



Minkälaista työelämän osaamista digivihreä siirtymä vaatii? - YAMK-koulutuksen kehittäminen kestävän energia- ja elintarvikealan osaamistarpeisiin

Kaisa Ahonen

2024 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

**Minkälaista työelämän osaamista digivihreä siirtymä vaatii? -
YAMK-koulutuksen kehittäminen kestävän energia- ja elintarvi-
kealan osaamistarpeisiin**

Kaisa Ahonen
Kestävän kasvun johtaminen
Opinnäytetyö
Syyskuu, 2024

Kaisa Ahonen

Minkälaista työelämän osaamista digivihreä siirtymä vaatii? - YAMK-koulutuksen kehittämisen kestävän energia- ja elintarvikealan osaamistarpeisiin

Vuosi

2024

Sivumäärä

76

Digivihreä siirtymä luo uusia osaamistarpeita kaikille aloille, ja koulutuksen kehittäminen on keskeisessä roolissa tässä muutoksessa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja selvittää, mitä on digivihreän siirtymän vaatima työelämän osaaminen erityisesti energia- ja elintarvikealalla, ja miten YAMK-koulutus voisi vastata näihin osaamistarpeisiin. Tavoitteena oli, että tutkimuksella saatu tieto hyödyttää YAMK-koulutuksen sisällön suunnittelua, ja siten työelämän osaamistarpeiden täyttämistä sekä digivihreän siirtymän toteutumista. Opinnäytetyöntekijä oli mukana hankehakemusprosessissa, jossa suunniteltiin uutta kansainvälistä YAMK-koulutusohjelmaa, joka vastaa digivihreän siirtymän osaamistarpeisiin. Opinnäytetyö eteni ja muotoutui hankehakemuksen suunnittelun rinnalla.

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys perustuu keskeisten käsitteiden määrittelyyn ja ilmiön kuvaamiseen. Teoriaosuudessa syvennytään siihen, mitä digivihreä siirtymä tarkoittaa, ja mitä se vaatii tulevaisuuden työelämältä. Osaamisen kehittämisen ja koulutuksen näkökulmasta käsitellään myös, minkälaista osaamista tulevaisuudessa tarvitaan, ja miten ylemmällä ammattikorkeakoulututkinnolla voidaan vastata työelämän tarpeisiin. Lopuksi käsitellään teollisuus 4.0:n vaikutuksia energia- ja elintarvikealoihin.

Opinnäytetyössä käytettiin tutkimusmenetelmänä systemaattista kirjallisuuskatsausta. Tutkimuksessa selvitettiin, mitkä ovat tärkeimmät nykyiset ja tulevaisuuden digitaaliset teknologiat kestävällä energia- ja elintarvikealalla. Lisäksi tutkittiin, millaisia kehittyneitä digitaalisia taitoja tarvitaan kestävän energia- ja elintarvikealan kehittämis- ja johtotehtävissä. Mukaan aineistohaussa otettiin ainoastaan vertaisarvioituita tutkimusartikkelit. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen sisällönanalyysin työkaluina käytettiin koodausta ja luokittelua.

Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksena luotiin listat tärkeimmistä tulevaisuuden digitaalisista taidoista ja teknologioista kestävällä energia- ja elintarvikealalla. Tulevaisuudessa kestävän energia-alan kehittämis- ja johtotehtävissä korostuvat esineiden internet- (IoT), tekoäly- (AI), Big Data-, lohkoketju- ja pilvilaskentaosaaminen. Elintarvikealalla tärkeimmiksi osoittautui Big Data-, tietojenkäsittely ja analysointi-, esineiden internet- (IoT) ja pilvilaskentaosaaminen. Myös alan asiantuntijat vahvistivat nämä osaamistarpeet tärkeiksi tulevaisuuden energia- ja elintarvikealalla.

Tutkimuksen tuloksia voi hyödyntää YAMK-koulutuksen sisällön suunnittelussa ja kestävän energia- ja elintarvikealan osaamisen kehittämisessä. Teknisten taitojen lisäksi johtamis- ja kehittämistehtävissä tarvitaan kuitenkin myös geneerisiä, pehmeitä ja transversaalisia taitoja. Muuttuvassa työelämässä on hyödyllistä hallita eri aloilla hyödynnettäviä yleisluontoisia avaintaitoja. Opinnäytetyöntekijän jatkotutkimusehdotuksena on tutkia tarkemmin energia- ja elintarvikealojen kehitystä, sekä miten eri teknologioita hyödynnetään ja kehitetään. Johtamiseen liittyen olisi mielenkiintoista tutkia, missä määrin johtamis- ja kehittämistehtävissä vaaditaan kehittyneitä teknologiaosaamista.

Asiasanat: digivihreä siirtymä, osaamistarpeet, YAMK-koulutus, energia-ala, elintarvikeala

Kaisa Ahonen

What Kind of Working Life Competencies Does the Digital Green Transition Require? - Developing Master's Level Education to Meet the Competence Needs of the Sustainable Energy and Food Sectors

Year

2024

Pages

76

The digital green transition is creating new competence needs across all sectors, making the development of education a central aspect of this change. The purpose of this thesis was to examine and identify the working life competencies required by the digital green transition, particularly in the energy and food sectors, and how Master's level education (YAMK) could meet these competency needs. The goal was for the information gathered from this research to benefit the content planning of YAMK education, thereby aligning it with working life competence needs and advancing the implementation of the digital green transition. The thesis author participated in the project application process, which involved planning a new international Master's program aimed at addressing the competency needs arising from the digital green transition. The thesis evolved alongside the planning of this project application.

The theoretical framework of the thesis is based on defining key concepts and describing the phenomenon. The theoretical section delves into what the digital green transition means and what it requires from the future of working life. From the perspective of competency development and education, it also addresses the types of skills that will be needed in the future and how Master's level education can respond to working life needs. Finally, the impacts of Industry 4.0 on the energy and food sectors are discussed.

The research method used in the thesis was a systematic literature review. The study examined the most important current and future digital technologies in the sustainable energy and food sectors. Additionally, it investigated what advanced digital skills are required in the development and management roles within the sustainable energy and food sectors. Only peer-reviewed research articles were included in the data search. Coding and classification were used as tools for the content analysis of the systematic literature review.

As a result of the research, lists of the most important future digital skills and technologies in the sustainable energy and food sectors were created. In the future, development and management roles in the sustainable energy sector will emphasize competencies in the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Big Data, blockchain, and cloud computing. In the food sector, the most critical skills identified were Big Data, data handling and analysis, IoT, and cloud computing. Industry experts also confirmed these competence needs as essential for the future of the energy and food sectors. The results of the research can be utilized in the content planning of YAMK education and the development of competencies in the sustainable energy and food sectors. In addition to technical skills, leadership and development roles will also require generic, soft, and transversal skills. As a suggestion for further research, the thesis author recommends a more in-depth study of the development of the energy and food sectors, as well as how different technologies are utilized and developed. Regarding leadership, it would be interesting to explore the extent to which advanced technological competencies are required in leadership and development roles. ChatGPT has been used to translate this abstract.

Keywords: digital green transition, competence needs, Master's level education, energy sector, food sector

Sisälllys

1	Johdanto.....	6
2	Digivihreän siirtymän osaamistarpeiden kartoitus.....	7
2.1	Digivihreä siirtymä	7
2.1.1	Vihreä siirtymä.....	8
2.1.2	Digitaalinen siirtymä	10
2.1.3	Digivihreän siirtymän vaatimukset	13
2.1.4	Työelämän muuttuvat tarpeet.....	18
2.2	Osaamisen kehittäminen ja koulutuksen näkökulma	23
2.2.1	Miten YAMK-koulutuksen tulisi vastata työelämän tarpeisiin?.....	24
2.2.2	Digivihreä osaaminen	28
2.2.3	Transversaaliset taidot	33
2.2.4	Teollisuus 4.0: energia- ja elintarvikealan osaamismurros	34
3	Kehittämisasetelma	36
3.1	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset	36
3.2	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	37
3.2.1	Tutkimusmetodina systemaattinen kirjallisuuskatsaus.....	37
3.2.2	Aineiston haku	38
3.2.3	Aineiston valintaprosessi	42
3.2.4	Aineiston laadun arviointi	43
3.2.5	Aineiston analyysi	44
4	Tulokset	45
4.1	Energia-alan osaamistarpeet	45
4.2	Elintarvikealan osaamistarpeet	47
5	Johtopäätökset ja pohdinta.....	48
5.1	Johtopäätökset	48
5.2	Opinnäytetyöprosessi	51
5.3	Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus.....	52
5.4	Jatkotutkimusehdotukset	53
	Lähteet.....	54
	Kuviot	59
	Taulukot	59
	Liitteet	60

1 Johdanto

Ilmastonmuutos, luontokato ja ympäristön pilaantuminen ovat vakava maailmanlaajuinen uhka ihmisten ja luonnon hyvinvoinnille. Käsillä on kriittiset vuodet, jotta ilmaston lämpeneminen saataisiin vielä hillittyä. Haasteisiin tulisi vastata nopeilla ja laajoilla toimilla. Samanaikaisesti on meneillään valtava digitaalinen siirtymä, joka luo haasteita, mutta tarjoaa myös mahdollisuuksia vihreän siirtymän edistämiseen. Vihreä ja digitaalinen siirtymä ovat kaksi eniten tulevaisuutta muokkaavaa muutostrendiä EU:n kannalta. Tämän vuoksi ne ovat jatkuvasti myös poliittisen asialistan kärjessä. Käsillä on siis globaali ja akuutti tarve viedä vihreää ja digitaalista siirtymää yhtäaikaaisesti ja synergisesti eteenpäin.

Opinnäytetyön aihe valikoitui ajankohtaisuuden vuoksi ja sen myötä, kun opinnäytetyöntekijä sai mahdollisuuden osallistua hankehakuun. Opinnäytetyöntekijä osallistui EU-hankehakemustiimiin, jossa kansainvälisessä yhteistyössä eri ammattikorkeakoulujen kesken suunniteltiin uutta YAMK-koulutusohjelmaa. Hankehaussa oli tavoitteena toteuttaa koulujen välinen yhteistutkinto, joka vastaa digivihreän siirtymän työelämän tarpeisiin. Opinnäytetyöntekijä oli mukana suunnittelupalaverissa ja mm. avusti tiedonhaussa. Liitteissä 8 ja 9 opinnäytetyöntekijän esitykset muulle tiimille. Opinnäytetyön lopullinen aihe tarkentui projektin myötä, kun hankehakuun valittiin aloiksi energia- ja elintarvikealat. Hankehakemus jätettiin keväällä 2024.

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys perustuu keskeisten käsitteiden määrittelyyn ja ilmiön kuvaamiseen. Teoriaosuudessa syvennytään siihen, mitä digivihreä siirtymä tarkoittaa ja mitä se vaatii tulevaisuuden työelämältä. Osaamisen kehittämisen ja koulutuksen näkökulmasta käsitellään myös, minkälaista osaamista tulevaisuudessa tarvitaan ja miten ylemmällä ammattikorkeakoulututkinnolla voidaan vastata työelämän tarpeisiin.

Digivihreä siirtymä vaatii uutta osaamista kaikilla aloilla, ja koulutuksen rooli tulee kasvamaan. Tämä opinnäytetyö pyrkii vastaamaan tähän kehittämistarpeeseen. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja selvittää, mitä on digivihreän siirtymän vaatima työelämän osaaminen erityisesti kestäväällä energia- ja elintarvikealalla ja miten YAMK-koulutus voisi vastata näihin osaamistarpeisiin. Opinnäytetyössä käytettiin tutkimusmenetelmänä systemaattista kirjallisuuskatsausta. Tavoitteena oli löytää kansainvälisistä lähteistä tärkeimmät kehittyneet digitaaliset taidot, joita tarvitaan kestäväällä energia- ja elintarvikealalla. Tavoitteena on, että tutkimuksella saatu tieto hyödyttää YAMK-koulutuksen sisällön suunnittelua, ja siten työelämän osaamistarpeiden täyttämistä sekä digivihreän siirtymän toteutumista. Työelämän toimijat voivat hyödyntää tutkimuksen tuloksia myös suoranaisesti, jotta voivat kehittää osaamistaan ja löytää oikeita osajia muutokseen.

2 Digivihreän siirtymän osaamistarpeiden kartoitus

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys jakautuu kahteen aihealueeseen. Ensimmäinen osa perustuu keskeisten käsitteiden määrittelyyn ja ilmiön kuvaamiseen. Aluksi perehdytään siihen, mitä digivihreä siirtymä tarkoittaa. Lopuksi tarkastellaan kaksoissiirtymän vaatimuksia ja työelämän muuttuvia tarpeita. Toisessa osassa näkökulmana on osaamisen kehittäminen ja koulutus. Siinä käsitellään, minkälaisia osaamistarpeita digivihreä siirtymä luo ja mikä ylemmän ammattikorkeakoulutuksen (YAMK) rooli on näiden osaamistarpeiden täyttämässä. Lopuksi käsitellään teollisuus 4.0:n vaikutuksia energia- ja elintarvikealoihin.

2.1 Digivihreä siirtymä

Tässä opinnäytetyössä käytetään termiä digivihreä siirtymä, jolla tarkoitetaan digitaalisen ja vihreän rinnakkaista kaksoissiirtymää (digital and green twin transition). Aihe on käsitteenä vielä melko uusi ja ilmiönä tunnettu vasta muutamia vuosia. Digivihreää siirtymää ei ole vielä teoreettisesti määritelty, joten tämä vaikeuttaa asian tutkimista ja ymmärtämistä. Termi kestävä digitalisaatio "sustainable digitalization" on esiintynyt mediassa vuodesta 2018. (Rupeika-Apoga & Petrovska 2023, 2.) Termin käyttö ei siis ole vielä vakiintunutta ja tämän voi huomata asiaa tutkittaessa. Digivihreään siirtymään rinnastettavia suomenkielisiä termejä, joita löytää käytettävänä ovat mm: vihreä digisiirtymä, kestävä digitaalinen siirtymä, kaksoissiirtymä, rinnakkaissiirtymä ja digivihreä kestävyys siirtymä. Englannin kielellä eri versioita näkyy käytettävänä vielä runsaammin.

Sitran (2023) määritelmän mukaan "digivihreä siirtymä tarkoittaa siirtymistä digitalisaation ja datan hyödyntämiseen sellaisella tavalla, joka edistää hiilineutraalia hyvinvointiyhteiskuntaa, huomioiden samalla sekä ihmisten että luonnon hyvinvoinnin turvaamisen". Kyseessä on globaali tarve edistää vihreää ja digitaalista siirtymää rinnakkain ja synergisesti. Digitaalinen siirtymä nähdään vihreän siirtymän tukijana ja vauhdittajana. Digitaaliset teknologiat ovatkin yksi keskeisimmistä tekijöistä, jotka mahdollistavat ja nopeuttavat vihreää siirtymää. (Vihreää siirtymää tukeva... 2023, 19.) Kehityksessä on keskityttävä siihen, että vihreän siirtymän on oltava digitaalista, ja digitaalisen siirtymän on oltava vihreää, koska ne linkittyvät vahvasti toisiinsa. Tavoitteena on sosiaalisesti vastuullinen, eettinen ja ympäristöystävällinen digitalisaatio. Ja puolestaan digitalisaation ja digitaalisten innovaatioiden avulla mahdollistetaan ja nopeutetaan kestävä kehityksen toteutumista. (United Nations System Staff College 2023.)

Digitaalinen ja vihreä siirtymä, niiden haasteet ja mahdollisuudet, tulisi nähdä kokonaisuutena ja toisiaan tukevana. Useimmin näitä näkee kuitenkin käsiteltävän toisistaan irrallisina asiakokonaisuuksina. Seuraavissa luvuissa avataan molemmat käsitteet erikseen.

2.1.1 Vihreä siirtymä

Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) maaliskuussa 2023 julkaisemassa yhteenvetoraportissa todetaan, että ”elinkelpoisen tulevaisuuden turvaaminen kaikille vaatii välittömiä toimia”. Ratkaisuja on saatavilla, mutta korjausliikkeisiin on aikaa hyvin vähän. Raportin mukaan ilmastonmuutos etenee ja ilmasto jatkaa lämpenemistään seuraavan vuosikymmenen niin, että 1,5 asteen lämpeneminen saavutetaan todennäköisesti 2030-luvun alkupuolella. Tämä tarkoittaa laajojen, haitallisten seurausten pahenemista. Ilmastomuutos on jo nyt johtanut voimakkaisiin sään ääri-ilmiöihin, jotka mm. vaikuttavat haavoittuvimpien yhteisöjen perustarpeisiin. Voimakkaat toimet ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja sopeutumisen nopeuttamiseksi tällä vuosikymmenellä voisivat vähentää ennustettuja vahinkoja ja menetyksiä sekä ihmisille että luonnolle. (Valtioneuvosto 2023.)

Ilmastotoimet tarvitsevat sitoutumista kaikilta tahoilta: hallituksilta, yrityssektorilta ja kansalaisilta. Päästöjä on vähennettävä kaikilla teollisuuden aloilla. Euroopan vihreän kehityksen ohjelman (European Green Deal) tavoitteena on tehdä Euroopasta ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. EU pyrkii saamaan kansainvälisiä yhteistyökumppaneitaan mukaan edistämään ilmastotoimia mm. ilmastonmuutosta koskevan YK:n puitesopimuksen (UNFCCC) ja Pariisin sopimuksen avulla. (European Commission 2023a.) Suomen ilmastolakiin on kirjattu tavoitteeksi, että Suomi olisi hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen pian sen jälkeen. Verrattuna vuoden 1990 tasoon, päästöjä tulisi vähentää jo 60 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Nämä tavoitteet vaativat mittavia ja nopeita toimia. (Ilmastovuosikertomus 2023,9.)

Vihreällä siirtymällä tarkoitetaan talouden rakennemuutosta kohti ekologisesti kestäväää taloutta ja kasvua, joka ei ole riippuvainen luonnonvarojen ylikulutuksesta ja fossiilisista polttoaineista. Vihreä siirtymä perustuu vähähiilisiin sekä kiertotaloutta ja luonnon monimuotoisuutta edistäviin ratkaisuihin, tavoitteena hiilineutraali hyvinvointiyhteiskunta. Käytännössä vihreä siirtymä näyttäytyy esimerkiksi yritysten kohdalla investointeina puhtaaseen energiantuotantoon tai muihin kestäviin ratkaisuihin. Yritysten on muokattava toimintaansa kestävämmäksi ja otettava käyttöön erilaisia kiertotalouden liiketoimintamalleja ja muita tapoja, jotta toiminnasta saadaan mahdollisimman ympäristöystävällistä ja vastuullista. Vihreää siirtymää johdetaan ja edistetään Suomessa ympäristöministeriöstä käsin, mm. erilaisten avustuksien, hankkeiden ja lainsäädännön avulla. Vihreä siirtymä tulisi ennen kaikkea nähdä mahdollisuutena. Suomella on hyvät mahdollisuudet olla edelläkävijöiden joukossa uusien kestäväan kasvun innovaatioiden ja liiketoimintamallien kanssa. (Ympäristöministeriö 2023.) Euroopan Unionilla on tavoitteena saavuttaa vihreän siirtymän avulla moderni, resurssitehokas ja kilpailukykyinen talous. Ilmasto- ja ympäristöhaasteet tulee muuttaa mahdollisuuksiksi, jotta siirtymästä luodaan oikeudenmukainen ja osallistava kaikille. (European Commission 2023b.)

Vihreässä siirtymässä tuleekin huomioida, että siirtymä toteutetaan oikeudenmukaisesti ja reilusti. Oikeudenmukainen siirtymä tarkoittaa sitä, että huomioidaan muutosten vaikuttavan eri mittakaavassa eri alueilla ja eri yhteisöihin, oli sitten kyse ilmastonmuutoksen vaikutuksista tai vihreän siirtymän haasteista. Oikeudenmukaista siirtymää voidaan tarkastella eri näkökulmista. Ilmasto-oikeudenmukaisuudella tarkoitetaan ilmastonmuutoksen etujen ja rasitteiden jakamista ihmisoikeusnäkökulmasta. Sosiaalisella- ja energiaoikeudenmukaisuudella tarkoitetaan energiamurroksen kontekstissa, energiapalvelujen etujen ja rasitteiden jakamista oikeudenmukaisesti. Ympäristöoikeudenmukaisuudella pyritään kohtelemaan kaikkia tasa-arvoisesti ja osallistamaan heidät ympäristölakien, -asetusten ja -politiikan kehittämisessä ja täytäntöönpanossa. Tarkoituksena kokonaisuudessaan on ilmastotoimien sosiaalisten ja taloudellisten mahdollisuuksien maksimoiminen ja samalla mahdollisten haasteiden minimoiminen. Oikeudenmukaisen siirtymän tavoitteena on vähentää eriarvoisuutta ja epäoikeudenmukaisuutta. (Heffron & McCauley. 2018, 74-75.) Vihreän siirtymän muutokset kohdistuvat erityisesti fossiilista polttoaineista riippuvaisiin alueisiin. Euroopan komissio tukee jäsenmaita resurssien käyttöönotossa ja toimenpiteiden toteuttamisessa varmistaakseen, että siirtymän eniten koskettamat alueet ja alat saavat kohdennettua tukea. (European Commission 2023b.)

Vihreässä siirtymässä on tärkeää ymmärtää kestävä kehityksen määritelmä ja sen tavoitteet, sekä ymmärtää, että kaikki kestävä kehityksen osa-alueet tulee huomioida muutoksessa. Ei voi edistää jonkin osa-alueen hyvinvointia jonkun toisen kustannuksella. Kestävä kehityksen pääpaino on yhteiskunnassa, ja sen tavoitteena on ottaa ympäristönäkökulmat mukaan yhteiskunnallisen muutoksen ohjaukseen erityisesti talouden toimintatapoja muuttamalla. Tavoitteena on edistää ihmisten hyvinvointia maapallon kantokyvyn rajoissa jatkuvan ohjatun muutoksen avulla, sekä turvata nykyisille ja tuleville sukupolville sekä luonnolle hyvä tulevaisuus. Kestävä kehityksen edistämässä on kyse yhteiskunnallisen muutoksen ohjaamisesta ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti. Kehityksessä tulee huomioida toiminnan kaikki vaikutukset niin paikallisesti, alueellisesti kuin maailmanlaajuisesti. (Baker 2006, 7-8.) YK:n kestävä kehityksen tavoiteohjelma Agenda 2030 on luonut 17 universaalien tavoitteen kokonaisuuden, joissa on huomioitu tasapainoisesti kaikki kestävä kehityksen osa-alueet. Ohjelman keskeinen periaate on varmistaa, että kehityksessä ei jätetä ketään sivuun. Tavoitteena on myös vahvistaa maailmanlaajuisia rauhaa ja poistaa köyhyys kaikissa muodoissaan. YK:n kestävä kehityksen tavoitteita on siis 17 ja alatavoitteita on yhteensä 169. Tavoitteet astuivat voimaan vuonna 2016. Kansainvälinen kestävä kehityksen edistäminen pohjautuu näihin Agenda 2030 tavoitteisiin. (Suomen YK-Liitto 2023.)

Hiilineutraalilla kiertotaloudella on ratkaiseva rooli vihreässä siirtymässä. Kiertotaloudella tarkoitetaan talousmallia, jossa resurssien käyttö on suunniteltu kestäväksi, materiaaleista ei koskaan tule jätettä ja luonto uudistuu. Se on vastakohta perinteiselle lineaariselle taloudelle, jossa tuotteita valmistetaan uusiutumattomista raaka-aineista ja heitetään pois

elinkaarensa päässä. Lineaarinen malli tuottaa päästöjä ja jätettä, sekä tuhlaa energiaa. Kiertotalous on tuotanto- ja kulutusmalli, jossa materiaalit ja tuotteet pyritään pitämään kierrossa mahdollisimman pitkään hyödyntämällä lainaamista, vuokraamista, uudelleenkäyttöä, korjaamista, kunnostamista ja kierrätystä. Kiertotaloudessa pyritään käyttämään uusiutuvaa energiaa. Raaka-aineiden käyttö suunnitellaan alusta alkaen niin, että tuotteet voidaan hyödyntää ja kierrättää elinkaaren lopussa. Tavoitteena on, että jätteen määrää voidaan vähentää mahdollisimman paljon. Tämä huomioidaan kaikissa toiminnoissa suunnittelusta loppukierrätykseen. Kiertotalous on liiketoimintaa, jossa yritykset toteuttavat vihreän siirtymän. (Ellen MacArthur Foundation 2024.) Suomi tavoittelee edelläkävijämaan asemaa kiertotalouteen siirtymisessä. Vuonna 2016 Sitran johdolla julkistettiin Suomen ja maailman ensimmäinen kiertotalouden tiekartta, jossa määritellään Suomen tärkeimmät ratkaisut ja toimenpiteet kiertotalouden saavuttamiseksi. Kiertotalouden toteutumista edistää Suomessa kunnat ja kaupungit, valtionhallinto ja yritykset. Myös Sitra on vahvasti mukana edistämässä siirtymää mm. julkaisuilla ja koulutuksillaan. Kiertotalous on liiketoimintaa, joten sen tavoitteena on myös taata kilpailukyky ja hyvinvointi. Kiertotalous voi tuottaa Suomelle miljardien eurojen vuosittaisen arvonlisän, vahvistaa yritysten kilpailukykyä kansainvälisillä markkinoilla ja luoda jopa kymmeniä tuhansia uusia työpaikkoja. (Sitra 2024.)

Ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi ratkaisevan tärkeää on energiajärjestelmän irtautuminen hiilestä. Tämä onkin yksi neljästä Suomen kiertotalouden tiekartan strategisesta päätavoitteesta. Energiaa tullaan tarvitsemaan kiertotaloudessakin, mutta sen on oltava kestävästi tuotettua, uusiutuvaa ja vähähiilistä. Myös energian tehokkaaseen käyttöön on panostettava mm. talteenottomenetelmin. (Sitra 2024.) Uusiutuva energia viittaa energialähteisiin, jotka eivät perustu fossiilisiin polttoaineisiin. Uusiutuvia energialähteitä ovat tuulivoima, aurinkoenergia, vesivoima, valtamerienergia, maalämpö, biomassa ja biopolttoaineet. Puhtaat energiemarkkinat kasvavat maailmalla kiihtyvällä tahdilla. Suomelle ja suomalaisten yritysten vähähiiliratkaisuille on kysyntää globaaleilla markkinoilla. Esimerkiksi Ahvenanmaa tarjoaa alustan uusien energiateknologioiden pilotoimiseksi ja näitä ratkaisuja voidaan skaalata kansainvälisesti. (Hiilineutraali Suomi 2035... 2022, 131,173.)

2.1.2 Digitaalinen siirtymä

Maailma on digitalisoitumassa, eli siirtymässä analogisesta digitaaliseen nopeammin kuin koskaan ennen. Digitaalisen tekniikan kehittyminen helpottaa ihmisten arki- ja työelämän tehtäviä, sekä luo aikaa ja mahdollisuuksia esimerkiksi innovoinnille. Digitaalinen siirtymä ts. transformaatio voidaan määritellä digitaalisen teknologian integroimiseksi kaikille elämämme osa-alueille, mikä johtaa perustavanlaatuisiin globaaleihin muutoksiin erilaisten sosiaalisten, taloudellisten ja poliittisten järjestelmien toiminnassa ja luomisessa. Niin kuin vihreässä siirtymässä, digitaalisessa siirtymässä on kyse myös kulttuurisesta ja ajattelutavan muutoksesta. Digitaalinen siirtymä muokkaa käyttäytymistämme ja vaatii myös resilienssiä ja vanhasta

luopumista. Digitaalinen teknologia muuttaa tapamme kommunikoida, kuluttaa, työskennellä, opiskella, harrastaa ja käyttää eri palveluja. (United Nations System Staff College 2023.)

COVID-19 pandemia osoitti, kuinka nopealla aikataululla voidaan saada aikaan massiivisia muutoksia. Digitaalisen teknologian avulla pystyimme kaikesta huolimatta jatkamaan yhteydenpitoa ja osa myös opiskelua ja työntekoa kotoa käsin. Suomessa ”Digiloikka” oli valtava. Palaverit ja muu kommunikointi, sekä palvelut siirtyivät hetkessä verkkoon. Työntekijöille järjestettiin pikakoulutuksia, jotta siirtyminen digipalveluihin onnistuisi. Tulee kuitenkin huomioida, että kotiin töihin siirtyneet olivat etuoikeutetussa asemassa. Toiset menettivät työnsä pandemian vuoksi kokonaan. Kaikissa maissa ei verkkoyhteydet, koulutustaso ja teknologiankäyttö ole vieläkään sillä tasolla, että etätyöskentely onnistuisi. Digitaalisen siirtymän tulisi tavoittaa kaikki, myös heikommassa asemassa olevat. (Roadmap for Digital... 2020, 2.)

Suomi on digisiirtymän edelläkävijämaa. Digibarometri-julkaisu on vuodesta 2014 alkaen vuosittain julkaistu Suomen digitalisaation tilannekuvaraportti, joka kuvaa yhteiskuntien digitalisaation astetta. Digibarometri on myös komposiitti-indikaattori, joka mittaa maiden digitalisten teknologioiden edellytyksiä, käyttöä ja vaikutuksia, sekä listaa 22 maata mittauksen mukaan paremmuusjärjestykseen. Suomi on muiden pohjoismaiden tavoin ollut alusta alkaen kärkimaiden joukossa. Vuoden 2023 Digibarometrissa Suomi sijoittui ensimmäiseksi. Kymmenen parhaan joukkoon sijoittuivat (järjestyksessä): Tanska, Alankomaat, Ruotsi, Norja, Yhdysvallat, Kiina, Viro, Etelä-Korea ja Iso-Britannia. Vertailun lisäksi Digibarometrissa on vuosittain jokin teema. Vuonna 2023 teemana oli Big data ja sen vaikutukset tuottavuuteen. Vuoden 2022 teemana oli digivihreä siirtymä. (Ali-Yrkkö, Kässi, Pajarinen & Rouvinen 2023, 7-10.)

Digitaalitekhnologia tarjoaa Euroopalle valtavan kasvupotentiaalin. Vuonna 2023 julkaistiin Euroopan komission ensimmäinen Digitaalinen vuosikymmen 2030-raportti (2030 Digital Decade). Raportissa arvioidaan EU:n edistymistä kohti onnistunutta digitaalista muutosta ihmisten, yritysten ja ympäristön kannalta. Raportti pohjautuu Digitaalinen vuosikymmen 2030-politiikka-ohjelmaan ja sisältää konkreettisia suosituksia jäsenvaltioille. Maailmanlaajuiset ICT-markkinat ovat yksi suurimmista toimialoista ja sen ennustettiin tavoittavat 6 biljoonaa euroa vuonna 2023. EU:n osuus globaalista ICT-markkinoiden liikevaihdosta on laskenut viimeisen vuosikymmenen ajan. Tästä syystä EU on viime vuosina tehostanut toimiaan vahvistaakseen uudelleen teknologista johtoasemaansa ja edistääkseen digitaalista siirtymää. (2030 Digital Decade... 2023, 3-8.) Digitaalinen vuosikymmen 2030-ohjelman mukaan digitaalisen siirtymän tavoitteiden neljä avainaluetta ovat:

1. digitaalisesti osaava väestö ja korkeasti koulutetut digitaalialan ammattilaiset
2. turvalliset ja kestävät digitaaliset infrastruktuurit
3. yritysten digitalisaatio
4. julkisten palvelujen digitalisointi.

