



**TURUN
YLIOPISTO**
Kauppakorkeakoulu

Logistiikkakustannuksiin vaikuttavat tekijät lihantuotannon toimitusketjuissa

Toimitusketjujen johtaminen,
Markkinoinnin ja arvoketjujen johtamisen laitos
Kandidaatintutkielma

Laatija:
Joonas Holkko

Ohjaaja:
KTT Sini Laari

28.4.2026
Turku

Opiskelijan lausunto tekoölyn käytöstä tähän tutkielmaan liittyen:

En ole käyttänyt tekoölyä hyödyntäviä työkaluja tätä tutkielmaa kirjoittaessani.

Olen käyttänyt tekoölyä hyödyntäviä työkaluja tätä tutkielmaa kirjoittaessani. Tämä käyttö on dokumentoitu tutkielman liitteessä. Vakuutan, että tekoölyä käytettiin yliopiston ohjeistuksen mukaisella tavalla.

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Kandidaatintutkielma

Oppiaine: Toimitusketjujen johtaminen

Tekijä(t): Joonas Holkko

Otsikko: Logistiikkakustannuksiin vaikuttavat tekijät lihantuotannon toimitusketjuissa

Ohjaaja(t): KTT Sini Laari

Sivumäärä: 36 sivua + liitteet 3 sivua

Päivämäärä: 28.4.2026

Tiivistelmä

Lihantuotannon toimitusketjut ovat logistisesti vaativia ja kustannusherkkiä. Logistiikkakustannukset muodostavatkin alalla merkittävän osan kokonaiskustannuksista ja vaikuttavat siten sekä kannattavuuteen että kuluttajahintoihin. Lihantuotannon toimitusketjuja leimaavat lisäksi niiden ainutlaatuiset piirteet, jotka rajoittavat perinteistä kustannusten minimointia selvästi.

Tämän kandidaatintutkielman tavoitteena on tarkastella, mistä tekijöistä logistiikkakustannukset muodostuvat lihantuotannon toimitusketjuissa. Lisäksi tutkielmassa pyritään analysoimaan, miten alan poikkeukselliset ominaispiirteet ohjaavat näiden kustannusten syntymistä. Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, kooten pääasiassa yhteen vertaisarvioitua kansainvälistä tutkimuskirjallisuutta.

Tulokset osoittavat, että tyypillisille logistiikkakustannuksille, kuten kuljetus- ja varastointikustannuksille, on lihantuotannossa omia, perinteisestä poikkeavia kustannusajureita. Näistä keskeisimpiä ovat lihan pilaantuvuus ja siitä aiheutuva vaade katkeamattomalle kylmäketjulle, elävien eläinten logistiikkaan liittyvät haasteet sekä erityisen laaja ja tiukka sääntely, joka koskee muun muassa eläinten hyvinvointia ja hygieniaa. Esimerkiksi kylmäketju nostaa valtavasti sekä kuljetus- että varastointikustannuksia sen vaatiman energian vuoksi. Eläinten hyvinvointivaatimukset puolestaan muun muassa rajoittavat kuljetusten tehokkuutta ja nostavat niiden määrää.

Johtopäätöksenä voidaan kuitenkin todeta, että vaikka lihantuotannon erityispiirteet aiheuttavat kustannuksia, olosuhteista tai säädöksistä joustaminen voivat toisaalta johtaa lihan laadun laskuun ja valtaviin hävikkikustannuksiin. Lukuisat kalliit investoinnit voidaankin nähdä kuluerien sijaan myös arvon säilymisen kannalta elintärkeinä. Vahva sääntely ja kylmäketjun keskeinen rooli tekevät lihantuotannon toimitusketjuista rakenteellisesti jäykkiä, mikä voi johtaa myös ulkoisten kustannusajureiden, kuten energian ja polttoaineen hinnan heijastumiseen kokonaiskustannuksiin ja kuluttajahintoihin.

Avainsanat: Lihantuotanto, lihan toimitusketju, logistiikkakustannukset, kustannusajurit, kylmäketju, ruokahävikki, eläinten hyvinvointi

SISÄLLYS

1	Johdanto	7
1.1	Tutkimuksen tausta ja merkitys	7
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset	8
2	Lihantuotannon toimitusketjut	9
2.1	Lihantuotannon toimitusketjujen vaiheet	9
2.2	Erityispiirteet logistiikan näkökulmasta	11
2.3	Hygieniaan ja eläinten hyvinvointiin kohdistuvan sääntelyn vaikutukset logistiikkaan	13
3	Logistiikkakustannukset	16
3.1	Logistiikkakustannusten muodostuminen	16
3.2	Logistiikkakustannusten komponentit ja ajurit	17
3.2.1	Kuljetuskustannukset	17
3.2.2	Varastointikustannukset	18
3.2.3	Logistiikan hallintokustannukset	19
3.2.4	Käsittely- ja pakkauskustannukset	20
4	Logistiikkakustannuksiin vaikuttavat tekijät lihantuotannon toimitusketjuissa	21
4.1	Kylmäketjun ja pilaantuvuuden vaikutus logistiikkakustannuksiin	21
4.2	Hygieniaan ja eläinten hyvinvointiin kohdistuvan sääntelyn kustannusvaikutukset	24
5	Yhteenveto ja johtopäätökset	26
	Lähteet	30
	Liitteet	37
	Liite 1 Selvitys tekoälyn käytöstä	37

KUVIOT

Kuvio 1. Punaisen lihan toimitusketju (mukaillen Rahbari ym. 2022)	9
Kuvio 2. Logistiikkakustannukset liikevaihdolla painotettuna (Solakivi ym. 2023)	18

TAULUKOT

Taulukko 1. Lihantuotannon logistiikkakustannusten ajurit ja vaikutukset	28
--------------------------------------------------------------------------	----

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta ja merkitys

Lihantuotanto on valtavan suuri ruokateollisuuden toimiala, joka kasvaa edelleen. Vuonna 2025 maailman lihan tuotannon ennustettiin kasvavan 1,4 prosentilla 384 miljoonaan tonniin. Samalla kansainvälisen lihakaupan suuruudeksi ennustettiin 43 miljoonaa tonnia vuodessa, joka merkitsisi 1,7 prosentin kasvua vuotta aiempaan (FAO 2025). Toimialalle ominaista ovat logistisesti vaativat toimitusketjut ja kustannusherkkyyt. Lihantuotannon osalta logistiikkakustannukset ovatkin pääasiallinen taloudellista suorituskykyä rajoittava tekijä (De Melo ym. 2025).

Lihantuotannon ajankohtaisina haasteina ovat olleet lihan saatavuusongelmat ja kasvaneet hinnat. Käytännön tasolla tämä on näkynyt esimerkiksi jauhelihan ennätyskorkeissa kuluttajahinnoissa sekä silti samaan aikaan kauppojen toisinaan tyhjiä hyllyissä. Jauhelihan hinta on noussut noin 20 prosenttia vuoden 2026 alussa (Maaseudun tulevaisuus 13.2.2026). Pienten katteiden toimialalla kustannukset vaikuttavat melko suoraan hintaan, mikä lisää aiheen tutkimisen merkitystä.

Lihantuotannon toimitusketju kätkee sisäänsä useita vaiheita aina alkutuotannosta lihanjakeluun. Sen voi kuvailla koostuvan karjan kasvattajista, karjan teurastamoista, lihanjalostamoista, tukku- ja vähittäiskauppiasta sekä kuluttajista (Rahbari ym. 2022). Yleisen kustannusfunktion voidaan puolestaan kuvata koostuvan hankinta- ja kuljetuskustannuksista, tuotanto- ja varastointikustannuksista sekä jakelu-, hallinta- ja hävikkikustannuksista (Popa ym. 2025). Lihantuotannossa nämä kustannukset korostuvat pilaantuvuuden ja kylmäketjun vaatimusten vuoksi. Raaka-aineiden hankintakustannusten seuranta on välttämätöntä, jotta voidaan säilyttää optimaalinen suhde laadun ja kustannusten välillä. Myös elintarviketeollisuuden kuljetukset vaativat erityistä huomiota, koska toimitusajoille ja lämpötilaolosuhteille on asetettu tiukat vaatimukset, erityisesti pilaantuvien elintarvikkeiden osalta.

Vaikka logistiikkakustannusten rakenne tunnetaan yleisellä tasolla, pilaantuvien tuotteiden toimitusketjussa korostuvat tekijät ovat jääneet vähemmälle huomiolle. Tutkimusaukko tarjoaakin mahdollisuuden tarkastella logistiikkakustannusten muodostumista lihan tuotannon poikkeavasta näkökulmasta. Lisäksi toimialalla esiintyy hintapiikkejä ja saatavuusongelmia, jotka ovat viime aikoina tulleet yhä selvemmin näkyviksi myös tavallisen ihmisen arjessa esimerkiksi naudan jauhelihan osalta. Tavoitteena on myös selvittää, miten logistiikkakustannusten rakenne voisi selittää näitä ongelmia.

Samoin on huomionarvoista, että erityisesti suomenkielistä tutkimuskirjallisuutta aiheesta on todella niukasti, vaikka lihantuotannon saatavuus- ja hintaongelmat ovat ajankohtaisia myös Suomessa. Tämä tutkielma pyrkii osaltaan paikkaamaan kyseistä puutetta ja tavoittamaan suomalaisia lukijoita omalla äidinkielellään.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on antaa yleiskuvaus aihepiirin aiemmasta tutkimuksesta ja tarkastella logistiikkakustannusten muodostumista ja niihin vaikuttavia tekijöitä sekä erityispiirteitä erityisesti lihantuotannon näkökulmasta. Tutkimuksessa vastataan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Mistä tekijöistä logistiikkakustannukset muodostuvat lihantuotannon toimitusketjuissa?
- Mitä erityispiirteitä lihantuotannon logistiikkaan liittyy ja miten ne vaikuttavat kustannusrakenteeseen?

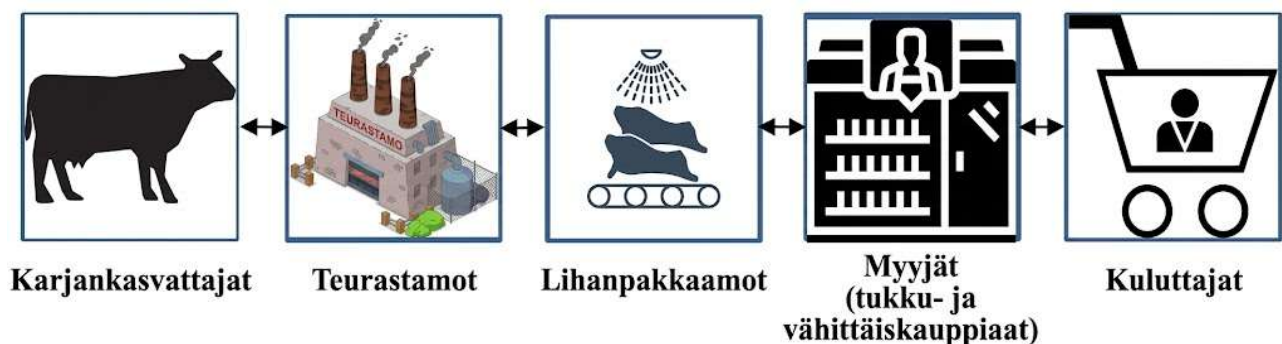
Tutkielma on luonteeltaan kirjallisuuskatsaus. Lähdekirjallisuus on pohjautunut pääasiassa akateemisiin kirjoihin, tieteellisiin artikkeleihin, kirjallisuuskatsauksiin ja raportteihin, jotka käsittelevät muun muassa lihantuotannon toimitusketjua ja logistiikkakustannuksia sekä niiden yhteyttä toisiinsa. Kirjallisuutta on etsitty esimerkiksi Google Scholarista, Volterista ja Scopuksesta useilla hakusanoilla, kuten ”meat supply chain”, ”logistics costs” ja ”cold chain logistics”. Tutkielmassa hyödynnetään sekä vanhempia että tuoreita julkaisuja, kuitenkin pyrkien ensisijaisesti painottamaan uusia lähteitä ja akateemisesti mahdollisimman arvostettuja julkaisuja tiedon relevanttiuden ja laadun varmistamiseksi.

Johdannon jälkeen luvussa 2 tarkastellaan lihantuotannon toimitusketjuja erityispiirteineen ja käsitellään sääntelyn vaikutuksia logistiikkaan, kuitenkin rajaten sääntelyn tarkastelun pääasiassa eläinten hyvinvointiin ja hygieniaan liittyvään sääntelyyn. Luvussa 3 keskitytään logistiikkakustannusten määritelmiin ja ajureihin. Teorialukujen jälkeen luvussa 4 nämä aiheet kootaan yhteen ja analysoidaan tarkemmin logistiikkakustannuksiin vaikuttavia tekijöitä juuri lihantuotannon kontekstissa. Lopuksi luvussa 5 esitetään yhteenveto ja johtopäätökset.

