

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

JUHO KUUSIKOSKI

# **Lämpölaitoksen varavoiman tehos- taminen**

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN  
TUTKINTO-OHJELMA  
2025

## TIIVISTELMÄ

Kuusikoski, Juho: Lämpölaitoksen varavoiman tehostaminen  
Opinnäytetyö, AMK  
Energia- ja ympäristötekniikka  
Heinäkuu 2025  
Sivumäärä: 25

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan varavoimaratkaisujen kehittämismahdollisuuksia Purso Heat Oy:n lämpökeskuksessa, joka tuottaa lämpöenergiaa Purso-konsernin teollisuusalueelle Nokiolla. Työn tavoitteena oli selvittää, kuinka nykyistä varavoimakapasiteettia voitaisiin hyödyntää tehokkaammin erityisesti poikkeustilanteissa ilman merkittäviä investointeja.

Työssä kartoitettiin nykyisen varavoimajärjestelmän tila, kriittisten laitteiden sähkönkulutus ja automaatiojärjestelmän kyky hallita kuormitusta. Laskelmien ja järjestelmäanalyysin perusteella havaittiin, että generaattori kykenee tukemaan öljypolttimien ja yhden kaukolämpöpumpun yhtäaikaista käyttöä sähkökatkon aikana.

Työn tuloksena esitettiin kehitysehdotuksia, kuten kaukolämpöpumppujen vuorottelun käyttöönotto ja öljypolttimien liittäminen varavoimapiiriin. Näillä ratkaisuilla olisi mahdollista parantaa laitoksen toimintavarmuutta ilman suuria laitehankintoja. Työ toteutettiin yhteistyössä Purso Heat Oy:n kanssa, ja se perustuu käytännönläheiseen tarkasteluun, sähkönkulutuslaskelmiin sekä automaation arviointiin.

Opinnäytetyö tuottaa hyödyn kohdeyritykselle mutta tarjoaa myös sovellettavaa tietoa muille teollisille lämpölaitoksille. Työ osoittaa, että automaation ja kuormanhallinnan keinoin voidaan parantaa varavoiman käyttöä kustannustehokkaasti ja toimintavarmuutta vaarantamatta.

Avainsanat: varavoima, lämmöntuotanto, sähkönkulutus, automaatio, toimintavarmuus, kaukolämpö, öljypoltin

## ABSTRACT

Kuusikoski, Juho: Enhancing Backup Power Utilization in an Industrial Heating Plant

Bachelor's thesis

Energy and Environmental Engineering

July 2025

Number of pages: 25

This thesis explores the development potential of backup power solutions at the Purso Heat Oy heating plant, which supplies thermal energy to the Purso Group's industrial area in Nokia, Finland. The aim was to determine how the existing backup power capacity could be utilized more efficiently, particularly during power outages, without requiring significant investments.

The study mapped the current backup system, analyzed the electricity consumption of critical devices, and evaluated the automation system's capability to manage loads. Based on calculations and system analysis, it was found that the generator can support simultaneous use of the oil burners and one district heating pump during an outage.

As a result, several development proposals were made, including alternating the operation of district heating pumps and connecting oil burners to the backup power circuit. These solutions could improve the plant's operational reliability without major hardware changes. The work was carried out in collaboration with Purso Heat Oy and relied on practical analysis, load calculations, and automation review.

This thesis provides direct value to the target company and offers applicable knowledge for other industrial heating plants. It demonstrates how automation and load management can enhance the use of backup power in a cost-effective and reliable manner.

Keywords: backup power, thermal energy production, electricity consumption, automation, operational reliability, district heating, oil burner

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty osana Satakunnan ammattikorkeakoulun Energia- ja ympäristötekniikan insinööriopintoja. Työn aiheena on lämpölaitoksen varavoiman tehostaminen, joka pohjautuu käytännön tarpeeseen kehittää laitoksen toimintavarmuutta mahdollisten sähkökatkojen aikana.

Työn toimeksiantajana toimi Purso Heat Oy, jonka asiantuntemus ja käytännön kokemus olivat korvaamattomia työn toteuttamisessa. Erityiset kiitokset haluan osoittaa työn ohjaajalle Juhani Sävilammille, arvokkaista kommentteista ja tuesta työn eri vaiheissa.

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 YRITYKSEN ESITTELY .....	7
2.1 Purso Heat .....	8
3 KESKEISET KOMPONENTIT .....	9
3.1 Varavoimakone .....	9
3.1.1 Suunnittelu- ja mitoitusperusteet.....	11
3.2 Öljypolttimet.....	12
3.3 Kaukolämpöpumput.....	14
4 PROSESSI JA AUTOMAATIO.....	15
4.1 Prosessi.....	15
4.2 Automaatio .....	17
5 LASKENTA .....	18
6 EHDOTUKSET .....	19
7 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	20
8 LOPPUSANAT .....	22
LÄHTEET .....	23

## 1 JOHDANTO

Energian saatavuuden ja toimitusvarmuuden merkitys korostuu erityisesti teollisessa ympäristössä, jossa tuotannon jatkuvuus ja laitteiden turvallinen käyttö riippuvat keskeytyksettömästä sähkösyötöstä. Sähkönjakelun häiriöt voivat aiheuttaa merkittäviä taloudellisia tappioita, tuotantokatkoksia sekä turvallisuusriskejä. Tästä syystä varavoimajärjestelmien rooli on olennainen osa nykyaikaista energiainfrastruktuuria. Erityisesti lämmöntuotantolaitoksissa varavoima takaa, että kriittiset toiminnot, kuten polttimet ja kiertovesipumput, pysyvät toimintakykyisinä myös sähkökatkon aikana.

