



**TURUN  
YLIOPISTO**  
Kauppakorkeakoulu

# **Kiertotalouden ja toimitusketjun resilienssin yhteys elintarvikejärjestelmässä**

Toimitusketjujen johtamisen  
kandidaatintutkielma

Laatija:  
Laura Nummi

Ohjaaja:  
TKT Riikka Kaipia

28.4.2024

Turku

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

Kandidutkielma

**Oppiaine:** Toimitusketjujen johtaminen

**Tekijä:** Laura Nummi

**Otsikko:** Kiertotalouden ja toimitusketjun resilienssin yhteys elintarvikejärjestelmässä

**Ohjaaja:** TkT Riikka Kaipia

**Sivumäärä:** 31 sivua

**Päivämäärä:** 28.4.2024

Kiertotalous ja toimitusketjun resilienssi ovat viime vuosina saaneet runsaasti huomiota niin tieteessä, politiikassa kuin yritysmaailmassakin. Kiertotaloutta pidetään mahdollisena ratkaisuna erityisesti vähenevien luonnonvarojen riittoisuuden ja heikentyvän luonnontilan kannalta. Perinteisesti talouskasvulla ja negatiivisilla ympäristövaikutuksilla on ollut selvä korrelaatio. Kiertotaloudessa pyritään erottamaan nämä toisistaan ja tavoitellaan kestävämpiä järjestelmiä. Myös toimitusketjun resilienssin merkitys on noussut viime vuosina esille maailmanlaajuisesti vaikuttavien shokkien ja häiriöiden myötä. Muun muassa Ukrainan sota ja COVID-19-pandemia ovat näkyneet haasteina aina tuotteiden saatavuudesta yritystoiminnan kannattavuuteen saakka.

Elintarvikkeilla ja elintarvikejärjestelmällä on erityispiirteitä, jotka vaikuttavat kiertotalouden ja resilienssin käsittelyyn. Elintarvikkeiden luonne biologisena resurssina ja kertakäyttökulutustavarana rajaa kiertotalouden mahdollisuuksia. Toisaalta elintarvikejärjestelmä tuottaa mittavia negatiivisia vaikutuksia ympäristöön, joten muutokselle on tarvetta. Kiertotaloutta käsitellään elintarvikejärjestelmässä erityisesti jätteen vähentämisen sekä uudenlaisten ruokaratkaisujen löytämisen näkökulmasta. Resilienssille keskeinen näkökulma taas on ruokaturva, joka on elintarvikejärjestelmän kriittinen tulos. Elintarvikejärjestelmään kohdistuu yhä enemmän haavoittuvuuksia, ja järjestelmän resilienssiä voidaan tavoitella muun muassa tuotannon ja toimittajakannan monipuolistamisella, toimijoiden luottamuksella ja monipuolisella yhteistyöllä, lyhyillä toimitusketjuilla ja teknologisilla innovaatioilla.

Tutkielman perusteella kiertotalouden ja resilienssin välillä voidaan nähdä yhteys elintarvikejärjestelmässä. Kiertotaloudella ja resilienssillä voi olla toisiaan tukevia käytäntöjä, mutta toisaalta kiertotalouden implementointi voi lisätä elintarvikejärjestelmän haavoittuvuutta ja heikentää sen resilienssiä. Yhteiskehittämisellä voitaisiin välttyä näiltä riskeiltä ja löytää mahdollisia synergioita. Kiertotalouden ja resilienssin kehittämisen käytännöissä on myös yhteneväisyyksiä: uusiutuvan energian käyttö, yhteistyö, lyhyemmät toimitusketjut, innovaatiot ja uudenlaiset tuoteratkaisut.

**Avainsanat:** kiertotalous, toimitusketjun resilienssi, elintarvikejärjestelmä, elintarvikeketju

# SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>7</b>
1.1	Johdatus aiheeseen	7
1.2	Tutkielman tavoite ja rajaus	8
<b>2</b>	<b>Elintarvikeketju- ja järjestelmä</b>	<b>9</b>
2.1	Elintarvikeketju	9
2.2	Elintarvikejärjestelmä ja sen luonne	10
<b>3</b>	<b>Kiertotalous</b>	<b>13</b>
3.1	Kiertotalouskäytännöt	13
3.2	Kiertotalous elintarvikejärjestelmässä	15
3.2.1	Kiertotalouden ajurit elintarvikejärjestelmässä	15
3.2.2	Kiertotalouskäytännöt elintarvikejärjestelmässä	17
<b>4</b>	<b>Toimitusketjun resilienssi</b>	<b>19</b>
4.1	Toimitusketjun resilienssin komponentit ja vaiheet	19
4.2	Toimitusketjun resilienssi elintarvikejärjestelmässä	20
4.2.1	Ruokaturva ja elintarvikejärjestelmän haavoittuvuus	21
4.2.2	Keinoja elintarvikejärjestelmän resilienssin vahvistamiseen	22
<b>5</b>	<b>Kiertotalous ja toimitusketjun resilienssi yhteys</b>	<b>24</b>
5.1	Kiertotalouden ja toimitusketjun resilienssin yhteys elintarvikejärjestelmässä	24
5.1.1	Kiertotalouskäytäntöjen vaikutuksia elintarvikeketjun riippuvuuksiin ja resilienssiin	25
<b>6</b>	<b>Johtopäätökset ja yhteenveto</b>	<b>27</b>
	<b>Lähteet</b>	<b>29</b>

## KUVIOT

Kuvio 1 Elintarvikejärjestelmän toiminnot ja toimintaympäristö (mukaillen: Zurek ym. 2022, 514)	10
Kuvio 2 Kiertotalouden 9R-malli (mukaillen: Potting ym. 2017, 5)	14
Kuvio 3 Elintarvikehävikin reitit elintarvikeketjussa (mukaillen: Teigiserova ym. 2020, 9)	18
Kuvio 4 Resilienssin vaiheet elintarvikejärjestelmässä (mukaillen: Tendall ym. 2015, 19)	21



# 1 Johdanto

## 1.1 Johdatus aiheeseen

Elintarvikeketju on toimitusketju, jonka toiminnot voidaan jakaa alkutuotantoon, prosessointiin, kauppaan ja kulutukseen. Näihin toimintoihin sisältyy useita toimijoita ja prosesseja. Elintarvikeketjuun voidaan ajatella kuuluvan myös kaikki muut organisaatiot, jotka osallistuvat tuotteiden, palveluiden, rahoituksen ja tiedon virtauksiin alkutuotannosta lopulliselle asiakkaalle, ottaen huomioon myös lopullisen hävittämisen. Elintarvikejärjestelmäajattelu ottaa lisäksi huomioon koko toimintaympäristön, ajurit ja järjestelmän tulokset, ja näiden osa-alueiden ajatellaan olevan vuorovaikutuksessa keskenään. Elintarvikejärjestelmän keskeinen tavoite on huolehtia ruokaturvasta eli siitä, että kaikki ihmiset saavat tarvitsemansa ravinnon tilanteesta riippumatta. Samalla järjestelmästä syntyy ympäristöllisiä ja sosiaalisia vaikutuksia. (Mentzer ym. 2001, 4; Ingarm 2009, 11; Ericksen ym. 2010, 24–28.)

Kiertotalous on saanut paljon huomiota sekä tutkijoilta, poliittisilta toimijoilta että organisaatioilta. Kiertotalous on teollinen järjestelmä, joka pyrkii vastaamaan haasteisiin, joita perinteinen lineaarinen talousmalli on aiheuttanut niin ympäristölliselle, taloudelliselle kuin sosiaalisellekin kestävyydelle. Kiertotalous on luonteeltaan ennallistavaa, käyttää uusiutuvaa energiaa, minimoi myrkyllisten kemikaalien käytön ja pyrkii hävittämään jätteen huolellisella suunnittelulla (Ellen MacArthur Foundation 2013a, 22). Toimintaympäristön muutokset, kuten epävarmuus resurssien riittävydestä ja hinnoista, ajavat myös organisaatioita etsimään menetelmiä lineaarisen talousmallin muuttamiseen tai korvaamiseen. Koska elintarvikejärjestelmästä aiheutuu mittavia vaikutuksia ympäristöön, järjestelmään kohdistuu myös poliittista päätöksentekoa, joka ajaa uusien kestävämpien toimintatapojen kehittämiseen ja implementointiin. (Mehmood ym. 2021, 465; Lavelli 2021, 323.)

Toimitusketjun resilienssillä tarkoitetaan järjestelmän kykyä absorboida muutoksia ja häiriöitä säilyttäen toimintakykynsä palaten alkuperäiseen tai uuteen, parempaan tilaan häiriön jälkeen (Christopher – Peck 2004, 2; Zurek ym. 2022, 518; Vimal ym. 2023, 2). Tällä hetkellä keskeisiä riskejä ovat ympäristölliset ongelmat, ruokaturvan haasteet sekä kauppashokit, konfliktit ja poliittinen epävakaus. (Zurek ym. 2022, 515–517.)

Syömäkelpoisen ja laadukkaan ruoan saatavuus koko maailman väestölle on siis elintarvikejärjestelmän keskeisin tavoite. Maailman väestömäärän kasvu ja ruoan epätasainen jakautuminen ovat elintarvikejärjestelmälle haasteita, jotka on tunnustettu jo pitkään ja joiden vuoksi resilienssiäkin on elintarvikejärjestelmän kontekstissa tutkittu jo useita vuosia. Viime vuosina näiden haasteiden lisäksi elintarvikejärjestelmään on kohdistunut useita laajamittaisia ja äkillisiä shokkeja. COVID-19-pandemian ja sotien tuottamat laajat haasteet elintarvikejärjestelmän toiminnalle ovat herättäneet tutkijat, poliittiset toimijat sekä organisaatiot arvioimaan ja kehittämään elintarvikejärjestelmän resilienssiä.

