



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

MIIKKA AITTALA

Verkostolaskennan kuormituskäyrät

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN TUTKINTO-OH-
JELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Aittala, Miikka: Verkostolaskennan kuormituskäyrät
Opinnäytetyö, AMK
Sähkö- ja Automaatiotekniikan tutkinto- ohjelma
Toukokuu 2024
Sivumäärä: 18

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin Turku Energia Sähköverkko Oy:n verkostolaskennassa käytettävien kuormituskäyrien uudistamiseen.

Opinnäytetyön alussa käydään yleisesti läpi, mitä tarkoittaa kuormituskäyrä. Yleisen teoria osuuden jälkeen kuvataan työn eri vaiheet ja kerrotaan mitä hyvää ja mitä haasteita prosessi toi verkkoyhtiön näkökulmasta. Opinnäytetyön lopussa käydään läpi mitä saatiin valmiiksi ja mitä jäi vielä työstettäväksi.

Uudet kuormituskäyrät jakautuivat kahteen eri valmistamistapaan. Ennalta määriteltäisiin erikoiskäyriin ja puhtaasti käyttöpaikka dataan perustuviin käyriin. Uudet käyrät antavat Turku Energia Sähköverkot Oy:lle entistä tarkemman ja monipuolisemman kuormituskäyrä valikoiman.

Avainsanat: Kuormituskäyrä, sähköyhtiö, käyttöpaikka

Abstract

Aittala, Miikka: Network calculation load curves
Bachelor's thesis
Degree program in Electrical and Automation engineering
May 2024
Number of pages: 18

In this thesis, the renewal of load curves used in Turku Energy Electrical networks Oy's network compensation calculation was studied.

At the beginning of thesis, we generally review what the load curves means. After the general theory part, the different phases of the work are described and then we went through what good and what challenges the process brought from the network company's point of view. At the end of thesis, we went review what was completed and what was still to be worked on.

The new load curves were divided into two different manufacturing methods. For pre-defined special curves and for purely point-of-use data basic curves. The new curves give Turku Energy Electrical networks Oy an even more accurate and versatile selection of load curves.

Keywords: load curve, electrical company,

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| 1 JOHDANTO | 6 |
| 2 OY TURKU ENERGIA - ÅBO ENERGI AB | 7 |
| 2.1 Turku Energia Sähköverkot Oy | 7 |
| 3 KUORMITUSKÄYRÄT | 8 |
| 3.1 Tietoevry | 9 |
| 3.2 Materiaalin testaus | 10 |
| 4 KÄYRIEN MUODOSTAMISEN ARVIOINTI | 10 |
| 4.1 Kuormituskäyrien luotettavuuden varmistaminen | 10 |
| 4.2 Muodostettujen käyrien arviointi | 12 |
| 4.3 Muodostettujen käyrien nimeäminen | 13 |
| 5 JOHTOPÄÄTÖKSET | 15 |
| 6 YHTEENVETO..... | 15 |
| LÄHTEET | 17 |
| LIITTEET | 18 |

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

NIS tietoevry NIS- verkkojärjestelmä

TESV Turku Energia Sähköverkot Oy.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Turku Energia Sähköverkot Oy:n verkostolaskennan kuormituskäyrä järjestelmän uudistamiseen.

TESV:n tämänhetkisessä järjestelmässä on tärkeää, että käyttöryhmän käyttöpaikka osuu oikeaan tyyppiin esim. omakotitalo, kerrostalo, palvelut tms. Jos valinta ei osu oikeaan tai tarpeeksi lähelle sitä, niin kuormituskäyrän valinta menee myös väärin. Lopulliseen kuormituskäyrän valintaan käyttäjäryhmän lisäksi vaikuttaa myös osassa valinnoista, vuosienergia tai yö/päiväenergian suhde, josta muodostuu käyttöpaikala käytettävä käyrä.

