

# **Sähkö- ja automaatiotekniikan valmiudet kes- tävään kehitykseen**

**Kartoitus koulutuksen vaikuttavuudesta työelämässä**

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Veikkolainen, Tero	Julkaisun laji Opinnäytetyö, YAMK	Valmistumisaika Syksy 2023
	Sivumäärä 75 + 12 liitettä	
Työn nimi <b>Sähkö- ja automaatiotekniikan valmiudet kestäväan kehitykseen</b> Kartoitus koulutuksen vaikuttavuudesta työelämässä		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (YAMK), Uudistava johtaminen		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) LAB-ammattikorkeakoulu		
Tiivistelmä <p>Työn tarkoituksena oli kartoittaa sähkö- ja automaatiotekniikan insinööritutkintoon sisältyvät kestäväan kehityksen opintorakenteet LAB-ammattikorkeakoulussa. LAB-ammattikorkeakoulussa tarvittiin ajanmukainen tieto siitä, miten sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuksen sisältämä kestäväan kehityksen opetustarjonta vastaa nykytarpeita.</p> <p>LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuksen kestäväan kehityksen opetuksen tavoitteita tarkasteltiin suhteessa työelämän käytännön tarpeisiin. Lisäksi vertailua tehtiin muiden suomalaisten ammattikorkeakoulujen sähkö- ja automaatiotekniikan opetussisältöihin. Työnantajien ja oppilaitosten kanta kestäväan kehityksen merkitykseen sähkö- ja automaatiotekniikalle selvitettiin haastattelukysymyksin.</p> <p>Työn tuloksena selvitettiin, millä tavoin ja minkä verran kestäväan kehityksen teemoja edistetään sähkö- ja automaatiotekniikan opinnoissa. Tämän lisäksi saatiin lisää ymmärrystä kestäväan kehityksen merkityksestä sähkö- ja automaatiotekniikan työelämässä ja koulutuksessa.</p>		
Asiasanat sähkötekniikka, automaatiotekniikka, kestävä kehitys, teollinen internet (IoT), energiatehokkuus, elinkaarimalli, koulutus		

## Abstract

Author(s) Tero Veikkolainen	Type of Publication Master's Thesis	Published Autumn 2023
	Number of Pages 75 + 12 appendices	
Title of Publication <b>The electrical and automation engineering programme's preparedness for sustainable development</b> A survey of the impact of training on working life		
Degree, Field of Study Master of Engineering, Regenerative Leadership		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party) LAB University of Applied Sciences		
Abstract <p>The goal of this work was to analyse the sustainable development studies included in the electrical and automation engineering degree of the LAB University of Applied Sciences. The LAB University of Applied Sciences needed up-to-date information on how well the sustainable development studies offered as part of the electrical and automation engineering programme meet today's requirements.</p> <p>The goals of the sustainable development studies included in the electrical and automation engineering programme were studied in relation to the practical necessities of working life. In addition, comparisons were made to the electrical and automation engineering course content at other Finnish universities of applied sciences. Employers and educational institutions were sent a questionnaire to survey their views on the role of sustainable development in electrical and automation engineering.</p> <p>The results of this work provide insight into how and to what extent the themes of sustainable development are promoted in the studies of electrical and automation engineering. In addition, the work offers new information on the role of sustainable development in training and working life in the field of electrical and automation engineering.</p>		
Keywords electrical engineering, automation engineering, sustainable development, Internet of Things (IoT), energy efficiency, life-cycle model, education		

## Sisällys

1	Johdanto.....	5
2	Tutkimusasetelma.....	6
3	Tutkimusongelma, tutkimuskysymykset ja tutkimusmenetelmät.....	10
3.1	Tutkimusongelma ja -kysymykset .....	10
3.2	Tutkimusmenetelmät.....	10
4	Sähkö- ja automaatiotekniikan käsitteitä .....	13
4.1	IoT (Internet of Things) -tekniikan pääpiirteet ja hyödyt.....	13
4.1.1	IoT-verkon rakenne.....	16
4.1.2	IoT-järjestelmäkuvaus.....	17
4.1.3	Tekniset laitteet .....	18
4.1.4	Merkittävimmät kaupallista toimintaa tukevat tekniikat tänä päivänä .....	22
4.2	Energiatehokkuus .....	24
4.3	Elinkaarimalli huoltotoimien ja käyttöönoton kannalta .....	28
4.4	Kestävä kehitys ja teollisuus .....	29
5	Sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen koulutus .....	32
5.1	Koulutusjärjestelmä .....	32
5.2	Sähkö- ja automaatiotekniikka .....	34
5.3	Koulutusten tekniset painotussuunnat.....	36
5.4	Oppilaitosten koulutussisältöjen vertailu.....	38
5.5	Havaintoja koulutussuunnista .....	41
5.6	Kestävän kehityksen kouluosaamisen hyödyntäminen ja kehittäminen .....	44
6	Tutkimuskyselyn ja -haastattelun rakenne ja vastaukset.....	46
6.1	Tutkimuskysely .....	46
6.2	Tutkimuskyselyn vastauksien analysointi.....	46
6.3	Avoin tutkimushaastattelu .....	47
6.4	Tutkimushaastattelun vastauksien analysointi .....	47
7	Tutkimustulokset.....	50
7.1	Sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehitys .....	50
7.2	Havaintoja sähkö- ja automaatiotekniikan kestävästä kehityksestä.....	52
7.3	Rasitteet, asenteet, sekä tarpeet .....	53
7.4	Yhteinen mahdollisuus.....	54
7.5	Tilastot ja niiden tarkoitus .....	57
7.6	Loppupäätelmät.....	59
7.6.1	Havainnot sähkö- ja automaatiotekniikan kestävästä kehityksestä .....	59
7.6.2	Sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen edistäminen .....	60

7.6.3	Koulutustarpeet ja odotukset .....	60
7.7	Toisentyypinen lähestymistapa .....	62
7.7.1	Onko aihetta toisenlaiseen näkemykseen .....	62
7.7.2	Mikä kestävän kehityksen teoksi määritellään.....	63
8	Yhteenveto, pohdinta ja työn luotettavuus.....	64
8.1	Kestävän kehityksen koulutus ja sen merkitys .....	64
8.2	Yhteenveto .....	65
8.3	Pohdinta ja jatkokehitysehdotukset .....	66
8.4	Työn luotettavuus ja kriittisyys .....	68
	Lähteet.....	70

## Liitteet

- Liite 1. LAB-ammattikorkeakoulu, insinööri (AMK) sähkö- ja automaatiotekniikka
- Liite 2. Metropolia ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikka
- Liite 3. Tampereen ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
- Liite 4. Vaasan ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
- Liite 5. Hämeen ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
- Liite 6. Centria-ammattikorkeakoulu, insinööri (AMK) sähkö- ja automaatiotekniikka
- Liite 7. LAB-ammattikorkeakoulu tutkimuslupahakemus
- Liite 8. LAB-ammattikorkeakoulu opinnäytetyö suostumuslomake
- Liite 9. Tutkimuskysely
- Liite 10. Tutkimuskyselyn vastaukset
- Liite 11. Tutkimushaastattelun runko
- Liite 12. Sähkön hintakehitys Suomessa

## LYHENNELUETTELO

Erhernet/IP	Ethernet Industrial Protocol
Ethercat	Ethernet for Controls Automation Technology
ESG	Environmental, Social and Governance
CPU	Central Processing Unit
Digital Twin	digitaalinen kaksonen
HAMK	Hämeen ammattikorkeakoulu
IoT	Internet of Things teollinen internet
LAB University of Applied Sciences	LAB-ammattikorkeakoulu
Gateway	tietoliikenneyhdykäytävä
GBU	Graphical Processing Unit
HMI	Human Machine Interface
LAN/WLAN	Local Area Network / Wireless Local Area Network
LUT University	LUT-yliopisto (Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto)
MtCO <sub>2</sub> /a	hiilidioksidimäärä megatonnia vuodessa
NFC	Near-Field Communication
NoSQL	Non-Structured Query Language
OECD	The Organisation for Economic CO-operation and Development
PAN/WPAN	Personal Area Network / Wireless Personal Area Network
Powerlink Industrial	Ethernet-protokolla
Profibus	Process Field Bus
Profinet	Process Field Network
RCM	Reliably Centered Maintenance
RFID	Radio Frequency Identification
Ry	rekisteröity yhdistys

SDG	The Sustainable Development Goals
Sercos	Serial Real-time Communication System
Sitra	Suomen itsenäisyyden juhlarahasto
SMEs	Small and medium-sized enterprises
SQL	Structured Query Language
TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu
TBU	Tensor Processing Unit
Teollisuus 4.0	IoT, teollinen esineiden internet (IIoT), pilvilaskenta ja koneoppiminen
VAMK	Vaasan ammattikorkeakoulu
VTT	Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
YK	Yhdistyneet kansakunnat
YAMK	Ylempi ammattikorkeakoulutus
WAN/WWAN	Wide Area Network / Wireless Wide Area Network
QR	Quick Response

## 1 Johdanto

Tämän tutkimustyön perustana on se ajatus, että jokaisen olisi hyvä ymmärtää, miten hän voi työssään vaikuttaa kestävään kehitykseen. Koulutus antaa riittävät ammattitaidot työhön. Kuitenkin monelle on epäselvää, millä tavalla omassa työssä voisi vaikuttaa kestävään kehitykseen. Koulutus on keino uusien taitojen omaksumiseen, mutta ei ole itsestään selvää, miten koulutus vaikuttaa ja miten sen tarjoamilla tiedoilla pärjää työelämässä. Ilman yhteistä käsityspohjaa ei voida tietää, miten taidot ja tarpeet kohtaavat. Tämän vuoksi on tärkeää selvittää ja tiedostaa, millaisia taitoja kestävään kehitykseen sähkö- ja automaatioalan opinnot tarjoavat. Tällöin voitaisiin pohtia, miten koulutuksessa opittuja keinoja pystytään käytännössä toteuttamaan ja täyttävätkö ne työelämän tarpeita. Puhummeko samaa kieltä silloin, kun kyseessä on kestävä kehitys (Farley ym. 2020, 4)?

Kestävä kehitys on tyypillinen esimerkki uudenlaisten tarpeiden syntyemisestä aiempaan tehtäväkenttään. Kun työskentelykenttään syntyy uusia tarpeita, yksittäisten tahojen on hankala löytää oikeita suuntaviivoja tarvittavien toimien tekemiseen. Tämän vuoksi olisi hyvä tietää, millaista kestävä kehityksen oppia oppilaitokset tarjoavat ja miten ne palvelevat työelämää. Tämä tutkimus huomioi kestävään kehitykseen liittyvät haasteet sähkö- ja automaatioalalla ja vastaa samoihin kysymyksiin, joita muutkin alat tulevat kohtaamaan. Tutkimuksessa selvitetään, mitä ratkaisuja alalla opetetaan ja miten ne palvelevat työelämää.

## 2 Tutkimusasetelma

Tämän työn tarkoituksena on selvittää kestävien arvojen opetuksen suuntaa sähkö- ja automaatiotekniikan alalla. Kestävää kehitystä omaksuneet osaajat pystyvät tuomaan kestävä kehityksen taitoja työelämään. Näitä taitoja ei ole aiemmin tarvinnut juurikaan huomioida, joten uusimmat taitajat palvelevat työelämää parhaiten tuodessaan ne mukanaan.

Työelämä kykenee mukautumaan ja kehittämään ratkaisuja, mutta ilman riittävää tietämystä uusiin asioihin liittyvät kokonaisuudet jäävät vajaiksi. Uudenlaiset taidot eivät synny itsestään. Ne edellyttävät panostusta ja tuekseen sellaisia ratkaisuja, joilla pystytään keskittymään juuri oikeisiin asioihin. Lopulta ratkaisevaa on kuitenkin se, vastaavatko taidot tarpeisiin.

### Miksi

Kestävästä kehityksestä on tullut merkittävä arvo ja monen toimialan tavoite – se täytyy saavuttaa, ja se halutaan saavuttaa. Ilmastomuutos on aihe, jota ei voi täysin sivuuttaa, sillä yhteiskunta pyrkii muistuttamaan siitä myös lainsäädännön kautta. Kun tavoitteet kiristyvät, asia on tulevaisuudessa otettava huomioon entistä laajemmin, ja uudet säädökset edellyttävät toimia, jotka tulevat koskettamaan yhä laajenevaa joukkoa. Kuitenkin tekojen taakse tarvitaan tietoa, jotta ymmärretään, mitä ratkaisuja voidaan pitää kestävinä.

Työelämässä tarvittavat keinot yleensä rakennetaan riittävien opintojen ja työelämän käytäntöjen varaan. Uudet asiakokonaisuudet edellyttävät lisäksi uudenlaista tietoa, kun ei ole vielä muotoutunut vakiintuneita käytäntöjä. Siksi tässä työssä selvitetään, millaiset opinnot ohjaavat sähkö- ja automaatiotekniikan tekijöitä kestävä kehityksen ratkaisuihin työelämässä. Alan mahdollisuudet ovat laajat, ja siksi myös herää kysymys, millaisia selkeitä päämääriä alalle on kyetty löytämään. Käytännön mahdollisuudet syntyvät työpaikkojen työkohteissa, joihin tekijät pääsevät taitojaan osoittamaan, joten se on tärkeää tietää, miten kestävä kehityksen osaamista pystytään hyödyntämään siis työpaikoilla.

Sähkö- ja automaatioalan kestävä kehityksen opintojen suuntaa ei tarkalleen ole tutkittu. Samaan aikaan ei ehkä tunnisteta sitä, miten nämä taidot tukevat työelämää. Tarpeellista olisi selvittää, millaisia kestävä kehityksen taitoja koulutus tällä hetkellä tarjoaa ja ovatko ne sellaista osaamista, jota työpaikat tarvitsevat.

Työelämätoimikunta pyrkii löytämään ehdotuksia tutkintorakenteiden ja tutkintojen lähtökohtien uudistamiseen. Toivottaisiin, että koulutusten toteuttajat olisivat enemmän yhteydessä toimikuntiin, kun koulutuksen järjestäjien ja työelämän yhteistoiminta mietityttää. (Opetushallitus 2020.) Kuten Työelämätoimikunnan linjauksesta huomataan, työelämän

tarpeet halutaan ottaa huomioon, kun koulutusta kehitetään. Samanlaiseen ajatukseen pohjautuvaa tietoa tarvitaan myös sähkö- ja automaatioalalle, kun kestäviä arvoja pyritään edistämään.

Nykyisin opetuksen rakentaminen ottamatta huomioon kestävästä kehityksestä on jo mahdoton, vaikka harvoin täysin tiedetään, kuinka opetustarjonta vastaa työtehtävien kestävien tekojen haasteisiin. Osaamista kuitenkin tarvitaan, ja siksi olisi tärkeää saada tutkimustietoa siitä, katsotaanko kestävä kehitys osaamisen tällä hetkellä riittäväksi työkohteissa. Yksittäinen tekijä luottaa ammatissaan yleensä omaan osaamiseensa. Yleensä työstä suorittamisen kannalta riittävä osaaminen hankitaan koulutuksen kautta.

Kun yhteiskunnan ympäristövaatimukset kasvavat, myös ympäristöarvojen merkitys työelämässä kasvaa. Hidas herääminen näiden asioiden suhteen voi vaikuttaa olennaisesti yrityksen tulevaisuuteen, jos suunta ei ole oikea. Myöhäinen reagointi hankaloittaa ajan tasalle pääsemistä. Tällä selvityksellä pyritään ehkäisemään tätä tilannetta sähkö- ja automaatioalalla.

### **Mitä**

Työssä tutkitaan sähkö- ja automaatiotekniikan koulutustarjontaa kestävä kehityksen kannalta sekä sitä, miten tätä aihetta käsitellään ja kuinka alan erikoisosaamistaitoja voidaan hyödyntää kestävässä kehityksessä. Alakohtainen kartoitus on tärkeää, sillä kestävä kehitys on laaja-alainen kokonaisuus, jossa yksittäisten työntekijöiden parhaat ratkaisut kohdistuvat vain heidän omaan ydinosaamiseensa, vaikka vaikuttaisivatkin laajempaan kokonaisuuteen.

Osa kestävien tekojen kokonaisuutta on myös se, mitä yksilö pystyy todellisuudessa tekemään omassa ympäristössään, esimerkiksi ammattilainen työympäristössään. Työelämän edustajilta tiedustellaan heidän näkemyksiään kestävästä kehityksestä alan töissä, koska usein kestävä kehitys toteutetaan nimenomaan työpaikoilla. Tässä tutkimuksessa pyritään tekemään tärkeitä huomioita juuri työelämän näkökulmista.

### **Miten**

Työssä selvitetään, missä oppilaitoksissa sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuksia toteutetaan. Lisäksi selvitetään näiden oppilaitosten kestävä kehityksen opintotarjontaa sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelmien osalta. Koulutustarjonnasta on tarkoitus löytää ne keinot, joilla alan kestäviä arvoja halutaan edistää, ja se, millä tavoin alakohtainen koulutus vaikuttaa kestävä kehityksen mahdollisuuksiin. Sähkö- ja automaatiotekniikan kestäviä vaikutusmahdollisuuksia pyritään pohtimaan siltä kannalta, millä tavoin alan toimija kykenisi viemään teorian käytäntöön.

Sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen opetuskokonaisuuksien soveltuvuutta käytäntöön tiedustellaan työnantajilta, jolloin selviää se, millaisiksi työelämän edustajat mieltävät koulutuksen antamat kestävän kehityksen taidot. Laadullinen tutkielma ymmärrettään aineistopohjaiseksi, jolloin teoria tukee työn eri osuuksia (Antikainen & Ropponen 2022, 32).

Tutkimustyö etenee sitä varten laaditun roadmapin mukaan. Edistystä tarkkaillaan sen perusteella, miten tutkimussuunnitelma kykenee vastaamaan tutkimuskysymykseen. Selvitystyön edetessä tutkimuksen rakenne voi muuttua ja kysymykset voi olla tarpeen asetella uudelleen riippuen siitä, miten asiakysymyksiin kyetään löytämään vastauksia.

### **Missä**

Tutkimuskohteena ovat pääasiassa toisen asteen ja sitä korkeamman asteen oppilaitokset, joita suomalaisessa tutkintoon valmistavassa koulutusjärjestelmässä ovat ammatilliset oppilaitokset, ammattikorkeakoulut ja yliopistot. Näistä kohderyhmään valittiin sähkö- ja automaatiotekniikkaa sisältävät kokonaisuudet. Tämä rajaus tehtiin opintokuvauksien perusteella.

Toisen asteen opinnoissa kestävän kehityksen opinnot ja ammattiopinnot ovat keskenään yhdenmukaisempia kuin korkea-asteella. Opetussuunnitelmat ja opintojen sisällöt on kuvattu toisella asteella ylempiä koulutusasteita järjestelmällisemmin ja selkeämmin. Sähkö- ja automaatioalan perustutkintoon kuuluu yhteiskunta- ja työelämäosaamisen pakollinen kestävän kehityksen opintojakso. Sen laajuus on yksi opintopiste, ja se opetetaan kaikille alalta ammattiin valmistuville. Tämä tieto löytyy ePerusteet-palvelusta. ePerusteet-palvelussa on jokaisen opetussuunnitelman, tutkinnon ja opetuksien sisällöt varhaiskasvatuksesta toiseen asteeseen. Lisäksi koulutuksen toteuttajat ilmoittavat siellä paikallisia koulutussuunnitelmia ja tutkintojen toteutussuunnitelmia. (ePerusteet 2023.)

Ylemmillä koulutusasteilla kestävän kehityksen sisältyminen koulutusohjelmaan on kuvattu epäselvemmin, eikä sitä välttämättä esitetä lainkaan erillisenä kokonaisuutena opetussuunnitelmassa. Kestävän kehityksen tietojen ja taitojen täytyy näin ollen sisältyä muuhun opetuskokonaisuuteen. Tämä tieto täytyisi mahdollisesti selvittää teemahaastatteluilla.

Tutkimustyön lähtökohdaksi valikoitui tutkijan oman kiinnostuksen myötä LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan koulutussuunta. Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusvastuu on LAB-ammattikorkeakoululle uusi, ja siksi sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen tieteellinen tarkastelu on koulutussuunnalle tärkeää. Opetettavat aiheet ovat työelämän kannalta kiinnostavia, ja siksi opiskelijat hakeutuvat mielellään koulutukseen. Näin ollen LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan

opintosuunnan kestävä kehityksen aiheet tarjosivat erinomaisen pohjan tutkimukselle. Sähköistyvä liikenne ja kestävät sähköenergiatoimet tulevaisuuden teollisuuden kanssa vaativat sähkö- ja automaatioteknistä asiantuntemusta, ja LAB-ammattikorkeakoulun saama koulutusvastuu on seudun toimijoiden ja yritysten yhteinen saavutus työvoimapulan ratkaisemiseksi (LAB University of Applied Sciences 2022).

### 3 Tutkimusongelma, tutkimuskysymykset ja tutkimusmenetelmät

#### 3.1 Tutkimusongelma ja -kysymykset

Tällä hetkellä ei tiedetä, kuinka hyvin sähkö- ja automaatioalan osaajat kykenevät toteuttamaan kestäväen kehityksen arvoja työtehtävissään. Alan osaajat tekevät monentyyppisiä töitä ja heillä on laajat mahdollisuudet kestäväen kehityksen huomioimiseen, muttei selvää käytäntöä siitä, mihin asioihin kestävässä valinnoissa tulisi kiinnittää huomiota ja millaisia kestäviä tekoja alan toimijalta näin ollen edellytetään. Ammattialan koulutus antaa nykyisin kestäväen kehityksen oppeja, muttei selkeästi kerro, millä käytännön keinoilla kestävää kehitystä toteutetaan. Lisäksi työnantajilla on omat tarpeensa tälle osaamiselle ja toiveet siitä, millä keinoin ne haluaisivat kestäväen kehityksen toimintaa toteuttaa. Olisi tärkeää selvittää, millaisin opein työnantajatoiveisiin pyritään vastaamaan.

Toinen kysymys on se, miten kestäväen kehityksen keinoja on mahdollista käytännössä toteuttaa. On mahdollista, etteivät kestäväen kehityksen ratkaisut täytä tavoitteita ja alan vaikutukset ovat jopa päinvastaisia kuin halutaan. *Automaatio kestäväen kehityksen jarruna vai edistäjänä* -artikkelissa väitetään, ettei uusien teknologioiden käyttö parantaisi ympäristön sietokykyä lainkaan (Tupamäki 2021).

Päätutkimuskysymys on seuraava: Millaisia valmiuksia sähkö- ja automaatioalan koulutus antaa kestävää kehitystä edistäviin toimiin? Alatutkimuskysymykset ovat seuraavat: Millaisia tarpeita ja toiveita sähkö- ja automaatioalan työnantajilla on sähkö- ja automaatioalalla annettavan kestäväen kehityksen koulutuksen suhteen? Miten sähkö- ja automaatioalalla voidaan edistää kestävää kehitystä? Millaista kestäväen kehityksen koulutusta sähkö- ja automaatioalalla tarjotaan?

#### 3.2 Tutkimusmenetelmät

Kuviossa 1 esitetään pääpiirteiltään tutkimustyön eri vaiheet. Työssä pyritään etenemään kuvion 1 roadmapin nuolten osoittamalla tavalla.



Kuvio 1. Tutkimustyön eri vaiheita esittävä roadmap

Tutkimuksessa selvitetään, millaista kestävän kehityksen koulutusta sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijat saavat. Teoriaosuuden lähtökohtana on LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen koulutus. Lisäksi kestävän kehityksen koulutusta kartoitetaan sähkö- ja automaatioalan opetussuunnitelmien sisällöistä, ja tietoa täydennetään teemakyselyin ja -haastatteluin.

Aluksi kartoitetaan LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen teoreettiset hyötynäkökohdat. Kestävän kehityksen hyötyperusteita etsitään IoT-tekniikasta, energiatehokkuudesta ja elinkaarimallista. IoT-tekniikka käsitellään teknologiana tarkemmin, sillä onhan se osa LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen opetusta. Teoriatiedot kerätään pääosin teknisestä kirjallisuudesta, opinnäytetöistä, elinkeinoelämän vaikuttajista ja tieteellisistä julkaisuista.

Seuraavaksi tutkitaan sähkö- ja automaatiotekniikan alakohtaisia kestävän kehityksen opintoja toisen asteen opinnoissa sekä ammattikorkeakouluissa ja yliopistoissa. Kestävän kehityksen kurssisisältöjä eri oppilaitosten väliseen vertailumateriaaliin haetaan Opintopolusta, ePerusteesta tai oppilaitosten omilta internet-sivuilta. Opintotarjonnan tiedot kootaan vertailutaulukkoon myöhempää käyttötarkoitusta varten, ja taulukkoa hyödynnetään opintotarjonnasta tehtävien päätelmien muodostamisessa.

Erillinen vaihe liittyy Työelämän toimikunnan ajatukseen koulutussisältöjen rakentamisesta. Toimikunta toivoi koulutusjärjestäjien ottavan suunnittelutyössään enemmän huomion työelämän lähtökohtia. Siksi se pyysi järjestäjiä tiedustelemaan niitä toimikunnasta koulutussuunnitelmaa tehdessään. (Opetushallitus 2020.) Tutkimustiedon keruussa käytetään teemakyselyitä opintojen vastaaville ja muutamien yritysten automaatio- ja sähköpuolen vastaaville. Kyselyt suoritetaan tutkimuslomakkeella, jonka internet-linkki toimitetaan sähköpostilla osallistujille. Kysymyksillä täydennetään opintokuvauksien muodostamaa

teoriakuvaa. Teemakysymykset ovat laajempia kysymyksiä, jotka liittyvät laajempiin aihealueisiin (Kananen 2013, 93).

Opintosuunnitelmissa ei kerrota kovinkaan selvästi kestävän kehityksen tavoitteista, mutta niihin on mahdollista pureutua teemahaastatteluin. Tutkimushaastattelu suoritetaan LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan opintovastaavalle. Avoimessa teemahaastattelussa käytetään videopuhelua apuvälineenä, jonka nauhoitetta voidaan analysoida myöhemmin.

Tutkimusmateriaalin joukosta valitaan joko erilaisia tai yhtenäisiä näkökulmia tarkempaa analysointia varten, joista muodostuu lopputuloksiin johdattavia päätelmiä. Laadullisessa tutkimuksessa tarkoituksena on löytää vaihtelevia näkökulmia, joista teemaa voi analysoida (Juuti & Puusa 2020). Laadullisen tutkimuksen tekijä pystyy palaamaan aiempiin valintoihinsa tiedon lisääntyessä. Aineiston kerryttämiseen käytetään haastatteluita, havainnointia, kyselyitä ja vahvistettua informaatiota. (Antikainen & Ropponen 2022, 32.)

## 4 Sähkö- ja automaatiotekniikan käsitteitä

### 4.1 IoT (Internet of Things) -tekniikan pääpiirteet ja hyödyt

IoT eli teollinen internet tai esineiden internet sisältää ajattelevista koneista koostuvan verkoston, jossa kerättävää tietoa analysoidaan ja hyödynnetään liiketoiminnassa (Keinänen & Sumujärvi 2019, 13). IoT yksinkertaisuudessaan on laitteilta saatavan informaation hyödyntämistä kaupalliseksi tuotteeksi.

Teollinen internet helpottaa digitalisaation hyödyntämistä elinkeinoelämässä. Jos yritys ei itse toteuta sitä, kilpailijat tulevat tekemään sen varmasti. Jos yritys viivyyttä sitä siihen saakka, että suurin osa asiakkaista jo edellyttää sitä, yritys saattaa olla jo täysin myöhässä. (Collin & Saarelainen 2016, 15.) IoT-ratkaisuilla tulee lähiaikoina olemaan suuri merkitys teollisessa liiketoiminnassa, sillä digitalisaatio ja kestävä kehitys tuovat mukanaan haasteita, joihin pitäisi pystyä vastaamaan, ja se luo tarpeen IoT-tekniikan suomille mahdollisuuksille.

IoT-alusta kokoaa yhteen eri tietoja eri lähteistä. IoT-alustalla voidaan yhdistää operatiiviset tiedot ja tietojärjestelmät ja yhdistää tallennetut tiedot, analytiikka ja sovellutukset jatkuvaan parantamiseen (Bäckman 2019, 14). IoT-alustan tehtävä on helpottaa järjestelmään kerätyn datan pääsyä asiakkaille ja tarjota mahdollisuuksia palveluiden tuottamiseen. IoT-alusta tarjoaa mahdollisuuden yhteistyöhön ja esteettömään uudistamiseen. (Laakkonen 2021, 9.)

IoT:n hyödyistä ja vaikutuksista usein kiistellään, jotkut ajattelevat, että IoT hyödyttää liiketoimintaa vain vähän ja sillä on haitallisia ympäristövaikutuksia. Kehitystyötä tarvitaan myös ympäristön näkökulmasta, sillä useimmat materiaalit, joita IoT-alustoissa käytetään, ovat maaperän rajallisia ja harvinaislaatuksia alkuaineita. Niitä tulisi käyttää viisaasti ja pyrkiä parhaansa mukaan jatkokäsittämään niitä kierrättämällä. Tätä ympäristönäkökulmaa ei juuri ole otettu huomioon pohdittaessa IoT:ssa käytettyjen materiaalien kierrätystä, koska IoT-tekniikan vaikutukset ovat toistaiseksi olleet varsin vähäisiä (Hynninen 2022.)

Digitaaliset palvelut voivat olla osa IoT-alustan kokonaisuutta, sillä IoT-alustan määritelmä nojautuu täysin digitaalisen palvelun määritelmään, kun tietojärjestelmästä saatua tietoa hyödynnetään palveluina, joita ei ole mitenkään esillä konkreettisina tuotteina tai jotka syntyvät uusina palveluina alustalta kerätyistä tiedoista. Tuote on usein ajateltu käsinkosketeltavaksi hyödykkeeksi, mutta informaatioteknologian ajanjaksolla siitä on tullut jo kulunut käytäntö, sillä useat digitaaliset hyödykkeet eivät ole konkreettisesti kosketeltavia tuotteita (Laakkonen 2021, 8).

Hyvin kiinnostava ajatus pohdittavaksi on se, että digitaalisuus ja tietoverkot olisivat pohja kaikelle ja ne liittyisivät osatekijöinä kaikkeen. Tällöin ne lisäisivät myös ihmisten suorittamia työtehtäviä. (Sitra 2016.) Kun akkujen huolto- ja asennuspalvelua otetaan käyttöön, akkuihin asennetaan IoT-sensori, jonka tiedoilla autetaan valitsemaan oikea tuote käyttötarpeen mukaan ja kerrotaan, milloin akku tulisi vaihtaa (Sitra 2019). IoT-alustan palveluita voitaisiin hyödyntää myös palveluiden tarjontaan, jolloin alustalta kerätyt tiedot ohjautuisivat suoraan työntekijälle, vaikkapa huoltotarpeessa olevan laitteen tiedot huoltohenkilöstölle.

Kun laitteiden kokoonpanossa kokeiltiin mukautuvien älykkäiden toimintojen sisällyttämistä tuotantocykliin, huomattiin se, että puskurivarasto oli vähentynyt ja ulkopuolinen toimittaja pystyi paremmin vastaamaan osien kysyntään ajoissa. Näin voitiin optimoida koko toimitusketju ja mukautua muutoksiin. (Tu ym. 2016, 25–26.) IoT-alustapohjaisia ratkaisuja voidaan hyödyntää eri palveluketjujen toimijoiden kesken ristiin. Näin kyettäisiin ennakoimaan paremmin tulevia tuotannollisia muutoksia.

IoT mahdollistaa asioiden ja ihmisten yhdistämisen ajankohdasta riippumatta ja missä päin maailmaa tahansa hyödyntämällä erilaisia tietoreittejä palveluiden välillä. Teollisuusrobotit, esineet ja sähkökojeet voidaan havaita ja niitä voidaan käyttää fyysisin aistein, mutta digitaalisia tietoja kyetään käsittelemään ja hyödyntämään vain tallenteiden ja alustan sovellusten kautta. (Kugblenu 2018, 16–17.) Tietoverkon luomisessa vaaditaan paljon yhteisiä tavoitteita ja sovellusten, laitteiden ja ihmisten tulee kyetä tekemään yhteistyötä alustaa kehitettäessä, koska erilaisten rajapintojen tulee pystyä toimimaan keskenään.

IoT tarjoaa monenlaisia etuja, kuten alentuneita kustannuksia, vähäisempää energiankulutusta, laadukkaampaa palvelua, laajempaa tarjontaa, joustavuutta, tietoturvaa, helpompaa käyttöönottoa ja useiden palveluntarjoajien yhteen saattamista keskenään (Kugblenu 2018, 17). IoT-alustan käyttömahdollisuudet ovat lähes rajattomat innovaatiomahdollisuuksien turvin, kun alustan ympärille voidaan keksiä uusia käyttökohteita.

IoT-alustan hyödyntäminen kunnossapitoon sensoripohjaisten mittausten avulla on havaittu hyödylliseksi. Mittaukset antavat ajanmukaisen tiedon laitteen kunnosta, ja tätä tietoa analysoimalla voidaan määrittää ajankohtia, jolloin tehtävillä huoltotoimilla voidaan ehkäistä pahempi vikaantuminen. Oleellista olisi myös se, että IoT-alustalle hankittavien laitteiden elinkaarimallit vastaisivat käyttökohteen aikajanaa, jolloin ne eivät vaatisi erillistä huoltotoimia. (Rauhalampi 2020, 31–112.) IoT-ratkaisut mahdollistavat toimintaan ennakoitavuutta, jota tietoa analysoimalla voidaan hyödyntää monin tavoin.

Kiertotalouteen mukautuminen edellyttää yrityksiltä uudenlaista osaamista. Merkittävin tekijä on mahdollisuus tarjota palveluita tuotteiden vaihtoehtona. Teknologisista ratkaisuista pk-yritykset ovat eniten kiinnostuneita esineiden internetistä, big datan käytöstä ja RFID-

teknologiasta, sillä niiden avulla pystytään keräämään ja hyödyntämään dataa tehokkaammin ja lisäksi ne auttavat tuotteiden takaisinkutsuissa ja ennakkohuoltopalveluiden parantamisessa. (Sitra 2018.) IoT-ratkaisujen luominen ja kehittäminen on yksi yritysten merkittävimmistä keinoista edistää kestävä kehitystä ja parantaa liiketaloudellista kannattavuutta.

