél elegendő gyakoriságnak tartom a 15 percenkénti hőmérséklet ellenőrzést, mivel, ha ki is olvadnak a jégakkumulátorok, (vagy más esetben elromlana a hűtés,) a hűtőtér nem melegszik fel túl gyorsan, a termékek maghője pedig még tovább megtartja a hőmérsékletét. A zaccos fiók légterének változásai lekövetése miatt a kisebb kávéforgalmú hely esetében öt percesre állítottam be a mérési időintervallumot. A két nagyobb forgalmú helyen öt másodpercenként történt a mintavétel, így a tag memóriája kb. 56 percnyi mérést tett lehetővé.

5.3 MÉRÉSI EREDMÉNYEK

5.3.1 Tejtermékek hőmérséklet nyomonkövetése

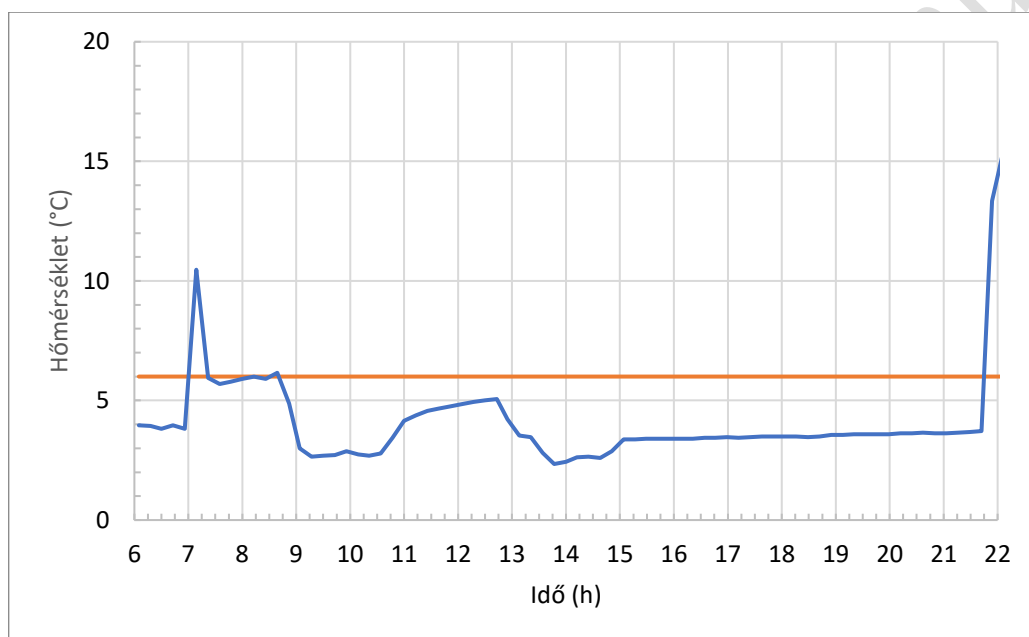
Három különböző mérést hasonlítok össze az alábbiakban, kettő piacra szállítás és ottani árusítás közben történt, de a két esetben a tagek különböző módon voltak kezelve, a harmadik pedig egy házhozszállítás közbeni mérés.

Az első mérésnél a taget eleve hűtőben tároltuk a termékekkel együtt. Ezután ezek a változtatások történtek:

- 07:09 termékek és tag áthelyezése a termolárába

- 14:56 hazaérkezés
- 21:46 termoládából kikapolás

A hőmérsékleti diagram a 13. ábrán látható. A diagramon narancssárga vonallal látható a 6 °C-os szint, ami alatt kell tárolni a tejtermékeket, ahogyan ezt a 3.7. fejezetben leírtam. A piacon a termékek ki- és bepakolása miatt ingadozott ugyan a hőmérséklet, de a megengedhető szint fölé csak minimális időre emelkedett. Ezek alapján kijelenthetjük, hogy a jégakkumulátorok hűtőkapacitása és a termoláda hőtartása elégséges volt ebben az esetben élelmiszerbiztonsági szempontból.

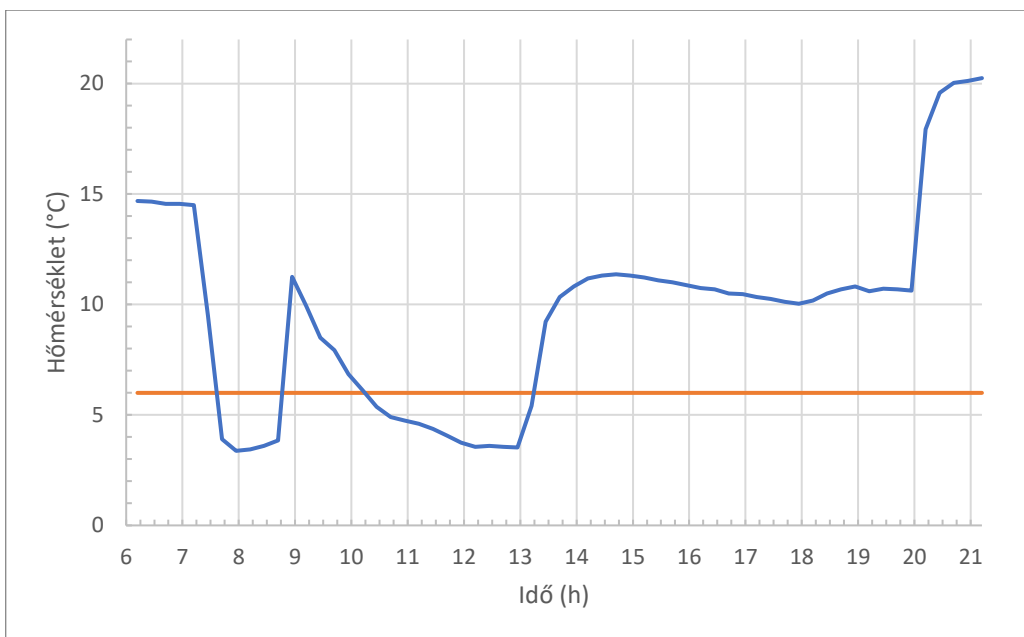


13. ábra: Első mérés hőmérsékleti diagramja

A második mérés során nem került korábban hűtőbe a tag, csak a termoládába pakolásakor. A piacra érkezéskor átkerült a látványhűtőbe. Visszainduláskor pedig visszakerült a dobozba, és bekerültek mellé a visszavett üvegek.

