



---

## **Energiansäästömahdollisuudet Voimatel Oy:n kiinteistöissä**

---

**Timo Natunen**

**Opinnäytetyö**

**Ammattikorkeakoulututkinto**



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Timo Natunen	
Työn nimi Energiansäästömahdollisuudet Voimatel Oy:n kiinteistöissä	
Päiväys 11.5.2011	Sivumäärä/Liitteet 40/4
Ohjaaja(t) Yliopettaja Juhani Rouvali	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Voimatel Oy/Liiketoimintajohtaja Jukka Heiskanen	
Tiivistelmä <p>Tässä opinnäytetyössä selvitettiin energiansäästömahdollisuuksia Voimatel Oy:n kiinteistöissä. Kyseiset Voimatel Oy:n kiinteistöt, joihin selvitystä tehtiin sijaitsevat Varkaudessa, Pielavedellä, Iisalmessa, Nilsiässä, Suonenjoella ja Pieksämäellä. Opinnäytetyössä on kuvattu toimipaikkojen käytössä olevia laitteistoja.</p> <p>Opinnäytetyö käsittelee perusasioita energiatehokkuudesta sekä esitetään keino, jolla voidaan vertailla eri paikkakunnilla sijaitsevien kiinteistöjen lämmitysenergiankulutusta. Energiansäästöjä laskettiin ATK-laitteiden valmiustilojen käytölle, valaistuksen päivitykselle, huoltoautojen moottorien esilämmitykselle, yläpohjan lisäeristämiseksi sekä ikkunoiden vaihdolle. Lisäksi selvitettiin loistelamppujen teoriaa ja toimintaperiaatetta sekä vertailtiin eri liitäntälaitteiden energiankulutusta.</p> <p>Kaikki tutkitut toimenpiteet toisivat säästöä kiinteistöissä. Toimenpiteistä johtuvat kustannukset ja takaisinmaksuajat vaihtelevat paikkakunnittain. Parhaimmaksi säästötoimenpiteeksi osoittautui huoltoautojen moottorien esilämmittämisen säätäminen.</p>	
Avainsanat Loistelamppu, energiankulutus	
Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Timo Natunen			
Title of Thesis Energy Saving Potential in Voimatel Ltd's Real Estates			
Date	May 11, 2011	Pages/Appendices	40/4
Supervisor(s) Mr Juhani Rouvali, Principal Lecturer			
Project/Partners Voimatel Ltd./ Jukka Heiskanen, Business Director			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to search energy saving options at Voimatel Ltd's real estates. The real estates, which were part of this research are located in Varkaus, Pielavesi, Iisalmi, Nilsinä, Suonenjoki and Pieksämäki. The equipment used in these premises is described in this thesis.</p> <p>First, the basics of energy efficiency were studied and then a method of comparing the energy consumption of heating systems situated in different towns was looked for. Energy savings were calculated for the standby usage of computers, upgrading the lightning system, engine preheating of maintenance cars, additional insulation in the ceiling and renewal of windows. In addition to energy saving options, the theory and principles on fluorescent lamps was studied, as well as the energy consumption of the different connection devices was compared.</p> <p>All tested methods would bring savings in real estates. Costs and payback periods are different in each location. The best cost-saving method is adjustment of the vehicles' engine preheating.</p>			
Keywords Fluorescent lamp, energy consumption			
Public			

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Voimatel Oy:n kanssa. Työ vaati vierailukäyntejä Voimatel Oy:n toimipisteissä, ja haluankin kiittää toimipisteiden henkilöstöä kaikesta avusta ja vieraanvaraisuudesta. Erityiskiitos Voimatel Oy:n liiketoimintajohtaja Jukka Heiskaselle opinnäytetyön aiheesta ja ohjauksesta. Suuri kiitos myös opinnäytetyön ohjaajalle Yliopettaja Juhani Rouvalille avusta ja neuvoista opinnäytetyön tekemisessä.

Kuopiossa 11.5.2011

Timo Natunen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	8
2	VOIMATEL OY .....	9
3	ENERGIATEHOKKUUS .....	10
3.1	Kiinteistön energianhallinta .....	10
3.1.1	Rakennusten energiankatselmuksset.....	10
3.1.2	Kulutusseuranta .....	11
3.1.3	Kulutuksen normitus .....	11
3.2	Energiatehokkuuden parantaminen rakenteellisin muutoksin.....	12
3.3	Moottorin esilämmitys .....	13
3.3.1	Pakkasvahti.....	13
3.4	Loistelamput .....	14
3.4.1	Toimintaperiaate.....	15
3.4.2	Rakenne.....	15
3.4.3	Verkkoliitännätäedellytykset .....	15
3.4.4	Sytyttäminen .....	16
3.4.5	Suorat loistelamput.....	17
3.4.6	Liitännälaitteet .....	18
3.4.7	Liitännälaitteiden vertailu .....	20
3.4.8	Valaistus ja yliaallot .....	22
3.5	ATK-laitteiden valmiustilat .....	23
4	TUTKIMUKSESSA MUKANA OLEVAT TOIMIPISTEET.....	24
4.1	Varkauden toimipiste .....	24
4.1.1	Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä .....	24
4.1.2	Valaistus.....	25
4.1.3	Energiaa säästävät toimenpiteet .....	25
4.2	Pielaveden toimipiste.....	28
4.2.1	Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä .....	28
4.2.2	Valaistus.....	28
4.2.3	Energiaa säästävät toimenpiteet .....	28
4.3	Iisalmen toimipiste .....	29
4.3.1	Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä .....	29
4.3.2	Valaistus.....	30
4.3.3	Energiaa säästävät toimenpiteet .....	30
4.4	Nilsin toimipiste.....	30
4.4.1	Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä .....	31

4.4.2	Valaistus.....	31
4.4.3	Energiaa säästävät toimenpiteet.....	31
4.5	Suonenjoen toimipiste .....	32
4.5.1	Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä .....	32
4.5.2	Valaistus.....	32
4.5.3	Energiaa säästävät toimenpiteet.....	32
4.6	Pieksämäen toimipiste.....	33
4.6.1	Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä .....	33
4.6.2	Valaistus.....	34
4.6.3	Energiaa säästävät toimenpiteet.....	34
5	PALVELUTUOTE .....	35
6	YHTEENVETO .....	37
7	LÄHTEET .....	38

## LIITTEET

- Liite 1 Pielaveden tulokset
- Liite 2 Iisalmen tulokset
- Liite 3 Nilsiä tulokset ja Suonenjoen tulokset
- Liite 4 Pieksämäen tulokset

## 1 JOHDANTO

Energiatehokkuuden parantaminen on nykyään yhä tärkeämpää, sillä yhteiskunta pyrkii jatkuvasti kohti parempaa energiatehokkuutta. EU on säätänyt tavoitteen, että vuoteen 2020 mennessä energiatehokkuutta parannetaan 20 %. Energiatehokkuutta voidaan parantaa harkituilla toimenpiteillä, esimerkiksi vaihtamalla paljon energiaa kuluttavat valaisimet vähemmän kuluttaviin malleihin. Energiaa säästävät toimenpiteet voivat siis liittyä energiaa käyttävien laitteiden käyttöön, toimintatapaan, käyttöympäristöön tai käyttäytymiseen. Energiankäytön tehostaminen on hyödyllistä, sillä se säästää ympäristöä ja sillä voidaan saavuttaa taloudellisia säästöjä.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kuuden Voimatel Oy:n käyttämän kiinteistön energiasäästämismahdollisuuksia. Selvitettäviä asioita ovat valaistuksen päivitys, ATK-laitteiden valmiustilat, huoltoautojen esilämmitys sekä yhden toimipisteen yläpohjan liisäeristys ja ikkunoiden vaihto. Voimatelin tutkitut toimipisteet ovat Varkaus, Pielavesi, Iisalmi, Nilsia, Suonenjoki ja Pieksämäki.

Työn tavoitteena on myös selvittää loistelamppujen toimintaa, energiatehokkaampien laitteiden tai toimenpiteiden hankintakustannuksia ja arvioida näiden takaisinmaksuaikojä. Näiden lisäksi pohditaan palvelutuotetta yrityksille, jossa selvitetään energiansäästämismahdollisuuksia.



## 2 VOIMATEL OY

Voimatel Oy on suomalainen sähkö-, energia- ja tietoverkkojen rakentaja ja kunnossapitäjä. Voimatelin tuotteet ja palvelut ovat laadukkaita sekä kilpailukykyisiä osa- tai kokonaistoimituksia. Voimatel ottaa toiminnassaan huomioon energiatehokkuuden sekä ympäristön. (Voimatel Oy, Asiantuntemusta kautta linjan.)

Voimatel on valtakunnallinen toimija, jonka asiakaskuntaan kuuluvat muun muassa teleoperaattorit, kunnat, kaupungit, taloyhtiöt, yksityishenkilöt, siirto- ja jakeluverkkoyhtiöt sekä teollisuus. Voimatelin tämänhetkiset toimipaikat sijaitsevat Etelä- ja Keski-Suomessa Kymenlaaksosta Kainuuseen ja niihin kuuluu 22 toimipistettä. Projektitoimitukset kattavat koko Suomen alueen. Voimatelin pääkonttori sijaitsee Toivalassa Siilinjärvellä. (Voimatel Oy, Asiantuntemusta kautta linjan.)

Savon Voima Oy sekä Kuopion Puhelin Oy perustivat 1.5.2001 sähkö- ja televerkonrakentamista harjoittavan yhtiön, Voimatelin. Toiminnan alkuvaiheessa omistajana oli myös IVO Transmission Engineering Oy, josta tuli myöhemmin ELTEL Networks Oy. Voimatelillä on vankka historia sähkö- ja teleosaamisessa sekä kantaverkkoyhtiö IVO:n ajoilta myös voimajohto-osaaminen. Voimatelin liikevaihto on kasvanut alkuajoista ja toiminta on laajentunut maanlaajuiseksi. Nykyään Voimatelin omistavat Osuuskunta KPY 57 %, Savon Voima Oyj 37 % ja Voimatelin henkilöstö 6 %. (Voimatel Oy, Historia.)

### 3 ENERGIATEHOKKUUS

Energiatehokkuudella tarkoitetaan jonkin laitteen suoritetta, joka tuotetaan mahdollisimman vähällä energiamäärällä. Esimerkiksi, kuinka paljon eri valaisimet tuottavat valoa suhteutettuna niiden kuluttamaan energiaan. Energiatehokkuudella halutaan myös pienentää energianhankintakustannuksia ja ympäristön kuormitusta. EU tavoittelee energiatehokkuuden parantamista 20 % vuoteen 2020 mennessä. (Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiatehokkuus.)

Energiansäästö merkitsee energiankulutuksen vähentämistä lopullisen kulutuksen ja vertailuajankohdan kulutuksen välillä. Energiankulutusta voidaan vähentää harkituilla toimenpiteillä. Toimenpiteet voivat liittyä energiaa käyttävien laitteiden käyttöön, toimintatapaan, käyttöympäristöön tai käyttäytymiseen. (Puitesopimus 2009.)

Suomi on edelläkävijä energiankäytön tehokkuudessa ja monissa energiansäästötoimissa. Suomessa tuotetaan paljon sähkö- ja lämpöenergiaa yhteistuotantona vastapainevoimalaitoksissa sekä tehdään vapaaehtoisia energiatehokkuussopimuksia. (Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiatehokkuus.)

