

Opinnäytetyö (YAMK)

Hajautettu energiantuotanto

2023

Timo Leskinen

Uusiutuvan energian oppimisympäristön kehittäminen ammattillisessa koulutuksessa



Opinnäytetyö (YAMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Hajautettu energiantuotanto

2023 | 64 sivua

Timo Leskinen

Uusiutuvan energian oppimisympäristön kehittäminen ammatillisessa koulutuksessa

Opinnäytetyö tehtiin Turun ammatti-instituutille, joka on suuri toisen asteen ammatillista koulutusta antava oppilaitos Varsinais-Suomessa. Yhtenä koulutusalanana on talotekniikka, jonka tarpeisiin tämä opinnäytetyö valmistui.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tuuli- ja aurinkosähköenergian opetuksen soveltuvuus talotekniikan sähköopetukseen. Myös kone- ja tuotantotekniikan sekä autoalan tutkintojen soveltuvuutta tähän opetukseen arvioitiin. Tutkinnoista selvitettiin tutkintojen perusteiden mukaiset ammattitaitovaatimukset ja mahdollisuus lisätä niihin tuuli- ja aurinkoenergian opetusta. Lisäksi selvitettiin käytettävissä olevan opetuslaitteiston soveltuvuus opetukseen, sekä tarvittavat opintomateriaalit.

Tutkimus tehtiin tapaustutkimuksena. Keskeisenä tuloksena saatiin ymmärrys tutkintorakenteeseen sopivasta vapaavalintaisesta tutkinnon osasta, joka voidaan luoda työelämän tarpeita vastaavaksi. Tämän pohjalta voidaan kehittää tuuli- ja aurinkoenergian opetusta tulevaisuudessa.

Asiasanat:

tuulienergia, aurinkoenergia, tutkintorakenne

Master's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Distributed Energy Systems

2023 | 64 pages

Timo Leskinen

Developing a learning environment for renewable energy in vocational education

The present Master's thesis was commissioned by the Turku Vocational Institute. Turku Vocational Institute is a large upper secondary vocational education institution in Southwest Finland. One of its fields of education is building technology, for which this study was made.

The aim of the thesis is to explore how the teaching of wind and solar energy is suitable for electrical education in building technology. The suitability of the qualifications in mechanical engineering and production technology as well as the qualifications in the automotive sector were assessed. The studies were examined in terms of the skills required by the qualification criteria and the possibility of increasing the teaching of wind and solar energy. In addition, the suitability of the available teaching equipment and the necessary study materials were examined.

The study was conducted as a case study. The key result was an understanding about an optional part of the degree structure that can be created to meet the needs of working life. On this basis, the teaching of wind and solar energy can be developed in the future.

Keywords:

wind energy, solar energy, qualification structure

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	7
1 Johdanto	8
2 Tutkimusasetelma	10
2.1 Tutkimuskysymys ja tavoitteet	12
2.2 Tutkimuksen lähestymistapa ja menetelmät	13
3 Ammatillinen koulutus toisella asteella	16
3.1 Talotekniikan perustutkinto	19
3.2 Putkiasennuksen osaamisala	20
3.3 Ilmanvaihtoasennuksen osaamisala	21
3.4 Kylmäasennuksen osaamisala	21
3.5 Valinnaiset tutkinnon osat	22
3.6 Yhteiset tutkinnon osat	22
4 Tuuli- ja aurinkoenergia	24
4.1 Uusiutuvien energioiden tulevaisuus	24
4.2 Tuulienergia	25
4.2.1 Teolliset tuulivoimalat	26
4.2.2 Pientuulivoimalat	28
4.3 Aurinkoenergia	34
4.3.1 Aurinkosähkölaitteistot ja määräykset	34
4.3.2 Aurinkopaneelit	35
4.3.3 Olosuhteiden vaikutus	35
4.3.4 Sääntötekniikat	37
4.3.5 On-grid -järjestelmä	38
4.3.6 Off-grid -järjestelmä	40
5 Opetuslaitteisto	43
6 Tutkimuksen toteuttaminen	50
6.1 Sisällytysmahdollisuudet	50

6.2 Opetuslaitteisto	51
6.3 Kirjallinen materiaali	54
6.4 Koulutuksen tarve työmarkkinoilla	55
7 Aineiston analysointi ja tulokset	56
8 Pohdinta	62
Lähteet	65

Liitteet

- Liite 1. Kirjallisen aineiston analyysi
- Liite 2. Valinnaiset tutkinnon osat talotekniikan perustutkinnossa
- Liite 3. Taloteknisten komponenttien sähköistäminen
- Liite 4. Sähköjärjestelmän kunnan määrittäminen

Kuvat

Kuva 1. Ammatillisen koulutuksen rahoitus	11
Kuva 2. Tutkimusongelman ratkaiseminen	12
Kuva 3. Onko kuvassa kani vai ankka?	14
Kuva 4. Osaamiskokonaisuuksien viitekehys	16
Kuva 5. Tutkinnon osien jakauma osaamispisteinä	18
Kuva 6. Tuulivoimalan rakenne	26
Kuva 7. Tuulivoimalan konehuone	27
Kuva 8. Pientuulivoimala	29
Kuva 9. Siiven pituuden vaikutus pyyhkäisyypinta-alaan	30
Kuva 10. Järjestelmän rakenne	32
Kuva 11. Tuulisähköjärjestelmän liittäminen rakennuksen sähköverkkoon	33
Kuva 12. Yksikide-, monikide- ja ohutkalvopaneeli	35
Kuva 13. Ohitusdiodilla varustettu aurinkopaneeli	36
Kuva 14. Auringon liikerata	37

Kuva 15. Verkkoon kytketty aurinkosähköjärjestelmä	39
Kuva 16. Mökkisähköjärjestelmä	40
Kuva 17. Aggregaatilla varustettu järjestelmä	41
Kuva 18. Aurinkosähköenergian opetuslaitteisto	43
Kuva 19. Aurinkopaneeli, halogeenilamppu ja jäähdytyspuhallin	45
Kuva 20. Aurinkosähköjärjestelmä	46
Kuva 21. Kuormitusvastusmoduuli	46
Kuva 22. Tuulienergian opetuslaitteisto	47
Kuva 23. Dynamometri-moottori ja tuuligeneraattori	48
Kuva 24. Yksinkertaistettu kaavio tuulivoimajärjestelmästä	49
Kuva 25. Jännitteen mittaus generaattorin käämistä	49

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Lyhenteet

eTAI	Turun ammatti-instituutin verkko-oppimisympäristö
MPPT	Maximum Power Point Tracking, maksimitehon tunnistus
PWM	Pulse Width Modulation, pulssinleveysmodulaatio
SFS	Suomen Standardisoimisliitto ry
TAI	Turun ammatti-instituutti
TUVA	Tutkintokoulutukseen valmentava koulutus

Suureet

A	Pinta-ala
C_p	Tehokerroin
P	Voimalan tuottama teho
r	Ympyrän säde
S_k	Liittymän oikosulkuteho
S_n	Laitoksen maksimiteho
V	Tuulen nopeus
W_p	Wattipiikki
kW_p	Kilowattipiikki

1 Johdanto

Uusiutuvan energian tuotanto on kehittynyt viimeisten vuosien aikana hyvin nopeasti. Käsite uusiutuva energia pitää sisällään suuren määrän erityyppisiä energiamuotoja. Yhteistä uusiutuville energioille on, että ne eivät ole peräisin fossiilisista lähteistä. Uusiutuviin energiamuotoihin kuuluu tuuli- ja aurinkoenergia, geoterminen energia (maaperästä saatava lämpö), ympäristön energia eli ilmasta ja pintavedestä saatava energia, vuorovesi- ja aaltoenergia sekä biomassasta ja biokaasusta saatava energia (Motiva 2023).

Uusiutuvien energioiden laitteistojen asentajista on yrityksissä Motivan (Motiva 2023) tiedotteen mukaan henkilöstöpulaa, ja tämän takia alan opetusta kannattaisikin lisätä ammatillisessa koulutuksessa. Turun ammatti-instituutti on omalta osaltaan lähdössä kehittämään tuuli- ja aurinkosähköenergian opetusta osana talotekniikan koulutusta.

Tämä opinnäytetyö tehdään Turun ammatti-instituutin toimeksiantona, jonka tarkoituksena on selvittää mahdollisuudet lisätä tuuli- ja aurinkosähköenergian opetusta osaksi nykyisiä koulutuksia. Tekniikan alan tutkinnoista tuuli- ja aurinkosähköenergian osaamista voitaisiin sisällyttää talotekniikan, kone- ja tuotantotekniikan sekä autoalan tutkintoihin. Näiden tutkintojen opetusta järjestetään samassa koulutalossa, joten tällä voidaan rajata myös tämän opinnäytetyön laajuutta.

Talotekniikan sähköopetustiloissa on olemassa opetuslaitteistot tuuli- ja aurinkosähköenergian opetukseen. Laitteistot ovat Feston opetuskäyttöön valmistamia simulaatiojärjestelmiä, joilla voidaan tehdä asennusharjoituksia ja mittauksia todenmukaisista järjestelmistä. Laitteistolla voidaan tutustua tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmien komponenttien toimintaan ja tehdä pienimuotoisia asennusharjoituksia. Koska kyseessä on pöytämallinen harjoituspiste, niin harjoittelu keskittyy pääasiassa sähköisten kytkentöjen tekemiseen ja niihin liittyviin mittauksiin. Mekaaniset asennukset vaatisivat jo huomattavasti suuremmat tilat.

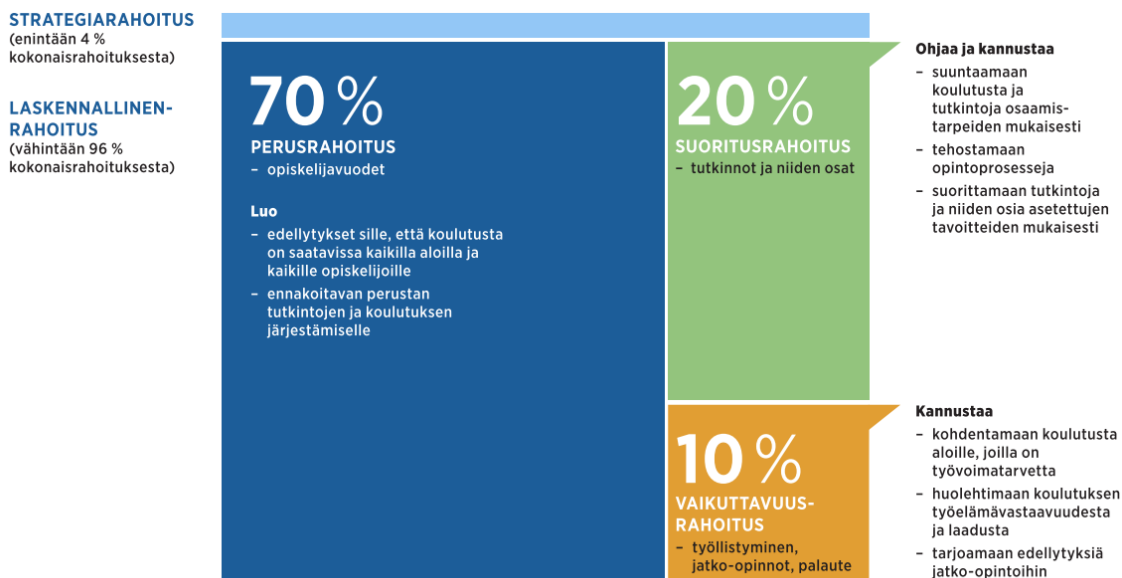
Ongelma laitteiston käytölle on siinä, että näille laitteille ei ole suomenkielistä opetusmateriaalia, eikä opetussuunnitelmaa niiden hyödyntämiseksi nykyisissä tutkinnon osissa. Tämän opinnäytetyön avulla pyritään löytämään sopivat ratkaisut edellä mainittuihin ongelmiin. Työn tuloksena voidaan suunnitella opetuksen kehittämistä niin, että tulevaisuudessa voidaan hyödyntää tuuli- ja aurinkosähköenergian opetuslaitteistoja kunkin tutkinnon osan tarpeiden mukaisesti.

2 Tutkimusasetelma

Turun ammatti-instituutissa talotekniikan oppimisympäristössä, on käytettävissä laitteisto, jolla voidaan opettaa tuuli- ja aurinkosähköenergian toimintaa käytännön tasolla. Laitteisto on ollut vähäisellä käytöllä, koska tuuli- ja aurinkosähköenergian opetus ei sisälly opetettaviin talotekniikan tutkinnon osiin. Laitteiston monipuolinen ja kekseliäs käyttö loisi edellytykset järjestelmän tehokkaaseen hyödyntämiseen. Ammatillinen koulutus on riippuvainen monista rahoitusmuodoista, joten työelämän tarpeita tukeva koulutus lisää myös mahdollisuuksia rahoitukseen. Mikäli tuuli- ja aurinkosähköenergian opettamista eri tutkinnon osien yhteydessä voidaan lisätä tavalla, joka kiinnostaa myös työnantajia, niin silloin laitteiston käyttöönotossa on onnistuttu.

Ammatillisen koulutuksen rahoitus perustuu perusrahoitukseen, suoritusrahoitukseen ja vaikuttavuusrahoitukseen. Perusrahoituksen osuus on 70 prosenttia, suoritusrahoituksen 20 prosenttia ja vaikuttavuusrahoituksen 10 prosenttia kokonaisrahoituksesta. Kohdentamalla tutkinnon osien koulutusta viimeksi mainittuihin suoritus- ja vaikuttavuusrahoituksen osuuksiin, niin voidaan vaikuttaa merkittävään osaan rahoituksen toteutumisesta. Näiden osuuksien tarkoituksena on kannustaa koulutuksen järjestäjiä suuntaamaan koulutusta niille aloille, joilla on pulaa alan ammatillisista osaajista. (Opetus- ja kulttuuriministeriö n.d.)

Energiavirasto ja Motiva kampanjoivat uusien energia-alan osaajien saamiseksi. Tähtäimessä ovat perusopetuksen päättävät opiskelijat, jotka suuntaavat lukioon tai ammatilliseen koulutukseen. Energiavirasto ja Motiva ovat kohdentaneet kampanjan nimenomaan ammatilliseen koulutukseen, jotta tulevaisuudessa olisi riittävästi esimerkiksi aurinkosähköjärjestelmien osaajia. (Energiavirasto 2023.)



Kuva 1. Ammatillisen koulutuksen rahoitus (Opetus- ja kulttuuriministeriö, n.d.)

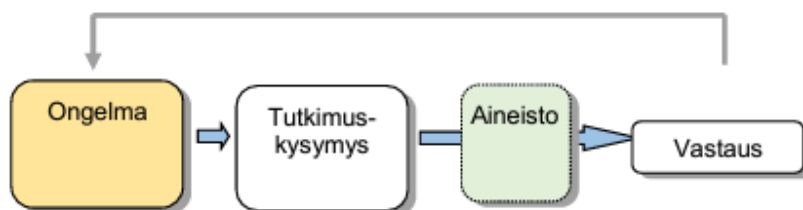
Hypoteesina, eli ennakkokäsityksenä, tässä opinnäytetyössä on olettamus siitä, että tuuli- ja aurinkosähköenergian opetuslaitteiston käyttö on mahdollista yhdistää käytettävissä oleviin tutkinnon osiin. Jotta opinnäytetyöstä ei tulisi liian laajaa, niin tarkoitus on keskittyä tutkinnon osien sähkötekniikan osaamisalueisiin. Opetuslaitteistoa voitaisiin hyödyntää muun sähkötekniikan opetuksen yhteydessä perustietojen antamisessa tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmistä. Tällöin opiskelijalla olisi järjestelmästä perustiedot, joita hän voisi tarvittaessa täydentää muilla alan koulutuksilla. Perustietojen hallinta tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmistä antaa lisäarvoa työmarkkinoille hakeuduttaessa.

Energiaviraston mukaan energiamurros vaatii lisää uusiutuvan energian osaajia, joten ammatillisen koulutuksen rahoituksen puolestakin tuuli- ja aurinkosähköenergian lisääminen ammatilliseen opetukseen olisi perusteltua. Euroopan unioni on julkaissut 55-valmiuspaketin, jolla kasvihuonepäästöjä pyritään vähentämään 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Tämä tavoite tarkoittaa lisääntyvää tarvetta uusiutuvan energian asentajille, sillä Energiaviraston 3.2.2023 julkaiseman tiedotteen mukaan uusiutuvan energian asentajista on pulaa tulevaisuudessa. Tätä pulaa pyritään helpottamaan

lisäämällä ammatillista koulutusta. (Energiavirasto 2023.) Motiva ja Energiavirasto tekevät tässä asiassa yhteistyötä, joten saman tyyppinen tiedote löytyy myös Motivan sivustolta. Haussa muutoksen tekijöitä! -sivustolla todetaan työvoimapulaa olleen jo vuonna 2022 (Motiva 2023).

2.1 Tutkimuskysymys ja tavoitteet

Tutkimusasetelman tarkoituksena on kuvata tutkimusongelma, ja ongelman ratkaisuun tarvittavat menetelmät. Tutkimusongelmaa lähdetään ratkaisemaan asettamalla tutkimuskysymys tai kysymyksiä. Tavoitteeseen päästään vastaamalla näihin kysymyksiin.



Kuva 2. Tutkimusongelman ratkaiseminen (Kananen 2019, 23).

Tämän opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena on selvittää mahdollisuuksia tuuli- ja aurinkosähköenergian perusteiden opetuksen sisällyttämiseksi osaksi talotekniikan sähköalan opetusta. Olemassa olevalle opetuslaitteistolle täytyisi saada tutkintoihin soveltuvaa käyttöä, joten käytön kannalta tarpeelliseen ohjeistukseen ja materiaaliin syvennytään tutkimuksen puitteissa. Opetuslaitteistoa ja -materiaalia voidaan mahdollisesti hyödyntää myös muiden, kuten kone- ja tuotantotekniikan, sekä autoalan, käyttöön. Tutkimuskysymyksiin vastaamalla pyritään kartoittamaan nämä mahdollisuudet.

Opinnäytetyön odotetaan vastaavan seuraaviin tutkimuskysymyksiin

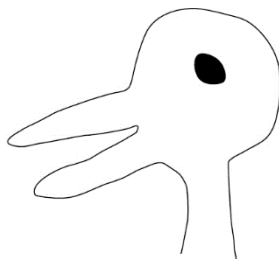
- Voiko tuuli- ja aurinkosähköenergian opetuksen sisällyttää nykyisiin tutkintoihin?

- Miten olemassa olevaa laitteistoa voidaan hyödyntää opetuksessa?
- Millaista opetusmateriaalia tarvitaan?