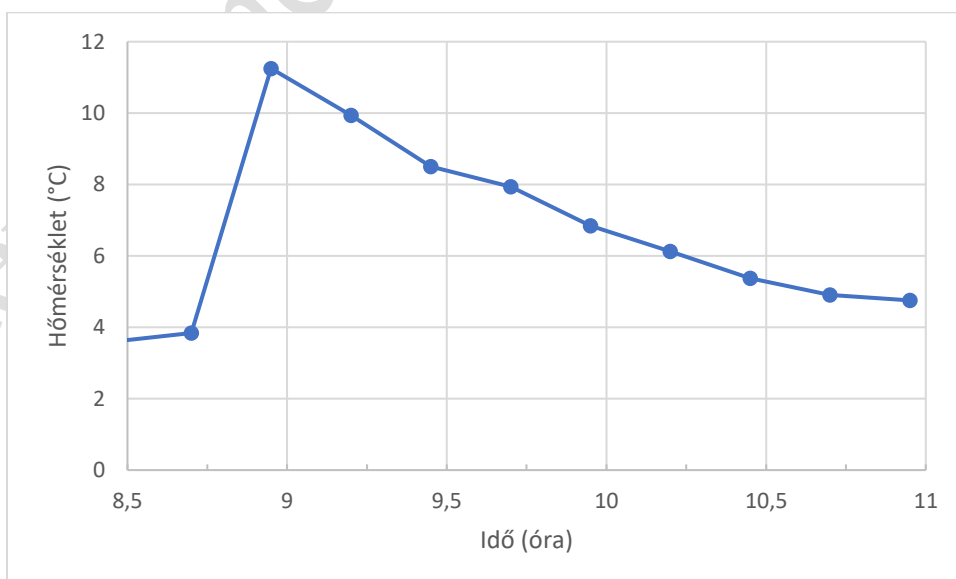
- 07:21 termoládába bepakolás
- 09:00 piacra érkezve átpakolás a látványhűtőbe
- 13:10 termoládába vissza

Az 14. ábrán látható a második mérés hőmérsékleti diagramja.



14. ábra: Második mérés hőmérsékleti diagramja

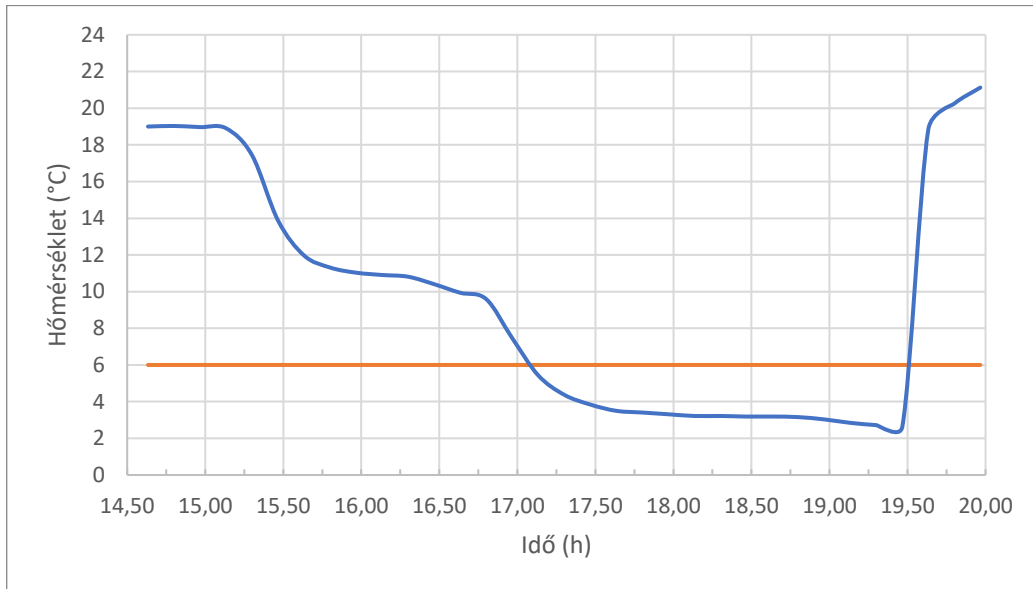
A diagramon látható, hogy ennél a mérésnél jóval több eltérés lett, mint az elsónél. A kritikus időszak kiemelt diagramja a 15. ábrán látható. Ez az időszak nagyjából 1,5 órás volt, ami a hűtési lánc megszakadására túl nagy eltérés. Ennek nagy valószínűséggel az oka, hogy a látványhűtő nincs behűtve a piacra érkezés előtt, és a teljesítménye kicsi ahhoz, hogy a hűtési lánc megszakítása nélkül egyből lehűtse a teljes légtérrel és át lehessen pakolni bele a termékeket.



15. ábra: Kritikus időszak hőmérséklet diagramja

A harmadik mérés házhozszállítás közben történt, a bepakolás után a tag végig a termoládában volt a bepakolástól az utolsó címhez érkezésig. A kiszállítás során kilenc megálló volt, azaz kilencszer nyitották ki a láda tetejét. (16. ábra)

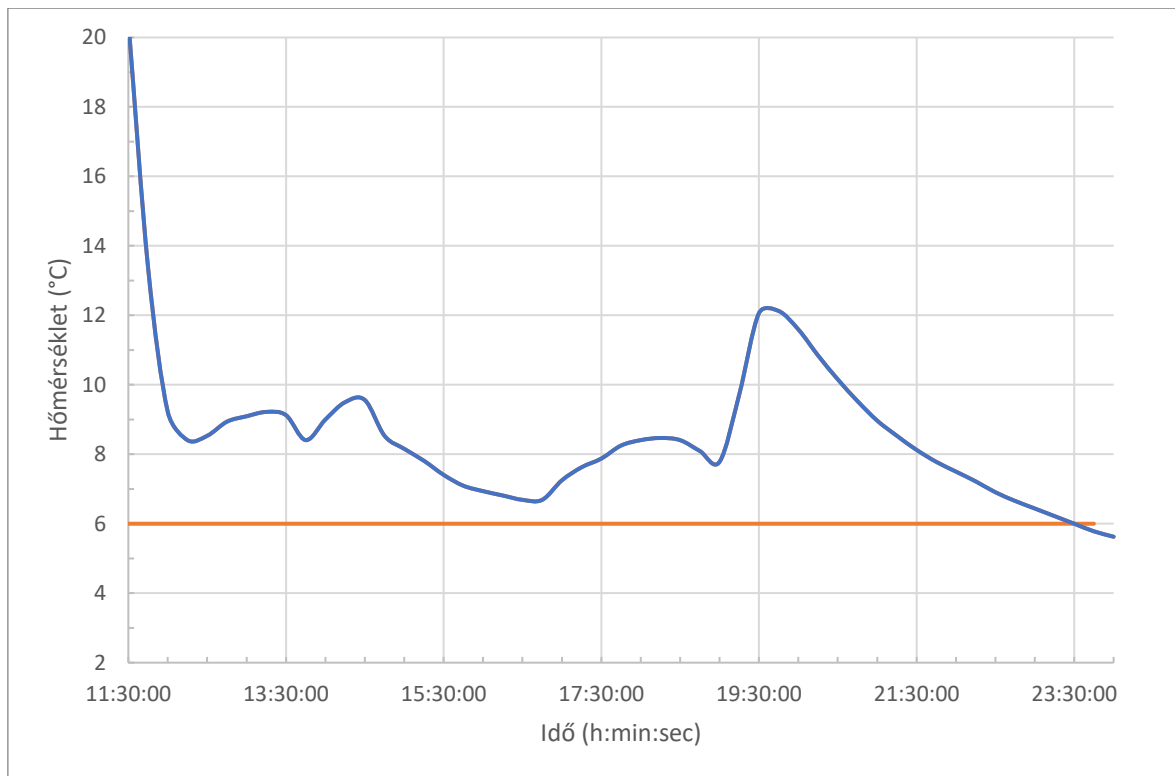
- 15:16 termoládába bepakolás
- 19:30 szállítás befejezése



