



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ossi Peura

Elintarvikealan teknologiatiekartta

Opinnäytetyö

Kevät 2023

Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka

Tekijä: Ossi Peura

Työn nimi: Elintarvikealan teknologiatiekartta

Ohjaaja: Jarmo Alarinta

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 52

Liitteiden lukumäärä: 1

Opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa teknologiatiekartta Food Living Labs Connecting People (FLLCP) -hankkeelle. Työssä tunnistetaan läpi erilaisia teknologioita, jotka nähdään merkityksellisinä elintarviketeollisuudelle tulevaisuutta katsoen. Teknologiatiekartta on toteutettu osana FLLCP-hanketta, jonka avulla pyritään luomaan alueellista Living Lab-verkostoa Etelä-Pohjanmaan elintarvikealan toimijoiden välillä.

Opinnäytetyötä varten perehdyttiin erilaisiin teknologioihin liittyviin taustamateriaaleihin, sekä tutkittiin eri osa-alueita, joita on tärkeä huomioida teknologiakarttaa muodostaessa. Käytännön työssä toteutettiin sisäinen työpaja Seinäjoen ammattikorkeakoulussa (SeAMK) sekä analysoitiin FLLCP-hankkeen toteuttaman teknologiakartoituksen raportin tuloksia, joita käytettiin avuksi teknologiakartan teossa. Opinnäytetyössä käytettyihin menetelmiin kuuluvat työpajassa käytetty SWOT-analyysi sekä materiaalin analysoinnissa laadullinen sisällön analyysi.

Työpajan ja teknologiakartoituksen raportin pohjalta nousi esille useita eri teknologioita, jotka nähdään hyödyllisinä tulevaisuudessa elintarviketeollisuudelle. Näitä teknologioita olivat muun muassa tekoäly, bioprosessit, uusiutuvat energiat ja automaatio. Teknologioiden tehokkaaseen käyttöönottoon vaikuttavat oman osaamisen määrittäminen organisaatiossa ja keihäänkärkiteknologioiden löytäminen sekä tehokas yhteistyö oppilaitosten ja yritysten välillä.

¹ Asiasanat: teknologia, elintarvikeala, vihreä siirtymä, digitalisaatio

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Engineering, Food Processing and Biotechnology

Author/s: Ossi Peura

Title of thesis: Technology roadmap for food industry

Supervisor(s): Jarmo Alarinta

Year: 2023

Number of pages: 52

Number of appendices: 1

The purpose of the thesis was to implement a technology roadmap for the Food Living Labs Connecting People (FLLCP) project. The work examines various technologies that can be considered relevant to the food industry in the future. The technology road map is one part of the FLLCP project, which aims to create a regional Living Lab network in the food industry in Southern Ostrobothnia.

For the thesis, theoretical information related to various technologies were reviewed, as well as different aspects that are important to consider when making a technology roadmap. Furthermore, an internal workshop was arranged at the Seinäjoki University of Applied Sciences (SeAMK) and the results of the technology survey report conducted by the FLLCP project were analyzed. The results of the workshop and the report were utilized when creating the technology road map. Methods used in the thesis included the use of SWOT analysis in the workshop, and qualitative content analysis in the analysis of the survey report material.

Based on the workshop and the report, several technologies came out. They can be considered useful for the food industry in the future. These technologies included e.g. artificial intelligence, bio processes, renewable energy and various automations. The efficient implementation of the technologies is influenced by determining one's own competence in the organization and finding the spearhead technologies, as well as effective cooperation between educational institutions and companies.

¹ Keywords: technology, food sector, green transition, digitalization

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO JA TYÖN TAVOITTEET	8
2 POLITIIKKA, VIENTI JA TUTKIMUSTULOKSIEN ARVIOINTI	9
2.1 Suomen teknologiapolitiikka	9
2.2 Suomen elintarvikkeiden vienti ja potentiaalisuus	10
2.3 Tutkimustuloksien arviointi ja hyödyntäminen	11
3 TEKNOLOGIA	12
3.1 3D-tulostus	12
3.2 XR-, VR- ja AR-teknologiat.....	13
3.3 Konenäkö	13
3.4 Tekoäly.....	14
3.5 Digitaalinen kaksonen	15
3.6 Korkeapaineprosessointi	16
3.7 Haihdutusteknologiat.....	16
3.8 Erotusteknologiat.....	17
3.9 Ekstruusio	18
3.10 Bioprosessit.....	18
3.11 RF-tekniikka	19
4 TEKNOLOGISET RATKAISUT	20
4.1 Teknologiaennakointi	20
4.2 Teknologiastrategia	20
4.3 Teknologiasiirto	22
4.4 Teknologian käyttöönotto	23
5 VIHREÄ SIIRTYMÄ	25
5.1 Biokaasu	25

5.2	Vertikaaliviljely.....	25
5.3	Vetytalous	26
5.4	Viisinkertainen innovaatiomalli	27
6	TOTEUTUS JA MENETELMÄT.....	29
6.1	Teknologiatyöpaja ja teknologiakartoituksen raportti.....	29
6.2	Laadullinen sisällönanalyysi	29
7	TULOKSET	31
7.1	Työpajan ryhmäkeskustelun tulosten analysointi	31
7.2	Teknologiakartoituksen raportin analysointi	36
7.3	Teknologiatiekartan luominen.....	39
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	42
9	POHDINTA.....	44
	LÄHTEET	45
	LIITTEET	51

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Työpajan ryhmäkeskustelussa esitetty ensimmäinen konsepti.....	31
Kuva 2. Työpajan ryhmäkeskustelussa esitetty toinen konsepti	33
Kuva 3. Työpajan ryhmäkeskustelussa esitetty kolmas konsepti.....	35
Kuvio 1. Erotusteknologiat eri yhdistelmissä.....	17
Kuvio 2. teknologiastrategian hyödyt.	21
Kuvio 3. Teknologiapiramidi.....	21
Kuvio 4. teknologiastrategian nkenttä-malli	22
Kuvio 5. Viisinkertainen innovaatiomalli.....	28
Kuvio 6. Ensimmäisen konseptin SWOT-analyysin tulokset.	32
Kuvio 7. Toisen konseptin SWOT-analyysin tulokset.....	34
Kuvio 8. Kolmannen konseptin SWOT-analyysi.....	36
Kuvio 9. Teknologiakartoituksen raportin kysymykset.	37
Kuvio 10. Keskeisimmät teknologiat elintarviketeollisuudessa vuoteen 2035 mennessä.	37
Kuvio 11. Teknologiatiekartan pääpainopisteet.	40
Kuvio 12. Teknologiatiekartta.....	41

Käytetyt termit ja lyhenteet

AR	Augumented Reality – lisätty todellisuus
FLLCP	Food Living labs connecting people -hanke, jonka tarkoituksena on yhtenäistää alueellista elintarvikealan toimintaa ja viestintää yritys-kluusterin avulla. Hankeaika 1.5.2020-31.6.2023
HVO	Hydrogen Vegetable Oil – Vetykäsitelty kasviöljy
IoT	Internet of Things, fyysisten esineiden, ohjelmistojen ja järjestelmien liittäminen yhteen internetin avulla.
IP	Intellectual Property
IPR	Intellectual Property Rights
MR	Mixed Reality – yhdistetty todellisuus
OKR-malli	Objectives and Key Results -malli, jossa strategiasta etsitään yhteiset tavoitteet, tehtävät ja avaintulokset.
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition, valvomo-ohjelmisto, jossa on graafinen käyttöliittymä automaatiojärjestelmiin
Tarinapisteseuranta	Seurantamalli, jossa seuranta perustuu tarinapisteisiin (story points), mallissa pyritään arvioimaan työmäärän vaativuustasoa toiminnoissa
TWh	Terawattitunti, energian yksikkö
VR	Virtual Reality - virtuaalinen todellisuus
XR	Extended Reality – laajennettu todellisuus

1 JOHDANTO JA TYÖN TAVOITTEET

Food Living labs connecting people (FLLCP) -hankkeen tarkoituksena on yhtenäistää alueellista elintarvikealan kehittämisaktiiviteettia ja viestintää yritysklusterin avulla Etelä-Pohjanmaalla. Klusterin avulla kansainvälisen tietovirran käyttäminen yrityksissä laajentuisi. Kehitetyn klusterin avulla innovatiivisia tavoitteita elintarvikealalla on mahdollista paremmin saada keskitettyä. Hankkeen osatavoitteena on luoda tulevaisuusvisio esiin nousevista teknologioista. Tulevaisuuden tuomiin haasteisiin elintarvikealalla on kova tarve vastata, ja tulevaisuuden näkymille on hyvä saada tehokas suunnitelma. Suomi on teknologisesti korkealla tasolla kansainvälisesti. Etelä-Pohjanmaalla on tavoite pysyä hyvin mukana uusien teknologioiden kanssa elintarviketeollisuudessa.

Opinnäytetyön tavoitteeseen kuuluu taustamateriaalin ja käytännön työntuloksien kautta kattava katsaus siihen, millaisia teknologioita ja sovelluksia voidaan hyödyntää Etelä-Pohjanmaan elintarviketeollisuudessa. Käytännön työn tuloksista saadut tiedot teknologioista pyrkivät antamaan tarkemman kuvan keskittymiskohteista tulevaisuudessa. Tavoitteena on löytää pitkän aikavälin teknologioita, joita voidaan hyödyntää teknologiatiekartassa määritellyn aikavälin aikana.

Opinnäytetyössä toteutettiin teknologiatiekartta osana FLLCP-hankkeen toimia. Tiekartan avulla selkeytyvät elintarviketeollisuuden eri teknologiat, joihin kehitys tulee suuntautumaan tulevaisuudessa. Tulevaisuuden tiekartta rajoittuu vuoteen 2035 asti. Siihen on otettu mukaan teknologioita, joiden ajatellaan olevan merkityksellisiä alueen elintarviketeknologian kehityksen kannalta. Tiekarttaa tullaan hyödyntämään teknologiakehityksen toteutumisen seurannassa. Opinnäytetyön käytännön osuus koostuu Seinäjoen ammattikorkeakoulun (SeAMK) sisäisen työpajan ja asiantuntijahaastatteluiden tuloksista.

2 POLITIIKKA, VIENTI JA TUTKIMUSTULOKSIEN ARVIOINTI

2.1 Suomen teknologiapolitiikka

Suomessa on edistytty monissa eri kohdissa, jotka vahvistavat teknologiaosaamista (Teknologianeuvottelukunta, 2021, s. 13–14). Esimerkkeinä vahvuuskohdista ovat muun muassa vahva koulutus pohja ja kansainvälisesti arvostettu ICT-osaaminen, hyvät hiilineutraaliustavoitteet, kattavan digitaalisen infrastruktuurin ja tietovarannon omaaminen ja aineellisen ja aineettoman omaisuuden suoja. Haasteitakin on olemassa, esimerkiksi heikko kilpailukyky kansainvälisten investointien kohdentumisista Suomeen, innovaatioita ja automaatiota hidastavat lainsäädännöt sekä vähentynyt tuki yritysten tutkimus- ja innovaatioinvestoinneille.

Suomi tarvitsee menestyäkseen teknologian alalla hyvän ja tehokkaan teknologiapolitiikan (Teknologianeuvottelukunta, 2021, s. 15). Kokeilun kulttuuria pitää pystyä lisäämään, tuotekehitysinvestointia on nostettava, osaamista ja osaajien määrää on kasvatettava sekä toimivaa innovaatioympäristöä pitää pystyä rakentamaan. Näitä mahdollistamaan pitää pyrkiä automatisoimaan julkista hallintoa, sekä lainsäädäntöä muuttaa toimivammaksi. Näillä toimilla teknologiaosaaminen saadaan toimimaan sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Teknologiapolitiikan päämäärien tavoitteiksi on valtionvarainministeriössä asetettu neljä tavoitetta:

Suomi on maailman kilpailukykyisimpiä valtioita ja maailman paras paikka teknologiayrityksille (Teknologianeuvottelukunta, 2021, s. 15)

Suomessa on maailman tunnetuimpia ja houkuttelevimpia teknologia-alan koulutuksen, tutkimuksen, osaajien ja investointien keskuksia (Teknologianeuvottelukunta, 2021, s. 15)

Suomessa on maailman tehokkain julkinen sektori, joka mahdollistaa ihmisten ja yritysten hyvinvoinnin (Teknologianeuvottelukunta, 2021, s. 15)

Suomi hyötyy laajalti globaaleihin haasteisiin vastaavien teknologioiden rohkeasta kehittämisestä ja soveltamisesta (Teknologianeuvottelukunta, 2021, s. 15).

Erilaisia toimenpiteitä on tarkoitus suorittaa näiden tavoitteiden saavuttamiseksi teknologiapolitiikassa. Työkaluina käytetään Objective and Key Results (OKR) -mallia, tarinapisteseuranta ja viitekehyksiä teknologianeutraaliuden pääperiaatteesta poikkeamiseen (Teknologianeuvottelukunta, 2021, s.18).

Teknologiapolitiikassa pitää määrittää tarkemmin tärkeät teknologiat ja hyvinvointia lisäävät tekijät (Lehtiniemi, ym. 2022). Tarkempaa linjausta politiikkaan ja teknologiatoimintaan suositellaan, jotta haluttu tulevaisuuden visio saavutettaisiin. Teknologian ja innovaatioiden kehitykseen Suomessa pitää tehdä hyvät linjaukset, jotta halutut tavoitteet saavutetaan. Riskinä voi muutoin olla kansainvälisten toimijoiden liikavaikutus haluttuihin toimintoihin, jolloin suunnitellut hyödyt voivat jäädä pienemmäksi.

2.2 Suomen elintarvikkeiden vienti ja potentiaalisuus

Suomen palveluiden ja tavaroiden vienti vuonna 2021 oli euromäärältään noin 98 miljardia euroa (Elinkeinoelämän keskusliitto, 2022). Pääosin vienti jakautuu euroa käyttäviin maihin. Suomessa elintarvikkeiden vienti pohjautuu maitotuotteiden vientiin, joka kattaa noin neljäsosan kaikesta viennistä. Makeiset, liha, juomat, vilja ja elintarvikevalmisteet ovat myös iso osa Suomen vientiä tällä hetkellä. Vienti eri maihin on kasvamassa Suomessa, esimerkkinä vienti Kiinaan. Suomessa on mahdollisuuksia vientiin lihantuotannon kautta, kuten lihajalosteiden myynnillä sekä kalantuotteiden kasvulla ja viennillä. (Business Finland, 2022, s. 8–48) Oikein kohdistettua kohdemarkkinointia pitää harjoittaa Suomessa. Pohjoismaat, Saksa ja Yhdysvallat ovat yleisesti olleet hyviä vientimaita, myös uusia hyviä vientikohteita on tulevaisuudessa hyvä huomioida, kuten Alankomaat ja Iso-Britannia. (Business Finland, 2022, s. 67) Hyvällä viennin strategialla ja markkinatiedolla voidaan hyötyä paljon, kun uudet ja vanhat yritykset ovat suunnittelemassa viennin aloittamista tai miettimässä uusia vientikohteita (Business Finland, 2022, s.128).