Tämä opinnäytetyö keskittyy varavoimaratkaisujen kehittämiseen Purso Heat Oy:n lämpökeskuksessa, joka toimii osana Purso-konsernia Nokialla. Työssä kartoitetaan nykyisen varavoimajärjestelmän toimintaa ja sen kykyä ylläpitää lämmöntuotantoa häiriötilanteissa. Tarkoituksena on arvioida, missä määrin järjestelmää voidaan hyödyntää tehokkaammin ja laajemmin nykyisillä resursseilla, sekä esittää kehitysehdotuksia automaation ja kuormien hallinnan parantamiseksi.

Tutkimuksen lähtökohtana on selvittää, kuinka nykyinen varavoimakapasiteetti voitaisiin kohdistaa järkevämmiin siten, että kriittiset komponentit – kuten öljypolttimet ja kaukolämpöpumput – voidaan pitää toiminnassa sähkökatkoksen sattuessa. Lisäksi työssä tarkastellaan lämmöntuotannon prosessia, automaatiojärjestelmää ja sähkönkulutusta, joiden perusteella tehdään laskelmat ja arvioidaan tekniset mahdollisuudet järjestelmän kehittämiseksi ilman merkittäviä investointeja.

Opinnäytetyö toteutetaan tiiviissä yhteistyössä Purso Heat Oy:n kanssa, ja sen tavoitteena on tarjota käytännönläheisiä ratkaisuja, joilla voidaan parantaa laitoksen toimintavarmuutta sekä valmiutta poikkeustilanteissa. Työ hyödyttää

suoraan yrityksen operatiivista toimintaa, mutta se tarjoaa myös laajempaa sovellettavaa tietoa varavoiman hyödyntämisestä teollisissa lämmöntuotantoympäristöissä.

## 2 YRITYKSEN ESITTELY

Purso Oy on suomalainen perheyritys, joka on perustettu vuonna 1959. Yrityksen pääkonttori ja tuotantolaitos sijaitsevat Nokiolla. Purso Oy suunnittelee ja valmistaa alumiinista tehtyjä ratkaisuja mm. rakentamiseen, teollisuuteen ja valaistukseen (Purso Oy, n.d.). Yrityksen liiketoiminta-alueita ovat:

- Alumiiniprofiilit ja teollisuuden komponentit
- Rakennusjärjestelmät (esim. julkisivut, ovet ja ikkunat)
- Valaistusratkaisut (SNEP®)



Kuva 1. Purso Oy (Purso.fi n.d.)

Purso Oy panostaa vahvasti kestävään kehitykseen: noin 50 % sen käyttämästä alumiinista on kierrätettyä. Yrityksen liiketoimintaa ohjaavat laatu, ympäristövastuu ja pitkäjänteinen tuotekehitys.

Purso-konserniin kuuluvat myös mm. Purso Heat Oy, Purso AluCool Oy, Purso-Tools Oy ja Fennosteel Oy. Konserni työllistää yhteensä yli 500 henkilöä, ja sen liikevaihto oli noin 171 miljoonaa euroa vuonna 2024 (Purso Oy, n.d.).

## 2.1 Purso Heat

Tämä opinnäytetyö toteutetaan yhteistyössä Purso Heat Oy:n kanssa. Yritys on Purso Oy:n tytäryhtiö, ja se toimii energia-alalla vastaten lämmöntuotannosta Purson teollisuusalueella Nokialla. Purso Heat Oy:n päätoimialana on energiapalvelut ja lämmön tuotanto, ja sen liiketoiminta keskittyy erityisesti emoyhtiön tarpeisiin (Finder.fi, n.d.).

Purso Heat Oy:n tehtävänä on tuottaa ja ylläpitää energiatehokkaita ja toimintavarmojia ratkaisuja, jotka tukevat Purso Oy:n teollista tuotantoa sekä alueen energiatarpeita. Laitos tuottaa lämpöenergiaa hyödyntäen kotimaisia polttoaineita, kuten haketta, pellettiä ja sen toiminnassa korostuvat energiatehokkuus, toimitusvarmuus ja ympäristövastuullisuus (Finder.fi, n.d.).

Varavoiman rooli on keskeinen erityisesti teollisessa ympäristössä, jossa sähkönsyötön katkoksilla voi olla merkittäviä vaikutuksia tuotantoon ja laitteiden turvalliseen käyttöön. Tässä opinnäytetyössä keskitytäänkin varavoimajärjestelmän nykytilan kartoittamiseen ja kehittämiseen. Tavoitteena on parantaa järjestelmän suorituskykyä, luotettavuutta ja vasteaikaa häiriötilanteissa, mikä tukee Purso Heat Oy:n pyrkimyksiä kehittää lämmöntuotantonsa toimintavarmuutta.

## 3 KESKEISET KOMPONENTIT

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan lämpölaitoksen varavoimaratkaisun kannalta keskeisimpiä teknisiä komponentteja, joiden toiminta on oleellista laitoksen sähköisen ja lämpöteknisen toiminnan jatkuvuuden turvaamiseksi häiriötilanteissa. Käsittelyssä ovat varavoimakone, öljypolttimet sekä kaukolämpöpumput, joista jokaisella on oma roolinsa laitoksen toimintavarmuuden ylläpitämisessä. Näiden laitteiden rakenteet, toimintaperiaatteet sekä suunnittelu- ja mitoitusperiaatteet käydään läpi varavoiman näkökulmasta, huomioiden käytännön sovellukset ja laitoksen erityispiirteet. Kappaleissa olevilla komponenteilla on kriittinen rooli työn lopputuloksen kannalta.

