



Vihreän vedyn polttaminen ja polttimien modulaarisuus: merkitys varaosien ja varaosamyynnin kannalta

Tapaus Oilon Oy

Xiao Ma

Opinnäytetyö, YAMK

Tammikuu 2026

Kestävä energia

Ma, Xiao

Vihreän Vedyn Polttaminen ja Polttimien Modulaarisuus: Merkitys Varaosien ja Varaosamyynnin Kannalta. Tapaus Oilon Oy

Jyväskylä: Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. Tammikuu 2026. 49 sivua

Kestävän energian tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö YAMK

Julkaisulupa avoimessa verkossa: Kyllä

Julkaisun Kieli: Suomi

Tiivistelmä

Vihreä siirtymä, ESG tavoitteet sekä vastuullisuus ovat termejä, jotka etenkin viimeisimpinä vuosina ovat nostaneet päätään yritysten arkikielessä. Suomessa, kuin maailmallakin luodaan yritysstrategioita, jotka tavoittelevat entistäkin vihreämpää huomista ja hiilineutraalisuutta. Nämä ovat myös tärkeitä arvoja suomalaiselle perheyriykselle ja poltinvalmistajalle, Oilon Oy:lle.

Tapausyritykselle on tehty jo yksi vedyn polttamisen markkinapotentiaalitutkimus sekä tiekartta innovaation adaptaatioon ja tämä tutkimus toimii sille jatkotutkimuksena asiakaspalveluyksikön, varaosien sekä huollon näkökulmasta. Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa asiakaspalveluyksikön valmiutta vedyn polttamiseen liittymiseen, mm. mitä tarpeita osastolla on koulutuksen ja kriittisten varaosien kannalta, jotka asiakaspalveluyksikön pitäisi huomioida, mikäli vetypolttimet otettaisiin laajemmin käyttöön.

Tutkimus perustuu tietoperustan tarkasteluun sekä asiantuntijakyselyihin ja nojaa teorioihin kuten LCA sekä PPS, jotka suosivat tuotteiden pitkäikäisyyttä ja sitä, että tuotesuunnittelu sekä service-toiminnot rakentavat asiakkaalle hyvän ja kattavan asiakaskokemuksen yhteistuumiin.

Tutkimuksen löydöksissä korostuu useampi ydin seikka. Tutkimuksen tulokset tukevat aiempaa tapausyritykselle tehtyä tutkimusta, että modulaarisuus on vedyn polton kannalta oiva ratkaisu madaltamaan kynnystä niin asiakkaiden suuntaan, kuin tuomaan joustoa asiakaspalvelutoimintoihin. Toiseksi tutkimus kannustaa aktiiviseen koulutustarpeiden kartoittamiseen todetessaan, että tällaisenaan asiakaspalveluyksikkö ei ole vielä valmis vetypolttimien jälkimarkkinahoitoon. Kriittisten komponenttien tunnistaminen ja arvottaminen sekä riskien aktiivinen tunnistaminen sekä ennaltaehkäisy tulevat olemaan asiakaspalveluyksikön kannalta tärkeitä toimenpiteitä. Tässä tutkimuksessa tunnistettiin ja arvioitiin yleiset toimintaan ja alaan liittyvät riskit sekä kartoitettiin joitain yleisimpiä komponenttieroavaisuuksia fossiilisten- ja biopolttoaineiden välillä vihreään vetyyn verrattuna. Ei ole riittävää, että vain yksikkö tai toinen tuntee vedyn polttamisen sekä siihen liittyvän teknologian, vaan arvoa asiakkaalle on rakennettava koko organisaation tuumin, yhdessä, avoimesti ja rakentavasti.

Avainsanat

Vihreä Vety, P2X, Vihreä siirtymä, Polttoteknologia, Vastuullisuus, Jälkimarkkinat, Asiakaspalvelu, Modulaarisuus

Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet)

-

Ma, Xiao

Green Hydrogen Combustion and Burner Modularity: Significance for Spare Parts and Spare Parts Sales. Case of Oilon Oy

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences. January 2026. 49 pages

Degree Programme in Sustainable Energy. Master's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Green transition, ESG goals and responsibility are terms that have been rearing their heads in the everyday language of companies, especially in recent years. In Finland, as well as around the world, corporate strategies are being created that aim for an even greener tomorrow and carbon neutrality. These are also important values for the Finnish family business and burner manufacturer, Oilon Oy.

A market potential study of hydrogen combustion and a roadmap for the adaptation of innovation have already been conducted for the case company, and this study serves as a follow-up study for it from the perspective of the customer service unit, spare parts and maintenance. The aim of the study was to map the customer service unit's readiness for the transition to hydrogen combustion, including what needs the department has in terms of training and critical spare parts, which the customer service unit should take into account if hydrogen burners were to be introduced more widely.

The research is based on a review of the knowledge base and expert surveys and relies on theories such as LCA and PPS, which favor the longevity of products and that product design and service functions jointly build a good and comprehensive customer experience for the customer.

The research findings highlight several core points. The results of the research support previous research conducted for the case company, that modularity is a great solution for hydrogen combustion to lower the threshold both towards customers and to bring flexibility to customer service functions. Secondly, the research encourages active mapping of training needs, stating that the customer service unit as it is is not yet ready for the aftermarket care of hydrogen burners. Identifying and evaluating critical components and actively identifying risks and preventing them will be important measures for the customer service unit. This study identified and assessed general operational and industry-related risks and mapped some of the most common component differences between fossil and biofuels compared to green hydrogen. It is not enough for one unit or another to know about hydrogen combustion and the related technology, but value for the customer must be built by the entire organization, together, openly and constructively.

Key Words

Green Hydrogen, P2X, Green Transition, Combustion Technology, Responsibility, Aftermarket, Customer Service, Modularity

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisällysluettelo

1	Johdanto	5
1.1	Tutkimuksen tavoitteet ja metodologia.....	6
1.2	Rajoitukset ja eettisyys.....	9
1.3	Teoreettinen viitekehys	10
1.4	Opinnäytetyön rakenne	12
2	Tietoperusta	14
3	Kysely ja kenttäkokemuksen kartoittaminen.....	22
3.1	Kyselyn toteuttaminen	22
3.2	Kyselyn tulosten ja sisäisten toimintojen arviointi	26
3.3	Kyselyn tulosten vertaaminen tietoperustaan.....	29
4	Riskien tunnistaminen ja analysointi	32
4.1	Riskien tunnistaminen.....	33
4.2	Riskien arvioiminen sekä ennaltaehkäisy.....	36
4.3	Asiakaspalvelun valmius ja riskikartoituksen tulos	39
5	Yhteenveto ja Johtopäätökset.....	42
	Lähteet	45
	Taulukot ja liitteet.....	49
	Taulukko 1: Varaosamyynnin kysymykset	49
	Taulukko2: Huollon kysymykset.....	49
	Taulukko 3: Asiakaspalvelun johdon yleiset kysymykset	50

1 Johdanto

Vihreä siirtymä, ESG tavoitteet sekä vastuullisuus ovat termejä, jotka etenkin viimeisinä vuosina ovat nostaneet päätään yritysten arkikielessä. Suomessa, kuin maailmallakin luodaan yritysstrategioita, jotka tavoittelevat entistäkin vihreämpää huomista ja hiilineutraalisuutta. Nämä ovat siis väistämättömiä megatrendejä, joiden muotteihin yritysten on maailmanlaajuisesti mukauduttava ja mukautettava toimintaansa niin, että ympäristö sekä yhteiskunta huomioidaan siinä aiempaa vahvemmin. Vihreä vety nähdään innovatiivisena ja keskeisenä ratkaisumahdollisuutena teollisuuden päästövähennyksiin ja energiariippuvuuden vähentämiseen. Kansainvälisen uusiutuvan energian järjestön mukaan (IRENA, 2022) vihreä vety tuotetaan uusiutuvalla sähköllä elektrolyysin avulla, mikä tekee siitä energianlähteen ilman päästöjä. IEA (2021) painottaa, että vedyn hyödyntäminen teollisessa polttoteknologiassa, kuten Oilonin tapaan polttimissa, vaatii merkittäviä muutoksia energiainfrastruktuurissa, materiaalivalinnoissa ja teknologian hallinnassa.

Vuonna 1961 perustettu Oilon Oy on suomalainen, perheomisteinen energia- ja ympäristöteknologiayritys, joka erikoistuu energiatehokkaiden ja matalapäästöisten ratkaisujen kehittämiseen ja valmistukseen lämmityksessä, jäähdytyksessä ja teollisissa prosesseissa. Yrityksen keskeiset tuotelinjat sisältävät teolliset lämpöpumput, maalämpöpumput ja erityisesti polttimien, jotka ovat keskeisiä Oilonin historialliselle (Oilon, 2024a). Oilon on kansainvälisesti tunnettu polttoteknologiastaan, joka kattaa pienimuotoiset polttimet kotitalouskäyttöön ja suuret teolliset polttimet, joiden teho ylittää 90 MW. Suuria teollisuuspolttimia käytetään lähinnä voimalaitoksissa, teollisissa kattiloissa, merikäytössä ja erilaisissa teollisissa lämmitysprosesseissa. Energiateollisuuden vihreän siirtymän mukaisesti Oilon on entistä enemmän keskittynyt kehittämään polttimia, jotka ovat yhteensopivia matalapäästöisten polttoaineiden, kuten vedyn, biokaasun ja biodieselin kanssa (Oilon, 2024b).

Yrityksen vahva vientisuuntatuneisuus, on vahvistanut sen mainetta merkittävänä toimijana kansainvälisillä energiankäytön markkinoilla. Viime vuosina Oilon on monipuolistanut tuoteportfolioaan polttimien ulkopuolelle osana matkaansa kestävämmän kehityksen pioneeriksi. Sen kehittyneitä teollisuuden ja kaupallisia lämpöpumppujärjestelmiä käytetään yhä enemmän kaukolämmössä, teollisessa jäähdytyksessä ja suurissa energian kierrätyssovelluksissa. Nämä järjestelmät tukevat Euroopan unionin ilmastotavoitteita mahdollistamalla hiilidioksidin vähentämisen energiaa intensiivisillä sektoreilla (IEA, 2023).

Oilonin missio keskittyy globaalin energiansiirtymän tukemiseen ratkaisulla, jotka vähentävät ympäristövaikutuksia varmistaen samalla luotettavuuden ja suorituskyvyn. Yli kuuden vuosikymmenen insinööritaidon ja kestävä kehityksen painotuksen myötä Oilon jatkaa avainasemassa puhtaan energiateknologian tulevaisuuden muokkaamisessa. On kuitenkin tärkeää, että se mistä Oilon on aikoinaan aloittanut, eli polttimet, säilyvät osana yrityksen teknologiaperintöä. Puhtaammalla palamisella, voidaan tukea myös polttimien käyttöä osana vihreää siirtymää ja vastuullista energiateknologiaa. Polttimet ovat edelleen keskeisiä komponentteja lämpöenergiajärjestelmissä sillä ne muuntavat polttoaineiden kemiallisen energian käyttökelpoiseksi lämmöksi tarkkaan valvotun palamisen avulla. Niitä käytetään laajalti teollisuuskattiloissa, uuneissa ja lämmitysjärjestelmissä, ja niiden suunnittelu ja toiminta vaikuttavat suoraan hyötysuhteeseen, päästöihin ja polttoainejoustavuuteen (Turns, 2013). Maailmanlaajuisen energiamurroksen aikana polttoteknologia keskittyy yhä enemmän vähähiilisten ja uusiutuvien polttoaineiden, erityisesti vedyn, hyödyntämiseen.

Tämä kappale esittelee opinnäytetyön perustan, tutkimusmetodologian sekä tutkimuksen tavoitteet. Lisäksi kappale käsittelee työn rajoitukset sekä teoreettisen viitekehyksen.

1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja metodologia

Suurin osa tämänhetkisistä päästöistä tulee fossiilisista polttoaineista ja ne ovat vastuussa 75% kasvihuonepäästöjä globaalisti. Isosta osasta näistä vastaa omalta osaltaan lämmitys mm. logistiikan sekä valmistavan teollisuuden lisäksi. Pitkän historian omaava energiateknologiayritys Oilon Oy on etenkin Suomessa, mutta myös maailmalla tunnettu innovatiivisesta sekä uraauurtavasta polttotekniikasta sekä lämpöpumpuista. Etenkin viime vuosina hekin ovat osaltaan osoittaneet kiinnostusta entistä enemmän vastuullisempaan innovaatioteknologiaan. Vuonna 2024 julkaistu maisterin opinnäytetyö, joka Oilon Oy:lle on tehty, tutki vihreän vedyn polttamisen potentiaalisia markkinoita ja tuotemodulaarisuutta luoden kolme eri vaihtoehtoista tapaa lähestyä Power-to-X vedyn polttamista Oilonin kannalta. (Nuuttila N. 2024)

Aiempi tutkimus on kuitenkin tehty kaupallisesta näkökulmasta ja käsittelee markkinapotentiaalia, eikä huomioi jälkimarkkinoita insinöörilähtöisestä perspektiivistä. Täten tämän opinnäytetyön on tarkoitus toimia ehdotettuna jatkotutkimuksena edelliselle ja täyttää aukkoa, joka edelliseltä tutkimukselta on jäänyt käsittelemättä: jälkimarkkinat, varaosat sekä huolto.

Tätä voidaan käsittää myös asiakaspalveluyksikkönä, joka osaltaan vastaa kaikesta edellä mainitusta toiminnasta. Jatkotutkimus toteutetaan siksi, sillä vaikka markkinapotentiaali olisi olemassa ja vedynpolton implementointiin löytyisi mahdollisia lähestymistapoja sekä -kanavia, on implementointi mitätöntä, mikäli sitä ei saada huomioitua jälkimarkkinoissa.

On oleellista, että varaosien ja huollon saanti on taattua, sekä, että varaosakustannusten pysyminen kuluttajan kannalta järkevällä tasolla. Mikäli implementointi toteutettaisiin yksinomaan markkinoiden ja teknologiaosaston kannalta viisaalla tavalla, voisi tuotemodulaarisuudesta huolimatta asiakaspalveluyksikössä ilmetä haasteita mm. uusien koulutustarpeiden tai hankintaketjujen kautta. Näiden huomiotta jättäminen tietäisi kriittisiä seuraamuksia Oilonille.

Tähänkin tutkimukseen, kuten edelliseen on valittu polttoaineeksi nimenomaan vihreä vety, sen vastuullisuuden ja ympäristöystävällisyyden takia. Pelkkä vety itsessään ei kerro valmistuksen vastuullisuudesta vaan sitä voidaan tuottaa myös erittäin ympäristöä kuormittavasti.

P2X eli Power-to-X valmistustekniikka tarjoaa ekologisen ja eettisen tavan valmistaa vihreää vetyä elektrolyysin kautta. (Rahman Daiyan, lain MacGill, Rose Ama. 2020.) Tästä johtuen Oilonilla on ollut kiinnostus tutustua juuri tämän tyyppiseen vetyyn ja sen käyttämiseen lämmitysmuotona.

Opinnäytetyö toteutetaan pitkälti tietoperustaan vedoten, jossa reflektoidaan 2024 julkaistun, Oilonille tehdyn tutkimuksen lähtökohtia asiakaspalveluyksikön kannalta. Täten työ nojaa pitkälti sekundaariseen dataan hyödyttäen sitä vertailussa, tämä tarkoittaa niin kirjallisuuskatselmuksessa käytettyä työtä kuin yrityksen sisäisiä dokumentteja. Primäärin datan keruuta tapahtuu pienkyselyiden muodossa erilaisten asiakaspalveluammattilaisten kohdalla. Kyselyitä on toteutettu mm. varaosamyynnin ja huollon ammattilaisten kanssa, jolloin saadaan paras käsitys reaaliaikaisista tarpeista sekä analysoidaan keskenään vetyimplementaation riskejä ja mahdollisuuksia sellaisten henkilöiden näkökulmasta, jotka päivittäin työskentelevät polttimien kanssa, joiden ikä vaihtelee muutamasta vuodesta kymmeneen vuosiin, niin paikallisesti kuin kansainvälisilläkin markkinoilla.

Eli näiden asiantuntijoiden kokemus kattaa vuosikymmenien polttoteknologian komponenttita-solla ja tunnistaa parhaiten kuluvat osat sekä niiden saatavuuden kriittisyyden. Tutkimus pyrkii koulutustarpeen lisäksi tunnistamaan, onko olemassa jotain selkeitä komponentteja, joiden käyttö eroaa muista polttoteknoloigoista.

Tutkimuksen keskeinen tutkimuskysymys onkin, (1) mitä vihreään vetyyn siirtyminen tarkoittaisi asiakaspalveluyksikön ja varaosien kannalta ja (2) miten Oilonin tulisi siihen varautua. Lopputuotteenä opinnäytetyössä on tunnistaa kriittiset riskitekijät Oilonin ASP (asiakaspalvelu) toiminnan kannalta, joiden avulla Oilon voi ennakoivasti reagoida niiden välttämiseksi, mikäli vedyn polttaminen päätetään esitellä laajempaan asiakaskäyttöön. Jotta tutkimuskysymyksiin voidaan vastata on tutkittava seuraavaa kolmea seikkaa (1) Millainen on Oilonin asiakaspalveluyksikön valmius vety-polttimien jälkimarkkinahoitoon (2). Mitkä ovat keskeiset koulutus- ja osaamistarpeet vety-poltto-tekniologian käyttöönotossa (3) Mitkä kriittiset varaosat ja riskitekijät korostuvat verrattuna perinteisiin polttoaineisiin?