#### 3.1 Kiinteistön energianhallinta

Kiinteistöjen tarkoituksenmukainen käyttö ja ylläpito vaikuttavat keskeisesti energiatehokkuuteen. Kiinteistöhoitajat ja käyttäjät vastaavat kiinteistön energiatalouden hallinnasta ja siitä, kuinka paljon energiaa kulutetaan. Kiinteistön käyttäjillä on suuri vaikutus energiankulutukseen. (Motiva Oy, Kiinteistöjen energianhallinta.)

##### 3.1.1 Rakennusten energiankatselmuksien

Energiakatselmuksessa pyritään tutkimaan rakennuskohteen energiankäyttöä, kartoittamaan energiansäästöjen toteutettavuus sekä esittämään tarvittavat toimenpiteet laskelemiseen säästöjen toteutumiseksi. Lisäksi energiakatselmuksessa tutkitaan uusiutuvien energialähteiden käyttöä ja katselmusraporttiin liitetään mahdollisten säästötoimenpiteiden vaikutusta hiilidioksidipäästöihin. Asumiseen tarkoitettujen kerrostalojen energiankatselmuksia varten on kehitetty oma malli. (Motiva Oy, Rakennusten energiakatselmuksien.)

### 3.1.2 Kulutusseuranta

Kiinteistöissä järjestetään kulutusseurantaa, jotta saadaan tietoa energiankulutuksen käyttöajankohdista ja siitä, missä tiloissa energiaa käytetään, miten paljon määrällisesti energiaa käytetään sekä selvitetään mahdollisia vuotokohtia. Kulutusseurannan avulla energiankäyttöä voidaan tehostaa ja asettaa energiankäytölle tavoitteita. (Motiva Oy, Kulutusseuranta.)

Kulutusseurannan myötä energiankulutusta voidaan vertailla asetettuihin tavoitteisiin ja aiempiin kulutustietoihin. Saaduista energiankulutustiedoista nähdään energiankäytön tehostamisen vaikutuksista konkreettiseen kulutukseen. Nämä antavat eväitä käyttökustannusten budjetointiin. (Motiva Oy, Kulutusseuranta.)

### 3.1.3 Kulutuksen normitus

Kulutuksen normitukseen käytetään korjauskertoimia, jotka saadaan Ilmatieteenlaitokselta. Korjauskertoimien avulla tutkimuksessa olevaa paikkakuntaa voidaan verrata muihin paikkakuntiin tai suoraan valtakunnalliseen vertailupaikkakuntaan Jyväskylään. (Motiva Oy, Kulutuksen normitus.)

Mikäli tutkittavassa kohteessa ei ole lämpimän käyttöveden mittausta, se voidaan laskea käytetyn veden kokonaiskulutuksesta. Asuinrakennuksissa lämpimän käyttöveden osuus on 40 % ja muissa kuin asuinrakennuksissa 30 %. (Motiva Oy, Laskukaavat: Lämmin käyttövesi.)

Jos tutkittavan kohteen lämpimän käyttöveden energiankulutusta ei ole erikseen mitattu, lämpimän käyttöveden energiankulutus saadaan kaavalla 1.

$$Q_{\text{lämmin käyttövesi}} = 58 * V_{\text{lkv}} \quad (1)$$

jossa

$V_{\text{lkv}}$  on kulutettu lämpimän käyttöveden määrä ( $\text{m}^3/\text{a}$ )

58 on veden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä vesikuutiota kohti ( $\text{kWh}/\text{m}^3$ ). (Motiva Oy, Laskukaavat: Lämmin käyttövesi.)

Koska normitus koskee ainoastaan rakennuksen lämmittämiseen käytettyä energiaa, on kokonaislämmitysenergiasta ensin poistettava säästä riippumaton käyttöveden lämmi-

tysenergia. Kaavalla 2 poistetaan käyttöveden lämmitysenergian osuus kokonaisenergiankulutuksesta.

$$Q_{toteutunut} = Q_{kok} - Q_{lämmin\ käyttövesi} \quad (2)$$

jossa

$Q_{toteutunut}$  on rakennuksen tilojen lämmitysenergia

$Q_{kok}$  on rakennuksen kokonaislämmitysenergiankulutus

$Q_{lämmin\ käyttövesi}$  on käyttöveden lämmittämiseen vaatima energia. (Motiva Oy, Laskukaavat: Lämmitysenergiankulutus.)

Kaavalla 3 rakennuksen vuosikulutus saadaan normitettua Jyväskylään, Suomen vertailupaikkakuntaan.

$$Q_{norm} = k_2 * \frac{S_N\ vpkunta}{S_{toteutunut\ vpkunta}} * Q_{toteutunut} + Q_{lämmin\ käyttövesi} \quad (3)$$

jossa

$Q_{norm}$  on rakennuksen normitettu lämmitysenergiankulutus

$Q_{toteutunut}$  on rakennuksen tilojen lämmitysenergia

$Q_{lämmin\ käyttövesi}$  on käyttöveden lämmittämiseen vaatima energia

$k_2$  on paikkakunta-kohtainen korjauskerroin Jyväskylään

$S_N\ vpkunta$  on normaalivuoden tai -kuukauden (1971 - 2000) lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla

$S_{toteutunut\ vpkunta}$  on toteutunut lämmitystarveluku vuosi- tai kuukausitasolla vertailupaikkakunnalla. (Motiva Oy, Laskukaavat: Lämmitysenergiankulutus.)

### 3.2 Energiatohokkuuden parantaminen rakenteellisin muutoksin

Rakennuksen energiatehokkuutta voidaan parantaa monilla rakenteellisilla muutoksilla. Näitä keinoja ovat esimerkiksi seinien ja yläpohjan lisäeristäminen sekä vanhojen ikkunoiden vaihto energiatehokkaampiin malleihin. Yleensä helpoin ja halvin ratkaisu on lisätä yläpohjan eristekerroksen paksuutta. Seinien lisäeristäminen vaatii seinän paksuntamista sisä- tai ulkopuolelta, mikä voi olla kynnyksysymys monessa tilanteessa. Noin 30 % rakennuksen lämmitysenergiasta kuluu yläpohjan kautta (SENERA). Yläpohjan lisäeristämällä voidaan saada huomattavia energiasäästöjä. Rakennuksen lämmitysmuodon sekä vanhan eristekerroksen paksuuden mukaan takaisinmaksuajat vaihtelevat

muutamasta vuodesta kymmeneen vuosiin. Lisäeristysten laskentaan on olemassa erilaisia laskureita.

### 3.3 Moottorin esilämmitys

Moottorin kylmäkäynnistämisen aiheuttamaa moottorin kulumista voidaan verrata noin 500 km ajomatkaan. Moottorin esilämmittämistä tulisi käyttää lämpötilan laskiessa alle +5 °C:n, sillä silloin voidaan säästää ajoneuvon moottoria ja polttoainetta. Moottorin lämmitysajan tarve riippuu ulkolämpötilasta. Taulukossa 1 on esitetty esilämmittimien suositeltuja käyttöaikoja eri lämpötiloissa. (Motiva Oy, Moottorin esilämmitys – autoilijan ja ympäristön etu.)

TAULUKKO 1. Ulkoilman lämpötilan vaikutus lämmitysaikoihin. (Motiva Oy, Moottorin esilämmitys – autoilijan ja ympäristön etu.)

Ulkoilman lämpötila(°C)	Sopiva lämmitysaika (h)	
	Lohkolämmitin	Säteilylämmitin
+5 ... -5	0,5	1
-5 ... -10	1	2
-10 ... -20	2	3

Moottorin esilämmittäminen säästää polttoainetta sekä vähentää päästöjä. Moottorin yllämmittämisellä ei saavuteta etuja polttoaineenkulutukseen tai päästöihin. Tämän takia moottorilämmittimen pistorasia tulisi varustaa ajastimella. Esilämmityksen avulla säästetään eniten ensimmäisen ajokilometrin aikana. Esilämmitetty moottori kuluttaa 44 % vähemmän polttoainetta kuin kylmä moottori. Neljän ajokilometrin jälkeen lämmitetyn polttoaineenkulutus on 23 % pienempi kuin kylmän. (Motiva Oy, Moottorin esilämmitys – autoilijan ja ympäristön etu.)

#### 3.3.1 Pakkasvahti

Pakkasvahti säätää lämmitystehoa jaksottamalla virransyöttöä. Lämmitys aloitetaan +5 °C:n lämpötilassa. Pakkasvahti jaksottaa lämmitysajat ulkolämpötilan mukaan. Ulkolämpötilan lisäksi pakkasvahti huomioi tuulen kylmentävän ja auringon lämmittävän vaikutuksen. Sääto perustuu säätäjäkotelon jäähtymiseen noudattaen siten auton moottorin jäähtymistä. Esimerkiksi noin -7 °C pakkasessa ON ja OFF -lämmitysjaksot ovat molemmat 10 minuuttia. Taulukossa 2 on esitetty pakkasvahdin ulkolämpötilan vaikutus

lämmitystehoon. Motivan tekemän tutkimuksen mukaan esilämmittimien vahingoittumisvaaraa ei ole käytettäessä pakkasvahtia. (EUROKA OY, Toimintaselostus.)

TAULUKKO 2. Ulkoilman lämpötilan vaikutus Pakkasvahdin antamaan lämmitystehoon. (EUROKA OY, Toimintaselostus.)

Ulkoilman lämpötila(°C)	Lämmitysteho %
yli +5	0
+4	15
0	30
-5	45
-10	60
-15	85
-18 ja alle	100

Pakkasvahdilla saavutetaan etuja käyttömukavuudessa ja energiankulutuksessa. Pakkasvahtia käyttämällä estetään jäähdytysnesteen kiehumisvaara ulkolämpötilan ollessa lähellä nollaa. Kiehumisen myötä jäähdytysjärjestelmään voi tulla ylipainetta ja neste hukkaa. Moottorin lämpötila lämmityksen aikana vaihtelee +10 ja +20 °C välillä. Pakkasvahdin lämpötoleranssi on  $\pm 2$  °C. Pakkasvahdista on kaksi eri tyyppiä. Pakkasvahti 05/18 kiinteistön sähkötolppien ohjaukseen maksimissaan 50 autolle, sekä autokohtainen Pakkasvahti 02 johto. (EUROKA OY, Teknistä tietoutta.)

Tässä opinnäytetyössä moottorin esilämmitykseen käytetty energiansäästö laskettiin Voimatelin huoltoautoille, joiden pitää olla jatkuvasti lähtövalmiina. Laskelmat on tehty talven 2010 - 2011 Kuopion viikoittaisilla keskiarvo- ja minimilämpötiloilla. Taulukon 2 tiedoista tehtiin kuvaaja, johon piirrettiin lineaarinen viiva. Viivan kaavasta saatiin prosentuaalinen lämmitysteho eri lämpötiloille, josta laskettiin jokaisen viikon keski- ja minimilämpötilassa tarvittava lämmitysaika. Autojen lämmitysajat ovat työajanulkopuoliset tunnit, joita tulee noin 123 tuntia viikossa. Sähkön hintana on käytetty 10 senttiä/kWh sekä lohkolämmittimen tehoksi on arvioitu 600 W. Pakkasvahtien hintatiedot on saatu Vandenet Oy:n verkkokaupasta.

### 3.4 Loistelamput

Loistelamppuja käytetään paljon toimistoissa ja teollisuudessa. Loistelamput ovat energiatehokkaita valon tuottajia, ja millä on laajat väriominaisuudet ja pitkä polttoikä. Uudistuneen tekniikan myötä markkinoille on tullut energiatehokkaampia loistelamppuja. Täs-

sä esitellään loistelamppujen perusominaisuuksia sekä vertaillaan kahta yleisintä liitäntälaitetta.