### 3.1 Varavoimakone

Varavoimakoneilla tarkoitetaan laitteistoja, jotka tuottavat sähköä tilanteissa, joissa normaali sähköverkko ei ole käytettävissä. Näitä käytetään erityisesti kohteissa, joissa sähkönsaannin katkeaminen aiheuttaisi vakavia seurauksia, kuten lämpölaitoksissa, sairaaloissa tai vedenkäsittelylaitoksissa (VTT, 2021). Ne koostuvat yleensä polttomoottorista (yleisimmin diesel- tai kaasukäyttöinen), mekaanisen energian sähköksi muuttavasta generaattorista, ohjausjärjestelmästä sekä siirtokytkimestä (Salmela, 2019; Koivisto, 2020).

Varavoimakäyttö voidaan jakaa kahteen tyyppiin: varateho (ESP, Emergency Standby Power), joka aktivoituu vain sähkökatkosten aikana, ja pääteho (PRP, Prime Power), jota käytetään jatkuvassa tai pitkäkestoisessa kuormituksessa, esimerkiksi alueilla ilman luotettavaa sähköverkkoa (Koivisto, 2020).

Generaattorin valintaan vaikuttaa olennaisesti käytettävä polttoaine, sillä se määrittää sekä laitteen sopivuuden eri ympäristöihin että sen ympäristökuormituksen. Dieselgeneraattoreita suositaan teollisuudessa niiden toimintavarmuuden takia, mutta ne aiheuttavat melua ja päästöjä, jotka on huomioitava suunnittelussa. Kaasukäyttöiset generaattorit ovat puhtaampia ja hiljaisempia,

mutta edellyttävät kaasulinjaston tai säiliöratkaisun olemassaoloa (Tekniikan Maailma, 2022).

Varavoimakoneiden sähkönlaatu varmistetaan jännitteen säädöllä, ja automaattinen ohjausjärjestelmä mahdollistaa nopean reagoinnin sähkökatkokseen. Nykyjärjestelmissä on usein myös etävalvonta- ja diagnostiikkaominaisuuksia, kuten kuvassa 2 esitetyssä diesel käyttöisessä varavoimakoneessa (Himoinsa, 2023).

Model

## HYW-45 T5

HYW-45 T5 | Three phase | Diesel | Open Skid



Kuva 2. Varavoimakone (Himoinsa. haettu 1.7.2025)

Jotta varavoimakone toimii häiriöttömästi tarvittaessa, sen huolto ja testaus on tehtävä säännöllisesti. Tähän sisältyy esimerkiksi viikoittaiset käynnistystestit ilman kuormaa, kuukausittaiset kokeet kuorman kanssa sekä akun kunnan ja polttoaineen laadun tarkastukset (VTT, 2021). Lämpölaitoksessa varavoimakone turvaa erityisesti automaation, kiertovesipumppujen, polttimeen ja turvalaitteiden toiminnan sähkökatkon aikana. Lyhytkin sähkökatkos voi johtaa lämpölaitoksen hallitsemattomaan alasajoon, josta seuraa ylimääräisiä kustannuksia, polttoaineen hukkaa ja päästöpiikkejä (Salmela, 2019). Näin ollen varavoimaratkaisut ovat olennainen osa modernia energiainfrastruktuuria ja laitosturvallisuutta.

### 3.1.1 Suunnittelu- ja mitoitusperusteet

Varavoimakoneen valinta ja mitoitus perustuvat kohteen sähkökuormaan, käyttötarkoitukseen ja käyttöolosuhteisiin. Himoinsa tarjoaa tähän tarkoitukseen käytännönläheisen Sizing Tool -mitoitustyökalun, jonka avulla voidaan analysoida kuormitus ja valita sopiva generaattorimalli (Himoinsa, n.d.).

Ensimmäinen mitoituksen perusta on käyttöluokan määrittely: käytetäänkö generaattoria ainoastaan sähkökatkosten aikana (ESP – Emergency Standby Power), vai toimiiko se pääasiallisena tehonlähteenä (PRP – Prime Power). Himoinsan valikoimasta löytyvät molempiin tarkoituksiin soveltuvat mallit (Himoinsa, n.d.).

Toinen kriittinen vaihe on kokonaiskuorman analysointi. Siinä huomioidaan kaikkien varavoimalla toimivien laitteiden nimellistehot (kW) sekä erityisesti moottorikäyttöisten laitteiden käynnistysvirrat, jotka voivat hetkellisesti moninkertaistaa tehontarpeen (Himoinsa, n.d.; Tekniikan Maailma, 2022).

Generaattorit mitoitetaan näennäistehona (kVA), joten on huomioitava tehokerroin ( $\cos \varphi$ ). Esimerkiksi 30 kW:n jatkuva kuorma edellyttää noin 37,5 kVA:n generaattoria olettaen tehonkertoimeksi 0,8 (Himoinsa, n.d.).

Himoinsan Sizing Tool mahdollistaa kuormitusskenaarioiden simuloinnin ja auttaa arvioimaan kokonaiskuormitusta. Yleisesti suositellaan, että generaattori mitoitetaan siten, että sen käyttöaste jää 70–80 % tasolle. Tämä jättää 20–30 % varakapasiteettia kattamaan kuormitusvaihtelut, käynnistysvirrat ja mahdolliset tulevat laajennukset (Power Electrics, n.d.).

Asennuspaikka vaikuttaa valintaan, sillä ulkokäyttöön soveltuvat koneet edellyttävät sääsuojauksia ja asianmukaista ilmanvaihtoa. Himoinsan HI-, HS- ja HT-sarjat tarjoavat erilaisia ratkaisuja eri ympäristöihin (Himoinsa, n.d.). Lisäksi esimerkiksi VTT (2021) korostaa säännöllisten testien ja huollon merkitystä varavoiman luotettavuuden ylläpitämisessä.

