

Alexi Pirrtimäki

SÄHKÖN OSTOHINNASTOVERTAILU  
SANEERAUSKOHTEESEEN

Sähkötekniikan koulutusohjelma  
2017

## Sähkön ostohinnastovertilu saneerauskohteeseen

Pirttimäki, Aleksi Erik  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Huhtikuu 2017  
Sivumäärä: 50  
Liitteitä: 4

Asiasanat: saneeraus, sähkönkulutus, sähkötariffit

---

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää koulurakennuksen saneerauksen yhteydessä edukkain sähkön ostohinnastovaihtoehto tulevaa toimintaa varten. Työn tilaaja oli Kiinteistö Oy SAMK. Työssä vertailtiin paikallisen verkkoyhtiön tarjoamia vaihtoehtoja. Työn tuloksena haluttiin kerätä tietoa saneerauskohteen sähköliittymän hankkimista ja sähkön ostohinnaston valitsemista varten.

Työ aloitettiin tutustumalla sähkömarkkinoihin ja sähkön hinnan muodostumiseen. Tämän jälkeen selvitettiin tapoja arvioida uudisrakennuksen tai saneerauskohteen energiankulutusta ilman mittaustuloksia. Tämän jälkeen keskusteltiin paikallisen verkkoyhtiön kanssa eri ostohinnastovaihtoehtoista. Viimeiseksi tehtiin hintalaskelmia erilaisten työssä tehtyjen kulutusennusteiden pohjalta.

Työn tuloksena luotiin ehdotelma edukkaimmasta sähkön ostohinnastosta tilaajalle. Koulurakennukselle ominaisen kulutuksen pohjalta tilaajalle suositeltiin tehomaksutonta suurjännitekausi-sähköä siirtohinnastoksi. Energian ostohinnastoksi suositeltiin ensin lyhyttä määräaikaista sopimusta, jonka aikana saatujen mittaustulosten perusteella voidaan solmia uusi pitempi määräaikainen sopimus.

## Electricity pricing scheme comparison for a building set to undergo renovation

Pirttimäki, Aleksi Erik

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Electrical engineering

April 2017

Number of pages: 50

Appendices: 4

Keywords: electricity consumption, electricity tariffs, renovation

---

The purpose of this thesis was to find out the most advantageous available electricity pricing scheme to suit the needs of a school building after its renovation. The commissioner of this thesis was Kiinteistö Oy SAMK. Only the electricity prices of the local electric power company were studied.

First, information was gathered about the Nordic electric market and how the price of electricity is comprised. After that, ways of estimating annual energy consumption of a building without measured data were studied. Next the local electric company was contacted and interviewed about the different electricity pricing schemes. Lastly, different electricity pricing schemes were compared based on some possible energy consumption scenarios estimated in the thesis.

As a result, a recommendation for the most advantageous electricity pricing scheme was given to the commissioner of the thesis. For the distribution pricing scheme a seasonal medium voltage tariff without a power fare was recommended. Making a short fixed term contract to measure the energy consumption of the building, and formulating a longer contract based on that data was recommended for the electric power sale pricing scheme.

.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	SÄHKÖ MYYNTITUOTTEENA .....	7
2.1	Pohjoismaiset sähkön tukkumarkkinat .....	7
2.2	Sähkön vähittäismarkkinat Suomessa.....	8
2.3	Sähkön hinnan muodostuminen .....	9
2.3.1	Energiahinta.....	9
2.3.2	Siirtohintaa .....	10
2.3.3	Sähköverot.....	10
2.4	Sähkön kilpailuttaminen .....	11
2.5	Tariffit eli ostohinnastot.....	13
3	ENERGIALASKENNAN YLEISPERIAATTEITA .....	16
3.1	Kuormituskäyrä ja vuosienergia .....	17
3.2	Pysyvyyskäyrä .....	18
4	RAKENNUKSEN TEHONTARPEEN JA ENERGIANKULUTUKSEN MÄÄRITTELY .....	19
4.1	Velanderin kaava .....	21
4.2	Kuormituskäyrät ja ominaiskulutustaulukot .....	22
4.3	Rakentamismääräyskokoelman osa D5 .....	23
5	KOHTEEN TIEDOT.....	23
5.1	Kohde.....	23
5.2	Suurimmat energiankulutuskohteet .....	26
5.2.1	Keittiötilat.....	26
5.2.2	Ilmanvaihto.....	28
5.3	Kohteelle sovellettavissa olevat hinnastovaihtoehdot .....	29
5.3.1	Liittymismaksu .....	29
5.3.2	Sähkön siirtomaksut .....	30
5.3.3	Sähkön myynti.....	32
6	ENERGIANKULUTUS JA SÄHKÖN HANKINTAKULUT .....	33
6.1	Arviot ominaisenergiankulutuksen mukaan .....	34
6.2	Vuosienergiankulutus rakennuttajan tietojen mukaan .....	35
6.3	Hinnastojen vertailu .....	40
7	YHTEENVETO .....	44
	LIITTEET	
	LIITE 1. Ominaisenergiälaskelma	
	LIITE 2. Vuosienergiälaskelma	

LIITE 3. Ostohinnastojen kuluvertailu

LIITE 4. Raportti asiakkaalle työn tuloksista

## 1 JOHDANTO

Tämä työ on tehty Kiinteistö Oy SAMK:n toimeksiannosta Winnovan muuttaessa Satakunnan Ammattikorkeakoulun vanhoihin tiloihin. Työn tarkoitus oli olla pohjaselvitys erilaisista sähkön ostohinnastovaihtoehdoista, jonka perusteella asiakas voi tehdä päätöksen energian hankkimisesta.

Työtä tehdessäni sain runsaasti apua Satakunnan ammattikorkeakoulun henkilökunnalta. Kiitokset ohjaajalleni Jorma Tuomelalle, sekä rakennuttajan edustajalle Marko Konoselle. Lisäksi haluaisin erikseen kiittää Pori Energian Markku Halmetta sekä Ilkka Mäkitaloa, jotka auttoivat minua valtavasti työni suorittamisessa.

## 2 SÄHKÖ MYYNTITUOTTEENA

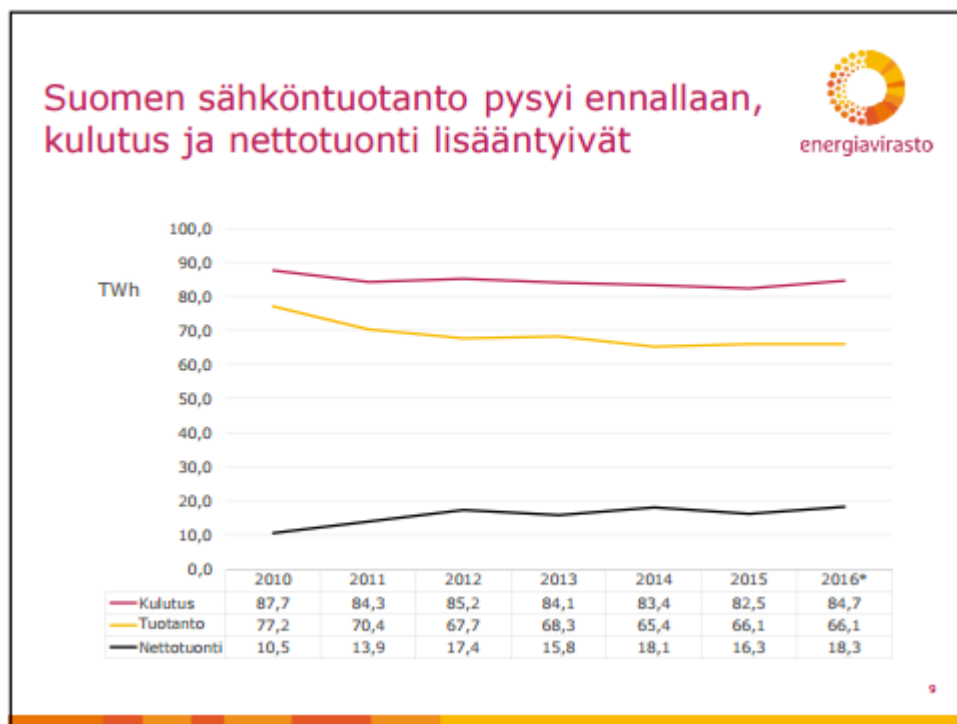
Sähkö on myyntituotteena haastava, ja poikkeaa muista vastaavista hyödykkeistä monella tapaa. Sähköä ei voida kustannustehokkaasti varastoida laajassa mittakaavassa, vaan se pitää tuottaa silloin, kun sitä tarvitaan. Sähköverkon ylläpito ja sähkön tuottaminen ovat valtavasti resursseja vaativia tehtäviä, ja samalla sähkön hinnoittelua ja laatua säädellään, mutta myös tuetaan erilaisin määräyksin. Tuotantolaitoksiin investoiminen on kallista ja sitoo pääomaa kymmeniksi vuosiksi. Näistä syistä sähköä voidaan pitää haastavana kauppatuotteena. (Elfi.fi 2017)

Sähkö on nykyisin lähes välttämätön hyödyke. Siitä huolimatta, koska sähkön tehokas hyödyntäminen vaatii hyvin ylläpidettyä sähköverkostoa sekä tuotantoinfrastruktuurin huolellista suunnittelua, ja koska sähköverkonhaltijan toimia säädellään sähkömarkkina-alaissa ankarasti, sähköalalla toimiminen vaatii erityisen paljon pitkäjänteisyyttä sekä pääomaa. Jotta sähkön toimittaminen saadaan sujuvaksi, ja sähkөөn investoiminen mielekkääksi, on kaupantekoa pyrittävä tukemaan toimivilla markkinoilla, lainsäädännöllä, pelisääntöjen pitkäjänteisyydellä sekä ennustettavuudella. Tämä saavutetaan parhaiten yhtenäistämällä myynnin prosesseihin osallistuvien toimijoiden menettelytapoja sekä kansallisesti että kansainvälisesti (Elfi.fi 2017)

### 2.1 Pohjoismaiset sähkön tukkumarkkinat

Suomi on osa yhteistä pohjoismaista ja Baltiasta koostuvaa sähkön tukkumarkkinaa. Kauppapaikkana tässä tukkumarkkinajärjestelmässä toimii Norjassa sijaitseva Nord Pool Spot. Yhteisten markkinoiden mahdollistamiseksi Suomen sähköjärjestelmä on yhdistetty Ruotsin, Norjan, Viron ja Venäjän järjestelmään, ja edelleen näiden maiden sähköjärjestelmien kautta Euroopan, Pohjoismaiden ja Baltian maiden sähköjärjestelmiin. Näin sähköä voidaan siirtää rajojen ylitse niin, että käytössä ovat aina halvimmat sähkön tuotantomuodot. (energiavirasto.fi 2017)

## 2.2 Sähkön vähittäismarkkinat Suomessa



Kuva 1. Sähkön tuotto ja kulutus Suomessa 2016 (Nurmi 2017, 5)

Sähkön vähittäismyynnillä tarkoitetaan sähkön myyntiä pienasiakkaille. Sähkön vähittäismyyjät toimittavat sähköä, jonka he voivat itse tuottaa, hankkia sähköpörssistä tai ostaa kahdenvälisillä sopimuksilla, kuluttajille, joilla on oikeus hankkia sähköenergiansa haluamaltaan sähkönmyyjältä. (energiavirasto.fi 2017)

Kuvassa 1 on esitetty suomen sähkön kokonaiskulutus vuosilta 2010 - 2016. Sähköä kulutettiin vuonna 2016 yhteensä 84,7 TWh, josta 66,1 TWh tuotettiin Suomessa, ja loput 18,3 TWh hankittiin muualta.

Suomen sähkömarkkinoiden uudistaminen ja avaaminen kilpailulle aloitettiin vuonna 1995 ensimmäisellä sähkömarkkinalailla. Markkinoiden avautuminen on tämän jälkeen edennyt vaiheittain Euroopan parlamentin ja neuvoston vuonna 2003 ja vuonna 2009 antamalla toisella ja kolmannella energiamarkkinapakettilla. Uudistuksilla on haluttu poistaa kilpailun esteitä ja luomaan kilpailulliset yhteiseurooppalaiset sähkömarkkinat toimialalle, joka on luonteeltaan



monopolitoimintaa. Uusi kolmannen energiamarkkinapakettin mukainen sähkömarkkinalaki tuli voimaan syyskuussa 2013. (energiavirasto.fi 2017)

Kuluttajat ostavat sähkön vähittäismyyjiltä. Myyjä voi hankkia sähköä sähköpörssistä, ostaa sitä solmimillaan sopimuksilla tai tuottaa sitä itse asiakkaalleen.

Sähkö siirretään käyttäjilleen sähköverkkoyhtiöjärjestelmässä. Se muodostuu kanta-, alue- ja jakeluverkoista. Suomessa kantaverkonhaltija Fingrid vastaa valtakunnallisen siirtojärjestelmän toiminnasta. Paikalliset sähköverkkoyhtiöt ovat alue- ja jakeluverkonhaltijoita, jotka siirtävät sähkön kuluttajille omalla toimialueellaan.

Sähkön toimitus sisältää kaksi eri hyödykettä: sähkön siirron ja sähköenergian. Siirtoa ei voi kilpailuttaa. Paikallinen sähköverkkoyhtiö huolehtii aina sähkön toimittamisesta asiakkaalleen. Sen sijaan sähköenergian voi ostaa miltä tahansa sähkömyyjältä Suomessa. (energiavirasto.fi 2017)

Tämän työn tapauksessa Sähköverkkoyhtiö on Pori Energia Sähköverkot Oy.

### 2.3 Sähkön hinnan muodostuminen

Sähkö muodostuu kahdesta eri hyödykkeestä, siirtopalvelusta ja sähköenergiasta. Sähköenergian myyntihinnan ja siirtomaksun lisäksi kuluttaja maksaa sähkölaskussaan arvonlisäveroa, sähköveroa sekä huoltovarmuusmaksua. (energiavirasto.fi 2017)

#### 2.3.1 Energiahinta

Sähköenergian osuus sähkölaskusta vaihtelee eri asiakasryhmien välillä. Tyypillisesti yksityiskuluttajan sähkölaskusta 40-50 prosenttia on sähköenergian osuutta, joka on kilpailutettavissa.

Sähköenergiahinta koostuu kuukausittaisesta kiinteästä perusmaksusta ja sähkön käytöstä riippuvasta kulutusmaksusta. Yleissähkössä on vain yksihintainen

kulutusmaksu, ja aikasähkössä erillinen kulutusmaksu yö- ja päiväenergialle. Kiinteä perusmaksu ja kulutusmaksut vaihtelevat yhtiöittäin. (energiavirasto.fi 2017)

### 2.3.2 Siirtohinta

Siirtopalvelu muodostuu sähkön siirrosta, sähkön kulutuksen mittauksesta ja taseselvityksestä. Sähkön siirto tarkoittaa sähkön tuomista sähköverkon kautta kuluttajalle.

Taseselvityksellä tarkoitetaan eri sähkönmyyjien myymän sähköenergian määrän selvittämistä. Siirtopalvelun hinnasta käytetään myös nimitystä siirtohintaa. Siirtohintaan vaikuttavat sähkön siirtoon käytettävän sähköverkon pääoma-, käyttö- ja ylläpitokustannukset. Siirtohintaa asiakas ei voi kilpailuttaa, mutta Energiavirasto valvoo sen kohtuullisuutta. (energiavirasto.fi 2017)

### 2.3.3 Sähköverot

Sähkölaskulla siirtomaksujen yhteydessä asiakas maksaa sähköveroa, joka muodostuu sähkön valmisteverosta ja huoltovarmuusmaksusta. Sähköverkkoyhtiö tilittää sähköveron edelleen valtiolle. (vattenfall.fi 2017)

Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta (Finlex.fi 30.12.1996/1260 2017) määrittelee seuraavasti:

Sähkön valmisteveroa ja huoltovarmuusmaksua on velvollinen suorittamaan:

- 1) verkonhaltija;
- 2) sähköntuottaja ja pientuottaja;
- 3) se, joka on hankkinut tai itse tuottanut sähköä veroluokan II verolla, jos sähkö on käytetty tai luovutettu veroluokan I edellyttämään tarkoitukseen;
- 4) muu kuin verkonhaltija, joka ansiotoiminnassaan vastaanottaa sähköä toisesta jäsenvaltiosta tai tuo maahan sähköä unionin ulkopuolelta, jos sähkö ei kulje sähköverkon kautta Suomessa.

Sähkön valmistevero ja huoltovarmuusmaksu määrätään kultakin verokaudelta verotaulukon mukaisena siitä sähkön määrästä, jonka:

- 1) verkonhaltija luovuttaa kulutukseen;
- 2) sähköntuottaja tai pientuottaja tuottaa, sekä siitä määrästä, jonka sähköntuottaja tai pientuottaja on hankkinut verottomasti ja käyttää itse tai luovuttaa verolliseen kulutukseen

Sähkönkäyttäjät jaetaan kahteen luokkaan: sähköveroluokkaan 1 kuuluu suurin osa sähkönkäyttäjistä. Sähköveroluokkaan 2 voivat kuulua valmistavaa teollisuutta harjoittavat teollisuusyritykset ja kasvihuoneviljelytilat. (vattenfall.fi 2017)

Lisäksi sähköstä maksetaan oston yhteydessä arvonlisäveroa 24 %.