2.2 Tutkimuksen lähestymistapa ja menetelmät

Vastauksien löytämiseksi tarvitaan sopiva lähestymistapa tutkimuksen tekemiseen. Sopivia menetelmiä voivat olla kvalitatiivinen (laadullinen) tai kvantitatiivinen (tilastollinen) tutkimus. (Kananen 2019, 25.) Tapaustutkimus (Case study) rinnastetaan yleensä kvalitatiiviseen tutkimukseen. Tapaustutkimus on käytännön havainnointiin perustuvaa (empiiristä) tutkimusta, jossa käytetään monipuolista, ja monilla eri tavoin hankittua, tietoa tietyssä rajatussa ympäristössä tapahtuvaan tietyn nykyisen tapahtuman analysointiin (Pitkäranta 2014, 29). Tapaustutkimuksessa voidaan kuitenkin käyttää erilaisia tiedonkeruun menetelmiä, eli laadullisia ja tilastollisia. Tapaustutkimus keskittyy yksittäiseen tapahtumaan tai kokonaisuuteen, jossa pyritään kokonaisvaltaiseen tutkimuskohteen ymmärtämiseen. Aineiston keruumenetelminä voidaan käyttää esimerkiksi havainnointia ja dokumenttien käyttöä.

Tutkija joutuu pohtimaan millaisella lähestymistavalla, tai millaisilla menetelmillä hän tutkimusta tekee. Pitäisikö tutkimus tehdä kvantitatiivisella vai kvalitatiivisella tutkimustavalla? Vai olisiko parempi tehdä tutkimusta näiden kahden tavan yhdistelmällä? Koska kyseessä on työelämälähtöinen todellinen kehityshanke, johon halutaan löytää ratkaisu, niin ongelmaa selvitetään tapaustutkimuksen pohjalta. Laadullisessa tutkimuksessa pyritään ymmärtämään ja saamaan kokonaisvaltainen kuva jostakin käsiteltävästä ilmiöstä (Kananen 2019, 26). Haastavaksi tämän tekee se, että asioita voi ymmärtää monella eri tavalla, kuten Vilkka on kirjassaan todennut (Vilkka 2021, 30).



Kuva 3. Onko kuvassa kani vai anka? (Vilka 2021, 30).

Tässä tutkimuksessa keskitytään olemassa olevaan opetuslaitteistoon ja sen hyödyntämiseen talotekniikan sähköopetuksessa. Menetelminä voidaan puhua työelämälähtöisestä tapaustutkimuksesta, tai toiminnallisesta opinnäytetyöstä. Työelämälähtöisessä tutkimus-, kehitys- ja innovointityössä tunnistetaan todelliset tarpeet ja pyritään myös ratkaisemaan niihin liittyviä asioita. Työelämälähtöiseen tutkimustyöhön liittyy myös aika- ja resurssirajoitteet. (Pitkäranta 2014, 46.)

Tämän työn osalta oppilaitoksen vuosityörytmi luo aikataululliset tavoitteet. Aikataulullinen tavoite on saada opetuslaitteisto käyttöön syyslukukauden 2023 alkuun mennessä. Tällöin sitä voidaan hyödyntää talotekniikan, sekä tarvittaessa muiden tutkintojen, alkavissa koulutuksissa.

Toiminnallisessa opinnäytetyössä vastataan ammatillisessa käytännössä nousevaan tunnistettuun tarpeeseen. Tämä tarve voi olla esimerkiksi opas, ohje, esite tai käsikirja. Toimintamallin, prosessin tai sen osan suunnittelu ja dokumentointi soveltuu myös toiminnalliseen opinnäytetyöhön. (Vilka & Airaksinen 2003.) Huomioiden Vilkan ja Airaksisen määritelmän toiminnallisesta opinnäytetyöstä, niin tämän opinnäytetyön puitteissa muodostetaan käsitys mahdollisuuksista sisällyttää laitteiston käyttö nykyisiin ammatillisiin tutkinnon osiin. Tutkinnon osissa keskitytään erityisesti niiden sisältämään sähkötekniikan osaamiseen.

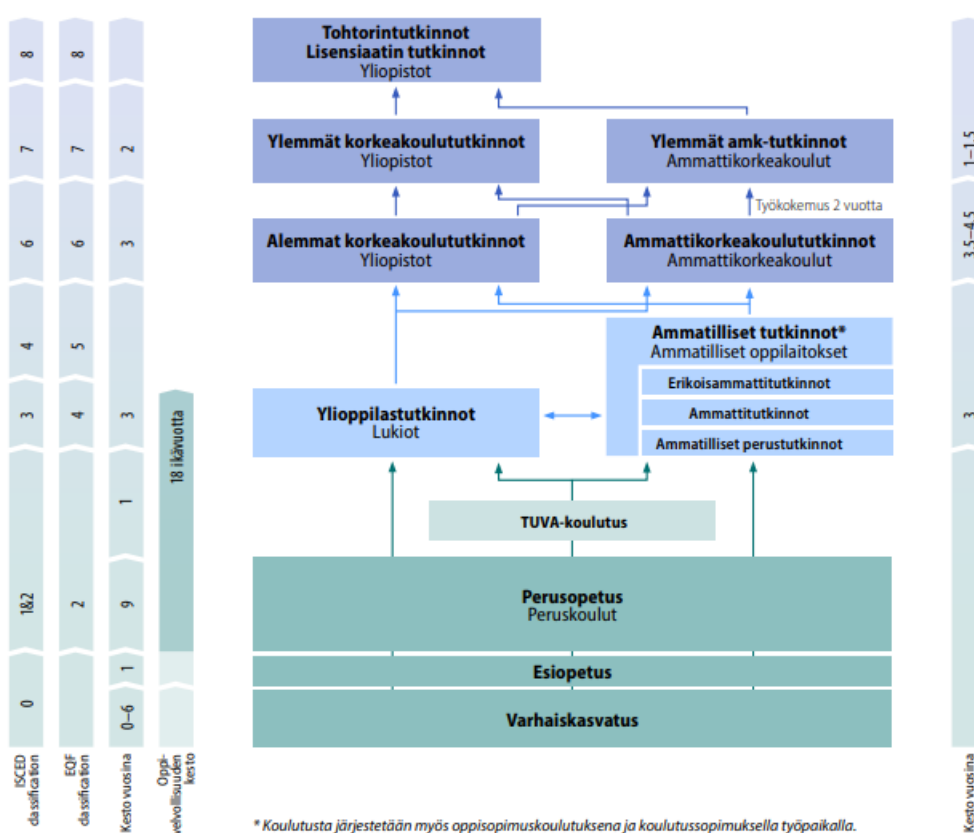
Laitteistosta on olemassa dokumentaatiota käytettäväksi ja analysoitavaksi, joten tutkimusmenetelmäksi soveltuu esimerkiksi kvalitatiivinen tutkimus. Tässä

tapauksessa valmiiden aineistojen käyttäminen tutkimuksen tietoperustana mahdollistaa laadullisen analyysin tekemisen. Tutkimuksessa on myös perehdyttävä ammatillisen koulutuksen tutkinnon osien sisältämiin ammattitaitovaatimuksiin. Ammattitaitovaatimuksista on selvitettävä tuuli- ja aurinkosähköenergian opetuksen soveltuvuus niihin. Tähän aineistoon perehdytään ja verrataan sitä tutkimusongelmaan, sekä tehdään aineistosta sisällönanalyysi. Sisällönanalyysillä tarkoitetaan tekstin tai tekstimuotoiseksi muutetun aineiston tarkastelua, jotta sisällöstä saataisiin kattava kuvaus.

3 Ammatillinen koulutus toisella asteella

Suomalainen koulutusjärjestelmä perustuu kansalliseen kahdeksanosaiseen tutkintojen viitekehukseen, jossa määritellään kunkin tason vaativuus. Viitekehys kuvaa eri tasoilla vaadittavaa osaamiskokonaisuuksien hallintaa. Kullakin tasolla opiskelijalta vaaditaan erilaisten tietojen ja taitojen osaamista yhdenmukaisella ja vertailukelpoisella tavalla. Tällä lisätään tutkintojen selkeyttä ja läpinäkyvyyttä myös kansainvälisesti. Kansallinen viitekehys perustuu eurooppalaiseen tutkintojen viitekehukseen. Euroopan parlamentti ja neuvosto on tehnyt suosituksen eurooppalaisesta tutkintojen viitekehuksesta (European Qualifications Framework, EQF), jolla eri maiden tutkintoja ja tutkintotasoja voidaan vertailla. (Opetushallitus 2023.)

SUOMEN KOULUTUSJÄRJESTELMÄ



Kuva 4. Osaamiskokonaisuuksien viitekehys (Opintopolku 2023).

Toisen asteen koulutus sijoittuu viitekehyksessä tasolle 4 yhdessä ammattitutkintojen kanssa. Erikoisammattitutkinnot ovat mestaritason tutkintoja, jotka edellyttävät oman alan vaativimpien tehtävien hallintaa, joten ne sijoittuvat tasolle 5. (Opetushallitus 2023.)

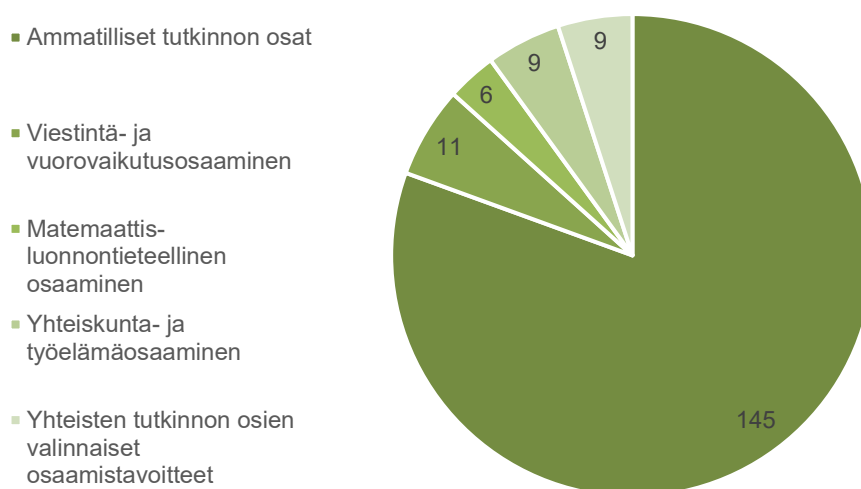
Toisen asteen ammatillinen koulutus on ollut murroksessa vuoden 2017 lakimuutoksen jälkeen. Ammatillisen koulutuksen reformi tuli voimaan vuoden 2018 alusta. Tämä kunnianhimoinen hanke on kiteytetty opetus- ja kulttuuriministeriön sivulla seuraavin sanoin: ” Ammatillinen koulutus uudistetaan osaamisperusteiseksi ja asiakaslähtöiseksi kokonaisuudeksi. Lisäksi lisätään työpaikoilla tapahtuvaa oppimista ja yksilöllisiä opintopolkuja sekä puretaan sääntelyä ja päällekkäisyyksiä.” (Opetus- ja kulttuuriministeriö, n.d.)

Tämä uudistus toi ammatilliseen koulutukseen näyttöön perustuvan tavan suorittaa ammatillinen tutkinto. Tämä tarkoittaa käytännössä osaamiseen perustuvaa ammattitaidon näyttöä, joka suoritetaan käytännön työtehtäviä tekemällä työpaikalla. Arviointiasteikkona käytetään numeroita 1–5. Tuuli- ja aurinkosähkölaitteistojen asennuksen kannalta tällainen näyttö voisi olla esimerkiksi aurinkosähkölaitteiston asentaminen omakotitaloon. Ammattitaitovaatimukset on määriteltävä tutkinnon osan perusteissa.

Aikaisemmin ammatillinen koulutus perustui koulussa vietettävään aikaan, mutta uudistuksen jälkeen opiskelijan osaaminen nostettiin etusijalle. Se toi opiskelijoille mahdollisuuden yksilölliseen opintopolkuun, jossa oma osaaminen ja aktiivisuus nopeuttaa opintojen etenemistä. Mikäli opiskelija saavuttaa tutkinnon osan ammattitaitovaatimukset, niin hänet voidaan ohjata näyttöön. Onnistuneen näyttösuorituksen jälkeen opettaja ja työelämän edustaja tekevät arvioinnin, jonka jälkeen tutkinnon osa on suoritettu.

Ammatilliset tutkinnot ovat periaatteessa kolmivuotisia, mutta osaamiseen perustuvan uudistuksen myötä valmistumisaika voi olla käytännössä mitä vain kahden ja kolmen vuoden väliltä. Tutkinnoissa osaaminen ja näytöt ratkaisevat valmistumisen aikataulun. Turun ammatti-instituutissa motivoituneiden opiskelijoiden mahdollisuutta edetä opinnoissa on helpotettu eTAI -nimisellä

sähköisellä opetuslustoilla, jonka kautta voi suorittaa kaikille pakollisia yhteisiä tutkinnon osia. Ammatillisessa koulutuksessa perustutkinnon laajuus on 180 osaamispistettä, joka jakautuu eri tutkinnon osiin. Tutkinnon osat pitävät sisällään ammatillisia tutkinnon osia 145 osaamispistettä, sekä yhteisiä tutkinnon osia 35 osaamispistettä. Tutkinto on valmis, kun kaikki henkilökohtaisen osaamisen kehittämissuunnitelman mukaiset opinnot ovat suoritettu.



Kuva 5. Tutkinnon osien jakauma osaamispisteinä.

Opetushallitus määrittelee tutkinnon perusteet, sekä millaista osaamista tutkinnoissa vaaditaan. Perustutkinto on lähtökohta ammatilliselle kehitymiselle, joten tutkinnon perusteissa kuvataan millaisia laaja-alaisia ammatillisia perusvalmiuksia pitää hallita. Perusteissa kerrotaan myös, minkälaista erikoistuneempaa osaamista eri osa-alueilla tarvitaan. (Opetushallitus, 2023.)

Tutkintojen perusteet ja niihin liittyvät ammattitaitovaatimukset löytyvät ePerusteet-verkkosivustolta. Tältä sivustolta löytyvät kaikkien opetusasteiden opetuksen perusteet, olipa sitten kyseessä varhaiskasvatus tai toisen asteen koulutus. (Opetushallitus, 2023.) Ammatilliselle koulutukselle on ePerusteissa oma sivustonsa. Tämän sivuston kautta voi hakea mitä tahansa Suomessa

opetettavaa ammatillista tutkintoa. Tässä opinnäytetyössä keskitytään pääasiassa talotekniikan perustutkintoon ja siihen liittyviin tutkinnon osiin. Muiden tutkintojen sisältöä avataan opinnäytetyön kohdassa 6 Tutkimuksen tekeminen sen verran, että voidaan selvittää tuuli- ja aurinkosähköenergian opetuksen sopivuus kyseisille tutkinnoille.

3.1 Talotekniikan perustutkinto

Talotekniikan perustutkinto on uudistunut sisällöltään useaan otteeseen viimeisten vuosien aikana. Viimeisin uudistus on tullut voimaan 1.8.2022, joten tässä tutkimuksessa perehdytään tämän tutkinnon sisältöön. Talotekniikka on alana melko kattava, joten myös tutkinnon osia on monta. Talotekniikan perustutkinto pitää sisällään viisi alaa, joilla kaikilla on omat tutkintonimikkeet. Alat ovat putkiasennuksen, ilmanvaihtoasennuksen, teknisen eristyksen, rakennuspeltityön ja kylmäasennuksen osaamisalat. (ePerusteet 2023.)

Talotekniikan alalla käytetään seuraavia tutkintonimikkeitä:

- putkiasentaja
- ilmanvaihtoasentaja
- tekninen eristäjä
- rakennuspeltiseppä
- kylmäasentaja

Turun ammatti-instituutti tarjoaa koulutusta talotekniikan alalta putki-, ilmanvaihto- ja kylmäasentajille. Teknisen eristäjän ja rakennuspeltiseppän koulutuksia ei ole tarjolla. Näillä kaikilla tutkinnoilla on samat yhteiset tutkinnon osat, mutta ammatilliset tutkinnon osat ovat alakohtaisia. Lisäksi ammatillisiin tutkinnon osiin voidaan valita vapaavalintaisia osia muista tutkinnoista ja osaamisaloista niin, että kokonaispistemäärä ammatillisissa tutkinnon osissa on 145 osaamispistettä. (Turun ammatti-instituutti 2023.)

Osaamispiste on ollut määritelmänä hieman hankala, koska sillä ei ole ollut määriteltynä minkäänlaista tuntimäärää. Osaamispiste on perustunut

osaamiseen, joten aikaisemmin ei katsottu tarpeelliseksi sitoa pistemäärää ajalliseen suoritukseen. Tähän tuli muutos valtioneuvoston asetuksen muodossa vuonna 2021, jolloin ohjauksen ja opetuksen tuntimääräksi asetettiin 12 tuntia osaamispistettä kohden (Finlex 2021/583, 3:10a). Syynä muutokseen on pidetty vertailukelpoisuutta esimerkiksi lukion opetusmäärien kanssa. Opiskelijan henkilökohtaisen osaamisen kehityssuunitelman mukaan tuntimäärää voidaan lisätä tai vähentää osaamisen kehittymisen mukaisesti. Mikäli opiskelija oppii asiat nopeasti ja helposti, niin hänelle annetaan mahdollisuus suorittaa opinnot nopeammin. Toisaalta, mikäli oppiminen on hankalaa, niin tuntimäärää voidaan lisätä.

Tutkinnon perusteisiin on sisällytetty kunkin tutkinnon osan kohdalle tietty osaamispistemäärä. Osaamispistettä, myöhemmin lyhenne osp, voidaan käyttää opetuksen suunnittelussa laskettaessa tutkinnon osaan käytettävää tuntimäärää.

3.2 Putkiasennuksen osaamisala

Putkiasennuksen osaamisalalta valmistuu putkiasentajia. Koulutuksen tavoitteena on, että saavutetaan riittävä ammattitaito alan perustyökalujen ja oikeiden työmenetelmien hallintaan. Normaalien putkistoasennusten hallinta kuuluu ammatilliseen osaamiseen. Asiakaspalvelutyössä on tärkeää, että asentaja toimii oma-aloitteisesti ja laatumietoisesti asiakkaan tarpeet huomioiden. Normaaleja asennustehtäviä uudis- ja korjausrakennustyömailla ovat esimerkiksi vesijohtojen, vesihanojen, erilaisten lämminvesivaraajien, pesualtaiden ja vastaavien kalusteiden asennus sekä viemäroinnit. (ePerusteet 2023.)

Pakolliset ammatilliset tutkinnon osat 85 osp

- Lämmitysjärjestelmien asentaminen, 40 osp
- Käyttövesijärjestelmien asentaminen, 30 osp
- Viemärijärjestelmien asentaminen, 15 osp

Näiden lisäksi on mahdollista valita valinnaisia tutkinnon osia 30–60 osp.

3.3 Ilmanvaihtoasennuksen osaamisala

Ilmanvaihtoasennuksen osaamisalalta valmistuu ilmanvaihtoasentajia. Oikeiden työmenetelmien hallinta ja perustyökalujen käytön osaaminen kuuluu tutkintotavoitteisiin. Niihin kuuluvat myös kanavisto- ja laiteasennukset, sekä kanavaosien valmistus piirustusten ja työselitysten mukaisesti. Työtehtäviin uudis- ja korjausrakennustyömailla kuuluu kanavistojen ja ilmastointilaitteiden asennus, ilmamäärien mittaus ja tasapainotus sekä kanavistojen eristäminen. (ePerusteet 2023.)