#### 3.4.1 Toimintaperiaate

Periaate, johon loistelampun toiminta perustuu, on sähköpurkaus. Lampussa käytetyn täytöskaasun elohopeahöyryn atomeihin viritetty sähköpurkaus, joka on aikaansaatu lampun päissä olevien elektrodien välille. Näkyvää valoa ja tasojen energiaeroihin aallonpituudeltaan kääntäen verrannollista ultraviolettisäteilyä syntyy viritettyjen elektronien palatessa takaisin alemmille energiatasoille. Tämän säteilyn suurin osa on aallonpituuksilla 185,0 nm ja 253,7 nm. Lampun kuvun sisäpintaan sijoittuva loisteaine vaikuttaa loistelampun värilajiin ja aallonpituuteen. Loisteainekerroksen tulee absorboida mahdollisimman hyvin lampun ultraviolettisäteilyä ja muuttaa säteilyn energia näkyväksi valoksi aallonpituudeltaan välille 380 - 780 nm. Purkaustilan paineen ollessa 1,3 Pa on elohopeahöyryn säteily voimakkainta. 1,3 Pa paine saadaan kuvun kylmäpisteen ollessa +40 °C. Optimilämpötilaa voidaan muuttaa käyttämällä elohopeahöyryn painetta alentavia aineita. (Ahponen ym. 1999, 34.)

#### 3.4.2 Rakenne

Lampun elektrodeja kutsutaan yleensä katodeiksi. Emissioainetta sijoitetaan volframierukkaan, josta muodostuu katodi. Kanta ja johtava nastaosa on liitetty katodiin johdikkaan ja lasiläpiviennin välityksellä, jotta esihehkutusvirta saadaan kulkemaan katodin läpi. Useimmiten loistelamppujen pituus on 15 - 60 kertainen suhteessa putken halkaisijaan. Jännitegradientin pienen arvoksi loistelampun purkausvälin on oltava kohtuullisen pitkä. Tämän takia myös katodien valoa tuottamattoman energiahäviön suhteellinen osuus pienenee. Nämä asiat pätevät loistelamppuihin muodostaan riippumatta. (Ahponen ym. 1999, 34 - 35.)

#### 3.4.3 Verkkoliitännätiedellytykset

Yleisesti purkauslamput sähköpurkauksen resistanssi pienenee virran suurentuessa. Suoraan jännitelähteeseen kytketty lamppu särkyvät, koska sen virta kasvaa jatkuvasti. Näin ollen lampun virtaa joudutaan rajoittamaan ulkoisella kytkentäpiirillä. Virranrajoitukseen voidaan käyttää vastusta tai induktiivista kuristinta. Vastus ei sovi hyvin virranrajoit-

timeksi sen suuren tehohäviön vuoksi. Tehohäviö voi olla 4 - 5 kertainen induktiiviseen kuristimeen verrattuna.

Yleensä loistelamput on tarkoitettu käytettäväksi 220 - 240 V jännitteellä. Näin ollen lamppujen palamisjännite on alle 120 V. Energiansäästölamppuilla on omanlaiset kuristinrakenteet ja ne voivat olla varustettu sisäisellä virranrajoittimella. Taulukossa 3 näkyy yleisimpien loistelumppujen sähköisiä arvoja. (Ahponen ym. 1999, 37 - 38.)

TAULUKKO 3. Yleisimpien loistelumppujen sähköisiä arvoja (Ahponen ym. 1999, 38.)

Lamppulaji	Teho W	Lamppujännite V	Palamisvirta A	Kuristinhäviö W
Suorat Loistelamput	18 ja 20 36 ja 40 58 ja 65	57 103 110	0,37 0,43 0,67	12 8 12
2-sauvaiset pistokanta- loistelamput -lyhyt malli	5 7 9 11	34 47 60 92	0,18 0,18 0,17 0,16	3-5 3-5 3-5 3-5
-pitkä malli	18 24 36	60 89 109	0,37 0,34 0,43	4-5 4-6 6-11
4-sauvaiset pistokanta- loistelamput	10 13 18 26	60 90 103 110	0,19 0,18 0,22 0,31	4-8 4-8 4-8 4-8

#### 3.4.4 Sytyttäminen

Loistelumppua ei saada syttymään käyttöjännitteellä ilman katodien esihehkutusta. Pääpurkausta varten esihehkutusvirran täytyy kuumentaa katodit sopivaan lämpötilaan, jotta pääpurkaus saadaan syntymään helposti. Esihehkutukseen käytetään sytyttimiä tai erikoisia hehkutusmuuntajia. Sytytin kytketään katodien läpi menevään sytytyspiiriin. Sytyttimen tehtävä on sulkea piiri jännitteen kytkemisen jälkeen, jolloin sytytysvirta kuumentaa katodeja. Esihehkutuksen aikana katodien välillä ei ole jännitettä. Sytytin aukeaa 1 - 2 sekunnin kuluttua ja katodien väliin tulee täysijännite ja lamppu syttyy. (Ahponen ym. 1999, 38.)



Yleisimmät sytyttimet ovat hohtosytyttimiä. Hohtosytyttimen syttymisjännite on mitoitettu siten, että purkaus syntyy lampun käyttöjännitteellä, muttei lampun palamisjännitteellä. Lampun syttyä sytyttimen toiminta lakkaa. Lampun ollessa palanut tai muuten epä-kunnossa sytytin koettaa sytyttää lampun uudestaan, jolloin lamppu jää välkkymään. Tätä vastaan sytytin voidaan varustaa piirillä, joka lopettaa sytyttämisen. Varmuussytytin on hohtosytytin varustettuna tällä piirillä. Termobimetallirele on kytketty sarjaan hohtosytytinputken kanssa. Rele on mitoitettu katkaisemaan esihehkutuspiiri usean turhan sytytysyrityksen jälkeen, jolloin lampun välkkyminen lakkaa. Elektroninen sytytin on toteutettu erilaisten tyristori-, triakki- tai transistoritekniikkaan perustuvilla kytkennöillä. Elektroninen sytytin kytkee lampun päälle ilman välkkymistä. Sytytin huolehtii myös vanhentuneen lampun pois kytkennän, jolloin lamppu ei pääse välkkymään. Elektronista sytytinlaitetta ei tarvitse vaihtaa lampunvaihdon yhteydessä, sillä se on toimintakuntoinen heti lampunvaihdon jälkeen. (Ahponen ym. 1999, 38 - 39, 95 - 96.)

Loistelampulla kestää 3 - 8 minuuttia saavuttaa lopullinen lämpötila. Lampun valovirta kasvaa huomattavasti lämpenemisen aikana sekä lampun värisävy muuttuu hieman. Käytettäessä loistelamppuja matalissa lämpötiloissa syttyminen vaikeutuu. Elohopea-atomien määrä on -20 °C:n lämpötilassa vain 1/100 huonelämpötilassa käytettävään verrattuna. Yleisimmät halkaisijaltaan 26 mm loistelamput syttyvät hyvin myös alhaisissa lämpötiloissa, mutta niiden valontuotto on huonoa. Paksummat halkaisijaltaan 38 mm loistelamput tuottavat huomattavasti paremmin valoa alhaisissa lämpötiloissa, mutta niiden sytyttäminen on vaikeaa. Alhaisissa lämpötiloissa käytettävissä pakkasloistelampuissa on lyhennetty purkaustietä, mikä pienentää syttymisjännitettä avittaen lampun sytytystä. Kylmäominaisuudet vaihtelevat rajusti erityyppisillä yksikantaloistelampuilla. Kylmäominaisuuksiin vaikuttavat lamppulajit, polttoasennot ja käytetty valaisin. (Ahponen ym. 1999, 39.)

#### 3.4.5 Suorat loistelamput

Käytetyimmät loistelamput ovat suorita loisteputkia joissa on kaksi kantaa. Suomessa käytetään halkaisijaltaan 16 mm T5-putkia, 26 mm T8-putkia sekä 38 mm T12-putkia. (Ahponen ym. 1999, 44.)

T5-putket ovat pienitehoisia, minkä pääasialliset käyttökohteet ovat pienoivalaisimet ja eri kulkuneuvot. Nämä ovat teholtaan 4 - 13 W, käyttävät G5 kantaa ja ovat 136-517 mm pitkiä. Elektronisen liitäntälaitteen vaativat 7 mm lamput ovat tulleet korvaamaan perin-

teisiä 16 mm 4 - 13 W lamppuja pienen valaisinrakenteen vuoksi. (Ahponen ym. 1999, 45.)

Uudet T5-lamput ovat valotehokkaita, pitkäikäisiä ja sopivat hyvin yleisvalaistukseen. Yleisvalaistuskäytössä lamppujen tehot ovat 14 - 55 W. Näitä lamppuja ei voida käyttää tavallisissa kuristimellisissa loistevalaisimissa, vaan lamput tarvitsevat aina elektronisen liitäntälaitteen. (Ahponen ym. 1999, 45.)

T5-lamppujen elektroniset liitäntälaitteet ovat herkkiä kylmyydelle, kosteudelle sekä kuumuudelle. Yli 40 °C lämpötilassa T5-lamppujen valovirta heikkenee oleellisesti. Erikoisvalmisteisia liitäntälaitteita ja T5-lamppuja on valmistettu myös vaikeisiin olosuhteisiin. (ST 58.08 2009.)

T8-putket ovat teholtaan 15 - 58 W ja T8-putket 20 - 80 W. Molemmat putkimallit käyttävät G13-kantaa. T8-putkilla pyritään korvaamaan paksumpia T12-putkia pienemmän energiankulutuksen vuoksi. T12-putket tulevat poistumaan markkinoilta vuonna 2012 (ST 58.08, 2009). Paksuista T12-putkista on olemassa lamppuja myös erikoisia 2400 mm pitkiä ja yli 200 W tehoisia versioita. (Ahponen ym. 1999, 44 - 45.)

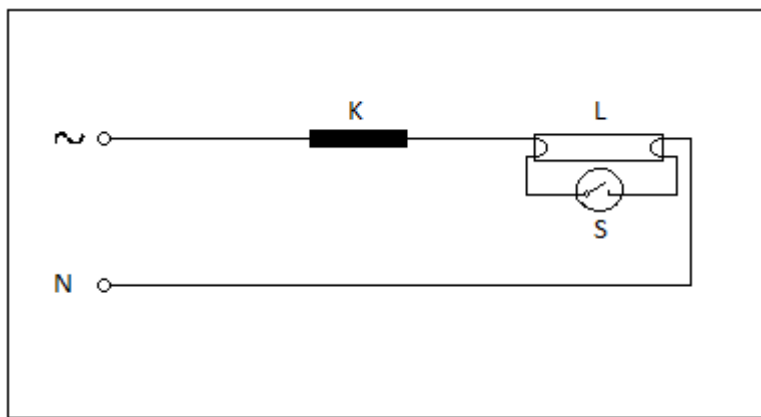
Loistelamppujen käyttöikä vaihtelee 10000 - 70000 tuntiin. Pitkäikäiset lamput ovat paljon kalliimpia kuin normaalit, minkä takia niitä tulisi käyttää kohteissa, jonne on vaikea päästä. Kuristinkäytössä loistelamppujen tiheä sytyttäminen ja sammuttaminen lyhentää normaalien lamppujen elinikää. Elektronisilla liitäntälaitteilla ei sytytysmäärällä ole merkitystä. (ST 58.08 2009.)

