



ATK-LAITTEISTON ENERGIANSÄÄSTÖ

Case: Keskimaa Osk

Heikki Minkkinen

**Opinnäytetyö
Toukokuu 2009**

Liiketalous



**JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU**

Tekijä(t) MINKKINEN, Heikki	Julkaisun laji Opinnäytetyö	
	Sivumäärä 43	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus <input type="checkbox"/> Salainen _____ saakka	
Työn nimi ATK-LAITTEISTON ENERGIANSÄÄSTÖ Case: Keskimaa Osk		
Koulutusohjelma Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) KARHULAHTI, Mika		
Toimeksiantaja(t) Keskimaa Osk		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli selvittää S-ryhmään kuuluvan Keskimaa Osk:n atk-laitteiden energiankulutus sekä mahdollisuuksia niiden energiatehokkuuden parantamiseen. Tutkimuksen tarkoituksena oli myös lisätä laitteiden energiatehokkuutta parantavien toimien tunnettuutta. Tutkimuksessa käytettiin kvalitatiivista eli laadullista tutkimustapaa. Tutkimusmenetelmänä oli tapaustutkimus. Tiedonkeruumenetelminä käytettiin haastatteluita, puhelinhaastatteluita ja havainnointia.</p> <p>Keskimaa Osk:n atk-laitteiden lukumääräksi osottautui 868 tietokonetta, joista 52 prosenttia oli kassoja. Keskimaan atk-kaluston sähkönkulutuksen mittaukset suoritettiin kolmessa eri toimipisteessä ja mitattavina oli yhteensä 10 tietokonetta.</p> <p>Tutkimuksen perusteella Keskimaan atk-laitteet kuluttivat energiaa noin 275 megawattituntia vuosittain ja sähkösäästöpotentiaali vuodessa oli noin 26 megawattituntia. Laitteiden energiakustannukset olivat tutkimuksen perusteella 27 413 euroa ja potentiaaliset kustannussäästöt yhdessä vuodessa olivat 2 916 euroa.</p> <p>Tutkimuksen perusteella S-ryhmän tulisi kehittää päivittäistavarakaupan ja käyttötavarakaupan kassajärjestelmää, jottei kassoja tarvitsisi pitää päällä jatkuvasti. Tutkimuksessa selvisi atk-laitteen hankintavaiheen olevan merkittävä energiatehokkuusratkaisu, jossa voidaan säästää paljon rahaa ja ympäristöä. Energiansäästön kannalta Keskimaan tulisi suosia laitehankinnoissa tulevaisuudessa huomattavasti enemmän kannettavia tietokoneita, koska kannettavat tietokoneet kuluttavat huomattavasti vähemmän sähköä kuin pöytätyöasemat. Kehitysehdotuksena on laatia Keskimaa Osk:lle virrankäyttösuunnitelma, joka sisältää laitteiden hankintoihin ja käyttöön liittyvät kriteerit.</p>		
Avainsanat (asiasanat) energiansäästö, energiankulutus, Keskimaa Osk, työasema, virransäästötila		
Muut tiedot		

Author(s) MINKKINEN, Heikki	Type of Publication Bachelor's Thesis	
	Pages 43	Language Finnish
Confidential <input type="checkbox"/> Until _____		
Title THE ENERGY CONSUMPTION OF IT EQUIPMENT Case: Keskimaa Osk		
Degree Programme Business Information Systems		
Tutor(s) KARHULAHTI, Mika		
Assigned by Keskimaa Osk		
Abstract <p>The aim of the Bachelor's thesis was to find out how much energy is used by Keskimaa Osk's IT Equipment and how the company's energy efficiency could be improved. An additional aim of the research was to increase the knowledge of energy efficient equipment.</p> <p>The research was a qualitative case study and the research method was the use of thematic interviews phone interviews and observation.</p> <p>At the time of the research, Keskimaa Osk's IT equipment consisted of 868 computers and 52 % of them were cashiers. The measurement procedure of Keskimaa Osk's IT-equipment was accomplished in three different offices. All in all, there were ten different equipment in measurement.</p> <p>The research shows that the energy consumption of the Keskimaa Osk's IT-equipment was 275 MWh and the energy costs were 27 143 Euros per annum. The energy consumption could be reduced to 26 MWh, which could save 2.916 Euros of energy costs in one year.</p> <p>The research shows that with energy saving a lot of money and environment are saved.</p>		
Keywords Energy saving, Energy consumption, IT Equipment, Keskimaa Osk		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	3
2	TUTKIMUSASETELMA.....	4
	2.1 Tutkimuksen tausta	4
	2.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	5
	2.3 Aiemmat tutkimukset.....	6
	2.4 Toimeksiantajan esittely	7
	2.5 Tutkimusmenetelmät.....	11
	2.6 Tiedonkeruumenetelmät	12
	2.7 Tutkimuskysymykset	13
3	TYÖASEMAYMPÄRISTÖ SÄHKÖN KULUTUKSEN KANNALTA	14
	3.1 Pöytätyöasemat	14
	3.2 Kannettavat tietokoneet	16
	3.3 Näytöt.....	17
	3.4 Virransäästötilat	18
	3.5 Laitteiden hankinta	21
	3.5.1 Energiamerkinnot ja -standardit	21
	3.5.2 Virrankäyttösuunnitelma	23
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	24
5	LASKELMAT	32
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	37
	LÄHTEET	41

