



ENERGIAKRIISIN VAIKUTUKSET KUSTANNUKSIIN PAPERI- JA SELLUTE- OLLISUUDESSA EUROOPASSA

Impact of the energy crisis on costs in the paper and pulp industry in Europe

Kandidaatintyö

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Tuotantotalouden kandidaatintyö

2023

Rosa Lindkvist

Tarkastaja: Tutkijatohtori Sini-Kaisu Kinnunen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Teknis-luonnontieteellinen

Tuotantotalous

Rosa Lindkvist

Energiakriisin vaikutukset kustannuksiin paperi- ja selluteollisuudessa Euroopassa

Impact of the energy crisis on costs in the paper and pulp industry in Europe

Tuotantotalouden kandidaatintyö

2023

48 sivua, 8 kuvaa ja 4 taulukkoa

Tarkastaja: Tutkijatohtori Sini-Kaisu Kinnunen

Avainsanat: Kustannusrakenne, energiakustannus, paperi- ja selluteollisuus, sähkön ja maakaasun hinta, energiakriisi, energiariskien hallinta, energian hintariski, energiatehokkuus, Eurooppa

Keywords: Cost structure, energy cost, paper and pulp industry, electricity and natural gas price, energy crisis, energy risk management, energy price risk, energy efficiency, Europe

Energiakriisiksi kutsuttu ilmiö alkoi vuoden 2021 syksyllä, kun energian hinnat alkoivat nousemaan rajusti erityisesti Euroopassa. Paperi- ja selluteollisuus on erittäin energiaintensiivinen ala, joka normaalin energiankulutuksen lisäksi käyttää maakaasua myös prosesseissa. Tästä syystä työssä tutkitaan energiakriisin vaikutuksia juuri paperi- ja selluteollisuuden kustannuksiin Euroopassa. Työ toteutetaan narratiivisena kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Tutkimuksen ja tulosten tukena on hyödynnetty aiheeseen liittyvän teoriakirjallisuuden lisäksi dataa ja case esimerkkiä alan yrityksestä.

Työn tavoitteena oli siis selvittää, miten energiakriisi on todellisuudessa vaikuttanut paperi- ja selluteollisuuden kustannuksiin Euroopassa. Työssä saatiin selville energiakriisin olevan seurausta geopoliittisten riskien realisoitumisesta COVID-19 pandemian ja Venäjän hyökkäyssodan aikana. Paperi- ja selluteollisuuden kustannuksien muutoksia tutkiessa havaittiin, että energiakriisillä on voinut olla merkittävä vaikutus alan yrityksiin. Huomioon kuitenkin on otettava se, että vaikutukset ovat hyvin yritys- ja maakohtaisia, jonka takia tuloksia ei voida pitää absoluuttisina totuuksina vaan ne ovat suuntaa antavia. Case esimerkin avulla kuitenkin nähtiin, että energian hintojen nousulla on todellisuudessa ollut merkittävä vaikutus alan yrityksiin. Työssä saatiin myös selville, millä keinoilla vastaaviin riskeihin voidaan jatkossa varautua, ja miksi Suomen paperi- ja selluteollisuus on Euroopassa keskivertoa energiatehokkaampaa.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

1	Johdanto.....	4
1.1	Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset	4
1.2	Työn tutkimusmenetelmät ja aiheen rajaus	5
1.3	Työn rakenne.....	6
2	Energiamarkkinat Euroopassa	7
2.1	Sähkön ja maakaasun hinnan muodostuminen energiamarkkinoilla	7
2.2	Energiakriisin syyt	10
2.3	Energian hintojen muutokset.....	12
3	Energiakustannukset osana tuotteen hintaa	16
3.1	Kustannusrakenteet paperi- ja selluteollisuudessa	16
3.2	Energian hinnan muutoksen vaikutukset kustannusrakenteisiin.....	20
3.3	Case Lenzing AG	27
4	Energiariskienhallinta paperi- ja selluteollisuudessa.....	30
4.1	Energiakriisiin reagointi.....	30
4.2	Energiariskien hallinta	31
4.3	Suomen paperi- ja selluteollisuus.....	33
5	Johtopäätökset	36
	Lähteet	39

1 Johdanto

Energian kustannukset alkoivat nousemaan vuonna 2021. Tätä ilmiötä alettiin myöhemmin kutsumaan energiakriisi. (iea 2023b.) Energiakriisi on ollut maailmanlaajuinen ilmiö, jonka vaikutukset ovat olleet erityisen vahvat Euroopassa (iea 2022). Energiakriisiin on vaikuttanut monet tekijät, mutta pohjimmillaan suurin vaikuttava tekijä on ollut maakaasun hintojen nousu, ja sitä kautta myös sähkön hinnat ovat nousseet. Energiaintensiivisillä aloilla, kuten paperi- ja selluteollisuudessa, energian osuus kustannuksista on merkittävä (Hänninen & Sevola 2012; Posch et al. 2015). Paperi- ja selluteollisuus on potentiaalisesti ollut erityisen altis energiakriisin vaikutuksille, sillä energiaintensiivisyyden lisäksi maakaasu on tärkeässä osassa prosesseja tällä alalla (IRENA 2018). Maakaasun ollessa näin oleellisessa osassa, nousee sen saannista ja hinnasta huomattava riski alan yrityksille epävakaina aikoina. Tuotteen kustannukset ja näin ollen kustannusrakenne vaikuttaa tuotteen omakustannusarvoon ja näin minimimyyntihintaan ja voittomarginaaliin (Alhola & Lauslahti 2005, 29–30), jonka takia kustannusrakenteen muutosten tutkiminen on oleellista paperi- ja selluteollisuuden toimijoiden kannalta.

Energiariskeihin varautumisen tärkeys on energiakriisin myötä noussut otsikkoihin. Paperi- ja selluteollisuudessa energiariskienhallintaa voidaan tehdä esimerkiksi energia portfolion suunnittelulla, energian toimitusvarmuuden varmistamisella sekä energiatehokkaalla toiminnalla. Erityisesti Suomen paperi- ja selluteollisuus on tutkitusti todistanut olevansa keskivertoa energiatehokkaampaa. Tämän takia työssä tutkitaan myös, mitä Suomen paperi- ja selluteollisuus on tehnyt, saavuttaakseen tämän energiatehokkuuden.

1.1 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän työn tavoitteena on selvittää, miten nousseet energian hinnat ovat vaikuttaneet kustannuksiin paperi- ja selluteollisuudessa Euroopassa. Paperi- ja selluteollisuus on todella energiaintensiivinen ala, jonka takia energiakustannukset ja niiden hallitseminen on tärkeässä roolissa alalla. Tästä syystä työssä pohditaan myös keinoja, kuinka paperi- ja selluteollisuus Euroopassa voi jatkossa varautua vastaavien riskien realisoitumiseen. Työn tutkimuskysymykset ovat:

”Mistä energiakriisi johtuu?”

”Miten energiakriisi on vaikuttanut paperi- ja selluteollisuuden kustannuksiin Euroopassa?”

”Miten vastaaviin riskeihin voidaan jatkossa varautua paperi- ja selluteollisuudessa?”

1.2 Työn tutkimusmenetelmät ja aiheen rajaus

Tämä kandidaatintutkielma toteutetaan narratiivisena kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, joka rakentuu aiheeseen liittyvän teoriakirjallisuuden ja muun kirjallisuuden ympärille. Narratiivisen kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on koota laaja kuva käsiteltävästä aiheesta yhdistelemällä epäyhtenäistä tietoa yhdeksi sujuvaksi ja helppolukuiseksi kokonaisuudeksi (Salminen 2011, 6–7). Aihe kietoutuu pitkälti ajankohtaisten tapahtumien ympärille, jonka takia työssä on hyödynnetty myös paljon ajankohtaisia uutisia sekä esimerkiksi Euroopan komission erinäisiä sivuja ja ilmoituksia. Työssä on hyödynnetty myös paljon dataa aiheeseen liittyvistä tutkimuksista ja internetlähteistä. Työssä on myös case esimerkki, johon on käytetty hyväksi yrityksen vuosikertomuksia. Scopus, LUT Primo ja Google Scholar olivat työssä pääasiassa käytetyt tiedonhakupalvelut. Tärkeimpiä hakusanoja työtä tehdessä olivat:

- Energy crisis in Europe
- cost structures in paper and pulp industry
- energy cost in paper and pulp industry
- cost management
- energy efficiency in Finnish paper and pulp industry
- energy supply security
- energy price risk.

Tiedonhaku on tehty pääasiassa englanniksi, mutta hakuja suoritettiin myös suomeksi.

Työn rajaus ja teoreettinen viitekehys rakentuvat kustannusten ja kustannusrakenteiden sekä energiariskienhallinnan ympärille. Työ on maantieteellisesti rajattu koskemaan Eurooppaa,

sillä energiakriisin vaikutukset ovat olleet Euroopassa suurimmat (iea 2022). Alan puolesta aihe rajattiin paperi- ja selluteollisuuteen, sillä se on yksi energiaintensiivisimmistä aloista, joka käyttää maakaasua myös osana prosessejaan, ja se on myös kolmanneksi suurin energiankuluttaja teollisuusosalalla Euroopassa vuonna 2020 (Eurostat 2022b). Energiakriisin tilanne kehittyi jatkuvasti edelleen kirjoitushetkenä, jonka takia työssä ei oteta huomioon huhtikuun 2023 jälkeen tapahtuneita muutoksia.

1.3 Työn rakenne

Tämä kandidaatintyö koostuu viidestä pääluvusta. Ensimmäinen pääluku on johdanto, jossa lukijalle esitellään aihe sekä siihen liittyvät menetelmät ja rajaukset. Toinen pääluku käsittelee Euroopan energiamarkkinoita. Luvussa esitellään sähkön ja maakaasun näkökulmista hintojen muodostuminen energiamarkkinoilla sekä energiakriisin syyt ja seuraukset Euroopan energiamarkkinoilla. Näiden avulla lukija ymmärtää, miten sähkön ja maakaasun hinnat muodostuvat ymmärtääkseen juurisyyt energiakriisin aiheuttamien muutosten taustalla. Kolmannessa pääluvussa käsitellään paperi- ja selluteollisuuden kustannusrakenteita ja perehdytään erityisesti energiaan osaan kustannuksista. Luvussa muodostetaan tutkimusten pohjalta keskimääräinen kustannusrakennemalli Euroopan paperi- ja selluteollisuudelle. Luvussa lukija oppii, miten energiakriisi on todellisuudessa voinut vaikuttaa paperi- ja selluteollisuuden kustannuksiin Euroopassa. Luvussa käydään läpi myös itävaltalaisen alan yrityksen case esimerkki läpi, joka tarjoaa reaalielämän esimerkin siitä, miten energian hintojen nousu on todellisuudessa vaikuttanut kustannuksiin. Neljäs pääluku käsittelee energiariskien hallintaa paperi- ja selluteollisuudessa. Luvussa käydään läpi, miten nykyiseen kriisiin on reagoitu sekä keinoja siihen, miten paperi- ja selluteollisuuden yritykset voivat jatkossa varautua energiariskien realisointumiseen. Tätä käsitellään energian hintariskien sekä Suomen energiatehokkaan paperi- ja selluteollisuuden toimintamallin avulla. Viides pääluku on johtopäätökset, joka tiivistää työn tärkeimmät havainnot pohjautuen työssä käsiteltyyn teoriaan. Johtopäätösten jälkeen lukijalla tulisi olla käsitys siitä, miten ja miksi energian hinnat ovat nousseet, miten se on voinut vaikuttanut energiaintensiiviseen paperi- ja selluteollisuuteen ja, miten vastaaviin riskeihin voidaan jatkossa varautua yritys sekä valtiotasolla.

2 Energiamarkkinat Euroopassa

Historiallisesti Eurooppa on ollut pitkälti riippuvainen tuontienergiasta. Esimerkiksi vuonna 2009 miltei 54 %:iin EU:n energiakysynnästä vastattiin tuontienergialla EU:n ulkopuolelta. (Eurostat 2021a.) Vastaava luku vuonna 2020 oli 58 % (Eurostat 2023c). Eurooppa on ollut erityisen riippuvainen maakaasun tuonnista, sillä esimerkiksi vuonna 2009 noin 64 %:iin Euroopan maakaasun kysynnästä on vastattu tuonnilla (Eurostat 2021a). Vastaava luku vuodelle 2021 oli noussut 83 %:iin (European Council 2023d). Euroopan energianlähteet (eng. energy mix) muodostuivat vuonna 2020 34,5 % raakaöljystä ja öljytuotteista, 23,7 % maakaasusta, 17,4 % uusiutuvista energianlähteistä, 12,7 % ydinvoimasta ja 10,5 % fossiilisista polttoaineista (Eurostat 2023b). Euroopan energianlähteillä viitataan siihen, miten energian loppukulutus on jakautunut Euroopassa energialähteittäin (United Nations ESCWA 2023).

Viime vuosina isoimpia Euroopassa energiemarkkinoihin vaikuttavia tekijöitä olleet Euroopan Unionin (EU) vihreän siirtymän ohjelma sekä energiakriisi. Vihreä siirtymä pyrkii tekemään Euroopasta ilmastoneutraalin vuoteen 2050 mennessä (Euroopan komissio 2023b). Teollisuudessa tämän käytännössä tarkoittaa puhtaaseen energiantuotantoon investointiin ja lopulta sen käyttöön siirtymiseen (Ympäristöministeriö 2023). Energiakriisi on saanut viimeisen vuoden aikana monet kotitaloudet kuin yrityksetkin ahdinkoon äkillisesti rajusti nousseiden energiakustannusten seurauksena (iea 2023b). Energiakriisin syitä ja seurauksia pohditaan syvällisemmin kappaleissa 2.2 ja 2.3.

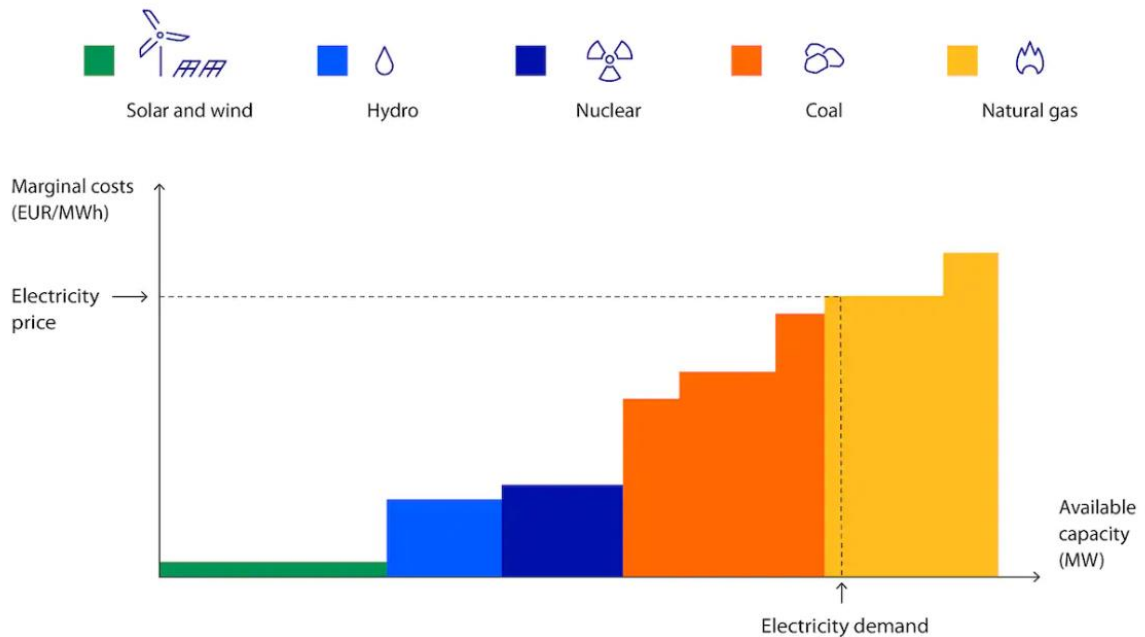
2.1 Sähkön ja maakaasun hinnan muodostuminen energiemarkkinoilla

EU:ssa energian hinta muodostuu pitkälti kysynnän ja tarjonnan mukaan. Maakohtaisesti kuten myös EU tasolla näihin vaikuttaa muun muassa maan energialähteiden yhdistelmä, tuonnin hajautus, markkinan kilpailutilanne, säädökset, sääolosuhteet ja maakohtainen sekä EU tasoinen verotus. (European Commission 2023c; Tehrani, Juan & Caro 2022.) Näiden lisäksi geopoliittisten riskien hallinta on merkittävässä roolissa energian hintojen hallinnassa. Wen, Zhao ja Chang (2021) jaottelevat geopoliittiset riskit ihmisten aiheuttamiin, kuten terrorismiin ja sotaan, sekä luonnonkatastrofeihin ja sään ääriolosuhteisiin. Näiden riskien realisoitumisen vaikutuksia käydään tarkemmin läpi kappaleessa 2.2.