Talouden kasvun kannalta yritysten digitalisaatio on yksi tärkeimmistä ja ajankohtaisimmista tekijöistä. Digitalisaatio on avain yritysten liiketoimintamallien kehittämiseen, tehokkuuden lisäämiseen ja innovaatioiden luomiseen erityisesti pk-yrityksille. Raportissa asetetaan tavoitteeksi, että vähintään 75 prosenttia EU:n yrityksistä omaksuu pilvipalvelut, Big datan ja/tai tekoälyn. Tämä vaatii lisäinvestointeja, kannustimia ja digitaalisia taitoja. (2030 Digital Decade... 2023, 11-19.) Suomen digitalisaatiokehityksen suuntaamiseksi ja johtamiseksi on laadittu Suomen digitaalinen kompassi, joka pohjautuu edellä mainittuun digitaalinen vuosikymmen 2030-ohjelmaan. Se ohjaa kehitystyötä ja määrittelee painopisteet ja tavoitteet digitalisaation ja datatalouden kehittämisessä ja hyödyntämisessä. Raportissa painotetaan, että Digi-kompassin tavoitteiden saavuttaminen edellyttää laajaa systeemistä muutosta; yhteistyötä julkisen ja yksityisen sektorin, yliopistojen, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten sekä järjestöjen kanssa. Digitalisaatiota ja datataloutta vauhdittamaan tarvitaan investointeja sekä toimialarajat ylittäviä käytänteitä. (Valtioneuvoston selonteko: Suomen... 2022, 4.) Digitalisaatio ei ole vain teknistä kehittämistä, vaan se vaatii sektorirajat ylittäviä, verkostomaisia digitalisaation johtamis- ja toimintamalleja, sekä merkittäviä investointeja. Raportissa on yhdeksän kohdan lista Suomen digitalisaatiokehityksen onnistumisen edellytyksistä. Nostona listalta mm. hankesuunnittelu, investoinnit ja yhteistyö. Digitaalinen kehitys vaatii kokonaisvaltaista sitoutumista, innovointia ja erilaisia työkaluja. (Valtioneuvoston selonteko: Suomen... 2022, 21-22.)

Valtavien systeemisten muutosmahdollisuuksien ohella digitaalinen siirtymä tuo mukanaan myös haasteita, uhkia ja haittavaikutuksia, jotka on huomioitava kaikessa toiminnassa. Haasteita ja uhkia voidaan tarkastella turvallisuuden, ihmisoikeuksien ja tasa-arvoisuuden näkökannalta. Verkon käytön kasvaessa myös haavoittuvuudet lisääntyvät. Suurimmat uhat liittyvät tietoturvallisuuteen ja näitä ovat mm. kyberuhat. (Roadmap for Digital... 2020, 2.) Kyberuhilla tai -hyökkäyksillä tarkoitetaan tarkoituksellisesti haitallista tekoa, jolla pyritään vahingoittamaan, varastamaan tai salaisesti muuttamaan tietoja. Tällaisia ovat mm. tietojenkalastelut, tietomurrot ja palvelunestohyökkäykset, jotka johtavat mm. rahan menetyksiin, identiteettivarkauksiin, tilien ja datan kaappauksiin. (F-Secure 2024.) Arvioiden mukaan maailmanlaajusten tietomurtojen vuosittaiset kustannukset nousivat yli viiteen biljoonaan dollariin vuoteen 2024 mennessä (Roadmap for Digital... 2020, 2). Digitaalisen siirtymän uhkien lisäksi haittavaikutuksia ovat lisääntyvä energian, veden ja materiaalin kulutus, kestäättömät kulu- tustottumukset, disinformaatio, epätasa-arvoisuus ja ihmisoikeusloukkaukset. Osallistava ja kestävä digitaalinen siirtymä edellyttääkin yhteistyötä ja sitoutumista, jotta varmistetaan että digitaalinen muutos on vastuullista, eettistä ja kestävää. (United Nations System Staff College 2023.) Internetiä ja sosiaalista mediaa käytetään huolestuttavasti mm. sodan väli- neenä, disinformaation ja vihapuheen levittämiseen, sekä ihmisoikeusloukkauksiin. Erityisen huolestuttavaa on lasten seksuaalisen hyväksikäytön lisääntyminen. Digitaalisuus on myös kas- vattanut eriarvoisuutta ja kuilua eri yhteisöjen välille. Vuonna 2019 lähes 87 prosenttia

kehittyneiden maiden väestöstä käytti internetiä, kun vain 19 prosenttia vähiten kehittyneissä maissa. Kaikilla ei ole samanlaisia mahdollisuuksia digilaitteiden tai digitaalisen osaamisen pariin. On myös huomioitava, että digitaalisuus ei ole aina ympäristöystävällistä. Tieto- ja viestintäteknologioihin liittyvien toimintojen odotetaan edustavan tulevaisuudessa jopa 20 prosenttia maailmanlaajuisesta sähköntarpeesta. (Roadmap for Digital... 2020, 2-3.)

2.1.3 Digivihreän siirtymän vaatimukset

Vihreä ja digitaalinen siirtymä ovat kaksi eniten tulevaisuutta muokkaavaa muutostrendiä EU:n kannalta. Tämän vuoksi ne ovat jatkuvasti myös poliittisen asialistan kärjessä. Käsillä on siis globaali ja akuutti tarve viedä vihreää ja digitaalista siirtymää yhtäaikaisesti ja synergisesti eteenpäin. Tavoitteena on, että siirtymät tukevat ja vauhdittavat toisiaan. On tärkeää, että siirtymiä edistetään yhdessä, jotta maksimoidaan hyödyt ja minimoidaan haittavaikutukset. Digisiirtymä on avainasemassa oikeudenmukaisen, kestävä ja kilpailukykyisen tulevaisuuden saavuttamisessa. EU:n tavoitteena on edistää siirtymää nopeasti ja osallistavasti, kohti ympäristön kannalta kestäviä elämäntapoja ja taloutta. Digisiirtymä vaatii ennakoivaa ja hallittua johtamista ja yhteistyötä kaikilta tahoilta. (Muench ym. 2022, iv,7-10.)

Yksinkertaistettuna voidaan sanoa, että vihreällä ja digitaalisella siirtymällä on sama tavoite: parempi tulevaisuus. On kuitenkin ymmärrettävä, että näillä kahdella siirtymällä on erilaiset roolit. Vihreä siirtymä on niin sanotusti pakollinen, jotta säilytämme elinkelpoisen maapallon. Muutoksilla on myös todella kiire, jotta ilmasto- ja kestävä kehityksen tavoitteet saavutetaan vuoteen 2030 mennessä. Digitaalinen siirtymä on jatkuva prosessi, jota ohjaa pakon sijaan enemmänkin sen luomat valtavat mahdollisuudet. Digisiirtymä on kuitenkin oma muutoksensa, jota ohjataan mm. politiikalla. Tärkeimpänä roolina sillä on ratkoa yhteiskunnan haasteita. Digisiirtymässä on keskityttävä siihen, miten digitaaliteknologiat voivat auttaa taistelussa ilmastonmuutosta ja luontokatoa vastaan, sekä saavuttamaan kestävä kehityksen tavoitteet. (Muench ym. 2022, 7-10.)

Mitkä ovat tärkeimmät tekijät ja painopistealueet digivihreässä siirtymässä? CODES (The Coalition for Digital Environmental Sustainability) on luonut toimintasuunnitelman, jossa on määritelty digisiirtymälle kolme systeemistä vaihetta, joissa on kussakin kuusi strategista painopistealuetta (kuvio 1). Toimintasuunnitelman kohderyhmänä ovat hallitukset, poliittiset päättäjät, kansainväliset järjestöt, yksityisen sektorin yritykset, kansalaisyhteiskunta, korkeakoulut ja tiedeyhteisöt (Action Plan for...2022, 13).

Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3
Vision, arvojen ja tavoitteiden asettaminen	Kestävä digitalisaatio	Digitalisaatio kestäväää kehitystä varten
Muutoksen mahdollistajat	Negatiivisten vaikutusten vähentäminen	Innovoinnin nopeuttaminen
muutosten yhdistäminen	energia ja päästöt	vihreä, digitaalinen, oikeudenmukainen siirtymä
digitaalinen kompetenssi	materiaalin käyttö	maapallon digitaalinen kaksonen
tiede ja systeemiajattelu	kulutus	kestävä kiertotalous
digitaalinen multilateralismi	disinformaatio	kestävä kulutus
pioneeriliittoutumat	digitaalinen kuilu	yhteisen tiedon luominen
normit ja standardit	ihmisoikeusloukkaukset	hallinnon läpimurrot

Kuvio 1: Kolme systeemistä muutosvaihetta ja niiden painopistealueet (mukaillen Action Plan for...2022, 5)

Toimintasuunnitelman ensimmäisessä vaiheessa ehdotetaan digitalisaation uudelleensuuntaamista ja yhteisten visioiden, arvojen ja tavoitteiden asettamista. Ensimmäisen vaiheen ohjaukseksi tulisi vahvistaa julkisten ja yksityisten toimijoiden välistä yhteistyötä. Ensimmäisessä vaiheessa asetetaan kuusi tärkeintä muutoksen mahdollistajaa. 1. *Muutosten yhdistäminen*, eli digitaalisen ja vihreän siirtymän ja niiden toimijoiden ja eri tahojen yhdistäminen toisiinsa, sekä strategisen vuoropuhelun ja keskinäisen oppimisen lisääminen. 2. *Digitaalinen kompetenssi*, eli digisiirtymässä tarvittavien monialaisten taitojen kehittäminen. Siirtymässä tarvitaan erilaista digitaalista ja kestävän kehityksen osaamista. Julkisella sektorilla ja poliittisilla päättäjillä tulee olla digisiirtymään tarvittava tietotaito, jotta he ymmärtävät mitä he haluavat säännellä ja mahdollistaa. Elinkeinoelämä on murroksessa ja siirtymä vaatii yrityksiltä merkittäviä muutoksia ja uutta osaamista. Myös koulutus ja opetussuunnitelmat tulee päivittää vastaamaan digisiirtymän osaamistarpeisiin. 3. *Tiede ja systeemiajattelu*, eli tarvitaan tieteeseen perustuvaa ymmärrystä, miten digitaaliset teknologiat muuttavat keskeisimmät taloudelliset, sosiaaliset ja ympäristöjärjestelmät ja miten tämä kaikki voi edistää kestäväää kehitystä. Tarvitaan systeemiajattelua, jotta ymmärretään planetaarisen kestävyuden tavoittelun kompleksisuus ja dynamiikka eri järjestelmien välillä. 4. *Digitaalinen multilateralismi*, eli monenkeskisen yhteistyön ja päätöksenteon lisääminen. Tulisi kehittää kansainvälinen avoimen yhteistyön kulttuuri hallitusten, yksityisen sektorin ja kansalaisten välille. 5. *Pioneeriliittoutumat*, eli risteävien innovaatioekosysteemien ja ratkaisuiden edistäminen. Muutosinvestointien katalysoimisessa tarvitaan osallistavia liittoutumia hallitusten, korkeakoulujen ja yksityisen sektorin toimijoiden kanssa. 6. *Normit ja standardit*, eli yhteisten periaatteiden, normatiivisten puitteiden ja sääntöjen kehittäminen ja hyväksyminen kestäväää digitalisaation edistämiseksi. (Action Plan for...2022, 16-19.)

Toimintasuunnitelman toisessa vaiheessa ehdotetaan negatiivisten vaikutusten vähentämistä, jotta varmistetaan kestävä digitalisaatio. Suunnitelmassa on osoitettu kuusi ongelmakohtaa.

1. *Energiankulutusta ja päästöjä* on vähennettävä.
2. Kasvavan digitaalitalouden laitteet vaativat valtavia määriä uusiutumattomia luonnonvaroja ja tuottaa elinkaarensa päässä sähköjätettä. *Materiaalien käytössä* on siirryttävä kiertotalouteen.
3. Digitaalisten alustojen ja sosiaalisen median myötä markkinointi on helpottunut ja *kulut* lisääntynyt. Tähän tulisi puuttua eri keinoin ja kääntää digitaaliset alustat ohjaamaan kestävämpään kulutukseen.
4. Epätosia uutisia uudelleen jaetaan 70 prosenttia todennäköisemmin kuin oikeita uutisia. Kestävään kehitykseen ja ilmastonmuutokseen liittyvän *disinformaation* leviäminen heikentää kollektiivista toimintaa ja luottamusta instituutioihin, sekä lisää epäluottamusta ja polarisaatiota. Disinformaation levittämistä tulisi pyrkiä estämään ja kehittämään tilalle helposti löydettävää faktatietoa.
5. *Digitaalinen kuilu*, eli kahtiajako tulisi sulkea ja mahdollistaa kaikille yhteisöille ja yksilöille tasapuolinen pääsy digitaalisen osaamisen ja laitteiden pariin.
6. Verkossa tapahtuvat *ihmisoikeusloukkaukset* tulisi estää. Digitaalisessa maailmassa tulee pyrkiä kunnioittamaan, suojelemaan ja toteuttamaan ihmisoikeuksia ja ympäristöoikeudenmukaisuutta. Lastenoikeuksiin on erityisesti panostettava, koska alle 18-vuotiaat muodostavat kolmanneksen kaikista internetin käyttäjistä. (Action Plan for...2022, 20-23.)

Toimintasuunnitelman kolmannessa vaiheessa ehdotetaan nopeuttamaan ja suuntaamaan innovaatio toimintaa kohti kestävä kehitystä edistävää digitalisaatiota. Tämä edellyttää suuria investointeja ja innovaatioyhteistyötä hallituksilta, yksityiseltä sektorilta ja korkeakouluilta. Digitaalisten innovaatioiden kehittämisessä tulisi keskittyä Agenda 2030 kestävä kehityksen tavoitteiden saavuttamiseen. Suunnitelmassa ehdotetaan kuutta strategista painopistealuetta, joissa digitaalisilla innovaatioilla voidaan edistää kestävä kehitystä.

1. Hallitusten ja yritysten on investoinneissa priorisoitava innovaatioihin, jotka edistävät *vihreää, digitaalista ja oikeudenmukaista siirtymää*.
2. *Maapallon digitaalisen kaksosen* avulla voidaan seurata reaaliajassa planeetan tilaa ja ennustaa tulevaa. Tulisi priorisoida mitattaviin, seurattaviin ja mallinnettaviin innovaatioihin, joilla pyritään parantamaan eri alueiden hyvinvointia.
3. *Päästöttömän ja kestävä kiertotalouden* innovaatioihin ja liiketoimintamalleihin tulisi investoida ensisijaisesti.
4. Kuin myös *kestävää kulutusta* edistäviin innovaatioihin. Digitaalisten työkalujen avulla voidaan tarjota yrityksille ja kuluttajille mm. tuotteiden ja palveluiden vastuullisuustiedot helpommin.
5. *Yhteisen tiedon luomiseen* tulisi panostaa. Tällä tarkoitetaan panostamista sellaisiin innovaatioihin, jotka edistävät ja helpottavat julkisen tiedon tuottamista, jakamista ja suojelemista, tavoitteena globaali tietoyhteiskunta.
6. *Hallinnon läpimurroilla* tarkoitetaan, että lakien, asetusten ja niihin liittyvien hallintorakenteiden tulisi siirtyä hyödyntämään digitaalisia teknologioita, alustoja ja sovelluksia. (Action Plan for...2022, 24-27.)

Euroopan Komission julkaisussa *Towards a green & digital future* on listattu tärkeimmät vaatimukset onnistuneeseen kaksoisiirtymään Euroopan Unionissa (kuvio 2). Julkaisun ja

listauksen tavoitteena on lisätä sidosryhmien ja poliittisten päättäjien tietoisuutta näistä tunnistetuista kaksoisiirtymän haasteista. Julkaisun pohjalta Euroopan Komissio on laatinut vuoden 2022 strategisen ennakointiraportin ”Vihreän ja digitaalisen siirtymän yhteen kytkeminen uudessa geopoliittisessa ympäristössä”. (Muench ym. 2022, 73.)

DIGISIIRTYMÄN KESKEISET VAATIMUKSET	
SOSIAALISET	<ul style="list-style-type: none"> • Varmista oikeudenmukainen siirtymä • Lisää yhteiskunnan sitoutumista muutostarpeeseen • Varmista yksityisyys ja teknologian eettinen käyttö
TEKNOLOGISET	<ul style="list-style-type: none"> • Innovaatioinfrastruktuurin toteuttaminen • Yhtenäisen ja luotettavan teknologiaekosysteemin rakentaminen • Tiedon saatavuuden ja turvallisuuden varmistaminen
YMPÄRISTÖ	<ul style="list-style-type: none"> • Haittavaikutusten välttäminen • Vihreän digitaalitekniikan ympäristöjalanjäljen pienentäminen.
TALOUS	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollistavien markkinoiden luominen • Markkinatoimijoiden moninaisuuden varmistaminen • Työvoiman asianmukaisten taitojen varmistaminen
POLITIikka	<ul style="list-style-type: none"> • Riittävien standardien täytäntöönpano • Poliittikan johdonmukaisuuden varmistaminen • Kanavainvestointeja vihreisiin digitaalisiin ratkaisuihin

Kuvio 2: Digisiirtymän keskeiset vaatimukset (mukaihen Muench ym. 2022, vii)

Listauksessa on jaoteltu vaatimukset aihealueisiin: sosiaaliset, teknologiset, ympäristö-, talous- ja poliittiset vaatimukset. Listalta löytyy paljon samoja tekijöitä kuin edellä mainitusta CODES:n toimintasuunnitelmasta. Seuraavaksi muutamia poimintoja, joita ei vielä ole avattu tarkemmin: Yhteiskunnan sitoutumista muutostarpeeseen tulisi edistää. Tietoisuutta ja osallistavaa yhteiskunnallista keskustelua tarvitaan, jotta yhteiset käyttäytymismallit ja arvot muutetaan digisiirtymän hyväksi. Tiedon saatavuus ja turvallisuus tulee varmistaa. Tiedonkäsitteilyä koskevilla laeilla ja säännöksillä tulee luoda selkeyttä ja luottamusta siihen, kuka omistaa dataa, miten sitä käytetään ja kenellä on siihen pääsy ja ettei kenenkään tietoja väärinkäytetä. Talouden vaatimuksista tämän opinnäytetyön kannalta oleellisena nostona vielä työvoiman asianmukaisten taitojen varmistaminen. Digisiirtymään tarvittavia tietoja ja taitoja on kehitettävä kaikilla aloilla. Digivihreiden ratkaisuiden toteuttaminen vaatii täydennyskoulutusta, uudelleen koulutusta ja tietoisuuden lisäämistä. Koulutussektorin tulee tunnistaa työelämän tarpeet ja vastata näihin. Julkaisussa on tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat selitykset kustakin aihealueesta ja siihen liittyvistä haasteista ja vaatimuksista. (Muench ym. 2022, 77-80.)

Kuten jo useampaan kertaan mainittu, politiikalla on keskeinen rooli digivihreän siirtymän ohjaamisessa ja onnistumisessa. Tarvitaan poliittista yksimielisyyttä ja yhteisiä ohjaavia sääntöjä. Vihreiden digitaalisten ratkaisujen toteuttaminen edellyttää yhteistyötä eri sidosryhmien, alojen, tieteen ja politiikan kesken. Digisiirtymän ohjaamiseen tarvitaan lakeja, säädöksiä, standardeja ja taksonomiaa. Poliittiset päätökset ovat ratkaisevassa roolissa, miten mm. verotuksen, tukien ja sääntelyiden avulla edetään digivihreässä siirtymässä. Investoinneilla ja tutkimus- ja innovointitoiminnalla on suuri merkitys kiertotalouden kehittämisessä. (Muench ym. 2022, 80.) Digisiirtymä etenee nopealla vauhdilla ja globaalien yhteistyö- ja hallintomekanismien tulee pysyä tahdissa mukana. EU ja YK edistää digisiirtymää strategisella päämäärätietoaisella toiminnalla. EU:lla on kunnianhimoiset tavoitteet tehdä Euroopasta ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä ja kaikki EU-maat ovat tähän sitoutuneet. Näihin tavoitteisiin pyritään Euroopan Komission kehittämän lainsäädännön avulla. (European Commission 2023a.) Suomen tulee noudattaa EU:n tavoitteita ja velvoitteita. Hallitus ja ministeriöt ovat pääroolissa digivihreän siirtymän poliittisessa edistämässä. Nykyinen hallitus on sitoutunut päästövähennystavoitteisiin ja digisiirtymän edistämiseen. Hallitus edistää Suomen asemaa kiertotalouden edelläkävijänä. (Vahva ja välittävä... 2023, 133-135.) Opinnäytetyöntekijän mielestä nykyisen Pääministeri Orpon hallituksen päätöksiä ja hallitusohjelmaa tulisi kuitenkin kritisoida ja kyseenalaistaa. Miten mm. polttoaineveron laskeminen edistää vihreää siirtymää? Eikö maahanmuuttopolitiikan kiristäminen hidasta talouskasvuamme, kun meiltä puuttuu työvoimaa? Myös Teknologiateollisuuden toimitusjohtaja Jaakko Hirvola on huolestunut tulevaisuuden osaajapulasta ja kommentoi Teknologiateollisuuden tiedotteessa seuraavasti: *”Jo tämän hallituksen osaamis- ja maahanmuuttopolitiikalla on erittäin suuri vaikutus Suomen tulevaisuuden näkymiin”* (Teknologiateollisuus 2023a). Suomen politiikan digivihreää siirtymää hidastavat päätökset korostavat muiden toimijoiden roolin ja oma-aloitteisuuden tärkeyttä. Tärkeimmät ohjaavat viitekehykset ja säädökset tulevat kuitenkin EU:lta. Mm. taksonomiavaatimuksilla ohjataan yrityksiä kestävä kehityksen mukaiseen toimintaan. Elinkeinoelämässä on etu olla edelläkävijänä ja muuttaa toimintaansa jo ennen kuin laki sitä edellyttää. (Perkiö 2024.)

Valtaosa vuoteen 2030 mennessä tavoitelluista päästövähennyksistä saavutetaan nykyisillä teknologioilla. Kuitenkin ilmastoneutraaliuden ja kiertotalouden toteuttaminen vuoteen 2050 mennessä vaatii uusien teknologioiden käyttöönottoa, jotka ovat vielä kehitys- ja kokeiluvaiheessa. Seuraavaksi kaksoissiirtymän rinnakkaisuuden kannalta viisi keskeisintä tulevaisuuden teknologiaa. (2022 Strategic Foresight... 2022, 11.)

1. **Energian digitalisointi.** EU investoi puhtaan energian tuotantoon, energialähteiden monipuolistamiseen sekä energiansäästön ja energiatehokkuuden parantamiseen kaikilla sektoreilla. Digitaalitekniikan avulla voidaan tehostaa energian saatavuutta, jakelua, käyttöä ja talteenottoa mm. datan, antureiden, satelliittien, älyverkkojen, lohkoketjuteknologian ja alustojen keinoin.

2. **Vihreämmän liikenteen mahdollistaminen digitaalitekniologioiden avulla.** Uuden sukupolven akkujen laajamittaisemmalla käytöllä voidaan lisätä merkittäväällä tavalla liikenteen kestävyttä mm. matkustaja- ja rahtiliikenteessä, raskaassa kuorma-auto-liikenteessä ja ilmailualalla. Sähköajoneuvojen energiatehokkuutta voidaan mitata ja tehostaa erilaisten järjestelmien ja datanhallinnan avulla. Liikennettä ja ajoneuvoja voidaan kehittää erilaisten teknologioiden avulla, joita ovat mm. anturit, avaruuspohjaiset palvelut, testausalustat, ajoneuvojen digitaaliset kaksoiset, tekoäly ja pilvipalvelut. Digitaalisilla alustoilla tarjotaan liikkuvuus palveluna ja edistetään yhteiskäyttöä ja jakamista.
3. **Teollisuuden ilmastoneutraaliuden edistäminen digitaalitekniologian avulla.** Suurten teollisten energiankäyttäjien energian kysyntää ja tarjontaa tullaan hallitsemaan digitaalitekniologian avulla. Tehokkuutta voitaisiin lisätä erilaisin mittarein ja anturein. Järjestelmien kehittämisessä ja valvonnassa voidaan käyttää avuksi erilaisia uusia teknologioita mm. massadata-analyysijärjestelmiä, digitaalisia kaksosia, dataoptimoitua, robotiikkaa sekä 3D- ja 4D-tulostusta.
4. **Rakennusten viherryttäminen digitalisaation avulla.** Rakennusten ilmastoneutraaliuden saavuttaminen edellyttää fossiilisten lämmitysjärjestelmien korvaamista kestäväillä vaihtoehdoilla, kuten lämpöpumpuilla, vedenkäytön hiilijalanjäljen pienentämisestä ja energiatehokkuuden yleistä parantamista. Älykkäiden rakennusten ja mitta-reiden avulla voidaan peruskorjata rakennuksia energiatehokkaiksi. Rakennustietojen mallintamisen ja digitaalisten järjestelmien kuten digitaalisten kaksosten avulla voidaan vähentää ympäristövaikutuksia ja ehkäistä myrkyllisten aineiden käyttöä.
5. **Älykkäämpi ja vihreämpi maatalous.** Digitaalitekniologiat voivat mahdollistaa älykkään ja ympäristöystävällisemmän maatalouden. Aistimien ja avaruuspohjaisten palvelujen avulla voitaisiin vähentää torjunta-aineiden, veden, lannoitteiden ja energian kulutusta. Digitaalisten kaksosten, alustojen, satelliittidatan, antureiden ja erilaisten datankeruujärjestelmien ja lohkoketjujen avulla voidaan kehittää tuotantoa, jakelua ja kulutusta. (2022 Strategic Foresight... 2022, 12-21.)

2.1.4 Työelämän muuttuvat tarpeet

Digivihreä siirtymä muuttaa perustavanlaatuisesti työmarkkinoita ja työmarkkinoilla tarvittavia taitoja. Euroopan komission tavoitteena on, että kaikki EU:n talouden alat sitoutuvat vuoden 2030 ilmastotavoitteisiin. Talouden ja yhteiskunnan muuttuessa työpaikkoja voi hävitä aloilta ja alueilta, jotka ovat riippuvaisia kivihiilen louhinnasta, fossiilisten polttoaineiden tuotannosta sekä näihin liittyvistä tuotanto- ja toimitusketjuista. Tekniologian kehittyminen ja toimintojen automatisointi tulee myös vähentämään työpaikkoja. Samalla muutokset tarjoavat mahdollisuuden uuden talousmallin rakentamiseen, innovointiin ja investointeihin. Digivihreä siirtymä luo uusia työllisyys- ja liiketoimintamahdollisuuksia kiertotalouden ja kehittyneiden teknologioiden aloilla. Vihreän ja digitaalisen siirtymän työmarkkinavaikutukset

saattavat täydentää toisiaan, mutta niillä voi olla myös toisiaan kumoavia vaikutuksia. (European Commission 2023a; 2022 Strategic Foresight... 2022, 24-25.) Digivihreän siirtymän ratkaisut edellyttävät erityisiä tietoja ja taitoja, joita on kehitettävä kaikilla aloilla. Tarvitaan osaamisen parantamista, uudelleen koulutusta ja tietoisuuden lisäämistä kestävästä kehityksestä ja uusien teknologioiden eduista. Asiantuntijoiden tarve esim. tekoälyn aloilla lisääntyy merkittävästi. (Muench ym. 2022, 80.) Kuluvalle vuosikymmenelle työvoimatarve kohdistuu erityisesti energiatehokkuuden parantamiseen, energihuollon kehittämiseen, rakentamiseen ja liikenteen investointihankkeisiin. (Kuusela ym. 2023, 3).

Teknolohiateollisuus on Suomen suurin vientiala ja merkittävin elinkeino. Teknolohiateollisuus ry:n osajatarveselvityksen mukaan ala tarvitsee seuraavan kymmenen vuoden sisällä 130 000 uutta työntekijää. Osajapula johtuu toimialan kasvusta ja eläköityvien työntekijöiden suuresta määrästä. Lisäksi väestön ikääntymisen vuoksi työikäisten määrä vähenee ja työntekijöitä ei riitä kaikille aloille. Suomen koulutusjärjestelmä ei tällä hetkellä vastaa suureen teknolohiateollisuuden tarpeeseen. Tekniikan ja ICT:n (tieto- ja viestintäteknologia) aloilla tarvittaisiin vuosittain yli 2300 valmistuvaa opiskelijaa lisää. Haastetta yritetään ratkaista mm. kehittämällä koulutusta ja edistämällä työperäistä maahanmuuttoa. Osajatarveselvityksessä kartoitettiin myös alan keskeisiä tulevaisuuden osaamistarpeita, kuten jatkuvan oppimisen kykyä, digitalisaatiota, vähähiilisyttä, kiertotaloutta, asiakaslähtöisyyttä ja johtamista. Erityisesti kestävään arvonluontiin ja vastuullisuuteen liittyvä osaaminen korostui. (Teknolohiateollisuus 2023b.) Digivihreää osaamista (*eng. green digital skills*) tarvitaan tulevaisuudessa siis kaikilla aloilla. Aiheesta enemmän kappaleessa 2.2.2.

Huomioitavaa on myös työolojen ja työskentelymallien muuttuminen, joissa tapahtui suuri muutos Covid-pandemian myötä. Digitaalisen kehityksen myötä monet työtehtävät voi toteuttaa joko kokonaan tai osittain etätyönä. Tällä on merkittäviä hyötyjä niin yrityksille kuin heidän työntekijöilleen. Mm. työvoiman saatavuus helpottuu, kun työntekijän ei tarvitse olla läsnä yrityksen toimitiloissa, joten asiantuntijoita voi rekrytoida vaikka kansainvälisesti. Työntekijöille tämä luo maantieteellistä joustavuutta ja tasapainoa työn ja yksityiselämän välille. Liikkuminen ja liikenne vähenee, kun ei ole enää niin suurta tarvetta työmatkustamiselle. (Choudhury 2020.) Toisaalta sujuva etätyöskentely edellyttää myös riittäviä digitaalisten työkalujen hallintaa ja oman työnsä johtamistaitoja. Yhteisöllisyys on tärkeää ja myös etätyössä tarvitaan osaamista olla läsnä kollegoille etänäkin. (Vihreä siirtymä ja digitalisaatio 2023, 31.)

Tulevaisuuden työvoimatarpeet kohdistuvat monipuolisesti eri koulutustasojen osajiin. Tarvetta on niin korkeakouluosaamiselle kuin ammattiosaamisellekin. Korkean osaamisen ammatteihin ja tutkimusosaamiseen kohdistuva kysyntä kasvaa, koska vihreä siirtymä perustuu suurelta osin uusien ratkaisujen kehittämiseen ja soveltamiseen. (Kuusela ym. 2023, 3.) Esim. teknolohiateollisuudessa korkeakoulutettujen tarve on kasvanut ja tulee kasvamaan niin, että rekrytoitavien määrästä 60 prosentilta tullaan vaatimaan korkeakoulututkintoa tai vastaavaa

osaamista. Silti myös ammattiosaajien tarve tulee lisääntymään mm. kone- ja tuotantotekniikassa. (Ollikainen 2021.) Digivihreä siirtymä luo myös täysin uusia ammatteja, joihin tarvitsee yleensä korkeakoulututkinnon. Tämän lisäksi monien nykyisten ammattien tehtävät tulevat muuttumaan huomattavasti, mutta näissä pärjäämiseen voi riittää esim. työnantajan tarjoama lisäkoulutus ja perehdyttäminen. Tutkimustulosten perusteella tulevaisuuden osaamistarpeissa korostuu erityisesti tekniset taidot ja insinööriosaaminen, joita tarvitaan teknologioiden suunnittelussa, tuotannossa ja asentamisessa. Tämän lisäksi tullaan tarvitsemaan johtamis- ja hallintotaitoja uusien, ympäristöystävällisten käytänteiden toteuttamisessa ja valvonnassa. (Kuusela ym. 2023, 25-26.)