2 Lihantuotannon toimitusketjut

2.1 Lihantuotannon toimitusketjujen vaiheet

Lihantuotannon toimitusketju on yleisesti tutkimuskirjallisuudessa jaettu viiteen osa-alueeseen: karjan kasvattajat, teurastamot, lihanjalostajat, vähittäiskauppiat ja kuluttajat (Rahbari ym. 2022). Toisaalta esimerkiksi Ferronato ym. (2021) sisällyttävät tutkimukseensa toimitusketjun vaiheet vasta teurastuksesta alkaen. Esimerkiksi lihan logistinen kylmäketju alkaa vasta teurastusvaiheesta. Kuviossa 1 on esitetty lihantuotannon toimitusketjun vaiheet visuaalisesti samoin kuin Rahbari ym. (2022) ne esittävät, kuitenkin muokaten alkuperäisen kuvion tekstit suomeksi.



Kuvio 1. Punaisen lihan toimitusketju (mukaien Rahbari ym. 2022)

Karjan kasvattaminen pitää sisällään alkutuotannon osuuden toimitusketjusta ja on täten lihantuotannon toimitusketjun ensimmäinen vaihe. Nykyaikaisessa teollisessa tuotannossa alkutuotanto voidaan yhä jakaa useampaan erikoistuneeseen vaiheeseen. Esimerkiksi sianlihantuotannon osalta jako voidaan tehdä jalostukseen, porsimiseen, vieroitukseen ja lihotukseen. Näistä vaiheista lihotus vie noin 70 % markkinasian elinkaaresta ja vaatii paljon resursseja erityisesti rehunkulutuksen osalta. Rehun merkittävä osuus tuotantokustannuksista ja kasvanut hinta tekevät rehuseosten tuotantosuunnitelmista kriittisen tekijän taloudellisen kestävyden kannalta (Nakrachata-Amon ym. 2024.)

Alkutuotannon ja varsinaisen teurastuksen välissä kysymykseen tulee teurastusta edeltävä logistiikka, jolla tarkoitetaan eläinten siirtämistä tiloilta teurastamoille. Vaiheessa on tärkeää huomioida niin eläinten hyvinvointi, lihan laatu kuin tautien leviämisen ehkäisykin. Suurimpia stressitekijöitä eläimille ovat muun muassa reittiolosuhteet, kuljetusaika, pysähdysten määrä ja jonotus teurastamolla. Eläinten stressitekijöitä voidaan vähentää reittien suunnittelulla ja logistiikan optimoinnilla. Lisäksi logistiikan optimointi auttaa vähentämään päästöjä ja parantamaan taloudellisuutta esimerkiksi pienempien kuljetusväylyksien ja pysähdysten määrän turvin (Frisk ym. 2018.)

Teurastamoilla eläimet teurastetaan ja prosessoidaan ruhoiksi. Tyypillisen teurastuksen vaiheet ovat tainnutus, nylkeminen, sisälmysten poisto ja ruhon paloittelu joko puolikkaiksi tai neljänneksiksi. Teurastamot muodostavat toimitusketjussa usein pullonkaulan niiden rajallisen kapasiteetin ja kausivaihteluiden vuoksi, mikä rajoittaa toimitusketjun tehokkuutta ja nostaa kustannuksia sesonkipiikeissä. Yleisin teurastusajankohta on syksyllä kesän laiduntamisen jälkeen ja vastaavasti loppukeväästä teurastettavaksi saatavilla olevan lihakarjan määrä on pienimmillään (Ge ym. 2022.)

Vaihe on kriittinen elintarviketurvallisuuden kannalta, sillä siinä syntyy varsinaisen lihan lisäksi merkittävä määrä eläinperäisiä sivutuotteita, jotka lisäävät toimitusketjun monimutkaisuutta ja luokitellaan EU-lainsäädännössä kolmeen riskiluokkaan (Ferronato ym. 2021). Teurastuksen sivutuotteille, kuten luille, nahalle, keuhkoille ja rasvalle on useita uudelleenkäyttökohteita esimerkiksi lemmikkieläinten ruokana, bioenergiana, rehuna, lannoitteina sekä jopa lääketieteen ja kosmetiikan sarjoilla (Djekic & Tomasevic 2016; Ferronato ym. 2021). Myös ulosteet ja teurastamoista kerätty veri voidaan muuttaa lannoitteiksi maatalolle. Niiden käsittely muodostaakin rinnakkaisen toimitusketjun, jossa sivutuotteet käsitellään asianmukaisesti ja muutetaan hyödyllisiksi tuotteiksi ympäristöhuomioiden (Fathollahzadeh ym. 2024.) Tämä on kuitenkin kallista, ja sivutuotteiden logistiikasta aiheutuvat kustannukset jakautuvat epätasaisesti, suuren osan kaatuessa alkutuottajien maksettaviksi. Kuluttajahinnoissa sivutuotteiden logistiikka ei välttämättä näy ainakaan nautojen ja lampaiden osalta vähittäiskauppojen neuvotteluvoiman ja kilpailun puutteen vuoksi (Esturo ym. 2010.)

Viisiosaisen toimitusketjun keskimäinen vaihe on lihan jatkojalostus ja pakkaaminen, jossa paloiteltavasta ruhosta valmistetaan pakattuja tuotteita tai lihavalmisteita (Ferronato ym. 2021). Kolme pääasiallista pakkausmenetelmää ovat aktiivinen pakkaus, älykäs pakkaus ja vihreä pakkaus. Näistä aktiivinen pakkaus tähtää lihan laadun pysyvyyteen ja säilyvyyden pidentämiseen. Älykäs pakkaus taas tarjoaa tietoa lihan laadusta ja integroituu teknologiaan muun muassa turvallisuuden ja jäljitettävyyden parantamiseksi. Vihreä pakkaus tähtää ympäristövaikutusten minimoimiseen kuitenkin samalla varmistaen lihan laadun ja parantaen myynnin tehokkuutta. Prosessissa tarkka lämpötilan hallinta on tärkeää lihatuotteiden pilaantuvuuden vuoksi (Davoudi ym. 2024).

Jakeluvaiheessa valmiit tuotteet toimitetaan vähittäiskaupoille ja muille jälleenmyyjille joko suoraan jalostuslaitoksilta tai erillisten kylmävarastojen kautta (Rahbari ym. 2022). Toimitusketjun hallinta on tässä vaiheessa korostuneen tärkeää, sillä lihatuotteet pilaantuvat herkästi. Kylmäketjun onkin oltava katkeamaton elintarviketurvallisuuden varmistamiseksi. Vähittäiskaupoissa syntyy myös hävikkiä lihatiskeillä tapahtuvan ruhonleikkauksen ja varsinkin tuotteiden päiväysten vanhenemisen vuoksi (Ferronato ym. 2021).

Ketjun viimeisessä vaiheessa tuotteet myydään kuluttajille joko vähittäiskaupoissa, ravintoloissa tai suoramyyntinä. Kulutusvaiheessa kuluttajien vastuu ruokahävikin ehkäisyssä ja ruoan oikeaoppisessa kylmäsäilytyksessä korostuvat, ruokapakkausten lajittelua unohtamatta. Toimitusketjun ympäristövaikutuksista merkittävä osuus syntyy kuluttajien käsissä. Sekä niin vanhentuneisiin päiväykseen kuin pilaantuneelta vaikuttavaan hajuun ja makuun liittyvät pelot että toisaalta ruokahävikistä koettu syyllisyys ja huono omatunto vaikuttavat syntyvän jätteen laatuun ja määrään. Suurena syynä ruokahävikkiin on myös huolimaton suhtautuminen aiheeseen ja siitä johtuvat tavat, kuten huono ostosuunnittelu ja liian suuren ruokamäärän valmistaminen kerralla (Revilla & Salet 2018; Djekic ym. 2019.)

2.2 Erityispiirteet logistiikan näkökulmasta

Lihantuotannossa käsitellään perinteisestä teollisuudesta poiketen kasvavia hyödykkeitä, joiden paino ja arvo muuttuvat ajan kuluessa. Tämä tarkoittaa jatkuvia ylläpitokustannuksia sekä esimerkiksi lannasta ja eläinten ruoansulatusprosessista aiheutuvia päästöjä. Optimointimalleissa kyseiset päästöt voidaan ottaa huomioon kustannustekijänä päästöistä aiheutuvien verojen avulla. Näin voidaan tarkemmin määrittää optimaalinen teurastusikä ja tilausmäärä. Päästöjen huomioiminen vaikuttaa teurastusikään laskevasti ja tilausmäärään nostavasti (Gharaei & Almehdawe 2021.) Usein toimitusketjuissa varastoitavien tuotteiden arvo pysyy samana tai laskee, joten elävien eläinten kohdalla tilanne on käänteinen. Eläinten arvo muuttuu niistä saatavan lihan määrän perusteella, jolloin niiden arvo yleensä nousee ajan myötä painon noustessa (Gharaei & Almehdawe 2021).

Lisäksi lihantuotannon tapauksessa kylmäketjun rooli on valtava lihan pilaantuvuuden ja laadun nopean heikkenemisen vuoksi (Davoudi ym. 2024). Kylmäketju vaatii jatkuvaa lämpötilan hallintaa, ja tuo siksi mukanaan useita kustannuksia, joita ovat investoinnit kylmävarastointiin, kylmäkuljetuksiin, jäähdytysinfrastruktuuriin mukaan lukien kylmäkuljetusajoneuvot ja -varastot, jäähdytyslaitteisiin ja tietotekniikkaan. Toimiva kylmäketju voi vähentää hävikkiä säästämällä jopa 40 % ruokavarastoista, mutta toisaalta huonosti suunniteltu kylmäketju voi lisätä näitä kustannuksia (Davoudi ym. 2024.)

Nykyään kylmäketjun hallinnassa hyödynnetään erityisesti neljää teknologiaa, jotka ovat esineiden internet, big data, lohkoketjut ja digitaalinen kaksonen. Niiden käyttöönotto on kuitenkin ollut suhteellisen hidasta ja kaukana odotuksista (Davoudi ym. 2024.) Haasteina ovat olleet esimerkiksi korkeat alkuinvestointi- ja energiankulutuskustannukset, riittävän infrastruktuurin tarve, käyttöönoton haasteet tietoturvariskien osalta ja järjestelmien hallinnan ongelmat, kuten eri järjestelmien yhteensopivuuden puute (Davoudi ym. 2024; Popa ym. 2025).

Esimerkkejä esineiden internetin ja älykkäiden seurantajärjestelmien hyödyistä ovat lämpötilan ja kosteuden jatkuva seuranta antureiden avulla kuljetusten ja varastoinnin aikana. Lohkoketjuteknologian avulla voidaan puolestaan vahvistaa jäljitettävyyttä, josta on hyötyä pilaantuvien tuotteiden laatuun ja elintarvikestandardeiden noudattamiseen liittyvässä kirjanpidossa. Jäljitettävyys on tärkeää myös esimerkiksi mahdollisten tuotteiden takaisinvetojen tullessa eteen, jolloin on tärkeää pystyä rajaamaan sekä terveydelliset vaarat että taloudelliset vahingot. Näin voidaan lisätä kuluttajien luottamusta ja helpottaa viranomaisvalvontaa. Digitaalisen kaksosen ja laskennallisen virtausdynamiikan (engl. Computational fluid dynamics) avulla taasen voidaan virtuaalisesti kopioida ja simuloida todellinen prosessi sekä jäljitellä tarkasti todellisia olosuhteita. Digitaalista kaksosta hyödynnetään lihantuotannon kylmäketjussa yhä edistyneemmin, kuten naudanruhojen jäähdytysprosessin tarkasteluun ja erilaisten muuttujien vaikutusten analysointiin tällaisessa prosessissa. Sen avulla voidaankin parantaa ymmärrystä halutusta aiheesta. Muun muassa esimerkkitapauksessa voidaan ennustaa jäähdytysnopeuden ja lämpötilan muutosten vaikutuksia lihan laatuun ja siten optimoida energian käyttöä jo ennen fyysisiä investointeja (Ruokavirasto; Davoudi ym. 2024; Popa ym. 2025.)

Tekoälyn yhdistäminen lohkoketjuteknologiaan ja esineiden internetiin voi parantaa esimerkiksi jäljitettävyyttä, läpinäkyvyyttä ja turvallisuutta. Tämä auttaa ehkäisemään hävikkiä kylmäketjun eri vaiheissa. Lisäksi tekoälyn avulla voidaan seurata monia muita elintarviketurvallisuuden kannalta tärkeitä asioita, kuten työntekijöiden hygieniaa, eläinten käsittelykäytäntöjä ja laitteiden desinfiointia. Sen lisäksi, että tekoälypohjaiset menetelmät edistävät jäljitettävyyttä ja ruokaturvallisuutta jatkuvan seurannan kautta, niistä on hyötyä myös ennaltaehkäisevästi ennusteiden ja poikkeamien havaitsemista edesauttavien analyysien vuoksi. (Davoudi ym. 2024; Singh ym. 2026.)

