

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2017

David Češek

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Katedra polygrafie a fotofyziky

Aplikace Smart Label v oblasti potravinářského průmyslu

Bc. David Češek

Diplomová práce

2017

University of Pardubice

Faculty of Chemical Technology
Department of Graphic Arts and Photophysics

The application of smart label in the food industry

Bc. David Češek

Diploma Thesis

2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. David Češek**
Osobní číslo: **C15602**
Studijní program: **N3441 Polygrafie**
Studijní obor: **Polygrafie**
Název tématu: **Využití Smart Label v oblasti potravinářského průmyslu**
Zadávací katedra: **Katedra polygrafie a fotofyziky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Provedte rešerši v patentové, vědecké a firemní literatuře na téma chytrých štítků s důrazem na využití v potravinářských provozech.
2. Provedte průzkum ve stávající evropské a národní legislativě a uveďte přehled souvisejících nařízení.
3. Na základě získaných chytrých štítků od konsorcia Flexprint, či jiných výrobců proveďte jejich testování v podmínkách potravinářského průmyslu a proveďte jejich evaluaci pro aplikace monitoringu skladovacích/přepravních podmínek.
4. Zhodnoťte využití a přínos daných funkčních prvků z hlediska reálného trhu.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Tomáš Syrový, Ph.D.

Katedra polygrafie a fotofyziky

Datum zadání diplomové práce:

21. února 2017

Termín odevzdání diplomové práce:

12. května 2017



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Petr Němec, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2017

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

V Pardubicích dne 9. 5. 2017

David Češek

Děkuji vedoucímu práce Ing. Tomáši Syrovému, Ph.D. za odborné vedení a rady. Rovněž bych rád poděkoval pracovníkům Západočeské univerzity v Plzni konkrétně pracovníkům Katedry technologií a měření za pomoc s nastavením aplikací a měřením.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá problematikou chytrých etiket na obalech potravin. Práce se zaměřuje především na problematiku legislativy chytrých etiket na obalech potravin. Součástí práce je porovnání současného vývoje u různých typů chytrých etiket a možné využití standardních tiskových technik pro tisk chytrých etiket. Na závěr se práce zabývá možností aplikovat chytré etikety v chladícím řetězci potravin.

KLÍČOVÁ SLOVA

Legislativa EU, Design obalů, Chytré etikety, Balení potravin, Inteligentní obaly

TITLE

The application of smart label in the food industry

ANNOTATION

The diploma thesis deals with the issue of smart labels for food packaging. The work focuses on problems of legislation of smart labels on food packaging. The part of the research was comparing's different types of smart labels and using of standard printing technologies for print smart labels. Finally, the work investigates the applicability of labels in the food cold chain management.

KEY WORDS

EU legislation, Packaging Design, Smart labels, Food packaging, Intelligent packaging

OBSAH

ÚVOD	10
1. TEORETICKÁ ČÁST	11
1.1. Úvod do Problematiky	11
1.1.1. Současný rozvoj chytrých obalů potravin	11
1.2. Právní legislativa aktivních a inteligentních obalů	14
1.2.1. Nařízení EP a Rady (EU) 1935/2004/ES	15
1.2.1.1. Systém autorizace aktivních a inteligentních složek	16
1.2.2. Nařízení EP a Rady (EU) 450/2009/ES	17
1.2.3. Nařízení komise (ES) č. 2023/2006	18
1.2.4. Nařízení komise (EU) č. 10/2011	18
1.2.5. Nařízení komise (ES) 282/2008	19
1.2.6. Směrnice komise 2007/42/ES	19
1.2.7. Vyhláška č. 38/2001 Sb.	19
1.2.8. Obecné právní náležitosti při označování obalu	20
1.2.1. Informace na obalech	20
1.2.1.1. Kritéria a názorné příklady upřesňující pojem obal	21
1.2.1.2. Systém číslování a zkratek	22
1.2.1.3. Grafické vyjádření identifikace	23
1.2.1.4. Symbol nakládání s odpadem	24
1.2.1.5. Symbol pro označení materiálů přicházejících do styku s potravinami	24
1.2.1.6. Symbol nejdle části	25
1.3. Aktivní systémy balení potravin	26
1.3.1. Pohlčovač vlhkosti	26
1.3.2. Absorbéry/ emitory oxidu uhličitého	28
1.3.3. Absorbéry kyslíku	28
1.3.4. Antimikrobiální obaly	28
1.3.5. Ostatní aktivní obalové systémy	28
1.4. Inteligentní systémy balení potravin	29
1.4.1. Senzory	30
1.4.2. Indikátory	30
1.4.2.1. TTI indikátory	31
1.4.2.2. Indikátory čerstvosti	33
1.4.2.3. Indikátory poškození obalu	34
1.4.2.4. Termochromní barvy	34

1.4.3. RFID	34
1.4.3.1. Aktivní, pasivní a semi-pasivní RFID	35
1.4.3.2. NFC.....	37
1.4.3.3. Vývoj obalů s NFC a RFID	37
1.5. Vývoje inteligentních obalů v EU.....	39
2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	41
2.1. Úvod do problematiky	41
2.1.1. Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů	42
2.1.2. Teploty určené pro přepravu.....	42
2.2. Využití NFC štítků se senzorem teploty v potravinářském průmyslu	43
2.2.1. NFC štítky se senzorem teploty	43
2.3. Použité přístroje a NFC štítky.....	45
2.3.1. Přehled testovaných NFC štítků	45
2.3.1.1. Blulog TLDL – 110 Temperature Data Logger.....	45
2.3.1.2. TempChek.....	47
2.3.1.3. OTK Smart label V2	49
2.4. Testování NFC štítků	51
2.4.1. Měření teploty při distribuci chlazené potravin y.....	51
2.4.1.1. Monitoring teploty distribuce	52
2.4.1.2. Data z aplikací	54
2.4.2. Vlastnosti NFC štítků se senzorem teploty.....	55
2.4.2.1. Vliv teploty na měření NFC štítků.....	56
2.4.2.2. Test OTK Smart label V2 pro ověření funkčnosti ve venkovním prostředí ...	58
2.4.2.3. Manipulace.....	58
2.4.3. Legislativa pro uvedení na trh	59
2.4.3.1. Funkce NFC štítku a zdravotní nezávadnost	60
3. ZÁVĚR.....	61
POUŽITÁ LITERATURA.....	63
SEZNAM ILUSTRACÍ.....	65
SEZNAM TABULEK.....	66
ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI	67

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

Auto ID	Automatické identifikátory
ČSN	Česká technická norma
CO ₂	Oxid uhličitý
EFSA	Evropská agentura pro bezpečnost potravin
EN	Evropská norma
EU	Evropská unie
GPS	Global Positioning System
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
ISO	International Organization for Standardization
MAP	Modifikovaná atmosféra
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NFC	Near Field Communication
QR	Quick Response, typ kódu
RFID	Radio Frequency Identification Device
SZÚ	Státní zdravotní ústav
TTI	Time-Temperature Indicators
US-FDA	US Food and Drug Administration
WIFI	Wireless Fidelity, označení bezdrátové sítě

ÚVOD

Obaly potravin v posledních letech zažívají značný inovativní růst především v segmentu aktivních a inteligentních obalů. Dnešní, moderní obaly potravin umožňují plnit mnoho funkcí jako je v případě aktivních obalů; prodloužení životnosti, zlepšení stavu nebo sensorických vlastností potraviny. Inteligentní obaly informují spotřebitele o historii prostředí, kterým potravina prošla a o jejím případném poškození, tak aby nedošlo k poškození zdraví při její konzumaci. Chytré obaly poskytují komplexní řešení, které na jedné straně sledují změny v produktech a prostředí (inteligentní) a na druhé straně mohou jednat podle těchto změn (aktivní). Tato práce se zabývá podrobným výčtem projektů z oblasti výzkumu a vývoje chytrých obalů, jak v oblasti vědecké, tak komerční. Dále tato práce podrobně rozebírá právní aspekty nařízení EU 1935/2004/ES a ES 450/2009 s dopadem na aktivní a inteligentní obaly.

Nový vývoj a výzkum v oblasti kontroly potravinových obalů nabízí velkou perspektivu pro komerční využití. Jedná se o dynamicky se rozvíjející oblast obalového odvětví. Používání inteligentních obalů je výhodné nejen pro spotřebitele, ale i výrobce. Výrobce může sledovat kvalitu svého výrobku po celý odběratelsko-dodavatelský řetězec. Spotřebitel vždy ví, že kupuje bezpečný výrobek, který splňuje všechny sensorické vlastnosti. Zároveň legislativa EU formou nařízení 1935/2004/Es a nařízením 450/2009 ES položila nový právní základ pro uvádění inteligentních obalů potravin na trh.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1. Úvod do Problematiky

1.1.1. Současný rozvoj chytrých obalů potravin

Balená potravina je definována jako samostatná prodejní jednotka v obchodní úpravě v nezměněném stavu určená konečnému spotřebiteli a skládá se z potraviny a obalu, do něhož byla potravina vložena před uvedením do prodeje, a to bez ohledu na to, zda je potravina v obalu uzavřena zcela nebo pouze zčásti, avšak v každém případě takovým způsobem, že bez otevření nebo výměny obalu nelze změnit jeho obsah. [1]

Dále obal musí splňovat požadavek na ochranu potravin před znehodnocením a odpovídat požadavkům na předměty a materiál určený pro styk s potravinami. Za balenou potravinu se nepovažuje potravina zabalená v místě prodeje ani potravina zabalená pro účely přímého prodeje. [2, 3]

Obaly potravin musí obsahovat jak povinné prvky a informace nařízené zákonem, tak můžeme doplnit obal o různá tvrzení, informace a inovativní prvky motivující spotřebitele ke koupi daného produktu.

V posledních letech zažívají obaly potravin značný inovační růst. Jedná se především o zlepšení čtyř klasických funkcí obalu potravin, jako jsou:

- ochranná funkce: chrání potravinu před možným znečištěním, zabraňuje úniku potraviny a chrání ji před poškozením, kontaktem s kyslíkem nebo světlem,
- manipulační funkce: umožňuje snadnou ovladatelnost zabalených jednotek při přepravě, skladování, prodeji i spotřebě,
- informační funkce: sděluje důležité informace o potravinovém výrobku, složení, trvanlivosti, obsahu a pokynu o přípravě,
- snadná/ přátelské uživatelská funkce: Potravinářské balení umožňuje, aby si spotřebitelé mohli vychutnat jídlo tak, jak chtějí. Potravinové obaly mohou být navrženy podle individuálního životního stylu, jedná se například multipacku nebo naopak dělení na více jednotlivých porcí.

Balení potravin se stále vyvíjí v reakci na výzvy moderní společnosti. [4, 5]

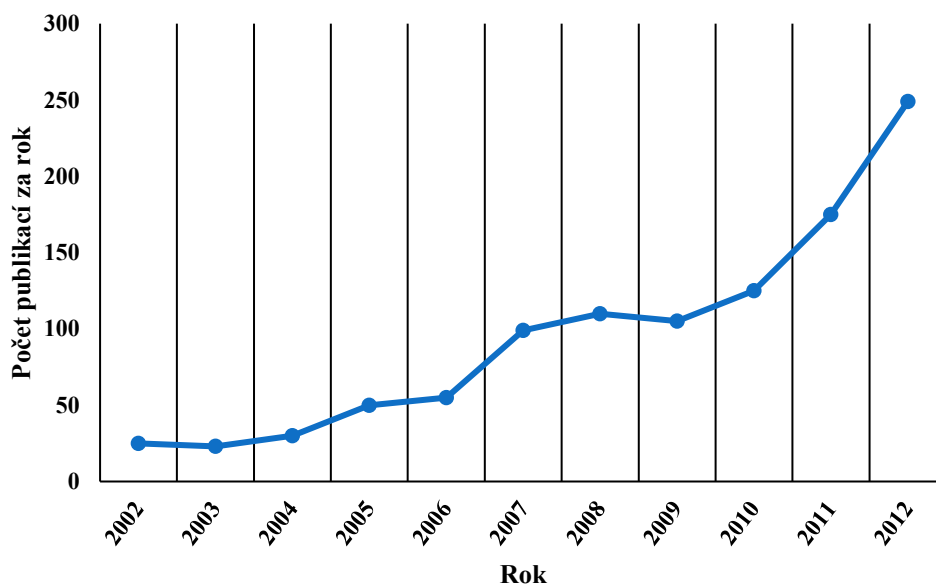
Důležité jsou moderní prvky, které zvyšují kvalitu nebo zabraňují znehodnocení potravinářských výrobků v celém procesu výroby, distribuce, skladování, prodeje až po konečného spotřebitele. Současně tyto nové prvky na obalech potravin přispívají ke snížení tlaku na životní prostředí. Každoročně roste množství potravin, které je vyhozeno v rámci celého potravinového řetězce. Roční odhady vyhozených potravin v Evropě jsou okolo 90 milionů tun což je asi 173 kg na osobu. Velká část těchto potravin je ještě vhodná k lidské spotřebě. Celkové množství potravin vyrobených v EU za rok 2011 bylo asi 865 kg / osobu, což by znamenalo, že je vyhozeno 20% z celkového množství vyrobených potravin. Největší část potravinového odpadu produkují domácnosti (47 milionů tun \pm 4 miliony tun) a zpracovatelské odvětví (17 milionů tun \pm 13 milionů tun). Tyto dva sektory představují 72% potravinového odpadu v celé EU. Ze zbývajících 28 procent potravinového odpadu, 11 milionů tun (12%) pochází z potravinářského provozu, 9 milionů tun (10%) pochází z výroby a 5 milionů tun (5%) pochází z velkoobchodu a maloobchodu. Cílem Evropské komise je snížení potravinového odpadu do roku 2020 o 50%. [5]

Společnost IPSOS provedla průzkum pro konferenci FOOD WASTE 2014 u přibližně jednoho tisíce respondentů v celé ČR, z který vyplynulo pět nejčastějších důvodů pro vyhození potravin.

1. Jsou zkažené: 66 %
2. Jsou plesnivé nebo shnilé: 65 %
3. Vyprší jejich datum spotřeby nebo minimální trvanlivost: 43 %
4. Připravil(a) jsem příliš mnoho jídla: 25 %
5. Nesprávně skladoval(a): 20 %

Z tohoto průzkumu je zřejmé, že u prvních třech uvedených důvodů pro vyhození potravin je možné ovlivnit mínění spotřebitele pomocí inteligentních obalů, které jasně určí, zda je potravin vhodná pro konzumaci či nikoliv.

Od počátku nového století došlo k prudkému nárůstu inovací inteligentních obalů. Na obrázku 1. je vidět prudké zvýšení publikací o inteligentních obalech po roce 2009 oproti letům předchozím. Tento trend se odráží na vzniku stále většího počtu projektů souvisejících s výzkumem a vývojem inteligentních obalů nejen v EU. Současné instituce ve větší míře podporují vývoj nových inteligentních obalů, které sníží růst vyhozených potravin. Hlavním cílem je zajistit nejen zvýšení trvanlivosti, ale i indikace závadnosti potravin uvnitř obalu. Výsledným ideálním řešením bude obal, u kterého nebude důležitý termín trvanlivosti, ale indikátor závadnosti na obale potravin.



Obr. 1 Vývoj počtu publikací o inteligentních obalech v letech 2002–2012. Zdroj: *Intelligent food packaging: The next generation, 2014*

Nové inovativní obaly potravin dělíme na dvě základní skupiny, na inteligentní obaly a na aktivní obaly. Aktivní obaly jsou takové, které aktivně zasahují do vlastností, podmínek pod obalem za účelem prodloužení životnosti, zlepšení stavu nebo sensorických vlastností potraviny (tedy chuť, vůně, vzhled, texturu). Nejčastěji se jedná o materiály, které dokáží z okolí atmosféry eliminovat nežádoucí plyny (absorbéry kyslíku).

Inteligentní obaly monitorují a informují zákazníka o historii prostředí, kterým potravina prošla a o jejím případném poškození, tak aby nedošlo k poškození zdraví při její konzumaci. Chytré obaly poskytují komplexní řešení, které na jedné straně sledují změny v produktech a prostředí (inteligentní) a na druhé straně mohou jednat podle těchto změn (aktivní).

V současnosti máme tři nejčastěji aplikované technologie pro inteligentní obaly: senzory, indikátory a RFID. Vývoj a výzkum těchto základních technologií je zaměřen především na jejich implementaci, komerční využití a standardizování systémů. Část vývoje je zaměřena na vhodnou kombinaci různých prvků inteligentních a aktivních obalů. Důležitá je implementace jen prověřených a vědecky podložených chytrých obalů potravin pro komerčního využití.

V Evropské Unii legislativní problematiku chytrých potravinářských obalů částečně popisuje nařízení EU 1934/2004, které jasně definuje možné použití aktivních a inteligentních materiálů pro styk s potravinami. Obsahuje obecná ustanovení týkající se bezpečnosti použitých látek a definuje rámec schvalovacího procesu u Evropské agentury pro bezpečnost potravin (EFSA). V roce 2009 vyšlo v platnost nové nařízení Evropské komise pod č. 450/2009, které již stanovuje zvláštní pravidla pro aktivní a inteligentní materiály a předměty vyjma obecných

požadavků stanovených v nařízení 1935/2004 / ES. Toto nové nařízení by mohlo představovat částečnou odpověď na nedostatečné rozšíření aktivních a inteligentních obalů na evropském trhu ve srovnání s Japonskem, USA a Austrálií, kde byly vhodnější a flexibilní pravidla povolené v minulých letech technologických inovací v odvětví potravinářských obalů.

Tato práce se zabývá podrobným výčtem v oblasti výzkumu a vývoje chytrých obalů jak v oblasti vědecké, tak i komerční. Dále tato práce podrobně rozebírá právní aspekty nařízení EU 1935/2004/ES a ES 450/2009 s dopadem na aktivní a inteligentní obaly.

1.2. Právní legislativa aktivních a inteligentních obalů

Během posledních deseti let přišel obrovský růst výroby a vývoje aktivních a inteligentních obalů potravin. První využití těchto obalů bylo v Japonsku v polovině sedmdesátých let. Teprve v devadesátých letech se tyto obaly rozšířily do Evropy a USA a především na americkém trhu došlo k prudkému nárůstu v posledních deseti letech. [6]

Regulační požadavky na aktivní a inteligentní obaly se například mezi EU a USA liší. Zatímco v USA se právní předpisy aktivních a inteligentních obalů neliší od požadavků na běžný obalový materiál potravin v Evropské Unii jsou tyto materiály regulovány nařízením 1935/2004/ES o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a dále upřesněným v nařízení 450/2009/ES. V konečném důsledku je právní regulace USA a EU podobná a jednotlivé látky, které přicházejí do styku s potravinami, schvalují příslušné úřady. V USA se jedná o US Food and Drug Administration (US-FDA) a v EU se jedná o Evropskou agenturu pro bezpečnost potravin (EFSA).

