

Riku Koivikko

Polttoainesäiliöiden optimointi energia- ja kustannustehokkaaksi

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Energiatekniikan koulutus

2025



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Riku Koivikko
Työn nimi	Polttoainesäiliöiden optimointi energia- ja kustannustehokkaaksi
Toimeksiantaja	St1 Oy
Vuosi	2025
Sivut	31
Työn ohjaaja(t)	Kirsi Hovikorpi

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, kuinka polttoaineen varastosäiliöiden toimintaa terminaalialueella voitaisiin optimoida energian kulutuksen ja kustannustehokkuuden näkökulmasta. Tutkimus keskittyi erityisesti sähkönkulutukseen polttoaineen siirtojen aikana sekä pörssisähkön (spot-hinnan) hyödyntämisen mahdollisuuksiin päivittäisessä toiminnassa.

Työssä käytettiin vertailevaa lähestymistapaa kiinteähintaisten ja pörssisähkösopimusten analysointiin. Laskelmat perustuivat todelliseen kulutusdataan ja tyyppillisiin siirtoskenaarioihin. Huomiota kiinnitettiin myös moottoreiden hyötysuhteeseen (86 %) sekä mahdollisiin säästöihin, joita voitaisiin saavuttaa ajoittamalla siirrot edullisempien sähköntuntien ajalle. Lisäksi työssä arvioitiin sähkökattiloiden käyttöä pitkän aikavälin ratkaisuna fossiilipohjaisten lämmitysjärjestelmien korvaamiseksi.

Tulokset osoittivat, että vaikka pörssisähkön käytöllä saavutettavat välittömät säästöt olivat melko maltillisia, toimintatapojen muutos olisi vähäinen. Sähkön hinnat voivat vaihdella, mutta menetelmä vaatii ainoastaan hintakehityksen seuraamista ja toimintojen ajoittamista sen mukaisesti. Pitkällä aikavälillä pörssisähkön käyttö yhdistettynä automaatioon ja älykkäisiin ohjausjärjestelmiin tulee todennäköisesti kannattavammaksi, erityisesti uusiutuvan energian tuotannon kasvaessa. Sähkökattiloihin investoiminen osoittautui kannattavaksi ratkaisuksi etenkin silloin, kun ne yhdistetään joustavaan ja hintaan reagoivaan energianhallintaan.

Asiasanat: energiatehokkuus, spot-hinnat, sähkökattila, toiminnan optimointi

Degree title	Bachelor of Engineering
Author(s)	Riku Koivikko
Thesis title	Optimization of fuel storage tanks for energy and cost efficiency
Commissioned by	St1 Oy
Time	2025
Pages	31
Supervisors	Kirsi Hovikorpi

ABSTRACT

The objective of this thesis was to examine how fuel storage tank operations at a terminal site could be optimized in terms of energy consumption and cost efficiency. The study focused particularly on electricity use during fuel transfers and the feasibility of utilizing spot electricity pricing in daily operations.

A comparative approach was used to analyze fixed-price and spot-price electricity contracts, including calculations based on real-world consumption data and typical transfer scenarios. Attention was given to motor efficiency (86%) and potential savings through load shifting to low-price periods. In addition, the study evaluated the role of electrical boilers as a long-term solution to replace fossil-based heating systems.

The results indicated that while the immediate cost savings from spot pricing were relatively modest, the operational shift required was minimal. Electricity prices may fluctuate, but the method only required monitoring price trends and timing operations accordingly. Over time, the use of spot electricity in combination with automation and smart systems is likely to become more beneficial, particularly as renewable energy production increases. In the long term, investment in electric boilers was found to be a viable solution, especially when integrated with flexible, price-responsive energy management systems.

Keywords: energy efficiency, spot electricity, electric boiler, operational optimization

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TEOREETTISET JA KÄYTÄNNÖN PERUSTELUT.....	7
2.1	NEOT- ja St1- terminaali-alue.....	8
2.2	Kuinka sähkömarkkinoiden dynaaminen hinnoittelu vaikuttaa energiankulutuksen optimointiin?.....	8
3	SÄHKÖMOOTTORIT JA NIIDEN ROOLI.....	9
3.1	Taajuusmuuttaja ja sen toimintaperiaate.....	10
3.2	Sähkökäyttöisten moottorien energiankäyttö.....	10
4	ENERGIANKULUTUKSEN OPTIMOINTI TEOLLISUUDESSA.....	11
4.1	Energiankulutuksen merkitys ja optimointikeinot.....	11
5	TEOLLISUUSAUTOMAATIO JA ETÄOHJAUSJÄRJESTELMÄT.....	11
5.1	Teollisuusautomaatio energiankulutuksen hallinnassa.....	12
5.2	Mitä käyttöjärjestelmää NEOT käyttää?.....	12
5.3	Mikä ohjelma käytössä valvomossa?.....	13
5.4	Etäohjaus ja turvallisuus.....	14
6	PÖRSSISÄHKÖ.....	14
6.1	Pörssisähkön tulevaisuus.....	14
7	SÄHKÖLASKELMAT.....	15
7.1	Keskimääräiset pörssisähkön hinnat 2024.....	16
7.1.1	Diesel siirto 21.—22.3.2025.....	17
7.1.2	Bensiinin siirto 11.4.2025.....	20
7.2	Kiinteä sähkösojimus.....	21
7.3	Vertailussa kiinteä ja pörssisähkö.....	22
8	VERKKOPALVELUTARIFFIEN VAIKUTUS SÄHKÖKUSTANNUKSIIN.....	23
9	SÄHKÖKATTILOIHIN INVESTOINTI.....	24
9.1	Sähkökattilat teollisuudessa.....	24
9.2	Voidaanko sähkökattilaa käyttää tuotesäiliöiden lämmitykseen?.....	25

9.3 Sähkökattilat tulevaisuudessa.....	25
10 YMPÄRISTÖNÄKÖKULMAT JA PÄÄSTÖVÄHENNYSTAVOITTEET	26
11 POHDINTA.....	26
12 YHTEENVETO	28
LÄHTEET.....	29

1 JOHDANTO

Projektin tarkoituksena on selvittää, kuinka sähkökäyttöisten moottoreiden automaatio voisi vähentää energiankulutusta ja kustannuksia merkittävästi. Jos löydetään huomattava säästömahdollisuus näiden sähkömoottoreiden optimoinnista ja lisäämisestä automaatioon, on mahdollista, että idea siirtyy muille terminaaleille ja laitoksille ympäri Suomea. Tutkimus on ajankohtainen, sillä teollisuuden energiatehokkuustavoitteet ja kustannussäästöpaineeet kasvavat jatkuvasti. Energiakustannusten nousu ja ympäristötavoitteet korostavat tarvetta kehittää teollisuuden prosesseja energiatehokkaampaan suuntaan.

Nykyään teollisuuden energiankulutus on merkittävässä roolissa niin taloudellisesta kuin ympäristöllisestä näkökulmasta. Sähkön hinnan vaihtelut, päästövähennystavoitteet ja kasvava paine parantaa energiatehokkuutta ovat asettaneet yrityksille haasteita löytää keinoja vähentää kustannuksia ja optimoida energiankäyttöä. Sähkömoottorien ja automaation rooli teollisuuslaitoksissa on korostunut, sillä ne tarjoavat konkreettisen mahdollisuuden tehostaa tuotantoa ja vähentää energiankulutusta ilman, että toimintavarmuus heikkenee. Tämä projekti pyrkii hyödyntämään modernia teknologiaa, kuten taajuusmuuttajia, älykkäitä ohjausjärjestelmiä ja IoT-pohjaista seuranta, joiden avulla moottorien toiminta voidaan optimoida. Lisäksi tutkimuksessa arvioidaan, kuinka automaatoratkaisut voisivat skaalautua muihin laitoksiin ja miten investointien takaisinmaksuaika ja tehokkuus voidaan varmistaa.

Tulevaisuudessa teollisuuden sähköistymisen ja digitalisaation rooli kasvaa entisestään, ja tämän projektin tulokset voivat tarjota pohjan uusille energiatehokkuushankkeille. Mikäli tutkimuksen avulla saavutetaan merkittäviä kustannussäästöjä ja päästövähennyksiä, voidaan mallia hyödyntää laajemmin koko teollisuudessa ja edistää Suomen hiilineutraaliustavoitteita.

NEOT eli North European Oil Trade Oy esiintyy tässä työssä muutamaan otteeseen. North European Oil Trade Oy on merkittävä riippumaton polttoaineiden hankintayhtiö Pohjoismaissa, se toimittaa polttoaineita suurimmille jakeluasemaketjuille, kuten St1:lle, Shellille ja ABC:lle. NEOT:lla on terminaali HaminaKotka-satamassa, jossa se harjoittaa polttoaineiden varastointi- ja jakelutoimintaa. St1 ja S-ryhmä omistavat yhdessä NEOT:n, ja tämä omistussuhde

mahdollistaa tiiviin yhteistyön polttoaineiden hankinnassa ja logistiikassa. Yhteistyön ansiosta St1 voi hyödyntää NEOT:n hankinta- ja jakeluverkostoa, mukaan lukien Haminan terminaalin palvelut, varmistaakseen polttoaineiden tehokkaan saatavuuden jakeluasemilleen Suomessa. (Lifted 2024.)