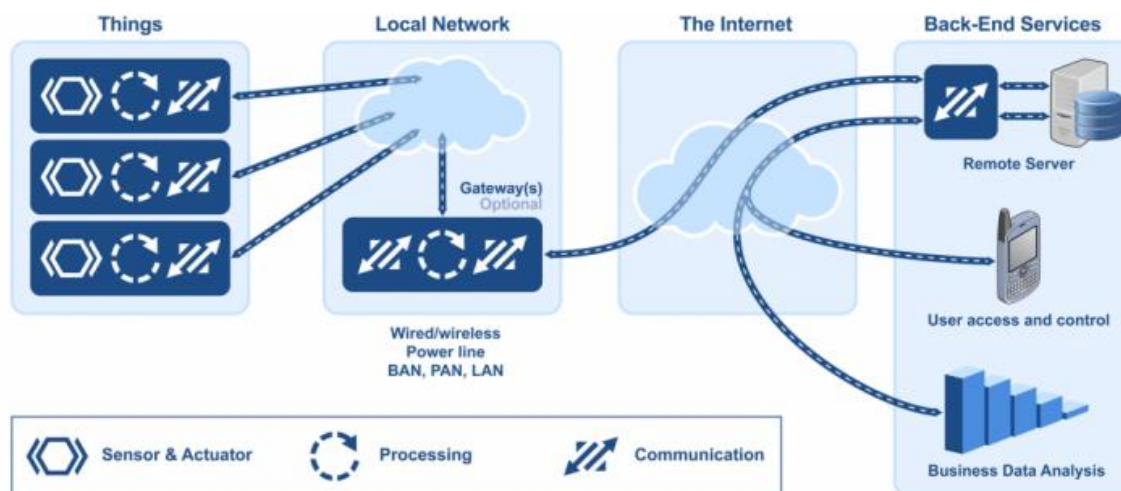
<p>Esineiden internet -sovelluksia on muun muassa seuraavilla aloilla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- terveydenhuolto: etävalvonta, lääkkeiden seuranta, kulunvalvonta jne.</li> <li>- älykäs valmistaminen: reaaliaikainen inventaario, tuotevirtauksen optimointi, omaisuuden seuranta, työntekijöiden turvallisuus, ennakoiva kunnossapito ja laitteiden ohjelmistopäivitykset</li> <li>- rakennus- ja kotiautomaatio: kulunvalvonta, energian seuranta, linkitetyt kodinkoneet, valaistuksen- ja lämpötilan hallinta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- autoteollisuus: informaatiojärjestelmät autossa, ennakoiva kunnossapito, johtimien korvaaminen ja telemetria</li> <li>- älykkäät kaupungit: asuntokohtaiset sähkömittarit, älykkäät katuvalot, liikenteen kontrollointi, valvontakamerat ja putkistovuotojen havainnointi</li> <li>- puettavat tietokoneet: älykello, fitness, viihde ja sijainninseuranta.</li> </ul>
---	---

Kuvio 2. Esimerkkejä IoT-sovellutuksista eri aloille (Keinänen & Sumujärvi 2019, 11)

Kuviossa 2 esitetään muutamia esineiden internetin sovellutusalueita. Käyttämähdollisuuksia on näiden lisäksi muitakin. Listan sovelluksista kestävä kehitystä tukevat ainakin ennakoiva kunnossapito, energian seuranta ja älykkään kaupungin sovellukset.

Teknologia ei ole merkityksetön asia, vaikka teknologiset rajoitteet eivät enää nykyään hankaloitakaan IoT-alustojen rakentamista. Aina kun on kyse yksittäisten laiteosien vaikutuksesta infrastruktuuriin eikä valmiita ratkaisuja ole tarjolla, yrityksen pitää itse kyetä mukautamaan olemassa olevaa tekniikkaa ja luomaan teollisen internetin edellytyksiä vastaava järjestelmä palvelemaan omaa liiketoimintaansa. (Collin & Saarelainen 2016, 140–142.)

#### 4.1.1 IoT-verkon rakenne



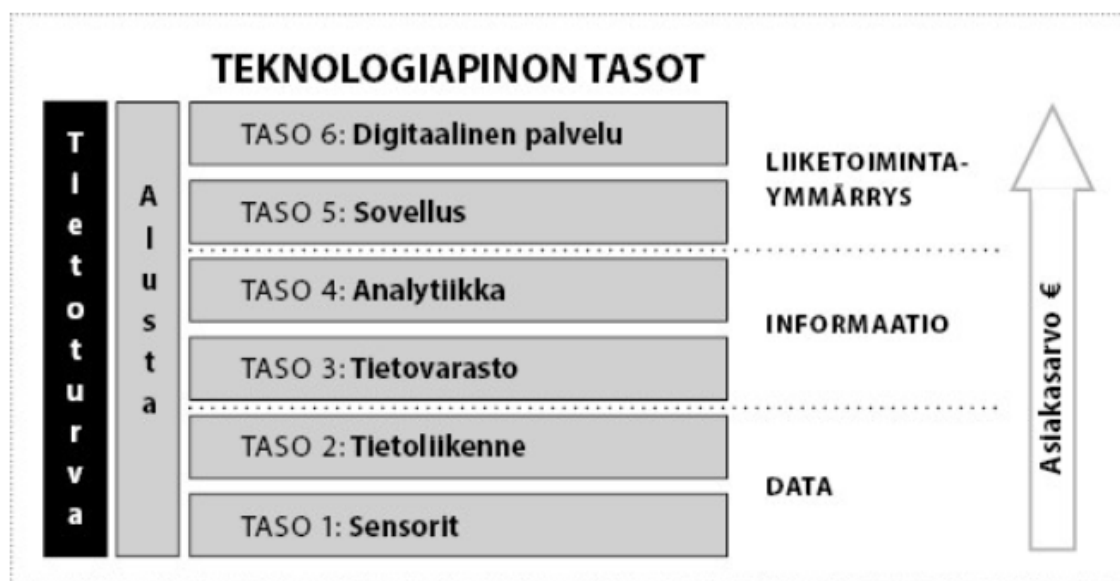
Kuvio 3. IoT-verkon rakennekuvio (Uppa 2017, 16).

Kuvion 3 rakenne on helpoin tapa IoT-verkon esittämiseen. Verkon neljä osaa tai tasoa ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Tason 1 laitteet (anturit ja toimilaitteet) liittyvät tiedonkeruuseen. Tason 2 laitteet käsittävät tiedonkeruun ja tiedonsiirtojärjestelmän, joiden avulla antureilta saatu tieto siirretään internet-osion tallennettavaan säilöön. Taso 3 käsittää tiedontallennuksen rajapinnan, jossa kerätty tieto varastoidaan ja analysoidaan. Kerätty ja analysoitu tieto hyödynnetään tason 4 taustapalveluissa, joissa graafiset ja visuaaliset käyttöliittymät mahdollistavat analysoidun tiedon helpomman ja havainnollisemman esittämisen. Kuvion 3 rakenne on vain yksinkertaistettu malli erilaisista laitteista ja siitä, kuinka ne toimivat keskenään IoT-alustalla.

Taustapalveluiden raportteja voidaan IoT-järjestelmässä hyödyntää vastavuoroisesti myös takaisinpäin sensoreiden ja toimilaitteiden suuntaan, jolloin tason 1 laitteita voidaan säätää raporttien pohjalta keräämään toisenlaista dataa uutta analysointia varten. Tällaisella vastavuoroisella kommunikoinnilla järjestelmää voidaan optimoida parempaan lopputulokseen, kun saadaan aiempaa tarkempaa analyysia, jolloin IoT-järjestelmästä tulee entistä tarkempi analyysiltaan ja käyttötarpeiden suhteen. Kun rajapinnat ovat vastavuoroisia, laitteiden ominaisuuksia pystytään hyödyntämään yhä paremmin ja näin IoT-alustaa voidaan kehittää jatkuvasti.

#### 4.1.2 IoT-järjestelmäkuvaus

IoT-järjestelmän yleisimpiä mallinnuksia on infrastruktuurin esittäminen teknologiapinon avulla (Collin & Saarelainen 2016, 141). Tällaisen kuvauksen perusteella IoT-järjestelmä jaetaan teknisiin osakokonaisuuksiin, mikä helpottaa tekniikan ja rajapintojen ymmärtämistä. Tämä malli on tarkempi tekniseltä kuvaukseltaan kuin verkon rakenteeseen sidottu malli.



Kuvio 4. IoT-infrastruktuuri teknologiapinon tasoilla (Collin & Saarelainen 2016, 142)

Kuvion 4 teknologiapinon infrastruktuurissa kuvataan tarkasti ne rajapinnat, joissa IoT-alustaan sisältyy erilaista teknisiä laitteita. Tässä esitystavassa on kuusi tasoa, jotka yhdessä muodostavat IoT-alustan. Näiden kuuden tason avulla kyetään tarkemmin rajaamaan tekniset rajapinnat ja niissä olevat teknologiset laitteet omiksi ryhmikseen.

Sensoreilta eli antureilta saatava informaatio asia, jota vaaditaan järjestelmän rakentamiseen. Se on IoT-järjestelmän pohja, jonka avulla muut rakenteet luovat asiakkaille haluttua lisäarvoa. Toisena pinossa sijaitsee tietoliikenneosio, joka kerää antureilta saadun tiedon ja siirtää sen varastoon. Varastoissa tieto säilytetään sekä analysoidaan käyttöä varten. Sieltä valmiiksi analysoitu tieto viedään sovellutuksien kautta palveluihin, joita ihmiset käyttävät kehitettyihin tarkoituksiin. Tieto pyritään pitämään helppolukuisena raporttien ja sovellusten avulla. Palvelusovelluksilla voidaan kasvattaa liiketoimintaa. Helppolukuisella analytiikalla ja palvelusovelluksilla on suuri vaikutus tiedon jatkohyödynnettävyyteen.

### 4.1.3 Tekniset laitteet

#### **Anturit**

Teollisen internetin perusta koostuu antureista, servoista, mittareista ja toimilaitteista. Se on siis tärkein taso, jolle tämä rakenne pääosin muodostuu. Tällä teknologiapinon pohjatasolla sijaitsevat koneet ja laitteistot, joiden tilasta ja toimintaympäristöstä anturit kykenevät kertomaan informaatiota infrastruktuurin korkeammille tasoille. Ilman antureilta saatua informaatiota ei olisi teollisen internetin käyttömahdollisuuksia. (Collin & Saarelainen 2016, 151.)

Tuotantoprosesseja tai yksittäisiä laitteita voidaan ohjata antureilta saadun informaation perusteella. Teollisen internetin tapauksessa näitä tietoja hyödynnetään laiteprosesseissa ja palvelurakenteissa. Anturitekniikan kehittymisen ja yleistymisen myötä antureiden käyttömahdollisuudet ovat edelleen lisääntyneet. Tämä laajentaa teollisen internetin mahdollisuuksia entisestään, muttei sovi kuitenkaan unohtaa, mitä käyttötarkoitusta varten antureita laitteisiin asennetaan. Nykyisin ei ole tarvetta säästellä anturoinnissa antureiden kustannusten vuoksi, mutta jokainen käyttökohde tulisi suunnitella erityisen tarkasti, jottei turhaan lisätä informaation määrää järjestelmässä. (Collin & Saarelainen 2016, 153.)

Anturitekniikka perustuu tietyn fysikaalisen ilmiön saamiseen sähköiseen muotoon. Aktiiviset anturit sekä lähettävät että vastaanottavat signaaleja, passiiviset ainoastaan vastaanottavat niitä. Anturit eivät toimi ikuisesti, sillä vähitellen niiden mittaustarkkuus huononee ja niiden luotettavuus, täsmällisyys ja muut ominaisuudet heikkenevät. IoT perustuu saatavan tiedon vakauteen, joten antureita pitää uusia ja tarvittaessa kalibroida. (Collin & Saarelainen 2016, 154–155.) Kunnossapidolla on teollisen internetin tiedon luotettavuuden kannalta suuri merkitys, ja anturitiedon tarkkuuden optimoimiseen tulisi laatia samanlainen huoltosuunnitelma kuin muillekin teknisille laitteille. Nämä huoltosuunnitelmat pitäisi sisällyttää muihin ohjelmiin, jolloin anturit myös kalibroitaisiin tai tarkastettaisiin tietyin väliajoin.

- kiihtyvyys, nopeus, asento, muu liike (mm. kiihtyvyyssanturi, gyroskooppi)
- lämpötila, ilmankosteus
- kaasun/nesteen paine/pinnankorkeus/virtaus (mm. paineanturi, barometri)
- kemiallinen ominaisuus/koostumus (mm. spektrometri)
- värähtely
- vastus, virrankulutus, muu elektroninen ominaisuus
- säteily: näkyvä valo, infrapuna- ja ultraviolettisäteily
- valoisuus, läheisyys
- biometria (sormenjälki, iiris)
- äänenvoimakkuus
- säädata, kuten tuulen nopeus.

Kuvio 5. Yleisimpiä anturityyppejä käyttötarkoituksien mukaan (Collin & Saarelainen 2016, 155)

Kuviossa 5 luetellaan yleisimpiä anturityyppejä käyttötarkoituksittain. Useat paikka- ja mitausanturit, kuten valokennot, absoluutti- tai pulssianturit ja virtausanturit, ovat kiinteä osa tuotantoprosessin ohjausta. RFID-, QR- ja viivakoodit on kehitetty tuotteiden tunnistamiseen ja niiden seuraamiseen. Niillä on käyttömahdollisuuksia myös tuotannon ulkopuolella, ja siksi ne mahdollistavat IoT-alustan kautta liiketoiminnallisen kasvun myös asiakkaiden suuntaan. Prosessiantureiden osalta IoT-alustan käyttömahdollisuuksia voidaan laajentaa tuotantovarmuuden parantamiseen ja ylläpidon helpottamiseen.

Anturin kustannukset riippuvat tietoliikennetarkaisuista, koteloinnista, virtalähteratkaisuista ja suunnittelu- ja tuotantokuluista. Yksittäisen anturin kustannukset voivat olla yhdestä useisiin satoihin euroihin. Antureiden käytössä on erityisen tärkeää, että ratkaisut ovat kustannustehokkaita ja tarpeenmukaisia (Niemi 2019, 59).

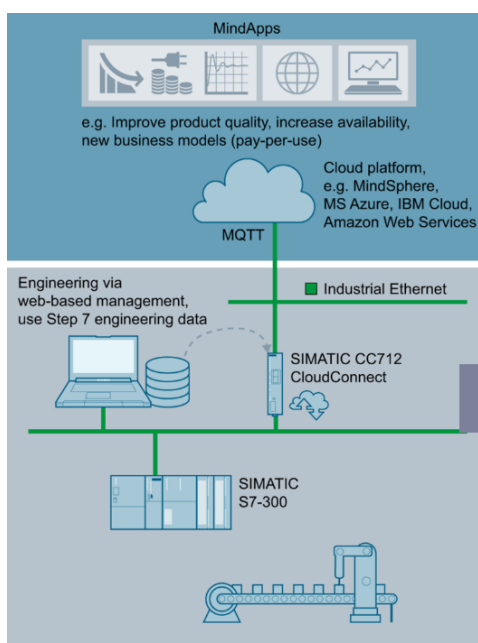
### Tietoliikenne

Tietoliikenne on teknologiapinon toinen kokonaisuus, jolla antureilta saatu tieto välitetään eteenpäin analytiikkaa ja varastointia varten. Protokollakeinoja ja -tapoja on useita, ja niiden yhteensovittaminen voi vaatia teknisiltä ratkaisuilta rajapintojen yhteensovittamista. Teollisen internetin kyvykkäitä tietoliikennetarkaisuja on useita. Selkein raja kulkee langattomien ja langallisten yhteyksien välillä, mutta käytännössä näitäkin ratkaisuja joudutaan käyttämään keskenään eri tavoin ristiin. Syitä siihen löytyy aiemmin käytetystä tekniikoista ja käyttötartteiden mukaisten ratkaisujen erilaisuudesta. (Collin & Saarelainen 2016, 164–165.)

IoT-alustan anturien tietoliikenne voidaan rakentaa monin eri tavoin. Tietoliikenneprotokollat vaihtelevat ominaisuuksiltaan, kuten kantamaltaan, tietoliikennenopeudeltaan ja energiakulutukseltaan. (Niemi 2019, 61.) Teollinen internet edellyttää eri tietoliikenneyhteyksien

käyttämistä, jolloin eri protokollat siirtävät dataa laitteiden, järjestelmien ja ohjelmien välillä, sillä standardisoinnin puuttuminen ja pirstaleisuus eri laitetoimittajien välillä on IoT-alustan huomattavin haaste (Collin & Saarelainen 2016, 165–182). Teollisen internetin tietoliikennetkaisuut vaativat tarkoin harkittua suunnitelmallisuutta, koska useiden laitekantojen yhteensovittaminen on haastavaa. Siksi näitä tietoliikennetkaisuja tulisi kyetä vertaamaan ja miettimään tulevaisuuden tarpeita huomioiden.

Verkkojen kolme kattavuusaluetta PAN/WPAN, LAN/WLAN ja WAN/WWAN sekä teollisuuden internet -alustat Profinet, Profibus, Ethernet/IP, EtherCAT, Sercos III ja Powerlink luovat pohjan prosessiteollisuuden tietoliikenteelle ja alustan antureilta saatavalle tiedonsiirrolle IoT-alustan käyttöön (Collin & Saarelainen 2016, 165–170). Anturitietojen pohjalta automaatiojärjestelmä ohjaa teollisuuden tuotantoprosessia, ja tämä on yleensä se pohja, jolle tietoliikenne tuotannon osalta teollisissa ympäristöissä rakennetaan.



Kuvio 6. Teollinen internet -verkkorakenne Profinet-automaatiojärjestelmässä (Siemens 2023)

Kuviossa 6 esitetään pelkistetysti IoT-alusta Profinet-automaatiojärjestelmässä, jota prosessiteollisuuden uusimmissa ohjaussovellutuksissa hyödynnetään. Erilaisten verkko- ja laiterajapintojen vuoksi yhdistämiseen joudutaan käyttämään gateway-ratkaisuja, kun järjestelmässä on protokollaltaan erilaisia laitteita ja yhdyssiltaratkaisuja. Erityinen ratkaisukeino IoT-alustan määrittelyiden käyttöön on gateway- eli yhdyskäytävätyyppi, kun hajautunutta tietoliikennedatata kootaan yhteen ennen sen toimittamista eteenpäin tietoliikenneverkossa (Collin & Saarelainen 2016, 191).

## Tietovarasto

Tietovarastoinnin pino käsittää SQL- ja NoSQL-tietokantatyypit. Näiden lisäksi datan säilytyksessä käytetään erilaisia hajautettuja ja keskitettyjä arkkitehtuureita sekä näiden integraatioita. SQL:n ja NoSQL:n merkittävimmät erot ovat rakenteessa, jolla datan sisältöä käsitellään. SQL tallentaa tietoa tarkkojen rajojien puitteissa, kun taas NoSQL on sisällön suhteen vapaamuotoisempi tallennusarkkitehtuuri ja voi tallentaa sellaistaakin dataa, jota ei ole ennakkoon rajattu mihinkään erilliseen tarpeeseen tai alueeseen. NoSQL kykenee tallentamaan kaiken saatavilla olevan tiedon, vaikka myöhempää tarkoitusta varten. NoSQL-tietokanta on sopeutuva, ja se sallii kirjavan tiedon tuomisen yhtenäiseen tietokantaan ilman tiedon järjestelmistä. Tämän vuoksi se houkuttelee teollisen internetin tallennusmuotona nykyisin. (Collin & Saarelainen 2016, 197–198.)

Tietokantatyypin lisäksi järjestelmää luotaessa täytyisi miettiä, miten ja millä tavoin tietoa varastoidaan. Varastointi voi tapahtua joko keskitetysti tai hajautetusti osana järjestelmää. Datan varastoinnin muotoon vaikuttavat hinta, nopeus, tietoturva, tiedon saatavuus ja käyttötarkoitus tai näiden yhdistelmä käyttötarpeiden mukaan. Valintoja täytyy pohtia niiden ominaisuuksien mukaan, sillä ei ole yhtä automaattisesti oikeaa ratkaisua. Kaikissa tilanteissa pilvipalvelu ei ole hyvä valinta tiedon tallennukseen, esimerkiksi kun datan käyttötarve ei kestä pilven latenssia eli viivettä tiedon hakemisessa. (Collin & Saarelainen 2016, 203.)

Integroinnit tuotannonohjausjärjestelmän osalta voivat olla osa tietovarastointia, mutta erillaisen käyttötarkoituksen vuoksi ne edellyttävät erillisen järjestelmän rakentamista tietojen hyödyntämistä varten (Collin & Saarelainen 2016, 204). Tuotannonohjausjärjestelmässä olevaa tietoa voidaan hyödyntää IoT-alustalla. Tällaista integraatiota hyödyntävää kokonaisuutta voisi kunnossapidon osalta toteuttaa niin, että varaosatieidot päivittyvät IoT:n tietokannan huoltotoimien osalta tuotannonohjausjärjestelmään, jolloin tuotannonohjausjärjestelmä pyrkii ylläpitämään varaosien tilauskantaa ja varastotilannetta tarpeen mukaan.

## Analytiikka

Analytiikkataso pyrkii tekemään päätelmiä antureista saadun informaation perusteella ja hyödyntäen vaikkapa reunalaskentaa. Datasta yritetään löytää tietoa, joka tuo varmuutta liiketaloudellisesti hankalien päätösten toteuttamiseen (Collin & Saarelainen 2016, 206). Reunalaskentaa pyritään suorittamaan mahdollisimman lähellä mittauspaikkaa, eikä tätä dataa tarvitse enää toimittaa erikseen käsiteltäväksi muualla verkossa, sillä lähempänä olevat prosessorit (CPU), grafiikkasuorittimet (GPU) ja tensorisuorittimet (TPU) ovat jo suorittaneet datan käsittelyn lähellä tiedonkeruupistettä (Gynther 2021, 79–80).

## **Sovellus**

Sovelluksen vaikutus teollisesta internetistä saatavan hyötyyn on oleellinen, sillä tällä portaalla aiempien teknologiatasojen tiedon merkitystä kasvatetaan omaa liiketoimintaa varten kehitetyillä ratkaisuilla. Sovellustasolla IoT-järjestelmä ilmenee todellisena tuotteena, jota asiakkaat ja työntekijät pystyvät hyödyntämään (Collin & Saarelainen 2016, 218).

## **Digitaalinen palvelu**

Digitaalisia palveluita täydentävät sovellutukset tuovat digitaalisten palveluiden mahdollisuudet käyttöympäristöihin ja laitealustoihin ja näin mahdollistavat niiden käytön kohderyhmilleen. Ne kasvattavat yrityksen teollisen internetin arvoa käytettävyydellään tai mahdollistamalla palveluiden myymisen eteenpäin. Digitaalinen palvelu integroi sovellutukset niitä käyttäviin alustoihin. Digitaalisissa palveluissa IoT-alusta lopulta kaupallistetaan. (Collin & Saarelainen 2016, 223.)

### 4.1.4 Merkittävimmät kaupallista toimintaa tukevat tekniikat tänä päivänä

## **Koneoppiminen**

Koneoppimista pidetään yhtenä analytiikan muotona, jota mieluusti hyödynnettäisiin reunalaskennan tavoin kohdepaikan läheisyydessä. Koneoppimisella koneet omaksuvat toimintaympäristöään, ja näin ne kykenevät parempiin tuloksiin kuin ennalta tehdyn ohjelmoinnin perusteella. (Collin & Saarelainen 2016, 209.)

Konenäkö on tilanteen simulointia kuvien pohjalta. Konenäkö valvoo tuotantoa ja laatua tarkastelemalla siitä saatuja kuvia tavoitteena erotella niistä hyödyllistä tietoa. Järjestelmä koostuu kuvankäsittelyohjauksen varassa olevasta automaattikamerasta ja valaistuslaitteista, joita käytetään tietokonepohjaisen käyttöjärjestelmän turvin. (Halinen 2017, 10.)

Koneoppiminen pyrkii järjestelmänsä turvin selvittämään tuotantotilanteen poikkeamat. Mitä voitaisiin täydentää laitteen toimintaympäristöä pidemmälle. Havaitut laatu-poikkeamat tuotteessa voitaisiin IoT-järjestelmän tiedoin myös korjata koneen toimintaympäristöön, ja näin voitaisiin koneoppimisen ja analytiikan keinoin korjata vikatilanteita ja maksimoida laatu. Koneoppiminen on tapahtuma, jossa laite osaa omaksua tilanteen mukaista tietoa ilman, että ihmisen tarvitsee ohjelmoida sitä (Keinänen & Sumujärvi 2019, 12).

## **RFID-, NFC-, QR- ja viivakooditunnistukset**

Helppimmillaan tuotteella on RFID- tai QR-koodin muodossa tunnistamiseen liittyvä merkintä, jolla tuote voidaan yksilöidä ja jäljittää. Tunnisteen kautta tuote hakee tai kertoo itseltään tietoa, jota voidaan myös käyttää internetin välityksellä. (Gynther 2021, 8.)

RFID on radioaaltojen käyttämistä tunnistamiseen. Sitä on hyödynnetty logistiikassa jo pitkään. (Collin & Saarelainen 2016, 180.) RFID-tagit sisältää lähetys- ja vastaanotinantennit, joiden kautta lukijalaitteet ja antenniasemat keskustelevat keskenään. RFID-tunnisteet voivat olla aktiivisia tai passiivisia. Aktiiviset tunnisteet lähettävät ja vastaanottavat viestejä, kun taas passiiviset kykenevät vain toimittamaan niitä. (Collin & Saarelainen 2016, 181.) Jos esineen tilanne- tai tilatietoa täytyy kyetä päivittämään, aktiiviset tunnisteet ovat ainoa vaihtoehto. Aktiivisen tunnisteiden virtalähde saattaa vaatia huoltotoimia.

NFC-tekniikka eli near field communication on nimensä mukaisesti luettavissa pelkästään lähialueelta. Matkapuhelinten tekniikka sisältää usein NFC-lukijan, ja NFC-tekniikkaa käytetään yleisesti lähimaksusovellutuksissa, mutta teollisuudessa sitä ei yleensä hyödynnetä. NFC-lähiluenta on radioliikennetekniikkaa, joka on selkeästi rajoitetumpaa kuin RFID-tekniikka, koska turvatekijöiden vuoksi kantama on rajoitettu alle seitsemään metriin. (Collin & Saarelainen 2016, 181.)

Viivakoodi on laitteella luettava tieto esineestä, johon koodi on asennettu. Sen hyötyjä ovat tiedon luotettavuus, luennan luotettavuus, nopeus, yksinkertaisuus ja alhaiset kustannukset. (Pulakka 2015, 15.) Viivakoodit ovat yleisimpiä tuotteen tunnistamistekniikoita, ja ne ovat olleet laajassa ja monipuolisessa käytössä jo pitkään. Käyttömahdollisuuksia voisi laajentaa nykkykameratekniikan ja teollisen internetin keinoin yhä laajemmin esimerkiksi palvelusovelluksiin.

### **Verkkoyhteydet**

Teollisten IoT-alustojen tarpeista keskusteltaessa nousee esiin tarve reaaliaikaiselle toiminnalle, korkeatasoiselle turvallisuudelle, järjestelmien yhteensovittamiselle, järjestelmäalustojen yhteistoimivuudelle, helpolle käyttöönotolle ja hallittavalle ylläpidolle. 5G-viestintätekniikan soveltamisesta teollisuusprosessien valvonnassa, laadunvalvonnassa, tiedonkeruussa ja etäkäytöissä keskustellaan laajasti, sillä 5G tarjoaa etuja kestävyuden, alhaisen viiveen, suurien tiedonsiirtonopeuksien ja laajasti tuettujen laitemäärien muodossa. (Varga ym. 2020, 3–7.) Viestintätekniikan kehittyessä langatonta verkkoa pystytään hyödyntämään yhä laajemmin IoT-sovellutuksien ja -alustojen rakentamisessa.

5G-tekniikan toivotaan tuovan IoT-tekniikkaan merkittäviä hyötyjä, ja siitä odotetaan tulevan tietoliikenteen keskeinen tekijä lähitulevaisuudessa (Collin & Saarelainen 2016, 177). Viimeaikaisissa tutkimuksissa 5G-tekoälytekniikoita on ryhmitelty tieteellisten käyttökeinojen mukaan. Niitä ovat palveluiden, verkkojen ja pilvialustojen sekä mobiilidatan hallinta. Palveluiden hallintaan kuuluvat muun muassa tukijärjestelmät, resurssien hallinta, vikojen paikannus ja analysointi sekä liiketoiminnalliset tukijärjestelmät ja turvallisuus. Verkko- ja pilvi-resurssiin kuuluvat toimintojen käyttöönotto, verkkotoiminto-organisaatio, verkon jaottelu

sekä vihreät käyttömahdollisuudet. (Varga ym. 2020, 28.) IoT-alusta mahdollistaa laaja-alaisen ympäristön erilaisine palveluineen, joihin 5G-tekniikka antaa aiempaa monipuolisemmat mahdollisuudet jopa laitteiden kaukokäyttöönottoihin ja vikojen paikannuksiin. 5G-verkkoalustojen kehityksessä on jo huomioitu erilaiset käyttömahdollisuudet ryhmittelemällä näitä ominaisuuksia erilaisiin rajapinta-alueisiin.

## 4.2 Energiatehokkuus

Energiatehokkuuden kehittäminen on esimerkiksi metsäteollisuudelle kilpailullisen haasteen lisäksi myös globaali haaste ja yksi tärkeimpiä keinoja ilmastonmuutoksen torjumiseen (Heinonen 2020, 19). Tarpeet parantaa energiatehokkuutta tulevat siirtymään kaikille teollisuudenaloille jollain aikavälillä, koska taloudelliset ja ympäristölliset tekijät ohjaavat siihen suuntaan. Siksi sen kehittämiseen tulee nykyisin kiinnittää huomiota aiempaa herkemmin, ainakin uutta tuotantoa rakentaessa ja vanhempaa modernisoidessa.

Sähkökäyttöjen energiansäästön parantaminen perustuu pääosin laitteistojen hyvään mitoittamiseen, käytön mukaiseen ennakkohuoltamiseen, laiteusintojen hyötysuhteiden tarkastelemiseen ja toiminnallisuuksien yksinkertaistamiseen (Heinonen 2020, 27). Laitemitoitukset ja hyötysuhdemääritykset kuuluvat esimerkiksi sähkö- ja automaatiotekniikan ammattilaisen perusosaamiseen, mutta siitä huolimatta oikeanlaisen laitteen valinta vaatii moniosaisen tiedon hallintaa.

Energiatehokkuuden mittariksi muodostuu helposti energiankäyttö suhteessa tuotantoon, koska energiatehokkuutta ei voi määrittää yleisesti hyväksytysti, sillä elinkaaren eri vaiheet vaikuttavat energiankulutukseen monin eri tavoin. Energiatehokkuuteen vaikuttavat useat eri tuotantotekniset seikat. Laitteen energiatehokkuus heikkenee tyypillisesti kulumisen myötä. Toisena energiatehokkuuden indikaattorina voidaan pitää materiaalin tai raaka-aineen kulutusta. Kolmantena energiatehokkuuden mittarina pidetään tuotteen käyttöikä. Korjaustarve kasvattaa ympäristövaikutuksia ja energiankulutusta. (Hoteinen 2022, 12.)

Energiatehokkuuteen vaikuttavat monet tekijät, joita voidaan parantaa sähkö- ja automaatioteknisin ratkaisuin, optimoimalla tuotantoprosessien ajotapoja ja soveltuvilla laitevalinnoilla. Materiaalien kulutusta voidaan pyrkiä vähentämään optimoimalla tuotantoa. Laitteiden käyttöikä sekä korjaus- ja uusintatarpeeseen voidaan vaikuttaa laitevalinnoilla, käyttömäärillä ja ennakkohuoltotoimenpiteillä. Hankintojen yhteydessä on hyvä arvioida laitteiden soveltuvuutta omaan tuotantoon. Käyttömäärät laitteille voidaan tuotannon optimoinnilla kasvattaa, jolloin automatisoituja prosesseja jaksottamalla pystytään yksittäisen laitteen käyttömääriä lisäämään suhteessa sillä saavutettavaan tuotantomäärään. Laitteiden käyttöikä kyetään myös pidentämään oikein ajoitetuin ennakkohuoltoin.

Teollisuuden energiatehokkuus on kasvanut viime vuosikymmeninä, mutta edelleen on paljon mahdollisuuksia parannuksiin. Energiatehokkuutta pystytään parantamaan tuotantoa optimoimalla ja hyödyntämällä uudentyypistä, tehokkaampaa teknologiaa ja laitteistoja. Parhaiten energiatehokkuutta edistetään ottamalla käyttöön vain parasta mahdollista teknologiaa. Hyötysuhteeltaan paremmat laitteet, kuten kattilalaitteet ja sähkökäytöt, parantavat energiatehokkuutta. (Pekonen 2012, 17.)

Energiatehokkaiden koneistojen yhdistäminen voi olla haastavaa, jos siihen kykenevä henkilökunta puuttuu (Pekonen 2012, 18). Uudenlaiset tekniikat kasvattavat uudenlaisen oppimisen tarpeita. Tällaisia taitoja täytyy kehittää, jotta selvittäisiin uusista haasteista ja pystyttäisiin käyttämään viimeisimpiä sovellutuksia ja laitteita parhaalla mahdollisella tavalla.

Kustannussäästöjen tuomisen ohessa energiatehokkuus voi lisätä tuotteen ominaisuuksia sekä parantaa tuotantokapasiteettia ja -tehokkuutta sekä yrityksen kilpailukykyä (Aaltonen 2009, 23). Energiatehokkuutta voidaan parantaa tuotantokapasiteetin optimoinnilla. Tämä myös kasvattaa tuotantomääriä ja lyhentää tuotantoaikoja, jos erilaisten tuote-erien ajoa automatisoidussa tuotannossa pystytään suunnittelemaan ennakkoon. Erilaiset tuotantoerät voivat vaatia isoja muutoksia tuotantoon. Hyvällä suunnittelulla aikaa ei menisi tuotantoerien vaihtoaikojen valmisteluun, vaan koneet kävisivät pidempään. IoT-alusta voisi antaa dataa tuotannon suunnittelua varten.

Yksinkertaisin keino pienentää energiankulutusta on vanhojen laitteistojen vaihtaminen tehokkaampiin. Asiakkaat hankkivat yleisesti uudet kodin laitteet hankintahinnan mukaan eivätkä energiankulutuksen perusteella, vaikka laajemmalla aikavälillä se ei olisikaan kustannustehokasta. (Aaltonen 2009, 27.) Laitehankintojen yhteydessä laskelmissa tulisi huomioida hankintahinnan lisäksi myös käyttökustannuksia, jolloin laitteiden todellinen kustannustaso tulisi kokonaisuudessaan esiin.