1.1.2015 lähtien sähköverot luokittain määräytyvät seuraavasti:

Sähköveroluokka 1, 2,253 snt/kWh (alv 0%) = 2,79372 snt/kWh (alv 24%)

Sähköveroluokka 2, 0,703 snt/kWh (alv 0%) = 0,87172 snt/kWh (alv 24%)

(Finlex.fi 30.12.1996/1260 2017)

## 2.4 Sähkön kilpailuttaminen

Suomessa voi ostaa sähköä miltä tahansa Suomessa toimivalta sähkön myyjältä. Sähköverkkoyhtiötään asiakas ei voi valita, vaan sähkön siirrosta vastaa se verkkoyhtiö, jonka alueella asiakkaan kulutuspaikka sijaitsee. Kuluttaja ostaa sähköä tekemällä sähkönmyyntisopimuksen sähkön myyjän kanssa. Sopimuksessa sovitaan sähköenergiasta maksettavan hinnan tai hinnan määräytymisperiaatteiden lisäksi muun muassa sopimuksen kestosta, irtisanomisehdoista, sähkön alkuperästä sekä muista sopimuksen ehdoista. Sopimukset ovat joko toistaiseksi voimassa olevia tai määräaikaaisia. (Energia.fi 2017)

Toistaiseksi voimassa olevassa sopimuksessa sähkön hinta seuraa joko suoraan tai viiveellä sähkömarkkinoiden kehitystä mukailten. Tällaisissa sopimuksissa sovitaan etukäteen asiakkaan ja myyjän välillä sopimuksen hinnan muuttamisen ehdoista. Osassa sopimuksista hinta muuttuu markkinahinnan mukaan säännöllisesti, esimerkiksi kuukausittain tai vuosineljänneksittäin. Vaihtoehtoisesti hinnat voivat muuttua hieman hitaammin ja epäsäännöllisemmin siten, että myyjä päättää hinnan muutosten ajankohdista ja ilmoittaa muuttuvista hinnoista asiakkaalle vähintään kuukausi etukäteen. Toistaiseksi voimassa olevan sopimuksen irtisanomisaika kuluttajalle on kaksi viikkoa. (Energia.fi 2017)

Määräaikainen sähkönmyyntisopimus tehdään joko yhden tai kahden vuoden ajaksi. Siinä sähkön hinta ei muutu sopimuskauden aikana. Määräaikainen sopimus sitoo myös asiakasta, joten määräajan aikana ei tule tehdä toista sopimusta. Määräajan umpeuduttua sopimus jatkuu toistaiseksi voimassa olevana, jollei myyjän kanssa ole toisin sovittu. Määräaikaisen sopimuksen tekemällä voi hakea vakautta kulutusmenoihinsa. (Energia.fi 2017)

Viime vuosina tunti tunnilta sähkön markkinahintaa seuraavien sähköpörssihintaisten sopimusten suosio on kasvanut. Yhä useampi asiakas on kiinnostunut tuotteesta, jossa hinta määräytyy jokaiselle tunnille erikseen, ja asiakas voi säästää sähkölaskussaan ajoittamalla sähkönkäyttöään hinnaltaan halvempiin ajankohtiin. Asiakkaan kotiautomaatiojärjestelmä voi hoitaa täysin automaattisesti kodin tai käyttöveden lämmitykseen käytettävän sähkön ajoittamisen niin, ettei asiakas edes huomaa sitä. (Energia.fi 2017)


Sähköenergian osuus sähköntoimituksesta on mahdollista kilpailuttaa. Kilpailutuksella voit vaikuttaa maksamasi sähköenergian hintaan ja käyttämäsi sähkön alkuperään. (energiavirasto.fi 2017)

## 2.5 Tariffit eli ostohinnastot

Sekä siirtopalvelulle että sähköenergialle on olemassa yleis-, aika- ja tehotariffeja. Tehotariffit soveltuvat hyvin vain yritysten tai muiden suurien asiakkaiden laskutukseen. Tariffit ovat vapaavalintaisia, eli asiakas voi valita tariffeista haluamansa. Lisäksi siirtopalvelulle ja sähköenergialle voi valita toisistaan riippumatta rakenteeltaan erilaiset tariffit. (Energiavirasto.fi 2017)

Tämän työn tarkoituksen on selvittää, mikä tariffi olisi sopivin kohderakennuksen saneerauksen jälkeiseen käyttöön.

**Kokonaishinnasto**  
1.11.2015 alkaen  
Alv 0 %

**PORI ENERGIA** 

Näitä hintoja sovelletaan uusille asiakkaille vain 3x100 A tai sitä pienemmällä sulakekoolla.

YLEISSÄHKÖ	MYYNТИ	SIIRTO	YHTEENSÄ
<b>Perusmaksu</b>	€/kk	€/kk	€/kk
Pääsulake			
1 x 35 A	2,02	3,78	5,80
3 x 25 A	2,02	7,07	9,09
3 x 35 A	2,02	9,90	11,92
3 x 63 A	2,02	18,40	20,42
3 x 100 A	7,90	35,67	43,57
3 x 125 A	7,90	53,49	61,39
* 3 x 160 A	7,90	71,32	79,22
* 3 x 200 A	7,90	142,63	150,53
* 3 x 315 A	7,90	198,64	206,54
* 3 x 400 A	7,90	254,65	262,55
<small>*Loistehomaksu 3,53 €/kvar, kk</small>			
<b>Energia-/siirtomaksut /kWh</b>	5,02 snt	2,12 snt	7,14 snt
<b>Tuulivoimalla tuotettu energia /kWh</b>	5,22 snt	2,12 snt	7,34 snt

Kuva 2, Pori energian yleissähkön kokonaishinnasto (Pori Energia 2017)

Kuvassa 2 esitetään Pori Energian yleistariffin mukaiset listahinnat. Kuvasta käy ilmi myös, että kyseinen hinnasto on voimassa ainoastaan 3x100 A ja pienemmille asiakkaille. Yleistariffissa sähkön myynnille sekä siirrolle määrätään kiinteät kuukausimaksut pääsulakekoon perusteella, ja sähköenergian kulutuksesta peritään erillinen energia- ja siirtomaksu kulutettua kilowattituntia kohden. Esimerkkinä tällä hinnastolla yleistariffiin perustuvassa laskutuksessa 3x35 A pääsulakkeilla varustettu talous maksaa kuukauden 1000 kWh energiankulutuksesta seuraavasti:

$$\text{Perusmaksu} = \text{myynti} + \text{siirto} = 2,02 \text{ €/kk} + 9,90 \text{ €/kk} = 11,92 \text{ €/kk}$$

$$\text{Energia- ja siirtomaksut} = (\text{energiamaksu} + \text{siirtomaksu}) * \text{kulutus}$$

$$= (5,02 \text{ snt/kWh} + 2,12 \text{ snt/kWh}) * 1000 \text{ kWh} = 7140 \text{ snt} = 71,40 \text{ €}$$

Yhteensä  $11,92 \text{ €} + 71,40 \text{ €} = 83,32 \text{ €}$

Koska hinnaston hinnat ovat Alv 0 % hintoja, tulee myös verot ottaa huomioon seuraavasti:

Verollinen hinta (Alv 24 %) = Veroton hinta + verot =  $83,32 \text{ €} + 83,32 \text{ €} * 0,24 = \text{n.}103,32 \text{ €}$

Verollinen hinta voidaan laskea myös suoraan  $83,32 \text{ €} * 1,24 = \text{n.} 103,32 \text{ €}$

<b>AIKASÄHKÖ</b>			
<b>Perusmaksu</b>	<b>MYYNTI</b>	<b>SIIRTO</b>	<b>YHTEENSÄ</b>
Pääsulake	€/kk	€/kk	€/kk
3 x 25 A	2,02	12,35	14,37
3 x 35 A	2,02	17,59	19,61
3 x 63 A	2,02	33,97	35,99
3 x 100 A	7,90	67,92	75,82
3 x 125 A	7,90	101,86	109,76
* 3 x 160 A	7,90	135,76	143,66
* 3 x 200 A	7,90	271,63	279,53
* 3 x 315 A	7,90	348,02	355,92
* 3 x 400 A	7,90	424,42	432,32
* Loistehomaksu 3,53 €/kvar, kk			
<b>Energia-/siirtomaksut /kWh</b>			
Päivä (7.00 - 22.00)	5,13 snt	2,12 snt	7,25 snt
Yö (22.00 - 7.00)	3,93 snt	0,97 snt	4,9 snt
<b>Tuulivoimalla tuotettu energia /kWh</b>			
Päivä (7.00 - 22.00)	5,33 snt	2,12 snt	7,45 snt
Yö (22.00 - 7.00)	4,13 snt	0,97 snt	5,1 snt

Kuva 3, Pori Energia aikasähkön kokonaishinnasto (Pori Energia 2017)

Kuvassa 3 on Pori Energian listahinnat aikatariffeille. Tässä ostohinnastotyypissä energian kulutus jaetaan kalliimpaan ja halvempaan hintaluokkaan riippuen käyttöajankohdasta. Tämänlainen tariffi on erityisen sopiva, mikäli kohde kuluttaa huomattavan osan energiastaan halvemmän hintaluokan piiriin kuuluvana aikana. Tässä hinnastossa tällaista aikaa olisi siis klo 22.00 – 7.00 välinen aika. Aikatariffissa, eli kaksiaikaisessa hinnastossa, kalliimman hintaluokan mukainen energiamaksu on yksiaikaista hinnastoa kalliimpi. Rakennuttajan mukaan tämän kohteen suurin kulutus ajoittuu välille 7.00 - 18.00, jolloin merkittävä osa kulutuksesta tapahtuu kalliimman hintaluokan mukaan.

**MYyntI****TEHOSÄHKÖ**

	<b>€/kk</b>
Perusmaksu	50,00
	<b>snt/kWh</b>
energiamaksu tai	3,82
päiväenergia (7.00 - 22.00)	4,03
yöenergia (22.00 - 7.00)	3,55

Tehosähkön hinta tarkistetaan neljännesvuosittain. Hinnoittelu perustuu aina NASDAQ OMX Commodities -sähköpörssin kahden seuraavan neljännes-jakson keskihintaan.

**SIIRTO****PIENJÄNNITE**

	<b>€/kk</b>
Perusmaksu	254,65
Tehomaksu	2,97 /kW
* Loistehomaksu	3,53 /kvar
	<b>snt/kWh</b>
siirtomaksu tai	0,89
siirtomaksu, päivä (7.00 - 22.00)	0,98
siirtomaksu, yö (22.00 - 7.00)	0,58

**SUURJÄNNITE**

	<b>€/kk</b>
Perusmaksu	424,42
Tehomaksu	2,49 /kW
* Loistehomaksu	3,53 /kvar
	<b>snt/kWh</b>
siirtomaksu tai	0,72
siirtomaksu, päivä (7.00 - 22.00)	0,76
siirtomaksu, yö (22.00 - 7.00)	0,59

Kuva 4, Pori Energia tehosähköhinnasto (Pori Energia 2017)

Pori Energian tehotuotteiden hinnat löytyvät kuvasta 4. Tehosähkö on kuvassa jaettu erikseen siirto-, ja myyntihinnastoihin. Tehohinnastossa hinta määrittyy kuukausikohtaisen perusmaksun, tehonhuipun mukaisen tehomaksun, sekä energiamaksun summana. Tehotariffi on tavallisimmin käytössä tavallista kuluttajaa suuremmilla asiakkailta, kuten kohteen tapauksessa. Kohteen liittymä on suurjänniteliittymä, mikä vaikuttaa edelleen hintoihin kuvan mukaisella tavalla. Suurjänniteliittymät ovat teholiittymiä, jolloin kohteelle ei ole mahdollista hankkia näillä listahinnoilla muita siirtotariffeja, kuin joko yksi- tai kaksiaikainen suurjännitesiiro.

### 3 ENERGIALASKENNAN YLEISPERIAATTEITA

Energiataloudellisen laskennan perussuureita ovat sähköteho  $P$ , sekä Sähköenergia  $W$ .

Sähköinen teho määritellään seuraavasti:

Sähkötehon tunnus on  $P$  ja sen yksikkö on Watti [W]

Sähköteho voidaan laskea kaavasta  $P = UI \cos \varphi$ , jossa

$U$  = Jännite [V]

$I$  = Virta [A]

$\cos \varphi$  = Tehokerroin

(Ahoranta 2016, 177)

Sähköenergia määritellään seuraavasti:

Sähköenergian tunnus on  $W$  (tai  $E$ ) ja yksikkö Joule [J]

Sähköenergia voidaan laskea kaavasta  $W = Pt$ , jossa

$P$  = Teho [W]

$t$  = Aika [s]

(Ahoranta 2016, 49)

Useimmiten energiatalousteknisessä laskennassa käytetään kuitenkin Joulen (Wattisekunti =  $Ws$ ) sijaan sähköenergian yksikkönä kilowattituntia kWh, joka saadaan suoraan kaavasta  $W = Pt$ .

Tästä eteenpäin tässä työssä sähkötehoa tullaan kutsumaan yksinkertaisesti tehoksi, ja vastaavasti sähköenergiaa energiaksi. Mikäli muunlaista tehoa tai energiaa käsitellään, mainitaan tämä asiayhteydessä erikseen.

Tehosta on hyvä mainita vaihtosähkön yhteydessä vielä, että todellinen tehonkulutus koostuu todellisuudessa kahdesta eri komponentista, loistehosta sekä pätötehosta. Tavallisimmin tehosta puhuttaessa puhutaan pätötehosta, joka on kuorman käyttämää



hyötytehoa. Loisteho on vaihtosähkökomponenttien, kuten kelojen ja kondensaattorien, aiheuttamia tehohäviöitä, jotka kuitenkin vaikuttavat kulutettuun kokonaistehoon. Tehon eri komponentit kuvataan usein tehokolmiona, jonka sivut vastaavat eri tehomuotoja. Pätötehon ja loistehon summana saadaan lopullinen tehonkulutus, näennäisteho. Pätö-, lois- ja näennäisteho ratkaistaan suorakulmaisesta tehokolmiosta Pythagoraan lauseen tai trigonometrian avulla. (Ahoranta 2016, 177-178)

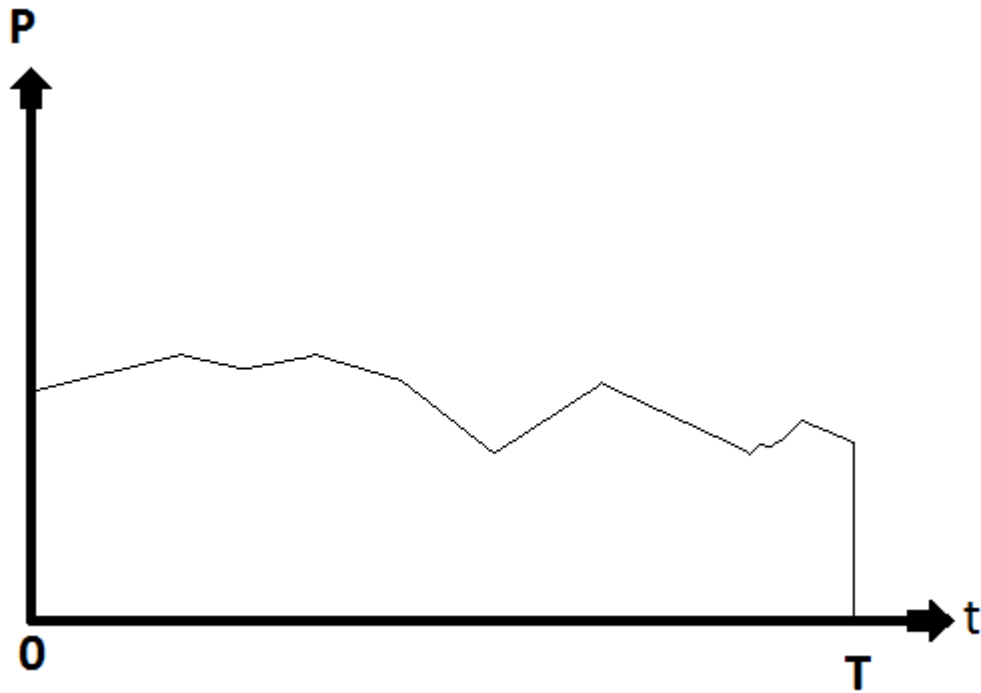
Suurempien energiankuluttajien, kuten teollisuusasiakkaiden, sähkösopimuksissa usein myös loistehosta veloitetaan maksu, kun taas pienemmät kuluttajat, kuten kotitaloudet, eivät useimmiten maksa loistehosta.