Sähkön hinnan muodostuminen

EU:ssa sähköä tuotetaan pääasiassa viidestä eri lähteestä: öljystä, maakaasusta, uusiutuvista energianlähteistä, ydinenergiasta sekä kiinteistä fossiilisista polttoaineista. Öljy pitää sisällään raakaöljyn sekä muut öljyjalosteet. Uusiutuvia energianlähteitä ovat esimerkiksi aurinko-, tuuli-, vesi ja bioenergia. Kiinteät fossiiliset polttoaineet pitävät sisällään esimerkiksi kivihiihen. (Eurostat 2023f.) Eri lähteistä tuotetun sähkön hinta on erilainen riippuen muun muassa saatavuudesta, veroista ja kysynnästä (European Commission 2023c; Tehrani, Juan & Caro 2022). Yleisesti ottaen uusiutuvat energiat ja ydinvoima ovat halvimpia sähkön tuotamistapoja, sillä ne eivät vaadi polttoainetta energian valmistukseen eivätkä myöskään hiilidioksidipäästöoikeuksien ostamista. Skaalan toisessa reunassa on uusiutumattomat energianlähteet kuten kivihiihi, joka sen sijaan vaatii molempien näiden hankintaa, jotta siitä voidaan tuottaa energiaa. (Tehrani, Juan & Caro 2022.)

Euroopassa sähkömarkkinoiden toimintaan vaikuttaa EU:n asettamat säädökset liittyen energian kaupankäyntiin (European Commission 2023d). Lisäksi EU vaikuttaa sähkömarkkinoihin esimerkiksi verotuksen, direktiivien ja muiden jäsenmaita koskevien ohjeiden kautta (European Commission 2023b). EU:ssa pörssisähkömarkkinat toimivat niin sanotun yhtenäisen hintasäännön (eng. uniform price rule) piirissä. Tämä tarkoittaa sitä, että markkinoilla sähkön hinta muodostuu siten, että ensin kysyntään vastataan halvimmalla sähkön tuotantotavalla. Tämän kapasiteetin täytyttyä ylijäävään kysyntään vastataan seuraavaksi halvimmalla ja näin poispäin. Lopullinen hinta siis muodostuu viimeisen kysyntään vastaavan sähkön tuotantotavan mukaan. Sähkön hinta muodostuu siis kalleimman sähkön tuotantotavan mukaan, jolla kysyntään kyseisenä päivänä tai hetkenä vastataan (kuva 1). (De Boer & Stet 2022; Tehrani, Juan & Caro 2022.) Kyseinen malli siis suosii halpoja valmistustapoja, sillä kaikkea myytyä sähköä voidaan myydä kalleimman hinnalla. Esimerkiksi kuvassa 1 tuuli-, vesi- ja ydinvoimaa sekä kivihiiiltä kaikkia voidaan myydä siis maakaasun hinnalla, sillä se on kallein sähkön tuotantotapa, jolla kyseiseen kysyntään vastataan. Kuva 1 havainnollistaa hinnan muodostumista kuvitteellisena kysynnän hetkenä. Kuva on suuntaa antava, sillä sähkön hintaan vaikuttaa aina sen hetkinen tuotanto ja kysyntä (De Boer & Stet 2022).



Kuva 1: Sähkön hinnan muodostuminen (De Boer & Stet 2022)

Euroopassa pörssimarkkinoista pitkälti vastaa eurooppalainen sähköpörssi Nord Pool. Nord Pool on nimetty noin 15 Euroopan maassa viralliseksi sähkömarkkinaoperaattoriksi (eng. Nominated Electricity Market Operator, NEMO). (Nord Pool 2022.) Nimettynä sähkömarkkinaoperaattorina toimiminen tarkoittaa sitä, että jokin tietty taho vastaa pörssimarkkinoiden toiminnasta ja hinnoittelusta EU:n markkinoilla (NEMO Committee 2019). Nord Poolin hinnat perustuvat juuri tähän yllä mainittuun EU:n yhtenäiseen hintasääntöön (Nord Pool Group 2023). Suuri osa sähköstä todellisuudessa kuitenkin myydään sopimuksilla. Sopimukset ovat pörssimarkkinoiden lisäksi toinen tapa käydä kauppaa sähköstä. Sopimuksissa yleisesti ottaen kilowattitunnille on sovittu kiinteä hinta, joka pitkälti perustuu sen hetkisiin pörssi-markkinahintoihin ja markkinan kehittymisen ennusteisiin. Sopimukset voi olla kuukausia tai vuosiakin eteenpäin ulottuvia. (en:former 2023.)

Maakaasun hinnan muodostuminen

Myös maakaasun hinta muodostuu Euroopassa nykyään markkinoilla kysynnän ja tarjonnan mukaan. Kysyntään sekä tarjontaan vaikuttaa monet samat tekijät kuin energiamarkkinoilla Euroopassa yleisestikin. (Sovacool 2015.) Erityisesti Euroopan maakaasumarkkinoille on tunnusomaista aktiivinen kaupankäynti ja siitä seuraava nopea hintojen vaihtelu, jossa hinnat vaihtelevat muun muassa markkinaolosuhteiden ja geopoliittisten tapahtumien perusteella.

Maakaasun hinnoittelu Euroopassa tapahtuu pitkälti hollantilaisen Title Transfer Facility (TTF) -mittarin ja brittiläisen National Balancing Point (NBP) -mittarin avulla. (Fattouh 2017.) Viime vuosina Euroopan maakaasumarkkinat ovat muuttuneet merkittävästi nesteytetyn maakaasun (LNG) tuonnin kasvaneen roolin vuoksi. Tämä on vaikuttanut merkittävästi maakaasun hinnoitteluun ja hinnanmuodostukseen Euroopassa. (Chang 2019.) Erityisesti Euroopassa myös raakaöljyn hinnan ja sopimusten on huomattu vaikuttavan maakaasun hintaan ja hintavaihteluihin (Asche, Misund & Sikveland 2013). Raakaöljyllä ja maakaasulla on pitkään ollut keskinäistä kilpailua sähköntuotannossa sekä lämmityksessä, jonka seurauksena hintakehitysten välillä on havaittu korrelaatiota (Brigida 2014).

2.2 Energiakriisin syyt

Energian hinnat alkoivat nousemaan Euroopassa syksyllä 2021. Tämän jälkeen hintoja saatiin kuriin, mutta keväällä 2022 hinnat nousivat jälleen, mutta vieläkin rajummin. Tätä ilmiötä alettiin laajalti kutsumaan energiakriisisiksi. (iea 2023b.) Kuten kappaleessa 2.1 käytiin läpi, sähkön sekä maakaasun hinnat muodostuvat pitkälti kysynnän ja tarjonnan mukaan. Kysyntään ja tarjontaan voi vaikuttaa esimerkiksi geopoliittiset tapahtumat, kuten sodat, tai valtioiden tai EU:n säännökset ja verotukset (European Commission 2023c; Tehrani, Juan & Caro 2022; Wen, Zhao ja Chang 2021). Energiakriisi on seurausta erityisesti geopoliittisten riskien realisoitumisesta. Tässä kappaleessa käsittelemme sitä, miten kysyntä ja tarjonta ovat muuttuneet energiakriisin aikana. Kappaleessa 2.3 käydään tarkemmin läpi, miten nämä muutokset ovat vaikuttaneet sähkön ja maakaasun hintoihin.

COVID-19 vaikutus

Keväällä 2020 alkaneen COVID-19 pandemian voidaan tulkita aloittaneen Euroopassa edelleen vuonna 2023 jylläävän energiakriisin. COVID-19 pandemian seurauksena sähkön hinnat nousivat Euroopassa vuoden 2021 syksyllä. Tämä oli pitkälti seurausta maakaasun hinnan nousemisesta, sillä Euroopassa käytetystä sähköstä noin 20 % tuotetaan maakaasusta (Eurostat 2023a). Maakaasun hinnan nousu oli monien tekijöiden summa. Vihreän siirtymän aiheuttaman korkeamman hiilidioksidipäästökorvauksen seurauksena monet yritykset ovat korvanneet muita uusiutumattomia energialähteitään maakaasulla, joka on kasvattanut maakaasun kysyntää. Yrityksille voi olla mielekäästä vaihtaa esimerkiksi kivihiiltä tai öljyjä maakaasuun, sillä sen hiilidioksidipäästöt ovat näitä huomattavasti matalammat (AGI 2023).

Tästä seurannut kasvanut kysyntä on nostanut hintoja, sillä kapasiteettiä ei ole ollut tarpeeksi vastaamaan nopeasti kasvaneeseen kysyntään. Tämä yksin kuitenkin ei aiheuttanut energian hintojen äkillistä nousua. Ensin COVID-19 pandemia aiheutti energian kysynnän tyrehtymisen liikkumis- ja tuotantorajoitusten takia (Szczygielski et al. 2022). Tämä lisäsi myös huoltokatkoja, joka huononsi maakaasun käyttökapasiteettiä. COVID-19 pandemiasta palautumisen seurauksena maailman alkoi taas avautua, josta seurasi lähes räjähdysmainen kysynnän kasvaminen samanaikaisesti monilla eri toimialoilla, joka kasvatti myös energian kysyntää äkillisesti. Tämä yhdistettynä vihreän siirtymän aiheuttamaan jo valmiiksi korkeaan maakaasun kysyntään, nousi maakaasun hinnat entisestään. Maakaasun kysyntää kasvatti vielä lisää Euroopassa normaalia kylmempi talvi, joka kasvatti lämmityksen tarvetta ja näin myös maakaasun kysyntää ja hintoja. (Lyu, Jamasb & Spanholtz 2021; Tian et al. 2022.)

Venäjän tuonnin lakkauttaminen

Venäjä pitkään ollut EU:n alueen suurin raakaöljyn ja maakaasun maahantuojia. Esimerkiksi vuodesta 2019 vuoteen 2022 asti Venäjän osuus EU:n maakaasun tuonnista on ollut noin 40 %-50 % (European Council 2023d). Vastaavina vuosina Venäjältä EU:n alueelle tuodun raakaöljyn osuus on ollut noin 25 %-30 % (Statista 2023). Toiseksi suurin maakaasun tuojia vuonna 2020 oli Norja, josta maakaasua EU:n alueelle tuotiin 21 % sen tuonnista. Loppuosa raakaöljyn kuten maakaasunkin tuonnista on jakautunut tasaisesti alle kymmenysten osina monien maiden välille. (Eurostat 2023c.)

Helmikuussa vuonna 2022 Venäjä aloitti hyökkäyssodan Ukrainaan, jonka seurauksena EU on ilmoittanut vähentävänsä energian tuontia Venäjältä huomattavasti. Tuonnin vähentäminen koskee erityisesti maakaasua, öljyä sekä kivihiihtä. (Euroopan komissio 2023a.) Maakaasun tuontia Venäjältä on vähennetty huomattavasti sekä Venäjän että EU maiden puolesta (European Council 2023b). Maaliskuun 2022 ja marraskuun 2022 välillä maakaasun tuonti Venäjältä on pudonnut 37,1 %:sta 12,9 %:iin eli 24,2 %-yksikköä (European Council 2023d). Euroopan komissio on asettanut tavoitteekseen luopua kokonaan Venäjän kaasuntuonnista vuoteen 2027 mennessä (Euractiv 2023). Maakaasun hinnan muutoksilla on merkittävä vaikutus Euroopan talouteen, sillä, se muodostaa miltei viidenneksen Euroopan energianlähteitä ja on tärkeässä roolissa sähkön hinnan muodostumisessa (Eurostat 2023b). Maakaasun hinnan muutoksilla ja saatavuudella on myös vaikutusta paperi- ja selluteollisuuteen ja sen kustannuksiin Euroopassa, sillä sähkön lisäksi maakaasua käytetään paperi- ja selluteollisuuden prosesseissa (Grootjes, Vreugdenhil & Bodewes 2020). COVID-19

pandemiasta ja sen aiheuttamista toimitusvaikeuksista vasta toipuville energiamaarkkinoille Venäjän tuonnin vähentäminen tuo lisää painetta ja lisää toimitusvaikeuksien riskiä (Sokhanvar & Lee 2022).

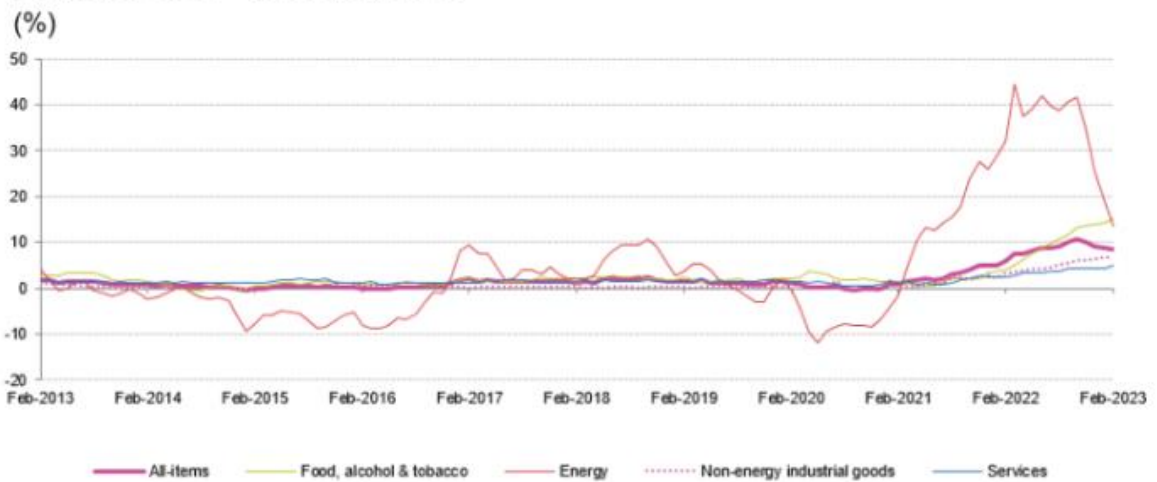
EU:n asettamiin pakotteisiin Venäjää kohtaan lukeutuu öljyn tuontikielto, joka kattaa kokonaisuudessaan 90 % EU:n nykyisestä Venäjältä tulevasta öljyntuonnista (Euroopan komissio 2023a). Venäjän ollessa EU:n isoin öljyn maahantuoja (Eurostat 2023c) vaikuttaa tämä Euroopassa raakaöljyn sekä öljytuotteiden hintoihin. Suurin vaikutus öljyn hintojen nousemisella on tieliikenteeseen, mutta öljyn hintojen muutokset vaikuttavat muun muassa myös sähkön hintoihin. (Eurostat 2023e). Paperi- ja selluteollisuuden energiakustannuksiin öljyn hintojen nousulla ei ole suoraa vaikutusta, sillä öljyn osa paperi- ja selluteollisuuden energiankäytöstä on pieni suhteessa muihin energianlähteisiin (Hodgson & Papadimoulis 2022). Öljyn hinnan muutokset voivat kuitenkin vaikuttaa esimerkiksi logistiikkakustannuksiin myös paperi- ja selluteollisuudessa. Näin ollen öljyn hinnan muutoksilla voi olla negatiivinen vaikutus talouskehitykseen myös paperi- ja selluteollisuudessa (Le Roux, Szörfi & Weißler 2022).

Lisäksi EU on asettanut kivihiilen tuontikiellon (Euroopan komissio 2023a). Vuonna 2020 yli puolissa EU alueen maissa kivihiilen tuontiriippuvuus oli yli 90 %. Samana vuonna Venäjä vastasi 55,6 %:iin EU:n kivihiilen tuonnista. (Eurostat 2022a.) Kivihiilen tuontikiellolla on siis selkeät vaikutukset Euroopan energiantuotantoon. Tuontikieltoon on vastattu lisäämällä tuontia esimerkiksi Kolumbiasta, Yhdysvalloista ja Australiasta. Uusiutumattomien energianlähteiden tuonnin vähentämiseen Venäjältä voidaan vaihtoehtoisesti vastata myös uusiutuvilla energianlähteillä. Tämä kuitenkin vaatii niiden kapasiteetin ja tehokkuuden kasvattamista. (DW 2022.)