Tulevaisuuden liiketoimintaa ohjaa monenlaiset vaatimukset. Kestävän kehityksen ja ympäristön kannalta vastuullisen liiketoiminnan edistämiseksi välttämättömänä keinona on käytävä erilaisia lakeja ja määräyksiä. Näillä ohjataan yritysten toimintaa vastuullisempaan suuntaan. Määräykset ovat esim. ympäristöstandardeja, joiden avulla pyritään vähentämään päästöjä. Erilaiset vaatimukset luonnollisesti aiheuttavat siirtymävaiheessa yrityksille paljon ponnisteluja ja uuteen oppimista. (Greening Enterprises -Transforming...2022, 14.) Tämän opinäytetyön kirjoittamishetkellä ajankohtaisena haasteena yrityksille on uusi kestävyysraportointidirektiivi (Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD), joka vaatii suuria yrityksiä vuoden 2024 alusta raportoimaan sosiaalisista ja ympäristötoimistaan, sekä näiden vaikutuksista ihmisiin ja luontoon. Yrityksiä veloitetaan raportoimaan nämä tiedot ESR-standardin mukaisesti (European Sustainability Reporting Standards). EU-taksonomia määrittelee liiketoiminnalle tietyt kriteerit ja luokittelee mitkä toiminnot voidaan laskea kestäväksi taloudelliseksi toiminnaksi. Taksonomia perustuu EU-asetukseen ja sen mukaisiin sääntöihin, joiden tavoitteena on edistää kestävää sijoittamista. Yritysten tulee tehdä myös taksonomiaraportointia. (Perkiö 2024.) Myös asiakkaat ja sidosryhmät luovat yrityksille painetta siirtyä kestävämpään liiketoimintaan. Kuluttaja-asiakkaat vaativat yhä enemmän kestäviä tuotteita ja palveluita ja ovat tietoisia vastuullisuustekijöistä. Yritysten toiminnan tulee olla läpinäkyvää. Ei riitä, että yritys itse toimii vastuullisesti, tätä on vaadittava myös koko toimitusketjulta ja yhteistyökumppaneilta. Nämä asiat tulee selvittää myös kestävyysraportointia varten. Asiakkaiden lisäksi myös henkilöstö voi olla sitoutuneempi yritykseen, joissa on ympäristöstandardit käytössä ja vastuullisuuteen panostetaan. (Greening Enterprises -Transforming...2022, 15-16.)

Jotta ymmärretään tulevaisuuden työelämän muuttuvia tarpeita, on oleellista ymmärtää myös digitaalisista teknologioista ja niiden käyttömahdollisuuksista. Seuraavaksi lyhyesti esiteltynä kestävä kehityksen kannalta tärkeitä teknologioita ja esimerkkejä niiden käyttötavoista.

Ohjelmistorobotiikka (Robotic Process Automation, RPA), joka tunnetaan myös nimellä ”botti”, tarkoittaa prosessiautomaation muotoa, joka tallentaa ihmisen suorittamia tehtäviä ja suorittaa ne tämän jälkeen automatiikalla. Ohjelmistorobotiikan avulla voidaan automatisoida toistuvia tehtäviä, tehostaa toimintaa ja parantaa laatua ja tarkkuutta. (United Nations

System Staff College 2023). Ohjelmistorobotiikka on teknologiana luotettava ja sitä voi hyödyntää lähes kaikilla aloilla. Yleisesti sitä hyödynnetään toimistotehtävien prosessien automatisoinnissa. Nykyisin monet yritykset hyödyntävät sitä myös asiakaspalvelussa asiakkaiden yksinkertaisiin kysymyksiin vastaamisessa ja säästävät tällä tavalla henkilöresursseja. (Microsoft 2024.)

Tekoäly (Artificial Intelligence, AI) tarkoittaa ihmisällyn simulointia koneissa, jotka on ohjelmoitu ajattelemaan ihmisen tavoin ja matkimaan heidän toimintaansa (United Nations System Staff College 2023). Tekoäly on teknologiana sidoksissa käytännössä kaikkien ammattien kognitiivisiin prosesseihin, joten sen laaja soveltaminen vaikuttaa merkittävästi yrityksiin ja työtehtäviin globaalisti ja lähes kaikilla toimialoilla (Ali-Yrkkö ym. 2023, 28). Tekoäly voi esim. tukea älykästä yhdistettyä liikkuvuutta ja auttaa parantamaan liikenteen hallintaa ja vähentämään polttoaineen kulutusta (2022 Strategic Foresight... 2022, 14).

Maanhavainnointitekniikan (Earth observation technology) avulla voidaan hankkia luotettavaa ja reaaliaikaista tietoa maapallon fyysisistä, kemiallisista ja biologisista järjestelmistä satelliittien, dronejen ja anturien avulla. Tekniikkaa käytetään mm. luonnon muutosten seuraamiseen ja arviointiin, jotta voidaan kehittää uusia ratkaisuja. Monet maat käyttävät maanhavainnointitekniikkaa ilmaston- ja merivesien muutoksen seuraamiseen. Käytännössä tämä tarkoittaa esim. merivirtojen, lämpötilan ja suolapitoisuuden mittaamista meripöijujen avulla tai maa-asemia, joilla mitataan ilmanlaatua ja sateen määrää. Tätä tekniikkaa käytetään myös maankäyttömallien tunnistamiseen, jotta viljelykasveja voidaan hallita paremmin ja luonnonkatastrofeihin voidaan reagoida paremmin. (United Nations System Staff College 2023).

Edistynyt analytiikka (Advanced Analytics) tarkoittaa automatisoituja datan analytiikkatoimintoja, joiden avulla tehdään ennusteita ja haetaan ratkaisuja (United Nations System Staff College 2023). Edistyneen analytiikan avulla yhdessä tekoällyn kanssa on mm. kehitetty liikenteen optimointia Istanbulissa. Liikennetietoja kerätään erilaisilla tekniikoilla ja näistä saaduilla analyyseillä voidaan optimoida linja-autoreittejä ja arvioida liikenneolosuhteita reaaliajassa. Tämän tekniikan avulla voidaan vähentää ruuhkia, saasteita ja parantamaan julkisten käyttöä. (SAS 2023.)

Digitaalinen kaksonen (Digital twin) -tekniologialla luodaan fyysisestä kohteesta virtuaalinen kopio, johon päivittyy reaaliaikaisesti tiedot fyysisen lähteen antureista ym. datankeruujärjestelmistä (United Nations System Staff College 2023.) Digitaaliset kaksoiset helpottavat innovointia, testausta ja kestävämpien ratkaisujen suunnittelua esimerkiksi rakennuksissa tai kaupunkisuunnittelussa. Tämä voisi myös vähentää kaupunkien päästöjä, lisätä resurssitehokkuutta ja elämänlaatua sekä parantaa rakennusten kestävyttä. Ajoneuvojen digitaaliset

kaksoiset voivat tarjota tietoa reaaliaikaisesta suorituskyvystä ja ennaltaehkäistä huoltotarpeita. (2022 Strategic Foresight... 2022, 10-19.)

Älykkäät järjestelmät (Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology; S.M.A.R.T. systems) eli itsevalvonta-analyysi- ja raportointitekniikka sisältää erilaisia laitteita, jotka keräävät tietoja antureiden avulla, käsittelevät niitä erityisellä ohjelmistolla ja reagoivat sen mukaisesti toimilaitteen avulla. Tekniikka on hyödyllinen esim. automaatioteollisuudessa, tuotantotekniikassa ja sen avulla on rakennettu mm. älykkäitä rakennuksia. (United Nations System Staff College 2023.) Ilmastoneutraaliuden saavuttamisen kannalta uusien rakennusten tulee olla päästöttömiä vuoteen 2030 mennessä ja vanhat rakennukset on uudistettava. Älykkäät järjestelmät ja mittarit ovat avainasemassa, jotta rakennuksien lämmitys-, vedenkulutus ym. energiankäyttö saadaan tehostettua. (2022 Strategic Foresight... 2022, 18.)

Big datalla tarkoitetaan tiedon keräämistä ja analysointia erittäin suurista tietomassoista, jotka ovat liian suuria ja monimutkaisia perinteisen tietojenkäsittelyn sovellusohjelmiston käsittelemiseksi. Teknologian avulla voidaan parantaa päätöksentekoa kriittisillä kehitysalueilla. (United Nations System Staff College 2023.) Big dataa on esim. hyödynnetty vihreän siirtymän osaamistarpeiden tutkimiseen. Työmarkkinatutkimuksessa data kerättiin verkossa olevista avoimista työpaikoista. Big data -analysoinnilla selvitettiin ja tunnistettiin vihreän siirtymän vuoksi lisääntyvät ammatit ja mitä osaamistarpeita näissä ammateissa on. (Getting Skills Right...2023, luku 5.)

Lohkoketju (Blockchain) on tekniikka, jossa toisilleen tuntemattomat toimijat voivat tuottaa ja tallentaa tietueita, joita kutsutaan lohkoiksi ja sitten linkittää nämä lohkot toisiinsa ketjussa. Lohkoketju on luotettava teknologia, koska tallennettuja tietoja ei voi muuttaa takautuvasti - jolloin tietueet ovat todennettavissa ja pysyviä. Kryptovaluutat käyttävät lohkoketjuteknologiaa. (United Nations System Staff College 2023.) Lohkoketjujen avulla voidaan mm. varmistaa parempi läpinäkyvyys tuotteiden elinkaareissa ja arvoketjussa, esimerkiksi akkujen tuotannossa, uudelleenkäytössä, kierrätyksessä ja hävittämisessä. Lohkoketjuja voi hyödyntää myös uusiutuvan energian tuotannossa. (2022 Strategic Foresight... 2022, 10-13.)

Web3 ts. hajautettu web on World Wide Webin uusi versio, joka perustuu siihen, että valta palautetaan käyttäjille omistajuuden muodossa. Web3 tarjoaa ihmisille ja organisaatioille mahdollisuuden jakaa ja kontrolloida omaa dataansa reilusti ja luottamuksellisesti. Data on yritysten hallinnoimien tietokantojen sijaan lohkoketjuissa, ja datanhallinnointi ei ole riippuvainen tietyistä välikäsistä. Muutos synnyttää uusia yrityksiä ja liiketoimintamalleja, ja hajautettujen palveluiden myötä enemmän innovaatioita ja kilpailua. Web3 voi mahdollistaa ja nopeuttaa digivihreää siirtymää. Suomella on edelläkävijänä hyvät mahdollisuudet muokata muutosta ihmislähtöisen ja reilun datatalouden mukaiseksi. (Lehtonen, Pirttivaara & Aura 2022.)

Esineiden internet (Internet of Things, IoT) tarkoittaa esineiden liittämistä internetiin. Esineiden internetillä kuvataan verkkoa, joka koostuu fyysisistä esineistä, joihin on upotettu antureita, ohjelmistoja ja muita teknologioita, joiden tarkoituksena on yhdistää ja vaihtaa tietoja muiden laitteiden ja järjestelmien kanssa internetin kautta. Tästä esimerkkinä älykodit, joissa valot, lämmitys, turvajärjestelmät ym. voivat olla samassa järjestelmässä. (United Nations System Staff College 2023). Teknologian avulla voidaan esim. seurata maatalousmaiden ja biologisen monimuotoisuuden tilaa, kun toteutetaan älykkäämpää ja vihreämpää maataloutta. Esineiden internetin avulla satelliittinavigoinnin ja kehittyneiden ohjelmistojen kanssa voidaan myös esim. optimoida sähköajoneuvot ja niiden latausjärjestelmät, sekä tukea uusiutuvien energialähteiden integrointia ja maksimoida niiden käyttöä. (2022 Strategic Foresight... 2022, 14-21.)

Pilvi- ja reunalaskenta (Cloud computing & Edge computing): Pilvilaskennalla tarkoitetaan tietokoneiden, palvelinten ja tallennustilan vuokraamista palveluna internetin kautta. Reunalaskennalla tarkoitetaan tietojenkäsittelyä ja datan keräämistä lähellä käyttökohdetta. Pilvipalveluiden avulla yritykset ja yksilöt voivat vuokrata tarvitsemansa laskentatehon, tallennustilan ja ohjelmistot palveluntarjoajalta sen sijaan, että ne omistaisivat ja ylläpitäisivät niitä itse. Reunalaskentaa käytetään mm. öljyn ja kaasun energiatuotannon etävalvontaan ja arviointiin. (United Nations System Staff College 2023.) Pilvilaskennan, esineiden internetin ja Big data-analytiikan kaltaiset teknologiat mahdollistavat uusia liiketoimintamalleja, kuten tuote palveluna (2022 Strategic Foresight... 2022, 25).

Laajennettu todellisuus (Extended Reality) tarkoittaa kaikkia niitä ympäristöjä, joissa todellisuus ja virtuaalimaailma kohtaavat, kuten virtuaalitodellisuus (Virtual Reality, VR), lisätty todellisuus (Augmented Reality, AR) ja näiden yhdistelmä, yhdistetty todellisuus (Mixed Reality, MR) (United Nations System Staff College 2023). Virtuaalista ja lisättyä todellisuutta voidaan hyödyntää mm. ilmasto- ja ympäristöviestinnässä, kun tavoitellaan ilmasto- ja ympäristötietoisuuden lisäämistä ja kulutustottumuksien muuttamista. Virtuaalitodellisuus mahdollistaa tehokkaamman tavan tiedottaa ilmastonmuutoksen vaikutuksista, sillä sen avulla voi mallintaa esimerkiksi merenpinnan nousua. (Selvitys ICT-alan...2022, 42.)

2.2 Osaamisen kehittäminen ja koulutuksen näkökulma

Suomen kaltaisissa maissa talouden kehitys liittyy edelleen vahvasti osaamiseen, ja työmarkkinoilla korostuu tarve korkeamman koulutuksen omaaviin osaajiin. Digivihreässä siirtymässä tarvitaan moninaista digitaalista osaamista ja ymmärrystä luonnon, talouden ja ihmisten käyttäytymisen ilmiöistä. Tarvittava osaaminen voi muodostua siirtymän haasteeksi monella tavalla: Uusia toimintatapoja on hankalaa ottaa käyttöön, jos yrityksissä ja organisaatioissa ei riitä osaamista niiden kehittämiseen, suunnitteluun ja toteuttamiseen. Toisaalta myös kansalaisten on ymmärrettävä muutokset ja opittava uusiin käytäntöihin. Vihreä siirtymä ja

kestävyysoasaamisen kehittäminen ovat viimeisen vuosikymmenen aikana kuitenkin vakiintuneet keskeisiksi tavoitteiksi kouluissa ja oppilaitoksissa. Suomessa ja EU:ssa ollaan vahvalla pohjalla, ja vihreät arvot on otettu koulutuksissa läpileikkaavaksi yhteiskunnalliseksi päämääräksi. Vihreän siirtymän käytännön integrointi monipuolisesti ja kattavasti osaksi eri kursseja ja kokonaisuuksia on kuitenkin edelleen kesken. (Kuusela ym. 2023, 13-14.)

Seuraavissa luvuissa käsitellään tarkemmin, mitä osaamistarpeita digivihreä siirtymä luo ja mikä ylemmän ammattikorkeakoulutuksen (YAMK) rooli näiden osaamistarpeiden täyttämässä on.

2.2.1 Miten YAMK-koulutuksen tulisi vastata työelämän tarpeisiin?

Digivihreän siirtymän muutokset ja muuttuvat osaamistarpeet koskettavat koulutuksen näkökannalta erityisesti ammattikorkeakouluja ja yliopistoja. Kuten jo aiemmin todettu, tulevaisuuden osaamistarpeissa korkean osaamisen ammatteihin ja tutkimusosaamiseen kohdistuva kysyntä kasvaa, koska vihreä siirtymä perustuu suurelta osin uusien ratkaisujen kehittämiseen ja soveltamiseen. (Kuusela ym. 2023, 3.) Osaamistarveselvitysten mukaan ammattikorkeakoulutettujen kysyntä tulee kasvamaan erityisesti, koska suomalaiset pk-yritykset tarvitsevat ammattikorkeakoulujen tarjoamaa käytännönläheistä ja asiakaslähtöistä innovointityötä kasvunsa tueksi (Kestävän ammattikorkeakoulutuksen käsikirja 2023, 5). Teknolgiateollisuudessa korkeakoulutettujen tarve tulee kasvamaan niin, että rekrytoitavien määrästä 60 prosentilla tulisi olla korkeakoulututkinto tai vastaava osaaminen (Ollikainen 2021). Lisäksi digivihreä siirtymä vaatii kykyä kehittää vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa prosesseja ja ratkaisuja. Tätä ajattelua kehitetään erityisesti yritysten, korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten TKI-toiminnassa (tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminta), jonka laajentuminen on keskeinen edellytys siirtymän toteuttamiselle. (Kuusela ym. 2023, 13-14.)

Osaamisen ja osaajien tuottaminen on ammattikorkeakoulujen tehtävänä kestävän kehityksen edistämässä. Ammattikorkeakoulujen kestävyys- ja vastuullisuustyötä ohjaavat YK:n kestävän kehityksen ohjelma Agenda 2030 sekä opetus- ja kulttuuriministeriön kestävän kehityksen linjaukset. Ammattikorkeakouluilla on valtava merkitys yhteiskunnan tulevaisuutta rakennettaessa. Ammattikorkeakoulut ja niiden valmistuneet näyttelevät keskeistä roolia ilmastonmuutoksen torjumisessa, luonnon monimuotoisuuden säilyttämisessä sekä kestävän työ-, kulttuuri- ja elinkeinoelämän edistämässä. Vuositasolla Suomen ammattikorkeakouluista valmistuu 30 000 osaajaa ja TKI-toiminnan volyyymi on 220 miljoonaa euroa vuodessa. Kaikki Suomen ammattikorkeakoulut ovat sitoutuneet ammattikorkeakoulujen kestävän kehityksen ja vastuullisuuden ohjelmaan, jonka lupauksena on kädenjäljen kasvattaminen ja jalanjäljen pienentäminen. Kädenjäljellä tarkoitetaan toiminnan positiivista vaikuttavuutta, jolla muutetaan yhteiskuntaa ja työelämää. Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan toiminnan aiheuttamia negatiivisia ilmastovaikutuksia. Ammattikorkeakoulut ovat sitoutuneet tuottamaan asiantuntijoita, jotka

hallitsevat kestävän kehityksen edistämisen työelämässä ja yhteiskunnassa. Koulut lupaavat, että kaikilla valmistuneilla on oman koulutuslinjan osaamisen lisäksi vähintään perustiedot kestävästä kehityksestä ja vastuullisuudesta, mukaan lukien ilmastoasiat. Kestävä kehitys ja vastuullisuus ovat läpileikkaavana teemana kaikissa tutkintokoulutuksissa. (Kestävä, vastuullinen ja hiilineutraali...2020, 3-6.) Kestävän kehityksen ja vastuullisuuden ohjelmaa on toteutettu ammattikorkeakouluissa nyt muutaman vuoden ajan ja ohjelman väliarvioinnin tulosten mukaan ammattikorkeakoulut ovat sitoutuneet ohjelman tavoitteisiin ja toimenpide-ehdotuksiin kiitettävästi. Tavoitteiden mukaiset toimenpiteet ovat edistyneet, mutta kehitystyötä on edelleen tehtävänä. (Kestävän ammattikorkeakoulutuksen käsikirja 2023, 5-6.)

Kestävyys on siis keskeinen ammattilaisena toimimista jäsentävä näkökulma. Opetussuunnitelmatyössä osa ammattikorkeakouluista on suunnitellut kestävän kehityksen osaamisen yhdeksi pakolliseksi opintojaksoksi. Yleisempi vaihtoehto on, että kestävän kehityksen osaaminen integroidaan osaksi kaikkia koulutuksia, eli jokaiselle tutkinnolle suunnitellaan erillinen kestävä kehityksen osaamispolku. (Kestävän ammattikorkeakoulutuksen käsikirja 2023, 38-39.) Suomessa on todetusti tehty paljon töitä kestävän kehityksen ja vastuullisuuden osaamisen kehittämiseen ammattikorkeakoulutuksessa. Tässä opinnäytetyössä pohditaan, että mitkä ovat tulevaisuuden tarpeet? Tarvitsemmeko enemmän spesifejä koulutuslinjoja, jotka vastaavat digivihreän siirtymän osaamistarpeisiin ja mitä nämä olisivat? Yhdeksi hyväksi esimerkiksi on nostettu, että tulevaisuuden tekijä voisi opiskella korkeakoulussa tai yliopistossa informaatioteknologiaa, teollisuuden prosesseja kohti vihreää siirtymää tai organisaatioiden johtamista ja kehittämistä (Vihreä siirtymä ja digitalisaatio 2023, 18).

Eurooppalaisen korkeakoulutuksen kilpailukykyä ja vetovoimaa on kehitetty luomalla yhtenäinen eurooppalainen korkeakoulutusalue. Tavoitteena on yhtenäistää jäsenmaiden korkeakoulujen koulutuksia ja opetussuunnitelmia niin, että osaamistasojen vertailtavuus ja opiskelijoiden sekä työntekijöiden liikkuminen maasta toiseen helpottuu. Osaamisen tunnistamista helpottaa eurooppalainen tutkintojen viitekehys (EQF), joka on oppimistuloksiin ja osaamiseen perustuva yhteinen eurooppalainen viitejärjestelmä, jonka avulla eri maiden kansallisia tutkintojärjestelmiä ja tutkintojen viitekehyyksiä kytetään toisiinsa. (Auvinen ym. 2022, 9.) Euroopan komission korkeakoulustrategiassa painotetaan korkeakoulusektorin keskeistä roolia digivihreässä siirtymässä ja kestävien yhteiskuntien ja talouksien luomisessa. Kansainvälisen korkeakouluyhteistyön merkitys on nostettu myös tärkeäksi tekijäksi yhteiskunnallisten haasteiden ratkaisemisessa. Nuorille tehdystä Eurobarometri-kyselyssä 93 % vastaajista vastasi, että olisi tarpeellista luoda yhteinen eurooppalainen korkeakouluverkosto, joka tarjoaisi EU-tutkintoja, joissa opiskelija voisi joustavasti valita kursseja ja opintokokonaisuuksia eri maista ja kouluista. (Communication from the...2022, 3-4.) Yksi EU:n rahoitusohjelmista on Erasmus+, jolla tuetaan korkeakoulujen kansainvälistä yhteistyötä ja korkeakoulujen välistä opiskelijoiden, opettajien ja muun henkilökunnan liikkuvuutta. Vihreä ja digitaalinen siirtymä on yksi Erasmus+ -ohjelman kauden 2021-2027 painopistealueista. (Opetushallitus 2024.)

Korkeakoulujen on sopeuduttava nopeasti kehittyviin osaamistarpeisiin. Euroopan komission korkeakoulustrategiassa määritellään, että digitaalisten taitojen huomattavat erot eri puolla EU:ta on poistettava. Opiskelijoille ja henkilökunnalle kaikkialla EU:ssa on taattava tulevaisuuden vihreät ja digitaaliset taidot, ja korkeakoulujen innovaatio- ja teknologiapotentiaali on otettava käyttöön, jotta niihin liittyviin yhteiskunnallisiin haasteisiin voidaan vastata. Korkeakouluilla on tärkeä tehtävä tutkimuksessa, jossa yhteistyössä teollisuuden ja yhteiskunnan kanssa etsitään ratkaisuja ympäristö- ja ilmasto- ja haasteisiin, jotta voidaan saavuttaa ilmasto- ja neutraalius, kääntää biologisen monimuotoisuuden väheneminen laskuun ja pysäyttää saastuminen. Viime kädessä tutkimus- ja innovaatiotoiminnan tulokset voivat muodostaa vankan perustan ympäristöön liittyville politiikoille, innovaatioille ja toimenpiteille. Tavoitteena on, että Euroopan korkeakouluista tulisi vihreän siirtymän muutosvoimia. Digitaalisessa siirtymässä korkeakouluilla on keskeinen rooli, jotta työmarkkinoille saadaan työvoimaa, joka osaa vastata tulevaisuuden digitaalisen siirtymän haasteisiin. Tarvitaan digitaalisten alojen mm. tekoälyn, pilvilaskennan ja kyberturvallisuuden erikoiskoulutustarjontaa. Tämän lisäksi on huomioitava, että digitaalisuus läpäisee kaikki talouden alat, joten on välttämätöntä, että kaikki korkeakouluopiskelijat oppisivat kehittyneen tason digitaaliset taidot. Komissio kehottaa korkeakoulustrategiassa jäsenvaltioitaan tukemaan korkeakouluja uusien vihreiden ja digitaalisten teknologioiden innovoinnissa ja digivihreän siirtymän johtajuudessa. (Communication from the...2022, 4-9.)

Ylemmät ammattikorkeakoulututkinnot ovat ammattikorkeakouluissa suoritettuja ylempiä korkeakoulututkintoja. YAMK-tutkinnot eroavat perinteisistä maisteritason opinnoista pedagogisesti, sillä ne painottavat työelämälähtöisyyttä ja proaktiivista oppimista. YAMK-koulutuksessa tehdään tutkimus- ja kehitystyötä työ- ja elinkeinoelämän ja 3. sektorin kanssa. YAMK-tutkinnot ovatkin työelämäläheisyytensä sekä TKI-yhteyden ansiosta yhteiskunnallisesti erittäin vaikuttavia ja vastaavat työelämän osaamistarpeisiin nopeasti, koska opiskelijat ovat yleisesti ottaen työelämässä olevia aikuisia ja suorittavat opintojaan töiden ohessa. Alakoh- taisten osaamistarpeiden mukaisesti koulutuksissa painottuu monialainen osaaminen ja syven- tävä erityisosaaminen. Monialaisen YAMK-koulutuksen vahvuuksia ovat laaja-alaisen asiantun- tijuuden kehittyminen sekä valmiudet osaamisen hyödyntämiseen työelämän moniammatilli- sissa ja innovatiivisissa ympäristöissä. YAMK-tutkinnoilla on keskeinen rooli työelämän uudis- tamisessa ja osaamistarpeiden ennakoinnissa. Tutkintoja voidaan myös joustavasti kohdentaa alueellisiin ja toimialakohtaisiin kehittämistarpeisiin. (Ammattikorkeakoulujen maisterikoulu- tus osaamisen...2016, 5-14.) Ajankohtaisuutensa sekä tulevaisuus- ja kehittämisorientaationsa ansiosta YAMK-tutkinnot ovat merkittävässä roolissa koulutus- ja tutkimustoimijoiden sekä työ- ja elinkeinoelämän ekosysteemissä. Koulutusten työelämäyhteistyöstä suuri osa tapahtuu pk-yritysten kanssa ja juuri näiden yritysten kehittäminen on yhteiskunnallisesti ja aluetalou- dellisesti tärkeää. (Ammattikorkeakoulujen maisterikoulutus osaamisen...2016, 21-24.)

Suomen ammattikorkeakouluissa tutkintojen osaaminen on määritelty yhteisinä ja koulutuskohtaisina kompetensseina. Kompetensseilla tarkoitetaan laajoja osaamiskokonaisuuksia, yksilön tietojen, taitojen ja asenteiden yhdistelmiä. Yhteiset kompetenssit, eli generiset osaamiset määrittelevät kaikille koulutuksille ja tutkinnoille yhteisiä osaamisalueita, jotka luovat perustan työelämässä toimimiselle, yhteistyölle ja asiantuntijuuden kehittymiselle. Ala- ja koulutuskohtaiset kompetenssit muodostavat opiskelijan ammatillisen asiantuntijuuden perustan, eli spesifin osaamisen. (Auvinen ym. 2022, 4.) Suositukset ammattikorkeakoulututkintojen yhteisiksi kompetensseiksi sisältää kuusi aihealuetta: oppimaan oppiminen, työelämässä toimiminen, eettisyys, kestävä kehitys, kansainvälisyys ja monikulttuurisuus ja ennakoiva kehittäminen (Liite 1). Suositukseen on listattu mm., että valmistuva YAMK-opiskelija osaa:

- kehittää ja johtaa työyhteisöään, sekä uudistaa työelämää hyödyntäen teknologian ja digitalisaation mahdollisuuksia kehittämisessä ja johtamisessa.
- edistää eettisesti kestävää toimintaa ja varmistaa tasa-arvon ja yhdenvertaisuuden toteutumisen.
- kehittää ja johtaa kestäviä ja vastuullisia toimintatapoja työssään sekä edistää kestävyysmuutosta työyhteisössään ja yhteiskunnassa.
- kehittää ja johtaa monikulttuurisia ja kansainvälisiä toimintaympäristöjä ja verkostoja.
- johtaa uusien, tulevaisuutta ennakoivien ratkaisujen kehittämistä ja tuottaa uutta tietoa erilaisia tutkimus- ja kehittämismenetelmiä hyödyntäen.

(Liite 1.)

Suomen koulutusjärjestelmä ei vastaa tällä hetkellä suureen teknologiateollisuuden tarpeeseen, vaikka korkeakoulujen aloituspaikkoja on lisätty. Korkeakoulujen aloituspaikkoja tulisi siis lisätä entisestään. Pitää myös varmistaa, että opiskelijat valmistuvat ja houkutellessa kansainvälisiä opiskelijoita jäämään Suomeen opintojen päätyttyä. (Teknologiateollisuus 2023b.) Tulevaisuuden työelämän osaamistarpeiden täyttämistä suunniteltaessa, tulee katsoa pitkälle ja pohtia mitkä ovat tärkeimmät tarpeet pitkällä aikavälillä. Tutkintojen sisältöjen kehittäminen ja suunnittelu vaatii oman aikansa. Kun tähän lisätään opiskelijan opintoaika, niin puhutaan useammasta vuodesta, ennen kuin suunnitteilla olevan koulutuksen tulokset ovat työelämässä. Opetushallituksen laatimassa Osaaminen 2035 raportissa on määritelty keskeisimmät tulevaisuuden työelämän osaamistarpeet. Tärkeimmiksi listalla nousivat asiakaslähtöinen palvelujen kehittämisosaaminen, digitaalisten ratkaisujen ja alustojen hyödyntämisosaaminen, innovaatio-osaaminen ja henkilökohtaisen osaamisen kehittäminen ja johtaminen. Listaus antaa yleiskuvan tärkeimmistä tulevaisuuden osaamisista. (Osaaminen 2035, 28-29.)

2.2.2 Digivihreä osaaminen

Kuten jo useaan kertaan todettu, digivihreä siirtymä vaatii merkittävästi uutta työelämän osaamista kaikilla ammattialoilla ja tämä osaamistarve on tunnustettu laaja-alaisesti. Tämän oppinäytetyön kirjoittamishetkellä vietetään Euroopan osaamisen teemavuotta (European Year of Skills 2023), jonka tarkoituksena on antaa uutta pontta elinikäiselle oppimiselle ja antaa ihmisille ja yrityksille mahdollisuus osallistua vihreään ja digitaaliseen siirtymään sekä tukea innovointia ja kilpailukykyä. Tavoitteena on saada työmarkkinoille enemmän ja osaavampaa työvoimaa. Teemavuoden ohjelmaan sisältyy tuhansia ammattitaidon kehittämiseen liittyviä tapahtumia ja toimia eri puolella Eurooppaa. (European Commission 2023c.)