Energiatehokkuus tulisi liittää johonkin sellaiseen asiaan, joka on ihmisille sekä tärkeä että kiinnostava. Energiatehokkuuden kasvattaminen edellyttää konkretiaa, havaintoja ja niiden yhteismerkityksellisyyttä. Yritysten energiatehokkuutta pystyttäisiin kehittämään esimerkiksi ulkopuolisen toimijan suorittamien energiakatselmuksien kautta. (Aaltonen 2009, 27–32.) Kun energian kulutusta tarkkailtaisiin riippumattomien toimijoiden kautta, yrityksiin syntyisi kiinteitä toimitapoja ja selkeitä pyrkimyksiä, joita pystyttäisiin vertaamaan aiempiin tuloksiin.

Käyttö- ja ajotapojen muuttaminen on verrattain edullinen keino parantaa energiatehokkuutta. Prosessiautomaatiikan uudistaminen kohentaa tuotannon tehokkuutta ja valmistetun tuotteen laatua. Laitteinvestointien energiatehokkuuden huomiointi maksaa itsensä takaisin lyhyessä ajassa kustannussäästöjen muodossa. (Aaltonen 2009, 33.)

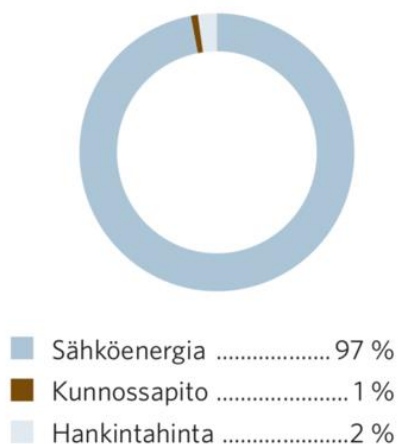
Antureiden virrankulutus ja käyttötarkoitus voivat merkittävästi vaikuttaa IoT-järjestelmän energiatehokkuuteen ja huoltotarpeeseen, jos nämä jännitesyötöt tarvitsevat säännöllistä uusimista, kuten paristo- tai akkutoimiset laitteet. Anturit käyttävät virtalähteenään paristoja, joten paristojen kulutus on tärkeässä roolissa. Sitä voidaan pienentää pidentämällä mittausväliä. (Collin & Saarelainen 2016, 161.)

Yleistymässä ovat sellaiset anturit, jotka kykenevät saamaan energiansa toimintaympäristöstään, kuten lämpötilaerosta tai liike-energiasta. Vastaisuudessa anturien virransyöttö voi tapahtua myös langattomasti tai niihin kytketyiltä aurinkopaneeleilta. (Collin & Saarelainen 2016, 161–162.) Sähköjakelun nykyiset ja tulevat innovaatiot helpottavat anturien asennusmahdollisuuksia entisestään ja kasvattavat energiatehokkuutta, sillä ne poistavat riippuvuuden ulkopuolisesta energiasta.

### **Energiatehokkuuden laskentamalli**

Seuraavassa laskelmassa esitetään, miten sähkökäyttöjä voidaan hyödyntää energiatehokkuuden parantamiseen. Siinä ei kuitenkaan pystytä huomioimaan kaikkia hyötyjä, kuten jarruenergian generoitumista ja sen siirtämistä takaisin sähköverkkoon, sillä vaativampien tekniikan hyödyntämismuotojen hyötyjen arvioinnissa on huomioitava laajempia kokonaisuuksia. Pienet taajuusmuuttajat kykenevät hyvin generoimaan liikkeestä saatavaa energiaa takaisin sähköverkkoon lisämoduulin avulla, joka ei tarvitse edes erillistä tahdistusta energian syöttämiseksi verkkoon. (Varjonen 2021, 56.)

Energiatehokkuuden parannus moottorikäyttöjen osalta tapahtuu yksinkertaisimmillaan niin, että sähkökäytöt korvataan taajuusmuuttajakäytöillä. Erään tunnetun laitevalmistajan mukaan kulutus laskee noin 50 prosentilla, kun sähkökäyttö korvataan taajuusmuuttajakäytöllä. Taajuusmuuttajakäytöt ovatkin jo usein teollisuuden arkipäivää. Sähkökäyttöjen energiatehokkuutta voidaan parantaa optimoinnilla, huoltotoimenpiteillä ja laitteiden uusimisella. Moottori- ja taajuusmuuttajakäyttöjä voidaan optimoida monin tavoin, kuten mitoittamalla laite oikein, vaihtamalla laite energiatehokkaampaan tai muuttamalla tuotannon ajotapaa. IoT voisi antaa tuotannon optimointiin sellaisia keinoja, joiden havaitseminen olisi muutoin haastavaa, ja lisäksi se kykenisi antamaan tietoa tehtyjen muutoksien vaikutuksista. Sähkökäytön toiminta-ajan lyhentäminen 10 prosentilla säästää enemmän energiaa kuin sen vaihtaminen energiatehokkaampaan kokonaisuuteen (Motiva 2009, 13).



Kuvio 7. Sähkömoottorin elinkaaren aikaiset kustannukset (Motiva 2011, 6)

Kuvio 7 havainnollistaa sähkömoottorin elinkaarikustannuksia vuonna 2011. Laitteiden energiatehokkuus on parantunut ja kustannukset laskeneet. Laitteiden käyttöön kulunut sähköenergia on edelleen merkittävin kuluerä. Lisäksi energian hinta on tuotannolliseen toimintaan liittyvä epävarmuustekijä, jota pienentämällä voidaan vähentää yrityksen riskejä. Energiankulutusta pystytään vähentämään myös vaihtamalla laitteita energiatehokkaampiin ja huoltamalla laitteita, koska huoltotoimenpiteet vaikuttavat laitteiden hyötysuhteeseen. Seuraavaksi mallinnetaan yksinkertaisella esimerkillä tuotannon optimoimisen vaikutusta energiankulutukseen.

### **Esimerkilaskelma toiminta-ajan optimoinnin keinoin**

Laskelmassa käytetään energiaviraston ilmoittamaa Suomen keskimääräistä sähkön aluehintaa vuodelta 2022. Tuona vuonna kuluttajahintataso oli 154 €/MWh, joka oli 113 prosenttia korkeampi kuin edellisenä vuotena ja korkein kautta aikojen (Energiavirasto 2023).

Laskelmassa käytetään 5,5 kW:n sähkömoottoria. Sen hyötysuhde on 87 prosenttia eli varsin korkea, ja se on kooltaan alempaa keskiluokkaa, jota teollisuus usein käyttää. Käyttötuntien määräksi arvioitiin 8 000, joka vastaa kolmivuoroisen teollisuuden käyttömäärää huoltotoimintaan. Liitteessä 12 sähkön hintakehitys Suomessa.

Tuotannon optimoinnin vaikutus käyttökuluihin sähkön keskimääräisen vuosihinnan mukaan	Vuonna 2022	Vuonna 2021	Vuonna 2013
Sähkömoottorin koko (kW)	5,5	5,5	5,5
Sähkömoottorin hyötysuhde	87 %	87 %	87 %
Käyntiaika (h/y)	8000	8000	8000
Energian tukkuhinta kyseisenä vuonna (€/kWh)	0,154	0,074	0,042
Käyttökustannukset ilman tuotannon optimointia (€)	7656,88	3679,28	2088,24
Käyttökustannukset 10 % tuotannon optimoinnilla (€)	6891,19	3311,35	1879,42
<b>SÄÄSTÖ (€)</b>	<b>765,69</b>	<b>367,93</b>	<b>208,82</b>

Kuvio 8. Esimerkkilaskelma

Kuviossa 8 esitetään se käyttökustannussäästö, jonka tuotantoprosessin optimointi tuo yhden moottorin kohdalla. Vaikka laskelma on pelkistetty keino optimoinnin hyötyjen esittämiseen, sen avulla on helppo hahmottaa, millaisen säästön optimointi voisi tuoda. Optimoinnin säästöjä vertaillaan vuositasolla, jotta nähtäisiin epävarmuustekijöiden vaikutus tuotannolliseen toimintaan. Optimointitoiminnot eivät vaadi yksinkertaisimmillaan mitään hankintoja.

#### 4.3 Elinkaarimalli huoltotoimien ja käyttöönoton kannalta

Energiatehokkuuteen vaikuttavat elinkaaren eri vaiheet. Elinkaari jaetaan tuotteen valmistukseen, lopputuotteeseen, tuotteen käyttämiseen sekä tuotteen uusiokäyttämiseen ja kierrätykseen. Huoltaminen sisältyy elinkaarimallin tarkasteluun. (Hoteinen 2022, 14.) Elinkaarta voidaan pidentää ja energiatehokkuutta parantaa laitteen oikeanlaisen käyttösuunnitelman mukaisilla toimilla. Huoltotoimilla on suuri vaikutus elinkaaren pituuteen. Näin ollen huoltotoimilla pystytään myös vähentämään ympäristön kuormitusta.

Teknisen käyttöiän ja energiatehokkuuden maksimoimiseksi säännönmukainen huoltotoiminta on välttämätöntä (Hoteinen 2022, 20). Kunnolliset huoltotoimet parantavat prosessilaitteiden toimivuutta ja lisäävät niiden käyttöikä (Aaltonen 2009, 33). Ilman huoltoa ei voida saavuttaa laitteen mahdollista maksimaalista käyttöikä. Säännöllinen huolto mahdollistaa parhaan energiatehokkuuden laitteen elinkaaren aikana, sillä sen ansiosta laite toimii koko käyttöikänsä ajan niin kuin se on alun perin suunniteltukin. Huoltotoiminnassa täytyisi tunnistaa laitekannan erilaiset tarpeet ja se, miten huoltotoimet tulisi ajoittaa, jolloin yllättäviä tuotanto-ongelmia pystyttäisiin vähentämään. Huollon tarve vaihtelee laitteen elinkaaren mukaan, ja vian mahdollisuus on suurin laitteen käyttöiän alku- ja loppupuolella (Hoteinen 2022, 22).

Energialaitoksissa ylimääräistä energiankäyttöä lisäävät heikot säätöarvot, laitteiden liiallinen huipputeholla käyttö ja riittämättömät huoltotoimet. Heikot säädöt voivat heikentää tuotantoa, Hyötysuhde heikkenee, jos laitteet mitoitetaan liian suuriksi tuotantoon nähden. (Aaltonen 2009, 34.) Huoltotoimiin voi sisältyä myös laitteistojen ja tuotannon optimointiin liittyviä säätötoimia, jotta laitteiden hyötysuhde olisi kulloisenkin tuotannon kannalta paras mahdollinen. Laitevalintoja tehtäessä olisi valittava tarkasti käyttökohdetta vastaavat laitteet, jotta energiatehokkuus olisi parhaalla mahdollisella tasolla.

Eräässä polkupyöriä huoltavassa liikkeessä huolto- ja korjauskoodit pystyttiin tallentamaan. Näin seurattiin jokaisen polkupyörän elinkaaritietoa IoT-tekniikan avulla. Tätä tietoa pystyttiin myös hyödyntämään asiakaspalvelussa laitteen eri elinkaarivaiheissa. (Tu ym. 2016, 6.) Elinkaaren mallinnuksessa voidaan yhdistää IoT-tekniikan ja laitekannan tietoja tarjoten kohdennettuja palveluita eri tuotteille. Tämä voi liittyä esimerkiksi laitteiden eliniän kasvattamiseen tai energiatehokkuuden lisäämiseen.

Caruna Oy:n huomioiden perusteella on havaittu tarvetta tehostaa kunnossapitoa, sillä usein kohteen tieto välittyy vasta siinä vaiheessa, kun laite jo vikaantuu, ja tällöin huoltotoimenpiteet voivat olla jo liian myöhäisiä. Ajankohtaisilla kunnossapitotoimilla vältetään suuremmilta korjauskustannuksilta ja sähkönjakelukatkoilta. (Rauhalampi 2020, 26.)

RCM:llä eli Reliably Centered Maintinancella pyritään luotettavuuskeskeiseen kunnossapitoon, jolla pyritään ehkäisemään laitevikoja. RCM:llä saavutetaan hyötyä turvallisuuden parantumisen, ympäristöpäästöjen vähenemisen, laitteiden luotettavuuden paranemisen, tuotteiden laadun säilymisen, kunnossapidon hyvän optimoinnin, laitteiden pidemmän käyttöajan saavuttamisen, organisaation paremman yhteistyön tekemisen sekä laitetietokantojen parantuneen käytön muodossa. (Ikäläinen 2021, 30–32.) Luotettavalla kunnossapidolla saavutetaan useita hyötyjä tuotantoon. Tämä parantaa tehtaan kilpailukykyä ja kannattavuutta ja johtaa parempiin tuloksiin.

Laitteen elinkaaren optimointiin vaikuttavat useat seikat. Laite saattaa olla osa tärkeää kokonaisuutta, jolloin huolto tulee sijoittaa sellaisiin ajankohtiin, joina laitetta on tuotannon kannalta mahdollista huoltaa (Ikäläinen 2021, 35). Koska mahdollisuudet huoltoon ovat rajallisia, olisi tärkeää saada laitteelta diagnostiikkatietoa, jottei tavallista nopeampi kuluminen johtaisi yllättäviin tuotantokatkoksiin. Vikaantuneita laitteita pitäisi huoltaa jo ennen mahdollisia rikkoja, ennakoon.

#### 4.4 Kestävä kehitys ja teollisuus

On laadittu useita kestävän kehityksen agendoja, joita eri toimijat pyrkivät omalta osaltaan toteuttamaan. Yhdistyneet Kansakunnat eli YK on laatinut agendan vuodelle 2030. Suomen

YK-liiton sivuilta löytyy 17-kohtainen kestävä kehityksen tavoitteita käsittelevä kokonaisuus. Hyvin toteutettu kestävä kehityksen päämäärä parantaa muidenkin osa-alueiden tavoitteita. Esimerkiksi ilmasto vaikutusten torjuminen edistää oikein toteutettuna myös jokaista muuta tavoitetta, sillä tavoitteet muodostavat kokonaisuuden, jonka osat vaikuttavat toisiinsa. (Suomen YK-liitto 2023.)

Heinäkuussa 2020 tiedotetun päämäärän mukaisesti pyritään kehittämään sähkö-, lämpö-, liikenne ja teollisuussektorin sekä energiasektorin ja -teknologioiden välistä yhteistyötä, jotta pystyttäisiin saavuttamaan vuodelle 2050 asetetut ilmastoneutraalisuustavoitteet. Suunnittelulla, motivoivalla säännöstelyllä ja suurilla, välttämättömillä investoinneilla pyritään merkittävään päästöjen vähentämiseen. Digitalisaatio mahdollistaa isojen teollisuuslaitoskokonaisuuksien optimoinnin yksittäisten energiatehokkuustavoitteiden sijaan. (Motiva 2021, 9–11.) Digitalisaatio IoT:n turvin antaisi työkalut tavoitteiden saavuttamiseen.

Sähkönkulutus kasvaa peräti 48 TWh nykyhetkestä vuoteen 2050, ja energiankäytön muutosten takia teollisuuskasvun osuus tästä on noin 80 prosenttia (Motiva 2021, 14–15). Kun sähkönkulutus kasvaa näin paljon, energiatehokkuus on erityisen tärkeä tarkastelun kohde ja sitä täytyy kaikin mahdollisin keinoin pyrkiä edistämään.

Kestävä kehityksen arvot eivät jää pelkkiin ympäristöarvoihin, vaan myös yhteiskunnan ja yksilön hyvinvointi, talouskasvu ja teknologinen kehittyminen liittyvät siihen (Kugblenu 2018, 38). Yritysten lähtökohdista ajateltuna kestävä kehitys on merkittävä mahdollisuus taloudellisiin saavutuksiin, mutta se edellyttää halukkuutta teknologiseen kehitykseen ja uusien mahdollisuuksien jatkuvaa pohdintaa.

Teknologiateollisuuden linjausten mukaisesti sähkö- ja automaatiotekniikoiden parissa työskenteleviltä odotetaan vähähiilikartan mukaisia tekoja automaatioon, sähköistämisen ekologisuutta, energiatehokkaiden moottorien huomioimista ja vastaavia teknisiä painotuksia asian suhteen (Teknologiateollisuus ry 2022). Hiilijalanjälki on yleisimpiä päästöjen vähennykseen käytetyistä mittareista, kun selvitetään palvelun tai tuotteen hiilineutraaliutta. Hiilijalanjälki on merkittävä tekijä markkinoinnissa, kun halutaan vertailukeinoin esittää tuotteiden ilmasto vaikutuksia, ja se on keskeinen käsite kestävä kehityksen päästömittauksessa. (Laasasenaho ym. 2020, 26.)

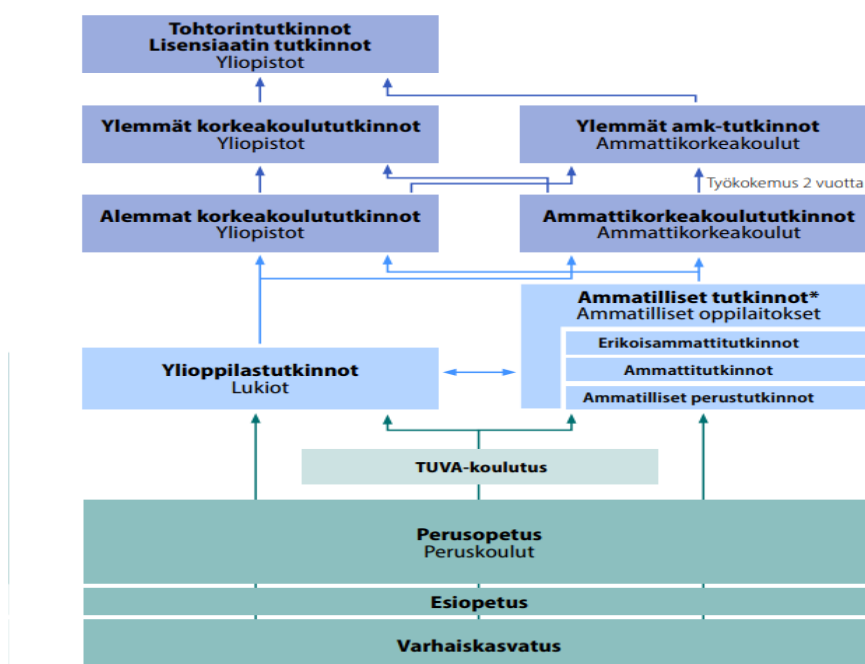
Tulevaisuudessa automaation suurimman kehityksen ja kasvun arvellaan tulevan palveluista ja sovellutuksista, joissa se painottuu ympäristö- ja energiatehokkuusratkaisuihin (Keinänen & Sumujärvi 2019, 10). Ekologisuus ja energiansäästö on merkittävä houkutin uudenlaisten teknisten ratkaisujen tekemiseen.

Teollinen internet, energiatehokkuus ja kunnossapidon elinkaarimallit tukevat kestävien arvojen toteutumista. Vaikka nämä yksittäisinä ratkaisuinakin pystyisivät hyvin edistämään kestävä kehityksen asiaa, niin yhtenäisenä kokonaisuutena ne tukevat toisiaan entistä enemmän ja kasvattavat mahdollisuuksia kestävien arvojen toteutumiseen.

## 5 Sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen koulutus

### 5.1 Koulutusjärjestelmä

Koulutusjärjestelmämme alkaa varhaiskasvatuksesta ja jatkuu aina korkea-asteeseen asti. Työssä keskitytään taitoihin, joita koulutusjärjestelmämme reitin varrella ammatteihin valmistuville opettaa. Ammattiin johtavia portaita suomalaisessa koulutusjärjestelmässä ovat toisen asteen oppilaitokset sekä ammattikorkeakoulut ja korkeakoulut.



Kuvio 9. Suomen koulutusjärjestelmä (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023)

Kuviossa 9 esitetään Suomen koulutusjärjestelmä kokonaisuudessaan. Tässä työssä keskitytään vain siihen koulutusjärjestelmän osaan, joka liittyy tutkimuskysymykseen.

#### Toisen asteen opinnot

Toisen asteen opinnot johtavat ammatilliseen tutkintoon tai ylioppilastutkintoon. Näistä tutkimuksen piiriin kuuluvat sähkö- ja automaatioalan ammattitutkinto ja erikoisammattitutkinto ja näistä tutkintolinjoista sähkö- ja automaatioasentajien ammatit sekä sähkö- ja automaatioalaa sivuavat asentajien muut pätevyudet. Asentajan ammatissa pääpaino on laiteasentamisen hallitsemisessa.

Ammatillinen koulutus tapahtuu perusopetuksen jälkeen, ja se on suunnattu ammatillista osaamista tarvitseville. Ammatillinen koulutus toteutetaan tutkintojen ja koulutuksen toimintaperiaatteiden mukaan, joita ohjataan ja valvotaan opetus- ja kulttuuriministeriön laatimin

säädöksin. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023.) Opetus- ja kulttuuriministeriö valvoo tarkasti ammatillisen koulutuksen rakennetta. Koulutuksen tarjoajien itsemääräyksen puute näkyy siinä, että eri toimijoiden opintosuunnitelmat ovat sisältörakenteeltaan hyvin samantlaisia.

Kestävän kehityksen teemat toisen asteen tutkinnoissa noudattelevat ePerusteet-opintorakenteessa ilmoitettua kokonaisuutta. Pakollisena opetetaan yhden opintopisteen verran kestävän kehityksen edistämistä ja 15 opintopisteen verran ilmastovastuullista toimintaa. Näissä opinnoissa kerrotaan, millaisiin asioihin omassa toiminnassa voi vaikuttaa. (ePerusteet 2023.)

Opetus- ja kulttuuriministeriön valvonnan vuoksi vuorovaikutusta koulutusten ja työelämän välille ei tavallaan pääse syntymään, sillä opintorakenne ei jousta työelämän muutoksiin helposti. Tämä työ kuitenkin pyrki selvittämään työelämän ja koulutuksen välistä suhdetta. Siksi toisen asteen koulutuksen sisältö ja siinä opetettavat kestävän kehityksen keinot eivät ole tämän tutkimuksen kannalta olennaisia, vaikka toimet voisivat olla käytännön tasolla hyvinkin merkityksellisiä.

### **Ammattikorkeakoulut**

Ympäri Suomea toimii yhteensä 22 ammattikorkeakoulua. Lisäksi Ahvenanmaalla toimii Högskolan på Åland ja Tampereella Poliisiammattikorkeakoulu. Ammattikorkeakoulut ovat autonomisia ja tarjoavat korkeakouluopetusta ammatillisiin tehtäviin. Ammattikorkeakouluilla on mittava itsenäisyys opetukseen ja tutkimukseen. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023.)

Opetuksen itsenäisyys on mahdollistanut eri ammattikorkeakoulujen erikoistumisen niiden haluamaan suuntaan. Pääpainotus on usein alueellisessa yritystoiminnassa. Ammattikorkeakouluilla on huomattava merkitys yhteiskunnallisen ja alueellisen asiantuntemuksen kehittämässä sekä alueen tehokkuuden kasvattamisessa ja elinkeinoelämän parantamisessa (Kallioinen 2014).

### **Ylemmät ammattikorkeakoulututkinnot**

Ylempään ammattikorkeakoulutukseen pääseminen edellyttää aiempaa ammattikorkeakoulu- tai korkeakoulututkintoa vastaavalta alalta ja tämän lisäksi vähintään kahden vuoden työkokemusta alalta. Ylempi ammattikorkeakoulutus sivuaa ammattikorkeakoulujen pääopintolinjojen suuntaa, koska ylemmällä ammattikorkeakoulutasolla on tarkoitus syventää korkeakouluosaamista entisestään. Ylempi ammattikorkeakoulututkinto mahdollistaa ammatillisten taitojen vahvistamisen työelämässä saadun osaamisen jälkeen (Opintopolku 2023).

Kestävään kehitykseen liittyvät aiheet ovat samoja kuin ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan puolella, esimerkiksi koneoppiminen ja teollinen internet. Pääpaino YAMK-tutkinnossa on erikoistumisessa, jolloin koulutuskokonaisuuksiin voi kuulua esimerkiksi älykästä teollisuutta, robotiikkaa tai vähähiilistä rakentamista. Ammattiosaamisen syventäminen lähtee liikkeelle työelämän havainnoista. Tavallaan siis jo opintojen sisältö vastaa tutkimuskysymykseen siitä, mitä työelämä toivoo. Näin ollen kestävän kehityksen teemoja sähkö- ja automaatiotekniikan alalla ylemmässä ammattikorkeakoulussa vertailtiin ainoastaan ammattikorkeakoulujen vastaaviin kestävän kehityksen teemoihin.

## **Yliopistot**

Yliopistot antavat korkeinta koulutusta Suomessa. Niiden toiminta perustuu tieteelliseen tutkimukseen ja sitä tukevaan opetukseen. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023.) Koska yliopistotutkinnot tähtäävät enemmän tutkimukseen ja kehittämistoimintaan, ne ovat lähempänä uusien ideoiden ja teknologioiden kehittämistä kuin nykyisten teknologisten keinojen hyödyntämistä. Tässä tutkimustyössä tutkimuskysymys rajattiin sähkö- ja automaatiotekniikan ammattihenkilön kykyihin toimia nykyisessä työelämäympäristössä kestävän kehityksen tietoineen, jolloin uudet keksinnöt eivät vastaa tutkimuskysymykseen.

### 5.2 Sähkö- ja automaatiotekniikka

#### **Sähkötekniikka**

Sähkötekniikka on tieteenala, jossa pyritään laskemaan ja päättämään sähköisiä ilmiöitä ja hyödyntämään niitä erilaisissa laitteissa. Sähköalaan sisältyvät tasa- ja vaihtosähkötekniikat sekä magnetismin teoria ja toiminta (Ahoranta 2013, 3).

Sähkön vaikutuskeinoja ovat lämpövaikutus, valovaikutus, kemiallinen vaikutus ja magneettivaikutus. Lämpövaikutusta hyödynnetään lämmityskeinona: sähkön resistanssin synnyttämää lämpöä hyödynnetään laitteissa. Valoa syntyy sähkön avulla esimerkiksi valaisimiin. Kemiallisia vaikutuksia hyödynnetään akku- ja paristoteknologioissa sekä vaikkapa pinnoitteiden kiinnittämisessä materiaaleihin. Magnetismia hyödynnetään hyvin yleisesti esimerkiksi sähkömoottoreissa. (Keinänen & Sumujärvi 2019, 24–25.)

Sähköenergian hyödyntäminen on useiden vaikutuskeinojen ja ammattiosaamisten yhteinen kokonaisuus, ja nämä osaamiset ovat omia erikoistumisalojaan. Ylempänä esitettyjä ratkaisuja voisi pitää nykypäivänä hyvin tavanomaisina, mutta näihinkin keksintöihin on tarvittu aikoinaan vahvaa perusosaamista ja sähkötekniikan tuntemista.

## **Automaatiotekniikka**

Automaatiotekniikka hyödyntää sähkötekniikkaa ja sähköisiä ilmiöitä ohjaustekniikan osana. Tällaisia laitteita ja järjestelmiä käsitellään itse toimivina isompina kokonaisuuksina. Automaatiolla tarkoitetaan itsestään käyvää laitteistoa. Tekniikan puolella siihen sisältyy mittaus- ja säätötekniikkaa, instrumentointia, servo-ohjauksia ja logiikkaohjaustoimintoja. (Keinänen & Sumujärvi 2019, 10.)

Tärkeimpiä automaatioteknisiä käsitteitä ovat omatoimisesti toimivat laitteet ja tuotanto-osat, koneoppiminen, mekatroniikka, ohjelmoitavat logiikat, HMI eli Human Machine Interface, testausautomaatio, tuotanto- ja teollisuusautomaatio, teollisuus 4.0 ja esineiden internet eli IoT (Keinänen & Sumujärvi 2019, 11–13). Useimmat näistäkin käsitteistä sisältävät erilaisia teknisiä kokonaisuuksia ja myös muiden tekniikanalojen rajapintojen yhteen rakennettuja kokonaisuuksia, joissa yhtenä tekniikanalana on sähkötekniikka.

Automaatiota sovelletaan muun muassa mittaus- ja säätötekniikassa, laiteohjauksissa, kunnonvalvonnassa, kunnossapidossa, laitteiden etähallinnassa, hälytysinformaation käsittelyssä, suunnittelussa, ohjelmoinnissa, mallinnuksessa, tuotannonohjauksessa sekä ympäristön kuormittamisen ja energiankulutuksen vähentämisessä (Keinänen & Sumujärvi 2019, 10). Muutaman sovellusalueen vaikutuksien kautta voidaan hahmottaa automaatiotekniikan laaja-alaisuutta tekniikan alana, ja automaatioon tulee koko ajan lisää käyttö- ja sovelluskohteita erilaisille ja uusille rajapinnoille hyödynnettäväksi.

Automaation merkittäviä tulevia kehitysalueita ovat muun muassa

- energia- ja ympäristöteknologiat, uusiutuvat energialähteet ja älykäs sähköverkko
- uusiutuvat ja kierrätettävät materiaalit ja biopohjaiset tuotteet, biohajoavat ja uusiutuvista raaka-aineista tehdyt tuotteet, jotka korvaavat perinteisiä tuotteita, sekä metsäsektorin murros
- sähköautot ja -työkoneet, työkonekehitys, kotirobotit ja akkuteknologiat
- informaation integraatio kaikkialla (tehtaissa, liikeyrityksissä, kotona, kaupassa), datanmurskaus ja -jalostus sekä laskennalliset tekniikat
- viihdesovellukset, pelit sekä lisätty ja virtuaalitodellisuus
- tulevaisuuden koti- ja rakennus- sekä kiinteistöautomaation uudet sovellukset
- informaation ja datan muuttuminen kauppatavaraksi
- etäoperointi, palvelu internetin välityksellä ja tietoliikennetekniikan uudet mahdollisuudet
- hoito- ja vanhustenpalveluiden automatisointi
- kunnossa- ja käynnissäpidon sekä elinkaaren hallinnan sovellukset.

Kuvio 11. Automaatiotekniikkaa hyödyntäviä kehitysalueita (Keinänen & Sumujärvi 2019, 14)

Kuviossa 11 esitetään yleisimpiä automaatiota hyödyntäviä kehitysalueita vuodelta 2019. Useat kehityskohteet liittyvät tässä työssä esitettyihin teoria-aiheisiin, ja näin ollen niissä voidaan edistää kestäviä arvoja.

### 5.3 Koulutusten tekniset painotussuunnat

Koulutuksien painotukset vaihtelevat alueittain pitkälti paikallisen työelämän tarpeiden mukaan. Pääosa koulutuksesta perustuu vahvaan perustieteeseen ja sen hyödyntämiseen ammattiopinnoissa. Se tarkoittaa sitä, että sähköisiä ilmiöitä todennetaan matemaattisin ja fysikaalisin keinoin ja näitä ominaisuuksia pyritään hyödyntämään.

Koulutusten yleiskuvauksien perusteella voitaisiin päätellä myös opintojen tähtäävän samoihin osaamisiin ilman eroavaisuuksia. Tämä ei kuitenkaan ole koko totuus, kun opintokokonaisuuksien sisältöihin tutustutaan tarkemmin. Tällöin sisällössä on havaittavissa eroja, jotka johtuvat koulujen itsemääräysoikeudesta ja paikallisesta elinkeinoelämästä.

Tämän lisäksi koulutuksiin sisältyy paljon sellaista erityisosaamista teknisiin laiteominaisuuksiin ja niiden työelämässä hyödyntämiseen, johon tässä kokonaisuudessa ei voida syventyä kovin tarkasti. Maassamme annetaan koulutusta myös vierailta kielillä, pääosin

ruotsiksi ja englanniksi. Työtä ei laajennettu erikseen näihin kokonaisuuksiin, sillä niitä koskevat samat koulutukselliset pääperiaatteet, sisällöt ja aihepiirit.

---

*Sähkö- ja automaatiotekniikka*

Centria-ammattikorkeakoulu  
 Hämeen ammattikorkeakoulu  
 Jyväskylän ammattikorkeakoulu  
 Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu  
 LAB-ammattikorkeakoulu  
 Lapin ammattikorkeakoulu  
 Metropolia-ammattikorkeakoulu  
 Oulun ammattikorkeakoulu  
 Satakunnan ammattikorkeakoulu  
 Savonia-ammattikorkeakoulu  
 Seinäjoen ammattikorkeakoulu  
 Tampereen ammattikorkeakoulu  
 Turun ammattikorkeakoulu  
 Vaasan ammattikorkeakoulu  
 Yrkehögskolan Novia

---

Kuvio 10. Sähkö- ja automaatiotekniikan opintoja tarjoavat ammattikorkeakoulut (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023)

Kuviossa 10 esitetään kaikki sähkö- ja automaatiotekniikkaa opettavat ammattikorkeakoulut. Suomenkielisiä ammattikorkeakouluja on 14, ja lisäksi on yksi ruotsinkielinen oppilaitos, joka sijaitsee Vaasassa. Nämä oppilaitokset painottavat opinnoissaan itse valitsemiaan painopistealueita ammattikorkeakouluille annettujen perusteiden mukaisesti, ja opintojen sisällöt vaihtelevat tämän vuoksi oppilaitoksittain. Seuraavaksi esitellään sisältöeroavaisuudet pääpiirteiltään.

### **Kiinteistösähkötekniikkaan painottuva koulutus**

Kiinteistöjen sähköistyksen ja automaatioalan koulutuksissa energiatehokkuus on merkittävintä erityisesti painotettava seikka. Näissä koulutus suunnissa paneudutaan rakennusten sähköverkkoihin, valaistukseen ja energialaskelmien tekemiseen sekä lämpöoppiin ja talotekniikan järjestelmiin. Automaatiotekniikka on merkittävästi lisääntynyt rakennusteknisissä sisältöratkaisuihin, ja tämän vuoksi onkin syntynyt tarve tarjota sen erityisosaamista.

### **Sähkövoimatekniikkaan painottuva koulutus**

Sähkövoimatekniikkaan painottuvat opintosuunnat keskittyvät laajemmin sähköjakelun ja sähköverkkojen periaatteisiin. Sähköjakelussa paneudutaan niin teollisuuden kuin voimalaitosten erikoisvaatimukseen. Sähköstatistiikka, virtapiirit ja magnetismi ovat sähkövoimatekniikassa tärkeämpiä painotuksia kuin muissa opintokokonaisuuksissa. Tämän vuoksi

sähkövoimatekniikka on tavoitteiltaan sähkötekniikan määreiden hyödyntämiseen keskittyvä tekniikan ala.

### **Automaatiotekniikkaan painottuva koulutus**

Maassamme on myös joukko koulutussuuntia, joissa pääpaino on edelleen teollisuuden ja tuotannon sähkö- ja automaatioteknisten ohjausratkaisujen toteuttamisessa. Näiden koulutussuuntien opetussuunnitelmat painottuvat teollisuuden kappaletavaran käsittelyyn tai raaka-aineita ohjaavien prosessien ymmärtämiseen sekä tällaisten automatisoitujen kokonaisuuksien luomiseen ja niiden ohjaamiseen.

