

Lauri Savolainen

TUOTTOJEN EPÄVARMUUS TUULI- JA AURINKOVOIMAINVESTOINNEISSA

Johtamisen ja talouden tiedekunta
Kandidaatintutkielma
Joulukuu 2024

TIIVISTELMÄ

Lauri Savolainen: Tuottojen epävarmuus tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa
Kandidaatintutkielma
Tampereen yliopisto
Kauppätieteiden tutkinto-ohjelma, yrityksen laskentatoimi
Joulukuu 2024

Tuuli- ja aurinkovoimainvestoinnit ovat viime vuosien aikana merkittävästi lisääntyneet, sillä ne tarjoavat hiilineutraalin ja ympäristöystävällisen sähköntuotannon vaihtoehdon. Lisäksi nämä energiantuotantoteknologiat ovat kustannustehokas vaihtoehto verrattuna fossiilisiin ja ydinvoimaan perustuviin energiantuotantotapoihin. Tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa tuotannonaikaiset kustannukset muodostavat vain noin 20 prosenttia koko investoinnin elinkaaren kustannuksista. Tästäkin huolimatta nämä investointilajit omaavat niille erityispiirteisiä epävarmuustekijöitä, jotka nostavat epävarmuutta investointipäätöksenteossa.

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää, miten tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tulevia kassavirtoja ennustetaan. Tutkielmassa keskitytään erityisesti tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tuottojen epävarmuustekijöiden tunnistamiseen sekä näissä investoinneissa käytettäviin pääomabudjetointimenetelmiin. Tutkielman tavoitteena on tunnistaa keskeisiä tuotoille liitettäviä epävarmuustekijöitä pohjoismaisessa sähkömarkkinassa. Lisäksi tavoitteena on ymmärtää pääomabudjetointimenetelmien soveltamista osana investointipäätöksentekoa, jossa epävarmuus on merkittävässä roolissa.

Tutkielma jakautuu kahteen osaan: teoriaosuuteen ja empiirisen analyysin osioon. Teoriaosuudessa käsitellään investointeja, pääomabudjetointia ja epävarmuutta yleisesti laskentatoimen aiemman kirjallisuuden pohjalta. Teoriaosuuden toisessa osassa perehdytään tuottojen epävarmuuteen ja pääomabudjetointimenetelmiin erityisesti tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tapauksessa.

Haastattelujen perusteella tuuli- ja aurinkovoimainvestointien keskeisimmiksi epävarmuustekijöiksi tunnistetaan sähkömarkkinan hinnan vaihtelu, kannibalisaatiovaikutus sekä infrastruktuuriin liittyvät epävarmuudet. Tulosten analyysin perusteella tutkimuksen keskeinen löydös on tuottoihin vaikuttavan kannibalisaatiovaikutuksen aiemman tutkimuksen mukaista suurempi vaikutus. Tämän lisäksi sähköverkon infrastruktuuriin liittyvät tekijät ovat pääomabudjetoinnin ja epävarmuuden analysoinnin keskiössä.

Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan todeta, että kannibalisaatiovaikutus on olennaisesti tuottojen epävarmuutta lisäävä tekijä tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa ja se tulisi sisällyttää osaksi tuuli- ja aurinkovoimainvestointien pääomabudjetointimenetelmiä. Aiemman tutkimuksen perusteella kannibalisaatiovaikutus saattaa jopa kumota tuuli- ja aurinkovoimainvestointien teknologisen kehityksen hyödyt, mikä korostaa ilmiön jatkotutkimustarvetta. Lisäksi sähköverkon infrastruktuuriin sekä teollisen sähkönkulutuksen ja uusiutuvan energiatuotannon yhteyteen liittyvät kysymykset korostuvat tuuli- ja aurinkovoimainvestointien epävarmuudessa. Laajemmassa yhteiskunnallisessa kontekstissa tutkimuksen johtopäätöksenä todetaan, että Suomella on mahdollisuus tehdä uusiutuvilla energialähteillä tuotetusta sähköstä merkittävä vientituote.

Avainsanat: investointi, pääomabudjetointimenetelmä, epävarmuus, uusiutuva energia

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

- Ei
- Kyllä

Ilmoitukseni mukaan olen käyttänyt opinnäytteessäni tutkielmaprosessin aikana seuraavia tekoälysovelluksia: Microsoft Teams

Tekoälysovellusten nimet ja versiot: Microsoft Teams Version 24295.606.3238.6194

Käyttötarkoitus: Microsoft Teamsin tallenteiden litterointi perustuu tekoälyn tekemään automaattiseen litterointiin. Tätä tekoälyyn pohjautuvaa Microsoft Teamsin automaattista litterointia on käytetty tutkimuksen haastatteluiden litterointiin. Automaattisen litteroinnin yhdenmukaisuus todellisen tallenteen kanssa on varmistettu tarkastamalla tekoälyn luoma litterointi.

Osiot, joissa tekoälyä on käytetty: Pääluke 5, Tulosten analyysi

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien osat, joissa on hyödynnetty tekoälyä, ja hyväksyn vastuun mahdollisista eettisten ohjeiden rikkomuksista.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	5
1.1 TUTKIMUKSEN TAUSTA	5
1.2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	6
1.3 AIHEEN VALINTA, RAJAUS JA RAJAUKSEN PERUSTELU	6
1.4 TUTKIMUKSEN ETENEMINEN JA RAKENNE	8
2 INVESTOINNIT PERINTEISESSÄ LASKENTATOIMESSA	9
2.1 INVESTOINTIPROSESSI JA INVESTOINTIEN LUOKITTELU	9
2.2 EPÄVARMUUS INVESTOINTIPÄÄTÖKSENTEOSSA	10
2.3 PÄÄOMABUDJETOINTIMENETELMÄT JA INVESTOINTIEN ARVIOINTI	11
3 TUULI- JA AURINKOVOIMAINVESTOINNIT POHJOISMAISSA	14
3.1 POHJOISMAISET SÄHKÖMARKKINAT JA NORD POOL -SÄHKÖPÖRSSI	14
3.2 TUOTTOJEN EPÄVARMUUS TUULI- JA AURINKOVOIMAINVESTOINNEISSA	15
3.2.1 Rahoitus- ja hyödykemarkkinoiden keskeiset erot suhteessa sähkömarkkinoihin	15
3.2.2 Kannibalisaatiovaikutus.....	16
3.3 PÄÄOMABUDJETOINTI TUULI- JA AURINKOVOIMAINVESTOINNEISSA	17
4 MENETELMÄT JA TUTKIMUSAINEISTO	19
4.1 TUTKIMUSMENETELMÄ	19
4.2 HAASTATELTAVIEN VALINTA JA AINEISTON KERUU	20
4.3 AINEISTON ANALYYSI.....	21
5 TULOSTEN ANALYYSI	23
5.1 INVESTOINTIPROSESSI JA AIKAJÄNNE	23
5.2 PÄÄOMABUDJETOINTI POHJOISMAISESSA SÄHKÖMARKKINAYMPÄRISTÖSSÄ	25
5.3 TUOTTOJEN KASSAVIRRAT JA EPÄVARMUUSTEKIJÄT	26
5.3.1 Tuotantovolyymi ja sähkön markkinahinta	27
5.3.2 Kannibalisaatiovaikutus.....	28
5.3.3 Muut esiin nousseet epävarmuustekijät.....	30
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO	32
6.1 KESKEISTEN TULOSTEN PEILAUUS AIEMPAAN TUTKIMUSKIRJALLISUUTEEN	32
6.2 TUTKIMUKSEN RAJOITTEET JA JATKOTUTKIMUSSUOSITUKSET	34
6.3 TUTKIMUKSEN YHTEENVETO	35
LÄHTEET	37
LIITE 1: HAASTATTELURUNKO	41

TAULUKKOLUETTELO

TAULUKKO 1. Koodaustaulukko

TAULUKKO 2. Yhteenvetotaulukko tutkimuksesta

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Globaali sähköntuotantosektori on murrosvaiheessa. Ilmastonmuutoksen uhka, fossiilisten polttoaineiden rajallisuus ja uusiutuvien energialähteiden teknologinen kehitys ovat asettaneet valtavat muospaineet globaalille energialähtelmälle (Serat, 2024; International Energy Agency, 2024). Fossiiliset polttoaineet kattavat edelleen noin 80 prosenttia maailman energiantuotannosta mutta niiden kestättömyys sekä ekologisesta että taloudellisesta näkökulmasta on laajalti tunnustettu (Das, Hittinger & Williams, 2020; Euroopan tilintarkastustuomioistuin, 2019). Samaan aikaan tuuli- ja aurinkovoiman kaltaiset uusiutuvat energialähteet tarjoavat lupaavan vaihtoehdon ympäristöystävällisempään tulevaisuuteen.

Ilmastonmuutos toimii katalysaattorina, joka ajaa yhteiskuntia kohti uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla energialähteillä ei ole pelkästään ekologinen vaan myös taloudellinen välttämättömyys. Ilmastotutkimukset osoittavat, että globaalin lämpötilan nousun rajoittaminen 1,5 asteeseen edellyttää nopeaa siirtymää uusiutuviin energialähteisiin (Sovacool, 2017; Herrera Anchustegui & Glapiak, 2023). Samalla energiamurros tarjoaa uusia liiketoimintamahdollisuuksia, kuten tuulivoimateknologian kehittämistä ja energian varastointiteknologioita, jotka voivat tukea käyttäjien kasvavia tarpeita (Castro-Santos ym., 2020).

Uusiutuvien energialähteiden käyttöönottoa ohjaavat paitsi ilmastonmuutoksen hillitsemistavoitteet myös energiaturvallisuus ja taloudellinen kilpailukyky. Euroopan unioni on asettanut kunnianhimoisia tavoitteita uusiutuvan energian osuuden kasvattamiseksi, mutta tämä edellyttää merkittäviä investointeja ja rakenteellisia muutoksia energiainfrastruktuurissa (Euroopan tilintarkastustuomioistuin, 2019; Fingrid Oyj, 2024). Tuuli- ja aurinkovoiman tuotantokustannukset ovat laskeneet huomattavasti viimeisen vuosikymmenen aikana, mutta niihin liittyvät investoinneissa on edelleen epävarmuuteen ja hintojen suuren vaihteluun liittyviä haasteita (Loewen, 2019; Reichenberg, Ekholm & Boomsma, 2023). Näiden investointien suuret alkupääomakustannukset edellyttävätkin mahdollisimman tarkkaa tulevien kassavirtojen ennustamista, toimivia pääomabudjetointimenetelmiä sekä sähkömarkkinoille ominaisten epävarmuustekijöiden tunnistamista.

Uusiutuvat energialähteet tarjoavat siis mahdollisuuden yhdistää taloudellinen kasvu ja kestävä kehitys, mutta niiden potentiaalin toteutuminen edellyttää jatkuvaa tulevien kassavirtojen, pääomabudjetoinnin ja epävarmuuden analysointia ja tutkimusta. Tämän tutkimuksen tavoitteena onkin, että näitä ilmiöitä ymmäretään syvällisemmin.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkielman keskeinen tavoite on tutkia, miten tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tulevia kassavirtoja mallinnetaan. Tässä tutkimuksessa keskitytään erityisesti tuottojen epävarmuustekijöihin. Lisäksi pääomabudjetointimenetelmät ovat merkittävä osa investointiarviointiprosessia, joten tässä tutkielmassa pyritään myös selvittämään kyseisissä investoinneissa käytettäviä pääomabudjetointimenetelmiä. Tutkielman keskeiseen tavoitteeseen vastaamiseksi päätutkimuskysymys asetetaan seuraavaksi:

Miten tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tulevia kassavirtoja ennustetaan?

Tuottojen epävarmuustekijöihin sekä käytettäviin pääomabudjetointimenetelmiin syvemmän ymmärryksen saamiseksi päätutkimuskysymyksen alle asetetaan kaksi seuraavaa alatutkimuskysymystä:

1. Mitä tuottojen epävarmuustekijöitä tunnustetaan merkittävimiksi tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa pohjoismaisessa sähkömarkkinaympäristössä?

2. Mitä pääomabudjetointimenetelmiä tuuli- ja aurinkovoimainvestointien mallintamisessa käytetään?

1.3 Aiheen valinta, rajaus ja rajauksen perustelu

Tämä tutkielma rajataan tarkastelemaan tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tuotoille erityispiirteisiä epävarmuustekijöitä sekä pääomabudjetointia pohjoismaisessa sähkömarkkinaympäristössä. Pääomabudjetointia ja epävarmuustekijöitä tarkastellaan siis tuleviin kassavirtoihin liitettyjen ennustettujen tuottojen näkökulmasta. Pääomabudjetointimenetelmissä usein käytetty diskonttokoron tai pääomakustannuksen arviointi ja määrittely ovat rajattu tämän

tutkielman ulkopuolelle. Tämän tutkielman keskeiset rajaukset ovat rajausta tuuli- ja aurinkovoimainvestointeihin, pääomabudjetointiin epävarmuuden hallintakeinona sekä pohjoismaiseen sähkömarkkinaan.