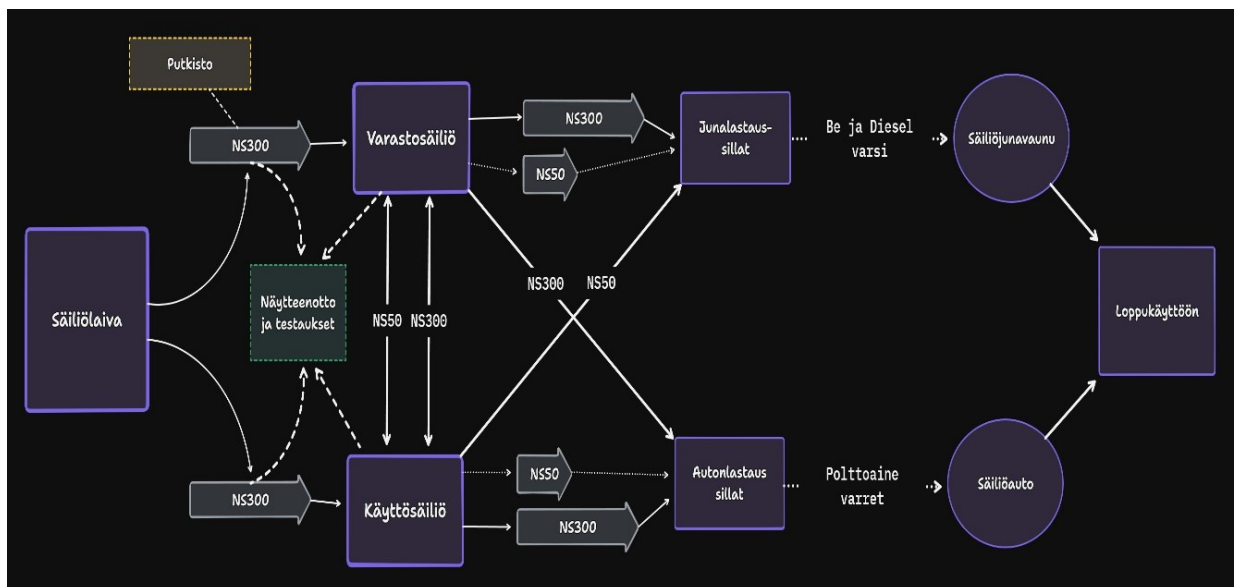
2 TEOREETTISET JA KÄYTÄNNÖN PERUSTELUT

Energiankulutuksen optimointi ja kustannusten vähentäminen ovat keskeisiä tavoitteita monilla teollisuudenaloilla. Erityisesti öljynjalostuksessa energiatehokkuuden parantaminen voi tuoda huomattavia säästöjä. NEOT:n Haminan terminaalin ja jalostamon energiankulutuksen optimointi on tärkeä tutkimuskohde, koska jalostamot käyttävät suuria määriä energiaa polttoaineiden valmistukseen, varastointiin ja siirtoon. Teorian mukaan energiatehokkuuden parantamisella voidaan paitsi pienentää yrityksen toimintakustannuksia, myös vähentää sen ympäristövaikutuksia, mikä on yhä merkittävämpi kilpailutekijä tiukentuvien ympäristönormien ja kasvavien päästömaksujen vuoksi. Teollisuusprosessien optimointi liittyy myös ilmastonmuutoksen torjumiseen, koska fossiilisen energian käytön vähentäminen ja uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen ovat välttämättömiä askelia kohti kestävää kehitystä.

Tämän tutkimuksen käytännön hyödyt ovat myös merkittävät, sillä energiatehokkuuden parantaminen voi tuoda NEOT:lle suoria kustannussäästöjä vähentämällä sähkön ja muiden energiankulutukseen liittyvien resurssien käyttöä. Erityisesti sähkökäyttöisten moottoreiden automaatio mahdollistaisi paremman etäohjauksen ja optimoinnin, mikä voisi vähentää käyttöaika ja energiankulutusta ilman, että jalostamon toimintatehokkuus kärsii. Jos huomataan, että säästöpotentiaali on merkittävä, voidaan tämä toimintatapa siirtää muihinkin St1:n terminaaleihin. Lisäksi ympäristöystävällisemmät toimintatavat vahvistavat St1:n mainetta vastuullisena energiayhtiönä, mikä on nykyisessä markkinatilanteessa kilpailuetu. Ympäristöystävällisyys, kustannussäästöt ja prosessien jatkuva kehittäminen ovat olennaisia tekijöitä sekä yrityksen liiketoiminnan että ympäristötavoitteiden saavuttamisessa.

2.1 NEOT- ja St1- terminaalialue

St1 operoi NEOT:n terminaalia ja omistus alueesta on St1:n 49 % ja S-ryhmän: 51 %. Alueella on lukuisia käyttö- ja varastosäiliötä, joiden tehtävänä on säilyttää läpi vuoden eri polttoaineita. Diesel, bensiini ja biodiesel ovat esimerkkejä, joita alueelta löytyy. Lisäksi St1:n toiminnassa on etanolilaitos, jossa valmistetaan Suomen vahvinta ”viinaa” (99,7 %) polttoaineiden valmistamista varten. Etanolilaitoksen käyttö on kuitenkin Haminan terminaalilla tänä päivänä vähäistä, sillä etanolin kysyntä on pienentynyt huomattavasti. Ohessa kuva kulkukaaviosta, jossa näkyy polttoaineen siirtyminen laivasta loppukäyttöön.



Kuva 1. Kulkukaavio

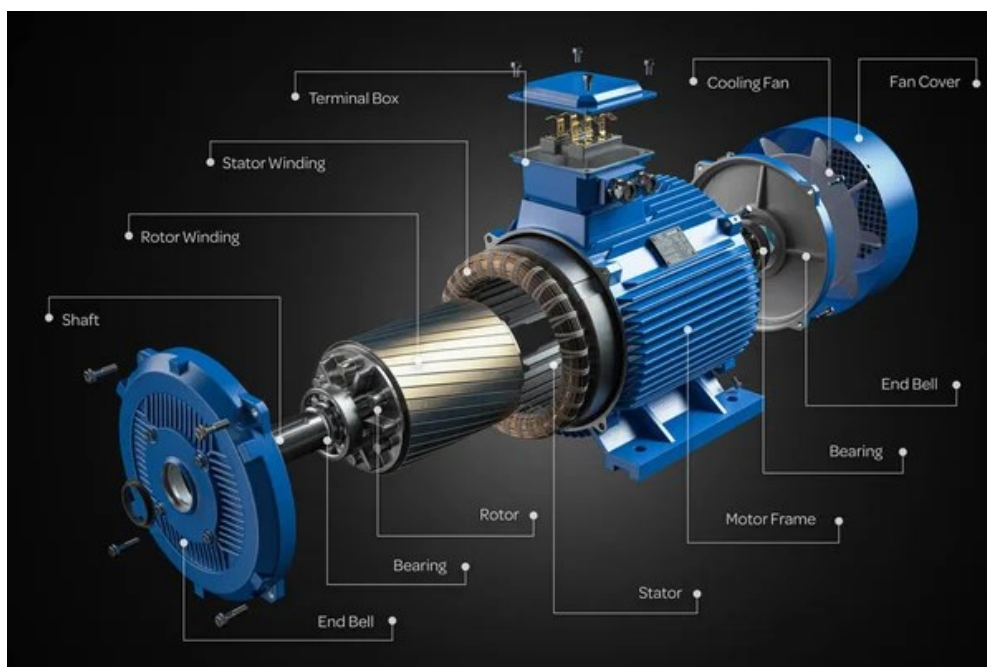
2.2 Kuinka sähkömarkkinoiden dynaaminen hinnoittelu vaikuttaa energiankulutuksen optimointiin?

Yksinkertaisuudessaan tutkimuksen tavoitteena on yhdistää moottorit sähköverkkoon, jotta jatkuva sähkön hinta olisi näkyvillä koko ajan. Jos polttoaineiden siirto on kallista keskipäivällä kello 12, mutta halpaa illasta kello 18 voidaan siirto suorittaa vasta myöhemmin, jos ei ole tarvetta tätä siirtoa tehdä aikaisemmin. Tätä kutsutaan dynaamiseksi hinnoitteluksi. Dynaamisen hinnoittelun avulla St1 voi ajoittaa sähkönkulutuksen edullisimmille tunneille, mikä pienentää kustannuksia. Tämä on erityisen tärkeää suuritehoisille sähkökäyttöisille moottoreille, jotka kuluttavat merkittäviä määriä sähköä. Automaattinen

seuranta ja kulutuksen ajoittaminen edullisimmille tunneille voivat johtaa merkittäviin säästöihin ja vähentää huippukuormituksen aiheuttamaa sähköverkon rasitusta.