### 3.1 Kuormituskäyrä ja vuosenergia

Tutkittavan kohteen hetkellisen tehon vaihtelua mittaamalla voidaan luoda kuormituskäyrä. Kuormituskäyrästä (kuva 5) käy tällöin ilmi kuormituksen teho tarkasteluajanjakson millä tahansa hetkellä. Koska energiankulutus saadaan hetkellisen tehon ja ajan tulona, voidaan kuvaajasta selvittää myös tarkastelujaksolla kulutettu energia. Kuvassa 5 T kuvaa valittua tarkasteluajanjaksoa. (Ruppa, Tapaninen & Niemi 1994, 5)

Koska tavallisissa sovelluksissa useimmiten teho ei ole vakio läpi tarkastelujakson, kaavaa  $W = Pt$  ei voida soveltaa sellaisenaan. Tämän sijaan kuvaaja voidaan lohkoa äärimmäisen pieniin suikaleisiin, jolloin  $W = Pt$  pitää paikkansa. Laskemalla yhteen nämä suikaleet saadaan tarkastelujakson aikana kulutettu energia. Kokonaisenergia on tällöin kuormituskäyrän ja aika-akselin väliin jäävä pinta-ala. Tarkasteluajanjakson kokonaisenergia saadaan täten integraalista  $W = \int_0^T P(t)dt$  (Ruppa, Tapaninen & Niemi 1994, 5)

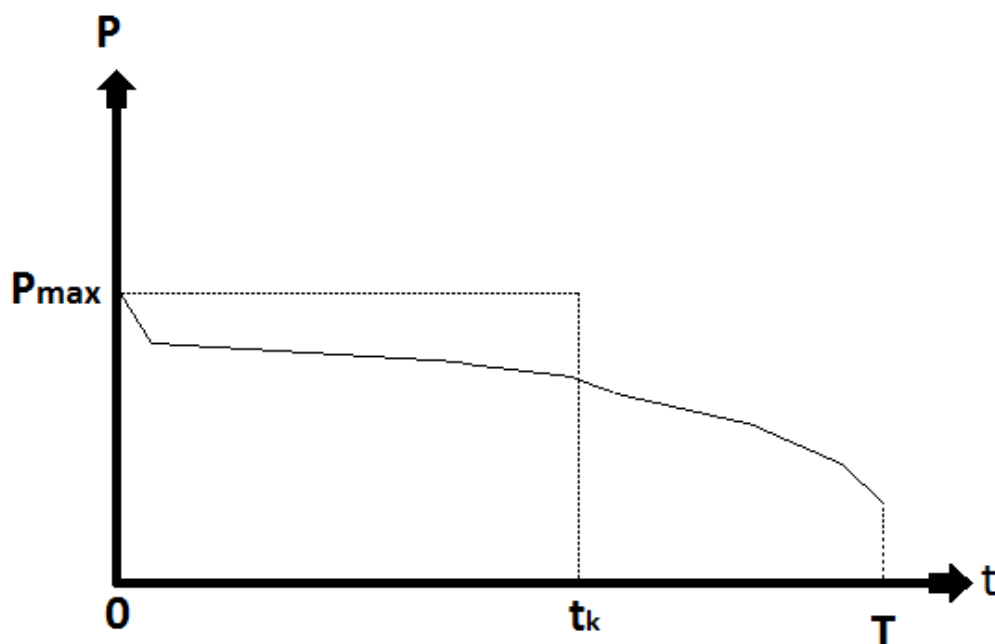
Todettakoon, että kokonaisenergian selvittämiseksi tarkalleen kuvaajasta, on turvaututtava numeeriseen integraatioon, sillä tehon vaihtelua kuvaava funktio tunnetaan käytännössä vain empiirisesti. (Ruppa, Tapaninen & Niemi 1994, 5)



Kuva 5, kuormituskäyrä (Ruppa, Tapaninen & Niemi 1994, 5)

### 3.2 Pysyvyyskäyrä

Ottamalla kuormituskäyrästä eristetyt energia-alkiot ja laittamalla ne suuruusjärjestykseen saadaan kuvan 6 mukainen pysyvyyskäyrä. Pysyvyyskäyrä kuvaa samaa energiamäärää kuin samoista alkioista rakentuva kuormituskäyräkin, mutta hetkellisen tehon sijaan siitä voidaan selvittää, miten tehonkäyttö painottuu. Pysyvyyskäyrästä saadaan havainnollisesti selville myös keskiteho  $P_{med} = \frac{W}{T}$ , huipputeho sekä minimiteho. (Ruppa, Tapaninen & Niemi 1994, 5)



Kuva 6, Pysyvyyskäyrä (Ruppa, Tapaninen & Niemi 1994,7).

Tärkein pysyvyyskäyrästä selville saatava tieto on huipputehon käyttöaika  $t_k$ . Huipputehon käyttöaika kuvaa aikaa, jossa koko tarkasteluajanjakson energia kulutettaisiin, mikäli energiaa kulutettaisiin huipputeholla. Suorakulmion  $P_{max} \times t_k$  pinta-ala vastaa siis samaa energiamäärää, kuin pysyvyyskäyrän ja aika-akselin väliin jäävä ala. Huipputehon käyttöaika määritellään seuraavasti:  $t_k = \frac{W}{P_{max}}$ . Tarkasteltava ajanjakso voi olla mikä tahansa, mutta tavallisesti pysyvyyskäyrän yhteydessä ajanjaksona käytetään yhtä vuotta, eli 8760 tuntia. (Ruppa, Tapaninen & Niemi 1994, 6-7)

#### 4 RAKENNUKSEN TEHONTARPEEN JA ENERGIANKULUTUKSEN MÄÄRITTELY

Rakennuksen sähköisessä mitoittamisessa on tarpeellista selvittää joko todellinen mitattu tehontarve, tai laskennallinen tehontarve-ennuste. Tärkeää on saada selville todellinen tehonhuippu, jolloin huomioon tulee ottaa laitteistojen eriaikainen käyttö. Tehontarpeen mitoitus tulee aina tehdä rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan, ja huipputehoa mitoittaessa tulee ottaa huomioon myös tuleva tehontarpeen kasvu sekä

mahdolliset tulevat muutostyöt. Rakennusten huipputehoon vaikuttavia valintoja ovat muun muassa valaistusjärjestelmä, ilmanvaihtojärjestelmä, jäähdytyslaitteisto sekä yleinen varustetaso. (ST 13.31 2015, 3)

Asuinrakennusten tehontarvetta mitoittaessa käytetään usein vieläkin Adato Energia Oy julkaisua SA 2:08. Kyseisen julkaisun laskentamallit perustuvat vuodesta 1983 alkaneisiin tyyppikuormitusmittauksiin. Tilastojen perusteella tarjotaan laskentamalli, jolla asuinrakennuksen huipputeho ja neliökohtainen tehontarve voidaan määrittellä suunnitteluvaiheessa riittävällä tarkkuudella. (ST 13.31 2015, 3)

Muiden kuin asuinrakennusten mitoittavan tehon laskennassa ei voida noudattaa samoja sääntöjä kuin asuinrakennusten tehoja laskettaessa. Erilaisten liiketilojen, palvelurakennusten ja teollisuuden laitteistoprofiilit sekä kuormituksen ajoitukset eroavat asuinrakennuksista sekä toisistaan niin paljon, että yleisiä toteamuksia neliökohtaisista tehoista ei voida luotettavasti tarjota. Tämän vuoksi laitteistojen tarkempi tarkastelu on erittäin tärkeää muunlaisia tiloja mitoitettaessa. (ST 13.31 2015,4)

Työn kohteen rakennustyyppi on koulurakennus. Kohde on erityisen haastava, sillä se sisältää saneerauksen jälkeen useita erityyppisiä kulutuskohteita.

Kuormitusten arvioimiseen käytetään usein tehojen sijaan vuosienergioita, sillä toisin kuin tehoa, kaikkien käyttäjien energiankulutusta mitataan, koska energiankulutus on peruste laskutukselle. Vuosienergioita käytetään myös sähköennusteiden perusteena. Verkon kuormitusten tarkemmaksi selvittämiseksi vuosienergiat tulee voida muuttaa tehoiksi. Aiemmin käytössä on ollut Velanderin kaava, joka on nykyisemmin korvautunut pitkälti kuormitusmallien hyödyntämisellä. (Lakervi & Partanen 2008, 52-53)

#### 4.1 Velanderin kaava

Velanderin kaava määritellään seuraavasti:

$$P_{max} = k_1 \times W + k_2 \times \sqrt{W}$$

Yhtälössä,

$P_{max}$  on huipputeho kilowatteina [kW]

$k_1$  ja  $k_2$  ovat Velanderin kertoimia. Velanderin kertoimet ovat kuluttajaryhmittäin kokemuseräisesti selvitettyjä tai mitattuja. Kuvassa 7 on lueteltu joitain Velanderin kertoimia talvihiipun selvittämiseksi joillekin kuluttajaryhmille.

$W$  on vuosienergia megawattitunteina [MWh]

(Sähköenergiالیitto ry SENER SA 5:94, 4)

Kuluttajaryhmä	$k_1$	$k_2$
Kotitaloudet yhdistetty	0,30	0,00
Yhdistetty sähkölämmitys ja asuminen	0,27	0,02
Maatalous	0,23	0,04
Maatalous, viljantuotanto	0,20	0,08
Palvelu, yhdistetty	0,20	0,04
Teollisuus, 1-vuoro	0,34	0,10
Teollisuus, 2-vuoro	0,17	0,11
Vapaa-ajan asunnot	0,17	0,03

Kuva 7, Velanderin kertoimia joidenkin kohteiden talvihiipun selvittämiseksi (Sähköenergiالیitto ry SENER SA 5:94, 5)

Velanderin kaava ei anna tarkkoja tuloksia, mutta sen on todettu antavan likimain oikeita arvoja tehohipuille. Velanderin kaava ei kuitenkaan sovellu yksittäisen sähkökäyttäjän tehojen määrittämiseen, vaan on toimivimmillaan suurten sähkökäyttäjäjoukkojen tehojen arvioinnissa, sekä käsin laskennassa. (Lakervi & Partanen 2008, 53-54)

#### 4.2 Kuormituskäyrät ja ominaiskulutustaulukot

Nykyisin tehojen määrittelyssä käytetään Velanderin kaavaa tarkempia kuormitusmalleja. Kuormitusmallit kuvaavat erilaisten käyttäjäryhmien määrällisesti sekä ajallisesti vaihtelevia sähkönkulutuksia. Analysoimalla erilaisista mittaustiedoista erilaisia sähkön kuluttajia, voidaan rakentaa kuluttajaprofiileja, joiden perusteella tehdyt kuormitusmallit ovat perusta yksittäisten sähkökäyttäjien kulutusten ja kulutusten ajoitusten arvioinnissa. Vielä nykyäänkin käytössä olevat kuormitustiedot perustuvat Sähkölaitosyhdistyksen (nykyisin Energiateollisuus ry) vuoden 1992 kuormitustutkimukseen. Määrityksen perustana on jako sellaisiin sähkökäyttäjryhmiin, joissa kulutus voidaan olettaa riittävän samankaltaiseksi. Kuvassa 8 on lueteltu joidenkin rakennustyyppien keskimääräisiä ominaisenergiankulutuksia. (Lakervi & Partanen 2008, 54)

Arvio muun kuin lämmitys-sähkön käytöstä energia-määraysten talotyyppiäolla		Pientalo ja rivitalo	Kerros-talo	Toimisto	Liike-rakennus	Majoitus-rakennus	Opetus-rakennus	Liikunta-rakennus	Sairaala
Laite-sähkö	Valaistus	2,5	3,2	5	17,4	9,5	5,1	5,5	12,2
	Kuluttaja-laitteet	6,4	7,6	5	0,9	2,7	2,3	0	12,2
	Muu, tuntematon kulutus <sup>a</sup>	-	-	6	0	17	4	13	-
	<b>Yhteensä</b>	<b>8,9</b>	<b>10,7</b>	<b>10,1</b>	<b>18,3</b>	<b>12,2</b>	<b>7,3</b>	<b>5,5</b>	<b>24,3</b>
Lämmitys-laitteet	Lämmön-tuotto	0,1	0,03	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
	Lämmön-jako	0,41	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Lämpimän käyttöveden kierto	0,18	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	<b>Lämmitys-laitteet yht.</b>	<b>0,68</b>	<b>1,23</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>
Ilman-vaihto	Ilmanvaihto	1,8	2	4,5	6,1	11	4,3	6	21,9
Vertailu-aineisto	FinZEB	-	14,9	12,4	23,9	24,4	11,3	9,2	42
	Energia-katselmuksel Motiva, likimain	-	-	21	25	40	16	25	40

Kuva 8, Arvioituja ominaisenergiankulutuksia (Mattinen, Heljo & Savolahti 2016, 20)

### 4.3 Rakentamismääräyskokoelman osa D5

Huipputehojen ja vuosienenergioiden määrittelyä laiteluetteloiden perusteella kuvaillaan rakentamismääräyskokoelman osassa D5. Kyseisessä laskumenetelmässä energiankulutus lasketaan erikseen rakennuksen eri osa-alueille, kuten lämmitykselle, ilmanvaihdolle, laitteille ja valaistukselle. Menetelmä vaatii paljon yksityiskohtaista tietoa, eikä päde kaikkiin tapauksiin. Lisäksi menetelmässä on käsitelty enemmänkin rakennuksen kokonaisenergiankulutusta, jossa lämpöenergia on merkittävässä roolissa. Kyseistä laskutapaa voidaan kuitenkin usein käyttää jossain määrin rakennuksen energiankulutuksen tutkimisessa. (Suomen RakMK D5 2013, 26-28)

Laitetietojen ollessa yhä jonkin verran puutteelliset, ja nykyistenkin laitetietojen perusteella tehtyjen laskujen muuttuessa erittäin haastaviksi, päädyttiin tässä työssä sivuuttamaan kyseisen ohjeistuksen käyttö pääasiallisena energianmäärityskeinona. Ohjeesta löydettiin kuitenkin hyödyllistä tietoa vuosienenergioiden määrittelyyn, kuten opetusrakennusten valaistuksen ohjeellinen käyttöaika. (Suomen RakMK D5 2013, 26-28)

## 5 KOHTEEN TIEDOT

### 5.1 Kohde

Työn kohteena on Satakunnan Ammattikorkeakoulun Tiedepuiston kampuksen tilat. Satakunnan Ammattikorkeakoulu muuttaa uusiin tiloihin toukokuussa 2017, jolloin vanhan kampuksen saneeraus aloitetaan. Rakennuttajan rakennusselosteesta löytyy seuraavat tiedot saneerauskohteesta:

Tiedepuisto Kampus, Tiedepuisto 3  
28600 Pori 25.

Vähärauma, kortteli 95, tontti 2

Rakennuskohteen kuvaus:

Porin Tiedepuiston (Kiint Oy SAMK Pori) kiinteistön perusparannus, jossa peruskorjataan opetuskäytössä aikaisemminkin palvelleen kiinteistön tilat uusille käyttäjille, Länsirannikon koulutus Winnova Oy:n opiskelijoille ja henkilökunnalle.

Rakennus on jaettu osiin 1-7. Tilanumeron ensimmäinen numero viittaa osan. Perusparannushankkeeseen kuuluvat osat 1-6.

1 Liiketalous (vähäisiä tilamuutoksia, lisäksi aiemmin Vääntiön osana ollut kirjasto muutetaan luokkatiloiksi)

2 Vääntiö (vähäisiä tilamuutoksia)

3 Vanha Teku (perusparannus, pääläivan julkisivut uusitaan)

4 Itäsiipi (perusparannus, tilat muutetaan opetuskeittiöiksi ja aputiloiksi)

5 Länsisiipi (perusparannus, tilat muutetaan SOTE- ja sähkö-osaston tiloiksi)

6 Keittiö (perusparannus)

(entinen kemian siipi ei kuulu hankkeeseen)

Laajuustiedot:

Kokonaisala 25800 m<sup>2</sup>

Kerrosala 21950 m<sup>2</sup>

Tilavuus 97800 m<sup>3</sup>

Rakennuttaja Porin YH-asunnot Oy (Karjalainen 2017, 8)

Rakennustyöselosteen mukaan perusparannuksessa nykyinen syöttömuuntamo vaihdetaan kahteen suurempaan muuntamoon. Nykyisen muuntamon kapasiteetti on 800 kVA, ja uusien muuntamoiden kapasiteetti on 2x1600 kVA eli yhteensä 3200 kVA. Muuntajia kuvataan rakennustyöselosteessa seuraavasti:

Muuntajat ovat öljyeristeisiä:

- 20000±2x2,5 %/400 V

- 1600 kVA

- Dyn 11

(Karjalainen 2017, 17)



Tällä hetkellä kiinteistössä on käytössä 20 kV keskijänniteliittymä 1-aikatariffilla.

Rakennuttajan mukaan Winnovan Porin osastoista seuraavat muuttavat kohteen tiloihin saneerauksen jälkeen:

- Sosiaali- ja terveysala
- Kauneudenhoitoala
- Ohjaava koulutus
- Valma-koulutus
- Marata-Alat
- Kotitalous- ja puhdistuspalvelut
- Matkailuala
- Elintarvikealat
- Liiketalous, johtaminen ja yritysvalmennus
- Toimihenkilövalmennus
- Kotouttamiskoulutus
- Pakolaiskoulutus
- Oppipaja
- Yhteiset aineet
- Turvallisuusalan koulutus
- Sähkö- ja automaatiotekniikka
- Tieto- ja tietoliikennetekniikka
- Tieto- ja viestintätekniikka

Kohteen saneerauksenjälkeiseksi huipputehoksi on arvioitu sähkönjakelun aluekaavion mukaan n.2527 kW. Tähän sisältyvät molempien muuntajien syöttämät kulutuskohteet. Kohteen lämmitys hoidetaan kaukolämmöllä.

## 5.2 Suurimmat energiankulutuskohteet

### 5.2.1 Keittiötilat

Saneerauskohteen sähkönjakelun aluekaaviossa on kuvattu seuraavat keittiötilat kulutuskohteiksi. Tasoituskertoimella lasketut tehot kuvaavat valmistajien ja käyttäjän tietojen mukaan arvioituja laitteiden tehonkulutusten samanaikaisuuksia ja siten arvioituja todellisia tehonkulutuksia (ST13.31, 3):

#### Pääkeskus 3

Keittiö: n.622 kW, tasoituskertoimella 0,7 n. 435 kW

#### Pääkeskus 1

Opetuskeittiöt 2 x 208 kW = n. 416 kW, tasoituskertoimella 0,7 yht. n. 291 kW

#### Pääkeskus 2

Opetuskahvio n. 25 kW

Opetusravintola n. 282 kW, tasoituskertoimella 0,7 n. 197,5 kW

Opetuskeittiö n.208 kW, tasoituskertoimella 0,7 n.146 kW

Konditoria ja leipomotyösali n.397 kW, tasoituskertoimella 0,7 n.228 kW

Elintarviketeknologian työsali n.193 kW, tasoituskertoimella 0,7 n.135 kW

Yhteensä tasoituskertoimella korjattuna kyseisten keittiötilojen laskennallinen huipputeho on n. 1457,5 kW, joka on lähes 58 % kiinteistön laskennallisesta kokonaistehonkulutuksesta. Tästä syystä on erittäin tärkeää tarkkailla kyseisten tilojen energiankulutusta kohteen energiankulutusta arvioidessa.