Digivihreän osaamisen määrittäminen on tärkeää, jotta taitoja voidaan kehittää sekä ilmastoneutraaliuden että työllistymismahdollisuuksia täynnä olevan siirtymän edistämiseksi. Tällä hetkellä yli kolme neljäsosaa EU:n yrityksistä ilmoittaa, että niillä on vaikeuksia löytää työntekijöitä, joilla on työn vaatimusten edellyttämät taidot. Taitojen tunnistaminen on kuitenkin haastavaa, koska siinä tulee ottaa kokonaisvaltaisesti huomioon uusien ammattien ja niihin liittyvien taitojen moninaisuus. Digivihreiden taitojen määrittelyssä ratkaisevaa on kartoittaa ne taidot, joille odotetaan olevan suurin kysyntä. (Koundouri ym. 2023, 10.)

Osaaminen muodostuu tietojen, taitojen ja asenteiden yhdistelmästä. Se pitää sisällään käsitteet ja tosiasiat (eli tiedot), taitojen kuvaukset (esimerkiksi kyvyn suorittaa prosesseja) sekä asenteet (kuten taipumukset ja ajattelutavat toimia). Avaintaidot kehittyvät koko elämän ajan. Euroopan komissio on laatinut digitaalisten taitojen viitekehyksen, joka tarjoaa yhteisen käsityksen siitä, mitä digitaalinen osaaminen on; mitkä ovat EU-kansalaisen välttämättömät digitaaliset taidot työelämän, opiskelun ja yhteiskuntaan osallistumisen kannalta. Ensimmäinen viitekehys luotiin jo vuonna 2013. DigComp 2.2 on viitekehyksen uusin versio, johon on lisätty tietoa mm. uusista nousevista teknologioista, kuten tekoälyn (AI) ohjaamista järjestelmistä. DigComp on jo hyvin tunnettu EU:n laajuisena kehyksenä digitaalisen osaamisen kehittämiseksi ja mittaamiseksi. Sitä on hyödynnetty jo yli kymmenen vuoden ajan eri tarkoituksiin erityisesti työllisyyden, koulutuksen ja elinikäisen oppimisen yhteydessä. DigComp-viitekehyyksessä digitaalinen osaaminen määritellään 21 osaamisen yhdistelmänä, jotka on ryhmitelty viiteen pääalueeseen. Näitä ovat Informaatio- ja datanlukutaito, viestintä ja yhteistyö, digitaalisen sisällön tuottaminen, turvallisuus ja ongelmanratkaisu. (Vuorikari, Kluzer & Punie 2022, 1-7.) Kaikki 21 osaamista em. viidessä eri aihealueessa on jokainen avattu tarkemmin kahdeksaan eri taitotasoon, joissa määritellään saman osaamisen kehittyneisyys kahdeksalla eri tasolla. Tasolla yksi henkilön taidot ovat yksinkertaisella perustasolla, ja hän pystyy auttavasti suoriutumaan tietyistä tehtävistä. Tasolla kahdeksan henkilön taidot ovat korkean erikoistumisen tasolla, ja hän kykenee ratkaisemaan kompleksisia monitasoisia ongelmia. Osaamisen tasoja hahmotellaan kolmella eri osa-alueella: tehtävien monimutkaisuus, tehtävien suorittamiseen tarvittava itsenäisyys ja ohjaus sekä kognitiivinen alue, joka ilmaistaan

käyttämällä Bloomin taksonomian mukaisia toimintaverbejä. Kahdeksan osaamistasoa on saanut vaikutteita eurooppalaisen tutkintojen viitekehyksen (EQF) rakenteesta ja sanastosta, mutta niillä ei ole suoranaista yhteyttä tutkinto- tai koulutusjärjestelmiin. (Vuorikari ym. 2022, 70-71.) Ylempi ammattikorkeakoulututkinto on tasoa EQF 7 (Ammattikorkeakoulujen maisterikoulutus osaamisen...2016, 9). Ylemmän ammattikorkeakouluopiskelijan tulisi valmiudessaan hallita vähintään kehittyneen tason digitaaliset taidot (Communication from the...2022, 9). Seuraavaan taulukkoon (kuvio 3) päätettiin em. syistä koota DigCompin kaikki 21 osaamista käyttäen taitotasoa 5 (kehittynyt taso). Taulukon avulla voidaan määritellä yleiset digitaaliset taidot, joita valmistuvan YAMK-opiskelijan tulisi työelämässä hallita. Nämä eivät kuitenkaan vielä sisällä sitä erikoisosaamista, jota digivihreän siirtymän asiantuntijan tulisi hallita.

DIGITAALISEN KOMPETENSIN OSA-ALUEET					
Taso 5, kehittynyt taso. Henkilö osaa ja kykenee opastamaan myös muita:					
INFORMAATIO- JA DATANLUKUTAITO	1.1 Datan, informaation ja digitaalisen sisällön setaaminen, etsiminen ja suodattaminen <ul style="list-style-type: none"> vastata tiedontarpeisiin, soveltaa hakuja datan, informaation ja sisällön hankkimiseksi digitaalisissa ympäristöissä, näyttää, miten näitä tietoja, informaatiota ja sisältöä käytetään ja miten niiden välillä navigoidaan. ehdottaa henkilökohtaisia hakustrategioita. 	1.2 Datan, informaation ja digitaalisen sisällön arvioiminen <ul style="list-style-type: none"> arvioida eri tietolähteiden, datan ja digitaalisen sisällön uskottavuutta ja luotettavuutta. arvioida erilaista dataa, informaatiota ja digitaalista sisältöä. 	1.3 Datan, informaation ja digitaalisen sisällön hallinta <ul style="list-style-type: none"> käsitellä informaatiota, dataa ja sisältöä, jotta niiden organisointi, tallentaminen ja hakeminen olisi helpompaa. organisoida ja käsitellä niitä jäsennellyssä ympäristössä. 		
	2.1 Vuorovaikutus digitaalitekniikan avulla <ul style="list-style-type: none"> käyttää erilaisia digitaalitekniikoita vuorovaikutukseen, näyttää muille, mitkä ovat sopivimmat digitaaliset viestintävälineet tietyssä tilanteessa. 	2.2 Jakaminen digitaalitekniikan avulla <ul style="list-style-type: none"> jakaa dataa, informaatiota ja digitaalista sisältöä erilaisten sopivien digitaalisten välineiden avulla, näyttää muille, miten toimia välittäjänä tiedon ja sisällön jakamisessa digitaalitekniikan avulla. soveltaa erilaisia viittaus- ja merkintäkäytäntöjä. 	2.3 Osallistuva kansalaisuus digitaalitekniikan avulla <ul style="list-style-type: none"> ehdottaa erilaisia digitaalisia palveluja yhteiskuntaan osallistumiseksi. käyttää sopivaa digitaalitekniikkaa voimaannuttaakseen itseään ja osallistuaan yhteiskuntaan kansalaisena. 		
VIESTINTÄ JA YHTEISTYÖ	2.4 Yhteistyö digitaalitekniikan avulla <ul style="list-style-type: none"> ehdottaa erilaisia digitaalisia välineitä ja teknologioita yhteistyöprosesseja varten. 	2.5 Netiketti <ul style="list-style-type: none"> soveltaa erilaisia käyttäytymisnormeja ja tietotaitoa käyttäessään digitaalitekniikkaa ja toimiessaan vuorovaikutuksessa digitaalisissa ympäristöissä. soveltaa erilaisia yleisölle sopivia viestintästrategioita digitaalisissa ympäristöissä ja soveltaa erilaisia kulttuurisia ja sukupolvien moninaisuuteen liittyviä näkökohtia, jotka on otettava huomioon digitaalisissa ympäristöissä. 	2.6 Digitaalisen identiteetin hallinta <ul style="list-style-type: none"> käyttää erilaisia digitaalisia identiteettejä, soveltaa erilaisia tapoja suojata mainettaan verkossa, käyttää digitaalisten välineiden, ympäristön ja palvelujen avulla tuottamaansa dataa. 		
	3.1 Digitaalisen sisällön kehittäminen <ul style="list-style-type: none"> soveltaa tapoja tuottaa ja muokata sisältöä eri formateissa osoittaa tapoja ilmaista itseään digitaalisten keinojen avulla. 	3.2 Digitaalisen sisällön integrointi ja uudelleen käsittely <ul style="list-style-type: none"> toimia uusien erilaisten sisältöjen ja tietojen kanssa, muokata, tarkentaa, parantaa ja integroida niitä luodakseen uusia ja omaperäisiä sisältöjä ja tietoja. 	3.3 Tekijänoikeudet ja lisenssit <ul style="list-style-type: none"> soveltaa erilaisia tekijänoikeusääntöjä ja lisenssejä, joita sovelletaan dataan, digitaaliseen tietoon ja sisältöön. 	3.4 Ohjelmointi <ul style="list-style-type: none"> toimia ohjeiden avulla, jotta laskentajärjestelmä voi ratkaista erilaisen ongelman tai suorittaa erilaisia tehtäviä. 	
DIGITAALISEN SISÄLLÖN TUOTTAMINEN	4.1 Laitteiden suojaaminen <ul style="list-style-type: none"> soveltaa erilaisia tapoja suojata laitteita ja digitaalista sisältöä ja tunnistaa erilaisia riskejä ja uhkia digitaalisissa ympäristöissä. soveltaa turvallisuus- ja turvatoimia. käyttää erilaisia tapoja ottaa asianmukaisesti huomioon luotettavuus ja yksityisyys. 	4.2 Henkilötietojen ja yksityisyyden suojaaminen <ul style="list-style-type: none"> soveltaa erilaisia tapoja suojella henkilötietoja ja yksityisyyttä digitaalisissa ympäristöissä, soveltaa erilaisia erityisiä tapoja jakaa omia tietoja ja suojella samalla itseään ja muita vaaroilta. selittää tietosuojaselosteet siitä, miten henkilötietoja käytetään digitaalisissa palveluissa. 	4.3 Terveysten ja hyvinvoinnin suojeleminen <ul style="list-style-type: none"> osoittaa erilaisia tapoja välttää terveysriskejä ja fyysiseen ja psyykkiseen hyvinvointiin kohdistuvia uhkia digitaalitekniikoita käytettäessä. soveltaa erilaisia tapoja suojella itseään ja muita digitaalisen ympäristön vaaroilta osoittaa erilaisia digitaalisia teknologioita sosiaalisen hyvinvoinnin ja sosiaalisen osallisuuden edistämiseksi. 	4.4 Ympäristön suojeleminen <ul style="list-style-type: none"> osoittaa erilaisia tapoja suojella ympäristöä digitaalitekniikan ja sen käytön vaikutuksiltaan. 	
	5.1 Teknisten ongelmien ratkaisu <ul style="list-style-type: none"> arvioida teknisiä ongelmia digitaalisten ympäristöjen ja laitteiden käytössä. soveltaa niihin erilaisia ratkaisuja. 	5.2 Teknologisten tarpeiden ja ratkaisujen tunnistaminen <ul style="list-style-type: none"> arvioida tarpeita, soveltaa erilaisia digitaalisia välineitä ja mahdollisia teknologisia ratkaisuja näiden tarpeiden ratkaisemiseksi. käyttää erilaisia tapoja mukauttaa ja kustomoida digitaalisia ympäristöjä henkilökohtaisiin tarpeisiin. 	5.3 Digitaalitekniikan luova käyttö <ul style="list-style-type: none"> soveltaa erilaisia digitaalisia välineitä ja teknologioita tiedon, innovatiivisten prosessien ja tuotteiden luomiseen. soveltaa yksilöllisesti ja kollektiivisesti kognitiivista prosessointia erilaisten käsitteellisten ongelmien ja ongelmatilanteiden ratkaisemiseksi digitaalisissa ympäristöissä. 	5.4 Digitaalisen osaamisen puutteiden tunnistaminen <ul style="list-style-type: none"> osoittaa, missä kohdin omaa digitaalista osaamista on parannettavaa tai päivitettävää, havainnollistaa erilaisia tapoja tukea muita heidän digitaalisen osaamisensa kehittämiseksi. ehdottaa erilaisia mahdollisuuksia itsensä kehittämiseen ja digitaalisen kehityksen seuraamiseen. 	
TURVALLISUUS					
ONGELMANRATKAISU					

Kuvio 3. Digitaalisen kompetenssin osa-alueet (Vuorikari ym. 2022, 9-49)

Euroopan komissio on laatinut DigCompia vastaavan osaamiskehyksen myös kestävästä kehityksestä koskevasta osaamisesta. GreenComp-Kestävästä kehityksestä koskeva eurooppalainen osaamiskehys määrittelee kestävyysosaamisen osatekijät, joiden avulla lukijoita ohjataan omaksumaan tietoja, taitoja ja asenteita, jotka tukevat empaattista, vastuullista ja harkittua ajattelua, suunnittelua ja toimintaa ympäristön hyvinvoinnin ja kansanterveyden edistämiseksi. GreenComp on suunniteltu tukemaan elinikäistä oppimista. Osaamiskehys muodostaa ympäristökestävyyttä koskevan oppimisen viitekehysten, joka voidaan integroida koulutusohjelmien sisältöön tai soveltaa missä tahansa oppimisympäristössä. GreenComp-osaamiskehyksen tavoitteena on tukea koulutusjärjestelmiä, jotta niissä voidaan tuottaa järjestelmälähtöisiä ja kriittisiä ajattelijoita, jotka välittävät ympäristömme tulevaisuudesta. Osaamiskehyksen työmäärittelmät muodostavat perustan, jonka tavoitteena on lisätä asiantuntijoiden ja muiden sidosryhmien välistä yhteisymmärrystä ja pienentää kuilua eri toimijoiden välillä. GreenCompilla pyritään vastaamaan Euroopan vihreän kehityksen ohjelmassa asetettuihin tavoitteisiin. GreenComp on jäsennetty neljään kestävyysosaamisalueeseen. Kukin näistä osaamisalueista sisältää kolme kestävyystaitoa, jotka liittyvät toisiinsa ja ovat kaikki yhtä tärkeitä. (Bianchi, Pisiotis & Cabrera Giraldez 2022, 1-7.) Seuraavassa taulukossa on esitelty GreenComp-osaamiskehyksen osaamisalueet (1. sarake), taidot (numeroidut otsikot) ja kuvaukset. (kuvio 4).

GREENCOMP-OSAAMISKEHYS			
GreenComp-osaamiskehyksen osaamisalueet, taidot ja kuvaukset			
KESTÄVYYSARVOJEN ILMENTÄMINEN	1.1 Kestävyysarvojen arvostaminen Taito pohtia henkilökohtaisia arvoja; taito tunnistaa ja selittää, miten arvot vaihtelevat eri ihmisten ja eri aikakausien välillä, ja arvioida kriittisesti, millaisessa suhteessa arvot ovat kestävyysarvoihin	1.2 Oikeudenmukaisuuden tukeminen Taito vahvistaa tasa-arvoa ja oikeudenmukaisuutta nykyisten ja tulevien sukupolvien hyväksi ja oppia aiemmilta sukupolvilta kestävyysosaamisen edistämiseksi	1.3 Luonnon tärkeyden tunnistaminen Ymmärrys siitä, että ihmiset ovat osa luontoa; taito kunnioittaa muiden lajien ja luonnon tarpeita ja oikeuksia lähtökohdانا terveiden ja selviytymiskykyisten ekosysteemien ennallistamiselle ja elvyttämiselle
KESTÄVYYSARVOJEN MONITAHAISUUDEN HALLINTA	2.1 Järjestelmälähtöinen ajattelu Taito lähestyä kestävyysongelmaa useasta näkökulmasta; taito tarkastella aikaa, tilaa ja tilannetta ja ymmärtää niiden keskinäiset vaikutussuhteet järjestelmien sisällä ja niiden välillä	2.2 Kriittinen ajattelu Taito arvioida tietoa ja argumentteja, tunnistaa oletuksia, kyseenalaistaa nykytilannetta ja pohtia, miten henkilökohtaiset, sosiaaliset ja kulttuuriset taustat vaikuttavat ajatteluun ja johtopäätöksiin	2.3 Ongelman rajaaminen Taito muotoilla nykyiset tai mahdolliset haasteet kestävyysongelmiksi ottamalla huomioon ongelman haastavuuden, siihen liittyvät ihmiset, ajan ja maantieteellisen kattavuuden, jotta voidaan määrittää soveltuvat lähestymistavat, joilla tulevia ongelmia voidaan ennakoida ja ehkäistä ja jo olemassa olevia ongelmia voidaan hillitä ja niihin voidaan sopeutua
KESTÄVIEN TULEVAISUUKSIEN VISIOINTI	3.1 Tulevaisuuslukutaito Taito hahmottaa vaihtoehtoisia kestäviä tulevaisuuksia kuvittelemalla ja kehittämällä vaihtoehtoisia tulevaisuuskennäriöitä ja määrittämällä vaiheet, joita tarvitaan parh	3.2 Sopeutumiskyky Taito hallita siirtymiä ja haasteita monimutkaisissa kestävyystilanteissa ja tehdä tulevaisuuteen vaikuttavia päätöksiä epävarmoissa, monitulkintaisissa ja riskejä sisältävissä konteksteissa	3.3 Tutkiva ajattelu Taito nähdä asioiden väliset suhteet tutkimalla ja yhdistämällä eri tieteenaloja, hyödyntämällä luovuutta ja kokeilemalla uusia ideoita tai menetelmiä
KESTÄVYYSOIMINTA	4.1 Poliittinen toimijuus Taito navigoida poliittisissa järjestelmissä, tunnistaa poliittinen vastuu ja vastuuvetollisuus kestävyystä heikentävässä toiminnassa ja vaatia tehokkaita kestävyystoimenpiteitä	4.2 Yhteistyö Taito toimia yhteistyössä muiden kanssa muutoksen aikaansaamiseksi	4.3 Yksilön aloitteellisuus Taito tunnistaa omat mahdollisuudet edistää kestävyystä ja taito toimia aktiivisesti yhteisön ja maapallon tulevaisuuden parantamiseksi

Kuvio 4. GreenComp-osaamiskehys (mukaillen Bianchi ym. 2022, 14-15)

GreenCompin osaamisalueet ovat kestävyysarvojen ilmentäminen, kestävyiden monitahoisuuden hallinta, kestävien tulevaisuuksien visiointi ja kestävyystoiminta. Kestävyysosaamisen kokonaisuus koostuu 12 rakennusosasta. (kuvio 4.) GreenCompissa on avattu jokainen kuvaus perusteellisesti ja esimerkkejä käyttäen. Yksi työelämään läheisesti kytkeytyvä esimerkki löytyy osaamisalueesta *kestävyyden monitahoisuuden hallinta* ja taito *2.1 järjestelmälähtöinen ajattelu*: Vihreiden teknologioiden käyttöönotto vaatii laaja-alaista ymmärrystä ongelmien monitahoisuudesta ja mahdollisista ratkaisuista, koska niiden laaja-alainen käyttöönotto voi aiheuttaa myös tahattomia seurauksia, kuten luonnon monimuotoisuuden väheneminen ja biopolttoaineiden tuotannosta johtuva kilpailu maa-alasta. (Bianchi ym. 2022, 21.) GreenComp tarjoaa yhteisen viitekehyksen, jota kaikki ympäristökestävyiden parissa työskentelevät ammattilaiset voivat käyttää ja jakaa ja johon he voivat viitata (Bianchi ym. 2022, 7). DigCompin konkreettisiin osaamisiin verrattaessa GreenCompin osaamisalueissa on enemmänkin kyse arvoista, kyvystä ajatella eri tavoin, tutkia, kyseenalaistaa, sopeutua ja edistää muutosta. Digivihreän siirtymän asiantuntijan tulisi hallita myös kaikki GreenCompin taidot kehittyneellä tasolla.

Kestävän kehityksen osaamisen määrittelyjä on julkaistu myös useita muita (esim. Wiek, Withycombe & Redman 2011, UNESCO 2017, Bianchi, Pisiotis & Cabrera Giraldez 2022). Ne ovat suhteellisen samankaltaisia ja kaikissa on ajatuksena listata joukko osaamisia (n. 5-8), joita tarvitaan kestävä kehityksen edistämiseen kehittämisen tasolla. (Kestävän ammattikorkeakoulutuksen käsikirja 2023, 21.) Yleisesti käytetyssä Wiekin ym. (2011, 5) mallissa listataan viisi kestävä kehityksen edistämisen kannalta tärkeää taitoa: systeemiajattelu, ennakointiosaaminen, normatiivinen osaaminen, strateginen osaaminen ja ihmissuhdetaidot. Wiekin ym. (2011, 2) mukaan nämä ovat ne avaintaidot, jotka kestävä kehityksen alan korkeasteen opiskelijalla tulisi valmistuessaan olla.

Ei ole olemassa täydellistä opasta siihen, mikä on työelämässä tarvittava digivihreä osaaminen. Tarpeet luonnollisesti vaihtelevat alasta ja työtehtävästä riippuen. Edellä mainituista kappaleista saa kuitenkin hyvän peruskäsityksen aiheesta. Tässä opinnäytetyössä osaamista on ajateltu nimenomaan ylemmän korkeakouluopiskelijan kannalta, eli millaista osaamista vaaditaan esim. asiantuntija- ja päällikkötyössä. Suomessa asiantuntijatyön määrän ennustetaan kasvavan noin viidellä prosentilla vuoteen 2035 mennessä (Vihreä siirtymä ja digitalisaatio 2023, 13). Tärkeintä on, että osaamistarpeet tunnistetaan ja työvoima varustetaan tarpeellisilla tiedoilla ja taidoilla. Useilla aloilla tarvitaan täydennyskoulutusta, uudelleen koulutusta ja tietoisuuden lisäämistä, jotta vihreitä ja digitaalisia ratkaisuja voidaan toteuttaa. Tietämyksen ja ymmärryksen uusien teknologioiden hyödyistä on oltava saatavilla. Esimerkiksi monilla maatalousalan maanviljelijöillä ei ole tietoa uusista teknologioista, eivätkä he ole tietoisia niiden tuomista eduista. Koulutusta tarvitaan kaikilla aloilla ja uutta asiantuntijaosaamista mm. tekoälyn, vihreiden digitaalisten ratkaisujen tutkimuksen ja kehittämisen alalla. (Muench ym. 2022, 80.)

2.2.3 Transversaaliset taidot

Käytännönläheisen digivihreän ja alakohtaisten spesifien osaamisten lisäksi tulevaisuudessa tarvitaan myös geneerisiä ja transversaalisia taitoja. Geneeriset taidot viittaavat korkeakouluopinnoissa ja työelämässä tarvittaviin yleisiin asiantuntijataitoihin, kuten kriittiseen ajatteluun, ongelmanratkaisuun, tietolähteiden arviointiin, perustelukykyyn, vuorovaikutustaitoihin, oman toiminnan säätelyyn ja kirjoittamiseen. (Ylönen 2021). Hieman myös päällekkäin käytetty termi, mutta käsitteenä laajempi *transversaaliset taidot* tarkoittavat geneerisiä, laajalaisia ja pehmeitä taitoja - yleisluonteisia avaintaitoja, jotka ovat siirrettävissä ja hyödynnettävissä kaikilla aloilla ja eri ammateissa. Transversaalisia taitoja kuvaa hyvin niiden läpileikkaavat teemat, joita on kriittinen ajattelu, luovuus, aloitteellisuus, ongelmanratkaisu-, riskienarviointi-, päätöksenteko- ja tunteiden rakentava hallintakyky. OECD (The Organization for Economic Co-operation and Development) on esittänyt, että sosioemotionaaliset taidot kuten empatia, kunnioitus, minäpystyvyys, vastuu ja yhteistyötaidot, tulevat olemaan oleellisia tulevaisuuden työelämätaitoja. (Raatikainen & Rantala-Nenonen 2022; Isacsson 2017.) Transversaaliset taidot muodostuvat tärkeäksi digivihreässä siirtymässä tarvittavaksi osaamiseksi. Tällaisia taitoja ja asenteita ovat muun muassa kestävyysajattelun soveltaminen omassa työssä, sekä asenteet ja ymmärrys kestävämpiin yhteiskunnallisiin toimintatapoihin. (Kuusela ym. 2023, 26.) Transversaalisten taitojen tärkeys korostuu mm. opinnoissa ja työelämässä silloin, kun toimitaan moniammatillisessa työssä, projekteissa, erilaisissa ryhmissä sekä ympäristöissä (Isacsson 2017). Kestävän kehityksen osaamisessa onkin paljon päällekkäisyyttä transversaalisiin taitoihin.

Työelämässä tarvitaan kovia ja pehmeitä taitoja. Kovilla taidoilla (*hard skills*) tarkoitetaan teknisiä, mitattavissa olevia kykyjä ja taitoja, jotka saadaan oppimisen kautta ja jotka voivat olla työ- tai tehtäväkohtaisia (esim. tietojen analysointi). Digivihreässä siirtymässä tarvittavia kovia taitoja on käsitelty jo suhteellisen kattavasti tässä raportissa. Pehmeät taidot (*soft skills*) ovat osa transversaalisia taitoja ja niitä pidetään usein kovien taitojen vastakohtana. Toisaalta pehmeät taidot myös auttavat kovien taitojen oppimisessa. Pehmeät taidot ovat keskeisiä eri työtehtävissä ja onkin ennustettu, että niistä tulee olemaan kysyntää tulevaisuuden työmarkkinoilla. Pehmeillä taidoilla tarkoitetaan käyttäytymiseen ja vuorovaikutukseen liittyviä henkilökohtaisia ominaisuuksia, joita ihmiset tarvitsevat menestyäkseen työpaikalla. Eli miten henkilö esim. suhtautuu muihin, ja kykenee tehokkaaseen yhteistyöhön muiden kanssa (esim. tiimityö). Pehmeät taidot voidaan jakaa neljään aihealueeseen:

- analyttiset taidot (esim. tiedon yhdistäminen ja tulkinta, päätöksenteko)
- ihmissuhdetaidot (yhteistyökyky ja viestintätaidot)
- itsehallintataidot (tavoitteellisuus, halu kehittää ja oppia uutta, sopeutumiskyky, stressinhallinta, resilienssi)

- tunneälylliset taidot (empatiataidot, toisten näkökulmien ymmärtäminen ja arvostaminen) (Koundouri ym. 2023, 4-6; Vihreä siirtymä ja digitalisaatio 2023, 14-15.)

Kun globalisaation ja tekoälyn kehityksen kaltaiset suuntaukset muuttavat työmarkkinoiden vaatimuksia ja työntekijöiden menestymiseen tarvittavia taitoja, ihmisten on luotettava entistä enemmän kykyynsä luovuuteen, vastuullisuuteen ja kykyyn "oppia oppimaan" koko elämänsä ajan, eli jatkuvaan oppimiseen. Pysyäkseen kilpailukykyisinä työntekijöiden on hankittava jatkuvasti uusia taitoja, mikä edellyttää joustavuutta ja myönteistä ja uteliasta asennetta elinikäiseen oppimiseen. (Skills for 2030...2019, 2.) Digivihreässä siirtymässä jatkuvalla oppimisella on merkittävä rooli erityisesti täydennyskoulutuksen näkökannalta. On tärkeää kehittää erityisesti työikäisen väestön osaamista. Moniin uusiin "vihreisiin ammatteihin" siirtyminen voi onnistua työpaikalla tapahtuvan koulutuksen tai täydennys- ja muuntokoulutuksen kautta. (Kuusela ym. 2023, 25, 58-59.) Valtioneuvosto on nostanut jatkuvan oppimisen tärkeimmäksi painopistealueeksi vihreän siirtymän osaamisen kehittämisessä ja linjannut eri toimia täydennyskoulutuksen ja jatkuvan oppimisen painoarvon kasvattamiseksi koulutuspolitiikassa. Kehityksessä fokusoidaan vihreän siirtymän kannalta keskeisten osaamisten vahvistamiseen ja parempaan kohdistamiseen yrityksiin ja työntekijöihin. (Kuusela ym. 2023, 140.)

Työelämän osaamisen kehittämisen haasteisiin ja jatkuvan oppimisen tarpeisiin tarvitaan uusia työelämäläheisiä ratkaisuja, ja tässä vaativassa kehittämistyössä ammattikorkeakoulut ovat ratkaisevassa roolissa (Kestävän ammattikorkeakoulutuksen käsikirja 2023,5). Jatkuva oppiminen onkin kirjattu aiemmin mainittuihin suosituksiin YAMK-tutkintojen yhteisistä kompetensseista: *Valmistuva opiskelija edistää omaa ja yhteisönsä jatkuvaa oppimista ja osaamisen kehittymistä hyödyntäen eri alojen tietoa ja digitalisaation mahdollisuuksia.* (Auvinen ym. 2022, 6.) Ammattikorkeakoulujen kestävän kehityksen ja vastuullisuuden ohjelmassa luvataan, että ammattikorkeakouluissa tarjotaan jatkuvan oppimisen koulutuksia, koska ne edistävät kestävyysmuutoksen toteutumista kaikilla yhteiskunnan osa-alueilla ja tasoilla (Kestävä, vastuullinen ja hiilineutraali...2020, 6).

2.2.4 Teollisuus 4.0: energia- ja elintarvikealan osaamismurros

Teollisuus 4.0 (*Industry 4.0*), eli neljäs teollinen vallankumous tarkoittaa valmistuksen digitalisointumista. Termiä käytetään maailmanlaajuisesti kuvaamaan innovatiivisia tuotantoprosesseja, jotka ovat osittain tai kokonaan automatisoitu tekniikan avulla. Se perustuu koneiden, sähkölaitteiden ja uudenlaisen tiedon älykkääseen verkottumiseen ja keskinäiseen kommunikointiin. Esineiden internet (*IoT*) on yksi keskeisimmistä teollisuus 4.0:n teknologioista. Tämän lisäksi tärkeässä roolissa ovat mm. koneoppiminen, pilvilaskenta, lohkoketjut, tekoäly ja Big data. (Akyazi, Goti, Oyarbide, Alberdi & Bayon 2020, 1-2.) Teollisuus 4.0 on keskittynyt yhteen liitettävyyteen, hajautettuun päätöksentekoon, resurssien optimointiin ja automatisointiin. Tavoitteena on tuotannon tehokkuus, reaaliaikainen läpinäkyvyys ja autonominen

hallinta. Tuotannon tehokkuuden lisäksi on kuitenkin tarve siirtyä kohti kokonaisvaltaisesti kestävästä ympäristöstä. Tulokset osoittavat, että teollisuus 4.0:n teknologiat voivat edistää ympäristön kestävyttä teollisuudessa. Tämän myötä on kehitetty termi Teollisuus 5.0, jossa yhdistyy teollisuus 4.0:n käsite kestävyteen, joustavuuteen ja ihmiskeskeisiin tavoitteisiin. (Kopeinig, Woschank & Olipp 2024, 2777-2778.)