Purso Heat Oy:n tapauksessa generaattori on mitoitettu kattamaan tärkeimmät varavoimaa tarvitsevat laitteet, mutta ei kaikkia samanaikaisesti. Siksi suunnittelussa painotettiin kuormien priorisointia ja vuorottelua automaation avulla. Näin varmistetaan kriittisten toimintojen jatkuvuus ilman generaattorin ylikuormittumista.

### 3.2 Öljypolttimet

Öljypolttimet ovat keskeinen osa monien lämpölaitosten varalämmöntuottojärjestelmä, erityisesti silloin kun ensisijainen polttoaine, kuten hake tai pelletti, ei ole saatavilla tai kun sähkönjakelussa esiintyy katkoksia. Suomalainen Oilon on yksi johtavista öljypolttimien valmistajista, ja sen laitteita käytetään laajasti eri kokoisissa lämmitysjärjestelmissä. Öljypolttimen toimintaperiaate perustuu nestemäisen polttoaineen, kuten kevyen polttoöljyn, sumuttamiseen ja sekoittamiseen palamisilmaan, minkä jälkeen seos sytytetään. Tämä tuottaa lämpöenergiaa, joka siirtyy kattilan kautta lämmitysjärjestelmään (Oilon, 2025). Nykyaikaiset öljypolttimet, kuten Oilonin B-sarjan polttimet, on varustettu automaattisilla säätölaitteilla, jotka optimoivat palamisen, parantavat energiatehokkuutta ja vähentävät päästöjä. Öljypolttimet sopivat hyvin varavoimakäyttöön, koska ne voidaan käynnistää nopeasti ja niiden polttoaine on helposti varastoitavissa (Motiva, 2022; Oilon, 2025).



Kuva 3. Purson öljypolttimet ja kattilat (Juho Kuusikoski, 2025)

Öljylämmitys ei ole ympäristöystävällisin ratkaisu jatkuvassa energiantuotannossa, mutta varavoimakäytössä sen luotettavuus ja varastoitavuus tekevät siitä perustellun vaihtoehdon (Ympäristöministeriö, 2021). Öljypolttimen toimintavarmuus edellyttää kuitenkin säännöllistä huoltoa. Esimerkiksi suuttimien ja suodattimien puhdistus sekä polttoainejärjestelmän tarkistus ovat oleellisia

toimintahäiriöiden ehkäisemiseksi ja laitteen tehokkuuden säilyttämiseksi (Öljylämmitys.fi, 2023). Kun järjestelmä on oikein mitoitettu ja ylläpidetty, öljypoltin tarjoaa luotettavan vaihtoehdon turvaamaan lämmöntuotanto poikkeustilanteissa.

Purso heatin tapauksessa öljypolttimia on kaksi teholtaan 1,2 MW öljypoltinta, jotka ovat molemmat Oilonin valmistamia. Öljypolttimet ovat sijoitettu Biokattilan kanssa samaan rakennukseen, mutta eri huoneisiin turvallisuus syistä. Öljypoltimet ottavat tehoa neljä kilowattia poltinta kohti ja näiden lisäksi sähkön kulutukseen vaikuttaa öljyn pumppaaminen polttimille. Öljypumput kuluttavat virtaa 0,55kilowattia, joten yhteensä sähköä kuluu 4,55 kilowattia poltinta kohti. Etenkin talvella, kun lämmön kulutusta on paljon sekä molemmat polttimet päällä ja tämä vastaa 9,1 kilowatin sähkön kulutusta. (Purso n.d.)

### 3.3 Kaukolämpöpumput

Kaukolämpöpumput ovat keskeisiä osia kaukolämpöjärjestelmässä, sillä ne vastaavat lämpöenergian siirtämisestä tuotantolaitokselta kuluttajille. Niiden luotettava toiminta on erityisen tärkeää sähkökatkojen aikana, jolloin varavoimajärjestelmän tehtävänä on varmistaa, että pumput pysyvät käynnissä (Motiva, 2023). Pumput kuluttavat huomattavan määrän sähköenergiaa, ja niiden käynnistyksessä syntyvä virranpiikki voi kuormittaa varavoimakoneistoa merkittävästi. Tämän vuoksi varavoiman mitoituksessa on huomioitava paitsi laitteiden jatkuva tehontarve, myös käynnistyshetken kuormitus ja mahdolliset samanaikaiset kuormat (Energiateollisuus, 2022).

Nykyaikaisissa järjestelmissä kaukolämpöpumput on varustettu taajuusmuuttajilla, jotka mahdollistavat moottorien kierrosluvun säätelyn portaattomasti. Tämä ei ainoastaan paranna energiatehokkuutta, vaan myös tasaa hetkellisiä kuormitushuippuja, mikä vähentää vaatimuksia varavoimakapasiteetille (Motiva, 2023). Lisäksi kehittynyt ohjaustekniikka voi mukauttaa pumppujen toimintaa sähköverkon tilan ja kulloisenkin lämpökuorman perusteella. Tällöin voidaan kohdentaa rajallinen varavoima kaikkein tärkeimpiin toimintoihin.

Käytännössä tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että pumppuja käynnistetään porrastetusti tai ajetaan osakuormalla häiriötilanteessa (Motiva, 2023).