3 SÄHKÖMOOTTORIT JA NIIDEN ROOLI

Polttoaineiden siirrossa sähkömoottoreita käytetään pumppausjärjestelmissä, joissa ne toimivat voimanlähteenä, joka mahdollistaa polttoaineen liikuttamisen pumpuilla varastosäiliöistä terminaaleihin ja jakeluasemiin. Tämä prosessi voi sisältää seuraavat alla luetut vaiheet



Kuva 2. Sähkömoottori (Depositphotos 2024)

1. Polttoaineen imeminen säiliöstä

- Moottori pyörittää keskipakopumppua tai mäntäpumppua, joka luo alipaineen ja vetää polttoainetta putkistoon.

2. Paineen tuottaminen ja polttoaineen siirto

- Moottori antaa pumpulle tarvittavan voiman paineen luomiseksi, mikä mahdollistaa polttoaineen tehokkaan siirron pitkiä matkoja.

3. Jakelujärjestelmän hallinta

- Taajuusmuuttajan avulla moottorin kierrosnopeutta voidaan säätää tarpeen mukaan, mikä optimoi polttoaineen siirron sähkökulutuksen ja pumppaustarpeen mukaisesti (ABB 2021.)

Varastosäiliöalueella olevat 3 sähkömoottoria käyttävät noin 86 % sähköenergiasta hyödylliseksi mekaaniseksi työksi. Taajuusmuuttajien avulla voitaisiin nämä moottorit optimoida entistä tehokkaammiksi sekä kustannus ystävällisemmiksi.

3.1 Taajuusmuuttaja ja sen toimintaperiaate

Taajuusmuuttaja eli TAMU toimii kolmessa päävaiheessa. Ensimmäinen vaihe on tasasuuntauksen vaihe, jossa sähköverkosta tuleva vaihtovirta (AC) muunnetaan tasasähköksi (DC) diodeilla tai tyristoreilla. Tämä on välttämätön prosessi, jotta virta voidaan käsitellä tehokkaasti ennen sen palauttamista vaihtovirraksi.

Toinen vaihe on tasajännitelinkin vaihe, jossa tasasähköä tasoitetaan ja suodatetaan kondensaattoreiden ja kuristimien avulla. Tämän ansiosta sähkö on vakaampaa ja sopii paremmin moottorin säätelyyn ilman jännitevaihteluiden aiheuttamia häiriöitä.

Kolmas ja tärkein vaihe on invertterin vaihe, jossa tasavirta muunnetaan takaisin vaihtovirraksi, mutta tällä kertaa säädettävällä taajuudella ja jännitteellä. Tämä mahdollistaa moottorin nopeuden ja tehon tarkan hallinnan. Invertterissä käytetään IGBT-transistoreita (Insulated Gate Bipolar Transistor), jotka toimivat kytkiminä ja mahdollistavat nopean ja tarkasti säädettävän sähkönsyötön moottorille. (ABB 2021.)

3.2 Sähkökäyttöisten moottorien energiankäyttö

Energiatehokkuuden optimointi nykyaikaisissa sähkökäyttöisissä moottoreissa voi vähentää sähkönkulutusta jopa 25 %. Sähkömoottorit ovat yksi suurimmista sähkönkuluttajista teollisuudessa. Moottorin hyötysuhde määrittää, kuinka suuri osa syötetystä sähköstä muuttuu hyödylliseksi mekaaniseksi energiaksi. Tässä tutkimuksessa tarkasteltavat moottorit toimivat 86 %:n hyötysuhteella, mikä tarkoittaa, että vain 14 % energiasta menee hukkaan lämpönä (ABB 2021.)

4 ENERGIANKULUTUKSEN OPTIMOINTI TEOLLISUUDESSA

Nykyteollisuus pyrkii jatkuvasti parantamaan energiatehokkuuttaan ja vähentämään toimintakustannuksiaan. Sähkökäyttöisten moottorien optimointi ja automaation hyödyntäminen ovat keskeisiä keinoja saavuttaa nämä tavoitteet. Tutkimuksen keskiössä on sähkömoottorien energiankulutus, teollisuusautomaatio, etäohjausjärjestelmät sekä kestävä kehityksen näkökulmat. Tämän teoreettisen viitekehyksen tavoitteena on tarkastella energiansäästön mahdollisuuksia teollisuusympäristössä sekä arvioida, miten uudet teknologiat voivat tukea kustannustehokkuutta ja ympäristövastuullisuutta.

4.1 Energiankulutuksen merkitys ja optimointikeinot

Teollisuuden sähkönkulutus muodostaa merkittävän osan yritysten kokonaiskustannuksista. Energiatehokkuuden optimoinnilla voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä ja vähentää ympäristövaikutuksia. Energiankulutuksen optimointia voidaan toteuttaa useilla tavoilla, kuten taajuusmuuttajien käytöllä, energiankulutuslaskureilla ja kysyntäjoustolla. Taajuusmuuttajien avulla voidaan saavuttaa jopa 30 % energiansäästö erityisesti pumppu- ja puhallinsovelluksissa.

- Taajuusmuuttajat säätelevät moottorien pyörimisnopeutta ja vähentävät turhaa sähkönkulutusta.
- Energialaskurit mahdollistavat kulutuksen seurannan ja optimoinnin reaaliajassa.
- Kysyntäjouston avulla voidaan ajoittaa sähkönkäyttö edullisimmille tunneille. (ABB 2013.)

5 TEOLLISUUSAUTOMAATIO JA ETÄOHJAUSJÄRJESTELMÄT

NEOT käyttää monia erilaisia automaatio- ja etäohjausjärjestelmiä. Jotta prosessi olisi turvallinen ja tuotanto tehokasta, ovat erilaiset portaalit ehdottoman

tärkeitä. Automaation avulla varmistetaan virheiden minimointi sekä tuotannon maksimointi. Kun moottorit on yhdistetty taajuusmuuttajiin, tulee automaatio-ohjaus kuvaan. Teollisuudessa automaation parantelu on jatkuvassa kehityksessä ja pula osaavasta työvoimasta on kova. Kokeneimmat ohjelmoijat voivat parannella automaatio-ohjelman käyttöä ilman minkäänkokoista seisakkaa tuotannossa. Myös vikojen huomaaminen ja mahdolliset vaaratilanteet ovat huomattavissa paljon helpommin sekä tehokkaammin.

5.1 Teollisuusautomaatio energiankulutuksen hallinnassa

Teollisuusautomaatio viittaa prosessien ja laitteiden automatisoituun hallintaan, mikä parantaa toimintatehokkuutta ja vähentää manuaalisen työn tarvetta. Automaatiolla voidaan optimoida sähkökäyttöisten moottorien toimintaa ja vähentää turhaa energiankulutusta. Teollisuusautomaatio ja älykkäät ohjausjärjestelmät voivat vähentää tuotantolaitosten energiankulutusta jopa 20 %. (Siemens 2022.)

5.2 Mitä käyttöjärjestelmää NEOT käyttää?

NEOT käyttää prosessin valvonnassa Siemensin SIMATIC S7-1500 -sarjaa. Se on edistyneellinen logiikoiden ns. PLC-perhe, joka on suunniteltu monimutkaisiin automaatio-sovelluksiin. Se on seuraaja aiemmille S7-300- ja S7-400-sarjoille ja tarjoaa parannettua suorituskykyä sekä laajennettuja toimintoja. (Siemens AG 2012.)



Kuva 3. Taajuusmuuttaja (ABB.com 2021)

Ohjelmointi ja konfigurointi tapahtuu Siemens TIA -portaalin kautta käyttäen STEP 7 -ohjelmistoa. Tämä TIA eli Totally Integrated Automation on Siemensin itse kehittämä automaatiojärjestelmä, joka yhdistää kaikki teollisuusautomaatioon liittyvät ohjelmistot ja laitteet yhtenäiseksi ympäristöksi. NEOT:n tapauksessa se yhdistää kaikki keskeiset automaatiotyökalut yhteiseen käyttöliittymään, jota ohjataan ja seurataan valvomosta. Tämä helpottaa suunnittelua, ohjelmointia sekä tiedon hankkimista epäkohdista, jota ei mahdollisesti ilman tätä diagnostiikkaa voisi huomata. Tällaisia ovat esimerkiksi paineen puuttamiset putken sisällä tai mahdolliset virhemittaukset ja säiliön sisällönheitot.

Kuvitellaan tilanne, että automaatiota ei olisi. Sähkömoottorit toimisivat jatkuvasti täydellä teholla. Tuotantoprosessissa lisääntyisi satunnaisia hidastuksia, joiden syytä ei tunneta. Lisäksi manuaalinen viestintä lisääntyisi, mikä voi hidastaa tuotantoa. Ilman automaatiota, järjestelmä ei voisi seurata moottorin käyttöä reaaliajassa ja analysoida sen kuormitusprofiilia. Tämä voi johtaa moottorien kuluvien osien hajoamiseen, jolloin tuotanto pysähtyy.