Euroopan tilintarkastustuomioistuin kertoi toteutuneihin tuotantolukuihin perustuen erityiskertomuksessaan jo vuonna 2019, että uusiutuvien energialähteiden osuus EU:n sähköntuotannosta kaksinkertaistui vuosien 2005-2017 aikana. Tämän kasvun selittävänä tekijänä mainitaan nimenomaisesti tuulivoiman ja aurinkosähkön suhteellisen tuotanto-osuuden lisääntyminen. (Euroopan tilintarkastustuomioistuin, 2019.) Sitten vuoden 2024 ensimmäisen kvartaalin ennusteessaan Suomen kantaverkkoyhtiö Fingrid Oyj puolestaan odottaa vuonna 2030 tuulivoimatuotannon osuuden olevan Suomen kokonaissähköntuotannosta noin 68 prosenttia, kun vuonna 2022 se oli vain 12 prosenttia. Samoin Fingrid ennustaa aurinkosähköntuotannon osuuden kasvavan jopa 10 prosenttiin kokonaistuotannosta vuoteen 2030 mennessä (Fingrid Oyj, 2024). Nämä raportit kuvastavat sitä perustavanlaatuista muutosta, joka on käynnissä myös Suomen sähköntuotantosektorilla. Tämän myötä tuuli- ja aurinkovoimainvestointien ajankohtaisuus sekä yleistyvyys luovat niihin tieteellisen tutkimuksen tarpeen.

Tutkimuksen rajaamista tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tuottojen epävarmuuteen voidaan perustella sillä, että sähkömarkkinoilla tuottojen epävarmuus on erittäin suurta sähkön hinnan volatiliteetin vuoksi. Tämä korostaa epävarmuuden analysoinnin tarpeellisuutta. (Rembeza & Przekota, 2022.) Pääomabudjetointimenetelmät ovat mielenkiintoinen tutkimusaihe tuuli- ja aurinkovoimainvestointien yhteydessä, sillä pääomabudjetointimenetelmien käyttö on eräs tyypillinen vaihtoehto epävarmuudessa tehtävään investointiarviointiin (Harris, Emmanuel & Komakech, 2009).

Pohjoismaat ovat globaalisti johtavia uusiutuvan energian kehityksen ja implemetoinnin maita, joita yhdistää tavoite olla täysin hiilineutraaleja vuoteen 2050 mennessä (Sovacool, 2017; Herrera & Glapiak, 2023). Pohjoismainen sähkömarkkina on Uriben, Mosquera-Lopezin & Guillenin (2020) mukaan yksi maailman suurimpia integroituneita sähkömarkkinoita. Lisäksi pohjoismaiset sähkömarkkinat ovat sääntelyn näkökulmasta ensimmäisiä vapautettuja sähkömarkkinoita maailmassa (Junttila, Myllymäki & Raatikainen, 2018). Klassiseen rahoitusteorian näkökulmasta tämän tutkimuksen rajaamista pohjoismaisiin sähkömarkkinoihin voidaan perustella sillä, että vapailla markkinoilla taloudellisten ilmiöiden tutkiminen on suotuisaa. Vapaat markkinat mahdollistavat hajautetun päätöksenteon ja hintamekanismin kautta tapahtuvan tiedonvälityksen.

Tämä johtaa tehokkaampaan resurssien allokointiin ja innovaatioiden syntymiseen. (Roy & Denzau, 2024.)

1.4 Tutkimuksen eteneminen ja rakenne

Johdanto-osion jälkeen esitellään tutkielman teoreettinen viitekehys, joka jakautuu kahteen pääluukuun. Aikaisempaa investointeihin liittyvää tutkimuskirjallisuutta tarkastellaan perinteisen laskentatoimen teorian näkökulmasta ensimmäisessä pääluvussa. Toisessa pääluvussa tutustutaan aiempaan tutkimuskirjallisuuteen tuuli- ja aurinkovoimainvestointien pääomabudjettiin ja epävarmuuteen liittyen. Teoriaosuuden jälkeen esitellään tutkielmassa käytetyt tutkimusmenetelmät.

Tutkimuksen aineiston analyysiin keskittyvässä pääluvussa käsitellään ja analysoidaan haastatteluaineiston perusteella tutkimuksen tuloksia. Tutkielma etenee tulosten analyysin jälkeen analyysin pohjalta suoritettavaan tulosten tai löydösten pohdintaan, jossa pyritään keskittymään keskeisimpiin havaintoihin teoreettisen viitekehysten ja aineiston analyysin välillä. Tutkielma päättyy yhteenvedon pääluukuun, jossa kiteytetään tutkimuksessa tehdyt prosessit sekä saadut lopputulokset.

2 INVESTOINNIT PERINTEISESSÄ LASKENTATOIMESSA

Investoinnit voidaan nähdä yrityksen pitkän aikavälin toiminnan perustana sekä edellytyksenä. Investointipäätöksenteko onkin keskeinen osa yrityksen strategista suunnittelua ja edellytys yrityksen toiminnan kehittymiselle (Järvenpää, Länsiluoto, Partanen ym., 2017). Investointi voidaan määritellä toiminnaksi, joka sitoo varoja mihin tahansa rahamääräiseen tai fyysiseen muotoon nykyhetkessä, minkä odotetaan tuovan lisätuottoa tulevaisuudessa. Tämä odotus tuo mukanaan todennäköisyyden, että tuoton määrä voi vaihdella minimistä maksimiin. Kyseinen mahdollisuus todellisen tuoton vaihteluun tunnetaan investointiriskinä, jossa jokainen investointi sisältää sekä tuoton että riskin. (Ranganatham & Madhumathi, 2005.)

2.1 Investointiprosessi ja investointien luokittelu

Ikäheimon ja kumppanien (2019) mukaan investoinneille on tyypillistä pitkä aikajänne, minkä takia investoinnit tyypillisesti mukailevat vaikutusaikanaan melko standardisoitunutta investointiprosessikuvausta. Heidän mukaansa standardisoitunut investointiprosessikuvaus sisältää tyypillisesti järjestyksenomaisesti etenevän investointimahdollisuuksien tunnistamisen, sopivien investointikohteiden tutkimisen, investointikohteen valitsemisen, rahoituskysymysten ratkaisemisen sekä investointiprojektin toteutuksen ja valvonnan.

Investointeja voidaan luokitella usealla eri tavalla. Etelälahti, Kangaspunta & Wallin (1992) jakavat investoinnit yksinkertaisesti aineettomiin ja aineellisiin investointeihin. Myöhemmän kirjallisuuden (Järvenpää ym., 2017; Brealey ym., 2017) perusteella käytetyin luokittelutapa on kuitenkin investointien luokittelu finanssi- ja reaali-investointeihin. Finanssi-investoinneilla tarkoitetaan raha- tai osakemarkkinoilla tehtyjä investointeja, jotka liittyvät korko- ja rahoitusinstrumentteihin sekä osakesijoituksiin (Suomala, Manninen & Lyly-Yrjänäinen, 2011). Reaali-investoinneilla puolestaan tarkoitetaan investointeja pitkävaikutteisiin tuotannontekijöihin (Järvenpää ym. 2017). Tässä tutkielmassa tarkasteltavat tuuli- ja aurinkovoimainvestoinnit voidaan luokitella reaali-investoinneiksi, joten finanssi-investoinnit on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle.

Toisaalta investoinnit voidaan luokitella luonteensa perusteella strategisiin ja operatiivisiin investointeihin (Wu, Melnyk & Swink, 2012; Makarenko, Kudlaienko, Roschyna ym., 2019; Kasanen, 1993). Keskeisin ero näiden välillä on Pellisen (2019) mukaan investoinnin aikajänteen pituus sekä huomioitavan tiedon laajuus ja tarve. Wu ym. (2012) puolestaan pitää tämän jaottelun

perusteena nimenomaan strategisia näkökulmia. Hän toteaaakin, että strategiset investoinnit tähtäävät pitkän aikavälin strategisten tavoitteiden saavuttamiseen, kun taas operatiiviset investoinnit ylläpitävät päivittäistä toimintaa ja tehokkuutta. Lisäksi Cooremansin (2011) mukaan strategisten investointien strategisilla tavoitteilla voidaan usein tarkoittaa esimerkiksi uusille markkinoille laajentumista, uusien hyödykkeiden kehittämistä tai uuden teknologian implementointia osaksi olemassa olevaa tuotetta.

Investoinnit voidaan siis nähdä pitkällä aikavälillä yrityksen toiminnan olemassaolon ja kehityksen edellytyksenä ja tärkeimpänä liiketoiminnallisena toimintona. Investointien luokittelun on aiemman tutkimuskirjallisuuden perusteella vaihtelevaa ja näkökulmariippuvaista. Kasanen (1993), Wun ym. (2012) ja Makarenkon ym. (2019) investointien luokittelu strategisiin ja operatiivisiin investointeihin on keskeisin tämän tutkielman kannalta, sillä tuuli- ja aurinkovoimainvestoinnit Warren & Jackin (2018) mukaan luetaan strategisiksi investoinneiksi. Strategisille investoinneille on pitkän sijoitushorisontin vuoksi ominaispiirteistä epävarmuus ja sen luovat epävarmuustekijät (Kasanen, 1993; Cooremans, 2011). Epävarmuutta investointipäätöksenteon yhteydessä tarkastellaan seuraavassa alaluvussa tarkemmin.

2.2 Epävarmuus investointipäätöksenteossa

Yksi olennaisimmista strategisten investointipäätösten ominaisuuksista on investointien tulevaisuuden tuottoihin liittyvä epävarmuus. Tästä syntyy tarve arvioida ja analysoida vaihtoehtoisten lopputulosten todennäköisyyksiä, jotka voivat tarkoittaa suurempaa tai pienempää taloudellista tulosta yritykselle. Eri vaihtoehtojen analysointiin liittyy tyypillisesti keskeisimpien epävarmuustekijöiden tunnistaminen. (Dixit & Pindyck, 1994.)

Epävarmuuden tutkiminen ja mahdollisimman laaja ymmärtäminen on erittäin tärkeää, sillä Pindyckin (1991) mukaan korkea epävarmuus voi johtaa investointien lykkäämiseen, koska yritykset odottavat selkeämpää kuvaa tulevaisuudesta sitoutuessaan pitkiin investointeihin. Caballeron ja Pindyckin (1996) tutkimuksessa todetaankin, että epävarmuus voi hidastaa teollisuuden kehitystä ja vaikuttaa investointien määrään.

Wilson, Branicki, Sullivan-Taylor ym. (2010) taustoittavat, että riski ja epävarmuus eroavat käsitteenä toisistaan vaikka joskus ne saatetaan mieltää samaa tarkoittaviksi ilmiöiksi. Riski kuvaa

heidän mukaansa tilannetta, jossa todennäköisyyksien mittaaminen on jollain tasolla mahdollista. Epävarmuudella puolestaan viitataan heidän mukaansa tilanteeseen, jossa tällaisten todennäköisyyksien analysoiminen ei ole mahdollista.

Solaiman, Gueriot, Almouahed ym. (2021) kuvaavat epävarmuuden olevan päätöksentekoprosessien luonnollinen ominaisuus reaali maailman tilanteissa. He jakavat epävarmuuden tutkimuksessaan kahdentyyppiseen epävarmuuteen, epistemiseen ja aleatoriseen epävarmuuteen. Episteminen epävarmuus johtuu heidän mukaansa tiedon tai ymmärryksen puutteesta, johon saattaa liittyä puutteellisia tietoja tai subjektiivista arviointia. Aleatorisella epävarmuudella puolestaan tarkoitetaan heidän mukaansa epävarmuuden tyyppiä, joka johtuu järjestelmän luontaisesta satunnaisuudesta tai vaihtelusta. Tällaista epävarmuutta voidaan Solaimanin ym. (2021) mukaan usein kuvata todennäköisyysjakaumien avulla. Tämä on ristiriidassa Wilsonin ym. (2010) tutkimuksen kanssa heidän väittäessään, että epävarmuudessa todennäköisyyksien analysoiminen ei ole mahdollista. Kuvatun kaltaisten aiempien epävarmuutta koskevien tutkimusten ristiriidat ovat Orlandon (2022) mukaan tyypillisiä epävarmuuden tutkimuksessa. Siitäkin huolimatta, että epävarmuus on yksi vanhimpia ja keskeisimpiä tekijöitä taloustieteiden teoriassa, tutkijoilla ei ole konsensusta siitä, mitä epävarmuus itse asiassa on (Orlando, 2022).

Epävarmuus luo siis moniulotteisia haasteita investointipäätöksentekoon. Epävarmuus rajoittaa saatavilla olevaa tietoa, jolloin tulevaisuuden tapahtumien tarkka ennustaminen on lähes mahdotonta (Harris, 2014). Harris, Emmanuel & Komakech (2009) toteavatkin, että investointeihin liittyvää epävarmuutta tyypillisesti lievennetään tukeutumalla aikaisempiin kokemuksiin vastaavista tilanteista, ammatilliseen asiantuntijuuteen sekä sisäisiin että ulkopuolisiin arvioihin. Sisäinen arviointi voi olla esimerkiksi investointiarviointia pääomabudjetointimenetelmiä hyödyntäen, mitä siirrytään käsittelemään seuraavaksi.

2.3 Pääomabudjetointimenetelmät ja investointien arviointi

Pääomabudjetointi on Goelin (2015) mukaan pitkäjänteistä suunnittelua ehdotettujen pääomapanostusten tekemiseksi ja rahoittamiseksi. Purnamasari & Adriza (2024) määrittelevät pääomabudjetoinnin välineeksi, jolla suunnitellaan ja allokoidaan rahamääräisiä panoksia osakkeenomistajien varallisuuden optimoimiseksi. Lisäksi suuret pääomasijoitukset tarkoittavat,

että väärät päätökset voivat johtaa merkittäviin taloudellisiin tappioihin, minkä vuoksi pääomabudjetointi on erittäin keskeinen osa strategista suunnittelua. (Götze, Northcott & Schuster, 2008.)