Operatiivisella tasolla yksi erityispiirre on vain tietyille toimialoille, kuten elintarviketeollisuuteen keskittyneen FEFO-menetelmän (First-Expired-First-Out) yleinen käyttö varastohallintaan. Lyhytkin katkos kylmäketjussa vähentää lihan säilyvyysaikaa merkittävästi, mikä pakottaa tällöin myymään pilaantuvat tuotteet vähittäiskaupoissa nopeasti. Jo esimerkiksi kuljetus kuormalavan yläkerroksessa voi nostaa hävikkiriskiä ja vähentää säilyvyysaikaa suhteessa keskikerrokseen lämpötilan epätasaisuuden vuoksi (Herron ym. 2022.) Perinteiseen FIFO-malliin (First-In-First-Out) verrattuna FEFO-menetelmän hyötynä on, että se priorisoi tuotteen todellisen säilyvyystilan saapumisajan sijaan. Tämä auttaa suoraan ehkäisemään virheellisestä varastohallinnasta aiheutuvaa hävikkiä. Jäljellä olevaa hyllykää arvioitaessa simulaatioiden hyödyntäminen on tärkeää varaston käsittelyn ja myyntijärjestyksen arvioinnin tukena sekä elintarviketurvallisuuden takaamiseksi (Herron ym. 2022; Davoudi ym. 2024; Popa ym. 2025.)

2.3 Hygieniaan ja eläinten hyvinvointiin kohdistuvan sääntelyn vaikutukset logistiikkaan

Lihantuotanto on toimialana tiukasti säännelty. Sääntelyä kohdistuu niin elintarviketurvallisuuteen, hygieniaan, ympäristöön, jäljitettävyyteen kuin eläinten hyvinvointiinkin. Luvussa keskitytään pääasiassa eläinten hyvinvointiin kohdistuvan sääntelyn käsittelyyn, sillä eläviin eläimiin kohdistuva logistiikka on erityisen tarkasti säänneltyä ja tekee lihantuotannon toimitusketjusta poikkeuksellisen verrattuna moneen muuhun toimitusketjuun. Eläinten hyvinvointia koskeva sääntely rajoittuu luonnollisesti toimitusketjun alkupäähän, kuten teurastusta edeltävään logistiikkaan ja teurastukseen. Lukuun sisältyy myös hygieniavaatimusten tarkastelua, sillä ne nostavat logistiikkakustannuksia merkittävästi ja ovat välttämättömiä elintarviketurvallisuuden varmistamiseksi.

Eläinten hyvinvointi määritellään nykyään yhä useammin kattamaan kolme elementtiä: eläimen biologisen toimintakyvyn, henkisen tilan ja lajityypillisen käyttäytymisen. Biologinen toimintakyky pitää sisällään eläimen terveyden ja ulkonäön, kun taas henkinen tila käsittää sen kyvyn kokea tunteita ja mielialoja. Lajille tyypillisellä käyttäytymisellä puolestaan tarkoitetaan eläimen mahdollisuutta käyttäytyä sille ominaisella tavalla (Velarde ym. 2015; Losada-Espinosa ym. 2021.) Sääntelyn rooli eläinten suojelussa on keskeinen kunkin osa-alueen joutuessa koetukselle toimitusketjun aikana.

Euroopan unionissa eläinten hyvinvointia toimitusketjun eri vaiheissa ohjataan tarkasti eri säädösten avulla. Yksi olennaisimmista on Euroopan komission asetus 1/2005, joka koskee eläinten suojelua kuljetusten aikana kattaen sen kaikki vaiheet lastauksesta purkamiseen. Asetus edellyttää muun muassa kuljettajilta ja kuljetusyrityksiltä viranomaisten myöntämiä lupia sekä yksityiskohtaista dokumentointia eläinten alkuperästä, määränpäästä ja matka-ajasta. Lisäksi pitkiin kuljetuksiin on asetettu enimmäiskuljetusaika, joka on normaaleissa tilanteissa 8 tuntia, mutta poikkeustapauksissa aikarajaa voidaan korottaa 24 tuntiin. Tämän jälkeen eläinten tulee antaa levätä 24 tuntia niin, että niillä on vettä ja ruokaa saatavilla. Alle 65 kilometrin kuljetuksissa sääntely on vapaampaa (Pilarczyk & Ulewicz 2026.)

Kuljetusvaihe aiheuttaa tyypillisesti stressiä eläimille, sillä se altistaa esimerkiksi melulle, tärinälle, ruheille ja vaihteleville lämpötiloille. Vaihe sisältää myös pitkittynyttä seisomista ilman liikuntaa korkeassa eläintiheydessä (Chulayo & Muchenje 2015; Pilarczyk & Ulewicz 2026.) Eläintiheydestä on pidettävä huolta, sillä liian suuri tiheys estää liikkumisen ja samalla makaamisen, mikä johtaa eläinten uupumiseen. Toisaalta liian väljä tila hankaloittaa tasapainon säilyttämistä ja lisää siksi riskiä vammautumiseen. Lisäksi teiden huonokuntoisuus ja ajovirheet voivat osaltaan johtaa eläinten kaatumisiin ja loukkaantumisiin. Stressaantuneiden eläinten arvaamattomat reaktiot voivat johtaa myös työntekijöiden onnettomuuksiin ja loukkaantumisiin lastaus- ja purkuvaiheissa (Pilarczyk & Ulewicz 2026.) Pitkät kuljetusajat voivat haitata eläinten verenkierto- ja immuunijärjestelmien toimintaa, mikä heikentää eläinten yleisen hyvinvoinnin lisäksi lihan laatua ja vähentää nuorten eläinten selviytymisastetta (Ake ym. 2013; Chulayo & Muchenje 2015)

Sääntely asettaa vaatimuksia myös kuljetuskaluston ominaisuuksille. Ajoneuvoissa on voitava säädellä lämpötilaa, optimaalisen tason ollessa 15–20 astetta. Lisäksi niissä on oltava ilmanvaihto sekä automaattiset juottojärjestelmät. Kuljetuskaluston on myös taattava eläinten turvallisuus ja mukavuus niin, että erityisesti herkillä olevat stressi- ja pelkotasot minimoituvat. Eri eläinryhmätkin on voitava erottaa toisistaan väliseinillä (Rebuma ym. 2024; Pilarczyk & Ulewicz 2026.) Lastaus- ja purkuvaiheissa käytettävän kaluston ja infrastruktuurin käyttö ei sekään ole sääntelemätöntä. Lattioiden ja ramppien käyttöön on tarkat ohjeet ja niiden on estettävä esimerkiksi eläinten liukastuminen ja jumiutuminen. Sääntely on esimerkiksi ramppien jyrkkyyden osalta pitkälti eläinlajikohtaista, päämääränä sekä eläinten että työntekijöiden loukkaantumisten välttäminen (Pilarczyk & Ulewicz 2026.) Hygienian osalta ajoneuvojen on oltava helposti puhdistettavia ja desinfioitavia. Niissä on myös EU-sääntelyn nojalla pystyttävä estämään virtsan ja lannan vuodot, mikä on tyypillinen pulma erityisesti kaksikerroksisissa kulkuneuvoissa, joissa on vaara jätteiden valumisesta ylemmästä kerroksesta alempaan (Pilarczyk & Ulewicz 2026.)

Teurastusvaiheessa puolestaan kysymykseen tulee Euroopan komission asetus 1099/2009, joka koskee eläinten tainnutusprosessia. Olennaista asetuksessa on velvoite tähdätä eläimen pelottomuuteen ja kivuttomuuteen teurastuksen alkuvaiheessa. Tämän jälkeen on seurattava verenlaskuvaiheessa, ettei eläin osoita tajunnan merkkejä. Lisäksi on varmistettava, että eläin on kuollut ennen ruhojen jatkokäsittelyä (Velarde ym. 2015). Teurastamot on suunniteltu erottamaan teurastuslinjasto ja muut likaiset osiot sekä puhtaana pidettävä lopputuoteosio toisistaan, mikä vähentää kontaminaatoriskiä. Pystysuuntaisissa teurastamoissa (engl. vertical slaughterhouse) varsinainen teurastuslinjasto sijaitsee ylimmässä kerroksessa, josta esimerkiksi sisäelimet, ruhot ja nahat siirretään putkistoja pitkin

alempiin kerroksiin käsiteltäviksi. Putkistojen hygienia- ja desinfiointisuunnitelman on välttämättömyyksiä toimia, jotta ristikontaminaatio pysyisi minimitasolla (Cândido ym. 2025.)

Lihantuotannon toimitusketjun alkupäässä sekä teurastusvaiheessa esiintyneitä eläinten hyvinvointiongelmia voidaan havaita teurastamoilla. Jäävuori-indikaattoreiksi kutsutut mittarit kertovat sekä maatilalla ilmenneistä ongelmista että teurastusprosessiin liittyvistä ongelmakohdista. Konkreettisia esimerkkejä mittareista ovat tainnutuslaukausten määrä, joka kertoo tainnutusten onnistumisesta, ruhojen mustelmat, lihan pH-arvo ja vakavat sorkkavammat. Mittareiden avulla voidaankin saada kerättyä hyödyllistä tietoa myös teurastusta edeltävien toimintojen laadun parantamiseksi (Losada-Espinosa ym. 2021.)

3 Logistiikkakustannukset

3.1 Logistiikkakustannusten muodostuminen

Logistiikkakustannukset koostuvat useista eri osa-alueista, ja niiden osuus yrityksen liikevaihdosta on tavallisesti ollut ainakin 10 prosenttia (Engblom ym. 2012). Vuonna 2022 luku oli kasvanut 13,8 prosenttiin. Suurin muutos on aiheutunut kasvaneista varastoon sitoutuneen pääoman kustannuksista, jotka ovat korkeimmalla tasolla 5,3 prosentissa vuodesta 2005 alkavan tarkasteluotannon aikana (Solakivi ym. 2023). Kuitenkaan logistiikkakustannusten luokittelu ei ole täysin johdonmukaista, vaan eroja on niin lähestymistavasta kuin kirjoittajastakin riippuen (Engblom ym. 2012). Solakivi ym. (2023) toteavatkin, että logistiikkakustannuksille ei ole olemassakaan täysin yksiselitteistä tai vakiintunutta määritelmää. Rantasila (2013) lisää myös, että logistiikkakustannusten ymmärtämiseksi on ensin tunnettava logistiikkaprosessin toiminnot ja se, että kustannusten taso riippuu useista eri tekijöistä. Lihantuotannon toimitusketjun omaleimaisuus tarkoittaakin kustannusten erilaista painottumista useihin muihin toimialoihin verrattuna. Logistiikan suorituskykyyn ja logistiikkakustannusten tasoon vaikuttavat pitkälti samat tekijät, kuten infrastruktuurin ja logistiikkapalvelujen tarjoajien laatu (Rantasila 2013). Tyypillisesti logistiikkakustannukset voidaan jakaa kuljetusten, varastoinnin, varaston ylläpidon, hallinnon, pakkauksen ja epäsuorien kustannusten osa-alueisiin (Naula ym. 2006; Töyli ym. 2008; Engblom ym. 2012).

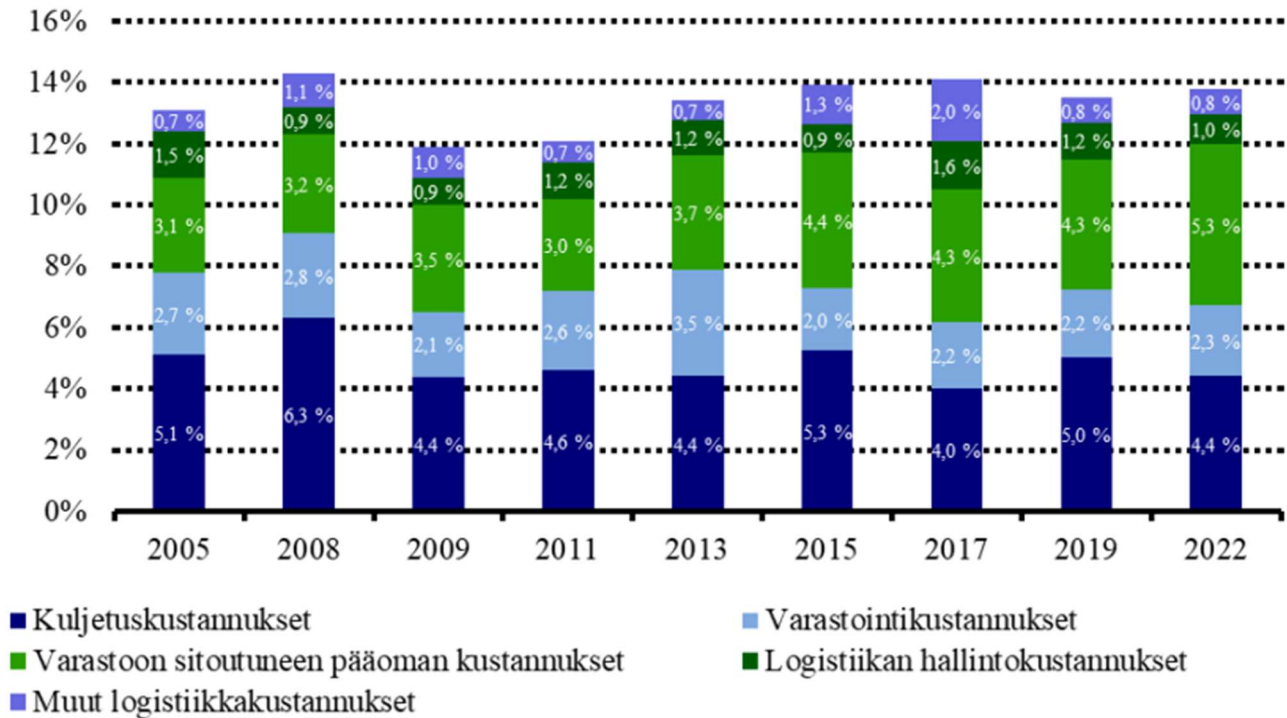
Rahbari ym. (2021) puolestaan jakavat lihantuotannon toimitusketjun optimointimallissa logistiikkakustannukset muuttuviin ja kiinteisiin kuljetus- ja tuotantokustannuksiin, varastohallintakustannuksiin, karjan hankinta- ja sijoituskustannuksiin sekä kylmävarastointikustannuksiin. Popan ym. (2025) mukaan taasen tehokkaan kustannusten hallinnan kannalta on välttämätöntä määritellä kustannusfunktio, jonka voidaan kuvata koostuvan raaka-aineiden hankintakustannuksista, raaka-aineiden ja lopputuotteiden kuljetuskustannuksista, varastointikustannuksista mukaan lukien pilaantuvien tuotteiden kustannukset, tuotantokustannuksista mukaan lukien työvoima- ja yleiskustannukset, tuotteiden jakelukustannuksista asiakkaille tai myyntipisteisiin, varastojen hallintakustannuksista ja tuotteiden vanhentumiseen tai palautuksiin liittyvistä kustannuksista.