Suomessa tuotetut puhtaista raaka-aineista jatkojalostetut tuotteet kiinnostavat ulkomailla (Käkelä, 2022). Viennin avulla saadaan kasvavaa kilpailukykyä, kunhan elintarvikkeiden erilaiset kasvun ja menestymisen kohdat tunnistetaan ja huomioidaan tehokkaasti. Suomessa kotimainen tuotanto on isojen muutoksien alla, ja riskitekijät ovat lisääntyneet. Tarvetta ruoan tuotannon turvaamiseen löytyy resurssien oikeanlaisella kohdentamisella. Yhteistyötä ja investointeja alalla tarvitaan turvaamaan hyvä ruoka-alan toiminta. Erilaisena elintarvikealan haasteina suomen viennille ovat isot panostukset kotimaan markkinoille, tietyissä tuotteissa alhainen jalostusaste sekä yritysten pieni koko ja elintarvikkeiden toiminta-alan hajanaisuus (Salminen & Manninen, 2023).

2.3 Tutkimustuloksien arviointi ja hyödyntäminen

Tutkimus- ja innovaatiojärjestelmä koostuu yliopistoista, ammattikorkeakouluista, tutkimuslaitoksista ja yritysten tutkimusyksiköistä (Opetus- ja kulttuuriministeriö (OKM), i.a.). Suomessa kilpailukyky ja hyvinvointi pohjautuvat hyvään osaamiseen, tutkimukseen ja innovaatioon. Hyvän tutkimusjärjestelmän kautta syntyvä tieto auttaa yhteiskunnan eri osioita, kuten esimerkiksi yrityksiä, julkisia toimijoita ja poliittisia toimia. Tutkimus- ja innovaatiojärjestelmän politiikkatoimista vastaa valtioneuvoston ministeriö.

Hallituksen tekemä vuoden 2020 TKI-tiekartan päivitetty versio (Opetus- ja kulttuuriministeriö (OKM), 2021 s. 6–11) sisältää kolme strategista päätavoitetta, jotka ovat osaaminen, kumppanuusmalli ja innovatiivinen julkinen sektori. Suomen osaaminen halutaan nostaa korkeammaksi nostamalla korkeakoulututkintojen määriä sekä kasvattamalla kansainvälistä osaamista kouluissa. Kansainvälistä osaamista halutaan nostattaa sekä korkeakoulutettujen asiantuntijoiden määrän kasvattamisella että ulkomaisten opiskelijoiden osallistumisesta koulutukseen helpottamalla. Kumppanuusmallissa pyritään tukemaan yhteistyötä TKI-toiminnoissa. Yhteistyötä tuetaan eri rahoituksien kautta, jotka ovat esimerkiksi Suomen Akatemian lippulaivaohjelma ja Business Finlandin veturiyrittäjärahoitus. TKI-toiminnoissa syntyvät kumppanuudet pyritään pitämään pitkäjänteisinä ja ennustettavina, jotta TKI-toiminnan laatu ja vahvuus pysyisi korkeana. Innovatiivinen julkinen sektori pyrkii TKI-toimintaa ja markkinoita tukemalla tukea hyviä poliittisia päätöksiä, ja luoda hyvät toimintaympäristöt tutkimukselle ja innovaatiolle. Tarkoituksena olisi, että eri politiikkasektorit ja hallinnon tasot tukisivat TKI-toimintaa ja niissä syntyvät toimenpiteet olisivat samansuuntaisia.

Tutkimusjärjestelmän pitää olla tarpeeksi hyödyllinen siten, että tutkimuksista saatu tulos ja tieto osataan oikeaoppisesti hyödyntämään. Tulosten analysointi oikeaoppisesti ja niiden hyödyntäminen ruokateollisuudessa tulevaisuutta katsellen on ylen tärkeä (Hjelt ym., 2002 s.21). Tämä olisi tärkeää myös silloin, kun tutkimukset kansainvälistyvät, ja niistä saatu tieto pitää analysoida sopivaksi elintarviketeollisuuden käyttöön. Yhteistyö tutkimuksessa on tehokas tapas saada parempaa ja osaavaa työtä aikaiseksi. Osaamistaidon laatu kasvaa, erilaisia työtehtäviä pystyy tekemään tehokkaammin ja yhteistyön isommalla resursilla pystytään suorittamaan isompia projekteja (Hjelt ym., 2002, s.29).

3 TEKNOLOGIA

Teknologia voidaan määritellä aineettomaksi tai aineelliseksi kokonaisuudeksi, jonka on tarkoitus luoda fyysisen tai henkisen yrityksen ponnistuksen kautta jotain arvokasta hyötyä (Muhammad, i.a.). Teknologioita voivat olla erilaiset laitteet tai työkalut, joiden avulla on tarkoitus ratkaista erilaisia ongelmatilanteita. Teknologioita voidaan jakaa mekaanisiin, elektronisiin ja tuotannollisiin teknologioihin.

Ruokaketjussa teknologialla voidaan määrittää laajasti erilaisia kohteita. Digitalisaatio nähdään isona trendinä, ja se ruoka-alalla tarkoittaa erilaisia tietotekniikan ja automaation ratkaisuja, kuten esineiden internet, datanhallintateknologioita, ja alustateknologioita (Latvala & Pesonen, 2017 s.1–5). Esimerkkiteknologioina voi olla esimerkiksi erilaisten ruokatuotteiden laadun tutkiminen spektrikameroiden avulla (Sipola, 2019).

3.1 3D-tulostus

3D-tulostus on tekniikka, jossa rakennetaan 3D-objekteja lisäämällä tuotokseen materiaalia kerroksittain (Additive Manufacturing, i.a.). 3D-objekti voi olla valmistettu esimerkiksi muovista, metallista, betonista. 3D-tekniikka on 1980-luvulta alun perin syntynyt tekniikka, joka on yleistynyt 2000- ja 2010-luvun vaiheissa. 3D-tulostuksen suosioon kasvuun on vaikuttanut teknologian kattava käyttömahdollisuudet.

Tulevaisuudessa voidaan mahdollisesti hyödyntää 3D-tulostusta elintarviketeollisuudessa, jossa erilaisten elintarvikkeiden ravintoainesisältöjä voidaan muokata (Heiskanen, 2019). Elintarvikkeita voidaan muokata paremmin siten, että esim. kalorimääriä ruuassa muokataan halutunlaisiksi, tai erilaisia allergeeneja poistetaan elintarvikkeesta. Myös ruuan koostumusta voidaan muokata enemmän halutunlaiseksi. 3D-tekniikan tulo elintarvikealalle voi kuitenkin kestää useamman vuoden.

Teollisuudessa voidaan hyödyntää 3D-tulostusta metalliosien kanssa. Suomessa metallitulostusta on käytössä opetuksessa sekä TKI-kohteissa. Tekniikkana yleisesti käytetään näissä jauhepetisulatusta. Suomessa teollisuus käyttää metallitulostusta vielä vähän hyödyksi. Oikeiden käyttökohteiden löytyttyä kustannustehokkuus voi parantua (Korpela ym., 2019). Ulkomailta metallien 3D-tulostus on isommin käytössä, ja Suomessa käyttö on ollut vielä

vähäistä (Schönberg, 2021). Käytön kuitenkin uskotaan kasvavan tulevaisuudessa, ja tekniikan kehittyessä eteenpäin tuotteiden yksikköhinnat luultavasti alentuvat.

3.2 XR-, VR- ja AR-teknologiat

XR on lyhenne sanoista Extended Reality, joka koostuu Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) ja Mixed Reality (MR)-teknologioista. AR on lisätty todellisuus, jolla pystytään esittämään reaaliaikaista grafiikkaa ja tietoa oikean maailman sisällä. Esimerkkinä voi olla kanssakäymiset virtuaalisten asioiden kanssa puhelimen kosketusnäytön kautta (Javanainen, i.a.). VR on virtuaalitodellisuus, jossa kolmiulotteista ympäristöä katsotaan kokonaan digitaalisesti jonkinlaisten päätelaitteen kuten VR-lasien kautta. Yleensä VR:ssä ohjataan asioita päätelaitteisiin sopivilla ohjaimilla erilaisia digitaalisia objekteja. MR on toimintatavaltaan osittain AR:n kaltainen. MR:ssä oikean maailman objektit ja virtuaalisen maailman objektit yhdistyvät, ja virtuaalisia objekteja voidaan käsitellä ilman erillistä kosketusnäyttöä. MR:ssä käytettäviä sovelluksia varten tarvitaan usein siihen suunnitellut virtuaalilasit. (A1 Media, i.a.)

XR-teknologiaa voidaan käyttää hyödyksi opetuksessa ja perehdytystilanteissa. Perehdytyksessä tehdään ohjeistettuja toimintoja virtuaalilaseja avuksi käyttäen (Nirhamo, 2022). Toiminnoissa usein käsitellään joitakin fyysisiä laitteita, tai 3D-mallinnuksia. Perehdytystapa voi olla hyvinkin hyödyllinen haastavissa ja monivaiheisissa työtehtävissä. Opetus XR-teknologian avulla voi mahdollistaa tehokkaamman tuotannon, ja vähentää virheiden syntymistä. Relevanttia dataa erilaisista Internet of Things (IoT) -laitteista voidaan käyttää avuksi palautteen saamisessa. XR-teknologian hyötyinä on sen immerstiivinen opetustapa, jossa opetettava oppii tekemisen avulla, ja oppiminen on moniaistillista. Opetus vaatii yleisesti vain VR-laitteiston, jolloin opetustilat ovat muuntautuvat.

3.3 Konenäkö

Konenäkö on teknologia, jonka avulla pystytään automatisoimaan tehtäviä, jotka perustuvat näkemiseen (Empirica, i.a.). Konenäön prosessissa käytetään hyödyksi kameroita ja tietokoneita, jotka jäsentelevät kuvia tai videokuvaa. Koneoppimisen ja tekoälyn avulla voidaan tunnistaa tavoiteltuja asioita kuvista.

Tekoälyn kehityksen avulla on konenäön mahdollisuuksia saatu kasvatettua (Intel, i.a.). Tekoäly käyttää näissä yhteyksissä hyödyksi syväoppimista, jolloin konenäkö voi tunnistaa hyvinkin pieniä muutoksia kuvia tutkiessa. Erilaisiin käytännön sovelluksiin luodaan oma neuroverkkonsa, joka opetetaan tuhansien näytekuvioiden avulla tunnistamaan halutut muodot ja kuvat. Konenäön avulla on aikaisemmin pystytty toteuttamaan yksinkertaisia prosesseja, mutta tekoälyn avustuksella konenäkö voidaan mahdollistaa monimutkaisempiin tehtäviin. Konenäön sovelluksia rakentaessa voidaan käyttää hyödyksi ohjelmistokehityspakettia eli SDK:ta, jonka avulla voidaan konenäön ohjelmistoa rakentaa ja tehostaa (Vision Campus, 2019)

3.4 Tekoäly

Tekoälyn tarkka määritelmä on vielä jonkin verran kesken, koska tekoäly on laaja käsite, johon kuuluu monia eri osa-alueita (Vesa, 2019 s.13–14). Tekoälyn tunnistamisessa on hyvä alustavasti määrittää heikko ja vahva tekoäly. Heikko tekoäly toimii kapea-alaisemmin siten, että tehtyyn ohjelmistoon on valmiiksi ohjelmoitu tietyt käskyt, joita se sitten suorittaa itse miettimättä. Tällöin tekoäly ei itse ajattele tekemiänsä toimintoja itsenäisesti, vaan käyttää valmiiksi syötettyä tietoa hyväkseen. Vahva tekoäly omaa laajan tietämyksen, ja sillä on jonkinlainen tietoisuus olemassa. Vahvassa tekoälyssä kone pystyy itsenäisen ajatteluun, jolloin ohjelmisto ei vain käytä hyödyksi valmiiksi ohjelmoituja käskyjä. Vahvaa tekoälyä ei kuitenkaan tällä hetkellä ole vielä olemassa käytännössä. Koneoppimisessa ohjelmisto pääsee vapaasti haluttuun tulokseen ilman että algoritmit olisivat sitä tarkemmin määrittäneet.

Näkyvä esimerkki tekoälystä on OpenAI:n luoma ChatGPT (Shankland, 2023). OpenAI on Tekoälyn kehittämiseen keskittyvä tutkimusyhtiö. ChatGPT on tekoälyn omaava chatbot, joka pyrkii antamaan annettuun kysymykseen kattavan vastauksen. Chatbot keskustelee käyttäjän kanssa laajasti käyttäen pohjana internetistä kerättyä tietoa. ChatGPT itsessään ei ymmärrä asioita vaan se pyrkii kerätystä tiedosta muuttamaan algoritmien avulla sopivia vastauksia. ChatGPT pyrkii tekemään tarvittaessa jatkokysymyksiä, myöntää tekemänsä virheet, pyrkii haastamaan väärät lähtökohdat kysymyksissä, ja hylkää sopimattomat pyynnöt (OpenAI, i.a.). Tiettyjä rajoitteita Chatbotin käytöstä löytyy, kuten oikealta kuulostavat vastaukset, jotka eivät pidä paikkaansa faktoiltaan. Chatbot voi myös väittää, ettei tiedä vastausta kysymykseen, mutta voi pienellä kysymyksen muokkauksella tietää vastauksen myöhemmin. Yleisesti ChatGPT pyrkii hylkäämään sopimattomat kysymykset, mutta kysymyksiä

muokkaamalla tietynlaisiksi voi sopimattomia vastauksia myös saada. ChatGPT voi myös esittää puolueellista mielipidettä, vaikka sillä olisi pyrkimys neutraaliuuteen.

Useiden yritysten kehittäessä omaa tekoälyänsä syntyy erilaisia haasteita. Microsoftin kehittämä Bing-hakukoneessa käytettävää tekoälyä on rajoitettu käyttäjille, kun tekoäly ei ole pysynyt suunnitellussa toiminnassa, kun sitä oli käytetty useita kertoja saman session aikana (Linnake, 2023). Googlen kehittämä tekoäly Bard oli mainoksessaan antanut vastaukseen väärää tietoa (Reuters-IS, 2023).

Tekoälyllä voidaan saada erilaisia liiketoiminnallisia hyötyjä (CGI, i.a.). Teknologian avulla voidaan automatisoida erilaisia työvaiheita tehokkaammaksi, vähentää ihmisen tekemiä virheitä ja parantaa kustannustehokkuutta. Tekoälyllä on erilaiset mahdollisuudet elintarvikealalla. Tekoäly voi esimerkiksi ravintoloissa määrittellä ruokalistan pitemmäksi ajaksi, jolloin ruokahävikin määrä vähenee, ja kustannustehokkuus nousee (San F. AGENCY, 2022).

3.5 Digitaalinen kaksosen

Digitaalinen kaksosen koostuu kolmesta osatekijästä, jotka ovat fyysinen osa, digitaalinen osa ja näitä osia yhdistävä data- ja informaatiovirta (Vesa, 2019 s.16–17). Digitaalisessa kaksosessa fyysisen osan toiminnasta kerätään dataa, joka kulkeutuu virtuaaliseen osaan reaaliaikaisesti. Virtuaalisesta osasta voidaan myös prosessinformaation avulla viedä tietoa fyysiseen tuotteeseen. Tällöin voidaan tehdä erilaisia virtuaalisia kopioita ja parannella niitä tarpeen mukaan. Kopion tekeminen mahdollistaa erilaisten suunnitelmien luonnin virtuaalisesti ennen kuin esimerkiksi erilaisia prototyyppjä olisi edes aloitettu rakentamaan. Tämä mahdollistaa tietyillä tasoilla parempaa asiakaslähtöistä toimintatapaa, jossa asiakas voi ennen fyysisen tuotteen valmistusta testata virtuaalisella mallilla käytön sopivuutta. Oikealla tavalla myös tuotekehitys, koulutus ja optimointi tehostuu, kun virtuaalisen tuotteen käyttö kohdistetaan hyvin.