Legislativní rámce pro aktivní a inteligentní obaly v Evropské Unii jsou stanoveny v nařízeních 1935/2004/ES a v nařízeních 450/2009/ES. V nařízeních 450/2009/ES jsou „aktivními materiály a předměty“ charakterizovány jako materiály a předměty, které mají prodloužit životnost nebo zachovat či zlepšit stav balených potravin. Jsou navrženy tak, aby záměrně obsahovaly složky, které uvolňují nebo absorbují látky do nebo z balených potravin nebo prostředí, které potraviny obklopuje. „Inteligentními materiály a předměty“ jsou definovány jako materiály a předměty, které sledují stav balených potravin nebo prostředí, které potraviny obklopuje. [7]

Z takto definovaného popisu aktivních a inteligentních obalů vyplývá, že cílem aktivního obalu je prodloužení trvanlivosti, udržení stavu nebo dokonce zlepšení kvality potraviny. Zatímco, inteligentní obaly monitorují historii potraviny a informují o její čerstvosti. Látky vyvolávající aktivní nebo inteligentní funkci mohou být obsaženy například v malém papírovém sáčku nebo

mohou být součástí obalového materiálu. Z tohoto důvodu je důležité navrhnout obal tak, aby účinná látka byla součástí obalu, tak aby nemohlo dojít k potenciálnímu požití vloženého sáčku při konzumaci a aby byla zjednodušena manipulace při použití obalu při balení. Dle legislativy mohou aktivní a inteligentní obaly být složeny z jedné či více vrstev nebo částí různých typů materiálů, jako jsou plasty, papír a kartón nebo nátěry a laky. [7]

V případě kombinace látek je nutné počítat s jejich vzájemným působením tak aby splňovaly požadavky na bezpečnost stanové nařízením 1935/2004.

1.2.1. Nařízení EP a Rady (EU) 1935/2004/ES

Článek 1. nařízení 1935/2004/ES konstatuje, že „Účelem tohoto nařízení je zajistit účinné fungování vnitřního trhu ve vztahu k uvádění materiálů a předmětů určených pro přímý nebo nepřímý styk s potravinami na trh Společenství a stanovit základ pro zabezpečení vysokého stupně ochrany lidského zdraví a zájmů spotřebitelů“. Důležitý je Článek 3. „Obecné požadavky“, který stanovuje tvrzení ohledně výrobní praxe, která musí být v souladu, tak aby nedocházelo k uvolňování složek do potravin, které by mohly vést k poškození zdraví, změnu složení potravin nebo zhoršení organoleptických vlastností potravin. Článek 4. konstatuje, že aktivní materiály nesmějí zakrývat kažení potravin a inteligentní materiály nesmějí spotřebitele uvádět v omyl. Článek dále definuje označení aktivních a inteligentních předmětů již uvedených do styku s potravinami, tak aby je spotřebitel mohl identifikovat jako nejedlé části. [8]

Regulační nařízení 1935/2004/ES jasně stanovuje, jak postupovat při schvalování nových aktivních a inteligentních materiálů určených pro styk s potravinami. Nejprve je podána žádost na příslušný orgán členského státu, který do 14 dnů uvede přijetí žádosti a úřad následně informuje ostatní členské státy a Komisy. Následuje vyjádření úřadu EFSA, které vydává stanovisko ve lhůtě do 6 měsíců. Vyjádření může být prodlouženo a dalších šest měsíců, ale v takovém případě musí úřad předložit zdůvodnění žadateli, Komisi i členským státům.

Podle čl. 5 nařízení 1935/2004/ES týkající se zvláštních opatření, mohou být přijata zvláštní opatření pro skupiny materiálů a předmětů, které mohou přijít do styku s potravinami uvedených v příloze I tohoto nařízení. V souladu s nařízením 1935/2004/ES došlo k přijetí následujících předpisů:

- nařízení Komise (ES) č. 450/2009 ze dne 29. května 2009 o aktivních a inteligentních materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami,

- nařízení Komise (ES) č. 2023/2006 ze dne 22. prosince 2006 o správné výrobní praxi pro materiály a předměty určené pro styk s potravinami,
- nařízení Komise (EU) č. 10/2011 ze dne 14. ledna 2011 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami,
- nařízení Komise (ES) č. 282/2008 ze dne 27. března 2008 o materiálech a předmětech z recyklovaných plastů určených pro styk s potravinami,
- směrnice Komise 2007/42/ES ze dne 29. června 2007 o materiálech a předmětech vyrobených z celofánu určených pro styk s potravinami,
- Směrnice Rady 84/500/EHS ze dne 15. října 1984 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se keramických předmětů určených pro styk s potravinami (transponováno vyhláškou č. 38/2001 Sb.)

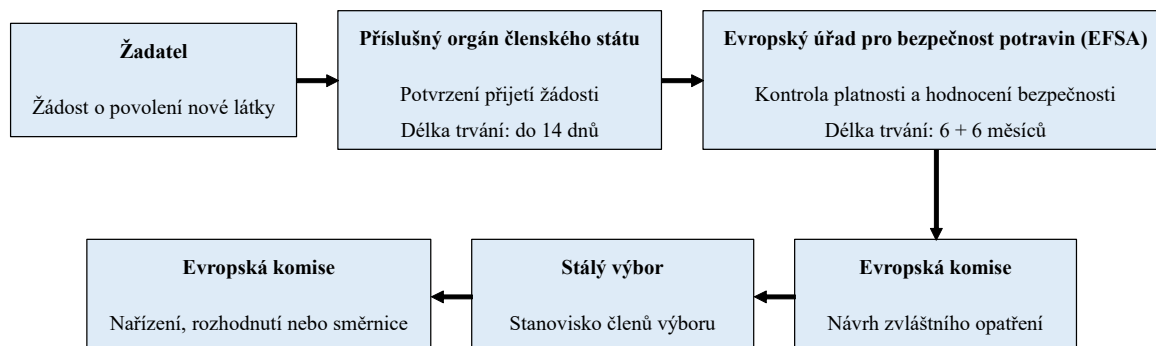
Podle čl. 6 nařízení 1935/2004 lze, pokud nebudou přijata zvláštní opatření podle čl. 5, aplikovat vnitrostátní pravidla, která jsou v souladu s pravidly Smlouvy. Takovými jsou právě pravidla obsažená ve vyhlášce č. 38/2001 Sb., především jejích přílohách, týkající se předmětů z kaučuku, kovu, silikátů, papíru, lepenky a korku. Pokud tedy má být v kontaktu s potravinou některý z těchto materiálů, je třeba postupovat mimo jiné i podle konkrétních ustanovení vyhlášky č. 38/2001 Sb. vztahujících se na daný materiál.

1.2.1.1. Systém autorizace aktivních a inteligentních složek

Autorizace aktivních a inteligentních složek musí být poskytnuta v souladu s články 7–9. nařízení 1935/2004/ES. V těchto člancích je přesně popsán postup pro žádost o povolení nové látky. Článek 9 jasně určuje, že žádost se podává příslušnému orgánu členského státu s těmito náležitostmi a přílohami:

- 1) jméno a adresa žadatele,
- 2) technická dokumentace obsahující informace uvedené v pokynech, které upravují posouzení bezpečnosti látky a které vydá úřad,
- 3) souhrn technické dokumentace.

Následně příslušný orgán uvedený v příslušné žádosti žadateli písemně potvrdí přijetí jeho žádosti do 14 dnů od jejího přijetí. V potvrzení uvede datum přijetí žádosti; bez odkladu informuje úřad a nebo dá žádost a doplňkové informace podané žadatelem k dispozici úřadu. Úřad o žádosti bez odkladu informuje ostatní členské státy a Komisi a dá jim k dispozici žádost a doplňkové informace podané žadatelem. Na závěr úřad zveřejní podrobné pokyny pro přípravu a podávání žádostí.



Obr. 2 Proces přihlašování

1.2.2. Nařízení EP a Rady (EU) 450/2009/ES

Obecné požadavky na inteligentní a aktivní obaly stanovené v nařízení 1935/2004/ES více upřesňuje nařízení 450/2009/ES. V tomto nařízení je uvedeno, že látky vyvolávající aktivní nebo inteligentní funkci mohou být obsaženy ve zvláštním zásobníku (např. absorbér kyslíku je v málem sáčku) nebo mohou být přímou součástí balicího materiálu. Aktivní materiály a předměty mohou záměrně obsahovat látky, které jsou určeny k tomu, aby se uvolňovaly do potravin. Po posouzení bezpečnosti určité látky úřadem EFSA, může být látka zahrnuta na seznam povolených použitých látek, které lze použít pro aktivní a inteligentní složky. V seznamu jsou uvedeny údaje jako: identifikace látky, funkce látky, referenční číslo, podmínky použití, omezení a podmínky materiálu nebo předmětu, ke kterému je složka přidána. Nařízení vyžaduje, aby nejedlé části, byly označeny slovem „Nejezte“ a pokud je to technicky možné, byly označeny symbolem obrázek č. 5. Tyto informace musí být na viditelném místě, zřetelně čitelné a nesmazatelné. [7]

Čitelnost na obalech potravin definuje Nařízení EP a Rady (EU) č. 1169/2011. V případě jakýchkoliv obalů potravin, jejichž největší plocha je větší než 80 cm² je povinností na obale uvádět písmo, jehož nejmenší písmeno „x“ je vysoké nejméně 1,2 mm. V případě obalů potravin nebo nádob, jejichž největší plocha je menší než 80 cm² je povinností na obale uvádět písmo, jehož nejmenší písmeno „x“ je vysoké nejméně 0,9 mm.

1.2.3. Nařízení komise (ES) č. 2023/2006

Nařízení stanoví pravidla správné výrobní praxe pro skupiny materiálů a předmětů určených pro styk s potravinami uvedené na seznamu v příloze I nařízení (ES) č. 1935/2004 a pro kombinace těchto materiálů a předmětů nebo pro recyklované materiály a předměty použité při výrobě těchto materiálů a předmětů. Toto nařízení se použije na všechna odvětví a na všechny fáze výroby, zpracování a distribuce materiálů a předmětů, až po fázi výroby výchozích materiálů, která do rozsahu působnosti není zahrnuta. [9]

Nařízením jasně definuje pravidla pro potisk obalů potravin, který svou stranou nepřichází do styku s potravinou. Nařízení nastavuje podmínky, za jakých je možné potiskovat obaly potravin vč. kontrolních mechanismů a vedení dokumentace.

Součástí nařízení je příloha s postupy pro použití tiskařských barev na stranu materiálu nebo předmětu, která nepřichází do styku s potravinou. Stanovuje podrobná pravidla správné výrobní praxe v tiskařských provozech tak, aby se látky z potištěného povrchu nepřenesly na stranu, která přichází do styku s potravinou v množství, kterým se zvýší koncentrace látky v potravině na hodnotu, která by nebyla v souladu s požadavky článku 3 nařízení (ES) č. 1935/2004.

1.2.4. Nařízení komise (EU) č. 10/2011

Nařízení komise (EU) č.10/2011ze dne 14. ledna 2011 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami je zvláštním opatřením nařízení 1935/2004. Toto nařízení stanovuje zvláštní pravidla pro bezpečné používání materiálů a předmětů z plastů a ruší směrnici Komise 2002/72/ES ze dne 6. srpna 2002 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami. [10]

V tomto nařízení jsou stanoveny požadavky pro výrobu a uvádění materiálů a předmětů z plastu, které jsou určeny pro styk s potravinami nebo, již jsou ve styku nebo u nich lze předpokládat, že přijdou do styku s potravinami. Oblastí působení jsou plasty, vícevrstvé plastové materiály spojené adhezivními látkami nebo jiným způsobem, plastové vrstvy nebo plastové povrchy tvořící těsnění víček a uzávěrů, plastové vrstvy ve vícevrstvých materiálech. Oblastí působení jsou i potištěné nebo povrchově upravené plasty.

Součástí nařízení je seznam povolených látek, který je průběžně novelizován. Seznam látek například upravuje Nařízení komise (EU) č. 1183/2012. Seznam látek je k dispozici na stránkách EU: https://webgate.ec.europa.eu/foods_system/main/?event=display

1.2.5. Nařízení komise (ES) 282/2008

Nařízení se vztahuje na materiály a předměty z plastů a na jejich části, které jsou určeny pro styk s potravinami podle článku 1 směrnice 2002/72/ES a které obsahují recyklované plasty. Nařízení definuje proces recyklace, požadavky na materiál a především podmínky pro povolení procesů recyklace a povinnosti. Jedná se o „návod“ k získání povolení k recyklačnímu procesu a zároveň definuje kontrolní činnost tohoto procesu.

Dále upravuje nařízení komise č. 2023/2006 kde v příloze Podrobná pravidla správné výrobní praxe doplňuje tiskařské barvy o oddíl “Systému zabezpečení jakosti pro proces plastů určených pro styk s potravinami...“, který definuje systém zpracování recyklovaných plastů určených pro styk s potravinami. Jedná se např. o plán řízení jakosti, řídicí a operativní postupy, testy, analytické protokoly a další. [11]

1.2.6. Směrnice komise 2007/42/ES

Tato směrnice je zvláštní směrnicí ve smyslu článku 5 nařízení (ES) č. 1935/2004 o materiálech a předmětech vyrobených z celofánu určených pro styk s potravinami. Směrnice popisuje co je celofán: „Celofán je tenká fólie získaná z regenerované celulosy vyrobené z nerecyklovaného dřeva nebo bavlny. Pro splnění technických požadavků mohou být do hmoty nebo na povrch přidány vhodné látky“. Celofán může být po jedné nebo po obou stranách povrchově upraven“. V příloze této směrnice je definován seznam látek povolených při jeho výrobě a povrchové úpravě. [12]

1.2.7. Vyhláška č. 38/2001 Sb.

Tato vyhláška Ministerstva zdravotnictví, zapracovává příslušné požadavky na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy. Vyhláška se zabývá nejen hygienickými požadavky na výrobky pro styk s potravinami, ale i konstrukcí výrobku, barvením, potiskem nebo povrchovou úpravou. Hygienické požadavky na jednotlivé materiály, z nichž jsou vyrobeny výrobky určené pro styk s potravinami a to především:

- požadavky na výrobky z plastů,
- požadavky na výrobky z elastomerů a materiálů na základě přírodního a syntetického kaučuku,
- požadavky na výrobky z kovových materiálů,

- požadavky na výrobky z papíru, kartonu a lepenky,
- požadavky na výrobky z celofánu a požadavky na výrobky z korku.

Součástí vyhlášky je příloha, v které jsou definovány požadavky na čistotu barviv, pigmentů a plniv. Přílohou vyhlášky je i seznam monomerů, přísad a jiných výchozích látek, které mohou být použity pro výrobu výrobků z plastů.

1.2.8. Obecné právní náležitosti při označování obalu

Zákon o obalech č. 477/2001 Sb. vymezuje povinnosti spojené se značením obalů. § 6 „Označování obalů“ Pokud osoba, která uvádí na trh nebo do oběhu obal nebo balený výrobek, označí na tomto obalu nebo baleném výrobku materiál, ze kterého je obal vyroben, je povinna provést toto značení v souladu s právem Evropské unie. [9]

Konkrétně se jedná o přílohy č. I až VII rozhodnutí Komise 97/129/ES ze dne 28. ledna 1997, kterým se zavádí identifikační systém pro obalové materiály podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/ES o obalech a obalových odpadech. K stanoveným informačním povinnostem byly vydány dvě technické normy ČSN 77 0052-2, která byla k 30. 9. 2014 zrušena a ČSN 77 053.

Během roku 2014 ještě došlo k úpravě zákona č. 477/2001 sb. zákonem č. 62/2014 na základě směrnice Komise 2013/2/ES, který poskytuje názorná kritéria a příklady upřesňující pojem obal.

1.2.1. Informace na obalech

Zákon o obalech v souladu s rozhodnutím Komise umožňuje spotřebitelům orientaci v materiálech, z kterých je obal vyroben a nakládání s ním po vyprázdnění jeho obsahu. Označování je dle rozhodnutí komise z ledna 1997 jednotné pro celý trh EU a pro použití se doporučuje držet písemných a číselných symbolů uvedených v tomto rozhodnutí. Označování na obalech těmito symboly je dnes dobrovolné vyjma ustanoveních v zákoně o odpadech, lécích či chemických látkách. Aktuálně je rozhodnutím Evropské Komise přesně definován pojem obal, tak aby hranice mezi tím co je obal a není, byla co nejvíce zřejmá. K posouzení se používají tři kritéria vč. uvedených příkladů, kdy je například obal krabice na cukrovinky, ale sáček čaje, voskové vrstvy na sýrech popř. střívka uzenin již nejsou brány jako obal, ale jako součást výrobku.

1.2.1.1. Kritéria a názorné příklady upřesňující pojem obal

Novela zákona č. 477/2001 Sb ze dne 19. března 2014 v příloha č. 1 definuje kritéria, podle kterých je možné určit, zda se jedná o obal či nikoliv. Celkem se jedná o tři kritéria, která definují obal a součástí těchto kritérií jsou i názorné příklady.

Kritérium č. 1 určuje, zda výrobek plní i jinou funkci než funkci obalu. Názorné příklady použití kritéria; obalem je krabice na dort, systémy sterilní bariéry (sáčky, tácky a materiály nutné k zachování sterility výrobku), ale obalem již nejsou čajové sáčky nebo střívka uzenin.

Obalem je například kapsle do nápojových systémů (například káva, kakao, mléko), které po použití zůstanou prázdné, ale obalem již není kávová kapsle do nápojových systémů, kávové sáčky z hliníkové fólie a kávové polštářky z filtrovaného papíru odstraněné spolu s použitým kávovým produktem. Pro pochopení definice co je obal a co nikoliv je vhodný příklad obalů na CD. Obalem jsou válcové obaly na CD typu „spindle“ (prodávané s CD, nejsou určeny k uchování disků), ale pouzdra na CD, DVD a video (prodávané spolu s diskem CD, DVD nebo videem uvnitř pouzdra) již obalem nejsou.

Kritérium č. 2 definuje předměty navržené a určené pro plnění v místě prodeje. Obalem je tedy předmět navržený a určený k plnění v místě prodeje jako jsou odnosné papírové nebo plastové tašky a sáčky, ale i jednorázové talíře a kelímky. Naopak za obal není považováno míchátko, jednorázové příbory nebo balicí papír (prodávány samostatně).

Kritérium č. 3 popisuje pomocné prvky, které jsou přímo na výrobku nebo jsou začleněné v obalu. Pomocné prvky, které jsou zavěšené přímo na výrobku nebo jsou k výrobku připevněné a plní funkci obalu, se považují za obal pouze tehdy, pokud:

- a) nejsou nedílnou součástí tohoto výrobku a
- b) nejsou-li všechny části určeny k tomu, aby byly společně spotřebovány nebo odstraněny.