16. ábra: Harmadik mérés hőmérsékleti diagramja

A harmadik mérés rendhagyó volt a korábbiakhoz képest. Nemcsak a házhozszállítás ténye, hanem a termékek miatt is. A diagramot figyelve problémásnak tűnhet a lassú lehűlés (körülbelül 15:30-tól 17 óráig tartott a tag 6°C alá hűtése). Ez azonban azért történt így, mert ennél a szállításnál frissen vágott és bontott nyers hús termékeket is tettek a ládába, amik körülbelül 19°C -os hőmérsékletűek voltak, amikor a ládába kerültek, így ezt a tömeget lassan tudták lehűteni a jégakkumulátorok. A mérésnél látható egy hirtelen hőmérséklet csökkenés (16:50 magasságában), ez az egyik megálló után történt, ennek két lehetséges oka van. Az egyik, hogy nagy mennyiségű hús került ki a dobozból így kevesebb tömeget kellett tovább hűtenie a jégakkumulátoroknak; a másik pedig, hogy a tag egy jégakkumulátor közvetlen közelébe kerülhetett a kipakolás következtében.

Ezt a mérést megismételtem egy másik alkalommal, amikor nem szállítottak előre nem behűtött húst, ezért feltételezhetően ez nem okoz anomáliát. Ennek a mérésnek a diagramja a 17. ábrán látható. A bepakolás és indulás 11:30-kor volt.



17. ábra: Megismételt házhozszállítás kori mérés hőmérsékleti diagramja

Ezen a diagramon látható, hogy a hőmérséklet folyamatosan csökkenne, de zavaró tényezők miatt mindig visszamelegszik. Sokkal látványosabbak az egyes megállók, hiszen többször enyhén fölmelegedett a légtér. Ez két dolognak lehet a következménye: egyrészt a doboz felnyitásának, másrészt a visszavett üvegek bepakolásának.

Értékelés

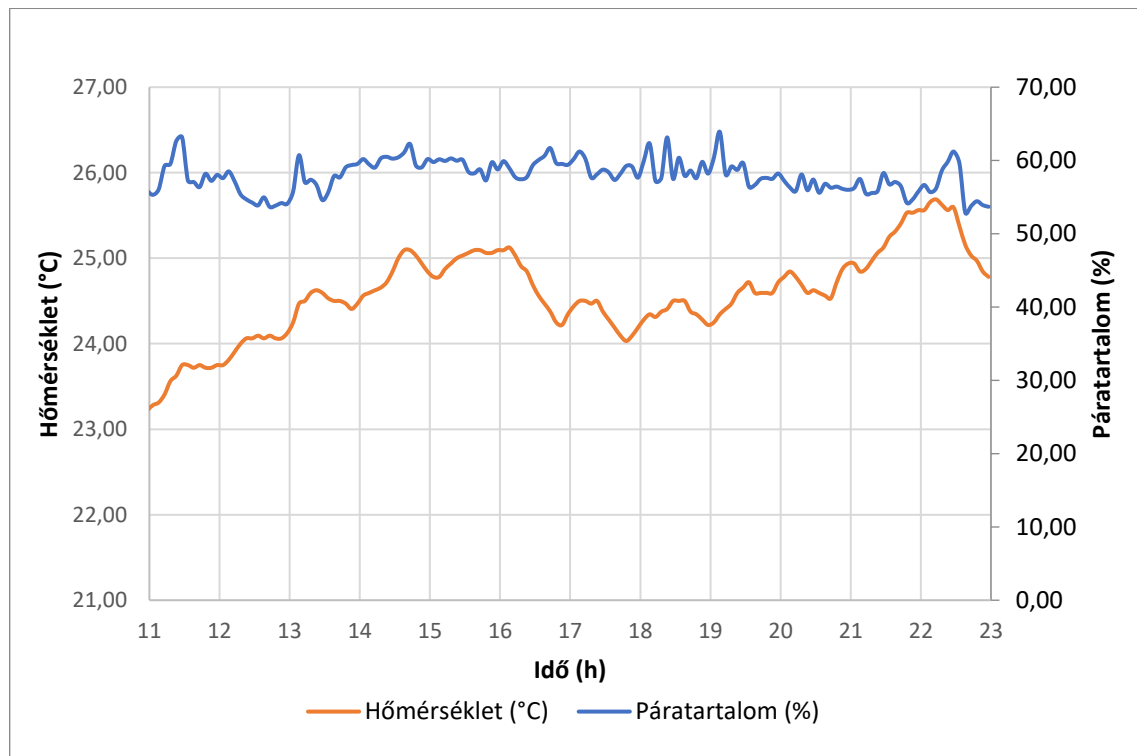
Habár a probléma felvetésénél a termoláda hőtartását feltételeztem kétségesnek, a mérésnek köszönhetően kiderült, hogy a látványhűtő teljesítménye elégtelen erre a használatra. A tag használata nélkül ez az elégtelenség feltehetőleg nem derült volna ki, ami egyes esetekben korai minőségromláshoz, vásárlói elégedetlenséghez és akár megbetegedésekhez vezetett volna, ami gazdasági hátrányt jelent. Ezen kívül fontos tanulság, hogy az üres üvegeket nem szabad a dobozba tenni, mert több hőt képesek leadni, mint várnánk.