Digitaalinen kaksosen yleistyy teollisuudessa (Siemens, i.a.). Erilaisia ratkaisuja yrityksissä voidaan testata digitaalisen kaksosen avulla, jolloin saadaan tehokkaampia ratkaisuja aikaiseksi. 3D-mallinuksella voidaan esimerkiksi testata tuotantolinjan toimivuutta tehtaalla ennen sen rakentamista, ja puutteita ja vikoja korjata ennen työn aloittamista. Saman laitevalmistajan eri laitteet voivat digitaalisen kaksosen avulla muodostaa yhdessä kokonaisuuden,

jolloin voidaan myös epänormaaleja toimintoja huomata tarkemmin. Mitä enemmän dataa on käytössä, sitä paremmin pystytään ymmärtämään koko tuotannon toimintaa.

3.6 Korkeapaineprosessointi

Korkeapaineprosessointi (HPP – High Pressure Processing) on menetelmä, jossa elintarvike altistetaan 400–600 MPa:n isostaattiselle paineelle noin 1,5–6 minuutiksi (European Food Safety Association, 2022 s. 1). Paineistuksella on tarkoitus tuhota haitallisia mikrobeja lämpökäsittelyn sijasta. HPP:n tehokkuuteen vaikuttavat veden aktiivisuustaso, pH, paineen määrä ja aika, sekä prosessissa vaikuttavat mikro-organismit. Korkeapaineprosessia voidaan tiettyissä paineluokissa ja aikamääreissä käyttää hyödyksi keitetyissä lihatuotteissa ja valmisruuissa. Haasteita on prosessissa löytää sopiva indikaattori, jonka avulla voidaan varmentaa prosessin tehokkuus mikrobien poistajana.

Suomessa korkeapaineprosessia on toteutettu ensimmäisenä Toripiha Oy:n tiloissa (Elinkeino- liikenne ja ympäristökeskus, 2018). Erilaisia käyttökohteita prosessille ovat valmisruoat, pakatut liha- ja kalatuotteet, kasvikset, hedelmät, marjat, maitotuotteet sekä lemmikki-ruoat (Toripiha, i.a.) Mahdollisia hyötyjä ovat elintarviketurvallisuuden parantuminen, säilömis- ja lisäaineiden käytön vähentyminen, käyttöajan parantuminen, korvaava menetelmä pastöroinnille ja kuumentamiselle, sekä prosessin yksinkertaisuus.

3.7 Haihdutusteknologiat

Elintarviketeollisuudessa haihdutus on elintarvikeprosessi, jonka avulla on tarkoitus poistaa vettä elintarvikkeista, ja saada siten tiivistetympi nestemäinen tuote (Singh, 2013 s.565–566). Haihdutuksessa tuotteisiin jää tietty pitoisuus nestettä. Haihdutuksessa käytetään hyödyksi haihdutinta. Haihdutin sisältää lämmönvaihtimen, jonka avulla siirretään matalapaineista höyryä tuotteeseen. Tuotetta pidetään vakuuissa laitteen sisällä, jolloin saadaan höyryn ja tuotteen välillä tarpeeksi suuri lämpötilaero, että tuote saadaan kiehumaan sopivassa lämpötilassa. Prosessissa syntyvä höyry siirretään lauhduttimen kautta tyhjiöjärjestelmään. Höyry tiivistyy lämmönvaihtimessa ja syntyvä kondensaatio poistetaan. Haihdutin voi olla yksivaiheinen, tai monivaiheinen, jolloin haluttu tuote kierrätetään usean eri lämmönvaihtimen kautta.

Haihduksen hyötyinä ovat massan ja volyymin vähentyminen tuotteissa, jolloin saadaan kustannustehokkuutta varastointiin, kuljetukseen ja pakkaukseen, aktiivisen veden vähentyminen tuotteessa, tuotteen valmistelu muihin prosesseihin, sekä koostumuksen saaminen halutumpaan muotoon (Berk, 2018 s.481). Aktiivisen veden vähentyessä yleensä tuote säilyy pitempään, mutta voi olla altis kemialliselle heikentymiselle.

3.8 Erotusteknologiat

Erotusteknologian oikeaan valintaan vaikuttaa käytettävän seoksen tyyppi (Grönmark, 16.1.2023a). Erilaisia seostyyppjejä ovat kiintoaineen, nesteen ja kaasun erilaiset yhdistelmät. Erotusteknologioita on useita erilaisia, joita voidaan käyttää eri yhdistelmissä (Kuvio 1). Esimerkiksi kahden kiintoaineen yhdistelmässä voidaan käyttää hyödyksi sihtaus tai magneettierotusta. Magneettierotuksessa voidaan elintarviketuotannossa poistaa metallisia epäpuhauksia (Magsy, i.a.).

	Kaasu		
Kaasu	Adsorptio		
Neste	Pisaranerotus absorptio Strippaus	Tislaus Uutto Adsorptio	
	Kiintoaine	Suodatus Savukaasupesuri	Kiintoaine
		Sihtaus Laskeutus Suodatus Pyörrepuhdistus Käänteisosmoosi Haihdutus Kiteytys Magneettierotus	Sihtaus Magneettierotus

Kuvio 1. Erotusteknologiat eri yhdistelmissä (Grönmark, 2.2.2023b).

Kiertotalouden kasvaessa erotusteknologioiden tärkeys korostuu (Poutanen, 2020). Raaka-aineita halutaan hyödyntää tehokkaammin, ja hävikkiä vähentää näissä tilanteissa. Erotusteknologioiden avulla saadaan erotettua useita tuotteita yhdestä raaka-aineesta.

3.9 Ekstruusio

Ekstruusio on ruokateollisuudessa käytetty prosessi, jossa yhden tai useamman ruuvin työntämänä valmistetaan ruokatuotteita pienen ulostulon läpi (Gu, 2017). Valmistettava ruokatuote pakotetaan ekstruuderissa ulostulon läpi, jonka aikana tuotetta kypsennetään korkeassa paineessa, leikkausvoimassa ja lämpötilassa. Tuotteen ulostulon myötä, ja paineen sekä veden muuttuessa höyryksi ruokatuote usein turpoaa. Yleisesti näissä valmistusmenetelmissä käytetään hyödyksi yksiruuvi- tai kaksiruuvijärjestelmiä. Kaksiruuvijärjestelmä on suositumpi sen käyttöjoustavuuden takia. Riippuen käyttökohteesta voidaan valita käyttökelpoiksi märkäekstruusio tai kuivaekstruusio (Guy, 2001 s. 32–38). Märkäekstruusiossa höyryä tai vettä voidaan lisätä tuotteeseen valmistuksen aikana. Yleensä märkäekstruusiossa on lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät mukana prosessissa. Yksiruuvijärjestelmää käytettäessä tuote usein esikäsitellään vedellä tai höyryllä, jolloin prosessin tehokkuus paranee. Kuivaekstruusiossa ei käytetä ulkoista lämpö- tai höyryjärjestelmää, vaan mekaaninen kitka aiheuttaa tuotteen lämpenemisen. Sopivien tuotteiden kosteuspitoisuus on 10–40 %.

Käyttökohteita ekstruusion on useita, kuten esimerkiksi aamupalamurot, välipalat sekä vauvanruuat (Guy, 2001 s.135–139;161–164;182–183). Aamupalamuroissa voidaan ekstruusiossa tehdä monimuotoisia hiutaleita, välipaluruuissa pystytään käyttämään erityyppisiä muotoja, ja vauvanruuissa erilaiset raaka-aineyhdistelmät muodostavat monia mahdollisuuksia erilaisiin tuotteisiin. Ekstruusiossa kasviproteiinipohjaisia tuotteita on mahdollista valmistaa, ja erilaisten lihankorvikkeiden kysyntä on kasvanut (Mchugh, 2017). Kasviproteiinipohjaisissa tuotteissa on käytetty markkinoilla raaka-aineena soijaa ja vehnää, mutta vaihtoehtoisia kasviproteiinilähteitä ollaan tutkimassa, kuten tiettyjä palkokasveja ja pähkinöitä (Sözer, 2019).

3.10 Bioprosessit

Bioprosessissa eläviä soluja tai solukomponentteja käytetään hyödyksi prosessissa, jossa on tarkoitus tuottaa erilaisia tuotteita, kuten esimerkiksi lääkkeitä, synteettisiä seoksia, ravinteita tai energiantuotantoon liittyvää materiaalia (Vedantu, 2023). Bioprosessin tuotantotapaa voi karkeasti jakaa kahteen osioon, jotka ovat ylävirran prosessit ja alavirran prosessit. Ylävirran prosessissa raaka-aine prosessoidaan muotoon, jota voidaan hyödyntää alavirran prosesseissa. Ylävirran prosesseissa esimerkkeinä ovat näytteiden keräys, näytteen viljely sekä solujen viljely (Debnam, 2021). Alavirran prosessissa viljelty raaka-aine pyritään saamaan erilaisten prosessien, kuten puhdistuksen ja muotoilun avulla kerättyä haluttuun muotoon

(Vedantu, 2023). Bioprosessia käytetään yleensä hyödyksi tuotteelle sopivaa bioreaktoria, joista sekoittava bioreaktori on yleisesti käytössä kustannustehokkuutena vuoksi (Posten, 2018 s. 92–94).

Bioprosessia voidaan käyttää hyödyksi, kun ollaan tutkimassa vaihtoehtoisia materiaalivirtoja esimerkiksi jätevirroista tai kierrätetyistä muovista (Rautio, i.a.). Raaka-aineet voivat olla uusiutuvia, ja prosessin avulla voi olla mahdollista tehdä kustannustehokkaita puolivalmisteita ja tuotteita.

3.11 RF-tekniikka

RF-tekniikassa käytetään hyödyksi radioaalto-tekniikkaa, jossa käytetään laajasti korkeita taajuuksia (Piyasena ym., 2003 s. 587–588). Taajuusväli tässä tekniikassa on yleisesti välillä $3 \text{ kHz} < f \leq 1 \text{ MHz}$, tai väliltä $1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ MHz}$. Näissä taajuusalueissa voidaan kuitenkin vain käyttää tiettyjä pisteitä tuotannollisissa tehtävissä, koska ne voivat muutoin vaikuttaa tutka- ja kommunikaatiolaitteiden toimintaan. RF-lämmityksessä sähkömagneettinen energia siirtyy suoraan lämmitettävään tuotteeseen, jolloin molekyylien tilavuuden muuttuessa molekyylien kitkavuorovaikutus synnyttää lämpöä tuotteessa. RF-tekniikkaa voidaan toteuttaa pakasteruuan sulattamisessa, pastöroinnissa, paistamisessa ja paahtamisessa. (Piyasena ym., 2003 s. 590)

RF-tekniikassa lämpö läpäisee tasaisemmin lämmitettävään tuotteeseen mikroaalto-tekniikkaan verrattaessa (Altemimi ym., 2019 s.84). RF-lämmityksessä tuotteen laatu on korkea, ja energiatehokkuus on mikroalto-kuumennusta parempi. Heikentävinä tekijöinä RF-lämmityksessä nähdään säteilytehon heikentyminen, sekä laitteiston korkeat kustannukset suhteessa perinteisiin lämmitysteknologioihin. RF-tekniikka kuitenkin nähdään potentiaalisena korvikkeena verrattuna perinteisiin lämmitystekniikoihin (Altemimi ym., 2019 s.89). Positiivisena hyötynä nähdään tekniikan skaalauksen kustannustehokkuus laboratoriotiloista tehdaskokoon, sekä kuumennuksen isommat säätömahdollisuudet suhteessa mikroalto-kuumennukseen. Rajoittavina tekijöinä RF-tekniikan käyttöönottoon nähdään optimaalisen RF-kaistan saaminen toimintamaassa.

4 TEKNOLOGISET RATKAISUT

4.1 Teknologiaennakointi

Teknologiaennakointi on yksi työtapa, jolla voidaan analysoida tulevaisuuden näkymiä. Teknologiaennakoinnissa on erilaisia keinoja ja tapoja hyödyntää analysoitavaa tietoa, ja näille keinoille neljä ominaispiirrettä on: 1. tulevaisuussuuntautuneisuus ja systemaattisuus 2. tieteen ja teknologian suhteuttaminen koko yhteiskuntaan 3. vuoropuhelun vahvistaminen 4. tavoite priorisoida ja antaa suosituksia tulevaisuuden suuntaamiselle. (Hjelt ym., 2002, s.1)

Teknologiaennakoinnin laajuutta voidaan paremmin selkeyttää rajaamalla teknologiat omiin teknologia-alueisiin. (Hjelt ym., 2002, s.11)

Teknologiaennakointi antaa yrityksille lisää ymmärrystä muuttuvista toimintaympäristöistä ja yritysten välisestä kilpailudynamiikasta (Suominen, 2021). Teknologiankäyttö lisääntyy töissä ja vapaa-ajalla, ja teknologian avulla tuotteiden ja palveluiden tuottaminen muuntautuu tulevaisuudessa. Kattava ymmärrys teknologian muutoksista ja sen vaikutuksista yhteiskunnan ja elinkeinon toimintaan on tarpeellista osata, sekä TKI-toiminnan päätöksiä ja maailmanlaajuisista teknologiakilpailuista on ymmärrettävä teknologiaennakoinnissa.

Teknologiaennakointia voidaan alueellisesti toteuttaa prosessina vaiheittain (Ahlqvist ym., 2007 s. 7). Prosessin alussa on hyvä määrittää alueellinen toimintaympäristö. Toimintaympäristön pohjalta tutkitaan ja valitaan sopivia tulevaisuuden teknologiasignaaleja ja analysoidaan niitä. Näiden analysointien pohjalta pyritään liittämään löydökset alueellisiin prosesseihin. Prosessia tukemaan voidaan käyttää esimerkiksi Delfoi-menetelmää, jossa pyritään tulkitsemaan selkeämmin tulevaisuuden näkymiä (Jyväskylän yliopisto, 2015)

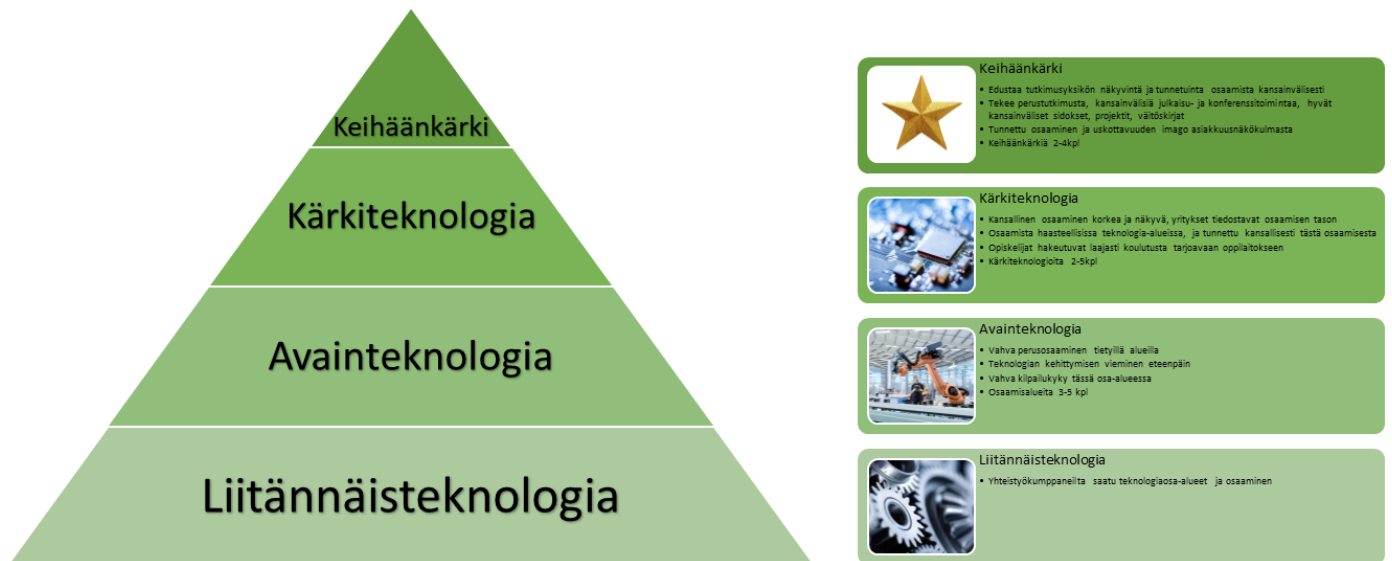
4.2 Teknologiastrategia

Strategisessa johtamisessa määritetään yhteisiä tavoitteita, päämääriä ja pyrkimyksiä (Sjöholm 2001, s.1). Tarkoituksena on löytää yhteinen ajatus, jonka kautta organisaatio ja sen yhteistyökumppanit voivat yhdessä kehittää omaa toimintaansa. Yhteisen päämäärän avulla voidaan nopeasti ja tehokkaasti muokata toimintaympäristöjä nopeasti kehittyvässä maailmassa. Hyvän johtamisen tuloksena on hyvä teknologiastrategia, jonka avulla pystytään määrittämään sopivat avainteknologiat sekä kehityskohteet.

