

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2025

Eino Alajoki

Neste Oyj:n Naantalin terminaalien energiatehokkuussuunnitelman laadinta



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

2025 | 44 sivua

Eino Alajoki

Neste Oyj:n Naantalin terminaalin energiatehokkuussuunnitelman laadinta

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Neste Oyj:n Naantalin terminaalin suurimpia energiankäyttökohteita, sekä pyritään antamaan listaus siitä, kuinka alueella voidaan pyrkiä tehostamaan alueen energiatehokkuutta. Työssä kiinnitettiin huomiota höyry-, sähkö- sekä lämmönsiirtoöljyjärjestelmiin. Työ suoritettiin tekemällä kirjallisuuskatsaus, sekä haastattelemalla kohteessa työskenteleviä henkilöitä talven aikana vuosina 2024–2025.

Haastatteluissa kävi ilmi, että alueella on tapahtunut todella suuria muutoksia eri aihealueilla. Jalostamon toiminnan loppuminen aiheutti merkittäviä muutoksia alueen ympäristössä sekä eri prosesseissa, esimerkiksi höyryverkostossa. Tämän vuoksi alueen energiankäyttöä tarkasteltaessa voitiin nähdä, että merkittäviä vähennyksiä on jo nyt pystytty tekemään kaikilla sektoreilla.

Haastatteluiden avulla saatiin kattava ja konkreettinen listaus työtoimenpiteistä, joiden avulla voidaan lähteä jatkamaan energiankäytön tehostamista.

Asiasanat:

Energiatehokkuus, Höyryverkosto, Sähköverkosto, lämmönsiirtoöljy

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and environmental technology

2025 | 44 pages

Eino Alajoki

Energy Efficiency Plan Preparation for Neste Oyj's Naantali Terminal

The purpose of this thesis was to examine largest energy use sites at Neste corporation's Naantali terminal. The aim was to provide a list of how energy consumption could be improved in the area. This thesis focused on steam, electricity and heat transfer systems. The work was carried out by conducting a literature review and interviewing employees at the work site. The thesis was done over the course of winter 2024-2025.

The interviews revealed that significant changes have occurred in the area in those three key areas. In 2021, the termination of the refinery operation caused significant changes in the area's environment and in various processes, for example in the steam network.

Therefore, when examining the area's energy use, it could be seen that significant reductions have already been made in all sectors, leading to improved energy efficiency. The interviews provided a comprehensive list of work measures that can be used to continue improving energy efficiency.

Keywords:

Energy efficiency, Steam network, electricity, heat transfer systems

Sisältö

Käytetyt lyhenteet	7
1 Johdanto	8
2 Neste Oyj	9
2.1 Nesteen toiminta Naantalissa	9
2.2 Nesteen hiilineutraalius tavoitteet	11
2.3 Uusiutuvat tuotteet	12
3 Energiatehokkuus	14
4 Höyry	16
4.1 Höyryverkosto	17
4.2 Käyttökohteet	17
4.3 Höyryn kulutus	18
4.4 Lauhde	19
5 Lämmönsiirtoöljy & Bitumi	21
5.1 Lämmönsiirtoverkosto	21
5.2 Lämmönsiirtoöljyn käyttökohteet	23
5.3 Kulutusmäärät	23
6 Sähkö	24
5.4 Sähköverkosto & käyttökohteet	24
5.5 Kulutusmäärät	24
7 Ehdotetut toimenpiteet	28
6.1 Energiakatselmus	28
6.2 Sataman höyrynkäytön tarkastelu	28
6.2.1 Tupavuori	33
6.2.2 PI-kaaviot	34
6.3 Lämmönsiirtoöljy	34
6.4 Aluevalaistus	37

6.5 Pumput	37
6.6 Paineilmajärjestelmä	38
8 Päätelmät	39
Lähteet	40

Kuvat

Kuva 1. Ilmakuva terminaalista, jossa värikoodattu eri alueet.	10
Kuva 2. Lauhteen poiston keräys höyryputkistosta. (Neste 1989, 35.)	20
Kuva 3. Vanha lämmönsiirtoöljyn lämmitysyksikkö BA-851 ja BA-852.	22
Kuva 4. Bitumialueen uusi lämmönsiirtoöljyn lämmitysyksikkö.	22

Kuviot

Kuvio 1. Kylläisen höyryn lämpötila verrattuna absoluuttiseen paineeseen.	16
Kuvio 2. Höyryn kulutus vuosina 2023 ja 2024.	18
Kuvio 3. Höyryn kulutus kuukausitasolla vuosina 2023 ja 2024.	19
Kuvio 4. Talvilaatuisen polttoöljyn kulutus vuonna 2024.	23
Kuvio 5. Sähkönkulutus Naantalın terminaalilla 2021-2024.	25
Kuvio 6. Sähkönkulutus alueella ilman höyrylaitosta vuosina 2021-2024.	25
Kuvio 7. Kytkinlaitos 1 sähkönkulutus vuosina 2021–2024.	26
Kuvio 8. KL02 kulutus vuosina 2021-2024.	26
Kuvio 9. Kytkinlaitos 3 sähkönkulutus vuosina 2021-2024.	27
Kuvio 10. Sähkönkulutus kuukausitasolla vuonna 2024.	27

Liitteet

Liite 1. Tupavuoren höyry PI-kaavio	
-------------------------------------	--

Liite 2. Tuotemäen höyry PI-kaavio

Liite 3. Höyryn käyttökohteet

Liite 4. Lämmönsiirtoöljy käyttökohteet

Taulukot

Taulukko 1. Neste Oyj Scope 1, 2, ja 3 päästöt vuonna 2023.

(Otterström&Windberg 2024. s.99.) 11

Taulukko 2. Neste Oyj Scope 3 päästöt vuonna 2023. (Otterström&Windberg

2024. s.99.) 12

Taulukko 3. Höyrynkäyttökohteita eri alueilla. 18

Taulukko 4. Kaikkien höyrynkäyttökohteiden lauhteenpalautukset. 20

Taulukko 5. Bitumin ominaislämpö eri lämpötiloissa (Blomberg T, 1990). 35

Taulukko 6. Säiliökohtainen tehontarve yhtä astetta kohden. 36

Käytetyt lyhenteet

API-allas	Öljynerotusallas.
Alavirta	Käytön aikana tai käytön jälkeen muodostuvat päästöt.
BA-851&BA-852	Bitumialueen vanhat kattilat.
GWh	Gigawattitunti.
KL01	Kytkinlaitos 1.
KL02	Kytkinlaitos 2.
KL03	Kytkinlaitos 3.
kWh	Kilowattitunti.
MWh	Megawattitunti.
SCOP	Seasonal coefficient of performance.
SAF	Sustainable Aviation Fuel.
TWh	Terawattitunti.
YBA-82	Tupavuoren vanha kattila.
Ylävirta	Ennen tuotantoa muodostuvat päästöt.
Öljykvivalenttonni	Energiamäärä, joka sisältyy yhteen tonniin öljyä.

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan Neste Oyj:n Naantalin terminaalin energiankulutuskohteita sekä esitellään potentiaalisia toimenpiteitä, joilla terminaalin energiankäyttöä voidaan tehostaa ja kokonaiskulutusta vähentää. Terminaalin alueella on useita erilaisia energiaa kuluttavia ja siirtäviä kohteita, joiden toimintaa ja merkitystä energiankulutuksen näkökulmasta on selvitetty tämän työn aikana. Työn tarkoituksena on myös antaa alustavat ohjeet, joiden avulla voidaan pyrkiä löytämään keinoja energian käytön tehostamiseen alueella.

Työssä keskitytään erityisesti sähkön, höyryn ja lämmönsiirtoöljyn käyttökohteisiin sekä näiden energiamuotojen kulutusmääriin. Tarkastelu ei painotu energiantuotantolähteisiin, vaan siihen, missä energiaa konkreettisesti kuluu – eli käytännön prosesseihin, järjestelmiin ja laitteistoihin terminaali-alueella. Tavoitteena on esittää energiankulutuskohteet aihealueittain ja tunnistaa terminaalin merkittävimmät energiankäytön kohteet.

Työn loppuosa muodostuu energiankäytön tehostamiseen tähtäävistä toimenpide-ehdotuksista. Ehdotuksia on kerätty pääasiassa haastattelemalla terminaalin henkilöstöä sekä tekemällä kirjallisuuskatsauksia. Toimenpiteillä pyritään osoittamaan konkreettisia keinoja, joilla terminaalin energiatehokkuutta voidaan parantaa.

Tietoa on kerätty suurimmaksi osaksi työntekijöitä haastattelemalla, ja lisäksi kirjallisuuskatsauksia on hyödynnetty eri aihealueiden tukena. Opinnäytetyö on toteutettu talven 2024–2025 aikana.

2 Neste Oyj

Neste on maailman suurin uusiutuvan lentopolttoaineen, uusiutuvan dieselin sekä polymeeri- ja kemikaaliteollisuuden uusiutuvien raaka-aine ratkaisujen tuottaja. Vuonna 2023 liikevaihtoa Nesteellä oli 22,9 miljardia euroa ja vertailukelpoinen käyttökate oli 3 458 miljoonaa euroa. Vuonna 2023 organisaatio työllisti keskimäärin 6018 henkilöä. Nesteen jalostamoja on Suomessa, Alankomaissa, Singaporessa sekä Kalifornian Martinezissa yhteistoiminta Marathon Petroleumin kanssa. Tällä hetkellä uusiutuvia tuotteita tuotetaan noin 5,5 miljoonan tonnin nimelliskapasiteetilla vuodessa. Rotterdamin jalostamolle toteutettavan laajennushankkeen myötä uusiutuvien tuotteiden kokonaistuotantokapasiteetti vuodessa nousee 6,8 miljoonaan tonniin vuoden 2026 loppuun mennessä. (Neste, n.d.)

2.1 Nesteen toiminta Naantalissa

Vuonna 1948 sotien jälkeen koettiin tarpeelliseksi turvata Suomessa energia- ja öljyhuoltoa, jonka seurauksena perustettiin valtio-omisteinen Neste Oy. Neste Oy:n suunnitelmana oli rakentaa Suomen ensimmäinen öljyjalostamo Naantaliin. Valtio hyväksyi suunnitelman ja rakennustyöt aloitettiin. Rakentaminen kesti aina vuoteen 1957 asti, jonka jälkeen Naantalissa aloitti toimintansa Suomen ensimmäinen öljyjalostamo. (Stolt, 2013.)

Naantalin jalostamolla tuotteita valmistettiin aina vuoteen 2020 asti. Neste ilmoitti yhteistoimintaneuvottelujen päätyttyä, että jalostamo lakkautetaan Naantalissa maaliskuun 2021 loppuun mennessä ja keskittää Naantalin toiminnan terminaali- ja satamatoimintoihin. Fossiilisten öljytuotteiden kysynnän vähentyessä tavoitteena oli parantaa kilpailukykyä, tuottavuutta, resurssitehokkuutta sekä sopeutumiskykyä. (Sieppi, 2020.)

Naantalin terminaali varastoi ja jakelee nestemäisiä polttoaineita sekä raaka-aineita teollisuuteen että yksittäisille kuluttajille monissa eri tuoteportfolioissa.