Ongelmia on tullut seuraavanlaisissa tilanteissa:

- Kun päättelystä muodostuva käyrä antaa liian suuria tehoja laskennan lopputuloksena
- Jos käyttäjäryhmä on puuttunut kokonaan asiakastietojärjestelmästä
- Maataloustyyppisissä kohteissa, joissa teho on toisinaan muodostunut liian korkeaksi
- Jos asiakkaan kulutus on erilaisempaa, kuin käytetty käyrätyyppi

Opinnäytetyön tavoitteena on ottaa TESV:n verkostolaskennan käyttöön yhtiön omien sähkökäyttöpaikkojen tuntimittausaineistoon perustavat kuormituskäyrät. Tavoitteeseen sisältyy luoda ohjeistus, miten uudet käyttöpaikat kohdistetaan uusille käyrille ja nimetä uudet käyrätyypit. Työn on tarkoitus luoda toimiva käytäntö uusille nimetyille kuormituskäyrille.

2 OY TURKU ENERGIA - ÅBO ENERGI AB

Oy Turku Energia - Åbo Energi Ab on Turun kaupungin omistama energiayhtiö, joka on perustettu vuonna 1898. Turku Energia on Varsinais- Suomen johtava energiayhtiö ja on Suomen suurimpia toimijoita alallaan.

Turku Energian energiapalvelut kattavat sähköenergian myynnin ja sähkön jakelun siirron, sekä kaukolämmön-, jäähdytyksen ja höyryn sekä verkostourakoinnin ja kunnossapidon palvelut sähköverkoille, ulkovalaistukseen ja liikennevaloihin. (Turku Energia www-sivut 2024)

2.1 Turku Energia Sähköverkot Oy

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Turku Energia Sähköverkot Oy, joka on Oy Turku Energia - Åbo Energi Ab:n tytäryhtiö. Turku Energia Sähköverkot eli TESV vastaa sähkönjakelusta Turun alueella. Sähkönjakelun alue on kuvattu kuvassa 1 ja se sisältää noin 103 000 käyttäjää. Käyttäjistä suurimman osan muodostaa palvelut ja erityyppiset asunnot. Toimintaan kuuluu myös sähköverkko- omaisuuden hallinta ja kehittäminen, verkon toimintavarmuuden ylläpito sekä muut verkkopalvelut. (Turku Energia www-sivut 2024)



Kuva 1. TESV:n jakelualue (Turku Energia www-sivut 2024)

3 KUORMITUSKÄYRÄT

Kuormituskäyriin perustuvassa verkostolaskentamenetelmässä käytetään hyväksi kuluttajaryhmittäin mitattuja kuormituskäyriä tai useammista mittauksista laadittuja kuormitusmalleja. Nykyisin esitetään kaikki vuoden 8760 tunnin tehot kuormituskäyrissä. Kuluttajat jaetaan ryhmiin, joissa kunkin ryhmän tehojen vaihtelut vuoden aikana otetaan huomioon seuraavanlaisesti: (Sähköenergia-liitto, 1992)

- Vuodenaikavaihtelut: vuosi jaetaan 26 kaksiviisikkojaksoon. Jokaiselle kaksiviisikkojaksolle esitetään oma indeksinsä, joka skaalaa eri vuorokausimallien tehot vastaamaan lopullista tehoa.
- Viikkovaihtelut: jokaista viikonpäivätyyppiä edustaa edellä esitetty vuorokausi. Viikonpäivätyyppejä on kolme: arki, aatto, pyhä
- Vuorokausi- ja satunnaisvaihtelut: vuorokausi on jaettu 24 tuntiin, ja jokaisesta tuntitehosta tunnetaan odotusarvo ja keskihajonta.

Joten kuluttajaryhmällä voi olla vuodessa korkeintaan $26 \times 3 \times 24 = 1872$ erilaista kuormitustehoa.

Koska tuntitehoja kuvataan satunnaismuuttujilla, laskenta on suoritettava noudattaen tilastomatematiikan lakeja jakaumien kerto- ja yhteenlaskusta. Joten tästä syystä verkon tehojen ja jännitteiden laskenta on monimutkaisempaa ja hitaampaa perinteisiin menetelmiin verrattuna.