KUVIOT

KUVIO 1. Keskimään toimialueen toimipaikat	8
KUVIO 2. Myynnin jakauma toimialoittain.....	9
KUVIO 3. Henkilöstön jakautuminen toimialoittain	10
KUVIO 4. Tietokoneen virrankulutuksen jakautuminen komponenteittain	15
KUVIO 5. Energy Star -ohjelman tunnus.....	1
KUVIO 6. Keskimää Osk:n kaikki laitteet.....	24
KUVIO 7. Atk-laitteiden jakauma toimialueittain	25
KUVIO 8. Majoitus- ja ravitsemiskaupan atk-laitteet.....	27
KUVIO 9. Päivittäistavarakauppa ja käyttötavarakauppa	28
KUVIO 10. Polttonestekauppa.....	29
KUVIO 11. Hallinto ja tukitoiminnot	29
KUVIO 12. Atk-laitteiden energiankulutus	36

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Työasemien keskimääräisiä kulutuslukemia	18
TAULUKKO 2. Keskimään atk-laitteiden mittaukset.....	30

1 JOHDANTO

Tietotekniikassa energian kulutus kasvaa koko ajan käsiteltävän tiedon lisääntymisen seurauksena. Samalla myös tietokoneiden energiakustannukset kasvavat, jos asiaan ei kiinnitetä huomiota.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan S-ryhmään kuuluvan Keskimaa Osk:n atk-laitteiden energiankulutusta sekä mahdollisuuksia niiden energiatehokkuuden parantamiseen. Keskimaa Osk:lla on yhteensä yli 800 tietokonetta, joiden energiankulutusta ei oltu selvitetty ennen tätä tutkimusta. Opinnäytetyön tarkoituksena on myös tehdä tunnetuksi enegiatehokkuutta parantavia toimia, jotka kannattaa ottaa jatkossa laitahankintoja tehtäessä huomioon.

Tutkimuksen teoriaosassa perehdytään työasemaympäristöön sähkönkulutuksen kannalta, selvitetään, kuinka hankkia energiatehokkaita atk-laitteita ja esitellään virransäästötilat. Lisäksi selvitetään, mikä on virrankäyttösuunnitelma. Tutkimusosassa selvittää aluksi, kuinka Keskimaa Osk:n atk-laitteiden kartoitus toteutettiin ja kuinka atk-laitteiden virrankulutuksen mittaukset suoritettiin, minkä jälkeen esitellään laitteiden energiakulustuslaskelmat. Lopuksi pohdinnassa esitetään kehitysehdotukset laitteiden energiansäästötoimenpiteisiin.

2 TUTKIMUSASETELMA

Tässä luvussa perehdytään aiheenvalinnan taustaan, selvitetään tutkimuksen tavoitteet ja rajaus sekä esitellään tutkimuksen kohdeyritys, S-ryhmään kuuluva Keskimaa Osk. Lisäksi selvitetään tutkimuksen toteutustapa, tiedonkeruumenetelmät ja tutkimuskysymykset.

2.1 Tutkimuksen tausta

Taistelusta ilmastonmuutosta vastaan on tullut suuri haaste koko ihmiskunnalle. Ilmaston lämpenemistä aiheuttavat kasvihuonekaasupäästöt, joista noin 80 prosenttia on peräisin energian tuotannosta ja kulutuksesta, mukaan lukien liikenne. Tämän takia ilmasto- ja energiapolitiikka ovat yhteydessä toisiinsa. (Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia 2008, 2.)