Tämä opinnäytetyö on luonteeltaan kvalitatiivinen tapaustutkimus, jossa tarkastellaan vety-poltto-tekniologian käyttöönoton vaikutuksia jälkimarkkinatoimintoihin asiakaspalvelun ja varaosamyynnin näkökulmasta. Kvalitatiivinen tutkimus soveltuu erityisesti tilanteisiin, joissa tutkittavaa ilmiötä halutaan ymmärtää syvällisesti osana todellista toimintaympäristöä eikä tavoitteena ole tilastollinen yleistettävyyden (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 2013).

Tapaustutkimuksen (case study) keskeinen piirre on ilmiön tarkastelu sen luonnollisessa kontekstissa, jolloin tutkimuskohdetta ei irroteta toimintaympäristöstään (Yin, 2018). Tässä tutkimuksessa tapausyrityksenä toimii Oilon Oy, ja tarkastelu kohdistuu erityisesti yrityksen asiakaspalveluyksikön valmiuteen siirtyä vety-pohjaisten polttoratkaisujen jälkimarkkinahoitoon. Aineistonkeruumenetelmänä on käytetty asiantuntijakyselyä, joka kohdistui tapausyrityksen asiantuntijoihin. Asiantuntija-haastattelut ja -kyselyt ovat perusteltuja menetelmiä, kun tutkimuksen tavoitteena on kerätä tietoa ilmiöstä, josta vastaajilla on kokemukseen perustuvaa hiljaista tietoa (Eskola & Suoranta, 2014). Tässä tutkimuksessa asiantuntijoiden vastaukset tuottivat tietoa erityisesti kriittisistä komponenteista, koulutustarpeista ja riskeistä, joita ei ole vielä mahdollista havainnoida käytännön vety-poltinsovelluksissa laajassa mittakaavassa.

Tutkimuksen analyysimenetelmä perustuu teemalliseen sisällönanalyysiin, jossa vastaukset on ryhmitelty toistuvien teemojen, kuten koulutustarpeiden, kriittisten varaosien ja lainsäädännöllisten riskien ympärille. Sisällönanalyysin avulla laadullinen aineisto jäsennetään systemaattisesti siten, että olennaiset merkityssisällöt nousevat esiin (Tuomi & Sarajärvi, 2018).

Tutkimuksen luotettavuutta on pyritty vahvistamaan aineiston anonymisoinnilla, läpinäkyvällä analyysiprosessilla sekä teoreettisen viitekehyksen kytkemisellä empiirisiin havaintoihin. Vaikka tutkimuksen tulokset eivät ole yleistettävissä tilastollisesti, ne tarjoavat analyttistä yleistettävyyttä erityisesti vastaavien teollisten jälkimarkkinatoimintojen kehittämiseen (Yin, 2018).

1.2 Rajoitukset ja eettisyys

Tutkimus on rajoittunut asiakaspalveluyksikön näkökulmaan sekä peilaa vahvasti aiempaan Oilonille tehtyyn vetytutkimukseen. Koska vihreän vedyn kirjallisuus on vielä tuoretta, joten tuloksia ei voida pitää absoluuttisena totuutena, vaan enemmän tieviittana ja mahdollisuutena. Teknologian ja vedyn valmistamisen kehitys vaikuttavat vahvasti siihen, mihin suuntaan ala tulee menemään. Tutkimus tulee vastaamaan tutkimuskysymykseen yleispiirteisesti ja niin, että se ei vaaranna tapausyrityksen omaa strategiaa tai markkina-asemaa. Tästä syystä yksityiskohtaiset yrityksen sisäiseen strategiaan vaikuttavat tekijät tai löydökset on rajattu ulos. Tutkimuksen rajoitteena on asiantuntijakyselyn kohdistuminen yhden organisaation sisäisiin toimijoihin, mikä voi vaikuttaa vastausten näkökulmaan ja painotuksiin. Vastaukset heijastavat erityisesti Oilonin nykyistä strategista tilannetta ja osaamis pohjaa, eivätkä välttämättä ole sellaisenaan yleistettävissä koko toimialalle. Tämä rajoite on kuitenkin hyväksyttävä, sillä tutkimuksen tavoitteena ei ole tilastollinen yleistettävyyden vaan tapauskohtainen, analyttinen ymmärrys. Kirjoittajan oma tausta yrityksessä ei luo tutkimukseen puolueellista asetelmaa tai ennako-oletuksia.

Tutkimus ei käsittele kaupallista puolta vaan pyrkii keskittymään teknologiapuoleen, opinnäytetyön ollessa osa kestävän energian insinööritutkimusta. Tutkimus ei tule käsittelemään lainalaisuuksia osana poltinhuoltoja tai etsimään uusia toimittajia tai tarkkoja hinnastoja potentiaalisille uusille komponenttitarpeille. Analyysi ei käsittele vetypolttimien taloudellista kannattavuutta, investointilaskelmia tai markkinapotentiaalia, vaan keskittyy jälkimarkkinatoimintojen valmiuteen teknologiamurroksessa. Tämä rajaus on tietoinen, sillä tutkimuksen tavoitteena on syventää ymmärrystä

asiakaspalvelun ja varaosatoimintojen roolista osana teknologian käyttöönottoa, ei arvioida teknologian kaupallista kilpailukykyä kokonaisuudessaan (Yin, 2018).

Tutkimuksessa haastatelluille sekä case-yritykselle on tarjottu lupaa pysytellä anonyyminä eikä kyselyissä ilmi tulleita henkilötietoja tallenneta tai jaeta eteenpäin. Tutkimus noudattaa hyvän tieteellisen käytännön periaatteita (TENK), ja vastaajien anonymiteetti, vapaaehtoisuus sekä tietojen käsittelyn luottamuksellisuus on varmistettu koko tutkimusprosessin ajan.

1.3 Teorettinen viitekehys

Tutkimuksen teorettisena viitekehysenä toimii kourallinen service-toimintaan sopivia teorioita, joilla voidaan paremmin ymmärtää jälkihuollon ja asiakaspalvelun kriittisyyttä osana teknologiainnovaatiota ja niiden toimivaa ja kannattavaa käyttöönottoa.

Service-Dominant Logic eli S-D Logic Teoria ehdottaa, että todellinen arvo tuotteelle syntyy asiakkaan tietotaidon ja osaamisen kautta, tuotteeseen liittyvistä tai liitettyjen palveluiden avulla. Tutkimukset ovat osoittaneet, että jo pitkään, pelkkä tuote yksinään ei ole markkinoilla se, mikä myy vaan se, että se pysyy käyttökelpoisena ja -kuntoisena pitkään, ja että sen käyttöön saadaan tarvittaessa tukea ja apua. (Lusch, R, Vargo, L. 2004). Oilonin rikkaus ja valtti onkin teknologiakehityksen lisäksi siinä, että heillä on osaava ja aikaansaava asiakaspalveluyksikkö, joille asiakkaat ja heidän laitteensa ovat tuttuja. Teoria on tärkeä tutkimuksen kannalta juurikin siitä syystä, että tutkimuksen keskiö on olla asiakaslähtöinen ja tukea laitteen helppokäyttöisyyttä toimivan asiakastuen kautta. Service-Dominant Logic (S-D Logic) toimii tutkimuksen keskeisenä teorettisena lähtökohtana, jossa arvo nähdään syntyvän tuotteen käytössä ja palveluiden kautta, ei pelkästään teknisestä ratkaisusta. Tämä näkökulma tukee tutkimuksen tavoitetta tarkastella vetypolttoteknologian käyttöönottoa asiakaspalvelun ja jälkimarkkinatoimintojen näkökulmasta (Lusch & Vargo, 2004).

Product-Service Systems eli PSS teoria voidaankin puolestaan visualisoida eräänlaisena pyramidina, jonka pohjalla ovat tuotteet ja palvelut erillään ja jonka huipulla ne yhdistyvät yhdeksi tuote- ja palvelusysteemiksi, joka toimii sulavasti kokonaisuutena.

Pyramidin rakenteen idea on tuotteistaa palvelut ja palvelu mallintaa tuotteet, jotta tuotteet ja service-toiminnot kulkisivat käsikädessä ja niiden markkinoiminen rinnakkain helpottuisi. Jälki-markkinatoimintojen kehittäminen tukee myös yrityksen ESG-tavoitteita, sillä pitkäikäiset, huollettavat ja päivitettävät tuotteet pienentävät koko elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia. Product-Service System -ajattelun mukaisesti arvo ei synny yksittäisestä laitteesta, vaan sen pitkäaikaisesta käytöstä ja palvelukyvyistä (Tukker, 2004). Tästä näkökulmasta modulaarisuus ja osaava asiakaspalvelu eivät ole vain operatiivisia ratkaisuja, vaan keskeisiä vastuullisen liiketoiminnan elementtejä. Product-Service Systems (PSS) -teoria tarjoaa tutkimukselle keskeisen näkökulman, jossa fyysiset tuotteet ja niihin liittyvät palvelut muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden. Tässä tutkimuksessa PSS-ajattelua hyödynnetään erityisesti vetypolttimien jälkimarkkinatoimintojen tarkastelussa, jossa modulaarisuus, huollettavuus ja asiakaspalvelu rakentavat yhdessä tuotteen arvon asiakkaalle koko sen elinkaaren ajan (Tukker, 2004).

Näiden toimintojen yhdistäminen yhdeksi tarjoaa myös asiakkaalle kompaktin ja toinen toistaan tukevan palveluratkaisun, jonka ylläpitäminen on tärkeää. Malli on jo yli kaksikymmentävuotta yhdistetty vastuullisuuteen ja positiiviseen asiakaskokemukseen mm. tuotteiden vastuullisen käyttökäyttämisen kautta. (Tukker, A. 2004) Tässä palaamme siis siihen, että kun tuotteet ja niiden palvelut kulkevat käsikädessä, voi Oilon osaltaan tukea asiakasta käyttämään tuotetta niin, että se toimii oikein, kestää pitkään ja sallii maksimaalisen hyödyn asiakkaalleen. Vastuullisuutta ei tuotteesta saada irti vain vaihtamalla polttoaine vihreämpään vaan myös tuotteen elinkaaren on säilyttävä prosessissa ja asiakkaan koulutusta on ylläpidettävä tuotteen käyttöön siinä missä henkilöstökin.

Life Cycle Thinking ja LCA (life cycle assessment) kulkevat tässä tapauksessa rintarinnan. Tätä teoriaa oli käytetty myös edellisessä Oilonille tehdyssä tutkimuksessa ja se pätee yhtä lailla myös tähän ja viittaa myös edelliseen teoriaan palvelun ja tuotteen kulkemisesta rintarinnan. Eli kuten sanottu, pelkkä polttoaineen vaihtaminen ei itsessään riitä vastuullisen innovaatioteknologian luomiseen, mutta myös tuotteen elinkaarta on ajateltava. Tutkimuksessa käsitellään tuotemodulaarisuutta osana vaiheikasta innovaatioadaptaatiota, ja se on osa myös tätä opinnäytetyön perustaa. Vihreään vetyyn harppaaminen ei olisi vain kallis, mutta myös teknologisesti suuri kynnys ottaa, joten sen tekeminen vaiheittain sallii taloudellisen- sekä infrastruktuurillisen kehityksen siinä samalla, kun käyttöönotto etenee.

Tutkimus nojaa osittain Life Cycle Assessment (LCA) -ajatteluun, jonka keskeisenä tavoitteena on arvioida tuotteen ympäristövaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta. Tässä työssä LCA toimii viitekehystenä erityisesti jälkimarkkinatoimintojen, huollettavuuden ja modulaarisuuden merkityksen tarkastelussa, sillä tuotteen pitkä käyttöikä ja päivitettävyyden ovat keskeisiä tekijöitä kokonaisympäristövaikutusten vähentämisessä (Nunberg, 2025).

Jotta tämä on mahdollista tuotemodulaarisuus on huomioitava jo tuote- ja teknologia suunnittelussa, mutta se kantaa tärkeytensä aina asiakaspalveluosastolle saakka. Asiakaspalvelun on osattava tarjota tuotteen elinkaarta tukevia varaosa- sekä huoltoratkaisuja, jota ylläpitävät tuotteen käyttöikä sekä tässä tapauksessa tukevat esimerkiksi fossiilisista tai vetyhybridi polttoaineista siirtymistä täysvety ratkaisuihin. Oikea aikaisilla huolloilla sekä kestäväillä varaosilla ennalta ehkäistään laiterikkoja sekä tehdään tuotteesta kestävä pitkäksi aikaa. Opinnäytetyö haluaa siis ratkaisukeisyyden lisäksi tarjota perspektiiviä siihen, miten tärkeä kokonaisuus on eikä vastaavia ratkaisuja salli tehdä vain yhden osaston tutkimusnäkökulman perusteella.

1.4 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyön rakenne on kronologinen ja tämän intro-osuuden jälkeen työ esittelee kattavan kirjallisuuskatselmuksen. Tietoperusta esittelee tarkemmin edellisen vedynpolton markkinapotentiaaliin keskittyneen tutkimuksen ja sen tulokset sekä peilaa niitä tämän työn kannalta.

Tämän jälkeen työ käy läpi muut asiaan liittyvät sisäiset dokumentit ja löydökset, kertoen miten asiakaspaleluyksikön työt tällä hetkellä menevät sekä esittelee primäärin datan keruuprosessin löydöksineen. Tämä siis pitää sisällään aiemmin mainitut pienmuotoiset kyselyt varaosamyymien sekä huoltohenkilöiden näkökulmasta.

Kun data on esitelty ja sitä on punnittu aiemmin mainittujen teorioiden pohjalta, tunnistetaan läpi asiakaspalvelun tarpeet tässä kontekstissa. Tämä käsittää seuraavat kolme kategoriaa

1. Kriittiset varaosat (mm. kuluvat osat, fossiilisten polttoaineiden kannalta eroavat osat)
2. Sisäiset potentiaaliset koulutustarpeet (Varaosamyynnin ja huollon kannalta)
3. Ulkoiset koulutustarpeet (tarvitseeko asiakkaita kouluttaa modulaarisuuden tai vedyn polttamisen osalta, regulaatiokoulutukset jne.)

Kun edellä mainitut tekijät on tunnistettu ja eritelty tutkimus analysoi vielä jokaisen erikseen ja tekee jokaisesta osaltaan oman riskianalyysin. Riskianalyysin sekä yleisen kertomuksen perusteella, tutkimus järjestää nämä kolme tekijää kriittisyysjärjestykseen sen mukaan millä on suurin merkitys Oilonin asiakaspalvelutoiminnan sekä sen vastuullisuuden, että kannattavuuden kannalta.

Tämän pohjalta Oilon voi arvioida, mitä heidän tulisi tehdä ja miten, jotta mahdollinen vetyyn siirtyminen sujuisi jouhevasti myös tämän osaston kannalta.

Työn lopussa on johtopäätökset sekä yhteenveto, joista saa kollektiivisen kuvan siitä, miksi työ on tehty, miten se on toteutettu ja mitä sen avulla voitiin todeta.

2 Tietoperusta

Tämä kappale koskee tietoperustaa ja analysoi aikaisempaa tutkimustulosta samojen aihealueiden tiimoilta lisäten omat näkemykseni aiheesta.

Polttimien fyysinen rakenne heijastaa näitä toiminnallisia vaatimuksia. Tyypillinen suunnittelu sisältää suuttimet tai injektorit polttoaineen syöttöä varten, ilmareiät ja pyörteittäjät sekoituksen ohjaamiseksi, sytytysjärjestelmän, kuten pilottiliekin tai kipinälaitteen, ja anturit liekin läsnäolon ja vakauden valvomiseksi. Nestemäisten polttoaineiden kohdalla sumutus on välttämätöntä hienojen pisaroiden muodostamiseksi tehokkaan palamisen varmistamiseksi, kun taas kaasupolttimet perustuvat hallittuihin sekoitusstrategioihin kuumien pisteiden ja epätäydellisen palamisen välttämiseksi. Polttimien materiaalit valitaan kestävämmän korkeita lämpötiloja ja kemiallisesti aggressiivisia ympäristöjä, ja ruostumattomia teräksiä, nikkelpohjaisia seoksia ja keraamia käytetään yleisesti korkean rasituksen alueilla (Baukal, 2012). Vedyn käyttöönotto polttoaineena tuo mukanaan lisää materiaalihuomioita, sillä vety voi aiheuttaa terästen haurastumista, mikä puolestaan edellyttää kestävämpien seosten ja komposiittien valintaa (IEA, 2022).