3.2 Logistiikkakustannusten komponentit ja ajurit

3.2.1 Kuljetuskustannukset

Kuljetuskustannukset pitävät sisällään fyysisen tavaran siirtämisestä aiheutuvat kulut läpi koko toimitusketjun. Käytännössä kuljetuskustannukset koostuvat siis raaka-aineiden kuljetuksesta tuotantolaitoksiin, valmiiden tuotteiden kuljetuksesta varastoihin ja jakelusta asiakkaille. (Ritvanen ym. 2011.) Kuljetuskustannusten osuus yrityksen liikevaihdosta on Suomessa liikkunut noin viiden prosentin tuntumassa. Vuonna 2022 osuus oli 4,4 % (Solakivi ym. 2023.) Kuviossa 2 on esitetty suomalaisten teollisuuden ja kaupan yritysten logistiikkakustannusten suuruus suhteessa liikevaihtoon kustannus kerrallaan vuodesta 2005 lähtien.

Tyypillisimpiä kuljetuskustannuksiin vaikuttavia ajureita ovat polttoaineen kulutus ja hinta, kuljetuksissa tarvittava työvoima, etäisyydet ja tehtyjen matkojen määrä. Eri kuljetusmuodot, kuten rautateitse, maanteitse tai multimodaalisesti tehdyt kuljetukset, vaikuttavat myös kuljetuskustannuksiin. Multimodaalisten kuljetusten, joissa kaksi kuljetusmuotoa yhdistetään, avulla voidaan saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä, kun kuljetusmatka ylittää 200 kilometriä (Namchimlee ym. 2025.) Myös niin kansallisella kuin kansainväliselläkin sääntelyllä on vaikutusta kuljetuskustannuksiin esimerkiksi EU:n päästökaupan ja biopolttoaineiden sekoitevelvoitteen osalta (Solakivi ym. 2023). Suomen tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalius jo vuonna 2035, kun taas EU:n tavoitetasona on vuosi 2050, mikä heikentää suomalaisten toimijoiden kilpailukykyä kuljetuskustannusten osalta suhteessa moniin eurooppalaisiin kilpailijoihin (Euroopan ilmastolaki 2021; Ilmastolaki 423/2022; Solakivi ym. 2023).



Kuvio 2. Logistiikkakustannukset liikevaihdolla painotettuna (Solakivi ym. 2023)

Kuviossa esitetään teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannukset yritysten ja toimialojen liikevaihdolla painotettuna vuosina 2005–2022.

3.2.2 Varastointikustannukset

Varastointikustannukset voidaan määritellä kaikiksi kustannuksiksi, jotka syntyvät tavaroiden säilyttämisestä varastossa tietyn ajan kuluessa (Rantasila 2013; Pando ym. 2024). Ne voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin kustannuksiin (Solakivi ym. 2023). Tyypillisesti kustannuksia määritellessä voidaan myös erottaa fyysisen varastoinnin (engl. warehousing) ja varaston ylläpidon (engl. inventory carrying) kustannukset toisistaan, vaikka käsitteet ovat lähellä toisiaan ja niitä käytetään tutkimuskirjallisuudessa epäyhtenäisesti (Rantasila 2013). Fyysiset varastointikustannukset koostuvat käsittelyyn liittyvistä kustannuksista, kuten henkilöstökustannuksista, varastotilan vuokrista, pakkaamisesta, varaston sijoittamiseen liittyvistä kustannuksista sekä ohjelmistolisensseistä ja IT-laitteiden kuluista (Rantasila 2013; Ritvanen ym. 2011). Vuonna 2022 fyysiset varastointikustannukset muodostivat 2,3 % yritysten liikevaihdosta, mikä on samaa tasoa kuin myös edeltävinä viitenä vuotena (Solakivi ym. 2023).

Varaston ylläpitokustannukset muodostuvat neljästä osa-alueesta: pääomakustannuksista, palvelukustannuksista, tilakustannuksista ja riskikustannuksista (Rantasila 2013). Tässä jaottelussa fyysinen varastointi sisältyy ylläpitokustannuksiin tilakustannusten kautta. Pääomakustannukset

kuvaavat varastoon sitoutuneen pääoman vaihtoehtoiskustannusta, ja ovat kytköksissä rahoitusmarkkinoiden korkotasoon. Varastoon sitoutuneen pääoman suhteellinen kustannus oli vuonna 2022 noussut 5,3 prosenttiin, eli noin prosentilla edellisiin vertailuvuosiin nähden, minkä selittävänä tekijänä toimi ainakin euroalueen kiihtynyt inflaatio, joka on kohottanut esimerkiksi raaka-aineiden hintaa (Solakivi ym. 2023). Palvelukustannukset käsittävät esimerkiksi vakuutukset ja verot, tilakustannukset taasen varsinaisen varastoinnin, kuten varastotilan vuokrat ja varaston käsittelyn. Riskikustannuksilla tarkoitetaan muun muassa tuotteiden vanhenemisesta ja pilaantumisesta aiheutuvia hävikkikustannuksia (Rantasila 2013.)

Yksi varastointikustannuksiin vaikuttavista ajureista on varastotason korkeus. Mitä enemmän tuotteita on varastossa, sitä korkeampia kustannukset ovat. Varastointikustannukset voivat kasvaa kiihtyvästi, jos tuotteiden määrä suurenee tai aika varastossa pidentyy liikaa, milloin varastohallinnalta vaaditaan mukautumista kysynnän kasvuun (Pando ym. 2024.) Toisaalta Gonzales-León ym. (2023) huomauttavat, että liian matalat varastotasot voivat johtaa toimitusongelmiin ja menetetyyn myynnin kustannuksiin. Kysynnän mahdollisimman tarkka ennustaminen onkin äärimmäisen tärkeää.

Toinen merkittävä ajuri on tuotteen varastopaikan sijainti. Operatiivista tehokkuutta, tilankäyttöä ja varastohallintaa voidaan parantaa merkittävästi sijoittamalla eniten käsitellyt tuotteet helpoiten saavutettaviin paikkoihin. Tämä vähentää käsittelykustannuksia ja on hyödyllistä varsinkin pilaantuvien tuotteiden kannalta pienentäen hävikkiriskiä ja helpottaen sääntelyvaatimusten noudattamista, kun kysyntä on korkeaa ja epävakaata (Herrera ym. 2025.) Myös tuotteiden ominaisuudet ja erityisvaatimukset, kuten pilaantuvien elintarvikkeiden vaatima kylmävarastointi, voivat nostaa kustannuksia selvästi. Tähän suuri syy on, että ne tarvitsevat kehittyneempiä varastointitiloja ja kasvatavat siksi varaston ylläpitokustannuksia (Alfares & Ghaithan 2016.)

Korkotaso puolestaan vaikuttaa suoraan varastoon sidotun pääoman kustannuksiin. Yritykset voivat pyrkiä hillitsemään varastoon sidotun pääoman kustannuksia esimerkiksi vähentämällä varaston riittoa ja tarkemmalla käyttöpääoman hallinnalla (Solakivi ym. 2023). Kustannusten lisäksi myös verosuunnittelulla ja spekuloinnilla voi olla oma osuutensa varastointipäätöksissä. Yhdysvalloissa tyypillinen tapa vältellä suuria veroja on tulojen ja menojen ajoittaminen maksuperusteisen kirjanpidon turvin esimerkiksi kasvattamalla varastotasoja vuoden lopussa (Janzen ym. 2024.)

3.2.3 Logistiikan hallintokustannukset

Logistiikan hallintokustannuksille on olemassa useita toisistaan lievästi eroavia määritelmiä. Niihin on voitu tutkijasta riippuen sisällyttää monenlaisia toimintoja, kuten ennustaminen, asiakaspalvelu,

aikataulutus, työntekijöiden palkkaaminen tai reklamaatiot. Yksi tapa määritellä logistiikan hallintokustannukset on sisällyttää niihin toimitusketjun hallintaan liittyvät hallinnolliset kulut mukaan lukien ostojen ja asiakastilausten käsittely, viestintä kaikkien toimitusketjuyksiköiden kanssa sekä yleiskulut (Lorentz ym. 2015). Yleisesti niiden voisi kuvailla koostuvan kaikesta logistiikkaprosesseihin liittyvästä suunnittelusta, hallinnasta ja valvonnasta.

Suomessa logistiikan hallintokustannukset ovat pysytelleet noin yhden prosentin tuntumassa liikevaihtoon suhteutettuna. Vuonna 2022 niiden osuus liikevaihdosta oli tasan 1 %, mikä oli lievästi vähemmän kuin edellisessä tarkastelussa 2019, vaikka kaikkien logistiikkakustannusten osuus liikevaihdosta yhteensä oli samana aikana kasvanut hienoisesti (Solakivi ym. 2023). Tutkimuskirjallisuudessa melko yleinen tapa laskea logistiikan hallintokustannusten suuruus on muun muassa Delaney & Wilsonin (2003) käyttämä tekniikka laskea niiden olevan 4 % kaikista logistiikkakustannuksista.

3.2.4 Käsittely- ja pakkauskustannukset

Käsittely- ja pakkauskustannusten alakomponentteja ovat terminaalikäsitteily, materiaalinkäsittely, käytöstäpoistomaksu (engl. disposal charge), pakkausmateriaalien kustannukset ja varaston vuokra. Nämä kattavat muun muassa kuljetuksista perittävän maksun, lastinkäsittelyn kustannukset, kuten purkamisen, työntekijöiden palkat ja tilakustannukset (Rantasila 2013; Delfim ym. 2021)

Pakkauskustannusten ajureita sen sijaan ovat ensinnäkin pakkausten koko ja mitat, jotka vaikuttavat kuljetusvälineiden täyttöasteeseen. Tuotteiden mahdollisimman tiivis pakkaaminen vähentää varastointi- ja kuljetuskustannuksia tilan säästymisen vuoksi. Useiden tuotteiden mahduttaminen samaan pakkaukseen säästää myös pakkausmateriaaleja. Toinen ajuri on pakkausten paino. Kuljetusvälineissä voi olla painorajoituksia ja tähän liittyen esimerkiksi kevyiden muovilavojen käyttö voi sallia suuremman tuotemäärän lastauksen trukkeihin. Ajurina on myös käsittelyn monimutkaisuus. Manuaalinen työ on hintavaa verrattuna automatisoituihin prosesseihin, joten esimerkiksi käsin tehtävän purkamisen tai lajittelun vaatima ihmistyövoima nostavat kustannuksia. Lisäksi esimerkiksi tyhjien pakkausten paluukuljetukset toimittajille lisäävät kustannuksia (Ramachandriah ym. 2018.) Afif ym. (2022) puolestaan huomauttavat, että muun muassa pakkausten kestävyys liittyvä ympäristösääntely ja kuluttajien paine pakkausten kierrätettävyyteen voivat lisätä kustannuksia vaatimuksiin mukauduttaessa. Toisaalta parhaimmillaan kestävästä pakkaamisesta voi myös saada kilpailuetua ja se voi säästää jätekustannuksilta tai ympäristöystävällisyyteen liittyviltä sanktioilta.

4 Logistiikkakustannuksiin vaikuttavat tekijät lihantuotannon toimitusketjuissa

4.1 Kylmäketjun ja pilaantuvuuden vaikutus logistiikkakustannuksiin

Lihan logistiikan ominaisimpiin piirteisiin kuuluvat korkea pilaantumisriski ja tiukat lämpötilaolosuhteet. Nopea pilaantuvuus ja lyhyt säilyvyys pakottavat myös lyhyihin myyntiaikoihin. Kylmäketjun hallinta on välttämätöntä lihan laadun ja turvallisuuden varmistamiseksi, mutta toisaalta suoraan kytköksissä logistiikkakustannuksiin ja taloudelliseen kannattavuuteen (Nastasijevic ym. 2017.)