## 1.2 Tutkielman tavoite ja rajaus

Kiertotalous ja resilienssi ovat siis aiheita, joita on tutkittu myös elintarvikejärjestelmän kontekstissa, vaikkakin melko niukasti. Tässä tutkielmassa tavoitteena on muodostaa kokonaiskuva kiertotaloudesta ja toimitusketjun resilienssistä elintarvikejärjestelmässä, sekä näiden yhteydestä toisiinsa.

Tutkielma toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Lähdeaineisto on kerätty pääasiassa Scopus ja Google Scholar -tietokannoista. Tutkielmassa keskeistä lähdekirjallisuutta ovat vertaisarvioidut tieteelliset artikkelit, joita on haettu tietokannoista hakusanojen ”food”, ”supply chain”, ”circular economy” ja ”resilience” variaatioilla ja yhdistelmillä. Ensi sijassa lähdeaineistoksi on valittu artikkelit, jotka yhdistävät tutkielman keskeisiä käsitteitä otsikko-, asiasana- tai abstraktitasolla. Tutkielmassa resilienssi käsitetään toimitusketjun kontekstissa, joka rajaa lähdekirjallisuudesta esimerkiksi ympäristöllisen resilienssin.

Tutkielman tavoitetta lähestytään tutkimuskysymyksellä:

- Onko kiertotaloudella ja resilienssillä yhteys elintarvikejärjestelmässä?

Päätutkimuskysymyksen lisäksi tutkielma hyödyntää kahta alatutkimuskysymystä.

Alatutkimuskysymyksillä muodostetaan kokonaiskuva päätutkimuskysymyksen keskeisistä käsitteistä, jotta myös käsitteiden yhteyttä voidaan tutkia kokonaisvaltaisemmin:

- Mitä on kiertotalous elintarvikejärjestelmässä?
- Mitä on toimitusketjun resilienssi elintarvikejärjestelmässä?



## 2 Elintarvikeketju- ja järjestelmä

### 2.1 Elintarvikeketju

Toimitusketju kuvaa toimijoiden verkostoa tuotannosta kulutukseen, ja toimijat luovat arvoa loppukäyttäjälle. Toimitusketjua voidaan käsitellä toimijoiden kautta usealla tasolla. Yksinkertaisimmillaan toimitusketjussa voidaan nähdä toimittaja, yritys ja asiakas. Laajemmin toimitusketjun toimintoihin lukeutuvat kaikki organisaatiot, jotka osallistuvat tuotteiden, palveluiden, rahoituksen ja tiedon virtauksiin alkupään toimittajalta lopulliselle asiakkaalle. Myös tuotteen kierrättäminen ja hävittäminen voidaan sisällyttää toimintoihin. Toimijoiden ja prosessien määrä ketjussa voi siis olla hyvin suuri. (Mentzer ym. 2001, 4; Harrison ym. 2019, 8–10.) Elintarvikeketju voidaan määritellä vastaavasti erilaisten toimintojen ketjuna tuotannosta kulutukseen.

Elintarvikeketjun ydintoimintoihin voidaan lukea ruoan tuotanto, prosessointi, pakkaaminen ja jakelu sekä kauppa ja kulutus. (Ingram 2009, 11; Ericksen ym. 2010, 24–28). Toiminnot ja niihin liittyvät toimijat ja prosessit voidaan kuvata seuraavalla tavalla (Ingram 2011, 420; Ericksen 2008, 238):

- **Tuotanto** tarkoittaa raaka-ainetuotantoa. Keskeisiä toimijoita ovat maanviljelijät, metsästäjät, kalastajat, maanomistajat, maatalouden työntekijät ja tuotantotarvikkeiden, kuten lannoitteiden ja taimien, toimittajat. Toiminnon prosesseja ovat muun muassa hankinta, eläinten kasvatus ja teurastaminen, sadon istutus ja hoito sekä sadonkorjuu.
- **Prosessointi ja pakkaaminen** sisältää kaikki prosessit, joita ruoan raaka-aineille (esimerkiksi vilja, kasvikset ja liha) tehdään ennen kuin ne siirtyvät kauppaan. Keskeisiä toimijoita ovat ne, jotka ostavat tuottajilta ja myyvät prosessoijille (tukkuliikkeet) sekä prosessointi- ja pakkauslaitokset.
- **Kauppa ja jakelu** sisältää kaikki prosessit, jotka liittyvät ruoan kuljetukseen ja myyntiin. Keskeisiä toimijoita ovat esimerkiksi kuljetukseen, varastointiin ja toimitukseen liittyvät toimijat, mainostajat ja kaupat.
- **Kulutus** sisältää ruoan valinnan, valmistuksen, syömisen ja hävittämisen. Keskeisiä toimijoita ovat paitsi asiakkaat, myös kulutukseen vaikuttavat toiminnot, kuten markkinoiden sääntelijät, mainonta ja asiakasryhmät.

Elintarvikeketjun ydintoimintoja voidaan siis jaotella erilaisiin kategorioihin, mutta pääosin näihin sisältyvät samat toiminnot. Ericksen (2008, 238) tosin esitti, että kulutus ei sisältyisi elintarvikeketjun toimintoihin. Ingram (2009, 11) taas esittää, että kulutuskin on osa elintarvikeketjua. Tämän tutkielman tavoitteen mukaisesti elintarvikeketjua käsitellään tutkielmassa kokonaisvaltaisessa merkityksessä, jolloin kulutuskin nähdään osana elintarvikeketjua. Kuviossa 1 elintarvikeketju kuvataan nelivaiheisena toimitusketjuna, jonka toiminnot ovat alkutuotanto, prosessointi, kauppa ja kulutus. Tässä jaottelussa elintarvikeketjun käsitteessä pakkaamisen ja jakelun ajatellaan olevan erityisesti osa prosessointia ja varastoinnin ja hävittämisen liittyvän kuhunkin toimintoon.



Kuvio 1. Elintarvikejärjestelmän toiminnot ja toimintaympäristö (mukaillen: Zurek ym. 2022, 514)

## 2.2 Elintarvikejärjestelmä ja sen luonne

Elintarvikejärjestelmä voidaan yksinkertaisimmillaan nähdä koostuvan samoista toiminnoista kuin elintarvikeketjokin koostuu (ruoan tuotanto, prosessointi ja pakkaaminen, kuljetus ja kauppa sekä kulutus). Nämä toiminnot toimivat kuitenkin vahvassa vuorovaikutuksessa ympäristöllisen, sosiaalisen, poliittisen ja taloudellisen

toimintaympäristön kanssa, joten kokonaisvaltaisempi ajattelu elintarvikejärjestelmän osista ja ympäristöstä on tarpeellinen. (Ericksen 2008, 235.)

Kuten Kuviossa 1 esitetään, elintarvikeketjun voidaan ajatella olevan elintarvikejärjestelmän ydintoiminto ja varastoinnin ja hävittämisen olevan toimintoja, jotka esiintyvät kussakin elintarvikeketjun ydintoiminnossa. Elintarvikejärjestelmään kuuluvat myös tukitoiminnot (muun muassa logistiikka, rahoitus, viestintä, tutkimus, teknologia) sekä toimintaympäristö (muun muassa lait ja sääntely, standardit, normit) (Zurek ym. 2022, 514).

Laajemmin toimintaympäristöstä elintarvikejärjestelmään kohdistuu ajureita, jotka vaikuttavat ydintoimintoihin, ja ydintoiminnot taas luovat laajoja taloudellisia, sosiaalisia ja ympäristöllisiä vaikutuksia. Elintarvikejärjestelmään vaikuttaviin ajureihin lukeutuvat seuraavien tekijöiden tila ja muutokset: väestötiedot, kulutus, tiede ja teknologia, markkinat, ilmasto ja ympäristö, politiikka ja geopoliittiset tekijät sekä taloudellinen konteksti. Elintarvikejärjestelmän tuloksiin taas lukeutuvat ruokaturva, taloudellinen ja sosiaalinen hyvinvointi (esimerkiksi työllisyys, terveys, alueellinen kehittyminen) sekä ympäristöllinen kestävyys (esimerkiksi eläinten hyvinvointi, päästöt). (Zurek ym. 2022, 514; Ingram 2009, 10; Ingram 2011, 420–422.)

Elintarvikejärjestelmän ajurit, toiminnot ja tulokset ovat siis jatkuvassa vuorovaikutuksessa keskenään: ajurit vaikuttavat toimintoihin ja tuloksiin, toiminnot tuloksiin ja ajureihin ja tulokset taas ajureihin (Ericksen 2008, 238–239). Toimijat eivät muuta toimintaansa ilman muutosta ajureissa. Muutos ajurissa tai ajureissa saa toimijan tavoittelemaan mahdollisuuksia tai välttämään riskejä. Elintarvikejärjestelmän monimutkaisuus aiheuttaakin haasteita muutosten suunnittelussa. Eri toimijoilla on omia tavoitteitaan ja toimijoiden toimet vaikuttavat olennaisesti järjestelmän muihin osiin. Tällöin yhteisen tavoitteen sekä uusien toimintatapojen määrittäminen on haastavaa. Erityisen merkittävää elintarvikejärjestelmässä on sen laajamittaiset sosiaaliset, taloudelliset ja ympäristölliset vaikutukset, joiden välillä voi olla päätöksenteossa haastavaa tasapainotella. (Zurek ym. 2022, 513–514.)

Elintarvikeketjun ja -järjestelmän määrittelyissä, kuten toimintojen määrittämisessä ja jaottelussa sekä laajuudessa, on siis eroja. Elintarvikeketjun ja -järjestelmän ja järjestelmän voidaan ajatella sisältävän samat ydintoiminnot, mutta järjestelmäajattelu ottaa kokonaisvaltaisesti huomioon toimintaympäristön ja ajurien vaikutuksen sekä

elintarvikejärjestelmän luomat tulokset, kun taas elintarvikeketju määritetään toimintojen ja prosessien kautta. Kokonaisvaltainen järjestelmäajattelu on tarpeellista erityisesti nykytilanteen ja muutosten arvioimisessa sekä muutosten toteuttamisessa. Näin voidaan kartoittaa muutostarpeita ja paremmin varmistaa, että ratkaisut ovat järjestelmän tulosten kannalta kestäviä.