### **Sähkön varastointiin painottuva koulutus**

Sähköenergian varastointiin liittyvä osaamisala pyrkii ymmärtämään sähköenergian varastointiin soveltuvien laitteiden rakenteellisia ja kemiallisia ominaisuuksia, ja siihen liittyy myös energian lataamiseen liittyvän osaamisen kehittäminen. Akkuteknologia on yksi tämän hetken merkittävimmistä keinoista sähköenergian varastointiin, ja akkuja hyödynnetään useissa nykypäivän ratkaisussa aiempaa enemmän.

### **Elektroniikkaan painottuva koulutus**

Elektroniikan koulutus keskittyy tietoliikenteeseen, analogiatekniikkaan, digitaalitekniikkaan, elektroniikkaan, langattomiin järjestelmiin ja mikro-ohjaimiin. Tehoelektroniikkaa käytetään esimerkiksi taajuusmuuttajiin, jotka jo itsessään edustavat kestäviä tavoitteita edistävää tekniikkaa. Tämä on esimerkki siitä, miten alakohtaiset tekniikan perustaidot voivat jo itsessään tukea kestäviä arvoja, vaikkei kestävä kehitys tavoitteita olisikaan suoranaisesti ilmaistu.

## **5.4 Oppilaitosten koulutussisältöjen vertailu**

Kestävän kehityksen ja sähkö- ja automaatiotekniikan opinnot ovat pääosin oppilaitosten omien painotuksien varaan rakennettuja kokonaisuuksia. Tämän vuoksi toisen asteen jälkeisillä oppilaitoksilla ei ole selkeää yhtenäistä linjaa. Siksi tässä työssä verrataan eri oppilaitosten tarjontaa. Referenssiksi ammattikorkeakoulutarkastelulle valittiin tutkimustyön lähtökohdaksi muodostunut LAB-ammattikorkeakoulu.

Tutkimuksen havainnot koskevat ainoastaan kestävä kehityksen aihepiiriä, ja tulokset perustuvat pitkälti päätelmiin opintorakenteiden eroavaisuuksista. Tarkemmat tiedot opintokokonaisuuksista löytyvät oppilaitosten opinto-oppaista, joiden rakenteet on koottu tämän tutkimuksen liitteisiin 1–6.

## **LAB-ammattikorkeakoulu**

LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiikka-alan koulutuksessa painopisteenä ovat logiikkaohjaaminen, automaattiorakenteet, säätömenetelmät ja taajuusmuuttajakäytöt (LAB University of Applied Sciences 2023). Kuvaus on tyypillinen tutkintorakenteen yksinkertaistus, jota sitten täydennetään kuvauksilla opintorakenteista. Kuvauksen mukaan koulutus painottuu teknologiateollisuuden erilaisiin osaamistarpeisiin.

Sähkö- ja automaatiotekniikan linja on jaettu kahteen eri osa-alueeseen, teollisuusautomaation suuntautumisvaihtoehtoon ja sähköisen liikenteen suuntautumisvaihtoehtoon. Ne eivät eroa toisistaan perusopetuksen osalta vaan ainoastaan täydentävien osuuksien osalta. Kestävää kehitystä edistävät teemakokonaisuudet kuuluvat täydentäviin osuuksiin. Tällä hetkellä tällaisia kokonaisuuksia ovat IoT:n perusteet eri toimialoille, robotiikka ja digitaalisten kaksosten osaamiset eli Digital Twin -osaamiset. Lisäksi kestävän kehityksen perusteita ja ajattelua lisäävä Orientation to sustainability thinking -kurssi antaa pohjan kestävän kehityksen ajatuksille ja toimille.

Kestävät arvot ovat tärkeä osa monien yritysten toimintaa. Knowit mainitsee, että Digital Twin soveltuu hyvin ympäristöarvojen kehittämiseen (Knowit Oy 2023). Valmetin mukaan kestävää kehitystä voidaan lähitulevaisuudessa edistää huomattavasti varsinkin tekoälysovelluksilla, algoritmeilla, koneoppimisella sekä robotisoinnilla (Ite Wiki Oy 2019). Nämä painopisteet katsotaan yrityksissä tärkeäksi osaksi kestävän kehityksen toimia. Koulutussisältöä ohjaavat yritysmaailman tarpeet, joten tällaiset esimerkit ovat vaikuttaneet sisältökokonaisuuksien muodostumiseen.

## **Metropolian ammattikorkeakoulu**

Metropolian ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan linjalta valmistutaan ammattiin neljän eri suuntautumisvaihtoehdon kautta. Suuntautumisvaihtoehdot ovat kiinteistöjen sähkötekniikka, sähkövoimatekniikka, elektroniikka ja automaatiotekniikka.

Elinkeinoelämän teollisessa tuotannossa tarvitaan robotiikkaa ja elektroniikkaa, ja näiden suuntautumisten opinnoissa käsitellään paljon kestävää kehitystä. Lisäksi automaatiotekniikan, sähkövoimatekniikan ja kiinteistöjen sähkötekniikan opinnoissa on sekä pakollisia että valinnaisia kestäviin arvoihin liittyviä opintokokonaisuuksia.

Automaatiotekniikassa älykkään teollisuuden opintojaksoon sisältyvät teollinen internet, tekoäly ja pilvipalvelut, joiden kaikkien on jo teoriassa todettu edistävän kestävää kehitystä joko kokonaisuuksina tai osamahdollisuuksina. Kurssikokonaisuus on osa pakollista tutkintorakennetta, eli se on katsottu Metropoliasa tärkeäksi kaikille opintosuunnan opiskelijoille.

Lisäksi robotiikan ja palvelurobotiikan valinnaiset opinnot perehdyttävät konenäköön ja sen vaatimuksiin, ja robotiikan osuus tutkinnosta voi olla huomattavan suurikin.

Kiinteistösähköopissa kestävän kehityksen osaamista annetaan pakollisina opintoina lämpö- ja rakennusopin kautta sekä rakennusten elinkaari- ja energiatalouden mallintamisessa. Nämä osaamiset keskittyvät pääosin kiinteistöjen energiatehokkuuden edistämiseen. Lisäksi valaistustekniikan ja kiinteistöjen tietoteknisten järjestelmien opinnoissa autetaan opiskelijoita löytämään energiatehokkaita ratkaisuja.

Sähkövoimatekniikan valinnaisissa opinnoissa, jotka liittyvät sähkömarkkinoihin ja älykkäisiin sähköverkkoihin, asiaa lähestytään sähköajoneuvojen lataamiseen liittyvän infrastruktuurin kannalta. Tätä osaamista voi laajentaa älykkäiden sähköjakeluverkkorakenteiden yhdistämällä sähköenergian varastointiin. Näin ollen tähän kokonaisuuteen sisältyvät useimmat tämän hetken sähköjakelujärjestelmien erityisosaamistarpeet. Myös uusiutuvat energiatuotantotavat ovat osa Metropolian valintamahdollisuuksia. Nämä kaikki yhdessä aurinko- ja tuulivoimaratkaisujen kanssa voidaan kytkeä yhtenäiseksi kestävien arvojen kokonaisuudeksi.

### **Tampereen ammattikorkeakoulu**

Tampereen ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan linja on jaettu kolmeen erilliseen valmistumissuuntaan: automaatiotekniikka, sähkövoimatekniikka ja älykkäät koneet. Koulutukset keskittyvät pääosin vahvaan ammatilliseen suuntautumiseen. Erillisiä kestävään kehitykseen liittyviä teemoja sisältyy IoT:n ja robotiikan koulutuskokonaisuuteen sekä koneoppimisen opetukseen.

### **Vaasan ammattikorkeakoulu**

Vaasan ammattikorkeakoulu nojaa vahvasti sähköenergian jakeluun eli sähkövoimatekniikkaan sekä teollisuuden sähköjakelujärjestelmiin ja automaatioon. Tämä kokonaisuus käsittelee kiinteistöjen, sähköjakelun, teollisuusautomaation ja sähkökäyttöjen ympärille eriytyvät omat kokonaisuutensa.

Erillisiä kestävyysteemoja Vaasan ammattikorkeakoulussa edustavat akkuteknologian, sähköajoneuvojen latausjärjestelmien ja sähköenergian varastoinnin osuudet. Nämä ovat selkeitä erillisiä opintokokonaisuuksia, jotka liittyvät kestäviin arvoihin. Nämä kaikki teemat ovat vahvasti sidoksissa sähköiseen liikkumiseen ja akkuteknologiaan, joiden osuuden teknologina ratkaisuuina uskotaan kasvavan edelleen.

## Vaasan yliopisto referenssinä

Vaasan yliopiston koulutustarjonnasta näkyy opetus- ja kulttuuriministeriön linjauksen mukainen tieteellinen ja teoreettinen lähestymistapa. Tämän lähestymistavan vuoksi yliopistokoulutus ei vastaa täysin työssä käsiteltävää sähkö- ja automaatiotekniikan osaamisaluetta, sillä kaikki koulutuspolut keskittyvät jonkin tieteen perustellumpaan opetussisältöön. Esimerkiksi Vaasan yliopistosta energia- ja informaatiotekniikan puolella tarjolla ovat vain sähkö- ja energiatekniikan sekä automaatio- ja tietotekniikan linjat. Nämä kokonaisuudet ovat pidemmälle erikoistuneet käsittelemään ainoastaan näitä osaamisia.

DI-tutkinnon suoritettuaasi osaat:

- toimia oman alasi tuotekehitys-, projekti-, suunnittelu-, asiantuntija- ja johtotehtävissä
- käyttää tekniikan tietolähteitä kriittisesti ja tuottaa teoreettista tai vaativaa käytännöllistä uutta tietoa teollisuuden tai muiden alojen sovelluksia varten
- itsenäisesti etsiä, ymmärtää ja soveltaa uusinta tieteellistä tietoa ongelmien ratkaisussa
- kehittää uusia oman tekniikan alan menetelmiä

### Kuvio 12. Vaasan yliopiston kuvaus tutkintotavoitteista (Vaasan yliopisto 2023)

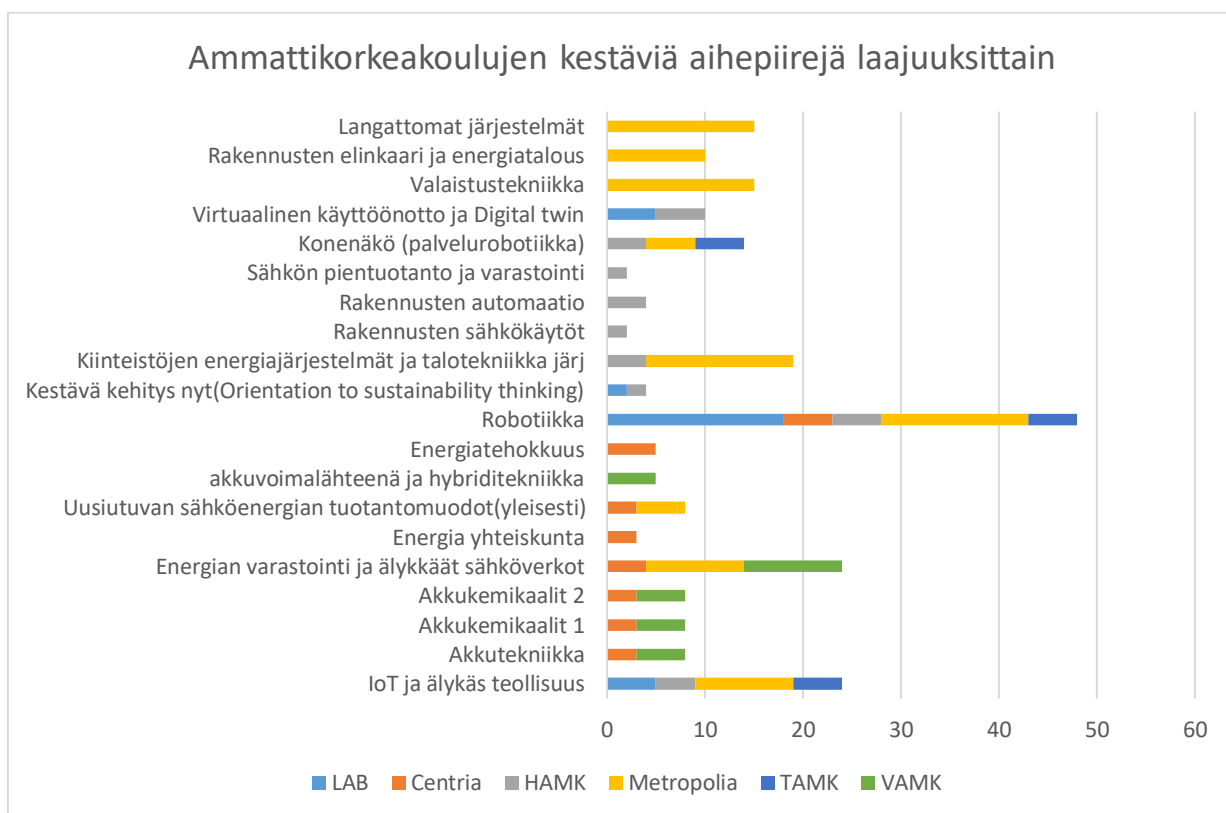
Kuvion 12 mukaisesti yliopistokoulutus tähtää enemmän tieteelliseen asioiden tutkimiseen, jonka pohjalta ongelmia lähdetään ratkomaan. Keinoihin voi sisältyä kemian, fysiikan ja matematiikan osaamista ja näissä tieteissä aiemmin saatuja tutkimustuloksia. Yliopistosta valmistuneiden osaaminen keskittyy pääosin uudenlaisten kehityssuuntien löytämiseen, ja näitä taitoja opiskelijoille pyritään tarjoamaan. Mitä tulee koulutuksen ja työelämän suhteeseen, yliopistokoulutus kyllä pyrkii löytämään ratkaisuja kehittämistyön kautta. Kuten aiemmin jo todettiin, tämän työn tarkoituksena on kuitenkin löytää nykyisistä ratkaisutavoista keinoja kestävään kehitykseen. Siksi uusiin keksintöihin painottuva koulutuskokonaisuus ei kuulu varsinaisesti työn aiheeseen.

## 5.5 Havaintoja koulutussuunnista

Työn tarkoituksena oli selvittää, millaisiin kestävästä kehitystä edistäviin toimiin valmistuva sähkö- ja automaatiotekniikan ammattilainen kykenee tulevaisuudessa työtehtävissään. Vaikka jokaisella kestävästä kehityksen teolla onkin tärkeä tarkoitus, yksilön itsenäinen mahdollisuus taitojen käyttämiseen ja kehittämiseen oli tämän tutkimuksen kantava teema. Tämän vuoksi yliopistojen ja toisen asteen oppilaitosten tutkiminen ei ollut tarkoituksenmukaista. Tämän tutkimuksen kannalta yliopistot ovat liian tieteellisesti suuntautuneita ja toisen asteen

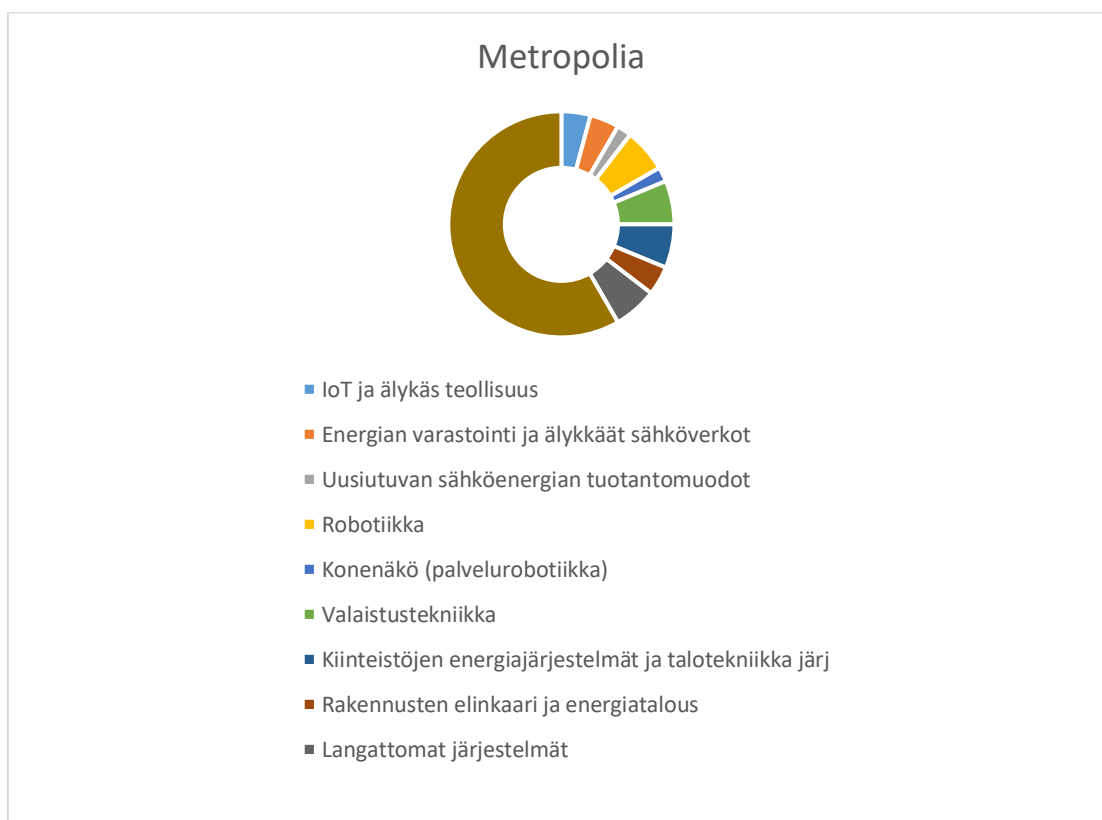
oppilaitosten toiminta perustuu liiaksi käytännön rutiineihin. Tiettyjen saavutuksien arvioiminen olisi aivan liian vaikeaa, koska se vaatisi pidempiaikaista tilanneseurantaa ja laajaa kohderyhmää.

Useat ammattikorkeakoulut ovat lähteneet rakentamaan merkittäviä kestävän kehityksen opintokokonaisuuksia omien painopisteidensä mukaisesti. Sen vuoksi nykyisin tarjolla on niin sähköenergian varastointiin keskittyvää osaamista kuin toisaalta energiatehokkuutta tukevaa rakennusautomaatiota. Näiden koulutusten sisältö koostuu vähintäänkin osittaisesti kestävästä arvoista. Merkittävin eroavaisuus on se, miten tärkeäksi kestävä kehitys koetaan ja miten laajasti sitä opetetaan: joissain oppilaitoksissa se nähdään erittäin tärkeäksi pakolliseksi aiheeksi, ja toisaalla kestävän kehityksen aiheet jätetään täysin valinnaisuuden varaan. Jos tärkeä opintokokonaisuus on valinnainen, sen valitsevat vain ne opiskelijat, jotka ovat kiinnostuneita aiheesta tai joilla on yhteiskuntavastuullinen asenne. Joillekin opiskelijoille voi jäädä aukkoja osaamiseen, jos he eivät suorita valinnaisia kursseja. Sen vuoksi tutkintorakenteet, joihin kestävä kehitys kuuluu pakollisena osana, antavat oppilaitoksesta valmistuville paremman pohjan osata asiaa edes vähän. Tämä tarjoaa myös mahdollisuuden kiinnostua aiheesta myöhemmin lisää.



Kuvio 13. Kuuden eri ammattikorkeakoulun kestävän kehityksen aihepiirien opintomäärät sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuksessa

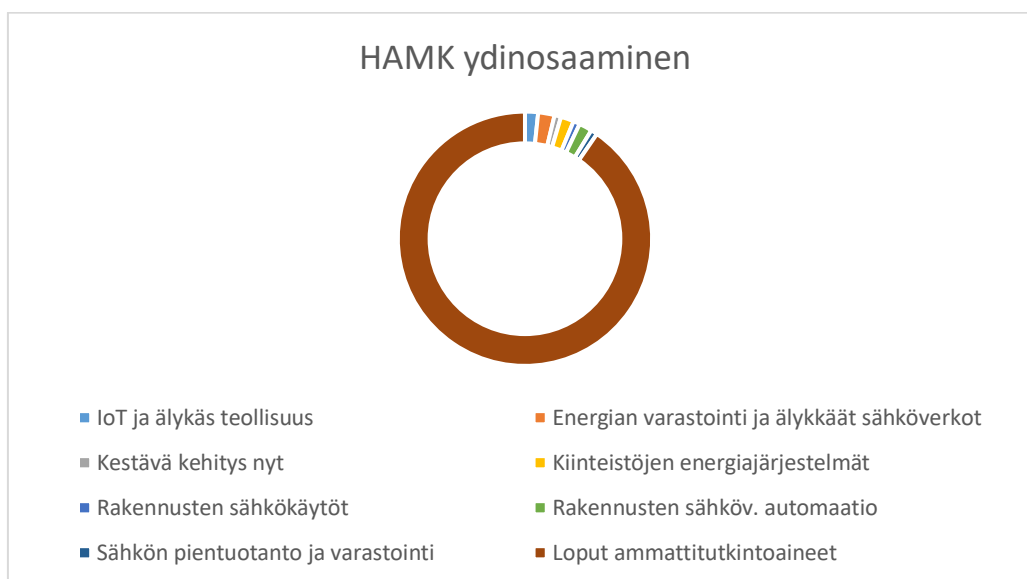
Kuviossa 13 esitetään erilaisten kestävien teemojen koulutuskokonaisuuksia kuuden eri ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan linjojen osalta. Työn aikataulun ja sisältölaajuuden takia rakenteita ei pyritty erikseen avaamaan. Kuitenkin kuvio 13 esittää tärkeimmät kestävä kehityksen teemat näissä oppilaitoksissa osalta ja niiden erilaiset painotussuhteet. Kuvioista havaitaan kuudesta kahdeksaan merkittävintä aihetta, vaikkakin merkittävä osa niistäkin lukeutuu ainoastaan tietyn oppilaitoksen valikoimaan. Tämä on hyvä huomata, sillä se hankaloittaa ammattikorkeakoulujen kestävään kehitykseen liittyvien sisältöjen vertailua.



Kuvio 14. Kestävään kehitykseen liittyviä opintoja sähkö- ja automaatiotekniikassa Metropolian ammattikorkeakoulussa

Kuviossa 14 havainnollistetaan kestävään kehitykseen liittyvien kurssien osuutta sähkö- ja automaatiotekniikan linjalla Metropolian ammattikorkeakoulussa. Visuaalisesti kuvio 14 on harhaanjohtava, sillä kuvio koostuu neljän eri sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuslinjan yhteisistä kestävä kehityksen koulutuksista yhden tutkintoon johtavan opintopistemäärien suhteen. Todellisuudessa kestävä kehityksen opintomäärät jakautuvat noin neljännesosaan yhden insinööritutkinnon sisällä. Lisäksi tällainen karkea kurssikokonaisuuksien jaottelu ei anna selkeää kokonaiskuvaa kestäviin arvoihin liittyvän opetuksen määrästä, sillä

esimerkiksi 15 opintopisteen laajuudessa valaistustekniikan kurssikokonaisuudessa käsitellään myös muita aiheita kuin energiatehokkuutta.



Kuvio 15. Sähkö- ja automaatiotekniikan opinnot, joihin sisältyy kestävää kehitystä, Hämeen ammattikorkeakoulussa

Kuviossa 15 esitetään kestävän kehityksen aiheet sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinossa Hämeen ammattikorkeakoulussa. Siellä kestävää kehitystä opetetaan suppeammin kuin Metropolian ammattikorkeakoulussa. Toisaalta kestävä kehitys saattaa siellä olla pakollinen osa tutkintorakennetta.

Kuvioista 14 ja 15 on erityisesti huomioitava se, että sähkö- ja automaatiotekniseen koulutukseen on otettu mukaan paljon opetusta kestävästä kehityksestä. Tämä kehityssuunta näkyy kestävän kehityksen opintotarjonnan kasvuna ammattikorkeakoulujen tutkintorakenteissa. Osassa oppilaitoksia asia on koettu niin tärkeäksi, että kestävien arvojen opintojaksot on päädytty sisällyttämään pakolliseen opetukseen. Tästä esimerkkinä on Metropolian ammattikorkeakoulu.

## 5.6 Kestävän kehityksen kouluosaamisen hyödyntäminen ja kehittäminen

Ilman ympäristöään huomioivaa johtajuutta organisaatio ei voi kehittyä riittävästi. Erilaisten ideoiden huomioiminen ja uusien näkemysten arvostaminen on yksi tärkeimmistä seikoista, jos uusia käytäntöjä tuodaan nykyisten toimien tilalle, niin kuin kestävä kehitys voi edellyttää. Useimmiten uudenlaiset ideat ja näkemykset tulevat nykyisten käytäntöjen ulkopuolelta, ja tämä vaatii organisaatiolta kykyä toisten huomioimiseen ja kuuntelemiseen, jottei uusia asioita sivuuteta. Johtamistavoilla on siis merkittävä vaikutus siihen, miten avoimesti

organisaatiossa kokeillaan uusia tapoja, joista osa voi liittyä kestävään kehitykseen. Johtaminen on vuorovaikutusta, jossa johtaja ja tekijä osallistuvat suhteen muodostumiseen ja toteutusten saavuttamiseen, joten hyvä viestintä on ehto organisaation toimimiselle. (Heinonen 2021, 10.)

Silti tärkein tekijä asenteiden muuttumisessa on työntekijät. Organisaation toimintatapojen muutoksessa henkilöstön kehittyminen ja muutoskyvykyys ovat avainasemassa. Ilman henkilöstön hyväksyntää uudistukset eivät tule toteutumaan. Muutokset vaativat johtajuutta, jotta henkilöstö huomaa tarpeen muutokselle. (Puurula ym. 2022, 45.)

Työntekijä- ja johtamistarpeiden lisäksi myös koulutussisältöjen tulisi vastata työelämän tarpeita niin, että ne eivät johtaisi vain yksittäisiin parannuksiin vaan laajempiin muutoksiin, jolloin saavutetuista opeista tulisi yksittäistä projektihyötyjä laajempia kokonaisuuksia organisaation jokapäiväiseen toimintaan. Tämän vuoksi opintokokonaisuuksien tulisi keskittyä myös mielipidevaikuttamiseen. Tässäkin työssä esitetyt energiansäästötoimet edellyttävät toteutuakseen muutosta asenteissa ja ymmärrystä, vaikka niillä saavutettaisiinkin kestävä kehityksen lisäksi myös taloudellisia säästöjä. Usein energiansäästötoimenpiteisiin ryhdytään siksi, että energian hinta nousee.

Kestävän kehityksen opintokokonaisuuksissa käsiteltävien muutosten tuominen työelämään on oppilaitosten ja yritysten yhteinen hanke, sillä kestävässä kehityksessä ei onnistuta ilman asennemuutosta. Vaaditaan siis myös muutosjohtajuutta, jotta kaikkien organisaatiossa olisi helpompi ymmärtää tarvittavia kestävä kehityksen toimia. Kestävä kehitys on jo itsessään muutosprosessi, joka vaatii erilaista lähestymistapaa ja jokaisen sidosryhmän panostusta onnistuakseen. Käytännössä kestävä kehitys on kokonaisvaltainen kehityssuunta, jossa kestävät arvot on sisällytetty kaikkeen organisaation tekemiseen ja sitä tarkastellaan säännönmukaisesti. (Puurula ym. 2022, 45.)

## 6 Tutkimuskyselyn ja -haastattelun rakenne ja vastaukset

### 6.1 Tutkimuskysely

Teoriapäätelmien vahvistukseksi työssä tutkittiin kyselyllä, millä tavoin sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen koulutustarjonta koetaan työelämässä. Tutkimuskysely suoritettiin Google Forms -alustalla. Kyselyyn hankittiin tutkimuslupa ja tutkittavilta pyydettiin suostumus, jotka esitetään liitteissä 7–9.

Tutkimuskyselyyn poimitaan ne ihmiset, joita tapaus koskettaa ja joihin asia liittyy (Kananen 2013, 94). Tähän kyselyyn valittiin sähkö- ja automaatiotekniikan ammattilaisia.

Kysymykset liittyivät kolmeen pääaiheeseen: sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen tulevaisuuteen, sähkö- ja automaatiotekniikan mahdollisuuksiin vaikuttaa kestävään kehitykseen sekä sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuksen merkitykseen kestävässä kehityksessä. Kysely on kiistatta hyödyllinen työkalu, kun se on huolellisesti laadittu ja sillä on tarkoitus löytää konkreettisia ja suoraviivaisia näkemyksiä asiasta (Hirsjärvi & Hurme 2009, 37).

### 6.2 Tutkimuskyselyn vastauksien analysointi

Eri työnantajien vastaukset noudattivat hyvin yhtenäistä linjaa, kun kyse oli sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen koulutuksesta. Toki vastauksista löytyi muutama poikkeuskin. Laadullisessa tutkimuksessa aineiston tarkastelun tavoite on johtaa menestyksellisiin tuloksiin (Juuti & Puusa 2020). Kyselylomakkeiden ylivoimainen hyöty perustuu tulosten käsittelyyn, sillä ne on mahdollista tutkia tehokkaasti ja niistä voi tuottaa myös tilastollisen erittelyn (Hirsjärvi & Hurme 2009, 37).

Merkittävä hajonta oli vastaajien arvioissa kestävä kehityksen opetuksen laadusta, opetusmääristä sekä alan tekijöiden vaikutusmahdollisuuksista. Hajonta viittaa siihen, että vastaajilla on erilaiset mielikuvat asioista. Joidenkin vastaajien mielestä opetuksen määrä oli riittävällä tasolla, ja toisaalta toisten mielestä osaaminen oli liian alhaista. Vaikka kestävä kehityksen opetusta pidetään yhtä tärkeänä kuin muuta sähkö- ja automaatioalan koulutusta, kyselyn mukaan opetuksessa olisi kuitenkin tarjottava enemmän keinoja, jotka vastaavat työelämän tarpeisiin.

Kyselyn mukaan sähkö- ja automaatiotekniikan alalla tarvitaan lisää kestävä kehityksen osaamista työelämää varten. Kestävä kehitys vaikuttaa sähkö- ja automaatiotekniikka-alan toimintaan myönteisesti ja jopa lisää liiketoiminnallisia mahdollisuuksia entisestään, mikä kyselyn perusteella koettiin lähes poikkeuksetta sähkö- ja automaatioalan vahvuudeksi. Silti

kestävän kehityksen ei uskota lisäävän sähkö- ja automaatioalan töitä lähiaikoina, joten niin koulutuksella kuin työelämälläkin on vielä aikaa kartoittaa tarpeita ja kehittää toimia. Koko kyselyn vastaukset esitetään liitteessä 10

### 6.3 Avoin tutkimushaastattelu

Laadullisessa tutkimuksessa ei yleensä pystytä päättämään haastateltavien lukumäärää etukäteen, sillä tapauksen kanssa on tekemisissä usein niin pieni joukko, että kaikki pystytään tarvittaessa ottamaan mukaan haastatteluun (Kananen 2013, 95). LAB-ammattikorkeakoulun opintokokonaisuutta koskevan haastattelun kohteeksi valikoitui LAB-ammattikorkeakoulun opintovastaava, ja tämä oli perusteltu valinta teorian tiedon kannalta.

Haastattelumuotona käytettiin avointa rakennetta. Sitä mukaili liitteen 11 kysymysasettelu. Teemahaastattelun periaatteiden mukaisesti kysymyksiä ei sidottu kirjaimellisesti kysymyslomakkeessa esitettyyn muotoon. Haastattelukysymykset toivat lisäulottuvuutta tutkimuskysymykseen siitä, millä tavoin kestävä kehitys sähkö- ja automaatiotekniikan opinnoissa yleisesti mielletään. Tyypillisin erhe teemahaastattelussa on kysymysten päättäminen ennalta (Kananen 2013, 94). Teemahaastattelu etenee ilman tarkkoja kysymyksiä, merkittävien teemojen turvin. Tällöin haastattelu tuo tutkittavien näkemykset paremmin kuuluviin. (Hirsjärvi & Hurme 2009, 48.) Haastattelussa tiedonhankintaa on mahdollista tarkentaa tutkimuskysymyksen edellyttämään suuntaan (Juuti & Puusa 2020). Laajentamalla keinoja tuodaan esiin enemmän näkökulmia ja pystytään parantamaan tutkimuksen luotettavuutta (Hirsjärvi 2009 & Hurme, 38).

Haastattelun tarkoitus oli laajentaa tutkimuksen näkökulmaa sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen koulutuksen arvostuksen suuntaan ja näin tarkastella kestävän kehityksen opetuksen merkitystä koko tutkintorakenteen kannalta. Haastattelulla haettiin lisäksi ajatuksia sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen koulutuksen tulevaisuudesta sekä siitä, miten merkittävänä kestävän kehityksen osuus nähdään koulutusrakenteessa. Haastattelussa tiedusteltiin myös ammattikorkeakoulun ja työnantajien yhteistyön merkitystä opintokokonaisuuksien kehityksen kannalta. Tämän jälkeen käsiteltiin sitä, millä tavoin opintovastaava näki kestävän kehityksen erilaiset suuntautumisteemat sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelmissa.

### 6.4 Tutkimushaastattelun vastauksien analysointi

Tutkimushaastattelun puhtaaksikirjoitus eli litterointi voidaan tehdä koko haastattelusta, tai se voidaan tehdä valikoidusti teema-alueen ja haastateltavan näkemyksistä (Hirsjärvi & Hurme 2009, 138). Tässä tutkimuksessa litterointi tehtiin valikoidusti.

Tutkimushaastattelun analyysissä käytettiin päätelmien tukena ja pohjana työn aiempia havaintoja. Tutkimushaastattelu avasi sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen koulutuksesta löydettyjä teoretietoja lisää.

Haastateltava selvitti, että sähkö- ja automaatiotekniikan puolella pääpaino ei ole kestävä kehityksen opetuksessa, mutta opintokokonaisuudet auttavat huomioimaan kestävä kehityksen tarpeita. LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan opetussuunta ei ole vielä valmis kokonaisuus, vaan oikeaa painotusta haetaan edelleen. Kurssikokonaisuudet sivuavat jo nykyisellään kestävä kehitystä. Esimerkiksi sähköisellä liikenteellä ja teollisuusautomaatiolla on suuri merkitys kestävien arvojen kannalta.

Kestävä kehityksen osuus sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuksessa on haastateltavan mielestä riittävä. Kestäviä ratkaisukeinoja sisältyy jo sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaamiseen, eli kestävä kehitys on osa sähkö- ja automaatiotekniikan koko opintokokonaisuutta. Sitä voisi rinnastaa yleisesti yrityksille pakollisiksi luokiteltaviin ympäristön laatuauuditointeihin ja pitää näin jopa tietynlaisena vaatimuksena ammattiosaamiselle. Haastateltavan mukaan kestävä kehityksen osuutta sähkö- ja automaatiotekniikan puolella ei tarvitse korostaa enempää, mutta painotusmuutoksia voi tehdä.

