

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikan koulutusohjelma / Kansainväliset kuljetukset

Lauri Immonen

AKTIIVISET JA ÄLYKKÄÄT PAKKAUKSET

Opinnäytetyö 2014

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikan koulutusohjelma / Kansainväliset kuljetukset

IMMONEN, LAURI	Aktiiviset ja älykkäät pakkaukset
Opinnäytetyö	45 sivua
Työn ohjaaja	Lehtori Olli Huuskonen
Toimeksiantaja	Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Joulukuu 2014	
Avainsanat	pakkaukset, aktiiviset, älykkäät, rfid

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä katsaus aktiivisiin ja älykkäisiin pakkauksiin. Työssä tutkitaan älykkäiden ja aktiivisten pakkausten nykytilaa ja tulevaisuutta sekä niiden eri sovellutuksia ja tuotemerkkejä.

Opinnäytetyö myös selittää älykkäiden ja aktiivisten pakkausten eron sekä niiden toimintaperiaatteen, perehtyen pakkausten sisältämään tekniikkaan joka mahdollistaa niiden toiminnan. Työssä käydään läpi älykkäiden ja aktiivisten pakkausten kehitykseen ja käyttöönottoon liittyviä ongelmia ja esteitä.

Työ selvittää myös kuluttajien näkemyksiä aktiivisia ja älykkäitä pakkauksia kohtaan sekä teknologian yleistymiseen liittyviä esteitä. Työ toteutettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun toimeksiantona.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Logistics

IMMONEN, LAURI

Active and Intelligent Packaging

Bachelor's Thesis

45 pages

Supervisor

Olli Huuskonen, Lecturer

Commissioned by

Kymenlaakso University of Applied Sciences

December 2014

Keywords

packages, active, intelligent, rfid

The purpose of this thesis is to make a review of active and intelligent packaging. The thesis takes a look at the present and future of active and intelligent packaging and their different applications and brands.

This thesis also explains the difference between active and intelligent packaging and how they work. The technology in active and intelligent packaging and problems associated with it will also be covered by this thesis.

The thesis sheds light on the opinions of consumers on active and intelligent packaging and the obstacles associated with the technology becoming more widespread. This thesis was commissioned by Kymenlaakso University of Applied Sciences.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1 JOHDANTO	6
1.1 Työn tavoitteet	7
1.2 Teoreettinen viitekehys ja tutkimusmenetelmät	8
2 PAKKAUKSET	8
2.1 Tausta	8
2.2 Pakkaukset nykyisin	10
2.3 Viiva- ja QR-koodit	12
2.3.1 Viivakoodit	12
2.3.2 QR-koodit	13
2.4 Pakkausten ympäristövaikutukset	15
3 AKTIIVISET PAKKAUKSET	17
3.1 MAP – muunnetun ilmakehän pakkaaminen	19
3.2 Hapenpoisto	20
3.3 Itsestään lämpiävät ja viilenevät elintarvikepakkaukset	20
3.4 Aktiiviset pakkaukset metalliteollisuudessa	22
4 ÄLYKKÄÄT PAKKAUKSET	23
4.1 Indikaattorit	24
4.1.1 Vuoto- ja pilaantumisindikaattorit	25
4.1.2 Aika-lämpötilaindikaattorit	25
4.1.3 Näpelöinnin ilmaisimet	26
4.2 RFID-teknologia ja sen käyttö pakkauksissa	27
4.2.1 Pharma DDSi	30
4.2.2 Teknologian soveltaminen pakkauksiin tulevaisuudessa	31

5 ÄLYPAKKAUKSET JA KULUTTAJAT	32
6 TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ	34
6.1 Elintarviketeollisuus	35
6.2 Nanoteknologia	36
6.3 RFID-teknologia	36
6.4 Syötävät pakkaukset	37
7 YHTEENVETO	39
LÄHTEET	41

## 1 JOHDANTO

Pakkaukset ovat tärkeä osa nykyistä maailmaa. Melkein kaikki ostamamme ruoka ja muu kulutustavara myydään paketoituna jonkinlaiseen pakkaukseen. Pakkauksen pääasiallisena tehtävänä on suojata tuotetta ja helpottaa sen kuljetusta, mutta pakkaus toimii myös tuotemainonnan välineenä. Kuvitetut, värikkäät pakkaukset osuvat paremmin kuluttajan silmään, kun tuotteita vertailaan kaupan hyllyllä, ja hienompi pakkaus saattaa olla viimeinen ostoon vaikuttava tekijä kahden tuotteen välillä.

Pakkauksilla on ollut myös oma osansa ihmisen kehityksessä. Pakkaamisen avulla ihmiset ovat pystyneet helpottamaan jokapäiväistä elämäänsä, esimerkiksi ravinnon hankinnan kannalta. Nykyihmisen ei tarvitse enää metsästää ja keräillä omaa ruokaansa, vaan se hankitaan kätevästi kaupoista. Kun painopiste arjessa on saatu siirrettyä pois ruoan hankinnasta ja valmistamisesta, on ihmiselle jäänyt enemmän aikaa tehdä muuta.

Erityisesti pakkausten vaikutus ruoan ja lääkkeiden kuljetettavuuteen ja säilyvyyteen on mahdollistanut ihmiskunnan kehittymisen. Ilman pakkauksia ruoan ja lääkkeiden säilyttäminen ja kuljettaminen pilaantumatta, olisi vaikeaa tai jopa mahdotonta. Ihmiset olisivat pakotettuja uhraamaan ison osan päivästänsä ruoan hankintaan ja valmistukseen, eikä esimerkiksi verituotteita pystyttäisi säilömään sairaaloissa.

Ihmiskunnan kehittyessä, ovat pakkauksilta vaaditut asiatkin kehittyneet. Nykyaikaiselle pakkaukselle asetetaan kovia vaatimuksia. Aiemmin esimerkiksi ruokapakkaukselle riitti, että se kesti kuljetuksen kaupasta kotiin, minkä jälkeen ruoka valmistettiin ja pakkaus heitettiin pois. Nyt ja tulevaisuudessa sen pitäisi pystyä pitämään ruoat syömäkelpoisina entistä pidemmän ajan, vaikuttamatta ruoan ulkonäköön tai makuun. Samalla pakkauksen kuitenkin tulisi ol-

la helppokäyttöinen, ekologinen ja viestiä selkeästi tuotteen ominaisuuksista (1, 46).

Erityisesti tuotevalikoiman lisääntymisen takia nykyajan kuluttajat tahtovat enemmän tietoa ostamistaan tuotteista. Ympäristötietoisuus ja tietämys ravintoarvoista ovat johtaneet siihen, että tuotteiden alkuperä ja sisältö sekä pakkauksen materiaalit ovat kuluttajille entistä tärkeämpää tietoa. Monet yrittävät toimia ekologisesti välttelemällä ylipakattuja, muovisia pakkauksia niiden luontoa kuormittavien ominaisuuksien takia. Ekologisuus, säilyvyys ja tiedonanto ovat osittain niitä asioita ja ongelmia joihin pakkausten valmistajat yrittävät vastata älypakkausten avulla.

Älypakkaukset käsitteenä voivat tarkoittaa joko älykkäitä pakkauksia tai aktiivisia pakkauksia. Niiden funktiona on antaa jotain lisäarvoa tuotteelle, kuten esimerkiksi pakkauksen sisältämän tuotteen valvonta tai käyttöään pidentäminen.

## 1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää mitä älykkäät ja aktiiviset pakkaukset ovat. Tämän selvittämiseksi työssä käsitellään myös mitä tavanomaiset pakkaukset ovat, mistä ne rakentuvat sekä missä niitä käytetään. Työ selvittää myös erilaisten pakkausten historiaa sekä sovellutuksia nyt ja tulevaisuudessa. Työssä käydään läpi myös aktiivisten ja älykkäiden pakkausten sisältämää tekniikkaa ja pakkauksiin liittyviä osia sekä pakkausten ympäristövaikutuksia.

## 1.2 Teoreettinen viitekehys ja tutkimusmenetelmät

Työn teoreettinen viitekehys rakentuu aiheeseen liittyvien käsitteiden ja tuotteiden, erityisesti älykkäiden ja aktiivisten pakkausten, tutkinnasta ja aiheista julkaistun materiaalin tulkinnan ympärille. Tutkimuksen aikana materiaalia etsittiin sekä kirjastoista että verkkolähteistä ja pyrittiin käyttämään mahdollisimman laajasti. Työssä materiaalia on tarkasteltu sekä kuluttajien, että tuotteiden valmistajien näkökulmasta nykyaikaisessa kulutusyhteiskunnassa. Työ pyrkii selittämään, mitä alan eri käsitteet ja ilmiöt ovat ja tutkimaan niiden vaikutusta pakkauksiin ja siihen, miten ne vaikuttavat elämäämme. Keskeisiä käsitteitä ja termejä ovat muun muassa älykkäät ja aktiiviset pakkaukset, indikaattorit sekä rfid-teknologia.

## 2 PAKKAUKSET

### 2.1 Tausta

Pakkauksien pääasiallisena tehtävänä on suojella niiden sisältämää tuotetta. Pakkaukselle voidaan nimittää neljä perusuhkaa, joilta sen on suojeltava sisältämäänsä tuotetta. Nämä ovat ilmastolliset, kemikaaliset, mekaaniset ja biologiset uhat. Ilmastollisiin uhkiin kuuluvat muun muassa lämpötila, kosteus sekä uv-säteily. Kemikaalisiin taas valo ja happi, mekaanisiin iskut ja puristuminen ja biologisiin kuuluvat hajut, maut ja hyönteiset. (2.) Pakkausmateriaalin tulee olla oikeanlainen, pakkauksen sisältämän tuotteen tarpeita vastaava, jotta se kestää esimerkiksi pakkauksen kuljetuksesta ja käsittelystä aiheutuvat mahdolliset kolhut ja liikkeet tai lämpötilanvaihtelut.