Kaukolämpölaitosten varautumisessa sähkönjakelun häiriöihin pumppujen luotettava toiminta korostuu. Varavoimaratkaisujen suunnittelussa tulisi tarkastella sekä laitteistojen teknisiä ominaisuuksia että toimintalogiikkaa. Tämä sisältää muun muassa elinkaaren hallinnan, huoltotarpeet sekä automaatiojärjestelmän kyvyn reagoida nopeasti muuttuviin tilanteisiin (Motiva, 2023).

## 4 PROSESSI JA AUTOMAATIO

Tässä luvussa perehdytään lämpölaitoksen toimintaan ja siihen, miten prosessi ja automaatio yhdessä varmistavat lämmöntuotannon sujuvuuden. Ensin kuvataan, miten lämpö tuotetaan ja millaisia laitteita siihen käytetään Purso Heatin laitoksella. Tämän jälkeen tarkastellaan, miten automaatio ohjaa ja valvoo prosessia sekä huolehtii siitä, että kaikki toimii turvallisesti ja tehokkaasti myös häiriötilanteissa. Luvussa tuodaan esiin, miten prosessin ja automaation yhteispeli auttaa pitämään laitoksen toiminnassa myös silloin, kun sähkösaannissa on ongelmia, sekä kuvataan laitoksen nykytilannetta.

### 4.1 Prosessi

Lämmöntuotantoprosessi Purson Nokian alueella perustuu ensisijaisesti 2,5 megawatin biolämpökattilaan, jonka on valmistanut Vapor Oy. Kattilalla tuotettu lämpö hyödynnetään sekä alueen kiinteistöjen lämmitykseen että osittain tehdasprosessien lämpötarpeisiin. Lämmönjakelun toimintavarmuutta tukevat kaksi 1,2 megawatin öljykäyttöistä varakattilaa, jotka voidaan käynnistää biokattilan häiriötilanteissa. Käytössä oleva varavoimajärjestelmä on Himoin-san valmistama dieselkäyttöinen generaattori, malliltaan HFW-45 T5, jonka nimellisteho on 39,5 kVA (31,6 kW). Generaattori on mitoitettu kattamaan lämpölaitoksen kriittiset sähkökuormat, kuten kaukolämpöpumput, paineenpitopumput

ja ohjausautomaatio. Järjestelmä käynnistyy automaattisesti sähkökatkon sattuessa, ja sen toimintaa ohjataan laitoksen automaatiojärjestelmän kautta. HFW-malliston varavoimakoneet on varustettu automaattisella käynnistystoiminnolla, jonka ansiosta ne reagoivat sähkökatkokseen itsenäisesti ilman käyttäjän toimenpiteitä. Lisäksi laitteissa on sisäänrakennettu jännitteen säätö ja mahdollisuus yksinkertaiseen etäseurantaan, mikä tukee järjestelmän toimintavarmuutta (Himoinsa, 2023). Varavoimakoneen rooli tässä kokonaisuudessa on keskeinen erityisesti sähkökatkojen aikana. Tällä hetkellä varasähkö on liitetty ainoastaan kaukolämpöpumppuihin ja paineenpitopumppuihin, jotta biolämpökattila voidaan sähkökatkon sattuessa ajaa hallitusti alas ilman lämpö- tai painevaurioita. Tämä rajattu varavoimaratkaisu ei mahdollista kattilan täydellistä käyttöä sähkökatkon aikana, mutta se turvaa kriittisimmät toiminnot ja ehkäisee laitteistovaurioita (Sävilammi, 2025).

Taulukko 1. Varavoiman kriittiset laitteet

	Laitteet	Kulutus (kW)
1	Öljypumppu 1	0,55
2	Öljypumppu 2	0,55
3	Öljypoltin 1	4
4	Öljypoltin 2	4
5	Paineenpitopumppu 1	1,5
6	Paineenpitopumppu 2	1.5
7	Kaukolämpöpumppu 1	11
8	Kaukolämpöpumppu 2	11
9	Kulutus yhteensä	34,1

Taulukossa 1. esiintyvät kriittiset laitteet eivät ole kaikki samaan aikaan päällä, koska kaukolämpöpumppuista ja paineenpitopumppuista vain toinen on kerrallaan päällä. Kulutus yhteensä 34,1 (kW) ei ole todellinen kulutus käytön aikana.

## 4.2 Automaatio

Teollisuuden lämmöntuotantoprosessien hallinta edellyttää luotettavaa ja tehokasta automaatiojärjestelmää, joka mahdollistaa jatkuvan valvonnan, turvallisen käytön ja energiatehokkaan toiminnan. Purso Heat -lämpökeskuksessa automaatiojärjestelmä on suunniteltu vastaamaan näihin vaatimuksiin hyödyntämällä nykyaikaista ohjaus- ja valvontateknologiaa.

Lämpökeskuksen automaatiojärjestelmä koostuu useista osa-alueista: kenttälaitteista, sähköpääkeskuksesta, logiikkakeskuksesta, ohjelmoitavasta logiikasta (PLC), sekä valvomotietokoneesta ja paikallisesta käyttöliittymästä. Prosessinohjaus perustuu Allen-Bradleyn ControlLogix-sarjan logiikkaan, joka mahdollistaa kattavan säätö- ja valvontatoiminnallisuuden lämpölaitoksen käyttöön (Rockwell Automation, 2020, s. 21). Käyttöliittymänä toimii interaktiivinen kosketusnäyttöpaneeli, jonka ohjelmistona on teollisuudessa yleisesti käytetty FactoryTalk View Machine Edition (Rockwell Automation, n.d.).