Hyötysuhde on toinen polttimen suorituskyvyn määrittävä ominaisuus, joka ilmaistaan polttoaineenergian osuutena, joka muuttuu hyötylämmöksi. Häviöitä syntyy epätäydellisen palamisen, säteilijä- ja konvektiivisen lämmönvuodon sekä palamattomien hiilivetyjen kautta. Edistykselliset suunnittelut pyrkivät minimoimaan nämä häviöt porrastetun palamisen, laihan seoksen esisekoituksen ja lämmöntalteenottotekniikoiden avulla. Esimerkiksi regeneratiiviset polttimet ottavat talteen energiaa kuumista savukaasuista palamisilman esilämmittämiseksi, mikä parantaa hyötysuhdetta jopa 15–20 % perinteisiin kokoonpanoihin verrattuna (Smith ym., 2022).

Polttimien digitaaliset ohjausjärjestelmät optimoivat suorituskykyä entisestään säätämällä dynaamisesti polttoaineen ja ilman suhdetta ja valvomalla liekin ominaisuuksia reaaliajassa. Poltintekniikka edustaa kriittistä aluetta lämpöenergiatekniikassa, jossa yhdistyvät palamistieteet, virtausmekaniikka ja materiaalitekniikka hallitun lämmön tuottamiseksi teollisiin prosesseihin. Polttimen suorituskykyä arvioidaan paitsi sen kyvyllä muuntaa kemiallista energiaa lämmöksi tehokkaasti, myös sen kyvyllä ylläpitää liekin vakautta, minimoida päästöt ja sopeutua kehittyviin polttoainetyyppeihin.

Teollisuuden siirtyessä kohti hiilidioksidipäästöjen vähentämistä vetyä pidetään yhä enemmän keskeisenä tulevaisuuden polttoaineena, mikä vaatii merkittäviä teknisiä muutoksia polttimien suunnittelussa.

Polttimet toimivat sekoittamalla polttoainetta hapettimen, tyypillisesti ilman kanssa suhteissa, jotka mahdollistavat vakaan syttymisen ja jatkuvan palamisen. Prosessiin kuuluu sumutus eli kaasun sekoittaminen, sytytys kipinällä tai pilottiliekillä ja liekin vakautusmekanismit, jotka varmistavat tehokkaan lämmönvapautuksen (Müller ja Clausen, 2019). Polttimen geometria, ilmanjako ja turbulenssin muodostuminen ovat ratkaisevan tärkeitä täydellisen palamisen saavuttamiseksi ja epäpuhtauksien muodostumisen minimoimiseksi. Polttimen palamisprosessiin liittyy herkkä tasapaino polttoaineen ruiskutuksen, hapettimen syötön, kemiallisen kinetiikan ja virtausdynamiikan välillä. Vakaa palaminen edellyttää, että syötön nopeus on sovitettu oikein valitun polttoaineen liekin nopeuteen. Jos virtaus ylittää liekin nopeuden, tapahtuu läpilyönti; jos se on pienempi, voi syntyä takaisku, jolloin liekki etenee ylävirtaan sekoitusosaan (Lefebvre ja Ballal, 2010). Turbulenssia ja pyörrettä käytetään laajalti sekoittumisen parantamiseksi ja liekin ankkuroimiseksi vakaan paikkaan. Erityisesti pyörrepolttimet luovat sisäisen kierrätysvyöhykkeen, joka syöttää kuumia palamistuotteita takaisin liekin juureen ja vakauttaa siten palamista (Müller ja Clausen, 2019). Vedyn palaminen monimutkaistaa tätä prosessia poikkeuksellisen suuren laminaarisen liekinnopeuden vuoksi, noin 2,9 m/s verrattuna metaanin 0,4 m/s:iin, mikä tekee takaiskun estämisestä yhden keskeisistä teknisistä haasteista (Ditaranto ja Hals, 2021)

Perinteisesti polttimet on suunniteltu fossiilisille polttoaineille, kuten maakaasulle, polttoöljylle ja kivihiilestä peräisin oleville kaasuille. Maakaasu on edelleen yleisin polttoaine sen saatavuuden, korkean vedyn ja hiilen suhteen ja suhteellisen alhaisten päästöjen vuoksi (IEA, 2021). Öljypolttimia käytetään siellä, missä kaasuinfrastruktuuria ei ole saatavilla, sillä ne tarjoavat suuremman energiatiheyden, mutta myös korkeammat hiukkas- ja CO₂-päästöt (Zhou ym., 2020).

Uusia vaihtoehtoja ovat biokaasu, synteesikaasu ja nestemäiset biopolttaineet, jotka tarjoavat uusiutuvia energialähteitä, mutta vaativat suunnittelumuutoksia liekin vakauden ja kerrostumien muodostumisen varmistamiseksi (Mata ym., 2017).

Rakenteeltaan polttimet koostuvat tyypillisesti polttoainesuuttimesta, ilmarestä, sekoituskammiosta, sytytyslaitteesta ja liekinvalvontajärjestelmästä. Kaasupolttimissa on usein esisekoitus- tai diffuusiorakenteet, kun taas öljypolttimissa tarvitaan sumuttimia hienojen polttoainepisaroiden luomiseksi. Materiaalien on kestävä korkeita lämpötiloja ja syövyttäviä palamisympäristöjä, ja kestävyuden vuoksi käytetään usein seoksia ja keraamia (Baukal, 2012). Yhä useammin älykkäitä antureita ja digitaalisia ohjaimia, jotka esiteltiin aiemmin, integroidaan liekin ominaisuuksien valvomiseksi ja palamistehokkuuden optimoimiseksi reaaliajassa (Smith ym., 2022).

Tämä kaikki mielessä pitäen, vety on lupaava tulevaisuuden polttoaine polttimille, koska sen CO₂-päästöt ovat nolla käyttöhetkellä ja se on erittäin reaktiivista. Sen laaja syttymisalue ja suuri liekinopeus mahdollistavat tehokkaan palamisen, mutta asettavat haasteita takaiskun ja NO_x-päästöjen kannalta (Ditaranto ja Hals, 2021). Polttimien suunnittelussa on siksi oltava erityisiä sekoitusstrategioita, kuten laiha esisekoitus ja edistyneet jäähdytys- tai porrastetut palamistekniikat näiden riskien lieventämiseksi. Nykyinen tutkimus keskittyy olemassa olevien maakaasupolttimien jälkiasentamiseen vedyn sekoittamista varten ja erillisten vetypolttimien kehittämiseen teollisen mittakaavan sovelluksiin (IEA, 2022). Kun vedyn tuotanto uusiutuvista lähteistä kasvaa, vetyvalmiiden polttimien odotetaan olevan keskeisessä roolissa teollisuuslämmön hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä. Polttimen modulaarisuus tarkoittaa polttojärjestelmien suunnittelua keskenään vaihdettavina, standardoituina komponentteina, mekaanisina moduuleina ja sähkö- tai ohjausyksiköinä, jotka voidaan erikseen vaihtaa tai päivittää ilman koko polttimen kunnostusta. Tämä suunnittelufilosofia parantaa sekä toiminnan joustavuutta että päivitysvalmiutta. Esimerkiksi DURAG Group tarjoaa modulaarisen rakenteen omaavia teollisuuspolttimia, jotka mahdollistavat mekaanisten ja sähköisten osien erillisen vaihtamisen. Nämä polttimet ovat jo yhteensopivia vedyn kanssa ja optimoituja helppoon jälkiasennukseen, kun vetyinfrastruktuuri tulee saataville. (Durag 2025) Eristämällä komponentit huolto tai tuleva polttoaineen mukauttaminen esim. vedylle yksinkertaistuu ja muuttuu kustannustehokkaammaksi.

Honeywell korostaa myös puolestaan vastaavasti skaalautuvia ja modulaarisia ohjausjärjestelmiä vety sovelluksissa. Heidän vetyvalmiisiin ratkaisuihinsa kuuluvat modulaarinen laitosautomaatio, sekoitusyksiköt ja polttimien hallintajärjestelmät. kaikki suunniteltu kasvamaan tai mukautumaan kysynnän kasvaessa ja vedyn integroinnin laajentuessa (Honeywell 2025).

Tässä tutkimuksessa modulaarisuudella ei viitata mihinkään tiettyyn modulaariseen ratkaisuun tai olemassa olevaan modulaariseen projektiin, vain enemmänkin modulaarisuus käsitetään konseptina, joka sallii osien vaihtamisen toiseen täten vaihtaen polttimen toiminnallisuutta.

Yhteenvedona voidaan todeta, että polttimet ovat olennaisia polttolaitteita, joiden suunnittelussa on tasapainotettu hyötysuhde, päästöt ja polttoaineen sopeutumiskyky. Vaikka fossiiliset polttoaineet hallitsevat nykyisiä poltinsovelluksia, siirtyminen vetyyn tarjoaa sekä mahdollisuuksia että haasteita tulevaisuuden poltinsuunnittelulle sekä jälkimarkkinahuollolle. Materiaalien, digitaalisen ohjauksen ja palamisstrategioiden innovaatiot ovat välttämättömiä sen varmistamiseksi, että polttimet pysyvät keskeisenä tekijänä kestävässä teollisessa lämmöntuotannossa. Alla havainnollistava kuva lanssipoltimesta, joka on tarkoitettu esimerkiksi kaukolämpölaitoksiin, voimalaitoksiin sekä sellu- ja paperiteollisuuteen. Sen tehoalue on 1,5-58MW.



Kuva 1. Lanssipoltin. (Oilon 2025)

Kuten aiemminkin mainittu, kriittinen ilmastonmuutoskysymys on toiminut ajurina maailmanlaajuisista hiilidioksidipäästöjen vähentämisstrategioiden puskemisessa. Fossiiliset polttoaineet aiheuttavat noin 90 % hiilidioksidipäästöistä ja 75 % maailmanlaajuisista kasvihuonekaasupäästöistä. Tässä yhteydessä uusiutuvia energialähteitä hyödyntävien Power-to-X (P2X) tekniikoiden avulla tuotettu vihreä vety nousee kestäväksi vaihtoehdoksi perinteisille fossiilisille polttoaineille. P2X-tekniikat mahdollistavat vedyn tuotannon elektrolyysin avulla uusiutuvalla energialla, mikä tarjoaa tavan vähentää riippuvuutta hiili-intensiivisistä energialähteistä. (Nuuttila N. 2024)

Tämä tukee aiheen ajankohtaisuutta ja toimii todisteena siitä, millainen potentiaali sekä vastuu Oilonilla ja muilla lämmitysalan yrityksillä on taistella etulinjassa ilmastonmuutosta vastaan. Siinä missä aihe on tärkeä Oilonille, myös Oilonin asiakkaat ovat olleet kiinnostuneita vastuullisemmista ratkaisuista. Tämän puolesta puhuu Oilonin ja Oilonin asiakkain välitön reagointi Neste My bio-polttoaineeseen ja sen polttamisen mahdollistamiseen. Tämä toimi myös loistavana esimerkkinä siitä, että kun markkinoille tuodaan uusi ekologisempaa markkinoitu ratkaisu, joko Oilonin tai ulkoisen toimijan puolesta, miksi asiakaspalvelulla on yhtä suuri merkitys ekosysteemissä kuin teknologialla tai asiakkaalla. Tässä tapauksessa vedyn palamisnopeus ja liekin ominaisuudet poikkeavat merkittävästi fossiilisista polttoaineista (Züttel ym., 2004), joten mahdolliset uudet komponenttitarpeet ovat mahdollisia, etenkin liekinilmaisimen osalta, jotta liekki voidaan tunnistaa ja palaminen rekisteröidä oikein. Tämä luo myös tarpeen modulaarisille polttoratkaisuille, sillä perinteiset komponentit eivät välttämättä kestä vedyn korkeita palamislämpötiloja tai liekin epävakautta. Tämä toimi myös loistavana esimerkkinä siitä, miten paljon pienenkin muutoksen suunnittelu ja toteuttaminen vie aikaa ja miten hankala tarvetta on ennakoida ilman konkreettista tuntumaa kulutuksesta. Tästä vastaamaan joutui asiakaspalveluyksikkö, jolla usein ei ole ensikäden tietoa uusimmista innovaatioista tuotekehityksen vastatessa näistä asioista.

Täten kommunikaatio on kautta organisaation avainasemassa, sillä kaikki yksiköt palvelevat loppujen lopuksi samaa asiakasta. Koska vetyyn vaihtaessa vaikutus olisi mahdollisesti huomattavasti suurempi, on tärkeää, että asiakaspalvelulle annetaan avaimet ja riittävät resurssit ennakoida asiakastarpeita teknisestä näkökulmasta ja että kyseinen osasto saa teknologian tuen osana kehitystyötä palvellakseen asiakasta entistäkin paremmin, myös uudenaikaisissa olosuhteissa.

Tämä opinnäytetyö korostaa Oilonin kaltaisten yritysten tarvetta kehittää strategisia tiekarttoja P2X-teknologioiden integroimiseksi tuotetarjontaansa, erityisesti vetypolttimien ja puhtaiden polttojärjestelmien avulla. Tutkimus ehdottaa, että sen sijaan, että Oilon keskittyisi pelkästään laajamittaisiin tehosovelluksiin, sen tulisi hyödyntää olemassa olevaa asiantuntemustaan erityisissä kyvyissä ohjaamaan innovaatioita.

Tämä lähestymistapa on linjassa institutionaalisen teorian kanssa ja puoltaa asteittaista sopeutumista organisaation vahvuuksien ja markkina-almiuden perusteella. (Nuutila N. 2024) Jo pitkään, Oilon on ollut tunnettu asiakkaiden keskuudessa hyvästä palvelustaan, joten vaikka teknologiset lähtökohdat olisivat hyvät ja Oilon voisi niissäkin jo keskittyä siihen, mitä he parhaiten tekevät, on oleellista, että myös Service liiketoiminnassa Oilon osaa palvella asiakastaan ajantasaisilla ja oikeaoppisilla ratkaisuilla. Tämän ottaminen osaksi omaa opinnäytetyötä on tärkeää ja yksi vokaalipiste tutkimuksen ytimessä.

Markkinatutkimus suorittaa kattavan analyysin vihreiden vetyteknologioiden mahdollisista markkinoista ottaen huomioon kilpailutekijät, vetyyn liittyvät taloudet, mantereen luonnonvarat, niihin liittyvät riskit ja hallituksen aloitteet. Markkinoille pääsulle ehdotetaan kolmea strategista vaihtoehtoa, joista jokainen vaihtelee riskin ja lähestymistavan suhteen. Suositeltu strategia sisältää toiminnan aloittamisen kypsillä markkinoilla, jotka sijaitsevat maantieteellisesti lähellä uusiin teknologioihin liittyvien riskien minimoimista, minkä jälkeen asteittainen suotaisiin mahdollinen laajentuminen epävakaimmille ja epäkypsemille markkinoille. Vihreiden vetyteknologioiden käyttöönoton helpottamiseksi opinnäytetyö korostaa modulaarisen tuotesuunnittelun ja vetysekoitusten käytön merkitystä. (Nuutila N. 2024) Modulaarinen tuotesuunnittelu on keskeinen strategia, kun pyritään hallitsemaan tuotekategorian monimuotoisuutta ja tehostamaan varaosalogistiikkaa. Ulrich ja Eppinger (2020) korostavat, että modulaariset ratkaisut mahdollistavat osien vaihdettavuuden ja huollettavuuden, mikä lyhentää seisokkiaikoja ja tehostaa varaosatoimintuksia, myös varastoinnin tarve muuttuu ja kustannustehokkuus paranee.

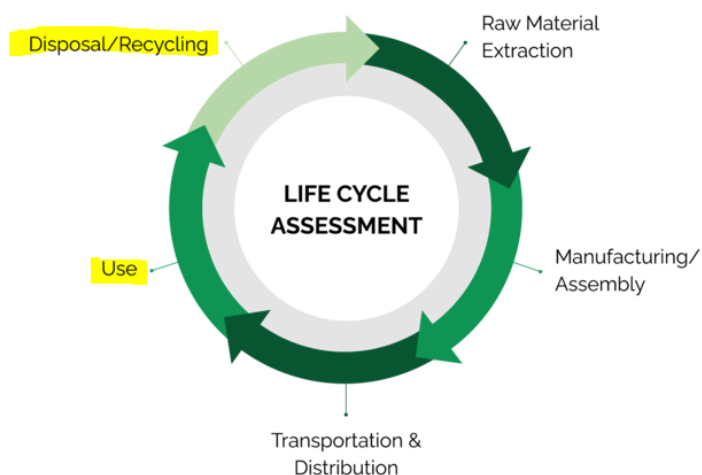
Baldwin ja Clark (Stefano ym., 2000) lisäävät, että modulaarisuus tukee myös tuotekehityksen nopeutta ja muunneltavuutta, keskeisiä ominaisuuksia nopeasti muuttuvissa teknologioissa, kuten vedyn polttamisessa, jonka regulaatio ja teknologiset kehitykset elävät jatkuvasti. Vetypolttimien kohdalla modulaarisuus voi tarkoittaa esimerkiksi vaihdettavia suutinpaketteja, palotilan vuorauksia tai sytytysjärjestelmiä, jotka voidaan huoltaa tai päivittää ilman koko laitteen uusimista. Näin voidaan hyödyntää olemassa olevia komponentteja sekä madaltaa asiakkaan kynnystä testata uusia, innovatiivisia ratkaisuja ilman mittavia ensi-investointeja. Gajardelli jakaa jälkimarkkinapalvelut reaktiivisiin ja ennakoiviin palveluihin. Modulaariset polttimet mahdollistavat ennakoivan huollon helpommin, sillä komponenttien vaihtovälejä voidaan arvioida tarkemmin ja varaosat voidaan suunnitella vakioiduiksi. (Gajardelli ym. 2007)

Oilonin alalle reaktiivisuus ei toimi kuin vain ääritilanteissa, kuten reklamaatiotilanteissa. Muulloin riskit seisokeille ja asiakkaan tuotantotoimintojen pysähtyminen aiheuttaa mittavia kustannuksia. Huomioimalla modulaarisuus tuetaan LCA periaatteita ja pidennetään olemassa olevan laitekan-
nan käyttöikä, ja sitä myöten vähennetään ylikulutusta sekä ylimääräisen jätteen syntymistä, etenkin muuten toimivien polttimien osalta.