Pakkauksia on monen kokoisia ja niiden valmistusmateriaalit vaihtelevat. Historiallisesti ensimmäiset pakkaukset olivat luonnon materiaaleista valmistettuja, kuten esimerkiksi nahasta tai kovista kuorista tehtyjä astioita ja leilejä (3). Kun ihminen alkoi asettua paikoilleen ja muodostaa yhteisöjä, syntyi tarve saada ruoka säilymään pidemmän aikaa. Tämän seurauksena ja ihmiskunnan kehittyessä saivat alkunsa muun muassa keramiikasta tehdyt esineet ja puiset laatikot sekä lasi. Kunnolliset pakkaukset mahdollistivat ruoan säilyttämisen talven yli ja samalla tekivät mahdolliseksi sen kuljettamisen sekä kaupan käynnin kyläyhteisöjen välillä. (3.)

Antiikinajan tärkeimpiä keksintöjä oli lasinpuhallus. Se mahdollisti erimuotoisten ja kokoisten pakkausten valmistamisen, joiden paksuudella pystyttiin säätelemään niiden kestävyyttä. Lasin etuina olivat ja on tiiviys sekä se, että lasista pakkauksesta ei irtoa makuja tai hajuja sen sisältämään tuotteeseen. Lisäksi lasisen pakkauksen läpi pystyy näkemään, mitä se sisältää, avaamatta pakkausta. Huonoina puolina taas on lasipakkausten hajoamisherkkyys, etenkin mikäli lasi on ohutta, sekä paksujen lasipakkausten paino. Lasipakkauksia käytetään edelleen, vaikkakin muovit, metallit ja puuhun perustuvat pakkaukset ovat syrjäyttäneet ne suuremmissa pakkausko'issa. (3.)

Lasin lisäksi toinen pitkäikäinen antiikinajan pakkaustekninen keksintö on puutynnyri. Käyttäen laivanrakennuksesta opittuja tekniikoita antiikin ihmiset pystyivät höyryä ja kuumuutta käyttäen muotoilemaan puulankkuja tynnyrin muotoon. Tynnyrin etuja verrattuna esimerkiksi puisiin laatikoihin oli helppo siirrettävyys. Laatikoiden siirtämiseksi niitä pitää kantaa, kun taas tynnyriä voidaan pyörittää. Muita etuja olivat tynnyrien tiiviys sekä kestävyys, ja tynnyreitä käytettiinkin lähes kaiken kuljettamiseen aina nesteistä viljaan. (3.)

Seuraava merkittävä askel pakkaustekniikassa saavutettiin teollistumisen myötä. Teollistuminen mahdollisti ennen käsityönä tehtyjen tuotteiden valmistamisen koneilla. Näin saatiin tuotettua entistä suurempia volyymeja, aiempaa nopeammin ja vähemmällä työntekijämäärällä. Samaan aikaan teollistumisen kanssa ihmiset muuttivat suuremmissa määrissä kaupunkeihin ja tarve suuriin

määriin tavaraa väheni. Kasvoi tarve pienemmille, yksittäispakatuille kulutus- ja hyötytavaroille, joita alettiin pakata lasin ja puun sijasta paperiin (3).

Teollistuminen oli tehnyt paperista entistä helpompaa valmistaa ja sitä kautta myös halvempaa. Paperin käyttö antoi myös tuottajille mahdollisuuden painaa yrityksensä logo paketin kylkeen, antaen alkusysäyksen nykyiselle tuotemarkkinoinnin maailmalle (3).

1900-luvun alussa saatiin laajaan käyttöön ensimmäiset muovista valmistetut pakkaukset. Kyseessä oli Sveitsiläisen Jacques Brandenbergerin kehittämä sellofaani, läpinäkyvä biomuovi, jota käytetään edelleen. Se valmistetaan selluloosasta, joka käsitellään hapolla, pestään ja valkaistaan. Sellofaanin etuina paperiin verrattuna ovat muun muassa vedenpitävyys sekä läpinäkyvyys ja muotoiltavuus. (4.) Sellofaanin suurin käyttökohde nykyään ovat erilaiset kääreet.

## 2.2 Pakkaukset nykyisin

Nykyaikaiset pakkaukset eroavat paljon niiden historiallisista versioista. Pakkausten koneellinen valmistus on mahdollistanut tasaisemman laadun ja paremman toimivuuden, tehden valmistuksesta samalla helpompaa. Tekniikan kehittymisen myötä on pakkauksiin lisätty osia, kuten viivakoodeja ja etikettejä, jotka sisältävät tuotetietoja. Pakkauksen kyky välittää tietoa helpottaakin niiden kuljettamista ja varastoimista sekä myös kuluttajien ostosten tekoa.

Nykyisin pakkauksia valmistetaan muun muassa puujohdannaisista aineista, kuten paperista ja pahvista, sekä muovista ja metalleista. Paperisten ja pahvisten pakkausten etuina ovat muun muassa niiden keveys ja kierrätyksen helppous. Ne ovat myös halpoja valmistaa. Paperiset pakkaukset eivät kuiten-

kaan sovellu kaikenlaiseen pakkaamiseen niiden huokoisuuden ja ha-joamisalttiuden takia ja siksi esimerkiksi ruoan yhteydessä käytetään pääsääntöisesti muita materiaaleja. Paperit ovatkin käytössä lähinnä kun tarvitaan hyvin väliaikaista suojaa tuotteelle, eikä pakkauksen odoteta joutuvan rankkoihin olosuhteisiin. Esimerkiksi kukkakimput voidaan pakata paperiin kuljetuksen ajaksi samoin kuin kirjeet. Kirjeiden tapauksessa syynä on yksityisyyden ja arkaluontoisten tietojen suojele. Kukkia taas paperi suojaa tarttumiselta ympäristöön ja lieviltä kolhuilta.

Pakkausmateriaalina lasia käytetään nykyään lähinnä juomapulloissa ja kosmetiikan yhteydessä. Ruokateollisuudessa lasia käytetään kun sisällön halutaan säilyvän kauan ja pakkauksen tiiveys on erittäin tärkeää, jotta ulkopuoliset hajut ja maut eivät pääse vaikuttamaan tuotteeseen. Käyttökohteita ovat muun muassa hillot, juomat sekä käsitellyt vihannekset, hedelmät ja lihat.

Metalliset pakkaukset nykyään ovat suurimmilta osin alumiinisia. Alumiinia käytetään esimerkiksi folioissa ja säilykepurkeissa. Tiivis alumiinipakkaus muodostaa täydellisen suojan valolta sekä hapelta ja soveltuu sen takia hyvin elintarvikkeiden yhteyteen. Lisäksi alumiini on halpaa, kevyttä, se ei ruostu eikä siitä normaalioloissa liukene mitään ruoan sekaan. Käyttökohte, jossa alumiinia ei käytetä, on mehujen ja muiden happamien aineiden yhteydessä, sillä ne saattavat liuottaa alumiinia.

Alumiinin lisäksi pakkaukset, erityisesti säilykepurkit, voivat olla valmistettu teräksestä, joka on pinnoitettu tinalla. Tinaa käytetään teräksen yhteydessä sen ruostumattomuuden takia, sillä pelkkä teräs yksinään ruostuu eikä sovellu ruoan kanssa käytettäväksi. Alumiiniset pakkaukset ovat kuitenkin melkein syrjäyttäneet teräksiset purkit niiden hintoihin ja ominaisuuksiin liittyvistä seikoista johtuen. Metallien ominaisuuksien ansiosta esimerkiksi oikein valmistettu säilykepurkki säilyttää sisältönsä lähes ikuisesti ja onkin paras mahdollinen ruokapakkaus, mikäli haetaan mahdollisimman hyvää säilyvyyttä.

Muovit ovat olleet isossa osassa nykyisen maailman muodostumisessa ja niiden vaikutus etenkin pakkaustekniikkaan on ollut suuri. Nykyisin muoviin pakataan kaikkea ruoasta auton varaosiin ja vaatteisiin. Muoveista on myös kehitetty ajan myötä entistä ympäristöystävällisempiä versioita, jotka eivät aiheuta yhtä suurta kuormitusta luonnolle.

Näistä yksinkertaisista pakkaustyypeistä on ajan mittaan kehitetty entistä älykkäämpiä pakkauksia, jotka suojelevat sisältöään aiempaa paremmin. Nanoteknologian kehittyminen on myös alkanut vaikuttaa pakkauksiin ja lähivuosina tullaan näkemään kyseistä tekniikkaa sisältäviä pakkauksia yleisesti.

## 2.3 Viiva- ja QR-koodit

### 2.3.1 Viivakoodit

Viivakoodi-teknologia on tuttu kaikille, jotka ovat asioineet kaupoissa ja ostaneet jotakin. Nykymaailmassa teknologiaan törmää jokaisessa myynnissä olevassa paketoitussa tuotteessa ja ne ovatkin yksiä tärkeimpiä pakkauksen osia kaupankäynnin kannalta. Teknologia mahdollistaa esimerkiksi pakkauksen kylkeen lisätyn tiedon lukemisen koneilla nopeasti, sen sijaan että ihmisen pitäisi lukea tieto omin silmin ja syöttää se kassakoneeseen.

Viivakoodit saivat alkunsa 1940- ja 1950-lukujen taitteessa Yhdysvalloissa tarpeesta nopeuttaa kauppojen kassojen toimintaa (5). Aikana ennen viivakoodeja kassatyöntekijöiden piti syöttää tuotetiedot ja hinnat käsin kassakoneeseen. Suurissa kaupoissa tämä aiheutti jonojen syntymistä ja räsitystä, joka johtui jatkuvasta tietojen syöttämisestä.

Viivakoodit keksinyt Joseph Woodland pyrki kehittämään helposti sen aikaisilla koneilla luettavan ja valmistettavan koodin. Epäonnistuneen yrityksen jälkeen hän keksi venyttää morse-koodin merkkejä pidemmiksi, luoden nykyisen kaltaisen viivakoodi-järjestelmän. (5.) Ensimmäiset kehitetyt viivakoodien lukulaitteet olivat suuria ja kömpelöitä, eivätkä ne soveltuneet kaupalliseen käyttöön. Näin ollen tekniikkaa ei saatu käyttöön ennen kuin 1960-luvulla, jolloin sitä alettiin käyttää rautateillä vaunujen tunnistamiseen. Vasta 1970-luvun alussa tekniikka saatiin käyttöön sen alkuperäiseen tarkoitukseen. 1960-luvun lopulla laserit olivat alkaneet halventua ja yleistyä ja niiden yhdistäminen viivakoodi-tekniikan kanssa mahdollisti nykyisen kaltaisen toiminnan. Laserin tuomina etuina olivat dynaamisempi lukuetäisyys ja laserien nopeus. Laser pystyy lukemaan saman viivakoodin satoja kertoja sekunnissa, mikä vähentää virheiden määrää toiminnassa.