Pakolliset ammatilliset tutkinnon osat 85 osp

- IV-kanavistojen asentaminen, 45 osp
- Ilmamäärien mittaus ja tasapainotus, 25 osp
- IV-koneiden huoltaminen, 15 osp

Näiden lisäksi on mahdollista valita valinnaisia tutkinnon osia 30–60 osp.

3.4 Kylmäasennuksen osaamisala

Kylmäasennuksen osaamisalalta valmistuu kylmäasentajia. Oikeiden työmenetelmien ja perustyökalujen käyttö kuuluu osaamisperusteisiin. Lisäksi täytyy hallita kylmälaitoksen laite- ja putkistoasennukset piirustuksia ja työselityksiä hyväksi käyttäen. Uudis- ja korjausrakennustyömailla tehtäviin kuuluu kylmälaitteistojen putkistojen ja laitteiden asentaminen. (ePerusteet 2023.)

Pakolliset ammatilliset tutkinnon osat 115 osp

- Kylmäkomponenttien ja -putkiston asentaminen, 40 osp
- Kylmälaitoksen käyttöönottoaminen, 30 osp
- Kylmälaitteiden huoltaminen, 15 osp
- Taloteknisten komponenttien sähköistäminen, 30 osp

Näiden lisäksi on mahdollista valita valinnaisia tutkinnon osia 30 osp.

3.5 Valinnaiset tutkinnon osat

Valinnaisia vapaasti valittavia ammatillisia tutkinnon osia on 26 kappaletta. Ne ovat lueteltuna tämän työn liitteessä 2. Nämä ovat sellaisia tutkinnon osia, joilla opiskelija voi täydentää omaa osaamistaan ja opintopolkuaan henkilökohtaisen tarpeen ja kiinnostuksen mukaan. Esimerkkinä voin mainita pienkylmälaitteiden ja ilmalämpöpumppujen asentamisen tutkinnon osan. Tällä voi mainiosti täydentää esimerkiksi putkiasentajan osaamista. Valinnaisiin tutkinnon osiin on vihreän siirtymän myötä lisätty myös opiskelijan ympäristövastuullisuutta kehittävä Ilmastovastuullinen toiminta -tutkinnon osa, jonka voi halutessaan ottaa osaksi opintoja. Lisäksi valinnaisiin tutkinnon osiin voidaan ottaa jokin seuraavista:

- Tutkinnon osa, tai osia, voimassa olevan tämän tutkinnon osaamisalojen pakollisista tutkinnon osista, 15–60 osp.
- Tutkinnon osa voimassa olevan rakennusalan perustutkinnon ammatillisista tutkinnon osista, 15 osp.
- Paikallisiin ammattitaitovaatimuksiin perustuva tutkinnon osa, 5–15 osp.
- Tutkinnon osa perustutkinnosta, ammatillisesta tutkinnosta tai erikoisammattitutkinnosta, 5–15 osp.
- Korkeakouluopinnot, 5–15 osp.
- Yhteisten tutkinnon osien osa-alueita, lukio-opintoja tai muita jatko-opintovalmiuksia tukevia opintoja, 1–25 osp. (ePerusteet 2023.)

Kuten edellä olevista vaihtoehtoista voi nähdä, niin opiskelijoilla on huomattava määrä vaihtoehtoja ammatillisten opintojensa toteuttamiseen. Pakollisten tutkinnon osien lisäksi valituista valinnaisista aineista muodostetaan yksilöllinen opintopolku, jonka tavoitteena on saavuttaa 145 osaamispisteen kokonaisuus.

3.6 Yhteiset tutkinnon osat

Yhteiset tutkinnon osat ovat kaikille ammatillisen tutkinnon suorittaville samat. Näin helpotetaan opiskelijoiden tutkintotavoitteiden saavuttamista siinäkin

tapauksessa, että he toteavat olevansa väärällä alalla ja haluavat vaihtaa tutkintoa johonkin toiseen. Tutkinnon osat koostuvat sekä pakollisista että vapaavalintaisista osista. Tavoitteena on saavuttaa 35 osaamispisteen kokonaisuus, josta 9 osaamispistettä on vapaavalintaisia aineita. Tutkintojen rakenne on esitelty alla:

- Viestintä- ja vuorovaikutusosaaminen, 11 osp
- Matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen, 6 osp
- Yhteiskunta- ja työelämäosaaminen, 9 osp
- Yhteisten tutkinnon osien valinnaiset osaamistavoitteet, 9 osp.
(ePerusteet 2023.)

Viestintä- ja vuorovaikutusosaaminen sisältää suomen ja ruotsin opetuksen lisäksi viestintää ja vuorovaikutusta vieraalla kielellä, toimintaa digitaalisessa ympäristössä, sekä taidetta ja luovaa ilmaisua. Matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen sisältää matematiikkaa, fysiikkaa ja kemiaa. Yhteiskunta- ja työelämäosaamiseen sisältyy yhteiskunnassa ja kansalaisena toimiminen, työelämässä toimiminen, opiskelu- ja urasuunnitteluvalmiudet, yrittäjyys- ja yrittäjämäinen toiminta, työkyvyn ja hyvinvoinnin ylläpitäminen, sekä kestävä kehityksen edistäminen. (ePerusteet 2023.)

Näiden lisäksi opiskelija valitsee yhdeksän osaamispisteen edestä vapaasti valittavia opintoja. Näitä voivat olla koulutuksen järjestäjän päättämät tai tutkinnon perusteiden mukaiset osaamistavoitteet. Aikaisempi osaaminen, esimerkiksi toisessa oppilaitoksessa suoritettu tutkinnon osa, voidaan sisällyttää yhteisiin tutkinnon osiin ja näin nopeuttaa opiskelijan etenemistä tutkinnossaan. Ammatillisessa koulutuksessa pyritään siihen, että aikaisempi osaaminen tunnustetaan ja tunnustetaan. Tällä tavalla voidaan keskittyä osaamisen kehittämiseen niillä osa-alueilla, joita opiskelija todella tarvitsee.

4 Tuuli- ja aurinkoenergia

Uusiutuvien energioiden osalta tässä opinnäytetyössä keskitytään tuuli- ja aurinkosähköenergian hyödyntämiseen opetuksessa. Tähän on myös hyvä syy, sillä Turun ammatti-instituutin talotekniikan opetuksessa on mahdollista hyödyntää olemassa olevaa opetuslaitteistoa. Tämä laitteisto pitää sisällään tuuli- ja aurinkosähköenergian opetukseen soveltuvat välineet. Näillä voidaan opettaa ensisijaisesti laitteistoihin liittyvää sähkötekniikkaa, mutta ei niinkään laitteiston vaatimaa mekaanista rakentamista. Syykin on ilmeinen, sillä opetustilat eivät tätä mahdollista.

Opetuslaitteiston toiminnan ymmärtämiseksi pohditaan, mitä nämä energiamuodot ovat, ja miten ne käytännössä tuottavat energiaa. Tuuli- ja aurinkoenergia on hyvin paljon esillä sekä keskusteluissa että markkinoinnissa, mutta mitä tällainen laitteisto vaatii toimiakseen? Miten on mahdollista, että tuulen liike, tai auringon valo, muuttuukin sähköenergiaksi? Kannattaako alalle kouluttautua? Näitä asioita kuvailaan seuraavissa luvuissa yleisellä tasolla perusteiden ymmärtämiseksi. Asennustoimintaan liittyviä määräyksiä käsitellään luvussa Säädökset ja standardit.

4.1 Uusiutuvien energioiden tulevaisuus

Mietittäessä uusiutuvan energian tarvetta tulevaisuudessa, niin tarve tulee lisääntymään. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu Hiilineutraali Suomi 2035 - kansallinen ilmasto- ja energiastrategia (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022) tuo julki ilmastolliset tavoitteet vuoteen 2035 mennessä. Euroopan unionin ilmastovelvoitteet ja Suomen ilmastolaki edellyttävät, että kasvihuonepäästöjä vähennetään 60 prosentilla vuoteen 2030 mennessä. Vuonna 2035 Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, tiivistelmä.)

Uusiutuville energioille valmistellaan uutta energiatukiasetusta, jolla kannustetaan kiinteistön omistajia tekemään rakennuksista energiatehokkaampia. Energiatukiasetuksella halutaan saada asuinrakennusten

omistajat myös lisäämään uusiutuvan energian tuottamista esimerkiksi aurinkopaneeleilla. Tämä olisi taloudellisesti mahdollista energiatuen myötä ja samalla voidaan vähentää asumisen ilmastopäästöjä. (Valtioneuvosto 2023.) Tämä tulee lisäämään aurinkopaneeleiden kysyntää ja tämän myötä tarvetta osaaville asentajille. Tarve uusille asentajille tulee myös lisäämään koulutuksen tarvetta uusiutuvien energioiden sektorilla.

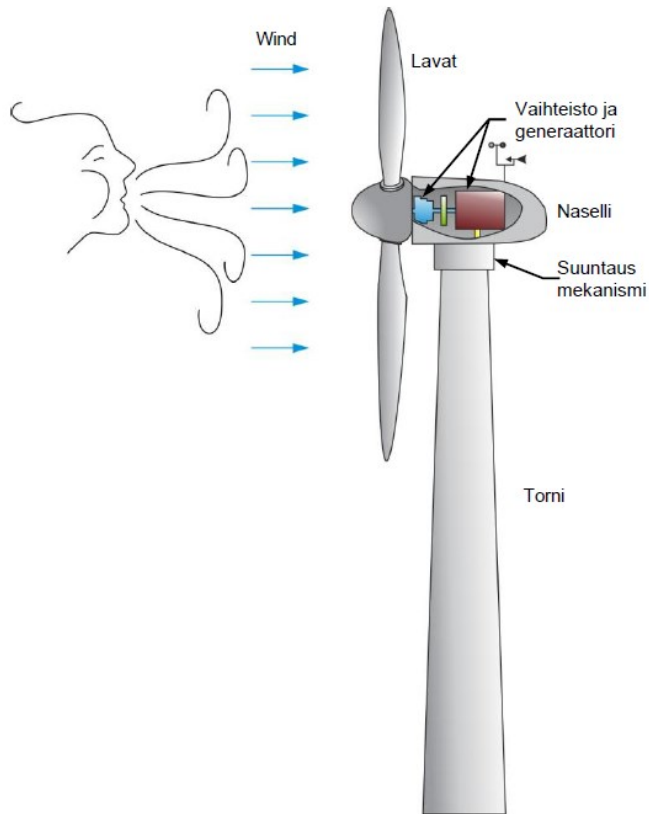
Tuulivoimahankkeita tullaan lisäämään ja niihin tullaan osoittamaan rahoitusta. Hiilineutraali Suomi 2035 -raportin mukaan valtakunnallisiin tuulivoimaselvityksiin ja tuulivoiman rakentamiseen liittyvään kaavoittamiseen ja lupa-asioihin varataan rahoitusta, samoin kuin merituulihankkeisiin. Jotta tämä niin sanottu vihreä siirtymä ei jää voimavaroista kiinni, niin kunnille ja maakuntien liitoille suunnataan avustuksia lupa- ja kaavoitusmenettelyihin investointien ja tuulivoimarakentamisen vauhdittamiseksi. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, 28.) Hallituksen kaavailemat rahoitukset tulevat lisäämään myös tuulivoiman kysyntää. Tuulivoimalat eivät kuitenkaan nouse pystyyn ilman tekijöitä, joten tarve alan henkilöstölle tulee kasvamaan. Tämä lisää koulutustarvetta myös tuulivoiman osalta.

4.2 Tuulienergia

Tuulivoimalassa pyritään muuntamaan tuulen liike-energia pyörimisliikkeeksi, jolla voidaan pyörittää sähköä tuottavaa generaattoria. Tuuli syntyy ilman liikkuesssa lämpötila- ja paine-eron vaikutuksesta. Tämä liikkuva ilma voidaan valjastaa tuulivoimalan siipien avulla pyörimisliikkeeksi, joka voidaan ohjata akselilla generaattoriin. Generaattorin tuottama sähkö taas voidaan muuntaa sopivan suuruiseksi jännitteeksi muuntajassa. Näin tuulienergia saadaan muokattua sähköksi ja siirrettäväksi sähköverkkoon kulutuslaitteiden käytettäväksi. (Motiva 2022.)

Tuulivoimaloiden perustana on ollut lentokonetekniikka, jota on hyödynnetty muun muassa tuulivoimalan siivissä. Suurimmassa osassa tuulivoimaloita on kolme siipeä, jotka ohjataan kääntymään tuulen suuntaan. Tuulivoimalan siipien,

eli lapojen, toiminta perustuu tuulen aiheuttamaan paine-eroon lapojen eri puolilla. Siksi lapojen on oltava kohdistettuna tuulen suuntaan, jotta saadaan riittävä noste ja lavat liikkumaan. Tuulivoimala vaatii käynnistyäkseen noin 3 m/s tuulen. (Motiva 2022.)

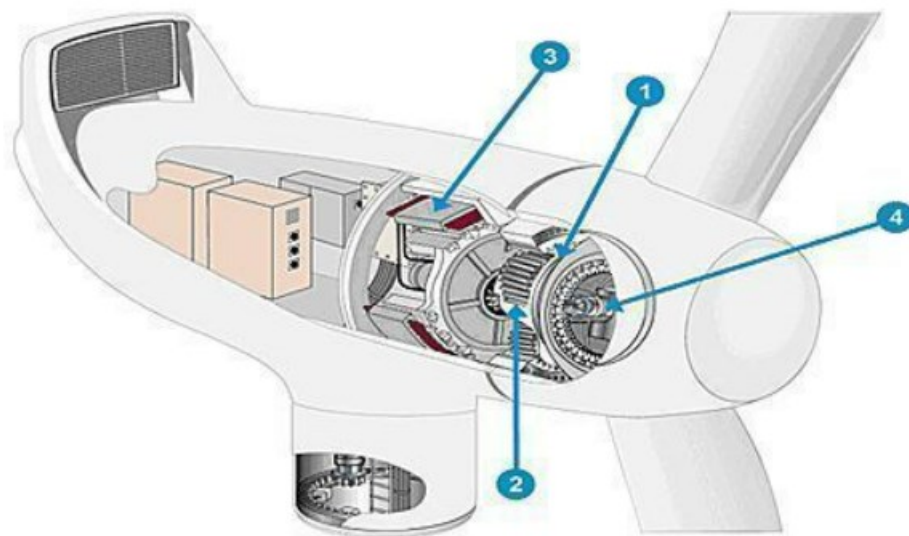


Kuva 6. Tuulivoimalan rakenne (Festo Didactic 2018, 2).

4.2.1 Teolliset tuulivoimalat

Teollisen kokoluokan voimalat ovat korkeudeltaan 50–180 m. Rakenteena on putkimainen terästorni, joka on kiinnitetty tukevasti perustuksiin. Tyypillisesti tuulivoimalan rakenne koostuu lavoista, konehuoneesta (naselli), muuntajasta ja tornista. Konehuoneeseen on sijoitettu vaihteisto ja generaattori. Roottorin, eli navan ja lapojen, halkaisija voi olla välillä 40–150 m. Mistään pienistä laitteistoista ei siis ole kyse. Tehontuotto voimaloilla on tällä hetkellä tyypillisesti noin 1–3 MW (Megawattia), mutta 4–6 MW voimalat yleistyvät koko ajan. Suurimmat voimalat tuottavat 8–10 MW ja jopa enemmänkin. (Motiva 2022.)

Suuret tuulivoimalat sijoitetaan tuulivoimapuistoihin etäälle asutuksesta. Tämä on ymmärrettävää, koska ne ovat fyysisesti suuria rakennelmia ja vaativat satojen metrien etäisyyden toisiinsa nähden. Tuulivoimaloiden sijoituksessa on huomioitava mahdolliset häirtatekijät, kuten lapojen aiheuttama ääni ja valoilmiot. Maisemallisesti tuulivoimala on hallitseva elementti, joten maisemavaikutukset ovat selvitettävä ennen asennusta. Tuulivoimalalla saattaa olla häirtavaikutuksia myös eläimistöön, kuten lintuihin. Petolinnuista esimerkiksi merikotkat eivät huomaa lapojen liikettä, vaan törmäävät niihin. Lisäksi on huomioitava yleinen turvallisuus, sillä lapoihin saattaa muodostua jäätä. Tämä muodostunut jää tippuu lapojen alapuolelle aiheuttaen turvallisuusriskin, mikäli alueella liikutaan. (Suomen tuulivoimayhdistys n.d.)



Kuva 7. Tuulivoimalan konehuone (Motiva 2022).

Tuulivoimalaitoksen konehuoneen laitteet:

1. 3–rivilaakeri
2. Planeettavaihte
3. Generaattori
4. Lapojen kääntömoottori.

Laakerin (1) tehtävänä on siirtää haitallisia kuormituksia pois planeettavaihteelta ja generaattorilta suoraan kantavaan rakenteeseen. Näin roottori saadaan liitettyä voimayksikköön aiheuttamatta haittaa muille laitteille. Planeettavaihteen (2) tehtävänä on välittää voima generaattorille (3) sähkön tuottamista varten. Tuulen suuntaa ja voimakkuutta mitataan, jotta saadaan suuntatieto kääntömoottoreille lapojen suuntaamista varten. Näin saadaan tornin yläosa suunnattua tuulta kohden, ja lavat optimaaliseen asentoon kohtisuoraa tuulta päin. Jokaisella lavalla on oma kääntömoottori (4), jolla voidaan säätää lapakulmaa.

Tuulen nopeus vaikuttaa laitoksen tuottamaan tehoon. Laitos vaatii käynnistykseen tuulta noin 3 m/s, ja saavuttaa nimellistehonsa tuulen nopeuden ollessa noin 10–15 m/s. Tuulen nopeuden ollessa 15–25 m/s tehoa joudutaan rajoittamaan ja 25–30 m/s laitokset yleensä pysähtyvät vaurioiden välttämiseksi. (Motiva 2022.)

4.2.2 Pientuulivoimalat

Pientuulivoimalat ovat periaatteeltaan samanlaisia kuin teolliset tuulivoimalat, mutta koko on huomattavasti pienempi. Maston korkeus on 15–30 m ja sen tulisi yltää puuston yläpuolelle (Eklund 2011, 6).



Kuva 8. Pientuulivoimala (Eklund 2011).