1. Tutkimustulosten yhdistäminen opetukseen
2. Teknologisen toimintaympäristön hahmottaminen
3. Markkinoiden mahdollisuuksien ja tarpeiden tunnistaminen
4. Tutkimustoiminnan suhteellisen osuuden ja kumuloivan osaamisen parantaminen
5. Ydinosaamisen ja avainteknologioiden määrittäminen
6. Teknologia- ja lähtöisen suuntaaminen omaan toimintaan
7. Kilpailukykyyn parantaminen
8. Resurssien ja investointien oikeaoppinen kohdistus
9. Yhteisymmärryksen parantaminen
10. Yksinkertaisten ohjauksien tarpeen vähentyminen
11. Perustutkimuksen ja soveltavan tutkimuksen yhteensovittamisen mahdollistava parempi riskinotto perustutkimuksessa.

Kuvio 2. teknologiastrategian hyödyt (Sjöholm, 2001, s.4).

Teknologiastrategian funktiot ja hyödyt näkyvät eniten tutkimustyötä tekeväälle yksikölle, ja koko konsernille, joka on siinä mukana (Sjöholm, 2001, s.6). Konsernin eri osapuolia ovat oma organisaatio (esim. korkeakoulut, yliopistot), rahoittaja, opiskelijat ja yritykset.



Kuvio 3. Teknologiapyramidi (Sjöholm, 2001, s.21).

Teknologiapyramidin avulla saadaan yksinkertaistettua osaamiskuva tutkimusyksikön nykyisestä tilasta (Sjöholm, 2001, s.21–22). Oikeanlainen yhteistyö pyramidin eri osien välillä mahdollistaa sujuvan toiminnan. Liitännäisteknologiaa voidaan kehittää avainteknologiaksi ja avainteknologioita kärkiteknologioiksi. On hyvä myös muistaa uusien teknologioiden käyttöönotossa tarkastella vanhoja teknologioita ja niiden hyödyllisyyttä. Tarpeen tullen vanhoja teknologioita pitää osata ottaa pois käytöstä. Hyvän teknologiapyramidin avulla pystytään jäsentämään ja hallitsemaan paremmin osaamista, ja yhteistyökumppanit pystyvät paremmin näkemään tutkimusyksikön toiminnan.

Tuomaalan mukaan (Tuomaala, 2020) panostamisen tarve on hyvä tunnistaa, on se sitten liiketoiminta tai mikä tahansa muu tavoite. Nelikentän avulla pystytään hyvin tunnistamaan tarpeet, ja tutkimaan panostuksen kokoa. Panostamista tutkiessa on myös tärkeää muistaa selvittää erilaiset trendit ja muutokset. Näitä voidaan tarkastaa asiakas-, markkina-, liiketoiminta- ja teknologialähtöisesti. On hyvä myös kartoittaa nykytila; tässä voidaan hyödyntää teknologiapyramidia alustavasti. Strategian hahmottuessa ja konkreettisten askelien syntyessä strategia on sopivaa julkaista oikeanlaisille osaajajoukolla, kuten esimerkiksi johdolle tai isolle yleisölle, jolloin strategian toteutuminen on realistisempaa.



Kuvio 4. teknologiastrategian nelikenttä-malli (Tuomaala, 2020).

4.3 Teknologiasiirto

Teknologiansiirto määritelmänä ei ole aivan yksiselitteinen (UNCTAD, 2014 s.1–2). Yhtenä määritelmänä voidaan pitää konseptia, jossa yliopistot tai tutkimuslaitokset tarjoavat pääsyn heidän teknologioihinsa eri markkinatoimijoiden avulla. Teknologian siirrolla voidaan myös tarkoittaa prosessia, jossa tietty kehitetty teknologia voi olla sovellettavissa erilaisessa työympäristössä. Teknologiasiirto voi tapahtua yli oman maan rajojen sisällä, tai mahdollisesti valtion rajojen yli. Siirrot voivat olla kaupallisessa muodossa tai voittoa tavoittelemattomassa muodossa. Siirrot voivat myös olla fyysisiä teknologioita, informaatiota tai tietotaitoa. Jotta teknologiasiirto tapahtuisi onnistuneesti, tarvitaan osallistuvilta tahoilta tietoa ja tahtoa osata käyttää siirrettävää teknologiaa hyvin (Vysoká ym., 2021 s.14). Osaamistaidot, toimivat tilat ja resurssit, sekä IP:n hallinta ovat tärkeitä tekijöitä tässä tilanteessa.

Teknologian siirtoa voidaan tehdä organisaatiosta toiseen ilmaiseksi, lisenssillä, yhteistyön tai myymisen avulla (European Patent Office (EPO), 2023). Teknologian siirto näiden avulla mahdollistaa teknologian kehityksen, kun yritys tai henkilöstö ei välttämättä itse pysty vie-
mään teknologiaa eteenpäin. Teknologian siirto on hyödyllistä, kun teknologian omistaja ha-
luu löytää apuja saamaan teknologiansa laajemmin käyttöön. Toisena mahdollisuutena voi
hyvä osaaja löytää tekijöitä, joilla alustava sopiva teknologia löytyy, jota voi sitten omassa yri-
tyksessään hyödyntää paremmin.

Teknologiasiirrossa tärkeänä suojana teknologian kehittäjille on IPR (Patentti-insinöörit, i.a.).
IPR tulee sanoista Intellectual Property Rights. Suomessa viittaus koskee immateriaalioi-
keuksiin, kuten erilaisiin teollis- ja tekijänoikeuksiin. Esimerkkeinä näissä ovat patentit ja toi-
minimet. Teknologiansiirrot Euroopan yliopistoissa tapahtuvat pääosin lisenssien avulla, ja
mahdollisesti myös IP-myyntin kautta (Vysoká ym., 2021 s. 20–22). Yliopistoissa on myös
lisääntynyt erilaiset yhteistyömallit IP:n käytössä. Mahdollisia esteitä teknologiasiirroille voivat
olla huono IP-strategia, IP:n suojaamisen kalleus, ja puhuttaessa vihreistä teknologioista ko-
van kilpailun aiheuttamat isot investointiriskit.

4.4 Teknologian käyttöönotto

Uutta teknologiaa valittaessa on tärkeää ottaa huomioon monia seikkoja, jotta käyttöönotto
olisi sujuvampaa organisaatiossa (Alhonen, ym. 2020). Käyttöönotossa on tarpeellista huomi-
oida toimintaympäristö ja siellä toimivat käyttäjäryhmät. Teknologian käyttäjän on saatava
kattava tuki, opetus ja ymmärrys käyttöönottoa varten. Käyttäjän aikaisemmat kokemukset
teknologiasta voivat vaikuttaa käyttöönoton tehokkuuteen, jolloin käyttäjän käyttöhistoria on
hyvä tuntee jo alkuvaiheessa. Käyttöönotossa olisi tarpeellista olla päähenkilö, jonka vas-
tuulla olisi ottaa huomioon käyttäjät ja muut käyttöönoton prosessissa mukana olevien henki-
löiden roolit. Käyttöönotossa on tärkeää miettiä ylläpito, huolto ja mahdolliset ohjelmapäivityk-
set käyttöönoton jälkeen.

Uuden teknologian siirtyessä kuluttajateknologiaksi muuttaa sen valmistusmääriä ja hintoja
(Myllymäki, 2022). Tämä seurauksena yritysten kiinnostus kyseisen teknologian käyttöönot-
toon kasvaa. Uusia käyttökohteita teknologialle voi myös syntyä yrityksissä. Uuden teknolo-
gian toimijoiden keskuudessa voi syntyä positiivista tietoa ja negatiivista tietoa, sekä mahdol-
lisesti eritasoista osaamistasoa. Hyvän käyttöönoton varmistamiseksi olisi tarpeellista tukea

tehokkaasti yhteistoimintaa kokeneiden käyttäjien ja vähäisen kokemuksen omaavien käyttäjien kanssa. Käyttöönnotossa monipuolinen vuorovaikutus ja erilaisten mielipiteiden huomioonottaminen auttaa saavuttamaan paremman kokonaisuuden (Hirvonen, 2020). Monipuolinen keskustelu käyttöönnotosta auttaa joustamaan myös erilaisten ongelmatilanteiden kohdalla.

5 VIHREÄ SIIRTYMÄ

Vihreä siirtymä on määritelmänä laaja (Ympäristöministeriö, i.a.). Vihreässä siirtymässä on tarkoitus pääosin muuttaa nykyisiä käytäntöjä taloudessa ekologisempaan suuntaan siten, että erilaisia luonnonvaroja ei kulutettaisi yli tarpeiden. Vihreässä siirtymisessä energiankäyttö halutaan siirtää fossiilisista polttoaineista uusiutuviin energialähteisiin, kuten esimerkiksi tuuli- ja aurinkovoimaan. Vihreässä siirtymässä taloutta halutaan kehittää nostamalla kiertotalouden kysyntää, ja kehittämällä eri ratkaisuja, jolla luonnon monimuotoisuutta voidaan ylläpitää. Erilaisilla toimilla voidaan edistää vihreää siirtymää, kuten uusilla lainsäädännöillä, avustuksilla ja yrityksien panostuksilla kohti kestäviä yritysratkaisuja.

5.1 Biokaasu

Biokaasussa erilaisia jätteitä prosessoidaan ympäristölle suotuisaan muotoon (Kymäläinen & Pakarinen, 2015 s. 9–15). Käsittelyn aikana prosessi tuottaa energiaa ja mahdollisuuksien mukaan kierrättää erilaisia ravinteita. Biokaasun jalostuksessa on käytössä erilaisia teknologioita, joita sovelletaan tuotantolaitoksia määrittäessä. Esimerkiksi biometaania voidaan jalostaa paineistamalla biokaasuksi, tai mahdollisuuksien mukaan valmistaa myös nesteytettyä biokaasua. Suomessa biokaasun materiaaliksi sopivat biojätteet, jätevesilietteet, jätevedet, lannat ja teollisuuden sivutuotteet. Peltobiomassa nähdään isona voimavarana. Biojätteestä voidaan tehdä esimerkiksi etanolia ja uusiutuvaa dieseliä polttoaineeksi. Biokaasussa kasvihuonepäästöt ovat fossiilisiin energialähteisiin verrattuna alhaisemmat.

Suomessa oli vuonna 2019 biokaasun tuotanto noin 1 TWh (Virolainen-Hynnä, 2020 s.8–15). Raaka-ainepohjaan perustuva potentiaali olisi yhteensä yli 20 TWh, ja teknillistaloudellinen potentiaali 10 TWh. Arviolta 4–7 TWh energiaa voidaan tuottaa biokaasun avulla vuoteen 2030 mennessä. Isoin kysyntä nähtiin teollisuudessa, raskaiden ajoneuvojen ja laivojen kulutuksessa. Kaatopaikkojen biokaasutuotanto tulee tulevaisuudessa vähenemään, ja reaktori-laitosten tuotanto nousee. Ravinnekiertoon ja biokaasuun liittyviin toimenpiteisiin on hallitusohjelman kautta saatu rahallista tukea, ja laadittu kansallinen biokaasuohjelma.

5.2 Vertikaaliviljely

Vertikaaliviljelyssä kasviksia kasvatetaan tarkasti ohjatuissa kasvutiloissa, usein monissa kerroksissa ja sisätiloissa suojattuna (Porvali ym., 2021). Kyseisessä viljelymenetelmässä

käytetään valaisussa hyödyksi LED-valoja, jolla saadaan energiatehokkaasti sopivaa valaisua kasveille. Vertikaaliviljelyn erilaisina hyötyinä nähdään energiatehokkuus, tuotannon määrän kasvu suhteessa perinteiseen maanviljelyyn, ulkosään vähäinen vaikutus kasvuun, pitempi säilyvyys, torjunta-aineiden vähyys ja puhdas tuote, ja tuotantotilojen rakentaminen urbaaneille alueille, jolloin voidaan vähentää kuljetuskustannuksia (Kozai ym., 2016 s.4).

Vertikaaliviljelyä on pyritty antamaan ratkaisuksi ilmastonmuutoksen aiheuttamiin muutoksiin (Sitra, 2017). Vertikaaliviljelyssä kasvupotentiaali on suuri, ja 50 prosenttia suuremmat sato määrät ovat mahdollisia. Veden käyttöä voidaan saada vähennettyä 95 % viljelyn aikana, kun suora auringonvalo ei aiheuta ongelmia.

Vertikaaliviljelyssä on erilaisia haasteita, kuten esimerkiksi iso henkilöstömäärän tarve (IoT-Now, 2022). Vertikaaliviljelyn kasvaessa erilaisiin työalueisiin tarvitaan kattava henkilöstö tuotannonvalvonnasta tuotannon ylläpitoon. Mahdollisesti myös tuotantotilojen sopivuus vertikaaliviljelyyn voidaan nähdä tuotantoa hankaloittavina tekijöinä. Kun tuotantotiloja ei ole suunniteltu viljelyyn sopivaksi voi tämä aiheuttaa tuotannollisia haasteita sekä ylimääräisiä kustannuksia. Näihin haasteisiin nähdään pääratkaisuna tuotannon automatisointia portaittain.