Vuosien saatossa tuotevalmistajat alkoivat ottaa enenevässä määrässä viivakoodit käyttöön pakkaustensa kyljissä, tehden teknologiasta yleisen standardin kaupankäynnin ja varastoinnin aloilla. Nykyisin viivakoodit ovat käytössä kaikkialla, missä tarvitaan tuotteen helppoa tunnistamista, aina kaupoista varastoihin. Viivakoodien huonoja puolia ovat muun muassa niiden rajoitettu tallennustila sekä epävarma toimintakyky, mikäli koodi on likainen tai osittain rikki. Näitä vikoja korjaamaan on kehitetty QR-koodit.

### 2.3.2 QR-koodit

QR-koodit (quick response) ovat kaksiulotteisia kuviokoodeja, jotka toimivat samalla periaatteella kuin viivakoodit, mutta niissä on eroja muun muassa fyysisessä koossa ja tallennustilassa. QR-koodit saivat alkunsa 1990-luvulla Japanissa, jossa niitä käytettiin autojen kokoonpanolinjoilla (6). Näillä linjoilla viivakoodien rajoitettu tallennustila ja lukemisnopeus olivat haittaava tekijä, joten

tarvittiin jotakin parempaa. QR-koodien etuina viivakodeihin verrattuna on suurempi tallennustila, nopeampi luettavuus sekä varmempi toimintakyky vaikka koodi olisikin likainen tai osittain rikki. Lisäksi QR-koodit on rakennettu niin, että ne voidaan lukea mistä asennosta tahansa.

Älypuhelinien markkinoille tulo on tehnyt viiva- ja QR-koodien lukemisen mahdolliseksi kaikille ilman erityisiä lukulaitteita. Useassa puhelimessa on vaadittava ohjelmisto joko valmiina, tai sen voi ladata ilmaiseksi. Teollisuuden ulkopuolella erityisesti QR-koodeja käytetään mainosten yhteydessä. Puhelimella luettavaan koodiin voidaan piilottaa esimerkiksi linkki tuotteen sivuille. Kun koodi luetaan, ohjaa se käyttäjän automaattisesti tuotteen Internet-sivuille. Toinen yleinen käyttökohde ovat juna- ja bussiliput. Esimerkiksi junalippuja voidaan ostaa puhelimitse niin, että ostosta saa todisteeksi QR-koodin, jonka konduktööri voi lukea puhelimen näytöltä. Tämä helpottaa julkisten kulkuneuvojen käyttöä, sillä enää lipun saadakseen ei tarvitse käydä asemalla ostamassa sitä tai tulostaa sitä erikseen kotona.



Kuva 1. Viivakoodi (7).



Kuva 2. QR-koodi, joka sisältää linkin Internet-sivulle (8).

## 2.4 Pakkausten ympäristövaikutukset

Pakkausten negatiivisia vaikutuksia ovat niiden ympäristövaikutukset. Pakkauksen valmistaminen vaatii energiaa ja resursseja, joiden tuottaminen on vaatinut energiaa ja aiheuttanut päästöjä. Mitä monimutkaisempi tai erikoisemmasta materiaalista pakkaus on valmistettu, sitä enemmän se kuluttaa resursseja. Valmistamisen jälkeen pakkaus ja sen sisältämä tuote tulee kuljettaa esimerkiksi kauppoihin, jotta ne pääsevät käyttöön. Kun esimerkiksi jauhelihaa sisältänyt pakkaus on tyhjä, menettää se funktionsa ja siitä tulee jätettä ja se heitetään roskakoriin.

Jotta pakkauksesta saataisiin hyötyä sen jälkeen kun se on käytetty, tulee se saada kuluttajalta keräyspisteeseen ja siitä eteenpäin käsiteltäväksi. Jo pelkkä käsittelyyn saattaminen aiheuttaa päästöjä kuljetuksen myötä ja myös jätteen käsittely aiheuttaa päästöjä. Jotkin pakkaukset, kuten lasipullot ja tölkit voidaan käyttää uusiksi sellaisenaan muutamia kertoja, ennen kuin ne sulatetaan ja valmistetaan uudelleen. Mutta suurin osa, kuten esimerkiksi muovit, sulatetaan ja valmistetaan uudelleen jokaisen käyttökerran jälkeen.

Mikäli kyseessä on jäte, jota ei voi käyttää uusiksi, käytetään se energian tuotannossa. Näin jätettä ei tarvitse säilöä kaatopaikoille, mikä on viimeinen mahdollinen ratkaisu jätteenkäsittelyssä ja jota tulisi välttää loppuun asti. Kaatopaikoilla jäte hajoaa ajan myötä ja voi aiheuttaa maaperän saastumista ja sitä kautta ympäristöongelmia lähialueille. Lisäksi kaatopaikoille loppusijoitettua jätettä voidaan nykytekniikalla käyttää energiantuotannossa, joka on kaikella tavalla kannattavampaa.

Pakkauksiin liittyvien negatiivisten seikkojen takia niiden määrää tulisi pyrkiä vähentämään, sillä vaikka pakkauksilla on paikkansa nykymaailmassa, aiheuttavat ne kuitenkin päästöjä ja vahinkoa luonnolle. Vuonna 2010 Yhdysvalloissa pakkausjäte aiheutti noin kolmasosan kaikesta kotitalousjätteestä (9,20). Tämä tekee yhteensä noin 70 miljoonan kilon jätekuorman, johon on luettu vain käsittelyyn päätyneet jätteet. Tilastoista puuttuvat jätteet, jotka on heitetty pois tai poltettu itse. Luvuista huomaa, miten suurista määristä pakkausjätettä on kyse. Mikäli tästä määrästä saataisiin edes kymmenesosa pois, voitaisiin puhua isosta edistysaskeleesta ja suuresta määrästä säästettyä energiaa ja resursseja.

Vaihtoehtona pakkausten määrän vähentämiselle niistä johtuvan ekologisen kuorman keventämiseksi on pakkausten kehittäminen mahdollisimman helposti uudelleen käytettäviksi. Ideaalitalanne olisi, että kaikki pakkaukset voitaisiin käyttää uudelleen ilman erityisiä teknisiä toimenpiteitä, kuten esimerkiksi sulattamista ja uudelleen muotoilua. Tämä ei kuitenkaan useimmiten ole mahdollista. Esimerkiksi muovipakkausten kohdalla on vaivattominta sulattaa ne ja muotoilla uudelleen, sillä yksittäisten pakkausten puhdistaminen ja lajittelu tyyppin ja koon mukaan olisi erittäin vaativaa.

Toisaalta myös kierrätysjärjestelmän tulee olla niin helppo ja vaivaton käyttää, että houkutus jätteiden väärin käsittelyyn on olematon. Mikäli kierrättämisestä tehdään liian vaikeaa, esimerkiksi vähentämällä kierrätyspisteiden määrää kaupungin sisällä, eivät kaikki jaksakaan nähdä vaivaa kierrätyksen eteen. Tämä



johtaa kaiken jätteen heittämiseen samaan astiaan, välittämättä siitä kuuluvatko ne sinne.

Luontoon joutuessaan jätteet hajoavat ja vapauttavat ainesosia maastoon tai veteen. Esimerkiksi luontoon joutuneet muovit voivat aiheuttaa suurta ekologista haittaa. Ajan myötä hajotessaan muovipakkaus vapauttaa haitallisia kemikaaleja, jotka voivat päätyä esimerkiksi pohjaveteen aiheuttaen haittaa kaikille, jotka vettä käyttävät. Lisäksi luontoon tai vesistöihin joutuneet muovit saattavat joutua eläinten syömiksi tai eläimet saattavat sotkeentua niihin.

Myös erilaiset puuhun perustuvat pakkaukset, kuten paperit ja pahvit, aiheuttavat ongelmia luonnossa, vaikka ne ovatkin suuremmilta osin biohajoavia. Ne saattavat sisältää esimerkiksi musteita ja muita kemikaaleja, jotka päätyvät luontoon muun pakkauksen maatuessa. Lisäksi papereissa ja pahveissa voi olla muoviosia ja metalleja, jotka myöskään eivät kuulu luontoon.

### 3 AKTIIVISET PAKKAUKSET

Aktiivisilla pakkauksilla tarkoitetaan sellaista pakkausta, joka pyrkii parantamaan tuotteen säilyvyyttä ja laatua (10, 24). Pakkaus joka auttaa sisältöään säilymään pidempään ja parantaa sen laatua, antaa selviä etuja verrattuna pakkaukseen, joka ei näin toimi. Tällaiset pakkaukset voivat vähentää pilaantumisen aiheutuvaa hävikkiä ja antaa kuluttajille lisäarvoa paremman laadun tuomien etujen mukana. Teollisuudessa säilyvyys vaikuttaa esimerkiksi metallien ruostumiseen, mikä tekee niistä useassa tapauksessa käyttökeltottomia. Ruokateollisuudessa aktiivisilla pakkauksilla haetaan ruoan syömäkelpoisuuden ajallista pidentämistä sekä ruoan pitämistä tasalaatuisena. Samoin lääke-

teollisuudessa aktiivisella pakkaamisella tavoitellaan esimerkiksi lääkkeiden ja verituotteiden säilyvyyden pidentämistä ja varmistamista. Keinoja tuotteiden säilyvyyden ja laadun varmistamiseen ovat mm. lämpötilan säätely, kosteuden tai hapen poistaminen sekä pakkauksen sisältämät kaasut (10,28). Aktiiviset pakkaukset voivat myös mahdollistaa ruoan lämmityksen tai viilennyksen ulkoisia lähteitä käyttämättä, käyttäen pelkästään pakkauksen sisältämää tekniikkaa ja aineita siihen. Sovellutuksia löytyy myös teollisuudesta, jossa esimerkiksi tuotteiden ruostumista pyritään estämään aktiivisilla pakkauksilla, pidentäen niiden varastointiaikaa.

Elintarviketeollisuudessa tuotteen säilyvyys on erittäin tärkeää ja siksi siihen yritetään vaikuttaa. Yksi vaihtoehto tähän on lisäaineiden käyttäminen ruoassa. Ne voivat pidentää ruoan säilyvyyttä, mutta niillä voi olla myös huonoja ja ei toivottuja vaikutuksia, kuten esimerkiksi vaikutus ruoan makuun. Toinen vaihtoehto on vaikuttaa siihen, miten ruoka on paketoitu ja säilytetty.