A probléma feltárásának köszönhetően lehetőség nyílik a megoldás keresésére, akár tanácsadásra.

5.3.2 Kávészaccos fiók légterének vizsgálata

A három különböző helyszínen tett mérések merőben különböző eredményeket hoztak.

A Púder Bárszínházban készült mérés diagramja az 18. ábrán látható.



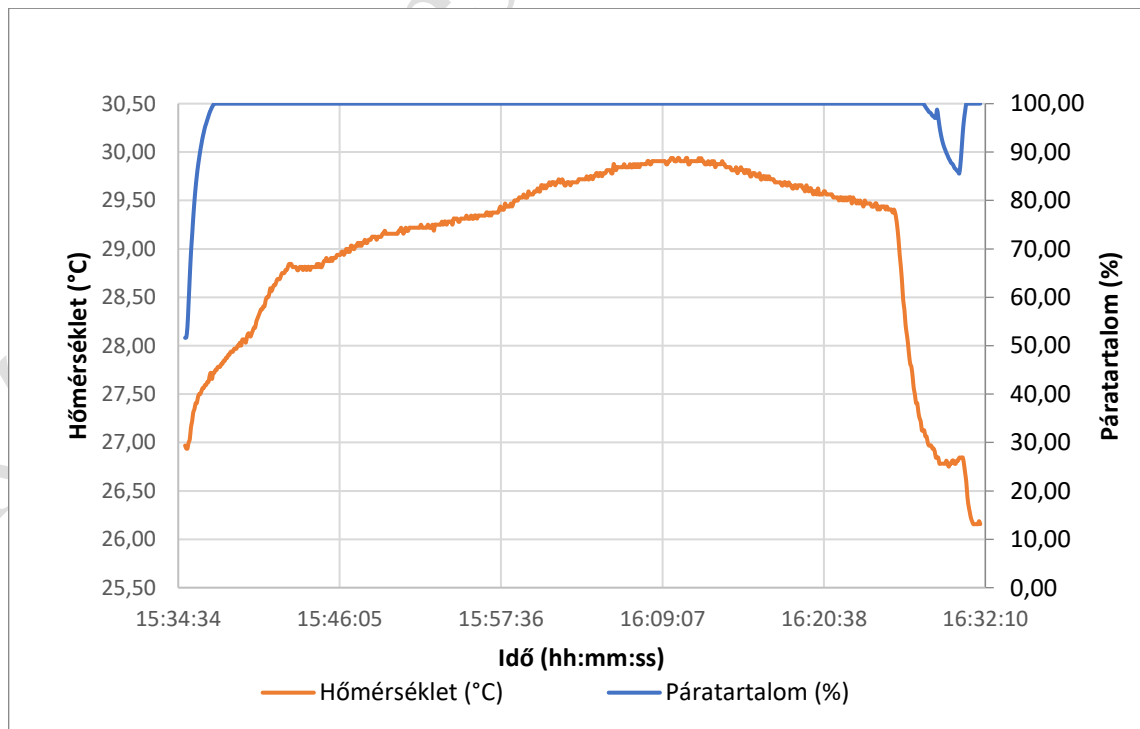
18. ábra: A Púder Bárszínház zaccos fiókjának hőmérséklet és páratartalom diagramja egy nap alatt

Az ábráról leolvasható, hogy a fióknak sem páratartalma, sem a hőmérséklete nem tért el jelentősen a légköritől. Ez magyarázható az alacsony kávéforgalommal, vagy a fiók típusával, ami az 19. ábrán látható. A régi fa fiókot nem is minden alkalommal tolják be teljesen, így könnyedén tud szellőzni.



19. ábra: Púder Bársház zaccgyűjtő fiókja

A **Caphe by Hai Namban** végzett mérés egy órán keresztül zajlott, öt másodperces felbontással. Ez idő alatt kb. 11 adag kávét készítettek. A mérés kezdetén csak behelyeztük a kártyát a fiókba, amiben már a nap korábbi részében készült kávék használt zaccá benne volt, a fiókot nem szellőztettük ki. A mérés diagramja az 20. ábrán látható.



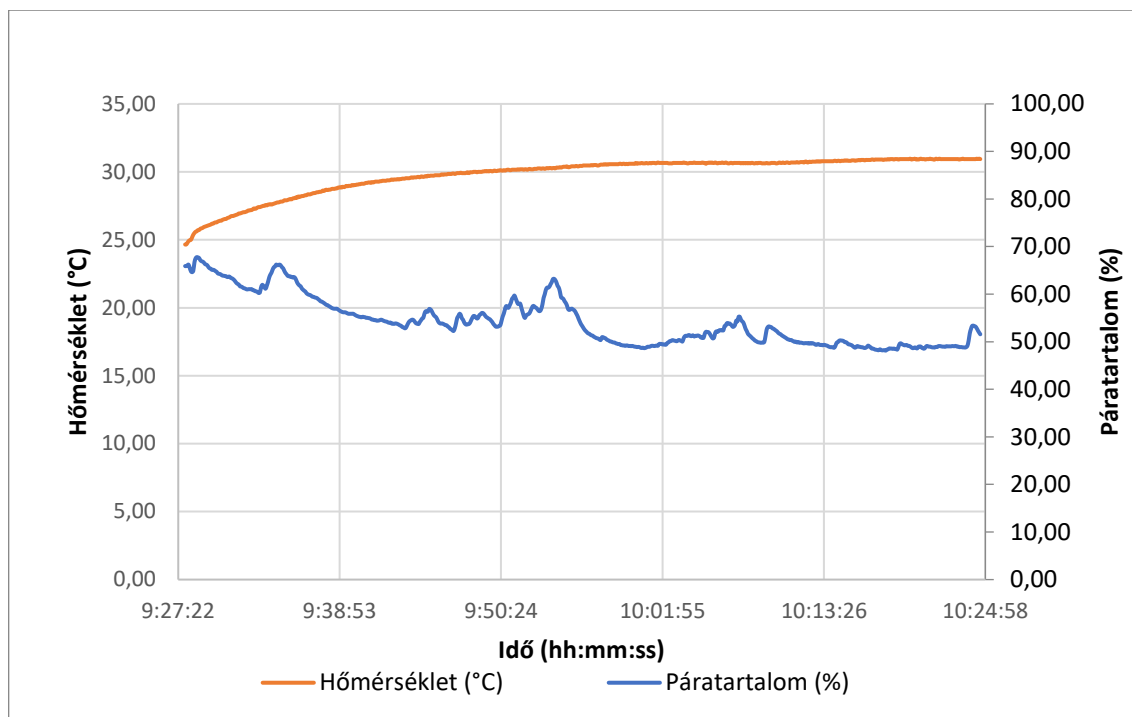
20. ábra: A Caphe by Hai Nam zaccos fiókjának kettős diagramja egy óra alatt

A diagramról leolvasható, hogy a hőmérséklet ebben az esetben 27 és 30 °C között változott, ami magasabb, mint a légköri, tehát ez a fiók kevésbé szellőzik. Ezt még inkább alátámasztja a páratartalom értéke, mivel az szinte az egész mérés alatt 100%. Ez a fém zaccgyűjtő fiók pontosan záródik és pereme van, a fotója az 21. ábrán látszik.