Koska Winnovan Rautatienpuistokatu 7 keittiöiden ja opetuskeittiöiden toiminta muuttaa saneerauksen jälkeen kohteen tiloihin, kyseisten osastojen henkilökunnalta tiedusteltiin keittiölaitteiden nykyistä käyttöä. Henkilökuntaa haastateltaessa saatiin seuraavat arviot keittiölaitteistojen nykyisistä käyttöajoista:

#### Henkilöstöravintolan keittiö:

Uunit ja tiskikoneet tavallisesti käytössä lähes tauotta 8 – 14

Tarjoilupuolen kylmälaitteet sekä lämpöhauteet 8 -14

Muut kylmälaitteet ympäri vuorokauden

Ilmastointi automatisoidun ilmanvaihdon mukaisesti (ei tarkempaa tietoa)

(Rautatiepuistikatu 7 opetushenkilöstö henkilökohtainen tiedonanto 2017)

#### Opetuskeittiöt:

laitteet käytössä arviolta klo 8 – 14 silloin kun opetusta on. Kylmälaitteet aktiiviajalla käytössä ympäri vuorokauden. Lukuvuoteen sijoittuu tavallisesti noin viisi opetuksetonta viikkoa, jolloin laitteistoa ei käytetä. Tällöin kylmälaitteistokapasiteettikin on rajoitettua. (Rautatiepuistikatu 7 opetushenkilöstö henkilökohtainen tiedonanto 2017)

#### Suurkeittiössä (opiskelijaravintola):

Uunit käytössä normaalisti noin klo 9 – 11, 2-3 päivää viikossa.

Hauteet ja pesukoneet päivittäin klo 7 – 14.

Padat 2-3 tuntia päivässä 3-4 päivänä viikossa välillä 8 - 11.

(Rautatiepuistikatu 7 opetushenkilöstö henkilökohtainen tiedonanto 2017)

Kyseiset tiedot ovat tärkeitä määriteltäessä kohteen käyttöastetta, joka on oleellinen tieto kohteen energiankulutuksen arvioimisessa.

Myös konditoria, leipomo ja elintarvikepuolen kulutukset ovat pohjimmiltaan melko samanlaiset. On kuitenkin todettava, että ilmeisesti kulutusprofiilit tulevat jonkin verran muuttumaan muuton jälkeen. Esimerkiksi suunnitelmiin kuuluu, että osa osastoista voisi mahdollisesti alkaa toimia kahdessa vuorossa välillä 7.00 – 18.00.

(Rautatiepuistikatu 5 opetushenkilöstö henkilökohtainen tiedonanto 2017)

Asiakkaan ilmoittama päivittäinen aktiivikäyttöaika on klo 7.00 – 18.00. Kuitenkin keittiöhenkilöstön haastatteluista voidaan päätellä, että suurin osa keittiölaitteiston aktiivisesta käytöstä keskittyy välille 8.00 – 14.00, ja suurimmat kuormitukset täten uunien ja patojen käyttöajalle, joka on tavallisesti 2-3 tuntia välillä 8.00 – 11.00. Näillä perusteilla keittiöiden käyttöastetta voidaan arvioida jo huomattavasti tarkemmin tietämättä varsinaista todellista tehonkulutusta.

Keittiölaiteluettelosta käy ilmi, että keittiö-, konditoria-, kahvila-, baari-, leipomo- ja ravintolatilojen kylmälaitteet ovat tehoiltaan yhteensä noin 52 kW.

### 5.2.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon dokumenteista selviää, että tilojen ilmastoinnin ohjaukset vaihtelevat osasto- ja laitekohtaisesti. Kuitenkin ilmastoinnin SFP-luku, joka kuvaa ilmastointikoneen ominaissähkötehoa, on uudistettavissa järjestelmissä ilmoitettu olevan alle 2 kW/(m<sup>3</sup>/s). Lisäksi tiedetään, että ilmastointi on tarpeenmukaisesti ohjattu. Tästä syystä rakentamismääräyskokoelman osaa D5 ei voida soveltaa suoraan tämän ilmanvaihtojärjestelmän energian kulutuksen arviointiin (RakMK D5 2013, 52)

Ilmasointijärjestelmän käyttöasteesta voidaan tehdä seuraavia havaintoja suunnitelmien pohjalta. Suurta osaa ilmastointikojeista ohjataan säätöjärjestelmän aikaohjelman mukaan. Näissä laitteistoissa tavallisimmat ohjearvot ovat seuraavan kaltaiset:

- Normaalitilanteen käyttönopeus on 70 %
- Kojeeissa on mahdollisuus 100 % käyntinopeudelle valituksi ajaksi haluttaessa
- Yöaikana kojeet käyvät 30 % kierroksilla.

Tietämättä tarkalleen, miten nämä seikat on huomioitu huipputehoja arvioidessa, on kuitenkin todella vaikeaa tutkia tarkalleen, miten ilmanvaihdon oletettu tehontarve vaihtelee eri ajankohtina. Tämän vuoksi ilmastointilaitteiden laitekohtaisia kulutuksia ei eritellä tässä työssä.

### 5.3 Kohteelle sovellettavissa olevat hinnastovaihtoehdot

Työn puitteissa keskusteltiin alustavasti vain paikallisen sähköverkkoyhtiön Pori Energian kanssa, sillä varsinainen kilpailutus ei kuulunut tämän työn puitteisiin. Keskusteluissa erilaiset sähkönmyynti, sähkönsiirto ja liittymismaksutyypit saatiin rajattua muutamaaan järkevimpään malliin.

Kohteen tämänhetkinen liittymätyyppi on 20 kV keskijänniteliittymä 1-aikaisella siirtotariffilla. Tekniikantie 2:n sähkölaskujen mukaan toteutunut sähkönkulutus 2010 30.11.2009 – 31.12.2009 226 819 kWh. Tehohuippu joulukuussa oli 650 kW, tammikuussa 656 kW ja marraskuussa 657 kW. Vuosienergiaennuste laskussa 2 193 090 kWh. Saneerausprojektin rakennustyöselityksessä kerrotaan muuntamomuutoksista seuraavasti:

Keskijänniteliittymiskaapelit toimittaa ja kytkee muuntamon liittymiskaapelien kennoon Pori Energia Oy, liittymismaksut maksaa tilaaja. (Karjalainen 2017, 5)

#### 5.3.1 Liittymismaksu

Liittymismaksun osalta vertailu on helppo suorittaa, sillä mahdollisia vaihtoehtoja on vain yksi. Liittymismaksuperusteet tulevat suoraan listahinnoista. Pori Energian sivuilla lukee liittymismaksuista seuraavasti:

”Keskijänniteliittymä 20 kV Keskijänniteverkossa liittymismaksu perustuu kahteen komponenttiin: verkkoon liittämistä verkonhaltijalle aiheutuviin välittömiin rakennuskustannuksiin sekä ns. kapasiteettivarausten aiheuttamaan kustannukseen. Kapasiteettivarauksella tarkoitetaan sitä osaa olemassa olevan keskijänniteverkon siirtokapasiteetista, joka liittyjän verkkoon liittämisen myötä tulee varattua liittyjän sähkönsiirtoa varten.

Kapasiteettivarausmaksu on 24 €/kVA (ALV 0 %).

Liittyjä omistaa ja kustantaa muuntamonsa sekä vastaa sen käytöstä ja siihen liittyvistä asennuksista ja kustannuksista. Keski-jänniteliittymän hinta on kokonaan arvonlisäverollista.” (Pori Energia Sähköverkot Oy 2017, 2)

Tiedepuiston nykyiselle muuntamolle on jo tehty 800 kVA kapasiteettivaraus. Muuntamoiden muutostyössä syntyvä lisäkapasiteetti lasketaan tässä tapauksessa kapasiteettivarausmaksun alaiseksi. (Halme & Mäkitalo henkilökohtainen tiedonanto 22.3.2017)

Kyseiset liittymisperusteet tarkoittaisivat täten tämän kohteen kohdalla 2400 kVA lisäystä kapasiteettivarausmaksuun. Kapasiteettivarauksesta aiheutuneet kustannukset olisivat tällöin  $24 \text{ €/kVA} * 2400 \text{ kVA} = 57\,600 \text{ €}$ . (ALV 0 %)

Lisäksi liittymismaksun hinnassa tulee huomioida liittämisestä aiheutuvat välittömät verkonrakennuskustannukset. Verkkoyhtiö laskee liittyjälle arvion rakentamiskustannuksista. (Halme & Mäkitalo henkilökohtainen tiedonanto 22.3.2017)

### 5.3.2 Sähkön siirtomaksut

Siirtomaksujen osalta Pori Energian hinnastossa tarjotaan kahta eri vaihtoehtoa. Ensimmäinen 20 kV siirtomaksu on yksiaikainen, jolloin asiakas maksaa jokaisesta käytetystä kilowattitunnista saman hinnan. Toinen vaihtoehto on kaksiaikainen, jolloin asiakas maksaa eri aikaan siirretystä sähköstä eri hinnan. Kummassakin vaihtoehdossa perus-, teho- ja loistehomaksut ovat samat. Molemmat tariffit on esitelty kuvassa 4.

Edellä mainituissa tariffivaihtoehdoissa erot muodostuvat ainoastaan siirtohinnoissa. Tariffivaihtoehtojen järkevyys muodostuu tällöin siitä, mihin kellonaikaan kohteessa käytetään enimmäkseen sähköä. Mikäli käyttökohde pystyy kohdistamaan suurimmat kulutuksensa sellaisiin hetkiin, jolloin siirtohinnat ovat alhaisemmat, on kaksiaikainen

hinnastovaihtoehto todennäköisesti edullisempi. Yksiaikaisessa vaihtoehdossa taas siirtomaksu on kaksiaikaisen hinnaston kalliimpaa siirtoaikaa halvempi.

Kolmannessa vaihtoehdossa asiakas ei maksa lainkaan tehomaksua toteutuneen huipputehon osalta, vaan kiinteän suuremman kuukausimaksun. Kyseinen maksu on tässä tariffissa 3106,76 €/kk. Mikäli ajatellaan, että kohteen tehonkulutusarviointi toteutuisi suoraan suunnitelmien mukaan, olisi kuukausittainen laskelmallinen tehomaksu  $2527 \text{ kWh} * 2,49 \text{ €/kk} = 6292,23 \text{ €/kk}$ . Lisäksi tämä tarkoittaisi, että kohteen kuukausittaisen tehonhuipun ollessa 1250 kWh tai suurempi, on tämän tariffivaihtoehdon perusmaksu yksi- ja kaksiaikaisen siirtohinnaston tehomaksua halvempi. Kuvassa 9 on vielä lueteltu kyseisen tariffivaihtoehdon maksut ennen veroja. (Halme & Mäkitalo henkilökohtainen tiedonanto 22.3.2017)

Suurjännitekaulisähkö 1 1.1.2015 alkaen	
	
<b>Toimitus 6 – 45 kV jännitteellä</b> Hinnat eivät sisällä veroja (ALV, sähkövero)	
<b>Suurjännitekaulisähkö 1</b>	
Perusmaksu	3106,76 €/kk
Siirtomaksu, talviarkipäivä *	1,06 snt/kWh
Siirtomaksu, muu aika	0,80 snt/kWh
Loistehomaksu	3,53 €/kvar, kk
<b>Perusmaksu</b> Asiakas maksaa verkkosopimuskohtaisen perusmaksun kuukausittain.	<b>Arvonlisävero ja sähkövero</b> Asiakas maksaa PESV:lle kulloinkin voimassa olevan arvonlisäveron ja sähköveron.
<b>Siirtomaksun määräytyminen</b> Siirtomaksun perusteena oleva kulutus määritetään liittymispisteen kautta virtaavan sähköenergian määrän perusteella.	*) Marras – maaliskuu ma – la klo 7 – 22

Kuva 9, Pori Energia Sähköverkot Oy:n suurjännitekaulisähköhinnasto (Pori Energia 2015)

Edellä mainitussa siirtohinnastossa asiakas maksaa siis perusmaksun lisäksi marraskuusta maaliskuuhun maanantaista lauantaihin klo 7 – 22 välisenä aikana käytetystä sähköstä 1,06 snt/kWh, ja muuna aikana käytetystä sähköstä 0,80 snt/kWh.

Yleisellä tasolla kyseisestä hinnastotyyppistä voidaan todeta, että suurin osa kohteen aktiivikulutuksista ajoittuu kalliimman siirtohinnan aikaan. Aktiivisen käytön kuukausista vain tammi-, helmi, ja joulukuu ovat alhaisemman hinnan piirissä. Lisäksi molemmat siirtomaksut ovat listahintaisia siirtomaksuja kalliimmat. Tämän tariffityypin edut riippuvat pitkälti toteutuneen kuukausittaisen tehonhuipun koosta, jolloin on huomioitava, että noin kolmen kuukauden ajan kohteen käyttöaste on vain 30 %.

Koska kaikkien siirtohinnastojen loismaksut ovat saman hintaiset, ei niitä vertailla tässä työssä. Koska loistehon määrää on todellista haasteellista arvioida ilman mittaustuloksia kohteen käytöstä, ei loistehon hintaa otettu huomioon työn laskelmissa.

### 5.3.3 Sähkön myynti

Tavallisesti sähkön myynnin ostohinnastojen vertailu rajoittuu yleis-, kausi- ja tehotariffeihin. Lisäksi asiakas voi halutessaan ostaa pörssisähköä (SPOT-tuote). Sähkön toimittaja lisää oman myyntimarginaalinsa markkinahinnan päälle. Pori Energian kanssa käydyissä keskusteluissa päädyttiin kuitenkin nopeasti siihen tulokseen, että näin suurella kulutuksella selvästi paras vaihtoehto on määräaikainen erikseen asiakkaalle laskettu sopimus. Lisäksi tutkittiin vaihtoehtoa, jossa asiakas palkkaa konsultin hoitamaan sähkönhankintaansa sähköpörssistä. Tämä vaihtoehto sisältää enemmän muuttuvia tekijöitä, eikä se alustavassa keskustelussa vaikuttanut asiakkaalle kiinnostavalta, joten se suljettiin tarkastelujen ulkopuolelle. (Halme & Mäkitalo henkilökohtainen tiedonanto 22.3.2017)

Koska kohteesta ei ole minkäänlaisia todennettuja kulutustietoja, tulee epävarmuus näkymään sopimuksen laskutushinnassa. Mikäli näillä pohjatiedoilla solmitaan pitkä määräaikainen sopimus, tulee sähkön myyjä lisäämään sähkön hintaan sähkön käyttöprofiilin epävarmuuslisän mahdollisesti jopa useaksi vuodeksi. Pori Energian kanssa käydyissä keskusteluissa suositeltiinkin solmimaan ensin lyhyempi, noin



kolmesta kahteentoista kuukauteen kestävä määräaikainen sopimus, jonka aikana kerättyjen kulutustietojen perusteella asiakkaalle voidaan tarjota pidempiaikaisia sähkönmyyntisopimuksia alhaisemmillä epävarmuustekijöillä. (Halme & Mäkitalo henkilökohtainen tiedonanto 22.3.2017)

## 6 ENERGIANKULUTUS JA SÄHKÖN HANKINTAKULUT

Eri sähkönhankintahinnastojen vertailussa erittäin tärkeää on selvittää kohteen energiankulutus. Käytännössä uudisrakennuksen tai saneerauskohteen vuosienergioiden arviointi on kuitenkin erittäin haastavaa. Jotta vuosienergia voitaisiin arvioida edes jossain määrin tarkasti, tulisi kaikkien eri osastojen käyttöasteet ja laitteistot saada selville erittäin yksityiskohtaisesti. Tämä ei ollut mahdollista tässä työssä, joten vuosienergiaa arvioitiin muutamalla yleisemmällä mittarilla, sekä tarkastelemalla pääasiassa suurimpia energiankulutuksia.

Sen sijaan, että keskityttäisiin mahdollisimman tarkkaan arvioon vuosienergiasta, todettiin järkevämmäksi tutkia, mille välille vuosienergiat voivat sijoittua. Tällä tavalla kategorisesti selvittämällä saadaan tietoa siitä, minkälaisissa kulutustilanteissa mikäkin sähkön ostohinnasto on asiakkaalle edukkein.

Kohteen suurimmiksi kulutuskohteiksi arvioitiin keittiötilat, ilmastointi sekä valaistus. Näiden kohteiden tarkkaa kulutusta on etukäteen mahdotonta selvittää. Tästä huolimatta tekemällä erilaisia arvioita kyseisistä kulutuskohteista, voidaan luoda muutama mahdollinen skenaario, jonka pohjalta energiankulutuskäyttäytymistä voidaan arvioida, ja arvioiden pohjalta ennustaa kustannuksia eri ostohinnastoilla.

## 6.1 Arviot ominaisenergiankulutuksen mukaan

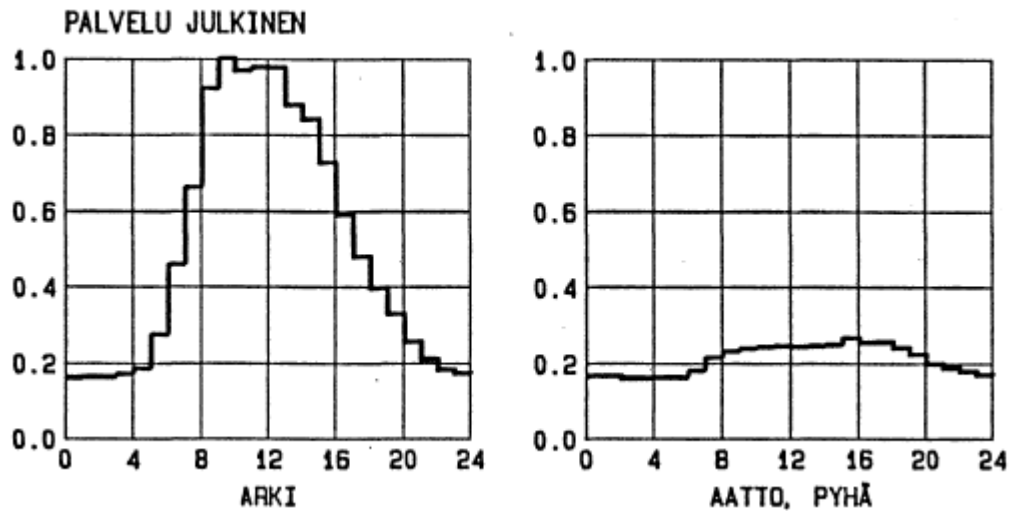
Työhön valittiin muutamia saatavilla olevia ominaisenergiankulutustaulukoita, joiden pohjalta laskelmia voitiin tehdä pelkän rakennustyyppin ja rakennustilavuuden pohjalta. Tätä työtä varten käytetyt ominaiskulutustaulukkolähteet olivat Energiateollisuus, Motiva, Ekorem ja FinnZeb. Ominaiskulutustaulukoita poimittiin viitearvoja kohteen kaltaisiin koulurakennuksiin soveltuvien osien. Laskelmat ovat nähtävillä liitteessä 1. (Energiateollisuus SA 2:08 2008, Motiva 2015, Mattinen, Heljo & Savolahti 2016)

Laskelmissa matalimmat vuosienenergia-arviot saatiin Energiateollisuuden ammattikoulujen sekä opistojen ja oppilaitosten ominaiskulutusarvoilla. Niiden mukaan kohteen vuosienenergiankulutus jäisi alle yhteen gigawattituntiin. Energiateollisuuden ominaiskulutuskäyrät on tehty 80-luvulla suoritettujen mittausten pohjalta, joten niiden voidaan arvioida olevan jo jonkin verran vanhentuneita. Myös suurin vuosienenergia-arvio saatiin energiategollisuuden ominaiskulutustaulukosta hotelli- ja ravintolakoulujen ominaiskulutusarvolla. On huomioitavaa, että kohteen koko tilavuus ei ole ravintola- tai hotelliopetuskäytössä. Kyseisen arvion tuloksen saadaan kohteelle ennustettua noin 3,13 GWh vuosienenergiankulutus. Keskiarvona kaikista ominaiskulutustaulukoista opetusrakennuksille saadaan vuosienenergia-arvioksi noin 1,6 GWh.