3.1 Tietoevry

TESV ja Tietoevry ovat sopineet uusien kuormituskäyrien muodostamisesta lähtien TESV:n omasta mittausdatasta. Tieto saa TESV:ltä kaikkien käyttöpaikojen tuntisarjat ja niistä analysoivat matemaattisen mallin mukaan uudet kuormituskäyrät. Tiedon tehtävä on analysoida oman järjestelmän avulla heille toimitetut käyttöpaikat ja muodostaa näistä käyttöpaikka ryhmiä, jotka sisältävät samantyyppisiä käyttöpaikkoja. Jotta he pystyvät tekemään kyseisen analysoinnin, toimitimme heille tuntiaineistotiedoston oheisilla säännöillä:

- Käyttöpaikasta löytyi ehjä tuntisarja ajalta vko 1- vko 52, ei saanut sisältää aukkoja
- Tuotettiin käyttöpaikkoja, joilla on 1 vuosi ehjää tuntisarjaa
- Tuotettiin käyttöpaikkoja, joilla on 2 vuotta ehjää tuntisarjaa
- Tuotettiin käyttöpaikkoja, joilla on 3 vuotta ehjää tuntisarjaa

Näitä käyttöpaikkoja löytyi yhteensä noin 103 000 kappaletta, joista 88500 täydellisellä 3 vuoden datalla. Oheisesta määrästä on ennakkoon otettu sivuun

erikoisäyriksi tunnistetut käyttöpaikat. Eli sellaiset käyttöpaikat, jotka tiedetään poikkeavan muista omalla kulutuksellaan. Näitä löydettiin kolme ryhmää (Telmastot, maalämpökohteet ja ulkovalaistuskohteet). Näiden löytäminen helpottaa ja varmistaa, että isosta massasta saadaan näille tunnistetuille käyttöpaikoille oma uusi käyrä.

3.2 Materiaalin testaus

Jotta ison massan ajaminen onnistuisi, suoritimme pienemmällä määrällä testauksia. Valitsimme noin 50 käyttöpaikan listan, joka sisälsi erityyppisiä kohteita ja eri vuosi määrällisiä käyttöpaikkoja. Tämä listaus toimitettiin Solteqille, joka teki annetuista käyttöpaikoista tarvittavan tiedoston. Tiedostossa on käyttöpaikka ja sen kohdalla jokaisen päivän jokaisesta tunnista huippu kulutus ja keskimääräinen kulutus 1–3 vuoden aika jaksolla. Tehtyään tämän he toimittivat sen meille, josta tiedosto matkasi Tiedolle. Tiedon testattua kaiken toimivaksi alkoi materiaalin kunnollinen ajo, päämääränä saada kaikista 103 000 käyttöpaikasta, jokainen tarvittava tuntidata heille. Tämän suoritettua päästään arvioimaan saatuja käyriä.