Za obal jsou považovány štítky a visačky, které jsou přímo zavěšeny na výrobku nebo jsou k výrobku připevněny. Předmět, který je součástí obalu je například samolepicí etikety, které jsou nalepeny na jiné části obalu, sponky, spony, svorky nebo plastové převlečné etikety (smrštitelné). Předmět, který není obalem je RFID štítek pro identifikaci na základě rádiové frekvence. [2]

1.2.1.2. Systém číslování a zkratek

Pro zjištění použitého obalového materiálu byl zaveden identifikační systém, který umožňuje pomocí čísel a zkratek přesně určit charakter konkrétního obalového materiálu.

Tabulka 1: Identifikační kódy a zkratky pro obalový materiál

Plasty		
Materiál	Zkratka	Číselný kód
Polyetyléntereftalát	PET	1
Vysokohustotní polyetylen	HDPE	2
Polyvinylchlorid	PVC	3
Nízkohustotní polyetylen	LDPE	4
Polypropylén	PP	5
Polystyren	PS	6

Papír a lepenky		
Materiál	Zkratka	Číselný kód
Vlnitá lepenka	PAP	20
Ostatní lepenka	PAP	21
Papír	PAP	22

Kovy		
Materiál	Zkratka	Číselný kód
Ocel	FE	40
Hliník	ALU	41

Dřevo		
Materiál	Zkratka	Číselný kód
Dřevo	FOR	50
Korek	FOR	51

Textil		
Materiál	Zkratka	Číselný kód
Bavlna	TEX	60
Juta	TEX	61

Sklo		
Materiál	Zkratka	Číselný kód
Bezbarvé sklo	GL	70
Zelené sklo	GL	71
Hnědé sklo	GL	72

Kombinovaným obalem se rozumí obal vyrobený z různých materiálů, které nelze od sebe oddělit, přičemž žádný z nich nepřekračuje určitý daný podíl hmotnosti. Zkratka u kombinovaných obalů je C plus zkratka odpovídající převládajícímu materiálu. Klasickým příkladem kombinovaného materiálu jsou nápojové kartony, které jsou tvořeny vrstvou papíru a plastu, případně ještě hliníkovou fólií a plastovým uzávěrem.

Tabulka 2: Identifikační kódy a zkratky pro obalový materiál

Kombinované obaly		
Materiál	Zkratka	Číselný kód
Papír a lepenka/různé kovy		80
Papír a lepenka/plast		81
Papír a lepenka/hliník		82
Papír a lepenka/bílý plech		83
Papír a lepenka/plast/hliník		84
Papír a lepenka/plast/hliník/bílý plech		85
Plast/hliník	C/	90
Plast/bílý plech		91
Plast/různé kovy		92
Sklo/plast		95
Sklo/hliník		96
Sklo/bílý plech		97
Sklo/různé kovy		98

1.2.1.3. Grafické vyjádření identifikace

K základnímu grafickému vyjádření se používá tzv. Möbiova smyčka neboli „Ommius Loop“, který vyjadřuje možnost recyklace použitých materiálů. Jedná se o obecný znak složený z tří obrazců šipek ve tvaru trojúhelníku, použití znaku nepodléhá žádným autorským ani licenčním právům.



Obr. 3 Ukázka použití smyčky pro identifikaci obalů

Dle původní normy máme tři varianty, které jsou významově stejné a je možné je použít při označení obalu. Tato norma doporučuje umístění číselné kódu do středu smyčky a písemné zkratky pod smyčku. [13]

- 1) Značení identifikačním kódem, zkratkou i smyčkou
- 2) Značení identifikační zkratkou a smyčkou
- 3) Značení identifikačním kódem a smyčkou.

Varianta pouze s číslem se nedoporučuje z důvodu nejasného sdělení pro spotřebitele. Důležité je umístit značení na místo kde zůstane zachováno i po otevření obalu, stejně tak trvanlivost značení musí přesahovat životnost výrobku, jinak postrádá smysl. Volba velikosti značky i její varianty je na libovolném posouzení výrobce.

1.2.1.4. Symbol nakládání s odpadem

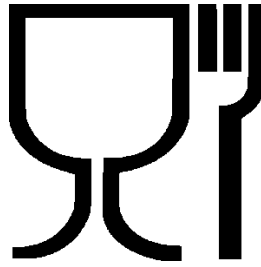
Symbol vybízející k odkládání použitého obalu tj. panáček, který odhazuje list do koše, se používá pro obal, který má charakter komunálního odpadu bez nebezpečné složky. [14, 15] Použití tohoto symbolu je zcela dobrovolné.



Obr. 4 Ukázka symbolu pro odkládání použitého obalu

1.2.1.5. Symbol pro označení materiálů přicházejících do styku s potravinami

Podle článku 15 rámcového nařízení (ES) č. 1935/2004 o materiálech a předmětech pro styk s potravinami specifikuje požadavky na značení. Uvádí, že k materiálům a předmětům, které při uvedení na trh ještě nejsou ve styku s potravinami, se připojí slova “pro styk s potravinami“ nebo konkrétní označení týkající se jejich použití, jako kávovar, láhev na víno, polévková lžice, a nebo symbol obrázku č. 5. [8]



Obr. 5 Ukázka symbolu “pro styk s potravinami“

1.2.1.6. Symbol nejedlé části

Aby mohl spotřebitel identifikovat nejedlé části, označují se aktivní a inteligentní materiály a předměty nebo jejich části vždy, když mohou být považovány za jedlé, slovy „NEJEZTE“ a vždy, je-li to technicky možné, symbolem. Informace musí být dobře viditelné, zřetelně čitelné a nerasmazatelné. Jsou vytištěny písmem o velikosti alespoň 3 mm a jsou v souladu s požadavky podle článku 15 nařízení (ES) č. 1935/2004.



Obr. 6 Ukázka symbolu pro nejedlé části

1.3. Aktivní systémy balení potravin

Principem aktivního balení potravin je schopnost obalu reagovat na změny prostředí, tak aby se prodloužila trvanlivost, udržel stav nebo dokonce zlepšila kvalita potraviny. Aktivní systémy balení obsahují složky, které uvolňují nebo absorbují látky do balené potraviny nebo z balené potraviny nebo z prostředí obklopující potravinu. Vývoj aktivních obalů je poměrně nový a jedná se o velmi rychle se vyvíjející oblast.

Na trhu jsou v současnosti dostupné dva druhy aktivních systémů.

- Absorbéry – systémy aktivního balení založené na absorpci, tj. látky, které jsou schopny absorbovat a odstranit různé látky uvnitř obalu.
- Emitery – systémy aktivního balení založené na uvolňování látky, které jsou prospěšné pro kvalitu potravin uvnitř obalu.

1.3.1. Pohlcovač vlhkosti

Absorbéry vlhkosti jsou systémy ovlivňující vlhkost v obale. Jedná se především o obaly potravin uvolňující vodu jako je maso, drůbež nebo mražené ryby. [5]

Při balení potraviny může dojít k vniknutí vody do balení a její vysoká koncentrace může způsobit zhoršení kvality potraviny. Existují dva druhy absorbéru vlhkosti a příklady jejich komerčního provedení jsou uvedeny v tabulce č. 3. První druh absorbuje vodu pomocí podkladového materiálu a používá se především u mražených ryba a masa, dodává se v různé velikosti podle velikosti obalu. Z komerčně dostupných řešení na trhu patří do první skupiny například DriLoc (Cryovac Sealed Air) nebo MoistCatch (Kyodo Printing Co.).

Do druhé skupiny patří sendvičové obalové fólie pro stabilizaci vlhkosti pomocí stabilizátoru. Nejčastěji je jako stabilizátor použit polypropylenglykol umístěný mezi dvě fólie polyvinylalkoholu. Podmínkou tohoto systému je vysoká propustnost vnitřní vrstvy pro vodní páry. Tento typ fólie určený především pro balení ryb je na trhu dostupný pod označením Pichit (Okamoto Industries Inc., Japonsko).

Zajímavým řešením je systém TenderPac od německé společnosti SealPac, který díky dvěma komorám a poréznímu švu odděluje maso od prostoru s absorbérem. Maso je tak v optimálním prostředí bez kontaktu s vodou. Tento systém je na trhu od roku 2012 a stále dochází k jeho modernizaci a během posledních již získal řadu ocenění.

Tabulka 3: Typy aktivních systémů

Obchodní název	Výrobce/ dodavatel	Systém
<i>Pohlcovače vlhkosti</i>		
Dri-Loc®	Sealed Air Corporation	Absorbační polštářek
MoistCatch	Kyodo Printing Co., Ltd.	Absorbační polštářek
MeatGuard	McAirlaid Inc.	Absorbační polštářek
Linpac	Linpac Packaging Ltd.	Absorbační podložka
Fresh-R-Pax®	Maxwell Chase Technologies	Absorbační podložka
TenderPac®	SEALPAC	Dvoukomorový systém
Nor® Absorbit	Nordenia International AG	Mikrovlňný film
<i>Antimikrobiální obaly</i>		
Biomaster®	Addmaster Limited	Předsměsi na základě stříbra
AgIon®	Life Materials Technology Limited	Předsměsi na základě stříbra
Irgaguard®	BASF	Předsměsi na základě stříbra
Surfacine®	Surfacine Development Company LCC	Předsměsi na základě stříbra
IonPure®	Solid Spot LCC	Předsměsi na základě stříbra
d ₂ p®	Symphony Environmental Ltd.	Předsměsi na základě stříbra
Bactiblock®	NanoBioMatters	Předsměsi na základě stříbra
Biomaster®	Linpac Packaging Ltd.	Podložky a filmy na základě stříbra
Food-touch®	Microbeguard Corp.	Proložky
Sanic Films	Nanopack	Proložky
SANICO®	Laboratories STANDA	Protiplísňový nátěr
Wasaouro®	Mitsubishi-Kagaku Foods Corp.	Antibakteriální a protiplísňové archy, etikety a filmy
<i>Emitory oxidu uhličitého</i>		
CO ₂ ® Fresh Pads	CO ₂ Technologies	Podložka s emitory CO ₂
UltraZap® Xtenda Pak pads	Paper Pak Industries	Antimikrobiální podložka s emitory CO ₂
SUPERFRESH	Vartdal Plastindustri AS	Box systém s CO ₂ emitorem
<i>Absorbéry kyslíku</i>		
OxyGuard®	Clariant Ltd.	Sáček
OxyCatch®	Kyodo Printing Company, Ltd.	Sáček
FreshPax®	Multisorb Technolgoies, Inc.	Sáček
ATCO®	Laboratories STANDA	Etiketa
Ageless®	Mitsubishi Gas Chemical Inc.	Etiketa
Cryovac® OS2000	Sealed Air Corporation, USA	Film
Enzyme-based	Bioka Ltd.	Film
Shelfplus® O ₂	Albis Plastic GmbH	Předsměsi
OxyRx®	Mullinix Packages Inc.	Nádoby/ přepravky vhodné pro vysoké teploty
OMAC®	Mitsubishi Gas Chemical Inc.	Fólie vhodné pro vysoké teploty
<i>Další</i>		
FreshCase®	Bemis Company Inc.	Obal s vrstvou dusitanu sodného, který umožňuje tvorbu červeného barviva ve vakuově baleném mase
Sira-Crisp®	Sirane Ltd.	Mikrovlňné susceptory
SmartPouch®	VacPac Inc.	Mikrovlňné susceptory
Flexis®	Avery Dennison Corp.	Parní ventil
MicVac®	SEALPAC GmbH	Parní ventil

1.3.2. Absorbéry/ emitory oxidu uhličitého

Zvýšená hladina CO₂ snižuje růst mikroorganismů na povrchu masa a zpomaluje biochemické procesy. Z tohoto důvodu je vhodná pro balení masa a drůbeže. Většinou se jedná o podložku, která při reakci uvolňuje CO₂ nebo v podobě pytlíčku. Absorbéry oxidu uhličitého se často využívají u balení kávy, kde dochází k uvolňování CO₂ a z důvodu nárůstu tlaku může dojít k protržení balení. Tento absorbér obsahuje hydroxid vápenatý, který při vysoké vlhkosti v důsledku reakce s CO₂ tvoří uhličitan vápenatý. Přehled některých komerčně využívaných absorbérů/ emitorů oxidu uhličitého je uveden v tabulce č.3.

1.3.3. Absorbéry kyslíku

Jedná se o nejvíce rozšířené absorbéry a jejich částečný přehled je uveden v tabulce č. 3. Používají se především pro zlepšení vakuového balení, kdy jsou schopny snížit zbytkový kyslík na méně než 0,01%. Kyslík může urychlit zhoršení kvality mnoha potravin. Způsobuje výskyt nepříjemného zápachu v důsledku oxidace tuku, změnu barvy, ztrátu živin nebo vznik plísní. Absorbéry kyslíku odstraňují kyslík z prostoru obalu a zároveň absorbují kyslík, který se do obalu dostane v průběhu skladování. Absorbéry kyslíku jsou vyráběny ve formě pytlíčků nebo ve formě nálepky umístěné na víčku nebo je součástí obalu.

1.3.4. Antimikrobiální obaly

Mikrobionální růst v potravinách urychluje změny ve vůni, barvě, struktuře potraviny a snižuje trvanlivost potraviny. Vývoj antimikrobiálních obalů zažívá prudký růst, především látky na bázi stříbra, ale jejich komerční použití je v EU částečně omezeno legislativou. Tyto aktivní složky jsou založeny na použití chemických látek ve formě pytlíčků nebo jsou látky přímo obsaženy v obalech potraviny.

1.3.5. Ostatní aktivní obalové systémy

Existuje celá řada různých aktivní účinných systémů, jedním z nepoužívanějších je systém pro mikrovlnný ohřev potravin. Mikrovlnný aktivní obal je navržen tak, aby docházelo k rovnoměrnému ohřevu všech částí uvnitř obalu. Jedná se vždy o soustavu několika různých opatření, jako je stínění, systém pro uvolňování páry atd.

1.4. Inteligentní systémy balení potravin

Inteligentní obal je navržen tak, aby dokázal sledovat stav zabalené potravinu nebo prostředí, které potravinu obklopuje. Inteligentní obalový systém je schopen detekovat, snímat, zaznamenávat, sledovat nebo sdělovat informace o kvalitě nebo stavu potravinu během celého potravinového řetězce. [4]

Tabulka 4: Typy inteligentních systémů

Obchodní název	Výrobce/ dodavatel	Systém
<i>Time temperature indicators (TTI)</i>		
3M Monitor Mark®	3M Company	TTI závislé na difúzi esteru mastných kyselin
Keep-it®	Keep-it Technologies	Chemické TTI
Fresh-Check®	Temptime Corp.	TTI na bázi polymerační reakce
VITSAB®	VITSAB International AB	Enzymové TTI
OnVu®	Freshpoint and Ciba	TTI na bázi fotochemické reakce
TopCryo®	TRACEO	Mikrobiologické TTI
FreshCode®	Varcode Ltd.	TTI etikety na bázi čárového kódu
Tempix®	Tempix AB	TTI etikety na bázi čárového kódu
<i>Indikátory poškození obalu</i>		
Timestrip®	Timestrip Ltd.	Etikety s časovým indikátorem
Novas®	Insignia Technologies Ltd.	Etikety s časovým indikátorem
Best-by®	FreshPoint Lab.	Etikety s časovým indikátorem
Ageless Eye®	Mitsubishi Gas Chemical Inc.	Tablety s indikátorem plynu
Tell-Tab	IMPAK	Tablety s indikátorem plynu
O2Sense	Freshpoint Lab.	Tablety s indikátorem plynu
<i>Indikátory čerstvosti</i>		
Fresh Tag®	COX Technologies	Kolorimetrické indikátory
SensorQ®	DSM NV and Food Quality Sensor International Inc.	Indikátory citlivé na pH
Raflatac	VTT and UPM Raflatac	Kolorimetrické indikátory (stříbrné nanovrstvy)
Food Sentinel System	SIRA Technologies Inc.	Biosenzor (barcode)
Toxin Guard®	Toxin Alert Inc.	Biosenzor (film)
<i>Radiofrekvenční identifikační štítky (RFID)</i>		
Easy2log®	CAEN RFID Srl	TT štítek se senzorem
CS8304	Convergence Systems Ltd.	TT štítek se senzorem
TempTRIP	TempTRIP LLC	TT štítek se senzorem
Intelligent box	Mondi Plc	Box s integrovaným TT štítkem se senzorem
Intelligent fish box	Craemer Group GmbH	Box s integrovaným TT štítkem se senzorem

1.4.1. Senzory

Vzhledem k neustálému technologickému pokroku v oblasti tištěné a hybridní elektroniky dochází k rozsáhlému vývoji nové generace senzorů. Pro komercializaci senzorů je důležité překonat některé překážky jako je:

- zlepšení pružnosti,
- snížení výrobních nákladů,
- zvýšení citlivosti a schopnosti odolávat vnějším vlivům, jako je světlo, mechanické namáhání nebo teplota,
- zajištění bezpečnosti při styku s potravinami.

Kromě tradičních senzorů pro měření teploty, vlhkosti nebo pH je posledních několik let zaměřena pozornost na chemické senzory, které sledují kvalitu potravin a integritu obalu. Senzor je složen ze snímací části (receptor) jedná se obvykle o senzorkou vrstvu schopnou reagovat na přítomnost určité látky a vyvolanou změnu díky měření vybrané fyzikální veličiny tak získávat z převodníku (transducer), výstupní signál. V roce 2013 společnost Thin Film oznámila, že úspěšně vyvinula soběstačný integrovaný elektronický systém tištěného teplotního čidla pro sledování potravin. Systém obsahuje baterie a společnost komercializovala senzor pod označením „Smart sensor Label“. Pokrok v tištěné elektronice umožnil vývoj nových senzorů, které mohou být vytištěny na různých substrátech, lehce ohybatelné a mohou být tištěné v různých velikých plochách. Aktuálně probíhá vývoj senzorů na mnoha místech cele Evropské unie, jedná se například o produkt „FotoSens“ nízko nákladové senzory na bázi fotonických krystalů, které vyvíjí VVT Technical Research Centre of Finland. Ghent University v Belgii vyvíjí chemický senzor pro kontrolu kažení potravin a integritu obalu pod názvem „CheckPack“. Na Technical University of Athens v Řecku vyvíjí pod názvem „BioFos“ opakovaně použitelný biosenzor pro detekci kontaminace potravin. [4]

1.4.2. Indikátory

Indikátory na rozdíl od senzorů neposkytují přesné informace o množství (koncentrace, teplota atd.) a nemohou ukládat informace z měření v konkrétním čase. Poskytují okamžité vizuální informace o stavu balené potraviny pomocí úplné změny nebo intenzity barvy. Ve většině případů se jedná o změny barvy, které jsou nevratné. Vzhledem velkému k vývoji v posledních letech došlo k nárůstu komerčně využívaných indikátorů. Jedná se vždy pro spotřebitele

jednoduché a snadno pochopitelné ukazatele v podobě vizuální změny štítku. Stručný seznam komerčně dostupných indikátorů je uveden v tabulce č. 4.