Polttonesteiden lisäksi terminaalissa varastoidaan öljypohjaisia tuotteita, kuten liuottimia ja bitumia.



Kuva 1. Ilmakuva terminaalista, jossa värikoodattu eri alueet.

Yllä olevassa kuvassa 1 on pyritty havainnollistamaan eri alueet väreillä, jotta tekstissä käsiteltävät alueet pystytään hahmottamaan kartalta.

- Punainen on tupavuori
- Keltainen on satama
- Ruskea on vanha jalostamoalue sekä hallintorakennuksia
- Oranssi on tuotemäki
- Vihreä on jakeluterminaali
- Sininen on bitumialue
- Harmaa on Urakoitsija-alue
- Purppura on käyttöhyödyke

2.2 Nesteen hiilineutraalius tavoitteet

Yrityksen päästöt voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan, Scope 1, -2, ja -3. Scope 1 luokan päästöt tarkoittavat yrityksen suoria päästöjä. Tähän sisältyy esimerkiksi kiinteät päästöt, kuten polttoaineiden käyttö sähkön, lämmön tai höyryn tuottamiseksi laitoksessa. Muita päästöjä voivat olla hallitsemattomat eli karkaavat päästöt, esimerkiksi laitteistojen vuotokohdat ja liitokset.

Scope 2 päästöt tarkoittavat epäsuoria yrityksen päästöjä, esimerkiksi yrityksen ostama sähkö, lämpö tai jäähdytys kolmannelta osapuolelta.

Scope 3 päästöt ovat yrityksen arvoketjussa syntyviä muita epäsuoria päästöjä. Ne voidaan luokitella ennen tuotantoa, tai tuotannon jälkeisiin päästöihin. (NGS finland 2023.)

Scope 3 -päästöt muodostavat noin 95 % Neste Oyj:n kokonaispäästöistä. Yrityksen tavoitteena on vähentää päästöjä 50 % vuoteen 2040 mennessä verrattuna vuoden 2020 tasoon. Tavoitteen saavuttamiseksi Neste keskittyy lisäämään uusiutuvien ja kiertotaloustuotteiden osuutta tuotevalikoimassaan. (Otterström&Windberg 2024. s.67.) Alla olevassa taulukossa 1 näkyy Neste Oyj:n päästöt eri Scope luokissa.

Taulukko 1. Neste Oyj Scope 1, 2, ja 3 päästöt vuonna 2023. (Otterström&Windberg 2024. s.99.)

Scope 1 päästöt	Scope 2 päästöt	Scope 3 päästöt
2,3 MtCO ₂ e	0,5 MtCO ₂ e	58 MtCO ₂ e

Scope 3 luokka on Neste Oyj:n suurin päästöluokka. Scope 3 päästöt voidaan jakaa vielä eri alakategorioihin. joihin sisältyy kaikki epäsuorat päästöt, jotka aiheutuvat yrityksen arvoketjusta. Alla olevassa taulukossa 2 on esitelty Scope 3 luokan päästöt vuodelta 2023. (Otterström&Windberg 2024. s.99.)

Taulukko 2. Neste Oyj Scope 3 päästöt vuonna 2023. (Otterström&Windberg 2024. s.99.)

Ostetut tavarat	5,8 MtCO ₂ -ekv
Polttoaineisiin ja energiaan liittyvät toiminnot	0,05 MtCO ₂ -ekv
Ylävirran kuljetukset ja jakelu	2,0MtCO ₂ -ekv
Toiminnan aikana syntynyt jäte	0,4MtCO ₂ -ekv
Alavirran kuljetus ja jakelu	0,7MtCO ₂ -ekv
Myytyjen tuotteiden käyttö	47,7MtCO ₂ -ekv
Myytyjen tuotteiden elinkaaren loppuvaihe	1,1MtCO ₂ -ekv

2.3 Uusiutuvat tuotteet

Scope 3 päästöjen ollessa Neste Oyj:n yksittäinen suurin päästöluokka, on tavoitteena niiden vähentäminen. Tällä hetkellä Nesteen tuotevalikoimasta löytyy esimerkiksi Nesteen markkinoima uusiutuva diesel, sekä uusiutuva lentopolttoaine, (SAF). Uusiutuvaa dieseliä mainostetaan uusiutuvista raaka-aineista vetykäsittelemällä valmistettuna polttoaineena. Tällä tavoin valmistetusta dieselistä muodostuvat kasvihuonepäästöt vähentävät keskimäärin 90 % polttoaineen elinkaaren aikana muodostuvia päästöjä verrattuna fossiiliseen dieseliin. (Neste n.d.) Neste päätti kuitenkin vetäytyä uudesta 120 MW elektrolysaattori hankkeesta, jolla olisi päästy tuottamaan uusiutuvaa vetyä Porvoon jalostamolla. (Maula 2024.) Uusiutuvassa dieselissä raaka-aineena on kuitenkin Suomen markkinoilla 100 % jäte- ja tähderaaka-aineita, kuten paistorasvaa ja elintarviketeollisuuden eläinrasva jätettä, joilla pienennetään tuotteen elinkaaren aikaisia päästöjä. (Neste, n.d.) Uusiutuvaa dieseliä voidaan sekoittaa fossiiliseen dieseliin, tai myydä täysin omana tuotteena. Tämä eroaa selvästi esimerkiksi Euroopassa myytävään biodieseliin,

(FAME, RME), jonka sekoitussuhde fossiilisessa dieselissä saa olla maksimissaan 7 %. (Motiva 2024.)

Lentoliikenteen päästöjen vähentämiseksi EU:ssa on asetettu tavoitteita kestävien lentopolttoaineiden (SAF) käytölle. Lentoliikenteen hiilidioksidipäästöt ovat kasvaneet merkittävästi, jopa 146 % vuodesta 1990 vuoteen 2019. (Euroopan parlamentti 2019.) Neste pyrkii kasvattamaan SAF-tuotantonsa 2,2 miljoonaan tonniin vuoteen 2026 mennessä. (Neste 2023.)

EU on asettanut uusiutuville lentopolttoaineille pakolliset sekoitusvelvoitteet. Vuonna 2025 SAF:n osuus myydystä lentopolttoaineesta on oltava vähintään 2 %, ja osuus kasvaa asteittain 34 %:iin vuoteen 2040 ja 70 %:iin vuoteen 2050 mennessä. (Euroopan parlamentti 2022.)

Neste tuottaa myös Neste RE tuotetta, jota voidaan käyttää raaka-aineena esimerkiksi muovin tuotannossa. Fossiilisten raaka-aineiden sijaan tuotteen valmistuksessa voidaan käyttää biopohjaisia raaka-aineita, jätteitä ja tähteitä, sekä kierrätysraaka-aineita, kuten jätemuovia. Tällä tavoin voidaan pienentää kasviuonepäästöjä jopa yli 85 % tuotannossa, kun fossiilinen raaka-aine korvataan uusiutuvalla raaka-aineella. (Neste n.d.)

3 Energiatehokkuus

Vuonna 2012 julkistettu energiatehokkuusdirektiivi: kohti vuotta 2020, vahvisti EU:n ensimmäiset sitovat energiatehokkuustavoitteet. Pyrkimyksenä oli vähentää EU:n tasolla primäärienergian kulutusta ja energian loppukulutusta 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä vuoden 2007 ennusteisiin verrattuna. (Ciucci 2024.)

Primäärienergian kulutuksella tarkoitetaan kotimaista energia-alan energian muuttamiseen ja toimittamiseen käytettävänä olevaa energiaa. Se sisältää energiankulutus kohteet kuten hiili, raakaöljy, öljytuotteet, maakaasu, ydinenergia, sähkö, lämpöenergia, uusiutuvat energianlähteet ja jäte. (Euroopan parlamentti ja neuvosto 2018.) Energian loppukulutus tarkoittaa energiaa, joka jää loppukäyttäjän suoraan kulutukseen. (Ciucci 2024.)

Käytännössä tavoitteena oli, että primäärienergian osalta kulutus oli enintään 1 474 miljoonaa öljykvivalenttitonnia ja loppuenergian osalta enintään 1 078 miljoonaa öljykvivalenttitonnia. (Ciucci 2024.)

Vuonna 2023 voimaan tulleen uuden energiatehokkuusdirektiivin (EU) 2023/1791, pyrkimyksenä oli nostaa vuonna 2012 voimaan tulleen direktiivin tavoitteita. Uusilla tavoitteilla haluttiin vähentää primäärienergiankulutusta 11,7 prosenttia vuoteen 2030 mennessä, verrattuna 2012 voimaan tulleen energiatehokkuusdirektiivin tavoitteista. Uusi primäärienergian kulutus vuoteen 2030 mennessä pitää olla enintään 992,5 miljoonaa öljykvivalenttitonnia, sekä energian loppukulutus 763 miljoonaa öljykvivalenttitonnia. (Ciucci 2024.)

Energiatehokkuussopimukset ovat hyvä keino edistää EU:n energiatehokkuus direktiivin edistystä Suomessa. Sopimustoiminnan keskeinen rooli on näkynyt kansallisissa energia- ja ilmastostrategioissa, sekä EU:n energiatehokkuus velvoitteiden ja kansainvälisten ilmastositoumusten toteuttamisessa jo vuodesta 1997 lähtien.

Suomessa energiatehokkuussopimukset perustuvat vapaaehtoisuuteen. Vapaaehtoisuus on koettu tehokkaaksi toimeksi verrattuna lakiin tai säädöksiin

perustuvaan velvoitejärjestelmään. Suomessa vain ne toimijat, jotka ovat osallistuneet sopimukseen ovat hyötäneet valtion myöntämistä investointituista. (Motiva n.d.)

Sopimukseen liittyneille valtio myönsi myös energiatukea. Tukea myönnettiin vuosien 2008–2016 välisenä aikana noin 105 miljoonaa euroa. Vuosina 2008–2016 voimassa olevaan energiatehokkuus sopimukseen osallistui yhteensä 667 yritystä, sekä niiden noin 5000 toimipaikkaa sekä 132 kuntaa että kuntayhtymää. Kaiken kaikkiaan toteutettiin tuona aikana yli 21 000 energiatehokkuustoimenpidettä, joiden säästötoimenpiteillä onnistuttiin toteuttamaan yli 15,9 TWh:n energiasäästöt. Saavutetuista energiansäästöistä 68 % tapahtui teollisuudessa, 25 % energia-alalla ja 7 % muilla aloilla. Toimenpiteillä säästöjä kertyi yhteensä 560 miljoonan euron edestä vuosittain. Hiilidioksidipäästöjä onnistuttiin vähentämään noin 4,7 miljoonaa tonnia. (Motiva n.d.)

Uusi energiatehokkuus sopimuskausi on aikavälillä 2017–2025. Vuonna 2024 sopimukseen on liittynyt yhteensä 785 yritystä, 7638 toimipaikkaa sekä 161 kuntaa että kuntayhtymää. Vuosien 2017–2023 välillä vuosittaista energiankäyttöä on tehostettu yhteensä 14,8 TWh joka vastaa noin 4 % Suomen kokonaisenergiankäytöstä. Vuosien 2017–2023 välillä keskimääräinen säästö vuodessa on ollut noin 2,1 TWh, kun taas vuosina 2008–2016 säästö oli noin 1,8 TWh. CO₂ - päästöjä vuosittain on karsittu noin 3,1 Miljoonaa tonnia. Kustannussäästöjä tällä aikavälillä on kertynyt arviolta yli 800 miljoonaa euroa. (Energiatehokkuussopimukset n.d.)