Uusiutuva energia-ala käsittää kaikki teknologiat, joilla energiaa saadaan uusiutuvista luonnonvaroista: tuulivoima, aurinkovoima, vesivoima, geoterminen energia, merivoima ja biopolttoaineet. Uusiutuvat energialähteet ovat keskeisiä toimijoita siirtymässä kohti ilmastoneutraalia taloutta, sillä ne ovat perinteisiä energialähteitä nopeampia ja edistävät osaltaan ilmastomuutoksen torjumiseksi tarvittavaa hiilidioksidipäästöjen vähentämistä. Teollisuus 4.0 ohjaa osittain uusiutuvien energialähteiden kehitystä. Se pyrkii tehokkaaseen energiaressurssien kulutukseen ja suosii uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Täten uusiutuva energia-ala myös hyötyy teollisuus 4.0:n tuomista muutoksista. Teollisuus 4.0:n digitaaliset teknologiat, kuten esineiden internet, tekoäly ja lohkoketjut mahdollistavat mm. uusiutuvien energialähteiden optimoinnin ja uusien energiansiirtotapojen toiminnan parantamisen. Alan nopeassa kehityksessä tarvitaan kuitenkin osaavaa työvoimaa, jolla on tiedot ja taidot ajan tasalla. Uusiin järjestelmiin ja prosesseihin siirtyminen vaatii ammattitaidon parantamista ja uudelleen koulutusta. Tulevaisuudessa energia-alalla painottuu uusiutuvien energialähteiden hajautettu verkko. Älykkään sähköverkon infrastruktuuri perustuu esineiden internetiin ja lohkoketjuteknologiaan. Tulevaisuuden lisääntyvissä osaamistarpeissa painottuu tekninen osaaminen ja monialainen liiketoimintaosaaminen. (Arcelay ym. 2021, 1-5.)

Elintarviketeollisuudella tarkoitetaan kaikkia yrityksiä, jotka tuottavat, jalostavat, valmistavat, myyvät ja tarjoilevat elintarvikkeita. Tällä viitataan kaikkiin prosessin vaiheisiin: suunnitteluun, valmistamiseen, ylläpitoon ja jakeluratkaisuihin. Elintarviketeollisuus on viime aikoina läpikäynyt nopeita ja jatkuvia muutoksia teollisen vallankumouksen ja digisiirtymän myötä. Nopeasti kasvava digitalisaatio on muuttanut elintarviketeollisuuden dynamiikkaa. Tuotantomallit muuttuvat älykkään teknologian kehittymisen myötä ja mahdollistavat uusia, innovatiivisia ja tehokkaita tuotteita ja prosesseja. Elintarviketurvallisuus on noussut kansainväliseksi huolenaiheeksi ja myös tämän ongelman ratkaisemisessa teknologia on tärkeässä roolissa. Turvallisuuden ja vastuullisuuden kannalta tuotteet ja tuotantoketjut tulee jatkossa tunnistaa ja jäljittää alusta alkaen viljelystä jakeluun. Näiden uusien liiketoimintamallien käyttöönotto vaatii kuitenkin elintarviketeollisuuden työvoimalta uusia ammattitaitovaatimuksia. Työn luonne tulee muuttumaan perustehtävien suorittamisesta enemmän asiantuntemusta vaativaan nopeaan päätöksentekoon, koneiden valvontaan ja tiimityöhön. Teknologisten taitojen kysyntä tulee kasvamaan niin digitaalisten perustaitojen osalta, kuin kehittyneiden teknologisten taitojen osalta mm. ohjelmointi, tietoturva, tieto- ja viestintäteknologia. Vihreitä taitoja pidetään avaintaitoina, jotka työvoiman tulisi perusteellisesti hallita. (Akyazi, Goti, Oyarbide, Alberdi & Bayon 2020, 1-3.)

3 Kehittämisasetelma

Tässä opinnäytetyössä käytettiin tutkimusmenetelmänä systemaattista kirjallisuuskatsausta. Seuraavissa luvuissa esitellään opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset, jonka jälkeen kuvataan mitä systemaattinen kirjallisuuskatsaus tarkoittaa ja miten prosessi toteutettiin tässä opinnäytetyössä.

3.1 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja selvittää, mitä on digivihreän siirtymän vaatima työelämän osaaminen erityisesti energia- ja elintarvikealalla, ja miten YAMK-koulutus voisi vastata näihin osaamistarpeisiin. Opinnäytetyön tavoitteena on löytää kirjallisuuskatsauksen keinoin kansainvälisistä lähteistä ne tärkeimmät kehittyneet digitaaliset taidot, joita tarvitaan kestäväällä energia- ja elintarvikealalla. Tavoitteena on, että tutkimuksella saatu tieto hyödyttää YAMK-koulutuksen sisällön suunnittelua ja täten työelämän osaamistarpeita ja näin edistää digivihreän siirtymän toteutumista. Työelämän toimijat voivat hyödyntää tutkimuksen tuloksia myös suoranaisesti, jotta voivat kehittää osaamistaan ja löytää oikeita osajia muutokseen. Opinnäytetyöntekijä oli mukana hankehakemusprosessissa, jossa suunniteltiin uutta kansainvälistä YAMK-koulutusohjelmaa, joka vastaa digivihreän siirtymän osaamistarpeisiin. Opinnäytetyö eteni ja muotoutui hankehakemuspalavereiden rinnalla.

Opinnäytetyön tutkimusprosessi tulee aloittaa määrittelemällä tutkimuksen aihe, tarkentaa sitä rajaamalla ja tämän jälkeen muotoilla tutkimuskysymykset. Tutkimuskysymysten tarkoitus on ohjata tutkimustyötä ja systemaattisen kirjallisuuskatsauksen prosessia. Kirjallisuuskatsauksen tavoite on vastata ennalta määriteltyihin tutkimuskysymyksiin. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa on tärkeää, että tutkimuskysymykset määritellään ja viimeistellään tarkasti, eikä muuteta näitä enää jälkikäteen. (Efron & Ravid 2019, 38-49.) Tämän kirjallisuuskatsauksen aihe ja tutkimuskysymykset muotoutuivat opinnäytetyön teoriaosuutta kirjoitettaessa. Lopulliset täsmennykset ja rajaukset muodostettiin sen mukaan, miten yhteistyöhankkeessa tarkennettiin hankehakemusta. Uutta YAMK-koulutusohjelmaa suunnitellaan kohdistettavan energia- ja elintarvikealan osaamiseen, joten nämä alat valittiin myös tämän opinnäytetyön tutkimuksen kohteeksi.

Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymykset:

1. Mitkä ovat tärkeimmät nykyiset ja tulevaisuuden digitaalitekniikat kestäväällä energia- ja elintarvikealalla?
2. Millaisia kehittyneitä digitaalisia taitoja kestäväen energia- ja elintarvikealan kehittämis- ja johtotehtävissä vaaditaan?

3.2 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Seuraavissa luvuissa kuvataan, minkälainen tutkimusmetodi systemaattinen kirjallisuuskatsaus on, ja miten tässä opinnäytetyön tutkimuksessa toteutettiin siihen sisältyvä aineiston haku, valintaprosessi, laadunarviointi ja aineiston analyysi.

3.2.1 Tutkimusmetodina systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus on tutkimustapa, jossa tehdään tiettyyn aiheeseen liittyvän tieteellisen kirjallisuuden järjestelmällinen tarkastelu. Toisin sanoen kirjallisuuskatsauksessa tutkitaan tutkijoiden alkuperäistutkimuksia, jotta voidaan tunnistaa, arvioida, analysoida ja yhdistää olemassa oleva tieto aiheesta. Tarkoituksena on tiivistää olemassa oleva ja olennainen tieto, ja tehdä kriittisesti johtopäätökset ennalta asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Tavoitteena katsauksessa on esittää kattava, kriittinen ja tarkka kokonaiskuva tietyn aiheen nykytietämyksestä. (Vilka 2023, luku 1.1.1; Efron & Ravid 2019, 2.) Kirjallisuuskatsaus on luonteeltaan monimenetelmällinen ja analyyttinen tutkimustapa. Prosessissa yhdistyvät ennalta suunniteltu järjestelmällinen tutkimusten hakuprosessi, valikointi, kriittinen arviointi, muistiinpanojen tekeminen, tutkimusten analyysi, tiedon yhdistäminen ja uuden tiedon tuottaminen. Tutkimusmetodina kirjallisuuskatsaus pyrkii olemaan luotettava, pätevä ja yleistettävä. Prosessin kuvaus tehdään tarkasti ja läpinäkyvästi, eli kerrotaan ja perustellaan yksityiskohtaisesti kaikki tutkijan tekemät vaiheet tutkimuksen aikana, mm. aineistohankinnan hakusanat ym. (Vilka 2023, luku 1.1.2.)

Tämän opinnäytetyön tutkimusmetodiksi valittiin systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Tämän tutkimusmetodin tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman puolueettomia, yleistettäviä ja uskottavia tuloksia, jotka perustuvat tarkkoihin, järjestelmällisiin ja toistettaviin menettelytapoihin. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa aloitetaan määrittelemällä täsmälliset tutkimuskysymykset, joita ei muuteta katsausprosessin aikana. Tarkoituksena on yhdistää tietoa suuresta määrästä yksittäisiä tutkimuksia ja löytää kattavalla ja tiukalla hakuprosessilla tarkoituksenmukaisimmat ja laadukkaimmat tutkimukset. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa kirjoittajalta edellytetään puolueettomuutta ja objektiivisuutta puolueellisuuden ja virheiden minimoimiseksi. Tarkoituksena on, että lähteistä saadut tiedot ovat tarkkoja ja puolueettomia ja että kunkin tutkimuksen tulosten arvioinnissa käytetään tarkoin määriteltyjä menetelmiä, joita ovat ennalta määritellyt poissulkemis- ja sisäänottokriteerit. Systemaattinen katsaus voi sisältää jonkin verran laadullista tutkimusta, mutta luonteeltaan se määritellään yleensä kvantitatiiviseksi tutkimukseksi. (Vilka 2023, luku 1.2.3; Efron & Ravid 2019, 18-20.)

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus valittiin tutkimusmetodiksi, koska haluttiin selvittää olemassa oleva tieto ja saada laaja yleiskatsaus nykytietämyksestä liittyen opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin. Kirjallisuuskatsaus sopi tämän opinnäytetyön tutkimusmetodiksi, koska tutkimuksen aihe on suhteellisen uusi ja ajankohtainen, joten on tärkeä selvittää kaikki

mahdollinen asiasta tieteellisesti kirjoitettu. Opinnäytetyön kirjoittajan mielestä on tarpeellista pohjustaa työelämän tarpeisiin suunnatun koulutuksen kehittämistä tieteellisellä kirjallisuuskatsauksella. Kirjallisuuskatsauksen tuloksien toivotaan hyödyttävän yhteistyöhanketta tai mahdollisia jatkohankkeita tulevaisuudessa. On mainittava, että systemaattista kirjallisuuskatsausta käytetään yleensä metodina, kun aihe on sellainen, että sitä on tutkittu erityisen paljon (Vilkkä 2023, luku 1.2.2). Tämä kriteeri ei toteudu tässä opinnäytetyön aiheessa, mutta systemaattinen kirjallisuuskatsaus oli muilta osin metodeista sopivin tähän tutkimukseen.

3.2.2 Aineiston haku

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa aineistohakuprosessi aloitetaan määrittelemällä käsitteet ja tutkimuskysymykset, joihin tutkimuksessa etsitään vastausta. Tämän jälkeen tehdään hakusuunnitelma, eli määritellään hakujen sisäänotto- ja poissulkemiskriteerit, hakusanat ja tarkoituksenmukaiset tietokannat. Rajaukset tulee pohtia perusteellisesti, jotta voidaan seuloa epäsovikset tutkimukset pois hakutuloksista. Prosessin alkuvaiheessa saattaa olla tarpeellista tehdä yleiskatsausta ja alustavaa hakua. Kun rajaukset ja tarkennukset on muodostettu, voidaan aloittaa varsinainen systemaattinen hakuprosessi. (Vilkkä 2023, luku 1.5.) Opinnäytetyön tutkimuskysymykset olivat valmiiksi määriteltä ja toimivat perusteena aineiston haulle. Tutkimuskysymykset olivat: *1. Mitkä ovat tärkeimmät nykyiset ja tulevaisuuden digitaaliteknologiat kestäväällä energia- ja elintarvikealalla? 2. Millaisia kehittyneitä digitaalisia taitoja kestäväen energia- ja elintarvikealan kehittämisen ja johtotehtävissä vaaditaan?* Näiden kysymysten pohjalta laadittiin hakusuunnitelma. Ensimmäisenä määriteltiin seulontakriteerit, eli päätettiin tutkimuksen sisällyttämisen ja poissulkemisen kriteerit, jotka ohjaavat hakua. Sisäänotto- ja poissulkemiskriteerit esitellään seuraavassa taulukossa.

Sisäänottokriteerit	Poissulkemiskriteerit
Vertaisarvioidut tutkimusartikkelit	Väitöskirjat, pro-gradut, opinnäytteet ja muut tutkimukset
Tutkimusartikkeli julkaistu vuonna 2018 tai sen jälkeen	Tutkimusartikkeli julkaistu ennen vuotta 2018
Tutkimusartikkelin kieli englanti	Tutkimusartikkelin kieli jokin muu kuin englanti
Tutkimusartikkelin koko teksti oli saatavilla	Tutkimusartikkelin koko tekstiä ei ollut saatavilla

Taulukko 1: Tutkimusartikkelien sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tutkimusaineistona käytetään yleisesti vain vertaisarvioituja tutkimusartikkeleja (Vilka 2023, luku 1.3). Myös tässä katsauksessa päätettiin hyväksyä vain vertaisarvioidut tutkimusartikkelit ja jättää väitöskirjat, pro-gradut, opinnäytteet ja muut tutkimukset ulkopuolelle. Sisäänottokriteeriksi rajattiin vuoden 2018 jälkeen julkaistut artikkelit, koska opinnäytetyön aihe ja termit on vasta tällöin alettu tunnistaa, niin kuin kapaleessa 2.1 kerrotaan. Sisäänottokriteeriksi rajattiin vain englanninkieliset artikkelit opinnäytetyöntekijän kielitaidon mukaan. Koettiin että on selkeämpää tehdä haut englanninkielisillä termeillä ja englanninkielisistä artikkeleista, joten suomenkieliset artikkelit jätettiin hauista pois. Tällä tavoiteltiin myös laatua. Sisäänottokriteeriksi määriteltiin vielä, että artikkeleista tulee olla koko teksti saatavilla ja että hakusanavaatimukset tulee täyttyä.

Käytettävät hakutermit muotoutuivat tutkimuskysymyksistä. Tarkan määrittelyn avuksi tehtiin jonkin verran alustavaa hakua, jonka perusteella lisättiin muutama hakusana alkuperäisten lisäksi. Tässä huomattiin, että tutkittavaan aiheeseen liittyviä artikkeleita löytyy suhteellisen eriävillä termeillä ja otsikoilla. Haasteeksi muodostui yhdistää hakulauseisiin kaikki toivottavat hakusanat, niin että haut karsisivat samalla epäsovikat artikkelit. Tässä vaiheessa tehtiin monia testihakuja kokeilemalla tietokantojen erilaisia rajausmahdollisuuksia. Hakusanoiksi määriteltiin kaikki termit, joilla huomattiin löytyvän laadukkaita artikkeleita, jotka mahdollisesti vastaisivat tutkimuskysymyksiin. Lopulta hakulauseeksi muodostui: "digital technology" or "digital technologies" or "digital transition" or "digital transformation" or "digital skills" or "future skills" or "skill requirements" AND "food sector" or "food industry" or "energy sector" or "energy industry". Samaa hakulauseetta käytettiin systemaattisesti kaikissa käytetyissä tietokannoissa, joita olivat ProQuest Central, EBSCOhost, Google Scholar ja ScienceDirect (Elsevier). Käytetyt tietokannat valikoituivat aiheen ja rajausmahdollisuuksien mukaan, sekä sen mukaan, mitkä artikkelitietokannat ovat opinnäytetyöntekijän koululle, Laurealle lisensoituja. ProQuest Centralin tietokantaa käytettiin Laurea Finnan kautta, sen parempien rajausmahdollisuuksien vuoksi.

Taulukossa 2 on tarkemmin esitelty milloin ja mistä tietokannoista haut tehtiin, millä hakulauseilla ja rajauksilla, sekä kuinka paljon hakutuloksia tuli kustakin tietokannasta. Käytetyillä rajauksilla oli suuri merkitys hakutuloksiin, ja nämä ovat kaikki kirjattuna taulukon sarakkeeseen. Jossain tietokannoissa tuli valita hakusanan rajaukseksi ”kaikki osumat” ”otsikon” sijaan, koska muutoin hausta jäi paljon laadukkaita artikkeleita pois. Tämä kuitenkin lisäsi hakutulosten määrää merkittävästi. Toisaalta olennainen huomio oli, että parhaat hakutulokset nousivat relevanssin järjestämisen avulla tuloslistan alkupäähän. Tämä helpotti hakutuloksien läpikäymistä.

Tietokanta ja hakujankohta	Hakulause	Rajaus	Tulokset
ProQuest Central (Laurea Finna) 13.4.2024	"digital technology" or "digital technologies" or "digital transition" or "digital transformation" or "digital skills" or "future skills" or "skill requirements" AND "food sector" or "food industry" or "energy sector" or "energy industry"	kokoteksti, vertaisarvioitu, open access, aineistotyyppi: artikkeli, julkaisuvuosi: 2018-2024, kieli: eng, lähde: ProQuest Central, hakusanat: kaikki osumat	relevansseja 100 ensimmäistä
EBSCOhost 13.4.2024	"digital technology" or "digital technologies" or "digital transition" or "digital transformation" or "digital skills" or "future skills" or "skill requirements" AND "food sector" or "food industry" or "energy sector" or "energy industry"	Hakutapa: Boolean, käytä yhteenkuuluvia sanoja, käytä vastavia aiheita, kokoteksti, tieteelliset vertaisarvioidut julkaisut, julkaisuvuosi: 2018-2024, Valitut tietokannat: Business Source Elite, GreenFILE,	29
Google Scholar 14.4.2024	ainakin yksi sanoista: "digital technology" or "digital technologies" or "digital transition" or "digital transformation" or "digital skills" or "future skills" or "skill requirements" AND "food sector" or "food industry" or "energy sector" or "energy industry"	sanat esiintyvät otsikossa, aikaväliltä: 2018-2024, hakua rajattiin lisäämällä kaikkiin haettaviin sanoihin: skills	116
ScienceDirect (Elsevier) 16.4.2024	digital technology, digital technologies, digital transition, digital transformation, digital skills, future skills, food sector, food industry, energy sector, energy industry	Year: 2018-2024, review articles, research articles, open access	472

Taulukko 2. Tutkimusaineiston systemaattinen tiedonhakuprosessi

Varsinaiset haut suoritettiin ajalla 13.-16.4.2024. Ensimmäisenä aloitettiin tietokannasta ProQuest Central, jota käytettiin Laurea Finnan kautta. Rajaaminen osoittautui haasteelliseksi ja hakutuloksia tuli tuhansia. Näistä relevansseiksi laskettiin järjestyksessä 100 ensimmäistä hakutulosta. Opinnäytetyöntekijä teki päätöksen tehdä näin, jotta löytäisi laadukkaampia artikkeleita. Tiukemmalla rajauksella olisi jäänyt pois monet merkittävät artikkelit. ProQuest Centralista löytyi tutkimusaiheeseen liittyviä artikkeleita 11 kpl ja nämä otettiin mukaan valintaprosessiin.

Seuraava haku suoritettiin EBSCOhost-tietokannasta, jonka hakuvaihtoehdoissa valittiin tietokannoiksi Business Source Elite ja GreenFILE. Tarkemmat rajaukset kuvattu taulukossa 2. EBSCOhostista nousi hakutulokseksi 29 artikkelia, joista tutkimusaiheeseen liittyviä ja valintaprosessiin pääseviä artikkeleita löytyi 12 kpl.

Seuraavaksi käytettiin Google Scholar tietokantaa. Tässä tietokannassa ei ole niin paljon rajausvaihtoehtoja. Hakulause kirjattiin ”ainakin yksi sanoista” riville ja tämä tuotti tuhansia osumia. Hakua haluttiin tarkentaa lisäämällä ”etsi artikkeleita kaikilla sanoilla” riville hakusana ”skills”. Tämä tehtiin myös sen vuoksi, että tähän mennessä osaamiseen liittyviä artikkeleita ei ollut noussut hauissa niin montaa. Hakutuloksia nousi 116 artikkelia, joista viisi hyväksyttiin mukaan valintaprosessiin. Näistä artikkeleista tuli vielä itse tarkistaa, että ovat vertaisarvioituja, kun tätä rajausmahdollisuutta ei Google Scholarissa ole. Huomattiin että viidestä artikkelista vain kaksi oli varmasti vertaisarvioituja, joten loput kolme hylättiin.

Tässä vaiheessa päätettiin suunnitelmasta poiketen ottaa mukaan vielä yksi tietokanta: ScienceDirect. Myös tässä tietokannassa käytettiin samoja hakusanoja. Hakutulokset rajattiin avoimesti saatavilla oleviin tutkimus- ja arvosteluartikkeleihin. Hakutuloksia tuli 472, joista viisi hyväksyttiin mukaan valintaprosessiin.

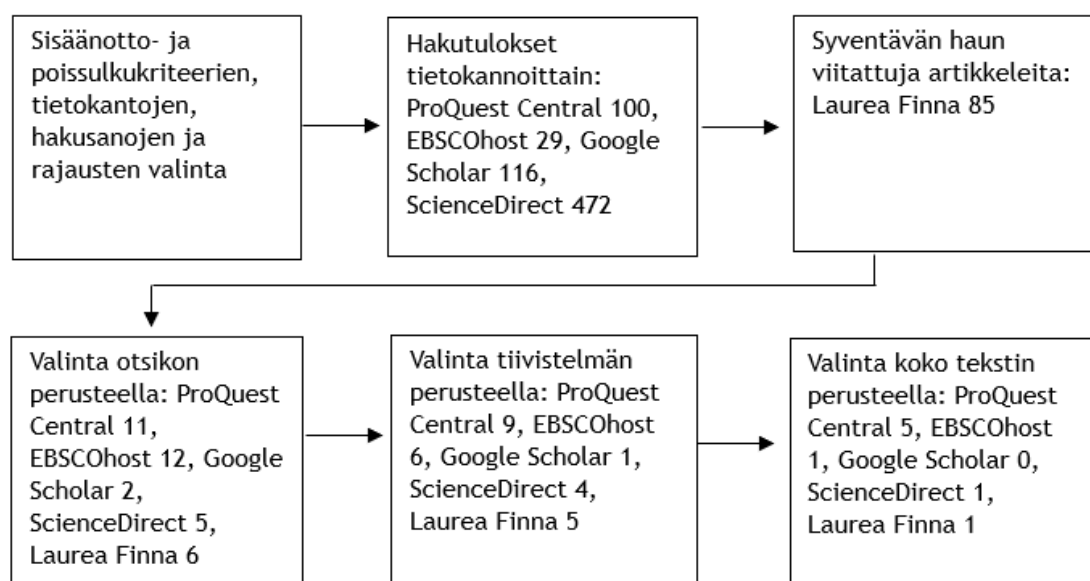
Systemaattisen hakuprosessin jälkeen valittuja artikkeleita oli 30 kpl. Tehtiin pikainen artikkelien silmäily ja päätettiin tehdä vielä syventävää hakua, jotta löydettäisiin lisää tutkimuskysymykseen vastaavia artikkeleita. Tässä haussa käytettiin Laurea Finnan tietokantahaun ”Tässä viitatut” ja ”Tähän viittaavat” hakuominaisuutta, jota käytettiin ProQuest Central-artikkelihaussa löytyneisiin muutamiin artikkeleihin. Opinnäytetyöntekijän mielestä seuraavat artikkelit vastasivat tutkimuskysymykseen, joten näiden viittaukset käytiin läpi:

- Arcelay, I., Goti, A., Oyarbide-Zubillaga, A., Akyazi, T., Alberdi, E., & Garcia-Bringas, P. 2021. Definition of the Future Skills Needs of Job Profiles in the Renewable Energy Sector.
- Akyazi, T., Goti, A., Oyarbide, A., Alberdi, E., & Bayon, F. 2020. A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0.

Syventävällä haulla hakutuloksia eli viitattuja artikkeleita löytyi 85 kappaletta. Näistä kuusi oli tutkimukseen sopivia artikkeleita, jotka läpäisivät sisäänottokriteerit ja pääsivät mukaan valintaprosessiin. Yhteensä valintaprosessiin otettiin mukaan 36 artikkelia.

3.2.3 Aineiston valintaprosessi

Kirjallisuuskatsauksessa on tarkoitus aluksi löytää määrällisesti paljon tärkeitä tutkimusartikkeleita aihealueesta. Tämän jälkeen näistä seulotaan otsikon ja tiivistelmän perusteella parhaat ja viimeisenä näistä laadukkaimmat otetaan koko tutkimuksen sisällön perusteella mukaan kirjallisuuskatsaukseen. (Vilka 2023, luku 2.2.1.) Tässä prosessissa katsaukseen pääsevien artikkeleiden valinta aloitettiin lukemalla alustavien artikkelivalintojen (36kpl) tiivistelmät läpi. Tiivistelmien perusteella karsittiin 11 artikkelia ja jatkoon pääsi 25 artikkelia. Seuraavaksi prosessissa silmäiltiin nämä 25 artikkelia läpi ja näistä valittiin koko tekstin perusteella lopulliseen kirjallisuuskatsaukseen kahdeksan kappaletta ja hylättiin 17 kappaletta. Tämä vaihe oli työläs ja haasteellinen, koska artikkeleita oli niin paljon ja ne edustivat osittain samoja, mutta osittain aivan eri näkökulmia. Kirjallisuuskatsaukseen valittiin sellaisia artikkeleita, jotka vastaavat mahdollisimman hyvin tutkimuskysymyksiin. Tämä oli tärkein kriteeri. Monet hylätyt tutkimusartikkelit käsitelivät kyllä opinnäytetyön aihetta, mutta katsaukseen valittiin vain sellaisia artikkeleita, joiden tutkimustuloksista löytyi vastauksia tämän opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin. Haluttiin myös, että katsaukseen saataisiin artikkeleita tasapuolisesti molemmista, energia-alasta ja elintarvikealasta. Mukaan haluttiin myös hieman eri näkökulmia ja erilaisia artikkeleita. Hylätyissä artikkeleissa oli myös paljon mielenkiintoisia artikkeleita ja hyviä näkökulmia. Hylätyt artikkelit listana liitteessä 2. Seuraavassa kuviossa tiivistettynä koko valintaprosessi.



Kuvio 5: Tutkimusartikkeleiden valintaprosessi

3.2.4 Aineiston laadun arviointi

Kirjallisuuskatsauksessa tulee toteuttaa katsaukseen valittavien tutkimusartikkeleiden laadun arviointi. Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa tämä tarkoittaa jokaisen artikkelin arviointia erikseen. Näkökulmana laadunarvioinnissa on se, miten asianmukaisesti valitut tutkimukset on toteutettu ja miten ne vastaavat kirjallisuuskatsaukselle asetettuun tutkimuskysymykseen ja katsauksen tarkoitukseen. Laadunarvioinnissa keskeisintä on tutkimusten pätevyys, luotettavuus, sovellettavuus, siirrettävyys ja yleistettävyyys. (Vilka 2023, luku 3.2.1.)

Tutkimusten laatua arvioitaessa tulee huomioida valittavien tutkimusten tutkimusmenetelmät ts. tutkimusmenetelmät eli tavat, joilla tutkimusaineisto on hankittu ja analysoitu. Laadun arviointikriteerit ovat erilaisia eri menetelmille, koska tutkimuksissa on tällöin eri elementtejä. On kuitenkin tiettyjä samoja elementtejä, joita odotetaan sisältyvän kaikkiin laadukkaisiin tutkimuksiin. (Efron & Ravid 2019, 98.) Tähän kirjallisuuskatsaukseen valituissa tutkimuksissa on käytetty eri menetelmiä; kvantitatiivista, monimenetelmällistä ja kirjallisuuskatsausta. Tämän vuoksi laadunarviointi suoritettiin sellaisin kriteerein, jotka sopivat kaikkiin tutkimusmenetelmiin. Kriteerit ja kuvaukset muodostettiin käyttäen apuna Vilkan (2023, luku 3.2.1), Efronin ja Ravidin (2019, 98-100) ohjeita ja esimerkkejä.

Laadunarvioinnissa käytettiin kahdeksaa tutkimuksen laatua kuvaavaa kriteeriä:

1. Tutkimuksen tausta ja teoreettinen viitekehys on selkeästi ilmaistu.
2. Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite on selkeästi muotoiltu.
3. Tutkimusasetelma on selkeä.
4. Aineisto ja analyysimenetelmät on kuvattu selkeästi.
5. Tutkimus vastaa selkeästi tavoitteeseensa.
6. Tutkimuksen yleistettävyyttä pohditaan.
7. Tutkimuksen johtopäätökset on tuotu esiin.
8. Relevanssi katsauksen aiheen kannalta.

Jokainen kriteeri arvioitiin kolmiportaisella asteikolla: ** täyttää arviointikriteerit täysin, * täyttää arviointikriteerit osittain, - täyttää arviointikriteerit välttävästi tai ei lainkaan. Laadunarviointiprosessissa käytiin jokainen artikkeli läpi ja pisteytettiin artikkelit kahdeksan laatukriteerin mukaan. Taulukkoon 3 on koottu kaikkien artikkelien laadunarviointi. Ensimmäisellä sarakkeella on laatukriteerit numeroina edellä mainitun mukaisesti. Laadunarvioinnin tulos oli, että kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusten laatu oli laadunarviointikriteerien mukaan pääosin hyvä. Lähes kaikki tutkimukset täyttivät arviointikriteerit täysin. Muutamassa artikkelissa täyttyi jokin kriteeri vain osittain. Kaikki kahdeksan tutkimusartikkelia päätettiin pitää mukana kirjallisuuskatsauksessa.

Tutkimuksen tekijä, tutkimusvuosi	1	2	3	4	5	6	7	8
Akyazi ym. 2020	**	**	**	**	**	**	**	**
Ramalho Ribeiro ym. 2023	**	**	**	**	**	**	**	**
Wang ym. 2024	**	**	**	**	**	**	**	**
Baierle ym. 2022	**	**	**	**	**	**	**	**
Arcelay ym. 2021	**	**	*	**	**	**	**	**
Singh ym. 2022	**	**	**	**	**	**	**	**
Lyu & Liu 2021	**	*	*	**	*	**	**	**
Borowski 2021	**	*	*	*	*	*	*	**

Taulukko 3: Aineiston laadunarviointi

3.2.5 Aineiston analyysi

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on, että katsauksen avulla luodaan synteesi siitä, mitä aiheesta jo tiedetään tai ei vielä tiedetä. Tavoitteena on tiivistää tieto, osoittaa tiedon muuttuminen ja mihin suuntaan aiheen tutkimustieto on kehittymässä. (Vilkkä 2023, luku 1.2.3.) Jotta päästään tähän vaiheeseen, tulee kaikki katsaukseen mukaan otetut artikkelit analysoida. Sisällönanalyysia käytetään kirjallisuuskatsauksissa aineiston analysoimisen tapana. Sisällönanalyysin perusidea on tutkimusten *tutkivassa lukemisessa*. (Vilkkä 2023, luku 3.1.) Tarkoitus on luoda selkeä kuvaus tutkittavasta ilmiöstä. Sisällönanalyysilla pyritään järjestämään aineisto tiiviiseen ja selkeään muotoon kadottamatta sen sisältämää informaatiota. Aineiston selkeyttämisen avulla voidaan tehdä selkeitä ja luotettavia johtopäätöksiä tutkittavasta ilmiöstä. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 108.)