#### 3.4.6 Liitäntälaitteet

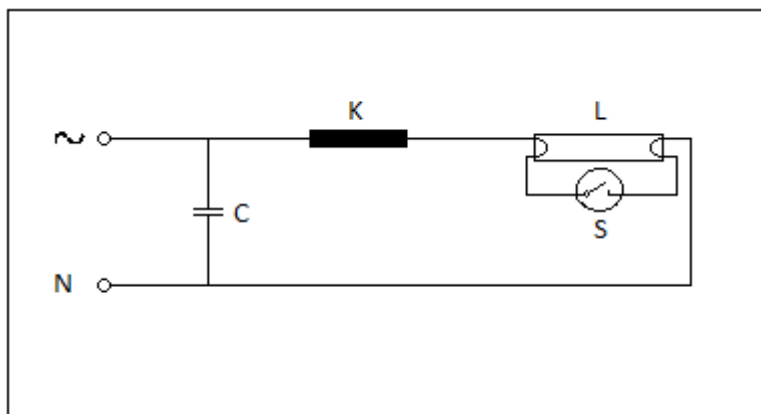
Purkauslamppujen verkkoon liittäviä laitteita kutsutaan yleisesti liitäntälaitteiksi. Yleisimmät liitäntälaitteet ovat induktiivinen liitäntälaitte sekä nykyään yleistynyt elektroninen liitäntälaitte. Verkkoon liittämisen lisäksi liitäntälaitteet kykenevät virran rajoitukseen ja helpottavat lampun syttymistä. Liitäntälaitteet pystyvät muuntamaan verkkojännitettä sopivampaan muotoon, vaimentaa radiohäiriöitä, stabiloimaan verkkojännitteen vaihteiluita ja kompensoimaan vaihesiirtoa. (Ahponen ym. 1999, 79.)

## 3.4.6.1 Konventionaalinen liitännälaitte

Konventionaalisessa liitännälaitteessa virran rajoittimena käytetään induktiivista kuristinta ja lampun sytytykseen jotain edellä mainituista sytyttimistä. Induktiivisen kuristimen tehokerroin on yleensä 0,5 tai alle. Kuvassa 1 on esitetty yleisin ja yksinkertainen loistelampun kytkentäkaavio. Yksittäisen kuristimen tehokerrointa voidaan parantaa rinnankompensoinnilla. Tässä tapauksessa kondensaattori kytketään kuristimen ja lampun sarjakytken rinnalle. Rinnankompensoinnilla tehokerroin voidaan nostaa arvoon 0,9 - 0,95 käytetyn kondensaattorin mukaan. Kuvassa 2 on esitetty rinnankompensoidun loistelampun kytkentäkaavio (Ahponen ym. 1999, 86, 91.)



KUVA 1. Loistelampun kytkentäkaavio. K = kuristin, L = lamppu, S = sytytin. (Ahponen ym. 1999, 86.)



KUVA 2. Loistelampun kompensoitu kytkentäkaavio. K = kuristin, L = lamppu, S = sytytin, C = kondensaattori. (Ahponen ym. 1999, 91.)

Konventionaalisen liitännälaitteen kuristin koostuu kahdesta pääosasta, rautasydäimestä ja käämistä. Rautasydän muodostaa magneettipiirin, johon käämi synnyttää magneettivuon käämissä kulkevasta virrasta. Rautasydämessä on ilmarakoja, jotka katkaisevat rautasydämen muodostavat renkaat. Ilmaraon merkitys on suuri. Ilmarakoon synnytetty

magneettivuo kuluttaa valtaosan siitä energiasta, jota käytetään hyväksi kuristimen toiminnassa virran rajoittimena. Ilmaraolla on myös haittavaikutuksensa. Magneettiipiiri luo vetomagneetin, jossa rautasydämen osat ilmaraon molemmin puolin vetävät ajoittain toisiaan puoleensa. Tästä aiheutuu rautasydämeen värinää, joka voi kuulua äänenä. Parhaimmillaan rautasydämen ja kuristimen muiden osien värinä on saatu niin pieneksi, että kuristimesta kantautuu alle 20 dB ääni. Kuristimen virrassa on parittomia yliaaltoja, jotka johtuvat raudan magneettisista ominaisuuksista. (Ahponen ym. 1999, 80.)

#### 3.4.6.2 Elektroninen liitälaitte

Verrattuna perinteiseen liitälaitteeseen, elektroninen liitälaitte korvaa kuristimen, syyttimen, syyttimen pitimen, kompensointi- ja häiriönvaimennuskondensaattorin sekä näiden väliset johdotukset. Elektronisen liitälaitteen tehokerroin on suuri, n. 0,98 (ABB, 2007). Se voi myös vakavoidsa lampulle syötettävää tehoa, kompensoida kuormituksen aiheuttamaa loistehoa, sammuttaa palaneen lampun, suojata lamppuja esimerkiksi yliaalloilta sekä säätää valontehokkuutta. (Ahponen ym. 1999, 106 - 107.)

Elektronisia liitälaitteita on valmistettu eri käyttötarkoituksiin. Niitä voidaan käyttää vakioloistelamppujen-, suurtaajuusloistelamppujen- ja yksikantaloistelamppujen liitälaitteina. IEC 60928 -standardin mukaan liitälaitteen pitää sisältää taajuusmuuttajapiiri, jolla lamppu sytytetään ja käytetään yleensä suurella taajuudella. Elektroninen liitälaitte kasvattaa taajuuden noin 30 kHz:iin tai suuremmaksi (AD-LUX). Suuren lamppuvirran taajuuden avulla tehohäviöt ovat pienemmät liitälaitteen lamppuvirtaa rajoittavissa osissa ei synny kuultavia häiriöääniä ja valon laatu paranee välkynnän poistuttua. Elektronisen liitälaitteen käyttöikä on noin 50 000 tuntia (ST 58.08 2009.). (Ahponen ym. 1999, 107,109 - 110.)

#### 3.4.7 Liitälaitteiden vertailu

Elektronisella liitälaitteella on monia etuja verrattuna konventionaaliseen liitälaitteeseen. Etuja mukavuustekijöissä on muun muassa värähtelemätön valo, vaimeampi liitälaittemelu, lamppujen vilkkumaton nopea sytytys, elinkaarensa loppuun tulleen lampun sammutus sekä hyvänlaatuinen säätö. Teknisiä ja taloudellisia etuja ovat esimerkiksi 20 - 30 %:n energiansäästö käytön aikana, lamppujen eliniän pituus, mahdollisuus tasajännitekäyttöön sekä pienempi paino. Elektronisen liitälaitteen mukana tulee myös joitain haittoja. Niiden hankkiminen on kalliimpaa ja ne aiheuttavat yliaaltoja.

Taulukosta 4 käy ilmi konventionaalisen ja elektronisen liitälaitteen tehoja yleisimmillä loisteputkilla.

TAULUKKO 4. Loistelamppujen ominaisuuksia konventionaalaisella ja elektronisella liitälaitteella. (ABB, Teknisiä tietoja- ja taulukoita)

Valonlähde Teho W	Palamisvirta A		Kondensaattori $\mu\text{F}$		Kokonaisteho W	
	Konvent.	Elektr.	Konvent.	Elektr.	Konvent.	Elektr.
Loistelamppu halkaisija 26mm						
1x18	0,16	0,09	4	-	28	19
2x18	0,27	0,16	4	-	44	37
3x18	0,48	0,25	8	-	72	56
4x18	0,54	0,32	8	-	88	74
				-		
1x36	0,27	0,16	4	-	45	36
2x36	0,54	0,32	8	-	90	72
3x36	0,81	0,48	12	-	135	108
4x36	1,08	0,64	16	-	180	144
				-		
1x58	0,36	0,26	8	-	70	56
2x58	0,72	0,52	12	-	140	112

Liitälaitteet voidaan korvata uusilla elektronisilla liitälaitteilla energiansäästöjen saavuttamiseksi. Tässä opinnäytetyössä liitälaitteiden vaihdon tuomia energiansäästöjä on laskettu 2 340 tunnin polttoajalla vuodessa ja sähkön hinnan ollessa 10 snt/kWh. Liitälaitteiden investoinnin aiheuttamat kulut on laskettu taulukon 5 hinnoilla. Takaisinmaksuaikojen laskennassa ei ole otettu huomioon vaihtotyön osuutta.

TAULUKKO 5. Elektronisten liitälaitteiden hinnat.

Liitälaitte	Hinta (€)
Elektroninen liitälaitte EL1x58s	35,50
Elektroninen liitälaitte EL2x58s	39,50
Elektroninen liitälaitte EL1x36/40/18s	35,50
Elektroninen liitälaitte EL2x36/40s	39,50

### 3.4.8 Valaistus ja yliaallot

Elektronisella liitäntälaitteella varustetut pienoisoistelamput ja suurpainenatriumlamput ottavat verkosta erittäin säröytynyttä virtaa. Jos keskuksen kuormasta suuri osa on näitä valaisimia, täytyy harkita valaisinkohtaista ja keskitettyä kompensointia resonanssiväärän takia. Kompensointilaitteina säröytyneessä verkossa käytetään estokelaparistoa tai yliaaltosuodatinta. Estokelaparisto tuottaa tarvittavan loistehon, mutta ei resonoi syöttävän verkon kanssa. Yliaaltosuodatin viritetään halutulle taajuudelle, jolta yliaallot halutaan poistaa. Yliaaltosuodatin tuottaa myös tarvittavan loistehon. Yliaaltosuodatin ei silti poista verkon kannalta ikävää kolmatta yliaaltoa. (Ahponen ym. 1999, 165.)

Kolmas yliaalto summautuu kolmivaiheverkossa nollajohtimeen. Kaapeleihin ja keskuksiin se aiheuttaa suuria lämpöhäviöitä sekä magneettikenttiä. Kolmas yliaalto pystytään poistamaan käyttämällä verkossa kolmannen yliaallon suodatinta (THF). Viisijohdinjärjestelmässä se asennetaan nollajohtoon ja nelijohdinjärjestelmässä muuntajan tähtipisteeseen. THF poistaa tehokkaasti kolmannen yliaaltovirran ja sen haitat, mutta ei kompensoi sitä. (Ahponen ym. 1999, 165.)

#### 3.4.8.1 Yliaaltojen haittavaikutukset

Yliaaltojen vaikutuksesta voimansiirtoverkkojen häviöt kasvavat. Yliaallot myös aiheuttavat lämpenemistä verkon komponenteissa sekä vanhentavat eristeitä. Yliaaltojen haitallisin ilmiö on resonanssi. Resonanssi syntyy verkon kapasitiivisen ja induktiivisen osan välille yliaallon taajuuden ollessa lähellä verkon resonanssitaajuutta. (Korpinen, Mikkola, Keikko & Falck 2008.)

Pienjänniteverkkojen nollajohtimet mitoitetaan yleensä vaihejohtimen kokoiseksi. Kolmivaiheverkon ollessa symmetrinen ja lineaarisessa kuormituksessa on nollajohdin virraton. Tilanne on toinen, jos kolmivaiheverkon nelijohdinjärjestelmässä on paljon yksivaiheisia epälineaarisia kuormia. Nollajohtimessa tällöin kulkeva kolmas yliaaltovirta voi olla 1,7-kertainen verrattuna vaihevirtaan. Koska nollajohdinta ei ole suojattu ylikuormitussuojalla, voi aiheutua tulipalovaara. (Korpinen ym. 2008.)