Integroimalla vetyä olemassa oleviin polttoaineisiin, kuten maakaasuun, yritykset voivat puoles-
taan hyödyntää nykyistä infrastruktuuria, vähentää kustannuksia ja alentaa esteitä uusien teknolo-
gioiden käyttöönotolle. Tämä siirtymävaiheen lähestymistapa mahdollistaa oppimiskäyrän kehittä-
misen ja lisää asiakkaiden tietoisuutta, mikä tasoittaa tietä puhtaiden vetypolttajärjestelmien
kaupallistamiselle. (Nuutila N. 2024)

Varaosatoiminnan tehokkuus on tärkeää, kun pyritään minimoimaan asiakkaan tuotantokatkoksia
ja maksimoimaan laitteiston käyttöaste sekä myöskin polttimen käyttöikä. Cohen ym. (2006) osoit-
tavat, että palveluvaraston optimointi ja kysynnän mallinnus ovat keskeisiä erityisesti teknologia-
muutoksissa, joissa huoltohistoriaa on vähän. Oliva ja Kallenberg (2003) painottavat puolestaan,
että valmistavien yritysten on kehitettävä huolto- ja elinkaaripalveluitaan osana arvonluontia. Tä-
män lisäksi rauhallisempi implementaatio tahti mahdollistaisi niin sisäisen kuin ulkoisen oppimis-
käyrän edistämisen niin asiakkaiden kuin valmistajien parempaa tuotetuntemusta sekä sallisi vetyinfra-
struktuurin vaiheittaisen kypsymisen pienentäen käyttöönotto- sekä käyttökustannuksia asiakkaan
päässä.

Tämä opinnäytetyö ratkaisussaan keskittyy etenkin LCA analyysin ”käyttö” eli ”use” vaiheen piden-
tämiseen, jotta asiakkaan ei tarvitsisi polttoainetta vaihtaessa vaihtaa koko laitetta, vain osia jat-
kaakseen sen elinkaarta ja toimintaa. Myös alla olevan kuvan 1. disposal/recycling saisi tässä yhtey-
dessä uuden merkityksen, kun vanhan polttiminen ”hävittäminen” vaihtuisikin
uudelleenkäyttämiseksi muutosten myötä ja tarvittaessa mokattavuus sallisi vielä muutoksen ta-
kaisin alkuperäiseen muotoonkin olosuhteiden muuttuessa. Eli kohdennettu hyöty täsmentyisi
tuotteen elinkaaren häntäpäähän taktikoidusti pidentäen itse käytettävyyden ajanjaksoa. Tämän
myötä totta kai, myös raaka-aine ja materiaalit tarpeet vähenisivät ja niihin liittyvä logistiikka sen
myötä, kun kokonaisten polttimien sijaan voitaisiin vastuullisesti muokata olemassa olevaa yksilöä.



Kuva 1. LCA kuvattuna saadun hyödyn ydinkohdat (Nunberg. S. 2025)

Uuden teknologian, kuten vedyn polttamisen, käyttöönotto vaatii koko organisaation valmistautumista. INCOSE:n Systems Engineering Handbook (2023) korostaa, että muutos ei koske vain tuotetta, vaan myös niin sanottuja Service-toimintoja kuten huoltoa, varaosalogistiikkaa, henkilöstön osaamista ja asiakastukea. NASA (2016) tukee tätä näkökulmaa todeten, että näin suuri järjestelmätason muutos vaatii eri sidosryhmien osallistamista aina suunnittelusta ylläpitoon, jotta jalkautus toteutuu kokonaisuudessaan. Vety-polttimet eivät ole vain ekologisia innovaatioita vaan ne ovat myös asiakaspalvelun ja käyttökokemuksen uudelleenmäärittelyn paikka.

Customer Experience sekä PSS - kirjallisuus korostaa, että asiakkaan kokema arvo ei rakennu pelkästään tuotteen ominaisuuksista, vaan se koostuu prosessikokonaisuudesta aina ostamisesta ja omistamisesta huoltoon ja niihin liittyvistä kokemuksista (Andajani, 2015; Kim & Yu, 2016). Vety-polttimien kohdalla tämä indikoi, että asiakas kokee turvallisuuden, luotettavuuden ja helppouden huollon sekä asiantuntevan tuen kautta sekä saa varaosia kohtuullisessa ajassa vian ilmenemisestä. Tämä puolestaan tarkoittaa Oilonille konkreettisesti sitä, että esimerkiksi varaosapäällikön, huoltopäällikön ja asiakaspalvelun on osallistuttava uuden teknologian jalkauttamiseen jo kehitysvaiheessa, jotta palvelukapasiteetti aina osaamisesta valmiuteen ja kyvykkyyteen vastaa uuden poltin teknologian tarpeita. Siksi myös tämän puolen huomiointi osana vety-polttimien potentiaalinen tutkimista on tärkeää.

3 Kysely ja kenttäkokemuksen kartoittaminen

3.1 Kyselyn toteuttaminen

Kyselyyn valikoitui osaajia kolmelta eri ASP sektorilta: varaosamyynnistä myynnin vetäjä, sekä pitkän uran varaosamyynnissä tehnyt myyjä, huoltopuolta puolestaan kommentoi aiemmin huoltomiehenä toiminut, ja nykyään huoltopäällikön virkaa edustava sisäinen ammattilainen sekä viimeimpänä on asiakaspalvelun uusi, vuonna 2024 aloittanut osastopäällikkö. Lisäksi kysely on lähtenyt huoltomiehille sekä teknologiapäällikölle, joiden kaikkien tekninen näkemys ja kenttäkokemus on katsotaan tärkeäksi osana tutkimusta. Tarkoituksena on kartoittaa näiden kolmen kriittisen asiakaspalvelu toiminnon tarpeita, ajatuksia sekä näkemyksiä sekä asiantuntemusta, että johtaja tasolla. Idea on myös saada pitkän Oilon uran ammattilaisia tähän mukaan, mutta myös tuoreempaa Oilonilaista, tuomaan ns. ulkopuolista perspektiiviä.

Kysymykset ja niiden tarkoitukset ovat listattu liitteinä nimikoituihin taulukkoihin 1-3 ja niiden vastaukset esitetään tekstimuodossa osana tätä kappaletta. Kysymykset ovat avoimia, jotta niistä saadaan laajempaa keskustelua ja kvalitatiivista sisäistä tutkimusdataa. Vastaajat itse pysyvät anonyymeina, vain heidän tittelinsä on paljastettu osana luotettavuuden tukemista. Kysely on tehty Google Form:ssin välityksellä, mutta yksityisyyden takaamiseksi henkilökohtaisia vastauksia ei julkisesta, vaan niistä tehdyt löydökset tiivistetään osana tätä kappaletta ja yksittäisiä lainauksia, joista kirjoittajaa tai hänen suoraa asemaansa ei voida tunnistaa, on lisätty tuomaan kontekstia osaksi tätä kappaletta. Kysymystaulukot löytyvät työn lopusta.

Kysymyksiä on kolmessa sarjassa, joista ensimmäinen koskee varaosamyyniä ja johon vastaajia on kaksi, esihenkilö sekä asiantuntija. Ensimmäisen kysymyssarjan on määrä kartoittaa varaosiin liittyviä tarpeita mm. ennustamisen haasteiden, tärkeiden komponenttien, toimitusvarmuuden, varastostrategian, myyntimallien sekä tietotaidon osalta.

Varaosamyynnille spesifejä kysymyksiä oli kuusi. Ensimmäinen kysymys pyytää vastaajaa arvioidaan tulevaisuuden varaosakysyntää vetypolttoratkaisuille verrattuna perinteisiin polttoratkaisuihin. Vastaukset puhuvat puolestaan sillä jokainen niistä uskoi kysynnän kasvavan hiilineutraalisuuden sekä ilmastotavoitteiden myötä, siinä missä kysyntä itse vihreälle vedyllekin kasvaa.

Toinen kysymys käsittelee sitä, miten yrityksen kriittiset varaosat koetaan nyt, ja odotetaanko vetypolttimissa törmättävän samoihin osiin. Tämän hetken fokus ovat selkeästi sytytuselektrodit ja -johdot, palopäiden jatkeet, kytkimet, magneettiventtiilit, liekinilmaisimet, pumpput, releet ja suuttimet. Nykyisellään vastausten perusteella pääpaino on ollut mekaanisissa- ja sähkökomponenteissa, kun taas vetypolttimien suhteen ennuste olisi, että kriittiset osat kuuluisivat pääosin vain sähkösiinikomponentteihin. Kolmas kysymys koskettaa ennakoivasti ennustusta siitä, nähdäänkö varaosien saatavuudessa tai toimitusketjussa haasteita vetypolttimien osalta. Tämä kysymys selkeästi tuottaa vielä suuria kysymysmerkkejä, eikä tähän suoraa vastausta tässä vaiheessa ole. Vastajat eivät kuitenkaan usko haasteita syntyvät, sillä näkyvässä on jo se, että se missä vedyn suosio on kasvanut, on vahvistusta saatu myös vedyn käyttöön liitettyjen komponenttien ja materiaalien saannissa sekä tuottamisessa. Kun varaosapuolelle esitettiin kysymys, miten varaosien varastointitarpeet muuttuvat, kun siirretään vihreän vedyn polttamiseen, ovat vastaukset kaksijakoisia, niitä kuitenkin yhdistää se että, suuria muutoksia ei ole odotettavissa. Kriittisten mekaanisten osien poisjääminen tulisi pienentämään varastoitavien osien määrää, mutta vanhojen polttimien ollessa kentällä parhaillaan vielä vuosikymmeniä eteenpäin, on myös muiden polttimien osia pidettävä varastossa kuten aiemminkin. Toisin sanoen, määrällisesti muutos ei olisi suuri, mutta variaation olisi ennustettu varastonimikkeissä kasvavan. Seuraavana teemana käsiteltiin asiakaskoulutuksen sekä -tiedon tason vaikutusta varaosamyyniin ja asiakaspalvelun yksikköön vetyteknologian osalta. Tähän on vastaajilla ollut yksimielinen päätös: merkitys on kriittinen ja tiedotus korvaamattonta. Nykyisellään asiakkaat ja etenkin huoltoliikkeet tuntevat polttimet sekä niiden toiminnan, jonka ennustetaan helpottavan toimintaa entisestään.

”Asiakaskoulutukset ja tiedottaminen asiakkaille on tärkeää. Näin asiakkailta on jo itsellään vahva tieto /taitopohja varsoista siirryttäessä vetyteknologian pariin. Helpottaa varaosamyyniä ja toiminta”

Kun kyselyssä tiedusteltiin varaosamyynnin muodosta, eli miten ennustetaan varaosia myytävän jatkossa, huoltopakettina vai yksittäisinä varaosina, oli pääpaino ennustettu jatkuvan kuten nykyään eli yksittäisinä varaosina. Kuitenkaan huoltopakettien menekkiä ei ole täysin suljettu pois. Tämä auttaa ASP osastoa suunnittelemaan millaisia määriä ja millaisissa muodoissa varaosia tulisi varastoida ja tarjota. Se vaikuttaa myös siihen, miten varaosasuosituksia kannattaa muodostaa ja miten osien kulumisen vaikuttaa muiden osien vaihto- tai huoltotarpeisiin.

Toinen sarjasta käsitteli huollon tarpeita ja näkökulmaa. Tässä osassa kysymyksiä oli kuusi ja niiden tarkoitus oli selvittää tarvittavia resursseja, koulutus tarpeita, tietotaitoa sekä operatiivisia että teknisiä eroja vedyn ja muiden polttimien välillä.

Ensimmäisenä huollon kysymyksissä kartoitettiin millaisia ovat tai olisivat suurimmat huoltohaasteet vihreän vedyn polttoratkaisuissa muihin verrattuna. Vastauksissa korostuu se, että tiukemmat määräykset sekä vetytoltin komponenttien mahdolliset erot tulevat aiheuttamaan mahdollisia haasteita alkuun, mutta pidemmän päälle näiden ei uskota olevan este. Toki epävarmuutta tuo mukaan tämä tiukka ja edelleen mukautuva lainsäädäntö, johon yrityksen ei aina ole mahdollista ennakoita. Kuten aiemmin mainittu, tällä alalla ja etenkin jälkihuollon puolella ennakoitavuus on toiminut isona valttina toiminnossa kuin toiminnossa ja sillä on aina ollut asiakaspalvelun tason kannalta merkittävä rooli. Toisena kysymyksenä kysyttiin miten huoltotiimin osaamisvaatimukset tulisivat muuttumaan ja tässä puolestaan tulee uudelleen ilmi se, mitä myös asiakastasolla osattiin varaosamyynnin puolella arvostaa: riittävä tietämys ja osaaminen. Huoltoapuolella riskeinä ovat vahingot ja onnettomuudet, joten vetyyn liittyvät erikoisvaatimukset on koulutettava henkilöstölle sekä huoltoliikkeille erittäin perinpohjaisesti. Tämä on tärkeä nosto, sillä työssä toimitaan kuitenkin tulen ja polttoaineiden kanssa, joten työskentelyyn liittyy vahvasti myös osaamiseen liittyvät riskit, ja potentiaalinen vahinko voi olla erittäin mittava. Kun osaamistarpeet on kartoitettu, tiedusteltiin erikoistyökalujen tarpeellisuutta, mutta tähän ei vielä suoraan osattu vastata. Ennakko oletus oli, että jotain erikoistyökalutarpeita saattaisi ilmetä, mutta tarkempaa tietoa ei niistä tällä hetkellä ole ennakoivasti antaa.

Seuraava kysymys käsitteli huoltoväliä ja sen mahdollista muutosta polttoaineen ollessa vety. Tähän ennakoitaan vaihtelua, eli on tapauksia, joissa huoltoväli pitenisi, mutta on myös tilanteissa, joissa huoltoja voidaan tarvita aiempia enemmän.

Asiakkaiden suhtautumisen koetaan kuitenkin kyselyn perusteella myös huollon näkökulmasta olevan positiivinen ja kiinnostunut. Uusille huoltosopimuksille nähdään tarve, etenkin jos asiakkaalla ei itsellään ole aiempaa kokemusta vedyn polttamisesta.

”Koska vety on puhdas polttoaine, luulen että huoltovälit saattavat pidentyä ainakin itse polttimen osalta, koska se ei likaannu. Venttiilien ja muiden komponenttien huoltoväli voi mahdollisesti, jopa lyhentyä, koska käsittääkseni vety on ”ohutta” ja venttiilien pitävyys tulee luultavasti varmistaa useammin. Lisäksi vety on räjähdysherkkää, joten vuotojen etsintään ja laitteistojen tiiveyteen pitää suhtautua vakavuudella.”

Myös kolmannessa kysymyssarjassa oli viisi yleistä kysymystä ja ne yleisesti asiakaspalvelun asiantuntija henkilöstölle sekä teknologiapäälliköille. Niillä kartoitetaan enemmän asiakasprofiilia ja -tutumuksia, arvioidaan tukitarpeen määrää sekä selvitetään koko asiakaspalveluyksikön kehitystarpeita.

Kysymyssarjan ensimmäinen kysymys käsitteli sitä, miten ESG tietoisena tyypillinen asiakas koetaan, kantavatko he huolta ympäristöstä ja vastuullisuudesta. Vastaukset olivat tässä yhteneviä, ja kaikki vastanneet kokevat, että nykyinen asiakas on vastuullinen ja ympäristötietoinen. Etenkin isoimmat yritykset panostavat ESG teemoihin omassa toiminnassaan. Tyypillisen asiakkaan päätyminen vetypolttaineeseen uskotaan perustuvan muun muassa seuraaviin tekijöihin: vastuullisuus ja päästöjen vähentäminen, hiilineutraalisuus, imago sekä ympäristöasiat yleisesti, sekä hinta ja potentiaaliset ulkopuoliset kannustimet, jotka rohkaisivat vedyn käyttämiseen. Voidaan siis sanoa, että asiakkaiden motivaatio on usein ympäristölähtöinen, mutta myös hintatietoisuudella on merkityksensä valintaa tehdessä. Kuitenkin vastauksista käy ilmi se, että asiakastukea tullaan tarvitsemaan aiempaa enemmän käyttöönottojen tueksi, sillä teknologia on uusi. Siirtymävaihe tulee siis huomioida ja tarvittava tuki, koulutus ja tiedonjako on huolehdittava Oilonin toimesta.