Lihan kemiallinen koostumus tekee siitä suotuisan kasvualustan mikrobeille ja nostaa riskiä hapetumiselle, mikä johtaa herkästi sen epämiellyttävään hajuun ja makuun. Kylmäketjun pettäminen johtaakin nopeasti lihan laadun ja myyntiajan tippumiseen sekä siksi edelleen ruokahävikkiin (Nastasijevic ym. 2017.) Lihan, erityisesti naudanlihan, korkea arvo tekee sen hävikistä erityisen kriittisen ongelman kustannusten kannalta. Lihan hävikkikustannukset ovat rahallisesti valtavat verrattuna muihin elintarvikkeisiin. Hävikin vähentäminen voi johtaa taloudellisten hyötyjen lisäksi myös muihin positiivisiin vaikutuksiin, kuten asiakastyytyväisyyteen, kansanterveyteen ja tasa-arvoon (Davoudi ym. 2024.)

Varastointikustannusten osalta pilaantuvuus vaikuttaa ennen kaikkea lämpötilan hallinnasta johtuviin energiakustannuksiin (Liu ym. 2021). Yksi energiakustannusten kannalta tärkeä vaihe on teurastetun lihan jäädyttäminen ennen kuljetusta. Lihan jäädyttämiseen on erilaisia tekniikoita, joista yleisimmät ovat ilmajäähdytys (engl. air chilling), upotusjäähdytys (engl. immersion chilling), suihkujäähdytys (engl. spray chilling) ja tyhjiöjäähdytys (engl. vacuum chilling) (Nastasijevic ym. 2017).

Ilmajäähdytyksen tehokkuus riippuu useista tekijöistä, kuten ilman lämpötilasta ja nopeudesta, ilman suhteellisesta kosteudesta, ruhojen rasvapeitteestä ja täyttöasteesta. Jäähdytysaikaa on mahdollista vähentää muun muassa lisäämällä ilman nopeutta, mutta se vaatii investointeja ja johtaa korkeampiin käyttökustannuksiin. Ilmankosteuden kontrollointi puolestaan on ilmajäähdytyksessä hankalaa, mutta tärkeää, sillä alhainen ilmankosteus voi johtaa painon tippumiseen (Nastasijevic ym. 2017.) Lihaa myydään lähes poikkeuksetta painon perusteella, joten laskenut paino merkitsee suoraan taloudellista menetystä.

Upotusjäähdytys on vanhin, edullisin ja vieläpä erittäin energiatehokas jäähdytysmenetelmä. Menetelmällä on myös mahdollista lisätä lihan painoa ja arvoa veden imeytymisen turvin. Sitä käytetään

erityisesti Yhdysvalloissa siipikarjan jäähdyttämiseen. Suihkujäähdytys puolestaan on vaihtoehtoinen menetelmä upotusjäähdytykselle, joka on yleistynyt juuri siipikarjan jäähdyttämisessä. Se estää siipikarjan ihon kuivumisen ja nopeuttaa jäähdytysprosessia. Tyhjiöjäähdytys yhdistettynä sen jälkeiseen tyhjiöpakkaukseen taasen pidentää lihan säilyvyyttä merkittävästi, mikä ehkäisee hävikki-kustannusten syntyä. Toisaalta tyhjiöjäähdytyksen käyttö johtaa lihan painon selvään tippumiseen ja laskee siten lihan arvoa (Nastasijevic ym. 2017). Yleisesti ottaen modernien ja energiatehokkaiden kylmälaitteiden käyttö auttaa vähentämään kuluja ja säilyttämään lihan laadun (Akram ym. 2023).

Jäähdytyslaitteiston lisäksi myös muun kylmäketjun infrastruktuurin, kuten kylmävarastojen, kylmäkuljetusajoneuvojen ja seuranta- sekä jäljitystyökalujen hallinta on keskeistä ja voi parhaimmillaan hyödyttää jokaista toimitusketjun osapuolta (Akram ym. 2023). Kylmävarastojen perustaminen vaatii kuitenkin merkittäviä alkuinvestointeja ja niiden ylläpitokustannukset voivat olla suuria (Rahbari ym. 2021). Kylmävarastojen määrän puute onkin yksi kylmäketjun suurimmista haasteista ja merkittävä syy ruokahävikkiin. Lisäksi puutteellisista kysyntäennusteista aiheutuvat ylisuuret varastototat lisäävät pilaantuvien tuotteiden hävikkiriskiä lämpötilaherkkyden ja lyhyen säilyvyyden rajoittaman varastointiajan vuoksi. Lämpötilaherkkyys ja pilaantuvuus nostavat myös infrastruktuurin laatuvaatimuksia. Myös ammattitaitoisella työvoimalla on tärkeä rooli kustannusten hallinnassa, sillä osaava henkilöstö voi estää lämpötilapoikkeamia ja seurantavirheitä (Akram ym. 2023.)

Kuljetuskustannusten osalta kylmäkuljetusten tiukat lämpötila- ja aikavaatimukset nostavat kustannuksia selvästi tavallisiin kuljetuksiin verrattuna (Li ym. 2019). Kylmäketjua vaativien tuoreiden maataloustuotteiden kuljetuskustannuksista noin 30 % muodostuu kylmäketjulongistiikan kustannuksista. Kylmäkuljetusajoneuvojen energiakustannukset taasen muodostavat jopa noin 40 % kaikista kylmäkuljetuskustannuksista. Lisäksi kylmäketjun kannalta huonot kuljetusolosuhteet, kuten vaikea maasto tai lämmin ilmasto, voivat lisätä kylmäketjulongistiikan kustannuksia entisestään (Kedigui 2025). Toisaalta kuljetusvaihe on kriittinen tuotteen laadun kannalta, sillä sen aikana syntyy myös noin 30 % kylmäketjun ruokahävikistä (Davoudi ym. 2024.)

Polttoaineen kulutus ja hinta ovat yksiä tyypillisimmistä kuljetuskustannusten ajureista. Kylmäketjusta puhuttaessa ajoneuvon nopeus vaikuttaa polttoaineen kulutuskustannuksiin samansuuntaisesti kuin tavallisessa autoilussa. Kuitenkin vähemmälle huomiolle on jäänyt, että kylmäkuljetuksissa optimaalinen ajonopeus on suurempi kuin polttoainekustannusten minimointiin johtava nopeus. Suurempi nopeus vähentää ymmärrettävästi kuljetusaikaa, mikä laskee tuotteiden jäähdytyskustannuksia ja laadun heikkenemisestä johtuvia vahinkokustannuksia tehokkaammin kuin nostaa

polttoainekuluja. Sääntö pätee siihen asti, että nopeus on noin 68–80 kilometriä tunnissa, jolloin kokonaiskustannusten taso on vakaimmillaan. (Li ym. 2019).

Jäähdytyskustannusten suuruus voidaan laskea lämmönjohtumisesta aiheutuvan polttoaineen kulutuksen pohjalta. Lämmönjohtumiseen vaikuttavat ajoneuvon sisä- ja ulkopuolen välinen lämpötilaero sekä lastauksen ja purkamisen aikana tapahtuva lämmönvaihto. Kuljetuksen vaatima polttoaineen tuottama energia on sitä korkeampi, mitä korkeampaa tuoreustasoa tuotteelta vaaditaan. Korkea energiankulutus johtaa suurempiin päästöihin ja kustannuksiin. Toisaalta liian matalat tuoreustasot voivat johtaa laadun selvään heikkenemiseen ja pilaantumiseen sekä laskea asiakastyytyvyyttä (Ding ym. 2025.) Reitityksen optimointi onkin tärkeää juuri siksi, koska liikenteen ja sään olosuhteet vaikuttavat tavoitellun tuoreustason saavuttamiseen (Davoudi ym. 2024.) Jos tuoreusvaatimukset eivät täyty, voidaan tuotteen hintaa joutua laskemaan tai pahimmillaan tuote päätyä suoraan hävikkiin (Popa ym. 2025).

Käytetty pakkausmenetelmä vaikuttaa osaltaan lihan säilyvyyteen ja laatuun. Pakkausten yleisiä hyötyjä ovat muun muassa toimiminen suojakerroksena lihalle, pienempi hävikki, laadun säilyminen ja minimaalinen toissijaisen kontaminaation riski (Davoudi ym. 2024). Esimerkiksi tyhjiöpakkaaminen ja suojakaasupakkaaminen pidentävät jäähdytetyn lihan hyllykää (Nastasijevic ym. 2017). Nykyisin kylmäketjولوجistiikassa uusien innovaatioiden, kuten aktiivisten ja älykkäiden pakkausratkaisuiden käyttö on noussut vallitsevaksi hävikin vähentämiseksi (Davoudi ym. 2024).

Aktiivinen pakkaus -teknologian käyttö auttaa varmistamaan mikrobiturvallisuuden ja samalla säilyttämään tuotteen laadun. Teknologiassa pakkaus voi imeä itseensä tai vapauttaa kemikaaleja, kuten säilöntäaineita, antioksidanteja ja makuaineita. Kolme keskeistä aktiivisen pakkauksen tyyppiä ovat antimikrobiset, happea sitovat ja hiilidioksidia vapauttavat pakkaukset (Nastasijevic ym. 2017.) Älykäs pakkaus auttaa vähentämään hävikkiä, sillä sen avulla voidaan pitää huolta lihan laadun tasosta ja parantaa päätöksentekoa. Radiotaajuinen etätunnistus (engl. radio frequency identification) -pohjaiset älykkäät pakkaukset voivat auttaa esimerkiksi tuotantoaikataulujen optimointiin ja varastonhallintaan. Älykkäistä pakkauksista on hyötyä myös jäljitettävyyden, ruokaturvallisuuden ja kustannustehokkuuden sarjoilla (Davoudi ym. 2024).

Kestävyyteen tähdätessä on huomioitava myös pakkausmateriaalit. Uudelleenkäytettävät pakkaukset ovat ympäristöystävällinen ratkaisu, mutta ne vaativat keräyksen, puhdistuksen ja kierrätyksen kaltaisia lisätoimia. Pakkausjäte muodostaa jo 15 % yhdyskuntajätteestä ja osuus on ollut kasvusuunnassa. Tämä lisääkin painetta siirtyä vihreisiin pakkausratkaisuihin siitä huolimatta, että ne voivat lisätä kustannuksia (Davoudi ym. 2024.)

4.2 Hygieniaan ja eläinten hyvinvointiin kohdistuvan sääntelyn kustannusvaikutukset

De Melo ym. (2025) toteavat logistiikan yleisen tehokkuuden ja kuljetusetäisyyksien minimointiin tähtäävän reittien valinnan keskeisiksi logistiikan kustannusajureiksi. Samalla Euroopan komission lakiehdotus (2023) esittää, että eläinten hyvinvointia on edelleen tarvetta parantaa entistä tiukemman sääntelyn turvin. Askelia tätä kohti olisivat muun muassa enimmäiskuljetusaikojen lyhentäminen, tiukemmat lämpötilavaatimukset, eläinten tilan lisääminen ja teknologiaan liittyvät vaatimukset. Lakiesityksen mennessä läpi yhä tiukentuva sääntely voisikin tarkoittaa kuljetuskustannusten nousua esimerkiksi kaluston määrään ja ominaisuuksiin kohdistuvien vaatimusten vuoksi. Myös eläintiheyden vaatimukset voisivat tarkoittaa useampia matkoja eläinten kuljettamiseen, kun eläimiä mahtuisi yhteen kuljetusvälineeseen vähemmän. Investoinnit vaativat rahaa ja aiempaa useammat matkat nostaisivat ainakin polttoainekustannusten määrää sekä kuljettajien palkkakustannuksia. Kuljetusten lyhentyvä enimmäiskesto voisi johtaa pakollisiin välipysähdyksiin, jotka merkitsisivät kiertoteiden käyttöä ja vaikeuttaisivat reittien suunnittelua. Lakiehdotuksessa mainitaan, että tiukentuvat vaatimukset nostaisivat tuotantokustannuksia noin 1,4 sentillä lihakiloa kohden. Vaikutukset kuluttajahintoihin olisivat 0,06–4,37 % tuotteesta riippuen ja laskennallinen lisäkustannus vuodessa henkilöä kohden olisi sentin tarkkuudella 2,81–14,09 euroa (Euroopan komissio 2023.)

Vaikka sääntelyn tuomiin vaatimuksiin mukautuminen nostaa kustannuksia, toisaalta eläinten hyvinvoinnin laiminlyöminen voi sekin aiheuttaa taloudellisia haittoja. Ennen teurastusta koettu stressi ja fyysinen rasitus kuluttavat eläinten glykogeenivarastoja, joiden ehtyminen heikentää lihan laatua (Chulayo & Muchenje 2015). Nautojen liha voi tällöin tummua ja kuivua, kun taas siipikarjan tai sikojen liha saattaa muuttua vaaleaksi, pehmeäksi ja vetiseksi. Tämä heikentää lihatuotteiden myyntiarvoa ja säilyvyyttä (Chulayo & Muchenje 2015; Losada-Espinosa ym. 2021.) Hygieniasta huolehtiminen sen sijaan ehkäisee mahdollisten eläintautien aiheuttamia lukuisia kustannuksia (Schroback ym. 2025). Kehittyvissä maissa on taasen havaittu, että puutteellinen sääntely ja heikko valvonta johtavat epähygieenisiin käytäntöihin ja edelleen vakaviin kansanterveydellisiin riskeihin, mikä vaikuttaa kysyntään ja kulutukseen (Nyokabi ym. 2023).