2.3 Energian hintojen muutokset

Tässä osiossa keskitymme tarkastelemaan sitä, miten aiemmin mainitut tapahtumat ovat vaikuttaneet sähkön sekä maakaasun hintoihin. Ensin tarkastellaan energia tuotteiden inflaatiota verrattuna muihin komponentteihin (kuva 2), ymmärtääksemme sen, onko energiatuotteiden hinnan nousu vuoden 2021 jälkeen normaalista inflaatiosta poikkeavaa, jonka jälkeen tutkimme sähkön ja maakaasun hintojen muutoksia Euroopassa tarkemmin kuvan 3 avulla.

Euro area annual inflation and its main components, February 2013 - February 2023

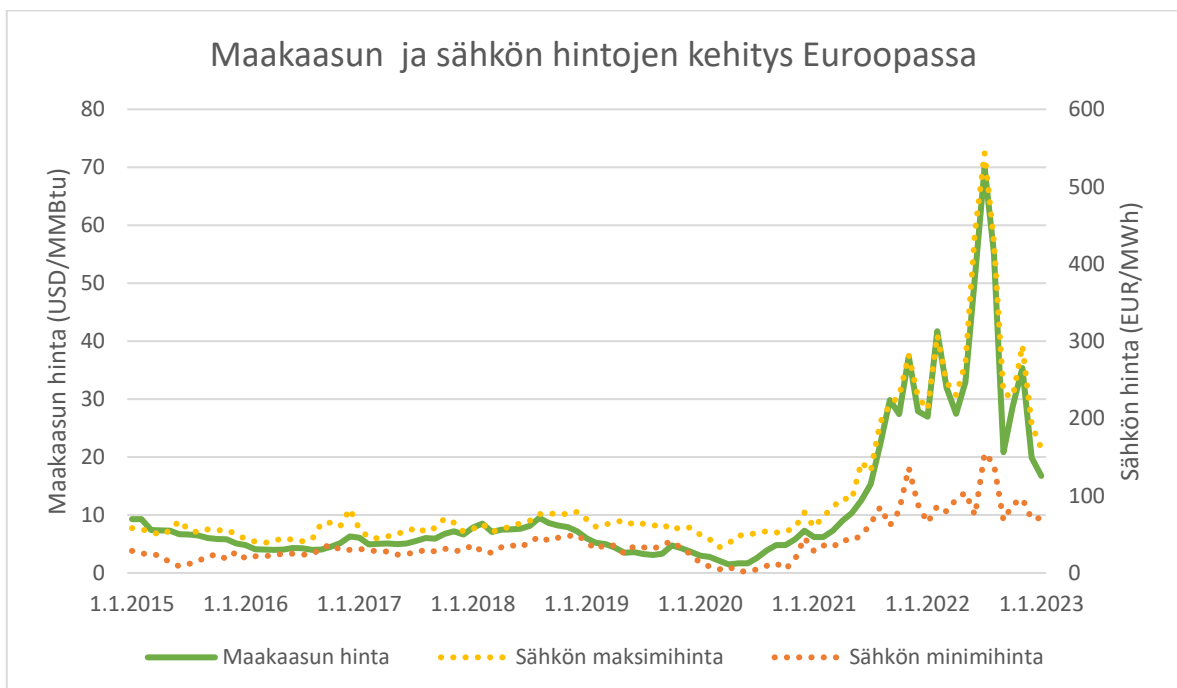


Kuva 2: Inflaatio Euroalueella helmikuusta 2013 helmikuuhun 2023 (Eurostat 2023d)

Yllä oleva kuva (kuva 2) ilmaisee euroalueen inflaation muutosta eri komponenttien välillä EU alueella helmikuusta 2013 helmikuuhun 2023. Kuvaaja käsittelee erikseen tupakan, alkoholin ja ruoan, energian, muiden kuin energiateollisuustuotteiden ja palveluiden inflaation, sekä kaikkien tuotteiden inflaation. Kuvaajan data perustuu Eurostatin dataan. Eurostat on Euroopan Unionin ylläpitämä datapalvelu (Eurostat 2021b). Kuvasta 2 voidaan havaita selvästi energian hintojen inflaation nousseen huomattavasti jyrkemmin helmikuusta 2021 alkaen verrattuna muihin vaikkakin kaikkien komponenttien hintojen inflaatio alkoi kasvaamaan aikaisempaa vuosikymmentä jyrkemmin tästä samasta pisteestä eteenpäin. Vuoden 2022 lopulla energian hinnan inflaation kasvu on kuitenkin laskenut muiden kanssa samalla tasolle. Energian kuten muidenkin hyödykkeiden hinnat jatkavat kasvuaan vielä helmikuussa 2023 vaikkakin energian hinnan kasvu on hidastunut lokakuusta 2022 alkaen. Inflaation muutoksista kertova kuvaaja ilmaisee selkeästi energiakriisin konkreettiset vaikutukset sähkön hintaan. Kuvaajasta nähdään myös se, että sähkön hintojen nousu ei ole vain yleisesti nousseen inflaation seurausta, vaan sähkön hinta on todellisuudessa noussut normaalia inflaatiota enemmän.

Alla olevassa kuvassa (kuva 3) esitetään sähkön ja maakaasun hintoja Euroopassa tammi-kuun 2015 ja helmikuun 2023 välillä. Kuvaajasta nähdään Euroopan alueella kuukauden matalin ja korkein pörssisähkön hinta. Arvot muodostuvat maakohtaista kuukausittaisista keskiarvoista. Kuva kertoo euroissa sähkön megawattitunnin hinnan. Kuvan sähkön hinnat

perustuvat ENTSO-E:n dataan sähkön tuottajille maksettuihin hintoihin, jonka takia hinnat eivät välttämättä ole samat loppukuluttajalle. (Ember 2023.) ENTSO-E edustaa 39 sähkön-siirtoverkko-operaattoria 35 Euroopan maassa (ENTSO-E 2023). Maakaasun hinnan muutokset perustuvat International Monetary Fund:in dataan. International Monetary Fund on kansainvälinen rahalaitos, joka muun muassa tarjoaa jäsenmaille taloudellista yhteistyötä ja teknistä apua (U.S. Department of the Treasury 2023). Kuva kertoo maakaasun hinnan dollareina per Million Metric British Thermal Unit (MMBtu). MMBtu kertoo maakaasun sisältämän energian määrän (Energy KnowledgeBase 2023).



Kuva 3: Sähkön ja maakaasun hintojen kehitys Euroopassa 1.1.2015-2.1.2023 (Ember 2023; FRED 2023)

Kuvasta 3 voidaan huomata maakaasun ja sähkön hintojen kehityksen trendin olevan yhtenäinen. Tämä ei ole yllättävää, koska maakaasun hinta vaikuttaa myös sähkön hintaan (De Boer & Stet 2022). Kuvasta 3 nähdään, miten maakaasun sekä sähkön hinnat ovat vuonna 2021 alkaneet tasaisesti nousemaan. Ennen vuoden 2022 vaihdetta nähdään ensimmäinen hintapiikki, joka kappaleen 2.2 mukaan on seurausta korona pandemiasta toipumisen ja kylmän talven yhdistelmästä. Seuraava hintapiikki ajoittuu 2022 helmikuulle, josta voidaan päätellä piikin olevan seurausta Venäjän hyökkäyssodan alkamisesta. Sota nosti maakaasun ja öljyn hintoja, sillä sen pelättiin aiheuttavan katkoja niiden saantiin. Huhti-kesäkuun välillä

hintoja nostaa jatkuvasti EU:n toimet Venäjän tuonnin vähentämiseksi. Tänä aikana EU päätti lopettaa öljyn sekä kivihiilen tuonnin Eurooppaan vuoden 2022 loppuun mennessä. (BOFIT 2022; Euractiv 2022.)

Suurin piikki osuu vuoden 2022 heinä-elokuuhun. Tämä on pitkälti seurausta siitä, että kesäkuun puolessa välissä Venäjän valtio-omisteinen Gazprom energiayhtiö lopetti päivittäisen maakaasun tuonnin Saksan kautta Eurooppaan Nord Stream putken kautta. Euroopan edelleen olleen riippuvainen Venäjän tuomasta maakaasusta tämä nosti maakaasun ja näin myös sähkön hintoja koko Euroopassa. (Al Jazeera 2022; Euractiv 2022.) Kesä 2022 oli myös harvinaisen kuuma ja kuiva, jonka seurauksena energian tarve viilennykseen kasvoi samalla kun vesivoiman tarjonta laski (European Council 2023c). Tämän jälkeen kuvaajassa nähdään vielä yksi pienempi hintapiikki marraskuussa 2022. Tämä voi olla seurausta esimerkiksi nousseista lämmityskuluista tai huonommin saatavilla olevista uusiutuvista energianlähteistä.

3 Energiakustannukset osana tuotteen hintaa

Tässä osiossa käymme läpi mistä paperi- ja selluteollisuudessa lopputuotteen kustannusrakenne koostuu. Osiossa perehdytään erityisesti energian osan muutoksiin kustannusrakenteissa perustuen osiossa 2 läpikäytyihin seikkoihin. Näin pääsemme tutkimaan mitä vaikutuksia energiakriisillä on konkreettisesti voinut olla paperi- ja selluteollisuuden kustannuksiin ja näin myös mahdollisesti lopputuotteiden hintaan sekä yrityskohtaiseen kilpailukykyyn.

3.1 Kustannusrakenteet paperi- ja selluteollisuudessa

Työssä tutkitaan tuotteen kustannusrakennetta paperi- ja selluteollisuudessa ja erityisesti energian osaa siitä. Kustannusrakenne kuvaa yrityksen kustannuksia. Kustannuksia voidaan jaotella monilla tavoin, mutta yksi yleinen tapa on jaotella kustannukset muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Muuttuvat kustannukset muuttuvat suhteessa tuotantomääriin. Kiinteät kustannukset pysyvät pääasiassa samana tuotantomäärästä riippumatta. Esimerkiksi paperi- ja selluteollisuudessa raaka-aineet, henkilöstökulut ja energiakulut lukeutuvat muuttuviin kustannuksiin. Kiinteisiin kustannuksiin perinteisesti kuuluu esimerkiksi vuokrat, ylemmän johdon palkat, lämmityskulut sekä sähkön perusmaksut. (Horngren, Datar & Rajan 2015, 52–55; Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 56–57.) Paperi- ja selluteollisuuden kustannusrakennetta tutkiessa esitetään erikseen raaka-aine, henkilöstö ja energiakustannukset. Loput kustannuksista menee kohdan muut alle. Kustannusrakennetta tutkiessa keskitymme siis pitkälti muuttuvien kustannuksien eriin. Esimerkiksi Suomen paperi- ja selluteollisuudessa raaka-aine kustannukset muodostuvat puuraaka-aineesta, joka on suurin raaka-aine-erä. Lisäksi raaka-ainekustannuksiin kuuluu muun muassa mineraalit, kemikaalit, tuontimassa sekä tarvikkeet. (Hänninen & Sevola 2012.) Henkilöstökustannukset puolestaan muodostuvat pitkälti palkkakustannuksista, johon sisältyy työntekijöiden bruttopalkat sekä maakohtainen lainmukainen välillinen työvoimakustannus (Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 85). Kansainvälisen energiaviraston (iea) raportissa arvioidaan, että noin 70 % paperin ja sellun tekoprosessiin käytetystä energiasta muodostuu niiden kuivausprosesseista (Hodgson & Papadimoulis 2022).

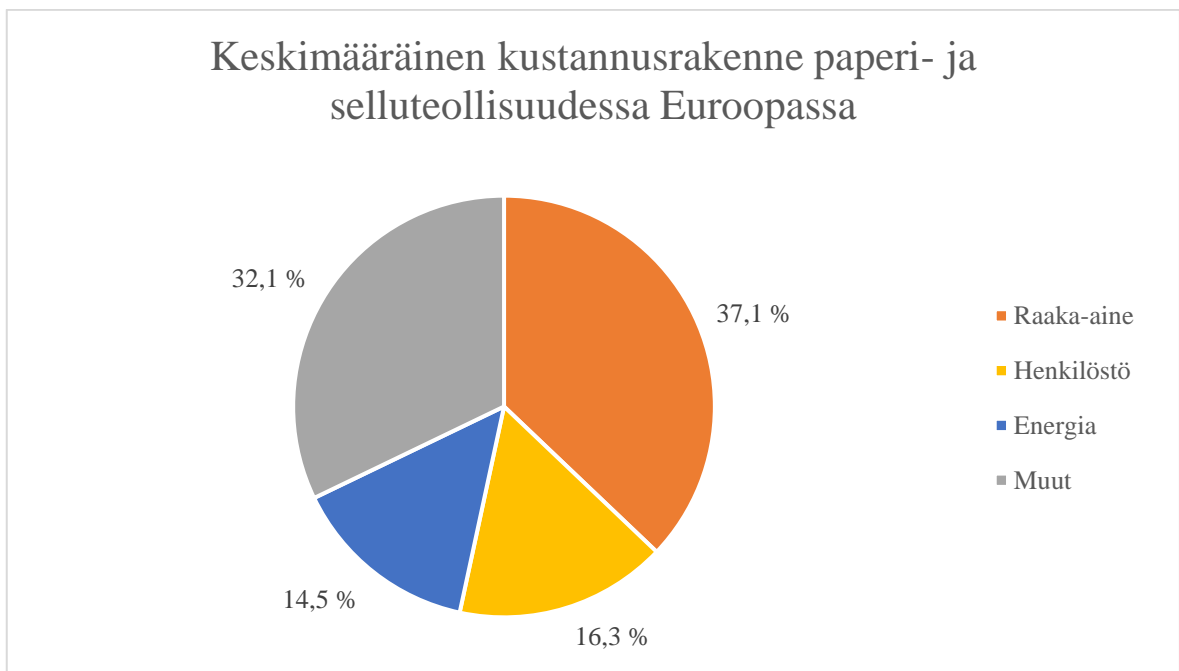
Kustannusrakenne on mielekästä tutkia, sillä se vaikuttaa suoraan tuotteen omakustannusarvoon. Omakustannusarvolla viitataan kustannuslaskelmaan, jossa otetaan huomioon kaikki laskentakohteen tuottamiseen vaadittavat menot. Näihin lukeutuu kaikki suorat ja epäsuorat kustannukset. Näin ollen omakustannusarvoa voidaan hyödyntää hinnoittelupäätöksissä ja voittomarginaalin suunnittelussa. Tuote hinnoitellaan kuitenkin erikseen yrityksen määrittelemän hinnoittelustrategian mukaan. (Alhola & Lauslahti 2005, 29–30.) Tässä tutkielmassa ei oteta kantaa erilaisiin hinnoittelustrategioihin tai muihin hinnoitteluun vaikuttaviin tekijöihin, kuten markkinoiden vaikutuksiin, vaan tutkitaan puhtaasti kustannusrakenteen mahdollisia muutoksia.

Kustannusrakennemalli

Tässä työssä muodostetaan yleinen malli paperi- ja selluteollisuuden kustannusrakenteista Euroopassa. Malli perustuu tieteellisiin julkaisuihin Suomesta (Hänninen & Sevola 2012), Ruotsista (Thollander & Ottosson 2010), Itävallasta (Posch et al. 2015) ja Turkista (Ates & Durakbasa 2012) sekä Euroopan komission tuottamaan tutkimukseen energiankulutuksesta Euroopassa (Rademaekers et al. 2020). Tutkimukset on tehty vuosien 2010 ja 2020 välillä, ja niistä käytetty data on vuosilta 2000–2017. Alla olevassa taulukossa 1 on kustannusrakenne jaoteltu raaka-aineeseen, henkilöstöön, energiaa ja muihin. Taulukossa kuvataan erikseen Suomen kustannusrakenne, yllä oleviin julkaisuihin perustuva keskiarvo kustannusrakenteista sekä arvojen vaihteluväli. Vaihteluväli kuvaa yllä mainituista julkaisuista saadun pienimmän ja suurimman arvon väliä. Raaka-aine, henkilöstö ja muut perustuvat vain Suomesta ja Itävallasta saatuun dataan. Taulukon keskiarvokustannusrakenteesta on tehty piirakkakuvaaja (kuva 4) visualisoimaan saatuja tuloksia. Keskiarvon komponentit muodostivat kustannusrakenteen, jonka summa oli hieman yli 100 %. Tästä syystä jokaisesta komponentista vähennettiin suhteessa yhtä suuri osa, jotta keskiarvo kustannusrakenteen summaksi saatiin 100 %.

