



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Kasahun Tegegne

## Hevin saapuvatavaran lämpötilanhallinnan kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Logistiikka

30.11.2018

Tekijä Otsikko	Kasahun Tegegne Hevin saapuvatavaran lämpötilanhallinnan kehittäminen
Sivumäärä Aika	35 sivua + 6 liitettä 30.11.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Logistiikka
Ohjaajat	Lehtori Markku Haikonen Laatupäällikkö Jorma Niinimäki
<p>Toimivalla kylmäketjulla on merkittävä rooli hedelmien ja vihannesten oikealla lämpötila-alueella varastoimisen, kuljettamisen, biologisten hajoamisprosessien hidastamisen sekä tuoreen ja laadukkaan tuotteen kuluttajille asti toimittamisen kannalta. Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia ”X” yrityksen hedelmä- ja vihanneskuljetusten lämpötilanhallintaa. Yrityksessä oli tarvetta kuvata hevin saapuvan tavaran lämpötilan hallinnan nykytila pääpainona tekninen seuranta, johon sisältyy menettelyt, järjestelmät, laajuus ja ongelmat.</p> <p>Työ aloitettiin kahden viikon perehdytyksellä hevin vastaanotossa. Toiminnan tutustumisjaksolla tarkasteltiin laadunvalvonnan, lämpötilamittauksien, raportoinnin ja pakkausmerkintöjen liittyviä asioita. Perehdytys auttoi ymmärtämään kylmäketjun- ja lämpötilahallinnan kokonaisuutta. Työssä selvitettiin hevi-tuotteiden laadun- ja pilaantumisen vaikuttavia tekijöitä sekä havaittavissa olevia ongelmia. Työn lopussa esitetään kehityskohteiden perusteella toimenpidesuosituksia.</p> <p>Tutkimuksen perusteella kylmäketjun tehokkuutta ja lämpötilahallinnan seurantavälineistä saatavaa informaatiota ei käytetä riittävästi toiminnan parantamiseen toimitusketjussa. Laadun ylläpito edellyttää toimenpiteitä jokaiselta toimitusketjun osa-alueelta. Tarvittaessa koulutusta ja ohjeistusta lisättävä. Hankinnan ja toimittajan viestintä sekä laajempi neuvottelu logistisista asioista vaikuttaa myös huomattavasti kylmäketjun toimivuuteen ja lämpötilahallinnan parantamiseen.</p>	
Avainsanat	Hevi-tuotteet, lämpötilanhallinta, kylmäketju, esijäähdytys, ilmankierto

Author Title	Kasahun Tegegne Improving the Temperature Management of Incoming Fruits and Vegetables
Number of Pages Date	35 pages + 6 appendices 30 November 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Professional Major	Logistics
Instructors	Markku Haikonen, Senior Lecturer Jorma Niinimäki, Quality Manager
<p>A functioning cold chain plays a significant role in storing and transporting fruit and vegetables in the right temperature range, to slow biological decay processes and deliver fresh and high-quality products to consumers. The purpose of the thesis was to explore the temperature management system of “X” company in transportation of fruit and vegetables. The company needed to analyze their current condition of the temperature management of incoming produces, with emphasis on technical monitoring, including procedures, systems, extent and existing challenges.</p> <p>The thesis was started with a two-week internship at the fruit and vegetables distribution center. During the activity review period, issues related to quality checking, temperature measurements, reporting problems and labeling were examined. The practice helped the writer to understand the whole process and the complexity of the cold chain and temperature management. This thesis investigated factors which affect the quality of perishable fruit and vegetables and analyzed problems with perishable products. At the end of the thesis recommendations for actions based on the areas needing improvement are given.</p> <p>Based on the results of the study, it seems that the efficiency of the cold chain and the information received from temperature controlling devices were not used enough to improve the operations in the supply chain. Maintaining the freshness and quality of fruit and vegetables requires a precise measure for each supply chain area. If necessary, trainings and guidance must be increased to employees. In addition to this, continuous communication between the procurement department and the supplier as well as wider negotiation of logistical issues will improve the operation of the cold chain and temperature management significantly.</p>	
Keywords	Fruit and vegetables, temperature management cold chain, pre-cooling, air circulation

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Hedelmien ja vihannesten lämpötilanhallinta	1
2.1	Tuotteiden ominaisuudet	2
2.2	Kuljetusvaatimukset	2
2.3	Kuljetusmääräykset	4
2.4	ATP-luokiteltu kalusto	5
3	Hedelmien ja vihannesten logistinen ketju	6
3.1	Yleistä	6
3.2	Maantiekuljetukset	8
3.2.1	Täydet kuormat	9
3.2.2	Sekakuormat	10
3.3	Hevi-tuotteiden merikuljetus	11
3.3.1	Valtamerialuekuljetukset	12
3.3.2	Itämeren-kuljetukset	12
4	Laatuun ja pilaantumiseen vaikuttavat tekijät	13
4.1	Tuotteen alkuperäinen laatu	13
4.2	Lämpötila	14
4.3	Suhteellinen kosteus	15
4.4	Ilmankoostumuksenhallinta pitkäisessä varastoinnissa	16
4.5	Lämpötilahallintajärjestelmän toimivuus	17
4.5.1	Sisäinen lämpö	17
4.5.2	Ulkoinen lämpö	18
4.6	Esijäähdytys	18
4.7	Kuoratilalan lämmitys alhaisessa lämpötilassa	19
4.8	Ilmankierto	20
4.8.1	Yläilman syöttöjärjestelmä	21
4.8.2	Pohjailman syöttöjärjestelmä	21
	Osa luvusta 4.9 ja luvut 4.10- 4.11 ovat vain tilaajan käyttöön.	22
4.9	Lämpötilahallinnan menettelyt	22

Luvut 4.10–4.11 eivät ole julkisia, vain ainoastaan tilaajan käytössä.	23
4.10 Menettely poikkeustilanteissa	23
4.11 Teknisen seurannan laajuus	23
5 Huomattavia lämpötilahallinnan ongelmia	23
5.1 Jäätymisvauriot	23
5.2 Lastausvirheet	25
Luku 5.3 on vain tilaajan käytössä.	26
5.3 Monilämpötilakuljetukset	26
5.4 Kuormien epätasainen korkeus	26
5.5 Muut ongelmat	27
5.5.1 Kuormasta puuttuu lämpötilan mittauslaite	27
5.5.2 Kylmät ja lämpimät tuotteet samassa kuormassa	28
5.5.3 Epäselvät lämpötilamerkinnot	28
5.5.4 Kuorma-autot katsastamatta tai luokitusleimat päivittämättä	28
6 Toimenpidesuosituksukset	28
6.1 Kylmäketjunhallinta tuontikuljetuksien aikana	29
6.1.1 Tehokas esijäähdytys	29
6.1.2 Lämpimänä lastatun tuotteen hallinta	29
6.2 Hankintaan laajempi neuvottelu toimittajan kanssa	30
6.3 Telematiikkaratkaisujen hyödyntäminen	30
6.4 Lämpötilaseurantalaitteiden lisääminen	31
6.5 Kuljettajien kouluttaminen	32
Luku 6.6 on vain tilaajan käytössä.	32
6.6 Varastointitilojen kehittäminen	32
6.7 Muut kehityskohteet	32
7 Yhteenveto	33
Lähteet	35
Liitteet	
Liite 1. Hedelmien ja vihannesten yhteensopivuusryhmät sekakuormakuljetuksissa	
Liite 2. Hedelmien ihanteelliset varastointilämpötilat	
Liite 3. Vihannesten ihanteelliset varastointilämpötilat	
Liite 4. FlashLink Real-Time In-Transit Logger (Model 22300, 2230)	
Liite 5. Bluetooth data logger	
Liite 6. Sensorist Wireless Monitoring System	



## Lyhenteet

ATP	Accord relatif aux Transports internationaux de denrées Périssables et aux engins spéciaux a utiliser pour ces transports. Sopimus, joka koskee helposti pilaantuvia kansainvälisiä elintarvikekuljetuksia ja näihin kuljetuksiin käytettävä erikoiskalustoa.
RH	Relative humidity. Suhteellinen kosteus.
CA	Controlled Atmosphere. Kuljetus- ja varastoinnin ilman koostumuksen hallinta.
EU	European Union. Euroopan unioni.

## 1 Johdanto

Hedelmien ja vihannesten lämpötilanhallinta on tärkein keino laadun heikkenemisen estämiseksi kuljetuksen aikana. Lämpötilat, jotka ylittävät tai alittavat tuotteiden optimaalisen alueen, voivat aiheuttaa nopean pilaantumisen.

Teknologia on kuitenkin edennyt vaiheeseen, jossa lämpötilanhallintajärjestelmät mahdollistavat luotettavan ja ajantasaisen kuljetusseurannan. Jotta tuotteiden laatu säilyisi moitteettomana sadosta kuluttajille asti, integroidun järjestelmän käyttäminen on ehdotonta. Tällaiset järjestelmät ja siihen liittyvät hallintalaitteet edellyttävät kuitenkin niiden käyttöominaisuuksien tuntemista, koska virheellinen asetus tai jonkin muu tekninen virhe voi aiheuttaa lämpötilan muutoksen.

Opinnäytetyön tarkoitus on tutkia hedelmä- ja vihanneskuljetusten lämpötilanhallintaa. Työssä pyritään selvittämään lämpötilahallinnan eli hevi-tuotteiden laadun ja pilaantumiseen vaikuttavia tekijöitä sekä havaittavissa olevia ongelmia. Lopuksi kehityskohteiden perustella annetaan omia toimenpidesuosituksia.

Työ on tehty ”X” yritykselle, jossa halutaan kuvata hevin saapuvan tavaran lämpötilan hallinnan nykytila pääpainona tekninen seuranta, johon sisältyy menettelyt, järjestelmät, laajuus ja ongelmat.

Yrityksen nimi on merkattu ”X” kirjaimella. Luottamuksellisia asioita käsittelevät luvut- ja kuvat ovat vain kohdeyrityksen käytössä, eivätkä ne sisälly julkiseen versioon.

## 2 Hedelmien ja vihannesten lämpötilanhallinta

Lämpötilanhallinta on laaja käsite, ja se on äärimmäisen tärkeää hevi-tuotteiden pitkäaikaisessa varastoinnissa ja kaukaisen markkinoinnin tuonnissa. Hevi-tuotteiden lämpötilanhallinta yksinkertaisuudessaan tarkoittaa, keskeytymättömästi lämpötilahallittua toimitusketjua, jossa on tuotanto, varastointi ja jakelutoiminta sekä niihin liittyviä (laitteita, järjestelmiä ja teknologia), jotka ylläpitävät haluttua lämpötilaa halutuksi ajaksi halutussa tilassa. Lämpötilahallinnassa hedelmä ja vihannesten kannalta keskeisin asia on se, että tuotteet säilyvät sopivassa lämpötilaolosuhteessa



koko logistisen ketjun ajan. Tehokkaat lämpötilanhallintajärjestelmät, oikea pakkausmateriaalin valinta, suhteellisen kosteuden hallinta ja kokonainen lämpötilan valvonta ovat tärkeimmät menettelyt hedelmien ja vihannesten korkean alkuperäisen laadun ylläpitämiseen pitkään kuljetusprosessin aikana.

Onnistuneessa lämpötilahallitussa kuljetuksessa kuljetusohjeiden laatiminen on myös melko tärkeä asia. Kuljetusohjeiden ideana on siis määritellä edellytykset, joilla tavarat kuljetetaan. Kuljetusohjeiden tulee olla tarkat, koska puutteellinen, väärä, ristiriitainen tai epäselvä kuljetusohje aiheuttaa varmasti ongelmia ja jälkitoimenpiteitä.

## 2.1 Tuotteiden ominaisuudet

Tuoreiden tuotteiden pääominaisuus on se, että ne ovat herkkiä lämpötilakäsittelyssä. Lämmin säilytystila kiihdyttää pilaantumista ja kylmässä ne paleltuvat, mistä aiheutuu värin ja maun muuttumista. Hedelmien ja vihannesten ominaisuuksista väri, ulkonäkö, maku ja rakenne ovat ratkaisevia tekijöitä kuluttajien hyväksynnälle, mutta tuontiyritysten laadun valvonnassa, tuotteen ulkonäkö on lähtökohtaisesti määrittävä tekijä sille, onko tuote hyväksyttävä tai hylättävä. (1.)

Hedelmät poimitaan usein raakoina pilaantumisen ja pidemmäksi säilyvyyteen vuoksi. Hedelmä kypsyy vielä poimimisen jälkeenkin, mutta raakana banaanit, mangot ja avokadot usein käsitellään kypsymistä edistävällä eteenillä ennen myyntiä. Eri hedelmälajeja säilytettäessä vierekkäin toiset hedelmät tuottavat etyleeniä ja toiset taas ovat herkkiä etyleenille. Siksi lämpötilahallinnan lisäksi on oltava huolellinen kuormatilan käytössä ja tuotteiden sijoittelussa.

## 2.2 Kuljetusvaatimukset

Hedelmä- ja vihanneskuljetuksissa perusedellytys on se, että ilmakierto, jäähdytys ja lämmitys toimivat.

Kuljetusyriyksillä on tärkeä rooli tuoreessa elintarvikeketjussa. Niiden odotetaan tarjoavan nopeita ja tehokkaita logistiikkapalveluja viimeiseen kilometriin saakka, koska tämä vaikuttaa suoraan tuote-erän tuoreuteen.

Kuljetusyriksien on myös noudatettava lämpötilahallittukuljetukseen liittyviä sopimuksia, jotka koskevat mm. kuormatilan esijäähdytystä tai kuljetusvälineiden luokitusta. Pitkän matkan kuljetuksessa lastattavissa olevia eri tuoteryhmiä on katsottava tarkemmin, kuormaussuunnitelma on laadittava huolellisesti ja lämpötila tulisi asettaa herkimmän tuotteen mukaan.