Tutkittaessa ominaiskulutustaulukoiden pohjalta tehtyjä vuosienenergia-arvioita, voidaan helposti todeta, että ne jäävät melko mataliksi. Verrattaessa kohteen nykyiseen kulutukseen, joka on sähkölaskujen mukaan yli 2 GWh, on vaikeaa uskoa energiankulutuksen pysyvän samassa suuruusluokassa muuntajakapasiteetin nelinkertaistuessa. Toisaalta saneeratun rakennuksen käyttöasteesta riippuen saattaa olla, että kokonaisenergiankulutus jää suhteellisen pieneksi, vaikka tehonhuiput kasvavatkin melko suuriksi.

Kuvassa 10 on nähtävillä Energiategollisuuden kuormituskäyrämallit julkisten palveluiden osalta. Käyrät ovat vanhoja, mutta kohteeseen muuttavien koulujen henkilöstön haastattelut tukevat käyrissä kuvailtuja kulutusprofiileja. On kuitenkin todettava, että nykyisin alhaisimman pohjakuormituksen osuus saattaa olla kuvattua korkeampi tietokoneiden ja automaation vuoksi. Toisaalta laitteiden energiatehokkuus

tasaa kyseistä ilmiötä. Lisäksi käyrissä arkipäivien ulkopuolinen kulutus nousee lähelle rakennuttajan ilmoittamaa 0,3 käyttöastetta kesäajalla. Kuvassa 10 arki tarkoittaa maanantai – perjantai päiviä, aatto lauantaita ja pyhä sunnuntaita tai muuta pyhää. Käyrät kuvaavat maksimaalisten kulutusviikkojen päivän tuntikohtaista kulutusjakaumaa.



Kuva 10. Julkisen palvelun tyyppikuormituskäyrät (Energieellisuus SA 1:87 1987, 27)

Työssä kyseisten ominaiskulustaulukoiden sekä kuormituskäyrämallien todettiin kohteen useiden erityyppisten kulutuskohteiden vuoksi soveltuvan energiaennusteen tekemiseen niin huonosti, ettei niiden perusteella tehty erillisiä laskelmia hinnastoja vertailtaessa.

## 6.2 Vuosienergiankulutus rakennuttajan tietojen mukaan

Mikäli energiankulutusta tutkitaan puhtaasti rakennuttajan ja käyttöhenkilöstön tietoja käyttämällä, saadaan tehtyä kuormituskäyrien pohjalla tehdyistä poikkeavia arvioita vuosienergiankulutuksesta. Jakamalla päivittäinen kulutus kategorisesti rakennuksen käyttöasteen mukaan erilaisiin luokkiin, voidaan kulutusta arvioida monesti riittävällä tarkkuudella. Suurin kulutusryhmä, eli keittiöt, on avainroolissa arviota tehdessä.

Keittiöhenkilöstön haastattelujen perusteella todettiin, että keittiötilojen aktiivisimmat kulutusajat jakautuvat eri keittiötilojen suhteen, niin että suurin osa tiloista käyttää

eniten energiaa samoihin aikoihin. Laskemalla kullekin tilalle huipputehon perusteella tältä aktiivijalta energiantarve, ja kertomalla se aktiivisten käyttöpäivien määrällä, saadaan aktiivijan vuosienergiantarve selvitettyä. Toisaalta myös aktiivisimman ajan huipputehon voidaan arvioida jäävän laskennallisen huipputehon alapuolelle jonkin verran, jolloin saadaan yksi vaihtoehto lisää tutkittavaksi. On kuitenkin huomioitavaa, että tällaisen alennetun huipputehon laskeminen perustuu ainoastaan karkeaan arvioon. Kolmantena vaihtoehtona voidaan ajatella, että keittiölaitteiden aktiivinen käyttöaika jatkuukin haastatteluiden tiedoista poiketen lähes huipputehollaan läpi koko rakennuttajan ilmoittaman päivittäisen aktiivijan.

Haasteeksi jää tällöin muun ajan energiantarpeen määrittely. Rakennuttajalta saatiin kesäajan käyttöasteeksi 30 % aktiivijan käyttöasteesta. Tätä voidaan soveltaa myös vapaisiin, viikonloppuihin, ja pyhiin. Voidaan myös ajatella, että viikonloppujen ja lyhyiden lomien läpi tietyt laitteet, kuten pakastimet ja jääkaapit, ovat kesästä poiketen käytössä.

Ilmastoinnin tehoa aktiivijalla on vaikea arvioida. Mikäli kuitenkin kuvittelemme, että ilmastointi toimii rakennuttajan ilmoittamalla aktiivijalla laskennallisella huipputehollaan, saadaan näidenkin kulutuskohteiden vaatima energia arvioitua keittiöitä vastaavalla tavalla. Kesäaikana ja muina aikoina ilmastoinnin käyttöasteen ja tehonkulutuksen voidaan olettaa laskevan.

Muiden kohteiden kulutuksen arviointi on hajanaisuuden vuoksi erittäin vaikeaa. Rakentamismääräyskokoelman osassa D5 koulujen valaistuksen käyttöajaksi on tarjottu 1900h vuodessa, jolloin siltä osin ja valaisinluettelon pohjalta voidaan tehdä joitain arvioita. Valaisinluettelo on kuitenkin työn tekohetkellä epätäydellinen, eli kaikkia valaisintehoja ei ole ilmoitettu. (RakMK D5 2013, 28)

Liitteessä 2 on kuvailtu näillä eri arvoilla laskettuja esimerkkikulutuksia. Liitteessä 2 aktiivijalla tarkoitetaan niitä lukuvuoden tunteja, jolloin koulu on eniten käytössä. Tämä aika on rakennuttajan ilmoittamana 7.00 - 18.00, tai jokin muu kulutusryhmälle arvioidun aktiivisen käyttöajan perusteella. Aktiivisen käytön ajaksi lasketaan vuodessa 188 päivää, joista rakennuttajan arviolla 11 h aktiivisella käyttöajalla tulee yhteensä 2068 tuntia vuodessa. Tällä ajalla kohde on siis vain osittain käytössä 13 h

vuorokaudessa, joka tarkoittaa 2444 tuntia vuodessa. Näille käyttöajojille ei ole rakennuttajan puolesta määritelty käyttöastetta. Kesäajaksi, jolloin rakennuttajan mukaan koko laitoksen energiankulutuksellinen käyttöaste on 30 % kokonaiskulutuksesta, lasketaan yhteensä 80 päivää. Tämä tarkoittaa 1920 tuntia kesäaikaa vuodessa. Muita vapaita, kuten lomiasia sekä viikonloppuja lasketaan tällöin olevan 97 päivää, eli 2328 tuntia vuodessa. Kyseiset päivien lukumäärät mukailevat rakennuttajan arvioita, sekä Porin kaupungin sivistystoimen oppilaiden työpäiväarviota 2018. (Porin kaupungin sivistystoimi 2017)

Liitteen 2 laskelmat tehtiin erilaisten oletusskenaarioiden mukaan. Kaikkia mahdollisia kulutusyhdistelmiä ei kuitenkaan todettu työn puitteissa mielekkääksi arvioida. Arvioissa luotettiin rakennuttajan antamaan kesäajan käyttöasteeseen 30 % normaalista. Muita käyttöasteita ja käyttöaikoja on muunneltu eri skenaarioiden mukaan.

Skenaario 1 on laskettu hyvinkin suoraviivaisesti sähköurakoitsijan aluekaaviossa ilmoittamien tehojen mukaan. Kulutuskohteiksi on laskettu keittiö, ilmastointi ja jäähdytys sekä muut kulutukset. Keittiöiden aktiiviseksi käyttöajaksi on valittu rakennuttajan ilmoittama 11 h koulupäivässä. muut käyttötunnit on luokiteltu kesäkäytöksi sekä muuksi ei aktiiviaikaiseksi käytöksi. Tässä skenaariossa muun kulutuksen käyttöasteeksi valittiin keittiölaitteistolle 50 % aktiiviajasta ja ilmastoinnille sekä muille kulutuskohteille 60 %. Tämän skenaario luotiin asettamaan vuosikulutukselle kattoarvo, josta ylemmäksi vuosienergian ei järkevästi voida olettaa nousevan. On melko todennäköistä, että skenaarion yksi mukainen 13,2 gigawattitunnin vuosienergiankulutus ei tule toteutumaan. Tämä edellyttäisi keittiöiden käyttävän kaikkia laitteitaan huipputehoilla aktiivikäyttöaikana 11 tuntia päivässä, ja jotta käytännössä kaikki laitteet kuluttaisivat ympäri vuoden vähintään puolet huipputehostaan. Kyseinen skenaario toimiikin ainoastaan äärimmäisenä kulutusesimerkkinä vertailtaessa eri ostohinnastoja laskennallisesti.

Skenaario 2 huomioi sen tosiseikan, että muuna käyttöaikana kuin aktiiviajalla keittiötilojen kulutuksen pitäisi laskea melko runsaasti. Kylmälaitteiden, jotka ovat muulla kuin loma-ajalla oletetusti päällä aktiiviajan ulkopuolellakin, osuus keittiötilojen kulutuksesta jää jopa alle neljän prosentin. tässä skenaariossa muulle

ajalle on annettu laskelmalliseksi keittiöiden käyttöasteeksi kuitenkin 10 % aktiiviajasta muun mahdollisen pohjakuorman huomioimiseksi. Aktiivinen käyttöaika on yhä rakennuttajan ilmoittama 11 h. Myös tämä skenaario on mitä luultavimmin aivan liian energiaintensiivinen todellisuuteen verrattaessa. Skenaarion mukaiseksi vuosienergiaksi saatiin 9,9 GWh.

Kolmannessa skenaariossa keittiön aktiiviajan käyttöaika on laskettu henkilökunnan haastatteluissa ilmoittamalle tasolle, kuuteen tuntiin päivässä. Tällöin aktiiviajan käyttötunteja saadaan keittiötiloille enää 1128 tuntia vuodessa. Pelkästään tämä muutos pudottaa vuosienergia-arviota melko paljon. Skenaario kolmen mukainen vuosienergia-arvio on 8,7 GWh.

Skenaariossa neljä huipputehoja on muunnettu kuvitelluiksi keskitehoiksi. On selvää, että keittiötilojen laitteiston kokonaisteho ei tule olemaan käynnissä jatkuvasti edes aktiiviaikana. Siksi voidaan olettaa, että vaikka huipputehot tulevat olemaan korkeat, ei laitteita tulla luultavimmin käyttämään säännöllisesti huippuarvojen tuntumassa. Keittiötilojen jatkuvaksi tehoksi on arvioitu 1000 kW aktiiviajalla. Skenaariossa neljä myös ilmastoinnin ja jäähdytyksen keskitehon on arvioitu olevan 70 prosenttia huipputehosta. Sähköautojen 100 kW osuus on poistettu muista kulutuksista, sillä todellisuudessa on ainakin tällä hetkellä vielä optimismia ajatella, että ladattavia sähköautoja riittäisi jatkuvaan latauspisteen maksimikapasiteetin hyödyntämiseen. Skenaarion 4 vuosienergiaksi saadaan 6,6 Gwh.

Skenaariossa viisi on otettu huomioon keittiöhenkilöstön ilmoittamat tarkemmat huippukulutusajat. Tällöin suurempaa aktiiviajan kulutusta käytetään 3 tuntia koulupäivässä, ja muuta aktiiviajan kulutusta kahdeksan tuntia koulupäivässä. Tällöin huippukulutusaika saadaan eriteltyä koko aktiivisen käyttöajan kulutuksesta. Lisäksi valaistuksen tämänhetkinen valaisinluettelon mukainen teho 147,3 kW on eritelty muusta kulutuksesta, ja sille on määritetty rakentamismääräyskokoelman osan D5 mukainen koulurakennuksen valaistuksen vuotuinen ohjeellinen käyttöaika 1900 tuntia. Näillä muutoksilla lähtöarvoihin saadaan vuotuinen noin 7,3 gigawattitunnin energiankulutusarvio.

Skenaariossa kuusi keittiötilojen suurimpien kulutusten arvioidaan osuvan vain kolmen tunnin ajalle päivässä, ja huippua pienemmän aktiiviajan kulutuksen osuvan keittiöhenkilöstön haastattelujen mukaisesti myös kolmen tunnin ajalle. Tässä tapauksessa keittiötilojen aktiiviaika pienenee yhdestätoista tunnista kuuteen tuntiin koulupäivässä. Tämän lisäksi muiden kulutuskohteiden huipputehoja on pyöristetty alaspäin. Tässä skenaariossa vuosikulutus olisi 6 GWh luokassa.

Seitsemännessä skenaariossa kaikkia aktiivitehoarvoja on laskettu entisestään. Aktiiviajan tehoiksi on laskettu noin 50 – 60 % laskennallisista huipputehoista. Tässä skenaariossa on täten oletettu, että kulutuskohteiden pysyvät tehot eivät tule nousemaan kovin lähelle laskennallisia huipputehoja säännönmukaisesti edes aktiivisella käyttöajalla. Lisäksi aktiiviajan ulkopuolisen käytön käyttöastetta on laskettu. Tämän skenaarion mukainen vuosikulutus on noin 4,2 GWh.

Skenaarioiden vuosienergia-arvioiden keskiarvo on noin 8 GWh.

Työtä tehdessä huomioitiin, että skenaariot sekä niiden perusteilla tehdyt laskelmat nojautuvat pitkälti oletuksiin, eikä niitä voida pitää kovin luotettavina ennusteina tulevaisuuden tapahtumista. Kuitenkin laskelmien perusteella näyttää hyvin todennäköiseltä, että vuosienergiankulutus tulee olemaan useita gigawattitunteja. Lisäksi selväksi kävi, että koulurakennuksille ominaisesti rakennuksen huipputehot nousevat korkeiksi, ja kulutukset vaihtelevat paljon. Samalla on huomioitava, että vaikka aluksi vuosienergia-arvioiden epätarkkuus saattaa herättää epäluottamusta tuloksia kohtaan, jää todellisuudessa kokonaisvuosienergian merkitys pieneksi eri ostohinnastoja vertailtaessa. Todellisuudessa merkittävämpää on kuormitusten ajoitus, sekä oletettu maksimaalinen kuukausittainen kuormitus.

Lopuksi liitteeseen 2 laskettiin, mitä listahinnoilla maksaisi, jos sähkö halutaan ostaa tuulivoimalla tuotettuna. Pori Energian hinnaston mukaan yksiaikaiselle sähkölle tuulivoimalisä on 0,2 snt/kWh, kaksiaikaiselle 0,2 snt/kWh ensimmäisessä ja 0,06 snt/kWh toisessa hintaluokassa sekä 0,2 snt/kWh kausisähkölle. Ensimmäisessä skenaariossa tämä tarkoittaisi, että tuulivoimalla tuotettu sähkö olisi ostohinnastosta riippuen 26 442 € - 20757 € tavallista kalliimpaa. Skenaariossa seitsemän tuulivoimalla tuotettu sähkö olisi 8447 € - 6962 € tavallista kalliimpaa. Pori Energian

hinnastoissa ei ole lueteltu tuulisähköhintaa suurjännitesähkölle, joten kyseiset laskelmat ovat viitteellisiä. Tuulivoiman hinta riippuu tässä tapauksessa ainoastaan energiankulutuksesta.

### 6.3 Hinnastojen vertailu

Kuten jo kappaleessa 5.3 todettiin, tässä työssä vertailtiin Pori Energian tarjoamia ostohinnastovaihtoehtoja kilpailuttamisen sijaan. Eri vaihtoehtojen määrä on melko rajallinen. Lisäksi todettiin, että suuri osa kustannuksista ei riipu merkittävästi asiakkaan valinnoista. On myös huomioitavaa, että vaikka sähkön myyntihintoja on pinnallisesti vertailtu siirtotariffien ja SPOT-tuotteen ohella, on lyhyt määräaikainen asiakaskohtaisesti tarjottu sopimus, jonka aikana kerätyn datan pohjalta voidaan tarjota pidempiä sähkönmyyntisopimuksia luultavimmin niin taloudellisuus- kuin hintavakauskantokantojenkin kannalta kokonaisuutena kannattavin vaihtoehto. Listahinnoilla ostettu sähkö tulee olemaan asiakaskohtaisesti laskettua sopimusta kalliimpi, ja mikäli halutaan solmia heti pitempiä sopimuksia, tulee sähkön toimittaja sisällyttämään laskutushintaan enemmän epävarmuuslisiä. (Halme & Mäkitalo henkilökohtainen tiedonanto 22.3.2017)

Edellä mainituista syistä merkittävimmäksi tekijäksi jää eri siirtohinnastojen vertailu. Etuna siirtohinnastoissa on myös se, että todelliset hinnat tulevat luultavasti vastaamaan listahintoja, jolloin tehdyt arviot ovat riittävän päteviä. Liitteessä 3 on esitetty eri hinnastoilla lasketut kulut kaikille liitteessä 2 ennustetuille vuosienergiakategorioille.