Modulaarisuus, joka aiemmassa tutkimuksessa teknologian kannalta sekä markkinapotentiaalia tutkiessa nousi erittäin potentiaaliseksi kannusteeksi, jakaa asiakaspalveluyksikössä kuitenkin mielipiteitä. Osalle vastaus on yksinkertainen, että modulaarisuus madaltaa kynnystä vetyyn siirtymiseen, kun se esitellään asiakkaalle oikein ja oikea-aikaisesti, kun taas osa vastanneista on sitä mieltä, että tämä auttaa enemmän huollon toimintaa kuin asiakkaan päätöksen tekoa.

Kuitenkin PSS eli Product to Service Model puoltaa sitä, että jo kun nämä asiat huomioidaan jo tuotesuunnitteluaiheessa, asiakastyytyväisyys kasvaa. Kuten myös aiemmin esitellyt, tämä mallin ydin on se, että kun tuotesuunnittelu ja palvelusuunnittelu kulkevat rintarinnan, silloin todistetusti ostetun tuotteen arvo toteutuu paremmin – arvo ei siis itsessään ole sidottu tuotteeseen vaan siihen palveluekosysteemiin, jonka ostaja saa tuotteen ostaessaan käytön tueksi. Maailmassa, jossa tuotteita ja järjestelmiä on helppo kopioida, voi erinomainen asiakaspalvelu toimia yrityksen epä-reiluna ja vaikeasti kopioitavana kilpailuetuna. Aihe on ympäri organisaation puhuttava ja kyselyn ”sana vapaa” kenttä kyselyn päätteeksi sai asiantuntevia nostoja, joista korostui turvallisuusvaatimusten huomiointi sekä komponenttimuutokset.

” Vedyin käytön turvallisuusvaatimukset ovat luultavasti huomattavasti tiukemmat, kuin perinteisillä polttoaineilla. Polttimen ovat luultavasti helpohkoja saada toimimaan vedyllä mutta muut komponentit ja ympäristö polttimen ympärillä luultavasti muuttuu hieman, kun vaihdetaan perinteisistä polttoaineista vetyyn.”

On siis selvää, että aihe herättää keskustelua ja tutkimukseen halutaan tehdä tärkeitä ja asiantuntijuutta osoittavia nostoja myös kysymysten ulkopuolelta. Tämä puolestaan kertoo siitä, että ai-
hetta on aiemminkin mietitty ei vain teknologian näkökulmasta, vaan ehkä juurikin aiemman Nuuttilan (2024) tutkimuksen innoittamana pohdintaa on haluttu aloittaa myös asiakaspalveluyksikön näkökulmasta.

3.2 Kyselyn tulosten ja sisäisten toimintojen arviointi

Kuten missä tahansa teknologiaratkaisuissa niin myös modulaarisissa järjestelmissä, kuten vety-
polttimissa, varaosien hallinta on strategisesti tärkeää erityisesti silloin, kun uusia innovaatoratkai-
suja tuodaan markkinoille. Varaosasuosituksen laatiminen asiakkaille perustuu usein laitteiston
kriittisyysanalyysiin, käyttötuntien seurantaan ja kokemuksiin kentältä (Cohen ym., 1997). Korkean
kriittisyyden osia, kuten suuttimia, antureita tai polttimen ohjausyksiköitä, suositellaan usein va-
rastoitavaksi joko asiakasvarastossa tai palveluorganisaation huoltopisteellä. Vastaavasti harvem-
min vikaantuvia tai niin sanottuja C-osia ei yleensä varastoida paikallisesti, vaan niiden saatavuus
taataan keskitetyn logistiikkaketjun kautta. (Kilger & Standler, 2015)

Varastonkiertonopeus toimii tehokkuuden mittarina ja auttaa optimoimaan sekä varaston kokoa että investointeja, sekä varastoon sidottuja euroja. Modulaarisuuden etuna on, että saman osan voi suunnitella soveltumaan useaan eri poltintaratkaisuun, mikä yksinkertaistaa logistiikkaa ja pienentää varaosavalikoiman hajontaa (Ulrich & Eppinger, 2020). Tämä ei kuitenkaan poista tarvetta tarkalle käyttödatalle ja huoltovälien selvittämiseksi. Käytännössä huoltoväli voi vaihdella käyttötuntien mukaan, esimerkiksi sadoista tunneista tuhansiin tunteihin tai perustua vuosihuollon yhteydessä tehtäviin toimenpiteisiin. Nämä luovat usein tarpeen erilaisille huoltosopimuksille, joissa huollon kesto, varaosien saatavuus ja huoltomiehen vasteaika on määritelty etukäteen. Kyselyn tuloksena on todettu, että vetypolttimilla osa huoltoväleistä tulee pitenemään puhtaan palamisen myötä, kun taas osa komponenteista joudutaan tarkistamaan ns. nykyisten markkinoiden peruspoltinta useammin.

Siirryttäessä vetyteknologioihin, yrityksen sisäinen dokumentaatio, mukaan lukien edellä mainitut varaosasuositukset, huoltomanuaalit, strategiadokumentit ja markkinointimateriaalit, näyttävät ehdottoman keskeistä roolia siirtymän hallinnassa. Tekninen dokumentaatio on päivitettävä vastaamaan uuden teknologian ominaisuuksia ja huoltotarpeita kuitenkin hävittämättä historiatietoa aikaisemmista poltintalleista tai muista modulaarisuuden tuomista ratkaisuista. Samanaikaisesti palveluorganisaation tulee sisäisesti kehittää prosesseja, jotka huomioivat vetykäytön turvallisuusvaatimukset, koulutustarpeet ja asiakasrajapinnan uudet vaatimukset (INCOSE, 2023; NASA, 2016). Polttimien kanssa toimiminen, mm huollot ovat jo valmiiksi luvanvaraista toimintaa, joten Oilonin onneksi koulutettava kumppanikenttä on täten hieman kapeampi, kuin se ehkä muuten olisi, jos luvanvaraisuutta toiminnassa ei olisi. Tukea varastofunktioille voi saada esimerkiksi ABC – analyysistä (Virtanen. T. 2018), jossa A-luokka on korkean arvon ja/tai korkean kriittisyyden osat, joita on pidettävä varastossa ja huolehdittava nopeasta toimituskyvystä, B-luokka on keskimääräisen arvon ja käytön osat, jotka voidaan tilata ennakoivasti huoltojen yhteydessä. C-luokka on halvat ja harvoin vaihdettavat osat, jotka toimitetaan tarpeen mukaan tai keskitetysti.

Alle on luotu esimerkin omaisesti ABC – analyysi havainnollistamaan, miten sen avulla voidaan tukea varaosatoimintojen kannattavaa toimintaa. Analyysi on pidetty tiivistettynä, jotta se ei vahingoita tapausyrityksen asiakaspalveluyksikön strategista kilpailukykyä (mm. tarkat hankintahinnat tai varaosasuunnitelmat), mutta kuitenkin kuvittaa tutkimuksen aiemmin kuvattuja löydöksiä. Analyysi itsessään perustuu täysin kirjoittajan omaan kokemuspohjaiseen osaamiseen pitkään Oilonilla työskennelleenä.

Taulukko1: ABC-Analyysin esimerkki (pohja Virtanen. T 2018)

Varaosan nimi	ABC – luokka	Kustannus esimerkki	Saatavuus vaatimus	Huomioita
Tiivistesarja	B	Matala-arvoinen tuote	Korkea	Varauduttava öljypoltinta nopeamaan kulumiseen, voidaan toimittaa erissä
Venttiilit	B	Keskiarvoinen- tuote	Korkea	Varauduttava öljypoltinta nopeamaan kulumiseen, voidaan toimittaa erissä
Liekinilmaisain	A	Keskiarvoinen- tuote	Kriittinen	Tutkittava tarvitaanko erikoismalli, poltin ei toimi ilman oikeanlaista liekinilmaisinta
”Vetypoltin” tekstikilpi	C	Matala-arvoinen tuote	Ei-kriittinen	Puuttumisella ei välitöntä vaikutusta toimintaan, vaihdetaan tarvittaessa / polttoaineen vaihtuessa modulaarisissa ratkaisuissa

Markkinointimateriaaleissa ja myynnin tukidokumenteissa on suositeltavaa korostaa uuden vetypoltinteknologian elinkaarikustannuksia, varaosien saatavuutta ja huollon tehokkuutta, erityisesti silloin, jos teknologiaa esitellään teollisuusasiakkaille, joille huollon ennustettavuus on merkittävä kilpailutekijä. Tämä vaatii sisäistä yhteispeliä tuotekehityksen, huollon, varaosalogistiikan ja markkinoinnin välillä. Onnistunut siirtymä uuteen teknologiaan ei tapahdu pelkästään teknisen osaamisen avulla, vaan se edellyttää organisaation sisäistä koordinaatiota ja selkeää strategista viestintää eri toimintojen ja osastojen välillä (Ulrich & Eppinger, 2020).

Vaikka tämä pohdinta nojaa paljon kaupalliseen kannattavuuteen, on sillä teknologisesta näkökulmasta tärkeä merkittävyys onnistuneen innovaatioimplementoinnin kannalta niin sisäisten- kuin ulkoisten sidosryhmien kannalta.

Ottaen huomioon aiemmat löydökset sekä aiemmin eriteltyt teknilliset tutkimusteoriat, vetyteknologian yleistyessä Oilonille on oltava vahva paine ja halu kehittää huoltotoimintaansa ennakoivaan ja modulaarisuutta hyödyntävään suuntaan. Tämä vaatii paitsi teknologisia ratkaisuja, mutta myös tarkkaa sisäistä organisointia ja datalähtöistä päätöksentekoa unohtamatta ASP osaston keskeisiä ja tässä opinnäytetyössä esitettyjä tarpeita. Asenteet vihreään teknologiaan rakentuvat niin tietoisuudesta kuin kokemuksesta (Schwartz & Krarti, 2022). Kun tekninen järjestelmä siirtyy kohti vetyä, asiakas tarvitsee enemmän selkeää tietoa mm. miksi huolto on tärkeää, miten se vaikuttaa polttimen oletettuun käyttöikään tai miten modulaarisuus auttaa innovaation käyttöönottoon liittyvän kynnyksen madaltamisessa sekä infrastruktuurihaasteissa. Tässä vaiheessa asiakaspalvelun rooli avustajana ja oppaana korostuu entisestään. Asiakslähtöiset huoltosopimukset, joita tukee tehokas varaosalogistiikka ja ajantasainen dokumentaatio, voivat muodostaa kilpailuedun erityisesti aloilla, joissa laitteiden käyttökatkojen kustannukset ovat korkeat. Modulaarisuuden ja järjestelmälähtöisen suunnittelun hyödyntäminen mahdollistaa Oilonille tehokkaan skaalaamisen, mutta vain, jos organisaation sisäiset prosessit ja viestintä tukevat tavoitetta ja osastot pystyvät keskenään tiiviiseen ja aktiiviseen yhteistyöhön. Koska etenemisen on suositeltu olevan vaiheittaista, on tärkeää ei vain teknologian välittää uutta tekniikkaa markkinoille, vain myös asiakaspalvelun yksikön välittää kentältä saatuja palautteita takaisin tuotekehitykseen, jotta jatkumo saadaan toteutumaan tehokkaasti ja kustannukset, sekä asiakastyytyväisyys mielessä pitäen.

3.3 Kyselyn tulosten vertaaminen tietoperustaan

Tutkimukset osoittavat, että aktiivinen tukipalvelu ja koulutus parantavat uuden teknologian käyttöönottohalukkuutta (Schwartz & Krarti, 2022; UTAUT-malli, Koivumäki ym., 2015).

Oilonin näkökulmasta tämä merkitsee investointia sekä sisäiseen osaamiseen että asiakaspalveluun, joita ovat mm. sisäinen koulutus koko henkilöstölle: myyjät, tekninen tuki, huolto- ja asiakaspalvelu saavat yhtenäisen, modulaarisuutta, huoltovälejä ja turvallisuutta kuvaavan koulutusmallin. Asiakslähtöinen dokumentaatio ja palvelupolku: käyttöoppaat, esimerkit, FAQ, ohjevideot ja huoltosopimukset, joissa korostetaan modulaarisuuden etuja ja huoltovälien merkitystä. Palautteen kerääminen ja jatkuva oppiminen: asiakaspalautteen systemaattinen keruu (esim. kyselyt huollon jälkeen), analyysi ja oppimisen hyödyntäminen palvelukehityksessä.

Kyselylomakkeen pohjalta voidaan huomata, että aihe on sisäisesti ajatuksia jakava ja tietynlaista epävarmuutta aiheen ympärillä selkeästi on. Selkeitä kulmakiviä, jotka vastauksissa korostuvat ovat regulaation jatkuva mukautuminen ja kehittyminen. Tilanteet voivat muuttua äkillisesti ja se luo suuria riskejä toiminnalle. Tämän voidaan ennakoida vaikuttavan myös asiakkaan päätöksen tekoon yhdessä aiemmin mainittujen valinta-ajureiden kanssa. Kirjallisuuskatselmuksen tavoin, olisi parempi, että oppiminen ja käyttöönotto tapahtuisi alkuun strategisesti ja lähellä Oilonin olemassa olevia, paikallisia huoltoverkkoja. Tämä sallisi helpommat kenttäkoulutuksen, nopean reagoinnin muutoksiin ja mikäli osia tarvitsee vaihtaa tai lähettää uudelleen kentälle, olisivat matkat lyhyempiä sallien nopeamman ja vähemmän saastuttavan logistiikan. Kun jotain opitaan vasta ensimmäisiä kertoja, on virheiden riski aina olemassa, joten lyhyet etäisyydet sallisivat myös sellaisten korjaamisen ripeämmin.

Koulutustarve tulee alkuun olemaan suuri ja mikäli regulaatio elää vetytalouden kasvaessa, koulutustarve tulee olemaan jatkuva niin sisäisesti kuin ulkoisesti. On mahdollista, että regulaatio iskee myös teknologisesti laitteisiin eikä vain toimintamalleihin, joka nostaa kynnystä vaihtaa polttoainetta. Kirjallisuuskatselmuksessa on myös käsitelty se, että miten laaja vaikutus regulaatiolla on ja se näkyy myös tässä, mikä tosittaa sitä, että innovaatioon tarttuminen hidastuu varmasti tästä joutu.

Vaikka modulaarisuus on Oilonin sisäisesti jakanut mielipiteitä, kirjallisuuskatselmuksen mukaan se on kuitenkin mahdollistava ja siirtymää tukeva toimintamalli, etenkin niin kauan kuin epävarmuustekijät ovat suuret. Hyöty olisi niin Oilonin sisäistä kuin asiakaskohtaista. Varaosille on helpompaa, mikäli modulaarisuus toteutuu ja siirtyminen olisi vaiheittaista. Service voisi tällöin käyttää tuttuja ratkaisuja ja toiminto sekä asiakas kerrallaan lähteä kokeilemaan kestävämpää ja vihreämpää polttamismallia. Täysin uusien ratkaisujen luominen tarkoittaisi myös Service-liiketoiminnalle mittavia muutoksia mm. toimittajakannassa, komponenttivalinnoissa, koulutustarpeissa sekä varastointitarpeissa, eikä siirtyminen ilman tarkkaan harkittua testausta ja soveltuvaa infrastruktuuria olisi kannattavaa.

Mikäli muutos tehtäisiin, mutta jälkimarkkinat sivutettaisiin, olisi riskinä pian iso kasa käyttökelvottomia polttimia niiden huoltohaasteiden takia. Puuttuvat tai väärät varaosat aiheuttaisivat teknisiä vikoja ja seisokkeja, jotka puolestaan aiheuttaisivat taloudellista taakkaa niin asiakkaalle kuin yritykselle. Kiteytettynä, jos yksittäisiä osia muuttamalla voisimme kontrolloida polttimen polttoainetta voitaisiin käyttöönoton kynnyksiä madaltaa sekä halutessa, myös palata vanhaan polttoaineeseen helpoin muutoksin, mikäli vedyn polttaminen todetaankin kohteeseen sopimattomaksi taikka liian hintavaksi. Usein nämä kaksi syytä voivat kulkea myös käsi kädessä. Toki on sanomattakin selvää, että Oilonin tehtävä on tehdä poltintyyppi suositukset asiakkaille käyttökohteesta riippuen, mutta voi myös olla, että kunnianhimoisimmat asiakkaat saattaisivat helpostikin hypätä vihreämpään ratkaisuun testimielessä ja hankkeen toimiessa pitäytyä siinä.