Ihminen on pyrkinyt saamaan ruoan säilymään tuhansia vuosia. Yksinkertaisimmat tavat ovat liittyneet ruoan suolaamiseen ja mädättämiseen, mutta näitä metodeita ei voi soveltaa järkevästi esimerkiksi vihanneksiin. Vasta 1800-luvun alussa otettiin ensiaskeleet ruoan todelliseen säilömiseen kun englantilainen Peter Durand keksi säilöä ruoat suljettuun tinapurkkiin (11). 1930-luvulla otettiin ensimmäinen askel kohti aktiivisia pakkauksia kun hedelmiä kuljettavat laivat alkoivat säädellä lastitilojen sisältämää ilmaa saadakseen hedelmät säilymään pidemmän aikaa (12). Tämä pakkaustekniikka tunnetaan nimellä controlled atmosphere packaging (CAP). CAP:ssa tavarankuljetustilan sisältämän ilman lisäksi voidaan säädellä muun muassa sen kosteutta ja lämpötilaa. CAP taas johti toiseen säilömistapaan 1970-luvulla, nimeltään modified atmosphere packaging (MAP).

### 3.1 MAP – muunnetun ilmakehän pakkaaminen

Muunnetun ilmakehän pakkaamisessa (MAP) ilmitiiviin pakkauksen, esimerkiksi jauhelihapaketin, sisältämiin kaasuihin vaikutetaan muuttamalla niiden koostumusta. Pakkaukseen voidaan siis lisätä tai siitä voidaan poistaa kaikki tai joitain tiettyjä kaasuja. Toimiakseen pakkaustekniikka vaatii, että pakkaus todella on ilmatiivis, eikä vuoda yhtään. Tekniikka alkoi tulla yleiseen käyttöön 1970-luvulla, kun ensimmäiset pekonia ja kalaa sisältävät pakkaukset tulivat kaappoihin Isossa-Britanniassa (12).

Tunnetuin ja ehkäpä arkipäiväisin pakkaustekninen tapa parantaa elintarvikkeen säilyvyyttä on vakuumpakkaaminen. Siinä kaasujen poistaminen pakkauksesta estää mikrobien kasvua ja siten hidastaa pilaantumista (10,28).

Yksi tapa parantaa lihan säilyvyyttä on pakata se korkeaan happipitoisuuteen (jopa 80 %). Etuina ovat lihan värin säilyvyys ja bakteerien kasvun häirintä. Ilman poistamisen ja korkean happipitoisuuden pakkaamisen lisäksi tuote voidaan pakata matalaan happipitoisuuteen. Siinä pakkaukseen lisätään joko typpeä tai typen ja hiilidioksidin seosta. Esimerkiksi kestromakkarat voidaan pakata 100 % typpeen ja taas juustot typen ja hiilidioksidin seokseen. Mikrobin kasvua voidaan myös estää pakkaamalla tuote jopa 100 % hiilidioksidia sisältävään pakkaukseen. (10,28 – 29.)

### 3.2 Hapenpoisto

Ruoka-aineiden hapettuminen on yksi suurimpia syitä ruokien pilaantumiseen. Hapettuminen vaikuttaa etenkin ruoan sisältämään rasvaan saaden aikaan epätoivottuja hajuja ja mahdollisia värimuutoksia (13). Hapettumisen estämiseen on kehitetty hapenpoistajia, jotka kemiallisen reaktion avulla joko vähentävät hapen määrää tai poistavat sen kokonaan. Nämä hapenpoistajat on sijoitettu pakkauksen sisäosiin ja ne saattavat tulla kosketuksiin tuotteen kanssa. Siksi ne onkin suunniteltava sellaisiksi, että niistä ei liukene mitään haitallisia aineita.

### 3.3 Itsestään lämpiävät ja viilenevät elintarvikepakkaukset

Aktiivinen pakkaus pystyy myös lämmittämään tai viilentämään sisältönsä. Tämä ominaisuus on erittäin hyödyllinen etenkin ruokateollisuudessa, sillä se mahdollistaa lämpimien aterioiden nauttimisen tilanteissa, joissa ulkoisia lämmitysmahdollisuuksia ei ole tai ei voida käyttää. Itsestään lämpiäviä ruokapakkauksia käyttävät muun muassa armeijat ja retkeilijät, jotka eivät voi käyttää avotulta joko tulipalovaaran takia tai armeijan tapauksessa tunnistamisen takia. Tällaiset pakkaukset käyttävät hyväkseen eksotermistä kemiallista reaktiota. Esimerkkinä siviileille myytävänä olevasta tuotteesta on HotCan-purkki, joka lämmittää sisältämänsä ruoan noin 10 minuutissa. Purkki on kaksiosainen ja sen sisempi osa sisältää ruoan. Purkin ulommassa kerroksessa on vetä sisältävä pussi ja poltettua kalkkikiveä, joka sisältää kalsiumoksidia. Ruoka saadaan lämmitettyä puhkaisemalla vesipussi. Sen jälkeen vesi tulee koske-

tukseen kalkkikiven kanssa ja saa aikaan kemiallisen, lämpötuottavan reaktion. (14.)



Kuva 3. HotCan-purkki läpileikattuna (15).

Itsestään viilentyvä pakkaus taas käyttää endotermistä reaktiota, joka on eksotermisen vastakohta. Tuote-esimerkinä ChillCan. Se on juomatölkki, jonka pohja sisältää säiliön paineistettua hiilidioksidia. Kun tämä hiilidioksidi vapautetaan, se laajenee ja alkaa kerätä lämpöä ympäristöstään, tässä tapauksessa juomatölkistä. (16.)

### 3.4 Aktiiviset pakkaukset metalliteollisuudessa

Metalliteollisuudessa tuotteiden ruostuminen ei ole toivottavaa. Tuotteita kuitenkin saatetaan varastoida tai kuljettaa pitkänkin aikaa, jolloin ne voivat altistua kosteudelle ja muille elementeille, jotka voivat aiheuttaa ruostumista. Ruostumista ehkäisemään on kehitetty VCI-teknologia (volatile corrosion inhibitor). VCI-teknologia perustuu kemiallisten aineiden suojaavaan vaikutukseen metalleihin. Nämä suojaavat aineet vaihtelevat eri tuotevalmistajien välillä, mutta niiden toimintaperiaate on sama (17).

Esimerkkinä VCI-teknologiasta metalliteollisuudessa on ZerustExcor niminen tuote. Siinä suojattava tuote paketoitetaan esimerkiksi muovisiin polyeteenikalvoihin tai paksuun, niin sanottuun voimapaperiin. Tämä pakkausmateriaali itsessään sisältää korroosionestoaineita, jotka haihtuvat hiljalleen ja kiinnittyvät suojattavaan tuotteeseen, estäen näin tuotteen ruostumisen. Zerustille luovutetaan jopa 20 vuoden toimintaikä, mutta se vaatii erikoistoimenpiteitä. Normaalimpi kesto on noin 3 - 5 vuotta. (18.)



Kuva 4. Zerust korroosionesto pussi (19).

## 4 ÄLYKKÄÄT PAKKAUKSET

Älykkäillä pakkauksilla tarkoitetaan yksinkertaisimmillaan pakkausta, joka valvoo sisältämäänsä tuotetta ja ilmaisee siinä tapahtuneita muutoksia. Valvottavia аспектеja voivat olla esimerkiksi aika, lämpötila, pakkauksen eheys ja mahdolliset vuodot (10,24)

Suurimpana erottavana tekijänä aktiivisten pakkausten ja älykkäiden pakkausten välillä on niiden sisältämä tekniikka. Useat älykkäiden pakkausten osat vaativat virtalähteen, kun taas aktiiviset pakkaukset pohjautuvat pakkaamisen yhteydessä suoritettuun ilmakehän manipulointiin tai kemiallisiin reaktioihin. Lisäksi älykkäät pakkaukset pystyvät kommunikoimaan valvontalaitteiden kanssa, poistaen tarpeen käydä manuaalisesti tarkistamassa pakkauksen toiminnan. Molemmilla on paikkansa ja käyttökohteensa, sekä hyvät ja huonot puolensa.

Lääketeollisuudessa teknologiaa voidaan käyttää esimerkiksi lääkkeidenoton etävalvonnassa ja lämpötilaherkkien tuotteiden säilytyksen valvonnassa. Älykkäiden pakkausten sovellutuksilla on paikkansa erityisesti elintarviketeollisuudessa, jossa tuotteen lämpötilalla, pakkauksessa vietetyllä ajalla, sekä pakkauksen eheydellä on suuri vaikutus tuotteen säilyvyyteen. Näitä tuotteen ominaisuuksia tarkkailevia ja ilmaisevia pakkauksen osia kutsutaan indikaattoreiksi.

## 4.1 Indikaattorit

Indikaattorit ovat tärkeä osa älykkäitä pakkauksia. Niiden avulla pakkaus suorittaa sen tehtävän joka sille on annettu, oli se sitten vuotojen valvonta tai lämpötilan mittaus. Indikaattorien käyttö kulutustavaran yhteydessä on vielä melko harvinaisia, muun muassa niihin liittyvien ongelmien takia. Yksi tällainen on niiden hinta. Esimerkiksi 3M:n valmistamat aika-lämpötilaindikaattorit maksavat noin euron kappale (20). Tämä on aivan liian suuri summa lisättäväksi jokaisen tuotteen hintaan. Lisäksi elintarvikepakkauksiin liitetyt indikaattorit ovat usein kosketuksessa ruokaan, joten ne pitää suunnitella niin, että niistä ei liukene mitään mikä voisi olla haitallista syötynä (21,8). Tämä rajoittaa indikaattorien valmistuksessa käytettäviä materiaaleja.

Käytännön esimerkki indikaattorista joka mittaa pakkauksen lämpötilaa on 3M:n valmistama TL30. Tuote voidaan ohjelmoida toimimaan tietyllä lämpötila-alueella, jolta poistuttaessa antaa indikaattori merkin vilkkuvan led-valon muodossa. Tuote tallentaa lämpötilaan liittyvät tiedot jopa vuoden ajalta. Nämä tiedot voidaan lukea kytkemällä indikaattori tietokoneeseen. Indikaattoria voidaan käyttää esimerkiksi ruoan, lääketuotteiden tai muiden lämpötilaherkkien tuotteiden yhteydessä ja se toimii sekä pakkasessa että kuumassa. (22.)