5.3 Vetytalous

Vedyn päästötön tuotto tapahtuu hyödyntämällä elektrolyysiprosessia, jossa sähköenergian avulla vesi voidaan muuttaa vedyksi ja hapeksi (Sivill ym., 2022, s.20). Kun sähköntuotanto on tuotettu puhtaalla energialla, kuten esimerkiksi tuuli- tai aurinkovoimalla, niin vedyn tuotto on hiilineutraalia. Tällä hetkellä vetyä tuotetaan pääasiallisesti fossiilisilla energianlähteillä. Vetyä pystytään tuottamaan erilaisilla tavoilla. Erilaisia tapoja ovat:

- uusiutuva vety aurinko-, tuuli- tai vesivoimalla
- päästötön vety, joka tuotetaan esimerkiksi ydinvoimalla
- vety, joka tuotetaan fossiilisilla polttoaineilla
- pyrolyysin eli kuivatislauksen avulla aikaansaatu vety

Vedyntuotanto on kasvava energiantuotantoala, kun tuotantolaitteet halpenevat, puhtaan energian käyttö lisääntyy ja osaaminen alalla kasvaa. Ongelmana vedyntuotannossa on varastointi ja siirto. Hyötysuhde vedyntuotannossa elektrolyysin kautta on noin 60–70 %

(Vartiainen, 2020). Suomessa vedyntuotanto tuulivoiman ja vahvan siirtoyhteyksien takia hyvät vahvuudet, tosin haasteita ja riskejä myös löytyy. Vetytalous suomessa on maantieteellisesti hankalaa, kun miettii asiaa kansainvälisellä mittarilla. Päämarkkinat vedylle ovat Keski-Euroopassa, jolloin suurin osa tuotannosta rakentuu lähelle sitä. Vetytalouden rakentaminen vaatii myös paljon resursseja, jolloin kustannustehokkuus ja sen vähäisyys voi olla riskinä. (Sivill ym., 2022, s. 111–124). Suomessa investointimahdollisuudet vetyyn ovat hankalat maantieteellisesti, mutta suomalaiselle osaamiselle ja ammattitaidolle on kysyntää (Vihanta 2022). Isoja hankkeita vetyyn on Suomessa mahdollisuuksia, ja tuotantoa ollaan kasvattamassa tulevaisuudessa (Möller & Kluukeri, 2022).

5.4 Viisinkertainen innovaatiomalli

Vihreän siirtymisen, ja yleisen ilmaston lämpenemisen kannalta vaaditaan jatkuvaa toimintoa, johtajuutta, osaamista ja oikeaoppista tiedon käyttöä yhdeksään kohtaan (Carayannis ym., 2012):

- talousjärjestelmään
- Ympäristöhaasteisiin
- Ruuan ja terveyden haasteisiin
- Energiahaasteisiin
- Koulutushaasteisiin
- Poliittisen demokratian haasteet maailmalla
- Muuttuvien hallitusten haasteet maailmalla
- Tasapuolisuus ja turvallisuus maailmalla.
- teknologia, innovaatio ja yrittäjyys vetäjinä yhteiskunnan osaamisessa

Kolminkertaisessa innovaatiomallissa on pääkohteina hallitus, oppilaitos ja teollisuus (Carayannis ym., 2012). Nämä kolme pyrkivät verkostoitumaan läheisesti ja jakamaan opitun tiedon ja kokemuksen toistensa välillä, luoden uutta innovatiivista kokemusta. Nelinkertaisessa innovaatiomallissa tähän kolminaisuuteen lisätään myös neljäs kehä, yhteiskunta. Yhteiskunnan kehä määrittyy lähinnä median ja kulttuurin pohjalta, jossa määräytyvät tarkemmin erilaiset yhteiskunnan arvot ja elämäntyyli. Viisinkertaisessa innovaatiomallissa lisätään yhtälöön myös ympäristö, jonka avulla pyritään saamaan yhteiskunnan luonnollinen ympäristö yhdeksi tekijäksi tiedon tuotannossa ja innovaatioissa. Ympäristön lisäyksellä pyritään saamaan

innovaatiomalliin kestävyttä yhteiskunnan ympäristöä katsomalla. Viisinkertaisessa innovaatiomallissa kaikki viisi osa-aluetta pyrkivät jakamaan tietoja toistensa kanssa tasaisesti, jolloin pyritään luomaan ja kehittämään kestävästä yhteiskuntaa. Tiedon kierrolla eri osa-alueiden kautta edistetään innovatiivisten ja kestävästi ideoiden syntymistä valtion sisällä. Tiedon kierrolla avulla saadaan myös uutta tietotaitoa, jota voidaan käyttää hyödyksi tiedonkulussa.



Kuvio 5. Viisinkertainen innovaatiomalli (mukaillen Carayannis ym., 2012).

6 TOTEUTUS JA MENETELMÄT

6.1 Teknologiaatyöpaja ja teknologiakartoituksen raportti

Opinnäytetyö toteutettiin kahden eri työvaiheen pohjalta. Aluksi hahmoteltiin SeAMKin sisäinen teknologiaatyöpaja, johon kutsuttiin vain SeAMKin organisaatioon kuuluvia työntekijöitä ja asiantuntijoita keskustelemaan teknologiatiekartasta. Teknologiaatyöpaja pidettiin SeAMKin organisaation tiloissa. Teknologiaatyöpajaan tehtiin SWOT-analyysiin pohjautuva esitelmä, johon kuului lyhyt esittely FLLCP-hankkeesta, lyhyt työpajan kuvaus, ja tehtävänanto, joka pohjautui SWOT-analyysiin. Esitelmässä käytiin läpi kolme erilaista konseptia, joiden ajateltiin olevan pohjana tulevaisuuden teknologian kehitykselle. Toisessa ja kolmannessa konseptissa on myös merkitty tähtimerkillä tiettyjä kohtia, joissa on alaviitteessä ollut linkki nettilähteeseen (Kuva 2 ja Kuva 3). Näissä nettilähteissä oli lisätietoja tähtimerkkiin liittyvään lauseeseen tai asiaan, mutta näitä linkkejä ei käyty läpi esitelmissä. Työpajassa käytiin konseptit yksi kerrallaan läpi keskustellen, ja pohtien niitä SWOT-analyysiin pohjautuen. Keskustelussa teknologiset aiheet pyrittiin katsomaan nykytilanteen mukaan. Työpajan tavoitteena oli selkeyttää nykytilanteen teknologioiden mahdollisuudet, jotta saataisiin selkeyttä tulevaisuuden teknologioihin, joihin paremmin keskittyä.

Työpajan lisäksi analysoitiin FLLCP-hankkeen tuottamaa teknologiakartoituksen raporttia, jossa kysyttiin Etelä-Pohjanmaan alueen elintarviketeollisuuden organisaatioiden edustajien mielipiteitä erilaisista teknologiakysymyksistä. Opinnäytetyössä teknologiakartoituksen raportin tuloksia sekä työpajan keskustelun tuloksia analysoitiin laadullista sisällönanalyysia (Vuori, i.a.) hyödyksi käyttäen.

Lopuksi on tehty työpajan tuloksien sekä teknologiakartoituksen raportin tuloksien pohjalta teknologiatiekartta kuvaamaan erilaisia teknologioita, jotka nähtiin keskeisinä tulevaisuudessa.

6.2 Laadullinen sisällönanalyysi

Laadullisessa sisällönanalyysissä tutkitaan aineistoa ja keskitytään sen sisältöön (Vuori, i.a.). Sisällön aihe ja teema nähdään tärkeänä tarkastelukohteena, eikä aineiston ilmaisumuotoon oteta tarkempaa huomiota. Sisällönanalyysi sopii kirjoitelmien ja nauhoitusten aineistojen analysointiin. Laadullisessa sisällönanalyysissä pitää osata ymmärtää aineiston laatu. Sisällönanalyysissä on erilaisia toteutustapoja, joiden käyttöön vaikuttaa aineiston analyysin

käsitteellisyys sekä tutkijan tulkinta aiheesta. Tällöin analyysi voi keskittyä enemmän kuvaamaan aineiston sisältöä tarkemmin tai mahdollisesti keskittyä enemmänkin aineiston piilevän sisällön selventämiseen.

Aineistosta tutkijan pitää osata löytää sopivia kohtia ja elementtejä, jotka kertovat tutkittavasta alueesta (Vuori, i.a.). Aineistoa tutkittaessa on hyvä löytää yleisiä kohtia tutkimukseen liittyen, jolloin pikkuseikat eivät tee analyysistä vaikealukuista. Yleensä on hyvä jäsenellä aineisto erilaisiin aihealueisiin, jolloin vertailu niiden kesken onnistuu. Tarkoituksena on saada järkevä kuvaus asiasta, jota tutkitaan. Sisällönanalyysi vahvistuu mitä tarkemmin pyrkii aineiston läpikäynnissä syventymään aiheeseen. Tämä yleensä vaatii aineiston tutkimisen usean otteeseen. Sisällönanalyysi ei pohjaudu teoreettis-metodologiseen ajatteluun eikä analyysissä ole yhteisiä sääntöjä tai menetelmällisiä käsitteitä.

7 TULOKSET

7.1 Työpajan ryhmäkeskustelun tulosten analysointi

Ensimmäisen konseptin (kuva 1) keskustelun isona aiheena oli koronapandemian vaikutus ruokaketjuun ja siihen, miten se on muuttanut kulutuskäyttäytymistä. Ruuan kotiinkuljetus ja kotona syöminen kasvoi, kun mahdollisuus ravintolassa syömiseen poistui. Tähän liittyen kotiinkuljetus, verkkokauppa ja siihen liittyvät ruokaketjun osat kehittyivät nopeasti pakon alaisuudessa. Pandemian poistuessa ravintolaruokailu on palautunut hieman pandemiaa edeltävään aikaan, mutta kotiinkuljetus ja kotona syöminen on kasvanut, sekä ulkona syömisestä profiloitu vahvistui. Pandemian rajoitusten poistuessa myös tiettyjen verkkokauppojen osalta tuli muutoksia, jolloin alustavasti vain verkkokaupassa olleet yritykset alkoivat perustaa kivijalkakauppoja. Tietyllä tasolla ajateltiin omavaraisuus ja ruokaturva kasvoi pandemian vaikutuksesta, kun kaupat ja logistiikka vahventui, mutta samalla maatalous ja alkutuotanto heikentyi. Tähän oli keskustelijoiden mukaan syynä myös Ukrainan sota.

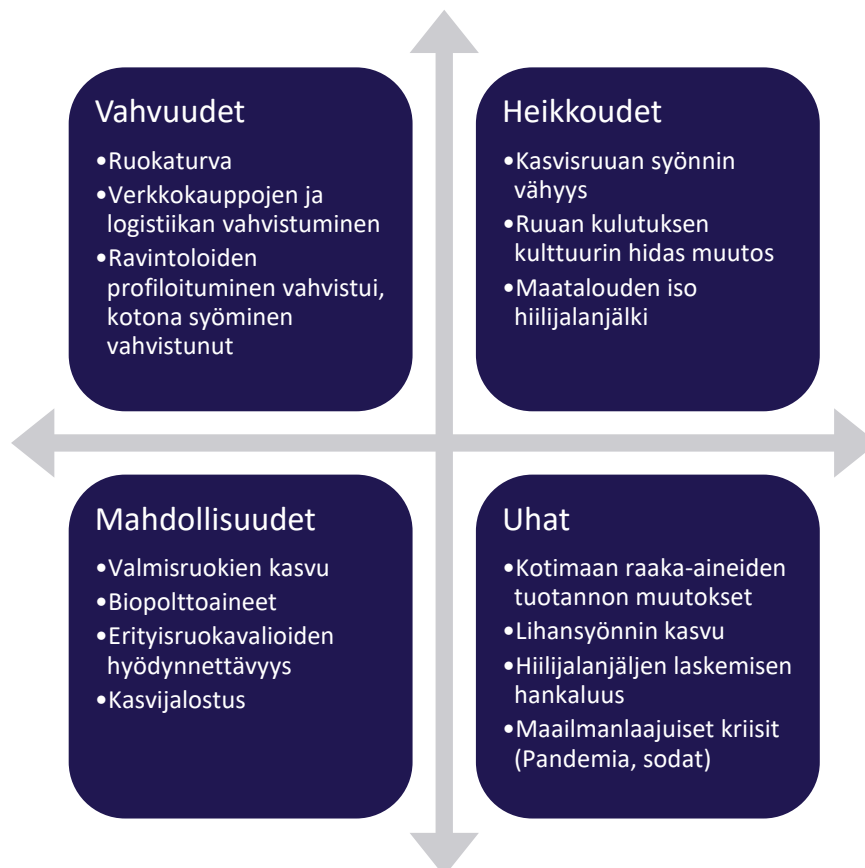


Kuva 1. Työpajan ryhmäkeskustelussa esitetty ensimmäinen konsepti.

Keskustelussa ruuan kulutuksen kulttuuri eriytyi puheenaiheeksi. Ruuan kulutuksen kulttuuri on hidas prosessi, ja kasvisruokapainotteinen kulutus on pysynyt jo vuosia vain muutamina prosentteina. Valmisruokakulttuuri on kasvanut kulutukseltaan, ja sen arvioitiin kasvavan

tulevaisuudessa. Kestävän kehityksen tavoitteet ovat tulleet enemmän esille, ja hävikin vähentämiseen on keskitytty enemmän. Erityisruokavaliot nähtiin isona ongelmatekijänä ruokahävikin tutkimuksessa, jossa paljon Erityisruokavaliota tuotetaan, mutta iso osa menee hävikkiin. Tarjonta ja kulutus ei tässä tilanteessa kohtaa hyvällä tasolla. Erityisruokavalioiden kehittäminen suositummaksi nähtiin kuitenkin isona mahdollisuutena. Tutkimushalukkuutta löytyy, ja kasvijalostukseen on nähty potentiaalia. Keskustellessa kasvituotteista vertailuna otettiin myös lihantuotanto. Lihaeläintuotanto on kasvanut 60-luvulta lähtien, Kuitenkin esimerkkinä siantuotannossa ihmiselle suunnattu ruuankulutus ei ole kasvanut, vaan siantuotannossa syntyviä tuotevirtoja on käytetty biopolttoaineeksi, lannoitteiksi ja lemmikkiruuaksi enemmän.

Energiantuotantoon liittyvät teknologiat ajateltiin muuttuvan tulevaisuudessa. Energiatehokkuus kasvaa ja sitä myötä kustannustehokkuus. Samassa yhteydessä puhuttiin hiilijalanjäljen ja sen määrittämisen kehittymisestä. Tällä hetkellä maatalouden ajateltiin olevan iso muuttuja hiilijalanjäljessä. Keskustelussa syntyneitä tuloksia on laitettu SWOT-mallin mukaiseen muotoon (kuvio 6).



Kuvio 6. Ensimmäisen konseptin SWOT-analyysin tulokset.

Toisessa konseptissa (Kuva 2) puheenaihe digitalisaatiossa keskittyi pohjautuen SeAMKin organisaation osaamiseen. Jonkin verran keskustelua pk-yritysten digiosaamisen tasosta nousi ja pohdiskelua siitä, että onko digiosaamisen kattavuudesta tehty ajantasaista tilastoa. Datan käyttö ja tallennus nähtiin mahdollisuutena. Dataa kerätään SeAMKin organisaatiossa, tosin sitä ei tallenneta vielä tehokkaasti. Datan käyttö ja hallinta nähtiin isona kehityskohteenä sekä koulutusmaailmassa että yrityksissä. Isot datajätit, kuten IBM, Microsoft ja Amazon, ja suomessa erityisesti Siemens nähtiin suunnannäyttäjinä. Heidän kautta mahdollinen koulutus ja osaaminen voitaisiin saada, jotta datan hallintaa voisi kehittää. Potentiaalia nähtiin datan tallennukseen, kun useilla yrityksillä voi olla jonkinlainen Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) käytössä. SCADA:an voisi mahdollisuuksien mukaan implementoida datan tallennusjärjestelmä, jota voisi käyttää hyödyksi. Hyvä datankäyttö ja osaaminen voisi myös mahdollisesti tarkentaa hiilijalanjäljen määrittämisen.