Haastateltavan mukaan koulutusrakenteita kehitetään yhdessä yritysten kanssa erilaisissa rahoitetuissa kehityshankkeissa. Kehityshankkeisiin valikoituu mukaan yrityksiä monipuolisesti, mutta usein erityisesti suuria ja tunnettuja yrityksiä. Työelämän vaikutus opintosisältöihin on huomattava, varsinkin erikoistumisopintojen osalta, joihin kestävä kehitys lukeutuu. Usein yhteistyö muodostuu tiiviimmäksi tiettyjen yritysten kanssa. Yhteistyö oppilaitosten ja yritysten välillä on tärkeää, mutta sitä täytyisi kehittää käytännönläheisemmäksi. Jokaiselta taholta tarvittaisiin nykyistä enemmän sitoutumista tavoitteisiin. Tämän vuoksi tulisi asettaa realistisia tavoitteita ja huomioida henkilöiden erilainen taitotaso ja kokemus. Tämä edesauttaisi tavoitteiden toteutumista.

Kestävä kehitys ja ympäristövastuullisuus on nykyisin esillä jopa ylikorostuneesti, ja se on ohittanut tärkeydessään jopa tuotteiden hyvän toimivuuden. Joissain sähkö- ja automaatiotekniikan koulutushaaroissa kestävä kehitys voi olla tärkeämmässä roolissa kuin esimerkiksi LAB-ammattikorkeakoulun teollisuusautomaatiolinjalla, mutta energiatehokkuus on nykyään tärkeä osa jokaista sähkö- ja automaatiotekniikan koulutussuuntaa.

Energiatehokkuus on haastateltavan mielestä kantava teema ammattikorkeakoulujen kestävä kehityksen opetuksessa. Ilmasto-ohjelma koetaan ammattikorkeakouluissa loistavaksi tavaksi vaikuttaa kestävä kehityksen tavoitteisiin. Ilmasto-ohjelman tai koko kestävä kehityksen opetussisällöstä päävastuun kantaa aina aineopettaja. IoT-alustan

hyödyntäminen teknologisessa tiedonkeruussa parantaa tuottavuutta ja energiatehokkuutta, ja tämän vuoksi aihealueella on nykyään yritysten kannalta suuri merkitys. Sähkö- ja automaatiotekniikka on tärkeä osa IoT-tekniikkaa, ja IoT-tekniikan osuus on ollut kasvussa viimeiset viisi vuotta. Tämän takia IoT-tekniikkaa on pyritty tuomaan vakiintuneemmin sähkö- ja automaatiotekniikan opintoihin. Lisäksi IoT-alustojen kehitystä moniin erilaisiin käyttötarkoituksiin on Suomessa vahvasti vauhditettu esimerkiksi VTT:n tutkimusten myötä. IoT-alustoja käytetään esimerkiksi rakennusallalla parantamaan kiinteistöjen energiatehokkuutta, ja muun muassa YIT on merkittävänä rakennuttajana vahvasti mukana tässä toiminnassa. Haasteltava kokee IoT-tekniikan tärkeäksi aiheeksi, koska se on nykyaikainen ratkaisu, ja hänen mukaansa se tulee säilymään oppiaineena LAB-ammattikorkeakoulussa vielä pitkään.

Haastateltavan mukaan perustiedot kestävästä arvoista sähkö- ja automaatiotekniikan osalta riittävät pakollisiksi opinnoiksi. Kestävän kehityksen opetuksen laajuus on nykyisellään sopiva, koska se ei häiritse ammattiaineiden osuutta opintokokonaisuudessa.

## 7 Tutkimustulokset

### 7.1 Sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehitys

Sähkö- ja automaatiotekniikan ammatillista koulutusta ja siihen sisältyviä kestävän kehityksen opintoja määrittävät tietyn tyyppiset rakenteelliset kokonaisuudet. Tutkimuksessa löydettiin selviä yhteyksiä kestävien toimien ja näiden koulutusrakenteiden välille. Toisen askeleen kestäväan kehitykseen ja ilmastovastuullisuuteen liittyvä koulutustarjonta perustuu pitkälti oikeanlaisen toimintatavan omaksumiselle työtehtäviin, ja korkeakoulut lähestyvät asiaa yleensä vain tieteellisen tutkimuksen kautta. Näin ollen vain ammattikorkeakoulutus pyrkii yhdistämään käytännön ja tutkimuksellisen toiminnan yhteiseksi tavoiteratkaisuksi. Ammattikorkeakoulutus antaa ehkäpä parhaimmat mahdollisuudet kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseen työelämän operatiivisessa toiminnassa.

Ammattikorkeakoulujen kestäväan kehityksen päälinjat noudattelevat pitkälti ilmasto-ohjelman tavoitteita. Yhteys hiilineutraaliuden ja koulutusohjelmien välillä on ilmeinen. Esimerkiksi LAB-ammattikorkeakoulun IoT-opintokokonaisuus, energiatehokkuus ja valtakunnallinen ammattikorkeakouluverkosto sähkö- ja automaatiotekniikan kestäväan kehityksen osalta tähtäävät pitkälti samanlaiseen tai samansuuntaiseen lähestymistapaan. Sähkö- ja automaatiotekniikan kestäväan kehityksen opetus, opintosuunnat, koulutusaiheet ja niiden pää-tavoitteet liittyvät vähähiilikartan kokonaisvaikutuksiin.



Kuvio 16. Hiilikädenjälki vientipotentiaalin arvoketjussa (Teknologiateollisuus ry 2020, 16)

Kuviossa 16 esitetään Teknologiateollisuuden vähähiilisyysskeinoja vientipotentiaalin arvoketjussa, jossa erilaiset tekniset osakokonaisuudet on eroteltu toisistaan. Näitä osa-alueita oli havaittavissa myös eri ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan

opintokokonaisuuksissa. Esimerkiksi Vaasan ammattikorkeakoulun akkuteknologian suuntautumisvaihtoehto liittyy kuvion kohtaan 4 ja Metropolian kiinteistöautomaatiolinjan Energiatehokkaat rakennukset -koulutuslinja kategoriaan 3. Ammattikorkeakoulujen sähkö- ja automaatiotekniikan eri koulutusohjelmissä siis edistetään ilmasto-ohjelman tavoitteita ja perehdytään vähähiilisuuden vientipotentiaalin arvoketjun eri osa-alueisiin.



Kuvio 17. Hiilipäästöjen vaikutukset liiketoiminnan arvoon (Laasasenaho ym. 2020, 58)

Kuviossa 17 esitetyt hiilijalanjäljen vaikutukset korostuvat liiketoiminnassa monin tavoin. Energiatehokkuuden lisäksi kestävä kehityksen toimista syntyy myös useita muita suoria lisähyötyjä. Yritykset siis voivat edistää samalla sekä kestävä kehitystä että kaupallista liiketoimintaa. Ammattitaitoisella henkilökunnalla on ratkaiseva vaikutus onnistumiseen.

Rooli teknologia-verkostossa	Esimerkkejä avainteknologioista	Nykyisten tuotteiden kädenjälki esimerkin laskennalla, MtCO <sub>2</sub> /a	Kädenjälki-potentiaali nousussa oleville teknologioille, MtCO <sub>2</sub> /a
Keskeinen: vaikutusvalta, mahdollistaja	-Prosessiteknologiat -Laitos- ja prosessisuunnittelu -IoT valmistavassa teollisuudessa -Erikoisrobotiikka	5	13
Keskittason vaikuttaja	-Satamatoimintojen optimointi -Bioenergiateknologia -Valaistus -Hissit ja liukuportaat -Nosto- ja siirtolaitteet	5	3
Erikoistunut mutta enemmän erillään	-Laivojen energiatehokkuusratkaisut -Hiilineutraaleja energianlähteitä käyttävät moottorit meriliikenteessä -Ruostumaton teräs -CO <sub>2</sub> neutraali teräs -Taajuusmuuttajat -Synteettisten polttoaineiden valmistusteknologia -Älykäs sähköautojen latausinfra	10	39

Kuvio 18. Teknologian vaikutus hiilijalanjälkeen (Teknologiateollisuus ry 2020, 18)

Kuviossa 18 esitetään teknologisten toimien tarjoamat mahdollisuudet pienentää hiilijalanjälkeä. Taulukon ylemmällä tasolla olevat teknologiat parantavat mahdollisuuksia pienentää alemmalla tasolla olevien teknologioiden hiilijalanjälkeä entisestään. Toimet ovat siis sidoksissa toisiinsa. Teknologia-asteen kasvattaminen edistää kestäväen kehityksen toimia ja kasvattaa myös taloudellista potentiaalia kestäväen kehityksen hyödyntämiseen. Kuvion 18 keskeisiä vaikutuksia voitaisiin hyvän suunnittelun ja innovaatiotoimien kautta käyttää kuvion 16 eri vientipotentiaalien edistämiseen ja kustannustehokkaampien ratkaisukeinojen kehittämiseen. IoT-ratkaisut mahdollistavat rakennusalan kehittämisen uusilla tavoilla (LAB University of Applied Sciences 2021).

## 7.2 Havaintoja sähkö- ja automaatiotekniikan kestävästä kehityksestä

Tutkimuksen teorian ja tutkimuskyselyiden perusteella on selvää, että sähkö- ja automaatiotekniikan kestäväen kehityksen toimilla saavutetaan loistavia mahdollisuuksia ja tuloksia, jos tarkastellaan esimerkiksi pelkästään energiatehokkuuden parantamisen kaltaisten säästötoimien vaikutuksia energiankulutukseen. Energiankulutuksen vähentyessä pienee myös hiilijalanjälki, millä on myönteisiä vaikutuksia liiketoimintaan. Silti kaikkea kestäväen kehitykseen tähtäävää toimintaa ei voida aina luokitella riittävän laadukkaaksi, jos esimerkiksi sähkö- ja automaatiotekniikan keinoin saavutettuja tavoitteita ei pystytä todistamaan tilastollisesti. Energiatehokkuuden mittaaminen on helpompaa kuin muiden kestäviä tekoja edistävien toimien arvioiminen, esimerkiksi sähkö- ja automaatiotekniikan kestäväen

kehityksen opetuksen tilan arvioiminen. Teknisten keinojen ja niiden vaikutusten tilastointikeinojen puute on tällä hetkellä merkittävä ongelma.

Tekniikan alalla parhaiksi ratkaisukeinoiksi mielletään usein teknisesti kyvykkäimmät keinot. Tässäkin työssä pohdittiin sähkö- ja automaatiotekniikkaan liittyviä kestävän kehityksen mahdollisuuksia. Kuviota 18 saatetaan helposti tulkita siten, että ylemmän tason teknologiat kompensoivat alemman tason teknologioiden puutteet esimerkiksi päästövähennysten suhteen ja kasvattavat näin saatavien säästöjen määrää automaattisesti. Näin voi ollakin, jos kaikki muutkin osatekijät onnistuvat hoitamaan oman osuutensa riittävän laadukkaasti. Tällaisten kokonaisvaikutuksien välisiä vaikutussuhteita voi kuviosta 18 havaita teknologioiden väliltä. Yksikään erillinen tekninen ratkaisukeino ei pääse täydellisesti oikeuksiinsa, jollei sitä alemmilla tasoilla päästä riittävän hyviin tuloksiin päästövähennyksien suhteen. Tämän vuoksi laadukas perusosaaminen kestävän kehityksen koulutuksessa mahdollistaa vain kokonaisuuksien paremman hallitsemisen ja jokaisella sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen opetuksen osa-alueella on vaikutuksensa pääsyssä parhaaseen kokonaislopputulokseen.

Toki teknisesti pidemmälle kehitetty tuote on liiketoiminnallinen etu, koska jalostetummalla tuotteella on parempi mahdollisuus päätyä muiden tekniikoiden osaksi tai tulla valituksi muita tekniikoita ennemmin siinä olevien ominaisuuksien vuoksi, niin kuin myös kuviossa 18 vaikutustasojen myötä kuvainnollisesti esitetään. Kun pyritään saavuttamaan paras mahdollinen lopputulos kestävän kehityksen tavoitteiden suhteen, lähtökohtana tulisi aina olla pyrkimys ylimmän mahdollisen tason toteutukseen. Suomen kaltainen maa voisi menestyä kansainvälisessä kilpailussa tuottamalla ylemmän teknologian ratkaisuja kestävään kehitykseen. Riittävän laadukas koulutus lienee yksi tärkeimmistä tekijöistä, jolla asiaan voisi pyrkiä vaikuttamaan.

### 7.3 Rasitteet, asenteet, sekä tarpeet

Teollisuuden päätöksentekijöiden ja osaajien näkemyksen mukaan juuri nyt todellisia hidasteita hiilineutraaliuden tavoittelemisessa ovat innovaatioiden ja keinojen puuttuminen sekä taloudelliset syyt (Taloustutkimus Oy 2019). Tilaston mukaan suurin hiilineutraaliuden este on ratkaisujen ja innovaatioiden puute (Tilastokeskus 2019). Teollisuuden suhtautuminen kestävään kehitykseen vaihtelee edelleen, sillä usealle yritykselle on yhä epäselvää, miten esimerkiksi sähkö- ja automaatiotekniikkaa voisi hyödyntää omassa toiminnassa kestävän kehityksen keinoina. Tämä välittyi myös tutkimuskyselyn vastauksista. Tässä työssä pyrittiin avaamaan taloudellisia kannusteita kestävän kehityksen teoille, jolloin kestävään kehitykseen voitaisiin pyrkiä esimerkiksi sähkö- ja automaatiotekniikan toimilla. Yhtenä toimivana ratkaisuna voisivat olla energiansäästökeinot.

Teollisuusyrityksistä alle puolet arvioi hiilineutraaliuden ja vähähiilituotteiden vaikutuksen yrityksen kilpailuetuun suureksi (Taloustutkimus Oy 2019). Tämä ei ole hyvä asia yritysten kestävästä kehityksestä ajatellen. Tämän työn tutkimuskyselyissä arvioitiin myös suhtautumista kestäväan kehitykseen ja tulevaisuudennäkymiä sähkö- ja automaatiotekniikan alalla. Kyselyt antavat päinvastaisen kuvan tulevaisuudennäkymistä kuin Taloustutkimuksen tilastot. Yleistä paremmista kestäväan kehityksen näkymistä sähkö- ja automaatiotekniikan puolella on varmasti hyötyä, sillä ne mahdollistavat sähkö- ja automaatioteknisten sovellusten kaupallisen hyödyntämisen kestäväan kehitystä edistävällä tavalla.

Kuitenkin kestäväan kehityksen positiivisen potentiaalın hyödyntäminen vaatii rohkeaa lähestymistapaa. Talouden ohjatessa yrityksen liiketoimintaa olisi tärkeää luoda sellainen toimintaympäristö, jossa kyettäisiin vastaamaan ennakkoluulottomammin erilaisiin haasteisiin. Hankalissa ja uudenkaltaisissa tilanteissa henkilöstöllä ja yhteistyötahoilla on oleellinen vaikutus asiasta selviämiseen ja kykyyn löytää uusia kestäväan kehityksen ratkaisuja. Tätä aihealuetta arvioitiin jo luvussa 5.6 koulutusosaamisien pohjalta, vaikka merkittävin osuus innovaatiotoimien ratkaisuista tuleekin yritysten itsensä luomista mahdollisuuksista sellaisen syntymiseksi. Kuitenkin usein uudistuminen on välttämättömyys, mikä täytyisi nykyään ymmärtää nopeiden yhteiskunnallisten muutosten keskellä, ja uudistuminen vaatii onnistuakseen myös kyvykästä johtamista muutoksista selviämisen suhteen. Nykyään tarvitaan innovatiivisuuden johtamista, uudenlaisen tiedon käsittelemistä ja strategisen johtamisen uudistamista. Yritysten täytyy tavoitteita asettaessaan ajatella kustannustehokkuutta, vaikka samalla tuleekin huolehtia yrityksen vastuullisesta toiminnasta (Laasasenaho ym. 2020, 75). Tiedon valtava lisääntyminen tuottaa henkilöille, ryhmille ja kokonaisille yrityksille suunnattomia vaikeuksia. Se edellyttää uudentyyppisen uudistussyklin omaksumista, mikä vaatii sopeutuvuutta sekä pätevyyttä ennakoida ja johtaa muutoksia. (Sydänmaalakka 2009, 57–59.)

#### 7.4 Yhteinen mahdollisuus

Ammattikorkeakouluilla on ollut tavoitteena rakentaa selkeitä osaamiskeskittymiä eri teknologioiden ja koulutusalojen ympärille, myös kestäväan kehityksen osalta. Tätä on yleensä tukenut alueellinen yritystoiminta tarpeineen. Alueellisesti erilaiset ja fokuoituneet teknologiakeskittymät eri ammattikorkeakouluissa pystyvät parhaiten palvelemaan erilaisia teknologisia ratkaisuja ja valtakunnallisesti myös laajempia kokonaisuuksia, esimerkiksi kestäväan kehityksen jokaista erillistä vientipotentialia, jotka oli luokiteltu omiin osioihinsa kuviossa 16. Tämänkaltaisen alueellinen keskittyminen lisää myös eri sidosryhmien välistä luonnollista yhteistyötä alueellisesti. Se edesauttaa muutoskyvykkyyttä ja innovointitoimia eri sidosryhmien välillä. Tällainen yhteistyömalli oli esillä myös tutkimushaastattelussa. Lisäksi

kun tieto jakaantuu laajemmissa osaajaryhmissä, se tavoittaa laajemman pohjan uusille ideoille ja innovaatioille. Yhteistyön avulla yritykset ymmärtävät hyötyvänsä viimeisimmästä tutkimustiedosta sekä huomaavat mahdollisuuden uusiin innovaatioihin, myyntituotteisiin ja palvelusektoreihin (Potinkara 2018, 25).

Myös tässä tutkimuksessa nousi esiin vuorovaikutuksen tärkeys. Suomalaisen yhteiskunnan vahvuutena on ollut eri tahojen sosiaalinen osallistuvuus ja koulutuksen arvostus, ja kestävä kehitys teemakin perustuu yhdessä toimimiseen ja välittämiseen. Päämääränä on, että jokaisella toimijalla on läsnäolon mahdollisuus, ja tässä koulutuksella on merkittävä rooli (Kestäväkehitys.fi 2023). Suomen voimavara on avoin ulospäinsuuntautuneisuus (Tilastokeskus 2022).

Kestävä kehitys keinoja pitäisi osata edistää hyötylähtökohtien kautta, parhaimmillaan yhteistenkin hyötyjen nimissä. Tämäkin työ pyrki lähestymään asiaa tätä kautta, esittämällä IoT-alustan hyötyvaikutuksia muun muassa energiatehokkuuteen ja elinkaarimalleihin liittyviin esimerkkeihin. Energiatehokkuutta parantavat tai laitteiden elinkaarta pidentävät sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen keinot edistävät myös yrityksen taloudellisia pyrkimyksiä ekologisten toimien rinnalla. Säästöjä ja samalla muita hyötyjä tavoittelevat ratkaisut koetaan usein mielekkäämmiksi toteuttaa kuin välttämättömät toimet. Tämä pätee myös kestävä kehityksen tekoihin, vaikka kyse olisikin äärimmäisen tärkeiksi osoittautuneista ilmastotoeista.

### **Mahdollisuudet**

Vuorovaikutuskeinoja voidaan lisätä digitalisaation avulla. Esimerkiksi IoT-järjestelmän antamalla keinoilla voidaan edistää tiedonkulkua ja yhdistää eri sidosryhmiä, myös oppilaitosten ja työelämän osalta. Asiantuntemuksen laajentamisen painopisteen täytyisi tulevaisuudessa olla siinä, miten digitaalisuutta kyettäisiin soveltamaan liiketoiminnan edistämiseen (Potinkara 2018, 49).

Alueelliset erityisosaamiset, vuorovaikutteisuus ja digitalisaation luomat mahdollisuudet tuovat yhteisiä keinoja saavuttaa kuviossa 18 esitetyn kaltaisia teknologisia vaikutusmahdollisuuksia hiilijalanjäljen vähentämiseksi. Tämä laajenee vuorovaikutuksen myötä koskemaan myös sähkö- ja automaatiotekniikan keinoja yhdistettynä muiden alojen keinovalikoimaan. Esimerkiksi IoT-alustan kaltaisilla palveluilla tuottajat ja asiakkaat voivat yhdessä saavuttaa entistä parempia ratkaisuja päästöjen pienentämiseen ja tuottaa molemminpuolista lisäarvoa. Yksi tällainen keskeinen asiakasrajapinta voisi olla oppilaitosten ja yritysten välinen. Yhteistoiminnan perusta kohteesta ja toimialasta riippumatta on informaatio ja sen soveltaminen niin, että se kasvattaa oman tai asiakkaan elinkeinon, molempien tai niiden muodostaman kokonaisuuden lisäarvoa (Collin & Saarelainen 2016, 58). Yrityksen resurssit

ohjaavat päästöjen vähennystoimia, joten jos saatavilla olisi yrityksen ulkopuolista asiantuntijuutta, toimien toteuttamisesta ei tulisi liian vaativaa (Laasasenaho ym. 2020, 100).



Kuvio 19. Digitalisaation, kestävän kehityksen ja kansainvälistymisen keskinäiset vaikutussuhteet (LUT University 2023)

Kuviossa 19 esitetään digitalisaation mahdollistamia kestävän kehityksen puitteita, joita voidaan hyödyntää myös kansainvälisessä mittakaavassa. IoT-alusta on yksi digitalisaation mahdollistavista keinoista, jonka avulla palveluita voidaan parantaa jopa kansainvälisesti. Digitaalisten palveluiden puolelle kehitetyt kestävän kehityksen mahdollistavat tuotteet voitaisiin helpommin siirtää myös laajemman kohderyhmän ja markkina-alueen käyttöön. Digitalisoinnin mukana tulevat keinot mahdollistavat näin uudenlaisen liiketoiminta-alueen syntymisen myös sellaisille yrityksille, jotka eivät muuten tavoittelisi kansainvälistymistä, sillä ne tuovat tuotteen laajemman kohdeyleisön saataville.

### **Osaajatarpeet**

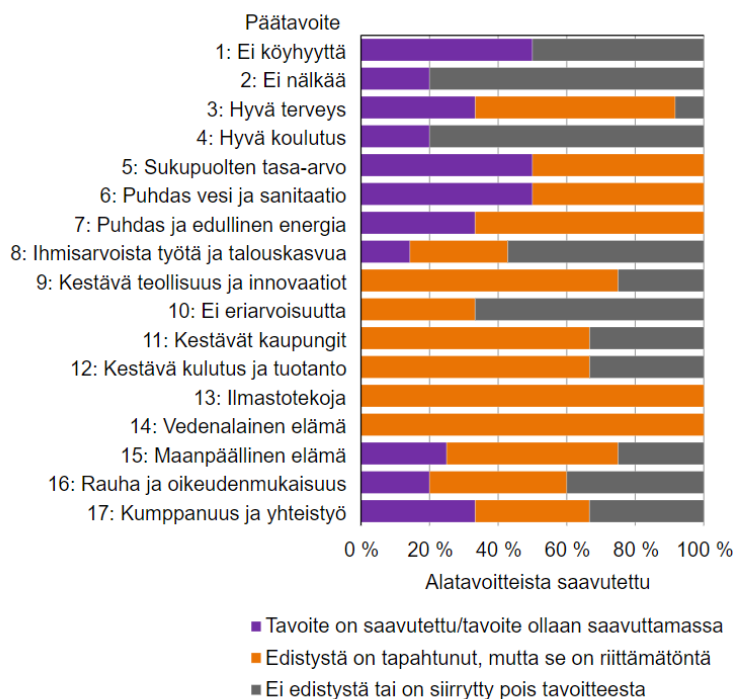
Merkittäviksi tai jopa kansainvälisiksi nousevat kestävän kehityksen saavutukset kasvattavat kilpailua. Kestävä kehitys on nykyiselläänkin kiinnostava aihe, ja halu voittojen jakamiseen kasvattaa mielenkiintoa entisestään. Kilpailullisesti kiinnostavalla sektorilla kilpaillaan tekijöistäkin, joilla voi olla suuri vaikutus kestävän kehityksen toimien onnistumiseen, koska ratkaisut vaativat usein innovatiivisia oivalluksia, kuten sähkö- ja automaatiotekniikassakin. Tämän vuoksi koulutusrakenteissa pitäisi tuoda esiin kestävää kehitystä. Tämä takaisi riittävän koulutetun ja ammattitaitoisen työvoiman vastaamaan kestävän kehityksen tuleviin

haasteisiin, niin kuin tämänkin työn työnantajakyselyn tuloksista havaittiin. Tämä on merkittävä havainto, sillä työnantajat toivoisivat koulutuksen tuovan työelämään tarvittavia lisätaitoja, joilla voitaisiin vastata paremmin kestäväen kehityksen nykyisiin ja tuleviin haasteisiin ja pärjätä markkinoilla, joilla kilpailu kasvaa. Työmarkkinat ympäri Suomen ovat hyvin vaikeat, ja oleellisin syy rekrytointiongelmiiin on se, ettei avoimeen toimeen ole riittävästi työnhakijoita (Nieminen 2021, 10).

## 7.5 Tilastot ja niiden tarkoitus

Kuten todettu, ei ole vielä riittävästi tilastollista dataa sen arvioimiseen, miten sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus edistää kestäväen kehitystä. Kuitenkin kestäväen kehityksen tilaa on muualla käsitelty erilaisilla mittareilla tätä työtä yleisemmällä tasolla. Vastaukset antavat suuntaa tätäkin työtä tukemaan.

KUVIO 1: JÄLJELLÄ OLEVA MATKA SDG-TAVOITEISIIN (PROSENTTIOSUUS KUHKUNKIN PÄÄTAVOITTEESEEN KUULUVISTA ALATAVOITTEISTA, JOTKA ON SAAVUTETTU)



Lähde: OECD.

Kuvio 20. Tilastokeskuksen dataa teollisuusmaiden (OECD) kestävästä kehityksestä vuonna 2022 (Tilastokeskus 2022)

Yksi tilastollinen huomio on se, että kuten kuvio 20 osoittaa, edistys kohti kestäväen kehityksen tavoitteita on ollut riittämätöntä. Näin ollen vaadittaisiin yhä merkittäviä kestäväen

kehityksen tekoja, jotta tavoitteet saavutettaisiin. Vuonna 2022 koulutuksen tavoitteisiin oli edelleen matkaa. Tämä pätee yhtä lailla sähkö- ja automaatiotekniikan opintoihin kuin mihin hyvänsä muuhunkin kestäväen kehityksen koulutukseen, kun tutkimuskyselyn ja kuvion 20 tuloksia tulkitaan yhdessä.

Kestäväen kehityksen tavoitteiden tukeminen on yleisesti ottaen varsin vähäisellä tasolla. Tähän viittasivat myös kyselyn vastaukset. Jotta kestäväen kehityksen toimet onnistuisivat, tarvitaan itsearviointia ja tulosten mittaamista. Yritykset ja oppilaitoksetkin mittaavat vain päästöjen osuuksia tai mahdollisia päästöjä synnyttäviä toimia, koska se on helpoin tapa osoittaa, että jonkinlaisia kestäviä tekoja on tehty. Kuitenkin merkittävä osa kestäväen kehityksen vaikutuksista ulottuu omien toimien ulkopuolellekin, kuten esimerkiksi koulutuksen vaikutukset kestäväen kehityksen tekoihin. Myös sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusaosaamisen vaikutuksia kestäväen kehityksen toimiin työelämässä täytyisi pystyä mittaamaan, jotta saataisiin todellista käytännön tietoa. Mittareita tulisi siis pystyä kehittämään tutkimuskysymyksiä tai yleisiä hiilijalanjälkiä tarkemmiksi, jotta saataisiin tarkempaa tietoa koulutuksen vaikutuksista yhteiskuntaan. Jo tämänkin tutkimuksen kyselyiden perusteella nykyopetus oli joillekin tahoille riittämätöntä mutta toisten toimintoja tukemaan se kelpaisi nykyiselläänkin. Toisaalta tämän työn mittareilla ei voida riittävän tarkasti määrittää tulosten syitä. Teemahaastattelussa tehdyt havainnotkin voivat johtaa harhaan, kun verrataan kyselyn antamaan mielikuvaan sähkö- ja automaatiotekniikan kestäväen kehityksen koulutuksen kokonaistilanteesta.

### **Sähkö- ja automaatiotekniikan kestäväen kehityksen todellisuus**

Teknisten ratkaisujen toteuttaminen kestäväen kehityksen mukaisesti on teollisuusmaissa vielä varsin heikkoa, kuten kuvio 20 osoittaa. Tilannetta on vaikeuttanut ymmärryksen puute siitä, millä tavoin OECD-maiden reaaliöhyys hankaloittaa kestäväen kehityksen edistämistä. Kahdeksasosa OECD-alueen asukkaasta on pienituloisia (Tilastokeskus 2022). Köyhyydestä on jo tullut merkittävä este kestäväen kehityksen edistämiseksi. Heikentyneessä taloustilanteessa kiinnostus kestäväen kehitystä kohtaan vähenee, jollei ratkaisusta ole selkeitä taloudellisia hyötyjä yrityksille tai yksityishenkilöille.

Reaalitalouden kehityssuunnan vaikutukset näkyvät myös kiinnostuksessa sähkö- ja automaatiotekniikan kestäviin ratkaisuihin. Tämän vuoksi sähkö- ja automaatiotekniikan kestäväen kehityksen toteutuksen tulisi olla taloudellisesti kannattavaa. Kannattavuutta pyrittiin tässäkin työssä tuomaan esille kiinnostuksen herättämiseksi kestäväen kehitystä kohtaan. Isotkaan korjausprojektit eivät usein ole tuottavia pelkästään energiatehokkuuden ansiosta, mutta energiasäästöjä tavoittelevat ratkaisut muodostuvat kannattaviksi, kun ne sisällytetään muuhun elinkaarikorjaamiseen (Motiva 2023). Suomen ympäristökeskuksen

selvityksen perusteella isoissa asuinrakennuksissa lämmitysenergian kulutuksessa olisi mahdollista saavuttaa 10 prosentin säästö parempien automaatiojärjestelmien keinoin (Järvenpää 2023, 30).

## 7.6 Loppupäätelmät

Tutkimuksessa aloitettiin teoriasta ja tutkittiin sitten, miten kestävän kehityksen toimia opetetaan sähkö- ja automaatiotekniikan alalla. LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma antoi vastauksen moneen tutkimuskysymykseen. Siinä kestävä kehitys kytkeytyy erityisesti IoT- ja Digital Twin -alustaratkaisuihin, joista IoT-alusta valikoitui lähempään tarkasteluun.

IoT-alusta mahdollistaa digitalisaation ja luo useita kestävän kehityksen mahdollistavia rajapintoja. Energiatehokkuus, kunnossapidon ja tuotannon optimointi sekä muut samansuuntaiset energiankulutusta ja materiaalien käyttöä vähentävät toimet edistävät kestävän kehityksen arvoja IoT-alustoihin liittyvissä ratkaisukeinoissa. Energiatehokkuus on vähähiilikartan tärkeimpiä toimia, ja Teknologiateollisuus pitää sitä yhtenä kestävän kehityksen merkittävimmistä tavoitteista.

### 7.6.1 Havainnot sähkö- ja automaatiotekniikan kestävästä kehityksestä

LAB-ammattikorkeakoulun IoT-järjestelmän opetus sähkö- ja automaatiotekniikan aiheena kestävän kehityksen kannalta on toki ajanmukainen, kun mittareina käytetään ainoastaan vähähiilitavoitetta tai kuvion 16 vientipotentiaalin arvoketjun tavoitteita. IoT-alusta mahdollistaa erilaisia lähestymistapoja, ja eri toimialojen kestäviä tavoitteita on sen ansiosta mahdollista yhdistää myös laajemmiksi kokonaisuuksiksi, niin kuin kuviossa 18 esitettiin.

Silti mikään teknologinen ratkaisu ei yksinään ole toista parempi. Tämä havainto kohdistuu myös korkeampaa teknologiaa sisältävään opetustarjontaan. Vaikka tämän työn esimerkit johdattelivat taustojensa vuoksi arvioimaan kestäviä arvoja juuri IoT- tai konenäköratkaisujen kaltaisten aiheiden kannalta, silti näidenkin aiheiden yhdistäminen muihin osaamisiin määrittää lopulta sen, kuinka tarpeelliseksi esimerkiksi IoT-opetus lopulta kestävän kehityksen osalta osoittautuu. Siksi kuvion 18 edut tulevat esille vasta silloin, kun jokainen osa-alue suoriutuu omista tavoitteistaan kestävien ratkaisujen suhteen parhaimmalla mahdollisella tavalla. Parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen pääseminen vaatii korkeamman teknologian tekniikoiden osalta myös enemmän osaamista ja resursseja, minkä vuoksi tällaiset teknologiat eivät tule täysin korvaamaan muita tekniikoita kaikilla liiketoimintasektoreilla. Perusosaaminen on usein jopa korkeampia teknologioita tärkeämpää, jotta pystytään

riittävän hyvin tarjoamaan kestävän kehityksen ratkaisuja jo nykyisin ydinliiketoimintaa lähellä oleville kokonaisuuksille.

### 7.6.2 Sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen edistäminen

Ilmasto-ohjelma on strateginen pohja, jonka ympärille sähkö- ja automaatiotekniikkaan sisältyvä kestävän kehityksen opetus ammattikorkeakouluissa pitkälti rakentuu. Yksi tutkimuksen päähuomioista on se, että sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen koulutuskokonaisuudet ja liike-elämän toteutukset liittyvät pitkälti energiatehokkuuden tuloksena syntyvään vähähiilisyyteen. Teknolgiateollisuuden tavoitteet ovat täysin samansuuntaiset sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen koulutustoiminnan kanssa. Selkeästä tavoitteenasettelusta huolimatta kestävä kehitys aiheuttaa yrityksille edelleen merkittäviä haasteita suhdanteiden epävarmuuden vuoksi, niin kuin signaalit teollisuudesta ja kyselyn vastaukset osoittavat. Ilmasto-ohjelma on keinona oikeasuuntainen, minkä tutkimuskyselykin vahvistaa, mutta toteutuskeinot työelämän kannalta mietityttävät edelleen. Koulutuksella ja tiedon lisäämisellä voidaan vähentää tällaisia epävarmuustekijöitä, parantaa tietoisuutta kestävästä kehityksestä ja lisätä kestävän kehityksen tekoja sähkö- ja automaatiotekniikan alalla.