5.3 Mikä ohjelma käytössä valvomossa?

Aveva InTouch HMI (Human-Machine Interface) on käytössä NEOT:n prosessin valvonnassa. Se mahdollistaa kriittisten parametrien valvonnan, sekä auttaa vähentämään seisokkeja. St1 ja NEOT tarjoaa operaattoreille kontekstuaalista tietoa, jonka avulla he voivat reagoida poikkeustilanteisiin nopeasti ja tarkasti ennen kuin ne vaikuttavat toimintaan. Se on ainutlaatuinen resurssi, joka auttaa operaattoreita keskittymään olennaiseen, vianmäärittelyyn ja vähentää heidän häiriötekijöitään sekä väsymystään. Se on ainutlaatuinen resurssi, joka auttaa operaattoreita keskittymään olennaiseen, nopeuttaa vianmäärittelyä ja vähentää häiriötekijöitä sekä väsymystä. (InTouch HMI Aveva 2024.)

Ohjelmisto luo myös graafista kuvaa reaaliajassa, joka tekee datan lukemisesta helpompaa ja mahdolliset virheet sekä toimintahäiriöt on helpompi huomata.

Yhteenvetona voidaan todeta, että AVEVA InTouch HMI on monipuolinen ja tehokas työkalu teollisuusprosessien valvontaan ja optimointiin, tarjoten reaaliaikaisen näkyvyyden ja hallinnan sekä paikallisesti että etäyhteyksin.

5.4 Etäohjaus ja turvallisuus

Etäohjausjärjestelmät mahdollistavat moottorien ja prosessien valvonnan ja hallinnan etänä. Tämä parantaa tuotantolaitoksen toimintavarmuutta ja joustavuutta. Turvallisuus on kuitenkin keskeinen haaste, ja etäohjauksen suunnittelussa tulee huomioida kyberturvallisuus, hätäpysäytysjärjestelmät ja järjestelmän luotettavuus. NEOT:n turvallisuuden seuranta ja jatkuvat "safety walks" on osoittanut yrityksen kyvyn parantaa jo ennestään turvallista, mutta myös kehittää jo toimivaa ja turvallista konseptia entistä enemmän.

S7-1500-sarjan ohjelmoitavat logiikat tarjoavat korkean suorituskyvyn, integroidut turvallisuusominaisuudet ja laajat liitettävyyismahdollisuudet. Tämä tekee niistä NEOT:n vaativiin teollisuusympäristöihin erinomaisen. (Siemens 2025.)

6 PÖRSSISÄHKÖ

Pörssisähkö on sähkömarkkinoilla reaaliaikaisesti määräytyvä sähkön hinta, joka perustuu kysynnän ja tarjonnan vaihteluihin. Suomessa pörssisähkön hinnan määräytyminen tapahtuu Nord Pool -sähköpörssissä, jossa sähkön tuottajat ja ostajat käyvät kauppaa tunneittain vaihtuvilla hinnoilla. Pörssisähköä käyttävät erityisesti teollisuus ja energiayhtiöt, jotka voivat optimoida kulutuksensa markkinahinnan mukaan. Tulevaisuudessa uusiutuvan energian kasvu ja kysyntäjousto tekevät pörssisähköstä entistä tärkeämmän osan energiemarkkinoita.

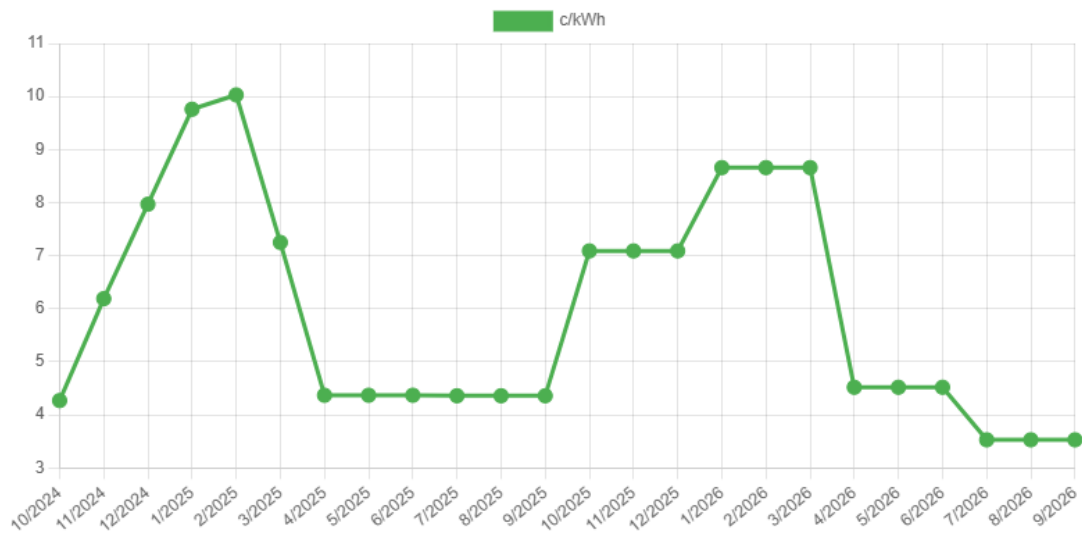
6.1 Pörssisähkön tulevaisuus

Pörssisähkömarkkinoiden tulevaisuus on monien muutosten edessä, mikä vaikuttaa sekä sähkön hintaan että sen saatavuuteen. Keskeinen tekijä on uusiutuvan energia. Nämä sääriippuvaiset energialähteet aiheuttavat suuria hintavaihteluita sähkömarkkinoilla. Sähkön hintaan vaikuttaa laskevasti se, että

edullista tuulivoimaa on saatavilla paljon suhteessa Suomen kokonaisenergiantarpeeseen (Oker-Blom 2024).

Lisäksi sähköfutuurit antavat viitteitä tulevasta hintakehityksestä. Esimerkiksi tammikuulle 2026 futuurit ennustavat hinnaksi 8,66 snt/kWh. On kuitenkin tärkeää huomata, että futuurihinnat ovat ennusteita ja voivat muuttua markkinatilanteen mukaan. (Sähkövertailu.fi 2024.)

Futuurihinnat Suomessa



Kuva 4. Futuurihinnat Suomessa 2026 (Lumme Energia 2024)

7 SÄHKÖLASKELMAT

Tässä kappaleessa käydään läpi, kuinka sähkösovimuksen vaihto pörssisähkön vaikuttaisi NEOT:n terminaalien sähkönkulutukseen. On kuitenkin muistettava, että kyseessä on vain kolmen sähkömoottorin toiminta, eikä koko laitoksen. Nämä laskelmat kuitenkin antavat kuvan siitä, kuinka vain yksinkertainen toimintatapamuutos voisi vaikuttaa sähkönkulutukseen, ja tätä kautta terminaalilla kuluvan sähkön hintoihin. Laskelmissa on käytetty yhtä seitsemän tunnin dieselsiirtoa. Siirto tapahtui 21.3.2025 ja siirto aloitettiin klo 14 ja loppui klo 21. Siirrossa dieseliä siirrettiin varastosäiliöstä käyttösäiliöön 4338 m³ ja energiaa tähän tarvittiin 573,6 kWh. Näiden tietojen perusteella pystytään helposti laskemaan, kuinka paljon yhden kuution siirtoon tarvitaan energiaa. Kuvitellessaan, että keskimääräinen siirto säiliöiden välillä on 5000 m³. Sen jälkeen selvittämme Fingridin sivuilta pörssisähkön hinnat ja vertaamme niitä NEOT:n

kiinteään sähkön hintaan. NEOT:n kiinteä sähkön siirtohinta on noin 7 snt/kWh. Huomataan vuosittaisia eroja sähkön siirtohinnoissa, sekä miten pieni toimintatapamuutos, kuten siirron ajoittaminen, vaikuttaa siirron kokonaisuuhintaan. Siirtojen energiankulutuksen laskelmissa käytetyt tiedot perustuvat suoraan taajuusmuuttajista (TAMU) kerättyihin arvoihin. Taajuusmuuttaja mittaa moottorin sähkönkulutuksen reaaliaikaisesti siirtojen aikana, jolloin saatu data kuvaa tarkasti todellista energiankäyttöä.

7.1 Keskimääräiset pörssisähkön hinnat 2024

Pörssisähkön hinnat ovat tulevaisuudessa iso kysymys, mutta tässä tutkielmassa käytettiin viimevuoden sähköpörssin hintoja.

Taulukko 1. Keskimääräinen pörssisähkön hinta (NoDesk sähkömyyrä.net 2024)

Keskimääräinen pörssisähkön hinta 2024		
Tammikuu	13,34	c/kWh
Helmikuu	6,47	c/kWh
Maaliskuu	7,45	c/kWh
Huhtikuu	6,14	c/kWh
Toukokuu	4,42	c/kWh
Kesäkuu	4,53	c/kWh
Heinäkuu	2,12	c/kWh
Elokuu	1,59	c/kWh
Syyskuu	7,03	c/kWh
Lokakuu	5,1	c/kWh
Marraskuu	5,69	c/kWh
Joulukuu	4,87	c/kWh

Taulukosta 1 voidaan havaita, että talvikuukaudet ovat vuoden kylmimpiä, ja uusiutuvat energianlähteet ovat tällöin heikommin saatavilla, mikä tekee näistä kuukausista kalleimpia pörssisähköä käytettäessä.