Kuva 2. Työpajan ryhmäkeskustelussa esitetty toinen konsepti

Isona haasteena nähtiin datan käytössä osaajapula ja ymmärrettävyys. Datanhallintaa pitäisi pystyä kouluttamaan tietyllä tasolla, ja siihen tarvitsisi investointia. Datan arvokkuus pitäisi osata myös paremmin näyttää konkreettisesti. Yleisesti nähtiin, että yritykset eivät helposti lähde mukaan datan parempaan hallintaan, jos sen hyötyjä ei pystytä esittämään. Tiettynä ongelmana nähtiin datan vaikealukuisuus. Esimerkkinä asiasta oli suomen sään ennustettavuus, ja sen kautta mahdollisesti tehtävät ennakoivat toimenpiteet maataloudessa.

Automaatio nähtiin isona mahdollisuutena. Ongelmia nähtiin automaation tarjoajien määrässä, ja riskistä tehdä väärä valinta automaatioissa. Kestämätön automaatiovalinta voi aiheuttaa isot menetykset ja investointitappiot. Tästä esimerkkinä annettiin logistiikan kuljetuksissa valittu anturitekniikka, joka ei kestänyt rahtituotteen muuttuvaa painoa. Rikkinäiset anturit aiheuttivat isot menetykset. Mahdollisuutena nähtiin avoin data, ja sen käyttö laaja-alaisemmin eri yritysten keskuudessa. Tuotteiden lyhyet elinkaaret elintarviketeollisuudessa nähtiin haastavaksi tekijäksi, jolloin isot investoinnit automaatioon nähtiin riskinä (Kuvio 7).



Kuvio 7. Toisen konseptin SWOT-analyysin tulokset.

Kolmannen konseptin (kuva 3) keskustelussa puhuttiin uusista teknologioista ja olettamuksesta, että uudet teknologiat ovat uusia tuoreita ideoita. Keskustelijoiden mukaan monet uudet elintarviketeknologiat ovat idealtaan useita vuosia ja vuosikymmeniä vanhoja. Biotekniikan uudistuminen on tehnyt keskustelijoiden mukaan 60-luvulta asti 20-vuoden sykliä. Konvektio- ja mikroaaltokuumennus nostaa suosiota. HPP-prosessointi on tutkimuksen alla. Bioprosessit olisivat mahdollisesti isommassa roolissa. Erotusteknologiat nähtiin tärkeänä teknologiana tulevaisuudessa. RF-suodattimet nähtiin merkittävänä teknologiana, sekä jälkipastorointiin liittyvät teknologiat. Koulutus ja linjasto ovat muutoksen alla.

3. KONSEPTI: TEKNOLOGIAN MURROS, JA SUOMEN ROOLI NIISSÄ

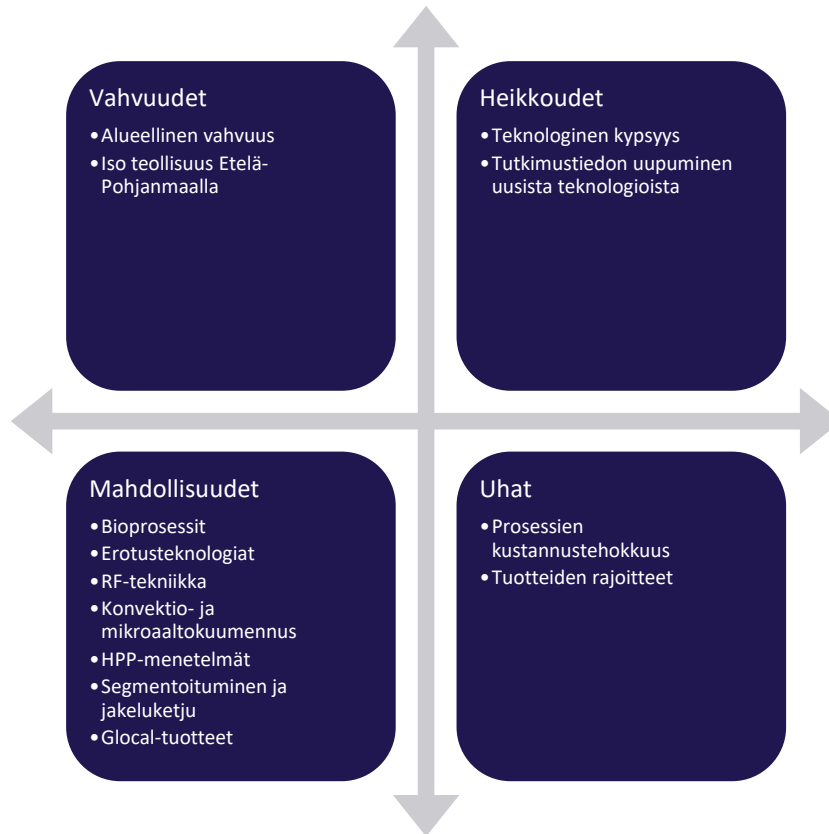
- Maailma globalisoituu kovaa tahtia. Digitalisaatio kehittyi nopeasti, ja uusia innovaatioita ja kehityskohteita syntyy koko ajan enemmän ja enemmän. Puhutaan neljännestä teollisesta vallankumouksesta
 - Web 3.0, tekoäly, esineiden internet, blockchain
- Elintarviketeknologia uusia prosesseja ja teknologioita?
 - HPP-prosessointi, tuotteiden kuivaus, pakastusmenetelmät
 - Esim. isochoric freezing* Electrohydrodynamic drying (EHDI)**
 - Robotiikan mahdollisuudet? Työskeltäviä joita ei ennen ole voinut automatisoida automatisoidaan, kuten esim. kuljettimet, varastot, pakkausvaiheet yms.
- Miten Suomi, ja Suomen elintarviketietä on osana tätä uutta muutosta?
 - Suomessa ruoan tuotanto bioteknologian avulla on hyvälaatuisia ja puhdasta. Osaamme hyödyntää toimintatavat tuotantoprosesseissa.
 - Suomessa teknologiaosaaminen on hyvällä tasolla
 - Hyvän osaamisen ja tiedon avulla voimme olla isoimmassa osassa vaikuttamassa sekä Suomessa että muiden maiden välillä.
- Syntyykö uusi digitaalinen/teknologinen alue jonne siirtyvät kuluttajat? Kuinka yritysmaailma osallistuu tähän?
- Teknologia tässä murroksessa uutta ja erikoista, joka voi myös aiheuttaa erilaisia vastoinkäymisiä ja haasteita
 - Esim. 5g-verkko ja sen vaikutukset tulevaisuudessa? Innovaatiot voivat olla hyvinkin erikoisia***

*<https://www.researchgate.net/publication/304148144>
**<https://www.researchgate.net/publication/304148144>
***<https://www.5g-portal.com/5g-portal/2020/04/01/5g-portal/>

Tämä Lupa tekiä Turun yliopiston tekniikan käyttöoikeus (C) BY-SA/4.0

Kuva 3. Työpajan ryhmäkeskustelussa esitetty kolmas konsepti

Uusissa laiteteknologioissa on keskustelijoiden mukaan tärkeää, että tutkimustietoa löytyy laitteen käyttöönotosta elintarviketeollisuudessa. Teknologian kypsyys nähtiin riskinä, koska tuotevalikoima uudelle teknologialle voi olla hyvinkin pieni. Mahdollisuuksiksi nähtiin Glocal-tuotteet, ja niitä mahdollistavat elintarviketeknologiat. Glocal on yhdistelmä sanoista global ja local, ja sanan merkitys viittaa siihen, että tietty maailmanlaajuinen tuote pyritään kohdentamaan tarkemmin paikallisille markkinoille (Lambropoulou, 2022). Keskittyä pitäisi myös ruokiin, joita tällä hetkellä kulutetaan, jotta niitä tukevia teknologioita voisi löytää ja kehittää.



Kuvio 8. Kolmannen konseptin SWOT-analyysi.

7.2 Teknologiakartoituksen raportin analysointi

Teknologiakartoituksen osallistui yhteensä 18 henkilöä, joista 12 oli elintarviketeollisuuden edustajia, 3 edusti koulutusta, ja 3 hanketoita. Teknologiakartoituksen raportissa on ollut yhdeksän eri haastattelukysymystä (Liite 1), joista analysoidaan läpi tarkemmin 7. Kysymyksistä karsittiin pois ”Miten raaka-aineiden saatavuus tulevaisuudessa muokkaa elintarviketeollisuuden tarpeita?”, koska kysymyksen ei nähty olevan relevantti teknologiatiekartan luomisessa. Kysymyksen vastaukset on käyty läpi laadullista sisällönanalyysia hyödyntäen (Vuori, i.a.). Kysymykset numeroitiin välille 1–7 (Kuvio 9), selkeyttääkseen analyysin rakennetta.

Raportin kysymykset

- Kysymys 1: Miten organisaationne pyrkii huomioimaan teknologiakehityksen tällä hetkellä (investoinnit, koulutukset, hanketyö tms..)
- Kysymys 2: Mitkä ovat mielestänne keskeisimmät uudet teknologiat elintarviketeollisuudessa ja mitä teknologioita tulee nousemaan vuoteen 2035 mennessä? (Teknologiavisio vuosi 2035)
- Kysymys 3: Millaista murrosta tapahtuu teknologioiden ympärillä vuoteen 2035 mennessä ja millaisia vaikutuksia teknologioilla on kehitykseen?
- Kysymys 4: Miten poikkiteollisuus (moniteknologisuus) tulee näkymään vuoteen 2035 mennessä?
- Kysymys 5: Miten ajattelet ruokajärjestelmän muuttuvan seuraavan 15 vuoden aikana?
- Kysymys 6: Mitkä asiat ovat tärkeimpiä alueellisen kehityksen, teknologiaosaamisen ja kilpailukyvyn tueksi? Miten aluekehitystä voitaisiin tukea?
- Kysymys 7: Mitä vihreä siirtymä ja energiatehokkuuden tavoittelu vaatii yritykseltä?

Kuvio 9. Teknoliakartoituksen raportin kysymykset (SeAMK, 2023).

Kysymys 1. Kysyttiin teknologiakyselyyn osallistuneilta sitä, miten he pyrkivät huomiomaan teknologiakehityksen organisaatiossaan. Vastauksissa ilmeni suurta hajontaa; teknologiainvestointeja oli tehty digitalisaatioon, energian tuotantoon, konenäköön ja automaatioon. Teknologiakehitystä seurattiin erilaisten hankkeiden ja yhteistöiden kautta, kuten esimerkiksi SeAMKin kanssa. Teknologiakehitystä huomiottiin hyvin vastauksien perusteella, ja siihen on kova kiinnostus.

Toisessa kysymyksessä kysyttiin keskeisimmistä teknologioista elintarviketeollisuudessa vuoteen 2035 mennessä. Vastauksista tehtiin listaustaulukko, jonka tarkoitus selkeyttää usean vastauksen kokonaisuutta. Vastaukset jaoteltiin digitaalisiin ratkaisuihin, prosessiteknologioihin ja muihin vaihtoehtoihin. Vastauksia löytyi useita, joista suurin osa pohjautui erilaisiin prosessiteknologioihin (kuvio 10).

Digitaaliset ratkaisut	Prosessiteknologiat	Muut vaihtoehdot
<ul style="list-style-type: none"> • Tekoäly • Konenäkö • XR -teknologia (AR/VR) • Automaattinen laadunhallinta • Datan hallinta • Digitaalinen kaksonen 	<ul style="list-style-type: none"> • Konsentroiditeknikat • Erotusteknologiat – • Ekstruusio/märkäekstruusio • 3D -tulostus • Haihdutus- ja väkevöintiteknot • Korkeapaineprosessointi • Bioprosessit • Vertikaaliviljely • Entsyymiteknot 	<ul style="list-style-type: none"> • Robottiikka/cobottiikka • Pakkaustekniset ratkaisut (älykkäät pakkaukset) • Biokaasu/polttoaineteknot • Uusiutuvat energiateknologiat

Kuvio 10. Keskeisimmät teknologiat elintarviketeollisuudessa vuoteen 2035 mennessä.

Kysymys 3. kysyttiin teknologioiden murroksesta ja niiden vaikutuksesta kehitykseen vuoteen 2035 mennessä. Vastauksissa oli paljon vaihtelevuutta, ja yhtenäistä vastausta ei kyselyyn osallistuneilla ollut. Joitakin teknologioita vastauksista nähtiin yleistyvän enemmän teollisuudessa, kuten esimerkiksi automaation, uusiutuvan energiateknologian, ja digitalisaatio kokenään ja XR-sovelluksien kautta. Kestävä kehitys ajateltiin olevan isona osana tulevaisuudessa. Joitakin pienempiä kohtia mainittiin lihankäytön muuttumisella. Osassa vastauksissa ajateltiin, että lihan kulutus vähenee, ja kasviproteiinin käyttö kasvaa, lisäksi esiin nousi myös lihankulutuksen muutos osana teknologiakehitystä.

Kysymys 4. aiheena oli poikkitieteellisyys ja sen näkyvyys vuoteen 2035 mennessä. Älykkäät pakkaukset nähtiin isommassa roolissa, ja energiateollisuus ratkaisut tulisivat vaikuttamaan esimerkiksi asiakasprojekteihin. Prosessiteknologioiden ja tietojenkäsittelytieteiden uskottiin muuttavan kehitystä tulevaisuudessa. Muita tieteenaloja kuten kaupallisen puolen ja humanistisen puolen kuviteltiin muuttavan ajatusta tulevaisuuden kuluttajasta ja siitä, miten se vaikuttaa yrityksiin.

Kysymyksessä 5. kysyttiin ruokajärjestelmän muutoksista seuraavan 15 vuoden aikana. Kasvipohjaisten tuotteiden määrän uskotaan kasvavan ja monimuotoistuvan, ja ympäristötavoitteet näkyvät isommin ruokajärjestelmässä. Logistiikan muutoksia, uusiutuva ruoka ja vastuullisuus ovat vahvasti esillä vastauksissa. Hiilineutraalius ja puhdas energia ohjaa ruoantuotantoa uuteen suuntaan, lisäksi hävikin seurantaan ja sen vähentämiseen pyritään vaikuttamaan enemmän.

Kysymys 6. aiheena oli tärkeimmät teot alueellisen kehityksen, teknologiaosaamisen ja kilpailukyyn tueksi, ja miten aluekehitystä voitaisiin tukea. Koulutusorganisaatioiden ja yritysten yhteistyötä nähtiin tärkeänä tekijänä aluekehitykselle, ja kuluttajia sekä kehittäjiä olisi hyvä saada mukaan toimintaan. Osaamistasoa halutaan saada korkeammaksi ja kansainvälisemmäksi, sekä monialaisuutta ja eri toimialojen yhteistyötä pitäisi kasvattaa.

Kysymyksessä 7. kysyttiin, että mitä vihreä siirtymä ja energiatehokkuuden tavoittelu vaatii yritykseltä. Vihreä siirtymä nähtiin isona investointina monille organisaatioille. Koulutustason ja osaavuuden nosto, taloudelliset resurssit, aikaa ja ilmastotietoutta ovat tekijöitä, jotka nähtiin tärkeiksi osiksi. Uudenlaisia teknologisia ratkaisuja vaaditaan myös vihreän siirtymän aikaansaannissa. Uudet energiaratkaisuja tutkitaan ja ollaan mukana hankkeissa, jotka edesauttavat vihreän siirtymän aikaansaannissa. Vastuullisuutta, innovatiivisuutta ja tutkimusta tarvitaan enemmän. Investointien määrä kasvaa vihreän siirtymän ja energiatehokkuuden tavoitteisiin pyrkiessä.