### 7.6.3 Koulutustarpeet ja odotukset

Tutkimuksessa tehdyn kyselyn perusteella sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen koulutuksen keinovalikoimaa pidetään oikeasuuntaisena, mutta määrällisesti riittämättömänä. Korkeakoulujen kestävän kehityksen koulutuksen vaikutuksia on lähes mahdotonta arvioida vielä tässä vaiheessa, sillä niistä ei ole olemassa tilastollista tietoa (Puurula ym. 2022, 44).

Kestävän kehityksen opetustarpeiden kasvu on hiljalleen huomattu ammattikorkeakouluissa siitä päätellen, että kestävän kehityksen opintotarjontaa on lisätty myös sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuskokonaisuuksiin. Eri ammattikorkeakoulut painottavat kestävän kehityksen koulutusta hyvin eri tavoin, mikä näkyy opetusmäärien ja sisältöjen vertailussa. Vaikka kestävän kehityksen opetuksen määrässä on vaihtelua, siitä on joidenkin ammattikorkeakoulujen sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinnoissa tullut myös pakollista osaamista. Esimerkiksi Metropolian ja Hämeen ammattikorkeakoulut ovat varsin vahvasti profiloituneet kestävän kehityksen opintotarjonnan esiintuomisessa, mikä näkyykin siinä, että näiden oppilaitoksen opintotarjonta kestävän kehityksen osalta on kattavampi kuin verrokina työssä olleen LAB-ammattikorkeakoulun. Tulevilla insinööreillä on monipuolinen ja ekologinen kosketus asiaan (Metropolia ammattikorkeakoulu 2021). Sähkö- ja

automaatiotekniikan ammattilaisena kykenet kehittämään ja suorittamaan hyviä ja ympäristöllisesti toimivia sähkö- ja automaatiotekniikan ratkaisuja (Hämeen ammattikorkeakoulu 2021).

Kun perehdytään tarkemmin sähkö- ja automaatiotekniikan koulutussisältöihin ja yhdistetään nämä tiedot tutkimuskyselyn vastauksiin, havaitaan, että sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehitys opintotarjonnalle on olemassa selvää kysyntää. Tutkimuskysely osoitti, että työelämän asiantuntijat katsovat koulutuksen tarpeen kasvaneen. Ammattikorkeakoulut ovat jo alkaneet vaihtelevasti vastata tähän haasteeseen, mutta kestävä kehityksen opetus on vielä osin hapuilevaa.

Energiatohokkaimmat ratkaisut syntyvät siis arvoketjun valinnoista. Vaikka yksittäinen kokonaisuus on osa energiatohokasta ratkaisua ja kestävä kehitys itsessään, energiatohokkaimmat ratkaisut koostuvat laajemmista kokonaisuuksista yhteishyötyineen ja tekoja olisi kyettävä arvioimaan laajemmissa mittasuhteissa. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään myös näiden tekijöiden suhdetta. Vastausten hajonnan perusteella opetusta olisi syytä muokata entistä paremmin työelämän tarpeisiin, jotta sähkö- ja automaatiotekniikan osaajat olisi kyettävä arvioimaan laajemmissa mittasuhteissa. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään myös näiden tekijöiden suhdetta. Vastausten hajonnan perusteella opetusta olisi syytä muokata entistä paremmin työelämän tarpeisiin, jotta sähkö- ja automaatiotekniikan osaajat olisi kyettävä arvioimaan laajemmissa mittasuhteissa. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään myös näiden tekijöiden suhdetta.

Työnantajat pitävät sähkö- ja automaatiotekniikan roolia kestävässä kehityksessä merkittävänä mahdollisuutena. Ammattikorkeakoulujen koulutussuunnat tukevat yleisperiaatteiltaan hyvin vähähiilisuuden periaatteita. Se on suunta, joka tällä hetkellä antaa selkeimmät keinot kestävässä kehityksessä ja päästöjen vähentämiseen. Kuitenkin kyselyn perusteella työnantajat näkevät opetuksessa esiin tuodun keinovalikoiman riittämättömäksi. Tähän näkemykseen on helppo yhtyä, sillä kestävä kehitys koulutuksen kokonaisuuksien tavoitteita on vaikea edes hahmottaa pelkkien kurssisisältöjen kuvausten perusteella, kun arvioidaan sähkö- ja automaatioalan erityisosaamista kestävässä kehityksessä liittyen.

Korkeakoulujen kehittyminen kestävässä kehityksessä suuntaan velvoittaa muutoksiin opetuksessa, järjestelyissä, käytännöissä ja menettelyissä (Puurula ym. 2022, 45). Ammattikorkeakoulujen lisääntynyt opetusmäärä sähkö- ja automaatiotekniikan kestävässä kehityksessä osalta ei ole edelleenkään valmis kokonaisuus, vaan ammattikouluilla näyttäisi edelleen riittävän työtä opetuksen kehittämisessä. Sähkö- ja automaatiotekniikan kestävässä kehityksessä osaamisen mittaamiseen tarvittaisiin yhä parempia mittareita, sillä nykyinen tapa esittää opetussisältöjä ei ole riittävän selkeä yhdellekään osapuolelle.

## 7.7 Toisentyypinen lähestymistapa

### 7.7.1 Onko aihetta toisenlaiseen näkemykseen

Tässä työssä esille nostettu ilmasto-ohjelma ja vähähiilikartan liittäminen sähkö- ja automaatiotekniikan kestäväen kehityksen opetukseen vaikuttaa lähes täydelliseltä ratkaisulta kestäväen kehityksen tavoitteeksi. Vähähiilisyystavoitteet ja niitä tukevat sähkö- ja automaatiotekniikan toteutuskeinot mielletään helposti ideaaliratkaisuiksi. Kestäväen kehityksen sähkö- ja automaatiotekniikan koulutukset mainostavat itseään energiatehokkuuden optimoinnin kautta, kun osa vähähiilisydestä todistetustikin saavutetaan energiatehokkuutta parantamalla.

Usein tutkijan toivottaisiin löytävän tavanomaista aineistoa, ja käsittelevän sitä alan perinteisten tapojen ja oletusarvojen mukaisesti. Kuitenkin tärkeää olisi myös se, että tehdessään päätelmiä tutkija pyrkisi esittämään uudenlaisia näkemyksiä aiheesta. (Juuti & Puusa 2020.) Laadullisessa tutkimuksessa on vain vähän selkeitä analysointitapoja, eikä ole olemassa yhtä ainoaa oikeaa tai muita ylivertaisempaa analysointitapaa (Hirsjärvi & Hurme 2009, 136). Tutkimushaastattelussa esiin tulleet näkemykset mahdollistavat myös toisenlaisen lähestymisen: kestäväen kehityksen mainostamisella voi olla muitakin tavoitteita kuin ekologisuuden edistäminen.

Kun kartoitettiin sähkö- ja automaatiotekniikan koulutustarjontaa, selvisi, että tietyt oppilaitokset haluavat tuoda kestäväen kehityksen painopisteen esille erityisen vahvasti. Teema-haastattelun yhteydessä esiin tullut LAB-ammattikorkeakoulun näkemys kestäväen kehityksen suunnasta ja koulutustarpeen määrästä antoi viitteitä siitä, ettei sähkö- ja automaatiotekniikan kestäväen kehityksen koulutus ole mikään itseisarvo. Esimerkiksi kuvion 14 mukaan Metropolian ammattikorkeakoulun valaistustekniikan opinnot sisältävät energiatehokkaita ratkaisuja. Toisaalta Vaasan ammattikorkeakoulun vastaavissa opinnoissa ei kurssikuvauksen perusteella käsiteltäisi energiatehokkuutta ollenkaan. Kuitenkin yksi tämän päivän käytetyimmistä valaisintyypeistä on LED-valaisin, joka opetetaan varmasti molempien oppilaitosten opetussisällössä valaistukseen kuuluvana ratkaisuna sekä energiaa säästäväenä valaistusteknologiana. LED-valaisimissa korostuu kaksi hyvää ominaisuutta, jotka ovat energiankulutuksen pieneneminen ja kestoikä (Sitra 2017).

Kestäväen kehityksen korostaminen on siis osa oppilaitostenkin markkinointia. Työn tuloksien arviointi vain vahvistaa käsitystä siitä, että kurssisisältöjen maininnat kestävästä kehityksestä ovat osittain mainontaa, eikä opetus välttämättä tarjoa paljoakaan tietoa kestävästä kehityksestä. Taloudelliset edut voivat houkuttaa kestäväen kehityksen parissa työskentelemään, vaikkei vihreitä arvoja ole kyetty toimintaan riittävästi sisällyttämään.

### 7.7.2 Mikä kestävän kehityksen teoksi määritellään

Aiemman luvun vastaavaan päätelmään päästään myös pohtimalla sitä, miksei robotiikan tai taajuusmuuttajien käyttämisen ekologisuutta korosteta lainkaan, vaikka ne ovat osa sähkö- ja automaatiotekniikan arkipäivää, ne tiedostetaan energiatehokkaaksi ratkaisuksi ja ne edustavat kestävän kehityksen arvoja. Monet sähkö- ja automaatiotekniikan opetuksen perussisältöosuudet liittyvät kestäväan kehitykseen, mutta niiden kurssiesittelyissä ei korosteta asiaa. LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan sähköisen liikenteen koulutussuunta puolestaan on laadittu niin, että se tukee sähköistyvää liikennettä. Näin ollen se edustaa vihreää siirtymää. Silti näihinkään opintoihin ei ole liitetty erillistä kestävän kehityksen leimaa, kuten liitteestä 1 huomataan. Sähköisen liikenteen opintokokonaisuus liitteessä 1 on vihreällä korostettu tekstinosa.

Siispä kestävän kehityksen mainostamisen sijaan tulisi kiinnittää enemmän huomiota opetuksen sisältöön, jotta opinnot ohjaisivat oikeanlaisiin ja todellisiin kestäviin tekoihin. Kyseilyn vastausten perusteella kestäviä ratkaisutapoja ei opeteta tavalla, josta olisi hyötyä yritysten toiminnassa. Kestävän kehityksen opinnot eivät tuo työelämään uudenlaisia näkemyksiä. Siksi ne eivät ole paras ratkaisu jokaisen yrityksen kohtaamiin kestäväan kehityksen ongelmiin. Haasteita koulutusten kohdentamisen ja kestäväan kehityksen osalta siis riittää edelleen, kuten siinäkin kuinka kestäväa kehitystä kyettäisiin tuomaan esiin nykyistä paremmin sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaamisessa.

Kestävän kehityksen ei pitäisi perustua päälle liimattuun vihreään ympäristömerkkiin, ja tämän vuoksi kestäväan kehityksen erillisopetukselle sähkö- ja automaatiotekniikan opetusrakteissa on edelleen perusteltu tarve. Osaamista oikeanlaisten valintojen suhteen tarvitaan, vaikka kyseessä olisikin tavanomainen ratkaisu, kun haetaan parhaita mahdollisia keinoja kestäväan kehityksen edistämiseen.

## 8 Yhteenveto, pohdinta ja työn luotettavuus

### 8.1 Kestävän kehityksen koulutus ja sen merkitys

Tutkimuskysymyksen alkuoletaman mukaisesti saatiin selville, että ammattikorkeakoulujen sähkö- ja automaatiotekniikan opetukseen on lisätty myös kestävän kehityksen opetusko-konaisuuksia. Tämä kävi ilmi myös LAB-ammattikorkeakoulun opintokokonaisuudesta.

Tutkimuksessa selvitettiin, millaisin strategioin eri koulutusasteet pyrkivät tuomaan esille kestäviä arvoja ja edistämään niiden toteutumista. Työelämäsuuntautuneena tutkimustyönä tarkasteluun soveltui parhaiten ammattikorkeakoulutus. Ammattikorkeakouluissa kestävä kehitys liitetään ennen kaikkea ilmastostrategiaan ja vähähiilisyystavoitteisiin. Ammattikor-keakoulujen kestävän kehityksen ohjelma kiteytyy ilmasto-ohjelmaksi, mutta yliopistoissa sen sijaan otetaan huomioon kestävän kehityksen eri näkökulmat ja ulottuvuudet. (Puurula ym. 2022, 44).

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuslinjojen opetus noudattelee esimerkiksi Teknologia-teollisuuden linjauksen pääperiaatteita. Teknologia-teollisuuden linjauksen ja ammattikor-keakoulujen sähkö- ja automaatiotekniikan kestävän kehityksen koulutuksen välinen on täy-sin ilmeinen. Ilmasto-ohjelman mukaista vähähiilisyysperiaatetta pyritään toteuttamaan kasvattamalla energiatehokkuutta, ja energiatehokkuutta parantavat keinot eri teollisuuden-aloilla muodostavat kuvion 16 mukaisen vientipotentiaalin arvoketjun, joka muistuttaa pää-periaatteiltaan ammattikorkeakoulujen eri sähkö- ja automaatiotekniikan koulutuslinjoja. Energiatehokkuuden vientipotentiaaliin vaikuttaa tämän lisäksi myös käytetty teknologia, jonka vaikutuksia päästövähennyksiin esitellään kuviossa 18.

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutussuuntien tarjoamia erillisiä kestävän kehityksen kei-noja voidaan parantaa myös kyvykkäämpien teknisten ratkaisujen avulla, kuten kuviossa 18 selitetään. Tässä työssä esitelty IoT-ratkaisu edustaa juuri tällaista korkeamman tekno-logia-asteen ratkaisua, jolla pyritään kehittämään palveluita, säästämään energiaa ja opti-moimaan tuotantoa. Samaa IoT-alustaa voidaan käyttää myös teollisuuskiinteistön energia-tehokkuuden säätämiseen, joka on kiinteistöautomaatioteknologian osa tietyissä ammatti-korkeakouluissa. Eri keinovalikoimat ja tekniset kokonaisuudet voidaan tarvittaessa yhdis-tää teknologisten ratkaisujen kautta osaksi koko sähkö- ja automaatiotekniikan kestäväää kehitystä.

## **Uudistuvan teollisuuden asiantuntijoita, 16 paikkaa yhteensä Kaakkois-Suomessa & Hämeessä**

Kiinnostaako sinua teollisuus, tekniset toteutukset tai erilaiset automaatiojärjestelmät?  
Haluaisitko ottaa haltuun uusimmat ratkaisut? Haluaisitpa jatkossa toimia teknisenä

Kuvio 21. Työpaikkailmoituksen osa internetistä (Duunitori Oy 2023)

Kuvion 21 työpaikkailmoituksen tiedon perusteella uudistuva teollisuus tarvitsee kestävä kehityksen hallitsevia tekijöitä. Työnantajatarpeiden muuttuminen myös IoT:n kaltaisten ratkaisujen suuntaan ei ole näinä aikoina sattumaa, sillä kestävä kehityksen osaamista tullaan tarvitsemaan yhä enenevässä määrin, kun fossiilisten polttoaineiden käyttöä pyritään monin keinoin vähentämään. Kestävä kehityksen taidot ovat opiskelijoille ja työnantajille taitoja tulevaisuutta varten, ja tämä pätee myös sähkö- ja automaatiotekniikan ammattilaisiin. Tutkimuskyselyn tulokset antoivat selkeitä viitteitä siitä, että sähkö- ja automaatiotekniikan ammattilaiset näkevät lähitulevaisuudessa tällaisia tarpeita. Näin ollen kestävä kehityksen koulutusmääriä ja -sisältöjä tulisi arvioida uudelleen.

### 8.2 Yhteenveto

Tutkimustuloksissa havaittiin, että osaa kestävä kehityksen perusteista käsitellään jo perusammattiosaamisen opetuksessa. Tämä pätee myös sähkö- ja automaatiotekniikan taitoihin. Tämän vuoksi on perusteltua keskittyä sähkö- ja automaatiotekniikan opetuksessa omaan tekniikkaan mutta ottaa kestävä kehitys huomioon. On turha keskittyä pelkästään kestävä kehityksen brändiarvoon, koska se ei johda välttämättä oikeisiin tekoihin. Osaava ammattihenkilö pystyy edistämään kestäviä arvoja myös oikeilla laitevalinnoilla, ja hyvät perustaidot auttavat myös kestävä kehityksen osalta hyvään lopputulokseen. Tärkeintä kestävä kehityksen kannalta olisi se, että ammattihenkilölle luodaan sellainen työskentelyympäristö, jossa hän kykenee vaikuttamaan näihin asioihin itsenäisesti.

Päämäärät kuitenkin ratkaisevat kestävä kehityksen edistymisen. Tuloksia pitäisi kyetä jollain tavoin mittaamaan ja tarkastelemaan säännöllisin väliajoin. Velvoite tavoitteelliseen toimintaan sitoo yhtä paljon kestävä kehityksen opetusta, ammatinharjoittamista ja arkipäiväistä toimintaa. LAB-ammattikorkeakoululla, kuten muillakin, olisi sikäli myös parannettavaa, että jokaisella ammattikorkeakoululla on yhtä vähän käytännön esimerkkejä siitä, miten koulutus vaikuttaa käytännössä kestävä kehityksen tavoitteiden saavuttamiseen.

Tutkimuksen aikana LAB-ammattikorkeakoulusta ei löytynyt yhtään esimerkkiä koulutukseen liittyvästä kestävästä kehityksen mittarista, vaikka muun opetukseen liittyvän toiminnan päästöjä kyetään kartoittamaan. Useimmissa organisaatioissa tilanne on sama, jolloin joista toimintoa ei pyritä järjestelmällisesti sitouttamaan mitattaviin kestävästä kehityksen tehtäviin. Monellekaan organisaation toiminnolle ei ole asetettu kestävästä kehityksen päämäärää, jota pyrittäisiin jollain tavoin seuraamaan. Ilman asetettuja tavoitteita yksittäinen ihminen ei voi vaikuttaa kestävien arvojen tukemiseen. Myös liiketoiminnan sisäpuolelle tulisi ymmärtää kehittää tarkempia mittareita kuin yhteenlaskettavat päästötavoitteet. Kestävien tavoitteiden asettamisessa ja arvioinnissa olisi siis parannettavaa.

Tavoitteellisuutta kestävästä kehityksen osalta voitaisiin verrata vähähiilisyiden tavoitteisiin: jos hiilijalanjäljestä ei ole tilastotietoja, ei voida tietää vähennyksiä edes syntyneen. Kun kehitetään kestävästä kehityksen toimia, olisi aina tärkeää arvioida tuloksia, jotta havaittaisiin positiivista muutosta syntyneen. Myös kestäviin arvoihin liittyvän koulutuksen tilastointia tulisi edellyttää joiltain osin, sillä fossiilittomuus tai vähähiilisyys eivät ole kestävästä kehitystä, ellei niiden ekologisuutta kyetä todistamaan. Kyselyn mukaan työnantajat olettavat, ettei kestävästä kehityksen koulutuksen vaikutuksia tilastoida. Kun huomataan toimintatavoissa puutteita hiilijalanjäljen mittaustuloksien perusteella, on tarkasteltava tilannetta uudelleen, jos prosessin toimia on aiemmin tarkasteltu ja pyritty tehostamaan (Laasasenaho ym. 2020, 102).

### 8.3 Pohdinta ja jatkokehitysehdotukset

#### **Kuinka varmistaa kestävien tekojen toteutuminen**

Työssä havaittiin, että kestävä kehitys on nykyään merkittävä osa myös sähkö- ja automaatiotekniikan opetusta. Silti olisi tärkeää varmistaa, että opetuksen rakenne vastaisi käytännön vaatimuksia ja työelämän haasteita. Oppilaitos ei selviä yksin tällaisen osaamisen opettamisesta. Eri sidosryhmien tulisikin pyrkiä tiiviimpään yhteistyöhön kestävästä kehityksen osalta.

Esimerkiksi vanhan kiinteistön energiatehokkuuden lisääminen kiinteistöautomaation avulla on taloudellisesti merkittävä riski hyödyistä huolimatta. Vanhemman kiinteistön kehitystarpeita pitäisi pystyä arvioimaan laaja-alaisemmin ja pyrkiä etsimään sellaisia yhteistyömuotoja, joiden turvin asia olisi taloudellisesti järkevämpää toteuttaa. Sähkö- ja automaatiotekniikan eri liiketoiminta-alueiden olisi hyvä yhdistää osaamistaan. Näin ne saisivat yhdessä aikaan parempia ratkaisuja, jotka säästäisivät samalla kustannuksia. Modulaariset ratkaisut ja yhtenäiset rakenteet voisivat tuoda yhdyssilloja eri toimijoiden välille. Synergiaetu tekee

sähkö- ja automaatioteknisistä ratkaisuista edullisempia, ja monipuolisemmat kokonaisuudet tekevät tuotteesta entistä kilpailukykyisemmän.

Oppilaitoksen ja yritysten yhteistyö sopisi jatkoselvityksen aiheeksi, sillä tutkimuskyselyn vastauksien perusteella sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehitys opetus ei ole työnantajien mielestä riittävää. Jo alussa tutkimuskysymystä pohdittaessa heräsi kysymyksiä siitä, miten sähkö- ja automaatiotekniikan tekijät voivat edistää kestävä kehitystä. Vaikka ammattikorkeakoulujen keinovalikoima vaikuttaa kuvauksien perusteella asialliselta kokonaisuudelta ilmasto-ohjelman kannalta, jää kuitenkin edelleen avoimia kysymyksiä. Tarvittaisiin käytännönläheisempiä esimerkkejä avaamaan sitä, millaisin keinoin sähkö- ja automaatioalan tekijä pystyisi tekemään kestäviä valintoja. Kurssikuvaukset eivät kerro, minkälaisia keinoja koulutus antaa ongelmien ratkaisemiseen, ja tiedämme varsin vähän siitä, millaista sähkö- ja automaatiotekniikan osaamista työnantajat yleensäkin tarvitsevat liiketoimintansa tukemiseen.

Mittavat tekniset kokonaisuudet ovat investointien kannalta varsin haastavia verrattuna pienempiin parannuksiin, kuten yksittäisten laitteiden vaihtamiseen energiatehokkaampiin. Laajemmissa energiatehokkuutta parantavissa kokonaisuuksissa lisääntyy tarve asian hallintoihin liittyvälle osaamiselle, jota ei voi mitenkään rakentaa ilman kunnollista oppimisympäristöä. Joidenkin oppimisympäristöjen hankintaan ja rahoittamiseen liittyy ongelmia. Esimerkiksi yritysten robottiosaaminen on heikkoa, joten robotiikan opetus, jossa käytetään robottisoluja, olisi tärkeää, mutta robottien hankinnassa ja saatavuudessa on jo pitkään ollut ongelmia ja rajalliset varat edellyttävät harkitsemaan tarkoin oppilaitoksen hankintoja (Hietikko 2017, 72–74). Myös IoT-tekniikka on kokonaisuus, joka voisi vaatia nykyistä enemmän oppimisympäristöltään. Oppimisympäristöllisiä haasteita olisi yleisestikin tärkeää selvittää sähkö- ja automaatiotekniikan osalta. Koulut ja yritykset voisivat pyrkiä yhdessä selvittämään näitä tarpeita.

### **Kestävän kehityksen opetuksen kriittisempi lähestyminen**

Jatkossa kestävä kehitys sähkö- ja automaatiotekniikan kannalta voisi lähestyä kriittisemmin, sillä tutkimuskyselyn perusteella kestävä kehitys opetusmääriä pidettiin jossain määrin riittämättöminä. Näihin kysymyksiin ei kuitenkaan saada vastauksia ilman työnantajahaastatteluja. Yhtä lailla epäselvää on se, kuinka kestävä kehitykseen tulisi asennoitua ja onko se yleensäkin toimijoille uhka vai mahdollisuus. Esimerkiksi monissa tahoissa on herännyt huolia, kun EU-parlamentin energiatehokkuusdirektiivin edellyttämiä energiansäästötoimia kiinteistöihin vaaditaan toteutettaviksi ilman riittävää tietoa saatavista säästöistä. Epätietoisuus ja huolet hidastavat eri sidosryhmien toimintaa kestävä kehityksen

hyväksi, joten epävarmuustekijöitä olisi tärkeää lieventää. Tämä koskettaa myös sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen koulutussisältöjen kuvauksia.

Eettiset ja ekologiset epävarmuustekijät tulisi myös huomioida sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen koulutussisältöjä laadittaessa esimerkiksi silloin, kun rakennetaan esimerkiksi IoT-alustoja, joissa käytetyt materiaalit voivat loukata eettisiä ja ekologisia arvoja. IoT-alustan elektroniikka voi sisältää harvinaisia jalometalleja ja mineraalivarantoja, mikä luonnonvarojen kallistumisen vuoksi suosii varakkaampia maita köyhempien kustannuksella (Hynninen 2022).

Tämän työn pääpaino oli ammattikorkeakoulujen sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen koulutuksessa. Kaikki kestävä kehityksen toimet eivät automaattisesti johda ekologisesti kestäviin tuloksiin. Kestävä kehityksen ekologisuu den varmistamiseksi tutkivampi ote ammattikorkeakoulujen opetukseen olisi suotavaa, jotta mahdolliset puutteet kestävä kehityksen opeissa kyettäisiin aidosti arvioimaan. Tilastomittareiden ja tutkimuksellisten lähestymistapojen kehittäminen yliopistojen tavoin olisi järkevää myös ammattikorkeakouluille, jotta esimerkiksi hiilijalanjäljen vähentämiseen liittyvä opetus olisi ajanmukaisinta ja parasta mahdollista. Tilastollisten työkalujen muodostaminen koulutuksen tutkimiseen voisi olla erinomainen jatkotyömahdollisuus, jotta opetuskäytäntöjä voitaisiin aidosti perustella kestävien tekojen mittareiden avulla. Kestävä kehityksen koulutuksien mittaamiseen pystyvä työkalu olisi ensiaskel kohti tarkempaa päämäärää, vaikka sen kehittäminen olisikin tavanomaista vaativampaa. Sillä hiilijalanjäljen mittaaminenkin on yritykselle ensimmäinen tekijä kohti kestävämpää toimintaa, vaikka sopivan laskurin löytäminen alkuun onkin haasteellista (Laasasenaho ym. 2020, 76–88).

Jatkokehitysmahdollisuus voisi kohdistua myös tässä työssä vajaaksi jääneisiin osiin, kuten koulutusten tarkempien sisältöjen arviointiin. Opintokuvauksien suurin puute on se, kuinka kurssikuvaus kykenee kestävä kehityksen osuuden osaltaan ilmaisemaan. Lisäksi sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen tarkennetut koulutustiedot voisi suhteuttaa tarkemmin työelämän tarpeisiin. Tämä työn kuitenkin osoitti, että kestävä kehityksen tutkimukselle on edelleen tarvetta. Tämä pätee myös sähkö- ja automaatiotekniikan alalla annettavaan kestävä kehityksen koulutukseen.

#### 8.4 Työn luotettavuus ja kriittisyys

Kestävä kehityksen sähkö- ja automaatiotekniikan opintorakenteet ovat julkista tietoa, joka on jokaisen saavutettavissa. Tiedot ovat löydettävissä internetin kautta koulujen opinto-opaista, Opintopolku-sivustolta sekä ePerusteet-palvelusta.

Opintorakenteista tehdyissä päätelmissä olisi parannettavaa, koska sitä, missä määrin kurssisisällöissä painotetaan kestävää kehitystä, ei välttämättä pysty toteamaan pelkkien kurssikuvausten perusteella. Vertailut eri oppilaitosten välillä perustuvat kurssikuvauksista tehtyihin päätelmiin. Kuitenkin tutkimuksessa saavutettiin saturaatiopiste eli sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen opintotarjontaa pystyttiin tulkitsemaan riittävästi. Saturaatio tarkoittaa sitä, että tulokset alkavat muistuttaa toisiaan eivätkä enää tuo tutkimukseen mitään uutta sisältöä (Tuomi & Sarajärvi 2009, 87).

Tutkimus lähtee liikkeelle käytännön tiedoista, ja teorian tietoon tutustuminen auttaa ongelman määrittämisessä tarkemmin (Hirsjärvi & Hurme 2009, 13). Myös tutkimuskyselyn kysymykset pohjautuivat teorian tiedosta saadun käsityksen varaan, jolloin tutkimuskysymyksillä oli tavoitteena täydentää teoriasta muodostunutta mielikuvaa. Tämän lisäksi tutkimuskyselyn vastauksia pyrittiin vertaamaan vastaaviin kyselyihin keskenään. Täten kyselyn tulosten ja Tilastokeskuksen selvitysten vertaileminen teki niistä toisiaan täydentävän kokonaisuuden. Työssä esitetyt menetelmät ovat toistettavissa, mikä vahvistaa työn luotettavuutta. Tutkimuskyselyn ajankohta ja pieni otanta voivat lisätä tulosten hajontaa.

### **Reliabiliteetti**

Reliabiliteetilla tarkoitetaan sitä, että tutkimuksen tulokset on mahdollista toistaa samanlaisin tieteellisin lähestymistavoin. Se voi tarkoittaa sitä, että saadaan sama tulos, kun asiaa tutkitaan kaksi kertaa tai kahdella eri tutkimuskeinolla, tai sitä, että kaksi tutkijaa päätyy samaan lopputulokseen. Silti on epätodennäköistä, että kaksi eri tutkijaa ymmärtäisi täysin samalla lailla kolmannen tekijän sanoman. (Hirsjärvi & Hurme 2009, 186.)

Tässä tutkimuksessa tämä tavoite saavutettiin aineiston, kyselyiden sekä haastatteluiden osalta. Osallistujien mielipiteissä oli eroja, ja eri aikana tehty kysely saattaisi tuoda erilaisia tuloksia, sillä kyselyn tulokset ovat aina vastaajien paras näkemys asiasta vastaushetkellä. Näitä taustoja vasten voidaan sanoa, että reliabiliteetin tunnusmerkit täyttyvät tämän tutkimuksen kohdalla.

### **Validiteetti**

Tutkimustuloksien validiteetti eli yleistettävyyden on tämän työn osalta todennettavissa. Tutkimuskysymykseen liittyvää tietoa haettiin oppilaitosten ulkopuoliselta kohderyhmältä, jonka näkemykset vahvistivat havaintoja. Validiteetilla tarkoitetaan sitä, kuinka tulokset kestävät tarkastelua käytännössä, eli sitä, ovatko tulokset toistettavissa tutkimusta muistuttavissa tilanteissa myös tutkimuksen ulkopuolella (Kananen 2015, 347).

## Lähteet

Aaltonen, J. 2009. Energiatehokkuuden merkitys Suomen energiapolitiikassa. Lappeenrantaan teknillinen yliopisto. Lappeenranta.

Ahoranta, J. 2013. Sähkötekniikka opiskelukirja. Sanoma Pro Oy. Helsinki.

Antikainen, O. & Ropponen, H. 2022. Simulaatiotilan kehittäminen älykotiympäristöksi LAB-ammattikorkeakoulun Lappeenrannan kampukselle: KARITA-hanke. LAB-ammattikorkeakoulu. Lahti.

Bäckman, P. 2019. Selvitys IOT-alustojen nykytilasta ja markkinatilanteesta. Lappeenranta-Lahden teknillinen yliopisto LUT. Lappeenranta.

Collin, J. & Saarelainen, A. 2016. Teollinen internet. Alma Talent Bisneskirjasto e-kirja. Helsinki.

Duunitori Oy. 2023. Uudistuvan teollisuuden asiantuntijoita, 16 paikkaa yhteensä Kaakkois-Suomessa & Hämeessä. Lainattu 30.3.2023. Saatavilla <https://duunitori.fi>

Energiavirasto. 2023. Suomalaisten kotitalouksien sähkölasku kallistui keskimäärin noin 50 prosenttia vuonna 2022. Lainattu 26.2.2023. Saatavilla <https://energiavirasto.fi/-/suomalaisten-kotitalouksien-sahkolasku-kallistui-keskimaarin-noin-50-prosenttia-vuonna-2022>

ePerusteet. 2018. Sähkö- ja automaatioalan ammattitutkinnon perusteet. Lainattu 11.3.2023. Saatavilla <https://eperusteet.opintopolku.fi>

Farley, H. ja Shmith, Z. 2020. Sustainability: It's everything, is it nothing? Talylor & Francis Group. E-book.

Gynther, R. 2021. IoT osaamisloikka: Kuvauksia IoT:n hyödyntämisistä Päijät-Hämeessä. LAB-ammattikorkeakoulu. Lahti.

Halinen, J. 2017. Konenäköjärjestelmän määrittely yksikköpakattujen tuotteiden tarkistamiseen. Lappeenrantaan teknillinen yliopisto. Lappeenranta.

Heinonen, J. 2020. Kartonkikone 1 energiatehokkuus. Lappeenrantaan--Lahden teknillinen yliopisto LUT. Lappeenranta.

Heinonen, L. 2021. Johtamisen vaikutus hoitotyön työntekijöiden työhyvinvointiin. Metropolia ammattikorkeakoulu. Helsinki.

Hietikko, R. 2017. Robotiikan työelämälähtöisen opintojakson suunnittelu Vamiaan. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2009. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudeamus Helsinki University Press Oy Ylioppilaskustannus, HYY yhtymä. Helsinki.

Hoteinen, A. 2022. Energiätehokkuus koneteknisissä sovellutuksissa. Lappeenranta--Lahden teknillinen yliopisto LUT. Lappeenranta.

Hämeen ammattikorkeakoulu. 2022. Sähkö- ja automaatiotekniikan insinööri (amk). Viitattu 1.10.2022. Saatavilla <https://www.hamk.fi/amk-tutkinto/sahko-ja-automaatiotekniikka-insinööri-amk/>

Hynninen, T. 2022. Marssiiko IoT koteihin kestävän kehityksen kustannuksella? Viitattu 17.1.2023. Saatavilla <https://read.xamk.fi/2022/muu-kehittaminen/marssiiko-iot-koteihin-kestavan-kehityksen-kustannuksella/>

Ikäläinen, T. 2021. Taajuusmuuttajien elinkaarihallinta. Lappeenranta-Lahden teknillinen yliopisto LUT. Lappeenranta.

Ite Wiki Oy. 2019. Traficom selvitys: Nousevilla ICT-teknologioilla on iso vaikutus kestäväan kehitykseen. Lainattu 19.3.2023. Saatavilla <https://www.itewiki.fi/blog/2020/09/traficomin-selvitys-nousevilla-ict-teknologioilla-on-iso-vaikutus-kestavaan-kehitykseen/>

Järvenpää, V. 2023. Rakennusautomaatiojärjestelmän saneeraus asuinkiinteistössä, Metropolia Ammattikorkeakoulu. Helsinki.

Kallioinen, O. 2014. Ammattikorkeakoulujen vaikutus alueidensa kilpailukykyyn ja yritystoimintaan. AMK-lehti/UAS Journal. <https://uasjournal.fi>

Kananen, J. 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Jyväskylä.

Kananen, J. 2017. Opinnäytetyön kirjoittajan opas: Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Jyväskylä.