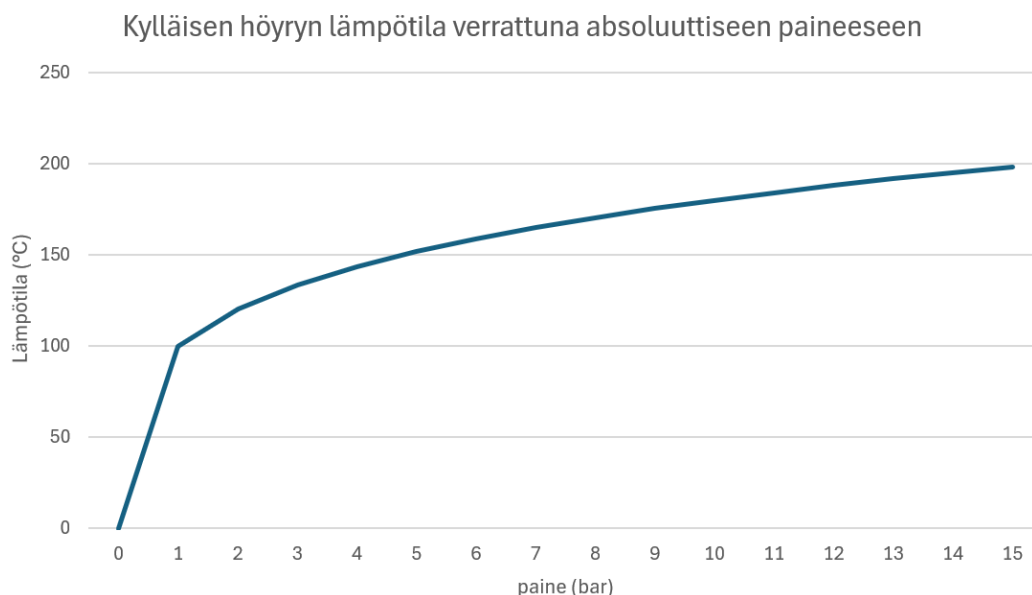
Myös Neste on liittynyt Suomen energiaintensiivisten teollisuusalojen energiatehokkuusohjelmaan. Vuosien 2017–2025 välillä Nesteellä on tavoitteena muodostaa 500 GWh:n energiansäästöt vuonna 2025 verrattuna vuoden 2014 tasoon. Vuonna 2023 onnistuttiin saavuttamaan 27,2 GWh:n energiansäästöt. (Neste n.d.)

4 Höyry

Höyry on veden kaasumainen olomuoto. Höyryä saadaan, kun vettä lämmitetään sen kiehumispisteen ylitse, jolloin se höyrystyy. Höyryä on erilaisissa olomuodoissa, kuten tulistettua ja kyllästettyä höyryä. Kyllästetyllä höyryllä tarkoitetaan kokonaan kaasumaista vettä. Kylläisen höyryn lauhduttua se vapauttaa paljon energiaa, jonka takia se on hyvä lämmönsiirtoon.

Tulistetulla höyryllä tarkoitetaan höyryä, joka on kuumennettu sen kiehumispisteen ylitse. Tulistettu höyry eroaa kyllästettyyn höyryyn siinä, että sillä ei ole suoraa suhdetta paineen ja lämpötilan välillä. Tulistettua höyryä käytetään pääsääntöisesti energiantuotannossa ja höyryturbiineissa. (Atlas Copco n.d.)

Höyry on teollisuudessa perinteinen lämmitystapa. Höyry tuotetaan yleensä höyrykattiloissa, josta höyry poistuu tämän jälkeen höyryverkkoon ja sitä pitkin sen käyttökohteisiin. Höyryn avulla voidaan saavuttaa tehokas lämmönsiirto, sillä esimerkiksi 5 bar:n höyry on lämpötilaltaan noin 151°C, joka käy ilmi kuviosta 1.



Kuvio 1. Kylläisen höyryn lämpötila verrattuna absoluuttiseen paineeseen.

Terminaalille höyry hankitaan Advenin höyrylaitokselta, joka sijaitsee terminaalin alueella. Käytössä on kaksi 13 MW:n höyrykattilaa, joista toinen on sähkökattila, ja toinen on biohöyrykattila. (Adven 2022.)

4.1 Höyryverkosto

Höyryjärjestelmän energiatehokas höyrynsiirto vaatii hyväkuntoisen höyryverkon. Mitä korkeampi paine, niin sitä alttiimpi verkosto on höyryvuodoille. Höyryjärjestelmä voi vaatia myös paljon huoltoa, sillä pienetkin höyryvuodot voivat pitkällä aikavälillä tuottaa rahallisesti tappioita ja energiahukkaa. Usein kiinnitetään huomiota höyryn tuotannon tehokkuuteen, mutta höyryn kuljetuksessa syntyviin häviöihin ei yhtä paljon. Höyryverkosto on myös altis korroosio-ongelmille, sekä Suomen olosuhteissa jäätymisvaaralle. (Motiva 2024.) Höyryä siirretään alueella höyryputkistoja pitkin. Höyryverkosto on Nesteen Naantalın terminaalilla laaja, ja tuotantolähteeltä kaukaisimpiin käyttökohteisiin, esimerkiksi satamaan, pituutta kertyy noin 2 kilometriä. Höyryjärjestelmän paine vaihtelee, ja maksimissaan höyryjärjestelmän käyttökohteissa tarvittava paine on 10 baaria. (Henkilökohtainen tiedoksianto.)

Liitteissä 1 sekä 2 on näkyvissä tupavuoren, sekä tuotemäen PI-kaaviot. PI-kaavio, eli putki- ja instrumentointikaavio tarkoittaa prosessin yksityiskohtaista esittelyä, jossa on esiteltynä laitteiston, sekä laitteiden sijainti prosessissa. PI-Kaavioista ei näy itsessään kuitenkaan laitteiden fyysistä sijaintia kartalla. Kaavioista käy ilmi, että viimeisimmät muokkaukset on tehty vuonna 2011, joten näiden kriittinen tarkastelu voisi olla paikallaan. Tiedossa on jo nyt, että esimerkiksi tarpeettomia linjoja on poistettu, sekä tupavuoren PI-kaavioiden osalta on aloitettu niiden päivittäminen. (Henkilökohtainen tiedoksianto.)

4.2 Käyttökohteet

Höyryä voidaan käyttää erilaisiin tarpeisiin. Naantalın terminaalilla höyryä tarvitaan lähinnä lämmitystarpeeseen, johon käytetään kyllästettyä höyryä.

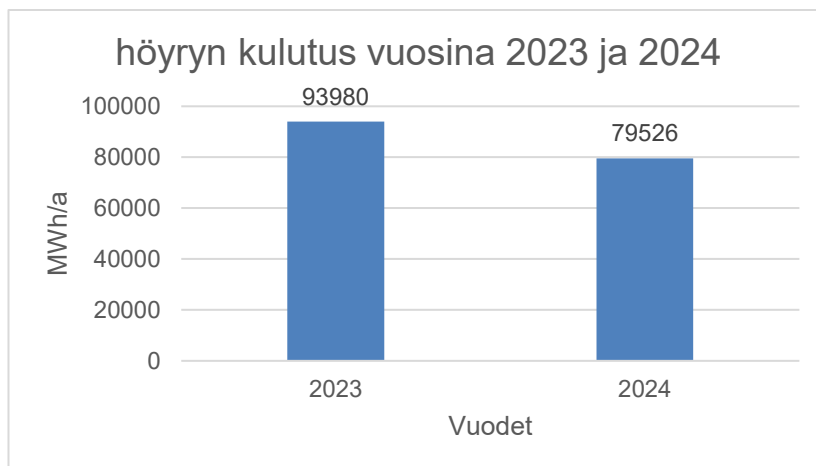
Taulukosta 3 voidaan nähdä, että höyryä tarvitaan säiliöiden, kiinteistöjen, apialtaiden sekä linjasaattojen lämmittämiseen. Höyryä voidaan käyttää myös sammuttamiseen, mutta tämä on mahdollista korvata myös muilla keinoilla. Liitteessä 3 on tarkemmin nimetty kaikki höyryn käyttökohteet.

Taulukko 3. Höyrynkäyttökohteita eri alueilla.

Höyrynkäyttökohteet eri alueilla						
	Satama	Tupavuori	Tuotemäki	Bitumi- ja jakeluterminaali-alue	Urakoitsija-alue	Käyttöhyödyke
Säiliöt	X	X	X			X
Kiinteistöt	X	X		X	X	X
Sammutuskohde		X				
Api-Altaat	X					
Linjasaatot		X		X		

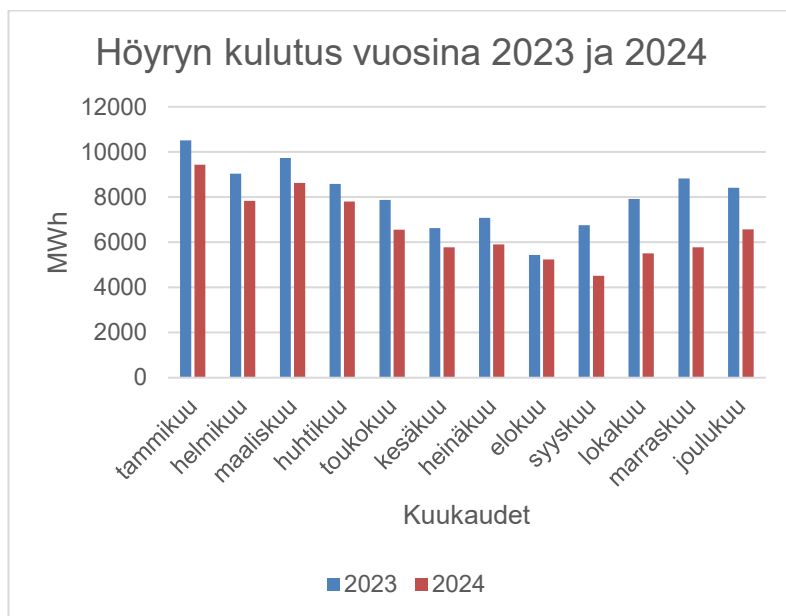
4.3 Höyryn kulutus

Alla olevasta kuviosta 2 nähdään, kuinka höyryn kulutus on laskenut vuoden aikana noin 10 %. Alueella on tehty jatkuvasti toimia, jotta järjestelmän energiatehokkuutta saadaan kasvatettua. Höyryä kului alueella vuonna 2023 noin 93980 MWh, ja kulutus laski vuonna 2024 noin 10 %, jolloin kulutus oli noin 79526 MWh.



Kuvio 2. Höyryn kulutus vuosina 2023 ja 2024.

Kuviosta 3 huomataan, että kuukausitasolla tarkasteltuna höyrynkulutus on talvikausilla suurempaa kuin kesä kuukausina. Tämä johtuu yksinomaan siitä, että lämmityskäyttöön tarvitaan paljon höyryä, varsinkin talvikuukausina.