Sillä kyselyssä uskotaan vahvasti siihen, että muutoksia kriittisiin komponentteihin olisi tiedossa, modulaarisuus olisi myös tukena tässä ja helpottaisi myös varastointitarpeiden huomiointia. Kuten aiemmin osana metodologiaa on mainittu, S-D Logic Teoria ehdottaa, että todellinen arvo tuotteelle syntyy asiakkaan tietotaidon ja osaamisen kautta, sitä puoltaa myös tämän tutkimuksen löydökset. Hyvä tuote ei itsessään riitä teknillisestä näkökulmasta takaamaan asiakastyytyväisyyttä vaan hyvän ja turvallisen asiakaskokemuksen tarjoamiseksi tarvitaan loppuun asti mietityt jälkivalvot, joiden tietotaso vastaa kysyntää ja ymmärrys myös uusinta teknologiaa. Tähän valmistautuminen ei kuitenkaan saa ennakoitavuuden takia alkaa laitemyynnin jälkeen, vaan kuten tämä tutkimus osoittaa, on sen oltava osa jo R&D puolen laitesuunnittelua.

Laadukkaasti sekä kauaskantoisella asenteella rakennettu asiakaskokemus vahvistaa asiakkaan luottamusta vihreään teknologiaan, edistää asiakasuskollisuutta ja edesauttaa pitkäaikaisia sopimusmalleja, kuten suunnitellut huoltosopimukset, joissa modulaarisuus sekä ekologisuus toimii tässä yhteydessä kilpailuetuna.

4 Riskien tunnistaminen ja analysointi

Vetypolttimien kaltaisten teknologioiden käyttöönotto edellyttää, että Oilon ei ainoastaan hallitse teknisiä riskejä, vaan myös suunnittelee ennalta operatiiviset, markkina- ja regulaatoriskit. Renewable Hydrogen Project Risks -raportin mukaan vihreän vedyn hankkeet kohtaavat riskejä erinäisiä arvoketjun useammalla tasolla teknisistä ja operatiivisista aina lainsäädäntöön ja politiikkaan liittyviin tekijöihin (eFuel Alliance, 2023). Tämä korostaa tarvetta kokonaisvaltaiselle riskienhallintamallille, joka yhdistää teknisen osaamisen, ennakoinnin ja organisaation eri toimintojen yhteistyön (eFuel Alliance, 2023; Allianz, 2021). Strategisen riskienhallinnan lähtökohtana on usein Enterprise Risk Management (ERM) -malli, jossa eri toiminnot kuten tuotanto, asiakaspalvelu, ja myynti yhdistävät näkemyksensä yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Vetypolttimiin liittyvissä riskeissä tämä tarkoittaa muun muassa kriittisten varaosien saatavuusriskin, joita onkin aiemmin opinnäytetyön alussa pohdittu, yhdistämistä toimitusketjuriskien, sisäisen osaamisen ja lainsäädännön muutoksien kanssa. Ilman kokonaisvaltaista lähestymistapaa riski kasvaa, sillä yksittäinen osa-alue ei riitä ennakkoimaan teknologian turvallista ja luotettavaa jalkauttamista.

DOE:n Adoption Readiness Level (ARL) -kehys tarjoaa mallin, jossa teknisen valmiuden ja osaamisen lisäksi huomioidaan markkina-, operointi- ja sääntelyriskit (DOE, 2024). Oilonin vetypolttimien kohdalla tämä tarkoittaa muun muassa asiakkaiden asenteiden, koulutustarpeiden ja huoltoprosessien lisäksi lainsäädännön kehityksen tarkkaa ja säännöllistä seuranta. Esimerkiksi jos EU muuttaa turvallisuusvaatimuksia, Oilonin on oltava valmis mukauttamaan modulaarisuuttaan ja huoltovalmiuttaan (eFuel Alliance, 2023). Strategisen riskienhallinnan soveltaminen käytännössä vaatii seuraavia toimia:

1. Riskikartoitus laajemmalta näkökulmalta, jossa tekniset, logistiset, lakisäätöiset ja asiakasnäkökulmat yhdistetään.
2. Skenaarioanalyysit, joissa arvioidaan esimerkiksi huolenaihetta herättäneiden seikkojen kuten komponenttipulan tai lainsäädännön muutosten vaikutuksia.
3. Riskien priorisointi ja mitigointistrategiat, joissa käytetään riskien priorisointia (High/Medium/Low) ja tarkastellaan ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä. Vastaava analyysi on esitetty visuaalisesti alempana esimerkkinä, osana tätä kappaletta (taulukko 2).
4. Jatkuva seuranta ja päivittäminen, koska vihreän teknologian markkinat kehittyvät vielä nopeasti

Näin strateginen riskienhallinta siirtyy proaktiiviseen ja ennaltaehkäisevään toimintamalliin, jossa kokonaisvaltainen valmistautuminen takaa sen, että Oilonin kaltainen eri toimintoihin jakautunut organisaatio kykenee vastaamaan muuttuviin asiakastarpeisiin nopeasti, joustavasti ja turvallisesti kaikissa vihreän teknologian käyttöönoton vaiheissa. Toisin sanoen, vaikka opinnäytetyö käsittelee asiaa nyt vain asiakaspalvelun perspektiivistä, se ei tarkoita, etteikö koko organisaatiolla olisi kollektiivinen vastuu onnistumisesta asiakastytyväisyyden tasolla.

Tämä kappale esittelee datan pohjalta löydetyt riskit sekä arvioi ne riskikartoituksen muodossa, painottaen kategorioita kuten todennäköisyys ja aiheutunut vahinko. Tämän pohjalta riskit on laitetu vaativuusjärjestykseen, jotta Oilonille on selkä esitys siitä, mitä riskit ovat, mistä ne muodostuvat sekä miten niitä voitaisiin välttää. Riskien kartoittaminen, ymmärtäminen ja välttäminen on tehty, jotta Oilonin olisi helpompi ennakoida niitä sekä välttää niistä johtuvat mahdolliset lisäkustannukset, seisokit ja tehokkuuden lasku. Riskikartoitus perustuu kirjoittajan sekä tämän kollegojen omaan näkemykseen ja kokemukseen Oilonista ja yrityksen toimialasta.

4.1 Riskien tunnistaminen

Oilonille tunnistetut riskit jakautuvat jo aiemminkin mainittuun kolmeen pääkategoriaan.

1. Kriittiset varaosat
2. Sisäiset potentiaaliset koulutustarpeet
3. Ulkoiset koulutustarpeet

Nämä tulivat esiin jo tutkimusta suunnitellessa, mutta korostuivat kirjallisuuskatselmuksen sekä sisäisen Kyselytutkimuksen myötä. On siis selkeä kysymysmerkki, miten näiden kanssa toimitaan, jos ja kun implementaation kanssa päätetään edetä aiemman tutkimuksen tiekarttaehdotuksen mainitsemalla tavalla. Oletus siis riskien tunnistamisen pohjalla on, että siirtymä olisi vaiheittainen ja modulaarinen, kohdistuen ensin kaikista lähimpiin ja kypsimpiin markkinoihin.

Lähdetään liikkeelle vielä tarkemmin esittelemällä nämä kolme ydinkategoriaa. Kriittiset varaosat nimensä mukaan ovat niitä osia ja komponentteja, jotka ovat polttimen toiminnan kannalta välttämättömiä. Kriittisyysasteen saaminen edellyttää tässä yhteydessä myös sitä, että niiden saatavuus aika on joko pitkä tai vaihteleva, jolloin korvaavan osan saaminen saattaa kestää, ellei joko Oilon varastoi sitä tai asiakas säilytä omaa puskurivarastoa itsellään. Kriittisyyteen voi vaikuttaa myös hinta, mikäli se on esimerkiksi estänyt asiakasta itseään säilyttämästä omaa varastoa, tai vaihtoehtoisesti asiakkaan kohde on hankalassa paikassa varastoinnin kannalta.

Jälkimmäinen on kuitenkin suhteellinen käsite, joten tutkimuksen luotettavuuden kannalta, pidättyäytään toimivuuden kannalta välttämättömissä osissa, joiden hankinta aika on pidempi. Näitä ovat mm. servomootorit ja moottorit ylipäättäen, sytytysелеktrodit, -johdot, palopää jatke, kytkin, magneettiventtiilit, liekinilmaisimet, pumput, releet ja suuttimet. Kriittisiä komponentteja ovat tässä yhteydessä myös ne, jotka jotenkin eroavat vaihtaessa fossiilisista vihreään vetyyn tai vety seokseen. Ennuste on, että mekaanisten komponenttien kriittisyys vähenisi vedyn myötä, mutta kysely korostaa sähkökomponenttien kriittisyyttä entisestään. Nämä voidaan käsittää joko kahtena eroavana ryhmänä tai yhtenä yleisenä käsitteenä riippuen siitä, miten Oilon haluaa näihin varautua. Mikäli riskiä halutaan pilkkoa voivat kategoriat olla kriittiset 1. eli toiminnan kannalta tärkeät ja pitkän hankinta-ajan omaavat osat sekä kriittiset 2. tämä edellä mainittu sekä toisistaan eroavat osat. Tarkoittaen kahta saman tyyppistä tärkeää osaa, joita pitäisi mahdollisesti varastoida tai vähintään järjestelmäteknisesti niiden tarvetta ennakoida erityisen tarkasti.

Sisäiset koulutustarpeet ovat kategoriana toinen tunnistettu haaste. Nykyinen henkilöstö on kokenut kautta poltinhistorian, mutta uuden oppiminen vaatii aina motivaatiota sekä valmiutta oppia. Tämänkin tarpeen voi jakaa kahtia: varaosakoulutus sekä huoltokoulutus. Toinen näistä keskittyy varaosatarpeisiin, tarjouslistoihin, varastointiin, ennakointiin sekä hinnoitteluun ja toinen tekniseen perspektiiviin kuten miten huoltaan, milloin huoltaa ja millä osilla.

Sisäiseen koulutukseen pitäisi varautua juurikin tutustumalla näihin uusiin kriittisiin komponentteihin. Mitä varaosaa tarjotaan milloinkin, miten se varaosa toimii ja kuluu, mitä varaosia kannattaa varastoida itse sekä tarjota asiakkaalle puskurivarastoon varaosasuosituslistaa tehdessä.

Huollon kannalta kulmakiviä on etenkin, miten huoltaa tällainen poltin, onko siinä teknisesti jotain eroa esimerkiksi öljypolttimeen, mikä on suositeltu huoltoväli ja miten poltin kokonaisuudessaan toimii, jotta se osataan korjata ja huoltaa oikein. Myös lisämyynnin kannalta on oleellista, jos huoltomies osaa kentällä suositella asiakkaille vaihtoa vetypolttimeen ja perustella sen mm. kohteen tyyppin perusteella tai vedota asiakkaan omaan strategiaan tavoitteisiin, etenkin teollisuuspolttimissa.

Ulkoisen koulutustarpeen voi myös jakaa osiin tai pitää yhtenä kokonaisuutena. Tällä kuitenkin käytännössä tarkoitetaan asiakaskunnan kouluttamista. Asiakaskuntaa voidaan jakaa huoltoliikkeisiin, teollisuus- ja marine puolen asiakkaisiin sekä voimalaitospuolen asiakkaisiin tai sitten yksinkertaisemmin loppuasiakkaaseen ja huoltavaan tahoon.

Loppuasiakkaan kouluttamien on tärkeää huollontarpeen arvioinnissa sekä ylipäätään siitä, milloin ja miten vaihtaa vetyä polttoaineena käyttävään polttimeen. On kriittistä, että loppuasiakas tunnistaa miten modulaarisuutta voidaan tässä hyödyntää ja miten se mahdollisesti pidentäisi jopa heidän laitteensa käyttöikä entisestään. On tunnistettu, että yhä useammat näkevät polttimet ESG vastaisena lämmitysmuotona, joten asiakaskuntaa kouluttamalla voitaisiin saada yhä useampi jatkamaan tai jopa palaamaan Oilonin asiakkaaksi sen sijaan, että he turvautuisivat muiden valmistajien muunlaisiin ratkaisuihin päästöjen vähentämistavoitteissaan. Oikea aikaisella toiminnalla voidaan siis ei vain olla mukana päästöjen vähentämisessä vain myös tukea ja kasvattaa pitkäkestoisia ja vastuullisia asiakassuhteita.

Näiden lisäksi yhdistävä tekijä niin sisäisten- ja ulkoisten koulutustarpeiden osalta on legislaation seuranta. Kun regulaatio ja lainsäädäntö muuttuu ja niin Oilonin kuin asiakkaiden on pysyttävä ajan tasalla näistä välttääkseen sakkoja tai turhia investointeja.

Kun asiakassuhde on luotu ja säilytetty on seuraavana tärkeänä osana huoltoliikkeiden ja huoltavien tahojen kouluttaminen, jotta he osaavat vastata asiakkaan muuttuviin tarpeisiin ja kinkkisiin kysymyksiin, myös vedyn polton osalta. Heidän pitää osata neuvoa miten poltinta käytetään, milloin se pitää huoltaa ja keneen olla milloinkin yhteydessä.

Tämän lisäksi heidän pitää itse tuntea polttimen logiikka, miten modulaarisuudella voidaan pelata käytännössä ja mitä osia on hyvä varata huoltokeikalle mukaan. Oilon järjestää jatkuvasti tunnetusti hyviä ja kattavia koulutuksia polttimien osalta, ja monet huoltoliikkeet käyttävätkin näitä aktiivisesti hyväkseen, joten koulutuksen suunnittelu ja toteuttaminen tuskin tuottaa Oilonille haasteita. Oilonin omien tutkimuslaboratorioiden käyttäminen hyväksi mahdollistaa reaaliaikaisen ja todenmukaisen huoltokokemuksen tarjoamisen kautta asiakaskunnan koulutustarpeen luonnosta riippumatta.

4.2 Riskien arvioiminen sekä ennaltaehkäisy

Tutkimuksessa riskien tarkastelua ohjaa Enterprise Risk Management (ERM) -ajattelu, jossa riskienhallinta nähdään koko organisaation läpileikkaavana toimintona. ERM-viitekehys mahdollistaa teknologisten, operatiivisten ja lainsäädännöllisten riskien tarkastelun kokonaisuutena, mikä on erityisen tärkeää vetypolttimien kaltaisten kehittyvien teknologioiden käyttöönotossa (Allianz, 2021). Riskiarvioinnissa on otettu huomioon edellä mainitut kolme ydin riskiä sekä kyselytulokset ja ne on arvioitu riskimatriisissa todennäköisyyden sekä seurauksen vakavuuden perusteella. Lisäksi jokaiseen on lisätty omat erikoishuomionsa pohdinnan pohjalta. Riskiarviointi kaavio on esitetty alla. Riskiarvio on järjestetty riskikategorioittain.

Taulukko2: Riskiarviointikaavio perustuen kirjoittajan omaan asiantuntijuuteen alalta

Riskikategoria	Yksittäinen riski	Todennäköisyys	Vaikutuksen vakavuus	Huomiot
Kriittiset komponentit	Keskeiset varaosat (esim. tiivisteet, venttiilit) kuluvat mahdollisesti nopeammin vedyn vaikutuksesta.	Korkea	Korkea	Voi johtaa järjestelmän käyttökatoon ja asiakastyymättömyyteen.
Kriittiset komponentit	Vedylle suunniteltujen komponenttien toimitusviiveet.	Keskitaso	Korkea	Pitkät korjausaikataulut mahdollisia.
Kriittiset komponentit	Toimittajien välinen standardointipuutteisuus kriittisissä osissa.	Korkea	Matala	Laadun ja yhteensopivuuden riski.
Sisäinen koulutustarve	Huoltotiimiltä puuttuu osaaminen vedyllä toimivien järjestelmien huoltoon.	Korkea	Korkea	Vaikuttaa suoraan turvallisuuteen ja järjestelmien toimivuuteen.
Sisäinen koulutustarve	Myynti- ja asiakaspalvelutiimit eivät tunne vedylle tarkoitettuja varaosia riittävästi.	Keskitaso	Keskitaso	Asiakaspalvelun hidastuminen ja myyntivirheiden riski.
Ulkoisen koulutustarve	Asiakkaat eivät hallitse vedyn polttoratkaisujen oikeaa käyttöä.	Korkea	Korkea	Väärinkäytön, takuukorvausten ja järjestelmävikojen riski.
Ulkoisen koulutustarve	Asiakkaat laiminlyövät ennakoivan huollon aikataulut tietämättömyyden vuoksi.	Keskitaso	Korkea	Nopeutettu järjestelmän kulumisen ja vikaantumisen.
Sisäinen ja ulkoisen koulutustarve	Lainsäädännön äkilliset muutokset	Korkea	Korkea	Epävarmuus markkinoilla, teknologian vaaitutusten muutokset.

Kun riskit ovat tiedostettu, ja niiden painoarvo on ymmärretty, niitä on helpompi ennakoida. Tässä tapauksessa suurin osa riskeistä on keskitason tai korkean luokan riskejä, sillä toiminta on erittäin dynaamista ja laitteiden toimivuus on kriittistä jopa sakkojen uhalla. Jos poltin lakkaa toimimasta, on kotitalous pian kylmänä ja tuotantolaitoksista tai voimalaitoksissa tahaton seisakki päällä, joka vaikuttaa kyseisen toimilaitoksen tuottavuuteen. Alla on listattu ennaltaehkäisyyn toimenpiteitä, jotka pohjautuvat yllä olevan taulukon riskikartoitukseen.