### 3 Kiertotalous

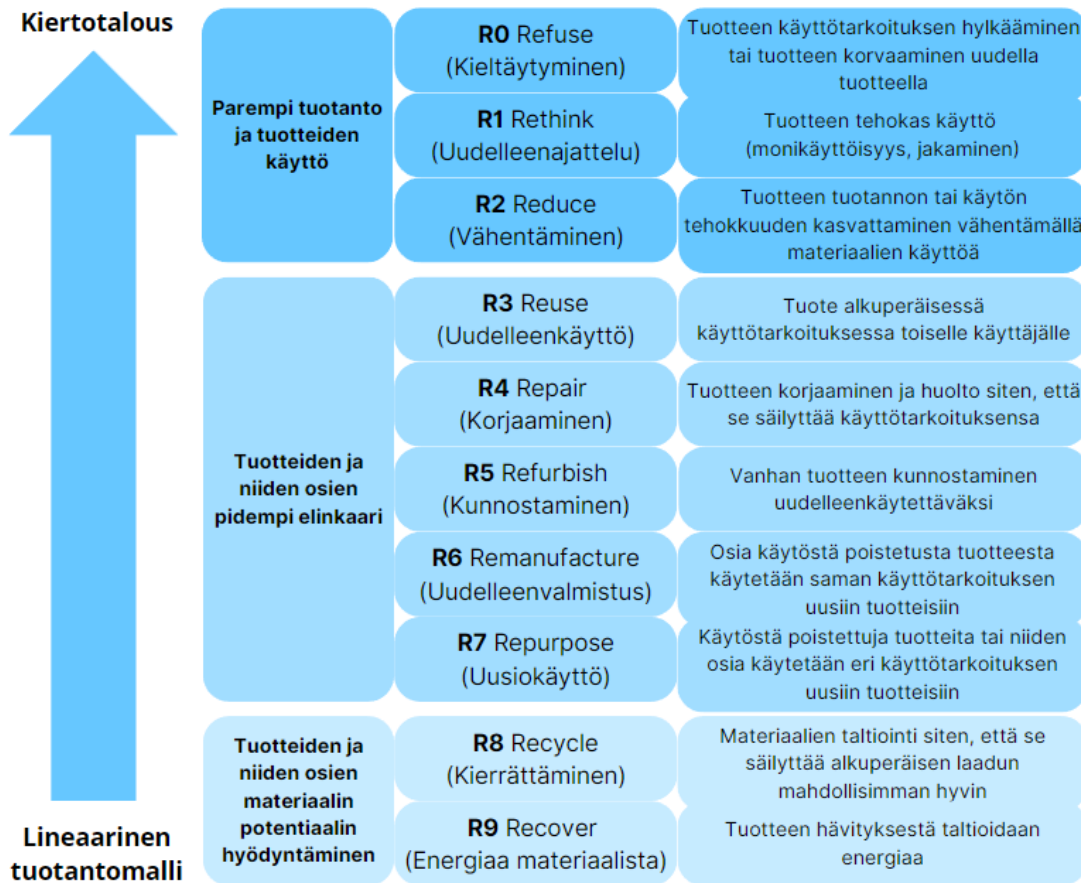
Kiertotalouden suosio on jatkanut tasaista kasvua, mikä näkyy niin tieteessä, yritysmaailmassa kuin poliittisessa päätöksenteossakin. Kiertotaloudelle löytyy useita määritelmiä ja ne ovat melko hajanainen joukko. Määritelmiä löytyy esimerkiksi eri tieteenalojen, tavoitteiden tai toimintaympäristön näkökulmasta ja ne voivat olla enemmän käytäntöön tai tutkimukseen perustuvia. Kirchherr ym. (2023, 9) havaitsivat tutkimuksessaan, että kiertotalouden käsite on saanut vahvemman rungon, mutta samanaikaisesti on ilmestynyt paljon uusia näkökulmia, jotka lisäävät konseptin kompleksisuutta.

Kiertotalous on teollinen järjestelmä, joka on tarkoituksellisesti ja suunnitellusti palauttava tai uudistava. Perinteisessä lineaarisessa mallissa resursseja otetaan käyttöön ja niillä valmistetaan tuote, joka menee käytön jälkeen hävitykseen. Linearisessa mallissa tuotteiden elinkaari jättää siis hyödyntämättä materiaalin potentiaalia. Paine muuttaa lineaarista talousmallia on kasvanut maailmantilanteen epävakauden ja luonnonvarojen vähenemisen myötä. Nämä ovat haasteita, joihin kiertotaloudella pyritään vastaamaan. (Ellen MacArthur Foundation 2013a, 6–7.) Ellen MacArthur Foundation (2013a, 22) määrittelee kiertotalouden seuraavien tekijöiden kautta: luonteeltaan ennallistavaa, käyttää uusiutuvaa energiaa, minimoi myrkyllisten kemikaalien käytön ja pyrkii hävittämään jätteen huolellisella suunnittelulla. Ellen MacArthur -säätiön esittämä määritelmä toistuu tai siihen viitataan usein kiertotalouden kirjallisuudessa ja eri määritelmissä.

#### 3.1 Kiertotalouskäytännöt

Kiertotalouden käytäntöjä käsitellään useissa julkaisuissa R-strategioiden kautta ja useimmat kiertotalouskäytännöt sopivatkin tiettyyn R-strategiaan. Kuviossa 2 esitetään tyypillisesti kirjallisuudessa tunnistetut kymmenen R-strategiaa: kieltäytyminen (R0), uudelleenajattelu (R1), vähentäminen (R2), uudelleenkäyttö (R3), korjaaminen (R4), kunnostaminen (R5), uudelleenvalmistus (R6), uusiokäyttö (R7), kierrättäminen (R8) ja energiaa materiaalista (R9). Taulukossa esitettävät R-strategiat muodostavat kiertotalouden 9R-mallin (Potting ym. 2017, 4–5). Kuten Kirchherr ym. (2023, 4–5) tutkimuksessaan havaitsivat, kiertotalouden määrittelyssä esiintyy usein 3R-malli sekä nykyään yhä useammin 4R-malli. 3R-malliin kuuluvat vähentäminen, uudelleenkäyttö

ja kierrättäminen (R2, R3, R8). 4R-malliin kuuluu näiden lisäksi energian taltioiminen materiaalista (R9). Tutkimuksessa havaittiin myös, että strategioista yksittäin mainittuna energian taltioiminen oli lisääntynyt, jääden kuitenkin huomattavasti vähemmälle määrälle vähentämiseen, uudelleenkäyttöön ja kierrättämiseen nähden.



Kuvio 2. Kiertotalouden 9R-malli (mukaillen: Potting ym. 2017, 5)

R-strategiat voidaan asettaa järjestykseen sen mukaan, kuinka keskeinen strategia on kiertotaloudelle, jota havainnollisestaan Kuviossa 1. Kuviossa 1 strategiat on jaettu kolmeen ryhmään: Parempi tuotanto ja tuotteiden käyttö (R0, R1, R2), Tuotteiden ja niiden osien pidempi elinkaari (R3, R4, R5, R6, R7) ja Tuotteiden ja niiden osien materiaalien potentiaalin hyödyntäminen (R8, R9). Näistä siis Parempi tuotanto ja tuotteiden käyttö on toivottavin ryhmä kiertotaloudelle. (Potting ym. 2017, 4–5.)

Mitä parempia strategiat ovat kiertotaloudelle, sitä enemmän niissä tarvitaan tuotesuunnittelun ja ansaintamallin innovaatioita sekä yhteiskunnallisia muutoksia, joiden mahdollistamiseen tarvitaan teknologista kehitystä. Paremman tuotannon ja tuotteiden käytön strategiat (R0, R1, R2) ovat siis strategioita, jotka edellyttävät tällaisia innovaatioita ja muutoksia. Nämä strategiat ovat kiertotaloudessa erityisesti tavoiteltuja,

koska niillä on potentiaalia suurempiin hyötyihin. Tuotteiden ja niiden osien materiaalien potentiaalin hyödyntäminen taas vaatii ydinteknologisia innovaatioita. Nämä strategiat ovat kiertotaloudessa vältettävämpiä vaihtoehtoja, koska esimerkiksi strategiassa materiaalin hyödyntäminen energiaksi (R9) materiaali poistuu kokonaan käytöstä. (Potting ym. 2017, 4–5.) Kiertotaloudessa materiaalit pyritään siis pitämään mahdollisimman pitkään käytössä jo tuotannon ja tuotteen suunnittelusta alkaen.

Kiertotalouskäytäntöjen implementoinnille keskeisiä mahdollistajia ja ajureita ovat taloudellinen houkuttelevuus, sääntely, kuluttajakäyttäytyminen ja yrityskulttuuri, innovaatiot, uudet teknologiat ja tuotesuunnittelu. Näiden ulottuvuuksien perusteella on odotettavissa, että 4R-mallin osa-alueista kierrättäminen ja uusiokäyttö toteutuvat lähitulevaisuudessa. Vähentäminen ja uudelleenkäyttö taas toteutuvat epätodennäköisemmin lähitulevaisuudessa. Mahdollistajien ja ajurien moniulotteisen luonteen vuoksi kiertotalouskäytäntöjä implementoidessa strategia on suunniteltava kokonaisvaltaisesti ja toimitusketjun toimijoiden kannattaa kohdata esteet yhteisesti. (Gebhardt ym. 2022, 15–16.)