Goelin (2015) mukaan pääomabudjetointimenetelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään: ei-diskontattuun rahavirtaan ja diskontattuun rahavirtaan perustuviin tekniikoihin. Diskontatulla rahavirralla tarkoitetaan rahavirtaa, jonka nykyarvossa on huomioitu rahan tulevaisuuden aika-arvo (Goel, 2015). Talousteoreettisesti diskontattuun rahavirtaan perustuvia menetelmiä pidetään oikeina (Bennouna, Meredith & Marchant, 2010). Bennounan ym. (2010) kanadalaisten suurten yritysten pääomabudjetointitekniikoita käsittelevässä tutkimuksessa todetaankin, että pääomabudjetointimenetelmien trendi on yhä enemmän kohti diskontattuun rahavirtaan perustuvien tekniikoiden käyttöä.

Takaisinmaksuajan menetelmä on esiteltävistä pääomabudjetointimenetelmistä ainoa, joka ei huomioi rahan aika-arvoa, eli se ei perustu diskontattuun rahavirtaan. Takaisinmaksuaika on perinteinen, yksinkertainen ja yleisimmin käytetty menetelmä pääomabudjetoitipäätösten arvioinnissa. Takaisinmaksuaika voidaan määritellä ajanjaksoksi, joka tarvitaan projektin alkuinvestoinnin takaisin saamiseksi. (Goel, 2015.)

Nettonykyarvon menetelmä puolestaan perustuu diskontattuun rahavirtaan. Menetelmässä investoinnin ennakoitujen kassavirrat diskontataan laskentakorkokannalla investointihetkeen, minkä jälkeen lasketusta nettotuottojen nykyarvosta vähennetään hankintameno, jolloin saadaan selville nettonykyarvo (Järvenpää, 2017). Nettonykyarvon ollessa positiivinen voidaan investointia pitää kannattavana ja nähdä lisäävän yrityksen arvoa. Klassisen rahoitusteorian näkökulmasta nettonykyarvomenetelmää pidetään parhaana vaihtoehtona investointien arviointiin (Bennouna ym., 2010).

Kolmantena pääomabudjetointimenetelmänä tässä tutkielmassa käsitellään sisäisen korkokannan menetelmä. Järvenpää ym. (2017) määrittelee sisäisen korkokannan ilmoittavan sen investoinnin tuottotason, jolla investoinnin nettotuotot ovat alkuinvestoinnin suuruiset. Sisäinen korkokanta kertoo investoinnin kriittisen pisteen eli sen, millä tuottotasolla investointi on vielä kannattava.

Bennounan ym. (2010) tutkimuksessa tutkittiin suurten kanadalaisten yritysten silloisia pääomabudjetoitikäytäntöjä. Tutkimuksen mukaan kanadalaisissa yhtiöissä diskontattuun

rahavirtaan perustuvat pääomabudjetointimenetelmät ovat selkeästi käytetyimpiä. Nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan menetelmät ovat tutkimuksen perusteella käytetyimmät pääomabudjetointimenetelmät.

Samankaltaisiin tuloksiin päästiin myöhemmässä pääomabudjetoinnin tutkimuksessa, jossa Siziba & Hall (2021) tarkastelivat 83:n Intian, Etelä-Afrikan, Yhdistyneen kuningaskunnan ja Yhdysvaltojen alueella toimivien yritysten pääomabudjetointitekniikoita aikavälillä 1966–2016. Tutkimuksen johtopäätöksissä todetaan, että vaikkakin laskentatoimen teoriassa kuvataan ja tunnetaan useita pääomabudjetointitekniikoita, käytännössä vain tietyt menetelmät ovat laajasti käytössä. Sekä kehittyneissä että kehittyvissä maissa trendi selkeästi osoittaa diskontattuun kassavirtaan perustuvien menetelmien suuntaan. Diskontatun kassavirran menetelmät ovat kehitymässä pääasialliseksi työkaluksi pääomahankkeiden arvioinnissa, ja ei-diskontatun kassavirran menetelmillä on toissijainen rooli.

Sekä Bennounan ym. (2010) että Siziban & Hallin (2021) tutkimuksissa havaitaan, että diskontattuun rahavirtaan perustuvat menetelmät ovat käytetyimmät pääomabudjetointimenetelmät tutkimusten yrityksissä. Nämä löydökset ovat ristiriidassa Goelin (2015) väitteen kanssa, jonka mukaan ei-diskontattuun rahavirtaan perustuva yksinkertainen takaisinmaksuajan menetelmä olisi käytetyin. Toisaalta on huomattava, että Bennounan ja kollegoiden (2010) sekä Siziba & Hallin (2021) tutkimuksissa käsitellään pääasiassa suurten yritysten pääomabudjetointitekniikoita. Tulokset saattaisivat olla erilaisia esimerkiksi pienyrityksissä.

Alkaraan & Northcott (2006) tuovat esiin nettonykyarvoon ja sisäisen korkokannan menetelmään liittyvän näkökulman, joka asettaa Bennounan ym. (2010) väitteen nettonykyarvomenetelmän rahoitusteoreettisesta paremmuudesta kriittiseen valoon. Alkaraan & Northcott (2006) pitävät nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan menetelmiä hyödyllisinä mutta kritisoiivat näitä, koska ne keskittyvät vain taloudellisesti mitattaviin hyötyihin. Ne eivät ota huomioon strategisia vaikeasti mitattavia hyötyjä, kuten innovaatioita tai kilpailukyvyn parantamista. Yleispätevää ja yksiselitteisen oikeaoppista pääomabudjetointimenetelmää ei siis aiemman tutkimuskirjallisuuden perusteella kyetä määrittelemään.

Edellä kuvattu pohjoismainen sähkömarkkina ja sen olennainen osa, Nord Pool -sähköpörssi, muodostavat tähän tutkielmaan olennaisesti liittyvän markkinaympäristön, jossa tuuli- ja aurinkovoimainvestointeja Pohjoismaissa analysoidaan, arvioidaan ja lopulta mahdollisesti toteutetaan. Nord Poolin Elspot-markkinahinta on keskeinen epävarmuustekijä tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa. Näille investoinneille aiemman tutkimuksen valossa tunnistetaan myös muita ominaispiirteisiä epävarmuustekijöitä.

3.2 Tuottojen epävarmuus tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa

Tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneille, kuten mille tahansa investointityypeille, voidaan tunnistaa investointityypille ominaisia epävarmuustekijöitä. Epävarmuustekijöitä on runsaasti ja monenlaisia, eikä kaikkia ole todennäköisesti vielä edes tunnistettu. Tässä tutkimuksessa perehdytään aiemman tutkimuskirjallisuuden nojalla merkittävimpiin epävarmuustekijöihin tuuli- ja aurinkovoimainvestointien yhteydessä.

3.2.1 Rahoitus- ja hyödykemarkkinoiden keskeiset erot suhteessa sähkömarkkinoihin

Rembezan & Przekotan (2022) mukaan sähkömarkkinoiden keskeisiä erityispiirteitä suhteessa perinteisiin markkinoihin ovat varastoinnin ja sähkönsiirron rajoitteet sekä jatkuva kysynnän ja tarjonnan tasapainottamisen tarve. Heidän mukaansa lyhyellä aikavälillä tasapaino-ongelmat voivat johtaa äärimmäisiin hintamuutoksiin, eikä varastoiminen pysty merkittävästi lieventämään kysynnän ja tarjonnan epätasapainoa. Äärimmäiset hintamuutokset voivat olla viime vuosina koettuja sähkön hintapiikkejä, tai negatiivisia sähkön tuntihintoja, jolloin sähkön kulutuksesta jopa maksetaan kuluttajalle. Teoreettisesti tällä pyritään siihen, että negatiiviset tuntihinnat nostaisivat sähkönkulutusta, mikä tasoittaisi sähköverkon ylikapasiteettia sähköntuotannon suhteen. Tähän liittyykin myös konkreettinen ero vaikkapa osakemarkkinoiden ja sähkömarkkinoiden välillä, sillä osakkeen hinta ei voi olla negatiivinen.

Tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tuottojen epävarmuus johtuu siis suurilta osin sähkön hinnan volatiliteetista. Yksi riskienhallintakeino sähkön markkinahinnan vaihtelulta suojautumiseen on sähkönostosopimukset, eli PPA-sopimukset (*Power Purchase Agreements, PPA*). PPA-sopimukset ovat pitkäaikaisia kahdenvälisiä sopimuksia tietyn määrän sähkön ostamisesta ja myynnistä. PPA-

sopimukset ovat erityisen käytettyjä tuuli- ja aurinkovoimainvestointien yhteydessä ja niillä pyritään vakauttamaan investoinnin tuottoja. (Kapral ym., 2024.)

Vehviläinen (2002) korostaa, että erityisesti sähkön varastoimattomuus tekee sähkömarkkinoista erilaiset verrattuna rahoitusmarkkinoihin ja muihin hyödykemarkkinoihin. Lisäksi oman haasteensa tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa tuo luontainen sääolosuhteista johtuva vaihtelevuus, joka vaikuttaa niiden sähköntuotantovolyymien vaihteluun sekä luotettavuuteen (Ghaedi, Abbasbour, Fotuhi-Firuzabad ym., 2013).

Sähkön varastoimattomuus, sähkönsiirron rajoitteet ja sääolosuhderiippuvaisuus ovat ovatsiis keskeiset markkinalliset erot perinteisten rahoitus- tai hyödykemarkkinoiden ja sähkömarkkinoiden välillä. Konkreettisesti esimerkiksi sähkömarkkinoiden sähkönsiirron rajoitetta voisi rinnastaa hyödykemarkkinoilla tuotetun hyödykkeen heikkoon likvidettiin, eli epävarmaksi rahamääräiseen muotoon muuttamiseksi.

3.2.2 Kannibalisaatiovaikutus

Reichenberg, Ekholm & Boomsma (2023) sekä Das, Hittinger & Williams (2020) käsittelevät tutkimuksissaan tuuli- ja aurinkovoimainvestointeihin liittyvää kannibalisaatiovaikutusta. Kannibalisaatiovaikutuksella he tarkoittavat, että tuuli- ja aurinkovoimatuotanto laskevat sähkön markkinahintaa niiden tuottaessa paljon sähköenergiaa johtuen esimerkiksi aurinkoisuudesta tai kovatuulisuudesta. Vaikka kannibalisaatiovaikutuksella on merkittävä vaikutus tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tuottoihin, kannibalisaatiovaikutus on Reichenberg ym. (2023) mukaan jäänyt usein huomiotta aiemmassa tutkimuskirjallisuudessa. Das ym. (2020) jopa väittävät tutkimuksensa tulosten perusteella, että kannibalisaatiovaikutuksen aiheuttama tuottojen väheneminen saattaa kumota tuulivoiman teknologisen kehityksen hyödyt. Tätä on siis pidettävä erittäin olennaisena epävarmuustekijänä tuuli- ja aurinkovoimainvestointien yhteydessä.

Lisäksi Das ym. (2020) väittävät tutkimuksessaan, että tuuli- ja aurinkovoiman laaja käyttöönotto edellyttää sähkön varastoinnin ja sähköverkkojen kehitystä, jotta tuuli- ja aurinkovoima voidaan integroida osaksi sähköntuotantosektoria taloudellisesti kestäväällä tavalla. Ratkaisuna tähän he pitävät sähköverkon muutoksia tai laajennuksia ja oikeanlaisia poliittisia toimia, jotka voivat parantaa uusiutuvien energialähteiden taloudellista tehokkuutta. Vaikka ympäristön näkökulmasta

uusiutuva energiantuotantoteknologia tarjoaa merkittävästi ympäristöystävällisemmän mahdollisuuden tuottaa sähköenergiaa verrattuna muihin teknologioihin, eivät nekkään itsestään ratkaise energiantuotannon ongelmia, vaan vaativat aktiivisia tutkimukseen pohjautuvia toimenpiteitä.

3.3 Pääomabudjetointi tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa

Huolellisen pääomabudjetoinnin merkitys korostuu tuuli- ja aurinkovoimainvestointien yhteydessä, sillä hankkeisiin liittyy suuret alkuinvestointikustannukset ja pitkät takaisinmaksuajat. Merkittävä haaste pääomabudjetoinnille aiheutuukin Tingin & Carriveaun (2018) mukaan tuuli- ja aurinkovoimainvestointien alkuinvestointikustannuksesta, sillä ne muodostavat noin 70 prosenttia koko investoinnin elinkaaren kustannuksista.

Edellisessä pääluvussa esiteltyjen perinteisen laskentatoimen pääomabudjetointimenetelmien lisäksi erityisesti tuuli- ja aurinkovoimainvestointien yhteydessä erääksi pääomabudjetointimenetelmäksi tunnustetaan LCOE-mittari (*levelized cost of electricity*). LCOE on laajalti käytetty mittari, jolla arvioidaan energiantuotantoprojektien taloudellista tehokkuutta niiden odotetun elinkaaren aikana. Se laskee investoinnin rakennus- ja tuotantokustannukset yhteen, ja nämä kokonaiskustannukset jaetaan investoinnin elinkaaren aikana tuottamalla kokonaisenergialla. Näin saadaan yksikkökustannus tuotetulle sähköenergialle tuuli- ja aurinkovoiman tapauksessa. (Loewen, 2019.)