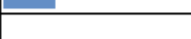
Kuva 5. Kuukausittaiset pörssisähköhinnat (NoDesk.fi 2023)

Kuten kuvasta 5 näkee, sähkön kuukausittainen keskihinta on ollut rajussa laskussa vuoden alusta asti. Uusiutuvan energian kasvava osuus ja hinnoittelumallien muutokset lisäävät hintavaihteluita, mutta tarjoavat myös mahdollisuuksia niille, jotka pystyvät joustamaan sähkönkulutuksessaan ja hyödyntämään edullisempia jaksoja. Esimerkiksi vuonna 2023 elokuussa sähkön hinta oli 5 kertaa korkeampi kuin 2024 elokuussa. Myös keskihinta oli pudonnut 15 %.

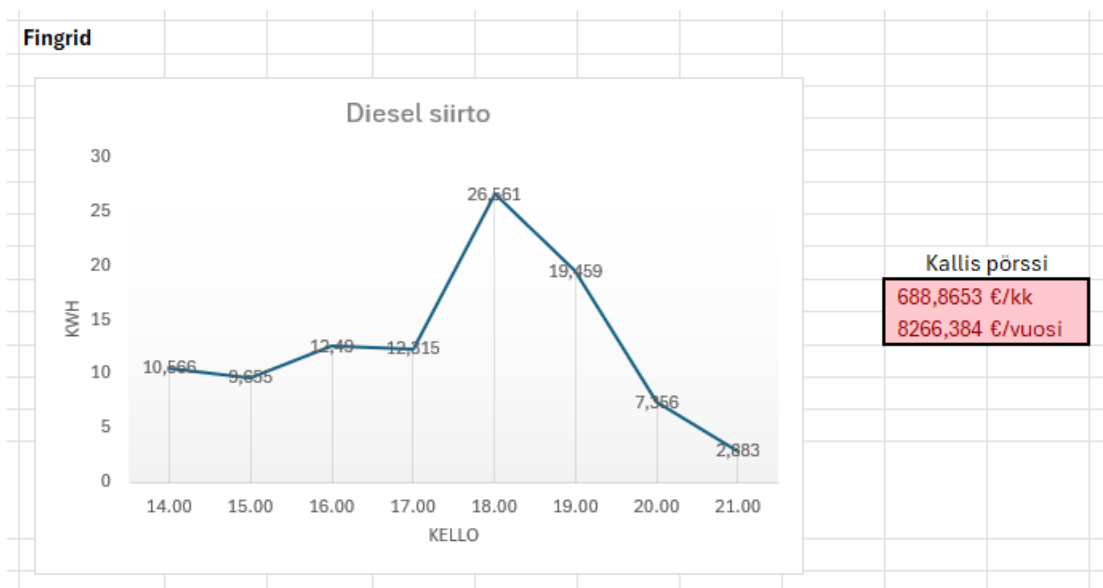
7.1.1 Diesel siirto 21.—22.3.2025

Perjantaina prosessi-insinöörit havaitsivat, että käyttösäiliön nestepinta alkaa lähestyä minimitasoa, jolloin siirron suunnittelu ja ajoitus nousevat ajankohtaiseksi. Mikään varsinainen hätä ei kuitenkaan ole, mutta töissä olevat toimihenkilöt päättävät kuitenkin aloittaa siirron, jotta seuraavan vuoron ei tarvitse tätä tehdä. Siirto aloitetaan klo 14 ja siirto loppuu klo 21. Puhutaan, että NEOT:lla olisi pörssisähkö käytössä ja katsotaan pörssisähkön hintoja kyseiselle ajanjaksolle (taulukko 1). Huomataan, että siirto kävisi erittäin kalliiksi. Yksittäisen siirron hinnaksi tulee huimat 82,99 €/kWh. Huomataan kuitenkin, että mitä pidemmälle päivä menee, alkaa sähkön hinta laskea radikaalisti. Jos tällaisia siirtoja tapahtuu kuukaudessa noin 8,3 eli 100 vuodessa olisi siirtojen hinta 688,9 €/kk ja vuodessa jopa 8266,4 € (taulukko 2).

Taulukko 2. Yksittäinen diesel siirto

Yksittäinen diesel siirto 21.3.2025			
	Klo	pörssi	
Aloitus	14.00		10,566 c/kWh
	15.00		9,655 c/kWh
	16.00		12,49 c/kWh
	17.00		12,315 c/kWh
	18.00		26,561 c/kWh
	19.00		19,459 c/kWh
	20.00		7,356 c/kWh
Lopetus	21.00		2,883 c/kWh
hinta			82,99582286 €/kWh
Ka (7h)			14,46928571 c/kWh
Siirretty Diesel määrä			4338 m ³

Taulukko 3. Diesel siirto vuodessa

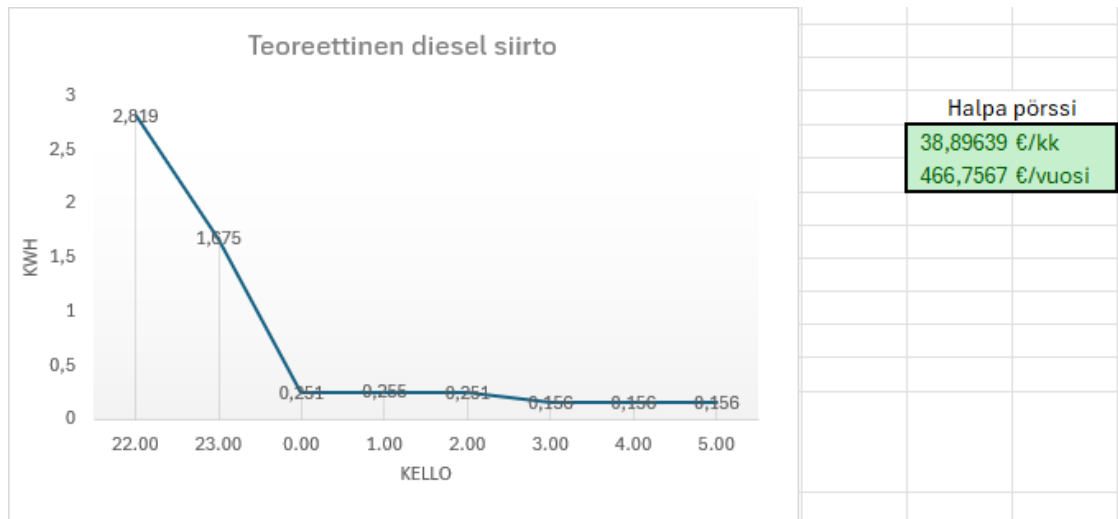


Kuvitellaan, että sama dieselsiirto samana päivänä olisi aloitettu seitsemän tuntia myöhemmin. Eli sama siirto olisi aloitettu 21.3 ja lopetettu 22.3 lauantaina aamuna klo 5, olisi hinta näyttänyt aivan erilaiselta. (taulukko 4 ja 5)

Taulukko 4. Yksittäinen siirto

Yksittäinen siirto 21.3-22.3.2025			
Aloitus	22.00	2,819	c/kWh
	23.00	1,675	c/kWh
	0.00	0,251	c/kWh
	1.00	0,255	c/kWh
	2.00	0,251	c/kWh
	3.00	0,156	c/kWh
	4.00	0,156	c/kWh
Lopetus	5.00	0,156	c/kWh
hinta		4,686312	€/kWh
Ka (7h)		0,817	c/kWh
Siirretty Diesel määrä		4338	m ³

Taulukko 5. Säästö vuodessa



Kyseessä on samankokoinen siirto ja käytetty energia on myös sama eli 573,6 kWh. Seuraavaksi lasketaan siirron kokonaishinta molemmille siirroille (kaava 1).

(1)

$$Hinta = \frac{Käytetty\ energia * keskiarvo}{100}$$

Kalliin pörssisähkön kanssa siirron hinta on 83 € ja halvan pörssisähkön kanssa vain 4,7 €. Jos vuodessa on noin 100 siirtoa eli 8,3 siirtoa kuukaudessa, kalliilla pörssisähköllä hintaa tulisi vuodessa jopa 8266,4 € ja halvalla pörssisähköllä vain 466,8 €. Ero on erittäin huomattava.