Myös sekakuormien tapauksessa, jossa eri tuotteet vaativat oman lämpötilan asettamista, on tarpeen harkita niiden yhteensopivuutta ja etyleenin tuottavuutta. Suhteellinen kosteus ja maksimiaika ilman jäähdytystä ovat asioita, joiden ei pitäisi ikinä ylittyä, vaan niiden täytyy toimia vaatimuksien mukaisesti. Vaatimusten tekninen täsmällisyys ei taas riitä täydelliselle lämpötilahallitulle kuljetuksille. Kuljetusten käsittelyssä on aina seurattava, että tuotteet ovat siinä kunnossa, että itse kuluttajana voisi tyytyväisenä hyväksyä tavaran tuoreutta ja laatua. ”Pääsääntö on, että alle 10 tunnin kuljetuksiin samaan kuormatilaan voidaan kuormata tuotteita, joiden lämpötilavaatimukset eroavat toisistaan korkeintaan 2–3 astetta ” (2). Seuraavassa kuvassa on esimerkki lyhytaikaisista hyväksyttävistä lämpötilamuutoksista.

Vaade +2 → +5  
 Vaade +3 → +6  
 Vaade +8 → +11  
 Vaade enintään +6 → +9

Kuva 1. Hyväksyttävä lyhytaikainen lämpötilamuutos (2).

Lämpötilahallitussa hedelmä- ja vihanneskuljetuksissa tarkempia huomioon otettavia asioita ovat seuraavat:

- lastausvaatimukset
- kuormatilan lämpötila
- ilmankierto
- esijäähdytys täydessä sekä osittain lastatussa kuormassa
- mittaus - ja raportointivaatimukset

- maksimi aika ilman jäähdytystä
- suhteellinen kosteus
- erityisolosuhteet kylmälle säälle
- tarve ilmoittaa, jos rajat ylittyvät (3).

### 2.3 Kuljetusmääräykset

Hedelmä- ja vihanneskuljetuksille ei ole omaa lainsäädäntöä. Ainut, mitkä ovat lainsäädännön piirissä ovat pilkotut kasvikset; niiden kuljetuksissa vaadittava ylin lämpötila ei saa ylittää +6 °C:ta (4, 6–7 §). Hevi-tuotteiden kuljetuksessa on enemmän sopimuskäytäntöä, jossa kauppakumppanit neuvottelevat keskenään määräyksistä tuotekohtaisesti. Tuotekohtaisesti säädökset voivat olla tiukempia, mutta yleinen käytäntö on kuitenkin se, että tavaran toimittaja on ensimmäinen, joka tuntee parhaiten tuotteiden täydellisen luonteen ja niiden vaatimukset. Tämä tarkoittaa, että toimittaja on omalta osaltaan vastuussa vaatimusten noudattamisesta.

Usein lastattaessa vastuu siirtyy liikenteenharjoittajalle, mutta kummassakin tapauksessa sekä toimittajan että kuljetusliikkeen käsittelyissä tavaran tarkka luonne olisi hyvä tietää. Esimerkiksi hedelmien osalta kuljetusvaatimukset voivat vaihdella riippuen lajikkeesta, kypsyydestä ja alkuperästä.

Lämpötilahallituissa kuljetuksissa rahdinkuljettaja saa kuljetuksen tilaajalta ohjeen, jonka mukaan lämpötila asetetaan. Jos lastauslämmöt ovat poikkeavat ohjeesta, kuljetusyhtiö pyytää huolinnalta luvan lastaukseen (5). Korkeassa lämpötilassa olevia tuotteita lastattaessa on kuitenkin suuri riski, että matkan aikana jäähdytyksestä johtuva lämpötilan lasku aiheuttaa kondensaatiota, jolla on vaikutus sekä tuotteen että pakkausten kestävyys.

## 2.4 ATP-luokiteltu kalusto

ATP eli ranskaksi ” Accord relatif aux Transports internationaux de denrées Périssables et aux engins spéciaux a utiliser pour ces transports” on 48 valtion välillä tehty sopimus. Sopimus koskee helposti pilaantuvia kansainvälisiä elintarvikekuljetuksia ja näihin kuljetuksiin käytettävä erikoiskalustoa. Siinä ei ole määritetty yleistä täytöntöönpanoviranomaista, mutta sopimuspuolet toteuttavat käytännössä kalustotarkastuksia ja sopimuksen noudattamatta jättäminen voi johtaa kansallisten viranomaisten toimiin. Rikostapauksessa asia käsitellään kansallisen lainsäädännön mukaisesti.

ATP-kuljetusvälineet luokitellaan ensisijaisesti korin eristyskyvyn perusteella; toissijaisia luokitteluperusteita taas ovat lämpötilansäätölaitteen toimintaperiaate sekä kuormatilan lämpötila.

Kaluston eristyskykyä kuvataan korin keskimääräisellä k-arvolla. Kirjaimen arvo kertoo lämpötehon, joka siirtyy seinämän jokaisen neliömetrin läpi, kun lämpötilaero on yksi K. Korin keskimääräisen k-arvon perusteella voidaan laskea lämpövuoto. Jos k-arvo on esimerkiksi 0,7 W/m<sup>2</sup>K, seinämien kokonaispinta-ala 80 m<sup>2</sup> ja lämpötilaero 30 K, korin seinämien läpi siirtyy jatkuvasti lämpöä 1680 W:n teholla (0,7 \* 80 \* 30). ATP-kalusteiden sertifiointissa eristyskyvyn perusteella korit jaetaan seuraavasti:

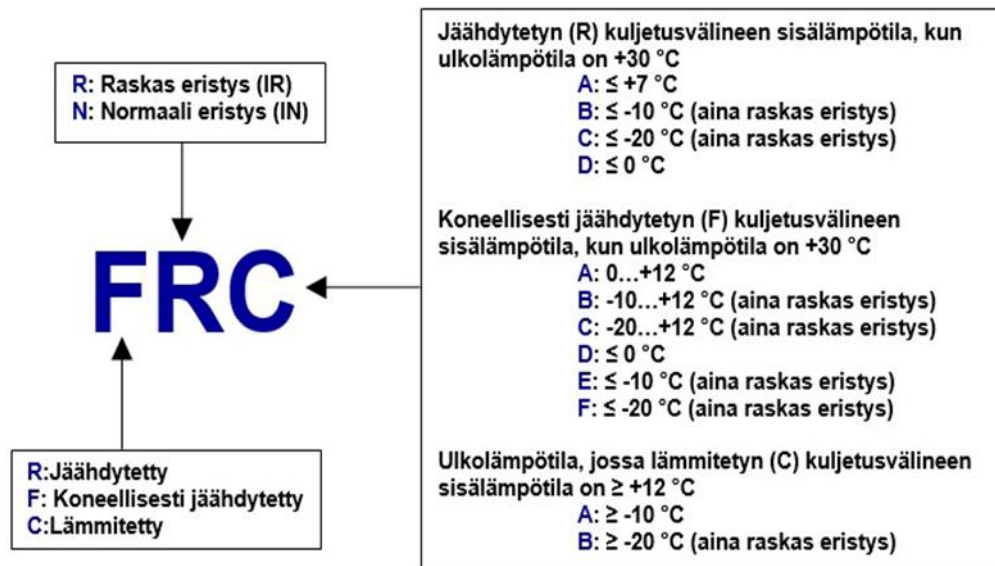
IN: normaalisti eristetty kori

IR: voimakkaasti eristetty kori

FNA: luokan A mekaanisesti jäähdytetty kori, jossa normaali eristys

FRC: luokan C mekaanisesti jäähdytetty kori, jossa raskas eristys.

Lämpötilansäätölaitteen käyttöperiaatteesta riippuen ATP-luokiteltukalustot jaetaan jäähdytettyihin (R), koneellisesti jäähdytettyihin (F) ja lämmitettyihin (C). Kuten ohjeisesta kuvasta 2 huomataan, kuormatilan lämpötilan perusteella kuljetusvälineet jaetaan edelleen kirjaimilla A, B, C, D, E ja F merkittyihin luokkiin, joiden merkitys riippuu lämpötilan säätölaitteesta. (6.)



Kuva 2. ATP-luokitusmerkintä (6).

Yleisin ATP-luokka on FRC eli ”koneellisesti jäähdytetty raskaseristeinen luokan C kuljetusväline”. Tällaista ajoneuvoa käytetään, kun ympäristön lämpötila on +30 °C. Silloin voidaan ylläpitää mitä tahansa –20:n ja +12 C-asteen välistä lämpötilaa. Toinen yleisesti käytetty luokkaa on FNA eli ”luokan A mekaanisesti jäähdytetty kori, jossa normaali eristys”. Tässä luokassa kuormatilan lämpötila-alue on 0 – +12 °C. (6.)

### 3 Hedelmien ja vihannesten logistinen ketju

#### 3.1 Yleistä

Hedelmien ja vihannesten logistisen ketjun prosessi on monimutkainen. Tuotteiden tuotanto-, säilytys- ja kuljetusprosessi vaatii erilaisia käsittelyvälineitä, tekniikoita, pakkaamista, varastointia ja tehokkaita laatu- ja tuoreutta säilyttäviä kuljetusmuotoja.

Logistisen ketjun voidaan katsoa alkavan kuljetuksesta. Tavarantoimittajalta tukkuliikkeeseen toimitettaessa tehtävillä ja sitä edeltävillä toimenpiteillä on suuri vaikutus tuotteen kestävyys. Tuote voi tarjonnasta johtuen kulkea useamman jakelukeskuksen kautta, ennen kuin se saapuu tukkuliikkeen varastoon. Logistisen ketjun kokonaiskesto riippuu pitkälti tietyistä tuotteista, myyntitavoitteesta ja toimivan

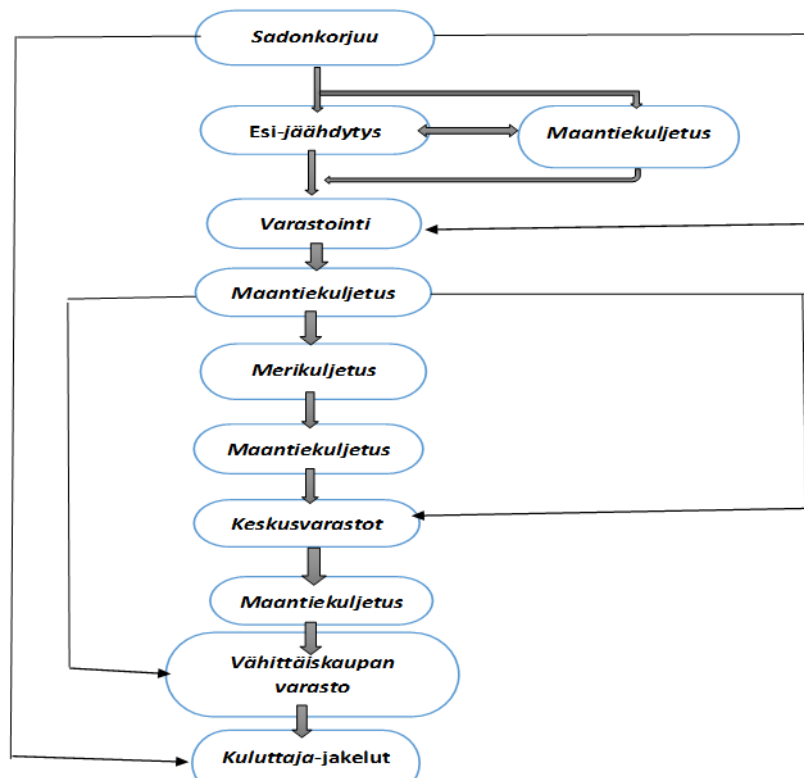
kylmäketjun mahdollisuudesta, sillä joidenkin tuotteiden toimitus kestää vain muutamia tunteja ja toisten taas jopa monia viikkoja.

Hedelmien ja vihannesten onnistuneessa logistisessa ketjussa jakelukeskukset ovat kriittisiä valvontapaikkoja, koska ne tarjoavat mahdollisuuden lajitella ja yhdistellä monilta toimittajilta saatuja lähetyksiä ja aikatauluttavat lähetysten lähdön vähittäiskauppiaiden kysynnän ja tuotteiden laadun ja kestävyuden mukaisesti. Jokaisella logistisen ketjun vaiheella on kuitenkin merkittävä vaikutus tuotteen lopulliseen laatuun. Lämpötilan virheelliset käsittelyt, jotka ylittävät hevi-tuotteiden toleranssitason (poikkeaman), voivat esiintyä missä tahansa vaiheessa, mikä johtaa taas hävikkiin ja aiheuttaa terveystarpeita. (7, s. 649.)

Tuoreiden maataloustuotteiden logistisen ketjun hallinta on haastava seuraavien seikkojen vuoksi:

- tiukat vaatimukset lämpötila- ja kosteudenhallinnasta
- tuotteiden rajoitettu säilyvyysaika
- tuotteiden vuorovaikutukset
- lyhyt toimitusaika
- kysynnän ja tarjonnan vaihtelut
- korkeat asiakkaiden odotukset. (7, s. 649.)

Seuraavassa kuvassa esitetään toimivia hedelmä ja vihannesten logistisen ketjun vaiheita.



**Kuva 3.** Hedelmä- ja vihanneskuljetuksen logistisen ketjun vaiheet (7, s. 650).

### 3.2 Maantiekuljetukset

Sadonkorjuun jälkeen hedelmien ja vihannesten kuljetukset ovat tärkeimpiä logistisia vaiheita, joissa lämpötilanhallinnan merkitys korostuu. Suurin osa Suomessa kulutettavista tuoreista maataloustuotteista tulee pitkän matkan päästä, ja niitä kuljetetaan pääosin maantie- ja merikuljetuksilla. Kaikilla kuljetusmenetelmillä on vaikuttavia tekijöitä, etuja, ongelmia, rajoituksia ja vaatimuksia. Näistä maantiekuljetukset ovat kalliita, mutta muihin kuljetusmuotoihin verrattuna ne ovat kannattavampia, sillä pilaantuvat tavarat voidaan kuljettaa nopeammin lyhyellä etäisyydellä, ne mahdollistavat joustavan purun ja lastauksen missä tahansa paikassa ja niillä on helpompi tarjota ovelta ovelle -palvelua.