## **3.2 Kiertotalous elintarvikejärjestelmässä**

Ellen MacArthur Foundation (2013a, 24) jakaa kiertotalouden biologiseen ja tekniseen osaan. Näistä teknisen osan kiertotaloudelliset menetelmät vastaavat erityisesti kiertotalouden R-mallien ajattelua. Elintarvikkeiden, kuin myös monissa niiden tuotannossa tarvittavien tuotantopanostenkin, kohdalla taas on kyse biologisesta osasta. Biologista osaa täytyy kiertotaloudessa käsitellä osittain erilaisten strategioiden kautta. Biologisia resursseja voidaan Ellen MacArthur Foundationin (2013a, 25) mukaan kierrättää takaisin asiakkaalle käyttämällä elinkaaren lopussa olevat materiaalit eri arvoketjussa tai materiaalista voidaan käyttää potentiaali esimerkiksi hyödyntämällä se energiaksi. Toisaalta materiaali voidaan lopulta palauttaa kompostoituna maahan, josta sen voidaan ajatella palaavan kiertoon alkutuotannon kautta.

### **3.2.1 Kiertotalouden ajurit elintarvikejärjestelmässä**

Kirchherr ym. (2023, 7) tutkimuksessa havaittiin, että kiertotaloutta on tutkittu paljon myös viime vuosina, mutta kirjallisuudessa on havaittavissa kasvava määrä toimiala- ja maakohtaisia kapea-alaisia tutkimustapauksia. Tutkimuksessa todetaan, että tällainen hajanaisuus voi tulla laajemman kiertotalouden implementoinnin tielle. Vastaava ilmiö

on havaittavissa kiertotaloutta ja elintarvikejärjestelmää yhdistävässä kirjallisuudessa. Useat tieteelliset julkaisut käsittelevät kiertotaloutta tarkasta näkökulmasta: maakohtaisesti, toimijakohtaisesti tai yhtä ongelmaa tai käytäntöä tarkastellen. Kokonaiskuvaa on siis tutkittu rajallisesti.

Elintarvikejärjestelmä on merkittävä negatiivisten ympäristövaikutusten aiheuttaja. Elintarvikejärjestelmästä muodostuu paljon hävikkiä ja päästöjä sekä veden, energian ja muun uusiutuvan ja uusiutumattoman materiaalin hukkaa. (Gonçalves – Maximo 2023, 1405.) Elintarvikejärjestelmästä syntyy hävikkiä vuosittain noin kolmannes ihmisravinnoksi tuotetusta ruoasta. Hävikkiä syntyy alkutuotannosta, jalostuksesta, kuljetuksesta, kaupoista ja loppukäyttäjältä. (Ellen MacArthur Foundation 2013a, 15.) Elintarvikkeet ovat haastava tuoteryhmä jätteen osalta, sillä elintarvikkeet ovat herkkiä pilaantumaan, ja ruokaturvallisuuden vuoksi epäilyskin elintarvikkeen turvallisuudesta voi johtaa suuren ruokamäärän hävittämiseen. Jätteen vähentäminen on yksi kiertotalousmallin peruskäytännöistä.

Euroopan komissio loi vuonna 2015 ensimmäisen kiertotalouden toimintasuunnitelman, jossa osoitetaan tarve elintarvikejärjestelmän toimijoiden yhteistyölle sekä ulkoisten ajurien tuelle kiertotaloustavoitteiden saavuttamiseksi (Brassesco ym. 2021, 888). Euroopan komission ensimmäisessä EU:n kiertotaloutta koskevassa toimintasuunnitelmassa elintarvikkeiden osalta nostetaan muutostarpeen kohteeksi elintarvikejätteen määrä. Elintarvikejätettä syntyy kaikissa elintarvikeketjun vaiheissa, ja koska elintarvikejärjestelmä kuluttaa luonnonvaroja ja aiheuttaa ympäristövaikutuksia, elintarvikehävikki johtaa negatiivisiin talous- ja ympäristövaikutuksiin sekä sosiaalisiin vaikutuksiin. (Euroopan komissio 2015, 15–16.) Tämän vuoksi Euroopan komissio (2015, 15–16) ehdottaa toimia niin valtioilta, alueilta, kaupungeilta kuin yrityksiltä elintarvikeketjun hävikin vähentämiseksi. Tuoreimmassa Euroopan komission (2020, 12–13) kiertotalouden toimintasuunnitelmassa elintarvikkeiden osalta jätteen lisäksi nostetaan esille seuraavat aspektit: kertakäyttöiset pakkaukset ja astiat, veden uudelleenkäyttö ja vesitehokkuus sekä ravinteiden kestävämpi käyttö. Nämä kiertotalouden toimintasuunnitelmat osoittavat kasvavaa pyrkimystä kiertotalousmallin laajaan implementointiin myös poliittisessa päätöksenteossa, ja elintarvikejärjestelmän muutostarpeet on tuotu toimintasuunnitelmissa erikseen esiin.



Mehmood ym. (2021, 477) havaitsivat seuraavien ajurien olevan keskeisiä kiertotalouden implementoinnille elintarvikeketjussa: poliittinen päätöksenteko, ympäristön tila ja taloudelliset hyödyt. Keskeisiksi esteiksi implementoinnille taas esitetään kuluttajien ja tuottajien tietoisuuden tai kiinnostuksen puute, rahoituksen puute korkeiden alkuinvestointien vuoksi, jätehuollon ja teknologian saatavuus sekä riittämätön infrastruktuuri. Näissä ajureissa ja esteissä nousee esille elintarvikejärjestelmän kompleksisuus ja vuorovaikutteinen olemus: järjestelmän toimijat muuttavat toimintaansa vain riskin välttämiseksi tai edun tavoittelemiseksi.

### 3.2.2 Kiertotalouskäytännöt elintarvikejärjestelmässä

Elintarvikkeet ovat tuoteryhmänä kertakulutustavaraa. Elintarvikkeita tuotetaan suuria volyyymeja, ne ovat yksikköhinnalta edullisia, niitä ostetaan tasaisesti ja niillä on lyhyt elinkaari. Elintarvikkeet ovat myös lähes aina pakkauksessa. (Ellen MacArthur Foundation 2013b, 16.) Koska elintarvikkeet ovat kertakulutustavaraa, kiertotaloutta ei voida niiden kohdalla käsittää tuotteen elinkaaren pidentämisen tai uudelleenkäytön kautta. Elintarvikeketjussa kiertotaloudelle keskeistä ei siis ole niinkään lopputuotteen käyttö vaan elintarvikeketjun aiemmat vaiheet sekä elintarvikehukan ja -jätteen vähentäminen sekä uudelleenajattelu. Koska elintarvikkeet ovat lähes aina pakkauksessa, kiertotaloutta voidaan käsitellä myös pakkausten elinkaaren pidentämisen ja uusiokäytön näkökulmasta. Elintarvikkeiden pakkausten on kuitenkin pystyttävä takaamaan ruoan ominaisuuksien säilyminen ja säilyvyyden ylläpitäminen, joka voi rajoittaa mahdollisuuksia pakkausten muuttamiselle.

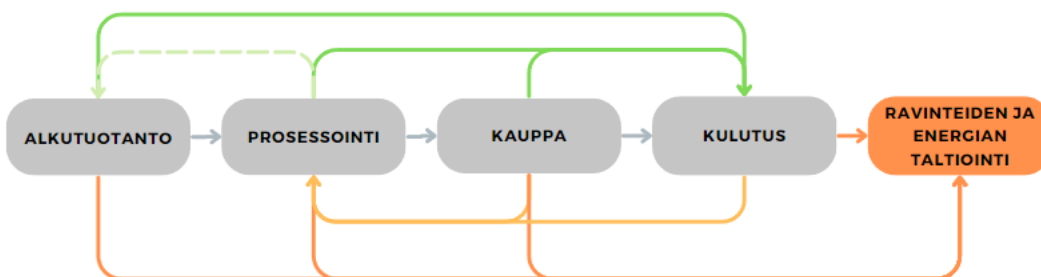
Elintarvikeketjun sivuvirtojen hyödyntäminen voisi paitsi vähentää jätteen määrää, myös luoda uusia ruokaratkaisuja (Lavelli 2021, 327). Sivuvirtojen hyödyntäminen palvelisi siis kiertotaloudellisesti kierrätystä ja uudelleenajattelua. Lavelli (2021, 327–330) havaitsee kuitenkin sivuvirtojen kohdalla haasteen esimerkiksi lisäenergian tarpeesta uudelleenprosessoinnissa. Hän esittää, että elintarvikeketjun toimijoiden olisi suunniteltava yhteisesti kannattava menettely, jotta sivuvirtojen hyödyntäminen voitaisiin toteuttaa todellisesti kiertotalouden mukaisesti. Hän painottakin elintarvikeketjussa kokonaisvaltaisen suunnittelun tarvetta onnistuneeseen kiertotalouden implementointiin.

Elintarvikehävikki voidaan jaotella ylimääräruokaan (syömäkelpoinen ruoka), ruokajätteeseen (ihmiselle syömäkelvoton ruoka) ja ruokamenetykseen (ruoka, joka jää

heikon johtamisen tai ajattelun vuoksi hyödyntämättä). Ylimääräruokaa tulee pyrkiä vähentämään tai jakamaan ihmisille. Jätettä taas tulee mahdollisuuksien mukaan käyttää eläinten ruokana. Jos tämä ei ole mahdollista, materiaali voidaan kierrättää (esim. hyödyntäminen muun tuotteen valmistukseen) tai ravinteet tai energia voidaan ottaa talteen (esim. kompostointi tai biopolttoaineet). Kiertotaloudellisesti ajatellen viimeinen vaihtoehto on hävittää jäte. (Teigiserova ym. 2020, 5–6.) Elintarvikehävikin kohdalla on siis pyrittävä kiertotalouden omaisesti ensin hyödyntämään elintarvikkeet mahdollisimman hyvin käyttötarkoituksessaan tai alkuperäisenä tuotteena.