Sisällönanalyysi voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen, jotka ovat 1. valmistelu, 2. organisointi ja 3. raportointi. Ensimmäisessä vaiheessa tiedot järjestetään tutkittavaan muotoon. Edellä kuvatut aineiston haku- ja valintaprosessit kuuluvat tähän ensimmäiseen vaiheeseen. Valmisteluvaiheessa aineisto tulee myös järjestää ja jäsentää niin, että voidaan havainnoida kunkin tutkimuksen pääpiirteet. Sisällönanalyysin toisessa vaiheessa tehdään induktiivinen analyysi, joka tarkoittaa, että edetään aineistosta löytyneistä ja tutkimuskysymysten kannalta tärkeimmistä havainnoista tuloksiin ja johtopäätöksiin. Kolmannessa vaiheessa analyysi ja tulokset raportoidaan, niin että kirjallisuuskatsaus on toistettavissa (Vilkkä 2023, luku 3.1).

Efron ja Ravid (2019, 83-89) suosittelevat tekemään muistiinpanoja koko kirjallisuuskatsauksen ajan. Aineiston jäsentämisen avuksi he suosittelevat käyttämään esimerkiksi kortteja, joihin kerätään tutkimuksien tärkeimmät kriteerit. Tässä kirjallisuuskatsauksessa aineiston järjestäminen aloitettiin em. suositusten mukaan listaamalla taulukkoon katsauksen artikkelit,

tutkimuksen tekijät ja julkaisuvuosi, artikkelin nimi, julkaisupaikka, tutkimuksen tavoite ja tarkoitus, tutkimusmetodi sekä keskeiset tulokset. Tämän taulukon avulla saatiin luotua kokonaiskuva katsauksen artikkeleista. (Liite 4.)

Ennen kuin lähdettiin käymään aineistoa huolellisesti läpi, tehtiin tarkka rajaus, mitä aineistosta lähdetään etsimään. Tutkimuksista etsittiin ne sanat ja lauseet, jotka jollain tavalla vastaavat opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin, eli 1. Mitkä ovat tärkeimmät nykyiset ja tulevaisuuden digitaalitekniikat kestäväällä energia- ja elintarvikealalla? 2. Millaisia kehittyneitä digitaalisia taitoja kestäväan energia- ja elintarvikealan kehittämisen ja johtotehtävissä vaaditaan? Olennaisen tiedon erottamisessa ja merkitsemisessä käytettiin tekniikkana koodausta. Koodaaminen tehtiin PDF:n tekstinkorostustoiminnolla eri värejä käyttäen. Jos kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on yhdistellä tutkimusten tuloksia toimintasuosituksiksi, ei analysoida teorioita tai menetelmiä (Vilka 2023, luku 3.1). Artikkeleista koodattiin tietoa ainoastaan tutkimusten tuloksista ja johtopäätöksistä.

Sisällönanalyysin järjestämisen tekniikkana käytettiin luokittelua. Luokittelua pidetään kvantitatiivisena analyysinä sisällön teemoin. Aineistosta voidaan esim. määrittellä luokkia ja laskea kuinka monta kertaa jokainen luokka esiintyy aineistossa. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 93.) Opinnäytetyöntekijän mielestä tekniikka sopi hyvin tähän sisällönanalyysiin, koska haluttiin tutkia kuinka tärkeäksi eri teknologiat ja taidot oli tutkimuksissa nostettu. Luokittelu tehtiin Excelin avulla pisteyttämällä kaikki tutkimuksissa mainitut taidot ja teknologiat, sen mukaan miten tärkeäksi ne oli tutkimuksissa nostettu. Tuloksena saatiin listat tärkeimmistä tulevaisuuden digitaalisista taidoista ja teknologioista kestäväällä energia- ja elintarvikealalla.

4 Tulokset

Tämän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli tutkia, mitkä ovat tärkeimmät nykyiset ja tulevaisuuden digitaalitekniikat kestäväällä energia- ja elintarvikealalla, sekä millaisia kehittyneitä digitaalisia taitoja kestäväan energia- ja elintarvikealan kehittämisen ja johtotehtävissä vaaditaan. Tavoitteena oli tuottaa selkeä kuvaus alojen osaamistarpeista, jotta tietoa voidaan hyödyntää koulutuksen suunnittelun näkökannalta.

4.1 Energia-alan osaamistarpeet

Esineiden internet (*IoT*) nousi tutkimuksissa selkeästi keskeiseksi digitaalitekniikaksi kestäväällä energia-alalla. Tämä ei ollut yllättävä tutkimustulos, sen ollessa myös teollisuus 4.0:n ydintekniologia, yhdistäen fyysiset esineet digitaaliseen verkkoon. IoT-teknologia mm. edistää sähköjärjestelmien turvallisuutta, jatkuvuutta ja ympäristöystävällisyyttä. (Singh ym. 2022, 26, 34). IoT-teknologiaosaaminen listattiin uusiutuvien energialähteiden insinöörien ja teknikojen tärkeimmäksi teknologiaosaamiseksi (Arcelay ym. 2021, 13-18). Lyu & Liu (2021, 12)

painottivat tutkimuksessaan esineiden internetin viime vuosien nopeaa kasvusuuntaa ja nostivat sen tärkeimmäksi tulevaisuuden teknologiataidoksi energia-alalla. Tarvetta on erityisesti tietokone- ja matemaattisissa ammateissa. Esineiden internetillä on merkittävä rooli energia-alan nopeassa muutoksessa.

Tekoäly nousi luokittelun pisteytyksessä lähes yhtä tärkeäksi kuin esineiden internet. Lyun & Liun (2021, 9-12) tutkimuksessa tekoäly oli kuvattu tärkeimmäksi digitaaliteknologiaksi yritysten suorituskyvyn ja henkilöstön taitojen näkökannalta. Muihin kehittyviin digitaaliteknologioihin verrattuna tekoälyllä on suurin vaikutus yritysten tuottavuuden kasvuun, ja se onkin useimmin vaadittu digitaaliteknologiaosaaminen henkilöstöltä. Singh ym. (2022, 26-27) painottivat tutkimuksensa johtopäätöksissä tekoälyn tärkeyttä mm. energian kysynnän hallinnassa, reaaliaikaisessa seurannassa ja tuotannon ennakoinnissa. Tekoälyosaaminen oli listattu tärkeimpien taitojen joukkoon kaikissa uusiutuvien energialähteiden insinöörien ja teknikkojen tulevaisuuden osaamistarpeissa (Arcelay ym. 2021, 13-18).

Big Data nousi luokittelun pisteytyksessä kolmanneksi. Arcelay ym. (2021, 13-18) olivat listanneen sen kaikkien uusiutuvien energialähteiden insinöörien ja teknikkojen tärkeimpien taitojen kärkeen heti IoT-tekniikan jälkeen. Big Data ja -analytiikka ovat kehittyneet nopeasti viime vuosien aikana ja ovat tärkeässä roolissa mm. sähkökatkoksien ennustamisessa ja ehkäisemisessä. Myös mm. energiaverkkojen hallinnassa ja optimoinnissa tarvitaan Big Data- ja IoT-tekniikkaosaamista. (Singh ym. 2022, 28, 26.) Big Data on älykkään energiahallinnan liikkeelle-paneva voima, jolla on ratkaiseva merkitys kestävästi energiäkehityksen kannalta (Lyu & Liu 2021, 12).

Pisteytyksessä neljänneksi nousi lohkoketjuteknologia, jonka tärkeys tulee korostumaan tulevaisuudessa. Se mm. mahdollistaa avoimen ja turvallisen energiakaupan (Singh ym. 2022, 27). Borowski (2021, 16) ehdottaa tutkimuksensa johtopäätöksissä, että yritysten tulisi panostaa hajautettuihin energijärjestelmiin (lohkoketjuteknologia), jotta he voivat saavuttaa ympäristölliset, taloudelliset ja sosiaaliset vaatimukset.

Kaikissa katsaukseen valituissa energia-alan tutkimuksissa painotettiin teollisuus 4.0:n teknologioiden merkitystä kestävästi energia-alan tulevaisuuden kannalta. Seuraavassa listassa opinnäytetyön tutkimuksen tuloksena, tärkeysjärjestyksessä kaikki tärkeimmät nykyiset ja tulevaisuuden digitaaliteknologiat ja -taidot kestävästi energia-alalla.

1. Esineiden internet (IoT)
2. Tekoäly (AI)
3. Big Data
4. Lohkoketju
5. Pilvilaskenta
6. Anturitekniikka (Sensors)

7. Lisätty todellisuus (AR) & virtuaalitodellisuus (VR)
8. M2M (Machine-to-machine)
9. Robotiikka
10. Koneoppiminen
11. Digitaalinen kaksonen
12. Älykkäät ja mikroverkot

Kaikki tutkimuksissa nousseet energia-alan teknologia- ja osaamistarpeet on listattuna luokittelun mukaisessa tärkeysjärjestyksessä liitteessä 5.

4.2 Elintarvikealan osaamistarpeet

Elintarvikealan tutkimuksissa Big Data nousi selkeästi tärkeimmäksi teknologiaksi ja osaamiseksi. Big Dataa pidetään keskeisenä mahdollisuutena mm. maatalouden tulevan kehityksen kannalta, sillä se lisää tiedonkeruun nopeutta ja monipuolisuutta, joka mahdollistaa erilaisten työkalujen ja palvelujen käyttöönoton. Haasteena on kuitenkin edelleen kerätyn datan käyttö ja tulkinta, joten tietojenkäsittelyyn ja analysointiin liittyvien taitojen kysyntä on suurta. (Ramalho Ribeiro ym. 2023, 7.) Tietojenkäsittely ja analysointi nousi luokittelussa toiseksi, mikä on luonnollista sen liittyessä vahvasti Big Dataan. Akyazi ym. (2020, 11) listasivat tutkimuksessaan Big Datan ja edistyneen data-analysoinnin tarvittavaksi osaamiseksi kaikkiin luomiinsa elintarviketeollisuuteen liittyviin ammattiprofiileihin. Myös Wang, Ghadge & Aktas (2024, 334-336) painottavat tutkimuksessaan Big Datan ja analysoinnin tärkeyttä elintarvikeketjussa ja kuinka näiden avulla voidaan mm. luoda kilpailuetua. Data-analytiikan työkalujen avulla voidaan ratkoa erilaisia elintarvikeketjun haasteita, mutta sovelluksista on vielä pulaa.

Esineiden internet (IoT) nousi pisteytyksessä seuraavaksi. Wang ym. (2024, 332-336) kuvaavat esineiden internetin olevan elintarvikeketjujen kannalta merkittävin teknologia ja se nousee myös alan eri tutkimuksissa keskeisimmäksi teknologiaksi. IoT-osaaminen oli myös listattu pakolliseksi osaamiseksi kaikkiin elintarviketeollisuuteen liittyviin ammattiprofiileihin. (Akyazi ym. 2020, 11-12). Yhdessä Big Datan ja pilvilaskennan kanssa esineiden internetillä on suuri rooli teollisuus 4.0:n saavuttamisessa ja suorituskyvyn parantamisessa (Baierle ym. 2022, 15).

Pilvilaskenta nousikin luokittelun pisteytyksessä neljänneksi. Myös se oli listattu pakolliseksi osaamiseksi kaikkiin elintarviketeollisuuteen liittyviin ammattiprofiileihin (Akyazi ym. 2020, 11-12). Pilvipalveluilla on tärkeä rooli datan tallentamisessa ja analysoinnissa, sekä se lisää viestinnän moninaisuutta. Pilvilaskennan ja reaaliaikaisen tiedon avulla voidaan mm. varmistaa hedelmien ja vihannesten elintarviketurvallisuus. (Wang ym. 2024, 334-337.) Wang ym. (2024, 336) myös kuvaavat pilvilaskennan olevan kolmanneksi tärkein teknologia elintarvikeketjun kannalta.

Seuraavassa listassa tärkeysjärjestyksessä kaikki tärkeimmät nykyiset ja tulevaisuuden digitaalitekniikat ja -taidot kestäväällä elintarvikealalla.

1. Big Data
2. Tietojenkäsittely ja analysointi
3. Esineiden internet (IoT)
4. Pilvilaskenta
5. Anturitekniikka (Sensors)
6. Perusdigitaaliset taidot
7. Informaatio- ja viestintäteknologia
8. Kyberturvallisuus
9. Edistyneet IT- ja ohjelmointitaidot
10. Koneoppiminen
11. Lisätty todellisuus (AR)
12. Robotiikka

Kaikki tutkimuksissa nousseet elintarvikealan teknologia- ja osaamistarpeet on listattuna luokittelun mukaisessa tärkeysjärjestyksessä liitteessä 6.

5 Johtopäätökset ja pohdinta

5.1 Johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja selvittää mitä on digivihreän siirtymän vaatima työelämän osaaminen erityisesti energia- ja elintarvikealalla, ja miten YAMK-koulutus voisi vastata näihin osaamistarpeisiin. Tutkimusmetodinä käytettiin systemaattista kirjallisuuskatsausta, jonka tavoitteena oli löytää kansainvälisistä lähteistä ne tärkeimmät kehittyneet digitaaliset taidot, joita tarvitaan kestäväällä energia- ja elintarvikealalla. Tutkimuskysymyksinä olivat: 1. Mitkä ovat tärkeimmät nykyiset ja tulevaisuuden digitaalitekniikat kestäväällä energia- ja elintarvikealalla? 2. Millaisia kehittyneitä digitaalisia taitoja kestäväan energia- ja elintarvikealan kehittämis- ja johtotehtävissä vaaditaan?

Kirjallisuuskatsauksen sisällönanalyysin luokittelun ja pisteytyksen tuloksena luotiin listat tärkeimmistä tulevaisuuden digitaalitekniikoista ja -osaamisista kestäväällä energia- ja elintarvikealalla. Opinnäytetyöntekijä halusi tässä vaiheessa saada työelämän näkemystä tuloksiinsa ja otti yhteyttä 24:ään alan asiantuntijaan, joista puolet työskentelee energia-alaan liittyvissä, ja puolen elintarvikealaan liittyvissä tehtävissä. Opinnäytetyöntekijä pyysi asiantuntijoita kommentoimaan lyhyesti heidän näkemyksiään tämän opinnäytetyön tutkimustuloksiin. Energia-alalta vastauksia saatiin viideltä henkilöltä ja elintarvikealalta neljältä henkilöltä. Vastaajat työskentelivät merkittävässä organisaatioissa ja yhdistyksissä seuraavissa rooleissa:

työelämäasiantuntija, johtava asiantuntija, tuotantojohtaja, kestävän kehityksen johtaja, tutkimusjohtaja, kasvujohtaja, digiasiantuntija ja toiminnanjohtaja (Liite 7). Opinnäytetyöntekijä oli tyytyväinen vastauksien määrään ja laatuun. Valmis opinnäytetyö lähetetään kaikille vastanneille.

Energia-alan vastauksissa painotettiin tekoälyn ylivoimaista tärkeyttä. Asiantuntijoiden mielestä teknologioita ja -taitoja on hankala laittaa tärkeysjärjestykseen, koska energia-ala on hyvin laaja ja moninainen, joten eri toimintaympäristöissä ja tehtävissä painottuvat eri tarpeet. Eri teknologioita käytetään usein myös yhdessä toistensa kanssa, joten myös tästä syystä niitä on vaikea arvottaa. Energia-alan kehittämis- ja johtotehtävissä vaaditaan myös kykyä ymmärtää prosesseja, oli kyseessä sitten tekniset prosessit tai toimintatavat. Pitää myös olla tutkittua ja mitattua tietoa eri teknologioiden hyödyntämisestä. Vastauksissa nousi myös opinnäytetyöntekijän itsensä pitkään pohtima seikka, että kuinka tärkeää eri teknologioiden erityisosaaminen on suhteessa yleiseen tietoisuuteen. Kehittämis- ja johtotehtävissä monipuolinen ja laaja-alainen osaaminen voi olla tärkeämpää, kuin syvälinen tuntemus tietystä teknologiasta.

Elintarvikealan asiantuntijat olivat pääosin samaa mieltä opinnäytetyön tuloksien kanssa. Tulevaisuudessa Big Datan, tiedonkäsittelyn ja -analysoinnin roolit tulevat kasvamaan ja ne mm. mahdollistavat tehokkaamman resurssienhallinnan ja päätöksenteon. IoT-teknologioiden merkitys tulee kasvamaan ja ne mm. mahdollistavat reaaliaikaisen tiedon analysoinnin ja hyödyntämisen, sekä prosessien optimoinnin. Pilvipalvelut lisäävät skaalautuvuutta ja joustavuutta datan käsittelyyn ja säilytykseen. Tietomäärien kasvaessa hajautetut tiedot ja teknologiat korostuvat. Asiantuntijat myös painottivat kyberturvallisuuden merkitystä. Tarve on moninaisille taidoille. Informaatio- ja viestintäteknologiataitojen tarve kasvaa, sillä monimutkaiset digitaaliset ympäristöt vaativat tehokasta tiimityötä ja viestintää. Asiantuntijat painottivat myös standardoinnin merkitystä ja vaatimuksia elintarvikealalla. EU-lainsäädännön edellyttämä tiedonkeruu ja raportointi vaativat erityistä osaamista. Asiantuntijat kyseenalaistivat tekoälyn puuttumisen elintarvikealan listauksesta. Opinnäytetyöntekijä pohti sen mahdollista selittymistä sillä, että tutkimuksissa ei olisi kenties nähty sitä omana teknologiana ja osaamisena, vaan enneminkin sen olevan oleellinen osa muita teknologioita. Tämä on toki vain tekijän pohdintaa. Pääosin asiantuntijat myötälivätkin listalla olevien taitojen tärkeyttä ja eräs asiantuntija kommentoi seuraavasti: *”Uskon, että näiden taitojen ja teknologioiden integrointi koulutusohjelmiin auttaa varmistamaan, että alalla on tulevaisuudessa osaavia ammattilaisia, jotka pystyvät vastaamaan digitaalisen ja vihreän siirtymän haasteisiin.”*

Tämän opinnäytetyön kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli yhdistellä tutkimusten tuloksia toimintasuositukseksi. Kirjallisuuskatsauksen tuloksena luotiin listat tärkeimmistä tulevaisuuden digitaalitekniologioista ja -osaamisista kestäväällä energia- ja elintarvikealalla. Asiantuntijoiden kommenttien jälkeen ja aiempaan teoriaosuuteen viitaten opinnäytetyöntekijä päätyi

seuraaviin johtopäätöksiin: Työelämän osaamisen kehittämisen kannalta ei ole tärkeää listata teknologioita ja osaamisia tärkeysjärjestykseen, mutta tämän opinnäytetyön tuloksina luodut listat tärkeimmistä teknologioista ja osaamisista on tärkeä tunnistaa. Tulevaisuudessa kestävä energia- ja elintarvikealan kehittämis- ja johtotehtävissä tulee hallita tai ainakin tunnistaa seuraavat kehittyneet digitaaliset taidot:

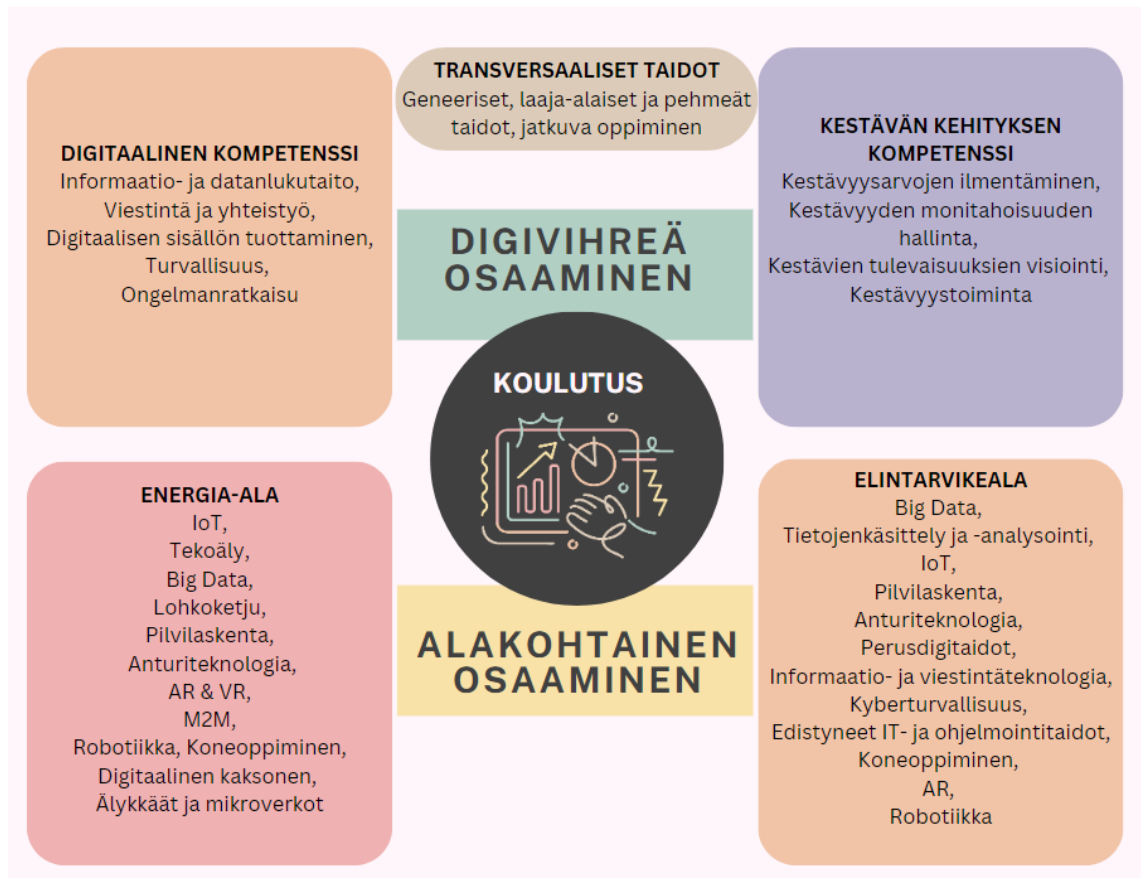
Energia-ala	Elintarvike-ala
Esineiden internet (IoT)	Big Data
Tekoäly (AI)	Tietojenkäsittely ja analysointi
Big Data	Esineiden internet (IoT)
Lohkoketju	Pilvilaskenta
Pilvilaskenta	Anturitekнологia (Sensors)
Anturitekнологia (Sensors)	Perusdigitaaliset taidot
Lisätty todellisuus (AR) & virtuaalitodellisuus (VR)	Informaatio- ja viestintäteknologia
M2M (Machine-to-machine)	Kyberturvallisuus
Robottiikka	Edistyneet IT- ja ohjelmointitaidot
Koneoppiminen	Koneoppiminen
Digitaalinen kaksonen	Lisätty todellisuus (AR)
Älykkäät ja mikroverkot	Robottiikka

Kuvio 6: Digitaalitekнологiat ja -osaamistarpeet

Työelämän ja korkeakoulujen välinen yhteistyö on tärkeää, jotta työvoima saa tarvittavat tiedot ja taidot. Jos pohditaan YAMK-koulutuksen suunnittelua ja kehittämistä energia- ja elintarvikealojen osaamistarpeisiin, voisi suositella, että koulutukseen sisällytettäisiin kuvion 6 asioiden läpikäyminen. Ei ole tarkoituksenmukaista, että opiskelijalla olisi valmistuttuaan syvennävä erityisosaaminen kaikesta edellä mainitusta, mutta johtamis- ja kehittämistehtävissä on hyvä tiedostaa ja tunnistaa nämä tarpeet, ja erikoistua vaikka johonkin tiettyyn osaamiseen. YAMK-koulutuksiin voisi suunnitella esimerkiksi seuraavanlaisia kursseja: ”IoT ja tekoäly energia-alalla”, ”Big Datan hyödyntäminen elintarvikealalla” tai ”Digitaalitekнологiaosaamisen kehittäminen energia- ja elintarvikealoilla”. Myös monialaisen osaamisen tärkeys tulee korostumaan tulevaisuudessa. Teknisten taitojen lisäksi johtamis- ja kehittämistehtävissä tarvitaan myös geneerisiä, pehmeitä ja transversaalisia taitoja. Muuttuvassa työelämässä on hyödyllistä hallita eri aloilla hyödynnettäviä yleisluontoisia avaintaitoja. Tulevaisuudessa mm. tiimityöskentelytaidot, kriittinen ajattelu, ongelmanratkaisutaidot ja luovuus ovat tärkeitä taitoja alalla kuin alalla.

Seuraavassa kuviossa yhteenvetona tämän opinnäytetyön päätelmät. Ylälaatikoissa kuvattuna työelämässä tarvittava yleinen digivihreä- ja transversaali osaaminen. Alalaatikoissa kestävä energia- elintarvikealojen vaatimat kehittyneet digitaaliset taidot. Kaiken keskiössä koulutus,

jolla viitataan koulutuksen tärkeyteen ja erityisesti opinnäytetyön tavoitteen mukaisesti YAMK-koulutuksen kehittämiseen osaamistarpeiden mukaisesti.



Kuvio 7: Digivihreän siirtymän vaatima työelämän osaaminen (Mukailten DigComp & Green-Comp, Canvan avulla)

5.2 Opinnäytetyöprosessi

Opinnäytetyöprosessi kesti noin vuoden ja matkaan mahtui paljon uuden tiedon omaksumista, sekä monia muutoksia. Opinnäytetyön aihe muodostui sen myötä, kun opinnäytetyöntekijä sai opinnäytetyöohjaajaltaan mahdollisuuden osallistua mukaan hankehakemustiimiin. Opinnäytetyöntekijä oli mukana suunnittelupalavereissa ja mm. avusti tiedonhaussa, sekä piti muuttaman esityksen. Opinnäytetyöntekijä osallistui hankkeen tiimoilta mm. kansainväliseen Education for Climate day-seminaariin ja suoritti United Nations System Staff Collegen Digital4Sustainability Learning Path -kestävän kehityksen opintopolun. Opinnäytetyöntekijällä ei ollut aiempaa tietoutta tai kokemusta erilaisista digitaaliteknologioista, joten kaikki tämä opiskeltiin uutena asiana opinnäytetyönteon myötä. Opinnäytetyöntekijä opiskelee kestävän kasvun johtamisen YAMK-tradenomi-linjalla, joten kestävyys ja vihreä siirtymä olivat vahvuusosaamista. Opinnäytetyö eteni hankehaun rinnalla ja opinnäytetyön lopullinen aihe tarkentui, kun hankehakuun valittiin aloiksi energia- ja elintarvikealat. Tässä kohtaa opinnäytetyön

teoriaosuus oli jo lähes valmis ja opinnäytetyöntekijä päätti pitää sen sellaisena. Teoriaosuudessa olisi syvennytty paremmin energia- ja elintarvikealoihin, jos valinta olisi ollut tiedossa aiemmin. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus oli luonteva valinta opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi, kun haluttiin hankkeenkin kannalta löytää aiheesta tutkittua tietoa. Tutkimusmenetelmään ja työkaluihin perehtymisessä meni suhteellisen paljon aikaa, koska tutkimus tuli toteuttaa todella tarkasti ja ns. sääntöjen mukaisesti.

5.3 Tutkimuksen eettisyys ja luotettavuus

Ammattikorkeakoulut ovat sitoutuneet noudattamaan Tutkimuseettisen neuvottelukunnan *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsittelyminen Suomessa*-ohjetta (Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset...2020,3). Opinnäytetyöntekijä on suorittanut osana opinnäytetyön kokonaisuutta tutkimus- ja kehittämistyön etiikan kurssin. Tässä opinnäytetyössä on noudatettu eettisiä ohjeita ja hyvää tieteellistä käytäntöä. Hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti tutkimus on tehty rehellisesti, huolellisesti ja avoimesti, kunnioittaen muiden tutkijoiden työtä. Lainauksissa on käytetty aina huolellisesti lähdeviitteitä. Opinnäytetyö on toteutettu suunnitelmallisesti ja ohjaajan tuella. Kirjallisuuskatsauksissa vaaditaan erityistä rehellisyyttä ja vilpittömää toimintaa toisen tutkimustyötä kohtaan, koska katsauksessa tutkitaan toisten tutkijoiden tekemiä tutkimuksia (Vilkkä 2023, luku 3.2.1). Tämän opinnäytetyön tutkimus on tehty kriittisesti ja kunnioittavasti toisten tutkimuksia analysoiden ja arvioiden. Tutkimus on tehty ohjeita noudattaen ja hakuprosessi suoritettiin läpinäkyvästi. Eettistä tutkimustapaa edistäen haku- ja valintaprosessi suoritettiin tarkasti taulukoiden ja jokainen kohta avaten, niin että se on toistettavissa.

Tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan yleensä validiteetin (tutkimuksessa on tutkittu sitä, mitä on luvattu) ja reliabiliteetin (tutkimustulosten toistettavuus) käsittein. Tutkimus tulisi arvioida johdonmukaisena kokonaisuutena. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 136-140.) Laadukas kirjallisuuskatsaus on systemaattinen, yksiselitteinen, kattava ja toistettava. Kirjallisuuskatsauksissa tulee toteuttaa alkuperäistutkimusten laadunarviointi ja itse kirjallisuuskatsauksen laadunarviointi (Vilkkä 2023, luku 3.2.1-3.2.2). Tämän opinnäytetyön kehittämisasetelmassa kuvataan selkeästi tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset. Näissä pysyttiin koko tutkimuksen ajan, eikä harhauduttu tutkimaan muuta, vaikka mielenkiintoisia seikkoja tulikin vastaan. Tutkimusmenetelmää pohdittiin pitkään ja valinta perusteltiin huolellisesti. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus aloitettiin hakusuunnitelmalla, joka on kirjattu tarkasti opinnäytetyöhön. Rajaukset tehtiin perusteellisesti ennen systemaattista hakuprosessia. Aineiston haku tehtiin tarkasti ja kaikki vaiheet on kirjoitettu auki, niin että tutkimus on toistettavissa. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on yhdistää tietoa suuresta määrästä yksittäisiä tutkimuksia ja tämä saattaa luoda haasteita aineiston kattavuuteen ja laatuun erityisesti yksin tehdyissä opinnäytetöissä (Vilkkä 2023, luku 1.2.3). Tämän opinnäytetyön tutkimuksessa ei kuitenkaan haluttu tinkiä laadusta ja hakuun otettiin mukaan ainoastaan

vertaisarvioidut tutkimusartikkelit. Tämä rajasi paljon artikkeleja pois ja valitettavasti vaikutti myös lopulliseen katsauksen artikkeleiden määrään. Aineiston haku- ja valintaprosessi tehtiin tarkasti ja johdonmukaisesti ilman kiirettä, jotta minimoitiin kaikki riskit julkaisuharaan ja tutkijan puolueelliseen valintaan. Valituille artikkeleille tehtiin vielä tarkka laadun arviointi. Aineiston sisällönanalyysi toteutettiin huolellisesti, ennalta päätetyn tarkan rajauksen mukaisesti. Aineisto järjestettiin luokittelun avulla. Kaikki vaiheet ja käytetyt tekniikat on perusteltu selkeästi.