Hallituksen energiansäästöohjelmassa todetaan, että valtion ja kuntien tulee edistää energiatehokkuutta kaikessa suunnittelussa ja päätöksenteossa. Julkisille hankinnoille tulee asettaa energiatehokkuusvaatimuksia Euroopan unionin sisämarkkinalainsäädännön sallimissa rajoissa. Vuonna 1997 hyväksytyssä Suomen energiastrategiassa todetaan, että energian käyttöä tehostetaan edelleen ja energiansäästöohjelmaa tiukennetaan siten, että tavoitteena on pysäyttää energian kulutuksen kasvu 10–15-vuoden tähtäimellä, talouskasvua vaarantamatta tai kuluttajien asemaa tarpeettomasti rajoittamatta. (Kauppa- ja teollisuusministeriön suositukset julkisten hankintojen energiatehokkuudesta 2000, 4)

Energian säästämällä tarkoitetaan käytetyn energian määrän vähentämistä samalla, kun lopputulos käyttäjän kannalta pysyy ennallaan. Energiankäytön vähentämisestä on runsaasti hyötyä – säästetään rahaa sähkölaskusta ja autetaan ympäristöä. Energian tuottaminen kuluttaa uusiutumattomia luonnonvaroja, kuten hiiltä, öljyä ja kaasua. (Miten säästämme energiaa 2007.)

Energian käytön tehostamisella voidaan säästää energiaa. Kuluttajien henkilökohtaisissa kulutustottumuksissa ovat suurimmat säästömahdollisuudet. Yksittäisen kuluttajan päätös käyttää

säästömahdollisuuksia riippuu siitä, miten käyttäjä kokee hyötävänsä niistä. (Hellgrén, Heikkinen & Suomalainen 1996, 14 - 15.)

Tietokoneiden yleistymisen vuoksi niiden osuus toimistojen energiankulutuksesta on kasvanut. Keskusyksiköiden suorituskyky on kehittynyt nopeasti ja uudet tehokkaat prosessorit ja komponentit kuluttavat entistä enemmän sähköä. Tulevaisuudessa sähkönsäästökeinojen merkitys tietokoneilla kasvaa. (Kettunen 2007, 7.) Toimisto- ja atk-laitteissa on valmius monipuolisiin energiansäästömahdollisuuksiin, mutta niitä ei useinkaan tunneta eikä ole otettu tehokkaasti käyttöön (Kokkarinen, Nissinen, Loisa, Pihala & Härkönen 2005, 3).

Gartnerin selvityksen mukaan 2500 tietokoneen organisaatiossa sähkönkulutuksensa suhteen keskitetysti hallittavat tietokoneet kuluttavat sähköenergiaa 43 prosenttia vähemmän kuin hallitsemattomat. Näin tietokonekannan sähkönkäytön keskitetyn hallinnan puuttuminen voisi aiheuttaa 2500 tietokoneen organisaatiossa yli 30 000 euron ylimääräisen laskun. (Lahti 2009)

Energian säästäminen on ympäristön kannalta tärkeää, sillä näin voidaan hidastaa ilmastonmuutosta. Tietoteknisten ratkaisujen huomioonottaminen säästää energiaa ja saa aikaan merkittäviä taloudellisia säästöjä. Tehostamalla energian käyttöä organisaatio saa aikaan paljon hyötyä – autetaan ympäristöä, säästetään ja lisäksi organisaation maine paranee.

2.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Keskimaa Osk:n atk-laitteiden energian kulutus, mahdollisuudet niiden energiatehokkuuden parantamiseen sekä laitteiden energiatehokkuutta parantavien tunnettuuden lisäämiseen. Atk-laitteiden virrankulutukseen ei oltu kiinnitetty erityistä huomiota Keskimaa Osk:lla ennen tätä tutkimusta.

Tutkittavat atk-laitteet ovat pöytätyöasemia, jolla tarkoitetaan toimistotyökäyttöön tarkoitettuja pöytätietokoneita, kannettavia tietokoneita

sekä kassatietokoneita. Tutkimuksen ulkopuolelle rajataan palvelinkoneet, koska toimeksiantajan mukaan palvelinkoneiden tulee olla jatkuvasti päällä esimerkiksi maksuliikenteen toimivuuden vuoksi. Lisäksi verkkolaitteistot, tulostimet, kopiokoneet ja UPS-laitteet (Uninterruptible Power Supply) jäivät tutkimuksen ulkopuolelle, koska Keskimaa Osk:lla ei ole tarkkaa tietokantaa heidän toimipaikoissaan käytettävistä yllä mainituista laitteista.