Ohjausjärjestelmä on rakennettu siten, että logiikka ja valvomotietokone on yhdistetty Ethernet-pohjaisella tiedonsiirrolla, mikä mahdollistaa reaaliaikaisen ja luotettavan tiedonvaihdon järjestelmän eri osien välillä. Järjestelmän rakenteessa ohjaus ja valvonta on keskitetty siten, että kriittisten prosessiarvojen – kuten lämpötilojen, paineiden ja polttimeen tilojen – seuranta ja säätö onnistuu turvallisesti yhdestä käyttöliittymästä. Valvomo saa reaaliaikaisesti tiedon keskeisistä parametreista, mikä tukee häiriötilanteiden hallintaa.

Automaation avulla lämpökeskuksen prosessia voidaan hallita optimoidusti, mikä parantaa energiatehokkuutta, vähentää polttoaineen kulutusta ja ehkäisee käyttökatkoksia. Lisäksi jatkuva tietojen keruu mahdollistaa analysoinnin ja järjestelmän kehittämisen pitkällä aikavälillä (Vikki, 2020, s. 19). Nykyaikainen käyttöliittymä parantaa myös käyttäjäystävällisyyttä ja vähentää inhimillisten virheiden riskiä, kun esimerkiksi hälytykset ja tilannetiedot esitetään visuaalisesti selkeässä muodossa (Rockwell Automation, n.d.).

## 5 LASKENTA

Varavoimakoneen tehon mitoituksessa huomioitiin kaikki kriittiset kuormituskohteet, jotka lämpölaitoksen tulee voida käyttää sähkökatkon aikana. Laitteistoon kuuluvat kaksi 0,55 kW:n öljypumppua, kaksi 4 kW:n öljypoltinta, yksi 1,5 kW:n paineenpitopumppu, kaksi 11 kW:n kaukolämpöpumppua sekä vedenkäsittelylaitteisto. Näiden yhteisteho on noin 34,1 kW.

Näennäisteho  $S$  lasketaan kaavalla:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}$$

Missä:

- $S$  = näennäisteho (kVA)
- $P$  = sähköteho (kW)
- $\cos \varphi$  = tehokerroin (tässä oletettu 0,8)

$$S = \frac{34,1 \sim \text{kW}}{0,8} = 42,6 \sim \text{kVA}$$

Tämä ylittää käytössä olevan generaattorin nimellistehon, joka on 31,6 kW / 39,5 kVA. Tämän vuoksi kuormaa on rajattava.

Kun käytössä on vain yksi kaukolämpöpumppu, kokonaissähköteho pienenee:

$$P = 34,1 \sim \text{kW} - 11 \sim \text{kW} = 23,1 \sim \text{kW}$$

Näennäisteho vastaavasti:

$$S = \frac{23,1 \sim \text{kW}}{0,8} = 28,9 \sim \text{kVA}$$

Lisätään tehontarpeeseen 20 % turvamarginaali käynnistysvirtoja ja kuormitusvaihteluita varten (Power Electrics, n.d.):

$$P_{\text{turvamarginaalilla}} = 23,1 \sim \text{kW} \times 1,2 = 27,7 \sim \text{kW}$$

$$S_{\text{turvamarginaalilla}} = \frac{27,7 \sim \text{kW}}{0,8} = 34,65 \sim \text{kVA}$$

Tämä alittaa generaattorin kapasiteetin ja mahdollistaa varman toiminnan. Lasketun perusteella generointitehoa jää käyttöön vielä:

$$S_{\text{ylijäämä}} = 39,5 \sim \text{kVA} - 34,65 \sim \text{kVA} = 4,85 \sim \text{kVA}$$

Tämä 4,85 kVA riittää hyvin laitoksen valaistukseen, automaatio-ohjaukseen ja muihin oheislaitteisiin, joiden kulutus on tyypillisesti pieni — esimerkiksi valaistuksen osuus on arviolta 0,5–1 kW ja automaation 0,2–0,5 kW.

Järjestelmää suunniteltaessa voidaan siis todeta, että generaattori on mitoitettu oikein olettaen, että kaukolämpöpumpuista käytetään kerrallaan vain toista. Ylimääräinen teho antaa riittävän puskurin myös tilanteisiin, joissa jotkin apulaitteet, kuten vedenkäsittelyjärjestelmä tai ohjauslogiikka, ovat samanaikaisesti toiminnassa.

## 6 EHDOTUKSET

Lämpölaitoksen toimintavarmuuden parantamiseksi sähkökatkotilanteissa esitetään seuraavat kehitys- ja toteutusehdotukset. Ehdotukset perustuvat nykytilanteeseen, jossa varavoimaa hyödynnetään ainoastaan biokattilan hallittuun alasajoon, mutta ei esimerkiksi öljypolttimien tai kaukolämpöpumppujen käyttöön.

### Kaukolämpöpumppujen vuorottelumahdollisuus

Ehdotetaan automaatiojärjestelmän muokkaamista siten, että se mahdollistaa kaukolämpöpumppujen vuorottelun sähkökatkon aikana ja normaalissa käytössä. Tämä tarkoittaa, että vain yksi pumpuista olisi kerrallaan toiminnassa varavoimalla, mikä vähentää hetkellistä sähkökuormaa ja mahdollistaa lämmönjakelun ylläpidon aikanakin minimitasolla. Vuorottelulogiikan avulla voidaan käyttää olemassa olevaa varavoimaa tehokkaammin ilman merkittäviä laitteistopäivityksiä. Kaukolämpöpumput ovat tehoiltaan 11 kilowattia ja toimivat taajuusmuuntajan kautta. Taajuusmuuntaja itsessään on PID-säädin, josta seurasimme kulutuksen olevan käytössä noin 8 kilowattia normaalissa ajossa. Pumppujen vuorottelu ei ole pakollista, mutta se pidentäisi merkittävästi pumppujen elinikää sekä toimintavarmuutta

Varavoiman kapasiteetin hyödyntäminen öljypolttimille

Tällä hetkellä öljypolttimet eivät ole varavoiman piirissä, mutta niiden käyttö sähkökatkon aikana voisi mahdollistaa lämpötuotannon jatkumisen myös biokattilan alasajon jälkeen. Nykyinen varavoima riittää polttimien ja yhden kaukolämpöpumpun samanaikaiseen käyttöön.