Tuulivoimalassa siiven pituudella on väliä. Siiven pituuden kasvaessa saadaan tuulen vaikutukselle altista pinta-alaa kasvatettua. Tuulivoimalan hyötypinta-ala lasketaan kaavalla:

$$A = \pi r^2, \quad (1)$$

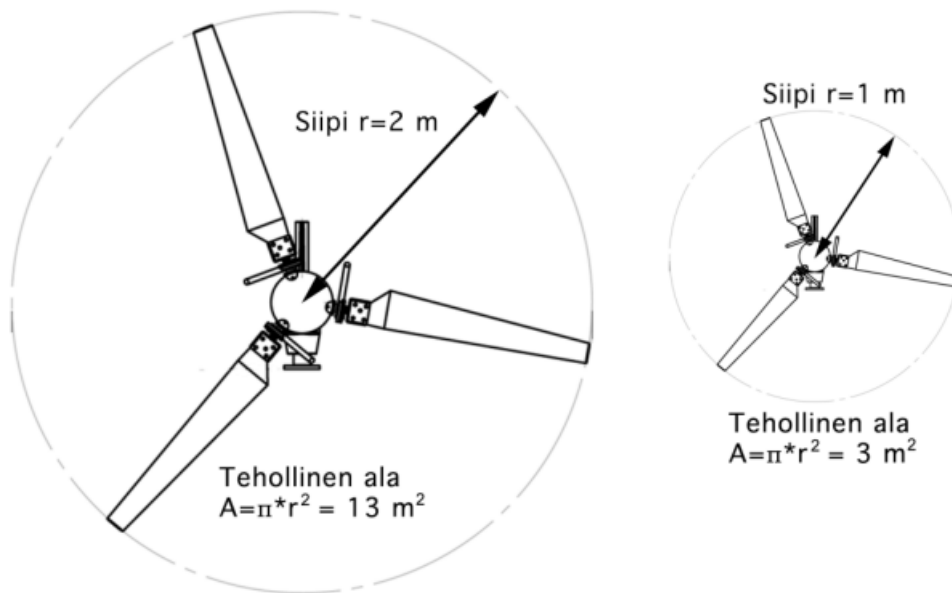
jossa

A on pyyhkäisypinta-ala

π (pii) on matemaattinen vakio 3,14

r on ympyrän säde eli tuulivoimalan lavan pituus.

Mikäli lavan pituus kasvatetaan yhdestä metristä kahteen metriin, niin pinta-alan alkuperäinen koko 3,14 m² kasvaa 12,6 m². Tämä tarkoittaa pinta-alan kasvua nelinkertaiseksi. (Eklund 2011, 9.)



Kuva 9. Siiven pituuden vaikutus pyyhkäisyypinta-alaan (Eklund 2011, 10).

Tuulivoimalan teho on riippuvainen tuulesta, eli mitä enemmän tuulee, niin sitä parempi on teho. Tuulivoimalan teho voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_p \cdot A \cdot V^3, \quad (2)$$

jossa

P on voimalan tuottama teho

ρ on ilman tiheys $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$

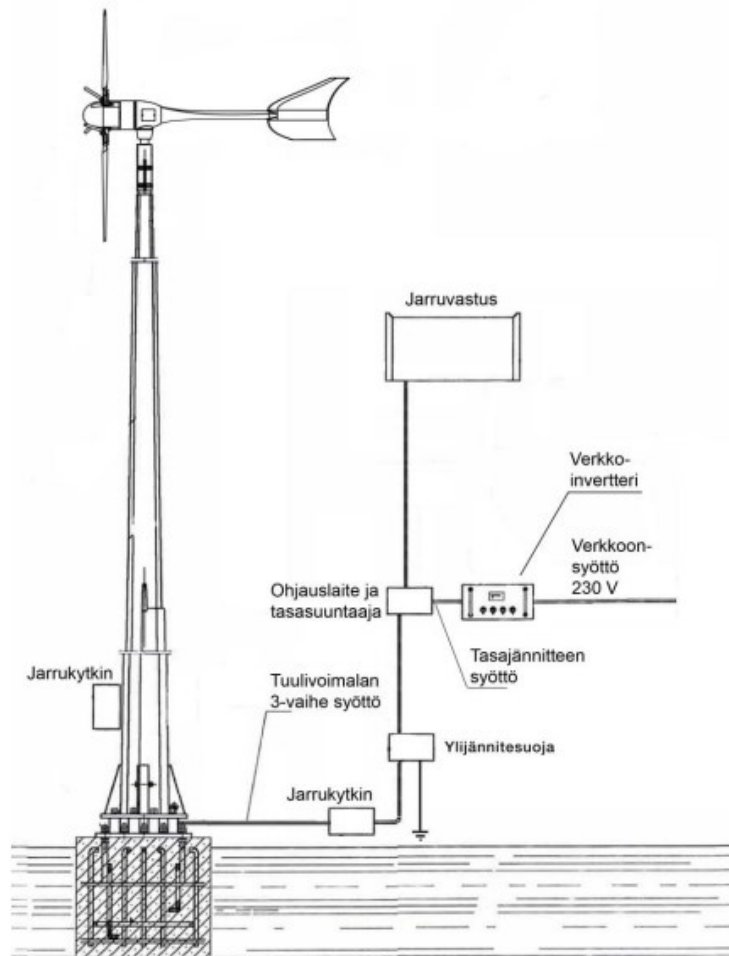
C_p on tehokerroin

A on pyyhkäisyypinta-ala

V on tuulen nopeus.

Pientuulivoimala eroaa teollisesta voimalasta siinä, että sillä ei normaalisti ole vaihteistoa. Tämä tekee rakenteesta kevyemmän ja vaatii vähemmän huoltoa. Pientuulivoimalan akseli on yleensä kiinni suoraan generaattorissa. Generaattorit ovat yleisesti kestopagneettigeneraattoreita, eli toimintatapa on samanlainen kuin polkupyörän dynamossa. Voimalan tuottama teho riippuu pyörimisnopeudesta ja kestopagneettien voimakkuudesta. (Eklund 2011, 11.)

Tuulivoimalalla voidaan tuottaa sähköä omaan tarpeeseen mökille tai asuinrakennukseen. Mikäli omaa kulutusta on vähemmän kuin mitä voimala tuottaa, niin ylimääräisen sähkön voi varastoida akkuihin, tai myydä sähköyhtiölle. Omassa käytössä sähköä voidaan hyödyntää esimerkiksi veden lämmitykseen joko käyttövedeksi, tai lämmitysjärjestelmän käyttöön. Tuulivoimalan tuottama sähkö siirretään invertterille (vaihtosuuntaaja). Invertteri muuntaa sähkön verkkosähköksi, eli pistorasioista saatavaksi yksivaiheiseksi 230 voltin vaihtosähköksi. Mikäli sähköä ei jostain syystä voida käyttää, niin se ohjataan jarruvastukselle. Jarruvastuksen tehtävänä on kuluttaa ylimääräinen energia muuttamalla se lämmöksi, ja samalla toimia jarruna. Jarruvastuksella voidaan tarvittaessa pysäyttää voimala esimerkiksi akkujen ollessa täynnä. (Eklund 2011, 13.)

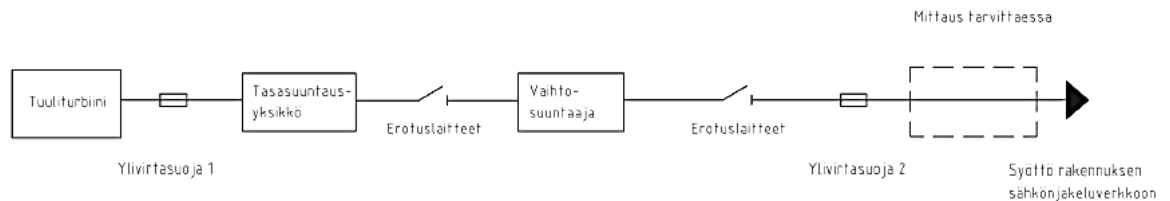


Kuva 10. Järjestelmän rakenne (Eklund 2011, 12).

Rakennuksen läheisyyteen, tai rakennuksen yhteyteen, asennettava tuulivoimala on yleensä teholtaan muutamia kilowatteja. Samoin kuin suuremmissa voimaloissa, myös pienvoimalassa tarvitaan tuulennopeutta noin 3 m/s, jotta sähköntuotanto alkaa. Pienissä voimaloissa paras tuulennopeus sähköntuotantoon on 12–13 m/s. Tuotto yhden kilowatin tuuliturbiinilla on vuodessa noin 1600–1800 kWh. (Sähkötieto 2016, 2.)

Verkkoinverterti toimii siten, että se tunnistaa sähköyhtiön verkon taajuuden ja jännitteen. Tämän jälkeen se kytkeytyy verkkosähkön rinnalle samalla taajuudella ja jännitteellä sähkökeskuksen kautta. Kiinteistö voi nyt käyttää tuulivoimalla tuotettua sähköä, ja näin saadaan ostosähkön kulutusta pienennettyä. Inverterissä on turvatoiminto, joka katkaisee sähkön syötön verkon

vikatapauksessa. Tästä syystä tuulivoima ei voi toimia varavirtajärjestelmänä, vaan tarvitaan akusto sähkökatkojen varalle. (Eklund 2011, 13.)



Kuva 11. Tuulisähkijärjestelmän liittäminen rakennuksen sähköverkkoon (Sähkötieto 2016, 4).

Tuulienergiajärjestelmän huipputehona pidetään maksimissaan rakennuksen kuluttamaa huipputehoa. Tällöin tuotettu teho voidaan käyttää kokonaan rakennuksen energiankulutukseen. Kytkeä sähköverkkoon tehdään alle 5 kW järjestelmissä yleensä yksivaiheisena, ja tätä suuremmissa järjestelmissä kolmivaiheisena, valmistajan ohjeiden mukaisesti. (Sähkötieto 2016, 3.) Tuuligeneraattori rinnastetaan generaattorilaitteistoon, joten sitä koskee pienjänniteasennusten standardi SFS 6000–5–55. Edellisessä kappaleessa kerrottiin, että verkon vikatapauksessa kytkeytyminen yleiseen sähköverkkoon estetään. Tästä on maininta standardin kohdassa 551.7.5, jonka mukaan rinnan jakeluverkon kanssa toimiva generaattorilaitteisto on varustettava laitteilla, joilla kytkeytyminen yleiseen jakeluverkkoon estetään (Suomen Standardisoimisliitto 2017, 403). Lisäksi siinä täytyy olla laitteet, joilla sen voi erottaa yleisestä jakeluverkosta. Erotuslaitteena voi toimia liittymän pääkytkin tai erillinen generaattorilaitteiston pääkytkin. Jakeluverkon haltijan on päästävä niihin käsiksi, eli kytkimien on oltava jatkuvasti käytettävissä (Suomen Standardisoimisliitto 2017, 403).

4.3 Aurinkoenergia

Aurinkoenergia perustuu auringon tuottamaan sähkömagneettiseen säteilyyn. Helsingin korkeudella auringon säteily määrä on noin 980 kWh/m² ja Sodankylän korkeudella noin 790 kWh/m² (Motiva 2022). Tätä energiaa voidaan hyödyntää aurinkokeräimissä tai aurinkopaneeleissa. Näiden paneelien ero on toimintatavassa. Aurinkokeräin kierrättää nestettä paneelin läpi samalla sitoen lämpöä itseensä ja siitä esimerkiksi lämminvesivaraajaan, mutta aurinkopaneeli muuttaa säteilyn sähköksi. Aurinkosähköjärjestelmät voidaan jakaa kahteen toteutustapaan siten, että On-grid -järjestelmä on liitetty sähköverkkoon, mutta off-grid -järjestelmä toimii omana verkkonaan.

4.3.1 Aurinkosähkölaitteistot ja määräykset

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016), valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista (1434/2016) ja valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1436/2016) ovat säädöksiä, joiden sisältämän periaatteen mukaan noudattamalla aihetta koskevia standardeja, säädösten vaatimukset täyttyvät. (Suomen Standardisoimisliitto 2017, 3.)

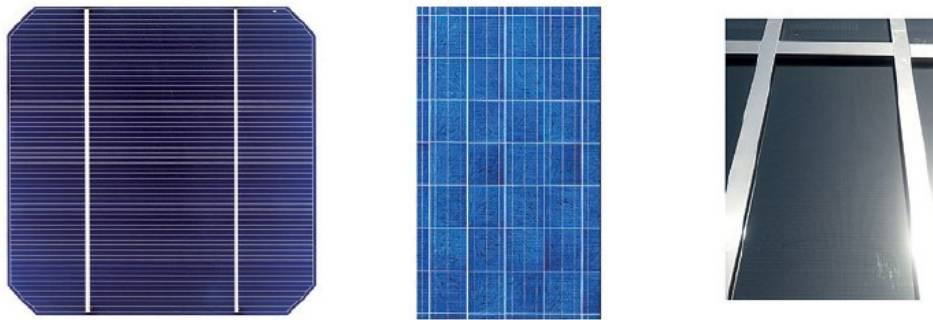
Pienjännitesähköasennuksia koskeva standardi on SFS 6000. Noudattamalla tämän standardin ohjeita sähköasennus täyttää säädösten vaatimukset. SFS-käsikirja 600-1-2 sisältää muiden ohjeiden lisäksi vaatimukset aurinkosähköjärjestelmille kohdassa 7-712. Näihin on syytä tutustua ennen aurinkosähköjärjestelmän asennukseen ryhtymistä. (Suomen Standardisoimisliitto 2017, 135.)

Sähköturvallisuuslain (sähköturvallisuuslaki 1135/2016) 54§ edellyttää, että sähkötoita tekevän henkilön tulee olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu. Käytännössä asentajan on oltava sähköalan ammattilainen. Maallikon on sallittua tehdä nimellisjännitteeltään enintään 50 V vaihtojännitteisiin tai 120 V tasajännitteisiin laitteistoihin kohdittavia sähkötoita (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 56§).

4.3.2 Aurinkopaneelit

Aurinkopaneelien toiminta perustuu valosähköiseen ilmiöön, jossa auringon säteily pystyy irrottamaan paneelin rakenteessa käytetyn alkuaineen piin (Si) pinnalta elektronin. Tämän ilmiön avulla voidaan tuottaa sähkövirtaa. Pii on niin sanottu puolijohde, jonka ominaisuuksia voidaan muokata seostamalla siihen muita materiaaleja. Aurinkopaneeleissa piitä muokataan siten, että siitä saadaan paras mahdollinen hyöty irti. (Lehto ym. 2021, 10.)

Yleisimmät aurinkokennotyypit ovat yksi- ja monikiteiset piikennot. Näiden lisäksi markkinoilla on ohutkalvotekniikalla valmistettuja ohutkalvopaneeleita.



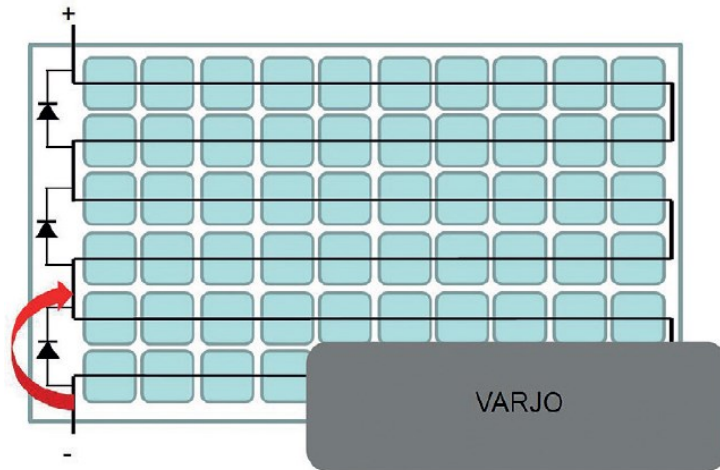
Kuva 12. Yksikide-, monikide- ja ohutkalvopaneeli (Lehto ym. 2021, 12).

4.3.3 Olosuhteiden vaikutus

Aurinkosähköjärjestelmää asennettaessa on huomioitava ympäristön olosuhteet. Mikäli paneelit jäävät esimerkiksi suurten puiden tai muiden rakennusten varjoon edes osittain, niin se heikentää vuosituotantoa merkittävästi. Silloin hetkellinen huipputeho, eli piikkiteho, jää pieneksi. Piikkiteho ilmaistaan wattipiikkinä W_p tai kilowattipiikkinä kW_p (Lehto ym. 2021, 25).

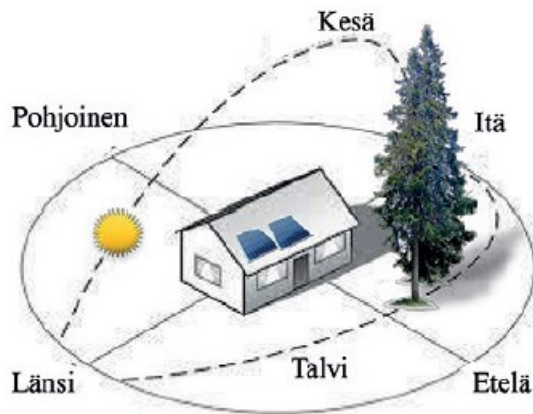
Uudemmissa paneeleissa on ohitusdiodit, jotka sammuttavat varjostuneen osan aurinkopaneelistä. Ohitusdiodi sammuttaa varjossa olevan tai muusta syystä vahingoittuneen solun tai soluketjun, jonka jälkeen sähkövirta kulkee

auringonvalossa olevien kennojen kautta. Tämä on myös turvallisuustekijä, sillä ilman ohitusdiodia varjossa oleva osa saattaa ylikuumentua, jollei sähkövirtaa ohjata tämän kohdan ohitse. (Lyytikäinen 2018, 9.)



Kuva 13. Ohitusdiodilla varustettu aurinkopaneeli (Lehto ym. 2021, 22).

Aurinkokennojen asennuksessa täytyy huomioida auringon suunta eri vuorokauden aikoina. Tällä voidaan vaikuttaa aurinkovoimalan tuotantoon ja kohdistaa suurin tuotto esimerkiksi iltapäivälle, mikäli silloin on suurin kulutus. Suuntauskulmasta, eli atsimuutista, puhuttaessa tarkoitetaan astepoikkeamaa etelän suunnasta. Etelä on asteina ilmaistuna 0° , itä on -90° ja länsi on 90° . (Lehto ym. 2021, 19.)



Kuva 14. Auringon liikerata (Lehto ym. 2021, 19).

Aurinkopaneelien optimaalinen kallistus on $30\text{--}60^\circ$ johtuen auringon nousukulmasta, joka on $45\text{--}55^\circ$. Talojen harjakatot ovat usein sopivassa kulmassa, joten se helpottaa asennusta. Ympäristöolosuhteiden tarkastelun jälkeen voidaan hyödyntää verkkosivustoilta löytyviä laskureita, joilla voidaan määrittellä sopivat paneelit ja laskea niiden vuosituotto.