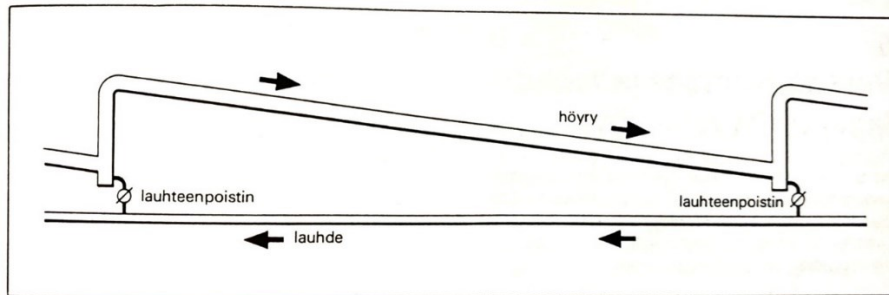
Kuvio 3. Höyrynkulutus kuukausitasolla vuosina 2023 ja 2024.

4.4 Lauhde

Lauhteella tarkoitetaan höyryjärjestelmässä muodostuvaa vettä, kun höyry tiivistyy takaisin nesteeksi. Höyryverkostossa muodostunut vesi pyritään poistamaan putkistoista, jotta minimoidaan energiankulutusta. Lauhteen poistaminen on keskeinen tekijä höyryjärjestelmän energiatehokkuuden parantamisessa. (Motiva n.d.)

Lauhteen poisto toteutetaan lauhteenpoistimilla. Ideaalilanteessa lauhde saataisiin kerättyä kokonaan talteen ja palautettua takaisin höyryntuotantolaitokselle lauhdelinjoja pitkin. Jos lauhde ei siirry lauhdelinjastoon ja takaisin höyryntuotantolaitokselle, se yleensä lasketaan viemäriin tai haihdutetaan ilmaan. Höyryputkisto on tavallisesti rakennettu niin, että putkistoon muodostuva tiivistynyt vesi pääsee valumaan lauhteenpoistimen kautta lauhteputkistoon ja sitä kautta takaisin höyryntuotantolaitokselle. Alla

olevassa kuvassa 2 on esitetty höyryputkistosta poistettavan lauhteen lauhteenpoistimet.



Kuva 2. Lauhteen poiston keräys höyryputkistosta. (Neste 1989, 35.)

Verkostosta tulevat lauhteet kerätään lauhdesäiliöön, josta ne siirretään takaisin syöttövesisäiliöön. Tällä hetkellä lauhdetta pystytään palauttamaan höyrylaitokselle noin 50 % muodostuvasta lauhteesta. Nesteellä on oma 50 m³ lauhdesäiliö, josta lauhde siirretään takaisin Advenin syöttösäiliöön. (Henkilökohtainen tiedoksi) Lauhteet, jotka palautuvat tupavuoresta, kerätään ensin lauhdesäiliöihin RO-1 ja myös RO-2 pumppuhuoneilla, joista ne siirretään pumpulla takaisin Advenin laitokselle. Satama-alueelta ei ole tällä hetkellä lainkaan lauhteenpalautusta ja lauhde poistetaan valuttamalla se viemäriin. Vuositasolla energiahäviöt voivat olla hyvinkin merkittävät. Taulukossa 4 on merkitty kaikki höyrynkäyttökohteet, josta käy ilmi, onko saatavilla lauhteenpalautusta.

Taulukko 4. Kaikkien höyrynkäyttökohteiden lauhteenpalautukset.

Satama	Palautus	Tuotemäki	Palautus	Käyttöhyödyke	Palautus	Bitumi- ja jakeluterminaalialue	palautus	Kiinteistö höyry	Palautus
Api-altaat	Ei	T-63	Epäkunnossa	K-106	Kyllä	Vanha terminaalarakennus	Kyllä	Korjaamoraakennus	Kyllä
NFB-32	Ei	T-57	Kyllä	K-36	Kyllä	Vaakahuone	Kyllä	Keskusvalvomo	Kyllä
NFB-33	Ei	T-58	Kyllä	Pumppuhuone	Kyllä	Bitumilinja saatot	Kyllä		
Satamakonttori	Ei	T-66	Kyllä						
Liuotinluola	Ei	T-100	Kyllä						
		K-8	Kyllä						
		K-9	Kyllä						
		FA-3	Kyllä						
		K-11	Kyllä						

5 Lämmönsiirtoöljy & Bitumi

Lämmönsiirtoöljyä käytetään teollisuudessa yleisesti korkeiden lämpötilojen siirtämiseen. Se toimii suljetussa järjestelmässä, jossa öljy lämmitetään uuneissa haluttuun lämpötilaan ja siirretään pumpuilla putkistoja pitkin käyttökohteeseen. Lämmönsiirtoöljyä hyödynnetään tyypillisesti prosesseissa, joissa tarvittava lämpötila on 150–300 °C. Lämmönsiirtoöljyt ovat yleensä orgaanisia nesteitä, jotka voivat olla synteettisiä tai mineraaliöljypohjaisia. (Neste 1987.) Lämmönsiirtoaineena käytetään Therminol 66:ta, jonka käyttölämpötila-alue ulottuu -3 °C:sta aina 345 °C:een. (Therminol n.d.)

Lämmönsiirtoöljyä käytetään Naantalissa bitumien lämmittämiseen. Bitumia varastoidaan ja kuljetetaan kuumana, sillä sen uudelleenlämmitys on kallista ja hankalaa. Bitumin säilömistä varten lämpötila pyritään pitämään mahdollisimman alhaisena, mutta kuitenkin sellaisena että se on hyvin pumpattavissa. Jos bitumia säilötään pitkään liian korkeassa lämpötilassa se aiheuttaa keveiden komponenttien kovenemista ja bitumin jäykistymistä. Oikein varastoituna bitumi kestää muuttumattomana useita kuukausia. Talvikuukausina bitumia säilötään pidempiä aikoja ilman sen myyntiä, jolloin bitumin lämpötila lasketaan noin 100°C:seen. Bitumin säilöntä tapahtuu säiliöissä, jotka ovat yleensä hyvin eristettyjä. Säiliöissä on sekoitus tai kierrätysmahdollisuus, jolloin bitumin lämpötila pysyy säiliössä tasaisena. (Blomberg 1990, s.32.)

Lämmönsiirtoöljyä varten pystyttiin jalostamon käynnissä oloaikana tuottamaan itse uunien polttoaine, jolloin uunit käyttivät butaania polttoaineena. Jalostamo toiminnan loputtua polttoainetta ei enää kyetty tuottamaan itse, joten terminaalilla jouduttiin muutoksen jälkeen ostamaan tarvittava uunien polttoaine.

5.1 Lämmönsiirtoverkosto

Lämmönsiirtoöljyä lämmitetään kattiloissa, joista se kiertää putkistoja pitkin lämmitettäviin säiliöihin ja sieltä takaisin kattilaan. Alla olevassa kuvassa 3 on

näkyvissä vanhat kattilat BA-851 sekä BA-852, jotka olivat molemmat teholtaan 4,7 MW. Kattilat otettiin käyttöön 1950-luvulla.



Kuva 3. Vanha lämmönsiirtoöljyn lämmitysyksikkö BA-851 ja BA-852.

Kattilat poistettiin käytöstä vuoden 2024 aikana, jolloin otettiin käyttöön uusi lämmitysyksikkö. Bitumialueelle sijoitettiin uusi kattila, joka otettiin virallisesti käyttöön vuoden 2024 lopulla. Alla olevassa kuvassa 4 vasemmalla puolella sijaitsee 50 m³ säiliö, josta syötetään uuniin talvilaatuista polttoöljyä polttoaineeksi. Bitumialueen uusi kattila on teholtaan 2,2 MW.



Kuva 4. Bitumialueen uusi lämmönsiirtoöljyn lämmitysyksikkö.

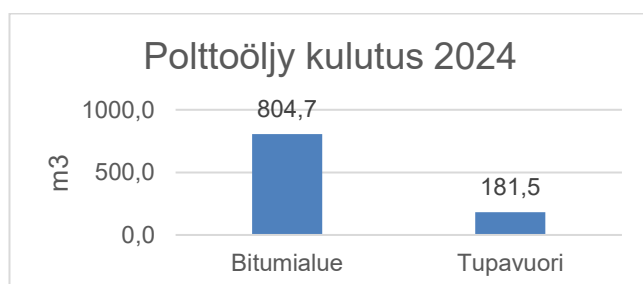
Tupavuoressa ollut vanha 1,7 megawatin lämmitysyksikkö YBA-82 korvattiin myös uudemmalla, 1,1 MW yksiköllä. Vanhat uunit olivat tulleet käyttöikänsä päähän ja tilalle tarvittiin modernimpaa, sekä energiatehokkaampaa tekniikkaa. (Henkilökohtainen tiedoksianto.)

5.2 Lämmönsiirtoöljyn käyttökohteet

Suurimmat käyttökohteet ovat bitumialueen 18 säiliötä, joista pienimmät säiliöt B17 - B20 ovat kooltaan 320 m³, kun taas suurimmat kolme säiliötä ovat kooltaan 5680 m³. Tupavuoressa sijaitsee vain kolme säiliötä, jotka ovat kaikki samankokoisia 7380 m³. Liitteessä 4 on eriteltynä tarkemmin kaikki bitumisäiliöt. Lämmönsiirtoöljyä käytetään alueella myös putkistojen lämmittämiseen. Putkistoissa käytetään saattolämpöputkistoja, sekä vaippalämmitystä, jotta niissä kulkeva tuote saadaan pidettyä tarvittavassa lämpötilassa.

5.3 Kulutusmäärät

Lämmönsiirtoöljyä lämmittävien uunien polttoaineesta ei ole saatavilla pitkältä ajalta kulutusmääriä, mutta uusien uunien myötä vuodelta 2024 on kerätty dataa. Polttoaine ostetaan terminaalille hintaan 1 €/l. Polttoainetta kului vuonna 2024 yhteensä noin 986,2 m³, jolloin kustannuksia syntyi pelkästä polttoaineesta noin 986 000 €. Alla olevasta kuviosta 4 nähdään, kuinka paljon tupavuoreen sekä bitumialueelle on ostettu polttoainetta kuluneen vuoden aikana.



Kuvio 4. Talvilaatuisen polttoöljyn kulutus vuonna 2024.

6 Sähkö

Nesteen tavoitteena on 100 % uusiutuvan sähkön käyttö jalostamoilla sekä terminaaleilla maailmanlaajuisesti. Näillä toimenpiteillä pyritään olemaan hiilineutraaleja, jotka ovat osa yhtiön strategiaa. Vuonna 2023 uusiutuvan energian osuus ostetusta verkkosähköstä oli 89,3 %. Lisätoimenpiteillä pystyttiin kattamaan jopa 99,6 % käytetystä sähköstä uusiutuvilla energianlähteillä. (Neste n.d.)

Alueella ei ole omia sähköntuotantolaitoksia, mutta sieltä löytyy kaksi dieselkäyttöistä varavoimageneraattoria, jotka voidaan ottaa käyttöön häiriötilanteissa.