Opinnäytetyöntekijän mielestä aineisto oli laadukasta, mutta sitä olisi voinut olla enemmän. Haku- ja valintaprosessi tehtiin kuitenkin suunnitelmien mukaisesti ja laadusta ei haluttu tinkiä, joten katsaukseen päätyi vain kahdeksan tutkimusartikkelia. Opinnäytetyöntekijän mielestä haasteena oli myös se, että aihetta ei ole tutkittu vielä niin paljon. Myös hakusanojen asettaminen aiheutti haasteita, kun aiheen ympärillä käytetään useita eri termejä. Tutkimustuloksiin päädyttiin systemaattisella tarkasti tehdyllä kirjallisuuskatsauksella, joten suhteessa artikkeleihin opinnäytetyöntekijän mielestä tulokset ovat luotettavia. Myös alan asiantuntijoiden kommentit vahvistivat sitä, että tutkimuksessa oli löydetty tärkeimmät nykyiset ja tulevaisuuden digitaalitekniikat ja osaamistarpeet kestäväällä energia- ja elintarvikealalla.

5.4 Jatkotutkimusehdotukset

Digivihreä siirtymä tulee vaatimaan tulevaisuudessa entistä enemmän uutta osaamista kaikilla aloilla. Koulutuksen ja työelämän yhteistyö tulee olemaan tässä muutoksessa tärkeää. Tämä opinnäytetyö pyrki edistämään tätä muutostyötä omalta osaltaan. Opinnäytetyön tulokset voivat hyödyttää YAMK-koulutuksen sisällön suunnittelua ja täten työelämän osaamistarpeita ja näin edistää digivihreän siirtymän toteutumista. Opinnäytetyön tuloksia voi hyödyntää myös mahdollisissa tulevaisuuden hankkeissa ja hankehakemuksissa esimerkiksi tietopohjana. Työelämän toimijat voivat hyödyntää tutkimuksen tuloksia myös suoranaisesti, jotta voivat kehittää alan osaamista ja löytää oikeita osajia muutokseen. Opinnäytetyö lähetetään kaikille asiantuntijoille (heidän pyynnöstään), jotka kommentoivat tutkimuksen tuloksia.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin mitä aiheesta tiedetään tällä hetkellä. Tutkimusta voisi jatkaa syventymällä alojen kehitykseen ja tarpeisiin syvällisemmin. Tämän voisi tehdä esim. insinöörin YAMK-opinnäytetyönä. Olisi myös tärkeää tutkia tarkemmin, mihin ja miten eri teknologioita hyödynnetään ja kehitetään kestäväällä energia- ja elintarvikealoilla. Tämä opinnäytetyö tehtiin tradenomityönä, näkökulmana johtaminen ja kehittäminen. Opinnäytetyöntekijä pohti koko tutkimuksen ajan sitä, että missä määrin kehittämis- ja johtotehtävissä tarvitaan kehittyneitä teknologiaosaamista. Onnistuuko tietojohdaminen ilman syventävää erityisosaamista. Tätä olisi mielenkiintoista tutkia.

Lähteet

2022 Strategic Foresight report - Twinning the green and digital transitions in the new geopolitical context 2022. European Commission. Viitattu 23.1.2024. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/strategic-planning/strategic-foresight/2022-strategic-foresight-report_en

2030 Digital Decade - Report on the state of the Digital Decade 2023. European Commission. Viitattu 11.1.2024. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9bf7c24f-89b7-11ee-99ba-01aa75ed71a1/language-en>

Action Plan for a Sustainable Planet in the Digital Age 2022. Coalition for Digital Environmental Sustainability (CODES). Viitattu 18.1.2024. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6573509>.

Akyazi, T., Goti, A., Oyarbide, A., Alberdi, E. & Bayon, F. 2020. A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0. *Foods* 2020, 9 (4), 492. Viitattu 4.6.2024. <https://doi.org/10.3390/foods9040492>

Arcelay, I., Goti, A., Oyarbide-Zubillaga, A., Akyazi, T., Alberdi, E. & Garcia-Bringas, P. 2021. Definition of the Future Skills Needs of Job Profiles in the Renewable Energy Sector. *Energies* 2021, 14, 2609. Viitattu 25.6.2024. <https://doi.org/10.3390/en14092609>

Ali-Yrkkö, J., Kässi, O., Pajarinen, M. & Rouvinen, P. 2023. Digibarometri 2023: Data, tekoäly ja talouskasvu. Etlatieto Oy. Viitattu 10.1.2024. <https://www.etla.fi/julkaisut/muut-julkaisut/digibarometri-2023-data-tekoaly-ja-talouskasvu/>

Ammattikorkeakoulujen maisterikoulutus osaamisen uudistajana ja kansallisena koulutusinnovaationa - Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry:n selvitys YAMK-tutkintojen rakenteellisesta kehittämisestä 2016. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry. Viitattu 6.3.2024. https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2018/arene_ammattikorkeakoulujen-maisterikoulutus-osaamisen-uudistajana-ja-kansallisena-koulutusinnovaationa_koko-raportti.pdf?t=1526901027

Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset 2020. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry. Viitattu 10.8.2024. <https://arene.fi/julkaisut/raportit/opinnaytetoiden-eettiset-suositukset/>

Auvinen, P., Asikainen, E., Hakonen, A., Marjanen, P., Risku, P. & Silvennoinen, S. 2022. Suositus ammattikorkeakoulujen yhteisistä kompetensseista ja niiden soveltamisesta. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene. Viitattu 20.2.2023. <https://arene.fi/julkaisut/suositus-ammattikorkeakoulujen-yhteisista-kompetensseista-ja-niiden-soveltamisesta-2022/>

Baker, S. 2006. Sustainable development. London: Routledge.

Bianchi, G., Pisiotis, U. & Cabrera Giraldez, M. 2022. GreenComp - Eurooppalainen kestävän kehityksen osaamiskehys. Euroopan unionin julkaisuotoimisto. Viitattu 25.3.2024. <https://op.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/bc83061d-74ec-11ec-9136-01aa75ed71a1>

Choudhury, P. 2020. Our Work-from-Anywhere Future. Best practices for all-remote organizations. *Harvard Business Review* 11-12/2020. Viitattu 5.2.2024. https://hbr.org/2020/11/our-work-from-anywhere-future?ab=at_art_art_1x4_s03

Communication from the Commission on a European strategy for universities 2022. European Commission. Viitattu 6.3.2024. <https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/2022-01/communication-european-strategy-for-universities-graphic-version.pdf>

Efron, S. E. & Ravid, R. 2019. Writing the literature review: a practical guide. E-kirja. New York: The Guilford Press.

Ellen MacArthur Foundation 2024. What is a circular economy? Viitattu 7.1.2024. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

European Commission 2023a. Euroopan vihreän kehityksen ohjelman toteuttaminen. Viitattu 10.12.2023. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_fi

European Commission 2023b. Vihreä siirtymä. Viitattu 22.12.2023. https://reform-support.ec.europa.eu/what-we-do/green-transition_fi

European Commission 2023c. European Year of Skills 2023. Viitattu 11.3.2024 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-year-skills-2023_en

F-Secure 2024. Mitä on kyberturvallisuus? Viitattu 13.1.2024. <https://www.f-secure.com/fi/articles/what-is-cyber-security>

Getting Skills Right. Assessing and Anticipating Skills for the Green Transition -Unlocking Talent for a Sustainable Future 2023. OECD. Viitattu 17.2.2024. <https://doi.org/10.1787/28fa0bb5-en>

Greening Enterprises -Transforming processes and workplaces 2022. International Labour Organization. Viitattu 7.2.2024. <https://doi.org/10.54394/XVVB6551>

Heffron, R.J. & McCauley, D. 2018. What is the 'Just Transition'? ScienceDirect. Geoforum 88, 74-77. Viitattu 22.12.2023. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.11.016>

Hiilineutraali Suomi 2035 - kansallinen ilmasto- ja energiastrategia 2022. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu. 2022:53. Viitattu 8.1.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164321/TEM_2022_53.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ilmastovuosikertomus 2023. Ympäristöministeriön julkaisu 2023:27. Viitattu 10.12.2023. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165065/YM_2023_27.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Isacsson, A. 2017. Avaintaidoista transversaaleihin taitoihin - mistä on kyse? Haaga-Helia e-Signals. Viitattu 2.4.2024. <https://esignals.fi/kategoria/pedagogiikka/avaintaidoista-transversaaleihin-taitoihin-mista-on-kyse/#60ae4bdd>

Kestävän ammattikorkeakoulutuksen käsikirja 2023. Pohjoisen tekijät - Lapin ammattikorkeakoulun julkaisu 17/2023. Viitattu 19.2.2024. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/803224/17_2023_Kestavan_ammattikorkeakoulutuksen_kasikirja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kestävä, vastuullinen ja hiilineutraali ammattikorkeakoulu - Ammattikorkeakoulujen kestävä kehityksen ja vastuullisuuden ohjelma 2020. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry. Viitattu 17.2.2024. <https://arene.fi/julkaisut/kestava-vastuullinen-ja-hiilineutraali-ammattikorkeakoulu-ammattikorkeakoulujen-kestavan-kehityksen-ja-vastuullisuuden-ohjelma/>

Kopeinig, J., Woschank, M. & Olipp, N. 2024. Industry 4.0 Technologies and their Implications for Environmental Sustainability in the Manufacturing Industry. Procedia Computer Science, Volume 232/2024. Viitattu 25.6.2024. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.095>

Koundouri, P., Landis, C., Toli, E., Papanikolaou, K., Slamari, M., Epicoco, G., Hui C., Arnold, R. & Moccia, S. 2023. Twin Skills for the Twin Transition: Defining Green & Digital Skills and

Jobs. AE4RIA, ATHENA Research Centre. Viitattu 11.3.2024. <https://www.europeandigitalskills.eu/sites/TDSG/uploads/files/white-paper-eu-digital-skills-gap-2023-2.pdf>

Kuusela, O., Mykrä, N., Jousilahti, J., Neuvonen, A., Arola, T., Markkanen, I., Nokkala, T., Lehtonen, A., Heikkinen, H., Oinonen, I., Alhola, K., Huttunen, S., Paloniemi, R., Pohjola, J. & Saarinen, T. 2023. Vihreän siirtymän osaamis- ja koulutustarpeet VISIOS. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:31. Viitattu 4.2.2024. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164892>

Lehtonen, K., Pirttivaara, M. & Aura, H. 2022. Sitra. Web 3.0 ja eteneminen kohti uutta internetiä - Mistä on kyse ja mitä se meille tarjoaa? Viitattu 17.2.2024. <https://www.sitra.fi/artikkelit/web-3-0-ja-eteneminen-kohti-seuraavan-sukupolven-internetia-mista-on-kyse-ja-mitase-meille-tarjoaa/>

Microsoft 2024. Mikä on RPA? Viitattu 16.2.2024. <https://powerautomate.microsoft.com/fi-fi/what-is-rpa/>

Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M. and Scapolo, F. 2022. Towards a green and digital future. Key requirements for successful twin transitions in the European Union. Publications Office of the European Union. Viitattu 17.1.2024. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129319>

Ollikainen, M 2021. Nyt olisi kysyntää digi-, vähähiilisyys- ja kiertotalousosaamiselle: Nämä ovat lähivuosien tärkeimmät osaamistarpeet. Teknologiateollisuus. Uutinen. Viitattu 6.2.2024. <https://teknologiateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/uutinen/nyt-olisi-kysyntaa-digi-va-haahilisyys-ja-kiertotalousosaamiselle-nama-ovat>

Opetushallitus 2024. Erasmus+ korkeakoulutukselle. Viitattu 6.3.2024. <https://www.oph.fi/fi/kehittaminen-ja-kansainvalisyys/erasmus-ohjelma-2021-2027/erasmus-korkeakoulutukselle>

Osaaminen 2035 - Osaamisen ennakointifoorumin ensimmäisiä ennakointituloksia 2019. Opetushallitus Raportit ja selvitykset 2019:3. Viitattu 8.3.2024 https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/osaaminen_2035.pdf

Raatikainen, E. & Rantala-Nenonen, K. 2022. Transversaalit taidot - uudenlaista osaamista kansainvälistyvään työelämään. UAS Journal 4/22. Viitattu 2.4.2024. <https://uasjournal.fi/4-2022/transversaalit-taidot-uudenlaista-osaamista-kansainvalistyvaan-tyoelamaan/>

Roadmap for Digital Cooperation 2020. Report of the Secretary-General. United Nations. Viitattu 9.1.2024. https://www.un.org/en/content/digital-cooperation-roadmap/assets/pdf/Roadmap_for_Digital_Cooperation_EN.pdf

Rupeika-Apoga, R. & Petrovska, K. 2022. Barriers to Sustainable Digital Transformation in Micro-, Small-, and Medium-Sized Enterprises. MDPI. Sustainability 2022, 14, 13558. Viitattu 3.12.2023. <https://doi.org/10.3390/su142013558>

Saarinen, T. 2023. Vihreän siirtymän osaamis- ja koulutustarpeet VISIOS. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2023:31. Viitattu 6.2.2024. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-463-7> SAS 2023. AI and advanced analytics drive sustainability and efficiency. Tiedote. Viitattu 16.2.2024. https://www.sas.com/fi_fi/news/press-releases/2023/may/ai-for-sustainability.html

Selvitys ICT-alan nousevien teknologioiden vaikutuksista ympäristön- ja ilmastonmuutokseen 2020. Traficom julkaisu 224/2020. Traficom & Deloitte. Viitattu 17.2.2024. https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/ICT_ilmastovaikutukset_selvitys_Traficom_julkaisu_224_2020_17.8.20.pdf

Sitra 2023. Tulevaisuussanasto. Digitaalinen ja vihreä kaksoisiirtymä. Viitattu 5.12.2023. <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/digitaalinen-ja-vihrea-kaksoisiirtyma/>

Sitra 2024. Kiertotalouden tiekartta Suomelle 2016-2025. Viitattu 7.1.2024. <https://www.sitra.fi/hankkeet/kierrolla-karkeen-suomen-tiekartta-kiertotalouteen-2016-2025/>

Skills for 2030 - Conceptual learning framework 2019. OECD Future of Education and Skills 2030. Viitattu 3.4.2024. https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/skills/Skills_for_2030_concept_note.pdf

Suomen YK-Liitto 2023. Kestävän Kehityksen tavoitteet. Viitattu 29.12.2023. <https://www.yk-liitto.fi/yk-teemat/kestavan-kehityksen-tavoitteet>

Teknologiateollisuus 2023. Tiedote: Vientinäkyvät synkkenivät: Teknologiateollisuuden uusien tilausten ja tarjouspyyntöjen määrä putosi rajusti. Viitattu 24.1.2024. <https://teknologiateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/tiedote/vientinakymat-synkkenivat-teknologiateollisuuden-uusien-tilausten-ja>

Teknologiateollisuus 2023b. Tiedote: Selvitys: Teknologiateollisuus tarvitsee 10 vuoden sisällä 130 000 uutta osaajaa - Ikääntyvän Suomen osaajapula uhkaa romuttaa digivihreän talouskasvun. Viitattu 6.2.2024. <https://teknologiateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/tiedote/selvitys-teknologiateollisuus-tarvitsee-10-vuoden-sisalla-130-000-uutta>

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.

Vahva ja välittävä Suomi - Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma 20.6.2023. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58. Viitattu 24.1.2024. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/165042>

Valtioneuvosto 2023. IPCC:n raportti: Nyt tehtävät päätökset vaikuttavat tuhansia vuosia - ilmastomuutoksen haasteisiin mahdollista vastata nopeilla ja laajoilla toimilla. Ympäristöministeriön tiedote. Viitattu 10.12.2023. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/ipcc-n-raportti-nyt-tehtavat-paatokset-vaikuttava-tuhansia-vuosia-ilmastonmuutoksen-haasteisiin-mahdollista-vastata-nopeilla-ja-laajoilla-toimilla>

Valtioneuvoston selonteko: Suomen digitaalinen kompassi 2022. Valtioneuvoston julkaisuja 2022:65. Viitattu 13.1.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164429/VN_2022_65.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vihreä siirtymä ja digitalisaatio - Työkirja asiantuntijoille ja opettajille 2023. Haaga-Helina julkaisut 7/2023. Viitattu 17.2.2024. <https://www.haaga-helia.fi/sites/default/files/file/2023-03/vihta.pdf>

Vihreää siirtymää tukeva innovaatiopolitiikka. Toimintamallit ja käytännöt. 2023. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2023:20. Viitattu 5.12.2023. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164794/TEM_2023_20.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Vilkka, H. 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. E-kirja. Helsinki: Art House.

Vuorikari, R., Kluzer, S. & Punie, Y. 2022. DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens. Publications Office of the European Union. Viitattu 12.3.2024. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128415>

Wiek, A., Withycombe Keeler, R. & Redman, C. L. 2011. Key Competencies in Sustainability: a Reference Framework for Academic Program Development. Sustainability Science 6:203-218.

Viitattu 1.4.2024. https://www.researchgate.net/publication/220040512_Key_Compencies_in_Sustainability_a_Reference_Framework_for_Academic_Program_Development

Ylönen, N. 2021. Koulutusjärjestelmän tuottamat geneeriset taidot vaihtelevat merkittävästi. Blogi. Arene ry. Viitattu 2.4.2024. <https://arene.fi/ajankohtaista/koulutusjarjestelman-tuottamat-geneeriset-taidot-vaihtelevat-merkittavasti/>

Ympäristöministeriö 2023. Mitä on vihreä siirtymä? Viitattu 22.12.2023. <https://ym.fi/mita-on-vihrea-siirtyma>

Julkaisemattomat lähteet

Perkiö, S. 2024. CSRD-direktiivi ja EU taksonomia - Kaksoisolennaisuudesta kestävyysraporttiin. Webinaari 16.1.2024. Ecobio.

United Nations System Staff College 2023. Digital4Sustainability Learning Path. Verkkokoulutusmateriaali.

Tämän opinnäytetyön tiivistelmän käännöksessä on hyödynnetty ChatGPT:tä.

Kuviot

Kuvio 1: Kolme systeemistä muutosvaihetta ja niiden painopistealueet (mukaillen Action Plan for...2022, 5)	14
Kuvio 2: Digisiirtymän keskeiset vaatimukset (mukaillen Muench ym. 2022, vii)	16
Kuvio 3. Digitaalisen kompetenssin osa-alueet (Vuorikari ym. 2022, 9-49)	30
Kuvio 4. GreenComp-osaamiskehys (mukaillen Bianchi ym. 2022, 14-15)	31
Kuvio 5: Tutkimusartikkeleiden valintaprosessi	42
Kuvio 6: Digitaalitekniologiat ja -osaamistarpeet	50
Kuvio 7: Digivihreän siirtymän vaatima työelämän osaaminen (Mukaillen DigComp & GreenComp, Canvan avulla)	51

Taulukot

Taulukko 1: Tutkimusartikkelien sisäänotto- ja poissulkukriteerit	39
Taulukko 2. Tutkimusaineiston systemaattinen tiedonhakuprosessi	40
Taulukko 3: Aineiston laadunarviointi	44

Liitteet

Liite 1: Suositus ammattikorkeakoulututkintojen yhteisiksi kompetensseiksi	61
(Auvinen ym. 2022, 5-8.)	63
Liite 2: Hylätyt artikkelit	64
Liite 3: Kirjallisuuskatsauksen tutkimusartikkelit	66
Liite 4: Aineiston esittely	67
Liite 5: Energia-alan teknologiat ja osaamistarpeet (tärkeysjärjestyksessä)	69
Liite 6: Elintarvikealan teknologiat ja osaamistarpeet (tärkeysjärjestyksessä)	70
Liite 7: Kyselyyn vastanneet asiantuntijat ja heidän erityisosaamisensa	71
Liite 8: Esitys hanketiimille 16.11.2023	72
Liite 9: Esitys hanketiimille 27.2.2024	75

Liite 1: Suositus ammattikorkeakoulututkintojen yhteisiksi kompetensseiksi

	Ammattikorkeakoulututkinto	Ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Oppimaan oppiminen	<p><i>Valmistuva opiskelija tunnistaa osaamisensa ja oppimistapojensa vahvuuksia ja kehityskohteita sekä hyödyntää oppimisessaan yhteisöllisyyden ja digitalisaation mahdollisuuksia.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - arvioi ja kehittää osaamistaan ja oppimistapojaan erilaisissa oppimisympäristöissä. - osaa hankkia, kriittisesti arvioida sekä tarkoituksenmukaisesti soveltaa oman alansa kansallista ja kansainvälistä tietoperustaa ja käytäntöjä. - ottaa vastuuta myös ryhmän oppimisesta ja opitun jakamisesta. 	<p><i>Valmistuva opiskelija edistää omaa ja yhteisönsä jatkuvaa oppimista ja osaamisen kehittymistä hyödyntäen eri alojen tietoa ja digitalisaation mahdollisuuksia.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - osaa monipuolisesti ja tavoitteellisesti arvioida ja kehittää asiantuntijuuttaan työuransa ja elämänsä eri vaiheissa. - osaa hankkia, kriittisesti arvioida ja tuottaa tietoa eri alojen näkökulmat huomioiden. - osaa kehittää ja johtaa yhteisön tavoitteellista, jatkuvaa oppimista.
Työelämässä toimiminen	<p><i>Valmistuva opiskelija omaa monipuoliset työelämävalmiudet ja osaa toimia alansa työyhteisöissä</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - osaa toimia rakentavasti työyhteisössä ja edistää omaa ja työyhteisön hyvinvointia. - osaa toimia ammatillisesti työelämän viestintä- ja vuorovaikutustilanteissa. - hyödyntää teknologian ja digitalisaation tuomia mahdollisuuksia omassa työssään. - ymmärtää muuttuvan työelämän kompleksisuuden ja omaa resilienssiä muuttuvissa työelämän tilanteissa. - omaa valmiudet yrittäjämäiseen toimintatapaan. 	<p><i>Valmistuva opiskelija osaa kehittää ja johtaa työyhteisöään sekä uudistaa työelämää</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - osaa kehittää ja johtaa monialaisia tiimejä ja työyhteisöjä. - osaa kehittää työyhteisöjen viestintä- ja vuorovaikutuskulttuuria. - osaa kehittää ja johtaa työyhteisön kokonaisvaltaista hyvinvointia. - hyödyntää teknologian ja digitalisaation mahdollisuuksia kehittämisessä ja johtamisessa. - edistää työyhteisön resilienssiä.
Eettisyys	<p><i>Valmistuva opiskelija toimii ammattialan eettisten periaatteiden ja arvojen mukaisesti</i></p>	<p><i>Valmistuva opiskelija arvioi ja edistää ammattialan eettisten periaatteiden ja arvojen</i></p>

	<p><i>huomioiden tasa-arvon ja yhdenvertaisuuden periaatteet.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kykenee vastaamaan omasta toiminnastaan ja sen seurauksista ja reflektimaan niitä alansa ammattieettisten periaatteiden ja arvojen mukaisesti. - ottaa toiset huomioon ja edistää tasa-arvoisuutta ja yhdenvertaisuutta. - huomioi toiminnassaan moninaisuuden ja saavutettavuuden toteutumista. - ymmärtää hyvän tieteellisen käytännön periaatteet ja toimii niiden mukaisesti. - kykenee eettisiin arvoihin perustuvaan yhteiskunnalliseen vaikuttamiseen. 	<p><i>toteutumista huomioiden tasa-arvon ja yhdenvertaisuuden.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - kykenee edistämään eettisesti kestävää toimintaa ja eettisen reflektion toteutumista erilaisissa toimintaympäristöissään. - edistää ammattieettisten periaatteiden ja arvojen toteutumista. - tekee ratkaisuja huomioiden yksilölliset, yhteisölliset ja yhteiskunnalliset näkökulmat. - edistää moninaisuuden ja saavutettavuuden toteutumista. - toteuttaa hyvän tieteellisen käytännön periaatteita ja edistää niiden soveltamista työyhteisössään. - kykenee johtamaan yhteiskunnallisesti vaikuttavaa toimintaa eettisiin arvoihin perustuen.
Kestävä kehitys	<p><i>Valmistuva opiskelija tuntee kestävä kehityksen periaatteet, edistää niiden toteutumista sekä toimii vastuullisesti ammattilaisena ja yhteiskunnan jäsenenä.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - osaa käyttää omaan alaansa liittyvää tietoa kestävien ratkaisujen ja toimintamallien etsimiseen, käyttöönottamiseen ja vakiinnuttamiseen. - ymmärtää kestävyysshaasteita, niiden keskinäisiä riippuvuuksia sekä asioiden ja ongelmien monia näkökulmia. 	<p><i>Valmistuva opiskelija kehittää ja johtaa kestäviä ja vastuullisia toimintatapoja työssään sekä edistää kestävyysmuutosta työyhteisössään ja yhteiskunnassa.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - osaa soveltaa kestävä kehityksen tietoa ja tulevaisuuskuvia kokonaisvaltaisesti kestävien ratkaisujen perustana. - osaa analysoida ja arvioida monialaisten kompleksisten ongelmien systemisiä riippuvuuksia ja ratkaisujen erilaisia ulottuvuuksia - kykenee johtamaan työyhteisössään kestävien ratkaisujen ja toimintamallien etsimistä, käyttöönottamista ja vakiinnuttamista.

Kansainvälisyys ja monikulttuurisuus	<p><i>Valmistuva opiskelija osaa toimia monikulttuurisissa ja kansainvälisissä toimintaympäristöissä ja verkostoissa.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - tuntee oman kulttuuritaustansa vaikutuksia toimintaansa ja osaa kehittää monikulttuurisuutta huomioivia toimintatapoja työyhteisössään. - osaa seurata ja hyödyntää oman alansa kansainvälistä kehitystä työssään. - kykenee kansainväliseen viestintään työtehtävissään. 	<p><i>Valmistuva opiskelija osaa kehittää ja johtaa monikulttuurisia ja kansainvälisiä toimintaympäristöjä ja verkostoja.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - osaa kehittää monikulttuurisuutta huomioivia toimintatapoja työyhteisössään. - osaa ennakoida globaalin kehityksen ja ilmiöiden vaikutuksia sekä mahdollisuuksia. - kykenee kansainväliseen vuorovaikutukseen, viestintään ja toiminnan kehittämiseen omalla alallaan.
Ennakoiva kehittäminen	<p><i>Valmistuva opiskelija osaa kehittää oman alan tulevaisuutta ennakoivia ratkaisuja soveltaen olemassa olevaa tietoa sekä tutkimus- ja kehittämismenetelmiä.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ratkaisee ongelmatilanteita luovasti ja uudistaa toimintatapoja yhdessä muiden kanssa. - osaa työskennellä projekteissa yhteistyössä eri alojen toimijoiden kanssa. - osaa soveltaa kehittämisessä alan olemassa olevaa tietoa ja hyödyntää tutkimus- ja kehittämismenetelmiä. - osaa etsiä asiakaslähtöisiä, kestäviä ja taloudellisesti kannattavia ratkaisuja oman alansa tulevaisuutta ennakoiden. 	<p><i>Valmistuva opiskelija osaa johtaa uusien, tulevaisuutta ennakoivien ratkaisujen kehittämistä ja tuottaa uutta tietoa erilaisia tutkimus- ja kehittämismenetelmiä hyödyntäen.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - tuottaa uutta tietoa ja uudistaa toimintatapoja yhdistäen eri alojen osaamista. - osaa toteuttaa tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiohankkeita sekä soveltaa erilaisia tutkimus- ja kehittämismenetelmiä. - osaa kehittää uusia asiakaslähtöisiä, kestäviä ja taloudellisesti kannattavia ratkaisuja tulevaisuutta ennakoiden. - osaa analysoida nykytilannetta ja ennakoida oman alan tulevaisuutta ja toimintaympäristön muutoksia.

(Auvinen ym. 2022, 5-8.)

Liite 2: Hylätyt artikkelit

- Abbate, S., Centobelli, P. & Cerchione, R. 2023. The digital and sustainable transition of the agri-food sector. *Technological Forecasting and Social Change*. 187/2023. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122222>.
- Akyazi, T., Patricia, dV., Goti, A. & Oyarbide, A. 2022. Identifying future skill requirements of the job profiles for a sustainable european manufacturing industry 4.0. *Recycling*. 2022;7(3):32. <https://doi.org/10.3390/recycling7030032>.
- Annosi, MC., Brunetta, F., Capo, F. & Heideveld, L. 2020. Digitalization in the agri-food industry: The relationship between technology and sustainable development. *Management Decision*. 2020;58(8):1737-1757. doi: <https://doi.org/10.1108/MD-09-2019-1328>.
- Bodescu, D., Sîrghea, A., Rațu, RN., Ciprian, C. & Mălăncuș, R-N. 2024. Relevant skills for employment and entrepreneurship in the agri-food sector. *Sustainability*. 2024;16(2):787. doi: <https://doi.org/10.3390/su16020787>.
- Bongomin, O., Gilbert, GO., Nganyi, EO., Musinguzi, A. & Omara, T. 2020. Exponential disruptive technologies and the required skills of industry 4.0. *Journal of Engineering*. 2020:17. <https://doi.org/10.1155/2020/4280156>.
- Borowski, P. 2021. Innovative processes in managing an enterprise from the energy and food sector in the era of industry 4.0. *Processes*. 2021;9(2):381. <https://doi.org/10.3390/pr9020381>.
- Cao, L., Hu, P., Li, X., Sun, H., Zhang, J. & Zhang, C. 2023. Digital technologies for net-zero energy transition: A preliminary study. *Carbon Neutrality*. 2023;2(1):7. <https://doi.org/10.1007/s43979-023-00047-7>.
- Ciasullo, M.V., Montera, R., Mercuri, F. & Mugova, S. 2022. When Digitalization Meets Omnichannel in International Markets: A Case Study from the Agri-Food Industry. *Adm. Sci.* 2022, 12, 68. <https://doi.org/10.3390/admsci12020068>
- Du, X., Wang, X. & Hatzenbuehler, P. 2023. Digital technology in agriculture: A review of issues, applications and methodologies. *China Agricultural Economic Review*. 2023;15(1):95-108. <https://doi.org/10.1108/CAER-01-2022-0009>.
- Frau, M., Moi, L., Cabiddu, F. & Keszey, T. 2022. Time to clean up food production? Digital technologies, nature-driven agility, and the role of managers and customers. *Journal of Cleaner Production*. Volume 377/2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134376>.
- Ghazinoori, S., Roshani, S., Hafezi, R. & Wood, D.A. 2023. Bursting into the Public Eye: Analyzing the Development of Renewable Energy Research Interests. *Renewable Energy Focus*. Vol. 47/2023. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2023.100496>.
- Gonzalez-Gomez, L.J., Noguez, J., Quintero, S.O., Loa, E.G.R. & Caratozzolo, P. 2023. Future skills in the Industry 4.0 study. A systematic review. *Educational Research (IJM CER)*. Vol. 5. issue 6. p. 50-63. https://www.ijmcer.com/wp-content/uploads/2023/11/IJM CER_C05605063.pdf
- Huang, C. & Lin, B. 2023. Promoting decarbonization in the power sector: How important is digital transformation? *Energy Policy*. Volume 182/2023. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113735>.
- Judson, E., Fitch-Roy, O. & Soutar, I. 2022. Energy democracy: A digital future? *Energy Research & Social Science*. Vol. 91/2022. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102732>.