21. ábra: A Caphe by Hai Nam pult alatti fém zaccgyűjtő fiókja

A **Starbucks**nál a mérés egy délelőtti órában történt. Itt a mérés előtt kiöntötték a zaccot, kihúzva a fiókot, így szinte teljesen a légkörrel megegyező szintről indult a mérés. A zaccgyűjtő fiók ebben az esetben a kávé gép része, műanyagból van, és kifelé zárt, fölfelé azonban nyitott, lényegében a kávé géppel közös a légtere. A diagram a 22. ábrán látható.



22. ábra: A Starbucks zaccos fiókjának hőmérséklet és páratartalom diagramja egy óra alatt

A mérés alatt kb. 25 adag kávét főztek le. A diagramon látható, hogy a hőmérséklet fokozatosan emelkedett, a páratartalom pedig néhány alkalommal hirtelen megemelkedett, ennek ellenére összességében csökkent. Valószínűleg a kávék lefőzésekor az újonnan érkező meleg zaccból hirtelen megindul a víz elpárolgása, viszont lassan, de folyamatosan szellőzik a kávégépen keresztül. A kihúzott fiók a 23. ábrán látható.



23. ábra: Starbucks kávégépezék zaccgyűjtő fiókja a tag behelyezésekor

Értékelés

A három különböző mérés összehasonlítására összeállítottam egy táblázatot, amiben külön a hőmérséklet és a páratartalom maximális-minimális értékei, átlaga, szórása és mediánja látható (4. táblázat). Ez alapján látható, hogy a hőmérsékleti mediánok és átlagok nem nagyban térnek el egymástól, és a szórás is aránylag kicsi, habár a Starbucks esetében a legnagyobb. A páratartalom szórása egyértelműen a Starbucksnál a legnagyobb, mivel feltehetőleg szellőzik is a fiók, de nagy a volumen, így gyakran jön utánpótlás. Minden szempontból a legmagasabb páratartalma a Caphe by Hai Nam fiókjának volt, ami jól mutatja, hogy nem csak a volumentől, hanem a fiók kialakításától is függ a páratartalom.

4. táblázat: Zaccosfiók értékeinek összefoglalása

Hőmérséklet (°C)			
	Púder Bárszínház	Caphe by Hai Nam	Starbucks
Maximum	25,69	29,94	30,97
Minimum	23,22	26,16	24,66
Átlag	24,58	29,05	29,78
Szórás	0,52	0,93	1,40
Medián	24,59	29,38	30,45
Páratartalom (%)			
	Púder Bárszínház	Caphe by Hai Nam	Starbucks
Maximum	63,91	100,00	67,78
Minimum	52,88	51,63	48,13
Átlag	57,96	99,00	54,27
Szórás	2,22	4,77	5,18
Medián	57,91	100,00	53,34

Mindhárom esetre elmondható, hogy a hőmérséklet 23 és 31°C között alakult, és a páratartalom majdnem minden esetben 50% feletti. Ez a kombináció sok mikroba szaporodásához megfelelő. Továbbá fontosnak tartom a zacc közvetlen hőmérsékletének és nedvességtartalmának figyelembevételét.

A mérések alapján indokoltnak tartom az SCG élelmiszeripari felhasználásához mikrobiológiai vizsgálatok folytatását, illetve olyan rendszer vagy tárolóedények tervezését, amik ezt a problémát kezelni képesek. Adott esetekben a gyűjtőedények szabályozása vagy egyéni mikrobiológiai vizsgálatok is megoldást jelenthetnek.

Mivel a mérésekből kitűnik, hogy számos összetevője lehet a hőmérséklet és páratartalom alakulásának, az ellenőrzésre véleményem szerint a továbbiakban is célszerű lenne az RFID tagek alkalmazása.

6 ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszeripar egyik legnagyobb kihívása az élelmiszerbiztonságon belül a nyomon követés, első sorban a hűtve vagy fagyasztva tárolandó élelmiszerek esetében, főleg azokban a helyzetekben, ahol nem lehet megoldani a vezetékezést (pl. szállítás). Ez jogi szempontból is érdekes lehet egyes nagyvállalatoknál. A kis- és középvállalkozások szempontjából különösen fontos lehet, mivel kicsi a volumen és a munkaerő, valamint a szállításra nem biztos, hogy be tudnak szerezni megfelelő megbízhatóságú hűtőberendezéseket. Az esetleges problémák feltárására érdemes lehet bevezetni digitalizációs eszközöket, mint például az RFID technológia.

Az RFID vezeték nélküli technológia, aminek számos felhasználása létezik. Ebben a dolgozatban olyan transzponderekkel vagy másnéven tagekkel foglalkoztam, amik félpasszívok, tehát hőmérséklet és páratartalom rögzítését végző mérőműszerek ellátására kis kapacitású akkumulátorral rendelkeznek viszont az adatok kiolvasásához rádiófrekvenciás antennákra van szükség.

A tagek kiolvasását és felprogramozását egy már létező program továbbfejlesztésével szándékoztam megoldani. A programmal képesek vagyunk beállítani a mintavételi gyakoriságot, és megfelelő antennával folyamatos adatkiolvasás mellett beállítható, hogy milyen értékeknél küldjön egy riasztást a rendszer internetkapcsolaton keresztül.

Ezt a nyomon követési rendszert kipróbáltam tejtermékek házhozszállítása, piacra szállítása és ottani értékesítése közben, ugyanis ebben az esetben nincs lehetőség vezetékes hőmérséklet-mérő és szabályozó rendszer bevezetésére. A méréseknek köszönhetően sikerült felfedni az élelmiszerek tárolása közben egy előre nem feltételezett problémát. A termoláda hőmegtartó képességét feltételeztem esetlegesen elégtelennek, de a mérésnek köszönhetően kiderült, hogy a látványhűtő későn történő lehűtése okozhat problémát. Véleményem szerint kijelenthetjük, hogy a rendszernek komoly élelmiszerbiztonsági, ezáltal közvetetten gazdasági haszna is lehet.