1.4.2.1. TTI indikátory

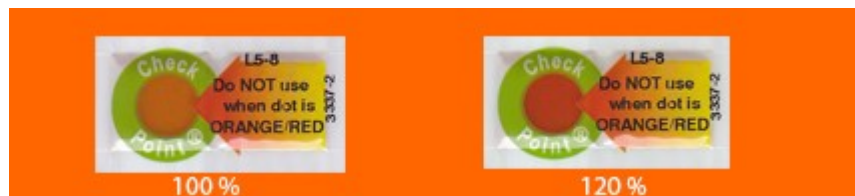
Od okamžiku aktivace sčítají celkový tepelný účinek a umožňují odhadnout efektivní průměrnou teplotu během skladování nebo distribuce výrobku. Na základě této informace pak může být průběžně posouzen okamžitý rozsah reakcí nepříznivě ovlivňujících kvalitu baleného produktu. Odezva indikátorů TTI je pak často dáována do souvislosti s okamžitou kvalitou výrobku. Reakční kinetika indikátoru je navržena tak aby vizualizací odpovídala kažení potravin v čase. Indikátory celkového tepelného účinku tak v praxi vždy musí být navrženy na míru pro daný výrobek. Existují různé principy fungování TTI mezi nejrozšířenější patří:

- 1) Difúzní TTI indikátory jsou založeny na rychlosti difuze indikátoru do vysoce kvalitního savého papíru. Komerční příklady jsou Monitor Mark od společnosti 3M nebo produkty Timestrip. U indikátorů MonitorMark/ Timestrip je každé políčko indikátoru tvořeno směsí různých chemických látek upravených tak, aby je bylo možné nanést na absorpční vrstvu podkladového papíru. Jakmile dojde k dosažení stanovené teploty, chemické složky indikátoru tají a jsou podkladovou vrstvou absorbovány, čímž dojde k trvalé změně zbarvení jednotlivých políček indikátoru. [16]



Obr. 7 TTI indikátor Monitor Mark. Zdroj: 3M

- 2) Enzymové TTI indikátory jsou založeny na enzymové reakci způsobující změnu pH v reakční směsi. Na trhu jsou často používány enzymové etikety Vitsab, které vyrábí společnost Vitsab Sweden AB. Nejnovější enzymové indikátory od společnosti Vitsab nesou označení CheckPoint a jejich cílem je poskytnout informaci o stavu drůbežního masa, hovězího masa a především mořských plodů. Orientace v indikaci je pro spotřebitele velmi jednoduchá. V případě dosažení správných přepravních podmínek je terčík indikátoru vybarven zelenou barvou. V případě překročení požadovaných teplotních limitů, které mohou způsobit poškození potravin je terčík zabarven oranžovou až červenou barvou. Pokud nebyl indikátor spuštěn, zůstává terčík v bílé barvě.



Obr. 8 TTI indikátor CheckPoint. Zdroj: Vitsab Sweden AB

- 3) TTI indikátory na mikrobiologické bázi, tyto štítky jsou aktivovány po rozmrazení a využívají růstu bakterií v závislosti na teplotě. Francouzská společnost Cryolog S.A. vyvinula mikrobiální štítky TTI „TOPCRYO“ pomocí živného média v podobě gelu a izolovaných bakterií (Obr. 9). Důležitou výhodou mikrobiálních štítků je, že barva štítku se mění při každé teplotě, ale rychleji pokud je rychlý růst teploty. Bylo prokázáno, že tyto etikety jsou bezpečné, pokud jsou používány u chlazených balených potravin.



Obr. 9 TTI indikátor TOPCRYO. Zdroj: Cryolog S.A.

Další skupinou etiket jsou polymerní TTI, které využívají polymerační reakce závislé na teplotě. Tyto štítky se musejí uchovávat při teplotě – 24 °C před jejich aplikací na obal potravin a komerčně je vyrábí společnost Timetip pod označením Fresh-Check. Systém založený na fotochemické reakci je na etiketě OnVu vyvinutý společností Ciba a Freshpoint. Systém je aktivován pomocí zdroje UV záření a mění barvu v průběhu času se zvyšující se teplotou. Po aktivaci UV zářením se barva mění na tmavě modrou a účinkem teploty a času barva postupně mizí. Tento systém může být aplikován jako samostatný kontrolní štítek nebo může být přímo natištěn na obal potravin.

V EU se výzkumem a vývojem TTI indikátorů aktuálně zabývá projekt IQ-FRESHLABEL, který je částečně financován Evropskou komisí a má 17 partnerů v 9 různých zemích. Tento projekt se zabývá nejen vývojem nové TTI etikety, ale i průzkumem trhu a chováním běžného spotřebitele. V rámci tohoto výzkumu byl zjištěn značný potenciál pro použití inteligentních etiket v oblasti kontroly teploty. V projektu IQ-FRESHLABEL, byly vyvinuty nové inteligentní štítky pro kontrolu teploty uchování mražených potravin. V rámci projektu byl proveden sociálně – ekonomický průzkum dopadu integrace TTI etiket na obaly potravin. Průzkum proběhl ve Finsku, Německu, Francii a Řecku. Z průzkumu vyplynulo, pozitivní vnímání producentů potravin, prodejců a spotřebitelů při zavádění inteligentních etiket. Spotřebitelé se domnívají, že výrobky s TTI jsou kvalitnější než ty bez a jsou ochotni si připlatit více za výrobek s TTI etiketou (2525 dotazovaných spotřebitelů). [17]

1.4.2.2. Indikátory čerstvosti

Indikátory čerstvosti poskytnou okamžitou informaci o kvalitě výrobku vyplývající z růstu mikroorganismů nebo chemické změny potravinářského výrobku. Jsou založeny na změně koncentrace metabolitů (aminy, oxid uhličitý, ethanol atd.). Indikátory čerstvosti fungují pomocí barevných indikátorů (např. pH) nebo s využitím biosenzorů. Od roku 1999 vyrábí společnost COX Technologies produkt „Fresh Tag“, který informuje o vzniku aminů v rybím produktu, výroba produktu je však v současnosti pozastavena. [5]

V současné době vyvinula nový indikátor čerstvosti americká společnost Food Quality Sensor International Inc. společně s holandskou společností DSM NV. Indikátor SensorQ je založen na podobném principu jako Fresh Tag (indikace pomocí pH indikátorů). Pomocí SensorQ je detekována úroveň čerstvosti / kažení zabaleného masa a drůbeže. Detekce je pro spotřebitele velmi jednoduchá, oranžová výplň uprostřed písmene ‚Q‘ se změní na tmavě zelenou, pokud je

maso zkažené. Přestože bylo avizováno uvedení senzoru na trh v roce 2008, v současné době ještě není indikátor SensorQ dostupný.

1.4.2.3. Indikátory poškození obalu

Nejběžnějšími indikátory poškození integrity obalu potravin jsou indikátory kyslíku. Jedním z často používaných indikátorů je produkt společnosti Mitsubishi Gas Chemical Inc. s názvem „Ageless-Eye“, který je ve formě tablet. V prostředí bez přítomnosti kyslíku je růžový a v přítomnosti kyslíku mění barvu na modrou. Na podobném principu jsou založeny tablety „Tell-Tab“ od společnosti IMPAK Corporation.

Velmi inovativním produktem je Insignia After Opening Freshness Timer Intelligent Labels od společnosti Insignia Technologies Ltd. se sídlem ve Skotsku. Tento indikátor čerstvosti získal hlavní cenu UK Packaging Awards v roce 2016. Technologie využívá „inteligentních“ pigmentů, které mění barvu v závislosti na měnící se koncentraci CO₂ a teploty. Jedná se především o produkty balené do MAP (modifikovaná atmosféra) s použitím CO₂. Když je obal potravin naplněn CO₂ barva etikety se změní na žlutou a zůstává ve stejné barvě do otevření obalu a uvolnění CO₂. Po otevření obalu začne etiketa reagovat a dochází k barevné změně v závislosti na čase a teplotě. Barevná změna může být předem nastavena v souladu trvanlivostí potravin a v závislosti na podmínkách uchování.

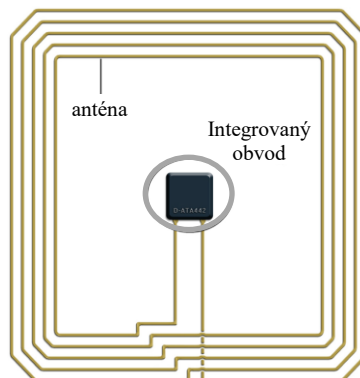
1.4.2.4. Termochromní barvy

Změna termochromní barvy může být ireverzibilní nebo reverzibilní. Nevratné termochromní barvy změní zbarvení, pokud jsou vystaveny určité teplotě, zbarvení zůstává trvalé. Reverzibilní termochromní barvy mohou měnit barvu při zahřátí a při klesající teplotě se vrací k původní barvě. Termochromní barvy mohou spotřebitele informovat o „dokonale chlazeném“ nápoji nebo barva upozorní na překročení teploty při skladování, při které došlo k poškození potravin.

1.4.3. RFID

V posledních letech se stále více využívá ke komunikaci systémů s RFID (Radio Frequency Identification, Identifikace na rádiové frekvenci). Radiofrekvenční systém identifikace patří do skupiny automatických identifikátorů (Auto ID). Do skupiny Auto ID patří například i QR kódy, čárové kódy nebo magnetické barvy. Auto ID technologie jsou relativně nové ve využití

způsobu poskytování informací a sledování potravin. Auto ID technologie neposkytují informace o kvalitě potravin, slouží především k identifikaci výrobků nebo jsou využívány jako prevence proti krádežím. [4]



Obr. 10 RFID štítek

RFID slouží k přenosu a ukládání dat pomocí elektromagnetických radiových vln. RFID štítky dělíme podle frekvenčního pásma, která určuje rádius čtení a rychlost přenosu dat, jedná se o dělení na nízkofrekvenční LF (30 – 500 kHz), vysokofrekvenční HF (10-15 MHz) a ultra vysokofrekvenční UHF (850 – 950 MHz; 2,4 – 2,5 GHz a 5,8 GHz) viz tabulka č. 5. Frekvenčním pásmem se rozumí frekvence používaná pro přenos dat mezi RFID štítkem a čtecím zařízením

Tabulka 5: Kategorie frekvencí a rozsahů pro použití v RFID komunikaci

Rozsah frekvencí	Frekvenční pásmo	Informace
Low (LF)	30 - 500 KHz	Štítky s nízkofrekvenčním přenosem, nevýhodou je jejich krátký dosah okolo 0,5 m a pomalá rychlost komunikace. Má nižší cenu než některý z vyšší frekvencí.
High (HF)	10 - 15 MHz	Štítky s vysokofrekvenčním přenosem se vyznačují dosahem okolo 1 m a dosahují vyšší komunikační rychlosti než LF štítky.
Ultra High (UHF)	850 - 950 MHz 2,4 - 2,5 GHz 5,8 GHz	Štítky s ultra vysokofrekvenčním přenosem mají největší dosah (3-6 m pro pasivní štítky a 30+ m pro aktivní štítky). Mají velmi vysokou rychlostí přenosu dat, což umožňuje krátké časy přenosů což je nutné pro pohybující se objekty, které zůstávají v dosahu jen krátký čas.

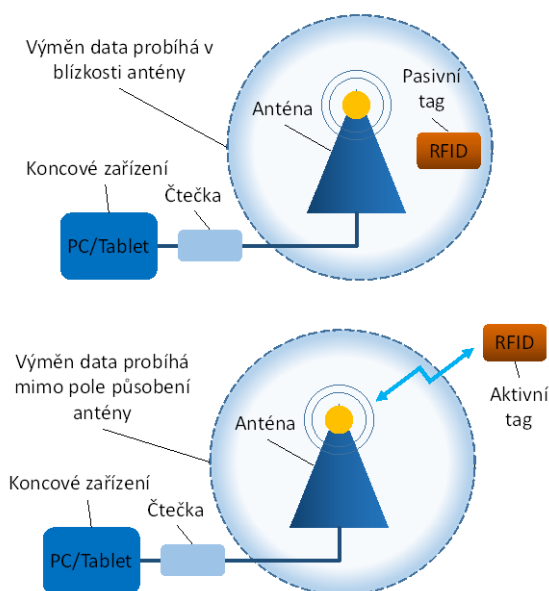
1.4.3.1. Aktivní, pasivní a semi-pasivní RFID

Základními prvky typického systému RFID je anténa většinou v podobě tištěné cívky, transceiver – vysílač/ přijímač, a transpondér – samotný RF štítek (Obr. 10), integrovaný obvod

s naprogramovanou informací. Většina RFID systémů obsahuje transpondéry tzv. štítky (informace o produktu většinou se jedná o integrovaný obvod s anténou) a čtecí zařízení pro komunikaci s štítky. Pokud je transpondér (štítek) zachycen přijímačem/ čtečkou dochází k dekódování data, která jsou zakódována v integrovaném obvodu štítku a tyto data jsou předány k dalšímu zpracování do počítače či telefonu.

RFID štítky můžeme rozdělit do základních dvou skupin podle napájení:

- Pasivní RFID štítky nemají žádnou baterii a jsou napájeny pomocí elektromagnetických vln přijímaných ze čtečky. Součástí transpondéru je kondenzátor, který uloží indukovanou energii z cívky, kterou následně využije k odeslání odpovědi. Z důvodu dostatečného nabití kondenzátoru je nutná blízkost vysílací antény, fungují tedy na krátké vzdálenosti do několika metrů. Jejich výhodou je levná cena a dlouhá životnost.
- Aktivní RFID štítky jsou napájeny vlastní interní baterií. Vlastní zdroj energie umožňuje štítkům nejen přijímat, ale i vysílat. Jedná se tedy o vysílání signálu zcela nezávisle na přítomnosti čtečky. Vysílání signálu je energeticky náročné z tohoto důvodu nejsou většinou štítky stále aktivní, ale vysílají nejčastěji opakovaně v určitých časových periodách. Aktivní RFID štítky dosahují do podstatně vzdálenějších oblastí než pasivní štítky a mají vzdálenost komunikace až okolo 100 m. Životnost aktivního štítku je omezena životností baterie.



Obr. 11 Schéma - pasivní vs. aktivní štítek

- Semi-pasivní RFID štítky mají baterii, která slouží pro udržování paměti nebo rozšíření dosahu čtení dat.

RFID technologie je k dispozici již řadu let, ale pro použití na obalech potravin se však jedná o stále novou oblast. Jedná se především o senzory s podporou RFID. Nové technologie a výzkum umožnil produkci nových RFID štítků vybavených jedním nebo více senzory, které poskytují měření některých vlastností jako je: teplota, vlhkost, pH, tlak, světelné záření nebo koncentrace různých plynů. [4]

1.4.3.2. NFC

S rozšířením mobilních telefonů s NFC došlo k masovému rozšíření možností využití této technologie v běžném životě. NFC je zkratka anglického spojení Near Field Communication (komunikace na blízkou vzdálenost). Slouží k bezdrátové komunikaci mezi jednotlivými elektrickými přístroji ve vzdálenost do 4 cm (teoreticky až 10 cm). Komunikace funguje na principu RFID a pro přenos dat využívá kmitočet 13,56 MHz. NFC je založena na standardech ISO/IEC 18092, které jsou kompatibilní s RFID štítky odpovídající normě ISO/IEC 14443. NFC standardy jsou definované neziskovou organizací NFC Forum založenou v roce 2004 společnostmi Nokia, Philips a Sony. [19]

Existují tři typy komunikace NFC:

- aktivní komunikace typu Card Emulation, kdy mobilní telefon funguje jako peněženka, průkaz či jízdenka,
- pasivní komunikace typu Reader/Writer, kdy mobilní telefon načítá data z NFC štítků nebo na ně data ukládá. Dochází tak k načtení informací (URL, informací apod.),
- komunikace P2P umožňuje výměnu dat mezi dvěma mobilními telefony.

V dnešní době, kdy většina výrobců ve svých tzv. chytrých telefonech dodává technologii NFC je jen otázkou času vývoj nových aplikací. Lze se setkat s dostupnými aplikacemi, které pracují s NFC, jako jsou bezkontaktní karty, identifikace produktů, bezpečnostní karty a jiné. NFC díky své jednoduchosti a rozšíření na mobilních telefonech má velkou budoucnost ve využití na obalech potravin.

1.4.3.3. Vývoj obalů s NFC a RFID

Významný pokrok v oblasti vývoje RFID technologií umožňuje využití RFID při kontrole potravinového řetězce. RFID štítky mají velký potenciál pro produkci masa, distribuci, zlepšení kontroly při sledovatelnosti v obchodních řetězcích, řízení zásob a pro automatizaci procesů. Existuje řada dodavatelů RFID, jako EPISILIA (Kanada), RFID Enabled solutions Inc. (USA)

a HRAFN Inc. (Švédsko), které pracují na zavádění RFID systému pro zpracovatelský průmysl v oblasti zpracování masa a ryb. Rozvinutější RFID systémy umožňují sloučení RFID štítku a senzoru pro sledování stavu potravin (senzory teploty nebo biosenzory). RFID štítky vč. senzorů jsou instalovány na povrchu krabic nebo palet, které umožňuje sledování teploty při přepravě potravin v rámci chladicího potravinového řetězce a umožňuje zlepšení účinnosti řízení dodavatelského řetězce a zároveň zvyšuje úspory v důsledku snížení odpadu z této činnosti. Velkou výhodou těchto RFID štítků je jejich opakovatelné použití.

Společnost Craemer Group (Německo) vyvinula v souladu s novými pravidly Evropské unie box s integrovaným RFID pro sledování transportu ryb po celou dobu cesty ke spotřebiteli. Patentovaný inteligentní box na přepravu ryb má RFID transpondér (vysílač) poskytuje schopnost identifikovat a sledovat informace o odlovených rybách během přepravy od místa odlovení. Box s integrovaným RFID pro přepravu ryb je dodáván na trh od roku 2014. [20]

Na Massachusetts Institute of Technology, Ústav chemie (MIT), byl vyvinut levný, přenosný senzor, který detekuje plyny produkující hnilobné maso. Skupina vědců z MIT pracujících na senzoru předpokládá, jednoduchý způsob výroby, který umožní širokou komerční dostupnost. Díky tomuto senzoru bude moci spotřebitel okamžitě určit, zda je maso v obchodu nebo chladničce bezpečné ke konzumaci. Vyvinutá technologie se skládá ze snímače z chemicky modifikovaných uhlíkových nanotrubic spojených se systémem technologie NFC. V rámci vývoje byl senzor testován na čtyřech druzích masa: Vepřové maso, kuřecí maso a rybí z tresky a lososa. Při zachování vhodné skladovací teploty zůstali všechny čtyři druhy masa čerstvé po dobu čtyř dnů. Senzor správně detekoval začátek rozkladu u všech různých nechlazených vzorků masa. Výhodou i nevýhodou tohoto systému je absence baterie, senzor tedy funguje pouze po dobu kdy je aktivován polem NFC, senzor tedy neukládá průběžné hodnoty, ale pouze ukáže tu aktuální. V rámci tohoto projektu byla podána patentová žádost a předběžně se počítá s udělením licence pro komerční výrobu [21, 22].