Kuva 5. 3M TL30 lämpötilaindikaattori (23).



#### 4.1.1 Vuoto- ja pilaantumisindekaattorit

Pakkauksen vuoto- ja pilaantumisindekaattorit voivat toimia esimerkiksi mittaamalla pakkauksen sisällön happipitoisuutta tai tuotteen pilaantumisesta johtuvien kaasujen haihtumista. Muutokset pakkauksen sisältämissä kaasuissa vaikuttavat indikaattorissa olevaan pH-herkkään väriaineeseen. Kun indikaattori tunnistaa pH-muutoksen, vaihtaa se väriään ja näin ilmoittaa kuluttajalle jonkin olevan vialla. (10,67.) Eri värien merkitykset on yleensä merkitty paketin kylkeen, jotta kuluttajalle on selvää mitä ne tarkoittavat.

#### 4.1.2 Aika-lämpötilaindikaattorit

Aika-lämpötilaindikaattorit toimivat mittaamalla pakkauksen lämpötilaa tietyn ajan kuluessa. Esimerkiksi, mikäli pakkaus viettää ennalta määritellyn ajan tiettyjen lämpötilarajojen ulkopuolella antaa pakkaus tästä merkin. Merkki on yleisimmin värin vaihtuminen ilmaisintarrassa. Käytännön sovellutuksia on käytössä erityisesti lääketieteen alalla, esimerkiksi verituotteiden ja rokotteiden pakkauksien yhteydessä. Aika-lämpötilaindikaattoreita voi löytää myös ruokateollisuudesta. (10,60.)

#### 4.1.3 Näpelöinnin ilmaisimet

Valvomalla tuotetta pystytään välittämään tuotteen käyttäjälle tietoa tuotteen kunnosta ja ruoan tapauksessa sen syömäkelpoisuudesta. Pakkauksen eheyden ilmaisimet voivat antaa merkin siitä, että tuotetta on näpelöity tai se ei ole enää muuten enää myytävässä kunnossa. Tuotteen ja sen pakkauksen eheys korostuu etenkin lääkkeissä, sillä mikäli lääkepakkaus ei sisälläkään tarkoitettua lääkettä tai se on pilaantunut, voivat seuraamukset olla vakavia.

Kuten aika-lämpötilaindikaattorit, myös näpelöinnin ilmaisimet ovat suuremmin osin käytössä lääketeollisuudessa, vaikka sovellutuksia löytyy myös ruokateollisuudesta. Esimerkkejä ruokateollisuudesta ovat muun muassa limonadipullojen korkki, joissa on sinetti, joka repeää auki kun korkki avataan ensimmäisen kerran. Toinen esimerkki on lasisten ruokapurkkien metalliset kannet joiden keskellä on kohouma. Avaamattomassa purkissa on alipaine, jonka vuoksi kohouma pysyy matalana. Kun purkki avataan ensimmäisen kerran, poksahtaa tämä kohouma esiin. Esimerkkejä näpelöinnin ilmaisimien käytöstä lääketeollisuudessa ovat lääkepurkkien irti revittävä sinettirengas sekä esimerkiksi kipulääketablettien alumiininen läpipainopakkaus.



Kuva 6. Läpipainopakkaus.



Kuva 7. Korkki, jonka keskellä näkyy paineen vapauttama kohouma.

#### 4.2 RFID-teknologia ja sen käyttö pakkauksissa

RFID (Radio frequency identification) on radioaaltoihin perustuva teknologia, jota voidaan käyttää tavaroiden seurannassa ja valvonnassa. Historiallisesti RFID-teknologiaa on käytetty esimerkiksi lähetysten seurannassa, sekä mat-

kakorteissa ja kulkuavaimissa. (24.) Nyt ja tulevaisuudessa niiden käyttöä tullaan laajentamaan esimerkiksi ruoka- ja lääketeollisuuteen, jossa RFID-teknologialla on käyttöä varastoinnissa ja kuljetuksissa, sekä mahdollisesti automatisoidussa kaupankäynnissä. Tällä hetkellä arkipäiväisin kohtaaminen RFID-teknologian kanssa on pankkikorttien etämaksuominaisuus, jonka avulla asiakas pystyy maksamaan kauppaostoksensa viemällä pankkikorttinsa maksupäätteen lähelle.

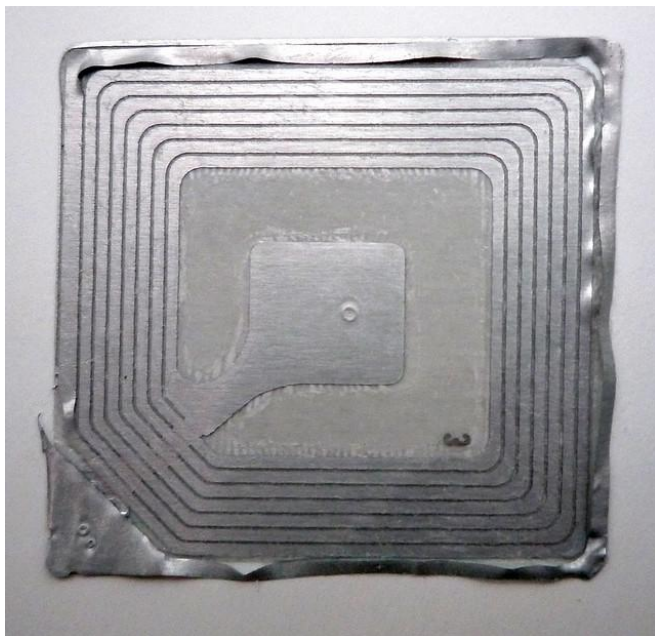
RFID-järjestelmä koostuu yksinkertaisimmillaan kahdesta tekijästä; lukijasta sekä tunnisteesta. Lukijaa käytetään kirjoittamaan, sekä lukemaan tunnisteisiin liitettyä tietoa. Molemmat osat sisältävät antennin, jonka kautta tieto kulkee.

RFID-tunnisteita on kahta eri tyyppiä; aktiivisia ja passiivisia. Passiiviset eivät sisällä itsessään virtalähdettä, vaan vaativat ulkoisen virran lukijasta. Passiivinen tunniste saa virtansa induktion avulla. Lukija aiheuttaa tietyllä taajuudella toimivan magneettikentän, jonka tunniste tunnistaa, saaden sitä kautta virtaa. Aktiiviset sisältävät pariston itsessään. Molemmissa tyypeissä on hyvät ja huonot puolensa. Aktiivisten hyviä puolia ovat mm. pidempi toimintaetäisyys verrattuna passiivisiin, parempi tietoturva, sekä voimakas signaali tunnisteiden ja lukijan välillä. Huonoja puolia ovat mm. niiden kalliimpi hinta sekä lyhyt toimintaikä. Passiiviset taas vaativat ulkoisen virtalähteen sekä vahvan signaalin vastaanottimesta ja niiden toimintaetäisyys on lyhyt. Niiden etuina aktiivisiin

verrattuna ovat mm. matalampi hinta sekä pidempi toimintaikä. (25.)



Kuva 9. Intellex HMR-9090 lukija (26).



Kuva 10. RFID-tunniste (27).

#### 4.2.1 Pharma DDSi

Pharma DDSi on Stora Enson kehittämä lääkepakkaus, joka perustuu RFID teknologiaan. Sen tehtävä on valvoa potilaiden lääkkeiden ottoa ja välittää tietoa hoitavalle lääkärille. Pakkaus muistuttaa potilasta lääkkeen ottamisesta ja tallentaa tiedot lääkkeen oton kellonajasta ja kysyy mahdollisesti potilaan voinnista. Nämä tiedot ladataan tietokoneelle ja lähetetään lääkärille. (28.) Uudemmassa, langattomassa versiossa tietoja ei tarvitse ladata tietokoneelle, vaan laite lähettää ne itse lääkärille.

Kuopion yliopistollisen sairaalan pilottitestissä vuonna 2009 huomattiin, että Pharma DDSi:n käyttö vähensi hoitokustannuksia lähes 40 % ja että 67 % potilaista otti lääkkeensä ajallaan (29). Tämä on melkoinen edistysaskel, sillä WHO:n mukaan kehittyneissä maissa vain 50 % potilaista ottaa lääkkeensä ajallaan ja kehittyvissä maissa luku on vielä matalampi (30).

Pharma DDSi ja vastaavat laitteet voivat yleistyessään helpottaa miljoonien ihmisten elämää, vähentämällä lääkärikäyntejä ja lyhentämällä sairaanhoidon jonoja ja jonotusaikoja. Myös kotona hoidossa olevien lääkkeiden ottamattomuudesta johtuvat ongelmat voisivat poistua ja ihmisten hoito helpottua. Samalla potilaat saavat melko suoran yhteyden hoitavaan lääkäriin, menemättä itse sairaalaan.

#### 4.2.2 Teknologian soveltaminen pakkauksiin tulevaisuudessa

Vaihtoehtona indikaattoreihin perustuville tuotteen valvontamenetelmille Michiganilainen yritys eAgile on kehittänyt RFID-tekniikkaa käyttävän eSeal-nimisen tuotteen, jota pystytään käyttämään elintarvikkeiden laadun valvomisessa. eSeal valvoo tuotteen lämpötilaa, pakkauksen eheyttä ja tuotteen pilaantumista. (31.) Tällaisen teknologian ansiosta esimerkiksi tulevaisuudessa kauppojen hyllyillä ei mahdollisesti tulla näkemään pilaantuneita ruokia, eikä avattuja tai muuten näpelöityjä pakkauksia. Kun RFID-tunnistein varustetut pakkaukset ovat varaston tai kaupan sisällä lukijoiden toiminta-alueella, ilmoittavat tuotteet itse niitä koskevista muutoksista ja henkilökunnan on helppo puuttua niihin.