Kutatási célra is felhasználtam az RFID technológiát: egy zacskómentő pályázat keretein belül felmerült a probléma, hogy amennyiben élelmiszeripari vagy takarmányozási célra szeretnénk a későbbiekben felhasználni a használt kávézaccot, szükséges-e mikrobiológiai vizsgálatnak alávetni azt. Azt a konklúziót vontam le, hogy a kávézacc

értékes összetevőin túl a hőmérséklet és páratartalom kedvezhet a mikrobáknak, ezért ilyen esetben érdemes vizsgálatokat tenni, annál is inkább, mert a zacc gyűjtő fiók típusától, kezelésétől is nagy mértékben függenek ezek a paraméterek.

Ez a nyomon követési rendszer költséghatékonyan beépíthető élelmiszeripari digitalizációs fejlesztésbe, ami a mikro-, kis- és középvállalkozások versenyképességének jelentős összetevője, és ezen kívül a kutatásoknak is hasznos eszköze lehet.

Rédey Ágnes - Diplomamunka

Irodalmi hivatkozás

1. Baddeley, D. and Ruiz, C. (1998) Test PICC – Type B Proximity Cards, Technical Contribution – ISO/IEC JTC1/SC17/WG8/TF2N242 . Motorola, Genf 01/1998
2. Caen (2021) TECHNICAL INFORMATION MANUAL, qLog TEMPERATURE Dual Frequency RAIN/NFC Data Logger Tag RT0013, Revision 1
3. Casella, G.; Bigliardi, B.; Bottani, E. (2022) The evolution of RFID technology in the logistics field: a review, Department of Engineering and Architecture, University of Parma, Parco Area delle Scienze 181/A, 43124, Parma, Italy,
4. Chakravarthy M.: Documentation on Programmable logic controller (PLC), Department of Electrical and Electronic Engineering; Vasavi College of Engineering, 1. fejezet
5. de Otálora, X.D.; Ruiz, R.; Goiri, I.; Rey, J.; Atxaerandio, R.; Martin, D.S.; Orive, M.; Iñarra, B.; Zufia, J.; Urkiza, J. (2020) Valorisation of spent coffee grounds as functional feed ingredient improves productive performance of Latxa dairy ewes. Anim. Feed Sci. Technol., 264, 114461.
6. Finkenzeller, K. (2010): RFID handbook fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication, (third), A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, United Kingdom
7. Franca, A. S.; Oliveira, L. S. (2022) Potential Uses of Spent Coffee Grounds in the Food Industry , Mechanical Engineering Department—DEMEC, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos 6627, Belo Horizonte 31270-901, MG, Brazil
8. Friedrich L., Nguyen D. Q., Kovács Z. (2021): Digitális Élelmiszeripari Stratégia - Célkitűzései és várható eredményei
9. Glover, B., Bhatt H. (2006): RFID Essentials, O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, USA
10. Hussein, A.; Ali, H.; Bareh, G.; Farouk, A. (2013) Influence of spent coffee ground as fiber source on chemical, rheological and sensory properties of sponge cake. Pak. J. Biol. Sci., 22, 273–282.

11. Internet 1: https://www.gs1hu.org/epc-rfid?fbclid=IwAR35JvE2BaIc048ifqxJXjiBr_1VwE8N76BpJKBQr4mFUEB5QG79Bulgv10
12. Internet 10: https://www.intergastro.de/panoramavitrine-piccolo-schwarz-120-ltr-230-volt-3-borde-280105?fbclid=IwAR12UJu_jR9zCttItUIJF9LQar8mFdbnAIR66pXQ27f17U_GdRY6CNBph9Y
13. Internet 2: <https://kb.narrative.io/what-is-unix-time>
14. Internet 3: <https://uni-mate.hu/p%C3%A1ly%C3%A1zat/-/content-viewer/coca-cola-hbc-magyarország-es-a-magyar-agrar-es-elettudományi-egyetem-zaccmento-pályazata-1/20123>
15. Internet 4: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.caen.easyController&pli=1>
16. Internet 5: <https://www.caenrfid.com/en/products/qloghumidity-rt0013/>
17. Internet 6: <https://www.resinex.hu/poimertipusok/abs.html>
18. Internet 7: <https://www.caenrfid.com/en/products/r1250i-tile/>
19. Internet 8: <https://www.turck.hu/hu/product/100000895>
20. Internet 9: https://www.gasztronagyker.hu/thermolada-600x400-300-mm-eco?fbclid=IwAR0cHy191FIaF0DrLTGySyiRQl_IO5TXGpQ1WVHd7cV-JZfE5njI-x5Jqsk
21. Keviczky L., B. Ruth, Hetthéssy J., Barta A., Bányász Cs. (2006): Szabályozástechnika, Universitas-Győr Kht. Felelős kiadó
22. Kim, J.-H.; Ahn, D.; Eun, J.; Moon, S. (2016) Antioxidant effect of extracts from the coffee residue in raw and cooked meat. Antioxidants, 5, 21.
23. Kuzmina J., Tamás P., Tóth B. (2003): Programozzuk Visual Basic rendszerben!, Kiadó. ComputerBooks Kiadó Kft., 2. fejezet
24. Lukács A., Szabadkai A., Török J. (2012) A helyi termelői piacokra, mint a mozgó és/vagy ideiglenes előállító- és forgalmazó helyekre vonatkozó követelmények jó higiéniai gyakorlat útmutatója
25. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV (Codex Alimentarius Hungaricus) 1-3/51-1 számú előírás Tejtermékek 3. kiadás, 2008.
26. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV Codex Alimentarius Hungaricus 2-105 számú irányelv Megkülönböztető minőségi jelöléssel ellátott kézműves tejtermékek Hand made dairy products with distinctive quality indication - 2023 2. kiadás