Norská společnost Thin Film je jedním z předních dodavatelů NFC řešení v oblasti obalového průmyslu a obalů potravin. Její řešení NFC štítku OpenSense lze využít jako marketingový nástroj a k ochraně produktů. NFC štítek OpenSense umožňuje komunikaci se spotřebitelem, který pomocí NFC čtečky v telefonu může získat doplňující informace k produktu, a kterému tím dává jistou exkluzivitu.

V EU se již v roce 2007 zabýval projekt „GoodFood“ vývojem nové generace chemických senzorů s RFID pro sledování potravinového řetězce. Tento projekt Centro Nacional de Microeletronica v Madridu vyrobil první prototypy RFID štítku s integrovanými senzory pro sledování vlhkosti, teploty a světelného záření. V Roce 2013 byl celoevropský projekt

„Pasteur“ ukončen výrobou platformy, která zahrnovala flexibilní RFID štítek se snímači vlhkosti, teploty a světelného záření. Od roku 2010 běží projekt EU na University Aldo Moro in Bari v Itálii na RFID štítky se senzorem plynů.

1.5. Vývoje inteligentních obalů v EU

S růstem publikací o inteligentních obalech (Obr. 1) roste i počet evropských výzkumných a vývojových projektů souvisejících s chytrým balením potravin. Především se jedná o obalové organizace a renomovaná výzkumná centra. Jedná se například o projekt Belgické vládní agentury pro inovace vědy a technologie s názvem CheckPack. Cílem CheckPacku je vývoj optického senzoru pro detekci kažení potravin, který může být integrován v potravinových obalech. Projekt CheckPack se nejprve zaměří na průmyslové zpracování masa a ryb, které jsou dvěma důležitými sektory potravin. Především masné a rybí výrobky jsou výrobky podléhající velmi rychlé zkáze. Sensory CheckPack budou sloužit jako nástroj pro rychlou, přesnou a nedestruktivní analýzu balených masných nebo rybích výrobků v každé etapě zásobovacího řetězce. Do budoucna se bude projekt CheckPack věnovat i jiným skupinám potravin (například ovoce a zelenina).

Společnost Thin Film, která se zabývá tištěnou elektronikou, již řadu let vyvíjí nový NFC štítek se senzorem pro sledování kvality potravin pod názvem Smart Sensor Label. Tento NFC štítek se senzorem má zaznamenávat teplotu prostředí v kterém se potravina nachází, má se jednat o velmi levný a tenký NFC štítek. Tloušťka NFC senzoru bude 1 mm a bude velmi flexibilní a vhodný pro lepení na tvarově různorodé obaly potravin. Jeho využití se předpokládá především u čerstvého masa, čerstvých ryb a mléčných výrobků. Tento NFC štítek se senzorem teploty má být dostupný na trhu ve třetím kvartále roku 2017.

Jedním se zajímavých projektů je již zmiňovaný IQ frashlabel, který je částečně financován Evropskou komisí a má 17 partnerů v 9 různých zemích. Dalším projektem v oblasti inteligentních obalů je Flexsmell, kterého se pod vedením Italské Univerzity Aldo Moro v Bari účastní dalších devět partnerů z osmi evropských zemí. Tento projekt je zaměřen na nízkonákladové senzory s radiofrekvenční identifikací RFID pro potravinářský průmysl. Cílem projektu je vyvinout levný bezdrátový systém pro sledování kvality potravin. Úspěšným projektem je ISA-Pack, který vyvíjí flexibilní, aktivní a inteligentní platformu pro balení čerstvých potravin s cílem prodloužení životnosti a kvality potraviny. V roce 2014 úspěšně proběhla aplikace indikátoru čerstvosti na různé kombinace materiálů obalů pro masné výrobky

s použitím ukazatelů na vnitřní a vnější obalové fólii. Partner projektu společnost Domino UK Limited požádal o patentování technologie TTI inkoustů vyvíjených v rámci projektu.

Tabulka 6: Přehled výzkumných a vývojových projektů v EU, které byly zahájeny v posledních deseti letech v souvislosti s inteligentním balením potravin.

Název projektu	Financováno	Zahájení	Doba trvání	Koordinátor projektu	Popis projektu
GoodFood	EU-FP6	2004	3 roky	Centro Nacional de Microelectronica (CSIC-CNM), Madrid	Vývoj nové generace analytických metod pro bezpečnost a zajišťování kvality v rámci celého potravinového řetězce, založených na mikro a nanotechnologiích včetně integrace chemických senzorů na pružných RFID.
Nafispack	EU-FP7	2008	3 roky	Spanish Packaging, Transport and Logistics Research Centre (ITENE)	Obalové řešení na bázi aktivních složek a sledování kvality, bezpečnosti stavu produktu na základě inteligentních funkcí
Pasteur	EU-Catrene	2009	3 roky	NXP Semiconductors, The Netherlands	Vývoj nové platformy bezdrátového čidla. Senzory jsou součástí inteligentního obalu s RFID. Jedná se o vícesenzorovou technologii založenou na sledování parametrů prostředí (včetně plynů, jako je kyslík a oxid uhličitý pro balené potraviny). Budoucí aplikace zahrnují monitorování obalu zboží podléhajícího rychlé zkáze v celém dodavatelském řetězci.
IQ Freshlabel	EU-FP7	2010	3,5 roků	Technologie-Transfer-Zentrum, Bremerhaven	Podpora zavádění nových chytrých etiket formou výzkumu očekávání spotřebitele, prodejce a producenta. Vývoj nové chytré etikety pro monitorování teploty mražených a chlazených potravin.
FlexSmell	EU-FP7	2010	3 roky	University Aldo Moro in Bari, Department of Chemistry, Italy	Tento projekt byl zaměřen na inteligentní chemické senzory pro detekci těkavých chemických látek na bázi radiofrekvenční identifikace (RFID) pro kontrolu kvality potravinářských výrobků za nízkou cenu a s velmi nízkou spotřebou energie.
IsaPack	EU-FP7	2012	3 roky	Materials Technology Research Institute, United Kingdom	Aktivní a inteligentní technologická platforma pro balení čerstvých potravin s cílem prodloužení jejich životnosti a kvality. Zvýšení bezpečnosti a snížení produkce odpadu potravin a obalů.
PhotoSens	EU-FP7			VTT Technical Research Centre of Finland	Vývoj nízko nákladového senzoru na bázi fotonických krystalů pro průmyslové využití.
Smart Sensor Label	Soukromé	2012		Thin Film Electronics ASA; Bemis Company Inc.	Flexibilní platforma pro obalový trh, pomocí které lze shromažďovat a bezdrátově přenášet informace. Zaznamenává klíčové fyzikální vlastnosti a data z prostředí balených potravin, které podléhají rychlé zkáze.
SusFoFlex	EU-FP7	2012	3 roky	Oulu University, Finland	Nové inteligentní obalové řešení pro zvýšení trvanlivosti potravin a ochranu proti mikroorganismům. Počáteční zaměření především na čerstvé ovoce a zelenina s případným budoucím rozšířením i na maso a ryby.
CheckPack	Belgium-IWT	2013	4 roky	Ghent University, Belgium	Vývoj chemického senzoru pro detekci kažení potravin a integrity balení na bázi fotonických krystalů.

2. Experimentální část

Daná část práce se zabývá především využití tištěných NFC štítků s teplotním senzorem pro obaly. Především se jedná o oblast potravinářského průmyslu, kde teplota ovlivňuje stav a charakteristiku řady potravin. Pro testování použitelnosti tištěných NFC štítků se senzorem teploty byl zvolen proces chladicího řetězce u distribuce potravin živočišného původu. Ty jsou nejvíce rizikovou skupinou potravin v souvislosti se změnou teploty.

Dále byla testována mechanická odolnost NFC štítků na obale, dostupnost NFC štítků, výdrž baterie/ počet záznamů měření a jejich samotná aplikovatelnost na obal chlazené potraviny.

2.1. Úvod do problematiky

Právní legislativa jasně stanovuje pravidla pro celý proces nakládání s potravinami živočišného původu, ať se jedná o výrobce, distributora nebo prodejce tak aby potravina byla pro konzumenta bezpečná. Součástí těchto nařízení jsou přesně definované podmínky distribuce pro jednotlivé druhy potravin živočišného původu např. určené teplotní meze, v kterých musí být daná potravina uchovávána.

Základním legislativním nařízením v oblasti bezpečnosti potravin je Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, které stanovuje obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin. Nařízení se vztahuje na všechny fáze výroby, zpracování a distribuce potravin. Dalším důležitým nařízením pro distribuci a prodej potravin je Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin, v němž je zakotvena zásada používat systém HACCP na všech úrovních potravinového řetězce a nutnost stanovit mikrobiologická kritéria a požadavky na kontrolu teploty, založených na vědeckém posouzení rizika. Neméně důležité je Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví specifické hygienické předpisy pro potraviny živočišného původu. Nařízení upravuje zvláštní požadavky na jednotlivé skupiny potravin nebo produktů živočišného původu, jako jsou maso drůbeže a zajícovců; mleté maso, masné polotovary a strojně oddělené maso; masné výrobky; produkty rybolovu; syrové mléko, mlezivo, mléčné výrobky a výrobky z mleziva a další. Součástí tohoto nařízení je i povinnost producentů označovat výrobky oválem s identifikačním označením výrobního zařízení a kódem názvu země, ve které se zařízení nachází.

2.1.1. Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů

Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů tzv. HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points, HACCP) je vyžadován povinně u všech výrobců potravin na základě Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin. Systém HACCP je určen pro všechny potravinářské podniky zajišťující výrobu, zpracování a distribuci potravin a také pro podniky, které svými produkty do potravinového řetězce vstupují (zemědělství, výroba obalů, apod.). V rámci systému HACCP jde o zajištění bezpečnosti potravin, a to v průběhu celého řetězce, tzn. během procesu výroby, balení, skladování a distribuce.

V roce 2005 byla schválena mezinárodní norma ISO 22000 pro certifikace systémů managementu bezpečnosti potravin. Norma částečně nahradila normy a standardy, které byly na národních úrovních používány k certifikaci systémů HACCP. Výhodou ISO 22000 je její mezinárodní platnost. [23]

2.1.2. Teploty určené pro přepravu

V Příloze II. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 jsou definovány podmínky pro přepravu potravin živočišného původu. Článek IV. Této přílohy v bodě 7. uvádí: „Je-li to nezbytné, musí být dopravní prostředky nebo kontejnery používané pro přepravu potravin schopné udržovat potraviny při vhodných teplotách a musí umožňovat monitorování těchto teplot“. [24]

Přísné požadavky jsou stanoveny v celém výrobním a distribučním řetězci pro dodržování nízkých chladírenských teplot kvůli omezení růstu mikroorganismů a omezení dalších změn.

Teplota při skladování potravin živočišného původu nesmí překročit:

- 7 °C v případě, že byly vyrobeny z čerstvého masa (s výjimkou drůbežního a králíčího),
- 4 °C v případě, že byly vyrobeny s použitím drůbežního nebo králíčího masa, anebo zvěřiny,
- 3 °C v případě, že byly vyrobeny s použitím vnitřností,
- 2 °C v případě, že byly vyrobeny s použitím separovaného masa,
- 2–8 °C v případě mléčných výrobků.

Je třeba dbát toho, aby při zacházení se surovinami a výrobky, pro něž je stanovena skladovací teplota, nedošlo ke zvýšení této teploty o více než 2 °C na dobu delší než 2 hodiny.

Pro monitorování teploty jsou využívány teplotní dataloggery se záznamem teploty, který musí být po určitý čas dohledatelný. V případě mražených potravin nebo v případě mezinárodní dopravy musí dataloggery splňovat požadavky stanovené normou EN 12830: „Přístroje pro záznam teploty při přepravě, skladování a distribuci zchlazených, zmrazených, hluboko zmrazených/rychle zmrazených potravin a zmrzliny.“

2.2. Využití NFC štítků se senzorem teploty v potravinářském průmyslu

S vysokým růstem vývoje tištěné elektroniky roste i rozsah jejího využití v potravinářském průmyslu. Jednou z nejrozšířenějších technologií jsou RFID štítky pro sledování zboží.

V poslední době došlo k velkému pokroku u využití NFC etiket s uloženou informací o produktu tzv. chytré etikety, které jsou schopny mít pevně uloženou libovolnou informaci, která se po přiložení telefonu zobrazí. Tuto technologii nabízí na trhu společnost Thin Film pod názvem NFC OpenSense a NFC SpeedTap, ale jedná se spíše o marketingový nástroj. Tento druh etikety nepřináší nic nového, na podobném jednodušším principu předání doplňujících informací funguje například QR kód, který informace následně čerpá z webu.

Další samostatnou kapitolou jsou NFC štítky doplněné o senzory, například teploty nebo vlhkosti. Zde již může zákazník dostat unikátní informaci o prostředí, kterým potravina prošla. V současné době je na trhu řada dostupných NFC štítků pro použití v potravinářství, jedná se především o NFC štítky se senzorem teploty. Velmi očekávané je řešení od společnosti Thin Film již zmiňovaný Smart Sensor Label, které má být levné, jednoduché na obsluhu a vhodné pro lepení na nerovné obaly, ale s jejich uvedením na trh se počítá koncem roku 2017. Velkému rozšíření zatím brání především vysoká cena těchto NFC štítků.

2.2.1. NFC štítky se senzorem teploty

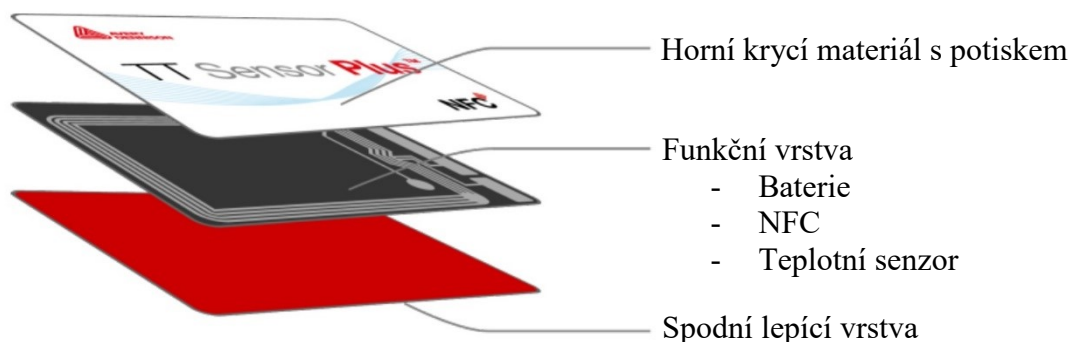
Nejrozšířenější a zároveň nejdostupnější z NFC štítků se senzorem jsou NFC štítky se senzorem teploty. Aktuálně je na trhu nabízí řada společností. Jedná se o NFC štítky různých parametrů, velikostí a především zaměření. Základní rozdělení je především dle počtu a doby měření, což nejvíce závisí na životnosti baterie. Nejrozšířenější skupinou jsou mini boxy pro opakované měření se schopností dobít, většinou se jedná o NFC štítky s velkou baterií v neflexibilní boxu (Obr. 12).



Obr. 12 NFC štítek se senzorem teploty. Zdroj: TECNOSOFT SRL.

Menší, ale progresivní skupinou jsou tištěné NFC štítky se senzory pro zjištění přítomnosti různých plynů, vlhkosti nebo teploty. Aktuálně největší skupinou tištěných NFC štítků jsou NFC štítky se senzorem teploty. Výhodou NFC štítků je jejich flexibilita, která umožňuje nalepení na různé i nerovné plochy podložek. Další výhodou je formát, kdy tištěné NFC štítky se senzorem teploty mají velikost kreditní karty a tloušťku pouze 1–2 milimetry. Za jedinou nevýhodu lze považovat životnost NFC štítku, která je závislá na použité baterii.

Komerčně dostupné tištěné NFC štítky se senzorem teploty na trhu vyvíjí a vyrábí řada společností, mezi nejvíce využívané patří TT Sensor Plus od americké společnosti Avery Dennison Corporation a NFC štítek se senzorem teploty TEMPEVENT od společnosti UID (Unified Information Devices, LLC). Stejný NFC štítek s téměř totožným software dodává na trh v Evropě společnost Smithers-Oasis Belgium N.V. pod názvem TempChek.



Obr. 13 TT Sensor Plus. Zdroj: Avery Dennison Corporation

Další ze společností s podobným řešením je polsko - francouzská společnost Blulog Sp. z o.o. dodávající NFC štítek se senzorem teploty pod názvem Blulog. Blulog společně s největší polskou distribuční společností potravin Eurocash od roku 2014 do roku 2016 vyvíjel aplikaci

pro sledování teploty a vlhkosti při distribuci potravin. Od roku 2016 začala společnost Blulog dodávat na jednotlivá distribuční centra společnosti Eurocash řešení pro sledování teploty a vlhkosti. Systém se skládá ze společného řešení Ethernet / WiFi s RF a NFC ústřednami vč. aplikací umožňující přímé sledování podmínek ve skladech nebo distribučních centrech. Jedná se o jedno z prvních velmi komplexních řešení pro sledování potravin využívající NFC štítky se senzory teploty a vlhkosti ve střední Evropě.

2.3. Použité přístroje a NFC štítky

Pro měření venkovní teploty byl použit snímač referenční teploty Sensirion Evaluation Kit EK-H5 (RHT - senzor SHTC1). Pro měření vlivu teploty na měření štítků byla použita klimatická komora Vötsch VC7018. Pro snímání NFC štítků byl použit chytrý telefon LG K10 se systémem Android 6.0 (V20b-260-06). Pro měření referenční teploty při přepravě byl použit datalogger TESTO 174T, vodotěsný podle IP65, ve shodě s HACCP a certifikát dle EN 12830. K uložení záznamu byl použit Comfort Software Basic verze 5.16.2643.31923 vyhodnocení bylo provedeno v MS Office 2016.