Taulukko 1: Suomen ja Euroopan paperi- ja selluteollisuuden kustannusrakenteet, mukaillen Ates & Durakbasa 2012; Hänninen & Sevola 2012; Posch et al. 2015; Rademaekers et al. 2020; Thollander & Ottosson 2010

	Suomi	Keskiarvo	Vaihteluväli
Raaka-aine	35,5 %	37,1 %	35,5 %-40,0 %
Henkilöstö	13,1 %	16,3 %	13,1 %-20 %
Energia	11,0 %	14,5 %	6,7 %-30 %
Muut	40,4 %	32,1 %	25 %-40,4 %



Kuva 4: Keskimääräinen kustannusrakenne paperi- ja selluteollisuudelle Euroopassa

Paperi- ja selluteollisuudessa kustannusrakenteen suurimmat yksittäiset menoerät koostuvat pitkälti materiaali-, henkilöstö- ja energiakuluista (Hänninen & Sevola 2012; Posch et al. 2015). Kustannusrakenteisiin vaikuttaa maa-, yritys- ja tuotekohtaisesti monet eri tekijät, joiden avulla voidaan parhaimmillaan tavoitella kilpailuetua. Yritys- ja tuotekohtaisesti kustannusrakenteeseen voi vaikuttaa esimerkiksi prosessitehokkuus, strategia, käytetyt teknologiat sekä toimitusketjut ja niiden tehokkuus (Horngren, Datar & Rajan 2015, 27, 29–30, 139, 175; Mentzer et al. 2001). Erityisesti energiakustannuksiin yritys- ja tuotekohtaisesti vaikuttaa muun muassa sopimuksilla energiayhtiöiden kanssa, prosessien energiatehokkuudella, oman

energian tuottamisella ja tuotetun lämmön uudelleenhyödyntämisellä (Kühne 2022; Kähkönen, Vakkilainen & Laukkanen 2019; Mack 2014, 197). Maakohtaisesti raaka-ainekustannuksiin vaikuttaa esimerkiksi materiaalien saatavuus ja hinta. Paperi- ja selluteollisuudessa tämä pitkälti tarkoittaa puuta ja joitakin kemikaaleja. Lisäksi verotus, tullit ja vaihtokurssit voivat nostaa raaka-ainekustannuksia esimerkiksi tilanteessa, jossa puuta pitää tuoda maahan. Näistä syistä Euroopassa usein maat, joilla on runsaat metsävarat, saavat etua raaka-ainekustannuksissa. Henkilöstökustannuksiin vaikuttaa esimerkiksi maan palkkataso, työläinsäädäntö sekä etuudet. Euroopassa esimerkiksi Pohjois-Euroopan maissa työvoimakustannukset ovat usein korkeammat kuin Etelä-Euroopassa. (Bhander & Jozewicz 2017; Neilimo & Uusi-Rauva 2012, 85–89.) Energiakustannukset vaihtelevat Euroopassa maakohtaisesti riippuen maan käytössä olevista energialähteistä ja niiden välisistä suhteista. Joissakin maissa uusiutuvat energialähteet, kuten vesivoima ja biomassat, voivat olla yleisempiä ja kustannustehokkaampia. Tällöin energiakustannukset ovat näissä maissa todennäköisesti pienemmät kuin maassa, joka on vahvasti riippuvainen uusiutumattomista energialähteistä tai tuontienergiasta. (Rey et al 2021.)

Raaka-ainekustannukset nousevat paperi- ja selluteollisuudessa suurimmaksi yksittäiseksi menoeräksi niiden ollen noin 37,1 % tuotantokustannuksista. Arvio perustuu Itävallassa ja Suomessa tehtyihin tutkimuksiin (Hänninen & Sevola 2012; Posch et al. 2015) Henkilöstökustannusten voidaan samojen tutkimusten perusteella (Hänninen & Sevola 2012; Posch et al. 2015) määritellä olevan noin 16,3 % tuotantokustannuksista. Näiden oletetaan tässä tutkimuksen tulosten yhtenäistämiseksi koskevan koko Euroopan alueen paperi- ja selluteollisuutta.

Tutkielmassa keskitytään tutkimaan juuri energian osuutta paperi- ja selluteollisuuden tuotteiden valmistuskustannuksista, jonka takia energiakustannusten osaa kustannusrakenteesta on tutkittu laajemmin useamman eri lähteen avulla. Energiakustannusten osuuteen kustannusrakenteesta ja tuotantokustannuksista tutkielmassa on käytetty dataa Suomesta, Ruotsista, Itävallasta ja Turkista sekä Euroopan komission tuottamaa tutkimusta. Näiden lähteiden avulla onnistuttiin muodostamaan mahdollisimman laaja kuva siitä, millaisen osan energiakustannukset saavat aikaiseksi tuotannosta. Itävaltalaisen tutkimuksen mukaan energiakustannukset ovat 15 % tuotantokustannuksista (Posch et al. 2015). Ruotsissa energiakulujen oli tutkittu olevan keskimääräisesti 20,0 % tuotantokustannuksista (Thollander & Ottosson 2010). Turkissa energiakustannuksille annettiin 9,0–30,0 % haarukka (Ates & Durakbasa

2012). Suomalaisen tutkimuksen mukaan energiakustannukset olivat noin 11,0 % tuotantokustannuksista (Hänninen & Sevola 2012). Euroopan komission teettämän tutkimuksen mukaan vuonna 2010 energiakustannusten osa tuotantokustannuksista paperi- ja selluteollisuudessa EU-alueella ovat olleet keskimäärin 11,4 %, jonka jälkeen ne ovat vuosittain tippuneet. Vuoteen 2017 mennessä kustannusten osa oli keskimäärin vain 6,7 %. Näiden kaikkien keskiarvona energiakustannusten osuudeksi saatiin 14,5 % kokonaiskustannuksista. Tässä työssä tämän keskiarvona saadun energiakustannusten määrän kokonaiskustannuksista oletetaan koskevan koko Euroopan alueen paperi- ja selluteollisuutta.

3.2 Energian hinnan muutoksen vaikutukset kustannusrakenteisiin

Kappaleessa 3.1 muodostettu kustannusrakenne (kuva 4) muodostuu raaka-aine-, henkilöstö- ja energiakustannusten sekä muiden kustannusten suhteellisista osista tuotantokustannuksista. Tämä tarkoittaa sitä, että kustannusrakenne muuttuu, mikäli:

- jonkin tai joidenkin komponenttien rahamääräinen kustannus kasvaa tai laskee muiden pysyessä samana
- kaikkien komponenttien rahamääräinen kustannus kasvaa tai laskee mutta eri suhteissa
- jonkin tai joidenkin komponenttien rahamääräinen kustannus kasvaa ja jonkin tai joidenkin muiden komponenttien rahamääräinen kustannus laskee.

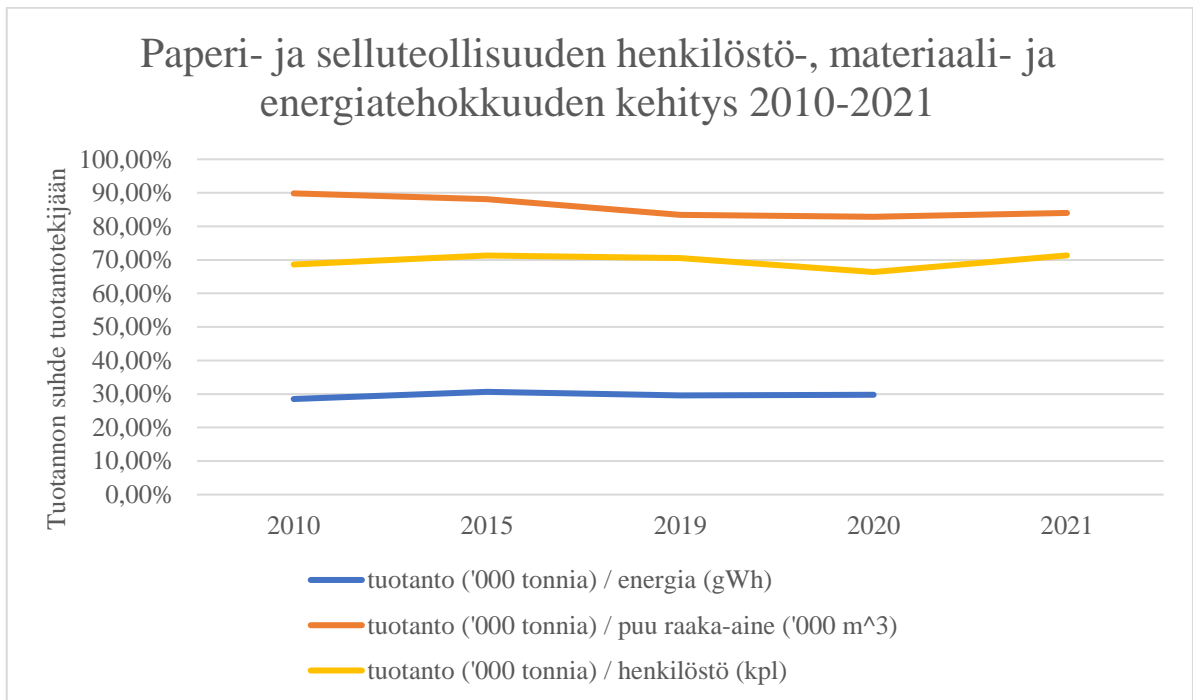
Eli toisinsanottuna kustannusrakenne muuttuu miltei kaikissa muissa tilanteissa paitsi, jos kaikkien komponenttien rahamääräinen kustannus pysyy samana tai ne muuttuvat samaan suuntaan samassa suhteessa. Kustannuksen rahamääräinen muutos voi johtua monesta syystä kuten komponentin hintojen muutoksista tai komponentin takana olevan prosessin muutoksista, jonka seurauksena siihen tarvittava rahamäärä muuttuu. Hinnan tai prosessien muutosten takana piilee myös monia eri syitä. Hinnan muutokset voivat johtua esimerkiksi saatavuudesta, toimittajan vaihdoksesta tai inflaatiosta (Ritzman, Krajewski, & Malhotra 2018, 200). Prosessimuutokset ovat strategisia päätöksiä, joilla voidaan hakea esimerkiksi kilpailuetua (Porter 1985, 34–37).

Seuraavaksi työssä tarkastellaan, miten kappaleessa 3.1 muodostettu kustannusrakenne on mahdollisesti muuttunut, sillä se perustuu vuosilta 2000-2017 kerättyyn dataan. Koska

tarkkaa rahamääräistä dataa paperi- ja selluteollisuuden kustannusrakenteen komponenttien muutoksista ei ole julkisesti tarjolla, tässä työssä kustannusrakenteiden suhteellisten osuuksien voidaan olettaa pysyvän samana, mikäli kaksi ehtoa täyttyy: hintojen muutokset ovat suhteessa yhdenmukaisia kaikkien valmistukseen vaadittavien komponenttien osalta ja prosessit pysyvät samana. Prosessit pysyvät samana, jos tuotantoa ei ole muutettu esimerkiksi tehokkaammaksi siten, että sama valmistusmäärä saadaan aikaan esimerkiksi pienemmällä energia-, raaka-aine- tai henkilöstömäärällä. Prosessitehokkuus voi vaikuttaa esimerkiksi tarvittavan henkilöstön määrään ja näin henkilöstökulujen prosentuaaliseen osuuteen.

Prosessitehokkuus

Prosessikehityksen tutkiminen yleisellä tasolla on huomattavasti monimutkaisempaa kuin hintojen muutosten tarkastelu, sillä kehitys on pitkälti yrityskohtaista. Alla olevassa kuvassa (kuva 5) kuvataan Eurooppa tasolla, miten paperi- ja selluteollisuuden tuotantomäärät ja siihen käytetyt materiaali, energia ja henkilöstö määrät ovat kehittyneet vuosien 2010–2021 välisenä aikana. Data on kerätty Cepi:n Key Statistics 2020 ja 2021 vuosikatsauksista (Cepi 2022; 2021). Cepi on eurooppalainen voittoa tavoittelematon yhdistys, joka edustaa paperi- ja selluteollisuutta (Cepi 2023). Kuvassa 5 x- akselilla on vuodet 2010, 2015, 2019, 2020 ja 2021. Kuvaajan data on vain näiltä kuvaajassa näkyviltä vuosilta. Y-akselilla on tuotannon suhde tuotantotekijään (raaka-aine, henkilöstö tai energia) prosenteissa ilmaistuna. Tuotantoon on otettu mukaan paperin, pahvin ja sellun tuotanto ja se ilmaistaan kilotonneissa (’000 tonnia). Energia ottaa huomioon polttoaineet ja sähkönkulutuksen gigawattitunneissa (gWh). Polttoaineet on muutettu terajouleista (Tj) gigawattitunneiksi kertoimella 0,277778. Energiassa on otettu huomioon vain data vuoteen 2020 asti, sillä vuodelle 2021 sitä ei ollut tarjolla. Raaka-aineeksi on otettu kulutetun puun määrä, joka on ilmaistu kilokuutiometriä kohden (’000 m³). Raaka-aine ei siis ota huomioon kaikkea paperi- ja selluteollisuudessa käytettyjä raaka-aineita. Puun ollessa suurin paperi- ja selluteollisuuden raaka-aine (Hänninen & Sevola 2012) todetaan tämän riittävän indikaattoriksi raaka-aine prosessien kehitymisestä. Henkilöstö ottaa huomioon henkilöstön lukumäärän. Kuva 5 on muodostettu visualisoimaan prosessien muutosta, jotta kustannusrakenteiden muutoksia voidaan tutkia.



Kuva 5: Paperi- ja selluteollisuuden prosessien kehitys 2010–2021, mukailten Cepi 2022; 2021

Kuvassa 5 tuotannon suhde raaka-aineeseen on laskenut noin 6 %-yksikköä vuosien 2010 ja 2021 välillä. Tämä tarkoittaisi siis sitä, että saman tuotantomäärän valmistamiseen tarvittaisiin enemmän raaka-ainetta vuonna 2021 kuin vuonna 2010. Toisin sanottuna raaka-aineiden kannalta prosessitehokkuus olisi heikentynyt. Kustannusrakenteen kannalta tämä tarkoittaisi sitä, että raaka-aineen osuus olisi kasvanut hieman vuosien 2010 ja 2021 välillä. Tuotannon suhde henkilöstöön on heitellyt vuosien varrella hieman kuitenkin pysyen suhteellisen samoissa lukemissa. Täten voidaan olettaa prosessitehokkuuden pysyneen samana henkilöstön suhteen. Tuotannon suhde energiaan vuosien 2010 ja 2020 välillä on pysynyt miltei tismalleen samana. Kuvaajan perusteella voitaisiin siis olettaa, että energiatehokkuudessa ei ole tapahtunut paljoa suurta muutosta Eurooppa tasolla paperi- ja selluteollisuudessa. Huomionarvoista on, että yrityskohtaisesti prosessit ovat saattaneet muuttua paljonkin, mutta koko Euroopan tasoa tarkastellessa erot tasaantuvat.

Prosessitehokkuuksien tutkimisen jälkeen voidaan tulla siihen lopputulokseen, että energian ja henkilöstön kannalta prosessit olisivat pysyneet yhtä tehokkaina vuosien 2010 ja 2021 ja 2022 välillä. Puu raaka-aineen kohdalla sen sijaan voidaan todeta prosessien tehokkuuden heikenneen hieman. Tämä tarkoittaa sitä, että vain prosessitehokkuuksien perusteella raaka-aineen osuus kustannusrakenteesta olisi noussut ja energian, henkilöstön ja muiden määrä

pienentynyt samoissa määrin suhteessa yhtä paljon. Kappaleessa 3.1 muodostettu kustannusrakenne perustuu vuosien 2000–2017 välisenä aikana kerättyyn dataan, jonka takia raaka-aineen prosessien muutosta voidaan verrata vuosien 2010 ja 2022 välillä ja tehdä näiden tulosten pohjalta muutoksia taulukossa 1 ja kuvassa 4 esitettyyn keskiarvoiseen kustannusrakenteeseen.

Alla oleva taulukko 2 kuvaa keskimääräistä kustannusrakennetta paperi- ja selluteollisuudessa ennen prosessitehokkuuksien aiheuttamaa muutosta ja sen jälkeen. Toinen sarake ”Keskimääräinen kustannusrakenne prosessitehokkuuksien muutoksia ENNEN” on sama kuin taulukossa 1 oleva ”Keskiarvo” sarake. Kolmannen sarake ”Keskimääräinen kustannusrakenne prosessitehokkuuksien muutoksien JÄLKEEN” kuvaa uutta kustannusrakennetta prosessitehokkuuksien muutoksen huomioonottamisen jälkeen. Taulukosta voidaan huomata raaka-aineen määrän nousseen ja muiden komponenttien laskeneen suhteessa yhtä paljon.