4.3.4 Säättötekniikat

Paneelien toiminnan optimointi ja sovittaminen muuhun järjestelmään vaatii säättötekniikkaa. Säättötekniikoita on neljää tyyppiä:

- On/off ohjaus releillä, kontaktoreilla ja transistoreilla. Tämä säätö tarkoittaa esimerkiksi sitä, että koko paneelipiirin syöttö katkaistaan akuston ollessa täyteen ladattu. Tämän tyyppisessä säättötekniikassa ei voida muuttaa syötön tai signaalin voimakkuutta
- PWM-säädössä (Pulse Width Modulation) sähkön syöttöä katkotaan tiheästi ja keskimääräinen voimakkuus asettuu haluttuun tasoon. Näin voidaan muuttaa syötön jännitetasoa esimerkiksi 12 voltista 4 volttiin pitämällä jännitettä päällä 0,1 s ja poissa 0,2 s. Keskimääräinen voimakkuus on tällöin 33 % alkuperäisestä
- MPPT-säätö (Maximum Power Point Tracking) on älykäs järjestelmä, joka hakee koko ajan paneelien optimaalista toimintajännitettä. Järjestelmän

muuntopiireillä saavutetaan nopeasti, portaattomasti ja tasaisesti toimiva jännitealueen säätö

- Muuntopiireillä muutetaan jännite- ja virtatasoja säädettävien muuntolaitteiden avulla. Tämä tekniikka vaatii toiminnan säätämiseksi erilaisia mittauksia ja vertailujännitteitä. (Lehto ym. 2021, 17–18.)

4.3.5 On-grid -järjestelmä

Aurinkopaneelin muutettua säteilyenergian tasasähköksi, niin se viedään kaapelia pitkin inventteriin eli vaihtosuuntaajaan. Inventteri muuntaa paneelin tasasähkön vaihtosähköksi. Tämän jälkeen se tahdistaa itsensä kantaverkkoon sähkön syöttöä varten. Verkon vikatapauksessa se estää saarekekäytön, eli jollei kantaverkosta saada taajuus ja jännitetietoa, niin inventteri ei syötä sähköä eteenpäin.

Inventteri yhdistetään kaapelilla kiinteistön sähkökeskukseen ja tämän jälkeen sähköä voidaan tuottaa omasta aurinkovoimalasta. Huoltoa varten inventteri täytyy voida erottaa sähkön syötöstä turvakytkimillä. Erotus verkosta tehdään sekä vaihtovirta (AC) että tasavirta (DC) puolelta. DC puolella kytkin on usein itse laitteessa. Keskukseen on laitettava merkintä aurinkosähköjärjestelmästä sähkötyöturvallisuuden varmistamiseksi. Kytken jälkeen kiinteistöä syötetään sähkölaitoksen syöttökaapelin lisäksi myös aurinkosähköjärjestelmästä, eli kahdesta pisteestä. Tämä on otettava huomioon sähkötöitä tehtäessä. (Motiva, 2022.)



Kuva 15. Verkkoon kytketty aurinkosähköjärjestelmä (Motiva 2022).

On-grid -järjestelmä ei saa aiheuttaa sähköverkkoon päin haittaa, joten sille on määritelty suurin laitteistokohtainen tuotantoteho. Jakeluverkkoon liitettävästä tuotannosta on olemassa Energiateollisuus ry:n ohjeistus ”Mikrotuotannon liittäminen sähkönjakeluverkkoon” (Energiateollisuus, 2019). Suosituksen mukaan verkon turvallisuuden takaamiseksi yksivaiheisen tuotannon sulakekoko on maksimissaan 16 A (ampeeria). Tämä tarkoittaa noin 3,7 kVA maksimitehoa mikrotuotantolaitokselle. Kolmivaiheinen tuotanto on sidottu kiinteistön liittymän oikosulkuvirtaan, joka on nykyään oltava vähintään 250 A. Oikosulkuteho lasketaan kaavalla

$$S_k = 3 \cdot I_k \cdot U_v \quad (3)$$

jossa

S_k on liittymän oikosulkuteho

I_k on liittymän oikosulkuvirta

U_v on vaihejännite

Liittymän suunniteltu oikosulkuvirta on oltava vähintään 250 A ja vaihejännite on 230 V. Liittymän oikosulkuteho on oltava vähintään 172,5 kVA. Mikrotuotantolaitoksen maksimiteho lasketaan Energiateollisuus ry:n (Energiateollisuus 2019, 3–4) suosituksen mukaisesti seuraavalla kaavalla:

$$S_n = \frac{S_k}{25} \quad (4)$$

jossa

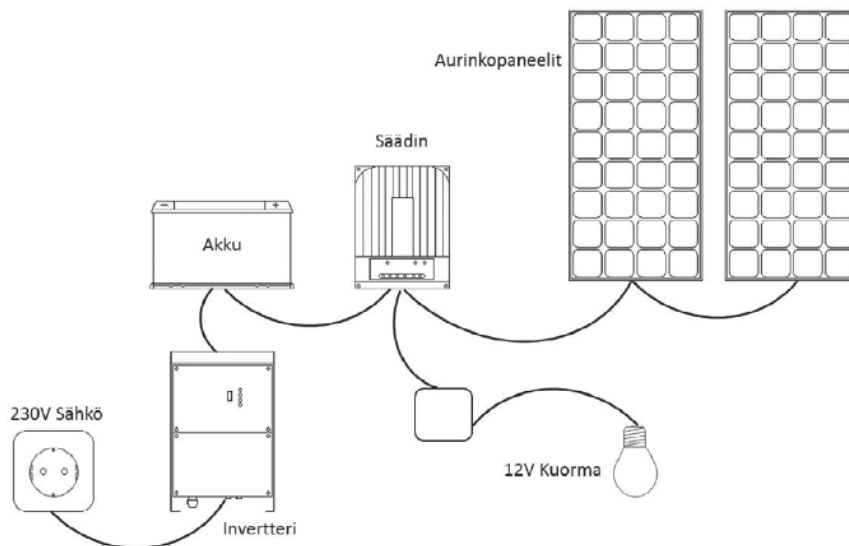
S_n on laitoksen maksimiteho

S_k on liittymän oikosulkuteho

Tällä kaavalla mikrotuotantolaitos saisi olla maksimissaan 6,9 kVA tehoinen, mikäli oikosulkuvirta on 250 A ja oikosulkuteho 172,5 kVA.

4.3.6 Off-grid -järjestelmä

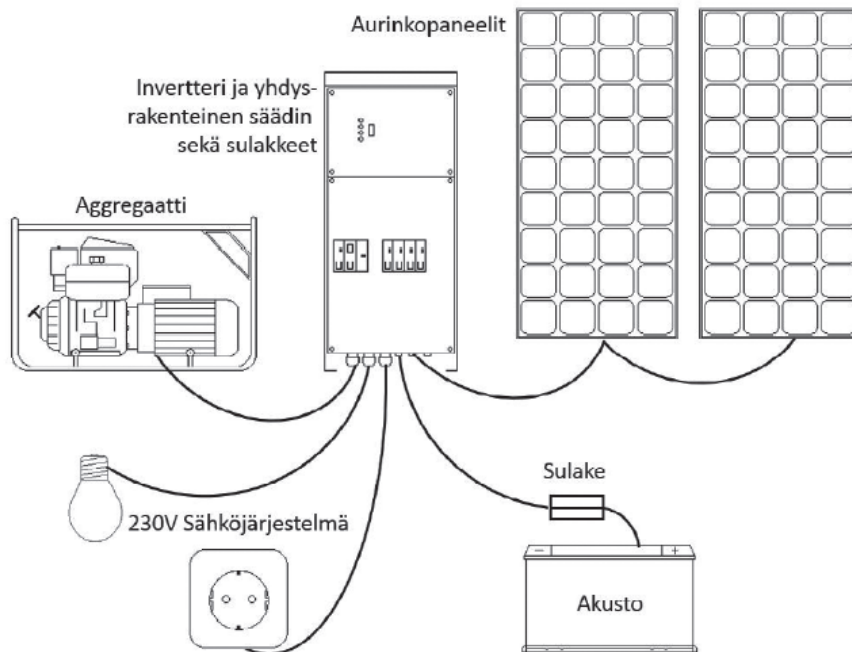
Mökeillä, veneissä ja matkailuautoissa käytetään sähkön tuotantoon omaa erillistä verkkoa, eli off-grid -järjestelmää. Tässä järjestelmässä aurinkopaneelit tuottavat sähköä kulutukseen ja akustoon. Mikäli sähkölaitteita (kuormitusta) on päällä, niin paneelien tuottama virta menee niiden käyttöön. Silloin kun kuormitus on vähäistä, tai sitä ei ole ollenkaan, niin paneelien tuottama sähkö varastoidaan akkuihin myöhempää käyttöä varten. (Lehto ym. 2021, 51.)



Kuva 16. Mökkisähkijärjestelmä (Lehto ym. 2021, 51).

Järjestelmä vaatii aurinkopaneelien lisäksi jännitteensäätimen, jonka kautta paneelien tuottama sähkö ohjataan kulutukseen ja akustolle. Off-grid -järjestelmässä paneelien tuottaman tehon ja kulutuksen mitoittaminen on

tärkeää, jotta järjestelmä pystyy syöttämään sähköä riittävästi kulutukseen nähden. Järjestelmään voidaan lisätä vaihtosuuntaaja, eli invertteri, jolla saadaan muutettua tasasähkö kodinkoneiden vaatimaksi 230 V vaihtosähköksi. (Lehto ym. 2021, 51.)



Kuva 17. Aggregaatilla varustettu järjestelmä (Lehto ym. 2021, 54).

Järjestelmän tuottama teho ei välttämättä itsessään riitä, joten siihen voidaan lisätä muita tehonlähteitä. Tällaisia ovat esimerkiksi pienoisgeneraattori eli aggregaatti, tai tuulivoimala. Lisätyllä tehonlähteellä voidaan syöttää sähköä esimerkiksi kesäasunnon sähkölaitteille silloin, kun aurinkopaneelit eivät tuota tarvittavaa sähkötehoa. Aggregaatti voi käynnistyä automaattisesti tai se käynnistetään tarpeen mukaan käsin. Järjestelmä toimii seuraavasti:

- Aurinkopaneelien tuottaessa sähköä järjestelmä toimii normaalisti syöttäen kuormille tarvittavan sähkötehon ja varaten akkuja
- Generaattorin käynnistyessä se syöttää sähköä varaajavaihtosuuntaajalle ja lataa akustoa

- Akkujen tultua täyteen generaattori sammutetaan tai se sammuu automaattisesti. Tämän jälkeen akusto syöttää tarvittavan sähkötehon kuormille. (Lehto ym. 2021, 54.)

5 Opetuslaitteisto

Oppilaitoksen käytettävissä oleva opetuslaitteisto tuuli- ja aurinkosähköenergian opetukseen kuuluu Festo Didactic -oppimisympäristöön. Laitteisto on asennettu Feston työpöytään, jossa on myös teline yksittäisille järjestelmän laitteille. Näitä moduuleita voidaan järjestellä eri paikkoihin opetustarpeen mukaan. Aurinkosähköjärjestelmän kokoonpano on esitetty alla.



Kuva 18. Aurinkosähköenergian opetuslaitteisto.

Laitteiston kokoonpanoon kuuluu

- säädettävä virtalähde ja dynamometriohjain
- tiedonkeruu ja ohjausmoduuli
- MPPT lataussäädin
- PWM lataussäädin
- kommunikointimoduuli tietoliikenneyhdyksävällä

- verkkoinvertteri, eli vaihtosuuntaaja verkkokäyttöön
- stand-alone invertteri paikalliskäyttöön
- energiamittarit
- 12 ja 48 V akkupaketti
- 230 V lamppumoduuli vaihtosähkölle
- 48 V lamppumoduuli tasasähkölle
- 24 V ja 230 V vaihtovirtalähteet.

Opetuslaitteistolla on mahdollista mallintaa sekä verkkoon kytkettyä aurinkoenergiajärjestelmää että paikalliskäyttöön tarkoitettua järjestelmää. Tässä laitteistossa ei ole varsinaisia katolle tai telineisiin asennettavia aurinkopaneeleita. Ne on korvattu pöytämallisella telineellä, jossa on keinovalo eli halogeenilamppu, toimittamassa auringon virkaa. Tämä on opetuskäytössä hyvä järjestely, sillä koskaan ei voi olla varma paistaako aurinko.

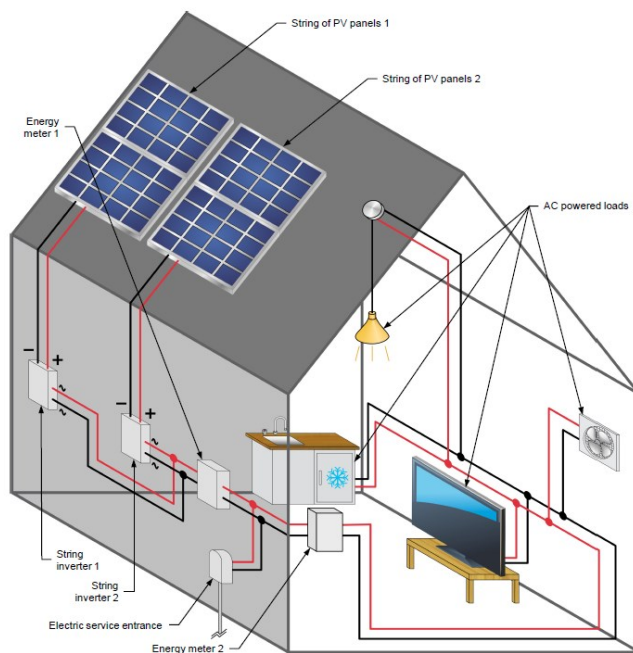
Halogeenipolttimon tuottama näkyvän valon aallonpituus sopii hyvin aurinkopaneelin toimintaan. Polttimo myös lämmittää paneelia, kuten aurinkokin. Laitteistossa olevalla jäähdytyspuhaltimella voidaan paneelia jäähdyttää, ja samalla tutkia jäähdytyksen vaikutusta paneelin toimintaan. Liian kuuma ympäristö heikentää paneelin tuottamaa tehoa. Näiden kahden ympäristötekijän vaikutuksia voidaan vertailla sähköisillä mittauksilla ja samalla oppia sähkötekniikkaa ilmiöpohjaisen havainnoimisen kautta.



Kuva 19. Aurinkopaneeli, halogeenilamppu ja jäähdytyspuhallin.

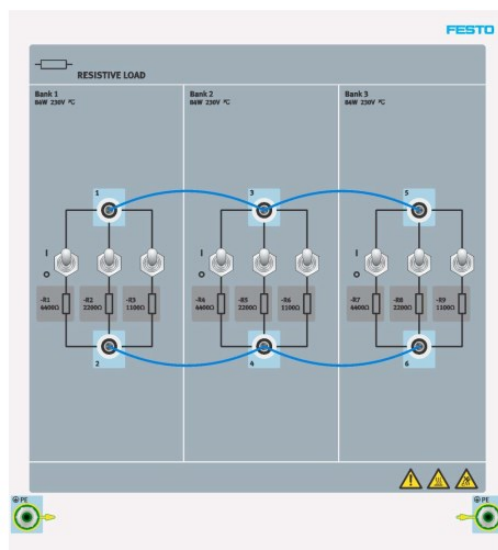
Aurinkosähkövoimaloissa, eli off-grid -järjestelmässä ja on-grid -järjestelmässä, voidaan harjoituksia tehdä samoilla moduuleilla. On-grid, eli verkkoon kytkettävässä järjestelmässä, mukaan tulee myös verkkoinverteri. Molemmissa järjestelmissä voidaan mitata virtaa ja jännitettä eri kuormilla, sekä kytkeä järjestelmään energiamittari havainnoimaan sähkön kulutusta.

Aurinkopaneeli ja valonlähde toimivat myös erillisenä yksikkönä. Tällä voidaan havainnollistaa paneelin toimintaa ja mitata siitä sähköisiä arvoja erilaisissa olosuhteissa, kuten esimerkiksi varjon vaikutusta sähkön tuotantoon. Lisäksi voidaan tehdä aikaisemmin mainittuja testejä lämpötilan vaikutuksesta paneelin sähkön tuottamiseen.

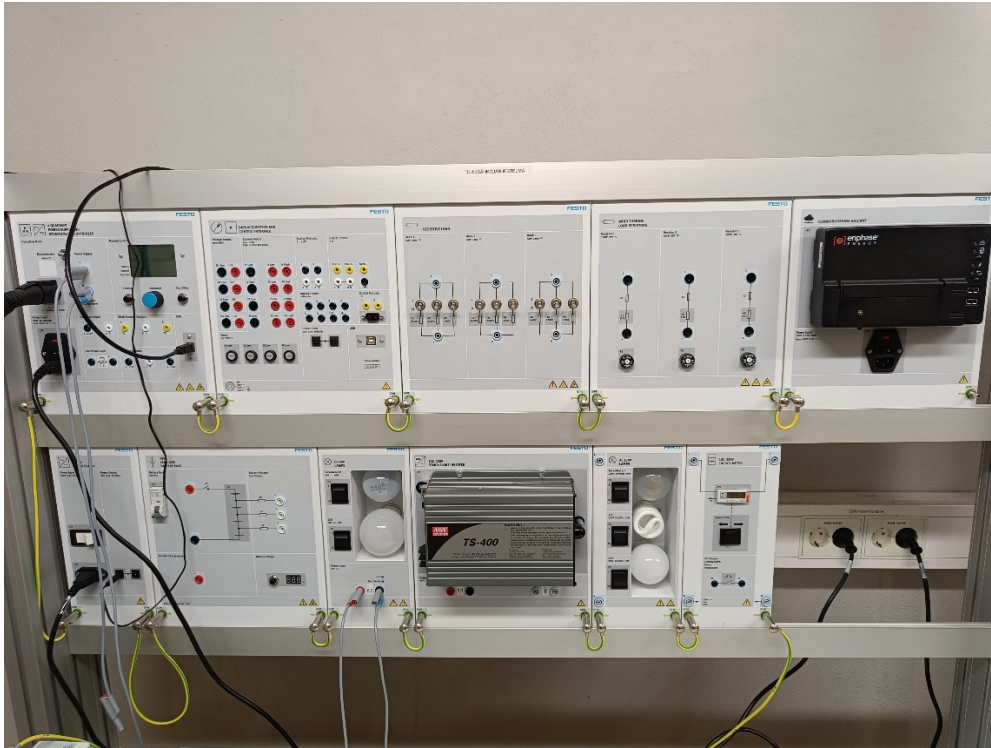


Kuva 20. Aurinkosähköjärjestelmä (Festo Didactic 2017a,100).

Tuulienergiajärjestelmässä käytetään pitkälti samoja moduuleita kuin aurinkosähköjärjestelmässä. Tähän harjoitusympäristöön on lisätty myös sähkökuormaa kuvaavia kuormitusvastuksia.