2.3.1. Přehled testovaných NFC štítků

Pro měření byl použit NFC štítek se senzorem teploty TempChek od společnosti Smithers-Oasis Belgium N.V. a NFC štítek se senzorem teploty OTK Smart label V2 vyvíjený konsorciem Flexprint jehož součástí je i KPF. V případě měření distribuce chlazené potravin byl využit data z teplotního dataloggeru pro monitoring teploty chladicího řetězce umístěného v přepravním vozidle. Jednalo se o kalibrovaný TESTO datalogger od společnosti Testo AG Germany ve shodě s HACCP a s certifikátem HACCP International a EN 12830.

2.3.1.1. Blulog TLDL – 110 Temperature Data Logger

Výrobce je polsko – francouzská společnost Blulog. Jediný z testovaných NFC štítků se senzorem teploty, který není plně flexibilní a řadí se spíše do skupiny NFC boxů. Důvodem rigidnosti senzoru je baterie s velkou kapacitou, která je schopna měřit teplotu opakovaně po dobu dvou let s kapacitou paměti 5000 záznamů. Dalším důvodem zhoršené flexibility je umístění senzoru do voděodolného pouzdra s odolností podle třídy IP67.

Tabulka 7: Technické parametry NFC štítku Blulog :

Velikost štítku (mm)	80 x 50 x 2,5 mm
Rozsah teplot měření [°C]	-30 °C až +70 °C
Přesnost měření [°C]	+/- 0,2 °C
Kapacita měření	5000
Životnost štítku	2 roky

NFC štítek oproti ostatním testovaným štítkům je doplněn o LED signalizaci stavu štítku patrné z obrázku č. 13. NFC štítek je pomocí softwaru a zapnuté GPS v telefonu lokalizovat aktuální polohu štítku.



Obr. 14 Blulog TLDL – 110 Temperature Data Logger. Zdroj: Blulog

Aplikace pro obsluhu NFC štítku je jako většina NFC aplikací pro operační systém Android a samozřejmě vyžaduje v telefonu přítomnou NFC komunikaci. Aplikace je volně dostupná na internetu nebo u výrobce. Po instalaci a otevření aplikace kliknutím na ikonku Blulog je možné aktivovat NFC štítek. Kontaktem telefonu se štítkem dojde k automatickému otevření hlavní stránky, kde je možné přistupovat k informacím o snímači. Součástí hlavní stránky je složka „Správa profilů“ kde je možné upravovat profil NFC štítku v jednotlivých polích, jako jsou: popis výrobku, jméno a email odesílatele nebo jméno příjemce. Pro samotné měření je možné zadat jednotlivé hodnoty:

- délka měření,
- minimální přípustná teplota,
- maximální přijatelná teplota,
- časový práh pro aktivaci výstražné diody u minimální teploty,

- časový práh pro aktivaci výstrahy diody u maximální teploty,
- volba ručního startu pomocí tlačítka na štítku,
- zpoždění start záznamu,
- volba PIN kódu nezbytného pro čtení měřené teploty,
- volba PIN kódu nezbytného pro zastavení nahrávání.

Lze si také vybrat časové limity pro aktivaci výstražných LED diod. Pro spuštění štítku stačí stisknout tlačítko pro spuštění a umístit smartphone vedle NFC štítku. Zelená dioda indikuje, že měření teploty začalo. NFC štítek od společnosti Blulog umožní uložit souřadnici GPS při zápisu v chytrém telefonu, kdy načte data ze štítku pomocí NFC (souřadnice telefonu se zapíší do paměti štítku pokaždé, když je štítek načten NFC zařízením). Data o teplotě je možné z aplikace exportovat ve formátech CVS nebo PDF. Zároveň je možné nahrávat data na cloudový účet zřízený výrobcem štítku.

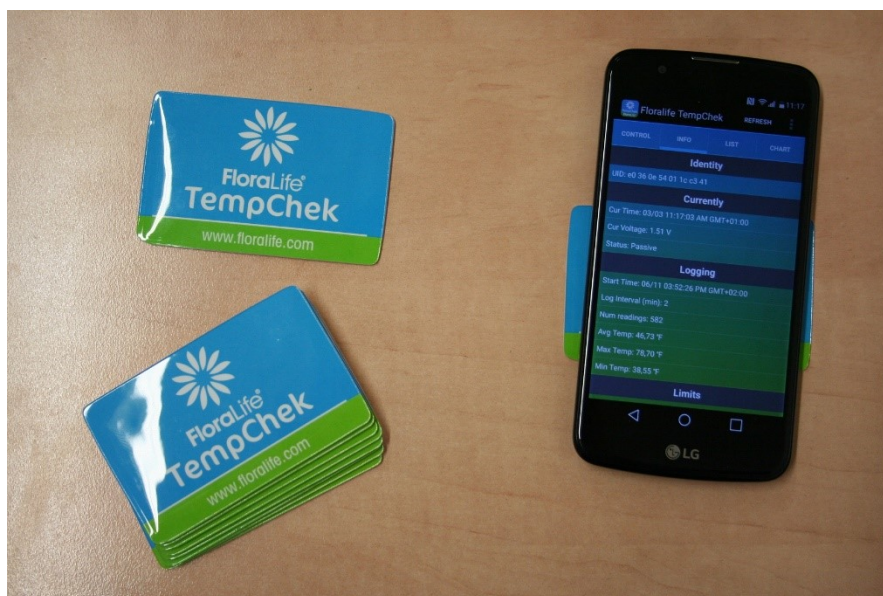
2.3.1.2. TempChek

NFC štítek se senzorem teploty TempChek dodává na trh v Evropě společnost Smithers-Oasis Belgium N.V. Jedná se o tenký, velmi flexibilní, jednorázový teplotní senzor s možností průběžně ukládat měřené hodnoty. Tento flexibilní a dostupný štítek je vhodný pro přímé lepení na obal potravin stejně jako velmi podobný NFC štítek TempEvent a TT Sensor Plus.

Tabulka 8: Technické parametry NFC štítku TempChek:

Velikost štítku (mm)	85,6 x 54 x 1 mm
Rozsah teplot měření [°C]	-30 °C až +65 °C
Přesnost měření [°C]	+/- 0,5 °C
Kapacita měření	762
Životnost štítku	1 rok

Data naměřená štítkem lze číst pomocí NFC v chytrém telefonu nebo tabletu, zařízení musí mít operačním systémem Android verze 4 a vyšší. NFC štítek se senzorem teploty poskytuje data o časovém průběhu teploty s vysokou přesností bez nutnosti nákladného průmyslového zařízení pro sběr dat i bez připojení k USB.



Obr. 15 TempChek

Aplikace je stejně jako pro Blulog volně dostupná na internetu nebo na stránkách samotného výrobce společnosti TempChek. Stejně jako u konkurenčního NFC štítku TT Sensor Plus od společnosti Avery Dennison je aplikace v licenci od společnosti Blue Spark Technologies, Inc. z USA, která vyvíjí především tištěné flexibilní baterie, ale i flexibilní monitoring teploty pro novorozence pod názvem TempTraq (monitorovací zařízení teploty, které se lepí do podpaždí novorozence, využívající technologii přenosu Bluetooth).

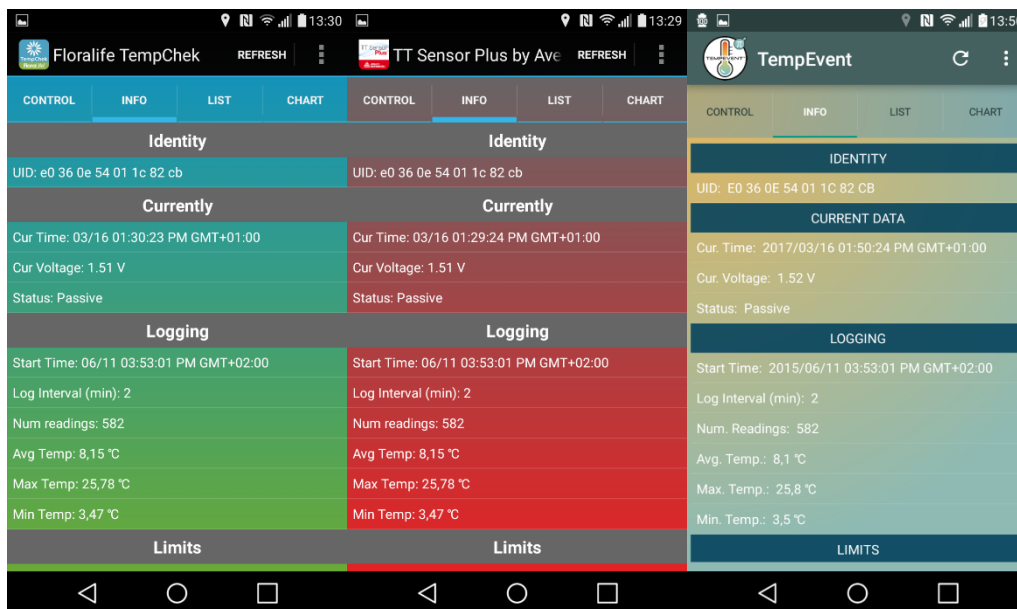
Po instalaci, otevření aplikace a přiložení NFC štítku k telefonu se podle nastavení zařízení ozve zvukový tón (nebo vibrace) indikující, že NFC štítek úspěšně komunikuje s přístrojem. Pro načtení dat štítku je nutné najít optimální pozici čtení zařízení (většinou je NFC zařízení součástí baterie telefonu), tedy krytem baterie blíže k zařízení. V hlavní nabídce aplikace je možné upravit základní nastavení, jako jsou stupně Celsia nebo Fahrenheita nebo zobrazení předchozího měřeného štítku, které je v aplikaci uloženo.

V základní nabídce aplikace jsou v horní liště samostatné záložky. Záložka „Control“ umožňuje vypínat a zapínat NFC štítek, nastavení limitních teplot a určit časový interval měření. V záložce „Info“ jsou identifikační údaje NFC štítku s jeho ID číslem, aktuální informace o čase a napětí baterie štítku a zda je štítek aktivován nebo deaktivován. V případě, že je štítek v aktivním režimu, jsou zde zobrazeny údaje:

- datum, čas a teplota od začátku přihlášení,
- jaký je interval mezi jednotlivými měřeními (maximální interval, který lze nastavit, je 9 hodin 6 minut 8 vteřin),
- počet hodnot zachycených v době poslední kontroly,

- průměrné zaznamenané maximální a minimální teploty,
- informace o nastavení horní a dolní meze teploty.

V záložce „List“ se zobrazuje tabulka s časovým údajem o teplotě, kdy v šedých řadách jsou zobrazeny teploty v rámci nastavených mezí, modré řádky pod teplotním limitem a červené řádky s překročenou teplotou. Data mohou být odeslána na e-mail ve formátu CSV (Excel friendly) nebo na přednastavený cloud. Poslední záložkou je „Chart“ v které jsou graficky znázorněny teplotní údaje v průběhu času vč. zobrazení nastavené dolní a horní meze teploty. Aplikace k NFC štítku TempChek na rozdíl od aplikace TempEvent společnosti UID nedovede zaheslovat přístup k nastavení štítku, což může ovlivnit případnou manipulaci s daty. NFC štítky TempChek je možné načíst a ovládat pomocí aplikací k štítkům od společnosti Avery Dennison a UID, které jsou až na některé výjimky totožné (Obr. 16).



Obr. 16 Porovnání aplikací TempChek, TT Sensor Plus a TempEvent

2.3.1.3. OTK Smart label V2

OTK Smart label V2 je NFC štítek se senzorem pro měření teploty a je vyvíjen konsorciem Flexprint jehož součástí je Katedra polygrafie a fotofyziky Univerzity Pardubice (KPF). Jedná se o velmi tenký flexibilní NFC štítek vhodný pro aplikaci na obal potravin. Vyvinutý prototyp NFC štítku byl vyroben hybridní technologií, která kombinuje tištěnou RFID anténu se SMD čipem a flexibilní baterií. Stejně jako flexibilní NFC štítek TempChek odpovídá velikost štítku

OTK Smart label V2 normě ČSN ISO/IEC 7810 pro fyzikální charakteristiky identifikačních karet pro velikost ID-1 o rozměru 85,60 mm x 53,98 mm. Jediný z testovaných NFC štítků využívá tištěné antény. Aktuálně je pro ovládání štítku vyvíjena mobilní aplikace Smart tag 2.0.1.

Tabulka 9: Technické parametry NFC štítku OTK Smart Label V2:

Velikost štítku (mm)	85,6 x 54 x 1 mm
Rozsah teplot měření [°C]	-5 °C až +55 °C
Přesnost měření [°C]	+/- 1,5 °C
Kapacita měření	762
Životnost štítku	1 rok

Vzhledem k vývoji je aplikace zatím dostupná pouze ve zkušebním provedení a je nutné aplikaci do čtecího zařízení s NFC (telefon, tablet) instalovat pomocí USB kabelu a následně aplikaci nainstalovat. Aplikace je vyvíjena pro systém Android 5.0 a vyšší.

Přiložením štítku k mobilnímu telefonu s NFC dojde k spuštění aplikace. V hlavní nabídce, která se zobrazí po spuštění aplikace, je možné nastavit základní parametry NFC štítku tj., interval záznamu, nastavené dolní a horní meze teploty a forma záznamu.



Obr. 17 Aplikace Smart tag 2.0.1.

V hlavní nabídce aplikace Smart tag 2.0.1. jsou zobrazeny další základní parametry, jako je informace o spuštění/ zastavení štítku a souhrnný přehled naměřených dat vč. zobrazení formou

grafu. V horní liště aplikace je možné nastavit přihlášení do vlastního účtu pro ukládání dat a vstup do databáze měření NFC štítků uložených chronologicky od nejnovější po nejstarší. Záznam jednotlivých štítků v databázi obsahuje identifikační číslo, datum s časem začátku a konce měření vč. nastavených mezí a jejich záznamu. Data měření jsou ukládány stejně jako u podobných aplikací ve formátu CSV.



Obr. 18 OTK Smart label V2

2.4. Testování NFC štítků

Experiment byl zaměřen na ověření možnosti zavedení NFC štítků se senzorem teploty do běžného distribučního řetězce chlazených potravin, od producenta přes distribuci až po koncového zákazníka. Především se jednalo o technické možnosti štítku v případě umístění na potravinu a určení přesnosti záznamu teploty. Teplota byla zaznamenávána během standardní přepravy od producenta k prodejci v chladících vozech vybavených certifikovaným záznamníkem teploty tzv. dataloggerem a porovnání měření certifikovaného dataloggeru se záznamem teploty NFC štítku. V případě odolnosti při manipulaci byl sledován fyzický vzhled a vliv manipulace na funkčnost NFC štítku. Součástí měření bylo porovnání teplotních záznamů jednotlivých NFC štítků se senzorem teploty v klimatické komoře a následná vyhodnocení přesnosti měření jednotlivých NFC štítků.

Dalším důležitým aspektem bylo posouzení legislativní roviny při uvedení NFC štítku se senzorem teploty na trh a s tím spojené kroky.

2.4.1. Měření teploty při distribuci chlazené potravin

Měření probíhalo od předávky chlazené potravin producentem do distribuce, během distribuční cesty až po předání do chladicí vitríny u koncového prodejce. Výsledné

zaznamenané hodnoty byly porovnávány s uloženými teplotami v certifikovaném dataloggeru podle normy EN 12830. Zároveň bylo simulováno běžné chování spotřebitele a teplota produktu byla sledována po dobu přepravy spotřebitelem do koncového chladicího zařízení, chladničky.

2.4.1.1. Monitoring teploty distribuce

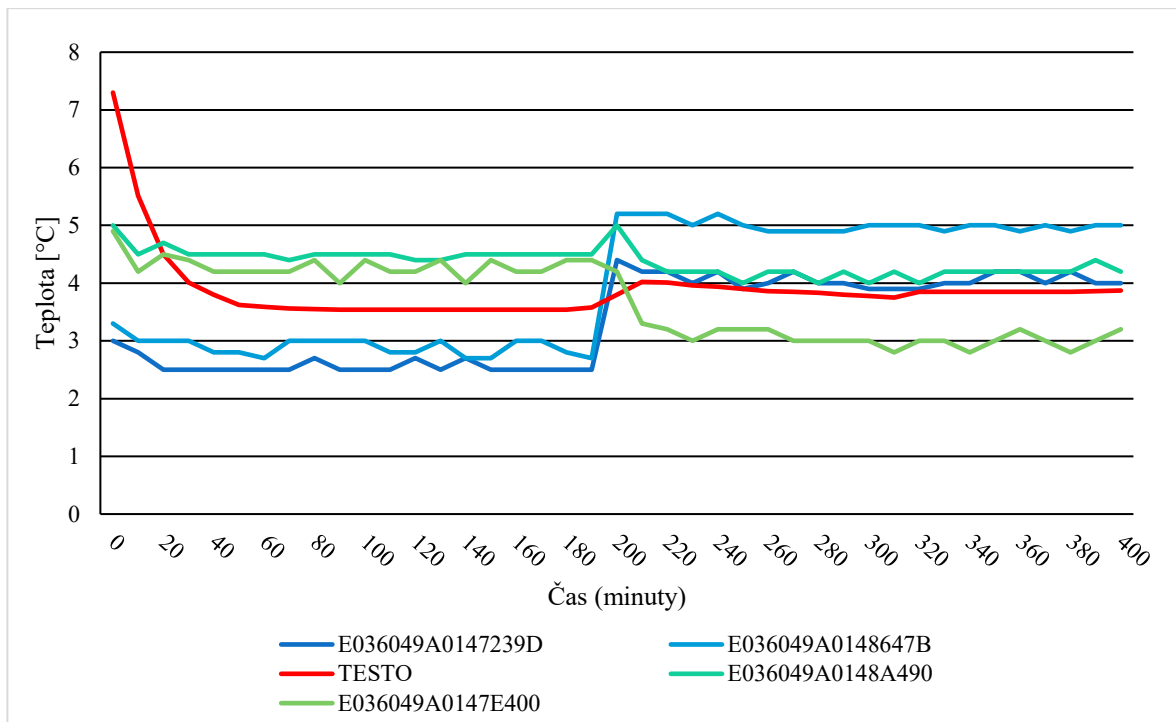
Aplikace NFC štítku byla prováděna na konkrétní balení masného produktu v rámci provozovny před jeho distribucí. Balení s aplikovaným NFC štítkem bylo sledováno po celou dobu jeho distribuce až po předání konečnému prodejci. Cílem tohoto měření bylo ověření funkce záznamu teploty NFC štítku a porovnání zaznamenaných teplot se záznamem teplot z kalibrovaného dataloggeru TESTO a zároveň prověření mechanického poškození při reálné manipulaci. NFC štítek byl vždy nastaven na interval záznamu teploty po 10 minutách.