Maantiekuljetuksen ongelmia ovat; Sääolosuhteet, erityisesti talvi, liikenneruuhkat, kalustorikot ja kommunikaatio kuljettajan kanssa, kielitaidosta johtuen

Hevi-tuotteiden maantiekuljetus on tehokasta silloin, kun lämpötilanhallinta otetaan vakavasti kuljetuksen alusta loppuun asti. Kuljetuksissa tarkempia huomioon otettavia kohteita ovat esimerkiksi seuraavat:

- ❖ Lastauksessa kuormat on pinottava asianmukaisesti, jotta se mahdollistaa sujuvan ilmankierron.
- ❖ Tuotteiden puristusvaurio tulisi estää pinoamalla raskaampia tuotteita kuorman pohjalle
- ❖ Tärinän aiheuttamat vauriot on otettava huomioon. Ne voidaan estää käyttämällä ilmajousitusjärjestelmää, sopiva alustaa, pahvia ja muovipusseja sekä erilaisia pehmusteita kuorman erilaisin kohteisiin. Ilmanvirtausaukkoja on kuitenkin jätettävä aina auki. (8, s. 7.)

### 3.2.1 Täydet kuormat

Tässä tekstissä täydellä kuormalla tarkoitetaan merikontti- tai kuorma-aurahtia, jossa muodoltaan samankaltaisia tuotteita on lastattu koko kuorma täyteen. Täysi kuorma on sekakuormaan verrattuna paljon kannattavampi, koska oikein lastattuna koko kuorman tasapaino, ilmankierto ja lämpötila ovat helpommin hallittavissa. Yleisiä ongelmia täysissä kuormissa ovat kuorman ahtaaminen liian täyteen ja painon tai kosteusvaurion aiheuttama kuorman sortuminen sekä pakkausvälineiden rikkoutuminen. Lämpötilahallitussa kuljetuksissa rahdin korkeus ei saa ylittää ns. punaista viivaa eli kuormauslinjaa, joka ilmaisee suurinta sallittua rahtikorkeutta. Sopivan välin jättäminen katon ja kuorman välin takaa, niin että koko rahdissa toimii sujuva ilmankierto. Se myös mahdollistaa nopeamman ja vaivattoman tavarankäsittelemisen.

Täydessä hedelmä- ja vihanneskuormassa yleisimmin käytettyjen pakkausmateriaalien tulee kestää käsittelyn, kuljetuksen ja varastoinnin aikaiset rasitukset sekä ympäristön muutokset, kuten lämpötila ja kosteus. Täydessä kuormassa esiintyviä sortumis- ja kosteusvaurioita aiheutuu huonosta pakkausmateriaalin vallinnasta. Tällaiset ongelmat esiintyvät monesti pitkän matkan kautta saapuvilla tuotteilla, joilla tavarankäsitteily on toistuvaa matkan aikana. Pakkausmateriaalien valinta tehdään yleensä hinta-laatusuhteen mukaisesti, mutta sen pitäisi riippua tuotteesta, pakkausmenetelmästä, esijäähdytysmenetelmästä, materiaalin vahvuudesta ja tilaajan omasta määrittelystä.



Täydessä kuormassa huolellinen tavaran käsittely on merkittävää, koska yksikin huonosti asetettu tai kastunut laatiko voi aiheuttaa isoa sortumista. Tällaisen ongelman välttämiseksi on aina varmistettava, että lastauksessa laatikoiden kulmat ovat tuettu hyvin kuormalavalla ja kuljetuksen aikana esiintyvä tärinä sekä esijäähdytyksen ja varastoinnin aikana syntyvä korkea kosteus on huomioitu (9, s.14).

Seuraava kuva (kuva 4) kertoo lämpötilahallitun hedelmäkuljetuksen lastausmenetelmästä. Siniset nuolet osoittavat ilmankiertoa.



Kuva 4. Hedelmien täysikuormapakkaus (10).

### 3.2.2 Sekakuormat

Hedelmä ja vihannesten sekakuormat luovat omanlaatuisen haasteen ja yleensä vaativat jonkin verran kompromisseja parhaan lämpötilahallitun kuljetuksen aikaansaamiseksi. Monilla hedelmillä ja vihanneksilla on vaihtelevia lämpötila- ja kosteusvaatimuksia, ja niillä on myös vaihteleva herkkyys muiden tuotteiden aiheuttamille vahingoille. Tämän takia sekakuormissa on otettava aina huomioon useita yhteensopivuustekijöitä. Näistä tärkein on lämpötilan yhteensopivuus, joka liittyy lähinnä jäätymisherkkyteen. Toinen tärkeä yhteensopivuustekijä on hajun- ja eteenin tuotanto sekä herkkyys etyleenin altistumiselle. Merkittävä haaste tehokkaalle lämpötilahallitulle kuljetukselle on erilaisten elintarviketuoteryhmien kuljettaminen samassa kuormassa sekä erilaiset kuljetuslämpötilavaatimukset eri tuotteille. Kuljetuskustannuksen minimoimiseksi monet kuljetusyrietykset toimittavat eri tuoteryhmiä samassa kuormassa.

Sekakuorma, jossa on tuotteita eri varastointivaatimuksilla, vaarantaa tuotteen laatua lyhyessä ajassa. Sekakuormakuljetuksissa yhteensopivuuden kannalta tärkeintä on kuormauksen suunnittelu niin, että tuotteilla on mahdollisimman alhaiset ilmastointikuormitukset ja ne pysyvät suositeltavien lämpötila-alueiden välillä sekä kuormausryhmittely on tehty tuotteiden yhteensopivuuden mukaisesti. Hyvin lämpötilahalitussa hedelmä- ja vihanneskuljetuksessa tuotetta voidaan lastata sekakuormina vain, jos niiden lämpötila- ja kosteusvaatimukset sekä etyleeniherkkyys ja hajujen imeytymiskyky ovat yhteensopivia. Monet hedelmät tuottavat huomattavia määriä etyleeniä luonnollisesti, mukaan lukien omenat, avokadot, banaanit, päärynät, persikat, luumut ja ananakset. Näitä tuotteita ei saisi säilyttää samassa osastossa eikä pitää kuljettaa sekakuormana tuotteiden kanssa, jossa etyleenin vaikutus on suurta.

Sekakuormia lastattaessa on myös hyvä ottaa huomioon, kuinka hyvin ilma kiertää kuormassa. Yleinen sekakuormissa esiintyvä ongelma on ilmavirtauskanavien lukittuminen. Erikorkuiset ja erimuotoiset lastit estävät monesti ilman vapaasti kiertämistä koko kuorman läpi, mistä voi aiheutua lämpötilavaihtelua saman kuorman sisällä. Ilmakanavien lukittuessa osa tuotteelle aiheutuu jäätymistä ja toiselle tuotteelle, johon ilma ei pääse hyvin perille asti esiintyy taas lämpenemistä. Tällaisia ongelmia voidaan ehkäistä asianmukaisella lastauksella. Jotta ilmankierto sujuu, kuormassa on jätettävä sopiva tila, että ilma pääsee kiertämään koko kuorman läpi.

Tämän työn lopussa on liite hedelmä- ja vihannestuotteiden yhteensopivuuden ryhmittelystä ja säilytyslämpötiloista (liitteet 1–3).

### 3.3 Hevi-tuotteiden merikuljetus

Hedelmien ja vihannesten merikuljetus on keskeinen osa Suomen maailmanlaajuudessa elintarvike markkinoinnissa. Merikuljetus on ollut aina välttämätön Suomen taloudelle, ja sen rooli kasvaa entistä suuremmaksi, koska globalisaatio on merkittävästi vaikuttamassa elintarvikejärjestelmiin kaikkialla maailmassa.

Merikuljetukset voidaan jakaa valtameri- ja Itämeren-kuljetuksiin. Molemmissa kuljetuksissa käytetään laivoja, jotka on suunniteltu kuljettamaan helposti pilaantuvia tuotteita tai lämpötilasäädelyjä kontteja (reefer containers). Samaan alukseen lastattavien lastien ominaisuudet voivat vaihdella. Kuljetettaessa hevi-tuotteita

ominaisuuksiltaan vaihtelevien lastien joukossa tavarankäsittelijälle olisi hyvä antaa kosteus- ja lämpötilavaatimukset, joiden rajoissa tuote on pidettävä.

### 3.3.1 Valtamerikuljetukset

Valtameren kautta kuljetettavien tuotteiden lämpötilanhallinta on paljon haastavampaa kuin esim. lyhyet Itämeren-kuljetusten, koska matkan kesto sekä kosteus- ja lämpötilaerot asettavat huomattavasti suurempia vaatimuksia pakkausmateriaaleille. Valtameri- että Itämeren-kuljetuksissa suojaaminen pakkausmateriaalein ja hallintalaitteiden asetusten säätö sääolosuhteiden mukaan tulisi tehdä hyvin huolella.

### 3.3.2 Itämeren-kuljetukset

Itämeren-kuljetuksissa lämpötilanhallintajärjestelmät ovat luotettavampia ja tavaroiden tarkan sijainnin seuranta on helpompaa. Itämeren alueella kuljetukset ovat myös paljon joustavampia, koska meri- ja maantiekuljetusta on mahdollista yhdistää. Yhdistelmäkuljetuksissa hedelmien ja vihannesten lämpötilanhallinta on taas hankalaa, koska tavaroiden jatkuvassa siirtelyssä ja kuljetusvälineiden vaihtelussa voi syntyä helposti sähkökatkoja.

Seuraava luettelo kertoo tilanteita, jossa sähkökatkoa voi esiintyä yhdistelmä- tai multimodaalisen kuljetuksen aikana.

- Dieselgeneraattori on kytketty jäähdytettykonttiin, kun siitä kuljetetaan lähtövarastosta lähimpään merisatamaan.
- Kun kontti saapuu merisatamaan, sähkövirta irrotetaan dieselgeneraattorista ja liitetään uudelleen sataman maasähkönsyöttöjärjestelmään, jossa kontti voi odottaa useita päiviä ennen kuin se lastataan konttialukseen
- Kun kontti on lastattu alukseen, maapohjainen sähkö irrotetaan ja kytketään aluksen generaattorin.
- Kun alus lähtee merisatamasta, useimmissa tapauksissa lämpötilahallittu kontti kulkee tuhansia kilometrejä ja on myös mahdollista, että matkan aikana kontti

siirretään vielä toisen alukseen. Lopuksi, kun rahti saapuu määräpaikkaan, sähkö joutuu jälleen irrottamaan ja sitten lopulta takaisin kuorma-autoon toimitettavaksi keskusvarastoon. (11.)

Tällaisten tilanteiden selvittämiseksi voisi hyödyntää mahdollisuuksien mukaisesti nykYTEKNOLOGIAA. Asettamalla hälyttävä langaton lämpötilaseurantalaite konttiin voidaan lämpötilaa vaikka seurata tietokoneen äärellä tai sitten hyödyntää ongelmien esiintyessä viimeistään tavarankäsittelemisen purkuhetkellä.

#### **4 Laatuun ja pilaantumiseen vaikuttavat tekijät**

Tuotteen laatu myyntipisteessä riippuu useista fysiologisista ja ympäristötekijöistä. Hedelmien ja vihannesten laadun heikkeneminen on väistämätön prosessi. ”Tuotteen laatu voidaan vain säilyttää eikä sitä voida parantaa” (12, s. 2). Kuljetuksen ja käsittelyn aikana tuotteet voivat altistua lämpötilavaihteluille, vesihäviölle, yhteensopimattomille kaasuille ja fyysisille vaurioille. Laadukkaiden hedelmien ja vihannesten toimittaminen edellyttää tuotteen alkuperäisen laadun säilyttämistä koko jakeluverkostossa.

##### **4.1 Tuotteen alkuperäinen laatu**

Hedelmien ja vihannesten on oltava sopivassa kunnossa käsittelyä varten, kun ne kuljetetaan markkinoille pitkään matkan päähän. Yleensä tuotteiden käsittelijät keskittävät huomionsa tuotteiden laadun säilymiseen kuljetuksen aikana. Hedelmien ja vihannesten alkuperäistä laatua on kuitenkin tarkasteltava ennen lähetystä, koska sillä on huomattava vaikutus tuotteen laatuun matkan loppupäässä.

Terveet tuotteet voivat vastustaa tauteja, mekaanisia vaurioita ja fysiologisia häiriöitä paremmin kuin tuotteet, joissa on vikoja. Paikallisesti tuotetut hedelmät voivat olla melkoisen kypsiä, koska markkinointiaika on lyhyt, mutta pidemmälle matkalle toimitettavien tuotteiden on oltava vähemmän kypsiä ja tuotteissa ei saa olla minkäänlaisia vaurioita tai muita havaittavissa olevia laadun heikkenemiselle alttiita olosuhteita pitkällä ns. post-harvest-käsittelyjaksolla. (13, s. 2.)

## 4.2 Lämpötila

Hedelmien ja vihannesten logistisessa ketjussa lämpötila on suurin vaikutustekijä. Korkea lämpötila heikentää hyvää laatua, lisää veden häviötä ja aiheuttaa ennenaikaisen pehmenemisen. Selvästi alhaiset lämpötilat taas johtavat jäätymiseen tai aiheuttavat jäätymisvahinkoa.

Teknisesti ottaen hedelmien ja vihannesten sisäiset biologiset ja kemialliset prosessit kuten hengitys jatkuvat sadonkorjuun jälkeen. Tämä tarkoittaa siitä, että tuotteet absorboivat happea ( $O_2$ ) ja vapauttavat hiilidioksidia ( $CO_2$ ) ja eteeniä ( $C_2H_4$ ). Tämä prosessi tuottaa lopuksi lämpöä (14).

Tuotteen varastointi ja varastointiaika ovat lämpötilan ja ajan funktioita. Hedelmälihan (massan) lämpötila vaikuttaa sen aineenvaihduntaan ja määrittää siten heikkenemisnopeuden. Normaalisti tuote pilaantuu helposti, kun sen massalämpötila kasvaa. Siksi on tärkeää laskea tuotteen lämpötila sadonkorjuun jälkeen ja ylläpitää tämä matala lämpötila kuljetuksen ja käsittelyn aikana. (15.) Kuitenkin yli esijäähdytys voi aiheuttaa tuotteelle jäätymistä tai paleltumista.