Käytännön toteutusvaihtoehdot

Laaditaan sähkönkulutuslaskelmat eri kuormitusskenaarioille (esim. yksi pumppu + öljypoltin)

-Muokataan automaatiojärjestelmän logiikkaa tukemaan kuormien priorisointia ja vuorottelua

-Testataan ratkaisut turvallisissa käyttöolosuhteissa ennen käyttöönottoa

-Laaditaan uusi käyttöohjeistus poikkeustilanteita varten

Näiden kehitys- ja toteutusehdotusten tavoitteena on varmistaa lämpölaitoksen toimintakyky kriittisissä tilanteissa ja hyödyntää olemassa oleva varvoimajärjestelmä mahdollisimman tehokkaasti ilman suuria investointeja.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa Purso Heat Oy:n lämpökeskuk- sen nykyinen varvoimajärjestelmä ja esittää kehitysehdotuksia sen tehosta- miseksi erityisesti poikkeustilanteissa. Työssä selvitettiin, missä määrin ole- massa olevaa varvoimakapasiteettia voidaan hyödyntää nykyistä tehok- kaammin ilman suuria investointeja.

Työ vastasi hyvin asetettuihin tavoitteisiin. Nykytilan analyysin ja sähkönkulu- tuslaskelmien avulla saatiin selkeä kuva siitä, mitkä toiminnot ovat kriittisiä sähkökatkon aikana ja kuinka varavoima jakautuu näiden kesken. Lisäksi au- tomaatiojärjestelmän tarkastelu antoi realistisen kuvan kuormien hallintamah- dollisuuksista sekä teknisestä toteutettavuudesta.

Uutena ja käytännössä arvokkaana havaintona esille nousi mahdollisuus hyödyntää olemassa olevaa varavoimaa tehokkaammin automaation keinoin. Esimerkiksi kaukolämpöpumppujen vuorottelu ja öljypolttimien liittäminen varavoimapiiriin olisivat toteutettavissa ilman merkittäviä laiteinvestointeja. Tämänkaltaiset muutokset voisivat parantaa laitoksen toimintavarmuutta merkittävästi erityisesti kriittisissä käyttötilanteissa, kuten talvipakkasilla tai tuotanto-  
piikkien aikaan.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että nykyinen varavoimakone on mitoitettu riittävästi yhden kaukolämpöpumpun ja polttimien samanaikaiseen käyttöön. Samalla havaittiin, että kaikkien laitteiden yhtäaikainen käyttö ei ole mahdollista ilman lisätehoa, mikä korostaa kuormien priorisoinnin ja ohjauksen merkitystä.

Työllä on käytännöllistä vaikuttavuutta kohdeyrityksen näkökulmasta, mutta se tarjoaa sovellettavaa tietoa myös muille pienille ja keskisuurille lämpölaitoksille, joilla on tarve varautua sähkökatkoihin kustannustehokkaasti. Laajemmin tarkasteltuna työ nostaa esiin teollisen energiainfrastruktuurin toimintavarmuuden kehittämisen merkityksen sekä automaation roolin kriittisten prosessien tukemisessa.

Työn rajoitteena on, että kehitysehdotuksia ei testattu käytännössä. Lisäksi sähkönkulutusarvot perustuvat pääosin nimellistehoihin, eivät mitattuihin arvoihin. Näistä syistä tulokset ovat suuntaa antavia ja vaativat jatkokehitystä ennen käyttöönottoa.

Jatkokehitykselle olisi luonnollinen suunta tarkentaa sähkönkulutusmittauksia käytännössä, testata automaatiotratkaisuja simulointien avulla sekä laatia yksityiskohtainen käyttöskenaario sähkökatkotilanteita varten. Myös varavoiman käyttöön liittyvät ympäristövaikutukset ja taloudellinen tarkastelu voisivat olla kiinnostavia jatkotutkimusaiheita

## 8 LOPPUSANAT

Tämän opinnäytetyön toteutuksessa käytettiin soveltavaa ja teknistä lähestymistapaa. Tavoitteena oli kartoittaa nykyinen varavoimajärjestelmä ja esittää kehitysehdotuksia ilman suuria investointeja. Työn ensimmäisessä vaiheessa koottiin lähtötiedot hyödyntäen haastatteluja, dokumentteja, sähkökaavioita ja automaatiojärjestelmän rakennekuvia.

Toisessa vaiheessa tehtiin sähkönkulutuslaskelmia kriittisistä laitteista ja arvioitiin varavoiman riittävyttä eri käyttötilanteissa. Kolmannessa vaiheessa analysoitiin automaation toimintalogiikkaa ja sen mahdollisuuksia kuormien hallintaan ja priorisointiin. Lopuksi laadittiin kehitysehdotuksia, jotka perustuvat laskelmiin ja järjestelmän tekniseen toteutettavuuteen.

Työn luotettavuus pohjautuu huolellisesti koottuun tietopohjaan ja laskennalliseen arvioon. Tiedot perustuivat yrityksen dokumentaatioon, teknisiin aineistoihin ja henkilöstön asiantuntemukseen. Vaikka sähkönkulutustiedot perustuivat pääosin nimellisarvoihin, ei mitattuihin arvoihin, ne riittivät suuntaa antavaan tarkasteluun ja auttoivat osoittamaan kehityskohteet.