Käydään ensin läpi korkean luokituksen saaneet riskit vakavuusasteen mukaan. Ensimmäisenä listasta löytyy keskeisien varaosien nopeampi kuluminen joiden saatavuus on taattava. Riskin toteutuminen tarkoittaisi järjestelmän käyttökatkoon ja sitä myötä myös asiakastyytyvyyteen. Tätä riskiä voidaan pienentää juurikin tunnistamalla nämä kriittiset osat ja ennakoimalla niiden menekiä. Muun muassa tiivisteet ja venttiilit ovat jo tunnistettu nopeimmin kuluvaiksi ja useammin huoltotarkistuksia vaativiksi, joten puskurivaraston pitäminen näissä voi olla edullista. Vuodon sattuessa, nopea reagointi on mahdollista ilman pitkiä läpimenoaikoja.

Seuraavana listassa onkin aiempaan viittaava kriittisten komponenttien toimitusviiveet. Toimitukseen liittyviä viiveitä voi ennaltaehkäistä ennustamalla tarpeita ja varastoimalla tärkeimpiä osia. Lisäksi vastuulliset toimittajat ja lyhyt hankintaketju tukee saatavuutta myös haastavina aikoina. Kun vedyn käyttö yleistyy ja mikäli odotettavissa on esimerkiksi regulaation tuoma selkeä piikki vetyninvestoinneissa, on saostettavaa ennakoida näitä komponenttisaatavuuden takaamiseksi, jos ja kun kysyntään on ennustettavissa tilapäisiä nousuja.

Huoltotiimin osaamistarpeet ovat seuraavana riskinä, jotka vaikuttavat suoraan laitteen turvallisuuden ja toimivuuteen. Tästä johtuen kategorian riski on korkea. Oilonin on huolehdittava kattavasta ja mukautuvasta koulutuksesta ennakkoon, ja tutustuttava teknologiaan ja sen huoltamiseen ensin itse omissa laboratorioissa ennen kenttäavun tarjoamista. Hyvä dokumentointi sekä säännölliset koulutukset minimoivat tämän riskin. Teknologian kehittyessä ja pioneeriprojekteja tehdessä on tärkeä ottaa ylös uudet löydökset ja eroavat seikat, jotta jatkuva kehitys ja oppiminen voidaan taata.

Sama pätee myös seuraavaan riskiin, joka koskee asiakkaan tietämättömyyttä. Lopputulema riskin osalta on sama, joka tarkoittaa turvallisuuden vaarantumista. On tärkeää, että asiakkaalle annetaan tarvittava tuki polttimeen ja polttoaineen valintaan sekä niiden turvalliseen käyttöön. Jatkuva kouluttaminen ja kattava asiakastuki on erityisen tärkeää. Koko henkilöstö osaltaan tarvitsee selkeän esityksen siitä, miten asiakasta tulee tukea ja millaisiin kysymyksiin pitää osata vastata. Tässäkin asiakas haasteiden dokumentoinnista voi olla suurta hyötyä, myös tulevaisuuden koulutuksia suunnitellessa. Tähän samaan kategoriaan kuuluu myös huoltojen laiminlyönti, joka johtaisi järjestelmän nopeampaan kulumiseen ja turvallisuuden vaarantamiseen. Asiakkaille on ennaltaehkäisyyn vuoksi esitettävä miksi huoltoväli on sellainen, kun se on ja mitä sen laiminlyönnistä voi johtaa. Tämä erityisen tärkeää, mikäli ennustus pitää paikkaansa, että yleinen huoltoväli voi olla vielä aiempaa pidempi tietyiltä osin. Konkretiaa kannattaa tuoda mukaan uudistetuilla huoltosopimuksilla.

Viimeinen korkean kategorian riski on lainsäädännön muutokset, jotka luovat jatkuvaa koulutus- tarvetta sisäisesti ja ulkoisesti. Tämä voi tuoda mukanaan myös taloudellista riskiä, mikäli teknologiavaatimukset muuttuvat lennosta, mutta investointeja on jo puolin tai toisin tehty. Tämä on myös kategoria, jonka riskiä on vaikea ja ajoittain jopa mahdoton täysin ennaltaehkäistä. Tiedon jatkuva keruu ja ylläpito valtio- ja EU tasolla ovat ne toimenpiteet, josta epäsuora hyöty saadaan parhaiten irti, konkretiaa voi tukea modulaarisuus sekä sisäinen joustavuus ja sen tarjoaminen asiakkaille, olosuhteiden mukautuessa ja muuttuessa.

Seuraavaksi käydään läpi riskit, jotka vaikutuksen vakavuuden pohjalta ovat luokiteltu keskitasoisiksi. Tähän kategoriaan on päätynyt vain yksi, joka on myynnin ja asiakaspalvelun tiedonpuute vetyvaraosista. Riski on keskitasoinen sillä, se on helppo ennaltaehkäistä tekemällä työtä yhdessä tuotesuunnittelun ja teknologiayksikön kanssa sekä siitä johtuvat myyntivirheet ovat aina reklamaatiokäsittelyn kautta korjattavissa. Oppimiskäyrällä ollessa, riski myyntivirheelle ja sitä kautta asiakastytyväisyyden kärsimiselle on olemassa, mutta tässä kohtaa sisäinen kommunikaatio on avain asemassa riskin välttämiseksi.

Listan viimeinen riski liittyy kategoriaan kriittiset komponentit ja on vaikutustasoltaan matala. Se on toimittajien välinen standardointipuutteisuus kriittisissä osissa ja sen vaikutus osuisi pääosin laatuun ja yhteensopivuuden varmistamiseen.

Todennäköisyys etenkin uusissa teknologioissa on suuri, että niitä ei ole mitenkään standardisoitu, mutta aktiivisella toimittajayhteistyöllä voidaan helposti selvittää mitkä osat ovat keskenään yhteensopivia ja vaihtokelpoisia. Sisäinen dokumentaatio pitkällä aikavälillä tukee tekemistä pidemmän päälle ja auttaa myös myyjä tunnistamaan yhtenevät tuotteet aina kun sellaisia tulee eteen. Tämä myös lyhentää pitkiä läpimenoaikoja, jos vaihtoehtoisia komponentteja ja toimittajia on tiedossa.

Kiteytettynä ennaltaehkäisy tulee tarvitsemaan Oilonilta paljon tiedon keruuta, sen ylläpitoa sekä erityyppisiä koulutustilaisuuksia. Osastojen välinen yhteistyö on avain asemassa sekä asiakaskommunikointi kriittistä. Näiden oleellisuutta on korostettu jo riskien tunnistamisvaiheessa, mutta myös tarkemmin erotellut riskikuvaukset tukevat näitä tekijöitä sekä niiden oleellisuutta.

4.3 Asiakaspalvelun valmius ja riskikartoituksen tulos

Tämä kappale pohtii ja peilaa edellisen kappaleen riskianalyysia vielä kategoriatasolla tarkemmin sekä arvioi asiakaspalvelun valmiuksia.

Tutkimuksen keskeisinä tuloksina tunnistettiin kolme pääteemaa: (1) merkittävä koulutustarve, (2) epävarmuus lainsäädännön kehityksestä sekä, (3) kriittisten komponenttien hallinnan korostuminen.

Riskianalyysi osoittaa selvästi, että vetypolttimien käyttöönotto ei ole pelkästään tuotekehityksymys, vaan siihen liittyy merkittäviä riskejä myös varaosalogistiikan, koulutuksen ja asiakaspalvelun näkökulmasta. Näitä tekijöitä tarkasteltaessa on selvä, että siirtymä kestävään teknologiaan vaatii koko organisaation sitoutumista ja poikkitoiminnallista yhteistyötä. Tämä vastaa myös täysin teoriaan siitä, että suunnittelun ja jälkihuollon on toimittava yhdessä taatakseen hyvän asiakaskokemuksen. Tutkittavien vetypolttimien osalta kriittisten varaosien kulumisen ja niiden saatavuus muodostavat selkeästi suurimman yksittäisen teknisen- ja operatiivisen riskin. Koska laitteet toimivat usein osana kriittisiä lämmönjakelujärjestelmiä, yksittäinenkin komponenttivika voi aiheuttaa laajamittaisia käyttökatkoksia sekä sen myötä suuria rahallisia tappioita asiakkaalle. Riskin vakavuutta korostaa se, että esimerkiksi kotitaloudet tai teollisuusasiakkaat eivät voi sietää pitkiä seisokkeja ja erityisesti kylmillä alueilla polttimen toiminta on suoraan yhteydessä turvallisuuteen ja elinolosuhteisiin nostaten tapausyrityksen vastuuta toimittaa apua ja tukea kohtuuajassa.

Teknologisen siirtymän alkuvaiheessa kysyntäpiikit voivat ylittää tarjonnan, mikä puolestaan lisää toimitusviiveiden riskiä. Vaikka kysyntäpiikkejä ei suoranaisesti tulisikaan, voi uuden innovaatioteknologian käyttöönotto yllättää toimittajakannan ja tarjolla olevia ratkaisuita voidaan joutua vielä jatkojalostamaan ennen, kun ne ovat täysin polttimiin sopivia. Tämän vuoksi puskurivarastojen suunnittelu, kriittisten komponenttien tunnistaminen sekä vaihtoehtoisten osien ja toimittajien kartoittaminen ovat keskeisiä, ellei jopa ainoita keinoja vähentää toimitusriskiä. Näiden toimenpiteiden toteuttaminen vaatii kuitenkin ennakointikykyä ja tiivistä yhteistyötä teknologia-, tuotanto- ja huoltotiimien välillä.

Toinen keskeinen löydös liittyy huoltotiimin osaamisen tasoon ja se korostui etenkin kyselyosuuksissa. Kuten riskianalyysi osoittaa, teknologian kehittyessä nopeassa tahdissa on huoltotiimien osaaminen kriittinen tekijä sekä laitteen turvallisuuden että asiakastyytyväisyyden näkökulmasta. Vedyn ominaisuudet poikkeavat olennaisesti perinteisistä tapausyrityksen käyttämistä polttoaineista, mikä tuo uusia haasteita esimerkiksi palamisturvallisuuteen ja järjestelmien säätöön. Tästä syystä huoltotiimin koulutuksen tulee olla jatkuvaa, ennakoivaa ja tiiviisti sidoksissa tuotekehityksen havaintoihin, jota puolestaan tukee matalahierarkkisen organisaatiokulttuurin edistäminen, jossa kenttätyöntekijät voivat rohkeasti esittää löydöksiään ylemmille tasoille.

Tämä tarve ei koske vain sisäisiä koulutuksia, vaan myös ulkoisia sidosryhmiä, etenkin huoltoliikkeitä, jotka tapausyrityksen polttimia huoltavat. Käyttöönottovaiheessa asiakkailla ei välttämättä ole riittävää ymmärrystä vetypolttimien toiminnasta tai huoltotarpeista, mikä voi johtaa virhekkäyttöön tai vaaratilanteisiin. Tämän vuoksi asiakaspalvelu- ja myyntihenkilöstön osaamisella on suuri merkitys, sillä he toimivat kuin silta teknologian ja loppukäyttäjän tai huoltoliikkeen välillä. Organisaation on kyettävä tarjoamaan selkeitä ohjeistuksia, dokumentaatiota ja konkreettisia esimerkkejä siitä, miksi tietyt huoltovälit ovat olemassa ja mitä niiden laiminlyönti voi aiheuttaa.

Riskianalyysi nostaa esiin myös asiakaspalveluun liittyvän tiedonpuutteen. Tämä riski on keskitäinen, mutta sen merkitystä ei tule vähätellä, sillä asiakasrajapinta on usein ensimmäinen kontaktipinta ongelmatilanteissa. Epävarmuus nousee ylös myös kyselyissä, joissa osaavallakin henkilöstöllä vastaukset ovat vain parhaita arvauksia tulevaisuuden tilasta.

Jos asiakaspalvelu ei tunne tuotetta, sen toimintalogiikkaa tai yleisimpiä huolto- ja vikatilanteita, voi asiakkaan kokemus kärsiä merkittävästi. Varaosamyynnin, asiakaspalvelun ja huollon välinen kommunikaatio nousee näin kriittiseen rooliin. Riskianalyysin pohjalta voidaan todeta, että pelkkä tekninen osaaminen ei riitä, vaan organisaation eri osien täytyy jakaa tietoa ja oppia yhdessä. Tämä vaatii rakenteita, kuten säännöllisiä sisäisiä koulutuksia, yhteisiä asiakastapauksien läpikäyntejä ja palautekäytäntöjä, jotka tukevat oppimista ja kehittymistä. Samalla on tärkeää, että asiakas saa jatkuvasti päivitettyä tietoa teknologian kehityksestä ja siitä, miten se vaikuttaa hänen omaan laitteeseensa. Tässä asiakasviestinnän selkeys ja visuaalisuus voivat nousta avainasemaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että käyttöoppaat, huoltovideot ja interaktiiviset sovellukset voivat tukea käyttäjää tehokkaammin kuin tekninen dokumentaatio yksinään.

Viimeinen riskianalyysin korostama korkean luokan riski liittyy lainsäädännön muutoksiin. Koska vetyteknologia ja siihen liittyvät turvallisuusmääräykset ovat vasta muotoutumassa, on erittäin todennäköistä, että sääntely muuttuu vielä tulevien vuosien aikana. Tämä vaatii organisaatiolta joustavuutta ja kykyä reagoida nopeasti. Riskin hallinnassa korostuu modulaarisuuden merkitys: järjestelmät, joita voidaan päivittää ja mukauttaa sääntelyn muuttuessa, ovat kilpailuetu teknologisilla pioneerimarkkinoilla. Joten vaikka tämä saattaa sisäisesti aiheuttaa kysymysmerkkejä tai vastarintaa, on modulaarisuus myös riskin hallinnassa avainasemassa. Yrityksen vastuullisuus sekä asiakkaiden lompakot kärsisivät nopeasti siitä, jos uusi laite jouduttaisiin poistamaan käytöstä kertaheittolla lainsäädännön muuttuessa, sen sijaan, että pienissä muutoksissa se toimisi kuten pitää ja vastaisi säännöksiin. Lainsäädäntöön liittyvä riski ei kuitenkaan koske vain itse teknologiaa, vaan se heijastuu myös osaamiseen. Uudet säädökset voivat aiheuttaa tarpeen järjestää lisäkoulutuksia koko huoltoketjulle aina asentajista myyjiin ja asiakastukeen. Tämä jatkuva oppimisvaade voi olla myös taloudellinen rasite, mikäli koulutustarpeita ei ole ennakoitu riittävän hyvin ja kattavasti.

Asiakaspalvelun valmiuteen tarvitaan vielä paljon valmisteluja, joiden on lähdettävä kahdesta kiintopisteestä: tuotekehityksestä sekä asiakaskentältä. Tiivis yhteistyö näiden avainryhmien kanssa on kriittistä ja myös strategiaspesifit riskikartoitukset on suositeltava tehdä ennen tarkempaa implementoimista. Toimittajakentän kanssa on hyvä käydä ennakoivia keskusteluja, miten varaosien saanti massana taataan ja miten kysyntäheilahteluihin vastataan. Kaiken uuden ja erilaisen toteutus, kun voi tuoda mukanaan ennalta odottamattomia kysyntäjoustoja- ja muutoksia asiakastarpeissa.

5 Yhteenveto ja Johtopäätökset

Koulutustarve, epävarmuus lainsäädännöstä sekä kriittiset komponentit ovat tämän tutkimuksen avainsanoja. Tutkimus vahvistaa, että vedyn polttamisen merkitys näkyy asiakaspalveluyksikössä etenkin näiden kolmen kategorian osalta: sisäinen koulutustarve, ulkoinen koulutustarve sekä kriittiset varaosat. Tulokset vastaavat asetettuihin tutkimuskysymyksiin siten, että asiakaspalveluyksikön valmius on tällä hetkellä osittainen, mutta kehitettävissä. Havainnot tukevat Service-Dominant Logic -teoriaa, jonka mukaan arvo syntyy tuotteen ja palvelun yhteisvaikutuksesta, ei pelkästä teknologiasta.

Tutkimus keskittyy asiakaspalveluyksikön näkökulmaan ja pohjautuu Oilonin aiempaan vetytutkimukseen. Koska vihreän vedyn tutkimus on vielä alkuvaiheessa, tulokset toimivat pikemminkin ohjeina ja suosituksina. Tuloksia tulkittaessa on tärkeää muistaa, että teknologinen ja tuotannollinen kehitys muokkaa alan tulevaisuutta jatkuvasti. Tutkimus käsittelee aihetta yleisesti yrityksen strategian suojelemiseksi eikä käsittele sisäisiä strategisia yksityiskohtia. Se keskittyy teknologisiin näkökohtiin, ei kaupallisiin, ja varmistaa kaikkien haastateltavien ja tapausyrityksen anonymiteetin.