27. Marsan C. (2015): The Internet of Things: An Overview. Internet Society, www.internetsociety.org;
28. Martinez-Saez, N.; García, A.T.; Pérez, I.D.; Rebollo-Hernanz, M.; Mesías, M.; Morales, F.J.; Martín-Cabrejas, M.A.; del Castillo, M.D. (2017) Use of spent coffee grounds as food ingredient in bakery products. *Food Chem.*, 216, 114–122.
29. Masino, F.; Montecvecchi, G.; Calvini, R.; Foca, G.; Antonelli, A. (2022) Sensory evaluation and mixture design assessment of coffee-flavored liquor obtained from spent coffee grounds. *Food Qual. Prefer.*, 96, 104427.
30. McKinsey Digital (2015) Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector
31. Meerasri, J.; Sothornvit, R. (2022) Novel development of coffee oil extracted from spent coffee grounds as a butter substitute in bakery products. *J. Food Process. Preserv.*, e16687.
32. Meyers, M., Brown, M., Patadia, S. és Sanjiv Dua McGraw (2007): Mike Meyers CompTIA RFID+ Certification Passport. Chapter 1. Hill-Osborne, 3. o., 71. o.
33. Nemes J. (2012): Irányítástechnika, Nyugat-magyarországi Egyetem
34. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (2019) Élelmiszeripari kézikönyv 4.: A hűtési lánc felügyelete, 5.4.: <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/3217-a-hutesi-lanc-felugyelete/file>
35. Sampaio, A.; Dragone, G.; Vilanova, M.; Oliveira, J.M.; Teixeira, J.A.; Mussatto, S.I. (2013) Production, chemical characterization, and sensory profile of a novel spirit elaborated from spent coffee ground. *LWT*, 54, 557–563.
36. Sanches-Gomez J., Carillo D.G., Sanches-Iborra R.L. Hernández-Ramos J., Granjal J. Marin-Perez R., A. Zamora-Izquierdo M. (2020): Integrating LPWAN Technologies in the 5G Ecosystem: A Survey on Security Challenges and Solutions
37. Sharma, A.; Ray, A.; Singhal, R.S. (2021) A biorefinery approach towards valorization of spent coffee ground: Extraction of the oil by supercritical carbon dioxide and utilizing the defatted spent in formulating functional cookies. *Future Foods*, 4, 100090.
38. Sikka, S.S.; Bakshi, M.P.; Ichhponani, J.S. (1985) Evaluation in vitro of spent coffee grounds as a livestock feed. *Agric. Wastes*, 13, 315–317.
39. Smit, J.; Kreutzer, S.; Moeller, C.; Carlberg, M. (2016) Industry 4.0 – Study for the ITRE Committee, European Parliament, POLICY DEPARTMENT A: ECONOMIC AND SCIENTIFIC POLICY

40. Székely Zs. (2021): RFID technológia az élelmiszeriparban törvénő alkalmazhatóságának vizsgálata Aduino mikrokontroller segítségével, Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Diplomadolgozat
41. Tóth F. B. (2022): Automatizált rendszer tervezése lisztbogár lárva (*Tenebrio molitor*) tenyésztés optimális környezeti változóinak meghatározására és azok szabályozásának lehetőségei. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
42. Unhelkar, B.; Joshi, S.; Sharma, M.; Prakash, S.; Mani, K. A.; Prasad, M. (2022) Enhancing supply chain performance using RFID technology and decision support systems in the industry 4.0—A systematic literature review, *International Journal of Information Management Data Insights* 2 100084
43. Xu, C.C.; Cai, Y.; Zhang, J.G.; Ogawa, M. (2007) Fermentation quality and nutritive value of a total mixed ration silage containing coffee grounds at ten or twenty percent of dry matter. *J. Anim. Sci.*, 85, 1024–1029.

Rédey Ágnes - Diplomamunka

Melléklet

1. melléklet:



The poster is for a competition called 'Zaccmentő pályázat' (Coffee Waste Project). It features logos for MATE (Magyar Agrár- és Élettudományi Akadémia) and Coca-Cola HBC Magyarország. The main headline is 'KERESSÜK A JÖVŐ ZACCMENTŐJÉT!' (We are looking for the future coffee waste collector!). The text describes the coffee waste problem in Hungary and encourages participants to propose solutions. It lists prizes for the top three teams: 1st place (1,000,000,- FT), 2nd place (600,000,- FT), and 3rd place (400,000,- FT). A QR code is provided for more details.

MATE
MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI AKADEMIA

Coca-Cola HBC
Magyarország

ZACCMENTŐ PROJEKT

Zaccmentő pályázat

KERESSÜK A JÖVŐ ZACCMENTŐJÉT!

Ma Magyarországon a felnőtt lakosság mintegy 80%-a napi rendszerességgel kávézik. A vendéglátóipar régóta a kávézási kultúra kiemelt helyszíne. Gondoljunk csak bele, ma már minimális azoknak az éttermeknek, kávézóknak vagy szállodáknak a száma, ahol a kávé nem része az étlapnak.

A kávézacc egy rendkívül értékes anyag, de a feldolgozáshoz meg kell menteni: a felhasználás helyéről el kell juttatni a feldolgozás helyére, és itt jöttök Ti a képbe!

Jelentkezz csapatoddal és mutassátok meg, milyen megoldást tudnátok kidolgozni a HoReCa szektorban keletkező kávézacc begyűjtésére!
EGY JÓ ÖTLET MOST SOKAT ÉRHE!

Miért jó neked?

- elmélyülhetsz a körforgásos gazdaság megoldási lehetőségeiben
- megismerkedhetsz a Coca-Cola HBC Magyarországnál dolgozó vezetőkkel
- és nem utolsósorban nagyértékű díjazásban részesülhetsz!

FŐDÍJ
BRUTTÓ 1.000.000,- FT /CSAPAT
+ MENTORÁLÁSI LEHETŐSÉG

2. HELYEZETT
BRUTTÓ 600.000,- FT /CSAPAT

3. HELYEZETT
BRUTTÓ 400.000,- FT /CSAPAT

Magyar és angolul tanuló hallgatókat várunk,
akár vegyes csapatban is!

JELENTKEZÉS:
2023. SZEPTEMBER 6–22.

A RÉSZLETEKET ITT TALÁLOD:



Köszönetnyilvánítás

A dolgozatom elkészítéséhez nagyon sok helyről kaptam segítséget, nem is tudok név szerint mindenkinek köszönetet mondani, de amennyire lehet, megpróbálom.

Kertész István konzulensemnek hálás vagyok a sok területre kiterjedő támogatásért és motivációért!

Mindent nagyon köszönök Tóth Fruzsina Bettina PhD hallgatónak, aki a programozásban nyújtott hatalmas segítségével túl végig kísérte a projektet, rengeteg hasznos tanáccsal látott el, és projektalanyok keresésében is aktívan segített!

Köszönet Csány Bálintnak és Csány-Bálint Tímeának a Cseppnyi Birtokon töltött gyakorlatért és mérésekért, amelyekben készségesen álltak a rendelkezésemre!

Köszönöm a közbenjárást Busi Rolandnak, Gergely Petrának és Farkas Ákosnak, hogy a kávézaccos méréshez segítettek helyszínt találni!

Nagyon köszönöm Révész Csaba személyén keresztül a Caphe by Hai Nam csapatának, valamint a Púder Bárszínház és a Podmaniczky Starbucks munkatársainak, hogy a zaccmentő projekthez kapcsolódóan készségesen segítettek és biztosították a mérési feltételeket!