LCOE-mittaria suhteessa nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan menetelmiin tutkitaan aiemmassa energiainvestointeihin liittyvässä tutkimuskirjallisuudessa. Nämä kaikki kolme arviointimittaria tunnustetaan keskeisiksi mittareiksi uusiutuvan energian investointien arvioinnissa. Aiempien tutkimusten (Sung & Jung, 2019; Loewen, 2019) mukaan LCOE soveltuu hyvin eri energiantuotantoteknologioiden kustannustehokkuuden vertailuun mutta se ei aina kerro todellista taloudellista kustannustehokkuutta diskonttauksen puutteen vuoksi. Monet tutkimukset (Castro-Santos, Bento, Silva ym., 2020; Shafiee, Alghamdi, Sansom ym., 2020; Wu, Wang, Zhao ym., 2018) toteavatkin nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan menetelmän LCOE-mittaria paremmiksi yksityiskohtaiseksi taloudellisen analyysin välineiksi ja investointipäätösten tukipilareiksi, sillä ne huomioivat rahan aika-arvon ja keskittyvät enemmän absoluuttiseen taloudelliseen kannattavuuteen.

Toisaalta LCOE-mittarin voidaan nähdä aiemmin esitellyn Alkaraanin & Northcottin (2006) tutkimuksen tarkoittamalla strategisia hyötyjä huomioon ottavana menetelmänä verrattuna esimerkiksi nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan menetelmiin. Mikäli tuotantoyrityksen tavoitteena olisi esimerkiksi energiatehokkuuden parantaminen absoluuttisen taloudellisen kannattavuuden sijaan, voisi LCOE-mittari olla sopivampi sovellettavaksi. Tämä osaltaan vahvistaa Alkaraanin & Northcottin (2006) nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan menetelmään kohdistuvan kritiikin perusteltavuutta.

Mahdollisia pääomabudjetointimenetelmiä on siis useita myös tuuli- ja aurinkovoimainvestointien yhteydessä. Reichenberg ja kumppanit (2023) toteavatkin tutkimuksessaan, että epävarmuutta tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa voidaan lähestyä esimerkiksi portfolioteorian tai reaalivaihtoehtoanalyysin kautta. He esittelevät kannibalisaatiovaikutuksen ja uusiutuvan energian investointien pääomabudjetointiin liittyvän kriittisen näkökulman korostamalla, että kannibalisaatiota ei ole tunnistettu pääomabudjetoinnin aiemmassa kirjallisuudessa tai sisällytetty osaksi pääomabudjetoinnin menetelmiä, vaikka kannibalisaatiovaikutus on tunnistettu merkittäväksi epävarmuustekijäksi. Vastauksena tähän he esittelevät tutkimuksessaan heidän mukaansa ensimmäistä kertaa uusiutuvan energian investointiarviointiin soveltuvan pääomabudjetointitekniikan, jossa kannibalisaatiovaikutus huomioidaan. Menetelmässä otetaan huomioon muuttuvan uusiutuvan energian tuotannon ja markkinahinnan välinen suhde. He korostavat endogeenistä hinnanmuodostusta, joka heidän mukaan mahdollistaa kannibalisaatiovaikutuksen tutkimisen tuleviin kassavirtoihin liittyen.

Reichenberg ja kollegat (2023) ovat menetelmää kehittäessään kuitenkin tehneet yksinkertaistuksia esimerkiksi siten, että mallissa kysyntä pysyy vakiona vuoden aikana ja sähkön kauppaa ulkoisten markkinoiden kanssa ei ole lainkaan. Kriittisesti tarkasteltuna ja aiemman pohjoismaisia sähkömarkkinoita käsittelevän kirjallisuuden perusteella (Uribe ym., 2020; Junttila ym., 2018) on selvää, että pohjoismaisessa sähkömarkkinassa tällainen tilanne ei ole kovinkaan realistinen. Pääomabudjetointimenetelmiä on siis monia myös tuuli- ja aurinkovoimainvestointien kontekstissa. Tutkimuksissa on havaittu aiemmin tunnistamattomia ilmiöitä mutta tieteellisen tutkimuksen kehittyneiden pääomabudjetointimallien ja käytännön väliin vaikuttaisi muototutuvan kiilu.

4 MENETELMÄT JA TUTKIMUSAINEISTO

4.1 Tutkimusmenetelmä

Tässä tutkielmassa tuuli- ja aurinkovastuainvestointeihin liittyviä pääomabudjetoitimenetelmiä sekä tuottojen epävarmuustekijöitä tutkitaan kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän avulla. Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus on tyypillinen menetelmävalinta, kun tavoitteena on tutkittavan ilmiön syvällinen ymmärtäminen (Saunders, Lewis & Thornhill, 2019). Laadullinen lähestymistapa mahdollistaa tässä tutkimuksessa yksityiskohtaisten näkökulmien ja tekijöiden esiin tuomisen investointipäätöksentekoon liittyen, mikä edistää tutkielman tutkimuskysymyksiin vastaamista.

Lisäksi Surekan ym. (2022) pääomabudjetoitimenetelmiä käsittelevässä tutkimuksessa tunnistetaan yhtenä jatkotutkimusehdotuksena laadullisen tutkimuksen tuomat mahdollisuudet tuoda esiin syvällisempää ymmärrystä pääomabudjetoitiprosesseista. Heidän mukaansa pääomabudjetointiin liittyvät tutkimukset ovat tyypillisesti olleet kvantitatiivisiin menetelmiin perustuvia, jolloin laadullisten tutkimusten käyttö voisi tuoda esiin uusia arvokkaita näkökulmia. Osaltaan myös tämä puoltaa laadullisen tutkimusmenetelmän valintaa peilaten tämän tutkielman tavoitteisiin.

Erikssonin & Kovalaisen (2008) mukaan laadullisen tutkimuksen tutkimusprosessi on harvoin selkeä tai lineaarinen, jolloin on tyypillistä joutua korjaamaan tai tarkistamaan alkuperäisiä tutkimuskysymyksiä ja niiden muotoiluja. Siksi realistisempi kuva laadullisesta tutkimusprosessista heidän mukaansa olisi kiertoprosessi, jossa on väistämätöntä siirtyä edestakaisin prosessin eri vaiheiden välillä. Tässä tutkimuksessa tutkimuskysymys ja rajaus tarkentui vasta tutkimusprosessin aikana. Tuuli- ja aurinkovoimainvestointien epävarmuustekijöitä lähdettiin tutkimusprosessin alussa tutkimaan sekä tuottojen että kustannusten osalta. Prosessin aikana todettiin kuitenkin tarpeelliseksi pohtia tutkimuksen asetelmaa ja tutkimuskysymyksiä uudelleen. Lopulta tuottojen epävarmuustekijöiksi tunnistettiin niin paljon merkittäviä ilmiöitä, että tuuli- ja aurinkovoimainvestointien kustannusten epävarmuustekijöiden ennustaminen päätettiin rajata tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Refleksiivisyys tutkimuksen teossa on Erikssonin & Kovalaisen (2008) mukaan tärkeä menetelmä ilmiöiden tutkimuksen validiteetin varmistamiseksi, sillä refleksiivisyys pakottaa heidän mukaansa tutkijaa tarkastelemaan kriittisesti

koko tutkimusprosessia. Tässä tapauksessa refleksiivisyys johti tutkielman alatutkimuskysymyksen rajaukseen vain tuottojen epävarmuustekijöihin.

4.2 Haastateltavien valinta ja aineiston keruu

Hirsjärven & Remeksen (2022) mukaan kvalitatiiviselle tutkimukselle on tyypillistä, että ihmistä suositaan tiedonkeruun instrumenttina. Tutkielman aineisto kerättiin haastatteluilla, jotka muodostavat tutkimuksessa analysoitavan primaariaineiston. Primaariaineistolla tarkoitetaan aineistoa, joka on tuotettu tutkimuskäyttöä varten ja sitä ei ole aiemmin analysoitu (Saunders ym., 2019). Haastattelu on yksi suosituimmista aineiston keruun menetelmistä, ja erityisesti vapaamuotoisten haastatteluiden suosio tutkimuksissa on lisääntynyt (Hirsjärvi & Hurme, 2022). Haastattelu on aineistonkeruun metodina myös hyvin mukautuva kunkin tutkimuksen tarpeisiin, sillä haastattelun aikana voidaan käydä vuorovaikutukseen perustuvaa keskustelua haastateltavan kanssa sekä mahdollisesti toistaa kysymyksiä tai selventää mahdollisia väärinkäsityksiä (Tuomi & Sarajärvi, 2018). Tämän tutkimuksen aihepiiriin ja teemoihin peilaten tätä voidaan pitää erittäin tarpeellisena, sillä tuuli- ja aurinkovoimainvestointeihin liittyy paljon sekä teknillisiä että kauppatieteellisiä alan erityiskäsitteitä, joita voi olla tarpeen haastatteluiden aikana haastateltavan tarkentaa .

Tuomen & Sarajärven (2018) mukaan haastattelussa tärkeintä on saada mahdollisimman paljon tietoa halutusta asiasta, minkä vuoksi haastattelut sopivat myös tämän tutkielman tavoitteisiin. Lisäksi uusiutuvan energian investointipäätöksentekoon liittyvät epävarmuustekijät ovat useiden tutkimusten mukaan (Warren & Jack, 2018; Kumari ym., 2022; Reichenberg ym., 2023) verraten vähän tutkittu aihe.

Haastateltavat löydettiin etsien tuuli- ja aurinkovoimatuotantoon sijoittavia tai sitä tuottavia Pohjoismaissa toimivia yhtiöitä. Tällä kategorisoinnilla pyritään vastaamaan mahdollisimman tarkasti tehtyyn rajaukseen tutkielmassa, joka on rajattu tuuli- ja aurinkovoimainvestointeihin Pohjoismaissa. Yhtiöiden verkkosivujen sekä LinkedIn-profiilien kautta haastateltaviksi valittiin alalla pitkään toimineita asiantuntijoita. Laadullisen aineiston valinnalle onkin Saundersin ja kollegoiden (2019) mukaan tyypillistä, että aineiston valinnassa käytetään tarkoituksenmukaista aineistonvalintaa eikä esimerkiksi satunnaisotantaa.

Kaikki haastateltavat kontaktoitiin sähköpostitse. Haastateltava 1 toimii vanhempana sijoitusanalytikkona suomalaisessa uusiutuvaan energiaan sijoittavassa listautuneessa yhtiössä. Haastateltava 2 toimii liiketoimintajohtajana ruotsalaisessa listautuneessa yhtiössä, ja hänen vastuualueenaan ovat aurinkovoima ja energianvarastointi Suomessa sekä Baltian maissa. Haastateltava 3 toimii suomalaisessa sijoitusyhtiössä sijoitusjohtajana. Hänen päävastuualueenaan ovat uusiutuvan energian sijoitushankkeet.

Haastattelumenetelmää voidaan pitää Tuomen & Sarajärven (2018) kuvailemana puolistrukturoituna haastatteluna, jossa haasteltavilla on mahdollisuus johdattaa keskustelua haluamiinsa suuntiin ja korostaa tulkintojaan sekä merkityksiä käsiteltävistä asioista. Haastateltaville lähetettiin haastattelurunko hyvissä ajoin ennen haastattelua tiedoksi, mikä on erittäin perusteltua, sillä se mahdollistaa heille tutustumisen kysymyksiin, teemoihin tai ainakin haastattelun aiheeseen etukäteen (Tuomi & Sarajärvi, 2018). Käytetty haastattelurunko löytyy tämän tutkielman liitteistä (liite 1). Haastattelut toteutettiin Microsoft Teams-videopuhelun avulla. Videopuhelut tallennettiin ja litteroitiin Microsoftin tekoälyohjelmistoa hyödyntäen. Haastatteluiden keskimääräinen kesto oli noin 40 minuuttia.

4.3 Aineiston analyysi

Laadullisen aineiston analyysin tavoitteena on luoda aineistosta mielekäs kokonaisuus, jonka avulla on mahdollista tuottaa monipuolinen ja perusteltu tulkinta sekä tehdä johtopäätöksiä tutkittavasta ilmiöstä (Puusa, Juuti & Aaltio, 2020). Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi aineiston analyysi aloitettiin aineiston koodaamisella. Koodaamisella tarkoitetaan Puusan ym. (2020) mukaan aineiston osien yhdistelyä ja erottelua jonkin ominaisuuden mukaan, ja koodaus on vasta työvaihe tehtävälle varsinaiselle analyysille.

Aineiston analyysimenetelmäksi valittiin laadullinen sisällönanalyysi, jossa aineistosta paikannetaan tutkimusongelman kannalta olennaiset aiheet eli teemat. Laadullinen sisällönanalyysi mahdollistaa Puusan ym. (2020) mukaan haastattelujen systemaattisen analyysin. Tämän tutkimuksen aineiston sisällönanalyysia voisi luonnehtia Tuomen & Sarajärven (2018) tarkoittamaksi teoriaohjaavaksi sisältöanalyysiksi. Heidän mukaansa teoriaohjaavassa analyysissä teoria toimii apuna mutta poiketen teorialähtöisestä analyysistä, teoriaohjaava analyysi ei kokonaan pohjautu teoriaan.

Alla esitetty koodaustaulukko (taulukko 1) kertoo haastatteluaineistosta koodaamisen avulla havaittuja koodeja, jotka ovat yhdistetty tiettyyn alaluokkaan. Teoriaohjaavuus näkyy taulukossa siten, että yläluokat on muodostettu täysin teoreettisen viitekehyksen pääteemojen perusteella. Alaluokat on puolestaan muodostettu osin teoriaan ja osin aineistoon perustuen. Koodit puolestaan on havaittu ja nostettu esiin pelkästään aineistolähtöisesti.