Viator ym. (2017) tutkimuksessa on koottu sääntelyn aiheuttamia kustannuksia lihateollisuuden yrityksille Yhdysvalloissa. Sen perusteella sääntelyn noudattaminen vaatii merkittäviä investointeja. Vaikka lainsäädännössä ja kustannustasossa on eroa maanosittain, tutkimus antaa hyvän kuvan investointien suuruudesta. Elintarvikesuunnitelmien, kuten esimerkiksi vaara-analyysien ja kriittisten hallintapisteiden (engl. hazard analysis and critical control points, HACCP), vakioitujen

puhtaanapito- ja hygieniaohjeiden (engl. sanitary standard operating procedures, SSOP) ja näytteenottosuunnitelmien kehittäminen voi maksaa 6000–87000 dollaria suunnitelman tyypistä ja kohteen koosta riippuen. Työntekijöiden elintarviketurvallisuuskoulutus voi puolestaan tavallisesti maksaa noin 120–2500 dollaria uutta työntekijää kohden. Kolmansien osapuolten suorittamat tarkastukset voivat taas maksaa noin 13000–24000 dollaria kerralta. Antimikrobisten laitteiden ja puhdistusjärjestelmien kustannukset ovat vielä eri luokassa. Esimerkiksi suurissa laitoksissa merkittävimpiä kustannuksia aiheuttavat ruhojen pikajäähdytys (engl. blast chill) ja suihkutusjärjestelmät (engl. shower cabinets), joita käytetään ruhojen puhdistamiseen ja mikrobitasojen vähentämiseen. Sianlihan pikajäähdytyksen arvioitu kustannus vuodessa on tutkimuksen mukaan noin 1,86 miljoonaa dollaria ja suihkukaapin kustannus 1,77 miljoonaa dollaria. Suurten laitosten arvioissa käytettiin 20 % virhemarginaalia, sillä on selvää, että käytännössä kustannukset voivat vaihdella merkittävästi myös laitoskokoluokan sisällä.

Eläinten hyvinvointia koskevalla sääntelyllä voi olla vaikutusta myös yritysten strategiaan päätöksiin, kuten siihen, päättääkö yritys tuottaa tavallisen tuotannon sijaan eettisesti tuotettuja elintarvikkeita (engl. humane products) tai luomutuotteita (engl. organic products). Luomutuotanto on kalleinta, sillä eläinten olojen parantaminen vaatii investointeja ja nostaa monia kustannuksia, kuten esimerkiksi ruokintakustannuksia. Tiukempi eläinten hyvinvointisääntely johtaa yleensä tuotteiden korkeampiin myyntihintoihin vähittäiskaupoissa. Toisaalta luomustandardien löysentäminen voi kannustaa luomutuotteiden tuotantoon ja laskea niiden hintoja. Sääntely voikin esimerkiksi ohjata yrityksiä tarjoamaan kalliimpia luomulihat tuotteita, joiden voittomarginaaleihin sääntelyn aiheuttamat kustannukset on helpompaa sisällyttää. Kuluttajien tietoisuus eläinten hyvinvoinnista ja eläinten elinolosuhteiden tason vaikutus ihmisten ostopäätöksiin voivat lisäksi osaltaan vaikuttaa yritysten tuotetarjontaan (Lin ym. 2023.)

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän tutkielman tavoitteena oli tarkastella logistiikkakustannusten muodostumista ja niihin vaikuttavia tekijöitä erityisesti lihantuotannon kontekstissa. Tutkimuksessa selvitettiin, mistä komponenteista logistiikkakustannukset koostuvat ja mitä kustannusrakenteeseen vaikuttavia erityispiirteitä lihantuotannon logistiikkaan liittyy.

Ensimmäinen tutkimuskysymys oli: ”Mistä tekijöistä logistiikkakustannukset muodostuvat lihantuotannon toimitusketjuissa?” Tutkimuskirjallisuuden perusteella logistiikkakustannuksille ei ole yleispätevää määritelmää ja niiden komponentteja on lukuisia (Rantasila 2013; Solakivi ym. 2023). Kuitenkin lihantuotannon logistiikkakustannusten merkittävimiksi komponenteiksi voidaan laskea kuljetus-, varastointi-, hallinto-, käsittely- ja pakkauskustannukset.

Vaikka tutkimuskirjallisuudessa ei ole yhtenäistä arviota yksittäisten komponenttien suhteellisesta osuudesta kaikista logistiikkakustannuksista, näistä selvästi suurimmiksi komponenteiksi on tunnistettu kuljetus- ja varastointikustannukset. Esimerkiksi Solakiven ym. (2023) mukaan logistiikkakustannusten prosentuaaliset osuudet liikevaihdosta teollisuuden ja kaupan aloilla ovat seuraavat: kuljetuskustannukset 4,4 %, varastointikustannukset 2,3 %, varastoon sitoutuneen pääoman kustannukset 5,3 % ja logistiikan hallintokustannukset tasan 1 %. Lisäksi muut logistiikkakustannukset muodostavat 0,8 % logistiikkakustannuksista. Tämän perusteella laskettuna kuljetuskustannusten osuus kaikista logistiikkakustannuksista olisi noin 32 % ja varastoinnin sekä varastoon sitoutuneen pääoman kustannus yhteensä noin 55 %.

Lihantuotannossa kuljetuskustannuksia muodostuu usein ainakin kolmessa vaiheessa: siirrettäessä eläviä eläimiä maataloilta teurastamoon, teurastetun lihan siirrosta pakkaamoon ja jakelusta vähittäiskauppoihin, ravintoloihin tai asiakkaille (Rahbari ym. 2021; Pilarczyk & Ulewicz 2026). Toimialalla kuljetuskustannusten osuus korostuu ensin elävien eläinten kuljettamiseen liittyvän sääntelyn ja sen jälkeen myöhempien kuljetusvaiheiden vaatiman kylmäketjun vuoksi, sillä lämpötilavaatimukset nostavat kuljetuskaluston laatuvaatimuksia ja energiakustannuksia huomattavasti (Li ym. 2019; Davoudi ym. 2024; Pilarczyk & Ulewicz 2026). Ajureita ovat energiankulutuksen ja sääntelyn lisäksi myös esimerkiksi reittien etäisyys ja olosuhteet, jotka vaikuttavat kylmäketjun hallintaan sekä työvoimakustannukset, jotka ovat kylmäketjulongistiikassa usein korkeita hallintaan liittyvien vaatimusten vuoksi (Kedigui 2025).

Toinen merkittävä logistiikkakustannusten lähde, varastointi, on myös lihantuotannossa erityisen keskeisessä roolissa, sillä kylmäketju nostaa energiakustannuksia kuljetusten lisäksi niin ikään

varastointivaiheessa. Lisäksi tässä tutkielmassa varastointikustannuksiin sisällytettyihin varaston ylläpitokustannuksiin kuuluvat muun muassa varastoon sitoutuneen pääoman vaihtoehtoiskustannukset, vakuutukset ja riskikustannukset, joista erityisesti hävikki on merkittävä haaste lihantuotannossa (Rantasila 2013; Davoudi ym. 2024).

Toinen tutkimuskysymys oli: ”Mitä erityispiirteitä lihantuotannon logistiikkaan liittyy ja miten ne vaikuttavat kustannusrakenteeseen?” Lihantuotannon logistiikan selkeänä erityispiirteenä on lihan pilaantuvuus ja kylmäketjun tarve. Lisäksi täysin poikkeuksellinen piirre on elävien ja kasvavien eläinten käsittely. Lihan laadun ja käyttöiän herkkä putoaminen vaativat tarkkaa ja jatkuvaa lämpötilan hallintaa, mikä puolestaan vaatii investointeja niin kylmävarastoihin, jäähdytysinfrastruktuuriin, kylmäkuljetusajoneuvoihin kuin seuranta- ja jäljitystyökaluihinkin. Energiakustannukset korostuvatkin merkittävästi. Pilaantuvuus nostaa hävikkiriskiä, mikä yhdistettynä lihan suhteellisen korkeaan hintaan tekee hävikkikustannuksista pahimmillaan valtavia (Davoudi ym. 2024). Kylmäketjun lisäksi hävikkiä voidaan estää esimerkiksi käyttämällä varastohallintaan FEFO-menetelmää eli myymällä tuotteet todellisen säilyvyysajan perusteella saapumisajan sijaan (Herron ym. 2022).

Kylmäketjun vaikutus kustannusrakenteeseen on selkeä. Se nostaa lihantuotannon logistiikkakustannuksia, joista varsinkin kuljetus- ja varastointikustannuksia, huomattavasti verrattuna moneen muuhun kylmäketjua tarvitsemattomaan toimialaan. Toisaalta toimiva kylmäketju voi vähentää hävikkiä valtavasti. Noin 30 % hävikistä tapahtuu kylmäketjun aikana (Davoudi ym. 2024), minkä estäminen tarkoittaisi lihantuotannon tapauksessa pelastusta erityisen tuntuvalta arvonmenetykseltä.

Toinen erityispiirre on elävien eläinten rooli toimitusketjun alkupäässä. Eläinten arvo nousee niiden kasvaessa ja painon samalla noustessa. Tilanne onkin käännteinen perinteisiin teollisiin tuotteisiin verrattuna, joiden arvo useimmiten laskee ajan myötä. Eläinten arvonnousu ei kuitenkaan tapahdu täysin itsestään, vaan niiden lihottaminen vaatii paljon resursseja muun muassa rehunkulutuksen osalta. Lisäksi eläinperäisten sivutuotteiden, kuten lannan, käsittely ja hyödyntäminen lisäävät toimitusketjun alkupään monimutkaisuutta.

Ala on myös tiukan sääntelyn kohteena niin eläinsuojelun kuin elintarviketurvallisuuden osalta. Esimerkiksi eläinkuljetusten enimmäiskesto ja eläintiheys sisältävät tarkkaa sääntelyä. Voimakas eläinten hyvinvoinnin sääntely toimitusketjun alkuvaiheessa nostaa väistämättä kustannuksia ja varsinkin kuljetuskustannusten osuutta. Matkojen määrä lisääntyy, eläimiä kuljetetaan pienempiä määriä kerrallaan ja samalla polttoaine- ja palkkakustannukset kasvavat. Lisäksi tarkat hyvinvointivaatimukset laskevat toimitusketjun tehokkuutta esimerkiksi teurastusta edeltävän logistiikan kohdalla. Tekeillä olevan Euroopan komission lakiehdotuksen myötä yhä tiukentuvat vaatimukset, kuten

eläinten suurempi tila kuljetuksissa, nostaisivat tuotantokustannuksia EU-tasolla edelleen. Toisaalta keskimäärin noin 1,4 sentin nousua tuotantokustannuksissa lihakiloa kohden voi pitää melko maltillisena määränä (Euroopan komissio 2023.)

Sääntelyn voidaan todeta olevan välttämätöntä siitä huolimatta, että se vaatii investointeja ja nostaa kustannuksia. Kylmäketjun hallinnan lisäksi myös eläinten hyvinvointiin liittyvät säädökset edesauttavat osaltaan lihan laadun säilymistä. Hygieniasääntely taas ennaltaehkäisee monenlaisia terveydellisiä riskejä, joiden vaikutukset voisivat olla rajuja myös taloudellisesti. Taulukkoon 1 on koottu lihantuotannon keskeisimmät kustannusajurit ja niiden aiheuttamat vaikutukset.