Hävikkiä syntyy kaikissa elintarvikeketjun vaiheissa. Lineaarisen elintarvikeketjun vaiheisiin voidaan lisätä uusia reittejä (Kuvio 3), jotka edistäisivät kiertotaloutta. Kiertotaloudellisesti parhaita vaihtoehtoja ovat reitit, joissa syömäkelpoinen ruoka saadaan kustakin ketjun vaiheesta kulutukseen (Kuvion 3 vihreät nuolet), ja reitit, joissa hävikkiä siirretään prosessoinnista takaisin esimerkiksi eläinten ravinnoksi (Kuvion 3 vihreä nuoli katkoviivalla). Kiertotaloudellisia, mutta vähemmän toivottuja, reittejä ovat kaupasta ja kulutuksesta takaisin prosessointiin päätyvä hävikki, jota voidaan uudelleen hyödyntää (Kuvion 3 keltaiset nuolet). Vähiten toivottu kiertotaloudellinen vaihtoehto on, että kustakin elintarvikeketjun vaiheesta hävikki päätyy ravinteiden tai energian taltiointiin (Kuvion 3 oranssit nuolet). (Teigiserova ym. 2020, 1, 9.)

Kiertotalousstrategioissa energian taltiointi materiaaleista on viimeinen vaihtoehto, koska silloin tuote ja materiaali ovat elinkaarensa viimeisessä vaiheessa. Nämä reitit vastaavat kiertotalouden R-strategioita: vihreät uudelleenkäyttöä (R3), keltaiset kierrätystä (R8) ja oranssit energian ja ravinteiden taltiointia (R9).



Kuvio 3. Elintarvikehävikin reitit elintarvikeketjussa (mukaillen: Teigiserova ym. 2020, 9)

## 4 Toimitusketjun resilienssi

Resilienssiä on alun perin tutkittu sosiaalipsykologian alalla. Resilienssin käsite liittyy muun muassa ekologiseen ja sosiaaliseen haavoittuvuuteen, katastrofista palautumisen politiikkaan ja psykologiaan sekä riskienhallintaan. Resilienssiä on siis käytetty useassa yhteydessä ja se on määritelty useasta näkökulmasta. (Ponomarov – Holcomb 2009, 125.) Toimitusketjujen kontekstissa resilienssiä käsitellään riskienhallinnan näkökulmasta. Toimitusketjun resilienssi voidaan määritellä järjestelmän kyvyksi palautua alkuperäiseen tai uuteen, parempaan tilaan häiriön jälkeen (Christopher – Peck 2004, 2). Resilienssi siis kuvaa järjestelmän kykyä absorboida muutoksia ja häiriöitä säilyttäen toimintakykynsä järjestelmässä, eli järjestelmä kykenee mukautumaan ja näin jatkamaan toimintaansa ja saavuttamaan tavoitteensa muuttuneessakin ympäristössä. (Zurek ym. 2022, 518; Vimal ym. 2023, 2.)

### 4.1 Toimitusketjun resilienssin komponentit ja vaiheet

Resilienssiin löytyy erilaisia lähestymistapoja. Resilienssi voidaan jaotella vaiheisiin: valmius (readiness), reagointi (response) ja toipuminen (recovery) (Ponomarov – Holcomb 2009, 129). Toisaalta resilienssi voidaan jakaa sen komponenttien mukaan, joista keskeisiä ovat yhteistyö, ketteruus, läpinäkyvyys ja reagointikyky (Christopher – Peck 2004, 8–10; Ponomarov – Holcomb 2009, 133). Ponomarov & Holcomb (2009, 136) esittävät, että valmius koostuu seuraavista komponenteista: logistinen laatu ja tehokkuus, kustannusten minimointi, riskienhallintakyky, järjestelmien ja prosessien varasuunnitelmat ja toimitusketjun suhteiden luonti. Aikataulujen hallinta ja lykkääminen, joustavuus ja ketterä reagointi sekä riskien ja tiedon jakaminen taas esitetään reagoinnin osiksi. Toipumiseen he esittävät kiertoajan lyhentämisen, toimituskyvyn, asiakaspalvelun, varastojen tehokkuuden, tiedonhallinnan ja yhtenäiset järjestelmät ja prosessit. Toimitusketjun resilienssin vaiheisiin kuuluu siis useita komponentteja, joiden kautta resilienssiä kasvatetaan.

Brassesso ym. (2021, 888) määrittelevät resilienssin järjestelmän kykynä valmistautua häiriöihin, välttää häiriöitä ja kriisejä sekä palautua niistä. Tässä määritelmässä resilienssin vaiheet nousevat esille. Toisaalta Zurek ym. (2022, 520–521) jakavat vastaavasti resilienssin kasvattamiseen vahvistamiseen (robustness), palautumiseen (recovery) ja uudelleensuuntautumiseen (reorientation), jossa vahvistaminen viittaa

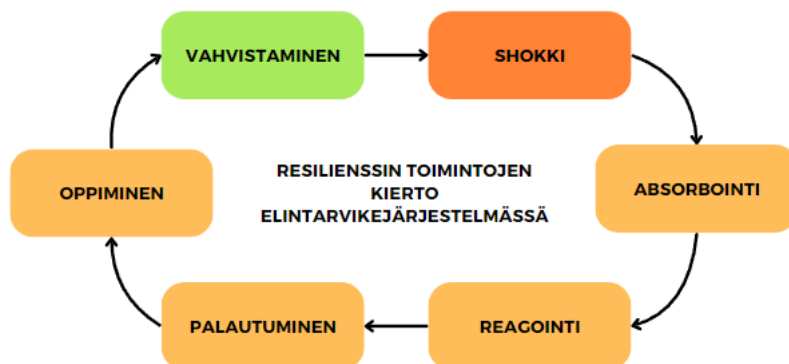
kykyä välttää häiriöitä, palautuminen kykyä palata samojen tulosten tuottamiseen ja uudelleensuuntautuminen kykyä hyväksyä vaihtoehtoisten tulosten tuottaminen.

## **4.2 Toimitusketjun resilienssi elintarvikejärjestelmässä**

Elintarvikeketjun kompleksisuus ja globaalisuus ovat kasvaneet. Pitkät ja tarkasti optimoidut kansainväliset toimitusketjut voivat kasvattaa ruokaturvan riskejä. (Ellen MacArthur Foundation 2013b, 7). Resilienssiä on tutkittu jo pitkään ja toimitusketjun resilienssin kirjallisuutta on ilmestynyt 2000-luvulla melko paljon. Toimitusketjun resilienssin kirjallisuuden määrässä on kuitenkin havaittavissa selvä nousu muutaman viime vuoden aikana. Toimitusketjuihin on kohdistunut laajoja, äkillisiä shokkeja, joista COVID-19-pandemia on keskeinen esimerkki. Useissa resilienssiä käsittelevissä tieteellisissä artikkeleissa COVID-19-pandemia nouseekin esiin jo otsikkotasolla. Shokkien aiheuttamat vaikeudet toimitusketjujen toiminnassa näkyvät myös kasvaneena määränä resilienssin kirjallisuutta viime vuosina. Sama trendi on nähtävissä myös resilienssin kirjallisuudessa elintarvikejärjestelmän kontekstissa.

Tendall ym. (2015, 19) määrittelevät elintarvikejärjestelmän resilienssiksi elintarvikejärjestelmän ja sen toimijoiden kyvyn tarjota ajan kuluessa riittävästi sopivaa ja saavutettavaa ruokaa kaikille myös ennalta arvaamattomien häiriöiden ilmetessä. Heidän määritelmänsä pyrkii esittämään resilienssin kokonaisvaltaisessa merkityksessä yksittäisestä toimijasta globaaliin elintarvikejärjestelmään, ja määritelmä tunnistaa ajan ulottuvuuden. He myös esittävät resilienssin edellyttävän osallistavaa elintarvikejärjestelmää.

Rimhanen ym. (2023a, 152) esittävät tutkimuksessaan elintarvikejärjestelmän resilienssin komponenteiksi järjestelmäajattelun tieteessä ja viestinnässä, tarpeettomien aspektien poistamisen toiminnoista ja järjestelmästä (redundanssi), tuotannon ja kumppanien monimuotoisuuden sekä riskien vähentämisen strategiat. Resilienssin vaiheita elintarvikejärjestelmässä voidaan kuvata vahvistamisena, shokkina, absorbointina, reagoitina, palautumisena ja oppimisena. Nämä vaiheet tapahtuvat jatkumona (Kuvio 4). Vaiheisiin sisältyvät resilienssille tyypilliset komponentit, kuten joustavuus ja ketteruus.



Kuvio 4. Resilienssin vaiheet elintarvikejärjestelmässä (mukaillen: Tendall ym. 2015, 19)

#### 4.2.1 Ruokaturva ja elintarvikejärjestelmän haavoittuvuus

Elintarvikejärjestelmän tuloksiin kuuluu ruokaturvan takaaminen, joten resilienssiin liittyy olennaisesti se, että elintarvikejärjestelmän on voitava varmistaa kelvollisen ruoan saatavuus kaikille myös häiriöiden aikana (Brassesco ym. 2021, 888). Ruokaturva koostuu useasta ulottuvuudesta: saavutettavuudesta (mieltymykset, kohtuullinen hinta), saatavuudesta (fyysisesti saatavilla) ja käytöstä (ravitsemuksellisuus ja turvallisuus). Ruoan on siis samaan aikaan oltava muun muassa kohtuu hintaista, fyysisesti saatavilla ja ravitsevaa sekä turvallista. (Irani – Sharif 2018, 4.) Ruokaturvaa on käsitelty elintarvikkeiden ja resilienssin kirjallisuudessa melko paljon ja erityisesti järjestelmääjattelun yhteydessä. Tendallin ym. (2015, 19) esittämän elintarvikejärjestelmän resilienssin määritelmän voidaan myös nähdä rakentuvan ruokaturvan ympärille.