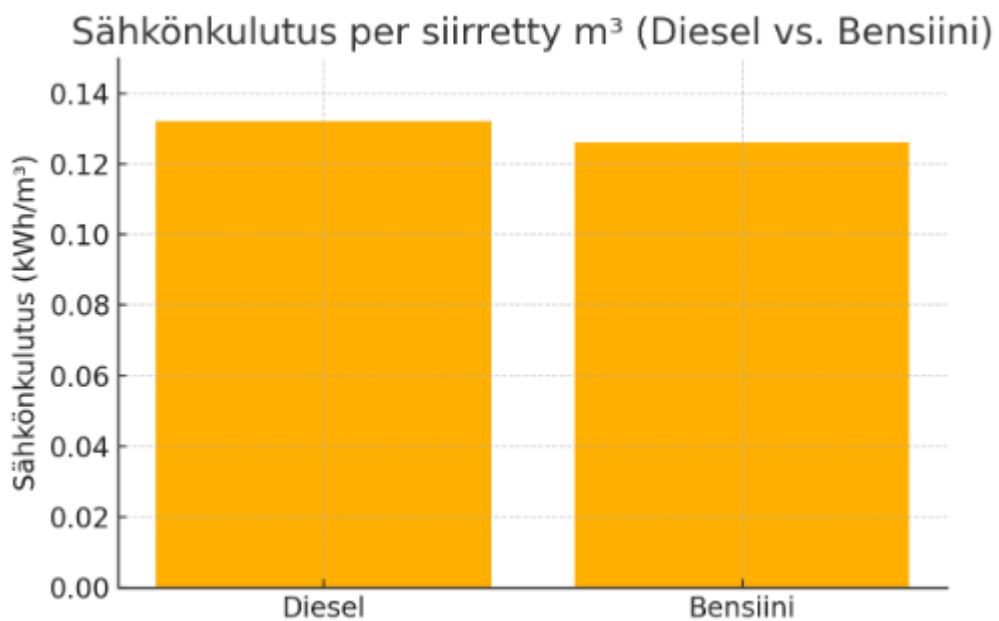
7.1.2 Bensiininsiirto 11.4.2025

Suoritimme vielä vertailun vuoksi bensiininsiirron, joka tapahtui 11.4 perjantai yönä. Siirto tapahtui klo 00 – 9.40 välisenä aikana. Bensaa siirtyi säiliöstä fa207 säiliöön fa23 4383 m³. Energiaa tähän kului 554 kWh ja keskiteho siirron aikana oli noin 57,3 kW. Haluttiin siis selvittää, onko energian kulutuksessa eroja bensiinin ja dieselin välillä. Bensiinin ja dieselin siirroissa sähkönkulutus per siirretty kuutiometri on lähes sama, koska molemmissa käytetään samoja tai hyvin samankaltaisia sähkömoottoripumppuja samoilla tehoilla, paineilla ja siirtonopeuksilla.

Esimerkiksi:

- Diesel-siirrossa kulutus oli noin 0,132 kWh/m³
- Bensiinisiirrossa (11.4.) kulutus oli noin 0,126 kWh/m³

Erot ovat pieniä ja johtuvat lähinnä säiliöiden korkeuseroista, putkiston pituuksista ja nesteen viskositeetista. Kokonaisuudessaan kulutusprofiili pysyy lähes identtisenä. (Kuva 6)



Kuva 6. Diesel vs bensiini

7.2 Kiinteä sähkösojimus

NEOT:n terminaalilla on käytössä kiinteä sähkösojimus 7 snt/kWh. Nyt kun tiedetään, kuinka paljon 4338 m³:n siirto vaatii energiaa, voidaan laskea yhden kuution siirtoon tarvittava energia. (kaava 2)

(2)

$$1 \text{ m}^3 \text{ siirtoon tarvittava energia} = \frac{\text{sähkömoottorin kuluttama energia}}{\text{Siirretty Diesel määrä}}$$

Kun yhden kuution siirron energiamäärä on laskettu, voidaan 5000 m³:n siirto saada helposti selville kertomalla 1 m³ tarvittava energia 5000 m³:lla.

$$661,1 \text{ kWh} = 0,13 \text{ kWh} * 5000 \text{ m}^3$$

Nyt voimme laskea helposti jokaiselle vuoden kuukaudelle teoreettisen 100:n siirron vuosimäärällä ja jos siirrot ovat keskimäärin 5000 m³:n kokoisia. (Taulukko 6) Eli vuodessa teoreettisesti sähkömoottoreiden tekemiin siirtoihin kuluu 4627,9 €

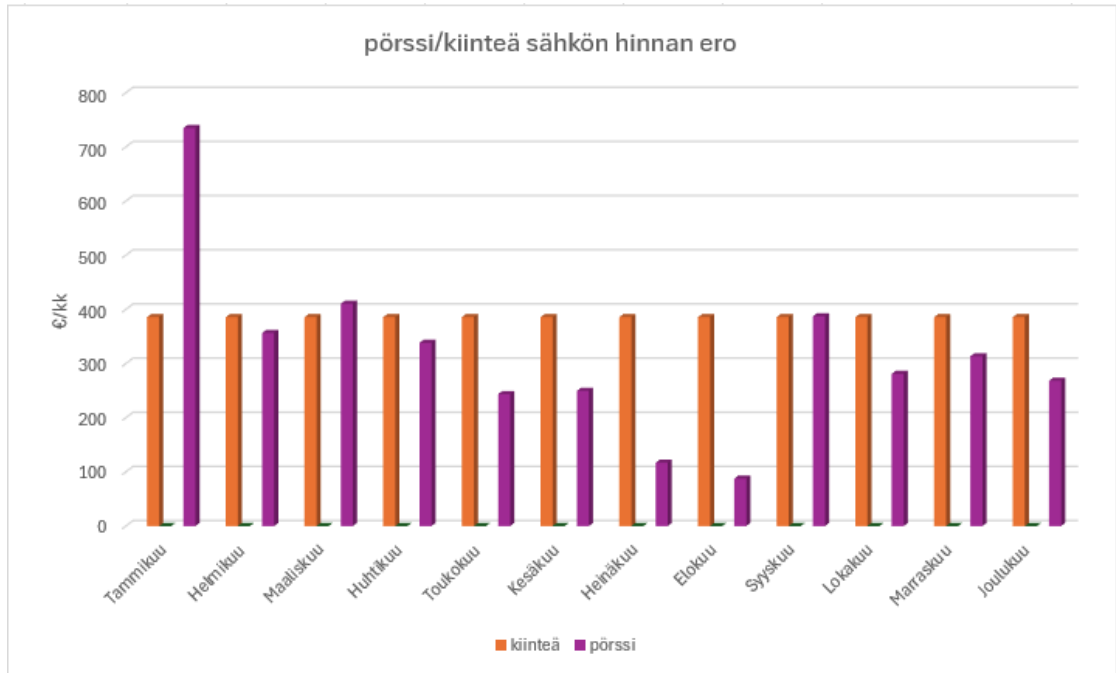
Taulukko 6. Kiinteä energianhinta

	Kiinteä	
Jos (5000m ³) siirtoja 100 vuodessa		
Tammikuu	385,7	€
Helmikuu	385,7	€
Maaliskuu	385,7	€
Huhtikuu	385,7	€
Toukokuu	385,7	€
Kesäkuu	385,7	€
Heinäkuu	385,7	€
Elokuu	385,7	€
Syyskuu	385,7	€
Lokakuu	385,7	€
Marraskuu	385,7	€
Joulukuu	385,7	€
yht:	4627,9	€

7.3 Vertailussa kiinteä ja pörssisähkö

Kun vertaillaan pörssisähkön ja kiinteän sähkön vuosihintoja, huomataan selkeitä eroja, jotka vaikuttavat sähkönkäyttäjän kokonaiskustannuksiin ja riskeihin. (taulukko 7)

Taulukko 7. Pörssi/kiinteä sähkön hinnan ero



Taulukko 8. Konkreettinen säästö

kiinteä	4627,94 €/vuosi
kallis pörssi	8266,38 €/vuosi
halpa pörssi	466,76 €/vuosi
% säästö	
kallis pörssi	179 % nousee
halpa pörssi	90 % laskee

Loppujen lopuksi erot jäävät erittäin vähäiseksi. Kun verrataan keskimääräiseen pörssin hintaan per kuukausi, huomataan kiinteän sähkön olevan vain tuhat euroa kalliimpaa. Kun kuitenkin tiedämme, että pörssien hinta vaihtelee päivällä jopa kymmeniä senttejä per kWh, voidaan teoriassa laskea vuosittainen 100 siirtoon käytetty kulutus siirron mukaan (taulukko 4). Tämä on teoreettinen laskelma, sillä emme voi ennustaa tarkkaan tulevaisuuden pörssihintoja. Jos pörssit kuitenkin olisivat alhaisia, kuten 21.3.2024 klo 22 eteenpäin ja samanlaisia siirtoja tapahtuisi 100 vuodessa, olisi säästö erittäin huomattava, jopa 90 % verrattuna vuosittaiseen kiinteän sähkön hintaan.

Riskeihin kuuluu kuitenkin kalliit sähkön hinnat. Käytetään ääriesimerkkinä 5000 m³:n dieselsiirtoa 21.3.2025 (taulukko 2), joka aloitettiin klo 14. Laskeetaan, että vuodessa on noin sata siirtoa ja kuvitellaan käytettävän näitä sähkönhintoja, ovat hinnat aivan eriluokkaa. Prosentuaalinen nousu olisi jopa 179 % verrattuna vuosittaiseen kiinteän sähkön hintaan.