Toinen asia, joka liittyy lämpötilaan ja ravinto-arvoon on tuotteiden hengittäminen. Hedelmien ja vihannesten hengitys on prosessi, jossa tuotteen sisältämä hiilihydraatin ja hapen kulutus tuottaa hiilidioksidia, vettä ja lämpöä. Kun lämpötilat ovat liian korkeat, hengitysnopeudet kasvavat jopa viisinkertaisiksi suositellun tason yläpuolelle  $10\text{ }^\circ\text{C}$ :n välein, mikä vähentää varastoituja hiilihydraatteja. Monet marjat säilyvät esimerkiksi yhden päivän  $20\text{ }^\circ\text{C}$ :ssa, mutta ne kestävät jopa seitsemän päivää  $0\text{ }^\circ\text{C}$ :ssa. (16.)

Lämpötilan vaikutus hedelmiin ja vihanneksiin on kasautuva. Tuotteiden laatu kärsii lopulta, vaikka tuotteet ovat alttiina korkeille lämpötiloille lyhyille, ajoittaisille jaksoille. (17) Tämän vuoksi on tärkeää säilyttää hedelmät ja vihannekset alhaisemmissa lämpötiloissa jopa suhteellisen lyhyillä kuljetus- ja käsittelyjaksoilla. Lämpötilanhallinnan ongelmat suurentuvat pitkän matkan ja tuonnin tapauksissa, joissa tuotteille voi aiheutua jatkuvasti muuttuvia ilmasto-olosuhteita. Esimerkiksi Intiasta, Egyptistä tai Chilestä tuodaan hedelmiä Suomeen talven aikana. Tuotteet lähtevät alueelta, jossa ympäristön lämpötila on yleensä  $20\text{ }^\circ\text{C}$ :n yläpuolella ja saapuvat alueelle, jossa lämpötila laskee kylmimmillään  $-40\text{ }^\circ\text{C}$ :seen. Tällaisissa olosuhteissa on äärimmäisen tärkeää ottaa huomioon ympäristön laaja lämpötilanvaihtelu.

Toimituksen kokonaisuunnistumisen varmistamiseksi järkevä kuljettaja mittaa vastaanottamansa tuotteen lähtölämpötilaa ja tekee tarvittaessa muutoksia jäähdytysjärjestelmään.

#### 4.3 Suhteellinen kosteus

Suhteellinen kosteus on vesihöyrynmäärä ilmassa tietyssä lämpötilassa suhteessa enimmäismäärään, jonka kyseinen lämpötila kantaa, ilmoitettuna prosentteina. Suhteellinen kosteus on yksi merkittävimmistä tekijöistä hedelmä- ja vihanneskuljetuksissa. Tuotetta ympäröivän ilman suhteellinen kosteus riippuu tuotteen vesipitoisuudesta, höyrynpaineesta ja kuormatilan ilmavirrasta. (18, s. 26.)

Ilman suhteellinen kosteus tietyssä rahtiosastossa, lämpötilahallitussa kontissa tai perävaunussa määrittyy suoraan säilytettyjen tuotteiden tilanteesta. Jos suhteellinen kosteus on alle optimaalisen alueen, se johtaa painon alenemiseen, kuivumiseen ja kutistumiseen. Vesihäviöt taas heikentävät kasvisoluja. Rasittuneet kasvikset ja hedelmät ovat alttiimpia hajoamiselle, sienikasvulle ja kellastumiselle.

Suhteellinen kosteus vaikuttaa samaten kylmäkoneen toimintaan, joten kostealla ulkoilmalla on seurattava, että jäähdytyslaitteiden sulatus toimii hyvin. Silloin, kun jäähdytyslaitteen pintalämpötila on alhaisempi kuin kuorman lämpötila, tapahtuu kosteuden haihtuminen tuotteista ja tiivistyminen höyrystimen pintaan. (18, s. 26.)

Optimaalisessa ympäristössä hedelmien ja vihannesten suhteellinen kosteus (RH) on 85–95 prosenttia. Muutamia tuotteita, kuten sipulit, kurpitsat ja inkiväärit, on pidettävä alle 70 %:n RH. Jos suhteellinen kosteus nousee 100 % iin, voi tapahtua kondensaatiota, mikä lisää homehtumisen kasvua sekä pakkausmateriaalin painumisen kasaan.

(19, s.16; 20.)

Hedelmiä ja vihanneksia kuljetettaessa suuressa suhteellisessa kosteudessa pakkausmateriaali on valittava hyvin huolellisesti, koska osa pakkausmateriaalit esim. kuitulevyt imevät kosteutta ja voivat aiheuttaa tuotteille yli 1 %:iin laihutumista. Tämä imeytynyt kosteus voi taas heikentää pakkauslaatikon kestävyttä. (8, s. 4.)

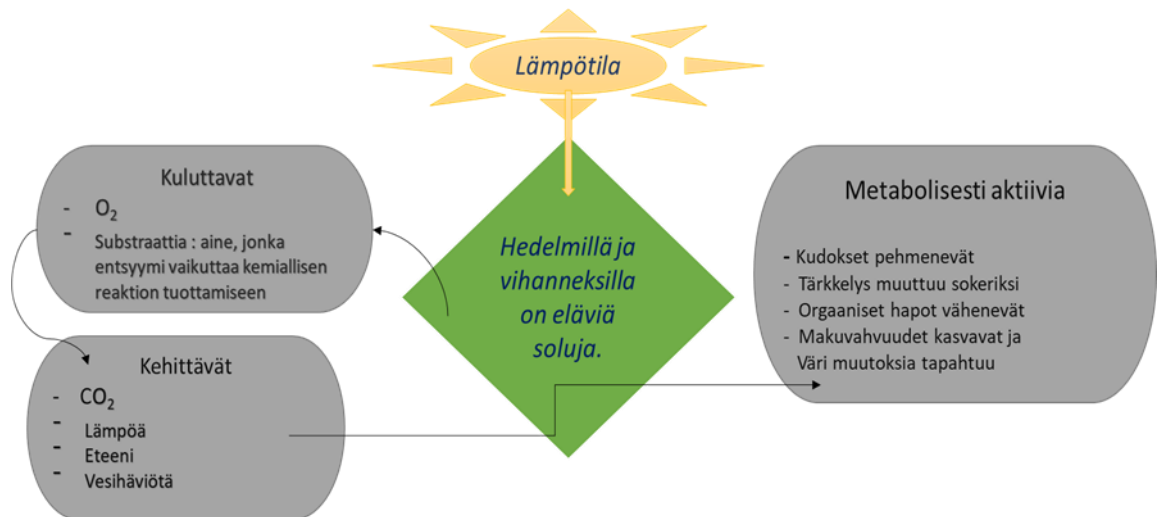
#### 4.4 Ilmankoostumuksenhallinta pitkäisessä varastoinnissa

Kontrolloitu ilmankoostumus (controlled Atmosphere CA) on varastointitekniikka, jossa hapen tasoa pienennetään ja hiilidioksidia lisätään (21). Käytännössä se tarkoittaa sitä, että normaalin varastoinnin sijaan hedelmät ja vihannekset säilytetään kaasutiiviissä suljetussa tilassa. Se mahdollistaa pitkäaikaisen varastoinnin tai kuljetuksen, jossa nopea kypsyminen ja tuotteen ikääntyminen hidastuvat huomattavasti ja samalla maku ja laatu säilyvät pidempään. Tämä tapahtuu sen seurauksena, että kaasuolosuhteet muunnetaan viileässä tilassa niin, että hedelmien ja vihannesten hengitys vähenee.

Hengityksen aikana kasvit käyttävät happea ilmakehästä ja ruokkivat solunsa tuottaakseen energiaa ja hiilidioksidia. Jos hapen pitoisuus kudoksen sisällä laskee alle 2 %:n tai hiilidioksidin pitoisuus nousee noin 5 %:iin, merkittävä hengitysreaktio kudoksessa voi muuttua aerobisesta anaerobiseen. Näin tuote joutuu tuottamaan kiihtyviä yhdisteitä kudoksessa, mitkä antavat tuotteelle epämieluisia maku ja aromia. (22, s. 692.)

Happi leviää kudoksiin ja sekoittuu hiilidioksidin kanssa, ja siitä vapautuu lämpöä tuotteiden ympärille. Lämpötila vaikuttaa sekä hengitysnopeuteen että kaasun diffuusionopeuteen. Lämpötilan vaikutus hengitykseen on kuitenkin paljon voimakkaampaa kuin sen vaikutus kaasun diffuusion. Varastointi, jossa käytetään ilmankoostumushallintajärjestelmiä (CA) voi lisätä tuotteen säilyvyyttä jopa 30 prosentilla. (8, s. 5.)

Kuva 5 kertoo, miksi lämpötila on kriittinen asia hedelmä- ja vihannesvarastoinnissa.



Kuva 5. Lämpötilan kriittisyys hedelmä- ja vihannes varastoinnissa (19, s. 48).

#### 4.5 Lämpötilahallintajärjestelmän toimivuus

Hedelmä- ja vihanneskuljetusajoneuvoissa käytettävä lämpötilahallintajärjestelmällä on oltava riittävä kapasiteetti tuotteen säilyttämisen halutussa lämpötilassa, ja sen on kyettävä poistamaan kaikki ajoneuvon ulkopuolelta tuleva, ajoneuvossa syntyvä ja mikä tahansa ajoneuvon sisältämä lämpö.

Jäähdytetyillä hevi-tuotteilla lisää lämpöä aiheutuu monesti ilman tunkeutumisesta ja ajoneuvon seinämien kautta kulkevasta lämmöstä. Vuoden viileämmän kuukauden aikana lämpötilahallintajärjestelmä voi joutua lisäämään lämpöä kuormaan estääkseen jäähdytysvaurioita. Vaikka järjestelmä olisi kuinka luotettava ja tarkka, kuormaa on seurattava toistuvasti kuljetuksen aikana, ettei ulkoinen tekijä esim. sään kylmyys tai kuumuus, vaikuta itse laitteistoon tai järjestelmäasetuksiin. Jäähdytysteho vaihtelee merkittävästi riippuen ulkoisista olosuhteista, minkä vuoksi on tärkeää harkita jäähdytystehoa laskettaessa äärimmäisiä korkeita tai matalia lämpötilaolosuhteita. Kokonaisuudessa jäähdytysjärjestelmän tehon tulisi olla vähintään yhtä suuri kuin sisäisten- ja ulkoisten lämmön summa kerrottuna turvallisuustekijöillä. (23.)

##### 4.5.1 Sisäinen lämpö

Sisäinen lämpö käsittää tuotteen tuottaman hengityslämmön sekä minkä tahansa kenttälämmön, joka jää tuotteeseen (23). Hedelmiä ja vihanneksia poimitaan yleensä



ympäristön lämpötilassa ja sitten jäähdytetään optimaaliseen varastointi- tai kuljetuslämpötilaan. Mikäli tuote ei jäähdy riittävästi, sen sisäinen lämpötila on suurempi. Lisäksi lastausalueet ovat usein ympäristön lämpötilassa, ja kun tuotteet siirretään kylmävarastolta kuljetusajoneuvoon, aiheutuu lisää lämpöä ympäröivästä ilmasta. Joissakin tapauksissa ylimääräisen lämmön määrä on merkittävä, erityisesti kun tuote jätetään lastausalueelle pitkäksi aikaa johtuen latausprosessin viivästymisistä. (23.)

#### 4.5.2 Ulkoinen lämpö

Ulkoinen lämpö riippuu ulkoisista ympäristöolosuhteista sekä johtamalla, konvektiolla, tunkeutumalla ja säteilemällä ajoneuvoon joutuneesta lämmöstä. Lämmön johtuminen on lämmön liikettä kiinteiden esineiden kautta tuotteisiin. Se tapahtuu ajoneuvojen katon, lattian, sivuseinien ja ovien kautta. Tässä tapauksessa eristysmateriaalin käyttäminen vähentää johtava lämpöä. Lämpötilahallituissa hevi-tuotteiden kuljetuksissa suurin ulkolämpö aiheutuu kuuman ilman tunkeutumisesta kuormatilaan. Ympäristön lämmintä ilmaa kiertää kuormatilaan pienien reikien, halkeamien ja rikkoutuneiden ovitiivisteiden kautta. (23.)

#### 4.6 Esijäähdytys

Kuormatilan ja tuotteen pintalämpötilan esijäähdytys ennen kuormausta on hyvin kriittinen menetelmä hedelmien ja vihannesten kuljetuksissa (18, s. 28). Sadonkorjuun jälkeen tuotteen korkea lämpötila on tasoitettava suositeltavaan varastointi- ja kuljetuslämpötilan mukaisesti. Suurin osa kuljetuksien aikana tapahtuvista tuotteiden haitallisista lämpötilavaihteluista johtuu kuormatilan väärästä lämpötilasta kuormauksen aikana. Useimpien tuotteiden laatu heikkenee nopeasti, jos tuotteiden pinnalla varastoitu ylimääräistä lämpötilaa (kenttälämpöä) ei poisteta ennen kuljetusvälineeseen lastaamista.

Lämpötilan alentaminen tuotteen ympäristöltä vähentää huomattavasti sen hengitystä. Hedelmien ja vihannesten hengitys ja kypsyminen nopeus kasvaa 2–3-kertaiseksi aina kun lämpötila kohoaa 10 °C suositellun varastointilämpötilan yläpuolella (12, s. 41).

Täydellinen esijäähdytys riippuu tuotteen omasta pintalämpötilasta, aika sadon ja jäähdetyksen välillä, tuotteen tilanneesta eli kuinka paljon energia tai aika tuote edellyttää

sen kosteuden tai jään sulattamisen ja esijäähdytyksen jälkeen kuljetukselle suositeltavan lämpötilan ylläpitämisestä.

Esijäähdytys on erityisen tärkeää niille tuotteille, jotka tuottavat paljon lämpöä. Esimerkiksi seuraavilla tuotteilla on korkea hengitysnopeus ja lyhyempi säilymisaika

(12, s. 42):

sipulit	persilja	vadelmat
parsa	endiivi	karhunvatukka
porkkanat	herneet	lehtisalaatti
pavut	artisokat	pinaatti
maissi	Brysselin ituja	parsakaali
isovesikrassi	okra	sienet
lehtikaali	mansikat	

Onnistunut esijäähdytys pidentää tuotteiden käyttöikää vähentämällä

- ❖ tuotteen pintalämpötilaa
- ❖ hengitysnopeutta (tuotteen tuottamaa lämpöä)
- ❖ kypsymisnopeutta
- ❖ painohäviötä
- ❖ etyleenin tuotantoa (tuotteen tuottama kaasu, mikä nopeuttaa kypsymistä).