Elintarvikejärjestelmään kohdistuu monia haavoittuvuuksia. Haavoittuvuuteen johtavat riskit voivat olla luonteeltaan äkillisiä shokkeja tai pidempiaikaisia rasitteita, jotka voivat suorasti tai epäsuorasti vaikuttaa järjestelmän toimintaan.

Elintarvikejärjestelmällä on merkittäviä sosiaalisia, ympäristöllisiä ja taloudellisia tuloksia, jotka syntyvät järjestelmän toimijoiden tuloksena. Koska ulkoiset ajurit ja toimintaympäristö vaikuttavat vahvasti toimijoihin, järjestelmän haavoittuvuudella voi olla mittavia vaikutuksia ruokaturvaan ja muihin järjestelmän tuloksiin. (Zurek ym. 2022, 513–517.)

Shokeilla tarkoitetaan äkillisiä tapahtumia, joita ei välttämättä voida ennustaa.

Äärimmäiset sääilmiöt, geopoliittiset tapahtumat, rahoitusmarkkinoiden romahdukset, lannoitteiden tai muiden tuotantopanosten äkilliset hinnanvaihtelut, epidemiat ja

konfliktit ovat elintarvikejärjestelmään kohdistuvia mahdollisia shokkeja, joita huonot poliittiset tai hallinnolliset päätökset voivat pahentaa. Rasisitteet taas ovat pidemmän ajan vaikutteita, jotka ovat myös helpommin havaittavissa. Elintarvikejärjestelmään kohdistuvia rasisitteita ovat muun muassa muutokset maankäytössä, kemikaalien käytössä ja ruokavalioissa, ilmastomuutos, väestörakenteen ja sääntelyn muutokset, hintakehitys, luonnon monimuotoisuuden väheneminen sekä globalisaation ja monimutkaisten toimitusketjujen tuoma kompleksisuus. Tällä hetkellä keskeisiä riskejä ovat ympäristölliset ongelmat, mukaan lukien luonnonvarojen väheneminen, ja ruokaturvan haasteet sekä kauppashokit, konfliktit ja poliittinen epävakaus. Riskit voivat vaikuttaa eri tavoin elintarvikejärjestelmien eri osiin, ja ne voivat vaikuttaa toisiinsa tai tapahtua ketjureaktiona. (Zurek ym. 2022, 515–517.) Kuten COVID-19-pandemian aikana ilmeni, taudit voivat johtaa esimerkiksi äkillisiin tuotantopanosten hinnanvaihteluihin. Hinnanvaihtelut taas aiheuttivat vahvempia vaikutuksia toisille ketjun toimijoille, kuten alkutuotannolle ja prosessoinnille.

Kokonaisuudessaan elintarvikejärjestelmän resilienssin varmistaminen ja kehittäminen vaatii laajoja muutoksia, johon liittyy myös paljon kompromisseja kaikille järjestelmän tahoille tuottajista kuluttajiin. Tämän vuoksi elintarvikejärjestelmässä on arvioitava tarkkaan, mitä tavoitellaan. (Brasseresco ym. 2021, 888.) Koska elintarvikejärjestelmän toimintojen muutokset vaativat muutosta ulkoisissa ajureissa, poliittisella päätöksenteolla on ratkaiseva merkitys järjestelmän muutoksessa myös resilienssin näkökulmasta. Sääntelyllä on kyettävä varmistamaan, että järjestelmän resilienssi toteutuu siten, että kompromissit ovat kohtuullisia kaikille elintarvikejärjestelmän toimijoille sekä kuluttajille.

#### 4.2.2 Keinoja elintarvikejärjestelmän resilienssin vahvistamiseen

Elintarvikejärjestelmän resilienssiä tulee kehittää elintarvikeketjun toimijoiden, järjestelmän osien muodostamien verkostojen sekä yhteiskunnan tasolla. (Rimhanen ym. 2023b, 172–174). Rimhanen ym. (2023b, 172–176, 181) havaitsivat tutkimuksessaan, että Suomessa keskeisiä tekijöitä elintarvikejärjestelmän resilienssin vahvistamiseksi ovat tuotannon monipuolistaminen, toimijoiden luottamus ja monipuolinen yhteistyö, riippumattomuus ulkoisista tuotantopanoksista, järjestelmän ymmärtäminen ja paikallisen sekä uusituvan energian käyttö. Tutkimuksen mukaan muita keskeisiä tekijöitä resilienssin parantamiseksi ovat ravintoaineiden

kierrättäminen, lyhyet ja paikalliset elintarvikeketjut, elintarvikkeiden prosessoinnin hajauttaminen, varmuusjärjestelmät tiedon ja sähkön siirtoon, alkutuotannon rakenteellinen kehittäminen lainsäädännöllä, kuluttajien asenteiden muuttuminen, toimijoiden ja yhteiskunnan tiedonvaihto ja yhteistyö. Elintarvikejärjestelmän vahva vuorovaikutteisuus näkyy siis myös resilienssissä: järjestelmän toiminnot ja näin tulokset eivät muutu itsenäisesti.

Kumar ym. (2022, 1213–1216) esittävät elintarvikeketjun resilienssin kehittämisen prioriteeteiksi seuraavat tekijät: ruoan jäljitettävyyden innovaatiot, paikallinen ja alueellinen ruoan käyttö (joustavampi toimitusketju), markkinatutkimus kuluttajakäyttäytymisestä (ennakoitavuuden parantaminen), varmuusvaraston ylläpitäminen (vähemmän epävarmuutta), usean toimittajan käyttö (mahdollistaa uudelleen asennoitumisen), toimittajahälytyksen hallinta (ajantasainen informaatio) sekä tuotannon ja jakelun erottelupisteet (usealla varastolla ja hallintajärjestelmällä vähennetään kysynnän ja logistiikkavirheiden riskejä). Näistä he nostavat ruoan jäljitettävyyden innovaatiot keskeiseksi, koska epävarmassa ympäristössä jäljitettävyys takaa luotettavuuden. Jäljitettävyyden sekä reaaliaikaisen riskienhallinnan ja päätöksenteon mahdollistamiseksi he esittävät edistyneiden teknologioiden, kuten tekoälyn, käytön.

Digitalisaatio luo merkittäviä mahdollisuuksia elintarvikejärjestelmän resilienssin kehittämiseen. Uusien teknologioiden kehittämisellä ja käyttöönotolla riskejä on mahdollista paikantaa täsmällisesti ja jo toimitusketjun aiemmissa vaiheissa. Tällöin riskeihin voidaan paremmin varautua ja reagoida. Kun teknologioita lisätään useaan toimitusketjun vaiheeseen ja toimintoon, saadaan datasta aina enemmän lisäarvoa, ja todellisten ja merkittävimpien riskien ennustettavuus ja aikaisempi havaitseminen mahdollistuvat. Teknologioita voi siis hyödyntää toimitusketjun useassa vaiheessa ja toiminnossa, kuten seurannassa ja hallinnassa, päätöksenteossa ja adaptiivisessa oppimisessa. Tarkka informaatio tukee näin organisaatioiden oppimista ja päätöksentekoa. (Brassesco ym. 2021, 889.)

## 5 Kiertotalous ja toimitusketjun resilienssi yhteys

Kiertotalouden ja toimitusketjun resilienssin yhteyttä on tutkittu melko vähän ja tutkimusaihe on noussut esiin vasta viime vuosina. Kennedy & Linnenluecke (2022, 2762) esittivät tarpeen kiertotalouden ja resilienssin yhteiselle tutkimiselle. He esittävät, että kiertotalouskäytännöillä voisi olla vahvistava vaikutus yritysten, alojen ja sosio-ekologisten järjestelmien resilienssille. Heidän artikkelinsa jälkeen kiertotaloutta ja resilienssiä yhdistävää kirjallisuutta on julkaistu, mutta määrä on vielä vähäistä. Useat tieteelliset artikkelit, jotka yhdistävät kiertotalouden ja resilienssin käsitteitä, katsovat resilienssiä kestävyuden ja erityisesti ympäristöllisen ja sosiaalisen resilienssin näkökulmasta. Toimitusketjun resilienssiä ja kiertotaloutta on siis käsitelty niukasti.

Kiertotalous ja resilienssi ovat siis kytköksissä kestävyteen. Kestävyydellä tarkoitetaan sitä, että nykyiset tarpeet ja tavoitteet voidaan saavuttaa tavalla, joka ei vaarantaisi tarpeiden ja tavoitteiden saavuttamisen mahdollisuutta pitkällä aikavälillä.

Kiertotalousmalli on kehitetty vastaamaan juuri tähän haasteeseen. Kestävyys sekä sosiaalisella, taloudellisella että ympäristöllisellä tasolla on jatkuvasti kehityskohteenä tutkimuksen, poliittisen päätöksenteon ja organisaatioiden tasolla. Resilienssi taas keskittyy toiminnan jatkuvuuden varmistamiseen häiriöiden ja shokkien läpi.

Resilienssiajattelu on pidettävä kiinteänä osana muutoksessa, kun lineaarisesta mallista siirrytään kiertotaloudelliseen malliin. (Brassescio ym. 2021, 888.) Näin voidaan varmistaa, että toiminta jatkuu läpi muutoksen. Eisenresich ym. (2022, 1) nostavat arvonluonnin kontekstissa kiertotalouden haasteeksi sen, että kiertotalouskäytäntöjen implementoinnin vaikutuksia on johtamispäätösten yhteydessä haastavaa arvioida. Vastaavasti voidaan ajatella, että kiertotalouden implementoinnin vaikutukset resilienssiin voivat olla kompleksit ja niitä voi olla haastavaa ennakoita.