Taulukko 1: Koodaustaulukko

Yläluokat	Alaluokat	Koodit
Investointiprosessi ja - päätöksenteko	Markkinaolosuhde Maantieteellinen sijainti Kannattavuus Sopimushallinta Aikajänne	Volatiliteetti Sähköpörssi Sääolosuhde Maaperän laatu Kannattavuuslaskelma Liittymissopimus Lupasopimus Maanvuokrasopimus Teknillinen käyttöikä Käytettävyyystakuu Tehotakuu Huoltosopimus
Pääomabudjetointi	Diskontattu kassavirta Investointivertailu (sisäinen)	Nettonykyarvo Sisäinen korkokanta LCOE-mittari Herkkyyshanalyysi
Tuottojen kassavirrat ja epävarmuustekijät	Sähkön hinta Tuotantovolyymi Tekniset ominaisuudet Infrastruktuuri	Elspot -markkinahinta Kannibalisaatiovaikutus Napakorkeus Sijainti Alkuperätakuu Lupaprosessit Viranomaishallinto Tuotantohäviö Siirtoyhteys Siirtokapasiteetti PPA-sopimus Sähkön suurkuluttajat

5 TULOSTEN ANALYYSI

5.1 Investointiprosessi ja aikajänne

Haastatteluiden alussa haastateltavilta kysytään niistä tekijöistä, jotka erityisesti investointiprosessin alkuvaiheessa otetaan huomioon. Kaikki haastateltavat korostavat, että markkinan merkityksellisyys pohjautuu kullekin markkinalle ominaiseen sähkön hintaan ja sen keskihinnan vaihteluun eli volatilititeettiin. Vastaukset kuitenkin painottuvat hieman erilaisiin näkökulmiin ja tekijöihin. H1 nostaa esiin, että esimerkiksi Euroopassa on oletettavasti erilainen sähkömarkkina ja sen kehitys verrattuna muihin maanosiin:

“Tietysti jos lähdetään katsomaan jotain uutta projektia, niin olennaista on se, että missä markkinassa, missä maassa se on. Meilläkin on niinku ympäri Eurooppaa, ja sitten lisäksi Teksasissa ja Jordaniassa projekteja. Eli se kaikkein olennaisin tekijä on se, että mikä se on se oletettu sähkönhinta siellä alueella”(H1)

H2 nostaa esiin, että sijainti on tärkeä tekijä investointipäätöksenteossa. H2 painottaa enemmän teknisiä tai geologisia tekijöitä verrattuna H1:n markkina-analyysiin keskittyvään näkökulmaan. Hän kertoo, että investointiprosessin alussa analyysi saattaa olla hyvin sijaintispesifiä, ja huomio keskittyy esimerkiksi maaperän laatuun. Hän mainitsee esimerkin, että turvetuotantoalueelle on merkittävästi kalliimpaa rakentaa aurinkotuotantoa verrattuna helpoksi kuvailemaansa peltoon tai niitypeltoon, jonka H2 kertoo olevan kaikista halvin rakentaa. H1:n korostaessa erityisesti markkinallisia ja H2:n teknillisiä tekijöitä, H3:n voisi puolestaan luonnehtia korostavan juridisia seikkoja investointiprosessin alussa:

“Tietenkin pääasia että on niinku asiat kunnossa, että se voidaan tehdä. Eli maanvuokrat ja tässä aina on se liittymissopimus ja lupa, ne kolmehan pitää olla ja sitten juristit katsoo kaiken läpi ja ne katotaan aina tarkasti.” (H3)

H3 kiteyttää investointiprosessin ja päätöksenteon niin, että investointiin ryhtymisen määrittää investointilaskennan tuloksena tuleva arvio investoinnin kannattavuudesta. H1 nostaa kaikista haastateltavista selvimmin esiin rahoituksen merkityksen investointipäätöksenteossa:

“Ja sitten siihen vaikuttaa myös rahoitusrakenne, eli minkälaisella rahoituksella nää on suunniteltu toteutettavan. Meillä aika pitkälti on tällaista projektirahoitusta, eli että se hankeyhtiö ottaa sen lainan, joka ennustetaan sen niinku projektin kassavirtojen mukaan”. (H1)

Investointien aikajännteistä kysyttäessä haastateltavat antavat aikajännteeseen liittyen samansuuntaisia vastauksia numeerisesti, mutta näkökulmat käytettyjen aikajännteiden perusteille ovat hieman erilaisia. H1 kertoo, että investoinnin aikajännteen määrittämisessä käytetään niin sanottua kahden aikajanan mallia. Tämän hän pohjaa siihen, että ensimmäinen aikajana muodostetaan hankkeen teknillisen eliniän mukaan.

“Meillä ehkä käytetään vähän niinku sellaista kahden aikajanan mallia eli ensin on se, että mallinnetaan tavallaan se koko hankkeen elinikä, eli tyypillisesti tällä hetkellä sekä auringossa että tuulessa käytetään 35:ta vuotta. (H1)

Toinen aikajana luodaan H1:n mukaan puolestaan rahastomaailman kontekstissa, jossa rahaston elinikä eroaa huomattavasti varsinaisen hankkeen 35 vuoden aikajänntestä:

“Mutta sitten tulee toinen aspekti siinä, että meidän tää rahastomaailma, niin meidän rahaston elinikä on suunnilleen 10 vuotta. Me tehdään siinä noin 10 vuoden jälkeen exit eli sitten tulee iso summa rahaa siinä exitin kohdalla ja sen jälkeen ei mitään.” (H1)

H2 kertoo tuulivoimahankkeissa tyypillisen aikajännteen olevan 35:sta vuodesta ylöspäin. Aurinkovoimahankkeen elinikä voi hänen mukaansa olla jopa 40 vuotta. Hän myös lisää, että yleensä kyseisen 40 vuoden jälkeen voi olla hankeosia, joissa on edelleen arvoa kyseisen määritetyn aikajännteen jälkeenkin. Esimerkkinä tästä hän mainitsee mahdollisesti voimassa olevat luvat tai käytössä ja kunnossa olevan voimajohdon tai sähköaseman. Näillä voi hänen mukaansa olla jäännösarvoa vielä siis määritetyn aikajännteen jälkeenkin. H1:n ja H2:n aikajännteanalyysit pohjautuvat siis osittain erilaisiin asioihin. H2 korostaa myös jäännösarvon merkitystä, kun taas H1 korostaa rahaston vuoksi toteutettavaa kaksijakoista aikajänntettä. H3:n näkökulman mukaan investoinnin aikajännteen määrittäminen painottuu solmittaviin huolto- ja ylläpitosopimuksiin:

“No se on just se mistä se aika tulee, niin helppoahan se on, että kuinka pitkäksi aikaa sen huolto- ja ylläpitosopimuksen saa. Siihen monesti liittyy sitten tuulivoimassa jonkinlainen käytettävyytystakuukin, niin se on tavallaan se, mille sen uskaltaa laskea.” (H3)

H3 pohjaa aikajänteen määrittämisen laitevalmistajan myöntämään käytettävyytakuuseen, joka tyypillisesti on tuulivoimassa noin 30 – 35 vuotta. Hänen mukaansa käytettävyytakuun aikajänne on viime aikoina muuttunut, sillä hänen mukaansa historiassa syöttötariffin aikaan laitevalmistaja pystyi lupaamaan vain 20 vuoden käytettävyyden, mutta nykyään teknologisen kehityksen vuoksi tuulivoimassa aikajänne ulottuu ajallisesti pidemmälle. Hänen mukaansa aurinkovoimalle ei ole vastaavia laitevalmistajan myöntämiä käytettävyytakuuta, mutta hän rinnastaa tehotakuun hieman vastaavaksi. H3:n mukaan aurinkovoimatuotannon paneelien tehotakuu ulottuu yleensä vähintään 35 vuoteen, ja sitä käytetään suoraan myös investoinnin aikajänteenä.

Haastattelujen perusteella investointiprosessi alkaa siis markkina-analyysistä, jota pidetään hyvin merkittävänä tekijänä ja antaa investoinnille sen ominaisen luonteen. Markkinaa analysoidaan eri näkökulmista, joita ovat esimerkiksi maantieteellinen sijainti, sähkömarkkinoiden luonne ja juridisen sääntelyn ympäristö. Tuuli- ja aurinkovoimainvestointien aikajänne mielletään noin 35 ja 40 vuoden väliin, mikä pohjautuu laitevalmistajan käytettävyytakuuseen ja laitteiden teknilliseen elinikään. H1:n esimerkkiin perustuen investoinnissa käytettävät aikajänteet saattavat kuitenkin vaihdella teknillisestä käyttöiästä tai rahaston eliniästä riippuen.

5.2 Pääomabudjetointi pohjoismaisessa sähkömarkkinaympäristössä

Haastateltavat antavat keskenään samansuuntaisia vastauksia pääomabudjetointimenetelmiin liittyen. Diskontattuun kassavirtaan perustuvat analyyssimenetelmät nousevat esiin jokaisen haasteltavan kohdalla. H1 ja H3 kertovat sisäisen korkokannan menetelmän olevan sijoitusvaiheessa kaikkein olennaisin mittari. Lisäksi H2 kertoo nettonykyarvon menetelmän olevan käytössä sisäisen korkokannan menetelmän rinnalla. H1 perustelee sisäisen korkokannan käyttöä sillä, että rahastoyhtiöllä on tietty tavoitetuotto eli pääoman tuottovaatimus, johon laskennallista sisäistä korkokantaa verrataan. H1 kuitenkin jatkaa, että sijoituspäätöksen jälkeen sijoituksen ollessa portfolioissa, siirrytään nettonykyarvomenetelmään pohjautuvaan investointilaskentaan:

“Lasketaan se IRR, mutta kyllä sitten siinä vaiheessa kun noi sijoitukset on meillä portfolioissa niin sitten kvartaaleittain tehdään tällaista arvonlaskentaa. Puhutaan napeista tai navin laskennasta, niin silloin tota tehdään sitten niin kun NPV.” (H1)

H3 perustelee sisäisen korkokannan käytettävyyttä sillä, että myös nettonykyarvo ja takaisinmaksuaika saadaan tarvittaessa helposti selville sen avulla. Lisäksi hän nojaa sisäisen korkokannan käytön siihen, että osakkeenomistajat ovat kiinnostuneita erityisesti sisäisen korkokannan tunnusluvusta. Hän tuo esiin myös oman pääoman tuottoasteen käytön esimerkiksi lainaneuvottelujen kontekstissa.

“Sinällään niinku se on se sisäinen korko, millä niinku kaikki asiaa katsovat ja mistä omistajatkin kysyy. Totta kai siinä on sitten se aspekti, että jos otetaan lainaa, niin sitten voidaan kysyä niinku sitä oman pääoman tuottoa myös.” (H3)

Lisäksi H2 kertoo, että pääomabudjetoinnissa he käyttävät LCOE-mittaria sisäiseen investointivaihtoehtojen keskinäiseen vertailuun:

“Aurinkovoimapuolella esimerkiksi voi sitä LCOE laskea ja tehdä semmoista niinku omien hankkeiden vertailua keskenään.” (H2)

Kaikkien kolmen haastateltavan kommenttien perustella voidaan siis tulkita, että perinteiset pääomabudjetointimenetelmät, kuten nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan menetelmät, ovat pääasiallisesti käytetyt menetelmät. Tyypillisesti menetelmiä käytetään samaan aikaan mutta H1:n esimerkki osoittaa, että tietyssä investoinnin vaiheessa pääomabudjetointimenetelmää saatetaan myös vaihtaa.

5.3 Tuottojen kassavirrat ja epävarmuustekijät

Haastateltavat ovat yksimielisiä sen suhteen, että ennustettaviin positiivisiin kassavirtoihin merkittävimmin vaikuttavina tekijöinä pidetään sähkömarkkinoilla määräytyvää sähkön hintaa sekä tuotantovolyymia. Haastateltavat nostavat kuitenkin esiin muitakin epävarmuustekijöitä, joista merkittävimpanä nousee sähköverkon infrastruktuuriin sekä kannibalisaatiovaikutukseen liittyvät kokemuseräiset havainnot.

5.3.1 Tuotantovolyymi ja sähkön markkinahinta

Haastateltavat kertovat, että tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tuottojen perusta muodostuu tuotantovolyymiin ja sähkön hinnan tulona. H3:n mukaan näistä kahdesta tekijästä tuotantovolyymi on helpommin ennustettavissa, sillä tuulivoimahankkeissa tuotantotason ennuste pohjautuu vahvasti aiempien vastaavien tuulivoimahankkeiden tuotantototeumiin. Tässä hänen mukaansa käytetään kuitenkin herkkyysanalyysia, jossa lasketaan todennäköisyyksiä tietyille tuotantotasolle. H1 nostaa myös esiin, että rahoittajat tai pankit saattavat vaatia eri tuotantotasojen todennäköisyyksiä, jotta heille ilmenee tuotantomuutosten vaikutukset ja todennäköisyydet tuottoihin.

H1 kertoo samansuuntaisesti H3:n kanssa tuotantovolyymiin ennustamisesta, että ennusteet pohjautuvat vastaavien tuotantolaitosten toteumalukuihin. Aurinkopaneelien tuotantovolyymiin liittyen H2 tuo esiin myös näkökulman, jota saattaisi pitää hieman yllättävänä. Hän korostaa aurinkovoimaan liittyen Suomen pitkää valoisaa ajanjaksoa kesällä. Tämän vuoksi hänen mukaansa aurinkovoiman tuotantovolyymi Etelä-Suomessa on vastaavalla tasolla esimerkiksi Pohjois-Saksan kanssa.