4 KÄYRIEN MUODOSTAMISEN ARVIOINTI

4.1 Kuormituskäyrien luotettavuuden varmistaminen

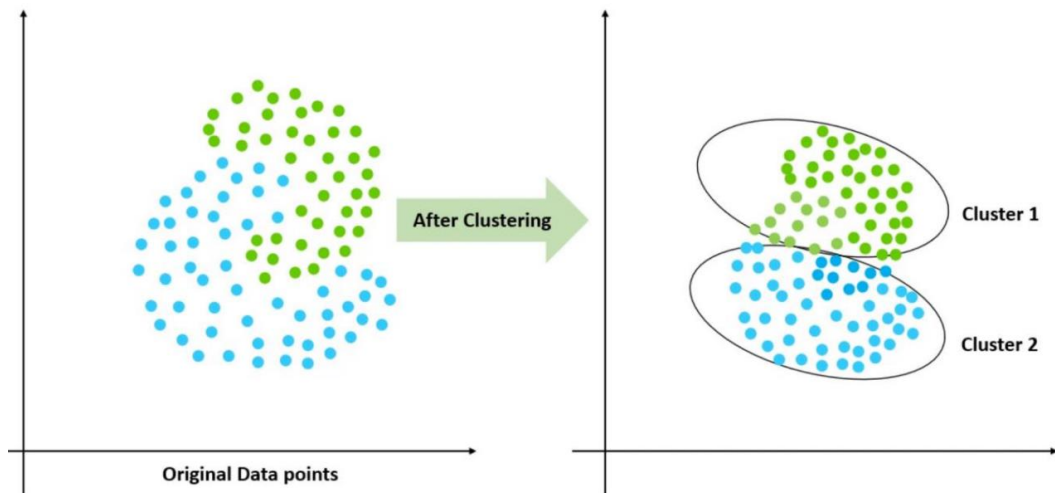
Tietoevry suoritti esiprosessoinnin jokaiselle käyttöpaikalla. Käyttöpaikoista oli kolmen vuoden data tiedossa, jonka he jakoivat jokaiselle vuodelle. Näin heillä oli jokaisesta käyttöpaikasta vuosikohtainen data tiedossa. Jos tästä datasta puuttui 30 peräkkäistä tuntia tai kokonaisdatasta puuttui 5 % he joutuivat poistamaan käyttöpaikan, kun alettiin muodostamaan ryhmiä. Tämän jälkeen pystyttiin tutkimaan tarkemmin vuosikohtaista mittausdataa. Jokaisesta

käyttöpaikasta tutkittiin minimi ja maksimi kulutus ja kulutuksen keskiarvo. Tämän jälkeen tutkittiin datasta kulutuspiikkien määrää ja tämä jaettiin neljään eri kategoriaan. Kulutuspiikillä tarkoitetaan seuraavaa, kulutus on vähintään tunnin ajan tasaista, jonka jälkeen kulutus nousee tai laskee merkittävästi. Tässä työssä vertailukohdat olivat yksi, kolme, kymmenen ja viisikymmentä. Eli käyrässä piti olla oheisen tuntimäärän verran tasaista kulutusta ennen kulutuspiikkiä. Tämän jälkeen verrattiin kausikohtaisen kulutuksen vaihtelua seuraavin tavoin. Päivän ja yön kulutuksen ero, arkipäivän ja viikonlopun kulutuksen ero ja vuoden ajan ero kulutuksessa.

| Std. statistical | Frequency domain | Peaks | Seasonalities |
|------------------------|---|---|----------------------|
| Mean | Autocorrelation with lag = [0, 24, 168] | Number of peaks in total (support of 1) | Summer vs. winter |
| Median | Signal strength on the daily frequency (Fourier) | Number of local peaks (support of 3) | Weedays vs. weekends |
| Std. deviation | Signal strength on the weekly frequency (Fourier) | Number of distinct peaks (support of 5) | Days vs. nights |
| Variance | Signal strength on the seasonal frequency (Fourier) | Number of distinct peaks (support of 10) | |
| RMS (Root Mean Square) | | Number of distinct global peaks (support of 50) | |
| Maximum | | | |
| Minimum | | | |

Kuva 2. Kuormituskäyrien vertailuun käytetyt säädöt (Tietoevry, 2024)

Tämän jälkeen jokaiselle käyrälle muodostetaan klusterointi. Tämän tavoitteena on muodostaa 100 000 käyttöpaikasta ryhmiä. Jotta saisimme löydetty näistä eroavaisuuksia he toimivat seuraavanlaisesti. Ohessa kuvattuna tapamalla pystytään erottelemaan käyttöpaikkoja toisista ja löytämään yhteneväisiä käyriä on polvi pisteen löytäminen eli löytämällä piste, jossa muutos on jyrkimillään. Tämän pisteen löytämiseksi luodaan datasta käyrä, jossa x määrä klustereita ja toiselle akselille laitetaan Tiedon oman menetelmän algoritmi. Tästä laskemalla saatiin aikaan 60 eri kuormituskäyrä ryhmiä.