RFID-tekniikkaa käyttämällä pystytään tekemään esimerkiksi elintarvikkeiden takaisinkutsusta helpompaa. Kiinnittämällä kuormalavaan RFID-tunniste ja pitämällä tuotteet varastolta kauppaan asti saman lavan päällä pystytään tuotteita valvomaan paremmin. Jos jonkin tuotteen erässä havaitaan esimerkiksi pilaantumista, voidaan tuotteet jäljittää helposti, mikäli on tiedossa missä ne ovat ja miten paljon niitä on. Vielä parempi tapa olisi lisätä tunnisteet jokaiseen pakkaukseen, mutta kyseisessä toimintatavassa saattaa olla tietoturvaan liittyviä riskejä, jotka voivat estää tällaisen menettelyn.

Suurin ongelma RFID-tekniikan käyttöönotossa tällä hetkellä on sen hinta. Passiiviset tunnisteet maksavat halvimmillaan muutamia senttejä, kun taas aktiivisten hinnat liikkuvat noin 20 € hintaluokassa. Myös tunnisteiden lukemiseen vaadittavat laitteet ovat kalliita. Niiden hinnat vaihtelevat sadoista euroista moniin tuhansiin, suuriin varastoihin tarkoitettujen laitteiden kohdalla jopa

kymmeniin tuhansiin euroihin. (32.) Tällaisilla hinnoilla RFID-tekniikan käyttöönotto vaatii että kyseessä on iso yritys, jonka täytyy käsitellä suuria tavara-  
virtoja jatkuvasti. Pienempien yritysten, kuten kauppojen, ei yksinkertaisesti ole taloudellisesti järkevää siirtyä käyttämään RFID-tekniikkaa. Lisäksi kalliin tekniikan käyttöönotto vaikuttaisi negatiivisesti kuluttajahintoihin.

## 5 ÄLYPAKKAUKSET JA KULUTTAJAT

Onko älykkäiden pakkausten kehittämisessä ja markkinoille tuonnissa mitään järkeä, mikäli kuluttajat eivät tiedä niistä tai osaa arvostaa niitä? Nykyhetkellä markkinoilta löytyvät tekniikan sovellutukset ovat harvinaisia, eikä esimerkiksi Suomen markkinoilla ole juurikaan minkäänlaisia älykkäitä pakkauksia.

Kuluttajatutkimuskeskus selvitti vuonna 2010 kuluttajien tietämystä ja suhtautumista älykkäisiin sekä aktiivisiin pakkauksiin. Tutkimus keskittyi elintarviketeollisuuden pakkauksiin ja ne ovatkin todennäköisin käyttökohde mihin kuluttaja saattaa törmätä. Tutkimuksessa käsiteltiin muun muassa kuluttajien suhtautumista indikaattoreihin ja hapenpoistajiin ruokapakkausissa sekä kuluttajalle viestiviin pakkauksiin. Tutkimus selvitti myös mitä kuluttajat itse kaipaavat tulevaisuuden pakkauksilta.

Tutkimuksen mukaan ruokapakkausten lämpötilaindikaattoreita pidettiin hyvänä, toteuttamisen arvoisena ideana. Jotkut tutkimukseen osallistuneista olivat kuulleet niistä jo vuosia sitten ja ihmettelivät, mikseivät ne ole jo yleisessä käytössä. (1,10.) Tärkeinä pakkauksen ominaisuuksina kuluttajat pitivät tuotteen toimivuutta ja sitä että se toimittaa sen mitä lupaa. Esimerkiksi uudelleensuljettavan pakkauksen tulee todella olla uudelleensuljettava (1,13).

Positiivisena kuluttajat kokivat indikaattorien ja hapenpoistajien mahdollisen vaikutuksen ruokajätteen vähentämisessä. Nykyään moni arvioi ruoan syömä-



kelpoisuutta sen ulkonäön ja hajun perusteella ja saattaa heittää täysin syömäkelpoista ruokaa pois (1,13). Indikaattorit taas toimiessaan kertovat onko ruoka oikeasti syömäkelpoista ja voisivat auttaa vähentämään ruokajätettä.

Mielenkiintoinen idea, joka tutkimuksessa esitettiin, liittyi indikaattoreihin ja niiden uusiokäyttöön. Kuluttajat ehdottivat indikaattoreihin ominaisuutta, jolla ne voitaisiin siirtää pakkauksesta toiseen. (1,13.) Tämä mahdollistaisi indikaattoreiden käytön esimerkiksi kuluttajien omista eväslaatikoista ja toisi selvää hyötyä kuluttajalle. Toki pakkauksen tulisi olla indikaattorille sopiva muun muassa ilmitiiveyden suhteen, jotta indikaattori toimisi oikein, eivätkä indikaattoreiden valmistajat luultavasti pitäisi ideasta siihen liittyvien vastuuseikkojen takia.

Jotkut tutkimukseen osallistuneista eivät nähneet tarvetta tällaiselle uudelle teknologialle perustellen suhtautumistaan ostotavoillaan. Moni ostaa ruokaa vain tarpeeseen, ei jääkaappiin seisomaan ja näin ruoka ei ehdi pilaantua ennen kuin se on jo syöty. Osa oli huolissaan uuden teknologian vaikutuksista tuotteiden kuluttajahintoihin. (1,11.) Jotta älypakkaukset saataisiin markkinoille, teknologia pitäisikin saada kehitettyä sille tasolle, että sen käyttö ei vaikuta suuremmin kuluttajahintoihin.

Osassa tutkimusta selvitettiin kuluttajien näkökantoja viestiviin pakkauksiin, jotka antaisivat tietoa kuluttajalle esimerkiksi tuotteen ainesosista, valmistajasta jne., jonkinlaisen lukulaitteen tai esimerkiksi puhelimen välityksellä. Suhtautuminen ideaan ei ollut yhtä positiivista kuin indikaattoreihin ja hapenpoistajiin. Ihmiset vieroksuivat ideaa vielä yhdestä kannettavasta laitteesta ja kokivat että puhelimen ruutu olisi liian pieni kyseiseen käyttöön. Kysymyksiä heräsi myös pakkausten hinnoista sekä tietoturvasta. Hyvinä puolina konseptissa mainittiin mahdollinen ostosten tekemisen helpottuminen, erityisesti erityisruokavalioita noudattavien osalta. (1,15.)

Tulevaisuuden pakkaukselta kuluttajat toivoivat eniten viestinnällisyyttä, ekologisuutta ja käytettävyyttä (1,50). Kuluttajat toivoivat enemmän yksinkertai-

sesti ilmaistua tietoa pakkauksesta ja sen sisältämästä tuotteesta markkinoinnin sijaan. Pakkausten ei myöskään tarvitsisi olla erityisen älykkäitä tai teknisiä kunhan ne toimisivat kunnolla (1,40). Uudelleensuljettavuus oli toivelistalla samoin kuin pakkausten helppo avaaminen.

Kuluttajakokemusten puute suuressa skaalassa hidastaa älypakkausten kehitystä ja markkinoille tuloa. Mielenkiintoa tekniikkaa kohtaan varmasti löytyy mutta nykyisellään siihen on kovin vaikeaa päästä käsiksi. Kunhan markkinoille saadaan enemmän älytekniikkaa käyttäviä tuotteita, tulee niiden kehityskin edistymään. Jotta tekniikka saataisiin suurempaan käyttöön, pitäisi jonkun tuotevalmistajan tuoda markkinoilla jokin hyväksi havaittu tuote suureen levityksen, esimerkiksi indikaattoreihin liittyvä pakkausmalli. Tuotteen pitäisi olla varmatoiminen ja suhteellisen vähän tuotteen hintaan vaikuttava, jotta ihmiset eivät jättäisi sitä ostamatta sen hinnan takia. Näin tekniikka saataisiin ihmisten tietoisuuteen ja samalla ihmiset totutettua siihen. Tästä olisi hyötyä sekä tuotteiden valmistajille että kuluttajille.

## 6 TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ

Tulevaisuudessa pakkaukset tulevat kehittymään entistä ekologisempaan suuntaan. Biohajoavuus ja kierrätettävyys ovat tärkeitä seikkoja, jotka pitää ottaa huomioon pakkausta suunniteltaessa. Pakkausmateriaaleissa tullaan siirtymään pois muovituotteista, esimerkiksi nanoteknologialla varustettuihin biohajoaviin materiaaleihin.

## 6.1 Elintarviketeollisuus

Elintarviketeollisuudessa pakkauksiin tullaan lisäämään entistä älykkäämpää ja kehittyneempää tekniikkaa. Uudenlaisia indikaattoreita tullaan ottamaan käyttöön, esimerkiksi valmisruokapaketeissa oleva indikaattori, joka tunnistaa kun ruoka on ollut mikroaaltouunissa tarvittavan ajan ja on syömislämpöinen (21,10). Tämä yhdistettynä lisääineettomaan, terveelliseen kotiruokaan ja Cu-liDishin kaltaiseen teknologiaan, jossa kokonaisen aterian salaatteineen voi lämmittää samassa astiassa samaan aikaan mikroaaltouunissa, voisi mullistaa valmisruokamarkkinat (33). Enää valmisruoan ei tarvitsisi olla lisääaineilla täytettyä ”roskaruokaa”, vaan kotiruoan veroista, mutta kaupasta valmiina ostettua.

Ruokapakkausten älykkyys ja turvallisuus tulee kehittymään ja bakteerien ja myrkyjen tunnistamiskyky tulee parantumaan. Tulevaisuuden ruokapakkauksen sisältämät indikaattorit tunnistavat pienetkin määrät bakteereita ja myrkyjä ja ilmoittavat tästä kuluttajalle. (21,9.) Tällä voi olla suuri vaikutus ruokamyrkytysten ja muiden pilaantuneeseen ruokaan liittyvien ongelmien vähentämisessä.

## 6.2 Nanoteknologia

Nanoteknologian kehittyessä tullaan näkemään enemmän siihen liittyviä sovellutuksia arkipäiväisissä asioissa. Teknologia mahdollistaa jo nyt orgaanisesta materiaalista valmistetut muovit, jotka ovat biohajoavia ja samalla jopa kestävämpiä kuin öljypohjaiset vastineensa. Nanomuovipakkaus pystyy myös eristämään sisältönsä paremmin kosteudelta ja kaasujen vuotamiselta kuin nykyiset pakkaukset ja näin pidentää esimerkiksi ruokatuotteiden elinikää. (34.) Biohajoavat muovit voisivat olla ratkaisu luonnon saastumiseen, jota nykyisin aiheuttaa muovien joutuminen maailman meriin ja luontoon. Lisäksi nanopakkaukset yhdistettynä entistä tarkempiin indikaattoreihin ja muihin tuotteen säilyvyyttä parantaviin keinoihin voivat mahdollistaa ajan, jolloin ruoka ei teoriassa pilaannu ja samalla tehdä lisäaineiden käytöstä turhan.