Sähkön hinnan suhteen kaikki haasteltavat ovat samaa mieltä siitä, että sähkön hinnan vaihtelu on vaikeiden ennustettavissa oleva epävarmuustekijä. H3 korostaa sähkön hinnan ajallisen ennustettavuuden ja investoinnin aikajänteen välistä ristiriitaa:

“Vaikea asia se on. Voidaan ajatella, että sähköpörssissä näkee markkinahinnan uskottavasti ehkä kolmelle vuodelle, ja sitten tämmöiseen PPA-sopimuksen kautta ehkä kymmenelle vuodelle. Mutta kyllähän se niinku vaan rehellisyyden nimissä on sanottava, että kun 30 vuotta vaikka lasket ja 10 vuotta vaan tiedät, niin onhan se aika iso riski ja sitä pitää sitten joillain skenaarioilla tai muilla sitten vähän herkkyyttää.” (H3)

H2 puolestaan havainnollistaa sähkön hinnan kehitystä ja vaihtelua, sekä näiden vaikutusta yleisesti maatuulivoiman investointipäätöksiin, sillä alhaisemmalla sähkön hinnalla saadaan luonnollisesti pienempiä sähköntuotannon myyntituottoja, mikä on laskenut investointien määrää maatuulivoimaan viime vuosina:

“Sähkön hinnanvaihtelun merkitys on todella suuri. Ja siksihän tässä on ollut muutama vuosi, kun on tullut vähän vähemmän investointipäätöksiä maatuuleen, niin siellä yhtenä tekijänä on ollut se, että sähkönhintaennusteet laskivat.” (H2)

Vastauksena sähkön markkinahinnan vaikeaan ennustamiseen kaikki kolme haastateltavaa kertovat PPA-sopimusten käytöstä tuottojen suojaamistarkoituksessa. Voisi kuitenkin pitää todennäköisenä, että sähkön hintaennusteiden laskiessa H2:n aiemmin kuvaamalla tavalla saattaisi myös PPA-sopimusten kiinteä hintataso laskea uusissa solmittavissa sopimuksissa. Tämä tarkoittaisi sähkömarkkinan Elspot-hinnan korreloivan PPA-sopimusten kiinteiden hintojen kanssa.

5.3.2 Kannibalisaatiovaikutus

Tuottoihin liittyen kaikki haastateltavat tuovat esiin yhtenä epävarmuustekijänä tuotantovolyymin ja sähkön hinnan lisäksi esiin tuuli- ja aurinkovoimatuotannon nopean tuotantokasvun aiheuttaman sähkön hinnan laskun. Tätä he kutsuvat profiilikustannukseksi tai kannibalisaatioksi (engl. Capture effect). H1 kuvailee ja havainnollistaa kannibalisaatiovaikutuksen syntyä tuulivoimatuotannon yhteydessä.

“Tuulivoimassa puhutaan tällaisesta capture efektistä eli, että tuulivoimasta, sen myymästä sähköstä, niin käytännössä ei saada sitä samaa hintaa kuin mikä se päivän pörssisähkön keskihinta on. Ja se johtuu siitä, että silloin kun vaikka puhutaan Suomen kokoisesta markkinasta, meillä niinku 70% tai enemmänkin kaikesta tuulivoiman tuotannosta on Pohjanmaan alueella. Eli silloin kun Pohjanmaalla tuulee niin silloin ne kaikki tuulivoimalat tuottaa hirveästi, mikä laskee sitä sähkön hintaa.” (H1)

H1 kertoo kannibalisaatiovaikutuksen tulleen tuulivoimainvestoinneissa jopa täytenä yllätyksenä viime vuosien aikana.

“Eli käytännössä siinä on tällainen kannibalisaation efekti, että vaikka silloin kun onkin hyvä tuotanto, niin silloin se hinta mikä siitä saadaan niin onkin paljon alhaisempi. Niin tää on niinku sellainen efekti jota muutama vuosi sitten ei edes tunnustettu ollenkaan että se on.” (H1)

H3 puolestaan kertoo, että noin kymmenen vuotta sitten kannibalisaatiovaikutus tunnistettiin epävarmuustekijäksi mutta sen vaikutusta aliarvioitiin merkittävästi. Hänen mukaansa

kannibalisaation odotettiin vastaavan sähkön hinnan yleistä inflaatiokehitystä, eli kannibalisaatio mitätöisi inflaation vaikutuksen tuotoissa.

“Sen voimakkuus on tullut yllättäen, että sillain tasaisesti kasvoi, että me niinku aikanaan tehtiin investointilaskelmia esimerkiksi niin, että ajateltiin okei se tulee sieltä ei osaa sanoa, niin me otettiin että että se menee niinku päittäin sen sähkönhintaennusteen inflaation kanssa. Että niinku tavallaan semmoinen 2% muutos niin näin se jossain vaiheessa ajateltiin.” (H3)

Alkuperäiseen asiantuntijoiden piirissä vallinneeseen kannibalisaatioennustukseen, noin kahden prosentin vaikutukseen nähden H3 kertookin, että tällä hetkellä kannibalisaatiovaikutuksen takia menetetään noin 20 – 30 prosenttia tuottoja suhteessa sähkömarkkinoiden keskihintaan. H3 mukaan kannibalisaatio ja profiilikustannus ovat synonyymeja ja niillä tarkoitetaan samaa ilmiötä.

“Jos se nyt tänä vuonna niinku tää niinku profiilikustannus, paljon se menettää siihen keskihintaan, niin jos se niinku alkaa lähenee 20 - 30%, niin onhan se nyt ollut aikamoinen muutos eikä sitä kukaan nähnyt.” (H3)

H2 tuo esiin aurinkovoiman näkökulman kannibalisaatioon liittyen, sillä hän korostaa aurinkovoimalla ja tuulivoimalla olevan omat kannibalisaatiovaikutuksensa, eivätkä ne vaikuta tuotantomuotojen kesken ristiin.

“Mitä kaikki ei aina muista on se, että meillä niinku maatuulivoimalla on oma kannibalisaationsa ja aurinkovoimalla on oma, että ne ei niinku ristiin kannibalisoi oikeastaan. Ne tosi hyvin täydentää toisiaan Suomessa, ja käsittääkseni ihan kaikkialla ei ole sillä tavalla, että maatuuli- ja aurinkovoima tuottaisi näin eri aikaan kuin Suomessa, jolloin sitten jollakin muulla markkinalla itse asiassa aurinkovoima ja maatuulikin voikin kannibalisoida toisiaan.” (H2)

H2:n näkökulman voisikin tulkita korostavan suomalaisen uusiutuvan energiantuotantosektorin kilpailuetua suhteessa muihin maihin siinä mielessä, että maantieteellisistä syistä tuulisuus ja aurinkoisuus käyttäytyvät suotuisasti tuuli- ja aurinkovoimatuotannon symbioosin ja kannibalisaation kontekstissa.

5.3.3 Muut esiin nousseet epävarmuustekijät

Haastateltavat nostavat esiin useita muitakin tuottojen arvioinnissa tunnistettavia epävarmuustekijöitä tuotantovolyymien, sähkön hinnan sekä kannibalisaatiovaikutuksen lisäksi. Muut esiin nousseet epävarmuustekijät voidaan aineiston analyysin ja koodauksen perusteella tunnistaa sähköverkon infrastruktuuriin ja PPA-sopimusten kysyntään liittyviksi.

Sähköverkon infrastruktuurilliset kysymykset nousevat kaikkien haastateltavien osalta esiin tuottojen epävarmuuden analysoinnissa. H3 nostaa sähköverkkojen merkityksen esimerkiksi kannibalisaatiovaikutuksen voimakkuuteen liittyen. Hän kertoo, että he vertailevat kannibalisaatiovaikutuksen voimakkuutta esimerkiksi Tanskaan ja Saksaan, missä on vielä enemmän tuulivoimatuotantoa verrattuna Suomeen. Tämän vuoksi he olettivat, että kyseisissä maissa kannibalisaatiovaikutus olisi teoreettisesti suurempi mutta näin ei ollut. Siksi hän korostaa esimerkiksi Tanskan laajempien sähkönsiirtoyhteyksien merkitystä kannibalisaatiovaikutuksen suhteessa. Samalla hän nostaa esiin Suomen maantieteelliseen sijaintiin liittyvän haasteen:

“Saksassa jossa on paljon enemmän tuulivoimaa vielä niinku suhteessa, mutta se niinku vaan pitäisi ymmärtää, että on erilaiset sähkömarkkinat ja Tanskassakin on niin paljon niitä siirtoyhteyksiä verrattuna sitten taas Suomeen. Me ollaan kuitenkin vähän täällä saaren pohja ja se on niinku tullut yllätyksenä kun katsoo tätä sähkönhinnan volatilitteettia” (H3)

H2 tuo esiin aurinko- ja tuulivoimatuotantoon liittyvän Suomen sisäisen eroavaisuuden. Hänen mukaansa aurinkovoimaa voisi lisätä erityisesti Etelä-Suomeen, sillä se on kantaverkkoyhtiö Fingridin mukaan Suomen eniten sähköä kuluttava alue. Maa- ja merituulivoimaa ei pystytä niiden ominaispiirteiden vuoksi lisäämään Etelä-Suomeen mutta aurinkovoiman kohdalla se olisi mahdollista.

“Aurinkovoima on tämmöinen sähköntuotantomuoto mitä voitaisiin lisätä Etelä-Suomeen. Ja Etelä-Suomi on Fingridin näkökulmasta sähkönkulutusalue ja sinne ois toivottavaa saada sähköntuotantoa mutta esimerkiksi merituulivoima tai maatuulivoimaa ei juurikaan pystytä tänne Etelä-Suomeen tekemään johtuen Puolustusvoimista ja johtuen sitten muista maatuulivoiman ikään kuin rajoitteista. Aurinkovoimaa pystyttäisiin tekemään.” (H2)

PPA-sopimukset ovat aiemman tutkimuskirjallisuuden mukaan keskeisiä uusiutuvan energian investointien tuottojen suojaamistarkoituksessa. Tämä väite vahvistuu myös tämän tutkimuksen aineiston analyysissä, sillä haastateltavat kertovat niiden olevan merkittävä riskienhallintakeino. Tähän liittyen H2 esittää kuitenkin näkökulman, joka korostaa suurten teollisten sähkönkuluttajien merkitystä PPA-sopimusten kysynnälle. Tämä H2:n kommentti osoittaa sähkömarkkinoiden ja investointiympäristön monimutkaisuuden, sillä kaikilla markkinatoimijoilla on lähtökohtaisesti omat intressinsä ja haluavat varmuuden heille tärkeistä asioista.

“Olellaisena tohon PPA-sopimukseen, että täytyy olla sitä sähkön kysyntää ja joku joka tarvitsee sitä sähköä. Tuskin monikaan on valmis investoimaan uuteen sähköntuotantoon, jos heillä ei ole siitä riittävää varmuutta, että sille on kysyntää. Ja sitten taas tietysti se on vähän muna-kana kysymys, että tuskin taas joku on valmis investoimaan sähköä kuluttavaan teollisuuteen, jos heillä on epävarmuutta siitä, että onko sitä sähköä.” (H2)

Sähköverkon infrastruktuuri ja PPA-sopimusten riittävä kysyntä tunnistetaan siis keskeisiksi epävarmuustekijöiksi sähkön keskihinnan volatiliteetin, tuotantovolyymien ja kannibalisaation lisäksi. Sähköverkon kehityksessä tulisi haastattelujen perusteella ottaa huomioon kullekin tuotantolajille ominaiset tarpeet ja sääntelyyn liittyvät seikat. Lisäksi PPA-sopimusten kysyntä edellyttää suurten sähkönkuluttajien olemassaoloa mutta toisaalta suuret sähkönkuluttajat haluavat luonnollisesti varmuuden sähkön saatavuudesta ennen investointia.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

6.1 Keskeisten tulosten peilaus aiempaan tutkimuskirjallisuuteen

Tulosten analyysin perusteella on löydettävissä suhteessa aiempaan tutkimuskirjallisuuteen yhteneväisiä tulkintoja siitä, mitä epävarmuustekijöitä tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa pohjoismaisessa markkinaympäristössä tunnistetaan. Tulosten perusteella sähkömarkkinan ja sen hinnan vaihtelun merkitys ovat keskiössä investointiarvioinnissa. Epävarmuuden analysoinnissa näihin ilmiöihin kiinnitetään intensiivisimmin huomiota. Tämä vahvistaa aiemman tutkimuskirjallisuuden tuloksia (Kapral ym., 2024).

Tuuli- ja aurinkovoimainvestoinnit mukailevat pääosin Ikäheimon ym. (2019) standardinomaista investointiprosessikuvausta. Aineiston analyysin perusteella yksi prosessin standardisuuden särö syntyy kuitenkin siitä, että myönteinen rahoituspäätös on edellytys koko investointiprosessille eikä pelkästään investointivaihtoehtojen vertailua seuraava investointiprosessin vaihe. Investointiprosessia ei siis tulosten perusteella edes aloiteta ennen kuin rahoituksen saatavuus on taattu. Tämä osoittaa standardisoidun investointiprosessin olevan häilyvä käsite ja mahdollisesti kullekin investointityypille yksilöllinen.