Kuva 3. Esimerkki klusteroinnin toimimisesta. (Tietoevry, 2024)

4.2 Muodostettujen käyrien arviointi

Tietoevryn käyrien muodostamisen prosessin lopputuloksena oli 60 kuormituskäyrää, joiden lisäksi oli kolmelle ennalta sovitulta ryhmältä tehty käyrä. Ennakkoon sovimme, että uv-keskukselle, telemastoille ja maalämmölle muodostetaan omat käyrät. Arviointi aloitettiin luomalla jokaiselle käyttöpaikalle oma excel- tiedosto, joka sisälsi tuntikohtaisen kulutus keskiarvon. Exceliin muodostettiin oma käyrä koko aineistolle, päivä kohtaiselle kulutukselle ja viikko kohtaiselle kulutukselle. Materiaali alkoi vuoden ensimmäisestä maanantaista ja sen kello 07.00 mittauskohdasta. Tämä huomioitiin, myös päivä- ja viikko kohtaisen käyrän muodostamisessa. Jätimme myös ensimmäisen viikon pois vertailusta Loppiaisen vuoksi.

Vertailusta otettiin toiseen taulukkoon jokaisen käyttöpaikan kohtaan minimi ja maksimi kulutuksen mittausjaksolla, päivä kohtaisen huipun käyttöajan kellonajan, päivä kohtaisen alimman käyttöajan kellonajan ja millainen vaikutus viikonlopulla oli suhteessa arkeen.

Exceliin muodostettiin pivot- taulukko, johon oli kerätty kaikista käyttöpaikoista taustatietoa. Tieto toimitti jokaisesta kuormituskäyrästä tiedot, mitkä

käyttöpaikat kuuluivat kyseiseen käyrää. Tämän avulla saadaan pivot- taulukosta helpommalla taustatietoja kuormituskäyrien tutkimiseen. Excelin pivot- taulukkoa hyödyksi käyttäen selvitin seuraavaksi isoimmat käyttäjä ryhmät jokaiselta kuormituskäyrältä. Tämän tehtyä aloin tutkimaan jokaista kuormituskäyrään yksitellen ja vertaamaan muodostettuja päivä- ja viikkokäyriä yhdessä kokonaiskulutuksen kanssa toisiinsa. Työtä helpottaakseni jaoin isompien käyttäjäryhmien mukaan materiaalin (kerrostalo, sähkönsiirto, palvelut yms.). Etenkin alkuun työn tekeminen oli vaikeaa, kun yhdelle käyttäjä tyyppille oli useita kuormituskäyriä. Työ helpottui, kun isosta kokonaisuudesta poimi pienempiä käyttöpaikkoja ja alkoi vertaamaan niitä keskenään. Esimerkiksi tutkailemalla kahta suurinta omakotitalo käyrää huomattiin, miten sähkölämmitys näkyy kulutuksessa ympäri vuoden.

Tieto evryn tekemä analyysi työ perustuu puhtaasti saatavaan dataan. Tämä ei ole verkkoyhtiön näkökulmasta helpoiten tutkittava asia. Sillä kyseinen menetelmä tuottaa ongelmia käyrien tunnistamiseen. Esimerkiksi rivitaloasunnoissa, joissa on lämmitysmuotona kaukolämmitys. Teimme noin 200 käyttöpaikan otannan käyttöpaikka aineistosta, joka sisälsi rivitaloasuntoja, joiden lämmitysmuotona toimii kaukolämmitys. Nämä hajaantuivat noin 20 eri kuormituskäyrälle. Tämä teki mahdottomaksi yhden käyrätyypin nimeämisen rivitaloksi, missä lämmitysmuotona kaukolämmitys. Eli kun analyysi työ tehty puhtaasti faktana saatuun dataan, tuottaa tämä haasteita käyrien nimeämisen suhteen.

4.3 Muodostettujen käyrien nimeäminen

Käyrien nimeämisessä lähdettiin aluksi miettimään mitkä ryhmät olisivat helpoiten tunnistettavissa. Helpoiten nimettävissä oli kolme käyrää, jotka olimme ennakkoon selvittäneet. Näistä kolmesta erikoiskäyrästä olimme laatineet jokaiselle käyttäjäryhmälle oman listan, joka sisälsi käyttöpaikka tunnuksen. Nämä kolme ryhmää olivat ulkovalokeskus, maalämpö ja telemastot. Näiden

kohteiden kanssa toimimme eri tavalla kuin ison massan kanssa. Oheisista käyttöpaikoista muodostetut käyttöpaikat sisälsivät ainoastaan kyseisen kuormituskäyrän nimen sisältäviä käyttöpaikkoja vuosittaisesta kulutuksesta riippumatta. Tämä toiminta tapa oli selkeä ja johdonmukainen.