### 3.5 ATK-laitteiden valmiustilat

ATK-laitteiden valmiustilojen käytöllä voidaan säästää huomattavasti energiaa. Tässä työssä vertaillaan PC:n, kannettavan tietokoneen ja LCD-näytön energiasäästöjä, kun niissä käytetään valmiustilaa. Laskennassa työpäivät ovat klo 7.00 - 15.30 ja taukojen ajaksi on arvioitu yksi tunti. Energiankulutustiedot on otettu MikroBitti-lehden verkkosivuilta (Kärkkäinen 2008).

Lasku, jossa ei ole käytössä valmiustilaa, on tehty laitteiden ollessa koko työpäivän päällä. Taukojen aikana PC ja kannettava tietokone on tyhjäkäyntitilassa. Oletetaan, että asetuksista ei ole otettu käyttöön näytön sammuttamista halutun ajan jälkeen. Oletetaan myös, että käyttäjä sammuttaa laitteet työpäivän päätteeksi.

Valmiustilaa laskettaessa, laitteita käytetään aktiivisesti 7,5 tuntia ja valmiustilassa yksi tunti. Laitteiden käyttäjä laittaa koneen lepotilaan ennen tauoille lähtöä ja sammuttaa laitteet työpäivän jälkeen.

## 4 TUTKIMUKSESSA MUKANA OLEVAT TOIMIPISTEET

Opinnäytetyössä tutkitaan kuuden Voimatel Oy:n kiinteistön energiansäästömahdollisuuksia Varkaudessa, Pielavedellä, Iisalmessa, Nilsiässä, Suonenjoella ja Pieksämäellä. Kiinteistöt ovat kuntien tai toisten yritysten omistuksessa lukuun ottamatta Pielaveden kiinteistöä, jonka Voimatel omistaa itse. Tiedot kiinteistöistä on hankittu vierailuilla eri toimipisteissä sekä käytössä olevista rakennuskuvista.

Energiaa voidaan säästää useilla eri keinoilla. Tässä työssä tarkastellaan vaihtoehtoja, joiden takaisinmaksuaika ei ole suunnattoman pitkä. Näitä toimenpiteitä ovat valaistuksen päivittäminen, ulkovalaistuksen ohjaus, moottorin esilämmittäminen ja ATK-laitteiden valmiustilojen käyttö. Näiden lisäksi Varkauden toimipisteeseen laskettiin yläpohjan eristämisen sekä ikkunoiden vaihdon vaikutukset. Pielaveden, Iisalmen, Nilsiän, Suonenjoen ja Pieksämäen laskentataulukot löytyvät liitteistä. (Liitteet 1 - 4)

### 4.1 Varkauden toimipiste

Vuonna 1976 rakennettiin toimistorakennus, sosiaalitila- ja varastorakennus sekä autohalli. Vuoden 1995 laajennuksen ja peruskorjauksen aikana rakennukset yhdistettiin yhdeksi rakennukseksi. 1995 tehtiin myös autohallin laajennustyöt. Henkilökunnalle on 14 autolämmityspaikkaa, joissa on 2 h:n ajastinkellot. Huoltoautoja on 10, ja niitä lämmitetään talvisin työajan ulkopuolella.

#### 4.1.1 Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmiä on käytössä kaksi. Ilmanvaihtojärjestelmä TK01 toimii vanhan toimistorakennuksen päässä ja TK02 vanhan sosiaalitila- ja varastorakennuksen päässä. TK01 ilmanvaihtojärjestelmässä on käytössä lämmöntalteenotto. Toimisto-osan ilmanvaihto on toiminnassa työpäivän ajan. Ilmanvaihdon käyntiaikaa voidaan jatkaa tarvittaessa kellokytkimen avulla. Lämpötilan laskiessa alle  $-15\text{ °C}$  ilmastoinnin teho puolituu. Ilmanvaihdon lämmitys sekä patteriverkoston lämmitys tapahtuu vesikiertoisena kaukolämmön avulla. Vesikiertoisen patterilämmityksen lisäksi pesuhuone, sauna, kuraeteinen ja esittelytilan näyttelyosa on varustettu sähköisellä lattialämmityksellä. Eteistilassa on myös sähköiset ikkunälämmitykset ja kattolämmitys.



#### 4.1.2 Valaistus

Valaistus on toteutettu erilaisilla loistevalaisimilla. Kiinteistössä on käytetty kaksikantaisia suoria lamppuja (loisteputkia), yksikantaloistelamppuja sekä hehkulamppujen tilalle on vaihdettu energiansäästölamput. Valaistuksen ohjaus toteutetaan liikkeentunnistimilla tiloissa, joita käytetään vähemmän. Näitä tiloja ovat kuivaushuone, väestönsuoja sekä kylmät varastot. Ulkovalaistusta ohjataan hämärä- ja aikaohjelman mukaan. Hämäräkytkin sytyttää ja sammuttaa valot ja kellokytkin sammuttaa toisarvoiset valot klo 17.00 - 06.00.

#### 4.1.3 Energiaa säästävät toimenpiteet

Varkauden toimipisteen päärakennukseen laskettiin yläpohjan eristepaksuuden lisäämisen vaikutusta, Parocin laskurilla sekä Motivan laskurilla. Lisäeristys on laskettu lämpimien tilojen alalle. Tässä on esitetty ote Parocin lisäeristyslaskurin tuloksista.

Laskuriin syötettiin:

- rakenneosa, jonne lisäeristys on tarkoitettu
- rakennuksen nykyinen eristetyyppi ja paksuus
- maantieteellinen sijainti
- lisättävän eristekerroksen paksuus
- lämmitysenergian hinta
- lisäeristettävän kohteen pinta-ala

Kohteen nykyinen yläpohjan eristepaksuus vaihtelee. Keskimäärin yläpohjan paksuus on 225 mm ja U-arvo 0,17 W/m<sup>2</sup>K. Lisäeristykseksi valittiin 250 mm Parocin suositteleman 500 mm kokonaispaksuuden vuoksi. Laskennan mukaan tämän kohteen 225 mm lisäeristyskerroksella saataisiin 503 euron säästö vuodessa (Kuva 3), mikä vastaa lämmitysenergiassa 10,7 MWh/a. Motivan laskurin mukaan päästään 10,5 MWh säästöön vuodessa, joten tuloksia voidaan pitää oikeina. Puhallusvillan hinta taloon.com nettikaupalla on 28,65 €/m<sup>3</sup>. Yläpohjan eristykseen kuluu 215 m<sup>3</sup> puhallusvillaa. Tällä hinnalla puhallusvillan kustannukset olisivat 6 159,75 €. Suuren tilauksen vuoksi, tähän saadaan 5 % alennus, joten hinnaksi jää 5 852 €. Lisäeristämisen takaisinmaksuajaksi näin ollen tulee 11,6 vuotta.

KUVA 3. Paroc lisäeristelaskurin tulos. (Paroc Oy Ab.)

Käytössä olevien ikkunoiden vaihto energiatehokkaampiin ikkunoihin on kallis investointi, jonka takaisinmaksuaika on pitkä. Pelkän taloudellisen hyödyn kannalta perusteltuna, ikkunoiden vaihto ei ole järkevää. Motivan laskurin mukaan ikkunoiden vaihdon ansiosta energiaa säästyy 13 MWh vuodessa, mikä rahallisena säästönä tekee 615 €/a. (Eeva Törmänen 2008; Motiva Oy.)

Taulukosta 6 nähdään päärakennuksen valaistuksen energiansäästö, mikä saavutetaan vaihtamalla valaisimiin vanhojen konventionaalisten liitäntälaitteiden tilalle elektroniset liitäntälaitteet. Energiaa säästyy 2 042 kWh/a, mikä vastaa 204 € vuotuista säästöä 10 snt/kWh sähkön hinnalla. Liitäntälaitteiden hankintahinnan ollessa 1 469 € takaisinmaksuajaksi tulee noin seitsemän vuotta.

TAULUKKO 6. Päärakennuksen loistevalaisimien liitäntälaittevertailu.

Valaisimet	Kulutus / valaisin (W)		kpl	Kokonaiskulutus (kWh/a)		Investointi(€)
	Konv.	Elektr.		Konv.	Elektr.	
Loisteputki 2x58	140	107	13	4259	3240	514
Loisteputki 1x36	45	35	8	842	655	284
Loisteputki 2x36	90	69	17	3580	2745	672
Yhteensä				8681	6640	1469

Taulukosta 7 nähdään varistorakennuksen valaistuksen energiansäästö, mikä saavutetaan vaihtamalla valaisimiin vanhojen konventionaalisten liitäntälaitteiden tilalle elektroniset liitäntälaitteet. Energiaa säästyy 1 188 kWh/a, mikä vastaa 119 € vuotuista säästöä

10 snt/kWh sähköhinnalla. Liitäntälaitteiden hankintahinnan ollessa 727 € takaisinmaksuajaksi tulee noin kuusi vuotta.

TAULUKKO 7. Varaston loistevalaisimien liitäntälaittevertailu.

Valaisimet	Kulutus / valaisin (W)		kpl	Kokonaiskulutus (kWh/a)		Investointi(€)
	Konv.	Elektr.		Konv.	Elektr.	
Loisteputki 1x58	70	54	2	328	253	71
Loisteputki 2x58	140	106,5	13	4259	3240	514
Loisteputki 1x36	45	35	4	421	328	142
Yhteensä				5008	3820	727

Taulukossa 8 on vertailtu ATK-laitteiden valmiustilan käytön energiansäästöä. Taulukon tuloksista käy ilmi, että energiaa säästyy 511 kWh/a, mikä tekee noin 51 €/a

TAULUKKO 8. ATK-laitteiden valmiustilavertailu

Laite	Aktiivikäyttö (W)	Tyhjäkäynti (W)	Valmiustila (W)	kpl	Ei valmiustilaa (kWh/a)	Valmiustila (kWh/a)
Kannettava	45	39	0	8	723	648
LCD näyttö	66	2	0	17	2289	2020
PC	109	64	6	12	2539	2372
Yhteensä					5550	5039

Huoltoautojen ollessa lämmityksessä jatkuvasti työajanulkopuolella energiaa kuluu 16 974 kWh/a. Taulukossa 9 on laskettu pakkasvahtia käyttämällä saadut energiankulutukset sekä säästöt. Takaisinmaksuajat on laskettu 80 € hintaiselle pakkasvahtijohdolle.

TAULUKKO 9. Huoltoautojen kulutus laskettuna Pakkasvahti 02 johtoa talvena 2010 - 2011.

	Investointi	Kulutus	Säästöt		takaisinmaksuaika
			kWh	€/a	
	€	kWh/a	kWh	€/a	a
KA	800	10235	6738,8	673,9	1,2
Min	800	14592	2382,0	238,2	3,4

Käyttämällä Pakkasvahti 05/18 kiinteistöversiota, takaisinmaksuajat keskiarvo- ja minimilämpötiloissa ovat 0,4 ja 1,3 vuotta.

Ulkovalaistuksen ohjausta voitaisiin tehostaa liiketunnistimella, joka sytyttäisi valot vain tarvittaessa.

## 4.2 Pielaveden toimipiste

Pielaveden kiinteistö käsittää päärakennuksen sekä kylmän varaston. Päärakennus on rakennettu vuonna 1987. Kiinteistöstä osa toimii työtiloina ja osa varastotilana tai harrastekäytössä. Kiinteistön vanhat asiakaspalvelutilat ovat nykyään kuntosalikäytössä. Pakkaskaleilla henkilökunnan autoja on lämmityksessä kuusi ja huoltoautoja neljä.