7.3 Teknologiatiekartan luominen

Teknologiatiekartan hahmottamiseen tarvitsee ymmärtää sekä työpajan analysoinnin tuloksia, sekä teknologiakartoituksen raportin analysoinnin tuloksia. Työpajan ja teknologiakartoituksessa nousi esiin kohtia, jotka on hyvä huomioida teknologiakartoitusta tehdessä, ja myöhemmässä vaiheessa aluekehityksen puitteissa. Analysoinnin tuloksista on saatu pääpainopisteet (Kuvio 11), jonka avulla pystytään tärkeimpiä keskittymiskohteita havainnoimaan paremmin. Erilaisia teknologioita pitäisi pystyä tutkimaan siten, että ottaisi mahdollisimman monia pääpainopisteitä huomioon erilaisia teknologioita valitessa.

Erilaisien teknologioiden vaihtoehtoja löytyi useita teknologiakartoituksen raportin analysoinnin vaiheessa. Kartoituksessa on puhuttu teknologioista, jotka voisivat olla nousta esille enemmän vuoteen 2035 mennessä. Näitä erilaisia teknologioita ei pysty analysoinnin pohjalta tarkemmin määrittämään milloin ne olisivat aiheellisia tarkemmalle tutkimiselle, jolloin erilaisia teknologioita pitää pyrkiä tutkimaan sitä mukaan, kun uutta tutkimustietoa asiasta löytyy. Teknologiatiekartassa on nostettu esiin eniten vastauksissa olleet teknologiat, sekä mainintoja työpajan erilaisista teknologioista, jotka nähtiin aiheellisina tulevaisuudessa (Kuvio 12). Tiettyjä teknologioita, kuten tekoälyä, uusiutuvia energioita, datan hallintaa ja automaatiota oli mainittu useampaan otteeseen teknologiakartoituksessa, jolloin niihin on teknologiatiekartassa enemmän painotusta. Teknologiatiekartta painottuu vuosivälille 2023–2035.

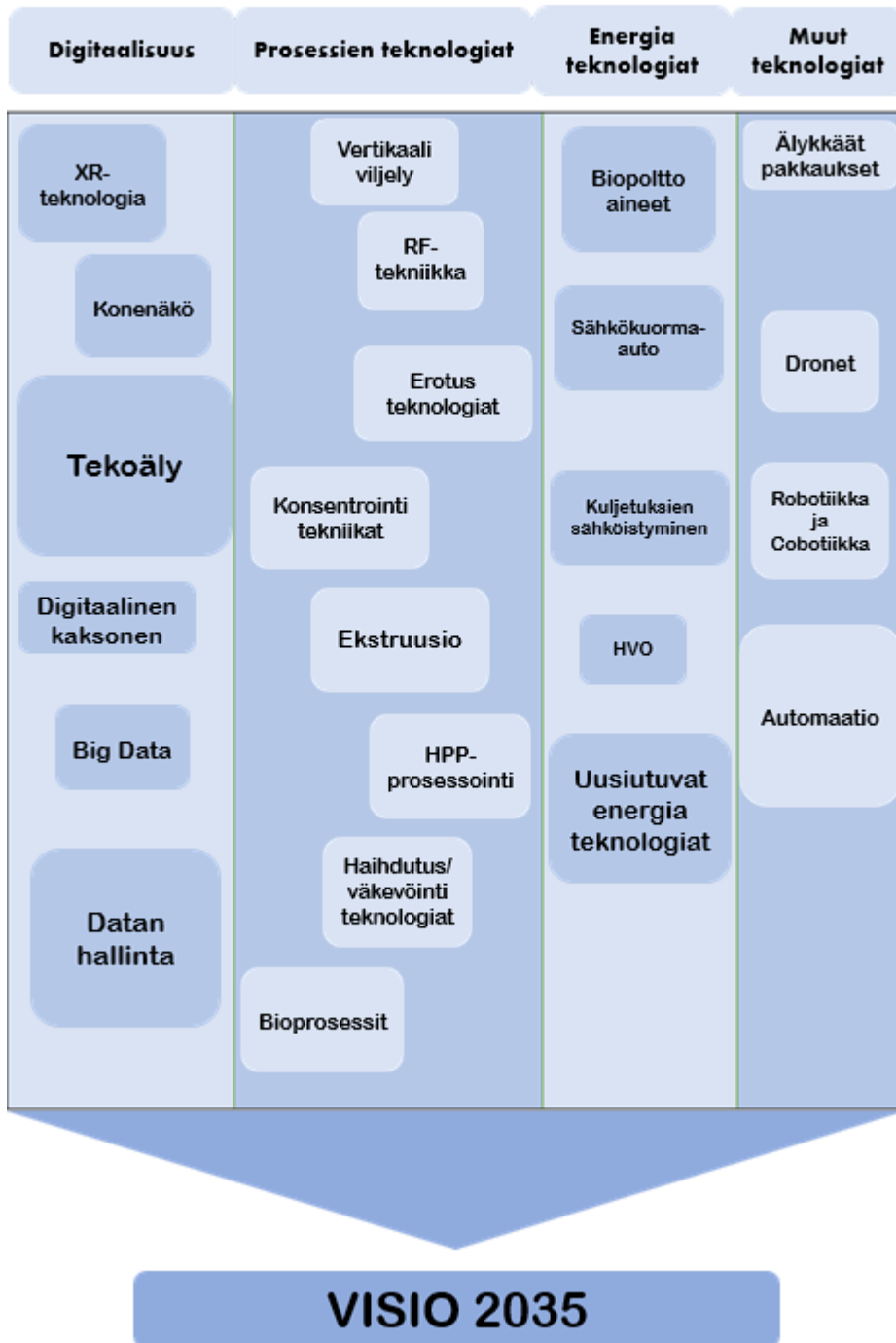


Kuvio 11. Teknologiatiekartan pääpainopisteet.

Teknologiatiekartassa on pääosa-alueina nimetty digitaalisuus, prosessien teknologiat, energiateknologiat, ja muut teknologiat. Nämä osa-alueet määräytyivät työpajan ja teknologiakartoituksen analysoinnin perusteella. Digitaalisuus ja prosessien teknologiat ovat hieman muita osa-alueita isommat, koska esimerkkitekologioita mainittiin näissä enemmän. Energiateknologiaan on merkitty pääosin polttoaineteknologiat, sekä erilaiset uusiutuvat energiat. Viimeiseen osa-alueeseen ”muut teknologiat” lisättiin teknologiat, jotka olivat vaikeampia kategorisoida aikaisempiin osa-alueisiin, jolloin oli sopivampaa määritellä yleisempi vaihtoehto niille. Teknologiatiekartassa olevat teknologiat on merkitty kartassa

satunnaiseen järjestykseen, kuitenkin siten, että ne voidaan nähdä tärkeinä teknologioina nykyajasta vuoteen 2035 asti katsottuna.

Teknologiatiekartta



Kuvio 12. Teknologiatiekartta.

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työpajan ryhmäkeskustelun tuloksissa isointa keskustelua saatiin aikaiseksi ensimmäisestä konseptista. Vahvuuksia nähtiin tässä konseptissa erillä tavoin, kuten ruokaturvan nousemisessa, verkkokauppojen ja logistiikan vahvistumisessa, sekä ravintoloiden ja kotona syömissä profiloitumisessa paremmin. Heikkouksia nähtiin elintarvikeketjussa eri osioissa, kuten maatalouden korkea hiilijalanjälki, kasvissyönnin vähäinen käyttö, sekä ruokakulttuurin hidas muuttuminen. Mahdollisuuksia nähtiin laajasti eri kohdista, kuten esimerkiksi valmisruokien kasvu, biopolttoaineet, Erytysruokavalioiden hyödynnettävyys sekä kasvijalostus. Uhkina nähtiin erilaiset globaalit kriisit, kotimaisen raaka-aineen tuotannon muutokset, lihansyönnin kasvu, sekä hiilijalanjäljen hankala määrittäminen.

Toisessa konseptissa vahvuuksia nähtiin vähemmän suhteessa ensimmäiseen konseptiin. Datan käyttömahdollisuudet ja datan keräys nähtiin vahvuutena, mutta samalla myös nähtiin heikkoutena, että dataa ei kerätä niin tehokkaasti kuin olisi mahdollista. Mahdollisesti myös datan keräys ja hyödyntäminen yrityksissä voi olla heikkoa, jos teknologiaa sen ympärillä ei osata hyödyntää. Mahdollisuuksia kuitenkin nähtiin paljon, kuten esimerkiksi mallipohjaiset käytännöt, jo olemassa olevan datan käytön vahvistaminen, avoimen datan käyttö, sekä digiosaamisen ja automaation kasvattaminen. Uhkina nähtiin osaajapula ja datan ymmärrettävyys, ansaintalogiikan hyödyntäminen, isot investoinnit ja oikeanlaisen teknologian valinnan vaikeus.

Kolmannessa konseptissa alueellinen vahvuus ja iso teollisuus Etelä-Pohjanmaalla nähtiin vahvuuksiksi. Heikkouksissa nähtiin kuitenkin teknologian kypsyys, sekä tutkimustiedon puuttuminen. Mahdollisuuksia oli useita, kuten erilaiset elintarvikkeisiin soveltuvat prosessiteknologiat, segmentoituminen ja jakeluketju sekä Glocal-tuotteet. Uhkina nähtiin prosessien kustannustehokkuus sekä uusien tuotteiden rajoittuneisuus.

Teknologiakartoituksen raportin analysoinnissa kysymyksien vastauksissa syntyi osassa haajontaa, ja yleistä mielipidettä on haastava nostaa esille. Uusia teknologian investointeja oli tehty laajasti eri osa-alueille, kuten esimerkiksi digitalisaatioon, energiantuotantoon ja automaatioon. Keskeisiä teknologioita tulevaisuuden elintarviketeollisuudessa nähtiin useita (kuvio 10), mutta täysin selkeää vastausta niiden vaikuttavuuteen kehityksessä ei nähty. Tietyt isot teknologiat kuten automaatio, tekoäly ja energiateknologiat uskottiin vaikuttavan kehitykseen. Kasvipohjaisten tuotteiden kysynnän arveltiin kasvavan, ja logistiikan muutoksia

tapahtuvan tulevaisuudessa, sekä hiilineutraaliutta ja hävikkiä pyritään seuraamaan paremmin. Kilpailukykyä ja alueellista kehitystä pystyttäisiin vastauksien perusteella parhaiten tukemaan parantamalla yhteistyötä koulutusorganisaatioiden ja yritysten välillä, sekä mahdollisesti lisäämällä kuluttajalähtöistä tuotekehitystä. Osaamistason nostamista tavoiteltiin, sekä verkostojen muuttumista entistä kansainvälisemmäksi ja monialaisemmaksi. Energiatehokkuuden ja vihreän siirtymän tavoittelussa nähtiin isona haasteena isot investoinnit, koulutuksen ja osaavuuden nostot, ajan puute ja ilmastotietous. Yrityksiltä vaadittaisiin tulevaisuudessa vastuullisuutta, innovatiivisuutta ja enemmän tutkimustiedon käyttämistä, jotta uusia teknologioita ja energiaratkaisuita voitaisiin hyödyntää tehokkaasti.

9 POHDINTA

Teknologiatiekartan luomisessa tulevaisuuden teknologian pohtiminen ja tarkkan aikataulun määrääminen sille, milloin mikäkin teknologia olisi tärkeä on hyvin haastavaa määrittää. Teknologiatiekarttaa tuottaessa pitää pystyä olemaan vankka käsitys siitä, mitä erilaisia osa-alueita pitää hallita, jotta oikeanlaisia teknologioita osataan käyttää tehokkaasti. Hyvä perusosaaminen teknologian hallinnasta on hyvä omata, jotta mahdollisesti uudet tulevaisuuden teknologiat pystyttäisiin paremmin omaksumaan. Hyvä koulutus pohja, yrityksiä ja oppilaitosten yhteistyö, kommunikaatiotaidot, teknologiaosaajien löytäminen ja hyvän tutkimustiedon löytäminen on osa tärkeitä asioita, jotka olisivat hyödyllisiä hallita, jotta haluttu teknologiaosaaminen toteutuisi mahdollisimman todenmukaisena.

Työpajan ja teknologiakartoituksen vastauksien pohjalta nähtiin yhteneväisyyksiä. Tulevaisuuden teknologiaratkaisussa isossa osassa nähtiin energiaratkaisut sekä digitalisaation ja automaation kasvu. Kaikissa näissä teknologioissa tarvitaan vankkaa ja tietävää osaamista ja tutkimustietoa, jolloin on tärkeää osata määrittää mitkä koulutusorganisaatiot pystyvät vastaamaan kasvavaan kysyntään näissä ratkaisuissa. Oman osaamisen määrittäminen ja heikkouksien löytäminen sekä yrityksissä sekä koulutusorganisaatioissa auttaa antamaan selkeämmän kuvan vahvuuksista ja heikkouksista, sekä auttaa rakentamaan suunnitelmaa, jolla pystytään vastaamaan tulevaisuuden tuomiin haasteisiin paremmin.

Teknologiatiekartan avulla pystytään paremmin näkemään fokuskohtia, jotka tulevaisuudessa nousevat isompaan rooliin. Tulevaisuutta ei voi kuitenkaan ennustaa, jolloin nykyiset mahdolliset teknologiset ratkaisut voivat muuttua tilannetekijöiden muuttuessa. Omaa teknologiatiekarttaa suunniteltaessa pitää osata jättää tilaa muuttuville ja yllättäville tekijöille, jolloin mahdolliset riskitilanteet voivat myös vähentyä. Hyvä teknologiatiekartta antaa suuntaviivat mihin rakentaa omaa teknologiaosaamista.