Muiden käyrien kanssa tutkittiin käyrien sisältämiä käyttöpaikkoja. Keskijännite- ja alueverkkosiirron sisältämiä käyriä tuli 10 kappaletta. Näille käyrille ei annettu omaa nimeä, pois lukien Turun Yliopistollisen keskussairaalan sisältämä kuormituskäyrä. Palveluihin luokiteltavista käyristä pystyimme tässä vaiheessa nimeämään kaksi. Toinen kuormituskäyrä sisältää vain arkipäivisin auki olevia pääsääntöisesti ruokakauppoja sisältäviä käyttöpaikkoja. Kun taas toinen kuormituskäyrä sisältää pääsääntöisesti ruokakauppoja ja muita liikkeitä, jotka ovat myös viikonloppuisin auki. Yhteisostotaloille onnistuimme löytämään yhden kuormituskäyrätyypin. Tämän kanssa tehtiin satunnainen otanta valmiiksi tiedetyistä käyttöpaikoista ja kyseisen otannan avulla pystyttiin päättämään yhteistaloille yksi selkeä kuormituskäyrä. Vertailemalla vuoden ajan ja päivä/yö suhdetta pystyimme tunnistamaan omat käyrät sähkö- ja kauko-/öljylämmitteiselle omakotitalolle. Saman menetelmän avulla pystyimme tunnistamaan sähkölämmitteisen rivitalon sisältävän kuormituskäyrän. Aiemmin mainitulle kaukolämmitykselle toimivalle rivitalo asumiselle oli mahdollista löytää yhtä kuormituskäyrää. Tämän suhteen on mahdollista nimetä useampi kuormituskäyrä yhden nimen alle.

Kerrostalo asuminen tuotti myös haasteita. Kuormituskäyriä, jotka sisälsivät tuhansia kerrostalo asumiselle kuuluvia käyttöpaikkoja, oli kymmeniä. Näiden ero kulutuksen ja huipunkäyttöajan suhteen oli niin pieni, että se teki näiden tutkimisesta mahdotonta. Tietoevryn datan prosessoinnin tuloksena, kun käyttöpaikkaa tutkittiin yksilönä, eikä kyseisen yksilön sisältö merkannut, kun tämä päätyi jollekin kuormituskäyrälle, johti se siihen lopputulokseen, ettemme pystyneet vuoden kulutuksen tuottamasta käyrästä selvittämään, onko asunnossa esim. sähkökiuasta mikä vaikuttaisi kulutukseen. Näin ollen tässä vaiheessa emme saaneet nimetty kuormituskäyrää kerrostaloasumiselle vaan se jää työnantajalle jatkotyöstämiseksi. Tämä prosessi oli selkeästi työlämpi ja vaikeampi verkkoyhtiön näkökulmasta, kuin aiempi kolmen käyrän tutkiminen.

Verkkoyhtiön vanhaa säädöstä yritimme myös käyttää hyväksi käyrien tutkimiseen, mutta se ei auttanut merkittävästi.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vaikka työssä saatiin analysoitu paljon uusia asioita, jäi silti paljon selvitetävää ja työstettävää tulevaisuuteen. Ohessa asioita, jotka vaativat joko vähän tai paljon toimenpiteitä. Jatkotoimenpiteitä vaaditaan kuormituskäyrien nimeämiseen. Työn aikana vain osa uusista kuormituskäyristä saatiin nimettyä. Vanha kuormituskäyrien kohdistussäännöstö pitää joko osittain tai kokonaan korvata uusiin käyriin osoittaviksi. Käyrätietojen oikeellisuuden varmentamiseksi pitää laskentatoimilla ja vertailulla varmistaa käyrien oikeellisuus. Asiakastietojärjestelmän tietosisällön tutkiminen mahdollisuuksien selvittämiseksi tarkentavien asiakastietojen tuomiseksi kohdistussäännöstön lähtötiedoiksi. Myös tulevaisuudessa uusien suuria tehoja sisältävien käyttöpaikkojen käyrämallien selvittämisprosessin luominen ja käyrävalinnan nimeäminen ko. käyttöpaikoille NIS- säännöstöön vaatii pohdintaa ja työstämistä.