Kaksiaikaisissa ostohinnastoissa on huomioitava, että liitteessä 2 lasketut aktiiviatjat sekä muut kulutusajat eivät mene tasan sähköyhtiön määrittelemän kaksiaikaisuuden kanssa, jossa päiväaika on 7.00 – 22.00, eli yhteensä 15 tuntia päivässä. Huomioitavaa on myös se, että tämä aika täytyy erotella myös kesäajan



käyttötunneista. Kun aktiivinen käyttöaika on 7.00 – 18.00, jää ylimääräistä kalliimman sähkön aikaa vielä neljä tuntia. Kun lasketaan neljän tunnin päiväosuus ensin koulupäivistä, ja lisätään siihen 15 tuntia viikonlopuilta sekä lomilta, saadaan arvioitua ensimmäisen hintaluokan osuus kulutuksesta. Esimerkkinä skenaario yhden tapauksessa 188 työpäivää, joista lasketaan 4 tuntia ensimmäiseen hintaluokkaan aktiivisen käyttöajan lisäksi:

$$4 \text{ h} * 188 = 752 \text{ h}$$

Lisäksi tarvitaan 15 tuntia jokaiselta loma- ja viikonloppupäivältä:

$$15 \text{ h} * 97 = 1455 \text{ h}$$

Yhteensä muun ajan ensimmäisen hintaluokan tunteja tulee tässä tapauksessa täten  $752 \text{ h} + 1455 \text{ h} = 2207 \text{ h}$ , joka on osuutena  $2207 \text{ h} / 4772 \text{ h} * 100 \% = \text{n. } 46,2 \%$ .

Kun lasketaan muun ajan kulutuksesta 46,2 %, saadaan ensimmäisen kalliimman hintaluokan piiriin kuuluva muun ajan energiankulutus laskettua:  $6539787 \text{ kWh} * 0,4624 = \text{n. } 3023997 \text{ kWh}$

Sama laskelma tulee suorittaa myös kesäajalle:

$$80 * 15 \text{ h} = 1200 \text{ h}$$

$$1200 \text{ h} / 1920 \text{ h} = 62,5 \%$$

$$1455552 \text{ kWh} * 0,625 = 909720 \text{ kWh}$$

Kun nämä lisätään aktiiviajan kulutukseen, saadaan ensimmäiseen hintaluokkaan kuuluva vuosienergia laskettua:

$$3023997 \text{ kWh} + 909720 \text{ kWh} + 5225836 \text{ kWh} = \text{n. } 9159554 \text{ kWh}$$

Tällöin toisen hintaluokan piiriin jää jäljelle jäävä vuosienergia:

$$13221175 \text{ kWh} - 9159554 \text{ kWh} = \text{n. } 4061621 \text{ kWh}$$

Todellisuudessa päiväaikaisen kulutuksen osuus vapaapäivien kokonaiskulutuksesta saattaa olla kulutusprofiilin vuoksi edellä esiteltyä arviota suurempi, mutta tässä työssä tällä tarkkuudella saadaan tarpeeksi tarkkoja tuloksia.

Tuotteen suurjännitesähkö 1 mukainen kausisähkö on jaettu hintaluokkiin niin, että ensimmäiseen kalliimpaan hintaluokkaan lasketaan marraskuusta maaliskuuhun arkipäivät välillä 7 – 22. Nämä kaksiluokkaiset hintasuudet lasketaan seuraavalla tavalla. Porin kaupungin sivistystoimen ehdotuksessa oppilaiden työpäivistä on eritelty työpäivät kuukautta kohden. Ensimmäiseen hintaluokan piiriin kuuluu yhteensä 92 työpäivää, ja toisen hintaluokan piiriin 96 työpäivää. Tällöin ensimmäisen hintaluokan piiriin kuuluvaa aktiivista työaikaa tulee ensimmäisen skenaarion mukaan  $92 * 11 \text{ h} = 1012 \text{ h}$ . Toiseen hintaluokkaan saadaan täten  $96 * 11 \text{ h} = 1056 \text{ h}$ . Aktiiviajan energia jakautuu näiden suhteessa. Ensimmäisen hintaluokan energiaa on tällöin  $1012 \text{ h} / 2068 \text{ h} * 100 \%$ , eli noin 48,9 % aktiiviajan energiasta, joka on  $5225836 \text{ kWh} * 0,489 = n. 2555434 \text{ kWh}$ . Toisen hintaluokan energiaa on täten noin 51,1 % aktiiviajan energiankulutuksesta, eli noin  $2670402 \text{ kWh}$ .

Muun kuin aktiivi- tai kesäajan energian piiriin kuuluu tästä ajasta  $188 * 13 \text{ h}$ , eli 2444 tuntia, joista välillä 18 – 22 kulutettu energia lasketaan ensimmäiseen hintaluokkaan 92 päivänä, ja loput toiseen hintaluokkaan. Tällöin muun kuin aktiivi- tai kesäajan energiasta ensimmäiseen hintaluokkaan kuuluu  $92 * 4 \text{ h} = 368 \text{ tuntia}$ , ja toiseen hintaluokkaan  $92 * 9 \text{ h}$ , eli 828 tuntia sekä  $96 * 13 \text{ h}$  eli 1248 tuntia, joka on yhteensä 2076 tuntia. Tämän lisäksi ensimmäiseen hintaluokkaan on laskettava muusta ajasta sellaiset lomapäivät, jotka osuvat sen piiriin. Näitä on yhteensä Porin sivistystoimen koululaisten työpäiväehdotuksen mukaan 13 päivää, joista jokaisesta 15 tuntia kuuluu ensimmäiseen hintaluokkaan. Tämän mukaan laskettaessa muun ajan kulutuksesta vielä 195 tuntia on lisättävä ensimmäisen hintaluokan piiriin, jolloin ensimmäisen hintaluokan piiriin kuuluvia muun kuin aktiivi- tai kesäajan tunteja saadaan yhteensä 563 tuntia. Täten muun ajan energiankulutuksesta jää vielä  $13 * 9 \text{ tuntia}$  sekä  $24 * 84$ , eli 2133 tuntia, ja yhteensä 4209 tuntia toiseen hintakategoriaan. Tällöin muun kuin aktiivi- tai kesäajan energiasta tässä skenaariossa noin 11,8 % kuuluu ensimmäiseen hintaluokkaan, ja 88,2 % toiseen hintaluokkaan. Ensimmäiseen hintaluokkaan kuuluu muun kuin aktiivi- tai kesäajan energiaa täten noin  $771695 \text{ kWh}$  (772 MWh), ja toiseen hintaluokkaan noin  $5768092 \text{ kWh}$  (5768 MWh). (Porin kaupungin sivistystoimi 2017)

Kesäajan 80 päivää sijoittuvat kokonaan toiseen hintaluokkaan kyseisessä ostohinnastossa. Yhteensä tässä skenaariossa ensimmäiseen hintaluokkaan kuuluu yhteensä noin 3327129 kWh ja toiseen hintaluokkaan noin 9894046 kWh.

Liitteeseen 2 on laskettu suuntaa antavat jakaumat vuosienergioille skenaariokohtaisesti edellä mainitulla tavalla. Energiaosuuksia laskettaessa huomattiin, että käytännössä kaksiaikaiselle siirtohinnoille sekä kaksikautiselle siirtohinnoille riitti kaksi kulutusjakaumaskenaariota hinnastoa kohden, sillä käytännössä ainoastaan muun kuin aktiivi- tai kesäajan energian ja aktiivijajan energian vuotuiset käyttötunnit vaihtelivat. Kesäajan kulutus laskettiin rakennuttajan antamalla vakiotuntimäärällä. Nämä kaavat ovat myös esillä liitteessä 2. Huomioitavaa on, että joissain skenaarioissa keittiön sekä muiden kulutuskohteiden kulutusjakauma oli selvitetävä erikseen tuntijakauman vuoksi. Lisäksi ongelmia tuotti valaistus, josta ei erikseen ollut muuta arviota kuin rakennusmääräyskokoelman osan D5 antama 1900 tunnin vuotuinen käyttöaika. Tässä tapauksessa oletettiin, että valaistuksen energiasta 60 % käytetään aktiivijajalla ja loput 40 % muuna aikana.

Liitteessä 3 on vertailtu eri ostohinnastojen kulutuksia työhön valittujen skenaarioiden mukaan. Ensimmäiseen liitteen 3 taulukkoon on laskettu jokaisen siirtohinnoiston kulut jokaista skenaariota kohden, sekä yksi- ja kaksiaikaisen listahintaisen tehosähkön myyntihinnaston mukaiset kulut. Taulukossa tehomaksuihin käytetty huipputeho oletettiin samaksi aktiivijajan yhdeksän kuukauden aikana, ja puoleen aktiivijajan huipputehosta kesäajan kolmen kuukauden aikana. On huomioitavaa, että tämä perustuu ainoastaan oletukseen siitä, että kesäajan tehonhuippu on aktiiviaikaa pienempi.

Nämä tulokset kerättiin ensimmäisen taulukon alapuolelle olevaan taulukkoon selvyyden vuoksi, ja jokaisen hinnaston skenaariokohtaiset hintaerot muihin hinnastoihin verrattuna laskettiin. Yksi- sekä kaksiaikainen suurjännitesähkö osoittautuivat lähes samanhintaisiksi jokaisessa skenaariossa, kun otetaan energiankulutuksen jakautumisesta hintaluokkiin tehdyn arvion suuri virhemarginaali huomioon. Kuitenkin, mikäli kulutusjakauma muuttuu arvioista suuntaan tai toiseen, muuttuu kaksiaikaisen suurjännitesähkön hinta samassa suhteessa. Näissä skenaarioissa kolmantena tarjottu vaihtoehto, eli suurjännitekausienergiahinnasto, osoittautui selvästi halvemmaksi kuin edellä mainitut suurjännitehinnastot

energiaintensiivisemmissä skenaarioissa. Tulos on hieman hämmentävä, sillä molemmat energiamaksut ovat suurjännitekaulisähköhinnastossa tavallista suurjännitesähköhinnastoa kalliimmat. Suurjännitekaulisähkön etuna on kuitenkin tehomaksuttomuus. Pienempitehoisissa skenaarioissa hintaero kuitenkin tasoittuu, ja mentäessä tarpeeksi matalalle, näissä skenaarioissa 1460 kW huipputehoon ja noin 4.2 GWh vuosienergiaan, muuttuu suurjännitekaulisähköhinnasto muita vaihtoehtoja kalliimmaksi. Liitteen 3 loppuun on laskettu suurjännitesähköhinnastojen sekä suurjännitekaulisähkön kuukausimaksujen tehonhuipullinen leikkauspiste. Kun kuukausittainen tehonhuippu on noin 1231 kW, ovat kaikkien suurjännitesiirottohinnojen vuoden perusmaksut samat. Luonnollisesti energiamaksuiltaan yli 20 % kalliimmaksi osoittautunut suurjännitekaulisähkö on tällöin jo reilusti kalliimpi vaihtoehto kuin muut hinnastot.

Liitteeseen 3 laskettiin myös erittely kokonaishinnan muodostumiselle, energiahintavertailu sekä kuukausimaksuvvertailu. Kaikki liitteessä kolme lasketut hinnat ovat ALV 0 % hintoja, sillä verot määräytyvät vuosienergian mukaan, eikä niiden vertailu ole tässä työssä oleellista.

## 7 YHTEENVETO

Uudisrakennuksen, tai näin laajalti saneerattavan kohteen energiankulutuksen arvioiminen tarkasti on erittäin hankalaa. Tarkkaan arvioon vaadittaisiin joko tietoa vastaavasta rakennuksesta, tai selvitys kaikkien laitteistojen käyttötarkoituksista ja niiden käyttöasteesta. Tämän lisäksi itseohjautuvat laitteet tulisi tutkia perin pohjin ja verrata niiden ohjaustietoja olosuhteiden mukaisiin ohjearvoihin. Parhaimmillaankaan todellista kulutusta ja huipputehoa ei voida saada selvillä ilman mittauksia. Tämän vuoksi kaikki tässä työssä saadut tulokset ovat pohjimmiltaan vain viitteellisiä ja suuntaa antavia.

Työssä kuitenkin löydettiin paljon tietoa koulurakennusten energiankulutuksesta sekä tehonhuipuista. Näiden tietojen pohjalta on jo mahdollista tehdä arvioita siitä, miten

energiankulutus mahdollisesti tulee käyttäytymään. Liitteisiin 2 ja 3 tehdyt laskelmat tukeutuvat useisiin oletuksiin, joiden tueksi lienee mahdoton löytää todennettua pohjamateriaalia. Ilman näitä oletuksia laskujen tekeminen olisi kuitenkin ollut varsin mahdotonta. Minkä tahansa tieteenalan perustehtävät saattavat olla äärimmäisen hankalia puutteellisilla tiedoilla suoritettuna. Työn tuloksena saadut hinnat ovat verottomia, ja loistehomaksuja ei ole huomioitu ollenkaan.

Työn tuloksena Tiedepuiston kampuksen saneerauksenjälkeinen energiankulutus arvioitiin useaan gigawattituntiin. Annetuilla lähtöarvoilla mahdollisten arvojen skaala jäi vääjäämättä suureksi, vajaasta gigawattitunnista kolmeentoista gigawattituntiin, joista aivan korkeimmat ja matalimmat ääripäät voidaan mitä luultavimmin edelleen sulkea mahdollisuuksien ulkopuolelle. Huipputehujen uskotaan olevan suhteellisen korkeat verrattuna varsinaiseen energiankulutukseen. Laitoksen energiaintensiivisin kulutusaika ajoittuu koulupäiville kello 8.00 – 14.00 välille. Tuloksiin saattaa vielä vaikuttaa, mikäli koulun käyttötarkoitus tai tottumukset muuttuvat nykyisestä. Esimerkkinä haastatteluissa ilmi käynyt ajatus, että osaa keittiötiloista olisi mahdollisuus käyttää kahdessa vuorossa.

Myöskään ostohinnastovertailun tulokset eivät olleet selkeästi mitään vaihtoehtoa suosivia. Eniten vertailua vaatineen osuuden, eli sähkön siirtohinnaston, lopputulos riippuu hyvin paljon siitä, minkä tutkitun skenaarion uskotaan vahvimmin toteutuvan. Koulurakennuksille on kuitenkin ominaista, että vuosienergiat jäävät suhteellisen mataliksi, mutta huipputehot ovat korkeita. Tällaisessa tilanteessa suurjännitekausi-sähkö on suositeltavin vaihtoehto korkeammasta energiahinnastaan huolimatta. Mikäli taas halutaan luottaa, että todellinen huipputeho ei lähesty aktiiviaikanakaan laskennollista huipputehoa tai muuntajien maksimikapasiteettia, mutta keskimääräinen tehonkulutus nousee vuosienergian korkealle, ovat yksi- tai kaksiaikainen suurjännite-sähkö parempia vaihtoehtoja kuin suurjännitekausi-sähkö. Tulokseksi saatiin kuitenkin, että mikäli todellinen tehonhuippu on aktiiviaikana vähintään 60 % laskennallisesta huipputehosta, voidaan suurjännitekausi-sähköä perustellusti suositella.

Sähkön myyntihinnastoista selvisi haastattelujen perusteella, että järkevin vaihtoehto on erillisen laskelman mukainen lyhyt 3 kk - 12 kk sopimus, jonka aikana kerätyn

datan pohjalta luodaan pidempi sopimus. Tehosähkön myyntihintoja vertailtiin pintapuolisesti, mutta kaikkien listahintaisten vaihtoehtojen voidaan todeta olevan taloudellisuuden ja hintavakauden kannalta kannattamattomia asiakaskohtaisesti sovittuun määräaikaiseen sopimukseen verrattuna. Mikäli pitkää sopimusta ei kuitenkaan haluta solmia, suositellaan pörssisähkön harkitsemista.

Työssä saadut tulokset on vielä lueteltu liitteeseen 4. Liite 4 on dokumentti työn tuloksista, joka toimitettiin työn tilaajalle.

Työn suorittaminen oli todella opettavainen kokemus. Ymmärtämykseni sähkömarkkinoista, sähkön hinnan muodostumisesta sekä rakennusten energiankulutuksesta kasvoivat valtavasti. Lisäksi työn tavoitteiden muuttuessa tarkasta laskelmasta kategorioiden mukaan tehtyyn vertailuun, ymmärsin miten todellisen lopputuloksen kannalta toisinaan äärimmäinen tarkkuus ei ole välttämätöntä. Tämän työn voi mielestäni sanoa olevan erittäin arvokas kokemus työuraani ajatellen. Vaikka yksinkertaiselta ensisilmäykseltä vaikuttavan aiheen takaa paljastui suunnaton määrä pohdittavaa, oli työn tekeminen kuitenkin mielekästä. Tavoitteiden lähestyessä ahkerointi muuttui iloksi, ja olen tyytyväinen työn tuloksiin.

## LÄHTEET

Ahoranta, J. 2016. Sähkötekniikka. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Elfi.fi. Sähkömarkkinat. Viitattu 14.3.2017.

<http://www.elfi.fi/sahkomarkkinat/>

Energia.fi. Vähittäismarkkinoilta sähköä joka lähtöön. Viitattu 30.3.2017.

[http://energia.fi/perustietoa\\_energia-alasta/energiamarkkinat/sahkomarkkinat/vahittaismarkkinat](http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiamarkkinat/sahkomarkkinat/vahittaismarkkinat)

Energiavirasto.fi. Pohjoismaiset sähkömarkkinat. Viitattu 14.3.2017.