Ez a dolgozat nem jöhetett volna létre a szaktársaim nélkül, akik az egész képzés alatt a rengeteg segítségükkel, társaságukkal és nyomon követésükkel húztak magukkal.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm a családomnak, akiket név szerint hosszadalmas lenne felsorolni, valamint a barátaimnak, munkatársaimnak, hogy türelmükkel és támogatásukkal végigkísérték ezt az időszakomat!

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakedolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Rédey Ágnes**
A Hallgató Neptun kódja: **A25A00**
A dolgozat címe: **Vezeték nélküli adatgyűjtésen alapuló nyomon követési rendszer tervezése és összeállítása élelmiszeripari célokra**
A megjelenés éve: **2023**
A konzulens intézetének neve: **Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**
A konzulens tanszékének a neve: **Élelmiszeripari Méréstechnika és Automatizálás Tanszék**

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023. év 11. hó 06. nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Rédey Ágnes (Neptun azonosító: **A25A00**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2023 év november hó 06. nap



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

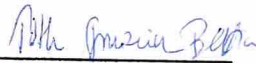
NYILATKOZAT

Rédey Ágnes (hallgató Neptun azonosítója: A25AO0) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2023 év november hó 05 nap



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Vezeték nélküli adatgyűjtésen alapuló nyomon követési rendszer tervezése és összeállítása élelmiszeripari célokra

Rédey Ágnes

Élelmiszermérnöki szak, MSc, nappali

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Élelmiszeripari Méréstechnika és
Automatizálás Tanszék

Dr. Kertész István, egyetemi adjunktus, Méréstechnika és Automatizálás Tanszék

Tóth Fruzsina Bettina, PhD hallgató, Méréstechnika és Automatizálás Tanszék

A magyar élelmiszeripar nemzetközi szinten egyre kevésbé számít versenyképesnek. A legnagyobb hiányosságok a nyomon követéssel és minőségmenedzsmenttel kapcsolatban fedezhetőek fel, melyek nagy részben kiküszöbölhetőek lennének a digitalizációs eszközök fejlesztésével, népszerűsítésével és implementálásával.

A technológiai fejlesztés egyik lehetséges szegmense az RFID (Radio Frequency IDentification – rádiófrekvenciás azonosítás). Kártya méretű, szenzorokkal és kommunikációs interfésszel ellátott eszközöket, úgynevezett tageket használtam, amelyek alkalmasak hőmérséklet és páratartalom adatok rögzítésére. A tag kezelésére, mintavételi időintervallumának beállítására, valamint az adatok kiolvasására és mentésére – vagyis felprogramozására – alkalmazást terveztem. Ezzel a jövőben megfelelő antennával internetkapcsolaton keresztül a közel valós idejű adatkiolvasás lesz lehetséges, és beállítható lesz, hogy a határértékeken kívül riasztást küldjön a rendszer.

A tagekkel kétféle vizsgálatot végeztem.

Egy tejtermékeket gyártó őstermelő gazdaságban méréseket végeztem az áruk házhozszállítása, piacra szállítása és ottani értékesítése közben, ugyanis ebben az esetben nincs lehetőség vezetékes hőmérséklet-mérő és szabályozó rendszer bevezetésére. A szállítás közbeni hűtve tárolást termoládával oldják meg, jégakkumulátorokkal kiegészítve. Feltételeztem, hogy a nyitásoknál a doboz légtere felmelegszik, és kérdéses volt, hogy a szállítás során a sok nyitogatás mellett mennyire marad stabil a tárolási hőmérséklet, elegendő-e a jégakkumulátorok hűtőkapacitása. Illetve ugyanez a kérdés a piacon a dobozban maradt árukkal kapcsolatban is felmerült. A piacon ugyanis egy kis látványhűtőt használnak, viszont a teljes

árúkeszlet nem fér bele, az utántöltésig, vagy akár a megmaradt termékekkel a hazaérkezésig továbbra is fennáll a felmelegedés veszélye.

A mérések során kiderült, hogy a termoláda a nyitások ellenére jól megtartja a hőmérsékletet a szállítások során. Fény derült azonban egy előre nem feltételezett problémára: a látványhűtő a piacra érkezés előtt nincs behűtve, és a teljesítménye elégtelen ahhoz, hogy a hűtési lánc megszakítása nélkül, rövid időn belül a megfelelő szintig lehűtse a teljes légterét. Az információk birtokában tanácsadásra kerülhet sor a probléma kiküszöbölésére.

Coca-Cola HBC Magyarország és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Zaccmentő pályázatát hirdetett. Az elhasznált kávézaccnak számos felhasználási lehetősége van. Ezek közül egészségügyi szempontból a mikrobiológiai stabilitás elsősorban a takarmányozási és élelmiszeripari felhasználásnál a legfontosabb. Ugyan számos ötlet és tanulmány született a kávézacc hasznosítására, kevés az elérhető információ azzal kapcsolatban, hogy az összegyűjtés során a magas hőmérséklet és nedvességtartalom mennyire kedvez a mikrobák elterjedésének, és ezek hatására bekerülhetnek-e káros anyagok, vagy akár megbetegedést okozó mikroorganizmusok a zaccból készült termékekbe. A HoReCa (Hotels, Restaurants, Cafés) szektorban nagy mennyiségű zacc keletkezik, ami a felhalmozás miatt kevésbé szellőzik, illetve tud kiszáradni, ezért fontosnak tartom megvizsgálni ezt az aspektust. A mikrobák szaporodásának fontos tényezője a zacc fizikai és kémiai tulajdonságain túl a tárolóedény légterének a hőmérséklete és páratartalma is, különösen a felszínen megtelepedő mikrobák szempontjából. Erre a mérésre alkalmaztam a hőmérsékletet és páratartalmat mérő szenzorral rendelkező RFID taget.

A méréseket három különböző volumenű és különböző zaccgyűjtő fiókot használó kávézóban végeztem. Azt tapasztaltam, hogy ugyan a kávéforgalom is befolyásolta a légkör hőmérsékletét és páratartalmát, jóval nagyobb mértékben befolyásolja a fiók kialakítása. Mindazonáltal mindhárom esetre elmondható, hogy a hőmérséklet 23 és 31°C között alakult, és a páratartalom majdnem minden esetben 50% feletti. Ez a kombináció sok mikroba szaporodásához megfelelő. A továbbiakban fontosnak tartom a zacc közvetlen hőmérsékletének és nedvességtartalmának figyelembevételét, és adott esetben konkrét mikrobiológiai vizsgálatot.