Měření proběhlo při pěti distribučních cestách v chladícím voze s masnými produkty, jednalo se vždy o maso zabalené ve vaničce a umístěné do přepravy E2 nebo E3 vhodné pro přepravu masa a masných výrobků. Distribuční čas se pohyboval v rozmezí 2–6 hodin podle místa dodávky. Záznam teploty jednotlivých štítků v porovnání s naměřenými hodnotami teplot v čase prokázal odchylky mezi záznamy jednotlivých štítků daného výrobce, obrázek č. 19 a č. 20. Rozdíl záznamu teplot mohl být způsoben umístěním štítků na různých místech přepravy. Štítky byly umístěny vždy v páru po jednom kuse od každého druhu. Část štítků byla umístěna ve vrchní části přepravy, část štítků byla umístěna mezi přepravovaným zbožím a ve spodní části přepravy. V horní části přepravy byl umístěn NFC štítek OTK Smart Label V2 č. E036049A0148647B a NFC štítek TempChek č. E0360E54011C82CB ostatní štítky byly umístěny uvnitř přepravy.

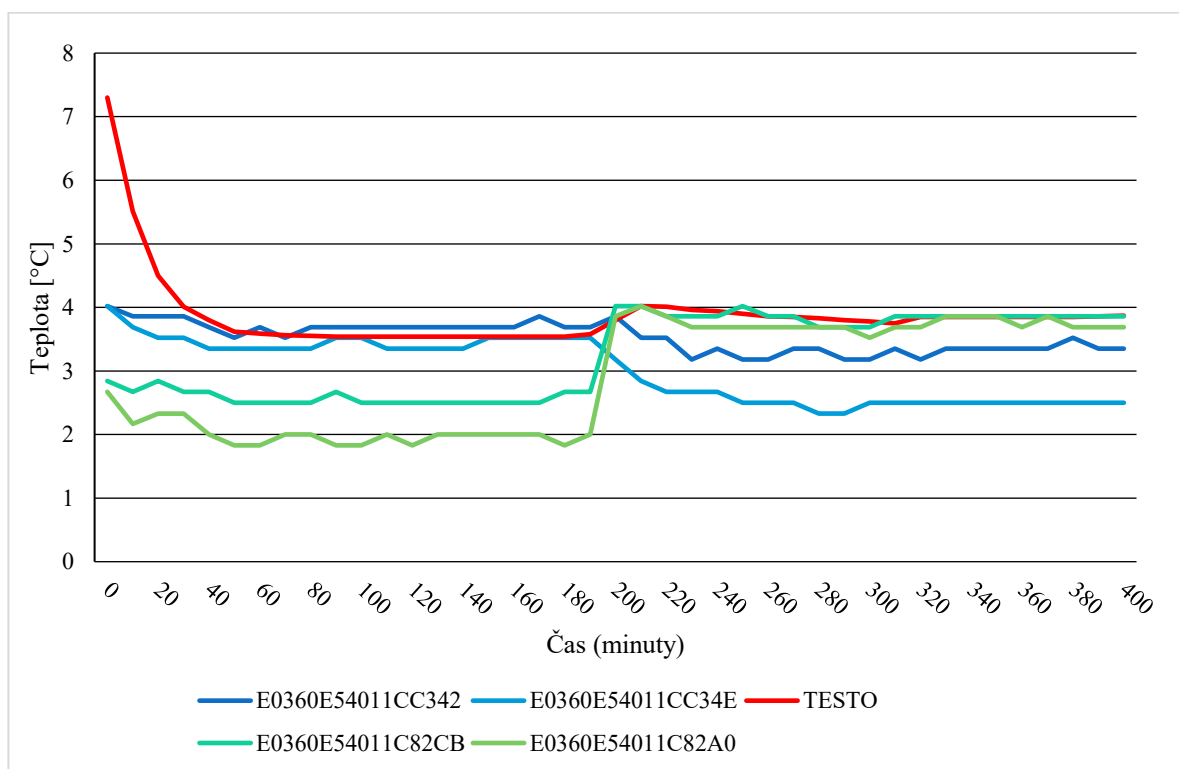
Celkem bylo k měření použito pět štítků od každého výrobce. Některé štítky byly použity opakovaně, viz tabulka č. 10. Opakované použití nemělo vliv na funkci štítku.

Tabulka 10: Počet použití jednotlivých štítků

TempChek	Počet měření	OTK Smart Label V2	Počet měření
E0360E54011CC342	3	E036049A0147239D	2
E0360E54011CC34E	2	E036049A0148647B	2
E0360E54011C82CB	2	E036049A0148A490	3
E0360E54011C82A0	2	E036049A0147E400	2
E0360E54011C829F	2	E036049A0147A3E8	2



Obr. 19 Záznam průběhu teplot měření štítků OTK Smart Label V2

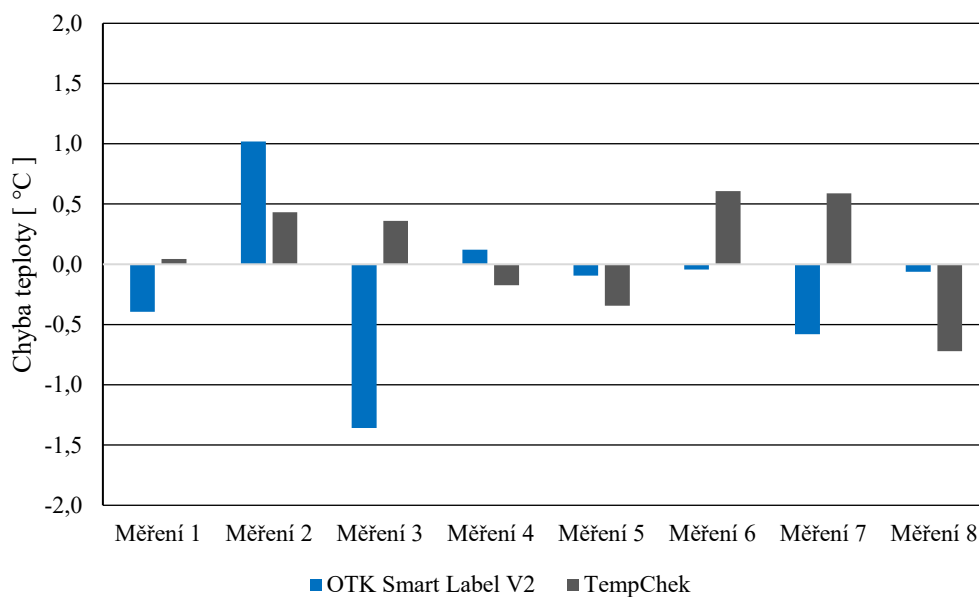


Obr. 20 Záznam průběhu teplot měření štítků TempChek

Z jednotlivých cest byl porovnán záznam teploty NFC štítku se záznamem uloženým v dataloggeru TESTO a byly vypočteny chyby měření jednotlivých NFC štítků se senzorem

teploty. Chyba měření teploty byla vypočtena jako rozdíl teploty v čase jednotlivých měření zaznamenané NFC štítkem v porovnání s hodnotami dataloggeru TESTO. Z Celkem bylo monitorováno 8 distribučních cest.

Během měření v průběhu distribuce byla chyba měření teploty u testovaných NFC štítků OTK Smart Label V2 v rozmezí 0,3–1,4 °C. Chyba měření u testovaných vzorků NFC štítků TempChek byla do 0,5 °C vyjma měření č. 6 a 7, kde chyba měření byla 0,6 °C. U měření č. 8 mělo vliv na naměřené hodnoty umístění štítků na různých místech. Naměřené hodnoty odpovídají rozdílu chyby měření mezi měřeními štítky z testu v klimatické komoře, kde byla při teplotě 10 °C minimální chyba měření 0,03 °C u NFC štítků TempChek a u štítků OTK Smart Label V2 byla 0,67 °C. Chyba měření u NFC štítku OTK Smart Label V2 při testu klesala s rostoucí teplotou a u NFC štítků TempChek naopak rostla. Výsledky měření jsou uvedeny na obrázku č. 21.



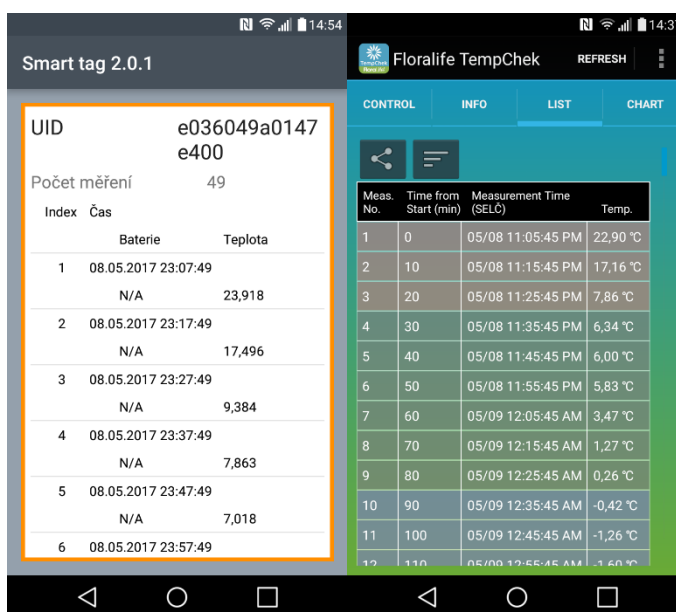
Obr. 21 Chyba měření teploty

2.4.1.2. Data z aplikací

Výstupy měření teploty z NFC štítku TempChek a OTK Smart label V2 jsou velmi podobné. Data je možné importovat do programu Excel a dále s nimi pracovat. Importovaná data z NFC štítku obsahují UID štítku, pořadové číslo jednotlivého záznamu, datum a čas záznamu, nastavenou periodu záznamu a zaznamenanou teplotu. V případě výstupu dat měření z štítku OTK Smart label V2 je navíc uváděn rozsah nastavených mezí. U obou testovaných štítků je možné na data nahlížet přímo v telefonu. Aplikace Smart tag 2.0.1. i aplikace pro NFC štítek

TempChek má řádkové zobrazení času a teploty a zároveň umožňuje zobrazení grafu teploty v čase vč. zobrazení nastavených mezí. Během měření nebyl zaznamenán problém s načtením dat jak do aplikace v telefonu, tak při exportu do programu Excel.

Prostředí aplikace NFC štítků ukáže základní parametry z měření teploty, které jsou pro běžného spotřebitele srozumitelné vč. zobrazení vytyčených mezí a jejich případné překročení. V budoucnu je možné využít NFC štítků k sledování chování spotřebitelů a nejen jako marketingový nástroj, ale jako pomůcku pro řešení obalového materiálu ve vztahu k teplotě okolí a manipulaci s potravinou. Data ze senzoru se při načtení spotřebitelem uloží na cloud, kde se spotřebitel může více dozvědět o průběžném stavu zakoupené potraviny, který je vyhodnocen na základě zaslaných dat. Aplikace může být doplněna o monitoring polohy, kdy lze aplikaci podporující NFC štítek doplnit o funkci propojenou s GPS telefonem nebo jiného mobilního zařízení.



Obr. 22 Náhled měření v aplikaci

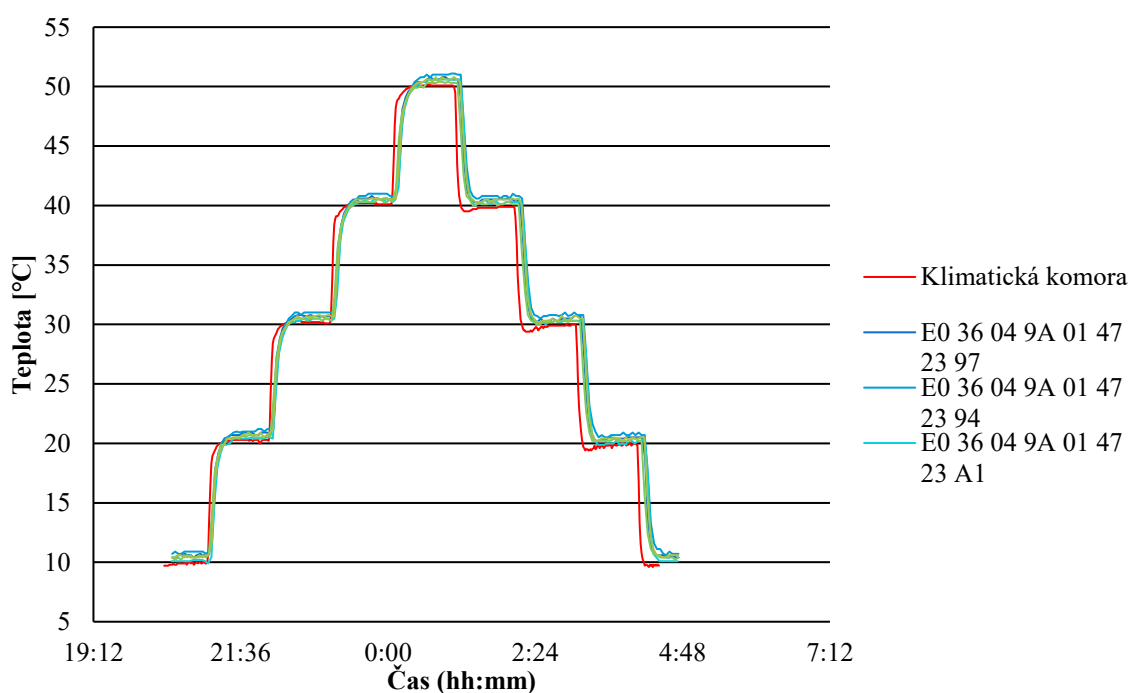
2.4.2. Vlastnosti NFC štítků se senzorem teploty

Daná část je zaměřena na vlastnosti a chování použitých NFC štítků se senzorem teploty při přímé aplikaci a při tepelných změnách. Vliv teploty okolního prostředí na chování jednotlivých NFC štítků. Posouzení odolnosti NFC štítků při manipulaci po aplikování na obal potraviny v reálných podmínkách.

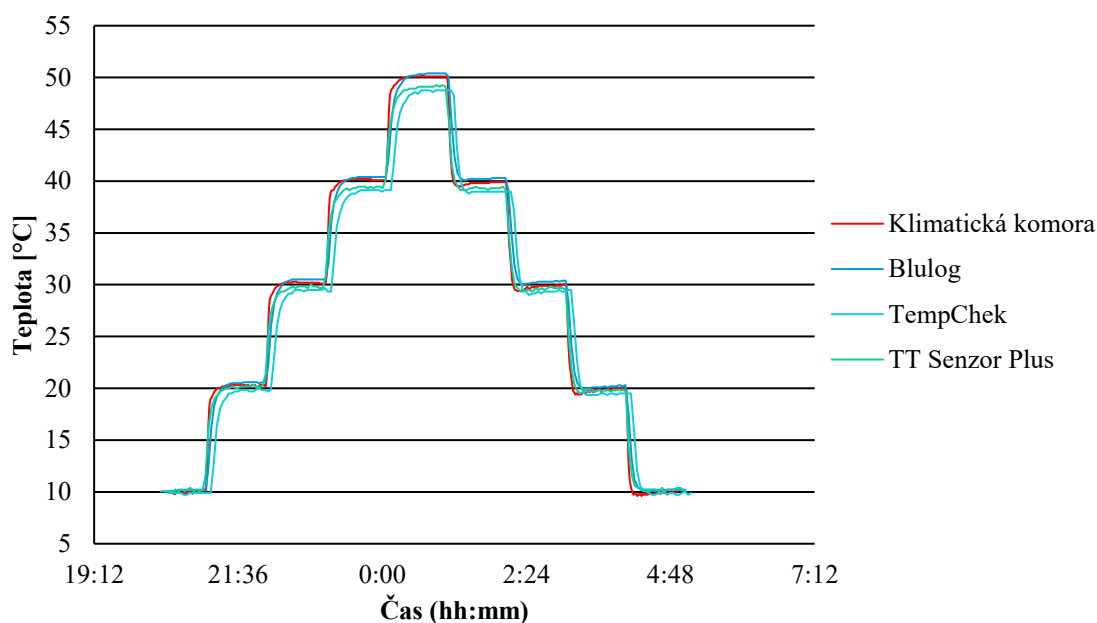
2.4.2.1. Vliv teploty na měření NFC štítků

Vliv teploty na funkci měření jednotlivých NFC štítků byl ověřen v klimatické komoře. Pro sledování funkce měření teploty byl použit teplotní profil s postupně rostoucí teplotou od 10 °C do 50 °C s kroky po 10 °C vždy po jedné hodině. Celkem byl tento teplotní profil opakován třikrát v průběhu 24 hodin. Test v klimatické komoře byl proveden na Západočeské univerzitě v Plzni, současně pro komerčně dostupné NFC štítky Blulog, TempChek a TT Sensor plus a pro 5 tištěných NFC štítků OTK Smart Label V2.

Stupňovitý teplotní profil jednotlivých period pro tištěné štítky OTK Smart Label V2 je uveden na obrázku č. 22 a pro komerčně dostupné štítky Blulog, TempChek a TT Sensor Plus je teplotní profil uveden na obrázku č. 23. Odchytky teplot mezi jednotlivými štítky stejného výrobce jsou minimální.



Obr. 23 Test v klimatické komoře pro OTK Smart Label V2



Obr. 24 Test v klimatické komoře pro komerční štítky

Na základě výsledků měření v klimatické komoře byly vypočteny chyby měření všech jednotlivých NFC štítků se senzorem teploty. Chyba měření teploty byla vypočtena jako rozdíl průměrné hodnoty zaznamenané štítkem v porovnání s hodnotami klimatické komory. Průměrná hodnota jednotlivých NFC štítků byla vypočtena jako střední hodnota všech měření při ustálených teplotách. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce č. 10.