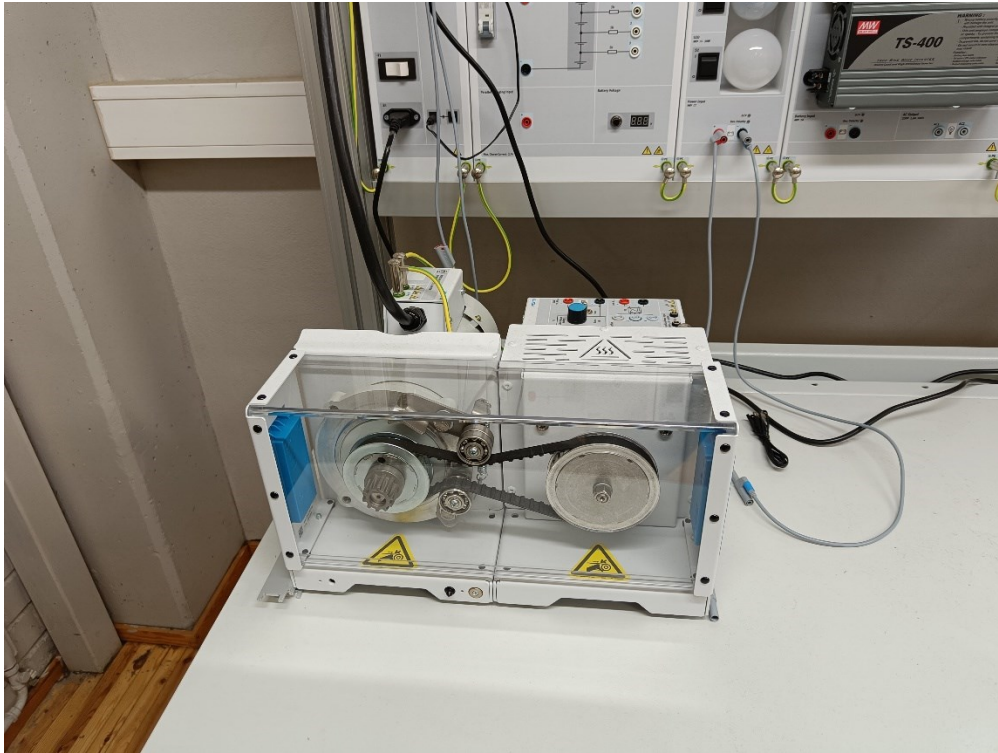
Kuva 21. Kuormitusvastusmoduuli (Festo Didactic 2018a, 84).



Kuva 22. Tuulienergian opetuslaitteisto.

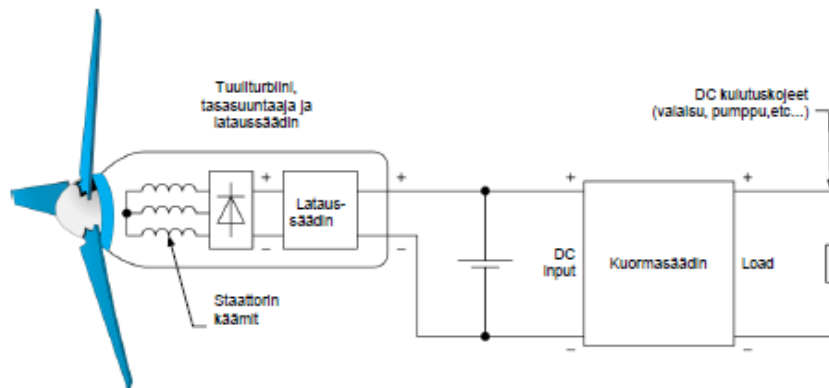
Dynamometri-moottori ja tuuligeneraattori ovat pöytämallisia laitteita. Dynamometri on laite, jolla voidaan mitata tehoa ja vääntömomenttia. Näillä on korvattu varsinainen pientuulivoimala. Tämä on hyvä ratkaisu rajallisissa opetustiloissa. Pientuulivoimalan sijoittaminen laitteiston yhteyteen olisi opetuksellisessa mielessä hyvä asia. Silloin nähtäisiin mitä komponentteja kyseinen laite sisältää ja voisi pohtia, miten sen pystyisi kokonsa puolesta sijoittamaan kiinteistön tontille. Tämä loisi todellisen kuvan laitteiston asentamisen haasteista.

LVDAC-EMS ohjelmalla voidaan ohjata laitteistojen toimintaa, kuten esimerkiksi tuuligeneraattorin pyörimisnopeutta. Ohjelmisto toimii myös sähköisten arvojen mittalaitteena, joten sillä voidaan tarkkailla laitteiston sähköisiä arvoja. Ohjelmistosta löytyy esimerkiksi oskilloskooppi. Sillä voidaan vertailla laitteen tuottamia jännite- ja virtasignaaleja aaltomuodossa, eli ne ovat visuaalisesti helpommin ymmärrettävissä.



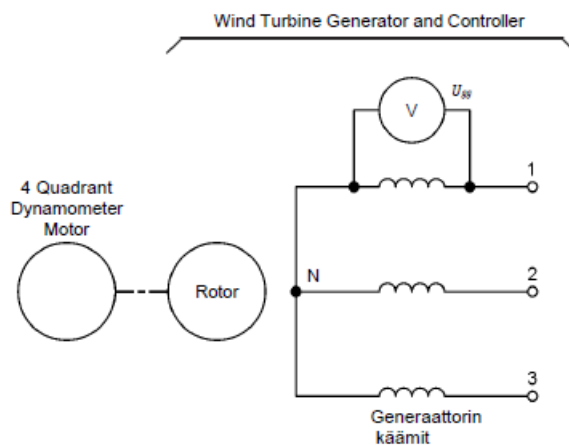
Kuva 23. Dynamometri-moottori ja tuuligeneraattori.

Festo Didactin oppikirjoissa perehdytään näiden järjestelmien toimintaan teorian ja harjoitusten muodossa. Kirjoista löytyy myös selventäviä kaavioita ja kuvia, mitkä helpottavat opettavien asioiden omaksumista. Harjoituksissa edetään perustiedoista, ja sähköisten suureiden mittaamisesta, vaativampiin harjoituksiin. Opiskelija oppii sähköisten suureiden merkityksen ja niiden vaikutuksen järjestelmän toimintaan. Samalla kehittyy osaaminen sähköisten kaavioiden lukemisessa ja taito käyttää erilaisia sähköisten suureiden mittaamiseen tarvittavia välineitä, kuten esimerkiksi yleismittaria.



Kuva 24. Yksinkertaistettu kaavio tuulivoimajärjestelmästä (Festo Didactic 2018a, 6).

Kuvassa on esimerkki Festo Didacticin oppikirjan sisältämästä kaaviosta. Kaavioista selviää tuulivoimalan komponentit ja niiden sijainti järjestelmässä. Tämä helpottaa harjoitusten tekemistä, kunhan on ensin opetellut harjoituslaitteiston eri moduulien nimet ja tehtävät. Harjoituskirjoissa käsitellään eri komponenttien tehtävät järjestelmässä ja selitetään miten ne toimivat. Käytännön harjoituksia varten on selkeät kuvat mittauspisteistä ja niihin liittyvät suureiden laskutehtävät.



Kuva 25. Jännitteen mittaaminen generaattorin käämistä (Festo Didactic 2018a, 19).

6 Tutkimuksen toteuttaminen

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää mahdollisuuksia käyttää aikanaan Turun ammatti-instituutin käyttöön hankittuja tuuli- ja aurinkosähköenergian opetuslaitteistoja erilaisten tutkinnon osien opetuksessa. Tämän lisäksi arvioitiin laitteistolla annettavan koulutuksen hyödyllisyyttä ja tarvetta työmarkkinoiden näkökulmasta.

Tutkimus edellytti perehtymistä tutkintojen ammattitaitovaatimuksiin ja perusteisiin, sekä laitteiston toimintaan. Myös opetusmateriaalin soveltuvuus opetukseen täytyi selvittää. Tutkimuskysymykset olivat

1. Voiko tuuli- ja aurinkosähköenergian opetuksen sisällyttää nykyisiin tutkintoihin?
2. Miten olemassa olevaa laitteistoa voidaan hyödyntää opetuksessa?
3. Millaista opetusmateriaalia tarvitaan?

Seuraavaksi avataan kunkin tutkimuskysymyksen osalta taustoja ja lähdemateriaaleja. Tutkimuksen kannalta on oleellista tietää asiayhteydet, joiden perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä tutkittavasta aiheesta.

6.1 Sisällytysmahdollisuudet

Tutkinnon perusteet määrittävät opetettavan sisällön, joten ensin täytyi selvittää, mihin tutkintoihin uusiutuvien energioiden opetusta ylipäätään kannattaisi sisällyttää. Tutkimus rajattiin talotekniikan, kone- ja tuotantotekniikan, sekä autoalan tarpeisiin.

Vuoden 2022 tutkintojen sisällön mukaan talotekniikassa opetetaan sähkötekniikkaa kylmäasennuksen osaamisalalla, sekä kone- ja tuotantotekniikassa koneautomaatioasentajille. Ajoneuvoalan perustutkintoon on myös sisällytetty alakohtaista sähkötekniikan opetusta. Tutkintojen sisällöt ja niihin liittyvä ammatillinen osaaminen on kirjattu Opetushallituksen ylläpitämään sähköiseen ePerusteet -palveluun (ePerusteet, 2023). Tutkimuksen tekeminen

edellytti tutkinnon perusteiden sähköisen materiaalin tarkastelua ja vertaamista tutkimuskysymykseen, eli voiko opetuksen sisällyttää nykyisiin tutkintoihin.

Talotekniikan osalta vertailu suoritettiin liitteen 3 mukaisiin Taloteknisten komponenttien sähköistäminen -tutkinnon osan ammattitaitovaatimuksiin. Kone- ja tuotantotekniikassa asennus- ja automaatiotöissä vertailu tehtiin kiitettävän arvosanan kriteereihin. Lainaus asennus- ja automaatiotöiden ammattitaitovaatimuksiin on esitetty seuraavassa luettelossa

- *päättelee fysikaalisten suureiden muutosten vaikutuksen työkohteessa ja tarkastelee tarvittaessa matematiikan avulla eri suureiden vaikutusta toimintaan*
- *valitsee ja käyttää asianmukaisesti työvälineitä sekä huoltaa ja pitää kunnossa työvälineitään oma-aloitteisesti*
- *hallitsee sähkötekniikan perusteet, tuntee sähköiset peruspiirrosmerkit ja huomioi sähkötyöturvallisuuden asennustöissä, hallitsee yleismittarin käytön ja varmistaa asennuskohteen jännitteettömyyden, selvittää yksinkertaisien kytkentöjen toimintaperiaatteen ja niihin liittyvät peruskomponentit sekä ymmärtää helppoja piirikaavioita, osaa vaihtaa tarvittaessa jonkin komponentin yksinkertaiseen alle 30 Voltin tasajännitteellä toimivaan järjestelmään. (Opetushallitus 2022.)*

Liitteessä 4 on esitetty ajoneuvoalan perustutkinnosta, ajoneuvotekniikan osaamisalan pakollisista tutkinnon osista, sähköjärjestelmän kunnan määrittäminen -tutkinnon osan perusteet.

Näistä edellä mainituista tutkinnon osista muodostui ensimmäisen tutkimuskysymyksen tietopohja. Tutkimuksen analysointiin perehdytään luvussa Aineiston analysointi ja tulokset, jossa avataan samalla mahdollisuuksia sisällyttää tuuli- ja aurinkosähköenergian opetus tutkintoihin.

6.2 Opetuslaitteisto

Laitteiston osalta tutkimus edellytti perehtymistä opetuslaitteistoon kokonaiskuvan saamiseksi laitteistosta ja sen toiminnasta. Tämä toteutettiin havainnoimalla laitteiston toimintaa käytännössä, ja perehtymällä kirjalliseen aineistoon. Tekemällä oppikirjojen harjoituksia käytössä olevalla laitteistolla varmistettiin opetuslaitteiston toiminta. Kirjallisuutena laitteiston mukana on

toimitettu englanninkieliset kirjat Photovoltaic Systems (Festo Didactic 2017a), Solar Power (Festo Didactic 2017b), Wind Power Systems (Festo 2018a) ja Introduction to Wind Power (Festo Didactic 2018b). Näihin kirjoihin saatiin pyynnöstä myös suomenkieliset vastineet, tosin vain sähköisessä muodossa. Näistä kirjoista oli suurta apua laitteiston toimintaa tutkittaessa.

Kirjassa Wind Power Systems on kaksi melko laajaa harjoitustehtävää. Tekemällä kirjan mukaiset harjoitukset Exercise 1, Stand-Alone Wind Power Systems for DC Loads (Festo Didactic 2018a, 5–38) sekä Exercise 2, Stand-Alone Wind Power Systems for AC Loads (Festo Didactic 2018a, 39–45), pystyttiin toteamaan itsenäisen tuulivoimajärjestelmän opetuslaitteiston toiminta tasavirta- ja vaihtovirtakuormilla.

Harjoitus 1 (Exercise 1) alkaa laitteistoon tutustumisella. Aluksi käsitellään laitteiston rakenne ja yksittäiset laitteet, sekä niiden toiminta. Tämän jälkeen tehdään asennus ja kytkentä -osio, jossa dynamometrimoottori ja tuuliturbiini kytketään tuulivoimaemulaattoriin. Tällä harjoituksella tutustutaan laitteen fyysiseen kytkentään. Asennuksen jälkeen kytketään käyttöön LVDAC-EMS ohjelmisto, jolla tarkkaillaan sähköisiä arvoja sekä hallinnoidaan laitteen toimintaa. Seuraavaksi käsitellään akkujen jännite ja varaustila, sekä lataussäätimen toiminta. Näistä kirjataan mitatut arvot tehtäväkirjaan.

Laitteiston osiin tutustumisen jälkeen tehdään itsenäisen tuulivoimalan kytkennät. Tässä osassa harjoitusta tutustutaan kytkentäkaavioihin ja tuulivoimalan toimintaan eri tuuliolosuhteissa. Tuulettomissa olosuhteissa ei sähkötehoa tuoteta lainkaan, vaan teho otetaan akustosta. Seuraavaksi säädetään tuuliturbiinemulaattori tuottamaan sähköä 5,5 m/s tuulen nopeudella. Tämä kuvaa toimintaa tilanteessa, jossa tuotetaan tehoa alle tehontarpeen. Havainnot jännite- ja virta-arvojen muuttumisesta kirjataan harjoituskirjaan. Emulaattorilla lisätään tuulen nopeutta, jotta se vastaa kuormien todellista tehontarvetta. Taas kirjataan ylös, mitä muutoksia tapahtuu jännite- ja virta-arvoissa. Nyt voidaan havaita, että akkuvirtaa ei enää tarvita, vaan tuuliturbiini tuottaa tarvittavan sähkötehon. Seuraavaksi lisätään taas tuulen nopeutta ja tarkkaillaan mitä sähköisille arvoille tapahtuu. Nyt tuotetaan sähköä yli kuormien tehontarpeen,

joten akkuvirta kääntyy negatiiviseksi, eli akustoa ladataan. Lisäksi harjoituksessa tutkitaan, mitä vaikutusta on kuorman, eli tässä tapauksessa lamppujen sammuttamisella akun latautumiseen. Arvot kirjataan jälleen ylös harjoituskirjaan.

Harjoituksessa 2 (Exercise 2) muodostetaan itsenäinen tuulivoimajärjestelmä vaihtovirtakuormille. Ensin tehdään fyysiset asennukset kuten tehtävässä 1. Tämän jälkeen tutustutaan yksityiskohtaisemmin tarvittaviin komponentteihin, sekä jännitteen, virran ja tehon arvoihin. Nämä kirjataan ylös harjoituskirjaan. Samalla tutustutaan komponenttien eri jännitteisiin, eli mitä eroa on ensimmäisen harjoituksen 48 V tasasähköjärjestelmällä suhteessa invertterin tuottamaan 230 V vaihtosähköön. Kytkenät tehdään oppikirjan kaavion mukaisesti ja asetetaan LVDAC-EMS ohjelma mittaamaan jännitteen, virran ja tehon parametreja. Ohjelmistoon kuuluvalla oskilloskoopilla tarkkaillaan, millaista aallonmuotoa ja arvoja invertteri tuottaa. Kytkemällä 230 V lamppumoduli päälle ja pois, voidaan vertailla sähköisten arvojen muuttumista. Nämä kirjataan harjoituskirjaan. Käyttämällä led- ja halogeenilamppuja voidaan vertailla näiden vaikutusta energiankulutukseen.

Aurinkosähköjärjestelmän oppikirjassa Photovoltaic Systems on neljä erilaista harjoitusta. Näistä valittiin ensimmäinen, eli Exercise 1, Stand-Alone PV Systems for DC Loads (Festo Didactic 2017a, 7–45). Tämän itsenäinen aurinkosähköjärjestelmä DC-kulutuskojeille -harjoituksen avulla todettiin aurinkosähköjärjestelmän opetuslaitteiston toimintakunto, sekä soveltuvuus opetustoimintaan.

Kuten tuulivoimassakin, niin aurinkosähköjärjestelmässä tutustutaan ensin laitteistoon ja komponentteihin. Tehtävässä 1 rakennetaan itsenäinen aurinkovoimala kytkentäkaavion mukaisesti. Aluksi lähdetään tilanteesta, jolloin aurinko ei paista. Aurinkopaneelitemulaattorin arvo säädetään 0 W/m^2 . Sähköiset arvot kirjataan ylös harjoituskirjaan ja todetaan, että tässä tapauksessa akusto syöttää tarvittavan tehon kuormalle. Seuraavaksi harjoitusta jatketaan niin, että emulaattori tuottaa 300 W/m^2 säteilytehon. Jälleen kirjataan havainnot harjoituskirjaan, eli osittainen sähköteho saadaan paneeleista akkuvirran

vähentyessä. Seuraavaksi emulaattorilla säädetään tehoa niin, että akun tuottama virta menee noltaan. Nyt emulaattori tuottaa saman verran tehoa kuin laitteet kuluttavat. Emulaattorin tehoa lisäämällä akkuihin aletaan syöttämään virtaa, eli aurinkopaneelit tuottavat tässä tapauksessa enemmän tehoa kuin kulutuslaitteet käyttävät. Jälleen kirjataan arvot ylös harjoituskirjaan. Lisäksi tehdään vertailu erilaisten lamppujen välillä. Näin voidaan todeta led- ja halogeenilamppujen energian kulutuksen ero.

Näillä kolmella harjoitustehtävällä voitiin todeta laitteiston olevan kunnossa ja käytettävissä tulevissa koulutustilaisuuksissa. Laitteiston turvallisuudessa kiinnitettiin huomiota mekaanisiin asennuksiin sekä sähköturvallisuuteen. Laitteisto on mekaanisesti hyvin suojattu, joten vahingoittumisen vaaraa ei havaittu. Sähköturvallisuuden kannalta ei havaittu riskiä joutua kosketuksiin jännitteisten osien kanssa. Kytkennöissä käytetään niin sanottua turvabanaanijohdinta, joka estää koskettamisen paljaaseen johtimen päähän.

6.3 Kirjallinen materiaali

Laitteiston koekäytön yhteydessä tehtiin harjoituksia Feston tuottamista oppikirjoista. Oppikirjoissa on kattavasti kerrottu tuuli- ja aurinkoenergiasta itsessään, sekä laadittu harjoituksia laitteiston toiminnan ymmärtämiseksi. Käyttämällä kirjoja yhdessä opetuslaitteiston kanssa, opiskelija tulee hyödyntäneeksi ilmiöpohjaista oppimista. Tällä tavoin hän voi omaksua teoriapohjan tiedot ja havainnoida laitteiston toimintaa.