LÄHTEET

- A1 Media. (i.a.). *VR, AR ja MR – mitä ne tarkoittavat?* <https://360tour.fi/vr-ar-mr/>
- Ahlqvist, T., Uotila, T., & Harmaakorpi, V. (2007). *Kohti alueellisesti juurrutettua teknologiaennakointia. Päijät-Hämeen klusteristrategiaan sovitettu ennakointiprosessi*. Turun yliopisto. https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/162584/Ahlqvist%20et%20al_Kohti%20alueellisesti%20juurrutettua%20teknologiaennakointia_VTT_2007.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alhonen, A., Hagström, S., & Heinonen, T. (2020). *Teknologian käyttöönoton onnistumisen elementit*. TUTTUnet. <https://www.tuttunet.fi/tietoja-ja-oivalluksia/teknologian-kayttoonoton-onnistumisen-elementit.html>
- Altemimi, A., Aziz, S.N., Al-Hilphy, A.R.S, Lakhssassi, N., Watson, D.G. & Ibrahim, S.A. (2019). Critical review of radio-frequency (RF) heating. *Food Quality and Safety*, 3(2), 81-91. <https://academic.oup.com/fqs/article/3/2/81/5476054>
- Berk, Z. (2018). *Food process engineering and technology* (3.painos). Academic P.
- Business Finland. (2022). *Elintarvikkeiden tuotanto- vienti- ja markkinapotentiaali raportti*. <https://mediabank.businessfinland.fi/l/PRKB-ptnjKrd>
- Carayannis, E., Barth T., & Campbell F. (2012). *The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation*. SpringerOpen. <https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/2192-5372-1-2>
- CGI. (i.a.). *Mitä on tekoäly?* <https://www.cgi.com/fi/fi/mita-on-tekoaly>
- Debnam, L. (2021). *What is Bioprocessing?* HRS. <https://news.hyperec.com/post/what-is-bioprocessing>
- Elinkeinoelämän keskusliitto (EK). (2022). *Ulkomaankauppa*. <https://ek.fi/tutkittua-tietoa/tieto-suomen-taloudesta/ulkomaankauppa/>
- Empirica. (i.a.). *Konenäkö*. <https://www.empirica.fi/konenako/>
- European Patent Office (EPO). (2023). *Patent knowledge and technology transfer*. <https://www.epo.org/searching-for-patents/helpful-resources/patent-knowledge-news/2023/20230130a.html>
- Grönmark. (16.1.2023a). *Erilaiset seostyytit ja niille soveltuvat yleisimmät erotusteknologiat*. <https://www.gronmark.fi/erilaiset-seostyytit-ja-niille-soveltuvat-yleisimmat-erotusteknologiat/>

- Grönmark. (2.2.2023b). *Erialaisten seosten erotusteknologioiden valinta*. <https://www.gronmark.fi/erilaisten-seosten-erotusteknologioiden-valinta/>
- Gu, B.-J., Kowalski, R.J., & Ganjyal, G.M. (2017). *Food Extrusion Processing: An Overview*. Washington State University. [FS264E.pdf \(wsu.edu\)](https://www.wsu.edu/~FS264E/)
- Guy, R. (2001). *Extrusion cooking*. Woodhead Publishing Limited.
- Heiskanen, H. (2019). *3D-tulostettu ruoka voi olla ratkaisu paino-ongelmiin. 360°hyvinvointi*. <https://www.360journalismia.fi/3d-tulostettu-ruoka-voi-olla-ratkaisu-paino-ongelmiin/>
- Hirvonen, P. (2020). *Uuden teknologian käyttöönotossa vuorovaikutuksella on väliä*. University of Eastern Finland. <https://www.uef.fi/fi/artikkeli/uuden-teknologian-kayttoonotossa-vuorovaikutuksella-on-valia>
- Hjelt, M., Könnölö, T., & Luoma, P. (2002). *Elintarviketeollisuuden teknologiaennakointi ja tutkimuksen arviointi: Loppuraportti*. Innovaatorahoituskeskus Tekes.
- Intel. (i.a.). *What Is Machine Vision?* <https://www.intel.com/content/www/us/en/manufacturing/what-is-machine-vision.html>
- Javanainen, J. (i.a.). *Mitä XR tarkoittaa?* J&Co Digital. <https://www.jco.fi/mita-xr-tarkoittaa/>
- Jones, J.B. (i.a.). *AM Basics: An Introduction to Additive Manufacturing (Also known as 3D printing)*. Additive Manufacturing. <https://additivemanufacturing.com/basics/>
- Jyväskylän yliopisto. (2015). *Delfoi-menetelmä*. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/delfoi-menetelmae>
- Korpela, M., Heiskanen A., Riikonen, N., Piili, H., & Salminen, A. (2019). *Metallien 3D-tulostuksen tilanne Suomessa. Hitsaustekniikka, 5/2019*. https://mfg40.fi/wp-content/uploads/2019/11/HT-5_2019-Metallien-3D-tulostuksen-tilanne-Suomessa-Korpela-Piili....pdf
- Kozai, T., Niu, G., Takagaki, M., & Ahn, T. I. (2016). *Plant factory: An indoor vertical farming system for efficient quality food production*. Academic Press.
- Kymäläinen, M., & Pakarinen, O. (2015). *Biokaasuteknologia: Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen* (Hämeen ammattikorkeakoulun e-julkaisu 36/2015). Hämeen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Käkelä, M. (2022). *Viennin merkitys ruoka-alalle on tunnistettava laajemmin*. Elintarviketeollisuusliitto. <https://www.etl.fi/ajankohtaista/blogi/viennin-merkitys-ruoka-alalle-on-tunnistettava-laajemmin.html>

- Lambropoulou, M. (2022). What Is Glocal? *Our Blog*. <https://commit-global.com/what-is-glocal/>
- Latvala, T., & Pesonen, L. (2017). *Ruokaketjulla voitettavaa digitalisaatiossa*. Valtioneuvoston kanslia. https://tietokayttoon.fi/documents/113169639/113170760/13_2017_Digitalisaatio+ruokaketjun+kehitt%C3%A4misess%C3%A4.pdf/26b8a1a1-e95d-4d2b-892b-92c08d591304/13_2017_Digitalisaatio+ruokaketjun+kehitt%C3%A4misess%C3%A4.pdf?version=1.0&t=1504855411000
- Lehtiniemi, T., Ruckenstein, M., Räisänen, S., Tanninen, M., & Trifuljesko, S. (2022). *Vaikuttava teknologiapoliittikka syntyy valinnoista*. Rajapinta. <https://rajapinta.co/2022/03/08/vai-kuttava-teknologiapoliittikka-syntyy-valinnoista/>
- Linnake, T. (2023). Microsoftin tekoäly sai suukapulan – yritti saada toimittajan jättämään puolisonsa. *Iltä-Sanomat*. <https://www.is.fi/digitoday/art-2000009410573.html>
- Luukkonen, M. (2022). *XR teknologiat perehdytyksen ja koulutuksen tukena*. [webinaari]. Softability. <https://youtu.be/6ubnngAQpal?t=1>
- Magsy. (i.a.). *Kuivien seosten magneettierottelijat manuaalisella puhdistuksella*. <https://www.magsy.biz/fi/27451-kuivien-seosten-magneettierottelijat-manuaalisella-puhdistuksella>
- McHugh, T. (2017). How extrusion shapes food processing. *Food Technology Magazine*. <https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2017/july/columns/processing-extrusion-and-applications-in-food-industry>
- Muhammad, A.J. (i.a.). *Emerging Issues in Agriculture and Technology Transfer AEE-403 – Definition and importance of technology transfer*. University of Sargodha. <https://lms.su.edu.pk/lesson/3776/definition-and-importance-of-technology-transfer>
- Myllymäki, R. (2022) *Uuden teknologian käyttöönotto*. Sytyke. <https://www.sytyke.org/johtaminen/uuden-teknologian-kayttoonotto/>
- Möller, S., & Kluukeri, I. (2022). Kokkolaan suunnitteilla Suomen suurin vihreän vedyn hanke – vihreälle ammoniakille on maailmalla kysyntää. *Yle*. <https://yle.fi/a/3-12677057>
- OpenAI. (i.a.). *Introducing ChatGPT*. <https://openai.com/blog/chatgpt>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (OKM). (2021). *Kansallinen tutkimuksen, kehittämisen ja innovaatioiden päivitetty tiekartta*. <https://okm.fi/documents/1410845/22508665/Kansallinen+tutkimuksen,+kehitt%C3%A4misen+ja+innovaatioiden+p%C3%A4ivitetty+tiekartta.pdf/b47931b4-3490-01a4-b2e2-83193329c5ef/Kansallinen+tutkimuksen,+kehitt%C3%A4misen+ja+innovaatioiden+p%C3%A4ivitetty+tiekartta.pdf?t=1639483581267>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (OKM). (i.a.). *Tutkimus- ja innovaatiojärjestelmä*. <https://tiedeja-tutkimus.fi/fi/science-innovation-policy/research-innovation-system>

- Patentti-insinöörit. (i.a.). *IPR:n merkitys*. https://www.patentti-insinoorit.fi/ipr_n_merkitys/
- Piyasena, P., Dussalt, C., Koutchma, T., Ramaswamy, S.H., Awuah, G. (2003). Radio Frequency Heating of Foods: Principles, Applications and Related Properties—A Review. *Critical Reviews on Food Science and Nutrition*, 43(6), 587–606. https://www.researchgate.net/publication/8964226_Radio_Frequency_Heating_of_Foods_Principles_Applications_and_Related_Properties_-_A_Review
- Porvali, V., Lindedahl, K., & Laine, P. (2021). Vertikaaliviljely kehittyy. *Kehittyvä elintarvike*. <https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/toimialat/alkutuotanto/vertikaaliviljely-kehittyy/>
- Posten, C. (2018). *Integrated bioprocess engineering*. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110315394>
- Rautio, J. (i.a.). *Bioteknisten ja kemiallisten prosessien kehitys*. Teknologian tutkimuskeskus VTT. <https://www.vttresearch.com/fi/palvelut/bioteknisten-ja-kemiallisten-prosessien-kehitys>
- Reuters-IS. (2023). Googlen uusi hakukone teki sadan miljardin virheen. *Iltä-Sanomat*. <https://www.is.fi/digitoday/art-2000009381989.html>
- Rhodes, C. (2018). Photonics. *Science Progress*. Sage Journals. <https://journals-sagepub-com.libts.seamk.fi/doi/10.3184/003685018X15233000697427>
- Salminen, E., & Manninen, K. (2023). *Elintarvikealan toimija, nyt on oikea aika lähteä maailmalle!* Korkia. <https://www.korkia.fi/elintarvikealan-toimija-nyt-on-oikea-aika-lahtea-maailmalle/>
- San F. AGENCY. (2022). *Tekoäly suunnittelee ruokalistat Antellin henkilöstöravintoloissa*. Kehittyvä elintarvike. <https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/toimialat/ammattikeittiot/tekoaly-suunnittelee-ruokalistat-antellin-henkilostoravintoloissa/>
- Schankland, S. (2023). *Why we're obsessed with the mind-blowing ChatGPT AI Chatbot*. Cnet. <https://www.cnet.com/tech/computing/why-were-all-obsessed-with-the-mind-blowing-chatgpt-ai-chatbot/>
- Schönberg, K. (2021). *3D-tulostuksen teollinen läpimurto saavuttamassa vihdoin Suomen – voi jopa tuoda tehtaita takaisin maailmalta*. Yle. <https://yle.fi/a/3-11782958>
- Seinäjoen ammattikorkeakoulu (SeAMK). (2023). *Etelä-Pohjanmaan elintarviketeollisuuden teknologioiden kartoituksen perusraportti 2023*.
- Siemens. (i.a.). *Mitä digitaalinen kaksonen tarkoittaa?* <https://www.siemens.com/fi/fi/tuotteet/teollisuus/referenssit/digitaltwin.html>
- Singh, R.P., & Heldman, D.R. (2014). *Introduction to Food Engineering*. Elsevier.

- Sipola, M. (2019). Ruoka ei aina ole sitä, mitä väitetään – suomalainen teknologia skannaa ruokien kuntoa jo nyt, ja tulevaisuudessa tiedon voi saada puhelimella. YLE. <https://yle.fi/a/3-10817812>
- Sitra. (2017). *Runsas viljelysato sääoloista riippumatta*. <https://www.sitra.fi/caset/runsas-viljelysato-saaoloista-riippumatta/>
- Sivill, L., Bröckl, M., Semkin, N., Ruismäki, A., Pilpola, H., Laukkanen, O., Hannele, L. Takamäki, S. Vasara, P., & Patronen, J. (2022). *Vetytalous – mahdollisuudet ja rajoitteet*. Valtioneuvoston kanslia. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163901>
- Sjöholm, H. (2001). *Teknologiastategian laatiminen yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa*. Innovaatorahoituskeskus Tekes.
- Suominen, A. (2021). *Arho Suominen: Tulevaisuuden teknologioita tutkimassa: kuulopuheita vai analyysiä*. Tampereen yliopisto. <https://www.tuni.fi/fi/ajankohtaista/arho-suominen-tulevaisuuden-teknologioita-tutkimassa-kuulopuheita-vai-analyysia>
- Sözer, N. (2019). *Lihan vaihtoehtojen kehittäminen kiihtyy*. Kehittyvä elintarvike. <https://kehityvaelintarvike.fi/artikkelit/teemajutut/valmistus-ja-lisaaaineet-tuotekehitys/lihan-vaihtoehtojen-kehittaminen-kiihtyy/>
- Teknologianeuvottelukunta. (2021). *Suomen teknologiapolitiikka 2020-luvulla: Teknologialla ja tiedolla maailman kärkeen*. Valtiovarainministeriö. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163185>
- Tuomaala, P. (2020). *Teknologiastategian tekeminen – case Petri Tuomaala*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/teknologiastategian-tekeminen-case-petri-tuomaala-petri-tuomaala>
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2014). *Transfer of technology and knowledge sharing for development - Science, technology and innovation issues for developing countries*. United Nations. https://unctad.org/system/files/official-document/dtlstict2013d8_en.pdf
- Vartiainen, E. (2020). *Vetytalous tulee – ennemmin tai myöhemmin*. ForTheDoers-blogi. <https://www.fortum.fi/tietoa-meista/blogi/forthedoers-blogi/vetytalous-tulee-ennemmin-tai-myohemmin>
- Vedantu. (i.a.). *Bioprocessing*. <https://www.vedantu.com/biology/bioprocessing>
- Vesa, J. (2019). *Tekoäly ja teknologiateollisuus: jatkuvuudenhallintaa ja huoltovarmuutta tekoälyn avulla*. Huoltovarmuusorganisaatio. https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/fi/files/d4951d30c0e28d76b76969ef2280720852f3d252/tekoa-ly_2019.pdf

- Vihanta, A. (2022). Hycamite sai ABB:n kumppaniksi Kokkolaan nousevan vetytehtaan koe-laitokselle – rakentamisen on määrä alkaa vielä tänä vuonna. Yle. <https://yle.fi/a/74-20005263>
- Virolainen-Hynnä, A. (2020). *Biokaasun tuotanto ja käyttö Suomessa 2030*. Suomen biokierto & biokaasu. https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2020/06/Biokaasu2030_raportti_17062020.pdf
- Vision Campus. (2019). *What Is a Machine Vision SDK? – Vision Campus*. Basler. <https://www.youtube.com/watch?v=gqQhTUIJDao&t=147s>
- Vuori, J. (i.a.). *Laadullinen sisällönanalyysi*. Tampereen yhteiskuntatieteellinen tietokirjasto <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/laadullinen-sisallanalyysi/>
- Vysoká, L., Dörr, R., Sarris, S., & Gáthy, G. (2021). *Technology transfer and commercialisation for the european green deal*. Euroopan unionin julkaisutoimisto. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC124354>
- Ympäristöministeriö. (i.a.). *Mitä on vihreä siirtymä?* <https://ym.fi/mita-on-vihrea-siirtyma>

LIITTEET

Liite 1. Teknologiakartoituksen perusraportin kysymykset.

Liite 1. Teknologiakartoituksen perusraportin kysymykset.

1. Minkä organisaation edustaja olet?
2. Miten organisaationne pyrkii huomioimaan teknologiakehityksen tällä hetkellä (investoinnit, koulutukset, hanketyö tms.)
3. Mitkä ovat mielestänne keskeisimmät uudet teknologiat elintarviketeollisuudessa ja mitä teknologioita tulee nousemaan vuoteen 2035 mennessä? (Teknologiavisio vuosi 2035)
4. Millaista murrosta tapahtuu teknologioiden ympärillä vuoteen 2035 mennessä ja millaisia vaikutuksia teknologioilla on kehitykseen?
5. Miten poikkitieteellisyys (moniteknologisuus) tulee näkymään vuoteen 2035 mennessä?
6. Miten ajattelet ruokajärjestelmän muuttuvan seuraavan 15 vuoden aikana?
7. Mitkä asiat ovat tärkeimpiä alueellisen kehityksen, teknologiaosaamisen ja kilpailukyvyn tueksi? Miten aluekehitystä voitaisiin tukea?
8. Miten raaka-aineiden saatavuus tulevaisuudessa muokkaa elintarviketeollisuuden tarpeita?
9. Mitä vihreä siirtymä ja energiatehokkuuden tavoittelu vaatii yritykseltä?