”Keskimääräinen kustannusrakenne prosessitehokkuuksien muutoksien JÄLKEEN” on laskettu seuraavalla tavalla: Ensin taulukossa 1 esitetyn ”Keskiarvo” sarakkeen energian hinta määritettiin olevan kuvan 3 kohdan 1.1.2015 sähkön maksimi, minimi ja maakaasun hintojen keskiarvo. Tämän jälkeen kustannusrakenteen muiden komponenttien rahamääräiset arvot laskettiin energian hinnan ja taulukon 1 ”Keskiarvo” kustannusrakenteen prosenttien avulla. Tämän jälkeen raaka-aineen rahamääräiseen arvoon lisättiin 6 %, jonka siis oletetaan olevan prosesseista aiheutunut lisäkulu raaka-aineelle. Muiden kustannusrakenteen arvojen oletettiin pysyvän samana. Uuden kustannusrakenteen prosentuaaliset osuudet selvitettiin näiden rahamääräisten kustannusten summan avulla.

Taulukko 2: Keskimääräinen kustannusrakenne paperi- ja selluteollisuudessa Euroopassa ennen ja jälkeen prosessien muutosten huomioonoton

	Keskimääräinen kustannusrakenne prosessitehokkuuksien muutoksia ENNEN	Keskimääräinen kustannusrakenne prosessitehokkuuksien muutoksien JÄLKEEN
Raaka-aine	37,1 %	38,5 %
Henkilöstö	16,3 %	15,9 %
Energia	14,5 %	14,2 %
Muut	32,1 %	31,4 %

Energian hintojen muutokset

Toisen kustannusrakenteeseen vaikuttavan tekijän eli hintojen muutosten tarkastelu on huomattavasti yksitoikkoisempaa kuin prosessien tarkastelu. Kuten kappaleessa 2.3 todettiin, muiden komponenttien osalta inflaatio on pysynyt tasaisena, vaikkakin se on kasvanut, paitsi energian osalta, jonka inflaatio on kasvanut huomattavasti enemmän kuin muiden helmikuun 2021 ja helmikuun 2023 välillä. Inflaation osalta voitaisiin siis olettaa energian osuuden kustannusrakenteissa nousseen ja raaka-aine- ja henkilöstökulujen sekä muiden kulujen pientyten samoissa määrin suhteessa yhtä paljon. Taulukko 3 näyttää lukuina sähkön ja maakaasun hintojen muutokset kuvan 3 pohjalta. Taulukossa 3 näytetään sähkön hinnan maksimin, minimin ja maakaasun hintojen muutokset sekä näiden kolmen arvon keskiarvon prosentteina kahtena eri ajanjaksona. Toisessa sarakkeessa näkyy hintojen ero kuvaajan ensimmäisen päivämäärän (1.1.2015) ja suurimman hintapiikin (1.8.2022) välillä. Kolmas sarake kertoo hintojen eron kuvaajan ensimmäisen (1.1.2015) ja viimeisen päivämäärän (1.2.2023) välillä.

Taulukko 3: Sähkön EU alueen minimi, maksimi ja maakaasun hinnan muutokset

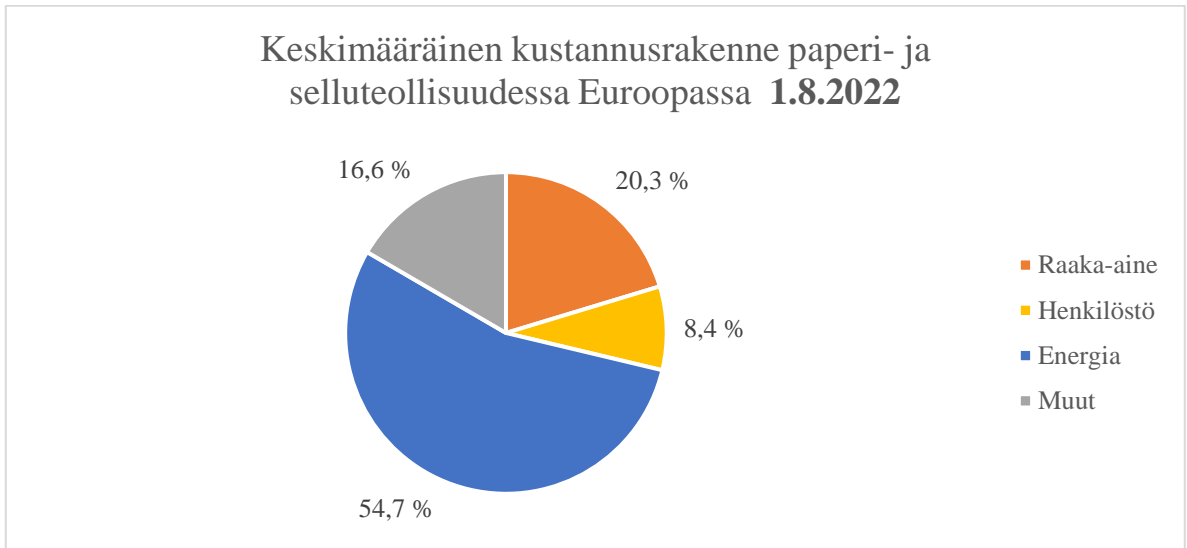
	Hinnan muutos 1.1.2015-1.8.2022 (%)	Hinnan muutos 1.1.2015-1.2.2023 (%)
sähkön hinnan maksimi	885,0 %	262,2 %
sähkön hinnan minimi	571,5 %	262,6 %
maakaasu	736,6 %	176,2 %
keskiarvo	731,0 %	233,7 %

Energiakriisin vaikutuksia tutkitaan pahimman tilanteen ja nykytilanteen näkökulmasta, eli kustannusrakenteen tilannetta 1.8.2022, jolloin sähkön hinta oli kalleimmillaan ja 1.2.2023, joka on tutkimushetkellä uusinta saatavilla olevaa dataa. Taulukko 4 sisältää sarakkeet ”Prosessitehokkuuksien muutoksia ENNEN”, ”Prosessitehokkuuksien muutosten JÄLKEEN”, ”1.8.2022” ja ”1.2.2023”. ”Prosessitehokkuuksien muutoksia ENNEN” on sama kuin kappaleessa 3.1 muodostetun taulukon 1 sarake ”Keskiarvo” eli tutkimuksien avulla tehty päätelmä Euroopan paperi- ja selluteollisuuden keskiarvoinen kustannusrakenne. ”Prosessitehokkuuksien muutosten JÄLKEEN” on taulukossa 2 esitelty kustannusrakenne prosessitehokkuuksien vaikutusten jälkeen. Myös taulukon 4 sarake ”Prosessitehokkuuksien

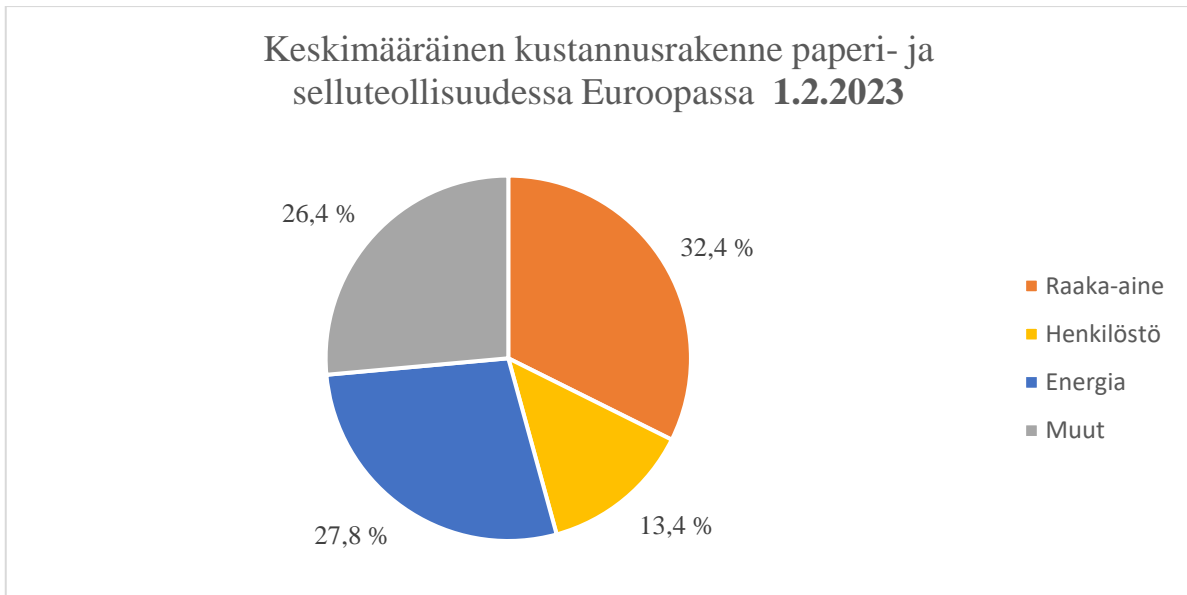
muutoksia ENNEN” löytyy taulukosta 2. Sarake ”1.8.2022” kuvaa kustannusrakennetta 1.8.2022, kun sähkön ja maakaasun hinnat olivat korkeimmillaan. Sarake ”1.2.2023” kuvaa kustannusrakennetta tutkimushetkestä tuoreimpana hetkenä eli 1.2.2023. Sarakkeet ”1.8.2022” ja ”1.2.2023” on muodostettu samalla logiikalla kuin sarake ”Prosessitehokkuuksien muutosten JÄLKEEN”. Sarakkeet perustuvat ”Prosessitehokkuuksien muutosten JÄLKEEN” sarakkeen taustalla oleviin euromääräisiin kustannuksiin, joiden muodostamisesta kerrottiin aikaisemmin. Sarakkeessa ”1.8.2022” energian euromääräinen hinta kerrottiin taulukossa 3 näkyvällä hinnan muutoksen keskiarvolla 731,0 %. Sarakkeessa ”1.2.2023” energian euromääräinen hinta kerrottiin taulukossa 3 näkyvällä hinnan muutoksen keskiarvolla 233,7 %. Muiden kustannusrakenteen komponenttien euromääräisen kustannuksen oletettiin pysyvän samana. Uusien kustannusrakenteiden prosentuaaliset osuudet selvitettiin näiden rahamääräisten kustannusten summan avulla. Taulukon alla on kuvat 6 ja 7. Kuva 6 kuvaa keskimääräistä kustannusrakennetta paperi- ja selluteollisuudelle Euroopassa 1.8.2022 kun sähkön hinnat olivat korkeimmillaan. Kuva 7 kuvaa keskimääräistä kustannusrakennetta paperi- ja selluteollisuudelle Euroopassa tutkimushetkestä tuoreimpana hetkenä eli 1.2.2023.

Taulukko 4: Keskimääräiset kustannusrakenteet paperi- ja selluteollisuudessa Euroopassa ennen ja jälkeen prosessien huomioonoton sekä energian hinnan muutosten huomioonoton

	Prosessitehokkuuksien muutoksia ENNEN	Prosessitehokkuuksien muutosten JÄLKEEN	1.8.2022	1.2.2023
Raaka-aine	37,1 %	38,5 %	20,3 %	32,4 %
Henkilöstö	16,3 %	15,9 %	8,4 %	13,4 %
Energia	14,5 %	14,2 %	54,7 %	27,8 %
Muut	32,1 %	31,4 %	16,6 %	26,4 %



Kuva 6: Keskimääräinen kustannusrakenne paperi- ja selluteollisuudessa Euroopassa 1.8.2022



Kuva 7: Keskimääräinen kustannusrakenne paperi- ja selluteollisuudessa Euroopassa 1.2.2023

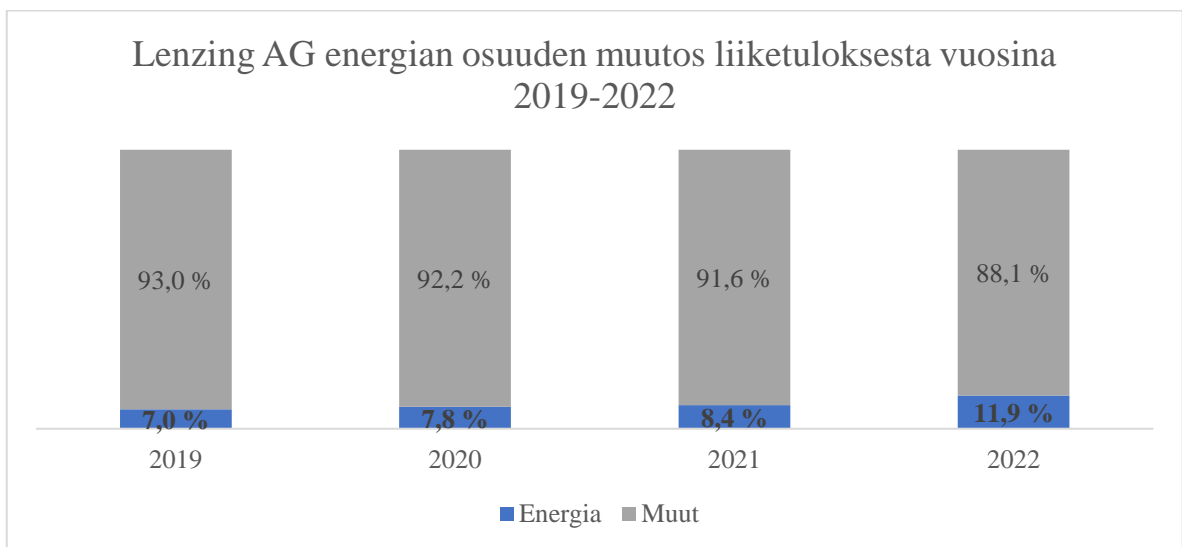
Taulukkoa 4 tarkastellessa ja kuvaajia 6 ja 7 verratessa kuvaajaan 4 huomataan energiakriisin konkreettiset vaikutukset paperi- ja selluteollisuuden kustannuksiin ja kustannusrakenteisiin selvästi. Työssä muodostetuissa keskiarvoisissa kustannusrakenteiden malleissa energian osuus on voinut nousta suurimmillaan reilusta 14 %:sta jopa miltei 55 %:iin. Todellisuudessa joissain yrityksissä muutos on voinut olla vielä tätäkin suurempi, sillä työssä käsiteltiin muutoksia keskiarvojen avulla.

Todellisuudessa jokaisen yrityksen kustannusrakenteet kuitenkin vaihtelevat riippuen luke-mattomista tekijöistä. Siihen, miten vahvasti energiakriisi on vaikuttanut yrityksen kustan-nuksiin, vaikuttaa muun muassa yrityksen energian hankintatapa (pörssisähkö vai sopimus), energiatehokkuus ja tuotannossa muodostuvan energian uudelleen käyttämisen määrä ja maan energialajitelma. Jos yritys on koko kriisin ajan ostanut pörssisähköä, ovat kustannuk-set todennäköisesti heitelleet kuukausi- jollei jopa päivätasollakin kuten kuvassa 3 nähdään. Tästä aiheutuvia kustannusrakenteita demonstroi kuvat 6 ja 7. Mikäli yrityksellä on sähkö-sopimus, eivät energiakustannukset heittele yhtä paljon maailmantilanteen mukaan. Siihen, minkälainen osa energia on ollut kustannuksista vaikuttaa todella paljon tehtyjen sopimusten ajankohta ja kesto. Esimerkiksi, jos yritys on tehnyt sähkö ja maakaasusopimuksia ennen energiakriisin alkamista ja sopimukset ovat olleet useamman vuoden mittaisia, on yritys to-dennäköisesti päässyt suhteellisen pienillä energiakustannuksilla verrattuna muihin. Mikäli sopimuksia on tehty energiakriisin aikana, riippuu energian osuus kustannuksista pitkälti siitä, missä vaiheessa energiakriisiä sopimuksia on tehty. Mikäli yritys käyttää tehokkaasti prosesseissa tuotettua hukkaenergiaa hyödyksi, on todennäköisesti energiakriisin vaikutuk-sen kustannuksiin olleet pienemmät kuin yrityksillä, jotka ovat riippuvaisempia ostetusta energiasta. Mikäli maan energialajitelma on todella riippuvainen esimerkiksi tuodusta maa-kaasusta tai kivihiiilestä, on energiakustannukset hyvällä mahdollisuudella olleet tällaisissa maissa oleville yrityksille korkeampia kuin yrityksille, jotka toimivat maassa, jossa energia-lajitelma nojaa enemmän itse tuotettuun energiaan ja uusiutuvaan energiaan. Yritysten kus-tannuksiin ja energian osaan siitä vaikuttaa siis monet tekijät, jonka takia yleisellä tasolla on mahdotonta antaa täysin kaikkeen pätevää kustannusrakennetta. Yllä esitetyt kustannusra-kenteet on muodostettu antamaan suuntaa kustannusrakenteista paperi- ja selluteollisuudessa Euroopassa ja demonstroimaan energiakriisin vaikutuksia kustannuksiin.