#### 4.7 Kuormatilan lämmitys alhaisessa lämpötilassa

Kylmissä sääolosuhteissa kuljetusajoneuvo on lämmitettävä, jotta hedelmien ja vihannesten jäätymistä vältetään. Mekaanisesti jäähdytetyjä kuorma-autoja, perävaunuja ja kontteja lämmitetään yleensä sähkölämmityksellä tai asettamalla

jäähdytysjärjestelmä toimimaan käänteisessä syklissä. Kuitenkin mekaanisen jäähdytysjärjestelmän lämmityskapasiteetti ei ole yhtä tehokas kuin jäähdyttämistä. Tästä syystä sähköinen lämmitys voi olla tarpeen, kun tuotetta kuljetetaan hyvin kylmissä olosuhteissa. (8, s. 12.)

#### 4.8 Ilmankierto

Ilmankierto on keskeisessä asemassa optimaalisten lämpötilojen ylläpitämisessä kuljetuksen aikana. Järjestelmän kapasiteetista huolimatta, ellei ilmankiertojärjestelmää käytetä, tuotetta ei voida suojata lämpötilan ääripäiltä.

Kuormatilassa kiertävän ilman tarkoitus on poistaa tuotteiden hengittämää lämpöä ja seinämien kautta tuotteisiin siirtyvää lämpöä, joten suurin osa tuotteista on esijäähdytettävä ennen kuormaamista. Modernissa lämpötilahallituissa kuljetusvälineissä jäähdytysilma kiertää kohtisuorassa lattialta ylöspäin. Järjestelmä on suunniteltu tuottamaan yhtä suurta ilmanpainetta kuormatilan koko alueella. (24, s. 58.) Jos ilma on epätasaisesti jakautunut, osa kuormasta saattaa kärsiä liiallisesta lämmöstä ja muut osat voivat paleltua. Kuitenkin mikä tahansa yksityiskohtainen järjestely ilmankiertoa varten, kuten esimerkiksi virheellinen lastaus ja tehokkaan ilmavirran eliminointi, voi tehdä järjestelmästä hyödyttömäksi.

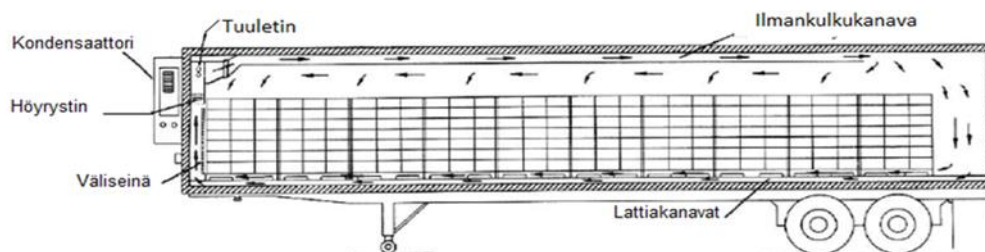
Ilmankiertojärjestelmän puutteellinen käyttö ja säätö heikentävät kuorman säilyvyyttä jopa hyvin suunnitelluissa kuljetusvälineissä. Mahdollisuuksien mukaan tuotteet on säilytettävä poissa kuormatilan lattialta ja irti sivuseinistä käyttämällä kuormalavoja tai muuta helpottava keinoja. Hedelmien ja vihannesten kuljetuksissa sekä varastoinnissa ilmastointijärjestelmä on säädettävä ja kuormatila on valmisteltava, sillä ehdolla, että tuotteet ovat aina suojattuna ylimääräiseltä lämmöltä ja ne säilyttävät omaa lämpöään kylmissä sääolosuhteissa. (25.)

Ilmankierto toimii kahdella perusilmansyöttömenetelmällä, jotka ovat yläilmansyöttöjärjestelmä (top-air delivery system) ja pohjailmansyöttöjärjestelmä (bottom-air delivery system). Näiden toimintaperiaatteet selitetään seuraavissa luvuissa.

#### 4.8.1 Yläilman syöttöjärjestelmä

Yläilman syöttöjärjestelmää (top-air delivery system) käytetään monesti lämpötilasäädelyissä puoliperävaunuissa (26, s. 4). Tässä järjestelmässä jäähdytysyksikkö puhalttaa kylmää ilmaa kattoa pitkin kuorman yläpuolella perävaunuun etuosasta takaseinään. Kun ilma on saavuttanut vaunun takaosan, osa siitä liikkuu alaspäin sivuseiniä pitkin ja sitten virtaa kuorman alle lattiaan kautta takaisin perävaunun etuosaan. Sitten se virtaa ylös haihdukttimeen uudelleen jäähdytettäväksi. (27, s. 338.)

Ylä-ilmasyöttöjärjestelmässä (kuva 6) kuorman ja lattian välinen tila on hyvin merkittävä. Jos lattian ja kuorman välillä ei ole riittävästi tilaa paluuilmalle, ilmavirtauksen pääsy kuormaan estyy. Maksimipuhallinkapasiteetin (n. 0,15 - 0,19 m<sup>2</sup>) saavuttamiseksi paluuilmalle täytyy olla riittävästi tilaa (8, s. 14; 27, s. 338).



Kuva 6. Teoreettinen ilmavirtauskuvio yläilman syöttöjärjestelmässä (27).

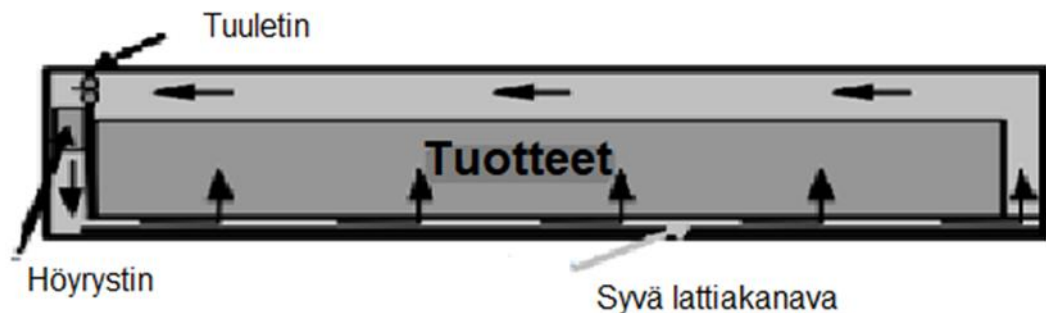
#### 4.8.2 Pohjailman syöttöjärjestelmä

Pohjailman syöttöjärjestelmä (bottom-air delivery system) (kuva 7) käytetään yleisesti intermodaali- ja merikonteissa. Kuten yläilman syöttöjärjestelmä jäähdytyskone on edessä ja kiertää ilman edestä takaosaan. Pohjailman syöttöjärjestelmässä ilma puhalttaa pohjalla lattia pitkin kuormalavojen välissä, eikä sisäkaton yläpuolella. (26, s. 6.) Virratessaan etuosasta takaosaan ilma virtaa väkinäisesti lastin läpi. Kun ilma saavuttaa kontin takaosan, se virtaa ylös kuorman ja takaoven välissä sisäkattoon ja palaa sitten takaisin etuosassa olevaan jäähdytysyksikköön.

Meriliikenteessä kuljetettava pakkausjärjestelmä on suunniteltava sopivaksi kontti-ilmastoinnin kanssa. Palettien, laatikoiden ja sisäpakkauksien täytyy saada riittävä tuuletus ja ilmatilaa, jotta pystysuuntainen ilmavirtaus olisi mahdollista kuormalavojen

välissä. Jos ilma ei pääse kulkemaan pakkausten läpi, se virtaa kuormalavojen ympärillä ja aiheuttaa tuotteille lämpötilan vaihtelua koko kuormassa. (8, s. 15.)

Kuormassa voidaan pitää tasainen lämpötila vain, jos perävaunu, kuorma-auton tai kontin lattia on peitetty kokonaan kuormalavoilla, laatikoilla tai muulla kiinteällä materiaalilla lattian päästä päähän. Kun lattia on peitetty, jäädytetty ilma pakotetaan virtamaan ylös ja alas pakkausten ympärillä. (8, s. 15.)



Kuva 7. Lämpötilasäädely kontin yleiset osat, jossa on pohjailman syöttöjärjestelmä (8).

Osa luvusta 4.9 ja luvut 4.10- 4.11 ovat vain tilaajan käyttöön.

#### 4.9 Lämpötilahallinnan menettelyt

Hedelmien ja vihannesten kuljetuksissa ja varastoinnissa lämpötilanhallinnan menettelyllä tarkoitetaan toimintatapaa, toimenpidettä tai keinoa, jolla lämpötilaseuranta tehdään. Tässä luvussa kuvataan lyhyesti tärkeimpiä lämpötilahallinnan prosesseja sekä eri yrityksissä käytössä olevia menettelyjä.

Hevi-tuotteiden lämpötilaseurannan menettely on pitkävaiheinen ja sen jokaista vaihetta on vaikea seurata. Tiivistettynä koko kuljetusprosessi voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen:

1. **Pakkaus- ja valmisteluvaihe** – Tämä on sadonkorjuun jälkeinen vaihe, jossa tuotetta valmistellaan pitkiä kuljetuksia varten. Tuotteiden kestävyys ja lopullisen laadun kannalta se on hyvin merkittävä vaihe. Jotta tavaraa saapuu loppukäyttäjille tuoreena ja laadukkaana, sen korkea kenttälämpötila on

poistettava esijäähdytyksellä sekä tuotteet on pakattava hyvin huolella, että ne kestävät monivaiheista kuljetusta.

2. **Kuljetusvaihe** – Lastaus- ja kuljetusvaiheessa lastaustavat, tuotteiden yhteensopivuudet, lämpötilahallintajärjestelmän säätö, lämpötilarajat, kosteuden hallinta ja ulkoisen sääolosuhteen huomiointi ovat keskeisiä seikkoja, jotka vaativat huolellisuutta ja säännöllistä valvontaa.

3. **Vastaanotto ja varastointi**

Tämän kohta ei ole julkinen, vain tilaajan käytössä.

Kuva 8. Saapuvalla tavaramalle suoritettavia toimenpiteitä (28).

Luvut 4.10–4.11 eivät ole julkisia, vain ainoastaan tilaajan käytössä.

4.10 Menettely poikkeustilanteissa

4.11 Teknisen seurannan laajuus

Kuva 9. Onnistuneen- ja epäonnistuneen lämpötilaseurannan tulokset (31).

## 5 Huomattavia lämpötilahallinnan ongelmia

### 5.1 Jäätymisvauriot

Jäätymisvaurio on enimmäkseen herkkätuotteille aiheutuva fysiologinen häiriö, joka johtuu alhaisen lämpötilan rasituksesta. Useita hyödykkeitä, erityisesti niitä hedelmiä, joita viljellään trooppisen ilmaston alueella tai trooppisista maista peräisin olevia kasviksia heikentyy helposti alhaisissa lämpötiloissa ja niiden kudokset taipuvat vaurioitumiselle helposti, vaikka lämpötila olisikin selvästi oman jäätymispisteen yläpuolella (32, s. 986). Jäätymisoireisiin kuuluu pistely, vesihäviö, värimuutokset ja mädäntyminen. Vahinko ei välttämättä ole selvää varastossa tai kuljetusvälineissä, mutta se ilmestyy, kun tuote palaa lämpimiin olosuhteisiin.

Vihannesten jäätymisvauriolle altistuminen vaihtelee niiden lajikkeen, viljelyolosuhteiden ja kypsyyden mukaan. Jäätymisherkkyys voi olla arvaamaton; ympäristö tai hoito, joka vähentää jonkin tuotteen jäätymisvauriota, voi lisätä toisen tuotteen kärsimistä. (33.) Hedelmät ja vihannekset voidaan luokitella kolmeen ryhmään niiden jäätymisherkkyteen perustella: eniten alttiita (tosi herkkiä pienille lämpötilaeroille), kohtalaisen alttiita (selviävät jäätymisen jälkeen) ja vähiten alttiita (voidaan helposti pakastaa useita kertoja ilman vakavia vahinkoja). (32, s. 986.)



Kuva 10. Kypsät punapaprikat ovat vähemmän alttiita jäätymisvauriolle kuin vihreät hedelmät. Kuva näyttää varastoinnin vaikutusta paprikan laadussa 3 viikon aikana, 2, 4 ja 6 °C:ssa. Vihreissä paprikoissa on näkyvissä 0 °C:ssa ja 2 °C:ssa pieniä pistelyjä, mikä on varhainen jäätymisoire. (33.)

Keskimääräinen jäätymislämpötila riippuu erilaisista tekijöistä, kuten sääolosuhteet (tuuli, kosteus). Useimpien hedelmien jäätymispisteet vaihtelevat välillä  $-3\text{ °C}$  –  $(-1)\text{ °C}$  ja useimmat vihannekset  $-1,5\text{ °C}$  –  $(-0,5)\text{ °C}$ . Jäätymislämpötila vaihtelee saman hedelmän eri lajikkeiden mukaan. Yleensä mitä korkeampi vesipitoisuus, sitä korkeampi on keskimääräinen jäätymispistelämpötila. Hyödykkeiden jäätymispiste ei kuitenkaan osoita aina siitä, kuinka pahasti tuotteet kärsivät siinä jäätymispisteessä. Esimerkiksi molemmilla tomaateilla ja palsternakalla on jäätymispiste  $-1,1$  –  $(-0,6)\text{ °C}$ , mutta palsternakkoja voidaan jäähdyttää ja sulatella useita kertoja ilman vaurioita, kun taas tomaatit pilantuvat yhden jäätymisen jälkeen. (34.)

Lämpötilamuutoksen lisäksi tuotteiden epämiellyttävä käsittely nopeuttaa niiden vaurioitumista. Säilytettäessä tuotteita ilman minkäänlaista häirintää, useammat hedelmät ja vihannekset voidaan säilyttää yksi tai useampi astetta jäätymispisteen alapuolella, ennen kuin ne jäätyvät selvästi.