2.3 Aiemmat tutkimukset

Toimistolaitteiden sähkönkulutusta sekä keinoja kulutuksen vähentämiseen selvitettiin vuonna 2003 hankkeessa, joka toteutettiin Suomen ympäristökeskuksessa (SYKE) yhteistyössä Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen VTT:n ja energiasäästön palvelukeskuksen Motiva Oy:n kanssa. Hankkeen tarkoituksena oli säätää laitteita niin, että energiansäästöominaisuudet olisivat mahdollisimman korkealla, mutta energiansäästötilat eivät häiritse työtä. Mittaukset suoritettiin VTT:n kehittämällä NIALM-menetelmällä. Tutkimuksessa päädyttiin tulokseen, että ottamalla SYKEssä toimistolaitteissa energiansäästöominaisuudet käyttöön ja hankkimalla vähän energiaa kuluttavia laitteita, sähkönkulutus voisi vähentyä noin 86 MWh, mikä on noin 4% koko talon energiankulutuksesta. Yhdeksi suurimmista ongelmista muodostui tutkimuksessa laitteiden eri toimintatilojen tunnistaminen ilman tietoa laitteesta. (Kokkarinen, Nissinen, Loisa, Pihala, & Härkönen 2005, 50 - 51.)

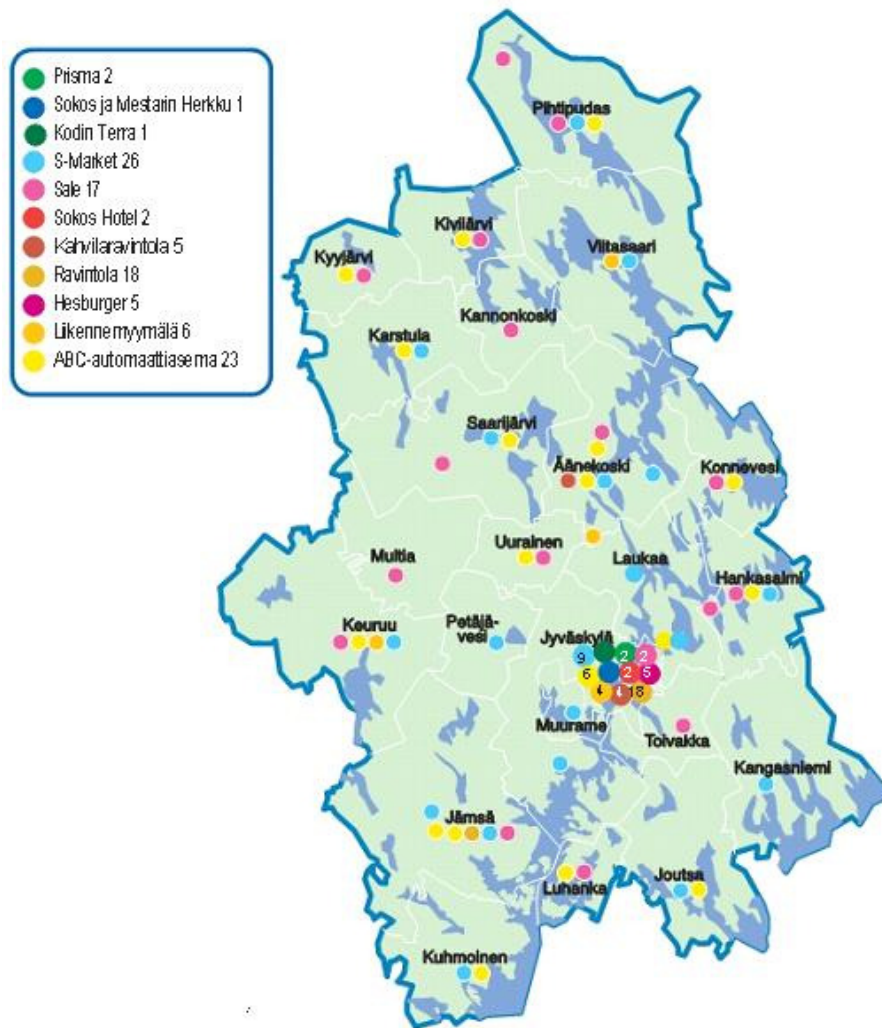
Motivan vuonna 2006 tekemässä työasemaympäristön sähkönsäästökeinojen selvityksessä arvioitiin kuntien ja valtion virastojen ja laitosten työasemaympäristöjen yhteenlasketun sähkönkulutuksen sähkönsäästöpotentiaaliksi noin 10 miljoonaa euroa vuodessa. Selvitykseen koottiin yhteen työasemien ja niiden oheislaitteiden sähkönsäästöä koskevia keinoja perustuen sekä Suomen julkishallinnon nykytilaa koskeviin selvityksiin että kansainvälisesti yleisesti käytössä oleviin ohjeistuksiin. (Motiva Oy 2006, 3.)