3.3 Case Lenzing AG

Lenzing AG (Lenzing) on itävaltalainen paperi- ja sellualan yritys. Lenzing valmistaa sellua ja sellusta tehtyjä kuituja, jota käytetään esimerkiksi vaatteisiin ja muihin tekstiileihin. Len-zingillä on toimintaa Euroopassa, Aasiassa ja Pohjois- sekä Etelä-Amerikassa. (Lenzing An-nual Report 2022.) Vuonna 2011 Lenzing on ollut maailman 32. suurin ja Euroopan 9. suurin paperi ja selluteollisuuden yritys (PwC 2012).

Lenzingin vuosittaisista talousraporteista (Lenzing Annual Financial Report 2020; 2022) saadaan tietoa Lenzingin kustannuksista, niihin vaikuttaneista muutoksista ja muutoksiin reagoinnista. Raporteista selviää kustannuserän ”Other purchased services” (suom. muut ostetut palvelut) olevan kustannuksia, jotka muodostuvat pääasiassa energian kulutuksesta. Kun tutkimme energiakriisin vaikutuksia Lenzingin kustannuksiin, tutkimme erityisesti tämän kustannuserän muutosta. Alla olevassa kuvassa 8 näkyy energian osuus liikevoitosta vuosien 2019 ja 2022 välillä. Energian osuus on saatu talousraporttien kustannuserästä ”Other purchased services” ja liiketulos on talousraportissa ”Revenue” (Lenzing Annual Financial Report 2020; 2022). Huomionarvoista on se, että kuvan 8 kustannuserät eivät ole yhdenmukaisia kappaleissa 3.1 ja 3.2 esitettyjen kustannusrakenteiden kanssa. Yksi syy tähän on se, että kuvassa 8 verrataan energian hintaa liiketulokseen, kun taas kappaleissa 3.1 ja 3.2 kustannusrakenteet perustuvat tuotantokustannuksiin. Tämän takia kappaleissa 3.1 ja 3.2 muodostettuja kustannusrakenteita ei voida suoraan peilata kuvan 8 kustannusrakenteeseen.



Kuva 8: Lenzing energian osuus liiketuloksesta 2019–2022, mukaillen Lenzing Annual Financial Report 2020; 2022

Kuvasta 8 huomataan energian osuuden nousseen miltei 5 %-yksikköä vuodesta 2019 vuoteen 2022. Vertailukohteiksi on valittu vuodet 2019 ja 2022, jotta saamme dataa ennen energiakriisiä ja uusinta dataa energiakriisin vaikutuksista. Suurin hyppy kustannuserässä tapahtui vuoden 2021 ja 2022 välillä, joka on yhdenmukainen kuvassa 3 näkyvän sähkön ja maakaasun hinnan muutosten kanssa.

Lenzingin vuoden 2022 vuosikertomuksessa kerrotaan Lenzing Groupin ostaman sähkön ja maakaasun hintojen perustuvan pitkälti niiden pörssihintoihin. Tästä syystä energiakriisi on vaikuttanut huomattavasti Lenzingin energiakustannuksiin. Euromääräisesti ne kasvoivat miltei 40 % vuoden 2021 ja 2022 välillä (Lenzing Annual Financial Report 2022). Vuosikertomuksen mukaan Euroopan epävakaa tilanne kaasun tuontiin vuonna 2022 vaikutti merkittävästi kuitenkin vain yhteen Lenzingin tehtaaseen. Lenzingin maailmanlaajuisen toiminnan takia, he pystyvät lieventämään paikallisten kriisien tai vaikeuksien vaikutuksia koko konsernin tulokseen. Esimerkiksi vuonna 2022 tuotantokulut kasvoivat enemmän Euroopan toiminnoissa kuin Kiinan, jonka avulla konsernin kirjanpidossa kulujen muutosten suuruus tasoittuu. Energiakriisin seurauksena myös puu raaka-aineen hinta nousi, joka vaikutti Lenzingin tuotantokustannuksiin erityisesti Euroopan sektorilla. Energiakriisin vaikutuksiin kuitenkin reagoitiin lyhyen ja keskipitkän aikavälin fyysisillä ja taloudellisilla suojauksilla. Tämän lisäksi tuotiin esille ehdotus muutoksesta vaihtoehtoihin energianlähteisiin keskipitkän ja pitkän aikavälin strategiaan. Vuoden 2022 toisella puoliskolla Lenzingin hallitus hyväksyi yhtiön uudelleenjärjestely- ja säästöohjelman, jonka tavoitteena on vakauttaa kilpailukykyä ja kannattavuutta. Lenzing tuottaa itse muihin prosesseihin tarvitsevan sellunsa. Heidän selutehtaansa on heidän vuosikertomuksensa mukaan yksi energiatehokkaimmista sellutehtaista. (Lenzing Annual Report 2022.)

4 Energiariskienhallinta paperi- ja selluteollisuudessa

Tässä osiossa käsittelemme energiariskeihin varautumista paperi- ja selluteollisuudessa Euroopassa. Tässä osiossa käsitellään lyhyesti mitä toimia energiakriisin kannalta on jo otettu, jonka avulla saadaan käsitystä myös siitä, miten tulevaisuudessa vastaavissa tilanteissa voidaan toimia. Lisäksi osiossa käsitellään energiariskien hallintaa, jossa keskitytään erityisesti energian hintariskeihin ja sitä kautta geopoliittisten riskien hallintaan ja energian toimitusvarmuuden turvaamiseen sekä siihen liittyviin riskeihin Euroopassa. Osiossa tutkitaan myös Suomen paperi- ja selluteollisuuden energiatehokkuutta, josta muut Euroopan maat voivat mahdollisesti ottaa mallia oman toimintansa energiatehokkuuden parantamiseksi.

4.1 Energiakriisiin reagointi

Ne yritykset, joilla on ollut energiakriisin ajan voimassa aikaisemmin sovittu sähkösojimus, ovat säästyneet energiakriisistä seuranneista energian hinnan muutoksista. Jos yrityksellä on esimerkiksi prosesseja, jotka kuitenkin vaativat esimerkiksi maakaasua, on yritys ja sen toiminta joutunut mahdollisesti kärsimään paikoittaisista energiakriisin aiheuttamista maakaasun saatavuusongelmista. Kuten aikaisemmin todettu, monet yksityishenkilöt kuin yrityksetkin ovat joutuneet tiukan paikan alle energiakriisin aikana, johon on reagoitu niin valtio kuin EU tasollakin.

EU tulee lähivuosina pyrkimään lähes riippumattomaksi Venäjän energiantuotannosta. Öljyn ja kivihillen tuonti Venäjältä on lopetettu jo lähes täysin ja maakaasun tuontia myös vähennetty huomattavasti. EU pyrkii eroon Venäjän maakaasusta vuoteen 2027 mennessä. (Euractiv 2023; Euroopan komissio 2023a.) Yksi keino Venäjän energiasta irtaantumiseen ja myös energian toimitusvarmuuden parantamiseen on uusiutuvien energianlähteiden lisääminen EU alueiden energialajitelmassa (European Council 2023a). Tämä myös edistää vihreän siirtymän tavoitteiden saavuttamista. Energiatehokkuutta pyritään myös parantamaan nopeammin kuin aikaisemmin oli suunniteltu, jotta EU maiden sietokyky energiamarkkinoiden muutoksia kohtaan paranee ja pitkällä juoksulla energian hinnat laskevat (European Commission 2023a). EU maiden välillä on sovittu optiosta ostaa maakaasua yhdessä. Jos EU maat eivät kilpaile maakaasun kysynnästä keskenään, saadaan markkinahintoja hieman

laskettua. Maakaasua myös varastoitiin talvelle, jotta talven kasvavaan kysyntään lämmitys- tarpeiden kasvaessa kyetään vastaamaan. Myös sähkön myyjille on asetettu tulojen yläraja määrääjäksi. EU maissa on yleisesti kampanjoitu ja kannustettu vähentämään sähkön ja maakaasun käyttöä niin yksilö, yritys kuin valtiotasolla. (European Council 2023a.)

Euroopan eri maissa on otettu erilaisia toimia helpottamaan energiakriisiä. Esimerkiksi Saksassa ja Ranskassa on muun muassa asetettu hintakatto kotitalouksille ja joillekin yrityksille myytävälle kaasulle ja sähkölle, energiakulutusta pienennetään erilaisin säädöksin ja asukkaille on tarjottu erilaisia tukia ja hyvityksiä energiamaksuista. Alankomaissa on vastaavien toimien lisäksi myös nostettu minimipalkkaa ja tukia sekä alennettu pääomatulon verotusta. (BBC News 2022.) Venäjän maakaasusta riippuvainen Suomi on reagoinut Venäjän tuonnin lakkauttamiseen vuokraamalla Yhdysvalloista LNG-terminaalilaivan kymmeneksi vuodeksi (Kuokkanen 2023).

4.2 Energiariskien hallinta

Voidaksemme hallita riskejä, meidän täytyy ymmärtää mitä termit riski ja riskien hallinta tarkoittavat. ISO 31000 standardin mukaan riski yksinkertaisuudessaan tarkoittaa epävarmuuden vaikutusta tavoitteisiin. Määritelmän mukaan vaikutus tarkoittaa odotetusta poikkeamaa. Se voi olla positiivista, negatiivista tai molempia. Tavoite voi termin mukaan olla miltei mikä tahansa lainen tai tasoinen tavoite. Riskien hallinta puolestaan tarkoittaa saman standardin mukaan pohjimmillaan koordinoituja toimia, joilla organisaatio voi seurata ja kontrolloida riskejä. (ISO 2018.)

Burger, Graeber ja Schindlmayr (2007, 243) mukaan energiariskit voidaan luokitella neljään ryhmään: hinta-, volyyymi-, luottoriski ja muut riskit. Merkittävimmän näistä todetaan olevan hintariski. Siihen sisältyy esimerkiksi energian hintojen muutokset ja päästömaksut. Volyyimiriskeihin kuuluu kulutus, tuotanto ja tuotannon optimaalisuus (Burger, Graeber & Schindlmayr 2007, 243). Lee ja Zhong (2015) sekä Annamalah et al. (2018) tunnistivat uusiutuvan energian sekä öljyn ja kaasun riskeihin muun muassa myös markkinariskit, poliittiset riskit sekä operatiiviset riskit.

Yksi merkittävä tekijä hintariskin hallintaan on portfolion määrittäminen. Energiaportfolioon vaikuttaa esimerkiksi saatavilla olevat energian lähteet ja teknologiat, energian

toimitusvarmuus, energiatehokkuus, kapasiteetti, säädökset ja standardit sekä yrityskohtaiset sopimukset (Mack 2014, 197). Maassa saatavilla oleviin energianlähteisiin, niiden kapasiteetteihin ja niissä käytettyihin teknologioihin yksittäinen yritys ei kovin paljoa voi vaikuttaa. Kuitenkin esimerkiksi ostamalla uusiutuvaa energiaa tai sijoittamalla omaan uusiutuvan energian tuotantoon, voi yritys omalta osaltaan vaikuttaa niiden käytön yleistymiseen ja myös kapasiteetin kasvamiseen ja uudempien ja tehokkaampien teknologioiden käyttämiseen (Kühne 2022). Samoin maan ja EU:n säädöksiin ja standardeihin yritykset eivät juurikaan voi vaikuttaa. Sopimusten avulla yrityksen energiakulut ovat helpommin ennustettavissa ja hinnan vaihteluihin liittyvät riskit ovat pienempiä. Yritykset voivat muun muassa tehdä CPPA-sopimuksia (Corporate Power Purchase Agreements), jotka ovat pitkäaikaisia sopimuksia uusiutuviin energianlähteisiin. (Kühne 2022.) Energiakriisin aikana yritykset, joilla oli sähkön tai maakaasun sopimuksia, ovat todennäköisesti kärsineet hintojen vaihteluista vähemmän kuin yritykset, jotka ovat ostaneet suoraan pörssistä. Energiatehokkuuden avulla yritys voi vaikuttaa energiankulutukseensa ja näin ollen energiakustannuksiin (Kähkönen, Vakkilainen & Laukkanen 2019). Energiatehokkuutta paperi- ja selluteollisuudessa käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.3.

Termille energian toimitusvarmuus ei ole yhtä vakinaistettua määritelmää. Esimerkiksi kansainvälinen energiajärjestö IEA määrittelee toimitusvarmuuden tarkoittavan energian lähteiden keskeytymätöntä saatavuutta kohtuullisella hinnalla (iea 2023a). Samanlaisiin määritelmiin ovat päätyneet muun muassa myös Barton et al. (2004, 4) ja Asia Pacific Energy Research Centre (APEREC) (2007). Termi on moniulotteinen ja pitää sisällään tuottajien, kuluttajien sekä kansallisten ja kansainvälisten yritysten välisen yhteistyön. Energian toimitusvarmuuteen läheisesti liittyvä teema on energialajitelman ja energian lähteiden monipuolisuus. (Bahgat 2011, 1–3.) Energialajitelman monipuolisuuden rooli on saanut maailmanlaajuisesti huomiota COVID-19 pandemian seurauksena, mutta erityisesti Euroopan maissa tämän merkitys on korostunut Venäjän hyökkäyssodasta seuranneen Venäjän tuonnin merkittävän vähentämisen ja lakkauttamisen takia. Poliittisten riskien hallinta on hyvin oleellinen osa energian toimitusvarmuuden varmistamista, sillä energiasta kaupankäynti on myös poliittista (Bahgat 2011, 14–15), kuten Venäjän hyökkäyssotakin on todistanut.

Energian toimitusvarmuuden varmistamiseksi maiden on investoitava nykyisiin ja uusiin energialähteisiin. Fossiiliset polttoaineet ovat ehtymässä jatkuvasti, mikä aiheuttaa energian-toimitusvarmuuden riskin maille, jotka ovat niistä voimakkaasti riippuvaisia. (Bahgat 2011,

13–14.) Länsi-Euroopan mailla on tutkittu olevan parempi energian toimitusvarmuus kuin Itä- ja Etelä-Euroopan mailla paremman infrastruktuurin, monipuolisemman energialähteiden yhdistelmän ja poliittisen vakauden ansiosta (De Rosa et. al. 2022; Krikštolaitis et. al. 2022; Streimikiene, Siksnylyte-Butkiene & Lekavicius 2023). Uusiutuvien energialähteiden tuotanto lisääntyy Euroopassa huomattavasti, joka tuo Euroopalle riippumattomuutta ja laajentaa maiden energialajitelmia. Maakaasun tuotanto Euroopassa puolestaan on vähentynyt, mikä lisää tuontiriippuvuutta. (Streimikiene, Siksnylyte-Butkiene & Lekavicius 2023.) Energialähteiden monipuolistaminen ja tuontiriippuvuuden vähentäminen voivat siis varmistaa energian toimitusvarmuuden, mutta myös maan sijainti ja poliittiset suhteet vaikuttavat sen energialähteiden monipuolisuuteen ja riippumattomuuteen merkittävästi.

Fraser ja Breslau (2000) mukaan energian hintariskien hallinta paperi ja selluteollisuudessa on moniosainen prosessi, joka pitää sisällään:

- nykyisten ja tulevien polttoaineiden toimitussopimusten tarkistamisen
- nykyisten ja odotetun tarjonnan sekä kysynnän analyysit
- polttoaineen toimitus-, varastointi- ja kuljetussopimusten tutkimisen
- kiinteiden ja muuttuvien polttoainekustannusten osuuksien määrittämisen.

Tästä yritys voi tunnistaa heikkoutena ja tarttua asianmukaisiin toimiin riskien minimoimiseksi. Yllä olleen prosessin läpikäynnin jälkeen Fraser ja Breslau (2000) ehdottavat tehokkaaksi energiariskienhallintakeinoksi rahoitusinstrumenttien kuten futuurien monipuolista soveltamista.