5.4 Sähköverkosto & käyttökohteet

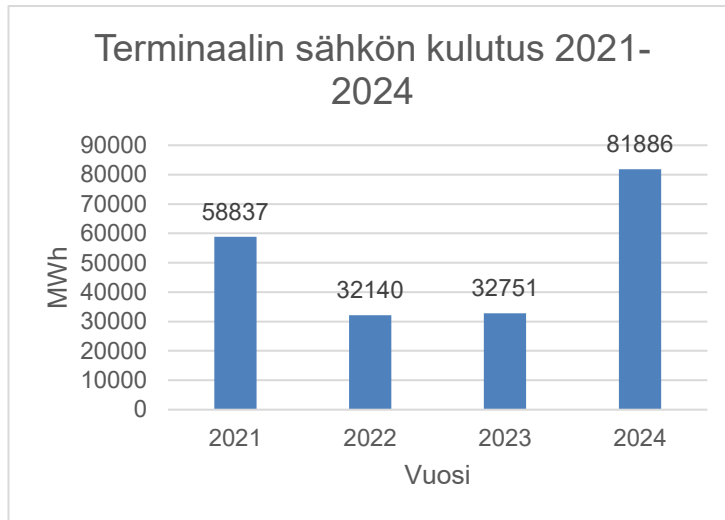
Naantalın terminaalilla sähkö tuodaan alueelle kolmen erillisen päämuuntajan kautta (KL01, KL02, KL03). Jokainen näistä muuntajista alentaa jännitteen 110 kV alueella käytettävään 6 kV keskijännitteeseen.

Sähköverkon toimivuus on erittäin tärkeää terminaalın kannalta, sillä monet prosessit vaativat jatkuvaa sähköä eivätkä saa keskeytyä. Sähköä käytetään esimerkiksi erilaisissa terminaalitoiminnoissa, joihin sisältyvät saattolämmitykset, tuotteiden siirtopumput, aluevalaistus sekä useat alueen kiinteistöt.

5.5 Kulutusmäärät

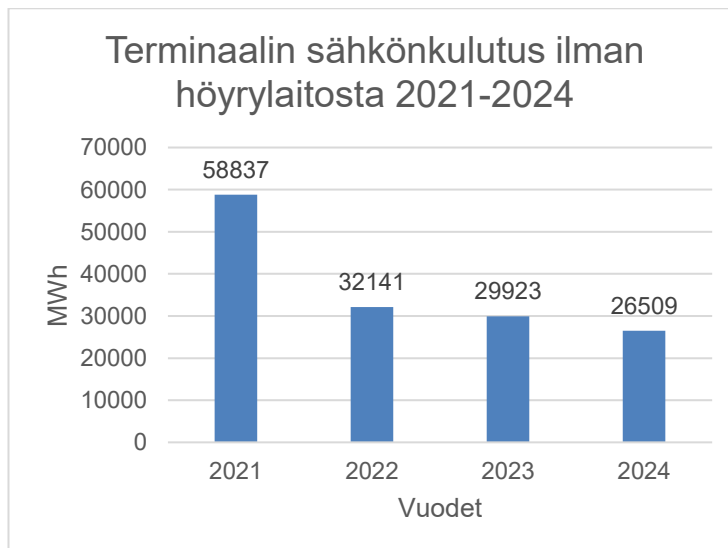
Kulutusmäärien seuranta alueella toteutetaan kolmen eri kytkinlaitoksen kautta, joten seurantatiedot laiteetasolla ei ole saatavissa. Yleisesti voidaan kuitenkin seurata koko alueen sähkönkulutuksen tietoja menneiltä vuosilta päivätasolla, sekä kytkinlaitoskohtaisesti. Terminaalilla käyttöön otettu Advenin höyrylaitos on liitetty KL02 sähköverkkoon, joka näkyy myös kuviossa 5, vuoden 2023 ja 2024 aikana. Kulutuksessa näkyy myös hieman jalostamoajan sähkönkulutusta, sillä

jalostamo lopetti toiminnan maaliskuussa 2021. Vuodet 2022 sekä suurin osa vuodesta 2023 olivat siis ilman jalostamoa sekä höyrylaitosta.



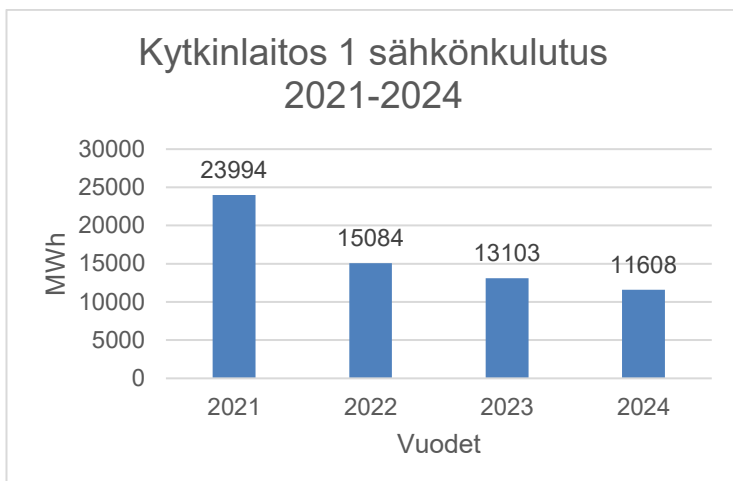
Kuvio 5. Sähkönkulutus Naantalın terminaalilla 2021-2024.

Alla näkyvässä kuviossa 6 nähdään sähkönkulutus ilman höyrylaitosta, sillä tätä ei tarvitse ottaa huomioon Nesteen terminaalin omana sähkönkulutuksena.



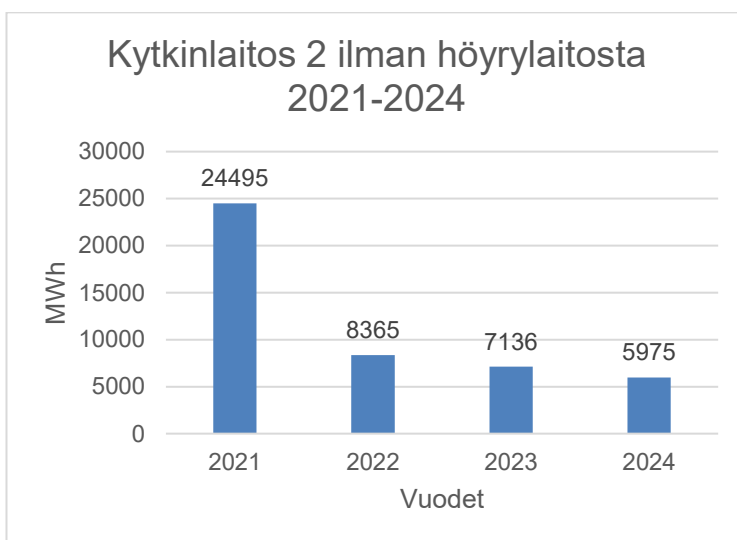
Kuvio 6. Sähkönkulutus alueella ilman höyrylaitosta vuosina 2021-2024.

Kytkinlaitos 1 kattaa seuraavat alueet: Käyttöhyödyke, lähettämöalue, bitumialue sekä tuotemäki. Alla nähtävässä kuviossa 7 on KL01 kulutukset.



Kuvio 7. Kytkinlaitos 1 sähkönkulutus vuosina 2021–2024.

Kytkinlaitos 2 alueeseen kuuluu vanha jalostamoalue sekä käytössä olevia hallintorakennuksia. alueella sijaitsee myös höyrylaitos, jonka kulutus on jätetty huomioimatta kuviossa 8.



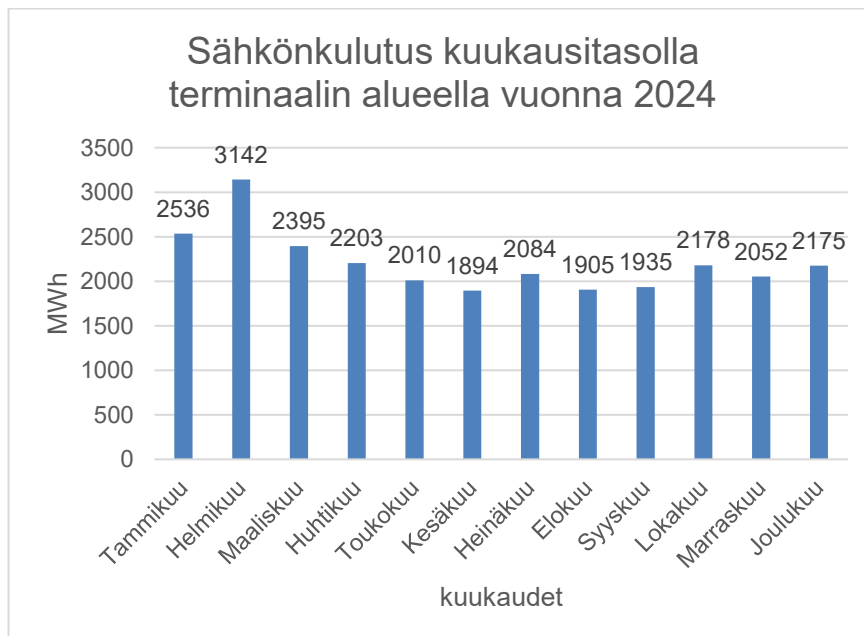
Kuvio 8. KL02 kulutus vuosina 2021-2024.

Kytkinlaitos 3 alue kattaa tupavuoren sekä sataman. Alla olevassa kuviossa 9 on eriteltynä KL03 kulutukset.



Kuvio 9. Kytkinlaitos 3 sähkönkulutus vuosina 2021-2024.

Sähkön kulutus vuoden 2024 aikana kuukausitasolla on aika tasaista. Kuviossa 10 käy ilmi, että talvikuukausina sähkönkulutus nousee hieman verrattuna kesäkuukausiin.



Kuvio 10. Sähkönkulutus kuukausitasolla vuonna 2024.

7 Ehdotetut toimenpiteet

Seuraavissa alaluvuissa on esitelty esille tulleet toimenpiteet, joilla voidaan pyrkiä tekemään säästöjä. Alle on kerätty jo tiedossa olevia aiheita, sekä annetaan ohjeita jatkotoimenpiteisiin.

6.1 Energiakatselmus

Yleisesti ottaen voidaan puhua, että terminaalille voitaisiin suorittaa teollisuuden energiakatselmus. Teollisuuden energiakatselmuksessa tutkitaan sekä raportoidaan kaikkien prosessien, käyttöhyödykkeiden, talotekniikan ja myös rakenteiden energiansäästömahdollisuudet. (Motiva 2024.) Motivan katselmusmalleja on luokiteltu energian ja veden arvonlisäverottoman vuosikustannuksen mukaan seuraavasti:

- 0-15 000 €/a- vain kiinteistön energiakatsaus
- 15-55 000€/a- kiinteistön energiakatsaus, teollisuuden energiakatselmus
- 55 000-1 400 000€/a- teollisuuden energiakatselmus tai teollisuuden energia-analyysi;
- yli 1 400 000€/a- teollisuuden energia-analyysi.