Taulukko 1. Lihantuotannon logistiikkakustannusten ajurit ja vaikutukset

Kustannusajuri	Mihin kustannuskomponentteihin pääasiassa vaikuttaa	Vaikutukset
Pilaantuvuus ja kylmäketjun ylläpito	Varastointi, kuljetus, pakkaus	Nostaa energiakustannuksia, vaatii kalliita investointeja, toimimaton kylmäketju lisää hävikkiriskiä
Eläinten hyvinvointisääntely	Kuljetus	Rajoittaa kuljetusten tehokkuutta, lisää kuljetusmatkojen ja -kertojen määrää, mikä nostaa polttoaine- ja palkkakustannuksia, vaikuttaa lihan laatuun
Hygieniavaatimukset	Kaikki tutkielmassa käsitellyt komponentit, mutta varsinkin kuljetus ja varastointi	Vaatii kalliita investointeja puhdistusjärjestelmiin, jäähdytykseen, henkilöstön koulutukseen ja tarkastuksiin sekä ennaltaehkäisee riskejä

Tutkielman johtopäätöksenä voidaan todeta, että lihantuotannon logistiikan hallinnassa monet tyyppilliset logistiset tavoitteet, kuten tehokkuus tai kustannusten minimointi, ovat usein ristiriidassa toimialan erityispiirteiden kanssa. Esimerkiksi eläinkuljetusten täyttöasteen maksimointi haittaa eläinten hyvinvointia eikä olisi varsinkaan tekeillä olevan Euroopan komission (2023) sääntelyn seurauksena edes mahdollista. Myöskään esimerkiksi polttoaineen kulutuksen minimointi nopeutta hidastamalla ei ole tavalliseen tapaan kannattavaa suurten jäähdytyskustannusten vuoksi (Li ym. 2019). Lihan pilaantuvuus ja eläinten olosuhteiden huomioiminen hankaloittavat toimitusketjun sujuvuutta ja aiheuttavat kustannuksia muun muassa katkeamattoman kylmäketjun ylläpidon sekä kuljetuskaluston vaatimusten ja kuljetusten aikarajojen seurauksena (Davoudi ym. 2024; Pilarczyk & Ulewicz 2026). Kustannusrakenteeseen vaikuttavat erityispiirteet, kuten tarve katkeamattomalle kylmäketjulle ja ankaran sääntelyn noudattamiselle, johtavat toimitusketjujen rakenteelliseen jäykkyyteen ja jättävät vain vähän pelivaraa logistiikkakustannusten hallintaan. Tämä voikin johtaa

perinteisempien kustannusajureiden, kuten energian ja polttoaineen hinnan vaihteluiden näkymiseen kuluttajahinnoissa niiden hintapiikeissä.

Pilaantuvuuden ja elävien eläinten tuomista rajoitteista ei kuitenkaan ole varaa joustaa, vaan kylmäketjun laiminlyönti johtaa hävikin myötä rahallisiin menetyksiin ja eläinten hyvinvoinnin laiminlyöminen on haitallista myös taloudellisessa mielessä heikentäen lihan laatua, mikä voi hävikin lisäksi vähentää kysyntää tai johtaa lihan hinnan laskuun (Chulayo & Muchenje 2015; Losada-Espinosa ym. 2021; Davoudi ym. 2024; Popa ym. 2025). Vaikka erityispiirteet kalliine investointeineen nostavat kustannuksia lihantuotannossa verrattuna moniin muihin elintarvikeketjuihin, ovat investoinnit toisaalta elintärkeitä lihan arvon säilyttämiseksi.

Tutkielma rajattiin sääntelyn osalta tarkastelemaan pääasiassa eläinten hyvinvointiin ja hygieniaan kohdistuvaa sääntelyä. Tarkastelun ulkopuolelle jäivät kuitenkin esimerkiksi ympäristöön ja jäljitettävyyteen liittyvä sääntely. Tutkielmaa voitaisiinkin jatkaa esimerkiksi ympäristöpolitiikan, kuten verotuksen tai kompensatiojärjestelmien vaikutuksista lihantuotannon logistiikan kuluihin. Myös Euroopan komission esittämän eläinkuljetusten vaatimuksia kiristävän lakiehdotuksen aiheuttamien logistiikkakustannusten mallintaminen tai vaikutusten analysointi suomalaisen lihantuotannon kilpailukyvyn kannalta voisivat olla ajankohtaisia tutkimuskohteita. Yleisesti ottaen suomenkielistä tutkimusta lihantuotannon toimitusketjujen logistiikkakustannuksista on todella niukasti. Koska tämä tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, sen tulokset pohjautuvat aiempaan kansainväliseen akateemiseen tutkimukseen. Seuraava askel voisikin myös olla esimerkiksi empiirinen tutkimus suomalaisten lihantuotantoon keskittyvien yritysten todellisesta kustannusrakenteesta ja sen eroista kansainvälisiin malleihin.

Lähteet

- Afif, K., Rebolledo, C., & Roy, J. (2022). Drivers, barriers and performance outcomes of sustainable packaging: a systematic literature review. *British Food Journal*, 124(3), 915-935.
<https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2021-0150>
- Ake, A. S., Ayo, J. O., & Aluwong, T. (2013). Effects of transportation and thermal stress on donkeys in the Northern Guinea Savannah zone of Nigeria: a review.
<https://doi.org/10.5897/JCAB2013.0370>
- Akram, H. W., Akhtar, S., Ahmad, A., Anwar, I., & Sulaiman, M. A. B. A. (2023). Developing a conceptual framework model for effective perishable food cold-supply-chain management based on structured literature review. *Sustainability*, 15(6), 4907.
<https://doi.org/10.3390/su15064907>
- Alfares, H. K., & Ghaithan, A. M. (2016). Inventory and pricing model with price-dependent demand, time-varying holding cost, and quantity discounts. *Computers & Industrial Engineering*, 94, 170-177.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.02.009>
- Cândido, A. R., Soares, K., Moura-Alves, M., Saraiva, C., & Esteves, A. (2025). Sustainable practices and microbial quality of cattle offal in slaughterhouses. *Veterinary Sciences*, 12(2), 153.
<https://doi.org/10.3390/vetsci12020153>
- Chulayo, A. Y., & Muchenje, V. (2015). A balanced perspective on animal welfare for improved meat and meat products. *South African Journal of Animal Science*, 45(5), 452-469.
<https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/128020>
- Davoudi S., Stasinopoulos P., Shiwakoti N. (2024) Two Decades of Advancements in Cold Supply Chain Logistics for Reducing Food Waste: A Review with Focus on the Meat Industry. *Sustainability*, 16(16), 6986
<https://doi.org/10.3390/su16166986>
- Delaney, R. V., & Wilson, R. (2003). 14th Annual State of Logistics Report: The Case for Reconfiguration. *Washington, D: Cass Information Systems and ProLogis*.
<https://research-ebSCO-com.ezproxy.utu.fi:2443/c/sk551e/viewer/html/5hdhdzaajv?route=details>
- Delfim, L. M., Silva, P. H. M. D., Silva, J. F., & Leite, M. S. A. (2021). Analysis of activities that generate logistical costs in an operation in Brazil to import a containerized cargo: a case study. *Production*, 31, e20200027.
<https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210027>

- De Melo, G.A., de Castro Junior, L.G., Peixoto, M.G.M., Barbosa, S.B., Serrano, A.L.M., Campos, C.C.F., Vanzela, M., Delai, A.P.D (2025) Probabilistic Analysis of Meat Distribution Logistics: Application of Monte Carlo Simulation. *Logistics*, 9(4), 166
<https://doi.org/10.3390/logistics9040166>
- Ding, Y., Zhang, L., Kuo, Y. H., & Zhang, L. (2025). Cold chain routing for product freshness and low carbon emissions: A target-oriented robust optimization approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 199, 104138.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104138>
- Djekic, I., Miloradovic, Z., Djekic, S., & Tomasevic, I. (2019). Household food waste in Serbia—Attitudes, quantities and global warming potential. *Journal of Cleaner Production*, 229, 44-52.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.400>
- Djekic, I., & Tomasevic, I. (2016). Environmental impacts of the meat chain—Current status and future perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 54, 94-102.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.06.001>
- Engblom, J., Solakivi, T., Töyli, J., Ojala, L. (2012) Multiple-method analysis of logistics costs. *International journal of production economics*, Vol.137 (1), p.29-35
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.007>
- Esturo, A., González, N., Greño, P., Martinez-Granado, M., & Saez de Buruaga, M. (2010). The cost of food safety due to animal by-product regulation in Spain: who pays for it?. WIT PRESS.
<https://dspace.aztidata.es/bitstream/24689/752/1/cost%20food.pdf>
- Euroopan komissio (2023). Proposal for a Regulation of the European parliament and of the Council on the protection of animals during transport and related operations, amending Council Regulation (EC) No 1255/97 and repealing Council Regulation (EC) No 1/2005 COM(2023) 770 final
https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-12/aw_in-transit_reg-proposal_2023-770_0.pdf
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2021/1119 (Euroopan ilmastolaki)
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119>
- FAO (2025) Meat Market Review: Emerging trends and outlook in 2025. Rome
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1014ce90-efe7-40ac-b4bb-408adbdf1111/content>
- Fathollahzadeh, K., Saeedi, M., Khalili-Fard, A., Rabbani, M., & Aghsami, A. (2024). Multi-objective optimization for a green forward-reverse meat supply chain network design under

uncertainty: Utilizing waste and by-products. *Computers & Industrial Engineering*, 197, 110578.

<https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110578>

Ferronato, G., Corrado, S., De Laurentiis, V., & Sala, S. (2021). The Italian meat production and consumption system assessed combining material flow analysis and life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 321, 128705.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128705>

Frisk, M., Jonsson, A., Sellman, S., Flisberg, P., Rönnqvist, M., & Wennergren, U. (2018). Route optimization as an instrument to improve animal welfare and economics in pre-slaughter logistics. *PloS one*, 13(3), e0193223.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193223>

Ge, H., Gómez, M., & Peters, C. (2022). Modeling and optimizing the beef supply chain in the Northeastern US. *Agricultural Economics*, 53(5), 702-718.

<https://doi.org/10.1111/agec.12708>

Gharaei, A., & Almehdawe, E. (2021). Optimal sustainable order quantities for growing items. *Journal of Cleaner Production*, 307, 127216.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127216>

Gonzales-León, L. M., Salcedo-Portocarrero, N. P., & Quiroz-Flores, J. C. (2023). Inventory management model for reducing stockout rate by applying lean warehousing and DDMRP tools in a SMEs in the commercial sector. In *Proceedings of the 13th International Workshop on Computer Science and Engineering (WCSE 2023)*, Singapur.

https://www.wcse.org/WCSE_2023/055.pdf

Herrera, F. J. O., Berrio, C. A. P., Herrera-Vidal, G., Adarme, W., Linfati, R., Gatica, G., & Coronado-Hernández, J. R. (2025). Allocation of Strategic Positions for Storage of Meat Products Requiring Cold Chain. *Foods*, 14(6), 1010.

<https://doi.org/10.3390/foods14061010>

Herron, C. B., Garner, L. J., Siddique, A., Huang, T. S., Campbell, J. C., Rao, S., & Morey, A. (2022). Building “First Expire, First Out” models to predict food losses at retail due to cold chain disruption in the last mile. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 1018807.

<https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1018807>

Ilmastolaki 423/2022 (2022). Suomen säädöskokoelma. Finlex

<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2022/423>

- Janzen, J. P., Paulson, N. D., & Tsay, J. H. (2024). Commodity storage and the cost of capital: Evidence from Illinois grain farms. *American Journal of Agricultural Economics*, *106*(2), 526-546.
<https://doi.org/10.1111/ajae.12436>
- Kedigui, V. J. N. (2025). Research on cold chain logistics transport strategies for fresh agricultural products based on FAHP. *Open Journal of Business and Management*, *13*(4), 2377-2392.
<https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=143175>
- Li, L. X., Yang, Y., & Qin, G. Y. (2019, December). Analyzing the impact of vehicle speed on distribution cost for cold chain logistics. In *2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 263-267). IEEE.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8978935>
- Lin, Z., Xiao, W., Lin, Y. T., & Mu, Y. (2023). The impact of animal welfare regulations on firms' product offerings: Humane or organic product?. *Naval Research Logistics (NRL)*, *70*(1), 89-104.
<https://doi.org/10.1002/nav.22082>Digital Object Identifier (DOI)
- Liu, Z., Guo, H., Zhao, Y., Hu, B., Shi, L., Lang, L., & Huang, B. (2021). Research on the optimized route of cold chain logistics transportation of fresh products in context of energy-saving and emission reduction. *Mathematical Biosciences and Engineering*, *18*(2), 1926-1940.
<https://www.aimspress.com/aimspress-data/mbe/2021/2/PDF/mbe-18-02-100.pdf>
- Lorentz, H., Töyli, J., Solakivi, T., & Ojala, L. (2015). The effect of low-cost country sourcing on supply chain administration cost. *International Journal of Logistics Research and Applications*, *18*(1), 1-15.
<https://doi.org/10.1080/13675567.2014.916256>
- Losada-Espinosa, N., Estévez-Moreno, L. X., Bautista-Fernández, M., Galindo, F., Salem, A. Z. M., & Miranda-De La Lama, G. C. (2021). Cattle welfare assessment at the slaughterhouse level: Integrated risk profiles based on the animal's origin, pre-slaughter logistics, and iceberg indicators. *Preventive Veterinary Medicine*, *197*, 105513.
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105513>
- Maaseudun tulevaisuus (13.2.2026): Mihin jauheliha katosi? <Mihin jauheliha katosi? - Maatalous - Maaseudun Tulevaisuus>, haettu 9.3.2026
- Nakrachata-Amon, T., Vorasayan, J., Pitiruek, K., Arunyanart, S., Niyamosoth, T., & Pathumnakul, S. (2024). Optimizing vertically integrated pork production supply chain: A Lagrangian heuristic approach. *Heliyon*, *10*(6).
[https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)02438-1](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)02438-1)