## 5.2 Lastausvirheet

Hedelmä- ja vihanneskuljetuksessa oikea lastaus on äärimmäisen tärkeä osa koko logistista prosessia. Blue Tree Systemin mukaan (30) teollisuuden analytiikot arvioivat, että noin 32 prosenttia lämpötilahallittukuljetuksista lastataan väärässä lämpötilassa.

Hevi-tuotteiden parhaat kuormausmenetelmät on saavutettava niin, että maksimaalinen kuorma voidaan kuljettaa taloudellisesti riittävässä teknisissä olosuhteissa, vakaana ja hyvin ilmastoituna. Hyvin lastatussa kuormassa pakkauksien koot ja rakenteet tarjoavat riittävästi ilmanvaihtoa tuotteille ja ne ovat riittävän vahvoja sisällön suojaamiseksi.

Yleiset lastausvirheet esiintyvät sekakuormissa, joissa aiheutuu ilmavirtauskanavien lukittuminen tai kuorman epätasaiset korkeudet estävät sujuvan ilmankierron. Tällaisissa kuormissa kuljetusjärjestelmien toiminta on hyödytön ja tavaroiden pilaantuminen on melko varma. Suorittamalla huolellinen lastausta ilmavirtaukselle annetaan mahdollisuuden kiertää koko kuorman läpi ja poistaa tuotteiden ylimääräistä lämpöä, hiilidioksidia, etyleeniä, kosteutta ja muita sisäisiä kaasuja.

Yleisiä lastausvirheitä ovat seuraavat:

- Kuormien välissä on liikaa tilaa: ilmavirta ei ulottuu kuorman koko pituussunnassa.
- Kuorma sijoitetaan liian taakse: lyhyt ilmankierto.
- Kuorman ihanteellinen lastauskorkeus ylittyy: ilma ei pääse virtaamaan koko kuorman läpi, jäätymisvaurio.
- Lastaus suoritetaan heikosti lämpötilahallituissa ympäristöissä.



- Lastaus viivästyy
- Hedelmien ja vihannesten päälle laitetaan paksut pahvieristeet mustelmien ja värinmuutoksen estämiseksi, mikä rajoittaa pystysuuntaista ilmavirtaa. (35.)

Luku 5.3 on vain tilaajan käytössä.

### 5.3 Monilämpötilakuljetukset

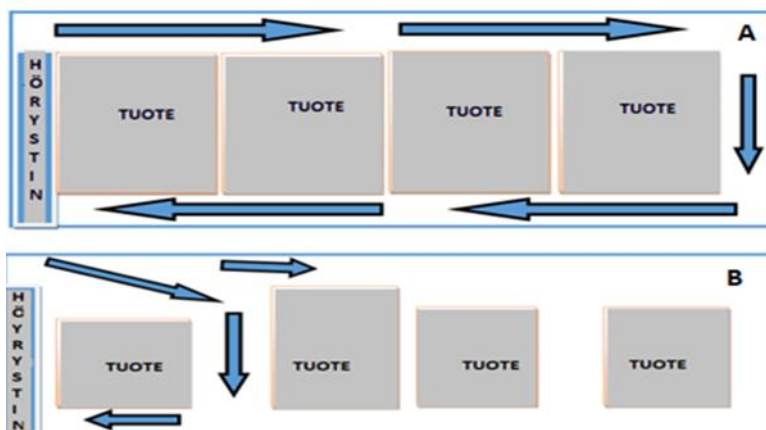
Kuva 11. X:n vastaanotossa esiintyvät monilämpötilaongelmat.

### 5.4 Kuormien epätasainen korkeus

Tasaisella kuormien korkeudella ja epätasaisilla on huomattava ero ilmakierron kannalta. Tasaisissa kuormissa (kuva 12A) ilma virtaa kuormatilan kattoa pitkiin takaosaan. Sen jälkeen se laskeutuu alas takaseinämä pitkiin ja sitten kulkee lattia pitkiin takaisin etupuolelle. Näin voidaan ylläpitämään tasaista lämpötilaa koko matkan ajan.

Epätasaisissa kuormissa (12B) suoraviivaisen ilmakierron sijaan ilma joutuu virtamaan lähimmän korkeamman lavan kautta alas ja takaisin kuorman etuosaan. Tällöin syntyy lyhyt ilmakierto, josta aiheutuu jään tiivistyminen kuorman lattialla sekä koko kuormassa savutetaan epätasainen lämpötila.

Kyseinen ongelma voidaan pyrkiä minimoimaan jakamalla kuormatila kahteen osan, joissa kumpaankin tilaan sijoitetaan oma höyrystin ja sitten selvästi matalat ja korkeat kuormat lastataan omin osastoihin.



Kuva 12. Tasaisien ja epätasaisien kuormien vaikutus ilmankierrossa.

## 5.5 Muut ongelmat

Isoissa yrityksissä onnistumisen takana on monia monimutkaisia ongelmia. Tuotteiden laaja valikoima, globaali tuotanto, iso volyyymi, toimittajamaiden taloudellinen kehitys sekä tiukat tuotekohtaiset määräykset tekevät laadukkaan palvelun tarjoamisesta vaikeaa. Niistä huolimatta isona yrityksenä "X" on hyvin onnistunut omassa hedelmä- ja vihanneskaupankäynnissä eikä sillä ole suuria julkisesti näkyviä ongelmia.

Lämpötilahallinnan kannalta sisäisiä kehityskohteita on kuitenkin riittävästi. Hevin kuljetuksissa huomattavasti kehitystä kaipaavista puutteista muutamia on esitetty seuraavissa luvuissa.

### 5.5.1 Kuormasta puuttuu lämpötilan mittauslaite

Luotettavan mittaustuloksen kannalta suositus on, että kuormatilassa olisi sijoitettava tasaisin välein 2–3 lämpötilamittaria (36), mutta tämän yrityksen hevi-vastaanotossa näkee välillä, että lähetyksistä puuttuu mittauslaite kokonaan. Sekakuormissa, joissa eri tuoteryhmät on jaettu väliseinillä, on laitettava osastoihin oma mittari, jolla seurataan ja tallennetaan kyseisen kuormatilan lämpötilaa.

### 5.5.2 Kylmät ja lämpimät tuotteet samassa kuormassa

Kylmät tuotteet sulavat lämpimän tavaran vaikutuksesta ja syntyvät kosteutta tuotteiden pinnalle ja pakkausmateriaaliin. Näin molemmat tuotteet joutuvat olemaan olosuhteissa alle tai yli oman ihanteellisen lämpötilan. Sen lisäksi pakkausmateriaalin lujuus heikkenee huomattavasti ja huonommassa tapauksessa aiheutuu sortumista.

### 5.5.3 Epäselvät lämpötilamerkinnot

Monissa lähetyskirjeissä lämpötila on merkitty epäselvästi. Yksi esimerkki tapauksista oli, kun Espanjasta saapunut peruna oli luultavasti lastattu jäähdyttämättä suoraan kuumasta pakkausympäristöstä ja kuorman purettaessa mitattu lämpötila oli +18 °C. Lähetyskirjeeseen oli kuitenkin merkitty vain luku 8, eikä se kerro, onko kyseessä lastaus- vai kuljetuslämpötila.

Lähetyskirjeessä merkintöjen täytyy olla ymmärrettävässä muodossa, niin että tarvittaessa kuljettaja pystyy säätämään lämpötilaa sekä vastaanotossa on helpompi puuttua asiaan, jos jotakin on mennyt toisin kuin kirjeeseen on merkitty.

### 5.5.4 Kuorma-autot katsastamatta tai luokitusleimat päivittämättä

Lämpötilahallittu kuljetusvälineiden ensisijainen vaatimus on voimassa oleva ATP-luokittelu, mutta ajoneuvoille tehdään myös muita erilaisia kausi- ja tyyppitarkastuksia. Hevi-laaturäätälikö Niinimäen mukaan välillä saapuu vastaanotolle sellaisia ajoneuvoja, joiden ATP-luokitusmerkinnät yms. ovat umpeutuneet. Tarkastaessa niiden dokumentteja huomaa kuitenkin sen, että katsastus on tehty, mutta ajoneuvonkoriin leimattu luokitusmerkintä on jäänyt vain päivittämättä.

Noudattamalla kuljetussopimukseen kirjattuja asioita vältetään väärin käsityksiltä ja kuljetusyhtiöt ovat silloin keskenään vertailukelpoisia” (5).

## 6 Toimenpidesuosituks

Tässä luvussa esitetään hedelmien ja vihannesten lämpötilahallinnan toimenpidesuosituksia, jotka kaipaavat tarkastelun perustella kehitystä. Koko logistisen

prosessin aikana esiintyvien ongelmien perustella on hankala antaa omia toimenpidesuosituksia, sillä opinnäytetyön tekijä ei ollut mukana seuramaassa ulkomailla lähetysten käsittelyä sekä ulkomaan meri- ja maantiekuljetuksia. Seuraavassa kuitenkin tuodaan esiin saapuvassa tavarassa nähtävissä olevien puutteiden perusteella keskeisiä kehityskohteita ja -ehdotuksia.

## 6.1 Kylmäketjunhallinta tuontikuljetuksien aikana

Hedelmien ja vihannesten tuonnissa kylmäketjunhallinta on kriittisin asia, johon tulisi panostaa, koska se sisältää kaikki keinot, joilla varmistetaan tuotteen jatkuva lämpötila. Onnistunut kylmäketjunhallinta edellyttää tuotteen pilaantumiseen liittyvä teknisen ja biologisen prosessin ymmärtämystä, ja se vaati myös seurantaa, resursseja sekä paljon yhteistyötä tavarantoimittajien kanssa.

### 6.1.1 Tehokas esijäähdytys

Tavaran sekä kuormatilan tehokas esijäähdytys on ensimmäinen operaatio, jossa useimmissa toimituksissa aiheutuu suurin lämpötilanmuutos. Tavarantoimittajalla pitää olla sellaiset olosuhteet tai varastointimahdollisuudet, että se pystyy jäähdyttämään tuotteen myös siihen lämpötilaan, joka on optimaalinen koko kuljetusketjulle. Riittämätön esijäähdytys aiheuttaa huomattavan ongelman kylmäketjun loppupäässä, koska jos tavara lastataan alkupäässä väärässä lämpötilassa, silloin on vaikea säilyttää laatu, vaikka loppulogistiikka olisi kuinka hyvää.

Jatkon kannalta hankinnan tulisi neuvotella toimittajan kanssa siitä, että kuormatila ja tuotteet tulee aina esijäähdyttää toivottuun kuljetuslämpötilaan ennen kuin tavara lastataan kuljetusvälineeseen. Tarvitaan seurantaa, resursseja ja paljon yhteistyötä tavarantoimittajien kanssa.

### 6.1.2 Lämpimänä lastatun tuotteen hallinta

”X” yrityksen hevi-tuotteiden tuonnissa yksi suurimmista ongelmista on se, että tavaroiden lähtöpaikassa lastataan ihanteellisen lastauslämpötilan yläpuolella. Sellainen tilanne on esimerkiksi, kun tietyn tuotteen optimaalisen lämpötilan ollessa +10 °C, toimittaja lastaa tavara + 15 ° C:ssa ja sitten laitetaan kuljetuksen asetusarvoksi +10

°C. Tässä tapauksessa kylmäkone joutuu väkisin puhaltamaan kovaa ja jossakin vaiheessa jopa alle optimaalisen lämpötilan korkean lämpötilaeron tasoittamiseksi. Näin syntyy kondenssia eli vesi tiivistyy ja imeytyy laatikoihin, mistä aiheutuu taas sortumista ja pilaantumista.

Jos toimittaja ei pysty jäähdyttämään tuotetta ihanteelliseen lastauslämpötilaan ja tilaajayritys kuitenkin hyväksyisi lähetyksen, silloin kylmäkoneen asetusarvon pitää nousta hieman yli optimaalisen alueen, ettei lämpötila menisi paljon alle toivotun lämpötilaa.

## 6.2 Hankintaan laajempi neuvottelu toimittajan kanssa

Tällä hetkellä tuntuu siltä, että hankinta ja logistiikka eivät puhu samasta asiasta, koska tuotteen ostaja tekee vain ostamiseen liittyviä sopimuksia eikä sovi muista asioista. Tehtävä voi olla ehkä osaamisalueen ulkopuolella, mutta sopimuksissa pitää olla ainakin logistiset asiat mainittuna. Hankintaneuvottelussa pitää panostaa entistä enemmän siihen, että tavarantoimittaja valitaan sen mukaan, että se pystyy heti tai tulevaisuudessa parantamaan kylmäketjuaan.

Asia on yleensä totuttu neuvottelemaan reklamaation kaltaisena vasta tavaransa saapuessa esiintyvien puutteiden perustella, mutta hankinnan ja toimittajan olisi hyvää sopia kestävästä toimituksesta ennakoon. Tavaransa vastaanoton jälkeen ostaja voi myös antaa kattavan palautteen siitä, millä prosentilla asiakas on onnistunut toimituksissaan. Mikäli toimitus ei onnistu sovitulla tavalla, tuotteen hinta pitää korvata epäonnistumisesta.

## 6.3 Telematiikkaratkaisujen hyödyntäminen

Telematiikka on yleinen termi, joka viittaa mihin tahansa laitteeseen, joka sulautuu televiestintään ja infomateriaaliin. Telematiikka mahdollistaa langattoman tietoliikenteen ja avaa monia mahdollisuuksia kuljetusvälineiden ja varastointitilan reaaliaikaisen seurantaan. (37.)

Hedelmien ja vihannesten kuljetus- ja varastointitelematiikassa uudemmat lämpötilahallintajärjestelmät ja -laitteet tarjoavat ajantasaisen seurannan lisäksi ongelmien reaaliaikaisen ratkaisemisen mahdollistamalla langattoman seurannan, nopean vika- tai virheilmoituksen sekä kauko-ohjauksen.