Työssä on noudatettu hyvää tieteellistä käytäntöä ja tutkimuseettisiä periaatteita. Opinnäytetyö kehitti osaamistani usealla osa-alueella. Työn aikana opin soveltamaan sähkönkulutukseen, varavoimaan ja automaatioon liittyviä suunnitteluperiaatteita. Myös tiedonhaku ja lähdekritiikki kehittyivät projektin aikana, sillä aineistoa jouduttiin arvioimaan huolellisesti käytännön sovellettavuuden kannalta.

Haasteita aiheuttivat tiedon hajanaisuus ja lähteiden tekninen luonne, mutta näistä selvitettiin oma-aloitteisuudella ja yhteistyöllä yrityksen henkilöstön kanssa. Myös raportoinnin, rakenteen ja teknisen viestinnän taidot kehittyivät projektin aikana. Työ antoi valmiuksia toimia jatkossa energia- ja teollisuussektorin teknisissä tehtävissä, joissa tarvitaan järjestelmien tuntemusta ja ongelmanratkaisukykyä.

## Lähteet

Finder.fi. (n.d.). Purso Heat Oy. Finder. Haettu 26.5.2025 osoitteesta

<https://www.finder.fi/Energiapalvelut%2Benergian%2Btuotanto/Purso%2BHeat%2BOy/Siuro/yhteystiedot/2575673>

Himoinsa. (n.d.). *Sizing Tool*. Haettu 18.6.2025 osoitteesta <https://www.himoinsa.com/sizing-tool>

Himoinsa. (n.d.). *Generator sets for fixed installations*. Haettu 18.6.2025 osoitteesta <https://www.himoinsa.com/generators/fixe>

FG Wilson. (2020). *Generator Set Selection Guide*. Haettu 18.6.2025 osoitteesta <https://www.fgwilson.com>

Himoinsa. (2023). HFW-45 T5 product sheet. [https://www.himoinsa.com/pdfdatasheet/HFW-45\\_T5\\_400\\_230V\\_50HZ\\_AC5.pdf](https://www.himoinsa.com/pdfdatasheet/HFW-45_T5_400_230V_50HZ_AC5.pdf)

Himoinsa, (n.d.).electric-generators Haettu 1.7.2025 osoitteesta. <https://www.himoinsa.com/electric-generators/generator-set-41kva-diesel-open-skid-hyw/generator-sets-for-telecommunications/ht-range/4-14-3876/eng.html>

Koivisto, J. (2020). Kylmävalssaamoiden varavoimaverkkojen selvitys [AMK-opinnäytetyö, Satakunnan ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://www.theseus.fi/handle/10024/346953>

Motiva. (2022). *Öljylämmitys – toiminta ja huolto*. <https://www.motiva.fi>

Motiva. (2023). *Taajuusmuuttajat energiatehokkuuden parantamisessa*. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/taajuusmuuttajat>

Oilon. (2025). *Burners*. <https://oilon.com/products/burners/>

Purso Oy. (n.d.). Company. Haettu 26.5.2025 osoitteesta

<https://purso.fi/en/company/>

Purso Oy. (n.d.). Sustainability. Haettu 26.5.2025 osoitteesta

<https://purso.fi/en/sustainability/>

Purso Oy. (n.d.). yhteystiedot. Haettu 1.6.2025 osoitteesta <https://purso.fi/yhteystiedot/>

Power Electrics. (n.d.). *Generator sizing: A step-by-step guide*. Haettu

18.6.2025 osoitteesta <https://powerelectrics.com/blog/generator-sizing-a-step-by-step-guide>

Rockwell Automation. (2020). *ControlLogix 5570 and 5560 Controllers User*

*Manual*. Haettu 4.6.2025 osoitteesta [https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1756-um001\\_-en-p.pdf](https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1756-um001_-en-p.pdf)

Rockwell Automation. (n.d.). FactoryTalk® View Machine Edition 10.00. Ha-

ettu 4.6.2025 osoitteesta <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/factorytalk/operationsuite/view/factorytalk-view-machine-edition.html>

Salmela, J. (2019). Varavoimakoneen mitoitus [AMK-opinnäytetyö, Kajaanin

ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://www.theseus.fi/handle/10024/184148>

Tekniikan Maailma. (2022). Dieselgeneraattorit sähkökatkojen varalle. TM

Rakennusmaailma, 10. <https://tekniikanmaailma.fi/dieselgeneraattorit-sahkokatkojen-varalle/>

VTT. (2021). Varavoimajärjestelmien luotettavuus kriittisissä prosesseissa.

VTT Technical Research Centre of Finland. <https://cris.vtt.fi/en/publications/varavoimaj%C3%A4rjestelmien-luotettavuus-kriittisiss%C3%A4-prosesseissa>

Vikki, T. (2020). Kaukolämpökeskuksen logiikan ohjelmointi Enelec Oy:lle (Opinnäytetyö, Savonia-ammattikorkeakoulu). Haettu 4.6.2025 osoitteesta [https://www.theseus.fi/bitstream/10024/342610/2/Vikki\\_Tommi.pdf](https://www.theseus.fi/bitstream/10024/342610/2/Vikki_Tommi.pdf)

Ympäristöministeriö. (2021). *Rakennusten energiatehokkuus ja lämmitysjärjestelmien kehitys* (Julkaisuja 15/2021). <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi>

Suomen Lämmitysyhdistys ry. (2023). *Öljypolttimet ja niiden käyttö*. Öljylämmitys.fi. <https://www.öljylammitys.fi>