6.2 Sataman höyrynkäytön tarkastelu

Höyryjärjestelmää tarkasteltaessa kävi ilmi, että Tupavuoren sekä sataman höyrynkäyttöä tulisi tarkastella kriittisesti. Otanta hetkellä 11.12.2024 höyryntuotannon kokonaismäärästä 11539 kg/h tupavuoreen ja satamaan vietiin 4453 kg/h. Vuositasolla höyrynkulutusta voitaisiin vähentää hyvinkin merkittävästi, jos höyryn vienti voitaisiin lopettaa kokonaan. Liitteestä 3 löytyvien sataman ja tupavuoren höyrynkäyttökohteiden höyryä tarvitaan lähinnä lämmitysmuodossa, joita varten voidaan kehitellä muita tuotantotapoja.

Sataman höyryn käyttökohteet sijaitsevat arviolta noin 2 kilometrin päässä höyryn tuotantolähteeltä. Jo tuolla matkalla muodostuvat energiahäviöt voivat aiheuttaa suuria kustannuksia verrattuna siihen, jos sataman höyryn käyttökohteet lämmitettäisiin paikan päällä. Tuolla matkalla muodostuvia putkiston lämpöhäviöitä voidaan arvioida esimerkiksi standardin PSK-3704 kaavojen mukaan. (PSK standardisointi n.d.) Eristetyn putken lämpöhäviö pituusyksikköä kohti saadaan kaavalla:

$$\Phi = \frac{\pi(T_i - T_o)}{\frac{1}{\alpha_i \cdot dip} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2 \cdot \lambda_i} \ln \frac{dei}{dii} + \frac{1}{\alpha_e \cdot de}}, \quad (1)$$

jossa

Φ on kokonaislämpöhäviö (W)

T_i on eristettävän kohteen sisällön lämpötila (K)

T_o on Eristyksen ympäristön lämpötila (K)

α_i on sisäpinnan lämmönsiirtymiskerroin (W/(m²*K))

dip on Putken sisähalkaisija (m)

n on kerrosten lukumäärä

λ_i on eristeen lämmönjohtavuus (W/m*K)

de on Eristyksen ulkohalkaisija (m)

d_i on Eristyksen sisähalkaisija (m)

α_e on Ulkopinnan lämmönsiirtymiskerroin (W/m²*K).

Useimmissa käytännön tilanteissa sisäpinnan lämmönsiirtokerroin on niin suuri, että se voidaan jättää huomioimatta. Tällöin kaava yksinkertaistuu muotoon:

$$\Phi = \frac{\pi(T_i - T_o)}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_i} \ln \frac{de}{di} + \frac{1}{\alpha_e \cdot de}}, \quad (2)$$

Ulkopinnan lämmönsiirtokerroin muodostuu konvektion ja säteilyn lämmönsiirtokertoimien summasta seuraavasti:

$$\alpha_e = \alpha_r + \alpha_k, \quad (3)$$

jossa

α_r on säteilyn lämmönsiirtymiskerroin ($W/(m^2 \cdot K)$)

α_k on konvektion lämmönsiirtymiskerroin ($W/(m^2 \cdot K)$).

Säteilyn lämmönsiirtymiskerroin lasketaan seuraavan kaavan mukaan:

$$\alpha_r = \varepsilon \cdot \sigma \cdot \frac{T_e^4 - T_o^4}{T_e - T_o}, \quad (4)$$

jossa

ε on emissiivisyys

σ on Stefan-Boltzmannin vakio = $5,67 \cdot 10^{-8}$ ($W/m^2 \cdot K^4$)

T_e on Eristyksen ulkopinnan lämpötila käyttöolosuhteissa (K)

T_o on Eristyksen ympäristön lämpötila (K).

Vapaan konvektion lämmönsiirtymiskerroin saadaan seuraavalla kaavalla:

$$\alpha_k = 1,32 \cdot \left(\frac{T_e - T_o}{d_e} \right)^{0,25}, \quad (5)$$

jossa

T_e on Eristyksen ulkopinnan lämpötila käyttöolosuhteissa (K)

T_o on Eristyksen ympäristön lämpötila (K)

d_e on halkaisija (m).

Satamassa tarkastelun voisi aloittaa satamakonttorista. Kohteeseen olisi hyvä tehdä lämpöenergialaitteiston muutossuunnitelma, jolla saadaan selville kohteen energiankäyttö. Tähän voitaisiin soveltaa Motivan kiinteistön energiakatselmusmallia. Sen avulla saadaan selville LVIS-järjestelmien toiminta, käyttö sekä esitetään säästötoimenpiteet. (Motiva 2025.) Kohteen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskentaa varten voitaisiin hyödyntää ympäristöministeriön energiatehokkuus ohjetta. Ohjeen avulla voidaan selvittää kiinteistön energiankulutus, sekä lämmitystehontarve. (Ympäristöministeriö 2018.) Alustavina pohjatietoina voidaan pitää tässä tapauksessa sitä, että kohteen höyrylämmitysmuotoa tulisi tarkastella ja korvata se jollain muulla. Kohteesta ei ole kuitenkaan tiedossa tällä hetkellä tarkkaa höyrynkulutusta lämmitystarpeeseen.

Satamakonttoria varten voitaisiin harkita maalämpöä. Maalämpöpumppu kerää maaperään, kallioon tai veteen varastoitunutta auringonlämpöä. Erityisesti sataman läheisyys vesistöön voisi olla fiksua hyödyntää. Vesistössä olevasta putkituksesta voidaan ottaa suurempia tehoja ja energiamääriä, kuin samankokoisesta maaputkituksesta. Vesistöasennuksissa on varmistettava, että talviaikaan vesistön lämpötila ei laske alle $+1^{\circ}\text{C}$ putken ympärillä. Vesistö asennuksissa täytyy tällöin asennussyvyudeksi asettaa yli kaksi metriä. Maalämpöasennuksissa alkuinvestointi voi olla suurempi verrattuna muihin vaihtoehtoihin, mutta käyttökulut ovat pienet. Suurimmassa osassa maalämpökohteista vuosilämpökerroin (SCOP-arvo) vaihtelee kohdekohtaisesti noin 2,5-3,5 välillä. (Motiva 2024.) Esimerkiksi jos kohteen tarvitsema energiankulutus on 30 000 kWh vuodessa, ja maalämpöpumpun SCOP-arvo on 3, käyttää se tällöin sähköenergiaa vain 10 000 kWh tuottaakseen saman verran lämpöenergiaa.

Myös liuotinluolan sisäilman lämmityksestä vastaa tällä hetkellä höyrylämmönvaihdin. Luolastoon on tarpeellista tehdä myös energiakatselmus, jonka kautta saadaan selville kohteen tarvitsema energiamäärä lämmitystä varten, ja sitä kautta miettiä muita lämmityskeinoja.

Satamassa myös säiliöt NFB-32 ja NFB-33 lämpenevät höyryllä. Kohteet tarvitsevat lämmitykseen höyryä vain talvisin, joten laskennat tulisi painottaa vain talvikuukausille. Alkutietoina tiedetään, että säiliöissä säilötään hylkyvettä, jolloin säiliöiden lämpötila tavoite on talvisin noin 15°C. Höyrynkäyttö tällaisen lämpötilatason ylläpitoon voi olla hieman liioiteltua. Esimerkiksi standardin PSK-3704 mukaan voidaan selvittää säiliön tarvitsema energia, jotta se saadaan pidettyä tarvittavassa lämpötilassa. (PSK standardit n.d.) Eristetyn säiliön tasopinnan lämpöhäviö pinta-alayksikköä kohti lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\Phi = \frac{T_i - T_o}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n \frac{s_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}}, \quad (6)$$

jossa

Φ on kokonaislämpöhäviö (W)

T_i on eristettävän kohteen sisällön lämpötila (K)

T_o on Eristyksen ympäristön lämpötila (K)

α_i on sisäpinnan lämmönsiirtymiskerroin (W/(m²*K))

n on kerrosten lukumäärä

s_i on eristeen paksuus (m)

λ_i on eristeen lämmönjohtavuus (W/(m*K))

α_e on ulkopinnan lämmönsiirtymiskerroin (W/(m²*K)).

Kuten putkistoissa myös säiliön laskennoissa sisäpuolen lämmönsiirtymiskerroin α_i on usein niin suuri, että termien $1/\alpha_i$ vaikutus voidaan jättää huomioimatta. tällöin kaava yksinkertaistuu muotoon:

$$\Phi_s = \frac{T_i - T_o}{\frac{s_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}}, \quad (7)$$

Säiliöitä varten mahdollisia korvaavia lämmitysmuotoja voisi olla sähkölämmitys, maalämpö, tai öljylämmitys. Sähkölämmitteinen lämmitysmuoto voisi olla toteutettu esimerkiksi suorasähkölämmityksellä, jossa sähkösaattokaapeleilla lämmitetään säiliötä sen ulkopinnalta, tai sähkövastukset säiliön sisäpuolella. Vaihtoehtoisesti myös sähkökattilalla, joka lämmittää säiliön sisällä kiertävää lämmönsiirtonestettä.

Api-altailla tarkoitetaan jätevesialtaita, joihin lasketaan tupavuoresta ja satamasta syntyvät viemäriverkoston jätevedet, sekä esimerkiksi laivojen öljyiset painolastivedet. (Salparanta 2013.) Niiden lämmittäminen toteutetaan tällä hetkellä höyryllä, joka puhalletaan suoraan veteen. Altaita varten tulisi selvittää niiden tarvitsema energiamäärä, joka vaaditaan altaiden sulana pitämiseen.

6.2.1 Tupavuori

Tupavuoressa säiliön N4 käyttö tullaan todennäköisesti lopettamaan lähitulevaisuudessa, joten sen höyryn käyttö tulisi loppumaan. Tällöin tupavuoreen jäisi vain RO-1 kiinteistö, sekä linjasaattoja, jotka on myös mahdollista korvata sähkösaatoilla. Jotta voidaan arvioida sähkösaattojen tarvitsemaa tehoa, on aluksi tarpeen ottaa huomioon putkiston lämpöhäviöt, putkiston ylläpito lämpötila ja sitten sähkösaattoteho. Lämpöhäviöitä voidaan laskea myös kaavojen 1–5 avulla.

RO-1 kiinteistön höyrylämmönvaihdin on mahdollista korvata myös muilla tavoin. Kohteeseen voidaan hyödyntää myös ympäristöministeriön energiatehokkuus ohjetta, jolla voidaan selvittää kohteen tarvitsema energiamäärä lämmitykseen. Tämän jälkeen voidaan tutkia muita lämmitystapoja, esimerkiksi suorasähkölämmitystä.

Käytössä on myös höyrysammutuslaitteistoja. Näissä kohteissa voitaisiin korvata järjestelmä esimerkiksi tyypijärjestelmällä. Typpi on inerttikaasu, sekä se ei ole syttyvää. Sen vuoksi se on hyvä palojen, sekä räjähdysten ehkäisyssä.

(Työterveyslaitos 2025.) kohteita varten tulisi kuitenkin selvittää vielä millainen sammutusjärjestelmä kohteissa voi olla.

6.2.2 PI-kaaviot

Nykyiset olemassa olevat PI-kaaviot ovat viimeksi päivitetty vuonna 2011.