8 VERKKOPALVELUTARIFFIEN VAIKUTUS SÄHKÖKUSTANNUKSIIN

Sähkön kokonaishinta muodostuu useista eri osa-alueista, joista pelkkä energian hankintahinta (esimerkiksi pörssi- tai kiinteähintainen sähkö) kattaa vain osan. Haminan terminaalissa, jossa ST1 käyttää keskijännitteellä (KJ) toimivaa sähköliittymää, sovelletaan Haminan Sähköverkko Oy:n KJ-tehotariffia (voimassa 1.9.2024 alkaen).

Tariffin mukaan sähkönkäyttäjä maksaa kuukausittain seuraavat maksut:

- **Perusmaksu:** 253,64 €/kk (sis. alv 25,5 %)
- **Tehomaksu:** 2,79 €/kW/kk (laskettuna suurimman mitatun tuntitehon perusteella)
- **Energiamaksu:** 1,72 snt/kWh
- **Sähkövero ja huoltovarmuusmaksu** (veroluokka 1): 2,828 snt/kWh
- Lisäksi sovelletaan **loistehomaksua**, mikäli loistehoa syntyy yli sallitun määrän (4,07 €/kVAr/kk)

Näiden perusteella voidaan todeta, että pelkkä energian hinta ei yksin määritä sähkökokonaiskustannusta. Esimerkiksi yksittäinen siirto, jossa kulutetaan 573,6 kWh, maksaa verkkotariffit mukaan lukien noin 58 €, vaikka itse sähkö (pörssi- tai kiinteähintaisena) maksaisi vain murto-osan tästä.

Koko vuoden tasolla (100 siirtoa vuodessa) sähkön kokonaiskustannus pörssisähkön keskihinnoina vuodelta 2024 oli noin **10 847 €**, kun taas kiinteällä 7 snt/kWh sopimuksella vastaava summa nousi noin **11 576 €**. Tämä osoittaa, että erot eri sähkösopimusten välillä voivat jäädä pieniksi, kun verkkopalvelumaksut muodostavat merkittävän osan kokonaishinnasta. (Haminan Sähköverkko Oy 2024.)

9 SÄHKÖKATTILOIHIN INVESTOINTI

Mikä on sähkökattila? Sähkökattila on kuin iso vedenkeitin, mutta siinä vesi kiertää yhden tason sijasta kahdessa. Kattiloiden yläosa lämmitetään noin 125-asteiseksi ja johdetaan sitten kattilan alaosaan, jossa lämpö luovutetaan lämmönvaihtimella kaukolämpövedeen. Sähkökattilat tarjoavat mahdollisuuden tuottaa prosessilämpöä tai säiliöiden lämmitystä suoraan sähköllä, erityisesti edullisen pörssisähkön tunteina. Näin NEOT:n terminaali voi hyödyntää sähkömarkkinoiden hinnoittelua optimaalisesti ja vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä.

9.1 Sähkökattilat teollisuudessa

Perinteisesti sähkökattiloita on käytetty teollisuudessa höyryn tuottamiseen. Tulevaisuudessa ne tulevat kuitenkin yleistymään myös kaukolämpöverkossa sitä mukaa, kun tuulivoiman määrä lisääntyy. Niissä on myös nopea vaste-aika, eli se mahdollistaa nopean säätövoiman. Käyttökohteita on monia, mutta suurimmat kohteet ovat kaukolämmön tuotanto, teollisuuden prosessilämpö, yhdistetyt järjestelmät, energiavarasto ja joustomekanismi. (STT Info 2024.)

Kaukolämmöntuotanto: Sähkökattilat tuottavat lämpöenergiaa kaukolämpöverkkoihin.

Teollisuuden prosessilämpö: Käytetään esimerkiksi kemianteollisuudessa, elintarviketeollisuudessa ja paperiteollisuudessa.

Energiavarasto ja joustomekanismi: Käytetään erityisesti lämmön varastoinnissa ja hyödynnetään, kun sähkön hinta on halpaa.

Yhdistetyt järjestelmät eli hybridikattilat: Hybridikattilat toimivat yhdessä muiden lämmönlähteiden kanssa, kuten lämpöpumppujen ja CHP-voimaloiden. Vaskiluodossa Vaasassa käyttöön otettu 47 megawatin sähkökattila (kuva 6) mahdollistaa uusiutuvan ja edullisen sähkön hyödyntämisen kaukolämmön tuotannossa. Sähkökattilan avulla EPV Energia voi tuottaa lämpöä erityisesti silloin, kun markkinoilla on paljon tuulivoimaa ja sähkön hinta on alhainen. Vastaava ratkaisu voisi toimia myös NEOT:n terminaalialueella, jossa

lämmitysenergian hallinta kustannustehokkaasti ja vähäpäästöisesti on tärkeää. (EPV Energia 2021.)



Kuva 7. Sähkökattila (EPV energia)

9.2 Voidaanko sähkökattilaa käyttää tuotesäiliöiden lämmitykseen?

Sähkökattiloiden käyttö terminaali-alueilla on noussut ajankohtaiseksi vaihtoehdoksi fossiilisten polttoaineiden korvaamiseen. Sähkökattilaa voidaan hyödyntää tuotesäiliöiden lämmityksessä tuottamalla kuumaa vettä tai höyryä, mikä soveltuu erityisesti polttoaineiden, kuten dieselin ja raskaan polttoöljyn, lämpötilan ylläpitämiseen. Taija Tiaisen NEOT:n tekemässä opinnäytetyössä (05/2023) selvitettiin sähkökattiloiden teknisiä vaatimuksia ja mahdollisuuksia hyödyntää pörssisähköä terminaali- toiminnassa. Lisäksi sähkökattiloita voitaisiin käyttää muun muassa putkistojen, pumppaamoiden ja prosessivesien lämmitykseen, mikä tukee energiatehokkuustavoitteita ja vähentää päästöjä. Sähkökattilan käyttö mahdollistaa energiakustannusten optimoinnin erityisesti silloin, kun lämmitystarvetta voidaan ajoittaa edullisen pörssisähkön ajankohdiksi. (Tiainen 2023.)

9.3 Sähkökattilat tulevaisuudessa

Tulevaisuudessa sähkökattiloiden käyttö todennäköisesti kasvaa edelleen, kun teollisuus siirtyy kohti hiilineutraalia tuotantoa ja energian varastointiratkaisut kehittyvät. St1 ja NEOT voisivat hyödyntää sähkökattiloita esim. säiliöiden

lämpötilan säätelyyn ja ylläpitämiseen. Päästöttömät sähkökattilat myös sopivat EU-direktiiveihin ja ympäristötrendeihin, joihin NEOT ja St1 ovat molemmat tähtäämässä.

10 YMPÄRISTÖNÄKÖKULMAT JA PÄÄSTÖVÄHENNYSTAVOITTEET

ST1 on sitoutunut vähentämään ympäristövaikutuksiaan ja edistämään kestävää kehitystä useiden strategioiden ja toimenpiteiden avulla. Yritys keskittyy erityisesti hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen, uusiutuvan energian edistämiseen, energiatehokkuuden parantamiseen sekä kiertotalouden ja vastuullisuuden kehittämiseen. ST1:n tavoitteena on luoda kestävä energiajärjestelmä, joka mahdollistaa taloudellisesti kannattavan ja ekologisesti vastuullisen energiantuotannon.

Lisäksi ST1 panostaa älykkääseen energianhallintaan ja automaatoratkaisuihin, joiden avulla terminaalin energiatehokkuutta voidaan entisestään parantaa. Esimerkiksi taajuusmuuttajien ja reaaliaikaisen energiaseurannan avulla voidaan optimoida sähkömoottorien käyttöä, mikä vähentää tarpeetonta energiankulutusta ja parantaa prosessien ohjattavuutta.

Jos toimintatapaa vaihdetaan ja pörssisähkö otetaan käyttöön, voitaisiin sähkökattiloita hyödyntää lämmityksessä ja energiakustannusten optimoinnissa. Myös päästöt vähentyisivät huomattavasti, sillä St1 ja NEOT käyttää tällä hetkellä säiliöiden lämmitykseen öljyä.

ST1 ja NEOT voivat toimia esimerkkeinä teollisuuden siirtymisestä kohti vähäpäästöistä energiantuotantoa, ja onnistuneiden ratkaisujen myötä toimintamallit voivat olla laajennettavissa muihin terminaaleihin ja laitoksiin Suomessa. Tämä lähestymistapa tukee myös EU:n ilmastopoliittisia linjauksia ja Suomen kansallista tavoitetta olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä.

11 POHDINTA

Pörssisähkön ja kiinteähintaisen sähkösopimuksen välillä on useita sekä positiivisia että negatiivisia puolia. Pörssisähkön suurin etu on mahdollisuus hyödyntää alhaisia sähkönhintoja, mikä voi laskea energiakustannuksia merkittä-

västi etenkin silloin, kun kulutusta voidaan ajoittaa halvoille tunneille. Tämä tekee siitä houkuttelevan vaihtoehdon esimerkiksi terminaalialueen kaltaisessa toimintaympäristössä, jossa polttoaineiden siirtoa voidaan suunnitella ennakkoivasti.