Keinänen, T. & Sumujärvi, M. 2019. Automaatiotekniikka. Sanoma Pro Oy. Helsinki.

Kestäväkehitys.fi. 2023. Kestävän kehityksen tavoitteet. Lainattu 15.4.2023. Saatavissa <https://kestavakehitys.fi/sitoumus2050/tavoitteet>

Knowit Oy. 2023. Case Valmet Digital Twin -harppaus mahdollistaa liiketoiminta-alueiden tehokkaamman yhteispelin: Teollisuuden ja teknologian suuryritys Valmet vahvisti digitalisaatin edelläkävijän asemaansa Digital Twin-projektinsa kautta. Lainattu 19.3.2023. Saatavilla <https://www.knowit.fi/referenssit/teollisuus/teollisuus/valmet/valmet-digital-twin/>

Kugblenu, C-M. 2018. Predictive modelling for IoT enabled waste management system. Lappeenranta University of Technology. Lappeenranta.

Laakkonen, S. 2021. IoT-alustojen datan käyttö digitaalisen palveluliiketoiminnan kasvattamiseen. LUT-yliopisto. Lappeenranta.

Laasasenaho, K., Lauhanen, R. & Lähteenmäki, E. 2020. Hiilineutraali yritys: Opas päästöjen vähentämiseen kustannustehokkaasti pk-yrityksissä. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Seinäjoki.

LAB University of Applied Sciences. 2021. IoT uudistaa kiinteistö- ja rakennusala. Lainattu 23.4.2021. Saatavilla <https://blogit.lab.fi/labfocus/iot-uudistaa-kiinteisto-ja-rakennusala/>

LAB University of Applied Sciences. 2022. LAB-ammattikorkeakoululle sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusvastuu. Lainattu 14.4.2023. Saatavilla <https://lab.fi/fi/uutiset/lab-ammattikorkeakoululle-sahko-ja-automaatiotekniikan-koulutusvastuu>

LAB University of Applied Sciences. 2023. Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka, päivätoteutus, Lahti, 240 op. Lainattu 19.3.2023. Saatavilla <https://www.lab.fi/fi/koulutus/insinööri-amk-sahko-ja-automaatiotekniikka-paivaopetus-lahti-240-op>

Metropolia ammattikorkeakoulu. 2022. Sähkö- ja automaatiotekniikka AMK, päiväopiskelu. Viitattu 1.10.2022. Saatavilla <https://www.metropolia.fi/fi/opiskelu-metropoliassa/amk-tutkinnot/sahko-ja-automaatiotekniikka>

Motiva. 2009. Energiatehokkaat moottorivaihtoehdot: Koulutusmateriaali. Lainattu 20.2.2023. Saatavilla: [https://www.motiva.fi/files/7807/Energiatehokas\\_moottorijarjestelma\\_KOULUTUSAINEISTO.pdf](https://www.motiva.fi/files/7807/Energiatehokas_moottorijarjestelma_KOULUTUSAINEISTO.pdf)

Motiva. 2011. Energiatehokkaat sähkömoottorit: Opas energiatehokkaiden sähkömoottorien hankintaan ja moottorin ja järjestelmän energiatehokkuuden parantamiseen. Lainattu 20.2.2023. Saatavilla: [https://www.motiva.fi/files/5342/Energiatehokkaat\\_sahkomootorit.pdf](https://www.motiva.fi/files/5342/Energiatehokkaat_sahkomootorit.pdf)

Motiva Oy. 2021. Suomen teollisuuden sähköistyminen ja sen vaikutus energiatehokkuuteen ja hukkalämpöjen hyödyntämiseen. Lainattu 21.1.2023. Saatavilla [https://www.motiva.fi/files/19644/Suomen\\_teollisuuden\\_sahkoistyminen\\_ja\\_sen\\_vaikutus\\_energiatehokkuuteen\\_ja\\_hukkalampojen\\_hyodyntamiseen\\_-\\_raportti\\_2021.pdf](https://www.motiva.fi/files/19644/Suomen_teollisuuden_sahkoistyminen_ja_sen_vaikutus_energiatehokkuuteen_ja_hukkalampojen_hyodyntamiseen_-_raportti_2021.pdf)

Motiva Oy. 2023. Korjaushankkeet ja energiatehokkuuden huomioiminen. Lainattu 16.4.2023. Saatavilla [https://www.motiva.fi/taloyhtiöt\\_-\\_yhdessä\\_energiatehokkaasti\\_korjaushankkeet\\_ja\\_energiatehokkuuden\\_huomioiminen](https://www.motiva.fi/taloyhtiöt_-_yhdessä_energiatehokkaasti_korjaushankkeet_ja_energiatehokkuuden_huomioiminen)

Niemi, J. 2019. Internet of Things-sensoreiden hyödyntäminen sähköjakeluverkon kunnonhallinnassa. Tampereen yliopisto. Tampere.

Nieminen, N. 2021. Osaavan työvoiman saatavuus: Mitkä on Lahden vetovoimatekijöitä ja mitä asioita tulisi parantaa osaavan työvoiman saamiseksi Lahteen? LAB-ammattikorkeakoulu. Lahti.

Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2023. Ammattikorkeakoulujen koulutusvastuut tutkinnoittain. Lainattu 14.3.2023. Saatavilla <https://okm.fi/documents/1410845/120725405/AMK-koulutusvastuut+ammattikorkeakouluittain.pdf/7896af8d-c731-d8c1-87a8-66d0bb577899/AMK-koulutusvastuut+ammattikorkeakouluittain.pdf?t=1652707182068>

Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2023. Ammatillinen koulutus. Lainattu 11.3.2023. Saatavilla [www.okm.fi/amatillinen-koulutus](http://www.okm.fi/amatillinen-koulutus)

Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2023. Korkeakoulut, muut julkiset tutkimusorganisaatiot ja tiedelaitokset. Lainattu 11.3.2023. Saatavilla [www.okm.fi/korkeakoulut-ja-tiedelaitokset](http://www.okm.fi/korkeakoulut-ja-tiedelaitokset)

Opetushallitus. 2020. Työelämätoimikunnat ammatillisen koulutuksen kehittämisen asialla. Viitattu: 05.10.2022. Saatavilla: <https://www.oph.fi/fi/uutiset/2020/tyoelamatoimikunnat-amatillisen-koulutuksen-kehittamisen-asialla>

Opintopolku. 2022. Opintopolku.fi-palvelussa voit saada tietoa eri opinnoista ja tutkinnoista sekä etsiä koulutuksia ja hakea niihin. Viitattu 1.11.2022. Saatavilla <https://opintopolku.fi/konfo/fi/>

Opintopolku. 2023. Ammattikorkeakoulututkinnot. Lainattu 14.4.2023. Saatavilla <https://opintopolku.fi/kanta/fi/sivu/ammattikorkeakoulututkinnot>

Pekonen, T. 2012. The role of the efficiency in global energy scenarios. Lappeenranta university of technology. Lappeenranta.

Potinkara, P. 2018. Lisää työtä ja hyvinvointia; Katsaus Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun yhteiskunnalliseen vaikuttavuuteen. XAMK Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Mikkeli.

Pulakka, J. 2015. Viivakoodikamerat osana renkaan jäljitettävyyttä. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.

Puurula, J., Konst, T., Friman, M. & Koivunen, T. 2022. Suomalaiset korkeakoulut kestävää kehitystä edistämässä. Ammatikasvatuksen aikakauskirja. Tampere.

Puusa, A. Juuti, P. 2020, Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. E-kirja. Helsinki: Gaudeamus.

Rauhalampi, I. 2020. Internet of Things hyödynnettävyys sähköjakeluverkon kunnossapidossa. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT. Lappeenranta.

Siemens AG. 2023. Industrial IoT Gateways SIMATIC CloudConnect 7. Lainattu 25.2.2023. Saatavilla <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/industrial-ethernet/industrial-iot-gateway-simatic-cloudconnect-7.html>

Sitra. 2016. Mitä olisi ammattien Internet? Lainattu 27.1.2023. Saatavilla <https://www.sitra.fi/blogit/mita-olisi-ammattien-internet/>

Sitra. 2017. Led-lampuilla kirkkaasti kestäväntä valoa. Lainattu 29.4.2023. Saatavilla <https://www.sitra.fi/caset/led-lampuilla-kirkkaasti-kestavinta-valoa/>

Sitra. 2018. Tässä ne tulevat: työkalut kiertotalouden mukaiseen liiketoimintaan valmistavassa teollisuudessa. Lainattu 12.2.2023. Saatavilla <https://www.sitra.fi/blogit/mita-olisi-ammattien-internet/>

Sitra. 2019. Optimointipalvelu pidentää teollisuusakkujen käyttöä. Lainattu 27.1.2023. Saatavilla <https://www.sitra.fi/caset/optimointipalvelu-pidentaa-teollisuusakkujen-kayttoa/>

Suomen YK-liitto. Kestävän kehityksen tavoitteet. Lainattu 18.1.2023. Saatavilla <https://www.ykliitto.fi/kestava-kehitys>

Sydänmaalakka, P. 2009. Jatkuva uudistuminen: Luovuuden ja innovatiivisuuden johtaminen. Talentum Media Oy. Hämeenlinna.

Taloustutkimus Oy. 2019. Hiilineutraalius ja vähähiilisyys suomalaisen teollisuuden kilpailukyvyn lähteenä. Lainattu 23.4.2023. Saatavilla <https://www.sitra.fi/app/uploads/2019/12/sitrahiilineutraalius-teollisuusyrityksissatutkimus-raportti2019.pdf>

Teknologiateollisuus ry. 2020. Teknologiateollisuuden vähähiilikartta 2035: Tulokset. Lainattu 16.4.2023. Saatavilla [https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/Teknologiateollisuuden-va%CC%88ha%CC%88hiilitiekartta-tiivistelm%C3%A4\\_2020-06-08\\_FINAL\\_0.pdf](https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/Teknologiateollisuuden-va%CC%88ha%CC%88hiilitiekartta-tiivistelm%C3%A4_2020-06-08_FINAL_0.pdf)

Teknologiateollisuus ry. 2022. Kestävä kehitys. Viitattu 7.10.2022. Saatavilla <https://teknologiateollisuus.fi/fi/vaikutamme/kestava-kehitys>

Tilastokeskus. 2022. Teollisuusmailla on vielä pitkä ja tuulinen matka kestäväntä kehityksen tavoitteisiin. Lainattu 16.4.2022. Saatavilla <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2022/teollisuusmailla-on-viela-pitka-ja-tuulinen-matka-kestavan-kehityksen-tavoitteisiin/>

Tu, M., K. Lim, M. & Ming-Fang, Y. 2016. IoT-based production logistics and supply chain system – Part 2. Emerald eJournals Premier. Taiwan.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009. Laadullinen tutkimus & sisällönanalyysi. Cummerrus kirjapaino Oy. Jyväskylä.

Tupamäki, I. 2021. Automaatio kestävän kehityksen jarruna vai edistäjänä? Viitattu 18.10.2022. Saatavilla <https://lehti.seamk.fi/alykkaat-ja-energiatehokkaat-jarjestelmat/automaatio-kestavan-kehityksen-jarruna-vai-edistajana/>

Uppa, J. 2017. Esineiden internet ja IoT-alustat. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.

Varga, P., Peto, J., Franco, A., Balia, D., Haja, D., Janky, F., Soos, G, Ficzer, D., Maliosz, M. & Toka, L. 2020. 5G Support for Industrial IoT Applications-Challenges, Solutions, and Research gaps. MPDI AG. Switzerland.

Varjonen, V. 2021. Kiristekäärintäkoneen energiatehokkuuden optimointi jarrustusenergian hyödyntämisellä. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto. Lappeenranta.

Liite 1. LAB-ammattikorkeakoulu, insinööri (amk) sähkö- ja automaatiotekniikka

LAB-ammattikorkeakoulu  
2023-2024

13.02.2023

## Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka 23S, päivätoteutus, Lahti

Sähköinen liikenne

Teollisuusautomaatio

Tunnus	Nimi	1 v	2 v	3 v	4 v	Op yht
<b>TLTISAT23S-1007 YDINOSAAMINEN</b>						<b>180</b>
<b>TLTISAT23S-1001 Yhteiset opinnot</b>						<b>15</b>
AY00BU56	Ammatillinen kasvu 1	1				1
AY00BU57	Ammatillinen kasvu 2		1			1
AY00BU58	Ammatillinen kasvu 3			1		1
A300CE13	Orientation to Sustainability Thinking	2				2
KE00BT61	English for Work	4				4
KR00BU42	Svenska i arbetslivet, muntlig		1			1
KR00BU43	Svenska i arbetslivet, skriftlig		1			1
KS00BT59	Asiantuntijan viestintätaidot	4				4
<b>TLTISAT23S-1002 Ammatillinen ydinosaaaminen</b>						<b>120</b>
<b>TLTISAT23S-1008 Matematiikan ja fysiikan perusteet</b>						<b>15</b>
AT00CW18	Sähkötekniikan matematiikan perusteet	3				3
AT00CW19	Sähkötekniikan matematiikka 1	3				3
AT00CW20	Sähkötekniikan matematiikka 2		3			3
AT00BT70	Tekniikan fysiikan perusteet	3				3
AT00CU21	Sähkötekniikan fysiikka	3				3
<b>TLTISAT23S-1012 Konetekniikan perusteet</b>						<b>15</b>
AT00CV93	Tekninen piirtäminen ja mallinnus	5				5
AT00BV38	Pneumatiikka ja hydraulikka	5				5
AT00BV33	Valmistusmenetelmien perusteet	5				5
<b>TLTISAT23S-1009 Sähkötekniikan perusteet</b>						<b>15</b>
AT00CW77	Sähkötekniikan perusteet	5				5
AT00CT55	Sähköiset piirit	5				5
AT00CT56	Sähkötekniikan laboratoriotyöt 1	5				5
<b>TLTISAT23S-1013 Sähkökäytöt ja tehoelektronikka</b>						<b>15</b>
AT00CT60	Sähkökoneet		5			5
AT00CT61	Sähkökäytöt		5			5
AT00CT59	Sähkötekniikan laboratoriotyöt 2		2,5	2,5		5
<b>TLTISAT23S-1014 Sähkö- ja automaatiotekniikan sovelluksia</b>						<b>15</b>
CT00CL97	Ohjelmoinnin perusteet	6				6

AT00CV64	Robotiikka	3			3
AT00CV89	Sähkötekniikan sovellukset	6			6
<b>TLTISAT23S-1015 Sähkösuunnittelu</b>					<b>15</b>
AT00CW52	Sähkötekniset tarkastukset		2		2
AT00CT64	Teollisuuden sähkösuunnittelu		5		5
AT00CT65	Sähkösuunnittelun projekti			6	6
AT00CW53	Sähköturvallisuustutkintoon (S1) valmentava koulutus			2	2
<b>TLTISAT23S-1010 Ohjausjärjestelmät 1</b>					<b>15</b>
AT00BX17	Logiikkaohjelmoinnin perusteet		5		5
AT00BX19	Operointipanelit		5		5
AT00BX18	Logiikkaohjelmoinnin sovellussuunnittelu		5		5
<b>TLTISAT23S-1011 Ohjausjärjestelmät 2</b>					<b>15</b>
AT00BX20	PC-pohjaiset ohjausjärjestelmät		5		5
AT00BX21	Käyttöliittymä ja valvomo		5		5
AT00BX22	Automaatioprojekti			5	5
<b>TLTISAT23S-1006 Harjoittelu</b>					<b>30</b>
HA00CD55	Harjoittelu		10		10
HA00BU60	Harjoittelu 2			10	10
HA00BU61	Harjoittelu 3			10	10
<b>TLTISAT23S-1005 Opinnäytetyö</b>					<b>15</b>
AO00BU62	Opinnäytetyön suunnittelu			5	5
AO00BU63	Opinnäytetyön toteutus			5	5
AO00BU64	Opinnäytetyön raportointi ja viimeistely			5	5
<b>TLTISAT23S-1003 TÄYDENTÄVÄ OSAAMINEN</b>					<b>60</b>
<b>TLTISAT23S-1016 Teollisuusrobotiikka</b>					<b>15</b>
AT00CW54	Teollisuusrobotiikan perusteet		5		5
AT00CG93	Robottisolu ja robotti osana tuotantolinjaa		5		5
AT00CW55	Teollisuusrobotiikan projekti			5	5
<b>TLTISAT23S-1017 Simulointi</b>					<b>15</b>
AT00CG95	Tuotannon simulointi			5	5
AT00CG96	Valmistussolun automaatio		5		5
AT00CS53	Digital Twin perusteita eri toimialoille		5		5
<b>TLTISAT23S-1018 Älykäs tuotantolinja</b>					<b>15</b>
AT00CG68	IoT perusteita eri toimialoilla		5		5
AT00CG99	Ohjelmoinnin perusteet teollisuusautomaation tarpeisiin			5	5
AT00CH00	Soveltava projekti			5	5
<b>TLTISAT23S-1019 Ohjelmistotekniikka</b>					<b>15</b>
AT00BY07	Ohjelmistotuotanto ja arkkitehtuuri				0
AT00CV91	Embedded systems				0
AT00BY10	Ohjelmistojen ylläpito ja testaus				0

<b>TLTISAT23S-1020 Tehoelektroniikan säätötekniikka</b>					<b>15</b>
AT00CT58	Tehoelektroniikan perusteet				0
AT00CT67	Säätötekniikan perusteet				0
AT00CV92	Basics of digital control				0
<b>TLTISAT23S-1022 Sähköinen liikenne</b>					<b>15</b>
AT00CV61	Sähköisen liikenteen projekti				0
<b>TLTISAT23S-1023 Vapaavalintaiset</b>					<b>15</b>





## Liite 3. Tampereen ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Tunnus	Opinnon nimi	Laajuus (op)
19I231-1001	Tekniikan perusosaaminen (Valitaan kaikki) <span>Lue lisää</span>	12
5N00EI67	<a href="#">Mekaniikka</a>	3
5N00EG72	<a href="#">Geometria ja vektorilaskenta</a>	3
5N00EG73	<a href="#">Funktiot ja matriisit</a>	3
5S00DX44	<a href="#">Tietotekniset työkalut</a>	3
19I231-1003	Automaatiotekniikan perusosaaminen (Valitaan kaikki) <span>Lue lisää</span>	18
5N00EI68	<a href="#">Lämpö- ja virtausoppi</a>	3
5S00EV44	<a href="#">Sähkötekniikan perusteet</a>	5
5S00DX80	<a href="#">Automaatiotekniikan perusteet</a>	5
5S00EV45	<a href="#">Tasa- ja vaihtosähköpiirit</a>	5
19I231-1004	Sähkö- ja automaatioalan perusosaaminen (Valitaan kaikki) <span>Lue lisää</span>	32
5N00EG74	<a href="#">Differentiaalilaskenta</a>	3
5N00EG75	<a href="#">Integraalilaskenta</a>	3
5N00EI70	<a href="#">Värähdys- ja aaltoliike, atomi- ja ydinfysiikka</a>	3
5N00EI71	<a href="#">Mittaamisen ja raportoinnin perusteet</a>	3
5N00DX46	<a href="#">Tekniikan suomen kieli ja viestintä</a>	3
5S00DX94	<a href="#">Sähköasennusten ja sähkötyöturvallisuuden perusteet</a>	3
5S00DX86	<a href="#">Teollisuuselektronikka</a>	5
5N00EK81	<a href="#">Working English for Engineers</a>	3
5S00EV46	<a href="#">Työelämävalmiudet</a>	2
5S00DX66	<a href="#">Harjoittelu 1</a>	4
19I231-1007	Automaatioalan tietotekninen perusosaaminen (Valitaan kaikki) <span>Lue lisää</span>	32
5N00EG76	<a href="#">Integraalimuunnokset</a>	3
5N00EI72	<a href="#">Fysiikan laboratoriotyöt</a>	3
5S00DX90	<a href="#">Ohjelmoinnin perusteet</a>	3
5S00DX30	<a href="#">Logiikkaohjelmoinnin perusteet</a>	5
5S00DX84	<a href="#">Sähkösuunnittelun perusteet</a>	3
5S00DX92	<a href="#">Teollisuuden tietoverkot ja tietoturvallisuus</a>	5
5S00EV47	<a href="#">Virtapiirien mallintaminen</a>	5
5S00DY00	<a href="#">Säätötekniikan perusteet</a>	5
19I231-1011	Automaatiotekniikan ammatillinen perusosaaminen (Valitaan kaikki) <span>Lue lisää</span>	38
5S00DX98	<a href="#">Prosessiteollisuuden mittaukset</a>	5
5S00DX88	<a href="#">Logiikkaohjelmoinnin jatkokurssi</a>	5
5S00DY64	<a href="#">Automaatiojärjestelmät</a>	3
5S00EV67	<a href="#">Automaation käyttöliittymät</a>	3
5S00EV49	<a href="#">Soveltava ohjelmointi</a>	3

Tunnus	Opinnon nimi	Laajuus (op)
5500EV68	<a href="#">Sähkövoimatekniikan perusteet</a>	4
5N00EK80	<a href="#">Technical English for Professionals</a>	3
5500DY08	<a href="#">Harjoittelu 2</a>	6
5500DY44	<a href="#">Harjoittelu 3</a>	6
19I231-1015	Sovellusalakohmainen automaatio (Valitaan kaikki) <input type="button" value="Lue lisää"/>	23
5500DY22	<a href="#">Instrumentoinnin suunnittelu</a>	5
5500DY18	<a href="#">Säätömenetelmät</a>	5
5500DY66	<a href="#">Automaation kenttäväylät ja tietoverkot</a>	3
5500DY48	<a href="#">Prosessiautomaation sovellukset</a>	5
5500DY20	<a href="#">Mittaustekniikan laboratoriotyöt</a>	5
19I231-1017	Säätötekniikan täydentävä osaaminen (Valitaan kaikki) <input type="button" value="Lue lisää"/>	34
5500DY24	<a href="#">Automaation tietotekniikka</a>	3
5500DY58	<a href="#">Automaatiojärjestelmien suunnittelu</a>	5
5500DY38	<a href="#">Säätötekniikan laboratoriotyöt</a>	5
5500EV80	<a href="#">Sähkömoottorikäytöt</a>	5
5N00DY32	<a href="#">Svenska för teknikbranschen - skriftlig färdighet</a>	2
5N00DY34	<a href="#">Svenska för teknikbranschen - muntlig färdighet</a>	2
5500DY70	<a href="#">Harjoittelu 4</a>	12
19I231-1021	Automaatioalan syventävä osaaminen (Valitaan kaikki) <input type="button" value="Lue lisää"/>	21
5500DY68	<a href="#">Johtaminen ja esimiestaidot</a>	3
5500DY40	<a href="#">Tuotantotalous</a>	3
5500DY62	<a href="#">Automaatiotekniikan laboratoriotyöt</a>	5
19I231-1050	Automaatiotekniikan valinnaiset opintokokonaisuudet (Valitaan opintopisteitä: 10)	10
19I231-1051	Koneautomaatio (Valitaan kaikki)	10
5500DY16	<a href="#">Tuotanto- ja koneautomaatio</a>	5
5500DY26	<a href="#">Tuotanto- ja koneautomaation sovellukset</a>	5
19I231-1046	Koneoppiminen ja data-analytiikka automaatiassa (Valitaan kaikki) <input type="button" value="Lue lisää"/>	10
5500EZ72	<a href="#">Koneoppiminen</a>	5
5500EZ74	<a href="#">Data- ja signaalianalyysi</a>	5
19I231-1047	Sähkövoimatekniikan täydentävä osaaminen (Valitaan opintopisteitä: 10)	10

Tunnus	Opinnon nimi	Laajuus (op)
5N00E169	<u>Sähköstatiikka ja virtapiirit, magnetismi</u>	3
5S00DY52	<u>Sähkönjakeluverkot</u>	5
5S00DY54	<u>Sähkövoima- ja asennustekniikan laboratoriotyöt</u>	5
5S00DZ00	<u>Teollisuuden sähköasennukset ja -suunnittelu</u>	5
19I231-1018	<b>Automaatiotekniikan valinnaiset opinnot</b> (Valitaan erillisten kriteerien mukaan: 0)	0
5N00DY76	<u>Tietokoneavusteinen matematiikka</u>	3
5N00DX76	<u>Grundkurs i svenska för teknikbranschen</u>	3
5N00EK86	<u>English for Engineers</u>	3
5S00DI48	<u>Automaatioalan projektityö</u>	5
5S00EZ71	<u>LabVIEW-ohjelmoinnin perusteet</u>	5
5K00DL03	<u>Robotiikka</u>	5
5S00DY46	<u>Automaatioalan kemia ja fysiikka</u>	4
5N00EG71	<u>Insinöörimatematiikan valmentavat opinnot</u>	3
19I231-1030	<b>Älykkäät koneet, ammatillinen perusosaaminen</b> (Valitaan opintopisteitä: 25)	<input type="button" value="Lue lisää"/> 25
5S00EZ71	<u>LabVIEW-ohjelmoinnin perusteet</u>	5
5S00DZ40	<u>Projektin määrittely</u>	5
5S00DZ42	<u>Projektin esisuunnittelu</u>	5
19I231-1055	<b>Älykkäät koneet, valinnaiset opintokokonaisuudet</b> (Valitaan opintopisteitä: 10)	<input type="button" value="Lue lisää"/> 10
19I231-1052	<b>Sähkötekniikan valinnaiset opinnot</b> (Valitaan opintopisteitä: 10)	0 - 10
5S00EV81	<u>Sähköasennustekniikan laboratoriotyöt</u>	5
5S00EV80	<u>Sähkömoottorikäytöt</u>	5
19I231-1053	<b>Konetekniikan valinnaiset opinnot</b> (Valitaan opintopisteitä: 10)	<input type="button" value="Lue lisää"/> 0 - 10
5K00BF48	<u>Lujuusoppi 1</u>	5
5K00BH54	<u>Anturitekniikka ja koneautomaation sovellukset</u>	5
5K00DL17	<u>3D-tulostuksen perusteet</u>	3
5K00DU91	<u>Koneensaopin perusteet</u>	5
5K00DM67	<u>Dynamiikka</u>	5
19I231-1054	<b>Tietotekniikan valinnaiset opinnot</b> (Valitaan opintopisteitä: 10)	0 - 10
5G00ET61	<u>IoT ja Web-ohjelmointi</u>	5
5G00ET65	<u>Sulautetun järjestelmän ohjelmointi ja mikrokontrollerit</u>	5
5G00EV11	<u>Mikrokontrollerien ohjelmointi</u>	5

Tunnus	Opinnon nimi	Laajuus (op)
5G00ET60	<u>Ohjelmoinnin edistyneet piirteet</u>	5
191231-1035	Älykkäät koneet, projektien toteutus (Valitaan kaikki) <input type="button" value="Lue lisää"/>	20
5S000Z46	<u>Projektin suunnittelu</u>	5
5S000Z48	<u>Projektin toteutus</u>	10
5S000Z50	<u>Projektin testaus</u>	5
191231-1041	Opinnäytetyö (Valitaan kaikki)	15
5S000Z52	<u>Opinnäytetyö</u>	15
191231-1056	Vapaasti valittavat opinnot (Valitaan opintopisteitä: 15)	0 - 15

## Liite 4. Vaasan Ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus



VAAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus (SAT 2023)

Tutkintonimike: Insinööri (AMK)

Opetusmuoto: Päiväopetus

Alku: 1.8.2023

Laajuus: 240 op

Kesto: 4 vuotta

Kieli: Suomi

Koodi	Nimi	Opiskeluvuosi					OP
		1	2	3	4	OP	
<b>SAT2023-1001</b>	<b>PERUSOPINNOT</b>						<b>145</b>
<b>SAT2023-1002</b>	<b>Yleiset insinööritaidot</b>						<b>5</b>
IST1001	Johdatus tekniikan opintoihin	3					
IST1005	Työturvallisuus ja sähkötyöturvallisuus	2					
<b>SAT2023-1003</b>	<b>Kieliopinnot ja opinnäyteprosessi</b>						<b>16</b>
TT00BI57	Suullinen ja kirjallinen viestintä	3					
TT00BI58	Tekniikan ruotsi	5					
XXP0000	Suullinen virkamiesruotsi						
XXP0001	Kirjallinen virkamiesruotsi						
TT00BI59	Tekniikan englanti		5				
TT00BI60	Opinnäytetyöprosessi ja käytänteet			3			
<b>SAT2023-1004</b>	<b>Matemaattis-luonnontieteelliset opinnot</b>						<b>23</b>
TT00BI61	Teknillisen matematiikan perusteet	5					
TT00BI62	Teknillisen fysiikan perusteet	5					
ST00BI98	Differentiaali- ja integraalilaskenta	5					
ST00BI99	MATLAB ja Simulink	3					
IST4002	Sähkötekniikan kemia		2				
ST00BO18	Sähkötekniikan fysiikka		3				
<b>SAT2023-1005</b>	<b>Sähkötekniikan perusteet</b>						<b>26</b>
ST00BJ01	Sähköenergiajärjestelmien perusteet	5					
IST5003	Ohjelmoinnin perusteet	5					
ST00BJ02	Sähkösuunnittelun perusteet	5					
IST7006	Sähkökoneet		5				
IST8003	Sähkösuunnittelun sovelluksia				3		
ST00BJ03	Laajan sähköjärjestelmän tarjousprosessi				3		
<b>SAT2023-1006</b>	<b>Teoreettinen sähkötekniikka</b>						<b>20</b>
ST00BJ04	Tasavirtapiirit ja sähkömittaustekniikka	5					
ST00BJ05	Vaihtovirtapiirit ja sähkömittaustekniikka	5					
IST4004	Virtapiirien laskentamenetelmät		5				
ST00BJ06	Muutosilmiöt ja taajuusanalyysi		5				
<b>SAT2023-1007</b>	<b>Kiinteistöjen sähköasennusten perusteet</b>						<b>12</b>
IST4006	Sähköasennukset		5				
ST00BJ07	Sähköasennusten projekti			5			
IST6005	Sähköturvallisuustutkinto (S1)				2		
<b>SAT2023-1008</b>	<b>Sähköenergian jakelun perusteet</b>						<b>13</b>

<u>ST00BJ08</u>	Sähkölaitostekniikka	5	
<u>ST00BJ09</u>	Sähköenergian jakelun projekti	5	
<u>IST6006</u>	Sähköjärjestelmien simulointi		3
<b><u>SAT2023-1009</u></b>	<b>Teollisuuden sähköjärjestelmien perusteet</b>		<b>15</b>
<u>IST7005</u>	Tehoelektroniikka	5	
<u>ST00BJ10</u>	Teollisuuden ja voimalaitosten sähköjärjestelmät	5	
<u>ST00BJ11</u>	Moottorikäyttöjen ohjaus ja suojaus		5
<b><u>SAT2023-1010</u></b>	<b>Automaatiotekniikan perusteet</b>		<b>15</b>
<u>IST5004</u>	Ohjelmoitavat logiikat	5	
<u>IST8002</u>	Datasiirto ja logiikkasuunnittelu	5	
<u>ST00BJ12</u>	Sähkökäyttö- ja automaatiotekniikan projekti		5
<b><u>SAT2023-1011</u></b>	<b>SYVENTÄVÄT OPINNOT - Älykäs sähkötekniikka (valitaan 2-3 moduulia)</b>		<b>45</b>
<b><u>SAT2023-1012</u></b>	<b>Kiinteistöjen sähkö- ja automaatiojärjestelmät</b>		<b>15</b>
<u>ST00BJ13</u>	Kiinteistöjen sähkö- ja valaistussuunnittelu	5	
<u>ST00BJ14</u>	Kiinteistöautomaatio	5	
<u>ST00BJ15</u>	Kiinteistöjen turva- ja viestintäjärjestelmät sekä tietoturva		5
<b><u>SAT2023-1013</u></b>	<b>Sähköenergian jakelu ja automaatio</b>		<b>15</b>
<u>ST00BJ16</u>	Sähkönjakeluverkkojen suunnittelu ja automaatio	5	
<u>ST00BJ17</u>	Sähköjärjestelmien suojaus	5	
<u>ST00BJ18</u>	Digitaalinen sähköasemaprojekti		5
<b><u>SAT2023-1014</u></b>	<b>Teollisuuden ja voimalaitosten sähkökäytöt</b>		<b>15</b>
<u>ST00BJ19</u>	Moottorikäyttöjen säätö	5	
<u>ST00BJ20</u>	Hajautettu energiantuotanto ja erikoiskäytöt	5	
<u>ST00BJ21</u>	Erikoiskäyttöjen kokonaisuudet -projekti		5
<b><u>SAT2023-1015</u></b>	<b>Teollisuusautomaatio</b>		<b>15</b>
<u>ST00BJ22</u>	Ohjaus- ja valvontajärjestelmät	5	
<u>ST00BJ23</u>	Teollisuusautomaatio ja kenttäinstrumentointi	5	
<u>ST00BJ24</u>	Teollisuuden virtualisoidut sähköenergiajärjestelmät -projekti		5
<b><u>SAT2023-1016</u></b>	<b>SYVENTÄVÄT OPINNOT - Vaihtoehtoinen moduuli (valitaan 0-1 moduulia)</b>		<b>15</b>
<b><u>SAT2023-1017</u></b>	<b>Syventävä teknillinen matematiikka ja fysiikka</b>		<b>15</b>
<u>IX00BE86</u>	Reaalianalyysi	5	
<u>IX00BE87</u>	Kompleksianalyysi	5	
<u>IX00BE88</u>	Kenttäteoria		5
<b><u>SAT2023-1018</u></b>	<b>Akkuteknologian perusteet</b>		<b>15</b>
<u>TT00BI91</u>	Akkujen ABC	5	
<u>TT00BI92</u>	Akkukemian perusteet	5	
<u>TT00BI93</u>	Akku voimanlähteenä ja hybriditekniikka		5
<b><u>SAT2023-1019</u></b>	<b>Akkuteknologian sovellukset</b>		<b>15</b>
<u>TT00BI94</u>	Sähköiset energiavarastot	5	
<u>TT00BI95</u>	Sähköajoneuvojen latausjärjestelmät	5	
<u>TT00BI96</u>	Akkuarvoketju		5
<b><u>SAT2023-1020</u></b>	<b>Johtaminen ja yritystoiminta</b>		<b>15</b>
<u>JKTP1122</u>	Yrittäjyys ja liiketoiminta	5	
<u>JKTP1123</u>	Kustannus- ja kannattavuuslaskennan perusteet	5	
<u>JKTP1121</u>	Leading People and Production		5
<b><u>SAT2023-1021</u></b>	<b>Projektiopinnot</b>		<b>15</b>
<b><u>SAT2023-1022</u></b>	<b>VAPAASTI VALITTAVAT OPINNOT</b>		<b>5</b>
<u>VV00BL06</u>	ops.vamk.fi / fi / VAPVAL	5	
<b><u>SAT2023-1023</u></b>	<b>HARJOITTELU</b>	<b>30</b>	
<b><u>SAT2023-1024</u></b>	<b>OPINNÄYTETYÖ</b>		<b>15</b>
<u>IX00BA95</u>	Opinnäytetyö		