### 5.1 Kiertotalouden ja toimitusketjun resilienssin yhteys elintarvikejärjestelmässä

Elintarvikejärjestelmän haavoittuvuus, ja sen riskien sekä vaikutusten moniulotteisuus, voivat johtaa haitallisiin tapahtumiin ja järjestelmä voi ajautua kierteisiin, jotka vaarantavat ruokaturvan ja muut järjestelmän halutut ja tarvittavat tulokset. Tämä liittyy elintarvikejärjestelmän resilienssiin, kestävyteen, turvallisuuteen ja oikeudenmukaisuuteen. (Zurek ym. 2022, 517.) Kun elintarvikeketjua muokataan



kiertotaloudelliseksi, muutos voi altistaa elintarvikeketjun uudentilanteille häiriöille ja shokeille (Lavelli 2021, 323). Kun elintarvikeketjuun kohdistuu mahdollisia uusia häiriöitä ja shokkeja, se tekee koko elintarvikejärjestelmästä haavoittuvaisen.

Elintarvikejärjestelmän tuloksissa vallitsee samanaikainen tarve varmistaa ruokaturva ja parantaa vaikutuksia ympäristöön (Ingram 2011, 428), ja resilienssillä ja kiertotaloudella on vahva liitos kumpaankin. Lineaarinen talousmalli voi tehdä yrityksestä haavoittuvan ja kiertotalouskäytännöillä voidaan vahvistaa yritysten resilienssiä. Linearisessa tuotantomallissa ruoan hinnat voivat heitellä merkittävästi (Ellen MacArthur Foundation 2013a, 14), eli on riski, että maailmantilanteen heilahtelut ja ruoan tuotanto- ja jakeluhaasteet voivat johtaa heikentyneeseen ruokaturvaan. Vähenevä riippuvuus niukoista resursseista ja pitkän matkan toimitusketjuista ovat esimerkkejä tästä (Brassco ym. 2021, 888). Jos siis riippuvuutta pitkän matkan toimitusketjuista voidaan vähentää, sillä on positiivinen vaikutus myös järjestelmän resilienssiin. Niukat resurssit ovat yksi keskeisistä haasteista järjestelmän resilienssille, koska saatavuus- tai kustannushaasteet vaikuttavat herkästi järjestelmän toimijoihin ja näin koko järjestelmään. Koska kiertotalousmallissa resursseja käytetään tehokkaasti ja siten, että resurssit olisivat pitkään uudelleen hyödynnettävissä, resurssien saatavuus voisi tasaantua ja järjestelmä voisi saavuttaa paremman resilienssin.

Elintarvikejärjestelmästä on tullut jatkuvasti globaalimpi ja moniulotteisempi, jolloin järjestelmään kohdistuu monia yllättäviäkin shokkeja tai häiriöitä.

Digitalisaatiolla on merkittävä rooli sekä kiertotalouden että resilienssin kehittämisessä ja käyttöönotossa elintarvikejärjestelmässä. Uusilla teknologioilla ja näiden integraatioilla saadaan lisää informaatiota elintarvikeketjun toiminnoista, kuten seurannasta, hallinnasta, analysoinnista, ennustamisesta ja päätöksenteosta. Saatu informaatio on myös tarkempaa ja varmempaa. Kun päätöksenteko tehdään laadukkaasti informaation pohjalta, voidaan toimia kestävämmän ja varmistaa resilienssin toiminta. (Brassco ym. 2021.)

### 5.1.1 Kiertotalouskäytäntöjen vaikutuksia elintarvikeketjun riippuvuuksiin ja resilienssiin

Toimitusketjuissa ilmenee resurssiriippuvuuksia. Toimitusketjussa toimivat yritykset tarvitsevat resursseja, kuten materiaaleja, työpanosta ja rahoitusta toimitusketjuna muilta toimijoilta oman liiketoimintansa ylläpitämiseksi. Muutokset tässä ulkoisessa

toimintaympäristössä voivat altistaa toimitusketjun yritykset riskeille, joten riippuvuuksia ulkoisesta toimintaympäristöstä on hallittava riskien minimoimiseksi. (Craighead ym. 2020, 841.) Koska toimitusketjun riippuvuudet voivat lisätä toimitusketjun riskejä ja näin haavoittuvuutta, riippuvuudet voivat heikentää toimitusketjun resilienssiä. Gebhardt ym. (2022, 17) havaitsivat tutkimuksessaan, että kiertotalouskäytännöillä voidaan hallita riippuvuuksia siten, että kiertotalouskäytännöt vahvistavat toimitusketjun resilienssiä, sillä käytännöillä on yhteys esimerkiksi toimitusketjun joustavuuteen ja yhteistyöhön. Toimitusketjun joustavuuden ja yhteistyön kehittäminen ovat osa resilienssiä toimitusketjua. Toisaalta kiertotalouskäytäntöjen implementointi voi myös lisätä riippuvuuksia uusien, kompleksien verkostojen vuoksi, jolloin kiertotalouskäytäntöjen implementoinnin voidaan nähdä heikentävän toimitusketjun resilienssiä. Eri kiertotalouskäytännöt vaikuttavat siis riippuvuuksien näkökulmasta toimitusketjun resilienssiin eri tavoin. 4R-mallin osa-alueista kierrätys ja vähentäminen voivat vähentää riippuvuuksia monimuotoisen hankintaverkoston ja paremman redundanssin ansiosta. Kierrätys- ja vähentämiskäytännöillä on näin myös potentiaalia parantaa toimitusketjun resilienssiä. (Gebhardt ym. 2022, 16–17.)

Sivutuotteiden hyödyntäminen on yksi elintarvikejärjestelmän kiertotaloudellisista käytännöistä. Sivutuotteiden hyödyntämisestä elintarvikeketjussa syntyy uusia reittejä, jotka vaikuttavat tuotteiden jäljitettävyyteen. Jäljitettävyys käsittää sekä materiaali- että tietovirran. Tieto käytetyistä materiaalieristä ja tuotteen päämäärästä on oltava tiedossa ruoan turvallisuudenkin kannalta. Kiertotaloudellisessa elintarvikeketjussa kompleksisuuden ja muun muassa sivuvirtojen hyödyntämisen seurauksena siis jäljitettävyys vaikeutuu. Jos jäljitettävyys ei ole hyvällä tasolla, häiriötilanteessa, kuten kontaminaatiossa, ei tiedetä, mitä elintarvikkeita tilanne koskettaa. Tämä voi aiheuttaa riskin ruoan turvallisuudelle tai toisaalta jätteen määrän kasvun, jos elintarvikkeita joudutaan heittämään pois turhan epäilyksen vuoksi. (Lavelli 2021, 328, 330.)

Sivutuotteiden hyödyntäminen on keskeinen esimerkki siitä, että elintarvikejärjestelmässä tarvitaan kokonaisvaltaista muutosta ja innovointia, ja jotta kiertotalouden implementointi voidaan tehdä kannattavasti, ja jotta järjestelmän resilienssiä voidaan ylläpitää ja parantaa.

## 6 Johtopäätökset ja yhteenveto

Vastaus ensimmäiseen alatutkimuskysymykseen ”Mitä on kiertotalous elintarvikejärjestelmässä?” voidaan määrittää kiertotalouden käytäntöjen ja tavoitteiden sekä elintarvikejärjestelmän luonteen kautta. Kiertotaloutta elintarvikejärjestelmässä rajaavat erityisesti elintarvikkeiden luonne biologisena materiaalina ja kertakäyttöisenä kulutustavarana. Elintarvikeketjun ja -järjestelmän kiertotalouskäytäntöjä käsittelevässä kirjallisuudessa esiintyvät erityisesti jätteen vähentäminen ja hyödyntäminen. Elintarvikejätettä syntyy elintarvikeketjun jokaisessa vaiheessa, jolloin kaikkien toimijoiden yhteistyö jätteen vähentämiseksi voisi luoda suurimman hyödyn. Elintarvikejärjestelmän kontekstissa painotetaan tarvetta kokonaisvaltaiseen suunnitteluun onnistuneeseen kiertotalouden implementointiin. Elintarvikejärjestelmän luonteen vuoksi muutokset toimissa vaativat muutosta ajureissa, kuten lainsäädännössä. Elintarvikejätteen yhteydessä nousee usein esille myös sivutuotteiden hyödyntäminen. Lisäksi uudenlaisten ruokaratkaisujen, kuten uusien proteiininlähteiden löytäminen, nousee elintarvikejärjestelmän kiertotalouden keinoksi. Tämä sopii R-mallissa kieltäytymiseen (R0). Uudenlaisten ruokaratkaisuiden käyttöönotto vaatisi kuitenkin muutosta myös kuluttajissa. Koska elintarvikejärjestelmällä on suuret negatiiviset vaikutukset ympäristöön ja luonnontilaan, kiertotaloutta voisi hyödyntää elintarvikeketjun toiminnoissa, kuten pakkauksissa, prosesseissa ja tuotantopanoksissa, vaikka itse tuotteelle kiertotalouskäytännöt ovat rajalliset.

Vastaus myös toiseen alatutkimuskysymykseen ”Mitä on toimitusketjun resilienssi elintarvikejärjestelmässä?” voidaan esittää resilienssin tavoitteiden ja käytäntöjen kautta. Keskeisiä riskejä elintarvikejärjestelmässä ovat ympäristölliset ongelmat, ruokaturvan haasteet, kauppashokit, konfliktit ja poliittinen epävakaus. Toimitusketjullinen resilienssi elintarvikejärjestelmässä on olennainen järjestelmän keskeisen tuloksen, ruokaturvan, jatkuvuuden varmistamiseksi. Elintarvikejärjestelmän resilienssin parantamisen keinoja ovat muun muassa tuotannon ja toimittajakannan monipuolistaminen, toimijoiden luottamus ja monipuolinen yhteistyö, riippumattomuus ulkoisista tuotantopanoksista, uusiutuvan energian käyttö, jäljitettävyyden parantaminen ja reaaliaikaisen informaation keruu teknologialla, lyhyiden etäisyyksien toimitusketjut, ja varmuusvarastojen ylläpitäminen.