Toisaalta pörssisähkössä suurin haittapuoli on sen epävarmuus. Hintavaihtelut voivat olla jyrkkiä, ja kulutuksen ajoittaminen edullisimmille tunneille vaatii jatkuvaa seuranta ja henkilöstön sitoutumista. Kiinteähintainen sähkösopimus tarjoaa puolestaan ennustettavuutta ja vakautta, mikä voi helpottaa budjetointia ja riskienhallintaa, vaikka se ei tarjoakaan mahdollisuuksia hyödyntää halvimpia tuntihintoja.

Tarkasteltu investointi eli siirtyminen pörssisähkön hyödyntämiseen terminaalien polttoaineen siirroissa on käytännössä toimintatavan muutos, ei fyysinen investointi. Tämä tekee siitä kevyen ja nopean toteuttaa, sillä se ei vaadi laitehankintoja. Henkilöstö seuraa sähkön hintaa esimerkiksi Nord Poolin tai Fingridin rajapinnasta, ja suorittaa siirrot silloin, kun sähkön hinta on edullisimmillaan

Vaikka tämä kuulostaa houkuttelevalta, nykyisessä tilanteessa pörssisähkön tuoma säästö on liian pieni suhteessa sen epävarmuuteen. Tilanne voi kuitenkin muuttua merkittävästi uusiutuvan energian osuuden kasvaessa. Kun esimerkiksi tuuli-, ja aurinkovoiman tuotanto yleistyy, sähkön hintaan voi syntyä entistä enemmän halpoja jaksoja, jopa ympäri vuoden. Tällöin pörssisähkö voi muodostua merkittävästi kiinteähintaisia sopimuksia edullisemmaksi.

Jos ja kun tämä kehitys toteutuu, on myös sähkökattiloihin investointi erittäin kannattavaa. Sähkökattilat voidaan ohjelmoida käynnistymään automaattisesti silloin, kun sähkön hinta on matalin, esimerkiksi yöllä tai runsaan tuulivoimatuotannon aikana. Ne toimivat eräänlaisina energiavarastoina, jotka hyödyntävät markkinoiden edullisinta sähköä lämmön tuottamiseen, mikä mahdollistaa fossiilivapaan ja kustannustehokkaan lämmöntuotannon.

Yhteenvedon voidaan todeta, että vaikka siirtyminen pörssisähköön ei välttämättä ole vielä taloudellisesti täysin perusteltua, se luo pohjan tulevaisuuden energiatehokkaammalle ja ympäristöystävällisemmälle toiminnalle, etenkin yhdistettynä sähkökattiloihin ja älykkääseen automaatioon.

12 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten pörssisähkön hyödyntäminen ja sähkömoottorien sekä sähkökattiloiden käyttö voisivat parantaa kohdeyrityksen energiatehokkuutta ja vähentää kustannuksia. Työssä käytiin läpi sekä pörssisähkön että kiinteähintaisen sähkön etuja ja haittoja, ja verrattiin niiden vaikutuksia siirtoprosessin kustannuksiin.

Laskelmat osoittivat, että pörssisähkön hyödyntäminen voi tuoda säästöjä erityisesti silloin, kun siirtoaajankohdat voidaan ajoittaa halvan sähkön tunneille. Toisaalta nykyisillä markkinoilla pörssisähkö saattaa olla liian epävarmaa ja säästöt suhteellisen pieniä. Tulevaisuudessa, uusiutuvan energian määrän kasvaessa, sähkön hinnanlaskun mahdollisuus tekee pörssisähkön käytöstä entistä houkuttelevampaa.

Sähkökattiloiden käyttöönotto edustaa potentiaalista kehitysaskelta, jonka avulla terminaali-alue voisi siirtyä osittain tai kokonaan fossiilivapaaseen lämmöntuotantoon. Toimintatavan muutos ja älykäs energianhallinta tarjoavat yritykselle mahdollisuuden kehittyä kohti ympäristöystävällisempää ja taloudellisesti tehokkaampaa toimintaa.

Lisäksi on huomioitava, että sähkön kokonaishintaan vaikuttavat merkittävästi myös verkkopalvelumaksut. Esimerkiksi Haminan Sähköverkko Oy:n keskijännitetariffiin sisältyvät perusmaksut, teho- ja energiamaksut sekä sähköverot muodostavat kiinteän kustannuserän, joka on syytä ottaa huomioon sähkösovimuksia kilpailutettaessa. Vaikka pörssisähkö voi tarjota ajoittaisia säästöjä, verkkotariffien osuus tekee kokonaissäästöpotentiaalista maltillisemman – etenkin silloin, kun kulutus on tasaista eikä sitä voida täysin ajoittaa halvoille tunneille.

LÄHTEET

ABB. 2021a. How Do Electric Motors Work? WWW-sivusto. Saatavilla: <https://new.abb.com/motors-generators/learn-and-explore> [Viitattu: 6.2.2025].

ABB. 2021b. How motor upgrades can improve pump system efficiency. PDF-tiedosto. Saatavilla: <https://library.e.abb.com/public/3069ec5dfae34f3599f9c899f66a8ea6/BR483.pdf> [Viitattu: 28.11.2024].

AVEVA. 2024. InTouch HMI – Visualization and Control Software. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://www.aveva.com/en/products/intouch-hmi/> [Viitattu: 6.3.2025].

Depositphotos. 2024. Cross-section of an industrial electric motor – Electric motor parts structure. [Kuva 1] WWW-sivusto Saatavilla: <https://depositphotos.com/fi/photo/cross-section-industrial-electric-motor-electric-motor-parts-structure-isolated-571100054.html> [Viitattu: 5.3.2025].

EPV Energia. 2021. Uusi sähkökattila otettiin käyttöön Vaskiluodossa Vaasassa. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://www.epv.fi/2021/12/08/uusi-sahkokattila-otettiin-kayttoon-vaskiluodossa-vaasassa/> [Viitattu: 6.4.2025].

European Commission Energy. 2022. Reducing Industrial Carbon Emissions. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://energy.ec.europa.eu> [Viitattu: 6.2.2025].

Haminan Sähköverkko Oy (2024) Verkkopalveluhinnasto 1.9.2024. Pdf-dokumentti. Saatavilla: https://haminanenergia.fi/wp-content/uploads/2024/08/Verkkopalveluhinnasto-1.9.2024_Haminan-Sahkoverkko-Oy.pdf (Luettu: 17.5.2025).

International Organization for Standardization. 2018. ISO 50001: Energy management systems – Requirements with guidance for use. Geneva: ISO.

Lumme Energia. 2024. Sähkön hintakatsaus. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://www.lumme-energia.fi/sahkon-hintakatsaus> [Viitattu: 19.3.2025].

Motiva. 2024. Yritysten ja kuntien vuotuinen energiankäyttö tehostunut 15 TWh. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://energiavirasto.fi/-/yritysten-ja-kuntien-vuotuinen-energian kaytto-tehostunut-15-twh> [Viitattu: 1.12.2024].

NEOT. n.d. Johtamisen periaatteilla tuetaan yhtenäistä organisaatio- ja johtamiskulttuuria. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://lifted.fi/asiakastarinat/case-neot-johtamisen-periaatteilla-tuetaan-yhtenaista-organisaatio-ja-johtamiskulttuuria/> [Viitattu: 5.3.2025].

OEM Finland. 2025. Simatic S7-1500. [Kuva 2] WWW-sivusto Saatavilla: <https://www.oem.fi/tuotteet/logiikat-ja-kaytot/logiikat/simatic-s7-1500--846594> [Viitattu: 6.3.2025].

Sähkövertailu. 2024. Sähkön hintaennuste. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://sahkovertailu.fi/sahkon-hintaennuste> [Viitattu: 18.3.2025].

Siemens. 2024a. Markkinajohtajalta uusi logiikkasarja. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://press.siemens.com/fi/fi/lehdistotiedote/markkinajohtajalta-uusi-logiikkasarja> [Viitattu: 5.3.2025].

Siemens. 2024b. SIMATIC S7-1500 - High-performance PLC for advanced automation. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-1500.html> [Viitattu: 5.3.2025].

STT Info. 2024. Yksi Suomen ensimmäisistä sähkökäyttöisistä lämpökattiloista on saapunut Tampereelle. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/69960052/yksi-suomen-ensimmaisista-sahkokayttoisista-lampokattiloista-on-saapunut-tampereelle?publisherId=69819135> [Viitattu: 20.3.2025].

Tampereen Energia. 2024. Tampereelle Pirkanmaan suurin vedenkeitin. WWW-sivusto. Saatavilla: <https://www.tampereenergia.fi/uutiset/tampereelle-pirkanmaan-suurin-vedenkeitin/> [Viitattu: 7.4.2025].

Tiainen, T. 2023. Polttonestesäiliöiden lämmitysjärjestelmän selvitystyö. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Pdf-dokumentti. Saatavilla: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/801093/Opinn%C3%A4ytety%C3%B6_Tiainen_Taija_TER19S1.pdf?sequence=2&isAllowed=y [Viitattu: 26.4.2025].