- Namchimplee, K., Inohae, T., & Saengsathien, A. (2025). Multimodal transport efficiency in agricultural supply chains: a case study of rail-road integration in Thailand's sugar logistics. *Acta Logistica (AL)*, 12(4).
<https://doi.org/10.22306/al.v12i4.696>
- Nastasijević, I., Lakićević, B., & Petrović, Z. (2017, September). Cold chain management in meat storage, distribution and retail: A review. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 85, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/85/1/012022/pdf>
- Naula, T., Ojala, L., Solakivi, T. (2006) Finland State of Logistics 2006. Ministry of Transport and Communications Finland.
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/server/api/core/bitstreams/32134fe1-31a9-4df2-be12-9c298aee68ae/content>
- Nyokabi, N. S., Phelan, L., Gemechu, G., Berg, S., Lindahl, J. F., Mihret, A., ... & Moore, H. L. (2023). From farm to table: exploring food handling and hygiene practices of meat and milk value chain actors in Ethiopia. *BMC Public Health*, 23(1), 899.
<https://link.springer.com/article/10.1186/s12889-023-15824-3>
- Pando, V., San-José, L. A., Sicilia, J., & Alcaide-López-de-Pablo, D. (2024). An inventory model with price-and stock-dependent demand and time-and stock quantity-dependent holding cost under profitability maximization. *Computers & Operations Research*, 164, 106520.
<https://doi.org/10.1016/j.cor.2023.106520>
- Pilarczyk, M., & Ulewicz, R. (2026). Road Transport of Live Animals in the EU: Challenges in Worker Safety and Animal Welfare. *Transportation Research Procedia*, 93, 31-36.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.11.006>
- Popa, I., Stănescu, S.-G., Duică, A., Molnar, E.I. and Duică, M.C. (2025). Cost Optimisation of Supply Chains in the Food Industry: Cost Function Modelling. *Amfiteatru Economic*, 27(69), pp. 293-312.
<https://doi.org/10.24818/EA/2025/69/293>
- Rahbari, M., Razavi Hajiagha, S. H., Amoozad Mahdiraji, H., Riahi Dorcheh, F., & Garza-Reyes, J. A. (2022). A novel location-inventory-routing problem in a two-stage red meat supply chain with logistic decisions: evidence from an emerging economy. *Kybernetes*, 51(4), 1498-1531.
<https://doi-org.ezproxy.utu.fi:2443/10.1108/K-01-2021-0012>
- Rahbari, M., Razavi Hajiagha, S. H., Raei Dehaghi, M., Moallem, M., & Riahi Dorcheh, F. (2021). Modeling and solving a five-echelon location–inventory–routing problem for red meat supply chain: Case study in Iran. *Kybernetes*, 50(1), 66-99.

<https://doi.org/10.1108/K-10-2019-0652>

Ramachandraiah, C., & Rezancevs, A. (2018). Case study at Scania: How packaging options affect supply chain operations and costs.

<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOid=8964418&fileOid=8964419>

Rantasila, K. (2013). Measuring logistics costs-Designing a generic model for assessing macro logistics costs in a global context with empirical evidence from the manufacturing and trading industries.

<https://www.utupub.fi/server/api/core/bitstreams/29ee73f0-c4a2-462b-ac6f-f78bd18ece3b/content>

Rebuma, T., Girma, W., Misgana, G., Tariku, F., & Pal, M. (2024). Welfare of livestock during transportation and market transactions: Implications for meat quality in Ethiopia. *International Journal of Food Science and Agriculture*, 8(2).

<http://dx.doi.org/10.26855/ijfsa.2024.06.001>

Revilla, B. P., & Salet, W. (2018). The social meaning and function of household food rituals in preventing food waste. *Journal of cleaner production*, 198, 320-332.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.038>

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Von Bell, A., & Santala, J. (2011). Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. *Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy*.

https://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2018/06/Logistiikan_ja_toimitusketjun_hallinnan_perusteet.pdf

Ruokavirasto. Jäljitettävyyys.

<https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikeyrityksen-perustaminen-ja-omavalvonta/omavalvonta-ja-jaljitettavyys/jaljitettavyys/>, haettu 9.4.2026

Schrobback, P., Aboah, J., Richards, K., van Barneveld, R., McFallan, S., & Langbridge, J. (2025). Description of the Australian pork supply chain and implications for national biosecurity management. *Australian Veterinary Journal*, 103(9), 524-532.

<https://doi.org/10.1111/avj.70011>

Singh, P. K., Agrawal, N., & Khare, A. K. (2026). Artificial Intelligence: An Advanced Tool to Improve Safety and Quality in the Meat Industry. *Journal of Food Process Engineering*, 49(2), e70383.

<https://onlinelibrary-wiley-com.ezproxy.utu.fi:2443/doi/epdf/10.1111/jfpe.70383>

Solakivi, T., Ojala, L., Laari, S., Töyli, J., Toivonen, N., & Metsäaho, V. (2023). Logistiikkaselvitys 2023. *Turun yliopisto. Turun kauppakorkeakoulu*.

https://blogit.utu.fi/logistiikkaselvitys/wp-content/uploads/sites/92/2023/12/Logistiikkaselvitys_2023_TuKKK_E-5_2023_FINAL.pdf

Töyli, J., Häkkinen, L., Ojala, L., Naula, T. (2008). Logistics and financial performance: an analysis of 424 Finnish small and medium-sized enterprises. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38 (1), 57–80.

<https://doi-org.ezproxy.utu.fi:2443/10.1108/09600030810857210>

Velarde, A., Fàbrega, E., Blanco-Penedo, I., & Dalmau, A. (2015). Animal welfare towards sustainability in pork meat production. *Meat science*, 109, 13-17.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.010>

Viator, C. L., Muth, M. K., Brophy, J. E., & Noyes, G. (2017). Costs of food safety investments in the meat and poultry slaughter industries. *Journal of Food Science*, 82(2), 260-269.

<https://doi.org/10.1111/1750-3841.13597>

Liitteet

Liite 1 Selvitys tekoälyn käytöstä

Tässä kandidaatintutkielmassa on käytetty apuna seuraavia tekoälytyökaluja: Gemini, Scopus AI, Consensus, NotebookLM ja DeepL.

1. työkalu: Google Gemini 3 Pro

Käyttövaiheet: Aiheen ja rakenteen suunnittelu, tutkimuskysymysten muotoilu, kokonaisuuden hahmottaminen, lähteiden etsiminen ja niiden tiivistäminen, kuvion 1 kuvatekstien generointi englannin kieleltä suomen kielelle

Kuvaus käytöstä ja käyttötarkoituksista: Suunnittelin aiheen valintaa Gemini-tekoälyn avulla, mutta lopullinen aiheeni ei ollut tekoälyn ehdottama. Tekoälyä on käytetty myös päätettäessä tutkimuskysymyksiä, mutta niidenkin lopullisen muotoilun tein itse. Toimivan rakenteen suunnittelussa ja yleiskuvan hankkimisessakin tekoälystä oli hyötyä. Lähteiden etsinnässä tekoälyä on hyödynnetty sekä sopivien hakusanojen ideointiin että suoraan pyytämällä etsimään relevantteja artikkeleita, joihin olen sen jälkeen tutustunut. Pyysin Geminiä myös tiivistämään joitain sen ja muiden tekoälypohjaisten lähteidenetsintäsovellusten ehdottamia lähteitä, jotta saatoin arvioida, voisiko niistä olla hyötyä työlleni ja kannattaisiko niihin tutustua tarkemmin. Lisäksi muokkasin kuvion 1 tekstit suomeksi Geminillä, jotta sain tekstien asettelun oikeanlaiseksi. Gemini muokkasi ainoastaan kuvassa olevia tekstejä. Olen maininnut, että kuva perustuu toisen tutkijan malliin. Esimerkkikehotteet: ”Millainen olisi hyvä rakenne? Millaiset luvut ja alaluvut otsikoida tutkielmaan?” ja ”tiivistä olennainen varastointikustannusten kannalta”.

Todentaminen: tekoälystä on ollut apua työn useassa eri vaiheessa, mutta olen suhtautunut sen vastauksiin tarvittavalla kriittisyydellä. Kirjoittaessani käytin alkuperäisiä lähteitä ja varmistin, ettei tekstini sepiä väittämiä tyhjistä. Mikäli tekoäly ehdotti korjauksia, palasin alkuperäisen lähteen tarkasteluun ja tein sen pohjalta tarvittaessa pieniä muutoksia tekstiini. Olen lukenut jokaisen käyttämäni lähteen ja ymmärrän, mitä olen kirjoittanut. Tekoäly on ollut nimenomaan apuväline. Kuvion muokkauksessa tarkistin huolellisesti generoidun sisällön ja pyysin muokkauksia niin, että haluttuun lopputulokseen pääsy onnistui.

2. Työkalu: Scopus AI

Käyttövaiheet: lähteiden löytäminen ja aiheen hahmottaminen

Kuvaus käytöstä ja käyttötarkoituksista: olen etsinyt vertaisarvioituja journaaliartikkeleita Scopus AI:lla ja käyttänyt sitä samalla tietyn spesifin aihealueen hahmottamiseen. Olen muo-
toillut kysymykset itse pyrkien ymmärryksen parantamiseen ja relevantin tutkimustiedon löytä-
miseen tietystä aiheesta. Esimerkkikehote, jolla pyysin etsimään lähteitä aiheesta: ”mitä vaiku-
tuksia sääntelyllä, hygienialla ja eläinten hyvinvoinnilla on lihantuotannon logistiikkaan”.

Todentaminen: Olen perehtynyt tekoälyn suositteluihin lähteisiin ja tehnyt päätöksen niiden
käytöstä itse.

3. Työkalu: Consensus

Käyttövaiheet: lähteiden löytäminen ja aiheen hahmottaminen

Kuvaus käytöstä ja käyttötarkoituksista: Lähteiden etsintään erikoistunutta Consensus-tekoälyä
olen käyttänyt pitkälti Scopus AI:n tapaan. Pyrin lisäksi erityisesti hyödyntämään sen filter-toi-
mintoa uusien ja korkean Jufo-luokituksen artikkeleiden löytämiseen. Esimerkkikehote: ”mitä
vaiheita lihantuotannon toimitusketjuihin kuuluu?” Lisäksi rajasin usein haut koskemaan esi-
merkiksi viimeisimpien viiden vuoden sisällä julkaistuja tutkimuksia ja muokkasin toisinaan
”Journal rank” ja ”Citations” -suodattimia.

Todentaminen: Olen perehtynyt tekoälyn suositteluihin lähteisiin ja tehnyt päätöksen niiden
käytöstä itse.

4. Työkalu: NotebookLM

Käyttövaiheet: tekstin sujuvoittaminen, kokonaisuuden hahmottaminen, lähteiden hallinta ja op-
timaalinen hyödyntäminen

Kuvaus käytöstä ja käyttötarkoituksista: käytin tätä sovellusta tiivistämään aihealueen olennai-
set piirteet ja etsimään lähteistä relevantteja kohtia tutkielman tietyn osa-alueen kannalta. Hyö-
dynsin sitä myös sujuvoittaakseni kieliasua. NotebookLM auttoi myös hahmottamaan nopeasti,
mitkä lähteet olivat keskenään samankaltaisia tai käsittelivät samoja aihepiirejä lievästi eri nä-
kökulmista.

Todentaminen: olen kiinnittänyt erityistä huomiota siihen, että apuvälineen antamat vastaukset
ovat linjassa aineistojen kanssa. Olen lukenut lähteet itse ja apuvälineen ehdotettua tutkielmani
kannalta hyödyllisiä kohtia lähteistä kiinnittänyt huomiota näiden kohtien kontekstiin ja

käännöksiin. Näin huolehdin, että kyseisistä kohdista olisi todellisuudessa arvoa tutkielmalleni ja tekstini olisi alkuperäisten lähteiden kanssa yhdenmukaista.

5. Työkalu: DeepL

Käyttövaiheet: Englanninkielisten sanojen, termien ja tekstiosuuksien kääntäminen suomeksi.

Kuvaus käytöstä ja käyttötarkoituksista: pyrin tukemaan tekstinymmärrystäni kohdissa, joissa käytettiin minulle vierasta sanastoa tai en ollut varma suomenkielisestä kirjoitusasusta. Välillä kopioin suoraan englanninkielisistä tutkimuksista lyhyitä osuuksia kääntäjään ja kehoitin kääntämään ne suomeksi, mikä tuki oikeaoppista kirjoittamista tutkielmassani.

Todentaminen: Pyrin tarkistamaan DeepL:n käännökset huolellisesti ja kiinnitin huomiota alkuperäisen sisällön säilymiseen. Tein päätökset käännösten hyödyntämisestä tekstissäni aina itse, enkä koskaan kopioinut tekstiosuuksien suomennoksia tutkielmaani sellaisinaan.

Kirjoittajan oma vakuutus tutkielman sisällöstä: ”Otan täyden vastuun tutkielmani sisällöstä ja oikeellisuudesta. Kaikki teksti on omin käsin kirjoittamaani ja olen valinnut sekä lukenut lähteet itsenäisesti, vaikka tekoälystä on ollut apua esimerkiksi lähteiden etsimisessä ja olennaisen tiivistämisessä ennen omaa syvempää perehtymistäni niihin. Tutkielmassa esitetyt väitteet on aina tarkistettu alkuperäisistä lähteistä.”