Opetusmateriaali on itsessään riittävää, mutta harjoituksia tehtäessä havaittiin paikon tarpeelliseksi luoda tarkempia ohjeistuksia. Riippuen opetettavista ryhmistä, niin opettajan kannattaa tehdä tarkempia ohjeistuksia yksittäisiin tehtäviin. On tietenkin mahdollista laatia kokonaan oma opetusmateriaali, mutta harjoitukset on mahdollista tehdä olemassa olevalla materiaalilla. Sähköisenä olevaa opetusmateriaalia voi, ja varmasti kannattaakin, muokata oman työn selkiyttämiseksi ja helpottamiseksi.

6.4 Koulutuksen tarve työmarkkinoilla

Talotekniikan alalta valmistuvat opiskelijat työllistyvät hyvin LVI-alan töihin, joten siinä mielessä tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmien perusteiden opiskeleminen ei välttämättä tuota mitään lisähyötyä työmarkkinoilla. Työmarkkinatorilla (KEHA 2023) oli 7.5.2023 Varsinais-Suomessa 31 LVI-asentajan paikkaa avoimena. Hyöty tällaisen tutkinnon osan suorittamisesta tuleekin siinä kohtaa, kun työnantajalla on useampi pätevä henkilö työhaastattelussa. Mikäli yritys tekee myös tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmiä, niin alan perustietojen hallinta saattaa olla se tekijä, joka ratkaisee työpaikan saamisen.

LVI-alan pohjakoulutus on itsessään monipuolinen ja helposti sovellettavissa uusiutuvien energiajärjestelmien asentamiseen. Mikäli tähän lisätään vielä tuuli- ja aurinkosähkölaitteistojen perustietämys, sekä niihin liittyvä sähkötekniikan osaaminen, niin valmistuva talotekniikan opiskelija on työmarkkinoilla hyvässä asemassa. Myös muiden tutkintojen osalta tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmien perusosaaminen tuottaa lisäarvoa työmarkkinoilla.

Monipuolinen osaaminen antaa valmiudet jatkokoulutukselle työnantajien tarpeiden mukaisesti. Mikäli tämän opinnäytetyön kohdassa 3 Ammatillinen koulutus toisella asteella mainittuihin tutkinnon osiin lisätään vielä tuuli- ja aurinkosähköosaamista, niin työmarkkinoille valmistuu eri aloja monipuolisesti hallitsevia työntekijöitä. Monipuolisuus ja monialaisuus on etu myös työnantajille, mikäli työmarkkinatilanne huononee ja joudutaan kilpailemaan pienemmästä määrästä työkohteita. Uusiutuvien energioiden asentajien sertifiointikoulutukset ovat yksi tapa tehdä yrityksestä houkutteleva vaihtoehto työkohteeseen. Sertifiointikoulutus on tarkoitettu aurinkolämpö- ja aurinkosähköasentajille, sekä biolämpö- ja lämpöpumppuasentajille vapaaehtoiseksi lisäkoulutukseksi (Motiva 2023). Tässäkin LVI-alan perustutkinto lisättynä tuuli- ja aurinkosähköenergian osaamisella on hyvä pohja jatkokoulutukselle.

7 Aineiston analysointi ja tulokset

Voiko opetuksen sisällyttää nykyisiin tutkintoihin?

Talotekniikan perustutkinnossa kylmäasennuksen osaamisalalla tarvitaan sähkötekniikan osaamista. Samoin kone- ja tuotantotekniikassa koneautomaatioasentajille opetetaan sähkötekniikan perusteita ja automaatiota. Ajoneuvotekniikassa opetellaan sähkötekniikan perusteita. Mutta mille alalle sopii tuuli- ja aurinkosähköenergian opetus?

Tämän asian tutkimiseksi täytyy selvittää kyseisen tutkinnon perusteista ammattitaitovaatimukset. Analysoimalla tutkinnon perusteita suhteessa tutkimuskysymykseen voidaan tästä asiasta tehdä johtopäätöksiä. Talotekniikassa kylmäasentajille opetetaan Taloteknisten komponenttien sähköistäminen -tutkinnon osaa, laajuudeltaan 30 osaamispistettä. Kyseinen tutkinnon osa pitää sisällään sähkötekniikan perusteet ja sähköturvallisuuteen liittyvät asiat. Siellä ei kuitenkaan mainita mitään uusiutuvien energioiden osaamisvaatimuksista. Sama koskee myös muiden alojen sähköalan opetusta. Nämä ovat laajuudeltaan pienempiä, eli 10 osaamispistettä.

Kävin tutkinnon osan ammattitaitovaatimukset kohta kohdalta läpi, mutta en löytänyt uusiutuvien energioiden opetukseen soveltuvaa kohtaa. Tuonne ei voi myöskään lisätä omia ammattitaitovaatimuksia, koska asiasta päättää Opetushallitus. Lainaan heidän Tutkintojen perusteet -kotisivullaan (Opetushallitus n.d.) olevaa määritelmää

Ammatillisten tutkintojen perusteet ohjaavat koulutuksen järjestämistä sekä opiskelijoiden henkilökohtaisten opintopolkujen suunnittelua ja toteuttamista. Opetushallitus päättää tutkinnon perusteista. Perusteet valmistellaan yhteistyössä työ- ja elinkeinoelämän, koulutuksen järjestäjien ja muiden sidosryhmien kanssa.

Tutkimuskysymys oli, voiko tuuli- ja aurinkoenergian opetuksen sisällyttää nykyisiin tutkintoihin? Verrattaessa opetuksessa vaadittavaa sisältöä tutkimuskysymykseen eri tutkinnon osissa, niin niissä ei mainita uusiutuvia

energioita. Eli tässä mielessä tuuli- ja aurinkoenergian opetus ei kuulu tutkinnon osien tavoitteisiin. Mikäli kuitenkin opetusta halutaan antaa, niin sen pitäisi perustua vapaavalintaiseen tutkinnon osaan.

Toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa voidaan ammatillisiin tutkinnon osiin lisätä paikallisiin ammattitaitovaatimuksiin perustuva tutkinnon osa. Tutkinnon osan perusteluissa mainitaan seuraavaa:

Tutkinnon osa tai osat sisältävät työelämän paikallisten tarpeiden mukaista osaamista, joka soveltuu useamman kuin yhden työpaikan tarpeisiin. Koulutuksen järjestäjä nimeää tutkinnon osan työelämän toimintakokonaisuuden pohjalta ja määrittää sille laajuuden osaamispisteinä. Koulutuksen järjestäjä määrittelee ammattitaitovaatimukset ja osaamisen arvioinnin vastaavasti kuin ammatillisissa tutkinnon osissa. (ePerusteet 2023.)

Uusiutuvien energioiden osaajien tarve tulee lisääntymään Energiamurros ja osaaminen -raportin mukaan vuoteen 2035 mennessä niin, että tarve tulee olemaan 17 000 työpaikalle. Raportin mukaan ammatillinen koulutus ei tuota alalle riittävästi koulutettuja ammattilaisia. (Ohrling ym. 2021, 47.) Näihin tietoihin pohjautuen valinnaisen tutkinnon osan lisääminen koulutukseen tukisi tulevaisuuden energiajärjestelmien osaajien riittävyttä tulevaisuudessa. Tutkinnon osan laajuus osaamispisteinä voisi olla 5–15. Tutkinnon osaan luodaan ammattitaitovaatimukset, ja näiden perusteella voidaan päättää soveltuva pistemäärä.

Selvitystyön tuloksena tämän kysymyksen osalta on, että tutkinnon osa on mahdollista luoda. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu Hiilineutraali Suomi 2035 -kansallinen ilmasto- ja energiastrategia (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022) edellyttää tulevaisuudessa huomattavasti enemmän uusiutuvien energiajärjestelmien käyttöä, joten olisi hyvin perusteltua lisätä alan opetusta ammatillisessa koulutuksessa. Tuuli- ja aurinkoenergiajärjestelmien perusasioiden hallinta yhdessä muun ammatillisen osaamisen kanssa tekee valmistuvasta opiskelijasta moniosaajan, joita työmarkkinoilla kaivataan.

Tuuli- ja aurinkosähköenergian opettamiseen luotavaan tutkinnon osaan tulisi määrittää tarvittavat ammattitaitovaatimukset. Tällaisia vaatimuksia voivat olla

esimerkiksi standardin SFS 6002 mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus, teoreettisen sähkötekniikan perusteet ja laitteiston sähköisten kytkentöjen hallitseminen. Nämä ovat paikallisiin ammattitaitovaatimuksiin perustuvaan tutkinnon osaan määriteltäviä asioita, jotka tehdään oppilaitoksen toimesta. Oppimisympäristö ei mahdollista aurinkopaneelien ja tuulivoimalan mekaanista asentamista, joten ammattitaitovaatimuksissa on syytä pidättäytyä perusasioissa. Näitä ovat esimerkiksi laitteiston toiminnan ymmärtäminen ja siihen liittyvät sähköiset kytkennät. Tarkoituksena on antaa opiskelijalle perustiedot asiasta, jolloin jatkokouluttautuminen itsenäisesti tai työnantajan kustantamana on helpompaa.

Miten olemassa olevaa laitteistoa voidaan hyödyntää opetuksessa?

Toisessa tutkimuskysymyksessä etsittiin vastausta olemassa olevan laitteiston hyödyntämiseen opetuksessa. Jotta kysymykseen pystyi vastaamaan, niin laitteistolla tehtiin valmistajan opetusmateriaalin mukaisia harjoituksia. Tämän opinnäytetyön kohdassa 6.2 kuvataan, mitä harjoituksia tehtiin ja millaisia havaintoja niistä saatiin. Laitteiston toiminnan havainnoinnin avulla kokonaisvaltainen ymmärrys laitteiston toiminnasta opetuskäytössä kasvoi. Tutkimuksen luotettavuuden varmistamiseksi tehtävät ovat myös toistettavissa käyttäen samoja harjoitusmateriaaleja. Laitteistolla pystytään antamaan opetusta tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmien perustietojen, kuten kytkentöjen ja mittausten, hallintaan. Tämä luo pohjan mahdolliselle jatkokouluttautumiselle, mikäli opiskelijasta ala tuntuu kiinnostavalta.

Laitteiston koekäytössä tutkittiin opetusmateriaalin yhteensopivuutta laitemoduulien toiminnan kanssa. Ohjeistuksen perusteella tehtyjen harjoitusten mukaisesti laitteistossa ei havaittu toiminnallisia häiriöitä. Harjoitusten tekemisen yhteydessä havaittiin, että moduulit on syytä merkitä selkeillä tunnisteilla sekaannusten välttämiseksi. Kytkennät moduuleiden välillä tehtiin mukana toimitetuilla suojatuilla johdoilla, joten henkilöturvallisuuden taso säilyi hyvänä. Virheellisten kytkentöjen mahdollisuus on aina olemassa, mutta suojaustason

ollessa riittävä, voidaan riskit minimoida. Tämä on tärkeää etenkin invertterin jälkeisissä asennuksissa toimittaessa 230 VAC pienjännitteellä.

Yleisesti ottaen laitteistoa voidaan hyvin käyttää opetuksen apuna edistyneemmille opiskelijoille, joilla on halua ja motivaatiota opiskella tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmiä. Puutteina voitiin havaita merkintöjen vajavaisuus moduuleita tunnistettaessa. Tehtävien ymmärtämistä voi tarvittaessa helpottaa tekemällä niistä yksinkertaisempia versioita, mikäli opiskelumotivaatio ei tunnu muuten riittävän. Harjoitusten tekeminen edellyttää moduulien toiminnan tuntemusta, sekä taitoa mittausten tekemiseen ja sähköisten arvojen tulkitsemiseen. Oppimisprosessina tämä kehittää opiskelijan kyvykkyyttä itsenäiseen työskentelyyn ja parhaassa tapauksessa tuottaa onnistumisen tunteita. Laitteiston avulla tehdyt harjoitukset kehittävät taitoa itsenäiseen työskentelyyn ja ongelmien selvittämiseen.

Opetuslaitteiston mukana on toimitettu LVDAC-EMS niminen ohjelma laitteiston sähköisten arvojen mittaamiseen ja säätämiseen. Kyseisen ohjelman hallinta vaatii opetushenkilöstöltä perehtyneisyyttä, ja tämän tutkimuksen perusteella siihen on myös hyvä tehdä oma ohjeistus. Ongelma ohjelman käyttämisessä on se, että oppilaitoksen tietokoneisiin ei saa asentaa omia ohjelmia. Tästä syystä opetuslaitteistoa testattaessa oli käytettävä oppilaitoksen ylläpidon ulkopuolista tietokonetta. Ohjelmistojen asentaminen vaatisi kattavammat käyttöoikeudet, joten tältä osin ohjelmiston hyöty opetusikäytössä on tällä hetkellä huono. Tähän ongelmaan täytyy löytää ratkaisu yhdessä paikallisen Service Deskin kanssa, joten tämän opinnäytetyön puitteissa tämä ongelma jää vielä avoimeksi.

Tulevaisuudessa, kun ohjelmiston asennusongelma on kunnossa, niin opetuslaitteistoa voidaan hyvin käyttää uusien opiskelijoiden perehdyttämisessä tuuli- ja aurinkosähköenergian perusteisiin. Erityisesti luotaessa oma vapaavalintainen tutkinnon osa tuuli- ja aurinkosähköenergialle, niin laitteistolle tulisi paljon käyttöä.

Millaista opetusmateriaalia tarvitaan?

Tutkimuksen kolmas kysymys ottaa kantaa tarvittavaan opetusmateriaaliin. Perehdyin laitteiston mukana tulleisiin oppikirjoihin ja niiden lisäksi sähköisesti saatuihin suomennoksiin näistä kirjoista. Suomennokset saimme pyytämällä niitä suoraan Festolta. Festo Didactic on tehnyt monipuoliset oppikirjat sekä tuuli- että aurinkosähköenergian opettamiseen. Oppikirjoissa perehdytään sähkötekniikan perusteisiin ja kummankin järjestelmän osalta niiden toimintaan. Tekemällä harjoituskirjojen mukaiset tehtävät saa hyvän yleiskäsityksen sähkötekniikan perusteista, sekä tuuli- ja aurinkosähkölaitteiston toiminnasta.

Tein aineiston vertailun Festo Didactic -kirjojen sisällöstä opinnäytetyön teoreettisen osan tietoperustaan, sekä Aleks Heinosen opinnäytetyöhön Kesämökin sähköistys aurinko- ja tuulienergialla (Heinonen 2016) ja Toni Lehtilän opinnäytetyöhön Akustollisen aurinkovoimalan mitoitus omakotitaloon (Lehtilä 2021). Etsin näistä aineistoista yhtäläisyyksiä, eli samoja teemoja (koodeja), joita voi verrata toisiinsa. Teemoina käytin laitteiden rakennetta, sähkötekniisiä kaavoja, sekä matemaattisia vakioita. Vertailuaineisto on mainittu liitteessä 1.

Tämän vertailun pohjalta en löytänyt aineistosta asiavirheitä. Laitteiden rakenteiden periaatteet olivat samanlaisia eri aineistoissa. Sähkötekniiset kaavat ja matemaattiset luonnon vakiot olivat yhtäläiset muun kirjallisuuden kanssa. Aineistosta voi havaita, että tuuli- ja aurinkosähköenergian fysikaalisia ominaisuuksia on tutkittu ja testattu kattavasti useiden toimijoiden johdosta. Tutkimuksen kannalta näistä materiaaleista ei löydy enää varsinaisesti mitään uutta tietoa, eli aineisto alkaa toistamaan itseään. Tieteellisesti puhutaan aineiston riittävydestä eli saturaatiosta (Pitkäranta 2014, 98).

Näin ollen pidän opetusmateriaalia luotettavana lähteenä tuuli- ja aurinkosähköenergian opetukselle. Nykyinen materiaali on teoriapohjaltaan riittävän kattavaa ammatilliseen opetukseen. Erillisen opetusmateriaalin tuottaminen ei tuo lisäarvoa tämän alan opetukseen Turun ammatti-instituutissa. Opetukseen voi tuki luoda myös lyhyempiä tehtäväkokonaisuuksia, mikäli on

tarvetta saada harjoitusten läpimenoaika lyhyemmäksi. Tälle saattaa tulla tarvetta, koska opetusryhmät ovat yleensä suuria.

8 Pohdinta

Opinnäytetyö sai alkunsa Turun ammatti-instituutin tarpeesta hyödyntää olemassa olevaa tuuli- ja aurinkosähköenergian opetuslaitteistoa talotekniikka-alan sähköopetuksessa. Opetuslaitteiston käyttö on ollut vähäistä, ja tähän asiaan haluttiin saada korjaus. Samalla haluttiin selvittää, voisiko laitteistoa hyödyntää myös muiden alojen opetuksessa. Muina aloina mukaan otettiin kone- ja tuotantotekniikka, sekä autoala. Näilläkin aloilla on jonkin verran sähköalan opetusta ja opetustilat sijaitsevat fyysisesti samassa rakennuksessa. Tämä näkökohta täytyi ottaa huomioon, jotta tarvittava opetus olisi helposti järjestettävissä.

Tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmien perusteiden opettamisesta ei ole juurikaan hyötyä, jollei ole olemassa tarvetta kyseiselle koulutukselle. Tämä tarve on kuitenkin olemassa, sillä Motiva ja Energiavirasto ovat kampanjoineet uusiutuvan energian osaajien koulutuksen lisäämiseksi (Energiavirasto 2023). Lisäämällä talotekniikan koulutukseen uusiutuvien energioiden perusasioiden opetusta, niin tämä vahvistaa myös työnantajien kiinnostusta valmistuvia opiskelijoita kohtaan. Kun perusasiat ovat hallussa, niin jatkokouluttautuminen esimerkiksi aurinkosähköasentajaksi on nopeampaa ja helpompaa.

Tutkimusasetelmaksi muodostui talotekniikan, kone- ja tuotantotekniikan sekä autoalan tutkintojen sisältämän sähköalan koulutuksen, ja tarpeen, selvittäminen tuuli- ja aurinkosähköenergian opetukselle. Laitteiston käytölle ja toiminnallisuuksille tarvittavat ohjeet ja mahdolliset tietokoneella käytettävät ohjelmistot kuuluivat selvitystyön piiriin. Käyttöä varten tarvittiin myös opiskelijoille soveltuvat opetusmateriaalit ja tehtävät. Koska kyseessä on tiettyyn laitteistoon liittyvä tutkimus, niin tutkimustavaksi tuntui järkevältä valita niin sanottu Case-tutkimus. Tällainen tapaustutkimus keskittyy rajattuun systeemiin, ilmiöön tai prosessiin (Eriksson & Koistinen 2005, 5).