Erilaisiin telematiikkaratkaisuihin erikoistunut irlantilainen yritys (Blue Tree Systems) ehdottaa, nykyaikaisten lämpötilahallintajärjestelmien ja sovelluksien hyödyntämistä. Ne voivat sisältää yli 200 kappaletta hälytyksiä ja erilaisia vikakoodeja. Nämä laitteet ovat toimivia varsinkin silloin, kun lämpötilahallintalaitte rikkoutuu tai tuotteen lämpötila asetetaan väärin. Sovelluksen lähettämän viestin, hälytyksen ja vikakoodin avulla voidaan korjata esiintynyt ongelma langattomasti etäyhteyden kautta. (30.)

Hankkimalla teknologian tarjoamia entistä uudempia järjestelmiä, laitteita tai applikaatioita; voidaan minimoida viivästyksestä johtuvia ja erilaisia ihmisten ja laitteiden virheestä aiheutuvia lämpötilahallinongelmia.

Investointi lämpötilahallintalaitteisiin ja kehittyneiden seurantalaitteiden hankinnan huomattava etu on se, että kaukokuljetuksissa ei tarvitse tuotteiden käsittelyä seurata fyysisesti. Olosuhteiden ja sijainnin takia hankalasti seurattavia tilanteita voidaan myös helpottaa hyödyntämällä ehdotettuja mahdollisuuksia.

#### 6.4 Lämpötilaseurantalaitteiden lisääminen

Luotettava lämpötilaseurannan kannalta useampien seurantalaitteiden käyttäminen on ehdottomasti kannattavaa. Kattavan ja virheettömän lämpötilaseurannan mahdollistamiseksi lämpötilamittareita tulisi laajentaa kaikki tuotteisiin eikä vain valikoituihin tavarantoimittajiin. Mittareiden sijoituspaikkojen valinnalla on myös iso vaikutus tuloksen tarkkuuteen. Jokaiseen lastaukseen olisi hyvää laittaa vähintään kaksi lämpötilanmittaria sopiviin kohteisiin. Australiassa tehdyn (38) ”Mango matters” tutkimuksen mukaan, hedelmien- ja vihannesten lämpötila voi olla 6–10 °C lämpimämpi kuormatilan takaosassa verrattuna etuosan ja päinvastoin. Yhden sijaan useampia mittareita käytettäessä kuormatilan yksityiskohtien ongelmia voidaan havaita helpommin.

Kyseisessä yrityksessä on käytössä enemmän Temp Talen mittareita, mutta erilaisten mittarimerkkien ominaisuuksilla on iso vaikutus seurantatuloksissa. Porilainen mittaustekniikan tuotteiden maahantuoja, ”Timeless Technology” tarjoaa jatkuvasti kehittyviä mittauslaiteita. Liitteeseen (4-6) on koottu muutama dataloggeri omien mittareiden kanssa vertailemiseen.

## 6.5 Kuljettajien kouluttaminen

Lämpötilahallitun kuljetuksen hoitavan henkilön on hallittava kuljetusvälineen sisältämät tekniikat, järjestelmät ja kaikki muut mukavuusalueet. Jäähdytys- ja lämmityskoneiden toimintaan liittyvien käytäntöjen säännöllinen harjoittelu on kuljettajan ennakoiva toimenpide.

Kuljetusten aikana esiintyvistä lämpötilahallintaongelmista osa aiheutuu järjestelmän säätämisestä väärin. Tämä voi johtua riittämättömästä koulutuksesta tai huolimattomuusvirheestä. Lämpötilahallittua kuljetuksia hoitaville kuljettajille on annettava riittävä koulutus nykyaikaisen kuljetusvälineiden käsittelystä ja ongelmatilanteen toimenpiteistä.

Hevi-tuotteiden kuljetuksissa kuljettajien yleinen ongelma on kielitaito. Monilla hevi-vastaanottoon saapuvilla kuljettajilla on tosi heikko suomen ja englannin kielen taito. Tämä tarkoittaa myös siitä, että lämpötilahallintajärjestelmää on vaikea käsitellä, ellei sillä ole joku vakio-ominaisuus, joka pitää opetella ulkoa.

Luku 6.6 on vain tilaajan käytössä.

## 6.6 Varastointitilojen kehittäminen

## 6.7 Muut kehityskohteet

Muita kehityskohteita ovat seuraavat:

- ❖ Osa kuljetusyhtiöistä laiminlyö merkintävelvollisuutta.

- Jotta kuljetusyhtiöt olisivat keskenään vertailukelpoisia ajoneuvon ATP-luokitukset ja muut merkinnät pitää olla ajan tasalla.

❖ Pakkausmateriaalin lujuuteen pitäisi kiinnittää enemmän huomioita

- Tarvitaan painorajoitukset.
- Tavarantoimittajalla pitäisi olla osoittaa, että sillä on kestävyyslaskenta siitä, että laatikko kestää lavoituksen.

## 7 Yhteenveto

On monia tekijöitä, jotka vaikuttavat hedelmien ja vihannesten kuljetus- ja varastointilämpötilan hallintaan. Niistä keskeisempiä ovat teknologian hyödyntäminen, pakkausmateriaaliervalinta, logistisen ketjun toimivuus ja fyysinen toiminnanlaatu.

Hedelmien ja vihannesten lämpötilat sadonkorjuun jälkeen eivät usein ole ihanteellisia. Siksi niitä tulisi jäähdyttää tehokkaasti optimaaliseen kuljetuslämpötilaan ennen niiden lastaamista kuljetusvälineeseen. Tutkimuksen mukaan asia ei kuitenkaan mene niin, vaan tavara on monesti lastattu lämpimänä ja siitä aiheutuu matkan varrella kondenssia, mikä vaikuttaa taas pakkausmateriaalien rikkoutumiseen ja tuotteen pilaantumiseen.

Kriittisiä seikkoja, jotka vaikuttavat tuotteiden pilaantumiseen ja lämpötilamuutoksen ovat ulkoilman tunkeutuminen kuljetusvälineeseen purku- ja lastausaikana, tuotteen korkea jäähdyttämätön lämpötila ja kylmäkoneen asetus yli tai alle optimaalisen kuljetuslämpötilan. Tuotteiden jatkuvaksi parantamiseksi ja kuluttajille korkeamman laadun säilyttämiseksi lämpötilan säännöllinen seuranta on tärkeää.

Hevituonnissa esiintyviä lämpötilanhallinnan ongelmia on mahdollista minimoida huomattavasti, mutta ne vaativat jatkuvaa seuranta, hallintajärjestelmien järkevää käyttöä ja keskeyttämätöntä yhteistyötä muiden kauppakumppaneiden kanssa. Jäätymis- ja kosteusvauriot sekä korkeat lämpötilamuutokset ovat selvästi nykyaikaisilla hallintalaitteilla korjattavia ongelmia, mutta lastausvirheet, kuorman



kasautuminen ja kuljetusyhtiöiden ATP- ja muiden merkintävelvollisuuden laiminlyönnit ovat taas huolimattomuusvirheitä.

Hedelmien ja vihannesten lämpötilanhallinnassa voidaan päästä huippusaavutukseen panostamalla muutamiin kehityskohteisiin: investointi mittareihin- ja seurantalaitteisiin, nopea reagointi muutoksiin, sitoutuminen henkilöstön koulutukseen, telematiikan hyödyntäminen, toimittajien ja omien suoritusten valvonta sekä vahvan kumppanuuden kehittäminen erikoistuneiden logistiikkapalvelujen tarjoajien kanssa.

## Lähteet

- 1 "X" yrityksen laatupäällikkö. 2018. Palaverikeskustelu 15.5.18.
- 2 Tuotteiden yhteensopivuuden varmistaminen. Kylmäketju. Verkkodokumentti. Teknologiateollisuus ry. <<http://kylmaketju.fi/toimintaketju/tuotteiden-asettamat-vaatimukset/tuotteiden-yhteensopivuuden-varmistaminen/>> Luettu 7.4.2018.
- 3 Advices to shippers for proper carriage of reefer cargoes. Easy fresh. Verkkodokumentti. <[http://www.easyfresh-logistics.com/information\\_05.php](http://www.easyfresh-logistics.com/information_05.php)> Luettu 7.4.2018.
- 4 Maa- ja metsätalousministeriön asetus 1367/2011.
- 5 "X" yrityksen laatupäällikkö. 2018. Palaverikeskustelu 24.09.18.
- 6 Kuljetusvälineiden ATP-luokittelu. Kylmäketju. Verkkodokumentti. <<http://www.kylmaketju.fi/lainsaadanto/atp-sopimus/kuljetusvalineet/>> Luettu 10.4.2018.
- 7 Samuel Mercier; Sebastien Villeneuve; Martin Mondor & Ismail Uysal. 2017. Time–Temperature Management Along the Food Cold Chain: A Review of Recent Developments. Wiley. Verkkodokumentti. <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1541-4337.12269>> Luettu 12.4.2018.
- 8 Transportation of fresh horticultural produce. Postharvest Technologies for Horticultural Crops, 2009, Vol. 2: 1-24. Verkkodokumentti. <<http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-1291.pdf>> Luettu 16. 4.2018.
- 9 Transport plan and pre-treatment of reefer cargo. Hamburg Süd. Verkkodokumentti. <[http://www.hamburgsudline.com/liner/media/sonstiges/06press\\_\\_\\_media\\_1/publications/Reefer\\_guide.pdf](http://www.hamburgsudline.com/liner/media/sonstiges/06press___media_1/publications/Reefer_guide.pdf)> Luettu 3.5.2018.
- 10 Transport plan and pre- treatment of reefer cargo. Hamburg Süd. Kuva Verkkodokumentista. <[http://www.hamburgsudline.com/liner/en/liner\\_services/services\\_products/reefercargo/index.html](http://www.hamburgsudline.com/liner/en/liner_services/services_products/reefercargo/index.html)> Luettu 3.5.2018.
- 11 Keeping cargo cool. Purfresh. Verkkodokumentti. <<http://www.purfresh.com/blog/keeping-cargo-cool>> Luettu 4.5.2018.
- 12 McGregor, B. M. 1989. Tropical Products Transport Handbook. USDA, Office of Transportation, Agricultural Handbook Number 668.

- 13 Transportation of fresh horticultural produce. Postharvest Technologies for Horticultural Crops, 2009, Vol. 2: 1-24. Verkkodokumentti. <[http://www.researchgate.net/publication/228861284\\_1\\_Transportation\\_of\\_fresh\\_horticultural\\_produce](http://www.researchgate.net/publication/228861284_1_Transportation_of_fresh_horticultural_produce)> Luettu 7.5.2018.
- 14 Transport information service. Risk factors and loss prevention. Verkkodokumentti. GDV. German Insurance Association. < [http://www.tis-gdv.de/tis\\_e/ware/obst/weintrau/weintrau.htm](http://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/obst/weintrau/weintrau.htm)> Luettu 7.5.2018.
- 15 Thompson, JF. et al. 1998. Commercial cooling of fruits, vegetables and flowers. DANR Publication 21567. Davis: Department of Biological & Agricultural Engineering, University of California.
- 16 Considerations for Maintaining Quality Produce during Transport. Polygon. Verkkodokumentti. < <http://www.polygongroup.com/en-US/blog/what-factors-affect-produce-quality-during-transport/>> Luettu 7.5.2018.
- 17 Transportation and Handling of Fresh Fruits and Vegetables. Verkkodokumentti. <<http://www.e-agriculture.biz/handbook-of-postharvest-technology-cereals-fruits-15280-transportation-and-handling-of-fresh-fruits-and-vegetables.html>> Luettu 9.11.2018
- 18 Luoto, Leena. 2007. Lämpötilahallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas. Helsinki: Yleinen Teollisuusliitto.
- 19 Hardenburg, E.H.; Watada, A.E. & Wang, C.Y. 1986. Revised February 2016. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA Agriculture Handbook No. 66. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Agriculture, Agricultural Research Service.
- 20 Postharvest Handling Systems. Vegetable research center, University of California Cooperative Extension. Verkkodokumentti. < <http://vric.ucdavis.edu/postharvest/undergnd.htm>> Luettu 8.11.2018.
- 21 ScienceDirect. Controlled atmosphere. Verkkodokumentti. <<http://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/controlled-atmosphere>> Luettu 14.10.2018.
- 22 Saltveit, Mikal E. Fresh-Cut Vegetables. University of California. Verkkodokumentti. < [http://irrec.ifas.ufl.edu/postharvest/HOS\\_5085C/Reading%20Assignments/BartzBrecht-29-Fresh-Cut%20Veggies.pdf](http://irrec.ifas.ufl.edu/postharvest/HOS_5085C/Reading%20Assignments/BartzBrecht-29-Fresh-Cut%20Veggies.pdf)> Luettu 20.5.2018.
- 23 3 Types of Heat Loads that Affect Product Quality. Ifco. Verkkodokumentti. <<http://blog.ifco.com/3-types-of-heat-loads-that-affect-product-quality>> Luettu 15.7.2018
- 24 Libor, Rovanič. Transport problem of fresh fruit and vegetables. Verkkodokumentti <<http://journals.vstecb.cz/wp->

- content/uploads/2016/04/Transport-Problem-of-Fresh-Fruit-and-Vegetables-%C4%B9ubor-ROV%C5%87AN%C3%8DK1.pdf> Luettu 18.8.2018.
- 25 Cargo stuffing guide. msc. Verkkodokumentti. <<http://www.msc.com/blr/our-services/reefer-cargo/cargo-stuffing-guide>> Luettu 8.11.2018.
  - 26 B. Hunt, Ashby. 1995. Protecting Perishable Foods During Transport by Truck. Agricultural Marketing Service, Transportation and Marketing Programs Handbook No. 669.
  - 27 K. P. C. Hui, C. Vigneault, L. R. de Castro, G. S. Vijaya Raghavan. 2008. Effect of Different Accessories on Airflow Pattern Inside Refrigerated Semi-Trailers Transporting Fresh Produce. Verkkodokumentti. <[http://www.researchgate.net/publication/275574879\\_Effect\\_of\\_Different\\_Accessories\\_on\\_Airflow\\_Pattern\\_Inside\\_Refrigerated\\_Semi-Trailers\\_Transporting\\_Fresh\\_Produce](http://www.researchgate.net/publication/275574879_Effect_of_Different_Accessories_on_Airflow_Pattern_Inside_Refrigerated_Semi-Trailers_Transporting_Fresh_Produce)> Luettu 5.9.2018.
  - 28 ”X” yrityksen saapuvalle tavaralle suoritettavia toimenpiteitä. 2018. Hedelmä- ja vihannesten vastaanotto
  - 29 ”X” yrityksen menettely poikkeustilanteissa. 2018, Hedelmä- ja vihannesten vastaanotto
  - 30 7 key challenges to refrigerated transport. Blue Tree Systems. Verkkodokumentti. <<http://www.bluetreesystems.com/7-key-challenges-refrigerated-transport/>> Luettu 15.8.2018
  - 31 Temp Tale-mittarin lämpötilakäyrät. 2018. Hedelmä- ja vihannesten vastaanotto.
  - 32 Chien, Yi Wang. Chilling Injury of Tropical Horticultural Commodities. Horticultural Crops Quality Laboratory, Beltsville Agricultural Research Center, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture, Beltsville, MD 20705-2350. Verkkodokumentti. <<http://ucanr.edu/datastoreFiles/234-2307.pdf>> Luettu 16.9.2018.
  - 33 Low temperature effects. postharvest management of vegetables. Verkkodokumentti. <<http://www.postharvest.net.au/postharvest-fundamentals/temperature/low-temperature-effects/>> Luettu 16.9.2018.
  - 34 Temperatures and Compatibility of Fruits and Vegetables. Canadian Food inspection Agency. Verkkodokumentti. <[http://www.inspection.gc.ca/DAM/DAM-food-aliments/STAGING/text-texte/ffv\\_manual\\_appendix3\\_1385737880842\\_eng.pdf](http://www.inspection.gc.ca/DAM/DAM-food-aliments/STAGING/text-texte/ffv_manual_appendix3_1385737880842_eng.pdf)> Luettu 20.9.2018.
  - 35 Safe cargo stowage. ACE Global Lines. Verkkodokumentti. <[http://acegloballine.com/safe\\_cargostowage.html](http://acegloballine.com/safe_cargostowage.html)> Luettu 10.11.2018.