6 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin Turku Energia Sähköverkkojen uusien kuormituskäyrien toimintatapa. Työssä perehdyttiin kuormituskäyrän toimintaan, mitä tietoa se tarvitsee ja mitä toimenpiteitä vaaditaan, kun laskentaohjelmiston toimittaja on suorittanut omat analysoinnit annetulle käyttöpaikkadatalle.

Turku Energia Sähköverkkojen tavoitteena oli ottaa verkostolaskennassa käyttöön yhtiön omien sähkökäyttöpaikkojen tuntimittausaineistoon perustuvat kuormituskäyrät. Tietoevry toimitti TESV:n alkuselvitysten lopputuloksena saadusta käyräaineistosta TESV:lle 60 erilaista kuormituskäyrää. Näiden käyrien

arviointiin ja nimeämisiin pääsin työssäni osallistumaan. Työn valmiiksi saaminen ja työn vieminen onnistuneesti yhtiön järjestelmiin tulee vaatimaan vielä paljon työtä ja aikaa.

Tämän opinnäytetyön avulla pääsin osaksi Turku Energia Sähköverkkojen kuormituskäyriin liittyvään uudistukseen ja pääsin näkemään läheltä, ettei työt etene aina toivotulla tavalla. Työ auttoi ymmärtämään, millaisilla säädöksillä yhtiön vanhat käyrät ovat muodostuneet ja miten uudet käyrät eroavat niistä. Tässä opinnäytetyössä pääsin osallistumaan ja seuraamaan käyräkohtaisen metatietojen validointia, tutkimaan ja selvittämään laskentajärjestelmän tuottamia kuormituskäyriä.

LÄHTEET

Ahonen, A. (2024). Henkilökohtainen keskustelu Turku Energia Sähköverkot verkkopäällikön, Arto Ahosen, kanssa.

Ahonen, A. (2024). Verkkopäällikön Arto Ahosen sähköpostit kuormituskäyristä.

Kiviniemi, M. (2024). Henkilökohtainen keskustelu Turku Energia Sähköverkot tietojärjestelmäasiantuntijan, Marko Kiviniemen, kanssa.

Kiviniemi, M. (2024). Tietojärjestelmäasiantuntijan Marko Kiviniemen sähköpostit kuormituskäyristä.

Sähköenergialiitto. (1992). Verkon mitoitusergiat. (julkaisematon).

Tietoevry. (26.4.2024). Load curve walktrough [PowerPoint-diat]. (julkaisematon).

Turku energia www-sivut. 2024. Viitattu 20.3.2024 <https://www.turkuenergia.fi/sahkoverkot>

LIITTEET

Alla olevasta kuvasta löytyy työn avulla nimetyt kuormituskäyrät, käyrä numero ja kuinka monta käyttöpaikkaa kuormituskäyrä sisältää.

| kuormituskäyrä numero | käyttöpaikkojen lukumäärä | Käyrän nimi |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------------|
| 713 | 1383 | isompia k- kauppoja tms vkl kiinni |
| 721 | 1308 | isompia k- kauppoja tms vkl auki |
| 723 | 4604 | Öljy/kaukolämmitteinen omakotitalo |
| 730 | 2066 | Sähkölämmitteinen rivitalo |
| 747 | 4 | A-sairaala |
| 752 | 4470 | Sähkölämmitteinen omakotitalo |
| 759 | 32 | maalämpö |
| 760 | 79 | telemastot |
| 761 | 328 | uv keskus |