<http://www.energiavirasto.fi/pohjoismaiset-sahkomarkkinat>

Energiavirasto.fi. Sähkö. Viitattu 14.3.2017.

<http://www.energiavirasto.fi/yritykset-ja-yksityishenkilot-sahko>

Energiavirasto.fi. Sähköhinnan osatekijät. Viitattu 8.3.2017.

<https://www.energiavirasto.fi/sahkonhinnan-osatekijat>

energiavirasto.fi. Sähkön hinta. Viitattu 8.3.2017.

<http://www.energiavirasto.fi/sahkon-hinta>

Energiavirasto.fi. Sähkön kilpailuttaminen. Viitattu 14.3.2017.

<http://www.energiavirasto.fi/sahkon-kilpailuttaminen>

Finlex.fi. Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta 30.12.1996/1260. Viitattu 16.3.2017.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961260>

Halme, M. Energiakaupan asiantuntija, Pori Energia Oy & Mäkitalo, I., Verkostoinsinööri, Pori Energia Sähköverkot Oy. Henkilökohtainen tiedonanto 23.3.2017. Haastattelijana Aleksi Pirttimäki. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Karjalainen, J. 2015. Winnova – Satakunnan ammattikoulu – Porin yksikön peruskorjaus ja muutostyöt. Oulu: Uki Arkkitehdit Oy.

Lakervi, E. & Partanen, J. 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto.  
Mattinen, M., Heljo, J. & Savolahti, M. 2016. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 35: Rakennusten energiankulutuksen perusskenaario Suomessa 2015 – 2050. Suomen ympäristökeskus. Helsinki: SYKE. [www.syke.fi/julkaisut](http://www.syke.fi/julkaisut)

Motiva julkaisut 2015. Ominaiskulutustaulukko sähkö 2010 – 2015. Viitattu 2.4.2017.  
<https://www.motiva.fi/files/12197/Sahko.pdf>

Nurmi, S. Energiaviraston tiedotustilaisuus 17.1.2017. Sähkömarkkinoiden tilanne nyt – mitä markkinoilla tapahtui vuonna 2016. Energiavirasto. Viitattu 24.4.2017.  
[https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Tiedotustilaisuus+2017\\_pdf.pdf/171cfa27-9c76-4425-a128-585f6f303545](https://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Tiedotustilaisuus+2017_pdf.pdf/171cfa27-9c76-4425-a128-585f6f303545)

Pori Energia Oy & Pori Energia sähköverkot Oy. Kokonaishinnasto 1.11.2015 alkaen alv 0%. Viitattu 24.3.2017.  
[https://www.porienergia.fi/Global/Hinnastot/S%C3%A4hk%C3%B6nmyyntihinnastot%202017/Kokonaishinnasto\\_alv0\\_2017.pdf](https://www.porienergia.fi/Global/Hinnastot/S%C3%A4hk%C3%B6nmyyntihinnastot%202017/Kokonaishinnasto_alv0_2017.pdf)

Pori Energia Sähköverkot Oy. Suurjännitekausisähkö 1 1.1.2015 alkaen.2015.

Pori Energia Sähköverkot Oy. Sähköverkkoon liittymisen myyntiehdot ja -hinnat 1.1.2017 alkaen. Viitattu 30.4.2017.



<https://www.porienergia.fi/Global/Hinnastot/PESVin%20hinnastot/Pori%20Energia%20S%C3%A4hk%C3%B6verkot%20Oy%20S%C3%A4hk%C3%B6verkkoon%20liittymisen%20hinnat%201.1.2017%20alkaen.pdf>

Porin kaupungin sivistystoimi. 2017. Lukuvuoden 2017 - 2018 oppilaiden työpäivät Ehdotus 1. Lainattu 14.4.2017.

<https://www.pori.fi/sivistyskeskus/koulut/koulujentyoajat.html>

Ruppa, E., Tapaninen, M. & Niemi J. P. 1994. Energiaa säästävä sähköasennustekniikka. Helsinki: Hakapaino Oy.

ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2015. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo.

Suomen RakMK D5 2013. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

Vattenfall.fi. Sähkövero. Viitattu 16.3.2017.

<http://www.vattenfall.fi/fi/sahkovero.htm>

Verkostosuositus SA 1:87. Pienjänniteverkon mitoitusvahvuudet ja -energiat. 1987. Sähköenergialiitto ry SENNER. Helsinki: Adato Energia Oy.

Verkostosuositus SA 10:92. Verkoston mitoitusenergiat. 1992. Sähköenergialiitto ry SENNER. Helsinki: Adato Energia Oy.

Verkostosuositus SA 2:08. Pienjännitemuuntajan ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen. 2008. Energiateollisuus ry. Helsinki: Adato Energia Oy.

Verkostosuositus SA 5:94. Keski-jänniteverkon sähköinen mitoittaminen. 1994 Sähköenergialiitto ry SENNER. Helsinki: Adato Energia Oy.

Winnova Rautatienpuistokatu 5 opetushenkilöstö. 2017. Winnova. Pori.  
Henkilökohtainen tiedonanto 15.3.2017.

Winnova Rautatienpuistokatu 7 opetushenkilöstö. 2017. Winnova. Pori.  
Henkilökohtainen tiedonanto 14.3.2017.

Rakennustyyppi	Lähde	Ominaiskulutus (kWh/r-m <sup>3</sup> )	Tilavuus	Vuosienergia kWh	Vuosienergia MWh
Opetusrakennus	Ekorem (2016)	16,525	97800	1616145	1616,1
Opetusrakennus	FinnZeb	11,3	97800	1105140	1105,1
Opistot ja oppilaitokset	Energiateollisuus/ rakennushallitus (1989)	10	97800	978000	978,0
Ammattikoulut	Energiateollisuus/ rakennushallitus (1989)	10	97800	978000	978,0
Hotelli- ja ravintolakoulut	Energiateollisuus/ rakennushallitus (1989)	32	97800	3129600	3129,6
Ammatillinen oppilaitos	Motiva	16,8	97800	1643040	1643,0
Muu opetusrakennus	Motiva	17,8	97800	1740840	1740,8
				<b>Keskiarvo kWh</b>	<b>Keskiarvo MWh</b>
				1598681	1598,7

Skenaario	Kulutuskohde	Teho kW	Aktiivajan käyttötunnit	Aktiivajan Energia kWh	Muut käyttötunnit	Muun ajan käyttöaste	Muun ajan energia kWh	Kesäajan käyttötunnit	Kesäajan energia kWh	Vuosienergia MWh
1	Keittiötilat	1457,5	2068	3014110,0	4772,0	0,5	3477595,0	1920,0	839520,0	7331,2
	IV ja jäähdytys	341	2068	705188,0	4772,0	0,6	976351,2	1920,0	196416,0	1878,0
	Muut	728,5	2068	1506538,0	4772,0	0,6	2085841,2	1920,0	419616,0	4012,0
	Yhteensä	2527		5225836,0			13221175,4		1455552,0	13221,2
2	Keittiötilat	1457,5	2068	3014110,0	4772,0	0,1	695519,0	1920,0	839520,0	4549,1
	IV ja jäähdytys	341	2068	705188,0	4772,0	0,5	813626,0	1920,0	196416,0	1715,2
	Muut	728,5	2068	1506538,0	4772,0	0,5	1738201,0	1920,0	419616,0	3664,4
	Yhteensä	2527		5225836,0			9928734,0		1455552,0	9928,7
3	Keittiötilat	1457,5	1128	1644060,0	5712,0	0,1	832524,0	1920,0	839520,0	3316,1
	IV ja jäähdytys	341	2068	705188,0	4772,0	0,5	813626,0	1920,0	196416,0	1715,2
	Muut	728,5	2068	1506538,0	4772,0	0,5	1738201,0	1920,0	419616,0	3664,4
	Yhteensä	2527		3855786,0			8695689,0		1455552,0	8695,7
4	Keittiötilat	1000	1128	1128000,0	5712,0	0,1	571200,0	1920,0	576000,0	2275,2
	IV ja jäähdytys	239	2068	494252,0	4772,0	0,5	570254,0	1920,0	137664,0	1202,2
	Muut	628,5	2068	1299738,0	4772,0	0,5	1499601,0	1920,0	362016,0	3161,4
	Yhteensä	1867,5		2921990,0			6638725,0		1075680,0	6638,7
5	Keittiötilat	1200	564	676800,0	4772,0	0,1	572640,0	1920,0	691200,0	1940,6
	Keittiö muu	800	1504	1203200,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1203,2
	IV ja jäähdytys	239	2068	494252,0	4772,0	0,5	570254,0	1920,0	137664,0	1202,2
	valaistus	147,3	1900	279946,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	279,9
	Muut	481,2	2068	995038,9	4772,0	0,6	1377657,3	1920,0	277148,2	2649,8
	Yhteensä (max)	2067,5		3537258,5			7275800,4		1106012,2	7275,8
6	Keittiötilat	1200	564	676800,0	5712,0	0,1	685440,0	1920,0	691200,0	2053,4
	Keittiö muu	800	564	451200,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	451,2
	IV ja jäähdytys	230	2068	475640,0	4772,0	0,5	548780,0	1920,0	132480,0	1156,9
	Valaistus	147,34	1900	279946,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	279,9
	Muut	400	2068	827200,0	4772,0	0,6	1145280,0	1920,0	230400,0	2202,9
	Yhteensä (max)	1977,34		2598807,6			6144366,0		1054080,0	6144,4
7	Keittiötilat	800	564	451200,0	5712,0	0,1	319872,0	1920,0	460800,0	1231,9
	Keittiö muu	400	564	225600,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	225,6
	IV ja jäähdytys	200	2068	413600,0	4772,0	0,4	381760,0	1920,0	115200,0	910,6
	Valaistus	90	1900	171000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	171,0
	Muut	370	2068	765160,0	4772,0	0,4	706256,0	1920,0	213120,0	1684,5
	Yhteensä (max)	1460		1958160,0			4223568,0		789120,0	4223,6
Keskiarvoinen vuosienergia-arvio MWh									8018,3	

muu	akt.	akt. aika	1-hinta aikavaje	1-hinta 2-aika	2 hinta - 2-aika	1-hinta 2-kausi	2-hinta 2-kausi	kategoria
4772	2068	7.00-18.00	4h	akt+muu*0,462489+kesä*0,625	muu*0,537511+kesä*0,375	akt*0,489362+muu*0,117979	akt*0,510638+muu*0,882021+kesä	a
5712	1128	8.00-14.00	9h	akt+muu*0,550945+kesä*0,625	muu*0,449055+kesä*0,375	akt*0,489362+muu*0,179097	akt*0,510638+muu*0,820903+kesä	b
4772	564+1504	7.00-18.00	4h	akt+muu*0,462489+kesä*0,625	muu*0,537511+kesä*0,375	akt*0,489362+muu*0,117979	akt*0,510638+muu*0,882021+kesä	a
5712	564+564	8.00-14.00	9h	akt+muu*0,550945+kesä*0,625	muu*0,449055+kesä*0,375	akt*0,489362+muu*0,179097	akt*0,510638+muu*0,820903+kesä	b

kategoria	Skenaario	akt	muu	kesä	yht skenaario	tarkistus (yht)
a	1	5225836,0	6539787,4	1455552,0	13221175,4	13221175,4
a	2	5225836,0	3247346,0	1455552,0	9928734,0	9928734,0
b keittiö	3	1644060,0	832524,0	839520,0	8695689,0	8695689,0
valaistus (b)		0,0	0,0	0,0	0,0	
loput (a)		2211726,0	2551827,0	616032,0		
b keittiö	4	1128000,0	571200,0	576000,0	6638725,0	6638725,0
valaistus (b)		0,0	0,0	0,0	0,0	
loput (a)		1793990,0	2069855,0	499680,0		
a	5	3537258,5	2632529,7	1106012,2	7275800,4	7275800,4
b keittiö	6	1128000,0	685440,0	691200,0	6144366,0	6144366,0
valaistus (b)		167967,6	111978,4	0,0		
loput (a)		1302840,0	1694060,0	362880,0		
b keittiö	7	676800,0	319872,0	460800,0	4223568,0	4223568,0
valaistus (b)		102600,0	68400,0	0,0		
loput (a)		1178760,0	1088016,0	328320,0		

Skenaario	1-hinta 2-aika	2 hinta - 2-aika	1-hinta 2-kausi	2-hinta 2-kausi	tark1 (yht)	tark2 (yht)
1	9160135,7	4061039,7	3328883,1	9892292,3	13221175,4	13221175,4
2	7637417,8	2291316,2	2940444,2	6988289,8	9928734,0	9928734,0
3	6404372,9	2291316,1	2337039,7	6358649,3	8695689,0	8695689,0
4	4866275,0	1772450,0	1776410,5	4862314,5	6638725,0	6638725,0
5	5446032,1	1829768,2	2041583,1	5234217,2	7275800,4	7275800,4
6	4470520,2	1673845,8	1607592,5	4536773,5	6144366,0	6144366,0
7	3162421,6	1061146,4	1151970,0	3071598,0	4223568,0	4223568,0

Skenaario	Tuulilissä 1-aika	Tuulilissä 2-aika	Tuulilissä 2-kausi
1	26 442 €	20 757 €	26 442 €
2	19 857 €	16 650 €	19 857 €
3	17 391 €	14 184 €	17 391 €
4	13 277 €	10 796 €	13 277 €
5	14 552 €	11 990 €	14 552 €
6	12 289 €	9 945 €	12 289 €
7	8 447 €	6 962 €	8 447 €

Skenaario	Ostohinnasto	Huipputeho kW	Tehomaksu €/kW	energiamaksu/siirtomaksu1 snt/kWh	energiamaksu/siirtomaksu2 snt/kWh	Vuosienergia 1 kWh	Vuosienergia 2 kWh	Kuukausimaksu €/kk	Perusmaksut €/kk	Hinta €/vuosi
1	Suurjännitesiiro 1-aikainen	2527,0	2,49	0,72	0,00	13221175,4	0,0	424,4	6716,7	166354
	Suurjännitesiiro 2-aikainen	2527,0	2,49	0,76	0,59	9160135,7	4061039,7	424,4	6716,7	164739
	Suurjännitekausisähkö 1	2527,0	0,00	1,06	0,80	3328883,1	9892292,3	3106,8	3106,8	151706
	Tehosähkö 1-aikainen	2527,0	0,00	3,82	0,00	13221175,4	0,0	50,0	50,0	505649
	Tehosähkö 2-aikainen	2527,0	0,00	4,03	3,55	9160135,7	4061039,7	50,0	50,0	513920
2	Suurjännitesiiro 1-aikainen	2527,0	2,49	0,72	0,00	9928734,0	0,0	424,4	6716,7	142648
	Suurjännitesiiro 2-aikainen	2527,0	2,49	0,76	0,59	7637417,8	2291316,2	424,4	6716,7	142725
	Suurjännitekausisähkö 1	2527,0	0,00	1,06	0,80	2940444,2	6988289,8	3106,8	3106,8	124356
	Tehosähkö 1-aikainen	2527,0	0,00	3,82	0,00	9928734,0	0,0	50,0	50,0	379878
	Tehosähkö 2-aikainen	2527,0	0,00	4,03	3,55	7637417,8	2291316,2	50,0	50,0	389730
3	Suurjännitesiiro 1-aikainen	2527,0	2,49	0,72	0,00	8695689,0	0,0	424,4	6716,7	133770
	Suurjännitesiiro 2-aikainen	2527,0	2,49	0,76	0,59	6404372,9	2291316,1	424,4	6716,7	133353
	Suurjännitekausisähkö 1	2527,0	0,00	1,06	0,80	2337037,7	6358649,3	3106,8	3106,8	112923
	Tehosähkö 1-aikainen	2527,0	0,00	3,82	0,00	8695689,0	0,0	50,0	50,0	332775
	Tehosähkö 2-aikainen	2527,0	0,00	4,03	3,55	6404372,9	2291316,1	50,0	50,0	340038
4	Suurjännitesiiro 1-aikainen	1867,5	2,49	0,72	0,00	6638725,0	0,0	424,4	5074,5	101718
	Suurjännitesiiro 2-aikainen	1867,5	2,49	0,76	0,59	4866275,0	1772450,0	424,4	5074,5	101360
	Suurjännitekausisähkö 1	1867,5	0,00	1,06	0,80	1776410,5	4862314,5	3106,8	3106,8	95010
	Tehosähkö 1-aikainen	1867,5	0,00	3,82	0,00	6638725,0	0,0	50,0	50,0	254199
	Tehosähkö 2-aikainen	1867,5	0,00	4,03	3,55	4866275,0	1772450,0	50,0	50,0	259633
5	Suurjännitesiiro 1-aikainen	2067,5	2,49	0,72	0,00	7275800,4	0,0	424,4	5572,5	111534
	Suurjännitesiiro 2-aikainen	2067,5	2,49	0,76	0,59	5446032,1	1829768,2	424,4	5572,5	111333
	Suurjännitekausisähkö 1	2067,5	0,00	1,06	0,80	2041583,1	5234217,2	3106,8	3106,8	100796
	Tehosähkö 1-aikainen	2067,5	0,00	3,82	0,00	7275800,4	0,0	50,0	50,0	278536
	Tehosähkö 2-aikainen	2067,5	0,00	4,03	3,55	5446032,1	1829768,2	50,0	50,0	285032
6	Suurjännitesiiro 1-aikainen	1977,3	2,49	0,72	0,00	6144366,0	0,0	424,4	5348,0	101030
	Suurjännitesiiro 2-aikainen	1977,3	2,49	0,76	0,59	4470520,2	1673845,8	424,4	5348,0	100642
	Suurjännitekausisähkö 1	1977,3	0,00	1,06	0,80	1607592,5	4536773,5	3106,8	3106,8	90616
	Tehosähkö 1-aikainen	1977,3	0,00	3,82	0,00	6144366,0	0,0	50,0	50,0	235315
	Tehosähkö 2-aikainen	1977,3	0,00	4,03	3,55	4470520,2	1673845,8	50,0	50,0	240183
7	Suurjännitesiiro 1-aikainen	1460,0	2,49	0,72	0,00	4223568,0	0,0	424,4	4059,8	73674
	Suurjännitesiiro 2-aikainen	1460,0	2,49	0,76	0,59	3162421,6	1061146,4	424,4	4059,8	73560
	Suurjännitekausisähkö 1	1460,0	0,00	1,06	0,80	1151970,0	3071598,0	3106,8	3106,8	74065
	Tehosähkö 1-aikainen	1460,0	0,00	3,82	0,00	4223568,0	0,0	50,0	50,0	161940
	Tehosähkö 2-aikainen	1460,0	0,00	4,03	3,55	3162421,6	1061146,4	50,0	50,0	165716
									Keskisarvo siirto	114 662 €
									Keskisarvo myynti	276 915 €