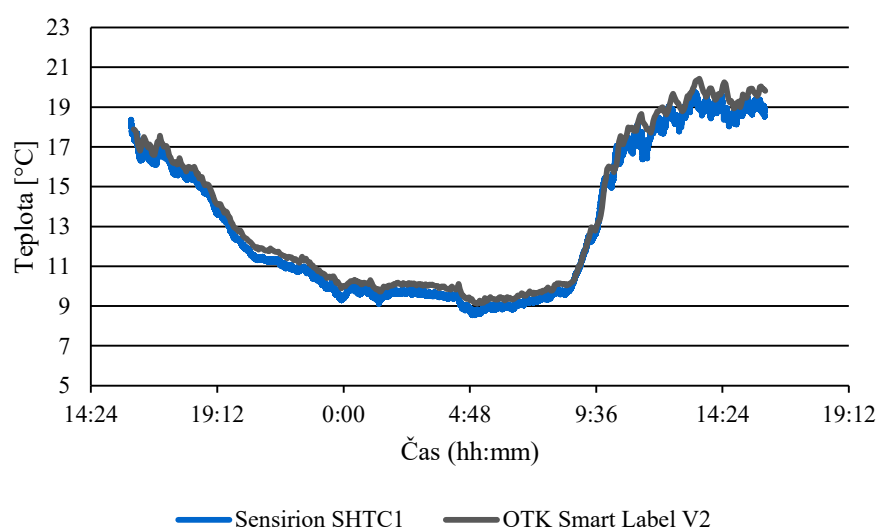
Tabulka 11: Chyba teploty měření NFC štítků

Název NFC štítku	Chyba měření teploty °C				
	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
OTK Smart Label V2	0,67	0,33	0,38	0,34	0,36
Blulog	0,28	0,25	0,28	0,19	0,19
TempChek	0,03	-0,38	-0,58	-0,92	-1,15
TT Sensor Plus	0,29	-0,17	-0,45	-0,84	-1,03

Tabulka výsledných hodnot jasně ukazuje na minimální vliv chyb měření při různých úrovních teploty u OTK Smart Label V2 a u Blulog TLDDL-110. Ostatní NFC štítky se senzorem teploty vykazují mírnou závislost na teplotě. V případě TempChek a TT Senzor Plus docházelo s rostoucí teplotou k chybě měření v záporných teplotách. [25]

2.4.2.2. Test OTK Smart label V2 pro ověření funkčnosti ve venkovním prostředí

NFC štítek pro měření teploty byl testován v reálných venkovních podmínkách. V termínu 14. 4. 2017–15. 4. 2017 byl po dobu 24 hodin umístěn testovaný vzorek štítků ve venkovním prostředí. Test byl proveden v částečně krytém prostoru na závětrné straně domu společně se snímačem referenční teploty Sensirion Evaluation Kit EK-H5 (RHT - senzor SHTC1). Test potvrdil správnou funkci měření teploty u tištěných NFC štítků se senzorem teploty, obrázek č. 20. Průměrná odchylka teploty testovaných NFC štítků k referenčnímu snímači teploty Sensirion je 3,44 °C. [25]



Obr. 25 Výsledek měření venkovních teplot

2.4.2.3. Manipulace

Flexibilní NFC štítky se senzorem teploty lze aplikovat pomocí adhezivní vrstvy na různé povrchy balení chlazených potravin. Součástí experimentu byla zkouška aplikace na různé běžné povrchy balených potravin uvedených do chladicího řetězce. Jednalo se o chování nalepeného NFC štítku na obale masných produktů uskladněných v přepravce během transportu od producenta ke konečnému odběrateli. Byl kontrolován stav NFC štítku před aplikací po aplikaci na obal potraviny před distribucí a po vykládce u konečného odběratele. Byl zjišťován fyzický stav obalu NFC štítku, jeho funkce a zároveň zda nalepený NFC štítek nepoškodil obal chlazené potraviny, která je ve většině případů balena do MAP. Samostatnou součástí testu bylo prověření aplikace na potravině při manipulaci běžným spotřebitelem, tedy odolnost při přepravě a manipulaci během cesty od prodejce k finálnímu uskladnění u spotřebitele.

Měření proběhlo u 7 cest od producenta k prodejci na 3 různých typech balení, ale vždy se jednalo o chlazený produkt balený ve vaničce a uložený během distribuce do přepravy E2 nebo E3. V případě manipulace během přepravy od prodejce do domácnosti byla simulována situace standardního nákupu a balení chlazené potraviny včetně NFC štítku bylo umístěno do tašky k běžnému nákupu. Přeprava nákupu proběhla ve vzdálenostech 100 – 1000 metrů a jakékoliv poškození bylo opět zaznamenáváno. Celkem bylo zaznamenáno pět cest od prodejce do domácnosti. Během manipulace s obalem nedošlo u žádného z testovaných vzorků k poškození funkčnosti NFC štítku. Pouze v jednom případě byl NFC štítek částečně odtržen od obalu, pravděpodobně při manipulaci s přeprvkou nebo špatným nalepením. Potisk byl ve všech případech chráněn krycí laminací pravděpodobně i z tohoto důvodu nedošlo během manipulace k viditelnému poškození potisku. Během manipulace nedošlo vlivem štítku k protržení obalu, pouze při odstranění štítku z obalu došlo k proražení krycí fólie. Zabezpečení NFC štítku pro případ vyšší odolnosti je možné řešit vhodným pouzdem, které bude chránit elektroniku štítku před mechanickým poškozením.

Tabulka 12: Míra poškození NFC štítku během manipulace

	Funkce štítku	Održeni štítku	Poškození potisku	Poškození obalu vlivem štítku
Počáteční stav	Plně funkční	Bez odtržení	Bez poškození	Bez poškození
Stav po aplikaci	Plně funkční	Bez odtržení	Bez poškození	Bez poškození
Stav při dodávce	Plně funkční	1x byl štítek odtržen	Bez poškození	Bez poškození
Stav před manipulací spotřebitelem	Plně funkční	Bez odtržení	Bez poškození	Bez poškození
Konečný stav	Plně funkční	Bez odtržení	Bez poškození	3x Poškození při odtržení štítku od obalu

2.4.3. Legislativa pro uvedení na trh

Legislativní podmínky pro uvedení NFC štítku se senzorem teploty na trh závisí od způsobu aplikace štítku na potravinu. V případě integrace senzoru pod obal potraviny musí NFC štítek podstoupit složitý schvalovací mechanismus v rámci legislativní autorizace jednotlivých složek NFC štítku uvedené v bodě 1.2. této práce.

Jednodušší pro splnění platných legislativních nařízení je aplikace NFC štítku se senzorem teploty na povrch balení, kde nedochází k přímému kontaktu s potravinou, ale pouze s obalem potraviny.



Obr. 26 Aplikace NFC štítku na chlazené potravine

2.4.3.1. Funkce NFC štítku a zdravotní nezávadnost

V případě aplikace NFC štítku se senzorem teploty na povrch obalu chlazené potraviny není nutné řešit složitý legislativní proces pro látky určené pro styk s potravinami. Samotná aplikace NFC štítku formou samolepící etikety na obal je dostatečně vypovídající o teplotním prostředí v kterém se potravina nacházela v průběhu celého chladicího řetězce.

Posouzení zdravotní nezávadnosti při použití na obale potraviny podléhá kontrole Státního zdravotního ústavu (SZU), a v případě aplikace na povrch obalu potraviny se jeho případné posouzení bude týkat pouze případné migrace látek z NFC štítků skrz obal potraviny, což je již samotnou funkcí obalu velmi nepravděpodobné.

Pro samotnou aplikaci je důležité mít testy na migraci látek z NFC štítku skrz adhezivní vrstvu/ obal NFC štítku nebo pouze na část která tvoří bariéru mezi štítkem a adhezivní částí. V případě uvedení NFC štítku se senzorem teploty je pro jeho využití v potravinářském průmyslu jednodušší zajistit vhodný samolepící materiál, který bude splňovat požadované legislativní limity.

3. Závěr

Využití aktivních a inteligentních obalů potravin bude stále rozšířenější. Růst tohoto segmentu souvisí nejen s chováním spotřebitelů, ale i s tlakem na snižování růstu odpadu zkažených potravin. Zároveň s tlakem na snižování odpadu z potravin roste podpora aktivních a inteligentních obalů u jednotlivých národních a nadnárodních autorit.

Až do roku 2009 měla EU velké zpoždění v legislativě chytrých obalů. Uvedené právní předpisy jasně definují postupy při uvádění na trh nových řešení aktivních a inteligentních potravinových obalů v rámci celé EU. V EU je dnes velká řada projektů, které se zabývají řešením aktivních a inteligentních obalů potravin. Většina projektů je však stále v podobě vývoje a na trh je uvedeno malé množství nových řešení chytrých obalů.

Chytré štítky s technologií NFC jsou součástí budoucnosti balení potravin. Přestože RFID/ NFC technologie je k dispozici již řadu let pro použití na obalech potravin se jedná o velmi mladou a inovativní oblast. V dané oblasti probíhá výzkum, který by umožnil produkci nových RFID/NFC štítků připojených k jednomu nebo více senzorům, které by mohli poskytovat měření některých vlastností jako je teplota, vlhkost, pH, tlak, světelné záření nebo koncentrace různých plynů. Dané štítky by měly být flexibilní, malé a umožňující snadnou aplikaci na různé povrchy. Existuje řada projektů zaměřující se na vývoj NFC štítků s využitím více senzorů najednou, jedná se například o senzor teploty, který je umístěn společně se senzorem vlhkosti, který je vyvíjen i v rámci projektu Flexprint.

Situace tištěných NFC štítků se senzory teploty zažila v posledních třech letech velký růst a řada vyvíjených produktů již byla uvedena na trh. Velký rozmach v oblasti potravin zažívají při sledování chladicího řetězce mořských produktů, který byl částečně způsoben novou právní legislativou EU.

Širšímu zavedení u dalších potravinářských produktů zatím brání výrobní cena těchto NFC štítků. Běžně dostupná cena se pohybuje od cca 5 USD/ za kus a výše. NFC štítkům se dnes nejvíce věnují především americké společnosti, jak jsou MPI Label Systems, NXP, Jones Packaging, Avery Dennison, a PPI Technologies nebo norská Thin Film. Především společnost Avery Dennison která je světovým lídrem v oblasti RFID etiket začala produkovat jednoduché NFC štítky za přijatelnou cenu. Stále se však cena NFC štítků se senzorem teploty pohybuje vysoko pro běžné potravinové produkty denní spotřeby závislé na teplotě skladování a přepravy. NFC štítky mají širší rozměr využití v případě zvýšení exkluzivity a jedinečnosti nabízeného produktu, kdy spotřebiteli nabízí další rozměr informace o produktu.



Obr. 27 Aplikace OTK Smart Label V2

Experiment potvrdil možnost využití NFC senzorů teploty v potravinářství. Štítek zaznamenával teploty při všech manipulačních jízdách a ani v jednom případě nedošlo k poškození jeho funkčnosti a to i v případech opakovaného použití. Naměřena data lze brát jako vypovídající o teplotním prostředí, v kterém se potravina nacházela. Funkce záznamu teploty byla ověřena jak měřením v prostředí odpovídající běžnému pohybu chlazených potravin, tak v klimatické komoře a při venkovních podmínkách. K načtení dat z štítku stačí obyčejný chytrý telefon s funkcí NFC se systémem Android a nainstalovanou aplikací. Všechny aplikace jsou pro běžného spotřebitele srozumitelné a přehledné a lehce dostupné, vyjma aplikace pro OTK Smart Label V2, která je vývojovým produktem a není zatím volně dostupná. Velikost aplikací neomezuje fungování telefonu a nepřesáhla 20 MB (Smart tag 2.0.1 má 19,99 MB a aplikace Temp Chek má 6,11 MB).

V případě NFC štítku pro měření teploty není nutné z hlediska jejich funkce vkládat senzor do obalu k potravíně, ale je dostačující nalepení na obal potraviny, čímž se velmi zjednodušuje jeho legislativní uvedení na komerční trh pro použití v potravinářském průmyslu.

Již v blízké budoucnosti lze přepokládat uvedení nových řešení do praxe nejen v oblasti tištěných NFC štítků se senzorem teploty, ale v celé oblasti tištěné elektroniky pro potravinářský průmysl.

POUŽITÁ LITERATURA

1. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnic Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004. *Úřední věstník Evropské unie*, 2011.
2. Zákon č. 110/1997 Sb. O potravinách a tabákových výrobcích, ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů*, 1997.
3. Zákon č. 180/ 2016, kterým se mění zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. *Sbírka zákonů*, 2016.
4. Mike Vanderroost, Peter Ragaert, Frank Devlieghere, Bruno De Meulenaer, 2014. Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in Food Science & Technology* 39, 2014, s. 47 – 62.
5. Carolina E. Realini, Begonya Marcos, 2014. Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat Science*, 2014, s. 404 – 419
6. Donatella Restuccia, U. Gianfranco Spizzirri, Ortensia I. Parisi, Giuseppe Cirillo, Manuela Curcio, Francesca Iemma, Francesco Puoci, Giuliana Vinci, Nevio Picci, 2010. New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications. *Food Control* 21, 2010, s. 1425 – 1435.
7. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 450/2009 ze dne 29. května 2009 o aktivních a inteligentních materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami. *Úřední věstník Evropské unie*, 2009.
8. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1935/2004 No 1935/2004 ze dne 27. října 2004 o materiálech a předmětech určených pro styk s potravinami a o zrušení směrnic 80/590/EHS a 89/109/EHS. *Úřední věstník Evropské unie*, 2004.
9. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 2023/2006 ze dne 22. prosince 2006 o správné výrobní praxi pro materiály a předměty určené pro styk s potravinami. *Úřední věstník Evropské unie*, 2006.
10. NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 10/2011 ze dne 14. ledna 2011 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami. *Úřední věstník Evropské unie*, 2011.
11. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 282/2008 ze dne 27. března 2008 o materiálech a předmětech z recyklovaných plastů určených pro styk s potravinami a o změně nařízení (ES) č. 2023/2006. *Úřední věstník Evropské unie*, 2008.

12. SMĚRNICE KOMISE 2007/42/ES ze dne 29. června 2007 o materiálech a předmětech vyrobených z celofánu určených pro styk s potravinami. *Úřední věstník Evropské unie*, 2007.
13. Zdeněk Fildán. Příručka pro nakládání s obaly podle zákona 477/2001 sb., o obalech, Praha: 2009.
14. Irena Michalová. Značky a informace na potravinách. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 2006. ISBN: 80-239-6652-9.
15. EKO-KOM. Průvodce systémem sdruženého plnění povinností zpětného odběru a využití odpadu z obalů, Praha: 20
16. S. Zabala, J. Castán, C. Martínez, 2015. Development of a time-temperature indicator (TTI) label by rotary printing technologies. *Food Control* 50, 2015, s. 57 – 64.
17. European Commission, CORDIS, 2015. Final Report Summary - IQ-FRESHLABEL. Dostupné z http://cordis.europa.eu/result/rcn/155740_en.pdf
18. Dario Daielli, Nathalie Gontard, Dimitrios Spyropoulos, Esther Zondervan-van den Beuken and Paul Tobback, 2008. Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. *Trends in Food Science & Technology* 19, 2008, s. 103 – 112.
19. Petr Beneš, 2013. Identifikace budoucnosti. *Sdělovací technika* 5, 2013, s. 34 - 37.
20. Amiri Qandashtani Roya, Mahdin Elham, 2016. Intelligent food packaging: Concepts and innovations. *International Journal of ChemTech Research* Vol.9, No.06, 2016, s. 669 – 676.
21. Joseph M. Azzarelli, Katherine A. Mirica, Jens B. Ravnsbæk, and Timothy M. Swager, 2014. Wireless gas detection with a smartphone via rf communication Department of Chemistry, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge: 2014.
22. Anne Trafton. MIT News Office. *MIT sensor detects spoiled meat*. [Online] [Citace: 4.3.2017]. Dostupné z <http://news.mit.edu/2015/sensor-detects-spoiled-meat-0415>
23. Josef Kameník, Miroslav Šuška, Josef Jandásek, Šárka Nedomová, Hana Buchtová, Jiří Hlaváček, Antonín Přidal. ŘÍZENÍ KVALITY POTRAVIN ŽIVOČIŠNÉHO PŮVODU. FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE, Ústav hygieny a technologie masa, Brno: 2013.
24. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin. *Úřední věstník Evropské unie*, 2008.
25. Karel Šíma, Tomáš Syrový, Silvan Pretl, Jaroslav Freisleben, David Češek, Aleš Hamáček, 2017. Flexible smart tag for cold chain temperature monitoring. *40th International Spring Seminar on Electronics Technology, Sofia, Bulgaria, May 10 – 14, 2017*

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 1 Vývoj počtu publikací o inteligentních obalech v letech 2002–2012	13
Obr. 2 Proces přihlašování	17
Obr. 3 Ukázka použití smyčky pro identifikaci obalu	23
Obr. 4 Ukázka symbolu pro nakládání s použitým obalem.....	24
Obr. 5 Ukázka symbolu “pro styk s potravinami“.....	25
Obr. 6 Ukázka symbolu pro nejdle části.....	25
Obr. 7 TTI indikátor Monitor Mark.....	31
Obr. 8 TTI indikátor Vitsab.....	32
Obr. 9 TTI indikátor TOPCRYO.....	32
Obr. 10 RFID štítek	35
Obr. 11 Schéma - pasivní vs. aktivní štítek	36
Obr. 12 NFC štítek se senzorem teploty.....	44
Obr. 13 TT Senzor Plus	44
Obr. 14 Blulog TLDL – 110 Temperature Data Logger	46
Obr. 15 TempChek	48
Obr. 16 Porovnání aplikací TempChek, TT Sensor Plus a TempEvent	49
Obr. 17 Aplikace Smart tag 2.0.1	50
Obr. 18 OTK Smart label V2	51
Obr. 19 Záznam průběhu teplot měření štítků OTK Smart Label V2	53
Obr. 20 Záznam průběhu teplot měření štítků TempChek	53
Obr. 21 Chyba měření teploty	54
Obr. 22 Náhled měření v aplikaci.....	55
Obr. 23 Test v klimatické komoře pro OTK Smart Label V2.....	56
Obr. 24 Test v klimatické komoře pro komerční štítky.....	57
Obr. 25 Výsledek měření venkovních teplot	58
Obr. 26 Aplikace NFC štítku na chlazené potraviny	60
Obr. 27 Aplikace OTK Smart Label V2.....	62

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Identifikační kódy a zkratky pro obalový materiál.....	22
Tabulka 2 Identifikační kódy a zkratky pro obalový materiál.....	23
Tabulka 3 Typy aktivních systémů.....	27
Tabulka 4 Typy inteligentních systémů.....	29
Tabulka 5 Kategorie frekvencí a rozsahů pro použití v RFID komunikaci.....	35
Tabulka 6 Přehled výzkumných a vývojových projektů v EU	40
Tabulka 7 Technické parametry NFC štítku Blulog.....	46
Tabulka 8 Technické parametry NFC štítku TempChek.....	47
Tabulka 9 Technické parametry NFC štítku OTK Smart Label V2.....	50
Tabulka 10 Počet použití jednotlivých štítků	52
Tabulka 11 Chyba teploty měření NFC štítku	57
Tabulka 12 Poškození NFC štítku během manipulace.....	59

ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

Název práce	Aplikace Smart Label v oblasti potravinářského průmyslu
Autor práce	David Češek
Obor	Polygrafie 34-31-7 (diplomová práce)
Rok obhajoby	2017
Vedoucí práce	Ing. Tomáš Syrový, Ph.D
Anotace	Shrnutí problematiky legislativy chytrých etiket na obalech potravin. Možnosti aplikace chytré etikety v chladícím řetězci potravin.
Klíčová slova	Legislativa EU, Design obalů, Chytré etikety, Balení potravin, Inteligentní obaly