Tämän jälkeen alueelle on tullut muutoksia höyryjärjestelmään, jonka vuoksi PI-kaaviot olisi hyvä tuoda ajan tasalle. Liitteissä 1 ja 2 on nähtävissä nykyiset PI-kaaviot.

6.3 Lämmönsiirtoöljy

Lämmönsiirtoöljyjärjestelmää varten kehityskohteenä haluttiin saada taulukko, josta voitaisiin arvioida, kuinka paljon energiaa kuluu minkäkin säiliön lämmittämiseen. Tällä tavoin voitaisiin ennakoida, kuinka paljon energiaa tarvitaan, kun säiliötä lämmitetään. Säiliöiden lämmittämiseen on tällä hetkellä ollut tapana nostaa lämpötila tavoitelämpötilan yläpuolelle useammalla asteella. Tällä hetkellä ei ole tarkkaa tietoa siitä, kuinka paljon energiaa kuluu yksittäisen säiliön lämmittämiseen. Tämän vuoksi aloitettiin tutkimaan säiliöiden energiankulutusta, jotta voidaan ennakoida lämmityskustannuksia ja optimoida energiankäyttöä. Kaikissa säiliöissä, joita lämmitetään lämmönsiirtoöljyllä, säilötään bitumia. Jotta voidaan arvioida bitumin vaatimaa energiaa lämmittämiseen, voidaan sitä laskea käyttämällä seuraavaa kaavaa (Hautala&Peltola n.d. s.160):

$$Q = cm\Delta T, \quad (8)$$

Jossa

Q on Lämpöenergia (kJ)

c on Ominaislämpökapasiteetti (J/(kgK))

m on massa (kg)

ΔT on lämpötilan muutos (K).

Kaikilla bitumeilla on käytännössä sama ominaislämpökapasiteetti, joka on noin puolet veden ominaislämpökapasiteetista. Bitumilla ei ole sulamislämpöä, mutta bitumin ominaislämpö nousee lineaarisesti, kun lämpötila nousee. (Blomberg, s.54.)

Taulukko 5. Bitumin ominaislämpö eri lämpötiloissa (Blomberg T, 1990).

Lämpötila, °C	Ominaislämpö	
	cal/g °C	J/g °C
0	0,4	1,7
100	0,45	1,9
200	0,50	2,1
300	0,55	2,3

Tuotteen Massa voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$m = p \cdot V, \quad (9)$$

jossa

m on massa (kg)

p on tiheys (kg/m³)

V on Tilavuus (m³).

Säiliötä on alueilla eri kokoisia, joten laskelmat täytyi tehdä säiliökohtaisesti. Laskelmat on tehty sillä perusteella, että säiliössä olisi tavaraa 80 % sen tilavuudesta, sillä säiliöt ovat harvoin täynnä kattoa myöten. Otetaan esimerkkinä B9 säiliö.

Tuotteen tiheys oli 1030,4 kg/m³. Säiliön ollessa 80 % sen tilavuudesta, on tilavuus noin 1264 m³. massa on tällöin:

$$1030,4 \frac{kg}{m^3} \cdot 1264 m^3 = 1302425.6kg$$

Jotta tuotteen lämpötilaa voidaan nostaa yhdellä asteella alle sadassa asteessa, lasketaan tarvittava energiamäärä käyttämällä kaavaa 8:

$$1700 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot 1302425,6kg \cdot 1K = 2214123,5KJ$$

B9 säiliön tuotteen tavoitelämpötila on 155–185 astetta, joten voidaan laskea samaa kaavaa käyttäen lämpömäärä Q yli sadassa asteessa, jolloin bitumin ominaislämpö on hieman korkeampi:

$$1900 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot 1302425,6g \cdot 1K = 2474608,6KJ$$

Jotta saadaan joulet wateiksi, niin yksi kWh vastaa 3 600 000 joulea, jolloin

$$\frac{2474608600 J}{3600000} = 687,39kWh$$

Samaa periaatetta on käytetty jokaisen säiliön kohdalla ja näillä tiedoilla on tehty alla oleva taulukko 6, josta nähdään säiliökohtainen nettoenergiankulutus lämpötilaa nostettaessa.

Taulukko 6. Säiliökohtainen tehontarve yhtä astetta kohden.

Energian kulutusmäärä MWh kun säiliö on 80% täynnä					
Säiliö	1°C muutos alle 100°C	1°C muutos yli 100°C	Tavoite- lämpö °C	Tuote	Säiliön Tilavuus m3
B3	0,58	0,65		BV6000	1580
B4	0,57	0,64		BV1500	1580
B5	0,57	0,64		BV1500	1580
B6	0,57	0,64		BV1500	1580
B7	0,13	0,14		B70/100	335
B8	0,12	0,14		BV3000	335
B9	0,62	0,69	155-185	B50/70	1580
B14	0,58	0,65	130-170	BV6000	1580
B15	0,58	0,65	130-170	BV6000	1580
B16	0,12	0,14	80-100	NYFLOW600	335
B17	0,12	0,13	80-100	NYFLOW600	320
B18	0,11	0,12	30-50	BL0T	320
B19	0,12	0,14	140-155	BL0T	320
B20	0,12	0,14	140-155	BL5	320
B26	2,18	2,44		B160/220	5680
B27	2,20	2,46	155-185	B70/100	5664
B28	2,18	2,44	150-180	B160/220	5663
B29	1,54	1,72	155-185	B70/100	3955
N83	2,89	3,23		B40/60	7386
N84	2,85	3,19		B160/220	7382
N85	2,72	3,05		B160/220	7376

Jatkotoimenpiteinä voitaisiin syventyä vielä siihen, kuinka paljon polttoöljyä kuluu, kun säiliöiden lämpötilaa nostetaan.

6.4 Aluevalaistus

Energiatehokas aluevalaistus on yhdistelmä, joka on suunniteltu ja toteutettu huolellisesti, valaisimet ovat energiatehokkaita, ohjaus on kohteeseen soveltuva ja käyttäjät on opastettu sen käyttöön. (Motiva 2024.) Alueella on päivitetty ulkovalaistusta tähän mennessä jo toimimaan LED-valaisimilla, mutta vielä löytyy tehostettavaa. Aluksi tulee suorittaa kenttäkierros, jonka aikana kartoitetaan ne kohteet, joissa valaistuksen päivittäminen on tarpeellista. Ulkoalueiden valaistuksen suunnittelussa ja toteutuksessa tulee noudattaa standardia SFS-EN 12464-2, joka määrittelee ulkotilojen valaistukselle asetetut vaatimukset. Myös valaistuksenohjaukseen kannattaa kiinnittää huomiota. Osassa kohteita valaistusta voidaan päivittää hämäräkytkin ohjauksella. Tätä varten tulee kuitenkin selvittää nykyinen valaistuksen ohjaus kaikissa kohteissa.

6.5 Pumput

Osassa alueen siirtopumpuista ei ole käytössä taajuusmuuttajia. Tällöin siirtopumppu toimii tasaisesti vain sähköverkon antamalla 50 Hertzin taajuudella, jolloin pumpun pyörimisnopeutta ei voida säätää.

Taajuusmuuttajien avulla voidaan portaattomasti säätää siirtopumpun pyörimisnopeutta, jolla voidaan saavuttaa merkittäviä energiasäästöjä. Tällä tavoin pystytään myös merkittävästi vähentämään sähköverkon kuormitusta sekä siirtopumppujen mekaanista rasitusta moottoria käynnistettäessä.

(Sähkönet 2016.)

6.6 Paineilmajärjestelmä

Paineilman kehittäminen vaatii paljon energiaa. Esimerkiksi paineilmalla kehitetyn mekaanisen energian tuottaminen vaatii noin 3–6 kertaa enemmän energiaa kuin suora sähkön käyttö. Tästä huolimatta paineilma laitteita käytetään sen monipuolisuuden vuoksi. Keskimäärin 3–5 % teollisuuden käyttämästä energiasta kuluu paineilman kehittämiseen. Paineilmasta aiheutuvia kustannuksia voidaan pienentää ja pitää kurissa, kun valitaan oikeat käyttötavat, laitteet sekä tunnetaan paineilmajärjestelmä tarpeeksi laajasti. Paineilma järjestelmän energiatehokkuutta voidaan parantaa välttämällä vuotoja, ilman tuhlausta sekä käyttämällä alemmaa painetta. (Kauppa- ja teollisuusministeriö energiaosasto 1987.)

Paineilmajärjestelmään olisi hyvä tehdä esimerkiksi Motivan PATE-analyysi, jonka avulla saadaan analyysi koko paineilmajärjestelmästä. (Motiva 2024.) Tiedossa on kuitenkin tällä hetkellä se, että terminaalin paineilmakompressorit on ylimitoitettu. Kompressorit ovat jalostamoajalta, jolloin paineilmaa tarvittiin prosessissa huomattavasti enemmän. Käytössä on kaksi 250 kW kompressoria joista toinen on pääkompressori ja toinen varalla. Nämä kompressorit tullaan uusimaan pienempiin, kahteen 55 kW kompressoriin. Tulevissa kompressoreissa toimintaperiaate on sama, yksi pääkäyttöinen kompressori ja toinen varalla. Näin saadaan laskettua sähkönkulutusta paineilmajärjestelmässä tehokkaasti.

8 Päätelmät

Työn tarkoituksena oli olla alustava energiatehokkuussuunnitelma Nesteen Naantalien terminaalille. Työssä on esiteltynä toimenpidelistaus, joita tutkimalla voidaan keskittyä energiatehokkuuden kehittämiseen alueella. Työssä perehdyttiin höyry-, sähkö- sekä lämmönsiirtoöljyjärjestelmiin. Aihealueista pyrittiin saamaan tarpeeksi kattavat, jotta lukija saisi hyvän yleiskuvan alueen eri prosesseista. Työssä tavoitteena oli myös antaa hyvä pohja aloittaa toteuttamaan erinäisiä energiankäyttöön liittyviä parannuskeinoja sekä listata, miten ne voidaan toteuttaa. Tässä mielestäni onnistuttiin ja sitä kautta ehdotettujen toimenpiteiden toteuttaminen on helpompaa. Haasteena oli koota todella laajat aihealueet tarpeeksi suppeiksi, mutta pitää ne kuitenkin kattavana sisältönä

Jatkotutkimusta voidaan tehdä siitä, kuinka suuria säästöjä ehdotettuihin toimenpiteisiin tehdyistä listauksista voidaan saada. Aihealue oli mielestäni mielenkiintoinen, sillä konkreettiset toimet energiatehokkuuden kehittämiseen saatiin listattua tähän työhön. Opinnäytetyötä varten tutustuin itselle uusiin aihealueisiin ja yritin sisäistää paljon tietoa eri prosesseista.

Alueella on varmasti vielä lisää tutkittavaa, joka ei haastattelujen perusteella käynyt ilmi. Energiatehokkuuden kehittäminen alueella onkin siksi varsin ajankohtaista, sekä hyvin mielenkiintoista. Haluan kiittää Neste Oyj:tä mielenkiintoisesta opinnäytetyö aiheesta, ja toivon, että työn perusteella voidaan saada jotain konkreettista aikaiseksi.