## 6.3 RFID-teknologia

RFID-teknologian kehittyessä ja hintojen tippuessa tullaan mahdollisesti näkemään RFID-tunnisteita jokaisessa tuotteessa. Tämä voisi muuttaa kaupankäynnin täydellisesti, tehden kassoista täysin automatisoituja ja ilman ihmistyöntekijöitä. Etäluettavan pankkikortin kanssa varustautunut asiakas voisi yksinkertaisesti kävellä kaupasta ulos haluamansa tuotteet mukanaan ja koneet

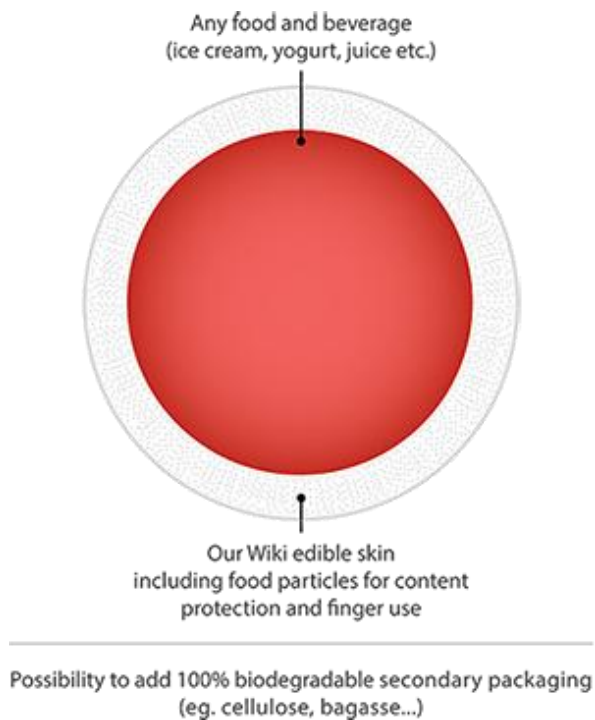
lukisivat tuotteiden RFID-tunnisteet, selvittäen niiden hinnat ja laskuttaisivat asiakasta automaattisesti. Tästä on jo otettu ensi askelia etämaksamisen ja itsepalvelukassojen muodossa. Tämä skenaario vaatii toteutuakseen vielä kehitystä ja on mahdollista että näin ei koskaan tule tapahtumaan, asiaan liittyvien ongelmien ja huonojen puolien takia.

RFID-tekniikan suurimpina ongelmina ovat tietoturvaan ja yksityisyyteen liittyvät seikat. Yleistyäkseen tekniikan pitäisi olla sellaista, että kukaan ei pysty kaupan ulkopuolella lukemaan asiakkaiden ostamien tuotteiden tunnistetta tai pääse muuten käsiksi ostotietoihin. Toinen ongelma liittyy etäluettaviin pankkikortteihin ja siihen miten estettäisiin niiden väärinkäyttö sillä tekniikan kehityessä kuka tahansa voi alkaa laskuttamaan ihmisiä esimerkiksi kadulla kävellessään. Ongelmaksi muodostuisi myös ihmiskontaktin puute ongelmatilanteissa kassalla. Varkaudet ja mahdollisten vikatilanteiden hoitaminen ostotapahtumassa olisi jätetty täysin koneiden varaan, mikä taas vaatii täysin uudenlaista lähestymistapaa kaupankäyntiin.

#### 6.4 Syötävät pakkaukset

Yksi keino vähentää pakkausmateriaalin määrää ruokateollisuudessa voisivat olla syötävät pakkaukset. Sen lisäksi että tällaiset pakkaukset voidaan syödä, ovat ne samalla biohajoavia eivätkä luontoon joutuessaan aiheuta kuormitusta. Esimerkki tällaisesta jo myynnissä olevasta tuotteesta on WikiPearl. Wikipearl on pallon muotoinen tuote, joka voi sisältää esimerkiksi jogurttia, jäätelöä, juustoa tai hedelmiä. Se koostuu kahdesta kerroksesta, joista sisempi on itse tuote ja ulompi koostuu ruoka-aineista ja polysakkarideista. Tuotetta mainostetaan muun muassa matkaeväänä. Tuotteen kuoreen on saatavilla eri makuja. (35.)

Tuotteen toiminnassa on kuitenkin selkeitä ongelmia. Tavoitteena on myydä tuotetta irtotavarana, mihin kuluttajat eivät ainakaan tällä hetkellä ole valmiita. Pariisissa suoritettujen testien mukaan tuote vaatii joka tapauksessa ympärilleen jonkinlaisen pakkauksen, sillä asiakkaat olivat huolissaan pakkaamattomaan tuotteeseen liittyvistä hygieniakysymyksistä (36). Toinen ongelma tulee tuotteen säilyvyydestä. Miten esimerkiksi jäätelöä sisältävä tuote säilyy ulkoilmassa, mahdollisesti jopa kuumassa? Vaikka tuotteen ulkokuoren pitäisi olla sulamisen kestävä ja "sotkuvapaa", suli jogurttia sisältävä tuote 40 minuutissa kun se jätettiin huoneenlämpöön pöydälle (37). Tällä hetkellä syötävät pakkaukset ovat lähinnä kiinnostava konsepti, jota kehittämällä voidaan saada kilpailija tavanomaisille pakkauksille. Tämä vaatii vielä paljon tekniikan hiomista ja ongelmien ratkaisua.



Kuva 11. WikiPearl-pallon rakenne. (38)



Kuva 12. WikiPearl-palloja (39)

## 7 YHTEENVETO

Konseptina älypakkaukset ovat erittäin mielenkiintoisia ja tulevaisuudessa ne voivat mullistaa koko pakkaamiseen liittyvän alan. Vielä tällä hetkellä niiden käyttöönotossa suuressa skaalassa on kuitenkin ongelmia. Lääke- ja elintarviketeollisuudessa tuotteen säilytyksessä nykyisin käytettävä tekniikka on melko pätevää, joten ei ole ollut suurempaa painetta kehittää uudempaa, älykkäämpää tekniikkaa. Uudessa, korvaavassa tekniikassa on vielä kehittämisen varaa, jotta muun muassa kustannukset saadaan tippumaan järkevämmille tasolle. Tällä hetkellä esimerkiksi RFID-tekniikan käyttöönotosta johtuvat kustannukset rajaavat kaikki paitsi suurimmat yritykset pois niiden käytöstä. Samoin ruoka- tai lääkepakkauksiin lisättävien indikaattoreiden hinnat ovat liian korkeat, jotta niitä nähtäisiin jokaisessa tuotteessa.

Yksi älypakkauksiin liittyvä asia on lainsäädäntö ja vastuuasiat. Älypakkauksen suunnittelussa ja markkinoille tuomisessa tulee ottaa huomioon eri maiden lainsäädäntö ja siihen liittyvät tekniset asiat. Kuka vastaa esimerkiksi toimimattoman indikaattorin aiheuttamasta ruokamyrkytyksestä? Onko vastuu tuotteen

valmistajalla vai jääkö viimeinen varmistus tuotteen syömäkelpoisuudesta kuitenkin kuluttajalle? Miten esimerkiksi EU:n ja Yhdysvaltain laki sopivat yhteen ja onko tuotteita mahdollista myydä molemmilla alueilla? Tällaiset asiat pitää pystyä ratkaisemaan ennen kuin tuotteita voidaan tuoda markkinoille.

Älypakkauksilla on kuitenkin selviä etuja vanhanaikaisiin verrattuna ja tulevaisuudessa tekniikka tulee leviämään yleiseksi. Toimiessaan älypakkaukset parantavat tuotteiden laatua ja tekevät kuljetusketjusta sujuvamman, antaen myös kuluttajille etuja. Uusi teknologia mahdollistaa myös entistä vihreämmät pakkaukset, jotka eivät kuormita luontoa kuten nykyiset muoveihin pohjautuvat pakkaukset.

Yleinen tietämys kuluttajien keskuudessa älypakkauksista tuntuu olevan tällä hetkellä heikkoa. Niitä käytäviä tuotteita ei ole juurikaan markkinoilla eivätkä kuluttajat yksinkertaisesti tiedä niistä. Kuten aina uutta tekniikkaa markkinoille ajettaessa, myös älypakkauksia kohtaan löytyy varmasti muutosvastarintaa. Tämä voi johtua joko tietämättömyydestä tai yleisestä vastahakoisuudesta muutosta kohtaan. Käyttäjäkokemusten puute hidastaa omalta osaltaan uusiin älypakkausten sovellusten kehittämistä, sillä älypakkauksia suunnittelevat ja valmistavat tahot eivät saa palautetta tuotteistaan. Markkinoille pitäisikin saada laajaan levitykseen jokin hyväksi havaittu ja toimiva konsepti, jotta kuluttajat saataisiin totutettua tekniikkaan ja mahdolliset ennakkoluulot hälvenisivät.

Tämän opinnäytetyön tehtävä oli luoda katsaus älypakkausten nykytilaan ja samalla tutkia niiden mahdollisia tulevaisuuden näkymiä. Mielestäni työ onnistui suhteellisen hyvin täyttämään nämä ehdot. Jatkotutkimuksena voisi muutamana vuoden kuluttua selvittää mihin asiat ovat edenneet. Onko markkinoille jo saatu tuotteita jotka sisältävät älytekniikkaa, miten ne on otettu vastaan ja mihin suuntaan tekniikka on kehittymässä.