Vastaus päätutkimuskysymykseen ”Onko kiertotaloudella ja toimitusketjun resilienssillä yhteys elintarvikejärjestelmässä?” on, että kiertotalouden ja resilienssin välillä voidaan nähdä yhteys myös elintarvikejärjestelmän kontekstissa. Esimerkiksi uudenlaisten ruokaratkaisujen keksiminen, lyhyet toimitusketjut, uusiutuvan energian käyttö, monipuolinen yhteistyö järjestelmässä ja teknologiset innovaatiot voisi palvella sekä kiertotaloutta että resilienssiä. Elintarvikejärjestelmän kompleksisuuden ja vahvojen vuorovaikutusten vuoksi muutosten toteuttamisella voi olla yllättäviäkin vaikutuksia ja niiden ennakoiti voi olla haastavaa. Kiertotalouden implementointi voisi johtaa yllättävälläkin tavalla järjestelmän resilienssiin, jolloin yhteiskehittäminen olisi tarpeellista.

Kiertotalouden implementoinnin mahdollistamiseksi sekä kiertotaloudellisesti suurimman hyödyn saavuttamiseksi elintarvikeketjun toimijoiden voisi siis olla kannattavaa tehdä yhteistyötä. Esimerkiksi elintarvikehukan vähentämiseksi ja sen optimaaliseksi hyödyntämiseksi toimijat voisivat sopia, missä muodossa ja mihin tarkoitukseen hukkaa voisi hyödyntää. Prosessoinnin toimijat voisivat kaupallistaa sivutuotteensa joko hyödyntäen niitä itse tai toimittaen ne materiaaliksi toiseen elintarvikeketjun vaiheeseen, kuten alkutuotantoon eläinten ravinnoksi tai toisen toimijan prosessoitavaksi.

Yhteistyön tekeminen elintarvikeketjun toimijoiden kanssa voisi olla kannattavaa myös poliittisessa päätöksenteossa. Elintarvikejärjestelmä tarvitsee muuttuakseen muutoksia toimintaympäristössä. Toimintaympäristö vaikuttaa vahvasti toimintoihin ja tätä kautta myös ketjun tuloksiin. Elintarvikejärjestelmän luonteen vuoksi voi siis olla haastavaa ennustaa, miten poliittinen päätöksenteko tulee vaikuttamaan järjestelmän eri osiin. Resilienssin ja kiertotalouden kannalta on nostettu esille tarve elintarvikejärjestelmän laajalle muutokselle. Myös nämä tavoitteet, elintarvikejärjestelmän luonne huomioon ottaen, viittaavat yhteistyön tarpeeseen.

Jotta toimijoiden ja poliittisten päätöksentekijöiden olisi mahdollista tehdä informoidumpia päätöksiä, kiertotalouden implementoinnin vaikutuksista resilienssiin sekä resilienssikäytäntöjen vaikutusta kiertotalouden implementointiin voitaisiin tutkia lisää. Erityisesti yhteisiä riskejä ja synergioita voisi kartoittaa tutkimuksella.

## Lähteet

- Brassesco, Emilia María – Pintado, Manuela – Coscueta, Ezequiel R. (2021) Food system resilience thinking: from digital to integral. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 102 (3), 887–891.
- Christopher, Martin – Peck, Helen (2004) Building the Resilient Supply Chain. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 15 (2).
- Craighead, Christopher W. – Ketchen, David J. Jr. – Darby, Jessica L. (2020) Pandemics and Supply Chain Management Research: Toward a Theoretical Toolbox. *Decision Sciences*, Vol. 51 (4), 838–866.
- Eisenreich, Anja – Füller, Johann – Stuchtey, Martin – Gimenez-Jimenez, Daniela (2022) Toward a circular value chain: Impact of the circular economy on a company's value chain processes. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 378.
- Ellen MacArthur Foundation (2013a) *Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition.*
- Ellen MacArthur Foundation (2013b) *Towards the circular economy Vol. 2: opportunities for the consumer goods sector.*
- Ericksen, Polly J. (2008) Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global Environmental Change*, Vol. 18, 234–245.
- Ericksen, Polly – Stewart, Beth – Dixon, Jane – Barling, David – Loring, Philip – Anderson, Molly – Ingram, John (2010) *The Value of a Food System Approach. Teoksessa: Food Security and Global Environmental Change, toim. Ingram, John – Ericksen, Polly – Liverman, Diana, 25–45. Routledge, London.*
- Euroopan komissio (2015) *Kiertokunta - Kiertotaloutta koskeva EU:n toimintasuunnitelma. Bryssel.*
- Euroopan komissio (2020) *Uusi kiertoalouden toimintasuunnitelma. Puhtaamman ja kilpailukykyisemmän Euroopan puolesta. Bryssel.*
- Gebhardt, Maximilian – Spieske, Alexander – Birkel, Hendrik (2022) The future of the circular economy and its effect on supply chain dependencies: Empirical evidence from a Delphi study. *Transportation Research Part E*, Vol. 157, 1–19.
- Gonçalves, Maria Luiza M. B. B. – Maximo, Guilherme J. (2023) Circular Economy in the Food Chain: Production, Processing and Waste Management. *Circular Economy and Sustainability*, Vol. 3, 1405–1423.

- Harrison, Alan – Hoek, Remko, Van – Skipworth, Heather (2019) Logistics management and strategy: competing through the supply chain. 6. uud. p. Pearson Education, Harlow.
- Ingram, John (2009) Food system concepts. Raportissa: Forward Look on European Food Systems in a Changing World, European Science Foundation, 9–14.
- Ingram, John (2011) A food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. *Food Security*, Vol. 3, 417–431.
- Irani, Zahir – Sharif, Amir M. (2018) Food security across the enterprise: a puzzle, problem or mess for a circular economy? *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 31 (1), 2–9.
- Kennedy, Steve – Linnenluecke, Martina K. (2022) Circular economy and resilience: A research agenda. *Business Strategy and the Environment*, Vol. 31, 2754–2765.
- Kirchherr, Julian – Yang, Nan-Hua Nadja – Schulze-Spüntrup, Frederik – Heerink, Maarten J. – Hartley, Kris (2023) Conceptualizing the Circular Economy (Revisited): An Analysis of 221 Definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, Vol. 194.
- Kumar, Mukesh – Raut, Rakesh D. – Sharma, Mahak – Choubey, Vikas Kumar – Paul, Sanjoy Kumar (2022) Enablers for resilience and pandemic preparedness in food supply chain. *Operations Management Research*, Vol. 15, 1198–1223.
- Lavelli, Vera (2021) Circular food supply chains – Impact on value addition and safety. *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 114, 323–332.
- Mehmood, Amina – Ahmed, Shehzad – Viza, Evi – Bogush, Anna – Ayyub, Rana Muhammad (2021) Drivers and barriers towards circular economy in agri-food supply chain: A review. *Business Strategy & Development*, Vol. 4 (4), 465–481.
- Mentzer, John T. – DeWitt, William – Keebler, James S. – Min, Soonhong – Nix, Nancy W. – Smith, Carlo D – Zacharia, Zach G. (2001) Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, Vol. 22 (2), 1–25.
- Ponomarov, Serhiy Y. – Holcomb, Mary C. (2009) Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 20 (1), 124–143.
- Potting, José – Hekkert, Marko – Worrell, Ernst – Hanemaaijer, Aldert (2017) Circular Economy: Measuring innovation in the product chain. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague.

- Rimhanen, Karoliina – Aakkula, Jyrki – Aro, Kalle – Rikkonen, Pasi (2023a) The elements of resilience in the food system and means to enhance the stability of the food supply. *Environment Systems and Decisions*, Vol. 43, 143–160.
- Rimhanen, Karoliina – Aro, Kalle – Rikkonen, Pasi (2023b) Prioritising key variables for assessing food system resilience in Finland. *Acta agriculturae scandinavica section B: soil and plant science*, Vol. 73 (1), 170–183.
- Teigiserova, Dominika Alexa – Hamelin, Lorie – Thomsen, Marianne (2020) Towards transparent valorization of food surplus, waste and loss: Clarifying definitions, food waste hierarchy, and role in the circular economy. *Science of the Total Environment*, Vol. 706.
- Tendall, D.M. – Joerin, J. – Kopainsky, B. – Edwards, P. – Shreck, A. – Le, Q.B. – Kruetli, P – Grant, M. – Six, J. (2015) Food system resilience: Defining the concept. *Global Food Security*, Vol. 6, 17–23.
- Vimal, K. E. K. – Shaikh, Mohammed Faaz – Chouhan, Ananya Pranay – Kandasamy, Jayakrishna (2023) Developing a framework for achieving optimal sustainability and resilience in circular sharing network. *Environment, Development and Sustainability*, 1–29.
- Zurek, Monika – Ingram, John – Bellamy, Angelina Sanderson – Goold, Conor – Lyon, Christopher – Alexander, Peter – Barnes, Anderw – Bebbler, Daniel P. – Breeze, Tom D. – Bruce, Ann – Collins, Lisa M. – Davies, Jessica – Doherty, Bob – Ensor, Jonathan – Franco, Sofia C. – Gatto, Andrea – Hess, Tim – Lamprinopoulou, Chrysa – Liu, Lingxuan – Merkle, Magnus – Norton, Lisa – Oliver, Tom – Ollerton, Jeff – Potts, Simon – Reed, Mark S. – Sutcliffe, Chloe – Withers, Paul J.A. (2022) Food System Resilience: Concepts, Issues, and Challenges. *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 47, 511–534.