## Liite 5. Hämeen ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus

**HAMK**

Opinto-opas /Opetussuunnitelmat /Koulutusohjelma /Ryhmä / Rakenne /

[Palaa](#)**Rakenne**

<b>Koulutusohjelma</b>	Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
<b>Opetussuunnitelma</b>	INSA23A Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus syksystä 23 eteenpäin
<b>Ryhmä</b>	INSAP23A7 Sähkö- ja automaatiotekniikka päiväopinnot, syksy 2023
<b>Laajuus (opintopistettä)</b>	240.0
<b>Pääasiallinen opetuskieli</b>	suomi
<b>Kuvaus</b>	
<b>Lisätiedot</b>	

Info	Nimi	Tunnus	Laajuus	1. lukuvuosi	2. lukuvuosi	3. lukuvuosi	4. lukuvuosi
	Ydiosaaminen		150,00				
	Johdanto sähkö- ja automaatiotekniikan alaan		15,00				
	Orientaatio insinööriopintoihin	SA00EH44	3,00	3,00			
	Geometria ja lineaarialgebra	KM00CV13	3,00	3,00			
	Automaatiotekniikan perusteet	SA00EH45	4,00	4,00			
	Tekniikan viestintä 1	KM00EI21	3,00	3,00			
	Kestävä kehitys.nyt	VV00EI01	2,00	2,00			
	Sähkö- ja automaatiotekniikan työmenetelmät		15,00				
	Algebra	KM00CV11	3,00	3,00			
	Tekniikan englanti 1	KM00EI25	2,00	2,00			
	Sähkömittaustekniikka	SA00EH49	5,00	5,00			
	Ohjelmoitavat logiikat, laboratorioharjoitukset	SA00EH50	5,00	5,00			
	Sähkövoimatekniikan perusteet		15,00				
	Differentiaalilaskenta	KM00CV61	2,00	2,00			
	Tekniikan ruotsi 1	KM00EI23	2,00	2,00			
	Teoreettinen sähkötekniikka - DC	SA00EH51	3,00	3,00			
	Sähkönjakeluverkot	SA00EH52	5,00	5,00			
	Ohjelmoinnin perusteet	SA00EH53	3,00	3,00			
	Mittaus- ja mallinnusosaaminen		15,00				
	Integraalilaskenta	KM00CV62	2,00	2,00			

<b>i</b>	Tekniikan ruotsi 2	KM00EI24	3,00	3,00		
<b>i</b>	Mittausjärjestelmät	SA00EH54	4,00	4,00		
<b>i</b>	Mekaniikka	SA00EH55	3,00	3,00		
<b>i</b>	3D-mallinnus	SA00EH56	3,00	3,00		
<b>i</b>	<b>Automaatiojärjestelmät</b>		<b>15,00</b>			
<b>i</b>	Logiikkaohjelmointi ja käyttöliittymät	SA00EH57	8,00		8,00	
<b>i</b>	Tietoverkot ja tietoturva	SA00EH58	4,00		4,00	
<b>i</b>	Virtaus, lämpöoppi ja termodynamiikka	SA00EH59	3,00		3,00	
<b>i</b>	<b>Rakennusten sähköverkot</b>		<b>15,00</b>			
<b>i</b>	Rakennusten sähköverkkojen asennukset	SA00EH60	3,00		3,00	
<b>i</b>	Rakennusten sähköverkkojen suunnittelu	SA00EH61	4,00		4,00	
<b>i</b>	Sähkö, magnetismi ja aaltoliike	SA00EH62	3,00		3,00	
<b>i</b>	Sähköturvallisuussäädökset ja standardit	SA00EH63	2,00		2,00	
<b>i</b>	Teoreettinen sähkötekniikka - AC	SA00EH64	3,00		3,00	
<b>i</b>	<b>Kiinteistön energiatehokkuus</b>		<b>15,00</b>			
<b>i</b>	Kiinteistön energiajärjestelmät	SA00EH65	4,00		4,00	
<b>i</b>	Rakennusten sähkökäytöt	SA00EH66	2,00		2,00	
<b>i</b>	Rakennusten sähköverkkojen automaatio	SA00EH67	4,00		4,00	
<b>i</b>	Sähkön pientuotanto ja varastointi	SA00EH68	2,00		2,00	
<b>i</b>	Tekniikan viestintä 2	KM00DE45	3,00		3,00	
<b>i</b>	<b>Datan keruu ja hyödyntäminen</b>		<b>15,00</b>			
<b>i</b>	Työskentely kansainvälisessä projektissa	SA00EH69	2,00		2,00	
<b>i</b>	IoT-järjestelmät	SA00EH70	4,00		4,00	
<b>i</b>	Differentialiyhtälöt ja todennäköisyyslaskenta	SA00EH71	3,00		3,00	
<b>i</b>	Prosessimittaukset	SA00EH72	3,00		3,00	
<b>i</b>	Tekniikan englanti 2	KM00EI26	3,00		3,00	
<b>i</b>	<b>Harjoittelu</b>		<b>30,00</b>			
<b>i</b>	Harjoittelu 1	SA00EK54	15,00		15,00	
<b>i</b>	Harjoittelu 2	SA00EK83	15,00			15,00
<b>i</b>	<b>Toisen kotimaisen kielen osaaminen</b>		<b>0,00</b>			
<b>i</b>	Ruotsin suullinen osaaminen	VR00BU93	0,00			
<b>i</b>	Ruotsin kirjallinen osaaminen	VR00BU94	0,00			
<b>i</b>	<b>Profiloiva osaaminen</b>		<b>75,00</b>			
<b>i</b>	<b>Modernit teknologiasovellukset</b>		<b>15,00</b>			
<b>i</b>	Keinoäly	SA00EH73	5,00			5,00
<b>i</b>	Robottiikka	SA00EH74	5,00			5,00
<b>i</b>	Mallinnus ja simulointi	SA00EH75	5,00			5,00

<b>i</b>	<b>Prosessiautomaatio</b>		15,00			
<b>i</b>	Sähkö- ja kenttäsuunnittelu	SA00EH76	6,00			6,00
<b>i</b>	Teollisuuden kenttäväylät	SA00EH77	2,00			2,00
<b>i</b>	Säätötekniikka	SA00EH78	3,00			3,00
<b>i</b>	Automaatiosuunnittelu	SA00EH79	4,00			4,00
<b>i</b>	<b>Tuotantoautomaatio</b>		15,00			
<b>i</b>	Koneturvallisuus	SA00EH80	3,00			3,00
<b>i</b>	Virtuaalinen käyttöönotto	SA00EH81	5,00			5,00
<b>i</b>	Konenäkö	SA00EH82	4,00			4,00
<b>i</b>	Tuotantoprosessin sähkösuunnittelu	SA00EH83	3,00			3,00
<b>i</b>	<b>Kunnossapito</b>		15,00			
<b>i</b>	Kunnossapidon perusteet	SA00EH84	5,00			5,00
<b>i</b>	Kunnossapidon suunnittelu	SA00EH85	5,00			5,00
<b>i</b>	Kunnossapidon tietojärjestelmät	SA00EH86	5,00			5,00
<b>i</b>	<b>Sähköurakointi</b>		15,00			
<b>i</b>	Sähköverkon simulointi	SA00EH87	5,00			5,00
<b>i</b>	Sähköalan yrittäjyys	SA00EH88	5,00			5,00
<b>i</b>	Sähkönjakeluverkkojen matematiikka	SA00EH89	3,00			3,00
<b>i</b>	Sähkötyöturvallisuus	SA00EH90	2,00			2,00
<b>i</b>	Suurjännitetekniikka	SA00EH91	5,00			5,00
<b>i</b>	<b>Automaation syventävä osaaminen</b>		15,00			
<b>i</b>	Liikkeenohjaus automaatiossa	SA00EH92	5,00			5,00
<b>i</b>	Tuotannon simulointi	SA00EH93	5,00			5,00
<b>i</b>	Modernit käyttöliittymät teollisuudessa	SA00EH94	5,00			5,00
<b>i</b>	<b>Smart home</b>		15,00			
<b>i</b>	Home automation	SA00EH95	5,00			
<b>i</b>	Surveillance and safety	SA00EH96	5,00			
<b>i</b>	Domestic robotics	SA00EH97	5,00			
<b>i</b>	<b>Vapaasti valittavat opinnot</b>		0,00			
<b>i</b>	<b>Opinnäytetyö</b>		15,00			
<b>i</b>	Opinnäytetyö – Suunnittelu	9900CQ19	5,00			
<b>i</b>	Opinnäytetyö – Toteutus	9900CQ20	5,00			
<b>i</b>	Opinnäytetyö – Viimeistely	9900CQ21	5,00			
<b>i</b>	Opinnäytetyö – Kypsyysnäyte	9900CQ22	0,00			

## Liite 6. Centria-ammattikorkeakoulu, insinööri (AMK) sähkö- ja automaatiotekniikka



Palaa

## Etenemissuunnitelma

Koulutusohjelma Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka (Kokkola)

Ryhmä NSAS23K

Nimi	Tunnus	Laajuus	1. lukuvuosi	2. lukuvuosi	3. lukuvuosi	4. lukuvuosi
<b>YDINOSAAMINEN</b>		<b>165,00</b>				
<b>Opiskelu- ja työelämätaidot</b>		<b>5,00</b>				
• Orientaatio opiskeluun ja opiskelutaidot	YY00AS13	2,00	2,00			
• Työelämätaidot ja urasuunnittelu	YY00AS14	2,00		2,00		
• Ammatillinen kasvu	YY00AS15	1,00			1,00	
<b>Matematiikka</b>		<b>18,00</b>				
• Algebra	TL00AK66	3,00	3,00			
• Geometria	TL00AK68	3,00	3,00			
• Funktiot	TL00AK70	3,00	3,00			
• Differentiaalilaskenta	TL00AL19	3,00		3,00		
• Integraalilaskenta	TL00AL21	3,00		3,00		
• Tilastomatematiikka	TL00AL23	3,00		3,00		
<b>Luonnontieteet</b>		<b>18,00</b>				
• Mekaniikka	TL00AL28	4,00	4,00			
• Termofysiikka	TL00AL30	2,00	2,00			
• Aallot ja värähtelyt	TL00AL32	3,00		3,00		
• Sähkömagnetismi	TL00AL34	3,00		3,00		
• Fysiikan laboratoriotyöt	TL00AL36	3,00		3,00		
• Kemia	TL00AR04	3,00		3,00		
<b>Kielet ja viestintä</b>		<b>18,00</b>				
• Viestintä	TL00AN36	3,00	3,00			
• Communication Skills	TL00AN41	3,00	3,00			
• Engineering English	TL00AN42	3,00	3,00			
• Svenska för arbetslivet, muntlig kommunikation	TL00AN46	3,00			3,00	

①	Svenska för arbetslivet, skriftlig kommunikation	TL00AN47	3,00			3,00
①	Tutkimuksen tekeminen ja raportointi	TL00AP98	3,00			3,00
③	Yritystoiminta		12,00			
①	Teollisuustalous	TL1140	5,00		5,00	
①	Tekninen piirtäminen	SA00AI83	2,00	2,00		
①	Esihenkilötyö	YY00AN98	3,00			3,00
①	Työsuojelu	YY00AO29	2,00	2,00		
③	Teoreettinen sähkötekniikka		26,00			
①	Sähkötekniikan perusteet	SA00AI52	5,00	5,00		
①	Vaihtosähkötekniikka	SA00AI53	5,00		5,00	
①	Sähköpiirien aika- ja taajuusanalyysi	SA00AI54	3,00			3,00
①	Sähkömekaniikka	SA00AI55	5,00		5,00	
①	Sähkömittaustekniikan laboraatiot	SA00AI56	3,00		3,00	
①	Sähköturvallisuus	SA00AI63	2,00	2,00		
①	Sähköturvallisuuden laboraatiot	SA00AI65	3,00	3,00		
③	Elektroniikka ja tehoelektroniikka		27,00			
①	Elektroniikan perusteet	SA00AI57	5,00	5,00		
①	Elektroniikan jatkokurssi	SA00AI58	5,00			5,00
①	Digitaalitekniikka	SA00AI59	6,00		6,00	
①	Sulautetut järjestelmät	SA00AI60	5,00			5,00
①	Tehoelektroniikka	SA00AI61	3,00			3,00
①	Tehoelektroniikan laboraatiot	SA00AI62	3,00			3,00
③	Automaatiotekniikka		21,00			
①	Ohjaustekniikka	SA00AI68	4,00	4,00		
①	Mittaus- ja säätötekniikka	SA00AI69	5,00	5,00		
①	Ohjelmoitavat logiikat	SA00AI70	5,00		5,00	
①	Automaatiotekniikan laboraatiot 1	SA00AI71	3,00			3,00
①	Automaatiotekniikan laboraatiot 2	SA00AI72	4,00			4,00
③	Tietoliikennetekniikka ja Ohjelmointi		10,00			
①	Ohjelmointi	SA00AI51	6,00	6,00		
①	Käyttöjärjestelmät	SA00AI89	4,00		4,00	
③	Vapaasti valittavat opinnot		0,00			
①	Visuaalisen viestinnän perusteet	AVE1053	3,00			
①	Repetera svenska	YY00AP89	3,00			
①	Kielenhuolto ja kirjoittaminen	YY00AP90	3,00			
①	Brush up Your English	YY00AQ23	3,00			
③	Harjoittelu		10,00			

①	Perusharjoittelu	SA00AN97	10,00	10,00		
①	<b>PROFILOIVA OSAAMINEN</b>		75,00			
①	<b>Sähköturvallisuus</b>		5,00			
①	Sähköturvallisuus	SA00AI64	1,00	1,00		
①	Sähköturvallisuustutkinto 1	SA00AI67	1,00		1,00	
①	Laitekehitys ja EMC	SA00AI66	3,00			3,00
①	<b>Säätötekniikka ja instrumentointi</b>		13,00			
①	Säätötekniikan matematiikka	SA00AI73	3,00			3,00
①	Prosessien perusmittaukset	SA00AI74	3,00		3,00	
①	Mittaussignaalin käsittely	SA00AI76	3,00			3,00
①	Klassinen säätöteoria	SA00AI75	4,00			4,00
①	<b>Sähkökäytöt</b>		9,00			
①	Sähkämöottorikäytöt	SA00AI81	3,00			3,00
①	Sähkämöottorikäyttöjen laboraatiot	SA00AI82	3,00			3,00
①	Teollisuussähkösuunnittelu	SA00AI84	3,00			3,00
①	<b>Automaatiojärjestelmät</b>		10,00			
①	Automaatiojärjestelmät	SA00AI77	5,00			5,00
①	Automaatiotekniikan projektityöt	SA00AI78	5,00			5,00
①	<b>Akkutekniikan moduuli</b>		20,00			
①	Akku- ja sähkökemiala	TL00AI24	3,00			3,00
①	Akkukemikaalit 1. (prekursori- ja elektrodimateriaalit)	TL00AI25	3,00			3,00
①	Akkukemikaalit 2. (akkukemikaalien ja -materiaalien valmistus)	TL00AI26	3,00			4,00
①	Energian varastointitekniikat	TL00AI27	4,00			4,00
①	Energia ja yhteiskunta	AV00AF57	3,00			3,00
①	Tuulivoimalat ja sähkömarkkinat	SA00AG06	3,00			3,00
①	<b>Kiinteistöjen sähköjärjestelmät</b>		11,00			
①	Sähkötekniinen dokumentointi	SA00AI85	3,00		3,00	
①	Sähköasennukset	SA00AI86	3,00		3,00	
①	Teleasennukset	SA00AI87	3,00			3,00
①	Kiinteistöautomaatio	SA00AI88	2,00			2,00
①	<b>Vapaasti valittavat opinnot</b>		15,00			
①	Energiatehokkuus	AVE1061	5,00			
①	Energia ja yhteiskunta	AV00AF57	3,00			
①	Minä tulevaisuuden yrittäjänä	TU00AQ12	10,00			
①	Kone- ja prosessiturvallisuus	SA00AG49	3,00			
①	Robotiikka	TUY1134	5,00			5,00
①	<b>Harjoittelu</b>		20,00			
①	Ammattiharjoittelu 1	SA00AN95	10,00			10,00
①	Ammattiharjoittelu 2	SA00AN96	10,00			10,00
①	<b>Opinnäytetyö</b>		15,00			
①	Opinnäytetyö, suunnittelu	OP00AL41	5,00			5,00
①	Opinnäytetyö, toteutus	OP00AL42	5,00			5,00
①	Opinnäytetyö, raportointi ja viimeistely	OP00AL43	5,00			5,00

## Liite 7. LAB-ammattikorkeakoulu tutkimuslupahakemus



## TUTKIMUSLUPAHAKEMUS

PVM. 22.5.2020

<b>Organisaatio</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Opinnäytetyön tekijä(t)</b> <span style="float: right;">Aktivoi Nimi ja napsauta + -painiketta lisätäksesi uusi rivi</span>	
Nimi	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
<b>Opinnäytetyön aihe</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Opinnäytetyön ohjaaja(t)</b> <span style="float: right;">Aktivoi Nimi ja napsauta + -painiketta lisätäksesi uusi rivi</span>	
Nimi	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
<b>Opinnäytetyösuunnitelman tiivistelmä</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Opinnäytetyön menetelmien kuvaus</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Opinnäytetyössä tarvittava tausta-aineisto</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Opinnäytetyön aineiston säilyttäminen ja hävittäminen</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Opinnäytetyön aikataulu</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Opinnäytetyön tulosten hyödyntäminen</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Muut mahdolliset yhteiskumppanit</b>	

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Liitteet (opinnäytetyön suunnitelma ja muut mahdolliset liitteet, esimerkiksi kyselylomake)</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Lisätietoja</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Opinnäytetyön tekijä(t) ja allekirjoitukset</b> <span style="float: right;">Aktivoi Nimi ja napsauta + -painiketta lisätäksesi uusi rivi</span>	
Nimi:	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Opiskelijatunnus	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Ryhmätunnus:	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Sähköposti:	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Puhelin:	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Paikka ja aika	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Allekirjoitus ja nimenselvennys:	<hr/> Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
<b>Ohjaajan tiedot ja allekirjoitukset</b> <span style="float: right;">Aktivoi Nimi ja napsauta + -painiketta lisätäksesi uusi rivi</span>	
Nimi:	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Sähköposti:	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Puhelin:	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Paikka ja aika	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Allekirjoitus ja nimenselvennys:	<hr/> Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
<b>Tutkimusluvan myöntämistä koskeva päätös</b>	
<input type="checkbox"/> Tutkimuslupa myönnetään hakemuksen mukaisesti <input type="checkbox"/> Tutkimuslupa myönnetään muutoksin (selvitys ja muutוסvaatimukset perusteluihin) <input type="checkbox"/> Tutkimuslupaa ei myönnetä (perustelu)	
<b>Perustelu</b>	
Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.	
<b>Hyväksyjän tiedot ja allekirjoitus</b>	
Paikka ja aika	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.
Allekirjoitus ja nimenselvennys:	<hr/> Kirjoita tekstiä napsauttamalla tätä.



## Suostumus koskien henkilötietojen käsittelyä ja opinnäytetyöhön osallistumista

Minua on pyydetty osallistujaksi opinnäytetyöhön "[Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.](#)" liittyvään aineiston keräämiseen. Opinnäytetyön tekijä on [Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.](#) ja hän tekee opinnäytetyötään LAB-ammattikorkeakoulussa. Tällä lomakkeella ilmoitan halukkuudestani osallistua opinnäytetyön aineiston keräämiseen.

Osallistumiseni edellä mainittuun opinnäytetyöhön on täysin vapaaehtoista. Minulla on oikeus milloin tahansa peruuttaa suostumukseni tai keskeyttää opinnäytetyöhön osallistuminen, eikä minun tarvitse kertoa syytä päätökselleni. Suostumuksen peruuttamisesta tai osallistumisen keskeyttämisestä ei aiheudu minulle mitään kielteisiä seurauksia. Jos keskeytän osallistumiseni, minusta siihen mennessä kerättyjä tietoja voidaan kuitenkin yhä käyttää opinnäytetyössä.

Olen saanut riittävästi tietoa opinnäytetyöstä ja minulla on ollut myös mahdollisuus esittää opinnäytetyötä ja aineiston keräämistä koskevia kysymyksiä. Minulle on annettu aineiston keräämistä koskeva tiedote. Lisäksi minua on informoitu aineiston keräämiseen liittyvästä henkilötietojen käsittelystä tietosuojailmoituksella.

Allekirjoittamalla tämän lomakkeen annan suostumukseni osallistua edellä mainitun opinnäytetyön aineiston keräämiseen sekä suostumukseni henkilötietojeni käsittelyyn tietosuojailmoituksessa kerrotulla tavalla.

---

Osallistujan allekirjoitus

[Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.](#)

Osallistujan nimenselvennys

Valitse [päivämäärä](#) [Paikka](#)  
Päivämäärä ja paikka

## Liite 9. Tutkimuskysely

## Kestävä kehitys sähkö- ja automaatiotekniikassa

Kyselylomake liittyy LAB-ammattikorkeakoulun **opinnäytetyöhön, joka ei kerää erikseen henkilötietoja minkäänlaiseen tarkoitukseen**. Sähköpostitiedolla varmennetaan vain tutkimusvastauksien virheettömyys taulukkorakenteessa.

Kysymykset liittyvät sähkö- ja automaatiotekniikan ammattikoulutukseen ja kestäväan kehitykseen, jota taustaa vasten kysymyksien rakenne koostuu.

Kiitos osallistumisesta.

\*Pakollinen



Sähköposti \*

Sähköpostiosoitteesi

Millaiset mahdollisuudet sähkö- ja automaatiotekniikan ammattilaisella on vaikuttaa kestäväan kehitykseen? \*

1    2    3    4    5

Erittäin vähäiset.                        Muita aloja selvästi merkittävämmät.

Millaisena kestäväan kehityksen osaamistarve tulevaisuudessa nähdään sähkö- ja automaatiotekniikan ammattilaiselle? \*

1    2    3    4    5

Sen merkitys vähenee huomattavasti nykyisestä.                        Kasvaa huomattavasti nykyisestä.

## Kestävä kehitys sähkö- ja automaatiotekniikassa

Kuinka tärkeää kestävien keinojen oppiminen on sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijalle verraten muuhun ammattiosaamiseen? \*

1      2      3      4      5

Ei erityisen tärkeää.                        Todella tärkeää.

Onko kestävä kehityksen opetusmäärä sähkö- ja automaatiotekniikan ammattiin nykyisin riittävää? \*

1      2      3      4      5

Aivan liian vähäistä tutkintoon nähden.                        Sitä on aivan liikaa tutkintorakenteessa.

Kestävä kehityksen merkitys oman toimialan kehittymiseen, ja millainen merkitys sähkö- ja automaatiotekniikan osaajilla on siinä asiassa (noin vuoden päähän nykyisestä)? \*

1      2      3      4      5

Selkeästi nykyisestä vähäisempää                        Nykytasoa huomattavasti laajempaa.

Millaisina tämän hetkiset sähkö- ja automaatiotekniset ratkaisut kestävä kehityksen kannalta nähdään? \*

1      2      3      4      5

Vaikutukset jäävät näillä keinoilla vähäisiksi.                        Keinot ovat juuri oikeansuuntaisia.

Millaisina kestävien keinojen opetustarjontaa ammattikorkeakouluissa voidaan pitää, kun työelämän tarpeita ajatellaan (sähkö- ja automaatiotekniikka)? \*

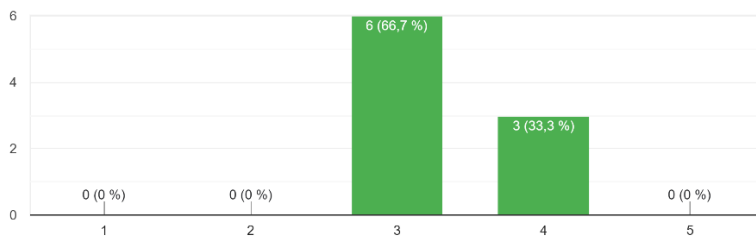
1      2      3      4      5

Vähemmän merkityksellisiä.                        Erittäin hyödyllisiä.

## Liite10. Tutkimuskyselyn vastaukset

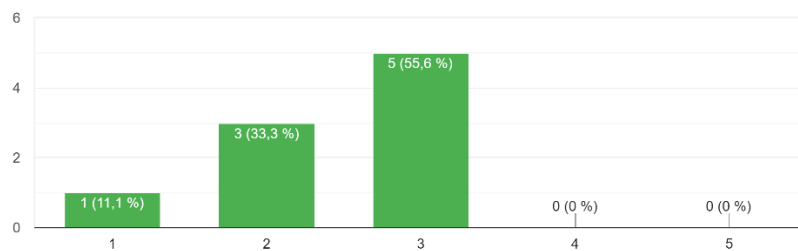
Kuinka tärkeää kestävien keinojen oppiminen on sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijalle verraten muuhun ammattiosaamiseen?

9 vastausta



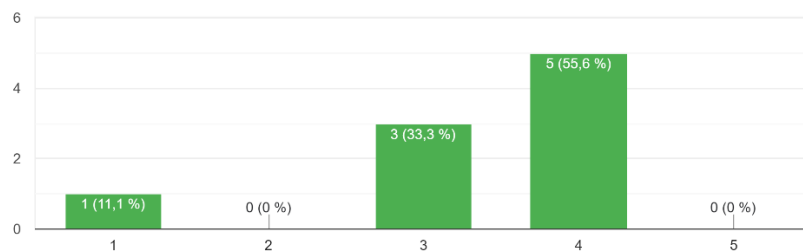
Onko kestävä kehitys opetusmäärä sähkö- ja automaatiotekniikan ammattiin nykyisin riittävää?

9 vastausta



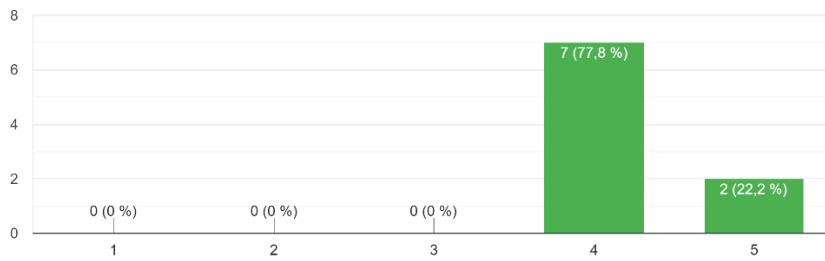
Millaisina kestävien keinojen opetustarjontaa ammattikorkeakouluissa voidaan pitää, kun työelämän tarpeita ajatellaan (sähkö- ja automaatiotekniikka)?

9 vastausta



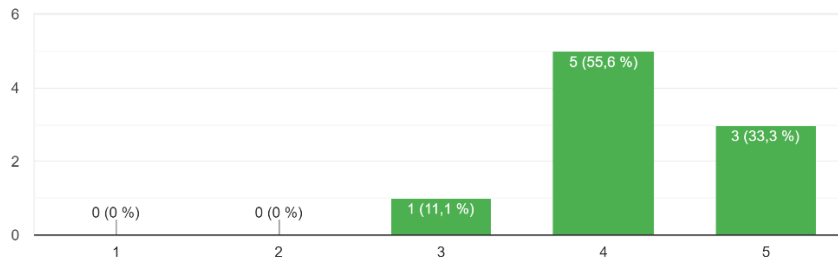
Millaisena kestäväen kehityksen osaamistarve tulevaisuudessa nähdään sähkö- ja automaatiotekniikan ammattilaiselle?

9 vastausta



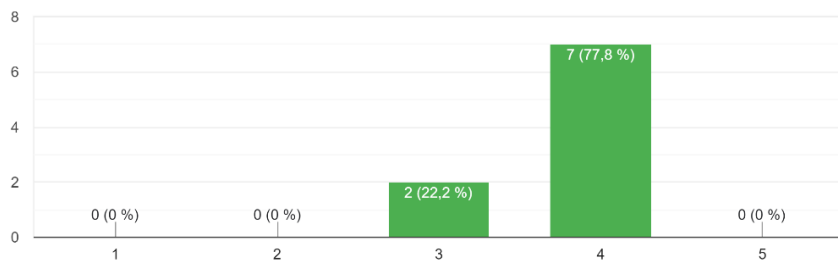
Millaiset mahdollisuudet sähkö- ja automaatiotekniikan ammattilaisella on vaikuttaa kestäväen kehitykseen?

9 vastausta



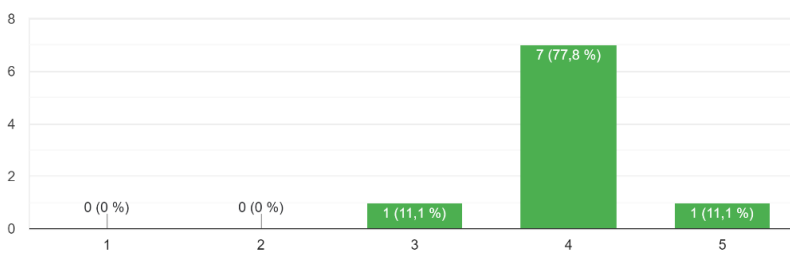
Kestäväen kehityksen merkitys oman toimialan kehittämiseen, ja millainen merkitys sähkö- ja automaatiotekniikan osaajilla on siinä asiassa (noin vuoden päähän nykyisestä)?

9 vastausta



Millaisina tämän hetkiset sähkö- ja automaatiotekniset ratkaisut kestäväen kehityksen kannalta nähdään?

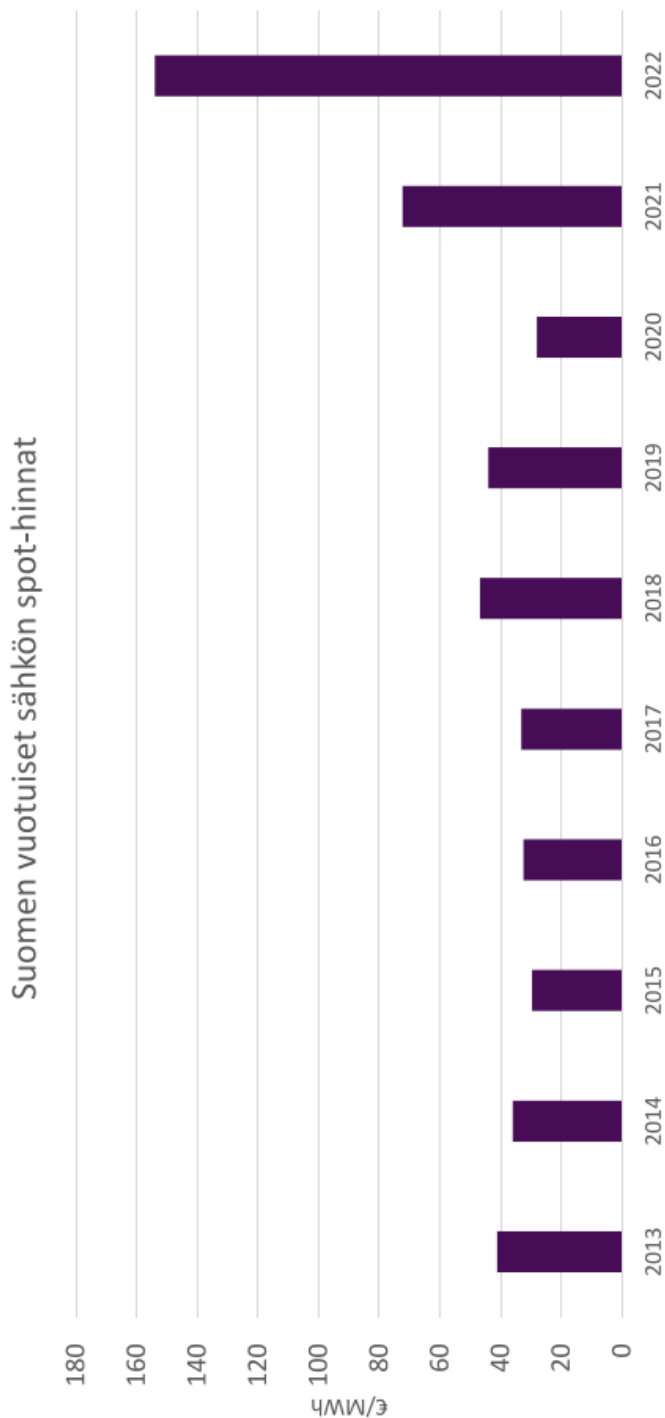
9 vastausta



## Liite 11. Tutkimushaastattelun runko

1. Millaisena sähkö- ja automaatiotekniikan kestävä kehityksen opintotarjonnan määrä ja laatu voisi tällä hetkellä pitää?
2. Onko kestävä kehityksen opetusta oman vaikutusalueen piirissä riittävästi, ja millaisena näette sen osuuden muuttuvan lähitulevaisuudessa?
3. Millaista painotusta tai muutosta kestävä kehityksen opintokoulutuskokonaisuus tarvitsisi osakseen, jos sellaista tarvetta olisi?
4. Kuinka paljon työelämän ja oppilaitoksen välillä käydään opintokokonaisuuksista keskustelua keskenään, ja millaisena sen näette?
5. Millaisena näette työelämän vaikutuksen opintosisältöön, ja yhteistyön merkityksen kestävä kehityksen sisältöä ajatellen?
6. Kuinka tiivis suhde työnantajien ja oppilaitosten välillä on, ja millainen vaikutus sillä on ollut opintotarjontaan?
7. Millainen lähtökohta ja perusta IoT-alustan valinnalle on ollut oppiaineena sähkö- ja automaatiotekniikan linjalle LAB-ammattikorkeakoulussa?
8. Miksi juuri IoT-alustan opetus valittiin LAB-ammattikorkeakouluun, ja millaisena sen sisältö nähdään jatkoa ajatellen?
9. Onko tulevaisuudessa kestävä kehityksen aihe mahdollisesti myös pakollinen LAB-ammattikorkeakoulun sähkö- ja automaatiotekniikan tutkintorakenteessa?
10. Jos yksi asia pitäisi muuttaa työelämän ja koulutuksen välisestä suhteesta, niin mikä se olisi ja millä tavoin muuttaisitte sitä, jos lähtökohtana pidetään kestävä kehityksen edistävää toimintaa?
11. Mikä on ammattikorkeakoulujen kantava tema kestävässä kehityksessä (tekniikka)?

## Vuonna 2022 sähkön tukkuhinta Suomessa oli merkittävästi korkeampi kuin aiempina vuosina



Lähde: Nord Pool