## LÄHTEET

1. Järvelä, K & Isoniemi, M. 2010. "Ei mitään ufopakkaussysteemejä". Saatavissa:  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152361/Ei\\_mitaan\\_ufopakkaus\\_systeemeja.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/152361/Ei_mitaan_ufopakkaus_systeemeja.pdf?sequence=1) [Viitattu 6.10.2014.]
2. Logistiikan Maailma. 2013. Pakkausmateriaalit. Saatavissa:  
<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Pakkausmateriaalit> [Viitattu 7.12.2014]
3. US Packaging & wrapping LLC. 2013. The History Of Packaging. Saatavissa:  
<http://www.uspackagingandwrapping.com/blog/The-History-of-Packaging.html> [Viitattu 10.12.2014]
4. Bellis, M. 2006. History Of Cellophane Films. Saatavissa:  
<http://inventors.about.com/od/cstartinventions/a/Cellophane.htm> [Viitattu 5.12.2014]
5. Seideman, T. 2011. Barcodes Sweep The World. Saatavissa:  
[http://www.barcoding.com/information/barcode\\_history.shtml](http://www.barcoding.com/information/barcode_history.shtml) [Viitattu 12.12.2014]
6. QRCode.com. 2013. History Of QR Code. Saatavissa:  
<http://www.qrcode.com/en/history/> [Viitattu 16.12.2014]
7. © Atanassova, V. 2006. Viivakoodi. Saatavissa  
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/Barcode-EAN13-Bulgaria.jpg> [Viitattu 18.12.2014]

8. © QR Code Generator. 2011. QR-koodi. Saatavissa: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/QR\\_code\\_Wikimedia\\_Commons\\_%28URL%29.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/QR_code_Wikimedia_Commons_%28URL%29.png) [Viitattu 18.12.2014]
9. Yhdysvaltain ympäristönsuojeluvirasto. 2011. Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States. Saatavissa: [http://www.epa.gov/wastes/nonhaz/municipal/pubs/2010\\_MSW\\_Tables\\_and\\_Figures\\_508.pdf](http://www.epa.gov/wastes/nonhaz/municipal/pubs/2010_MSW_Tables_and_Figures_508.pdf) [Viitattu 22.12.2014]
10. Vaari, A & Ahvenainen, R & Hurme, E. 1994. Aktiiviset ja älykkäät pakkaukset elintarvikkeiden laadun varmistajina. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. [Viitattu 25.8.2014]
11. Meredith, L. 2014. From Napoleon to Mason Jars - The Brief History of Canning Food. Saatavissa: <http://foodpreservation.about.com/od/Canning/a/From-Napoleon-To-Mason-Jars-The-Brief-History-Of-Canning-Food.htm> [Viitattu 20.9.2014]
12. European Food Information Council. 2014. Saatavissa: <http://www.eufic.org/page/en/page/FAQ/faqid/brief-history-modified-atmosphere-packaging/> [Viitattu 23.9.2014]
13. Brewer, S. 2009. Saatavissa: <http://shelflifeadvice.com/faq/what-oxidation-and-how-does-it-alter-food-products> [Viitattu 30.9.2014]
14. HotCan.com. 2014. How it works. Saatavissa: <http://www.hotcan.com/how-it-works.html> [Viitattu 5.9.2014]
15. © HotCan. 2014. HotCan-purkki. Saatavissa: <http://www.hotcan.com/images/about/hotcan-ghosted.png>
16. Chillcan.com. 2014. How it works. Saatavissa: <http://chillcan.com/how-it-works/> [Viitattu 29.9.2014]

17. Shopzerust.com. 2014. VCI technology. Saatavissa: <http://www.shopzerust.com/technology/vci> [Viitattu 4.9.2014]
18. Zerust.fi. 2014. Toimintaperiaate. Saatavissa: <http://www.zerust.fi/teknologia/toimintaperiaate/> [Viitattu 4.9.2014]
19. © Zerust LTD. 2014. Zerust-pussi. Saatavissa: [http://www.zerust.fi/files/6013/9463/5330/zerust\\_pussi.jpg](http://www.zerust.fi/files/6013/9463/5330/zerust_pussi.jpg) [Viitattu 29.12.2014]
20. Shop3M.com. 3M™ MonitorMark™ Time Temperature Indicator 9860D. 2014. Saatavissa: <http://www.shop3m.com/3m-monitormark-time-temperature-indicator-9860d.html> [Viitattu 1.11.2014]
21. Huff, K. 2008. Active and Intelligent Packaging: Innovations for the Future. Saatavissa: <http://www.iopp.org/files/public/VirginiaTechKarleighHuff.pdf> [Viitattu 5.10.2014]
22. 3M. 2010. 3M™ TL-30 Temperature Logger. Saatavissa: <http://multimedia.3m.com/mws/media/687348O/tl30-sell-sheet.pdf?fn=TL30%20Sell%20Sheet.pdf> [Viitattu 26.12.2014]
23. © 3M. 2010. LT-30 lämpötilaindikaattori. Sähköpostiviesti Mauri Levänen, 3M Tuotepäällikkö. [Viitattu 23.12.2014]
24. RFID Lab Finland Ry. 2014. RFID-tietoutta. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-tietoutta> [Viitattu 29.8.2014]
25. RFID Lab Finland Ry. 2014. Tekniikan perusteet. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-tekniikan-perusteet> [Viitattu 29.8.2014]
26. © Intelleflex Corporation. 2011. Intelleflex HMR-9090-lukija. Saatavissa: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:HMR-9090.png> [Viitattu 1.12.2014]

27. © Hughes, M. 2010. RFID-tunniste. Saatavissa:

[https://www.flickr.com/photos/melanie\\_hughes/4253803022/](https://www.flickr.com/photos/melanie_hughes/4253803022/)

28. Stora Enso. 2010. Stora Enso Pharma DDS & DDSi. Saatavissa:

[http://mad.benetic.net/wp-content/uploads/2010/02/stora\\_enso\\_pharma\\_dds\\_brochure.pdf](http://mad.benetic.net/wp-content/uploads/2010/02/stora_enso_pharma_dds_brochure.pdf)

[Viitattu 20.8.2014]

29. Print&Media. 2009. Pharma DDSi -älypakkaus potilaiden käytössä. Saata-

vissa: [http://www.pmllehti.fi/graaafisen-alan-uutiset/pharma-dds-i-](http://www.pmllehti.fi/graaafisen-alan-uutiset/pharma-dds-i-%C3%A4lypakkaus-potilaiden-k%C3%A4yt%C3%B6ss%C3%A4)

[%C3%A4lypakkaus-potilaiden-k%C3%A4yt%C3%B6ss%C3%A4](http://www.pmllehti.fi/graaafisen-alan-uutiset/pharma-dds-i-%C3%A4lypakkaus-potilaiden-k%C3%A4yt%C3%B6ss%C3%A4) [Viitattu

21.8.2014]

30. Pharmaceutical-Technology. 2011. The smart approach to pharma pack-

aging. Saatavissa: [http://www.pharmaceutical-](http://www.pharmaceutical-technology.com/features/featurethe-smart-approach-to-pharma-packaging/)

[technology.com/features/featurethe-smart-approach-to-pharma-packaging/](http://www.pharmaceutical-technology.com/features/featurethe-smart-approach-to-pharma-packaging/)

[Viitattu 21.8.2014]

31. Spinner, J. 2014. Intelligent Design: eAgile launches RFID smart packag-

ing. Saatavissa: [http://www.foodproductiondaily.com/Packaging/Food-](http://www.foodproductiondaily.com/Packaging/Food-packaging-technology-uses-RFID-to-increase-safety)

[packaging-technology-uses-RFID-to-increase-safety](http://www.foodproductiondaily.com/Packaging/Food-packaging-technology-uses-RFID-to-increase-safety) [Viitattu 1.9.2014]

32. Watson, T. 2013. Simple cost analysis for RFID options. Saatavissa:

<http://www.amitracks.com/2013/10/simple-cost-analysis-for-rfid-options/> [Vii-

tattu 10.9.2014]

33. Shieltronics.com. 2014. Culidish. Saatavissa:

<http://www.shieltronics.com/solutions/case-studies/culidish> [Viitattu 5.10.2014]

34. Brody, A & Bugusu, B & Han, J & Sand, C & McHugh, T. 2008. Innovative

Food Packaging Solutions. Saatavissa: [\[center/read-ift-publications/science-reports/scientific-status-\]\(http://www.ift.org/knowledge-center/read-ift-publications/science-reports/scientific-status-summaries/innovative-food-packaging-solutions.aspx\)](http://www.ift.org/knowledge-center/read-ift-publications/science-reports/scientific-status-</a></p></div><div data-bbox=)

[summaries/innovative-food-packaging-solutions.aspx](http://www.ift.org/knowledge-center/read-ift-publications/science-reports/scientific-status-summaries/innovative-food-packaging-solutions.aspx) [Viitattu 8.10.2014]

35. Wikipearl.com. 2014. Saatavissa: <http://www.wikipearl.com/> [Viitattu 10.10.2014]
36. Rhodes, M. 2014. High-Tech Frozen Yogurt That Comes in Edible Packaging. Saatavissa: <http://www.wired.com/2014/08/high-tech-frozen-yogurt-that-comes-in-edible-packaging/> [Viitattu 10.10.2014]
37. Evans-Brown, S. 2014. Edible Packaging? Retailers Not Quite Ready To Ditch The Wrapper. Saatavissa: <http://www.npr.org/blogs/thesalt/2014/09/16/348957715/edible-packaging-retailers-not-quite-ready-to-ditch-the-wrapper> [Viitattu 11.10.2014]
38. ©Wikipearl. 2014. WikiPearl-pallon rakenne. Saatavissa: <http://static.squarespace.com/static/52af3e16e4b0ae2d3235daf1/t/52ccc900e4b02eb1d93a7a44/1389152513747/WikiPearl+Diagram?format=300w> [Viitattu 18.12.2014]
39. ©Wikipearl. 2014. WikiPearl-palloja. Saatavissa: [http://static.squarespace.com/static/52af3e16e4b0ae2d3235daf1/52af4238e4b0dbce9d228d48/52ccd880e4b0b567eebccc9c/1389156484076/WIKICELL\\_Coconut-Mango.Vanilla-Choco.Vanilla-CookieDough+%C2%A9PHASE\\_ONE\\_PHOTOGRAPHY.jpeg?format=1500w](http://static.squarespace.com/static/52af3e16e4b0ae2d3235daf1/52af4238e4b0dbce9d228d48/52ccd880e4b0b567eebccc9c/1389156484076/WIKICELL_Coconut-Mango.Vanilla-Choco.Vanilla-CookieDough+%C2%A9PHASE_ONE_PHOTOGRAPHY.jpeg?format=1500w) [Viitattu 18.12.2014]