Skenaario	SJS 1-aika	SJS 2-aika	SJKS 1	TS 1-aika	TS 2-aika	Erotus SJS 1-a - SJS 2-a	Erotus SJS 1-a - SJKS 1	Erotus SJS 2-a - SJKS 1	Erotus TS 2-a - TS 1-a
1	166 354 €	164 739 €	151 706 €	505 649 €	513 920 €	1 615 €	14 648 €	13 033 €	8 271 €
2	142 648 €	142 725 €	124 356 €	379 878 €	389 730 €	-76 €	18 292 €	18 368 €	9 852 €
3	133 770 €	133 353 €	112 923 €	332 775 €	340 038 €	417 €	20 848 €	20 431 €	7 263 €
4	101 718 €	101 360 €	95 010 €	254 199 €	259 633 €	358 €	6 708 €	6 350 €	5 434 €
5	111 534 €	111 333 €	100 796 €	278 536 €	285 032 €	200 €	10 738 €	10 538 €	6 496 €
6	101 030 €	100 642 €	90 616 €	235 315 €	240 183 €	388 €	10 414 €	10 026 €	4 869 €
7	73 674 €	73 560 €	74 065 €	161 940 €	165 716 €	115 €	-390 €	-505 €	3 776 €

## Hintaerittely

Hinnasto	Hintakomponentti	Skenaario 1	Skenaario 2	Skenaario 3	Skenaario 4	Skenaario 5	Skenaario 6	Skenaario 7
SJS 1-aika	Kuukausimaksut /vuosi	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €
	osuus	3,1 %	3,6 %	3,8 %	3,8 %	5,0 %	4,6 %	6,91 %
	Energiamaksu	95 192 €	71 487 €	62 609 €	47 799 €	52 386 €	44 239 €	30 410 €
	osuus	57,2 %	50,1 %	46,8 %	47,0 %	47,0 %	43,8 %	41,28 %
	tehomaksu	66 068 €	66 068 €	66 068 €	48 826 €	54 055 €	51 698 €	38 172 €
	osuus	39,7 %	46,3 %	49,4 %	48,0 %	48,5 %	51,2 %	51,81 %
	yhteensä (vuosi)	166 354 €	142 648 €	133 770 €	101 718 €	111 534 €	101 030 €	73 674 €
	Tarkistus	166 354 €	142 648 €	133 770 €	101 718 €	111 534 €	101 030 €	73 674 €
SJS 2-aika	Kuukausimaksut /vuosi	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €
	osuus	3,1 %	3,6 %	3,8 %	5,0 %	4,6 %	5,1 %	6,9 %
	Energiamaksu1	69 617 €	58 044 €	48 673 €	36 984 €	41 390 €	33 976 €	24 034 €
	osuus	42,3 %	40,7 %	36,5 %	36,5 %	37,2 %	33,8 %	32,7 %
	Energiamaksu2	23 960 €	13 519 €	13 519 €	10 457 €	10 796 €	9 876 €	6 261 €
	osuus	14,5 %	9,5 %	10,1 %	10,3 %	9,7 %	9,8 %	8,5 %
	tehomaksu	66 068 €	66 068 €	66 068 €	48 826 €	54 055 €	51 698 €	38 172 €
	osuus	40,1 %	46,3 %	49,5 %	48,2 %	48,6 %	51,4 %	51,9 %
yhteensä (vuosi)	164 739 €	142 725 €	133 353 €	101 360 €	111 333 €	100 642 €	73 560 €	
Tarkistus	164 739 €	142 725 €	133 353 €	101 360 €	111 333 €	100 642 €	73 560 €	
SJKS 1	Kuukausimaksut /vuosi	37 281 €	37 281 €	37 281 €	37 281 €	37 281 €	37 281 €	37 281 €
	osuus	24,6 %	30,0 %	33,0 %	39,2 %	37,0 %	41,1 %	50,3 %
	Energiamaksu1	35 286 €	31 169 €	24 773 €	18 830 €	21 641 €	17 040 €	12 211 €
	osuus	23,3 %	25,1 %	21,9 %	19,8 %	21,5 %	18,8 %	16,5 %
	Energiamaksu2	79 138 €	55 906 €	50 869 €	38 899 €	41 874 €	36 294 €	24 573 €
	osuus	52,2 %	45,0 %	45,0 %	40,9 %	41,5 %	40,1 %	33,2 %
	tehomaksu	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
	osuus	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
yhteensä (vuosi)	151 706 €	124 356 €	112 923 €	95 010 €	100 796 €	90 616 €	74 065 €	
Tarkistus	151 706 €	124 356 €	112 923 €	95 010 €	100 796 €	90 616 €	74 065 €	

TS 1-aika	Kuukausimaksut /vuosi	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €
	osuus	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,4 %
	Energiamaksu	505 049 €	379 278 €	332 175 €	253 599 €	277 936 €	234 715 €	161 340 €
	osuus	99,9 %	99,8 %	99,8 %	99,8 %	99,8 %	99,7 %	99,6 %
	tehomaksu	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
	osuus	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
	yhteensä (vuosi)	505 649 €	379 878 €	332 775 €	254 199 €	278 536 €	235 315 €	161 940 €
	Tarkistus	505 649 €	379 878 €	332 775 €	254 199 €	278 536 €	235 315 €	161 940 €
TS 2-aika	Kuukausimaksut /vuosi	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €	600 €
	osuus	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,4 %
	Energiamaksu1	369 153 €	307 788 €	258 096 €	196 111 €	219 475 €	180 162 €	127 446 €
	osuus	71,8 %	79,0 %	75,9 %	75,5 %	77,0 %	75,0 %	76,9 %
	Energiamaksu2	144 167 €	81 342 €	81 342 €	62 922 €	64 957 €	59 422 €	37 671 €
	osuus	28,1 %	20,9 %	23,9 %	24,2 %	22,8 %	24,7 %	22,7 %
	tehomaksu	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
	osuus	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
yhteensä (vuosi)	513 920 €	389 730 €	340 038 €	259 633 €	285 032 €	240 183 €	165 716 €	
Tarkistus	513 920 €	389 730 €	340 038 €	259 633 €	285 032 €	240 183 €	165 716 €	

### Energiamaksuvertailu

Ostohinnasto	Skenaario 1	Skenaario 2	Skenaario 3	Skenaario 4	Skenaario 5	Skenaario 6	Skenaario 7
SJKS 1							
Energiamaksu 1	35 286 €	31 169 €	24 773 €	18 830 €	21 641 €	17 040 €	12 211 €
Energiamaksu 2	79 138 €	55 906 €	50 869 €	38 899 €	41 874 €	36 294 €	24 573 €
Yhteensä	114 424 €	87 075 €	75 642 €	57 728 €	63 515 €	53 335 €	36 784 €
SJS 1-aika							
Yhteensä	95 192 €	71 487 €	62 609 €	47 799 €	52 386 €	44 239 €	30 410 €
SJS 2-aika							
Energiamaksu 1	69 617 €	58 044 €	48 673 €	36 984 €	41 390 €	33 976 €	24 034 €
Energiamaksu 2	23 960 €	13 519 €	13 519 €	10 457 €	10 796 €	9 876 €	6 261 €
Yhteensä	93 577 €	71 563 €	62 192 €	47 441 €	52 185 €	43 852 €	30 295 €
sjks 1 e - sjs 1-a erotus	19 232 €	15 588 €	13 033 €	9 930 €	11 129 €	9 095 €	6 374 €
sjks 1 e - sjs 2-a erotus	20 847 €	15 512 €	13 450 €	10 287 €	11 329 €	9 483 €	6 488 €
sjs 1-a - sjs 2-a erotus	1 615 €	-76 €	417 €	358 €	200 €	388 €	115 €
SJKS 1 kalliimpi kuin SJS 1-a	20,2 %	21,8 %	20,8 %	20,8 %	21,2 %	20,6 %	21,0 %
SJKS 1 kalliimpi kuin SJS 2-a	22,3 %	21,7 %	21,6 %	21,7 %	21,7 %	21,6 %	21,4 %



## Kuukausimaksuvertailu

Ostohinnasto	Skenaario 1	Skenaario 2	Skenaario 3	Skenaario 4	Skenaario 5	Skenaario 6	Skenaario 7
SJKS 1							
Yhteensä	37 281 €	37 281 €	37 281 €	37 281 €	37 281 €	37 281 €	37 281 €
SJS 1-aika							
kuukausimaksut	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €
tehomaksut	66 068 €	66 068 €	66 068 €	48 826 €	54 055 €	51 698 €	38 172 €
Yhteensä	71 161 €	71 161 €	71 161 €	53 919 €	59 148 €	56 791 €	43 265 €
SJS 2-aika							
kuukausimaksut	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €	5 093 €
tehomaksut	66 068 €	66 068 €	66 068 €	48 826 €	54 055 €	51 698 €	38 172 €
Yhteensä	71 161 €	71 161 €	71 161 €	53 919 €	59 148 €	56 791 €	43 265 €
sjs 1-a - sjs 1 erotus	33 880 €	33 880 €	33 880 €	16 638 €	21 867 €	19 509 €	5 984 €
sjs 2-a - sjs 1 erotus	33 880 €	33 880 €	33 880 €	16 638 €	21 867 €	19 509 €	5 984 €
sjs 1-a -sjs 2-a erotus	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
SJKS 1 halvempi kuin SJS 1-a	47,6 %	47,6 %	47,6 %	30,9 %	37,0 %	34,4 %	13,8 %
SJKS 1 halvempi kuin SJS 2-a	47,6 %	47,6 %	47,6 %	30,9 %	37,0 %	34,4 %	13,8 %

SJKS 1 ja SJS kuukausimaksujen leikkauspiste	
	37281
Tehomaksu	Tehonhuippu 1231
Lyhenteet	
Suurjännitekausi sähkö 1	SJKS 1
suurjänniteaika sähkö 1-aikainen	SJS 1-a
suurjänniteaika sähkö 2-aikainen	SJS 2-a
Tehosähkö 1-aikainen	TS 1-a
Tehosähkö 2-aikainen	TS 2-a

Alexi Pirttimäki  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
26.04.2017 Pori

1 (2)

Kiinteistö Oy Samk Pori  
Marko Kononen  
Annankatu 8  
28100 Pori

Sähkön ostohinnastoverailu saneerauskohteeseen

#### Raportti opinnäytetyön tuloksista

Tehtävänäni oli tarkastella Tiedepuiston kampuksen saneerauksen jälkeiseen käyttöön soveltuvia sähkön ostohinnastoja. Tarkoituksena oli löytää vaihtoehtoisista kokonaisuuden kannalta järkevin ja edukkein. Työssä tutkittiin eri keinoja ensin selvittää kohteen saneerauksenjälkeistä kulutuskäyttäytymistä, ja sen jälkeen arvioida näiden tulosten pohjalta ostohintakohtaisia kulumakanteita.

Energiankulutuksen ennustaminen tarkasti osoittautui lähes mahdottomaksi. Eri työkalujen, kuten ominaiskulutustaulukoiden, mallikuormituskäyrien ja laskennollisten menetelmien, pohjalta saatujen tulosten tarkkuus jää muuttuvien tekijöiden vuoksi vääjäämättä huonoksi. Työssä päädyttiinkin mahdollisimman tarkkan vuosienenergia- ja kulutuskäyttämisenmusteen sijaan tutkimaan erilaisia mahdollisia kulutusskenaarioita, joiden perusteella hinnastojen kannattavuutta voitiin vertailla. Arvioiden pohjatietoina käytettiin rakennuttajan tarjoamia tietoja, Winnovan nykyisten keittiötilojen käyttöhenkilöstön tarjoamia käyttötietoja sekä keskusteluita Pori Energian kanssa.

Vuosienenergia-arvioissa saatiin tuloksia vajaasta gigawattitunnista kolmeentoista gigawattituntiin asti. Näistä tuloksista ääripäät voidaan luultavimmin sulkea mahdollisuuksien ulkopuolelle. Todellista vuosienenergiaa merkittävämmäksi ostohinnastojen vertailussa arvioitiin kulutusprofiilin tutkiminen sekä todellisen huipputehon arviointi. Kulutusprofiili vaikuttaa kausisähkön hintaan merkittävästi. Tehonhuippu on taas ratkaisevassa osassa kuukausimaksujen arvioimisessa. Vuosienenergia-arvioissa tutkittiin pääasiassa keittiötiloja, ilmanvaihtoa ja jäähdytystä, sekä muuta kulutusta erillisinä yksikköinä. Tämä johtui siitä, että yksittäisistä kulutuskohteista merkittävimmit muodostuvat keittiötilat sekä ilmanvaihto ja jäähdytys. Saadut kokonaisvuosienenergiat jaettiin ostohinnastojen mukaisiin hintaluokkiin mukaillen rakennuttajan kesäaika-arviota, sekä Porin Kaupungin sivistystoimen ehdotusta lukuvuoden 2017 – 2018 koulupäivistä.

Kaiken kerätyn tiedon pohjalta tutkimuksessa päädyttiin siihen, että suurin kulutuspiikki ajoittuu lukuvuoden arkipäiville rakennuttajan ilmoittamaa 7.00 – 18.00 lyhyemmälle ajanjaksolle. Todellinen tehonhuippu arvioidaan korkeaksi, mutta laskennollista tehonhuippua jonkin verran matalammaksi. Tehonhuippuun suhteutettuna vuotuinen energiankulutus tulee mahdollisesti jäämään melko matalaksi. Kuten jo rakennuttajan kanssa käydyissä alustuskeskusteluissa arvioitiin, tämänkaltaisen kohteen tehonhuiput ovat korkeat, mutta huipunkäyttöaika jää pieneksi.

Aleksi Pirttimäki  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
26.04.2017 Pori

2 (2)

Eri ostohinnastoja vertailtiin mahdollisuuksien mukaan. Suurjänniteliittymän hinnoittelussa ainut vaihtoehto on pyytää tarjousta Pori Energia Sähköverkot Oy:ltä. Sähkön myyntihinnaston osalta vertailtiin pintapuolisesti listahintaisia suurjännitetehosähköhinnastoja. Kuitenkin Pori Energian kanssa käydyissä keskusteluissa päädyttiin siihen tulokseen, että näin suurella kulutuksella selvästi paras vaihtoehto on määräaikainen erikseen asiakkaalle laskettu sopimus. Lisäksi tutkittiin vaihtoehtoa, jossa asiakas palkkaa konsultin hoitamaan sähkönhankintaansa sähköpörssistä. Määräaikaisen sopimuksen tekemisessä suositellaan edelleen ensin lyhyttä määräaikaista noin kolmesta kahteentoista kuukauteen kestävästä sopimuksesta, jonka aikana kerättyjen kulutustietojen perusteella asiakkaalle voidaan tarjota pidempiaikaisia sähkönmyyntisopimuksia alhaisemmillä epävarmuustekijöillä. Mikäli pitempi sopimus halutaan sopia heti, tulee sähkön toimittaja sisällyttämään puutteellisten kulutusprofiilitietojen vuoksi laskutushintaan enemmän epävarmuuslisä. Mikäli pitkää sopimusta ei haluta solmia, suositellaan pörssisähkön (SPOT-tuote) harkitsemista.

Työssä tehty vertailu painottui edellä mainittujen seikkojen vuoksi eri suurjännitesähkön siirtohinnastojen vertailuun. Tarjolla olivat yksi- ja kaksiaikainen suurjännitesähkösäntö sekä kolmas suurjännitekausisähkö, jonka kuukausimaksu on korkea (3106,76€/kk), mutta joka ei sisällä lainkaan tehomaksua. Skenaarioiden mukaan sähkön siirron vuotuiseksi hinnaksi saatiin kalliimmillaan 166 354€, ja halvimmillaan 73 560€. Vaikka suurjännitekausisähkön energiakustannukset olivat molempien kulutusajkojen mukaan tavallisia suurjännitesäntövaihtoehtoja kalliimmat, se osoittautui suurimmassa osassa vaihtoehtoista halvemmaksi kuin muut siirtohinnastovaihtoehdot. Tämä johtuu siitä, että laskelmien mukaan kahden tehomaksullisen suurjännitesäntöhinnaston kuluista noin puolet muodostuvat tehomaksuista ja kuukausimaksuista kaikissa skenaarioissa. Suurjännitekausisähkösäntössä kuukausimaksu on kiinteä, mutta joka skenaariossa muiden hinnastojen kuukausittaisia maksuja (teho- ja kuukausimaksut) halvempi. Huipputehon laskiessa huomattavasti laskennallisesta huipputehosta suurjännitekausisähkö tosin menettää etunsa kalliimpien energiainhojensa vuoksi, mutta tämänlainen tilanne ei ole todennäköinen kulutuskohteen tapauksessa. Tämän vuoksi suositeltavin siirtohinnastovaihtoehto kohteen oletetulla kulutusprofiililla on suurjännitekausisähkö ilman tehomaksua.

Työn tulosten pohjalta suositellaan seuraavia ostohinnastoja:

Sähkön myynti: Lyhyt määräaikainen (3kk-12kk) sopimus, jonka aikana kerättyjen kulutustietojen pohjalta solmitaan pitempi sopimus.

Sähkön siirto: Suurjännitekausisähkö ilman tehomaksua.  
(Suurjännitekausisähkö 1)

Aleksi Pirttimäki  
Opiskelija, Satakunnan ammattikorkeakoulu