### 4.2.1 Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Ilmastointijärjestelmään kuuluu tuloilmapuhallin, neljä poistoilmapuhallinta, kolme kierrätysilmakojetta sekä tarvittavat pumput. Poistoilma viedään suoraan ulos ilman lämmöntalteenottoa. Ilmanvaihtojärjestelmän lämpiää kaukolämmöllä. Ilmastointi käy täydellä tehollaan klo 6.30 - 16.00 ja on poissa käytöstä klo 16.00 - 6.30. Ulkolämpötilan pudotessa -15 °C lämpötilaan tai alle ilmastoinnin teho puolittuu. Rakennus lämmitetään vesikiertoisilla pattereilla, jotka on kytketty kaukolämpöön. Pattereita ohjataan patterikohtaisilla termostaateilla. Pattereihin menevän veden lämpötilaa säätelee ulkoanturi ja säädin.

### 4.2.2 Valaistus

Kiinteistön lämpimien sisätilojen valaistus on pääosin toteutettu loistevalaisimin. Kylmävarastossa on käytössä hehkulamput. Ulkovaloja tontilla on yhteensä yhdeksän. Näistä viisi on katuvaloja ja neljä rakennuksen seinävaloja. Ulkovaloja ohjataan hämäräkytkimellä.

### 4.2.3 Energiaa säästävät toimenpiteet

Päärakennuksessa valaistuksen energiaa voidaan säästää 2 252 kWh/a, mikä vastaa 225 € vuotuista säästöä 10 snt/kWh sähköhinnalla. Liitäntälaitteiden hankintahinnan ollessa 1 887 € takaisinmaksuajaksi tulee noin 8,5 vuotta.

Energiaa säästyy varastorakennuksessa 885 kWh/a, mikä vastaa 88 € vuotuista säästöä 10 snt/kWh sähköhinnalla. Liitäntälaitteiden hankintahinnan ollessa 707 € takaisinmaksuajaksi tulee noin 8 vuotta.

Käytettäessä valmiustiloja ATK-laitteilla voidaan säästää energiaa 94 kWh/a, joka tekee noin 9,4 €/a.

Huoltoautojen ollessa lämmityksessä jatkuvasti työajan ulkopuolella energiaa kuluu 6 788 kWh/a. Laskettuna talven 2010 - 2011 säätiöjen keski- tai minimiarvolla säästöjä olisi kertynyt noin 2 700 kWh tai 950 kWh. Mikäli talvet olisivat aina samanlaisia, Pakkasvahti 05/18 kiinteistöversio maksaisi itsensä takaisin 1,1 tai 3,1 vuodessa. Pakkasvahti 05/18 käytöllä ei saavuteta huomattavia säästöjä verrattuna autokohtaisiin Pakkasvahti 02 johtoihin.

Ulkovalaistuksen ohjausta voitaisiin tehostaa liiketunnistimella, joka sytyttäisi valot vain tarvittaessa.

### 4.3 Iisalmen toimipiste

Iisalmen kiinteistön omistaa Insinööritoimisto Savolainen Oy, joka toimii myös päärakennuksen toimistotiloissa yhdessä Voimatelin kanssa. Päärakennus on tehty vuonna 1981. Kiinteistöön kuuluu päärakennuksen lisäksi myös ulkorakennus, joka on kokonaan Voimatelin käytössä. Ulkorakennus on rakennettu vuonna 1992, ja se toimii varastona ja autohallina. Autolämmityspaikkoja henkilökunnan autoille on 36. Iisalmissa on ohjeistus, että autoja lämmitetään muutaman tunnin ajan ennen ajoon lähtöä. Voimatel Oy:llä on 12 huoltoautoa, jotka ovat pakkasten aikaan lämmityksessä öisin ja viikonloppuisin.

#### 4.3.1 Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Päärakennus lämmitetään ensisijaisesti ilmastoinnilla, joka pyörii jatkuvasti täydellä teholla. Ulkoilmatermostaatti ohjaa ilmanvaihtokojeen puolelle teholle halutussa lämpötilassa. Ilmastointilaitteisto on varustettu lämmöntalteenotolla ja ilmastoinnin esilämmitys on toteutettu vesikiertoisena. Rakennuksen käyttö- ja lämmitysvesi lämmitetään 4 000 litran lämminvesivaraajassa sähköllä. Ilmastoinnin tueksi rakennukseen on asennettu sähköpatterit. Ulkorakennuksen lämpimät tilat lämmitetään sähköllä säteilylämmittimin, patterein ja lattialämmityksin.

#### 4.3.2 Valaistus

Päärakennukseen on uusittu valaisimet vuonna 2006. Suuri osa päärakennuksen loistevalaisimista on elektronisella liitäntälaitteella varustettuja, missä käytetään uusia energiatehokkaampia T5-loisteputkia. Varistorakennuksen valaistus on toteutettu perinteisillä loistevalaisimilla. Ulkovalaistusta ohjataan hämäräkytkimellä.

#### 4.3.3 Energiaa säästävät toimenpiteet

Päärakennuksessa on käytössä T5-valaisimet, joten liitäntälaitteiden vaihdolla ei voida saavuttaa energiansäästöjä. Varistorakennuksessa voidaan energiaa säästää 2 352 kWh/a, mikä vastaa 235 € vuotuista säästöä 10 snt/kWh sähkönhinnalla. Liitäntälaitteiden hankintahinnan ollessa 1 512 € takaisinmaksuajaksi tulee noin 6,5 vuotta.

Energiaa säästyy varistorakennuksessa 885 kWh/a, mikä vastaa 89 € vuotuista säästöä 10 snt/kWh sähkönhinnalla. Liitäntälaitteiden hankintahinnan ollessa 707 € takaisinmaksuajaksi tulee noin 8 vuotta.

Käytettäessä valmiustiloja ATK-laitteilla voidaan säästää energiaa 520 kWh/a, joka tekee noin 52 €/a.

Huoltoautojen ollessa lämmityksessä jatkuvasti työajan ulkopuolella energiaa kuluu noin 20 400 kWh/a. Laskettuna talven 2010 - 2011 säätiötojen keski- tai minimiarvolla säästöjä olisi kertynyt noin 8 100 kWh tai 2 900 kWh. Mikäli talvet olisivat aina samanlaisia, Pakkasvahti 05/18 kiinteistöversio maksaisi itsensä takaisin noin 0,4:ssä tai 1.0 vuodessa. Hankkimalla Pakkasvahti 05/18 säästetään investoinneissa 501 € verrattuna autokohtaiseen Pakkasvahti 02 johtoihin.

Ulkovalaistuksen ohjausta voitaisiin tehostaa liiketunnistimella, joka sytyttäisi valot vain tarvittaessa.

#### 4.4 Nilsiä toimipiste

Nilsiä rakennus on valmistettu 1980, ja se käsittää toimistotilat sekä autotallin. Voimatin lisäksi kiinteistössä toimii Metsänhoitoyhdistys. Kiinteistössä on yhteensä 14 auto-

lämmityspaikkaa, joista kahdeksan on Voimatelin ja kuusi Metsänhoitoyhdistyksen käytössä. Kaksi huoltoautoa on lämmityksessä jatkuvasti pakkasten aikaan.

#### 4.4.1 Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Järjestelmässä ei ole lämmöntalteenottoa, joten poistoilma menee suoraan ulos. Ilmanvaihtojärjestelmä käy täydellä teholla 6.00 - 18.00 ja on poissa käytöstä 18.00 - 6.00. Lämpötilan pudotessa alle  $-15\text{ °C}$  ilmastoinnin teho puolittuu. Ilmanvaihtojärjestelmän lämmitys tapahtuu vesikiertoisesti. Lämmin käyttövesi sekä ilmanvaihtojärjestelmän esilämmitys tapahtuvat sähköisesti 1 500 litran lämminvesivaraajassa. Kiinteistön peruslämmitys hoidetaan sähköpattereilla, joita ohjaavat patterikohtaiset termostaatit.

#### 4.4.2 Valaistus

Rakennuksen lämpimissä tiloissa on pääsääntöisesti käytetty loistevalaisimia. Kylmävaraston sekä autotallin valaistus on toteutettua 100 W hehkulampuilla. Ulkovalaisimia tontilla on yhteensä 21, joista yhdeksän on seinä- ja kattovalaisimia ja loput pylväsvalaisimia. Ulkovalaistusta ohjataan hämäräkytkimellä.

#### 4.4.3 Energiaa säästävät toimenpiteet

Päärakennuksessa voidaan energiaa säästää 2 713 kWh/a, mikä vastaa 271 € vuotuis- ta säästöä 10 snt/kWh sähköhinnalla. Liitäntälaitteiden hankintahinnan ollessa 1 820 € takaisinmaksuajaksi tulee noin 7 vuotta.

Käytettäessä valmiustiloja ATK-laitteilla voidaan säästää energiaa 247 kWh/a, joka tekee noin 25 €/a.

Huoltoautojen ollessa lämmityksessä jatkuvasti työajanulkopuolella energiaa kuluu noin 3 395 kWh/a. Laskettuna talven 2010 - 2011 säätietojen keski- tai minimiarvolla säästöjä olisi kertynyt noin 1 348 kWh tai 476 kWh. Pakkasvahtien kiinteistöversiota ei ole järkevää hankkia, koska lämmitettäviä huoltoautoja on kaksi. Näihin hankittavien autokohtaisen Pakkasvahti 02 johtojen hinta jää pienemmäksi kuin kiinteistöversion.

Ulkovalaistuksen osalta valaistuksen ohjausta voitaisiin tehostaa liiketunnistimella, joka pitäisi valot päällä vain tarvittaessa.

## 4.5 Suonenjoen toimipiste

Suonenjoen toimitilat on rakennettu vuonna 1977. Vuonna 1994 rakennettiin varastorakennus ja uusittiin päärakennuksen yhteydessä olevaa autotallirakennusta. Henkilökunnan käytössä on kuusi autolämmityspaikkaa joita käytetään talvisin muutama tunti ennen ajoon lähtöä. Huoltoautoja on kolme ja ne ovat lämmityksessä talvisin työajan ulkopuolella.

### 4.5.1 Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Päärakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän tuloilman lämmitys on vesikiertoinen. Ilmastointijärjestelmässä ei ole lämmöntalteenottoa, vaan poistoilma ohjataan suoraan ulos. Ilmanvaihtojärjestelmän tuloilman lämmitys sekä vesikiertoisten pattereiden lämmitys tapahtuu kaukolämmöllä. Kun lämpötila alittaa  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ilmastoinnin teho puolittuu. Varastorakennuksen lämmitys tapahtuu myös vesikiertoisten pattereiden sekä vesikiertoisen ilmanvaihdon avulla. Varastorakennuksessa patterit pitävät yllä lämpötilaa ja äkillisen tilan jäähtymisen yhteydessä kierrätysilmakoje kytkeytyy päälle.

### 4.5.2 Valaistus

Kiinteistön valaistus on pääosin hoidettu loisteputkivalaisimin. Varastorakennuksen valaistus on toteutettu halogeenivalaisimin, joita ohjataan liiketunnistimin. Ulkovalaistuksen ohjaus tapahtuu nykyisin liike- ja hämäräkytkimellä. Ulkovalaistuksen ohjauksen muutos on tuonut huomattavia kuukausi säästöjä. Ulkona tolpassa on kaksi 300 W elohopeahöyryvalaisinta.

### 4.5.3 Energiaa säästävät toimenpiteet

Päärakennuksessa voidaan energiaa säästää 1 919 kWh/a mikä vastaa 192 € vuotuista säästöä 10 snt/kWh sähköhinnalla. Liitäntälaitteiden hankintahinnan ollessa 1 942 € takaisinmaksuajaksi tulee noin 10 vuotta.