Investoinnin aikajänne pohjautuu haastattelujen mukaan teknisten laitteiden käyttöikään ja laitevalmistajan antamaan käytettävyyystakuuteen. Näiden perusteella tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tyypilliseksi elinkaareksi voidaan tunnistaa 35 – 40 vuoden ajanjakso. H1:n esimerkki kuitenkin ilmentää sitä, että investointiprosessin aikajänteen määrittäminen voidaan perustaa myös rahaston elinikään, jolloin saatetaan käyttää kahta eri tekijöihin perustuvaa aikajännettä. Rahaston ja laitteiden elinikä saattavat erota toisistaan merkittävästi, H1:n esimerkin tapauksessa jopa 30:lla vuodella.

Tulosten perusteella tuuli- ja aurinkovoimainvestointien pääomabudjetoinnissa käytetyimmät pääomabudjetointimenetelmät ovat sisäisen korkokannan ja nettonykyarvon menetelmät. Tämä on linjassa aiemman tutkimuksen kanssa (Bennouna ym. 2010; Siziba & Hall, 2021). Alkaraanin ja Northcottin (2006) kritiikki nettonykyarvoa ja sisäistä korkokantaa kohtaan näyttää olevan perusteltua, sillä haastatteluiden perusteella muitakin kuin taloudellisia tekijöitä huomioivaa LCOE-mittaria käytetään investointien sisäiseen vertailuun. Aineiston analyysin perusteella huomionarvoista on, että pääomabudjetointimenetelmää saatetaan vaihtaa investointiprosessin

tietyssä vaiheessa H1:n kuvaamalla tavalla. Tuuli- ja aurinkovoimainvestointien pääomabudjettiin liittyvä yksinkertainen kyselytutkimus, jossa kysyttäisiin yhtä käytössä olevaa menetelmää, saattaisi siis jättää huomiotta tällaiset päällekkäisyydet tai investointiprosessin aikana tapahtuvat pääomabudjeotintimenetelmien muutokset.

Lisäksi haastattelujen pohjalta on selvää, että PPA-sopimukset korostuvat sähkön myyntitulojen suojaamisessa ja ovat tärkeä osa tuuli- ja aurinkovoimainvestointien pääomabudjetoitua Kapralin ja kumppanien (2024) tarkoittamalla tavalla. PPA-sopimukseen liittyvä tutkimuksen keskeinen havainto on, että PPA-sopimukset vaativat teollisen mittakaavan sähkön suurkuluttajia, joilla on volyymillisesti suurta sähkön kysyntää. Toisaalta teolliset sähkön suurkuluttajat vaativat varmuutta sähkösaannin varmuudesta, sen edullisuudesta ja ympäristöystävällisyydestä. Osoitus tästä saatiin Suomessa marraskuun 2024 lopulla, kun hakukoneyhtiö Googlen kerrotiin suunnitelevan merkittävää palvelinkeskusinvestointia Suomeen. Palvelinkeskukset kuluttavatkin runsaasti sähköenergiaa. Helsingin Sanomien uutisessa kerrotaan, että “Googlen investointia Suomeen puoltaa verraten edullinen energia ja kohtalaisen kevyt sähkövero. Kajaanissa ja Muhoksella on myös tehokkaat liityntäpisteet kantaverkkoon”. (Helsingin Sanomat, 2024.) Googlen investointisuunnitteluun liittyvän uutisen perusteella investointikehitykseen vaikuttavat merkittävästi sähkön edullinen saatavuus sekä Suomen sähköverkon infrastruktuuriset kilpailuedut. Tämän voidaan nähdä korostavan tämän tutkimuksen löydösten merkittävyyttä ja ajankohtaisuutta.

Tärkeimpänä tutkimuksen löydöksenä todetaan, että kannibalisaatiolla on suurempi negatiivinen vaikutus investoinnin tuottoihin kuin aikaisemmin on ymmärretty. Tämä vahvistaa Reichenbergin ym. (2023) väitteen siitä, että kannibalisaatiovaikutus on liian vähän tutkittu aihe uusiutuvan energian tutkimuksessa ja se tulisi sisällyttää olennaiseksi osaksi tuuli- ja aurinkovoimainvestointien pääomabudjetoitua. Kuvastavaa ilmiön merkittävydestä ja yllätyksellisyydestä on haastateltavien kertoma siitä, että “tätä ei tunnistettu aiemmin ollenkaan” (H1) tai “se on ollut aikamoinen muutos eikä sitä kukaan nähnyt” (H3).

Kannibalisaatioon liittyvä suomalaisille tuuli- ja aurinkovoimaa tuottaville yrityksille positiivinen löydös tulosten analyysin perusteella kuitenkin on, että Suomessa kannibalisaatiovaikutus ei ristiin kannibalisoit tuuli- ja aurinkovoiman välillä, kuten monissa muissa maissa aineiston analyysin perusteella tapahtuu. Tämä johtuu Suomen suotuisasta maantieteellisestä sijainnista, jossa tuulisuus ja aurinkoisuus eivät tyypillisesti ajoitu samaan ajankohtaan. Perusteltua on siis väittää,

että Suomessa kannattaisi hyödyntää tätä kilpailuetua panostamalla tuuli- ja aurinkovoiman optimaaliseen tuotantosekoitukseen.

Huomionarvoista tähän liittyen voisi esimerkiksi olla se, että Euroopan merkittävin talousmaa Saksa on pitkään pohjannut energiantuotantonsa suurilta osin venäläiseen kaasuun, mikä on osoittautunut ongelmalliseksi viimeaikaisten maailmanpoliittisten muutosten takia. Lisäksi Keski-Euroopassa on muitakin vastaavanlaista energiapolitiikkaa harjoittaneita valtioita. Perusteltua olisikin esittää kysymys, voisivatko Pohjoismaat yhdessä visioida sähkönsiirtoyhteyksien laajentamista Keski-Eurooppaan. Toisaalta viime aikojen epävakaa turvallisuuspoliittinen tilanne Itämerellä luo merkittäviä riskejä tällaisiin infrastruktuurisiin hankkeisiin.

Tulosten perusteella on myös perusteltua väittää laajemassa yhteiskunnallisessa kontekstissa, että ekologisesti puhtaasta tuuli- ja aurinkovoimalla tuotetusta sähköstä voisi tehdä Suomelle merkittävän vientituotteen. Jo aiemmin Karlsson ja kollegat (2024) ovat todenneet, että Pohjoismailla on valtava potentiaali tuottaa muulle Euroopalle uusiutuviin energialähteisiin pohjautuvaa edullista sähköä ja perustaa talouksiaan yhä enemmän ekologisesti puhtaan sähköenergian vientiin. Lisäksi kehittyneemmät sähköverkko- ja kapasiteettiyhteydet alentaisivat kannibalisaatiovaikutuksen esiintyvyyttä, sillä sähkön hetkellistä ylituotantoa pystyttäisiin viemään tehokkaammin sellaisille alueille, joissa on samaan aikaan sähköstä alitarjontaa.

6.2 Tutkimuksen rajoitteet ja jatkotutkimussuosituks

Tutkimuksen rajoitteet liittyvät pääosin tämän tutkimuksen laadulliselle menetelmälle tyypillisiin ominaisuuksiin. Tutkimusmenetelmäkirjallisuus korostaa, että laadullinen tutkimus pyrkii ymmärtämään tiettyä ilmiötä syvällisesti eikä välttämättä luomaan yleistettäviä malleja (Saunders ym., 2019). Lisäksi tässä tutkimuksessa tutkijan rooli korostuu, sillä aineiston keruussa ja analyysissa tutkijan subjektiivisuus voi aiheuttaa vinoumia esimerkiksi siinä, miten haastattelijan tapa esittää kysymyksiä tai tulkita vastauksia saattaa vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin (Saunders ym., 2019).

Tutkimuksen tulosten perusteella on selvää, että kannibalisaatiovaikutus luo aiemmin tunnistamattoman tai vähintään aliarvioidun tuottoihin negatiivisesti vaikuttavan ilmiön tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa. Uusiutuvan energian investointien kannattavuus on merkityksellistä myös ympäristön näkökulmasta, mikä osaltaan korostaa kannibalisaation jatkotutkimuksen

tarpeellisuutta. Lisäksi Dasin ja kollegoiden (2020) tutkimuksessa muistutetaan, että kannibalisaatio voi voimakkaimmillaan kumota tuuli- ja aurinkovoimatuotannon teknologisen kehityksen hyödyt. Nämä havainnot johtavat siihen, että tuuli- ja aurinkovoimainvestointien pääomabudjetoinnin teoriassa olisi hyödyllistä korostaa aiempaa enemmän kannibalisaation vaikutusta ja sisällyttää se osaksi pääomabudjetointimenetelmiä Reichenbergin ja kumppanien (2023) osoittamalla tavalla.

Kuten tulosten pohdinnassa aiemmin todetaan, kriittisesti tarkasteltuna Reichenbergin ym. (2023) luoma malli sisältää kuitenkin sellaisia yksinkertaistuksia, jotka mitätöivät reaalielämässä investointiin todellisesti vaikuttavia tekijöitä. Jatkotutkimuksella voisikin pyrkiä vähentämään tieteellisen tutkimuksen teorian ja reaalielämän käytännön välistä kuilua. Tavoitteen tulisi olla pääomabudjetointimenetelmien mahdollisimman tarkka reaalielämän investointiympäristön ominaisuuksien huomioiminen. Esimerkiksi kvantitatiivinen tutkimus voisi tarjota menetelmämallin kehittämiseen toimivia numeerisia työkaluja.

Sähköverkon infrastruktuuriin ja siirtoyhteyksiin liittyy myös merkittävä jatkotutkimustarve. Jatkotutkimuksessa voisi jatkaa tämän tutkimuksen havaintoja siitä, miten pohjoismaisia sähköverkkoyhteyksiä olisi mahdollista kehittää huomioiden Pohjoismaiden ympäristöystävällisen sähkön vientipotentiaali. Jatkotutkimusta voisikin tehdä esimerkiksi insinööritieteiden saralla, jossa saatettaisi saada enemmän tutkimustuloksia toimenpiteiden teknillisistä vaikutuksista, rajoitteista tai mahdollisuuksista.

Tämä tutkimus voi siis toimia lähtökohtana tuuli- ja aurinkovoimainvestointien epävarmuuden hallitsemisen kehittämisessä kohti näille investointilajeille ominaisten ilmiöiden tarkempaa huomioimista. Tällöin tavoitteena olisi mahdollisimman luotettava ja analyttinen tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneille ominaiset epävarmuustekijät huomioiva pääomabudjetointi. Tällöin investointeja tehdään, ja taloudellinen vireys myös näiden investointien kohdalla pysyisi yllä.

6.3 Tutkimuksen yhteenveto

Tässä tutkimuksessa päätutkimuskysymyksen avulla pyrittiin selvittämään ja syventämään ymmärrystä tuuli- ja aurinkovoimainvestointien tulevien kassavirtojen ennustamisesta. Apututkimuskysymyksillä pyrittiin selvittämään erityisesti pohjoismaisessa sähkömarkkinaympäristössä sovellettavia pääomabudjetointimenetelmiä sekä tunnistettavia epävarmuustekijöitä. Seuraavalla sivulla esitetty taulukko (taulukko 2) kuvaa yhteen vetäen tässä

tutkimuksessa kuhunkin tutkimuskysymykseen liittyvää aiempaa tutkimuskirjallisuutta, empiiristä havaintoa sekä näiden peilaamisen pohjalta tehtyä tutkimuksen johtopäätöstä.

Taulukko 2: Yhteenvetotaulukko tutkimuksesta

TUTKIMUKSEN PÄÄTEEMA	AIEMPI TUTKIMUSKIRJALLISUUS	EMPIIRINEN HAVAINTO	TUTKIMUKSEN JOHTOPÄÄTÖS
Investointiprosessi- ja päätöksenteko	Investointiprosessi noudattaa tyypillisesti standardisoitunutta prosessikuvausta. (Järvenpää ym., 2017.)	Myönteinen rahoituspäätös on edellytys koko investointiprosessille, eikä vain investointikohdevertailua seuraava vaihe.	Investointiprosessit ovat kullekin investointilajille ominaisia. Tuuli- ja aurinkovoimainvestoinneissa rahoituksen merkitys korostuu.
Pääomabudjetointi	Nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan menetelmät ovat käytetyimmät (Bennouna ym., 2010; Siziba & Hall, 2021).	Nettonykyarvo ja sisäisen korkokanta ovat käytetyimmät, mutta menetelmää saatetaan vaihtaa kesken prosessin tai niitä voidaan käyttää päällekkäin. Lisäksi muitakin menetelmiä käytetään.	Pääomabudjetointi ei pohjaudu vain yhteen menetelmään, eikä menetelmän valinta ole yksinkertaista ja lineaarista, vaan sitä voisi kuvailla dynaamiseksi ja osin päällekkäiseksi.
Tuottojen kassavirrat ja epävarmuustekijät	Kannibalisaatiota ei ole huomioitu ja tunnistettu tarpeeksi uusiutuvaan energiaan liittyvässä tutkimuksessa (Reichenberg ym., 2023).	Kannibalisaation vaikutus ollut merkittävästi ennakoitua suurempi tuottoihin eikä sitä ollut tunnistettu lainkaan aiemmin.	Kannibalisaatio tulisi sisällyttää osaksi pääomabudjetointia sekä erityisesti analysoida tarkemmin investoinnin epävarmuustekijänä.
Tuottojen kassavirrat ja epävarmuustekijät	Pohjoismailla on valtava potentiaali tuottaa puhdasta ja edullista uusiutuvilla energialähteillä tuotettua sähköä muulle Euroopalle (Karlsson ym., 2024).	Suomessa tuuli- ja aurinkovoima eivät ristiin kannibalisoivat keskenään sääolosuhteista ja leveyspiiristä johtuen, toisin kuin monissa muissa Euroopan maissa. Lisäksi Suomi on osa kehittyntä pohjoismaista sähköverkko- ja pörssijärjestelmää.	Suomen kannattaisi tehdä ympäristöystävällisestä ja edullisesta tuuli- ja aurinkosähköstä merkittävä vientituote. Euroopassa on monia valtioita, joilla on tarvetta fossiilittomista energialähteistä riippumattomalle sähkölle. Tämä edellyttäisi rohkeita investointeja sähkönsiirtoyhteyksien kehitykseen.