Lähteet

Ciucci, M. 2024. Energiatehokkuus. Euroopan parlamentti. Viitattu 10.10.2024.

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fi/sheet/69/energiatehokkuus>

EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS (EU) 2018/1999.

2018. Euroopan unioni. Viitattu 15.10.2024. [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:02018R1999-20230516)

[content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:02018R1999-20230516](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:02018R1999-20230516)

Energiatehokas höyry- ja lauhdejärjestelmä. 2015. Motiva. Viitattu 2.1.2025.

https://www.motiva.fi/files/10350/Energiatehokas_hoyry-

[_ja_lauhdejarjestelma_VERKKOKOULUTUSAINEISTO_2015.pdf](https://www.motiva.fi/files/10350/Energiatehokas_hoyry-)

EU:n toimet lento- ja laivaliikenteen päästöjen vähentämiseksi. 2022. Euroopan parlamentti. Viitattu 10.2.2025.

<https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20220610STO32720/eu-n->

[toimet-lento-ja-laivaliikenteen-paastojen-vahentamiseksi](https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20220610STO32720/eu-n-)

Energiatehokkuus. 2018. Suomen rakentamismääräys kokoelma.

Ympäristöministeriö. Viitattu 14.3.2025.

<https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje---Rakennuksen->

[energiankulutuksen-ja-lammitystehontarpeen-laskenta-20-12-2017-](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje---Rakennuksen-)

[4332AA81_75E1_4CA0_B208_B0ACB60A267F-133692.pdf](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje---Rakennuksen-)

GHG-protokolla ja päästoluokat (scope 1, scope 2, scope 3). 2023. NGS

FINLAND. Viitattu 18.12.2024. <https://ngsfinland.fi/ghg-protokolla-ja->

[paastoluokat-scope-1-scope-2-ja-scope-3/](https://ngsfinland.fi/ghg-protokolla-ja-)

Hiilijalanjälki. Neste. Viitattu 5.2.2025. <https://www.neste.com/fi->

[fi/vastuullisuus/ilmasto/hiilijalanjalki](https://www.neste.com/fi-)

Hautala, M. Peltonen, H. Insinöörin (AMK) fysiikka osa 1. Viitattu 20.2.2025.

Höyryn perusteet: Tulistettu höyry. Atlas Copco. Viitattu 18.1.2025.

<https://www.atlascopco.com/fi-fi/rental/resources/industrial-steam-guide-temperature-control/basics/superheated-steam>

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. Neste. Viitattu 20.11.2024.

<https://www.neste.fi/konserni/vastuullisuus/ilmasto/energiankaytto>

Kauppa- ja teollisuusministeriö energiaosasto. 1987. Paineilma. Viitattu 2.4.2025.

Kettunen T. Maalämpöpumppu. 2024. Motiva. Viitattu 16.3.2025.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpput_eknologiat/maalampopumppu

Kiinteistön energiakatselmus. 2025. Motiva. Viitattu 24.2.2025.

https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tuetut_energiakatselmukset/energiakatselmusmallit/kiinteiston_energiakatselmus

Kiuru, T. Energiatehokas paineilmajärjestelmä. 2024. Motiva. Viitattu 13.3.2025.

https://www.motiva.fi/yritykset/ohjeita_ja_vinkkeja_tehokkaaseen_energian_ja_materiaalien_kayttoon/paineilmajarjestelma

Kiuru, T. Höyry- ja lauhdejärjestelmät. 2024. Motiva. Viitattu 12.1.2025.

https://www.motiva.fi/yritykset/ohjeita_ja_vinkkeja_tehokkaaseen_energian_ja_materiaalien_kayttoon/hoyry- ja_lauhdejarjestelmat

Lento- ja laivaliikenteen päästöt (infografiikka). 2019. Euroopan parlamentti.

Viitattu 10.2.2025.

<https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20191129STO67756/lento-ja-laivaliikenteen-paastot-infografiikka>

Maula, H. 2024. Neste tarkastelee uusiutuvan vedyn suunnitelmaansa ja vetäytyy Porvoon jalostamon 120 MW elektrolysaattorin investoinnista. Neste. Viitattu 20.5.2025. <https://www.neste.com/fi-fi/news/neste-tarkastelee->

[uusiutuvan-vedyn-suunnitelmaansa-ja-vetaeytyy-porvoon-jalostamon-120-mw-elektrolysaattorin-investoinnista](#)

Mitä saavutimme vuosina 2008-2016. Motiva. Viitattu 15.10.2024.

<https://energiatehokkuussopimukset2008-2016.fi/mita-saavutimme-vuosina-2008-2016>

Neste & Air-Ix. Höyryopas. 1989. Neste. Viitattu 20.1.2025.

Otterström, T. Windberg, L. Neste Sustainability Report 2023. (2023). Neste. Viitattu 15.12.2024. <https://www.neste.com/fi-fi/vastuullisuus/vastuullisuusraportit>

Otterström, T. Windberg, L. Green Finance Report. 2023. Neste. Viitattu 15.12.2024.

<https://nedxstgaprofiles.blob.core.windows.net/pdf/F9F167B36ECCEC57-Neste%20Green%20Finance%20Report%202023.pdf>

Ohjeistus höyryn ja lauhteen siirtojärjestelmien käyttö- ja kunnossapitohenkilöstölle. 2011. Motiva. Viitattu 25.1.2025. https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/kaikki_julkaisut/ohjeistus_hoyryn_ja_lauhteen_siirtojarjestelmien_kaytto-_ja_kunnossapitohenkilostolle.9236.shtml

PSK:n laatimat voimassa olevat PSK-Standardit ja käsikirjat, Ryhmä 37. PSK standardisointi. Viitattu 26.3.2025. <https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

Päästötöntä höyryä Nesteen Naantalin terminaaliin. 2022. Adven. Viitattu 18.1.2025. <https://adven.com/fi/lehdistotiedotteet/paastotonta-hoyrya-nesteen-naantalin-terminaaliin/>

Ratkaisu vastuullisemmille muoveille: Neste RE. Neste. Viitattu 14.1.2025. <https://www.neste.com/fi-fi/tuotteet-ja-innovaatio/muovit/neste-re>

Salparanta, V. Neste Oil Oyj:n Naantalin jalostamon jätevesilaitoksen putkistokaavio ja alasajo-ohjeistus. 2013. Opinnäytetyö (AMK). Viitattu

13.3.2025.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/69506/Salparanta_Ville.pdf?sequence=1

Sieppi, S. 2020. Neste suunnittelee Suomen jalostamatoimintojen uudelleenjärjestelyjä ja aloittaa yhteistoimintaneuvottelut. Neste. Viitattu 20.10.2024. <https://www-old.neste.com/fi/tiedotteet-ja-uutiset/oil-products/neste-suunnittelee-suomen-jalostamatoimintojen-uudelleenjarjestelyja-ja-aloittaa>

Sopimusten tulokset yhteensä. Energiatehokkuussopimukset. Viitattu 20.10.2024. <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/tulokset/sopimusten-tulokset-yhteensa/tiivistelma-tuloksista/>

Stolt, H. 2013. Tupavuoren öljyvarastosta Naantalin Jalostamoksi. Kaanaanmaa. Viitattu 20.10.2024. https://issuu.com/merviosterman/docs/kaanaanmaa_2013

Taajuusmuuttajat. 2016. Sähkönet. Viitattu 15.4.2025. <https://blogit.gradia.fi/sahkonet/sahko-ja-automaatioasennukset/oppimistehtavat/teollisuuden-sahkoasennukset/moottori-kaytot/taajuusmuuttajat/>

Teollisuuden energiakatselmus. 2024. Motiva. Viitattu 7.3.2025. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tuetut_energiakatselmuksset/energiakatselmusmallit/teollisuuden_energiakatselmus

Teuvo Aro. Kuumaöljyopas. 1987. Air-Ix Oy. Viitattu 16.1.2025.

Therminol 66 heat transfer fluid. Therminol. Viitattu 17.1.2025. https://www.therminol.com/sites/therminol/files/documents/TF-8695_Therminol-66_Technical_Bulletin.pdf

Timo Blomberg. Bitumit. 1990. Neste Oy ja Rakentajain Kustannus Oy. Viitattu 16.1.2025.

Typpi. 2025. Työterveyslaitos. Viitattu 12.2.2025. <https://ova.ttl.fi/typpi>

Uusiutuva diesel. 2024. Motiva. Viitattu 17.12.2024.

[https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava liikenne ja liikkuminen/valitse auto viis
aasti/energialahteet/uusiutuva diesel](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viis_aasti/energialahteet/uusiutuva_diesel)

Uusiutuva diesel. Neste. Viitattu 17.12.2024. [https://www.neste.com/fi-
fi/tuotteet-ja-innovaatio/neste-my-uusiutuva-diesel](https://www.neste.com/fi-fi/tuotteet-ja-innovaatio/neste-my-uusiutuva-diesel)

Valaistustieto. 2024. Motiva. Viitattu 10.4.2025.

[https://www.motiva.fi/julkinen sektori/valaistustieto](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/valaistustieto)

Vapaaehtoisuuden voimalla. Motiva. Viitattu 15.10.2024.

<https://energiatehokkuussopimukset2008-2016.fi/vapaaehtoisuuden-voimalla>

Liite 3

Käyttökohteet													
Tupavuori				satama			Tuotemäki	Käyttöhyödyke			Bitumialue&jakeluterminaalit		Kiinteistö-höyry
Säiliöt	Höyrysammutus	Saatot	Kiinteistöt	säiliöt	altaat	Kiinteistöt	Säiliöt	Säiliöt	Kiinteistöt	Linjasaatot	Kiinteistöt	Kiinteistöt	
N4	N83 (säiliö)	Bitumilinjat	RO-1	NFB-32	AD-2	Satamakonttori	T63	K106	Pumppuhuone	Bitumilinjat	Vaakahuone	Korjaamo-rakennus	
	N84 (Säiliö)			NFB-33	AD-20	Liutoinluola	T57	K36			Vanha terminaalarakennus	Keskus-VALVOMO	
	N85 (Säiliö)						T58						
	Pumppuhuone 1						T66						
	Pumppuhuone 2						T100						
							T8						
							K8						
							K9						
							FA-3						
							K11						

Liite 4

Alue	Säiliö	Tilavuus m3	korkeus mm	halkaisija mm
Bitumialue	B3	1600	10800	14000
Bitumialue	B4	1600	10800	14000
Bitumialue	B5	1600	10800	14000
Bitumialue	B6	1600	10800	14000
Bitumialue	B7	355	8010	7428
Bitumialue	B8	355	8010	7428
Bitumialue	B9	1600	10800	14000
Bitumialue	B14	1600	10800	14000
Bitumialue	B15	1600	10800	14000
Bitumialue	B16	340	7500	8000
Bitumialue	B17	340	7500	8000
Bitumialue	B18	340	7500	8000
Bitumialue	B19	340	7500	8000
Bitumialue	B20	340	7500	8000
Bitumialue	B26	5850	18968	20000
Bitumialue	B27	5850	18968	20000
Bitumialue	B28	5850	18968	20000
Bitumialue	B29	4000	12960	20000
Tupavuori	N83	7600	13200	28000
Tupavuori	N84	7600	13200	28000
Tupavuori	N85	8100	13200	28000