Tutkimuksessa korostui, että erinäisiä koulutustarpeita on havaittavissa niin sisäisesti kuin ulkoisestikin huolimatta yrityksen ja sen asiakaskunnan pitkästä historiasta alalla. Vety itsessään, on polttoaineena toimiva erilaisesti kuin aiemmat polttoratkaisut ja myös siihen liittyvä logistiikka, valmistus ja käyttö ovat tarkemman, ja jatkuvasti mukautuvan regulaation alaisia. Turvallisuuden varmistamiseksi osana vastuullista toimintaa, on tärkeää kuunnella ja ennakoida asiakastarpeita koulutusten osalta sekä huolehtia oman huoltotiimin, sekä teknisentuen ajankohtaisesta osaamisesta. Tämä on myös korostunut osaltaan riskiarvioinnissa, joka sijoittaa isoja ja kriittisimpiä riskejä juurikin koulutustarpeen osioon. Lainsäädäntöön mukautuminen tulee vaatimaan Oilonilta ennakoivaa, mutta varmasti myös ajoittain reaktiivista operointimallia, sekä tarkkaa seurantaa muutosten osalta välttääkseen mahdolliset rikkomukset tai virheellisen, vanhan tiedon jakamisen. Koulutustarpeiden uskotaan siis tutkimuksen pohjalta kasvavan ja koulutusten mahdollisesti tihenevän muuttuvien lainsäädännöllisten seikkojen myötä.

Modulaarisuutta voidaan oikea-aikaisella ja oikealla tiedottamisella käyttää madaltamaan asiakkaan kynnystä tarttua tähän innovatiiviseen ja vihreämpään ratkaisuun, mutta uusi teknologiaratkaisu ei itsessään riitä kannattavaksi ja pitkäkestoiseksi kannustimeksi asiakkaalle. Jälkimarkkinoista on huolehdittava ja niiden tarpeita on ennustettava yhdessä teknologiasuunnittelun sekä varaosamyynnin kanssa. Teoriat tukevat sitä, mitä tämäkin tutkimus toteaa, että palvelut ovat se, jotka luovat todellisen arvon tuotteelle ja sen elinkaarelle. Kannattava ostopäätös asiakkaalle syntyy siitä, että polttimen käyttöikä ei ole vain pitkä tai tarpeisiin mukautuva, vaan siitä, että sen käyttöön saadaan apua ja tukea ja varaosien saatavuus on taattu ja tehty asiakkaalle helpoksi.

Varaosasaatavuuteen on panostettava ja kuluvat, kriittiset komponentit ovat kartoitettava huolellisesti etukäteen: määrät, saatavuus, toimittajat jne. Ennuste on, että nämä olisivat etenkin sähköisiä osia, jotka ovat kriittisiä polttimen toiminnan osalta. Näiden lisäksi myös etenkin tiivisteet ovat sellaisia, joiden on ennustettu kuluvan vedyn kanssa eri tavalla, kuin fossiilisten polttoaineiden. Riskikartoitus on huomionnut myös tämän ja tunnistanut kriittisten komponenttien omaavan suuria riskejä toiminnan jatkuvuuden kannalta. Tutkimus esitteli myös ABC-analyysi esimerkin, jota Oilon voi käyttää mallina laajemman kartoituksen tekemiseen, kun se tulee ajankohtaiseksi.

Tutkimus toteaa, että innovaatio adaptaation kannalta, asiakaspalveluyksikön ottaminen mukaan osaksi suunnittelua ja toteutusta ennakoivasti on kriittistä asiakastyytyväisyyden takia. Service ei tällaisenaan ole valmis uuden innovaation markkinajalkautukseen. Asiakaspalveluyksikkö toimii rajapinnassa asiakkaiden tarpeiden ja näkemysten kanssa, joten avoin kommunikaatio sisäisesti edistää asiakkaan viestin välittymistä sisäisten sidosryhmien sekä osastojen kesken. ASP-toimintojen ulosjättäminen voi helposti johtaa asiakastytymättömyyteen, huoltokatkoihin, komponenttihaasteisiin tai turvallisuusriskeihin asiakkaan päässä.

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää: asiakaspalvelun koulutusohjelmien suunnittelussa, vetypolttimien modulaarisen rakenteen kehittämisessä, jälkimarkkinaprosessien riskienhallinnassa sekä strategisessa ESG- ja vastuullisuustyössä.

On tärkeää kuitenkin huomata, että tutkimuksen johdannossa kerrottujen rajoitteiden takia, tulokset ovat vain suuntaa antavia ja toimivat tapausyritykselle suositteluina sekä tieviittoina. Tutkimus

on kirjoittajan työtaustasta huolimatta perustettu puolueettomuuteen, ammattitaitoon sekä kirjallisuudessa tutkittuihin perusteisiin, paljastamatta salassa pidettäviä yksityiskohtia tai henkilötietoja. Tulosten tulkitseminen tulevaisuudessa on riippuvainen teknologia- ja infrastruktuurikehityksestä sekä lainsäädännön muutoksista.

Lähteet

Allianz. (2021). Global Corporate Risk Barometer. Allianz Global Corporate & Specialty. <https://www.allianz.com> 19.8.2025.

Andajani, S. (2015). Designing customer experience. *Scholar*. [https://scholar.google.fi/scholar?q=Andajani,+S.+\(2015\)+Designing+customer+experience](https://scholar.google.fi/scholar?q=Andajani,+S.+(2015)+Designing+customer+experience) Viitattu 16.6.2025.

Baukal, C. (2012). *Industrial burners handbook*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203488805> Viitattu 19.8.2025.

Cohn, A. C. (2006). Composite variable modeling for service parts logistics. *Annals of Operations Research*, 144, 17–32. <https://doi.org/10.1007/s10479-006-0011-1> Viitattu 16.6.2025.

Cohen, M. A., Kleindorfer, P. R., & Lee, H. L. (1992). Multi-item service constrained (s, S) policies for spare parts logistics systems. *Naval Research Logistics*, 39(4), 561–577. Viitattu 16.6.2025.

Ditaranto, M., & Hals, J. (2021). Hydrogen combustion in industrial applications: Challenges and opportunities. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(5), 4085–4096. <https://www.researchgate.net/profile/Mario-Ditaranto> Viitattu 19.8.2025.

DOE. (2024). *Adoption readiness levels (ARL) framework*. U.S. Department of Energy. <https://www.energy.gov/technologycommercialization/adoption-readiness-levels-arl-framework> Viitattu 3.7.2025.

DURAG Group. (2025). *Industrial and pilot burners for up to 100% pure hydrogen*. <https://www.durag.com/en/hydrogen-4745.htm> Viitattu 19.8.2025.

eFuel Alliance. (2023). *Renewable hydrogen project risks*. [https://www.efuel-alliance.eu/fileadmin/Downloads/Global Alliance Powerfuels Renewable Hydrogen Project Risks final.pdf](https://www.efuel-alliance.eu/fileadmin/Downloads/Global%20Alliance%20Powerfuels%20Renewable%20Hydrogen%20Project%20Risks%20final.pdf) Viitattu 3.7.2025.

Eskola, J., & Suoranta, J. (2014). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Vastapaino. 19.8.2025.

Gaiardelli ym. (2007) Performance measurement of the after-sales service network—Evidence from the automotive industry. Science Direct <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166361507000747> Viitattu 25.8.2025

Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2013). *Tutki ja kirjoita*. Tammi. 19.8.2025.

Honeywell. (2025). *Leading the energy transition with hydrogen*. <https://pmt.honeywell.com/content/dam/pmt/en/documents/document-lists/brochure/Leading%20the%20Energy%20Transition%20with%20Hydrogen.pdf> Viitattu 19.8.2025.

- IEA. (2021). *The role of gas in today's energy transitions*. International Energy Agency. <https://www.iea.org> Viitattu 19.8.2025.
- IEA. (2023). *Heat pumps – Analysis*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/heat-pumps> Viitattu 28.7.2025.
- INCOSE. (2023). *Systems engineering handbook: A guide for system life cycle processes and activities* (5th ed.). Wiley. Viitattu 16.6.2025.
- IRENA. (2022). *Global hydrogen review 2022*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2022> Viitattu 19.8.2025.
- Kim, J., & Yu, E. A. (2016). The holistic brand experience of branded mobile applications affects brand loyalty. *Social Behavior and Personality*, *44*(2), 313–326. <https://doi.org/10.2224/sbp.2016.44> Viitattu 3.7.2025.
- Kilger & Stadler (2015) Supply chain management and advanced planning: Concepts, models, software and case studies. Research Gate. https://www.researchgate.net/publication/241755612_Supply_chain_management_and_advanced_planning_Concepts_models_software_and_case_studies Viitattu 25.8.2025
- Koivumäki, T., Ristola, A., & Kesti, M. (2015). The perceptions towards mobile services: An empirical analysis of the role of use facilitators. *Personal and Ubiquitous Computing*, *19*, 287–298. <https://doi.org/10.1007/s00779-014-0821-7> Viitattu 3.7.2025.
- Kozhukhova, A. E., du Preez, S. P., & Bessarabov, D. G. (2021). Catalytic hydrogen combustion for domestic and safety applications: A critical review of catalyst materials and technologies. *Energies*, *14*(16), Article 4897. <https://doi.org/10.3390/en14164897> Viitattu 28.4.2025.
- Lefebvre, A. H., & Ballal, D. R. (2010). *Gas turbine combustion: Alternative fuels and emissions* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420086058> Viitattu 19.8.2025.
- Lusch, R., & Vargo, S. L. (2004). Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of Marketing*, *68*(1), 1–17. <https://doi.org/10.1509/jmkg.68.1.1.24036> Viitattu 28.4.2025.
- Mata, T., Martins, A., Caetano, N., & Martins, A. (2017). Alternative fuels for industrial burners: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *72*, 239–254. Viitattu 19.8.2025.
- Müller, A., & Clausen, M. (2019). Combustion technologies and their application in process industries. *Journal of Cleaner Production*, *231*, 1223–1234. Viitattu 19.8.2025.
- NASA. (2016). *NASA systems engineering handbook* (Rev. 2). NASA/SP-2016-6105. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20170001761>. Viitattu 28.4.2025.
- Nuutila, N. (2024). *P2X & green hydrogen as the fuel of the future: A roadmap for innovation adaptation and energy transition in sustainable energy technology and heating. Case: Oilon* [Master's thesis, LUT University]. <https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/166833> Viitattu 28.4.2025.

Nunberg, S. (2025). *Life cycle assessment explained*. Stich. <https://stich.culturalheritage.org/life-cycle-assessment-explained/> Viitattu 28.4.2025.

Oilon. (2024a). *Company overview*. Oilon Group Oy. <https://www.oilon.com/about-us/> Viitattu 28.7.2025.

Oilon. (2024b). *Burner technology*. Oilon Group Oy. <https://www.oilon.com/products/burners/> Viitattu 28.7.2025.

Oilon. (2024c). *Hydrogen burner development*. Oilon Group Oy. <https://www.oilon.com/news/hydrogen-burners/> Viitattu 28.7.2025.

Oilon. (2025). *Oilon polttimet – Puhtaan palamisen taidetta*. Oilon Group Oy. <https://oilon.com/fi/tuotteet/oilon-teollisuuspolttimet/> Viitattu 9.9.2025.

Oliva ja Kallenberg (2003) Managing the transition from products to services. Research Gate. https://www.researchgate.net/publication/235271845_Managing_the_transition_from_products_to_services Viitattu 25.8.2025

Rahman Daiyan, I., MacGill, I., & Ama, R. (2020). Opportunities and challenges for renewable power-to-X. *ACS Energy Letters*. <https://doi.org/10.1021/acsenergylett.0c02249> Viitattu 28.4.2025.

Schwartz, E. K., & Krarti, M. (2022). Review of adoption status of sustainable energy technologies in the US residential building sector. *Energies*, 15(6), Article 2027. <https://doi.org/10.3390/en15062027> Viitattu 3.7.2025.

Smith, J., Tanaka, H., & Patel, R. (2022). Digital optimisation of industrial combustion systems. *Energy Technology*, 10(11), 1–12. Viitattu 19.8.2025

Stefano ym. (2023) The power of modularity today: 20 years of “Design Rules”. Research Gate https://www.researchgate.net/publication/366956075_The_power_of_modularity_today_20_years_of_Design_Rules Viitattu 28.6.2025

Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Tammi. 26.1.2026

Tukker, A. (2004). Eight types of product–service system: Eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business Strategy and the Environment*, 13(4), 246–260. <https://doi.org/10.1002/bse.414> Viitattu 28.4.2025.

Turns, S. R. (2013). *An introduction to combustion: Concepts and applications* (3rd ed.). McGraw-Hill. Viitattu 19.8.2025.

Ulrich & Eppinger (2020) *Product Design and development*. McGraw-Hill Education <https://www.finna.fi/Record/jamk.993791344806251> Viitattu 28.4.2025

Virtanen, T. (2018). *ABC-analyysin tehokkaampi hyödyntäminen varastonohjauksessa* [Opinnäytetyö, Theseus]. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/145300>
Viitattu 20.8.2025.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications. 26.1.2026

Zhou, W., Wu, J., & Wang, X. (2020). Comparative study of oil and gas burner emissions. *Fuel*, 278, 118320. Viitattu 19.8.2025.

Züttel, Akbari, Z., Mensi, M. D., Mensi, M., Oveisi, E., Ruffiner, J., Luo, W., Koolen, C. D., &. (2024). Catalytic hydrogen combustion over supported metal catalysts: Comparison and kinetic study. *International Journal of Hydrogen Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.08.300>
Viitattu 16.6.2025.

Taulukot ja liitteet

Taulukko 1: Varaosamyynnin kysymykset

Kysymys	Tarkoitus
Kuinka arvioitte varaosakysyntää vihreän vedyn polttoratkaisuille verrattuna perinteisiin polttoratkaisuihin?	Ymmärtää kysynnän ennustamisen haasteita.
Mitä ovat kriittiset osat nykyään ja koetko, että myös vetypolttimissa törmättäisiin samoihin trendeihin?	Tunnistaa tärkeimmät osakokonaisuudet.
Näettekö haasteita varaosien saatavuudessa tai toimitusketjussa, kun kyseessä ovat vetyyn liittyvät komponentit?	Selvittää toimitusvarmuuteen liittyviä riskejä.
Miten varaosien varastointitarpeet muuttuvat, kun siirrytään vihreään vetyyn perustavissa polttoratkaisuissa?	Ymmärtää varastostrategian vaikutuksia.
Miten asiakaskoulutuksen tai -tiedon taso vaikuttaa varaosamyyniin uusissa vetyteknologioissa?	Selvittää tiedon vaikutusta myyntiin.
Myydäänkö varaosia enemmän yksittäisinä tuotteina vai osana huoltopaketteja vihreän vedyn järjestelmissä?	Ymmärtää muuttuvia myyntimalleja.

Taulukko2: Huollon kysymykset

Kysymys	Tarkoitus
Mitkä ovat suurimmat huoltohaasteet vihreän vedyn polttoratkaisuissa verrattuna perinteisiin polttoratkaisuihin?	Tunnistaa teknisiä ja operatiivisia eroja.
Miten huoltotiimin osaamisvaatimukset muuttuvat vihreän vedyn käyttöönoton myötä?	Ymmärtää koulutustarpeita.

Tarvitaanko erikoistyökaluja tai -laitteita vihreän vedyn järjestelmien huoltoon?	Selvittää resurssitarpeet.
Miten huoltovälit muuttuvat, kun siirytään vedyllä toimiviin järjestelmiin?	Arvioidaan huollon aikataulu- ja resursointi-muutoksia.
Kuinka asiakkaat suhtautuvat vihreän vedyn polttamiseen?	Ymmärtää asiakasnäkökulmaa ja palvelun kehittämismahdollisuuksia.
Kuinka asiakkaat suhtautuvat vihreän vedyn polttamiseen?	Ymmärtää asiakkaiden asennetta teknologiaan
Näettekö tarvetta uusille huoltosopimusmalleille vetyjärjestelmissä?	Tunnistaa palveluliiketoiminnan kehityssuuntia.

Taulukko 3: Asiakaspalvelun johdon yleiset kysymykset

Kysymys	Tarkoitus
Miten ESG tietoisena koet tyypillisen asiakkaan, kantavatko he huolta ympäristöstä ja vastuullisuudesta	Ymmärtää asiakkaiden luonnetta ja vastuullisuuden roolia.
Millä perusteilla uskot asiakkaan päätyvän vedyn polttamiseen? (<i>esim. vastuullisuus, päästöjen vähentämisen tavoittelu, innovaation tavoittelu vai jokin muu?</i>) Voit listata useamman perusteen	Selvittää innovaation ajureita
Tarvitaanko asiakastukea enemmän uusien vetyjärjestelmien käyttöönotossa kuin muissa poltintarraisuissa? Jos kokemusta ei ole, anna paras arviosi.	Arvioidaan tukitarpeen määrää.
Uskotko tuotemodulaarisuuden madaltavan kynnystä asiakkaalle siirtyä vihreämpään poltto-teknoologiaan?	Ymmärtää teknologian merkitystä
Sana vapaa. Tähän voit kirjoittaa vapaasti mietteitä, haasteita ja mahdollisuuksia asian tiimoilta, jotka toivoisit huomioitavan tässä opinnäytetyössä.	Vapaa kenttä, huomiot jotka koetaan puuttuvan kyselystä muuten