- Konfo, T., Djouhou, F., Hounhouigan, M., Dahouenon-Ahoussi, E., Avlessi, F. & Sohounhloue, C. 2023. Recent advances in the use of digital technologies in agri-food processing: A short review. *Applied Food Research*. Vol. 3. Issue 2. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100329>.
- Ma, J., Yang, L., Wang, D., Li, Y., Xie, Z., Lv, H. & Woo, D. 2024. Digitalization in response to carbon neutrality: Mechanisms, effects and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 191/2024. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114138>.
- Mahroof, K., Omar, A. & Kucukaltan, B. 2022. Sustainable food supply chains: Overcoming key challenges through digital technologies. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 2022;71(3):981-1003. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2020-0687>.
- Maroufkhani, P., Desouza, K.C., Perrons, R.K. & Iranmanesh, M. 2022. Digital transformation in the resource and energy sectors: A systematic review. *Resources Policy*. Vol. 76/2022. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102622>.
- McClements, D., Barrangou, R., Hill, C., Kokini, J., Lila, M., Meyer, A. & Yu, L. 2021. Building a Resilient, Sustainable, and Healthier Food Supply Through Innovation and Technology. *Annual Review of Food Science and Technology*. Vol. 12:1-28. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-092220-030824>
- Midttun, A. & Piccini, P.B. 2017. Facing the climate and digital challenge: European energy industry from boom to crisis and transformation. *Energy Policy*. Vol. 108/2017. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.046>.
- Mihai, F., Ofelia, EA., Stanciu, A., Gheorghe, M. & Stan, M. 2022. Digitalization—The engine of sustainability in the energy industry. *Energies*. 2022;15(6):2164. <https://doi.org/10.3390/en15062164>.
- Morella, P., Lambán, MP., Royo, J. & Sánchez JC. 2012. Study and analysis of the implementation of 4.0 technologies in the agri-food supply chain: A state of the art. *Agronomy*. 2021;11. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy11122526>.
- Nazari, Z. & Musilek, P. 2023 Impact of digital transformation on the energy sector: A review. *Algorithms*. 2023;16(4):211. <https://doi.org/10.3390/a16040211>.
- Park, C., Cho, S. & Heo, W. 2021. Study on the future sign detection in areas of academic interest related to the digitalization of the energy industry. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 313/2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127801>.
- Rodzalan, S., Noor, N., Saat, M., Abdullah, N., Singh, H. & Emran, N. 2022. An Investigation of Present and Future Work Skills in Industry 4.0: Systematic Literature Review. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 28(2), 356-371. <https://doi.org/10.37934/araset.28.2.356371>
- Rorrer, G.L., Krail, J., Piringer, G. & Roither, M. 2023. Integration of broader impacts and international perspectives into a sustainable energy engineering course. *Education for Chemical Engineers*. Vol. 45/2023. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.07.005>.
- Valeeva, Y., Kalinina, M., Sargu, L., Kulachinskaya, A. & Ilyashenko, S. 2022. Energy Sector Enterprises in Digitalization Program: Its Implication for Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. Vol. 8/2022. <https://doi.org/10.3390/joitmc8020081>.

Liite 3: Kirjallisuuskatsauksen tutkimusartikkelit

Akyazi, T., Goti, A., Oyarbide, A., Alberdi, E. & Bayon, F. 2020. A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0. *Foods* 2020, 9 (4), 492. <https://doi.org/10.3390/foods9040492>

Arcelay, I., Goti, A., Oyarbide-Zubillaga, A., Akyazi, T., Alberdi, E. & Garcia-Bringas, P. 2021. Definition of the Future Skills Needs of Job Profiles in the Renewable Energy Sector. *Energies* 2021, 14, 2609. <https://doi.org/10.3390/en14092609>

Baierle, I.C., da Silva, F.T., de Faria Correa, R.G., Schaefer, J.L., Da Costa, M.B., Benitez, G.B. & Benitez Nara, E.O. 2022. Competitiveness of Food Industry in the Era of Digital Transformation towards Agriculture 4.0. *Sustainability* 2022, 14, 11779. <https://doi.org/10.3390/su141811779>

Borowski, P.F. 2021. Digitization, Digital Twins, Blockchain, and Industry 4.0 as Elements of Management Process in Enterprises in the Energy Sector. *Energies* 2021, 14, 1885. <https://doi.org/10.3390/en14071885>

Lyu, W. & Liu, J. 2021. Artificial Intelligence and emerging digital technologies in the energy sector. *Applied Energy*. Volume 303, 2021,117615, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117615>

Ramalho Ribeiro, A., Goodburn, B., Mayor, L., Lindner, L.F., Knöbl, C.F., Trienekens, J., Rossi, D., Sanna, F., Berruto, R. & Busato, P. 2023. Skill Needs for Sustainable Agri-Food and Forestry Sectors (II): Insights of a European Survey. *Sustainability* 2023, 15, 4115. <https://doi.org/10.3390/su15054115>

Wang, S., Ghadge, A. & Aktas, E. 2024. Digital transformation in food supply chains: an implementation framework. *Supply Chain Management*. Vol. 29 No. 2, pp. 328-350. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2023-0463>

Singh, R., Shaik, VA., Gehlot, A., Buddhi, D., Priyadarshi, N. & Twala, B. 2022. Energy system 4.0: Digitalization of the energy sector with inclination towards sustainability. *Sensors*. 2022;22(17):6619. doi: <https://doi.org/10.3390/s2217661>

Liite 4: Aineiston esittely

Tutkimuksen tekijät, julkaisu-vuosi	Artikkelin nimi	Julkaisupaikka	Tutkimuksen tavoite ja tarkoitus	Tutkimusmetodi	Keskeiset tulokset (katsauksen kannalta)
Akyazi, T., Goti, A., Oyarbide, A., Alberdi, E. & Bayon, F. 2020	A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0.	Foods 2020, 9 (4), 492	Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää elintarviketeollisuuden nykyiset ja lähitulevaisuuden avaintaidot ja osaaminen. Tavoitteena luoda strategia, jonka avulla voidaan saavuttaa onnistunut digitaalinen transformaatio elintarvikealalla.	Työprofiilien analysointi ESCO-tietokannassa, datan kerääminen ITPE-tietokannasta, automaattisen tietokannan luonti VBA:n avulla.	Tutkimuksen tuloksena luotiin automatisoitu tietokanta elintarvikealan osaamistarpeista. Kehitettiin teollisuuslähtöinen ennakoiva strategia elintarviketeollisuuden digitaaliseen transformatioon. Strategiaa voi hyödyntää alan ohjenuorana tulevien osaamisvaatimusten täyttämiseksi.
Ramvalho Ribeiro, A., Goodburn, B., Mayor, L., Lindner, L.F., Knöbl, C.F., Trienekens, J., Rossi, D., Sanna, F., Berruto, R. & Busato, P. 2023	Skill Needs for Sustainable Agri-Food and Forestry Sectors (II): Insights of a European Survey	Sustainability 2023, 15(5), 4115	Tutkimuksen tarkoituksena oli määrittellä maatalous-, elintarvike- ja metsäalan tulevien ammattilaisten tieto- ja taitotarpeet. Tavoitteena oli tavoittaa kyselyllä laaja yleisö eri maista ja eri aloilta, jotta vastauksien myötä saataisiin laajempi näkemys tulevina vuosina noudatettavasta linjasta.	Kvantitatiivinen; Eurooppalainen kyselylomake elintarvikealan sidosryhmille (517 vastausta)	Kyselyn vastauksissa korostui kestävän kehityksen sekä pehmeiden ja digitaalisten taitojen kehittämisen tärkeys. Erityisesti elintarviketurvallisuuden hallintataidot sekä suunnitteluun, hallintaan ja valvontaan liittyvä osaaminen. Tulokset osoittivat, että sidosryhmät pitivät monialaista koulutusta ratkaisuna alojen haasteisiin.
Wang, S., Ghadge, A. & Aktas, E. 2024	Digital transformation in food supply chains: an implementation framework	Supply Chain Management. Vol. 29 No. 2, pp. 328-350	Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten elintarvikeketjujen digitaalinen muutos voidaan saavuttaa ottamalla käyttöön keskeisiä teknologioita, kuten esineiden internet, pilvilaskenta ja Big data-analytiikka.	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus (57 artikkelia)	Kehitettiin uusi käsitteellinen viitekehys elintarvikeketjuiritysten digitaalisen muutoksen toteuttamista varten. Tämä sisältää digitaalisen muutoksen toteutusvaihetta varten luodun nelivaiheisen toteutusarkkitehtuurin.
Baierle, I.C., da Silva, F.T., de Faria Correa, R.G., Schaefer,	Competitiveness of Food Industry in the Era of Digital	Sustainability 2022, 14(18), 11779	Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, miten eri teollisuudenaloilla hyödynnetään digitaalisia teknologioita ja mitkä digitaaliset teknologiat hyödyntäisivät	Kvantitatiivinen; sekundääritietoja laajamittaisesta teollisuudenalojen	Luotiin digitaalisen muutoksen viitekehys, jolla voidaan lisätä elintarviketeollisuuden kilpailukykyä kohti maatalous 4.0:aa. Tulokset osoittivat, että

J.L., Da Costa, M.B., Benitez, G.B. & Benitez Nara, E.O. 2022	Transformation towards Agriculture 4.0.		maatalousalan järjestelmien suorituskyvyn parantamista.	kyselytutkimuksesta (2225 vastausta)	elintarviketeollisuus käyttää yleensä vain yhtä digitaalista teknologiaa, mikä osoittaa, että tarvitaan investointeja muihin tässä tutkimuksessa esiteltyihin teknologioihin.
Arcelay, I., Goti, A., Oyarbide-Zubillaga, A., Akyazi, T., Alberdi, E. & Garcia-Bringas, P. 2021	Definition of the Future Skills Needs of Job Profiles in the Renewable Energy Sector	Energies 2021, 14(9), 2609	Artikkelin tarkoituksena oli selvittää uusiutuvan energian alan työvoiman nykyiset taidot ja ennakoita digitaaliseen siirtymään liittyvät taitovaatimukset. Tavoitteena oli luoda alakohtainen tietokanta uusiutuvan energian alan osaamisesta.	Kirjallisuuskatsaus, ESCO-tietokannan käyttäminen osaamistarpeiden määrittelyssä, automaattisen tietokannan luonti VBA:n avulla.	Luotiin yhtenäinen alakohtainen tietokanta, joka sisältää uusiutuvan energian alan ammattiprofiilit, nykytaidot ja tulevat taitotarpeet. On arvioitu, että luodusta tietokannasta tulee keskeinen työkalu alakohtaisen strategian kehittämisessä.
Singh, R., Shaik, VA., Gehlot, A., Buddhi, D., Priyadarshi, N. & Twala, B. 2022	Energy system 4.0: Digitalization of the energy sector with inclination towards sustainability	Sensors 2022, 22(17), 6619	Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään mitkä ovat eri digitaalitekniikoiden merkitykset ja käyttötavat energiantuotannon eri vaiheissa, sekä mitkä teollisuus 4.0:n teknologiat on kohdistettu energiajärjestelmään.	Kirjallisuuskatsaus	Artikkelissa esitellään suositukset, joiden avulla voidaan tehostaa energia-alan eri toimintoja energiajärjestelmä 4.0:n saavuttamiseksi. Esineiden internet (IOT) on teollisuus 4.0:n ydinteknologia, jolla yhdistetään fyysiset asiat digitaaliseen verkkoon.
Lyu, W. & Liu, J. 2021	Artificial Intelligence and emerging digital technologies in the energy sector	Applied Energy. Volume 303, 2021, 117615	Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia, mikä kehittyvä digitaalitekniikka on ratkaisevin energia-alan muutoksessa. Haluttiin myös tutkia, mikä teknologia edistää työnantajien näkökulmasta yrityksen suorituskykyä, sekä mitkä teknologiat liittyvät työntekijöiden näkökulmasta korkeampiin palkkoihin.	Eri työllisyysanalytiikkayritysten tietokantojen datan määrittelyä ja analysointia.	Nousevista digitaalisista teknologioista laajimmin energia-alalla on käytössä tekoäly. Tulokset osoittivat myös, että tekoäly osoittautui arvokkaimmaksi myös työntekijöiden ja työnantajan näkökulmasta.
Borowski, P.F. 2021	Digitization, Digital Twins, Blockchain, and Industry 4.0 as Elements of Management Process in Enterprises in the Energy Sector	Energies 2021, 14(7), 1885	Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia ja analysoida energia-alan yritysten toimenpiteitä ja innovatiivisia toimia ympäristö- ja teknologisten vaatimusten täyttämiseksi.	Monimenetelmällinen: kvalitatiivinen tutkimus ja sekundääritutkimusna pöytätyö tutkimus alan kirjallisuudesta.	Tärkeimmät artikkelissa esitellyt näkökohdat ovat teollisuus 4.0 teknologioiden (M2M & IOT), digitalisaation ja virtuaalitekniikan käytön lisääntyminen. Hajautetun energian kohdalla tulisi lisätä lohkoketju- ja digitaalisen kaksosen teknologioita.

Liite 5: Energia-alan teknologiat ja osaamistarpeet (tärkeysjärjestyksessä)

IoT

Artificial intelligence (AI)

Big Data

Blockchain

Cloud computing

Sensor technology

Augmented reality AR (virtual reality)

Machine to Machine (M2M)

Collaborative/ autonomous robotics

Machine learning

Digital twin

Smart grids and microgrids

Use of digital communication tools

Advanced IT skills and programming

Advanced data analysis and modelization

Quantitative and statistical skills

Monitoring systems of energy consumption

Agile human-machine interfaces (HM)

energy storage and analytics

Data management-safe storage

Cybersecurity

basic data input and processing

online inspection and monitoring systems

edge computing

Cyber-physical systems CBS

Platforms for energy management of equipment and plants

process analysis

Knowledge and understanding of quality procedures related to digital transformation

Traceability

basic digital skills

e-commerce

Use of drones

Metaverse

Liite 6: Elintarvikealan teknologiat ja osaamistarpeet (tärkeysjärjestyksessä)

big data
data handling and analysis
IoT technology
cloud computing
sensors technology
basic digital skills
Information and communication technologies
cybersecurity
advanced IT skills & programming
machine learning
augmented reality
collaborative/autonomous robotics
automation of processes
e-commerce and e-marketing
farm management information systems
Field operations management systems
IES
3D

Liite 7: Kyselyyn vastanneet asiantuntijat ja heidän erityisosaamisensa

Energia-ala
Työelämäasiantuntija, koulutus, osaaminen ja alan vetovoima
Johtava asiantuntija, energiaverkot ja verkkoregulaatio
Johtava asiantuntija, energiatehokkuus ja kestävän kehityksen ratkaisut
Tuotantojohtaja, lämmitys- ja jäähdytysliiketoiminta
Johtaja, kestävä kehitys
Elintarvikeala
Tutkimuspäällikkö, ruokajärjestelmät
Kasvujohtaja, toimitusketjudata
Johtava asiantuntija, digitalisaatio ja data
Toiminnanjohtaja, kestävä elintarviketuotanto

Liite 8: Esitys hanketiimille 16.11.2023

GREEN DIGITAL SKILLS

- *Vihreä digisiiirtymä
- *Digivihreä siirtymä
- *Kestävä digitalisaatio
- *Kaksois/rinnakkaissiiirtymä
- *Greendata-osaaminen
- *Green digital transformation
- *Sustainable digital transformation
- *Digital Sustainability
- *Digital transformation for sustainable development
- *twin transition: digital and green
- *oikeudenmukainen siirtymä (a just transition)

YAMK ONT
Kaisa Ahonen

Digivihreä siirtymä

Digivihreällä siirtymällä tarkoitetaan siirtymää digitaalisiin teknologioihin, jotka edesauttavat ja tehostavat vihreää siirtymää ja nopeuttavat siirtymistä pois fossiilisesta energiasta. (Digibarometri 2022. Digivihreä siirtymä.)

"Kaksoissiiirtymä ("twin transition"): tarve viedä vihreää ja digitaalista siirtymää yhtäaikaaisesti eteenpäin. Digisiiirtymä nähdään sekä omiana, tuottavuutta kasvattavana siirtymänä, mutta myös vihreää siirtymää tukevana ja edistävänä. Digitaaliset teknologiat (esim. tekoäly) ovat yksi keskeisistä vihreää siirtymää mahdollistavista ja vauhdittavista tekijöistä." (Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 2023:20. Vihreää siirtymää tukeva innovaatiopolitiikka Toimintamallit ja käytännöt.)

Kriittiset vuodet käsillä Agenda 2030 tavoitteiden saavuttamiseksi. Näinä vuosina digitaaliteknologiailla on keskeinen rooli haasteiden voittamisessa. Tavoitteiden saavuttamiseksi hallitusten, yrityssektorin ja ihmisten on ymmärrettävä digitaalisuuden rooli ja osattava hyödyntää sitä. On ymmärrettävä mahdollisuuksien lisäksi myös digitaalisuuden uhat. (Epifani, S. 2021. Why digital transformation is the road to sustainability.)

Kestävä digitaalista muutosta ei ole vielä (10/22) teoreettisesti määritelty. Tämä vaikeuttaa asian tutkimista ja ymmärtämistä. Termi "sustainable digitalization" on esiintynyt mediassa vuodesta 2018. Taitojen puute yksi päästeistä muutokselle -> (Rupelka-Apoga, R., Petrovska, K. Barriers to Sustainable Digital Transformation in Micro-, Small-, and Medium-Sized Enterprises. Sustainability 2022, 14, 13658. <https://doi.org/10.3390/su142013658>)

Figure 2. Major barriers to SDT faced by MSMEs, mode.

Green digital skills

- Uudet alat ja innovaatiot vaativat uudenlaisia tietoja, taitoja ja osaamisia, työelämän murros voimistuu. Digitalisaation ja kestävä kehityksen taitoja tarvitaan tulevaisuuden työntekijöitä kaikilla ammattialoilla. Digitalisaatio- ja ympäristöosaaminen sekä kyky oppia uutta ovat selviytystien mukaan teknologiyrittäjien tärkeimmät osaamisstarpeet. Tulevaisuuden asiantuntijoilta vaaditaan vanhan osaamisen lisäksi resilienssiä, muutoskestävyyttä ja halukkuutta jatkuvaan oppimiseen. (Haaga-Helia, 2023. VIHREÄ SIIRTYMÄ & DIGITALISAATIO TYÖKIRJA ASIAANTUNTIJOILLE JA OPETTAJILLE.)
- Tulevaisuudessa keskeisin haaste on varmistaa, että työmarkkinoilla on oikeat taidot menestyä digitaalisessa ja vihreässä taloudessa. Teknisten taitojen lisäksi tarvitaan pehmeitä taitoja -> jatkuva oppimista jotta pärjätään muutoksessa. (CEPS. 2021. A renewed EU approach for Jobs and Skills.)
- Termin avaaminen: Green Digital Skills are all about knowing how to use digital tools and technologies to create a sustainable, low-carbon economy. It's about having the skills, knowledge, and competencies to manage and implement sustainable practices in all aspects of business and life. (<https://www.linkedin.com/pulse/sustainable-digital-work-rise-green-skills-am0-baod-fmv4/>)

TÄRKEIMMÄT OSAAMISET 2035

palvelujen kehittäminen asiakaslähtöisesti	kestävän kehityksen lukutaito	tiedon arviointitaidot	itsensä johtamisen taidot	digitaalisten ratkaisujen hyödyntämisosaaminen
digitaalisen teknologian laava käyttötaito	vuoro-vaikutus- ja viestintätaidot	digitaalisten alustojen hyödyntämisosaaminen	innovaatio-osaaminen	digitaalisten toimintojen hallinta- ja ohjaustaidot

Haaga-Helian julkaisu. 2023. Vihreä siirtymä ja digitalisaatio -Työkirja asiantuntijoille ja opettajille.

Green digital skills

Green

- Vastuullisuuteen liittyvä osaaminen, kestävä arvopuolnti, johtajuus ja asiakaslähtöisyys, kokonaisuuden hallinta ja liiketoiminnan kehittäminen. Kriittinen ajattelu ja tulevaisuuslukutaito.
- Kestävä liiketoiminta: strateginen uudistuminen, muutosprojektit, prosessien kehittäminen, liiketoimintamallit, resurssien ja tuotannon hallinta sekä kestävyysstandardit.
- Vähähiilisyys: elinkaariajattelu, ympäristövaikutusten arviointi ja mallinnus, jalansäilytys ja kädensäilytys, sähköistämisen ja akkuteknikat, energian talteenotto ja varastointi, energiatehokkuus, uusiutuva energia sekä vetyteknologiat.
- Kiertotalous: uudet liiketoimintamallit, kiertotalouslähtöinen suunnittelu, kierrätysmateriaalit, materiaali- ja valmistustekniikka ja materiaalivirtojen hallinta.
- Vetyteknologiat: tutkimus- ja kehitysoosaaminen, sähkön tuotanto ja varastointi, vedyn tuotanto-osaaminen, elektrolyyserit, tehoelektronikka, vedyn kuljetus ja varastointi, polttokennot, power-to-X ja vetyteknologioihin liittyvä konsultointi

Digital

- Digitaalisten liiketoimintamallien kehittäminen kestävä kasvun tukena. Viestintätaidot. Ongelmanratkaisutaidot. Digitaalisen sisällön tuottaminen.
- Ohjelmisto-osaamiset, kuten ohjelmistosuunnittelu ja -kehitys, ohjelmistorobotiikka tai testausosaaminen.
- Datat keräämiseen ja käsittelyyn, varastointiin, hyödyntämiseen ja analyysiin liittyvät osaamiset sekä dataa hyödyntävän liiketoiminnan osaaminen.
- Sekä hallinnollinen että tekninen tietoturva.
- Tekoäly-osaaminen.
- Digiosaaminen yhdistyy läheisesti myös useisiin muihin osaamisiin kuten projektinhallintaan, logistiikkaan, kiertotalouteen ja bisnesosaamiseen.



Teknologiaeollisuus tarvitsee 130 000 uutta osaajaa seuraavan 10 vuoden aikana (60% korkeakoulutettuja).

DigComp 2.2 The Digital Competence Framework for Citizens, GreenComp: Kestävästä kehitystä koskeva eurooppalainen osaamiskehys. Teknologiaeollisuus 2021, <https://teknologiaeollisuus.fi/fi/ajankohtaisia/tiedot/seivitys-teknologiaeollisuus-tarvitsee-10-vuoden-sisalla-130-000-uutta>

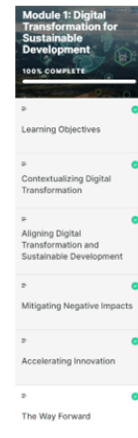
Digital4Sustainability Learning Path

- Module 1: Digital Transformation for Sustainable Development ✓
- Module 2: Digital Sustainability for Climate Action
- Module 3: Digital Sustainability for Nature Protection
- Module 4: Digital Sustainability for Pollution Prevention

Oppimistavoitteet:

- Ymmärtää keskeiset termit ja käsitteet: digitalisaatio, digitaalinen muutos ja digitaalinen kestävyys
- ymmärtää, että digitaalinen muutos tarjoaa työkaluja kestävä kehityksen 2030-agendan mahdollistamiseksi
- Tutustua systeemiin muutoksiin, joita tarvitaan digitaalisen muutoksen hyödyntämiseksi kestävä kehityksen nopeuttamiseksi.
- Tunnistaa digitaalisen muutoksen kielteiset vaikutukset, joita on vähennettävä, jotta taataan luonnostaan kestävä muutos.

<https://www.unssc.org/courses/digital4sustainability-learning-path>



Digital4Sustainability Learning Path

- Kattava ja todella informatiivinen paketti. Paljon hyviä lähteitä.
- Käsitteet avattu ja selitetty perinpohjaisesti. Esim *sustainable digitalization vs digitalization for sustainability*.
- Henkilökohtaisesti opin paljon digitaalisuuteen liittyen.
- Paljon esimerkkejä ja videoita
- Testejä.



Koulutustarjontaa (joint & sustainable)

- Suomen yliopistot mukana joint degree master ohjelmissa ja Erasmus Mundus –koulutuksissa.
- AMKt: LAB-amk: Master of Urban Climate and Sustainability 1.5 & Haaga-Helia: Degree Programme in Business Technologies and Management, Master of Business Administration
- Euroopassa jonkin verran master sustainable koulutuksia mutta suurin osa on teknillisiä.
- Tässä esimerkkinä hyvä kokonaisuus, jossa mukana mm. Portugali, Alankomaat, Aalto
The Master's in Environmental Pathways for Sustainable Energy Systems <https://www.innoenergy.com/for-students/master-school/master-s-in-sustainable-energy-systems>.
- Ranska: Unfolding Sustainability through Innovative Green Digital Solutions - EIT Digital Summer School <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/opportunities/training/unfolding-sustainability-through-innovative-green-digital-solutions-eit>
- Torino: Master's degree programme DIGITAL SKILLS FOR SUSTAINABLE SOCIETAL TRANSITIONS <https://www.polito.it/en/education/master-s-degree-programmes/digital-skills-for-sustainable-societal-transitions>
- Lissabon: Master's Degree program in Green Data Science. <https://www.isa.ulisboa.pt/ensino/mestrados/mcdaafa/lp/en/about>
- Pariisi: International Business 4.0 - Leading Green and Digital Transformation https://www.mastersportal.com/studies/341720/international-business-40-leading-green-and-digital-transformation.html?ref=search_card
- Ranska: Green and digital skills and training needs for a just transition (CSA) <https://www.horizon-europe.gouv.fr/green-and-digital-skills-and-training-needs-just-transition-csa-32428> Hanke?

Education for Climate day

<https://education-for-climate.ec.europa.eu/community/group/education-climate-day-2023/topic/we-are-live-join-us-now-educationforclimate-day-2023>

Pohdintoja

- Osaamistarpeet painottuvat tekniselle ja ICT-puolelle
- Osaajille jotka hallitsevat molemmat eri osa-alueet on todellinen tarve.
- Voiko green skillseillä tulevaisuudessa pärjätä jos ei digitaalisuus ole hallussa?
- Pitäisikö it-taitoja painottaa enemmän kaikissa koulutusohjelmissa?
- Perus greendata-osaaminen vs. yamk-tutkinto, kumpi vie voiton?



Kiitos!

Liite 9: Esitys hanketiimille 27.2.2024

Key digital skills needs in the energy & agri-food sector

Kaisa Ahonen

Key digital skills needs in the energy sector

- IoT
- Big Data & analytics
- AI
- Blockchain
- Digital twins
- Smart Grids
- Cloud & edge computing
- Robotics
- Sensors



An example of a broader list

Technical Future Skills for the Renewable Energy Sector	
IoT	
Big Data	
Artificial intelligence (AI)	
Sensors technology	
Machine learning	
Business intelligence (BI)	
Cloud computing	
Collaborative/autonomous robotics	
Agile human-machine interfaces (HMI)	
Cyber-physical systems (CPS)	
Augmented reality (AR)	
Digital twin	
Post-processing	
Reverse engineering	
ERP systems	
Communication among components, equipment (M2M), and environment	
Online inspection and monitoring systems	
Equipment and process monitoring and its implementation	
Traceability	
Blockchain	
Predictive and proactive maintenance	
Computerized maintenance management	
Basic digital skills	
Basic data input and processing	
Advanced IT skills and programming	
Advanced data analysis and modelization	
Data management-safe storage	
Cybersecurity	
Use of digital communication tools	
E-commerce	
Financial literacy	
Knowledge and understanding of quality procedures related to digital transformation	
Deep-sea exploration skills	
Use of drones	
Working in confined spaces/heights	
Advanced first aid and rescue	

Arceley et al. **Definition of the Future Skills Needs of Job Profiles in the Renewable Energy Sector**. Energies 2021, 14, 2609. <https://doi.org/10.3390/en14092609>

Key digital skills needs in the agri-food sector

- IoT
- Big Data & analytics
- AI
- Automation
- Robotics



Key digital skills needs in the agri-food sector

An example of a broader list

Food Production Manager	Food Production Operator	Food Safety Specialist	Food & Beverage Packaging Technologist	Food Production Engineer	Food Analyst	Food Technician
use of complex digital communication tools	traceability	cloud computing	complex problem solving	complex problem solving	IoT technology	traceability
advanced IT skills & programming	cybersecurity	big data	traceability	traceability	big data	cybersecurity
interpersonal skills and empathy	cloud computing	sensors technology	collaborative/autonomous robots	collaborative/autonomous robots	cloud computing	cloud computing
entrepreneurship and initiative taking	big data	machine learning	IoT technology	IoT technology	sensors technology	big data
Manufacturing Execution System (MES)	collaborative/autonomous robots	collaborative/autonomous robots	big data	big data	machine learning	collaborative/autonomous robots
IoT technology			cloud computing	cloud computing		
cloud computing			sensors technology	sensors technology		
big data				augmented reality		
machine learning				machine learning		

A brief view of the automated database (in excel format) including the future skills requirements of professional profiles related to the food industry.

Akyazi et al. **A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0.** <https://doi.org/10.3390/foods9040492>

Sources

- Arceley et al. **Definition of the Future Skills Needs of Job Profiles in the Renewable Energy Sector.** *Energies* 2021, 14, 2609. <https://doi.org/10.3390/en14092609>
- Borowski, P.F. **Digitalization, Digital Twins, Blockchain, and Industry 4.0 as Elements of Management Process in Enterprises in the Energy Sector.** *Energies* 2021, 14, 1885. <https://doi.org/10.3390/en14071885>
- Yadoshchuk. **DIGITAL TRANSFORMATION IN THE ENERGY INDUSTRY.** 2024. <https://waverleysoftware.com/blog/digital-transformation-in-the-energy-industry/>
- European Commission 2022. **Digitalising the energy system - EU action plan.** <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0552&qid=1666369684560>
- **2022 Strategic Foresight report – Twinning the green and digital transitions in the new geo-political context** 2022. European Commission. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/strategic-forecasting/strategic-foresight/2022-strategic-foresight-report_en
- Lyu & Liu 2021. **Artificial Intelligence and emerging digital technologies in the energy sector.** <https://doi-org.nelli.laurea.fi/10.1016/j.apenergy.2021.117615>
- **DigitalClimate Study about the contribution of digital technologies to reduce carbon emissions in Belgium** 2022. https://acdn.be/enerw77/upload/whitepaper/digital4climate_study_EN.pdf
- Crako, V. **Skills for the clean energy transition.** European Commission, Petten, 2022. https://www.researchgate.net/profile/Veronika-Crako-2/publication/365870615_Skills_for_the_Clean_Energy_Transition/links/6387546c78f94b73a0ba50c3/Skills-for-the-Clean-Energy-Transition.pdf
- Akyazi et al. **A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0** <https://doi.org/10.3390/foods9040492>
- Renner et al. **Future of work: Digital skills in the food industry 2021.** Deloitte. <https://www2.deloitte.com/xe/en/insights/industry/retail-distribution/digital-skills-food-industry.html>
- Ribeiro et al. **Skill Needs for Sustainable Agri-Food and Forestry Sectors (II): Insights of a European Survey.** 2023. <https://doi.org/10.3390/su15054115>
- Romanello, B. and Veglio, V. (2022), "Industry 4.0 in food processing: drivers, challenges and outcomes" <https://doi.org/10.1108/BFJ-09-2021-1056>
- Hassoun et al. **Digital transformation in the agri-food industry.** 2023. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2023.1217813/full>
- Annoisi et al. **Digitalization in the agri-food industry: the relationship between technology and sustainable development 2020.** <https://edepot.wur.nl/529133>