4.3 Suomen paperi- ja selluteollisuus

Suomi on Euroopan Paperiteollisuus Liiton (Cepi, Confederation of European Paper Industries) Ruotsin jälkeen toiseksi suurin sellun tuottaja vuonna 2021 Euroopan Paperiteollisuus Liiton maissa. Kyseisenä vuonna Suomi tuotti 28,7 % ja yhdessä Suomi ja Ruotsi tuottavat yli 60 % Euroopan Paperiteollisuus Liiton maiden selluntuotannosta. (Cepi 2022.) Selluntuotanto on koko paperi- ja selluteollisuuden energiaintensiivisimpiä prosesseja. Tämän takia yritykset ja maat, jotka tuottavat isolta osin sellua, pärjäävät usein huonosti mittauksissa, jossa mitataan yksikön energiankulutusta (eng. unit energy consumption). Tästä huolimatta

vuonna 2015 tehdyssä tutkimuksessa, Suomessa yksikön energiankulutus oli 9 % matalampi kuin EU maiden keskiarvo. Huomion arvoista on myös se, että Suomessa lämmitystä vaatiin prosesseihin energiantarve on keskimäärin suurempi kuin muualla EU:ssa, pohjoisen sijainnin ja ilmaston takia. (Koreneff, Suojanen & Huotari 2019.)

Suomen paperi- ja sellumyllyt ovat isompia, tehokkaampia ja modernimpia kuin EU maiden myllyt keskiarvolta ovat. Huomion arvoista on myös se, että Suomen ja Ruotsin tuotanto myös jokseenkin eroaa muista EU maista, sillä suurin osa sellusta tuotetaan näissä kahdessa maassa. Suomessa tuotannossa aiheutuvaa energiaa ja höyryä käytetään tehokkaasti muihin prosesseihin parantaen prosessien energiatehokkuutta. (Koreneff, Suojanen & Huotari 2019.) Suomessa yli 80 % tuotetusta sellusta ja 90 % tuotetusta paperista valmistetaan niin sanotuissa integroiduissa tehtaissa. Tämä tarkoittaa sitä, että paperia ja sellua valmistetaan samassa tehtaassa. Integraation on tutkittu vaikuttavan huomattavasti positiivisesti tehtaan energian käyttötarpeeseen ja energiatehokkuuteen. Tämä johtuu siitä, että integroiduissa tehtaissa paperikoneisiin tarvittava vesi voidaan esilämmittää sellun tuotannosta muodostuvalla ylijäämälämmöllä. Tämän lisäksi integroiduissa tehtaissa osa energiaa vaativista prosesseista voidaan jättää väliin, kuten sellun kuivattamisen prosessi. (Kähkönen, Vakkilainen & Laukkanen 2019.) Huomioonotettavaa on se, että suurin osa EU maista, joissa on sellun valmistusta ja käytössä on prosessiin kuuluva soodakattila, otetaan kyseisen prosessin tuottama höyry talteen energiaksi muihin prosesseihin. Suomessa paperiteollisuus on suhteessa tehokkaampaa kuin muualla Euroopassa. Energiatehokkuuden suhteen Suomi on kuitenkin EU:n keskiarvon kanssa suhteellisen samalla tasolla. Kaasua Suomen paperiteollisuus puolestaan hyödyntää tehokkaammin kuin muualla Euroopassa. (Koreneff, Suojanen & Huotari 2019.) Suomen tehtaiden energiatehokkuus koostuu siis pitkälti sellun valmistuksen energiatehokkuudesta. Energiakriisiin liittyen huomioonotettavaa on myös se, että Suomen paperi- ja selluteollisuuden käyttämistä polttoaineista 2017 noin 85 % oli biopolttoaineita ja fossiilisia polttoaineita kuten maakaasua, öljyä ja kivihiiltä on vain noin 10 % (Kähkönen, Vakkilainen & Laukkanen 2019). Tämä tarkoittaa sitä, että Suomen tehtaat ovat todennäköisesti pärjänneet suhteellisen hyvin, vaikka maakaasun saannissa olisi ollutkin puutteita. Maakaasun korkea hinta myöskään ole todennäköisesti vaikuttanut tuotantokustannuksiin niin merkittävästi.

Paperi- ja sellutehtaan energiatehokkuuteen vaikuttaa monet tekijät kuten tehtaan tyyppi, koko, ikä ja sijainti, valmistettavat tuotetyypit, käytetyt raaka-aineet ja prosessit sekä

toiminnan operatiiviset valinnat. Koska energiatehokkuuteen vaikuttaa niin monet tekijät ja kaikkien tekijöiden välisten vaikutusten suhde ei ole vielä selvä, on energiatehokkuutta ja muutosten vaikutusta siihen välillä hieman haastavaa tutkia. Kähkösen, Vakkilaisen ja Laukkasen (2019) tekemässä tutkimuksessa todettiin energian kulutuksen laskeneen noin 7 % energiatehokkuuden seurauksena vuosien 2010 ja 2017 välillä. Noin 20 % tapahtuneesta energiatehokkuuden paranemisesta Suomen paperi- ja selluteollisuudessa olevan rakenteellisten muutosten seurauksena. Loppujen 80 %:in uskotaan olevan seurausta paremman ja uudemman teknologian käytöstä ja optimaalisemmista käytännöistä. (Kähkönen, Vakkilainen & Laukkanen 2019.)

Rakenteellisia muutoksia ovat esimerkiksi vanhojen yksikköjen sulkeminen, uusien avaaminen ja tuotantolajitelman (eng. production mix) muuttaminen optimaalisemmaksi. Kähkösen, Vakkilaisen ja Laukkasen (2019) tutkimuksessa huomattiin uusien yksiköiden avaamisen olevan energiatehokkaampaa kuin vanhojen sulkemisen. Tulokseen todennäköisesti vaikuttaa Suomen vanhojen paperi- ja sellutehtaiden vaatimat korkeatasoiset huoltotoimenpiteet ja säännölliset päivitykset (Kähkönen, Vakkilainen & Laukkanen 2019). Tämän lisäksi modernit sellutehtaat pystyvät tuottamaan enemmän lämpöä ja yli tuplasti enemmän sähköä kuin mitä sellunvalmistusprosessit itse vaativat. Tämä ylimääräinen tuotettu sähkö ja lämpö voidaan käyttää hyväksi muissa omissa prosesseissa tai myydä. (IRENA 2018.)

Uudemmat teknologiat pitävät sisällään sijoitukset yksiköiden modernisaatioon, parempaan lämpöenergian uudelleenkäyttöön ja prosesseissa käytetyn veden kierrättämiseen. Myös pienemmillä sijoituksilla kuten vikaantuneiden komponenttien korjaamisella ja operatiivisten toimien tehostamisella on tutkittu olevan positiivinen vaikutus energiatehokkuuteen. Optimalisempiin käytäntöihin sijoittaminen tarkoittaa esimerkiksi henkilöstön koulutukseen ja motivoitiin panostamista. (Kähkönen, Vakkilainen & Laukkanen 2019.)

Suomalaisten paperi- ja sellutehtaiden energiatehokkuus on siis saavutettu rakenteellisilla muutoksilla, kuten vanhojen tehtaiden tai yksiköiden sulkemisella ja uusien avaamisella, uuteen ja moderniin teknologiaan investoimalla sekä käytäntöjä kehittämällä. Tämän lisäksi energiatehokkuuteen voi vaikuttaa monet tehdaskohtaiset tekijät ja niiden yhdistelmät, joiden kaikkien keskinäisiä korrelaatioita ei edes tiedetä täysin. Energiatehokkuutta on helppompaa parantaa, mikäli paperin ja sellun valmistus on integroitua, sillä sellun valmistus on energiantenssiivisempää ja tuottaa enemmän energiaylijäämää kuin yksin paperin valmistus.

5 Johtopäätökset

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena oli selvittää mistä energiakriisi johtuu, miten se on vaikuttanut kustannuksiin paperi- ja selluteollisuudessa Euroopassa ja miten vastaaviin riskeihin voidaan jatkossa varautua. Näiden lisäksi työssä käytiin läpi sähkön ja maakaasun hintojen muodostumisen perustaa sekä energiakriisin vaikutusta kustannuksiin reaalielämän case-esimerkin avulla. Työssä näihin kysymyksiin pyrittiin vastaamaan pääasiassa teoriakirjallisuuden sekä vertaisarvioitujen tutkimusten avulla. Kirjallisuus ja tutkimukset koostuivat pääasiassa energiamarkkinoita, kustannuksia sekä energian hintariskejä tutkivista teoksista. Työn tavoitteena oli ensin luoda lukijalle ymmärrys energiamarkkinoiden toiminnasta Euroopassa, jotta hintojen muutoksia on helpompi ymmärtää. Tämän jälkeen pyrittiin luomaan ymmärrys paperi- ja selluteollisuuden kustannuksista, jonka jälkeen energiakriisin vaikutuksia voitiin soveltaa niihin. Ymmärryksen tueksi tuotiin esiin myös yritysesimerkki, joka tuo esiin tosielämän esimerkin aikaisemmin teoriassa käsitellylle asialle. Lopuksi lukijalle pyrittiin vielä luomaan pohjaymmärrys riskienhallinnasta ja erityisesti energiariskien ja energian hintariskien hallinnasta. Tämän jälkeen lukijan on helpompi ymmärtää, kuinka näitä riskejä voidaan hallita. Lopussa kerrotaan vielä Suomen energiatehokkaasta paperin ja sellun valmistuksesta yhtenä ratkaisuna riskeihin varautumiseen.

Työn tutkimuskysymyksiä oli:

”Mistä energiakriisi johtuu?”

”Miten energiakriisi on vaikuttanut paperi- ja selluteollisuuden kustannuksiin Euroopassa?”

”Miten vastaaviin riskeihin voidaan jatkossa varautua paperi- ja selluteollisuudessa?”

2021 vuodesta alkaen energian hinnat ovat nousseet huomattavasti normaalia hintojen kehitystä enemmän. Tätä ilmiötä alettiin kutsua energiakriisiksi. Energiakriisi on ollut pitkälti seurausta maakaasun hintojen noususta COVID-19 pandemian ja sen jälkeen Venäjän tuonnin lakkauttamisen seurauksena. COVID-19 pandemia kuin Venäjän hyökkäyssodasta aiheutunut tuonnin lakkauttaminen ovat molemmat esimerkki siitä, miten geopoliittisten riskien realisoituminen vaikuttaa energian hintoihin. COVID-19 pandemia huononsi maakaasun käyttökapasiteettiä samaan aikaan kun sen kysyntä kasvoi vihreän siirtymän,

pandemiasta palautumisen sekä kylmän talven seurauksena. Venäjän tuonnin lakkautus nosti maakaasun kuin myös öljyn sekä kivihiilen hintoja, sillä Venäjä on historiallisesti ollut energian suurin maahantuojia Euroopassa.

Paperi- ja selluteollisuus on yksi energiaintensiivisimmistä aloista Euroopassa. Tämän lisäksi paperi- ja selluteollisuudessa käytetään maakaasua osana prosesseja. Näistä syistä energiakriisin vaikutuksia oli mielekästä tutkia juuri paperi- ja selluteollisuuden kustannuksiin. Suurimmat yksittäiset kustannuserät paperi- ja selluteollisuudessa ovat raaka-aine, henkilöstö sekä energia. Energian tulkitaan usein kuuluvan muuttuviin kustannuksiin yritysten kustannuksia tutkiessa. Energiakriisin myötä tämän erän hintariskien hallinnan tärkeys kustannusrakenteen kannalta on korostunut. Työssä tutkittiin, miten energiakriisi on todellisuudessa voinut vaikuttaa teoreettisten mallien avulla. Mallit ovat tehty keskiarvojen avulla ja Eurooppa tasolla, jonka takia tulokset eivät ole absoluuttisia totuuksia vaan suuntaa antavia arvioita. Näistä malleista havaittiin energian hintojen muutoksen vaikutuksen olevan todella merkittävä kustannuksiin. Malleissa enimmillään energian osuus kustannusrakenteesta oli voinut nousta reilusta 14 %:sta jopa miltei 55 %:iin energiakriisin seurauksena. Itävaltalaisen paperi- ja sellualan yrityksen Lenzing AG:n avulla nähtiin reaali maailman esimerkki siitä, miten kustannukset ovat todellisuudessa muuttuneet. Kyseisellä yrityksellä energiakustannukset olivat kasvaneet vuosien 2021 ja 2022 välillä euromääräisesti jopa 40 %.

Energia riskien hallinnan tärkeys on korostunut energiakriisin seurauksena. Yksi merkittävimmistä energiariiskien hallintakeinoista on energian hintariskien hallinta. Tätä voidaan hallita esimerkiksi energiaportfolion hallinnalla, sopimuksilla ja energian saatavuuden varmistamisella esimerkiksi energialajittelun laajuuden kautta. Toinen merkittävä tekijä energiariiskien hallinnassa on geopolitiittisten riskien hallinta, jonka realisoinnin haitat ovat havaittavissa energiakriisin seurauksista. Yksi keino energiariiskien hallintaan on myös energiatehokkuuden parantaminen. Työssä tutkittiin energiatehokkuutta Suomen keskiarvoa energiatehokkaamman paperi- ja selluteollisuuden kautta. Tästä havaittiin, että energiatehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi rakenteellisilla muutoksilla, kuten vanhojen tehtaiden tai yksiköiden sulkemisella ja uusien avaamisella, uuteen ja moderniin teknologiaan investoimalla sekä käytäntöjä kehittämällä.

Energiakriisin kehittyessä edelleen työn kirjoitushetkellä, jää aiheeseen liittyen paljon mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita. Jatkotutkimuksissa voitaisiin selvittää esimerkiksi, miten energian hintojen muutokset ovat vaikuttaneet lopputuotteiden hintaan ja kuinka kauan nämä

muutokset näkyvät kriisistä palautumisen jälkeen. Energiariskeistä energiintensiivisillä aloilla on myös paljon tutkittavaa, sillä suoraan tähän aiheeseen liittyen löytyi vain hyvin vähän tutkimuksia.

Lähteet

- AGI. 2023. How much carbon dioxide is produced when different fuels are burned?. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 13.4.2023] Saatavilla: <https://www.americangeosciences.org/critical-issues/faq/how-much-carbon-dioxide-produced-when-different-fuels-are-burned>
- Alhola, K. & Lauslahti, S. 2005. Taloutta johtamista varten. Helsinki: Edita publishing Oy.
- Al Jazeera. 2022. What is Nord Stream 1 and why is it crucial to Europe?. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 7.4.2023] Saatavilla: <https://www.aljazeera.com/news/2022/7/26/explainer-nord-stream-1-gas-pipeline-russia-germany-europe>
- Annamalah, S., Murali R., Govindan M. & Aravindan K.L. 2018. Implementation of Enterprise Risk Management (ERM) Framework in Enhancing Business Performances in Oil and Gas Sector. *Economies*. Vol. 6, No. 1, s. 4.
- Asche, F., Misund, B. & Sikveland, M. 2013 The relationship between spot and contract gas prices in Europe. *Energy economics*. Vol. 38, s. 212–217.
- Asia Pacific Energy Research Centre (APEREC). 2007. A Quest for Energy Security in the 21st Century. Tokyo: Institute of Energy Economics. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.4.2023] Saatavilla: https://aperc.or.jp/file/2010/9/26/APERC_2007_A_QUEST_FOR_ENERGY_SECURITY.PDF
- Ates, S. & Durakbasa, N. 2012. Evaluation of corporate energy management practices of energy intensive industries in Turkey. *Energy (Oxford)*. Vol. 45, No. 1, s. 81–91.
- Bahgat, G. 2011. *Energy Security : An Interdisciplinary Approach*. John Wiley & Sons, Incorporated. New York.
- Barton, B., Redgwell, C., Ronne, A. & Zillman, D. 2004. *Energy Security: Managing Risk in a Dynamic Legal and Regulatory Environment*. Oxford University Press. London.
- BBC News. 2022. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 13.4.2023] Saatavilla: <https://www.bbc.com/news/61522123>
- Bhander, G. & Jozewicz, W. 2017. Universal industrial sectors integrated solutions module for the pulp and paper industry. *Nordic pulp & paper research*. Vol. 32, No. 3, s. 375–385.