Yhteenvedon perusteella aiheeseen liittyvää tutkimusta tarvitaan tulevaisuudessa lisää. Samalla on selvää, että tuuli- ja aurinkovoima tarjoavat globaalisti energiantuotantosektoria muuttavat, hiilineutraalit sähköntuotantoteknologiat. Niiden käyttöönotto edellyttää kuitenkin oikeanlaisia poliittisia toimenpiteitä sekä sähköverkon kehittämisen ja siirtokapasiteettien laajentamisen jatkamista.

LÄHTEET

- Bennouna, K., Meredith, G. G., & Marchant, T. (2010). *Improved capital budgeting decision making: evidence from Canada*. *Management decision*, 225-247.
- Brealey, R., Myers, S., Allen, F., & Edmans, A. (2023). *Principles of corporate finance*.
- Caballero, R. J., & Pindyck, R. S. (1996). *Uncertainty, Investment, and Industry Evolution*. *International Economic Review (Philadelphia)*, 37(3), 641–662.
<https://doi.org/10.2307/2527445>
- Castro-Santos, L., Bento, A. R., Silva, D., Salvação, N., & Soares, C. G. (2020). *Economic feasibility of floating offshore wind farms in the North of Spain*. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(1), 58-. <https://doi.org/10.3390/JMSE8010058>
- Cooremans, C. (2011). *Make it strategic! Financial investment logic is not enough*. *Energy Efficiency*, 4(4), 473–492. <https://doi.org/10.1007/s12053-011-9125-7>
- Das, S., Hittinger, E., & Williams, E. (2020). *Learning is not enough: Diminishing marginal revenues and increasing abatement costs of wind and solar*. *Renewable Energy*, 156, 634–644. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.082>
- Dixit, A. K., & Pindyck, R. S. (1994). *Investment under uncertainty*.
- Etelälahti, P., Kangaspunta, M., & Wallin, J. (1992). *Investointi- ja pääomakustannuslaskennan opas*. Valtiokonttori.
- Euroopan tilintarkastustuomioistuin. (2019). *Tuuli -ja aurinkovima sähkötuotannossa: EU:n tavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan merkittäviä toimia*. From Euroopan tilintarkastustuomioistuimen verkkosivut: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/wind-solar-power-generation-8-2019/fi/index.html>
- Fingrid Oyj. (2024). Fingridin verkkosivut. From *Sähkön tuotannon ja kulutuksen kehitysnäkymät*, Fingridin ennuste Q1/2024:
<https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/kantaverkko/kantaverkon-kehittaminen/sahkon-tuotannon-ja-kulutuksen-kehitysnakymat-q1-2024-fingrid.pdf>
- Ghaedi, A., Abbaspour, A., Fotuhi-Firuzabad, M., Moeini-Aghtaie, M., & Othman, M. (2013). *Reliability evaluation of a composite power system containing wind and solar generation*. *2013 IEEE 7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO)*, 483–488. <https://doi.org/10.1109/PEOCO.2013.6564597>
- Goel, S. (2015). *Capital budgeting* (First edition.). Business Expert Press.
- Götze, U., Schuster, P., & Northcott, D. (2015). *Capital Budgeting and Investment Decisions*. In *Investment Appraisal* (pp. 3–26). Springer Berlin / Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-45851-8_1

- Harris, E., Emmanuel, C. R., & Komakech, S. (2009). *Managerial judgement and strategic investment decisions*. Amsterdam: Elsevier.
- Harris, E. (2014). *Feel the Risk: Strategic Investment Decisions in an Uncertain World*. Teoksessa Otley, D. & Soin, K. (toim.) *Management Control and Uncertainty*. London: Palgrave Macmillan UK, 162–177.
- Helsingin Sanomat (2024). *Google saattaa investoida Suomeen yli 10 miljardia euroa*. Tulostettu 4.12.2024 <https://www.hs.fi/talous/art-2000010867822.html>
- Herrera Anchustegui, I., & Glapiak, A. (2023). *Wind of change: A scandinavian perspective on energy transition and the “greenification” of the oil and gas sector*. In *Regional Approaches to the Energy Transition: A Multidisciplinary Perspective* (pp. 49–74). https://doi.org/10.1007/978-3-031-19358-3_6
- Hirsjärvi, S., & Hurme, H. (2022). *Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö*.
- Ikäheimo, S., Malmi, T., & Walden, R. (2019). *Yrityksen laskentatoimi*.
- International Energy Agency. (2024, June). *World Energy Investment-report*. From <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2024>
- Järvenpää, M., Länsiluoto, A., Partanen, V., Pellinen, J., Ellibs., & Ellibs. (2017). *Talousohjaus ja kustannuslaskenta* (2.-4. painos.). Sanoma Pro Oy.
- Junttila, J., Myllymäki, V., & Raatikainen, J. (2018). *Pricing of electricity futures based on locational price differences: The case of Finland*. *Energy Economics*, 71, 222–237. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.02.018>
- Kapral, K., Soetaert, K., & Castro, R. (2024). *An Off-Site Power Purchase Agreement (PPA) as a Tool to Protect against Electricity Price Spikes: Developing a Framework for Risk Assessment and Mitigation*. *Energies (Basel)*, 17(9), 2161-. <https://doi.org/10.3390/en17092161>
- Karlsson, K., Radoszynski, A. M., Münster, M., Langer, L., Kountouris, I., Giehl, J. F., Westerberg, J., Nissen, S. A., Daabech, A., Bache, M., Hedemann, L., Kirkegaard, J. K., Hansson, J., Espegren, K., Ó Gallachóir, B., Giannakidis, G., & Labriet, M. (2024). *Will the Nordics Become an Export Hub for Electro Fuels and Electricity?* In *Aligning the Energy Transition with the Sustainable Development Goals* (Vol. 101, pp. 167–193). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-58897-6_8
- Kasanen, E. (1993). *Creating Value by Spawning Investment Opportunities*. *Financial management*, 251-258.
- Khan, S. A. R., Yu, Z., Belhadi, A., & Mardani, A. (2020). *Investigating the effects of renewable energy on international trade and environmental quality*. *Journal of Environmental Management*, 272, 111089–111089. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111089>
- Loewen, J. (2019). *LCOE is an undiscounted metric that distorts comparative analyses of energy costs*. *The Electricity Journal*, 32(6), 40–42. <https://doi.org/10.1016/j.tej.2019.05.019>

- Makarenko, Y. R., Kudlaienko, S., Roschyna, Y. V., Rudych, L., & Suray, I. (2019). *Strategic investment management and formation of investment strategy of the enterprise. Academy of Strategic Management Journal*, 18(1), 1–6.
- Obrecht, M., & Denac, M. (2016). *Technology forecast of sustainable energy development prospects. Futures : The Journal of Policy, Planning and Futures Studies*, 84, 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.09.002>
- Orlando, G. (2022.). *Coping With Risk and Uncertainty in Contemporary Economic Thought. SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4209287>
- Pellinen, J. (2019). *Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu* (3., uudistettu painos.). Alma.
- Pindyck, R. S. (1991). *Irreversibility, Uncertainty, and Investment. Journal of Economic Literature*, 29(3), 1110–1148.
- Puusa, A., Juuti, P., & Aaltio, I. (2020). *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Gaudeamus*.
- Purnamasari, P., & Adriza. (2024). *Capital budgeting techniques and financial performance: a comparison between SMEs and large listed firms. Cogent Economics & Finance*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/23322039.2024.2404707>
- Ranganatham, M., & Madhumathi, R. (2005). *Investment analysis and portfolio management*
- Reichenberg, L., Ekholm, T., & Boomsma, T. (2023). *Revenue and risk of variable renewable electricity investment: The cannibalization effect under high market penetration. Energy (Oxford)*, 284, 128419-. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128419>
- Rembeza, J., & Przekota, G. (2022). *Influence of the Industry's Output on Electricity Prices: Comparison of the Nord Pool and HUPX Markets. Energies (Basel)*, 15(16), 6044-. <https://doi.org/10.3390/en15166044>
- Roy, R. K., & Denzau, A. T. (2024). *The humanomics underpinning free market productivity: synthesizing insights from social philosophy, systems thinking, and neuroeconomics. Public Choice*. <https://doi.org/10.1007/s11127-024-01225-6>
- Saunders, M. N. K., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students* (Eighth edition.). Pearson Education.
- Serat, Z. (2024). *Optimizing renewable energy systems for 100 % clean energy target: A comparative study of solar, hydro, pumped hydro, and battery storage technologies. Journal of Energy Storage*, 104, 114441-. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.114441>
- Shafiee, M., Alghamdi, A., Sansom, C., Hart, P., & Encinas-Oropesa, A. (2020). *A through-life cost analysis model to support investment decision-making in concentrated solar power projects. Energies (Basel)*, 13(7), 1553-. <https://doi.org/10.3390/en13071553>

- Sovacool, B. K. (2017). *Contestation, contingency, and justice in the Nordic low-carbon energy transition*. *Energy Policy*, 102, 569–582. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.045>
- Sovacool, B. K., Kester, J., de Rubens, G. Z., & Noel, L. (2018). *Expert perceptions of low-carbon transitions: Investigating the challenges of electricity decarbonisation in the Nordic region*. *Energy (Oxford)*, 148, 1162–1172. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.01.151>
- Sung, S., & Jung, W. (2019). *Economic competitiveness evaluation of the energy sources: Comparison between a financial model and levelized cost of electricity analysis*. *Energies (Basel)*, 12(21), 4101-. <https://doi.org/10.3390/en12214101>
- Suomala, P., Manninen, O., & Lyly-Yrjänäinen, J. (2011). *Laskentatoimi johtamisen tukena*. Ellibs.
- Sureka, R., Kumar, S., Colombage, S., & Abedin, M. Z. (2022). *Five decades of research on capital budgeting – A systematic review and future research agenda*. *Research in International Business and Finance*, 60, 101609-. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2021.101609>
- Ting, D. S. K., & Carriveau, R. (2018). *Financing for community wind and solar project development - Lindsay Miller and Rupp Carriveau*. In *Wind and Solar Based Energy Systems for Communities*. Institution of Engineering & Technology.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi* .
- Uribe, J. M., Mosquera-López, S., & Guillen, M. (2020). *Characterizing electricity market integration in Nord Pool*. *Energy (Oxford)*, 208, 118368-. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118368>
- Vehvilainen, I. (2002). *Basics of electricity derivative pricing in competitive markets*. *Applied Mathematical Finance.*, 9(1), 45–60. <https://doi.org/10.1080/13504860210132879>
- Warren, L., & Jack, L. (2018). *The capital budgeting process and the energy trilemma - A strategic conduct analysis*. *The British accounting review*, 481-496.
- Wilson, D. C., Branicki, L., Sullivan-Taylor, B., Wilson, A. D., & Carter, C. (2010). *Extreme events, organizations and the politics of strategic decision making*. *ACCOUNTING AUDITING & ACCOUNTABILITY JOURNAL*, 23(5), 699–721. <https://doi.org/10.1108/09513571011054945>
- Wu, S. J., Melnyk, S. A., & Swink, M. (2012). *An empirical investigation of the combinatorial nature of operational practices and operational capabilities: Compensatory or additive?* *International Journal of Operations & Production Management*, 32(2), 121–155. <https://doi.org/10.1108/01443571211208605>
- Wu, J., Wang, T., Wang, L., & Zhao, N. (2018). *Impact of economic indicators on the integrated design of wind turbine systems*. *Applied Sciences*, 8(9), 1668-. <https://doi.org/10.3390/app8091668>

LIITE 1: HAASTATTELURUNKO

Taustakysymykset:

- Kuka olette ja missä yrityksessä työskentelette?
- Kuinka monta vuotta olette työskennelleet yrityksessä?
- Asema ja työnkuva? Suurimmat vastualueet?
- Mitkä ovat yleisimpiä investointityyppejä yrityksessänne (joita analysoitte)?
- Mitkä tekijät katsotte olevan tärkeimpiä huomioon otettavia asioita investointeja analysoidessa?

Investointien mallintaminen:

- Mitä investointimenetelmiä analyyseissa tyypillisesti käytetään? Ovatko NPV, IRR tai takaisinmaksuaika perinteisinä laskentamalleina käytössä, vai jotain muuta?
- Käytättekö reaalioptioita investointien arvioinnissa tai seurannassa?
- Mikä on analysoimienne investointien tyypillinen aikajänne?
- Mitkä tekijät vaikuttavat arvioituihin tuottoihin merkittävimmin?
- Mikä on tuntihintaan perustuvan sähkön hinnan vaihtelun merkitys mallin tuottojen osalta?
- Mitkä tekijät vaikuttavat investointien arvioituihin kustannuksiin merkittävimmin?
- Mitkä ovat aidoissa työelämän caseissa yleisesti merkittävimpiä tekijöitä, kun investointeja ryhdytään mallintamaan?