Tutkimustyönä selvitin ammatillisen koulutuksen tutkintojen perusteista ammattitaitovaatimukset ja perusteet kullekin osaamisalalle, sekä niistä yksittäisille tutkintonimikkeille. Valtakunnallisesta ePerusteet -palvelusta on

mahdollista hakea eri koulutusasteiden opintojen perusteet. Vertailemalla perusteista sähkötekniikan opetuksen osaamistavoitteita ja ammattitaitovaatimuksia, niin tämän tutkimuksen perusteella valittuihin tutkintoihin ei suoranaisesti voi sisällyttää tuuli- ja aurinkosähköenergian opetusta. Tuota ei ole mainittu tutkinnon osien perusteissa, joten silloin se ei pakollisena osana sinne sovellu. Vapaasti valittavana tutkinnon osana tuuli- ja aurinkosähköenergia voidaan ottaa opetukseen mukaan, mutta siitä on tehtävä oma paikallisiin ammattitaitovaatimukseen perustuva tutkinnon osa. Vapaavalintainen tutkinnon osa on mahdollista liittää myös kone- ja tuotantotekniikan, sekä autoalan tutkintoihin.

Feston opetuslaitteisto sisältää kaikki tarvittavat järjestelmät tuuli- ja aurinkosähköenergian perusteiden opetukseen, joten siltä osin laitteisto on käyttövalmis. Varsinaista tuuligeneraattoria ei ole, vaan se on korvattu pöytämallin demolaitteella. Tätä voi pitää pienenä puutteena, mutta toisaalta rajallisessa tilassa tämä on tilaa säästävä elementti. Myöskään aurinkopaneeleita järjestelmässä ei ole, vaan nekin on korvattu pöydälle asennettavalla demolaitteella. Mikäli aurinkopaneeleihin ja tuulivoimalaan haluaa tutustua tarkemmin, niin silloin kannattaa hankkia erilliset esittelylaitteet.

Festo Didacticin opetusmateriaali on sinällään toimivaa, mutta opettajan kannattaa tehdä siitä oman näköisensä muokkaamalla tehtäviä soveltuvaksi kulloisellekin opetusryhmälle. Aineisto nykymuodossaan saattaa aiheuttaa joillekin vaikeuksia ymmärtää mitä tehtävissä pitikään tehdä.

Yhteenvedona voi todeta, että oppilaitoksella on käytettävissä laitteisto tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmien perusteiden opetukseen, sekä siihen tarvittava opetusmateriaali. Luomalla tähän opetukseen soveltuvan tutkinnon osan ja muokkaamalla opetusmateriaalia hieman käytännöllisemmäksi, niin lähtökohdat tuuli- ja aurinkosähköenergian opetukselle ovat hyvät. Laitteistolla voidaan antaa alan perusteiden opetusta ja ymmärrystä järjestelmien toiminnasta. Toimivan järjestelmän mekaanista rakentamista, kuten esimerkiksi aurinkopaneelien asentamista, tällä laitteistolla ei voi tehdä. Siihen tarvittaisiin suuremmat opetustilat ja erilliset laitteet.

Opinnäytetyössä saatiin vastaus kaikkiin asetettuihin tutkimuskysymyksiin, joten mielestäni tutkimus on ollut hyödyllinen niin työn tilaajalle kuin myös minulle itselleni. Tutkimus on tuottanut paljon hyödyllistä tietoa opetuslaitteiston käyttömahdollisuuksista, sekä tietoa työvoiman tarpeesta uusiutuvien energioiden sektorilla. Laitteiston toiminnan selvittäminen on lisännyt omaa tietämystäni tuuli- ja aurinkosähköjärjestelmien teknisestä toteuttamisesta, sekä perehdyttänyt minut tutkimuksen tekemisen haasteellisuuteen. Painottamalla ammatillisessa koulutuksessa uusiutuvien energioiden osaamista, niin saamme tulevaisuudessa entistä monipuolisempia ammattilaisia asennustehtäviin. Monipuolinen perusosaaminen mahdollistaa valmistuvan opiskelijan jatkamaan jatkuvan oppimisen tiellä ja valitsemaan itselleen mielenkiintoisen alan ja työn. Mielenkiinto ja halu kehittyä omassa työssään on suotuisa tilanne sekä työn tekijälle, että työnantajalle.

Lähteet

- Eklund, E. (2011). *Jokamiehen opas pientuulivoiman käyttöön*. Tampere. Noudettu osoitteesta https://www.motiva.fi/files/6010/Joka_miehen_opas_pientuulivoiman_kayttoon.pdf
- Energiateollisuus. (2019). *Mikrotuotannon liittäminen sähköjakeluverkkoon*. Helsinki: Energiateollisuus ry.
- Energiavirasto. (3. Helmikuu 2023). *Energiakriisi kiihdyttää energiamurrosta uusien teknologioiden osajia tarvitaan*. Haettu 19. Huhtikuu 2023 osoitteesta <https://energiavirasto.fi/-/energiavirasto-ja-motiva-energiakriisi-kiihdyttaa-energiamurrosta-uusien-teknologioiden-osajia-tarvitaan>
- ePerusteet. (2023). *ePerusteet*. Haettu 3. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/7854768/rakenne>
- Eriksson, P.; & Koistinen, K. (2005). *Monenlainen tapaustutkimus*. Kerava: Kuluttajatutkimuskeskus.
- Festo Didactic. (2017a). *Photovoltaic Systems*. Quebec: Festo.
- Festo Didactic. (2017b). *Solar Power*. Quebec: Festo.
- Festo Didactic. (2018a). *Introduction to Wind Power*. Quebec: Festo.
- Festo Didactic. (2018b). *Wind Power Systems*. Quebec: Festo.
- Heinonen, A. (2016). *Kesämökin sähköistys aurinko- ja tuulienergialla*. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2016061412968>
- KEHA. (2023). *Työmarkkinatori*. Haettu 7. Toukokuu 2023 osoitteesta <https://tyomarkkinatori.fi/henkiloasiakkaat/avoimet-tyopaikat>

- Kananen, J. (2019). *Opinnäytetyön ja pro gradun pikaopas*. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- Lehtilä, T. (2021). *Akustollisen aurinkovoimalan mitoitus omakotitaloon*. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022052411668>
- Lehto, I.; Orrberg, M.; Ylinen, M.; & Andersén, M. (2021). *Aurinkosähköjärjestelmien suunnittelu ja toteutus*. Espoo: Sähkötieto Ry.
- Lyytikäinen, M. (2018). *Lämpökamerakuvausten hyödyntäminen aurinkovoimalan kunnontarkastelussa*. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018121221057>
- Motiva. (2022). *Auringon säteilyn määrä Suomessa*. Haettu 5. Maaliskuu 2023 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa
- Motiva. (2022). *Tuulivoimateknologia*. Haettu 5. Maaliskuu 2023 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoima_suomessa/tuulivoimateknologia
- Motiva. (2022). *Verkkoon liitetty aurinkosähköjärjestelmä*. Haettu 5. Maaliskuu 2023 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/tarvittava_laitteisto/verkkoon_liitetty_aurinkosahkojarjestelma
- Motiva. (21. Helmikuu 2023). *Haussa muutoksen tekijöitä!* Haettu 22. Huhtikuu 2023 osoitteesta https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/koulut_oppilaitokset/opiskelemaan_ammattiopistoon
- Motiva. (2023). *Motiva.fi*. Haettu 24. Helmikuu 2023 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia

- Ohrling, T.;Heiskanen, E.;& Matschoss, K. (2021). *Energiamurros ja osaaminen : tarkastelu energiamurroksen*. Helsinki: Aalto yliopisto. Haettu 22. Huhtikuu 2023 osoitteesta https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/328491/osaamisselvitys_Ohrling_et_al_2021.pdf?sequence=1
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. (n.d.). *Ammatillisen koulutuksen rahoitus*. Haettu 19. Huhtikuu 2023 osoitteesta <https://okm.fi/ammattillisen-koulutuksen-hallinto-ja-rahoitus>
- Opetus- ja kulttuuriministeriö. (n.d.). *Opetus- ja kulttuuriministeriö, hankkeet ja säädösvalmistelut*. Opetus- ja kulttuuriministeriö. Haettu 1. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://okm.fi/amisreformi>
- Opetushallitus. (2022). *Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto*. Haettu 20. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/7823349/tutkinnonosat/7844864>
- Opetushallitus. (2023). *ePerusteet*. Haettu 3. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/>
- Opetushallitus. (2023). *Opetushallitus, tutkintojen perusteet*. Haettu 3. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/tutkintojen-perusteet>
- Opetushallitus. (2023). *Tutkintojen ja muiden osaamiskokonaisuuksien viitekehys*. Haettu 4. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://okm.fi/tutkintojen-viitekehys>
- Opetushallitus. (2023). *Tutkintojen viitekehukset*. Haettu 4. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/tutkintojen-viitekehukset>
- Opetushallitus. (n.d.). *Tutkintojen perusteet*. Haettu 20. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/tutkintojen-perusteet>

Opintopolku. (2023). *Suomen koulutusjärjestelmä*. Haettu 4. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://opintopolku.fi/konfo/fi/sivu/suomen-koulutusjarjestelma>

Pitkäranta, A. (2014). *Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä*. Jokioinen: e-Oppi Oy.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. (2017). *SFS-käsikirja 600-1-1*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. (2017). *SFS-käsikirja 600-1-2*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Suomen tuulivoimayhdistys. (n.d.). *Tuulivoima ympäristössä*. Haettu 5. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta-2/tuulivoimasta-kunnille/tuulivoima-ymparistossa>

Sähkötieto ry. (2016). *Tuulienergiaa hyödyntävät laitteet ja niiden liittäminen rakennuksen sähkönjakelujärjestelmään*. Espoo: Sähkötieto ry.

Säköturvallisuuslaki 1135/2016.

Turun ammatti-instituutti. (2021). *TAI lukuina*. Haettu 24. Helmikuu 2023 osoitteesta https://www.turkuai.fi/sites/default/files/atoms/files/tai_lukuina_2021_fi-sv-en.pdf

Turun ammatti-instituutti. (2023). *TAI opinnot*. Haettu 3. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://www.turkuai.fi/turun-ammatti-instituutti/koulutukset/amatilliset-tutkinnot/talotekniikka>

Työ- ja elinkeinoministeriö. (2022). *Hiilineutraali Suomi 2035 -kansallinen ilmasto- ja energiastrategia*. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö. Haettu 4. Maaliskuu 2023 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164321/TEM_2022_53.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valtioneuvoston asetus ammatillisesta koulutuksesta 673/2017.

Valtioneuvosto. (2023). *Valtioneuvoston asetus asuinrakennusten energia-avustuksista vuonna 2023*. Haettu 5. Maaliskuu 2023 osoitteesta <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM032:00/2022>

Vilkka, H. (2021). *Näin onnistut opinnäytetyössä*. Jyväskylä: PS-kustannus.

Vilkka, H.;& Airaksinen, T. (2003). *Toiminnallinen opinnäytetyö*. Helsinki: Tammi.

Liite 1 Kirjallisen aineiston analyysi

Tekijä, vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Dokumentin tyyppi	Tulokset
Eklund, 2011	Jokamiehen opas pientuulivoiman käyttöön.	Tietokirja	Laitteiston tekniikka ja mitoitus.
Heinonen, 2016	Kesämökin sähköistys aurinko- ja tuulienergialla.	Opinnäytetyö	Energiamuotojen keskeiset periaatteet.
Lehtilä, 2021	Akustollisen aurinkovoimalan mitoitus omakotitaloon.	Opinnäytetyö	Sähkötekniinen mitoitus.
Sähkötieto ry, 2021	Aurinkosähköjärjestelmien suunnittelu ja toteutus.	ST-käsikirja 40	Laitteiston tekniikka ja mitoitus.

Teemoina analysoinnissa on käytetty laitteiston rakennetta, sähkötekniisiä kaavoja ja matemaattisia vakioita.

Liite 2 Valinnaiset tutkinnon osat talotekniikan perustutkinnossa

● Erikoisjärjestelmien putkistojen hitsaaminen	15
<hr/>	
● LVI-korjausrakentaminen	15
<hr/>	
● Vesimäärien mittaus ja tasapainotus	15
<hr/>	
● LV-järjestelmien huoltaminen	15
<hr/>	
● IV-konehuoneasennukset	15
<hr/>	
● IV-kanavaosien valmistaminen	15
<hr/>	
● IV-järjestelmien puhdistaminen	15
<hr/>	
● IV-hormien saneeraaminen	15
<hr/>	
● Pientalon LVI-suunnittelu	15
<hr/>	
● Peltipäällysteiden valmistaminen	15
<hr/>	
● Julkisivuverhosten asentaminen	15
<hr/>	

● Aurinkolämpölaitteistojen asentaminen	15
<hr/>	
● Maalämpölaitteistojen asentaminen	15
<hr/>	
● Biomassakattiloiden asentaminen	15
<hr/>	
● Tukirakenteiden hitsaaminen	15
<hr/>	
● Rakennusten sisäpuolisten viemärien saneeraaminen	15
<hr/>	
● Pienkylmälaitteiden ja ilmalämpöpumppujen asentaminen	15
<hr/>	
● Lattialämmitysjärjestelmien asentaminen	15
<hr/>	
● LVI-huoltopalvelujen tuottaminen	15
<hr/>	
● Vesikattojen huoltotyöt	15
<hr/>	
● Huippuosajana toimiminen	15
<hr/>	
● Ilmastovastuullinen toiminta	15
<hr/>	

Liite 3 Taloteknisten komponenttien sähköistäminen, 30 osp. (106546)

Taloteknisten komponenttien vaihtoja asennustyön valmistelu

Opiskelija

perehtyy työmaan kulkureitteihin ja selvittää ensiapupisteen sijainnin

laatii työtään varten vaiheittain etenevän aikataulun

suojaa työskentelyaluetta ja varmistaa sen turvallisuuden

valitsee asennustyöhön sopivat työvälineet, materiaalit ja työmenetelmät

tekee asennustyöhön liittyvät materiaali ja työaikalaskelmat

Taloteknisten laitteiden määräaikaishuollon sähkötekniiset mittaukset

Opiskelija

hyödyntää sähkötekniikan teoriaa työssään

mittaa työturvallisuuden kannalta ja laitteen toiminnan tarkastamiseksi taloteknisten laitteiden sähköjärjestelmän jännitettä, virtaa ja resistanssia

Taloteknisten laitteiden sähkökomponenttien asennus ja vaihto

Opiskelija

käyttää taloteknisten laitteiden sähköasennuksissa ja huollossa sähköpiirustuksia

tekee tarvittaessa sähkölaitteen jännitteettömäksi ja tarkastaa jännitteettömyyden

asentaa oman alan taloteknisten laitteiden 1 ja 3vaiheiset sähkökomponentit

liittää yksittäisen laitteen ryhmäjohtoon olemassa olevaan keskukseseen silloin, kun keskuksen rakennetta ei tarvitse muuttaa

vaihtaa taloteknisen laitteen sähkökomponentin turvallisesti

Asennustyön lopputuloksen laadun varmistaminen

Opiskelija

tekee tarvittavat sähkökomponentin asennuksen jälkeiset sähköturvallisuusmittaukset (aistinvarainen tarkastus, suojamaan jatkuvuus ja eristysresistanssi)

laatii mittauksista pöytäkirjan

Työn aikaisen turvallisuuden ja kestävä kehityksen varmistaminen

Opiskelija

varmistaa ennen työtehtävien aloitusta, että töiden aloittaminen on turvallista

varmistaa ennen työn aloitusta, että omaa työssä tarvittavat luvat ja pätevyudet
käyttää työhön liittyviä henkilökohtaisia suojavälineitä
antaa ensiapua tarvittaessa ja järjestää apua tapaturman tai sairauskohtauksen uhreille
havaitsee ja tunnistaa työhön liittyviä vaaroja
työskentelee ergonomisesti ja käyttää työhön sopivia apuvälineitä
suojaa ympäristön työssä syntyvän pölyn ja melun leviämiseltä
käyttää työssä luonnonvaroja tarpeenmukaisesti
lajittelee työssä syntyvät jätteet ja noudattaa jätehuoltosuunnitelmaa

Liite 4 Sähköjärjestelmän kunnan määrittäminen, 10 osp (106879)**Opiskelija valmistautuu sähköjärjestelmän mittaustöihin**

Opiskelija

noudattaa työaikoja

suojaa ajoneuvon työn ajaksi

huomioi ajoneuvovalmistajan takuehdot, moottoriajoneuvojen korjausehdot ja ajoneuvoalanalan säädösten vaikutukset työssään

kytkee akkuvaraajan akunvalvonnalla varustettuun ajoneuvoon

Opiskelija tekee ajoneuvon matalajännitejärjestelmän korjaustöitä

Opiskelija

käyttää turvallisesti ja tarkoituksen mukaisesti työssä tarvittavia suojaimia, työvälineitä, materiaaleja ja työmenetelmiä

huomioi työssään ajoneuvon virranhallintajärjestelmän

valitsee ajoneuvoon sopivan akun

määrittelee akun kunnan ja varaustilan jännite ja kuormitusmittauksella

määrittelee ajoneuvon latauksen toiminnan jännite ja virtamittauksella

mittaa generaattorin tasasuuntauksen toiminnan

määrittelee käynnistysjärjestelmän kunnan yhdistetyllä virta ja jännitemittauksella

mittaa komponentille tulevan jännitteen, maadoituksen ja jännitehäviön suhteessa akun miinusnapaan

osaa tarkistaa sulakkeen toiminnan eri menetelmillä

määrittelee perävaunupistokkeen kunnan mittaamalla ja vaihtaa sen

hoitaa työhön liittyvän asiakaspalvelutilanteen ja ymmärtää yrittäjyyden merkityksen autoalan töissä

huolehtii työympäristönsä siisteydestä ja turvallisuudesta

varmistaa sähköjärjestelmän turvallisuuden korjaustöiden jälkeen

Opiskelija tekee ajoneuvon korkeajännitejärjestelmän jännitteettömäksi

Opiskelija

tekee ehjän ajoneuvon korkeajännitejärjestelmän jännitteettömäksi valmistajan ohjeen mukaisesti työsuorituksesta vastaavan henkilön ohjaamana

Opiskelija hyödyntää autoalan töissä tarvittavaa osaamista

Opiskelija

osaa lukea sähkökaavioita

laskee toimilaitteen tehon, jännitteen ja virrankulutuksen muiden suureiden avulla

osaa sähkötoihin liittyvien fysikaalisten ja kemiallisten ilmiöiden vaikutukset

käyttää työssään englanninkielistä materiaalia

käyttää tietoja viestintätekniikan laitteita ja ohjelmistoja sekä valmistajan ohjeita

ylläpitää työkykyään ja työskentelee ergonomisesti

suorittaa ensiapukoulutuksen

läpäise autoalan SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen ja loppukokeen

Työlainsäädäntö

Opiskelija

tutustuu alan työehtosopimuksen sisältöön ja periaatteisiin sekä noudattaa niitä

noudattaa voimassa olevaa työlainsäädäntöä ja alan työehtosopimusta