- BOFIT. 2022. EU ban on imports of Russian coal goes into effect. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 7.4.2023] Saatavilla: https://www.bofit.fi/en/monitoring/weekly/2022/vw202235_4/
- Brigida, M. 2014. The switching relationship between natural gas and crude oil prices. *Energy economics*. Vol. 43, s. 48–55.
- Burger, M., Graeber, B. & Schindlmayr, G. 2007. *Managing Energy Risk : An Integrated View on Power and Other Energy Markets*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Cepi (Confederation of European Paper Industries). 2023. Organisation. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 18.3.2023] Saatavilla: <https://www.cepi.org/about-cepi/organisation/>
- Cepi (Confederation of European Paper Industries). 2022. Key Statistics 2021. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.4.2023] Saatavilla: <https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2022/07/Key-Statistics-2021-Final.pdf>
- Cepi (Confederation of European Paper Industries). 2021. Key Statistics 2020. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 11.4.2023] Saatavilla: <https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2021/07/Key-Stats-2020-FINAL.pdf>
- Chang, X. 2019. The changing European gas market: implications for Russian gas exports. *Energy Strategy Reviews*. Vol. 23, s. 32–39.
- De Boer, S. & Stet, C. 2022. The Basics of Electricity Price Formation. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 8.4.2023] Saatavilla: <https://www.rabobank.com/knowledge/d011318792-the-basics-of-electricity-price-formation>
- De Rosa, M., Kenneth G., Fabiano P. & Donal P. F. 2022. Diversification, concentration and renewability of the energy supply in the European Union. *Energy*. Vol. 253: 124097.
- DW. 2022. EU ban on Russian coal imports comes into force. Deutsche Welle. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.5.2023] Saatavilla: <https://www.dw.com/en/eu-ban-on-russian-coal-imports-comes-into-force/a-62765311>
- Ember. 2023. European power price tracker. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.4.2023] Saatavilla: <https://ember-climate.org/data/data-tools/europe-power-prices/>

Energy KnowledgeBase. 2023. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.4.2023] Saatavilla: [https://energyknowledgebase.com/topics/british-thermal-unit-btu.asp#:~:text=A%20British%20thermal%20unit%2C%20or,cubic%20meter%20\(m3\).](https://energyknowledgebase.com/topics/british-thermal-unit-btu.asp#:~:text=A%20British%20thermal%20unit%2C%20or,cubic%20meter%20(m3).)

ENTSO-E. 2023. ENTSO-E Mission Statement. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.4.2023] Saatavilla: <https://www.entsoe.eu/about/inside-entsoe/objectives/>

en:former. 2023. How the European electricity market works. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.4.2023] Saatavilla: <https://www.en-former.com/en/how-the-european-electricity-market-works/>

Euractiv. 2023. Timeline: The gas war between Russia and the West. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.4.2023] Saatavilla: <https://www.euractiv.com/section/energy/news/timeline-the-gas-war-between-russia-and-the-west/>

Euroopan komissio. 2023a. EU:n pakotteet Venäjää vastaan Ukrainaan kohdistuvan hyökkäyksen vuoksi. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 17.3.2023] Saatavilla: https://eu-solidarity-ukraine.ec.europa.eu/eu-sanctions-against-russia-following-invasion-ukraine_fi

Euroopan komissio. 2023b. Vihreä siirtymä. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 18.3.2023] Saatavilla: https://reform-support.ec.europa.eu/what-we-do/green-transition_fi

European Commission. 2023a. Action and measures on energy prices. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 13.4.2023] Saatavilla: https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/action-and-measures-energy-prices_en

European Commission. 2023b. Commission proposes reform of the EU electricity market design to boost renewables, better protect consumers and enhance industrial competitiveness. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 23.3.2023] Saatavilla: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_1591

European Commission. 2023c. Energy prices and costs in Europe. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.3.2023] Saatavilla: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-prices-and-costs-europe_en#:~:text=The%20prices%20and%20costs%20for,consumers'%20needs%20and%20behavioural%20patterns.

European Commission. 2023d. Wholesale energy market. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.3.2023] Saatavilla: https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/wholesale-energy-market_en

European Council. 2023a. Energy prices and security of supply. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 13.4.2023] Saatavilla: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/energy-prices-and-security-of-supply/>

European Council. 2023b. Impact of Russia's invasion of Ukraine on the markets: EU response. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.4.2023] Saatavilla: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-response-ukraine-invasion/impact-of-russia-s-invasion-of-ukraine-on-the-markets-eu-response/>

European Council. 2023c. Infographic - Energy price rise since 2021. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 7.4.2023] Saatavilla: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/energy-prices-2021/#:~:text=The%20price%20of%20energy%20in,have%20had%20an%20aggravating%20effect.>

European Council. 2023d. Infographic - Where does the EU's gas come from?. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 17.3.2023] Saatavilla: <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/eu-gas-supply/#:~:text=The%20EU's%20gas%20supply,83%25%20of%20its%20natural%20gas.>

Eurostat. 2023a. Electricity and heat statistics. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.3.2023] Saatavilla: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_and_heat_statistics

Eurostat. 2023b. EU energy mix and import dependency. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.3.2023] Saatavilla: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=EU_energy_mix_and_import_dependency#Energy_mix_and_import_dependency

Eurostat. 2023c. From where do we import energy?. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.3.2023] Saatavilla: [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html#:~:text=Russia%20is%20the%20main%20EU,and%20Nigeria%20\(both%206%20%25\).](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html#:~:text=Russia%20is%20the%20main%20EU,and%20Nigeria%20(both%206%20%25).)

Eurostat. 2023d. Inflation in the euro area. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.4.2023] Saatavilla: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Inflation in the euro area](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Inflation_in_the_euro_area)

Eurostat. 2023e. Oil and petroleum products - a statistical overview. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.4.2023] Saatavilla: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Oil and petroleum products - a statistical overview#Production of crude oil](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Oil_and_petroleum_products_-_a_statistical_overview#Production_of_crude_oil)

Eurostat. 2023f. Where does our energy come from?. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.3.2023] Saatavilla: <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2a.html>

Eurostat. 2022a. Coal production and consumption statistics. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 6.4.2023] Saatavilla: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Coal production and consumption statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Coal_production_and_consumption_statistics)

Eurostat. 2022b. Final energy consumption in industry - detailed statistics. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.4.2023] Saatavilla: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Final energy consumption in industry - detailed statistics#The largest industrial energy consumers in the EU](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Final_energy_consumption_in_industry_-_detailed_statistics#The_largest_industrial_energy_consumers_in_the_EU)

Eurostat. 2021a. Archive:Energian tuotanto ja tuonti. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.3.2023] Saatavilla: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy production and imports/fi&oldid=85439](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_production_and_imports/fi&oldid=85439)

Eurostat. 2021b. Eurostat and the European Statistical System. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 7.4.2023] Saatavilla: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Eurostat and the European Statistical System#Eurostat](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Eurostat_and_the_European_Statistical_System#Eurostat)

Fattouh, B. 2017. The natural gas markets of Europe. In The Oxford handbook of the macroeconomics of global warming. Oxford University Press. s. 354-375.

FRED. 2023. Global price of Natural gas, EU (PNGASEUUSDM). [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.4.2023] Saatavilla: <https://fred.stlouisfed.org/series/PNGASEUUSDM>

Fraser, J. & Breslau, C. 2000. Managing energy price risk for the pulp and paper industry. Pulp & Paper Canada. Vol. 101, No. 6, s. 52.

Grootjes, S., Vreugdenhil, B. & Bodewes, B. 2020. Industrial Process Heat: case study 2. Gasification of paper reject to displace natural gas usage in a pulp and paper process. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 14.4.2023] Saatavilla: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/10/Gasification-of-paper-reject-to-displace-natural-gas-usage-in-a-pulp-and-paper-process_CS2_T33.pdf

Hodgson, D. & Papadimoulis, F. 2022. Pulp and Paper. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.4.2023] Saatavilla: <https://www.iea.org/reports/pulp-and-paper>

Hornngren, C. T., Datar, S. M. & Rajan, M. 2015. Hornngren's cost accounting : a managerial emphasis. Fifteenth edition, global edition. Harlow: Pearson.

Hänninen, R. & Sevola, Y. 2012. Metsäsektorin suhdannekatsaus 2012–2013. Vammalan Kirjapaino Oy. Sastamala.

iea. 2023a. Energy security Reliable, affordable access to all fuels and energy sources. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.4.2023] Saatavilla: <https://www.iea.org/topics/energy-security>

iea. 2023b. Global Energy Crisis. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.4.2023] Saatavilla: <https://www.iea.org/topics/global-energy-crisis>

iea. 2022. World Energy Outlook 2022. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.4.2023] Saatavilla: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>

IRENA. 2018. Bioenergy from Finnish forests: Sustainable, efficient and modern use of wood. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi.

ISO (International Organization for Standardization). 2018. ISO 31000:2018, Risk management - Principles and guidelines. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.4.2023] Saatavilla: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:en>

Koreneff, G., Suojanen, J. & Huotari, P. 2019. Energy efficiency of Finnish pulp and paper sector - indicators and estimates. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 10.4.2023] Saatavilla: https://www.motiva.fi/files/16820/Energy_Efficiency_of_Finnish_Pulp_and_Paper_Sector.pdf

Krikštolaitis, R., Vincenzo B., Linas M. & Sigita U. 2022. Analysis of Electricity and Natural Gas Security. A Case Study for Germany, France, Italy and Spain. *Energies*. Vol. 15, No. 3: 1000, s.1-20.

Kühne, A. 2022. How corporate renewable energy purchasing is changing in 2022. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 28.4.2023]. Saatavilla <https://www.greenbiz.com/article/how-corporate-renewable-energy-purchasing-changing-2022>

Kuokkanen, V. 2023. Suomeen saapuu sunnuntaina ensimmäinen kunnan lng-lasti. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 13.4.2023] Saatavilla: <https://www.hs.fi/talous/art-2000009491360.html>

Kähkönen, S., Vakkilainen, E. & Laukkanen, T. 2019. Impact of Structural Changes on Energy Efficiency of Finnish Pulp and Paper Industry. *Energies (Basel)*. Vol. 12, No. 19: 3689, s.1-12.

Lee C.W. & Zhong J. 2015. Risk Management Methods Applied to Renewable and Sustainable Energy: A Review. *Journal of Electrical and Electronic Engineering*. Special Issue: Sustainable and Renewable Energies and Systems. Vol. 3, No. 1, s. 1-12.

Lenzing Annual Financial Report 2022. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.4.2023] Saatavilla: https://www.lenzing.com/?type=88245&tx_filedownloads_file%5bfileName%5d=fileadmin/content/PDF/07_Finanzen/Geschaeftsberichte/EN/JFB_2022_EN.pdf

Lenzing Annual Financial Report 2020. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.4.2023] Saatavilla: https://www.lenzing.com/?type=88245&tx_filedownloads_file%5bfileName%5d=fileadmin/content/PDF/07_Finanzen/Geschaeftsberichte/EN/JFB_2020_EN.pdf

Lenzing Annual Report 2022. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.4.2023] Saatavilla: https://www.lenzing.com/?type=88245&tx_filedownloads_file%5bfileName%5d=fileadmin/content/PDF/07_Finanzen/Geschaeftsberichte/EN/GB_2022_EN.pdf

Le Roux, J., Szörfi, B. & Weißler, M. 2022. How higher oil prices could affect euro area potential output. *ECB Economic Bulletin*. No. 5.

Lyu, C., Jamasb, T. & Spanholtz, J. 2021. The Long Covid of Energy Markets and Prices. Working Paper / Department of Economics. Copenhagen Business School. No. 16.

Mack, I.M. 2014. Energy Trading and Risk Management : A Practical Approach to Hedging, Trading and Portfolio Diversification. John Wiley & Sons, Incorporated.

Mentzer, J.T., DeWitt, W., Keebler, J.S., Min, S., Nix, N.W., Smith, C.D. & Zacharia, ZG. 2001. DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. Journal of business logistics. Vol. 22, No. 2, s. 1–25.

Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2012. Johdon laskentatoimi. 6.–11. painos. Helsinki. Edita Publishing Oy.

NEMO Committee. 2019. About the All NEMO Committee. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 23.3.2023] Saatavilla: https://www.nemo-committee.eu/nemo_committee#:~:text=What%20is%20a%20NEMO,or%20single%20intraday%20market%20coupling.

Nord Pool. 2022. Nord Pool Announces 2021 Trading Figures. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 23.3.2023] Saatavilla: <https://www.nordpoolgroup.com/en/message-center-container/newsroom/exchange-message-list/2022/q1/nord-pool-announces-2021-trading-figures/#:~:text=About%20Nord%20Pool&text=Nord%20Pool%20operates%20markets%20in,Austria%2C%20Luxembourg%20and%20the%20UK>.

Nord Pool Group. 2023. EC Consultation – Electricity Market Design. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.4.2023] Saatavilla: <https://www.nordpoolgroup.com/4925f6/globalassets/download-center/whitepaper/whitepaper-february-2023.pdf>

Porter, M. E. 1985. Competitive advantage : creating and sustaining superior performance. New York: Free Press.

Posch, A., Brudermann, T., Braschel, N. & Gabriel, M. 2015. Strategic Energy Management in Energy-Intensive Enterprises: a Quantitative Analysis of Relevant Factors in the Austrian Paper and Pulp Industry. Journal of cleaner production. Vol. 90, s. 291–299.

PwC. 2012. Global Forest, Paper & Packaging Industry Survey. 2012 edition – survey of 2011 results. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.4.2023] Saatavilla: <https://www.pwc.com/gx/en/forest-paper-packaging/assets/pwc-global-annual-forest-paper-packaging-industry-survey-2012.pdf>

Rademaekers, K., Smith, M., Demurtas, A., Torres Vega, P., Janzow, N., Zibell, L., Hoo-gland, O., Pollier, K., Crènes, M., Radigois, G., Gaillard-Blancard, F., El Idrissi, Y., Sak-haoui, I., Pirie, J., Micallef, S. & Altman, M. 2020. Study on energy prices, costs and their impact on industry and households : final report. Publications Office. [Verkkodokumentti] [Viitattu 4.3.2022]. Saatavilla: <https://data.europa.eu/doi/10.2833/49063>

Rey, J. R. C. et al. 2021. Biomass direct gasification for electricity generation and natural gas replacement in the lime kilns of the pulp and paper industry: A techno-economic analysis. *Energy* (Oxford). Vol. 237

Ritzman, L. P., Krajewski, L. J. & Malhotra, M. K. 2018. *Operations management.: (Processes and supply chains)*. Pearson Education.

Said, S. & Kalin, S. 2022. Saudi Arabia Considers Accepting Yuan Instead of Dollars for Chinese Oil Sales. [Verkkodokumentti] [Viitattu 15.4.2022]. Saatavilla: <https://www.wsj.com/articles/saudi-arabia-considers-accepting-yuan-instead-of-dollars-for-chinese-oil-sales-11647351541>

Salminen, A. 2011. *Mikä Kirjallisuuskatsaus? Johdatus Kirjallisuuskatsauksen Tyyppeihin Ja Hallintotieteellisiin Sovelluksiin*. Vaasa: Vaasan yliopisto.

Sokhanvar, A. & Lee, C.-C. 2022. How do energy price hikes affect exchange rates during the war in Ukraine?. *Empirical economics*.

Sovacool, B. K. 2015. *Energy policymaking in Europe: a critical analysis*. New York: Palgrave Macmillan.

Statista. 2023. Share of extra-EU petroleum oil import value from Russia in total extra-EU imports from 2010 to 2nd quarter 2022. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 31.3.2023] Saatavilla: <https://www.statista.com/statistics/1021752/share-russian-petroleum-oil-imports-eu/>

Streimikiene, D., Siksnylyte-Butkiene, I. & Lekavicius, V. 2023. Energy Diversification and Security in the EU: Comparative Assessment in Different EU Regions. *Economies*. Vol. 11, No. 3: 83, s. 1-18.

Szczygielski, J. J., Brzeszczyński, J., Charteris, A. & Bwanya, P. R. 2022. The COVID-19 storm and the energy sector: The impact and role of uncertainty. *Energy Economics*. Vol. 109.

Tehrani, S., Juan, J. & Caro, E. 2022. Electricity Spot Price Modeling and Forecasting in European Markets. *Energies*. Vol. 15, No. 16: 5980, s. 1-23.

Thollander, P. & Ottosson, M. 2010. Energy management practices in Swedish energy-intensive industries. *Journal of cleaner production*. Vol. 18, No. 12, s. 1125–1133.

Tian, J., Yu, L., Xue, R., Zhuang, S. & Shan, Y. 2022. Global low-carbon energy transition in the post-COVID-19 era. *Applied Energy*. Vol. 307.

United Nations ESCWA. 2023. Energy mix. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 14.4.2023] Saatavilla: <https://archive.unescwa.org/energy-mix#:~:text=The%20term%20energy%20mix%20refers,geothermal%2C%20water%20and%20solar>

U.S. Department of the Treasury. 2023. International Monetary Fund. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 4.4.2023] Saatavilla: <https://home.treasury.gov/policy-issues/international/international-monetary-fund#:~:text=The%20IMF%20is%20an%20organization,reduce%20poverty%20around%20the%20world>.

Wen, J., Zhao, X.-X. & Chang, C.-P. 2021. The impact of extreme events on energy price risk. *Energy Economics*. Vol. 99: 105308.

Ympäristöministeriö. 2023. Mitä on vihreä siirtymä?. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 16.3.2023] Saatavilla: <https://ym.fi/mita-on-vihrea-siirtyma>