Huoltoautojen ollessa lämmityksessä jatkuvasti työajanulkopuolella energiaa kuluu noin 8 487 kWh/a. Laskettuna talven 2010 - 2011 säätietojen keski- tai minimiarvolla säästöjä olisi kertynyt noin 3 369 kWh tai 1 191 kWh. Mikäli talvet olisivat aina samanlaisia, Pak-



kasvahti 05/18 kiinteistöversio maksaisi itsensä takaisin noin 0,9 tai 2,5 vuodessa. Hankkimalla Pakkasvahti 05/18 säästetään investoinneissa 101 € verrattuna autokohtaisiin Pakkasvahti 02 johtoihin.

Ulkovalaistuksen osalta valaistuksen ohjaukseen on lisätty liiketunnistin, joka on tuonut suuria säästöjä.

#### 4.6 Pieksämäen toimipiste

Pieksämäen kiinteistö on rakennettu 1992. Päärakennuksen lisäksi tontilla on lämmin varasto- ja työtilarakennus sekä kylmä autokatos. Päärakennuksessa toimii Voimatelin lisäksi myös toinen yritys. Talvisin kiinteistössä lämmitetään noin 20 henkilökunnan autoa, joiden lämmitystolpissa on 2 h:n ajastin. Huoltoautoja on kuusi ja ne ovat lämmityksessä työajan ulkopuolella pakkaskelien aikaan. Päärakennuksesta on huomioitu vain Voimatelin käytössä olevat tilat.

##### 4.6.1 Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmä

Kiinteistön ilmanvaihdossa käytetään keskitettyä ohjausta, jota voidaan säätää valvomosta. Päärakennuksessa on kaksi tuloilmapuhallinta TK1 ja TK2 sekä poistoilmapuhaltimet PK1 ja PK2. Tuloilmapuhaltimen TK1 ja poistoilmapuhaltimen PK1 nopeutta voidaan säätää taajuusmuuttajilla. Päärakennuksen ilmanvaihtojärjestelmässä TK1 ja PK1 välillä on käytössä lämmöntalteenotin, jonka hyötysuhde vierailuhetkellä oli 70 %. Päärakennuksessa on lisäksi väestönsuojan oma ilmanvaihtojärjestelmä. Varastorakennuksessa on myös kaksi tuloilmapuhallinta TK3 ja TK4 sekä poistoilmapuhaltimet PK3.1 ja PK4. Tuloilmapuhaltimien lämmitys tapahtuu sähköllä, kuten koko kiinteistön lämmitys. Päärakennuksen puhaltimet ovat käytössä klo 6.00 - 17.30, varastorakennuksen TK3 ja PK3.1 ovat käytössä klo 7.00 - 17.00 ja TK4 ja PK4 ovat ohjattavissa paikanpäältä. Lämpötilan laskiessa alle -15 °C ilmastoinnin teho puolittuu.

Päärakennuksen lämmityksessä käytetään myös sähköpattereita, massavaraimia sekä infralämmittimiä. Korkeassa ruokailutilassa on kaksi 2,1 kW massavarainta, jotka lämmitetään klo 22 - 06.

#### 4.6.2 Valaistus

Rakennusten lämpimissä tiloissa käytetään pääasiassa loisteputkivalaistusta. Loisteputkien ohella joissain tiloissa lisävalaistuksena on myös hehkulamppuja. Autotallissa on käytössä hehkulamput.

Ulkovalaistus on toteutettu suuritehoisilla elohopea-, monimetalli- tai suurpainenatriumvalaisimilla, joita ohjataan liike- ja hämäräkytkimellä.

#### 4.6.3 Energiaa säästävät toimenpiteet

Päärakennuksessa voidaan säästää energiaa 2 133 kWh/a, mikä vastaa 213 € vuotuista säästöä 10 snt/kWh sähköhinnalla. Liitännälaitteiden hankintahinnan ollessa 1 701 € takaisinmaksuajaksi tulee noin 8 vuotta.

Energiaa säästyy varistorakennuksessa 1 188 kWh/a, mikä vastaa 119 € vuotuista säästöä 10 snt/kWh sähköhinnalla. Liitännälaitteiden hankintahinnan ollessa 707 € takaisinmaksuajaksi tulee noin 6 vuotta.

Käytettäessä valmiustiloja ATK-laitteilla voidaan säästää energiaa 235 kWh/a, joka tekee noin 24 €/a.

Huoltoautojen ollessa lämmityksessä jatkuvasti työajanulkopuolella energiaa kuluu noin 10 200 kWh/a. Laskettuna talven 2010 - 2011 säätietojen keski- tai minimiarvolla säästöjä olisi kertynyt noin 4 043 kWh tai 1 429 kWh. Mikäli talvet olisivat aina samanlaisia, Pakkasvahti 05/18 kiinteistöversio maksaisi itsensä takaisin noin 0,7 tai 2,1 vuodessa. Hankkimalla Pakkasvahti 05/18 säästetään investoinneissa 181 € verrattuna autokohtaiseen Pakkasvahti 02 johtoihin.

## 5 PALVELUTUOTE

Yrityksillä voi olla intressejä pienentää omien kiinteistöjensä energiankulutusta, jolloin yritykset voivat saavuttaa taloudellisia säästöjä. Yrityksen tavoitteena voi olla myös osallistuminen ilmastonmuutostalkoisiin pienentämällä omaa energiankulutustaan ilman, että se vaikuttaa yrityksen työn laatuun. Näin yritys voi myös kasvattaa omaa imagoaan ja markkinoida itseään energiatehokkaana.

Energiansäästömahdollisuuksia voidaan selvittää ja tarjota sitä palveluna yrityksille. Palvelutuote voisi olla yrityksen energiasäästömahdollisuuksien kartoittaminen. Palvelussa voitaisiin selvittää kuinka paljon kiinteistö kuluttaa nykyisellä käyttötavoillaan ja laitteistoillaan energiaa, ja mitkä ovat energiankäytön nykyiset kustannukset. Energiasäästöjen kannalta on oleellista tietää kiinteistön perustiedot, kuten käyttötarkoitus, koko, lämpimien ja kylmien tilojen osuudet kiinteistössä, yläpohjan eristepaksuudet, eri laitteistojen käyttöaika ja niiden mahdollinen saneeraustarve.

Yläpohjan lisäeristämisen tarpeeseen vaikuttaa nykyinen eristepaksuus. Nykyisen eristepaksuus voidaan selvittää ajantasaisista rakennuskuvista tai mittaamalla ne paikan päältä. Nykyisen eristepaksuuden, lämmitettävän rakennuksen pinta-alan ja lämmitysenergian hinnasta voidaan laskea lisäeristykseen tuomat säästöt esimerkiksi Parocin laskurilla.

Palveluun voisi liittyä ATK-laitteiden käyttötapojen selvitys. Selvityksen lopputuloksesta riippuen käyttäjille kerrotaan energiansäästöistä, joita voidaan saavuttaa käyttämällä erilaisia energiaa säästäviä toimintoja. Valmiustila-toimintoja käyttämällä voidaan säästää energiaa ilman investointikustannuksia.

Yrityksille, joilla on tarve pitää autot jatkuvasti lähtövalmiudessa, voidaan näyttää laskelmia tai käytössä todettuja kulutustietoja erilaisten autolämmityssäätöjärjestelmien säästöistä. Mittaamalla autolämmityspistokkeiden aiheuttamat energiankulutukset ennen ja jälkeen järjestelmän käyttöönottoa, voidaan esittää konkreettisia tuloksia järjestelmän tuomista säästöistä.

Valaistuksessa voidaan kiinnittää huomiota käytössä oleviin lampputyyppeihin ja valaistuksen ohjaukseen. Käytössä olevat hehkulamput suositellaan vaihdettavaksi energiansäästölamppuihin. Mikäli käytössä olevat valaisimet ovat vanhoja ja uusimisen tarpeessa, asiakkaalle voitaisiin tehdä kokonaan uusi valaistussuunnitelma, jossa otettaisiin

huomioon tilakohtaiset valaistuksen laatuvaatimukset. Mikäli käytössä olevat valaisimet eivät ole vielä uusimisen tarpeessa, niitä voitaisiin päivittää esimerkiksi liitäntälaitteen vaihdolla, jolloin säästettäisiin energiaa ja valon laatu paranisi. Liitäntälaitteiden vaihto on kannattavinta valaisimiin, joissa on käytössä kaksi loisteputkea. Valaisimiin joissa on yksi loisteputki, voitaisiin käyttää adaptereita, joilla voidaan vaihtaa käytössä oleva T8-loisteputki T5-loisteputkeen. Adaptereilla saavutetaan samoja hyötyjä kuin elektronisella liitäntälaitteella. Ennen adapterien käyttöönottoa pitäisi suorittaa kokeita, joilla selvitetäisiin valaistuksen laatu. Adapterit peittävät osan loistevalaisimen heijastimesta, joka voi aiheuttaa valon laadun heikkenemistä.

Valaistuksen järkevällä ohjauksella voidaan säästää energiaa. Ulkovalaistusta, jota ohjataan pelkällä hämäräkytkimellä, voidaan tehostaa aikaohjelmalla ja/tai liiketunnistimella. Aikaohjelmalla voitaisiin sammuttaa valot yön ajaksi. Liiketunnistimella valot saadaan palamaan aina tarvittaessa.

Palvelun lopputuote olisi arvio siitä, kuinka suuria säästöjä laitekannan uusimisella ja/tai päivittämisellä, lisäeristämällä ja energiankäyttötapojen muutoksilla voidaan saavuttaa ja mikä olisi uusien laiteinvestointien takaisinmaksuaika.

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä asioita, joilla voidaan säästää energiaa Voimatel Oy:n toimipisteissä. Energiaa saadaan säästettyä kaikilla työssä esitetyillä toimenpiteillä.

Valaistuksen loisteputkivalaisimien elektronisen liitäntälaitteen vaihdon tuomat säästöt eivät ole taloudellisesta näkökulmasta järkeviä. Pelkän elektronisen liitäntälaitteen hankintahinnan kuolettamiseksi tarvitaan yli kuusi vuotta. Toisaalta elektronisen liitäntälaitteen käytöllä saadaan nopea vilkkumaton sytytys, elinkaarensa päähän tulleiden valojen sammutus, pienempi valaisimessa syntyvä ääni, poistettua valon värinä, joka voi rasittaa silmiä ja aiheuttaa päänsärkyä (AD-LUX). Näiden takia työtehokkuus voi heiketä ja voidaan altistua herkemmin virheille.

Yläpohjan lisäeristäminen Varkauden toimipisteessä toisi suuret energiansäästöt, noin 10,7 MWh/a. Takaisinmaksuaika on taloudelliselta näkökannalta katsottuna liian pitkä, 11,6 vuotta. On kuitenkin otettava huomioon, että Varkauden kiinteistön lämmitysmuotona on edullinen kaukolämpö. Vastaavassa sähkölämmitteisessä rakennuksessa takaisinmaksuaika puolittuisi, mikäli sähkönhintana on 10 snt/kWh.

Pakkasvahdin käyttö on perusteltua Voimatel Oy:n huoltoautoissa. Käyttämällä autokoh- taista Pakkasvahti 0.2 johtoa, johto maksaa itsensä takaisin noin kolmen vuoden aikana. Takaisinmaksuaika on kuitenkin riippuvainen talven lämpötiloista. Laskuista voidaankin päätellä, että mitä leudompi talvi on kyseessä, sitä enemmän pakkasvahdilla saadaan säästöjä.