- 36 Lämpötilan mittaus- ja tallennuslaitteet. Kylmäketju. Verkkodokumentti. Teknologiateollisuus ry. <<http://www.kylmaketju.fi/kuljetuskalusto/lampotilan-seurantalaitteet/>> Luettu 12.8.2018.
- 37 Telematics technology. Verkkodokumentti. <<http://www.telematics.com/>> Luettu 15.9.2018.
- 38 Mango Matters. 2017. Research. Verkkodokumentti. Australian Mango Industry Association. <<http://www.industry.mangoes.net.au/resource-collection/2017/7/11/transporting-your-mangoes-to-market-do-you-know-how-they-are-being-treated>> Luettu 18.9.2018.
- 39 Hevi-tuotteiden säilytyslämpötilat. Verkkodokumentti. Kotimaiset Kasvikset. <<http://www.kasvikset.fi/kasvitieto/kasvisten-sailytyksesta/sailytysslampotilasuosituksset-ja-etyyleeni>> Luettu 20.9.2018.
- 40 Real-Time Logger. Verkkodokumentti. DeltaTrak. <<http://www.deltatrak.com/in-transit-real-time-loggers/22300-flashlink-real-time-in-transit-logger>> Luettu 28.10.2018.
- 41 Bluetooth dataloggeri. Verkkodokumentti. Timeless. <<http://timeless.fi/mittaustekniikka/deltatrak/kylmakuljetuksen-lampotilan-kosteuden-ja-reitin-valvonta/>> Luettu 28.10.2018.
- 42 Sensorist Wireless Monitoring System. Testmeter. Verkkodokumentti. GMM Technoworld. <[http://www.testmeter.sg/products/Sensorist-Wireless-Monitoring-System-Temperature-Humidity-Data-Logger-\(Up-to-100-sensors\)/408](http://www.testmeter.sg/products/Sensorist-Wireless-Monitoring-System-Temperature-Humidity-Data-Logger-(Up-to-100-sensors)/408)> Luettu 28.10.2018.

## Liitteet

Liitteet 4-6 (laitteet) ovat omien latteiden kanssa vertailemisen vuoksi, markkinointisivuilta otettuja suoria lainauksia,

Liite 1. Hedelmä ja vihannesten yhteensopivuusryhmät sekakuormakuljetuksissa (34;39).

<i>Hedelmä ja vihannesten yhteensopivuusryhmät sekakuormakuljetuksissa</i>			
Ryhmät	Tuotteet	Lämpötilä (°C)	Suhteellinen kosteus (%)
1	omenat aprikoosit Marjat (päitsi karpalot) kirsikat Viinirypäleet päärynät persimmons Luumut Granaattiomenat	+1-2	90-95
2	avokadot banaanit Munakoiso Greippi guava mangot Honeydews Tuoreet oliivit papaijaa Ananakset (ei avokadon kanssa, avokado-hajun imeytymisen vaara) Tomaatit, vihreä vesimelonit	+13-18	85-95
3	verkkomeloni karpalot sitruunat Litchipähkinät appelsiinit mandariinit	+4-6	90-95
4	Pavut Litchipähkinät okra Paprikat, vihreät (ei pavujen kanssa) Paprika punainen kurpitsa (kesä) vesimelonit	+5-8	95
5	kurkut Munakoiso Inkivääri (ei munakonson kanssa) Greippi limetin perunat (myöhään sato kurpitsa (talvi) Vesimeloni	+6-13	85-90
6A	artisokat Parsa punajuuret Porkkanat Endiivi viikunat viinirypäleet Purjo (ei viikunojen tai viinirypäleiden kanssa) Lehtisalaatti sienet Persilja palmietmakka hemeet Raparperi kaurajuuret Pinaatti Maissi Vesikrassi	+2-5	95-100
6B	Parsakaali Brysselin ituja Kaali Kukkaakaali Selleri Sipulit, vihreät (ei raparperin, viikunan tai viinirypäleiden kanssa) rutabagas	2-5	95-100
7	Inkivääri Perunat, varhainen	+13-18	85-90
8	Valkosipuli Sipuli (kuiva)	+2-5	65-75

Liite 2. Hedelmien ihanteelliset varastointilämpötilat (34;39).

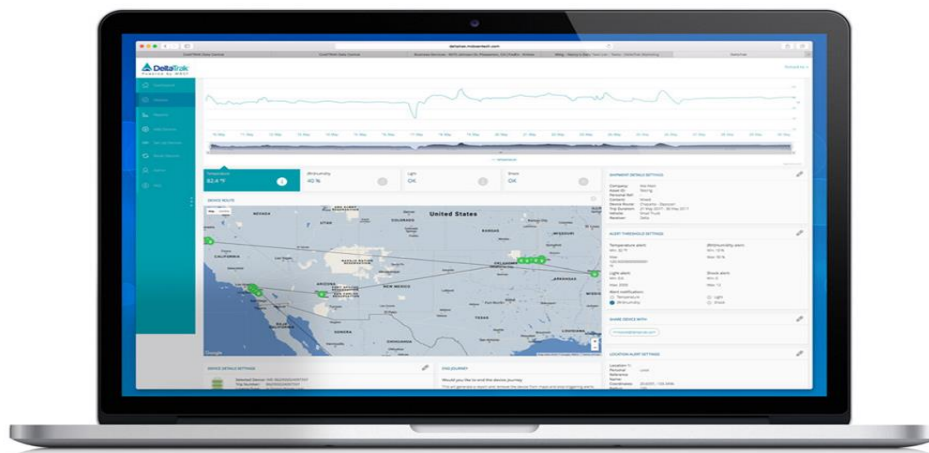
<b>Hedelmien varastointilämpötilät, suhteelliset kosteusprosentit ja jäätymispisteet</b>			
<b>Hedelmät ja marjat</b>	<b>Lämpötilät (°C)</b>	<b>Suhteellinen kosteus (%)</b>	<b>Jäätymispisteet (°C)</b>
Aprikoosi Granaattiomena Kaki, Sharon, Persimoni Kiivi Kirsikka Kiwai Kookospähkinä Lokvatti Luumu Marjat Nashi Nektariini Omena Persikka Päärynä Rypäleet Salaki Taateli Viikuna	<b>+1-2</b>	<b>85-90</b>	Useimpien hedelmien jäätymispisteet vaihtelevat -3 ja -1 °C välillä.
Appelsiin Cantaloupe-meloni Durian Galia-meloni Kaktusviikuna Kumquat Litsi Syötävät kukat Tamarillo Verkkomeloni	<b>+4-6</b>	<b>90-95</b>	
Ananas Cantalene-meloni Curuba Feijoa Granadilla Guava Hunajameloni Karambola Maracuay Ogen-meloni Papaija Passionhedelmä Pepino Piel de Sapo-meloni Patahaya Rambutan Sitruuna Muut sitrushedelmät (Kaffir-lime, Lime, limequat, Pomelo, Sweetie, Ugli, pikkusitrukset) Vesimeloni	<b>+8-12</b>	<b>90-95</b>	
Ananaskirsikka Avokado Greippi Jakkihedelmä Kiwano Mango Mangostani Sitruuna	<b>+10-15</b>	<b>85-90</b>	
Annoona Banaani Sapodilla	<b>+13-14</b>	<b>90-95</b>	

Liite 3. Vihannesten ihanteellinen varastointilämpötila (34;39)

<b>Vihannesten varastointilämpötilät, suhteelliset kosteusprosentit ja jäätymispisteet</b>			
<b>Vihannekset</b>	<b>Lämpötilät (°C)</b>	<b>Suhteellinen kosteus (%)</b>	<b>Korkein jäätymispiste (°C)</b>
Hapankaali Idut ja versot Juurekset Jättisipuli Kaalit Kastanja Kuivatut sipulit Latva-artisokka Lehtiselleri Leikatut salaatit Maa-artisokka Mangoldi Maniokki Paksoi Palkkasvit Persilja, tilli Pinaatti Purjo Raparperi Ruohosipuli Salaatit Salaattifenkoli Salaattisikuri Salaattisipuli Sienet Sitruunaruoho Sokerimaissi Tankoparsa Vakuumi-pakatut Vesikastanja Yrtit porkkanat punajuuret retiisit parsat herneet pavut Brysselin ituja *Kuivattu sipuli	<b>+2-5</b>	<b>90-100</b>	Useimpien vihannesten jäätymispisteet vaihtelevat -1,5 ja -0,5 °C välillä.
Chilit Kajottikurpitsa Perunat	<b>+6-8</b>	<b>90-95</b>	
kurkut Avomaankurkku Basilika Inkivääri / Galangal Kesäkurpitsa Kurkku Munakoiso Okra Paprika Sitruunamelissa Taro Tomaatt *Kurpitsat	<b>+10-12</b>	<b>90-95</b>	
Bataatti Jamssi	<b>+10-15</b>	<b>80-85</b>	



Liite 4. FlashLink Real-Time In-Transit Logger (Model 22300, 2230) (40).



#### Product Description

- Monitors location, temperature, humidity, light, shock
- Data transmitted via GSM cellular networks
- No hardware or software installation
- Alerts and notifications via email and SMS
- Geofencing enabled
- No need to open vehicle doors to access information
- 24/7 cloud service to view and analyze data remotely
- Make immediate cold chain management decisions
- Reroute trucks when necessary
- Customize settings for logging intervals, high/low alarm limits

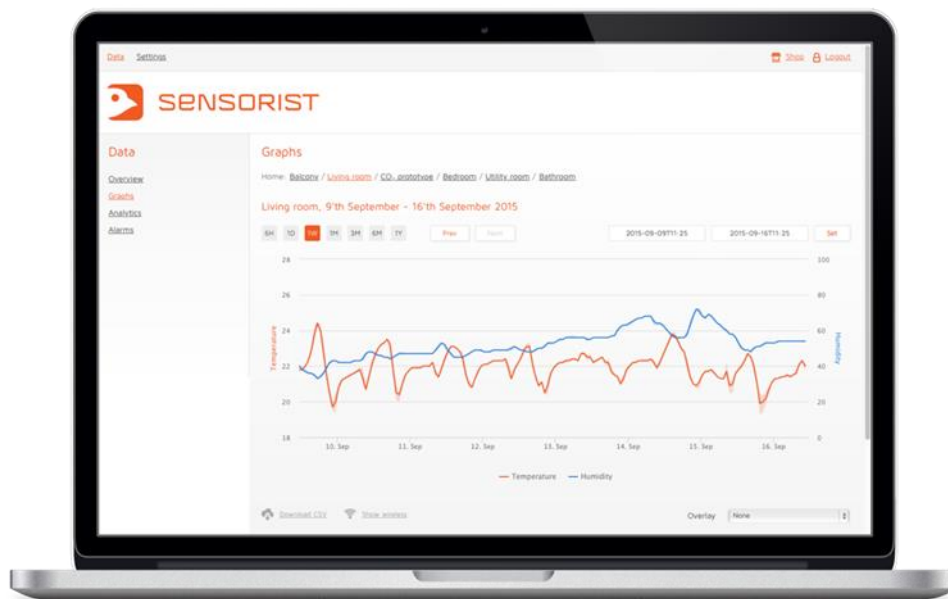
## Liite 5. Bluetooth data logger (41).



## Product Description.

- Monitoroi langattomasti lämpötilaa, kosteutta ja sijaintia
- Seuraa kuljetusreittiä ja -olosuhteita jokaisessa kuljetusautossa
- Kaikki tieto tallennetaan pilvipalveluun
- Pilvipalvelun käyttö web-käyttöliittymällä
- Mobiililaite lukee dataloggerin mittaustulokset max. 30m päästä
- Ohjelmoitavat tiedot: dataloggerin tunnus (ID), mittausväli ja ylä/alarajat hälytyksille
- Raportit (PDF ja CSV) sähköpostilla joko mobiililaitteelta tai web-käyttöliittymällä

## Liite 6. Sensorist Wireless Monitoring System (42).



### Product Description

- Multiple Data loggers with integral temperature and humidity sensors
- Multiple Gateway with LAN connection and power supply
- Temperature probe PRO
- Temperature bottle probe PRO
- Water Detector probe PRO
- CO2 probe PRO
- Door Contact probe PRO
- PT 100/1000 Converter probe PRO
- Monthly/Yearly service fee including Web Portal access.