## LÄHTEET

ABB. Teknisiä tietoja- ja taulukoita [verkkajulkaisu]. [viitattu 13.4.2011]. Saatavissa: [heikki.pp.fi/abb/210\\_0007.pdf](http://heikki.pp.fi/abb/210_0007.pdf)

AD-LUX. Työympäristöön. Välkynnänpoisto. Mikä on elektroninen liitäntälaitte?. [verkkajulkaisu] [viitattu 13.4.2011]. Saatavissa: <http://www.adlux.fi/>

Aphonen, V., Kasurinen, E., Kukkonen, M., Laitinen, M., Lakkonen, R., Setälä, J., Tiainen, O., Tiensuu, A., Varsila, M. & Vuola, J. 1999. Lamput ja valaisimet. Espoo: SÄHKÖINFO OY, Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry.

EUROKA OY. GREEN START Pakkasvahti 05/18. Toimintaselostus. [viitattu 15.4.2011] Saatavissa: <http://www.euroka.fi/>

EUROKA OY. GREEN START Pakkasvahti 05/18. lisätietoa.htm. Teknistä tietoutta. [viitattu 15.4.2011]. Saatavissa: <http://www.euroka.fi/>

Helvar Oy Ab. Tekniset tiedot. [viitattu 20.4.2011]. Saatavissa: <http://www.helvar.com/download.asp?id=ELs%5FFI%2Epdf;4388;{DCB67158-B9EB-4A1D-9F15-621B14A59252}>

Korpinen, L. Mikkola, M. Keikko, T & Falck, E. 2008. YLIAALTO-OPUS. [viitattu 28.4.2011]. Saatavissa: <http://www.leenakorpinen.fi/archive/opukset/yliaalto-opus.pdf>

Kärkkäinen, H. 2008. Tietotekniikan virrankulutus. *MikroBitti*. [verkkolehti] [viitattu 16.4.2011]. Saatavissa: <http://www.mbnet.fi/nettijatkot/2008/10/virrankulutus/mittauokset.aspx>

Motiva Oy. Koti ja asuminen. Taloyhtiöt. Asuinrakennusten energiakorjauksien toimenpidelaskuri [viitattu 19.4.2011]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/>.

Motiva Oy. Julkinen sektori. Energiankäytön tehostaminen. Kiinteistöjen energianhallinta. [viitattu 8.3.2011]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/>

Motiva Oy. Julkinen sektori. Energiankäytön tehostaminen. Kiinteistöjen energianhallinta. Kulutusseuranta. [viitattu 8.3.2011]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi](http://www.motiva.fi/)

Motiva Oy. . Julkinen sektori. Energiankäytön tehostaminen. Kiinteistöjen energianhallinta. Kulutuksen normitus. [viitattu 8.3.2011]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi>

Motiva Oy. Ajankohtaista. Motivan tiedotteet. 2005. Moottorin esilämmitys – autoilijan ja ympäristön etu. [viitattu 15.4.2011]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi>

Paroc Oy Ab. Rakennuseristeet. Laskuri. Lisäeristelaskuri. [viitattu 19.4.2011]. Saatavissa: <http://www.paroc.fi>

SENERA Oy. Energiaremontti. Lisäeristäminen. [viitattu 19.4.2011]. Saatavissa: <http://www.senera.fi/>

Taloon.com. Rakentaminen. Eristäminen. Puhallusvilla. [viitattu 19.4.2011] Saatavissa: <http://kauppa.taloon.com/PublishedService?frontpage=true>

Työ- ja elinkeinoministeriö. Ajankohtaista. Tiedotteet. Tiedotearkisto. 2009. Työryhmä: sähköajoneuvoista merkittävä vientiala vuoteen 2020 mennessä. [viitattu 20.4.2011]. Saatavissa: <http://www.tem.fi/>

Työ- ja elinkeinoministeriö. Energia. Energiatehokkuus. [viitattu 5.3.2011]. Saatavissa: <http://www.tem.fi/>

Työ- ja elinkeinoministeriö. Puitesopimus kiinteistöalan energiankäytön tehostamisesta. 2009. [viitattu 6.3.2011]. Saatavissa: [http://www.tem.fi/files/29308/PUSO\\_Kiinteistoala\\_Final\\_091202.pdf](http://www.tem.fi/files/29308/PUSO_Kiinteistoala_Final_091202.pdf)

Törmänen, E. 2008. Lämpöpumpun asennus voittaa eristeremontin ja uudet ikkunat. *Tekniikka&talous*. [verkkolehti] 21.11.2008. [viitattu 27.4.2011]. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/article171574.ece>

Vandernet Oy. Työratkaisut. Tuotteet. Pakkasvahdit. [viitattu 27.4.2011]. Saatavissa: <http://www.vandernet.com/>

Voimatel. Yhtiö. Asiantuntemusta kautta linjan. [viitattu 5.3.2011]. Saatavissa: <http://www.voimatel.fi>

Voimatel. Yhtiö. Historia. [viitattu 5.3.2011]. Saatavissa: <http://www.voimatel.fi>

Voimatel. Yhtiö. Omistajat. [viitattu 5.3.2011]. Saatavissa: <http://www.voimatel.fi/>





**PIELAVEDEN TULOKSET**

## Päärakennus

Valaisimet	Kulutus / valaisin (W)		kpl	Kokonaiskulutus (kWh/a)		Investointi(€)
	Konv.	Elektr.		Konv.	Elektr.	
Loisteputki 1x58	70	54	26	4259	3285	923
Loisteputki 2x58	140	107	7	2293	1744	277
Loisteputki 1x36	45	35	6	632	491	213
Loisteputki 2x36	90	69	12	2527	1938	474
Yhteensä				9711	7459	1887

## Varastorakennus

Valaisimet	Kulutus / valaisin (W)		kpl	Kokonaiskulutus (kWh/a)		Investointi(€)
	Konv.	Elektr.		Konv.	Elektr.	
Loisteputki 2x58	140	107	8	2621	1994	316
Loisteputki 1x36	45	35	11	1158	901	391
Yhteensä				3779	2895	707

ATK	Aktiivikäyttö (W)	Tyhjäkäynti (W)	Valmiustila (W)	kpl	Ei valmiustilaa (kWh/a)	Valmiustila (kWh/a)
Kannettava	45	39	0	2	181	162
LCD näyttö	66	2	0	3	404	356
PC	109	64	6	2	423	395
Yhteensä					1008	914

Pakkasvahtijohto	Investointi	Kulutus	Säästöt		takaisinmaksuaika
			kWh	€/a	
	€	kWh/a	kWh	€/a	a
KA	320	4094,4	2695,2	269,5	1,2
Min	320	5836,8	952,8	95,3	3,4

Pakkasvahti kiinteistö	Investointi	Kulutus	Säästöt		takaisinmaksuaika
			kWh	€/a	
	€	kWh/a	kWh	€/a	a
KA	299	4094,4	2695,2	269,5	1,1
Min	299	5836,8	952,8	95,3	3,1

## IISALMEN TULOKSET

Varasto:

Valaisimet	Kulutus / valaisin (W)		kpl	Kokonaiskulutus (kWh/a)		Investointi(€)
	Konv.	Elektr.		Konv.	Elektr.	
Loisteputki 1x58	70	54	17	2785	2148	604
Loisteputki 2x58	140	107	20	6552	4984	790
Loisteputki 2x36	90	69	3	632	484	119
Yhteensä				9968	7617	1512

ATK	Aktiivikäyttö (W)	Tyhjäkäynti (W)	Valmiustila (W)	kpl	Ei valmiustilaa (kWh/a)	Valmiustila (kWh/a)
Kannettava	45	39	0	12	1084	972
LCD näyttö	66	2	0	24	3231	2851
PC	109	64	6	2	423	395
Yhteensä					4739	4218

Pakkasvahtijohto	Investointi €	Kulutus kWh/a	Säästöt		takaisinmaksuaika a
			kWh	€/a	
KA	960	12283	8086	809	1,2
Min	960	17510	2858	286	3,4

Pakkasvahti kiinteistö	Investointi €	Kulutus kWh/a	Säästöt		takaisinmaksuaika a
			kWh	€/a	
KA	299	12283	8086	809	0,4
Min	299	17510	2858	286	1,0

**NILSIÄN TULOKSET**

Koko rakennus

Valaisimet	Kulutus / valaisin (W)		kpl	Kokonaiskulutus (kWh/a)		Investointi(€)
	Konv.	Elektr.		Konv.	Elektr.	
Loisteputki 1x58	70	54	8	1310	1011	284
Loisteputki 2x58	140	107	25	8190	6230	988
Loisteputki 1x36	45	35	11	1158	901	391
Loisteputki 2x36	90	69	4	842	646	158
Yhteensä				11501	8788	1820

ATK	Aktiivikäyttö (W)	Tyhjäkäynti (W)	Valmiustila (W)	kpl	Ei valmiustilaa (kWh/a)	Valmiustila (kWh/a)
Kannettava	45	39	0	5	452	405
LCD näyttö	66	2	0	10	1346	1188
PC	109	64	6	3	635	593
Yhteensä					2433	2186

Pakkasvahtijohto	Investointi	Kulutus	Säästöt		takaisinmaksuaika
			€	kWh/a	
KA	160	2047	1348	135	1,2
Min	160	2918	476	48	3,4

**SUONENJOEN TULOKSET**

Päärakennus:

Valaisimet	Kulutus / valaisin (W)		kpl	Kokonaiskulutus (kWh/a)		Investointi(€)
	Konv.	Elektr.		Konv.	Elektr.	
Loisteputki 1x58	70	54	6	983	758	213
Loisteputki 1x36	45	35	22	2317	1802	781
Loisteputki 2x36	90	69	24	5054	3875	948
Yhteensä				8354	6435	1942

Pakkasvahtijohto	Investointi	Kulutus	Säästöt		takaisinmaksuaika
			€	kWh/a	
KA	400	5118	3369	337	1,2
Min	400	7296	1191	119	3,4

Pakkasvahti kiinteistö	Investointi	Kulutus	Säästöt		takaisinmaksuaika
			€	kWh/a	
KA	299	10235	3369	337	0,9
Min	299	14592	1191	119	2,5



## PIEKSÄMÄEN TULOKSET

Päärakennus:

Valaisimet	Kulutus / valaisin (W)		kpl	Kokonaiskulutus (kWh/a)		Investointi(€)
	Konv.	Elektr.		Konv.	Elektr.	
Loisteputki 1x58	70	54	17	2785	2148	604
Loisteputki 2x58	140	106,5	13	4259	3240	514
Loisteputki 1x36	45	35	12	1264	983	426
Loisteputki 2x36	90	69	4	842	646	158
Yhteensä				9149	7016	1701

Varasto:

Valaisimet	Kulutus / valaisin (W)		kpl	Kokonaiskulutus (kWh/a)		Investointi(€)
	Konv.	Elektr.		Konv.	Elektr.	
Loisteputki 1x58	70	54	2	328	253	71
Loisteputki 2x58	140	106,5	13	4259	3240	514
Loisteputki 1x36	45	35	4	421	328	142
Loisteputki 2x36	90	69	0	0	0	0
Yhteensä				5008	3820	727

ATK	Aktiivikäyttö (W)	Tyhjäkäynti (W)	Valmiustila (W)	kpl	Ei valmiustilaa (kWh/a)	Valmiustila (kWh/a)
Kannettava	45	39	0	6	542	486
LCD näyttö	66	2	0	6	808	713
PC	109	64	6	6	1269	1186
Yhteensä					2619	2385

---

[www.savonia.fi](http://www.savonia.fi)