2.4 Toimeksiantajan esittely

S-ryhmä on vähittäiskaupan ja palvelualan yritysverkosto, joka muodostuu 22 itsenäisestä alueosuuskaupasta, Suomen Osuuskauppojen Keskuskunnasta (SOK) tytäryhtiöineen ja 10 paikallisosuuskaupasta. Lisäksi S-ryhmään kuuluvat hankinnan ja logistiikan organisaatiot Inex Partners Oy, Intrade Partners Oy ja polttonesteiden hankintayhtiö North European Oil Trade Oy. (S-kanava 2009.)

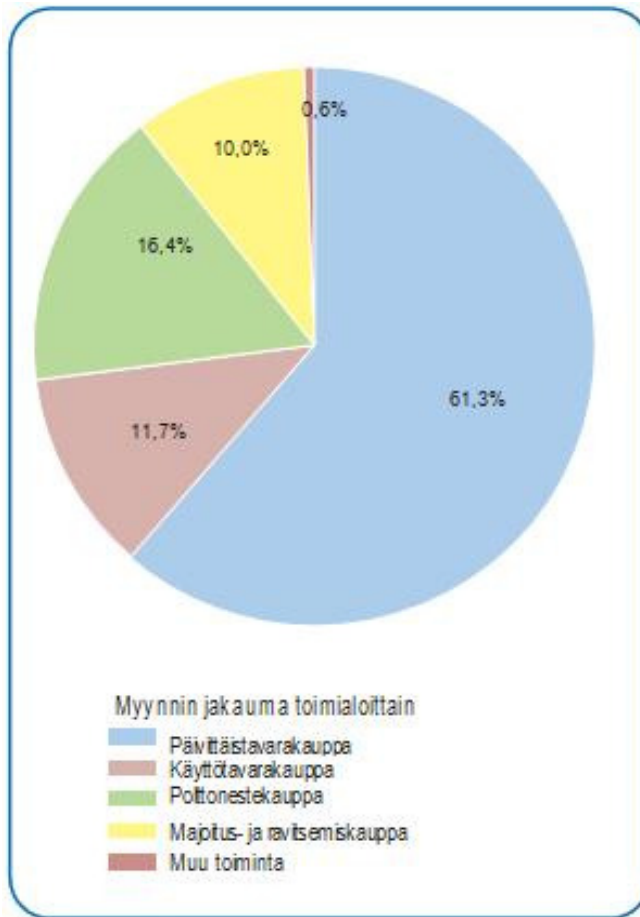
Osuuskauppojen omistama Suomen Osuuskauppojen Keskuskunta (SOK) toimii osuuskauppojen keskusliikkeenä ja tuottaa niille hankinta-, asiantuntija- ja tukipalveluita. SOK:n toimintaan kuuluu myös S-ryhmän strateginen ohjaus ja vastuu eri ketjujen kehittämisestä. S-ryhmän liiketoiminta-alueita ovat market-, tavaratalo- ja erikoistavarakauppa, liikennemyymälä- ja polttonestekauppa, matkailu- ja ravitsemiskauppa, maatalouskauppa sekä autokauppa. S-ryhmä työllisti yhteensä 37 735 henkeä vuoden 2008 lopussa. Toimipaikkoja S-ryhmällä oli yli 1 566, joista seitsemän Baltiassa ja viisi Venäjällä. (S-kanava 2009.)

Keskimaa Osk:n toiminta-ajatuksena on tuottaa palveluja ja etuja sitoutuneille asiakasomistajilleen. Visiona on olla arvostettuun asiakasomistajuuteen perustuva vähittäis-, matkailu- ja ravitsemiskaupan johtava yritys Keski-Suomessa. Keskimaa Osk:n toimialue on Keski-Suomen maakunta Kinnulaa lukuun ottamatta sekä Kangasniemen kunta, joissa toimipaikkoja on yhteensä 106. (Harju, Sillanmäki & Tammitie 2009, 2-5.) Keskimaa Osk:n toimipaikat havainnollistetaan kuviossa yksi.



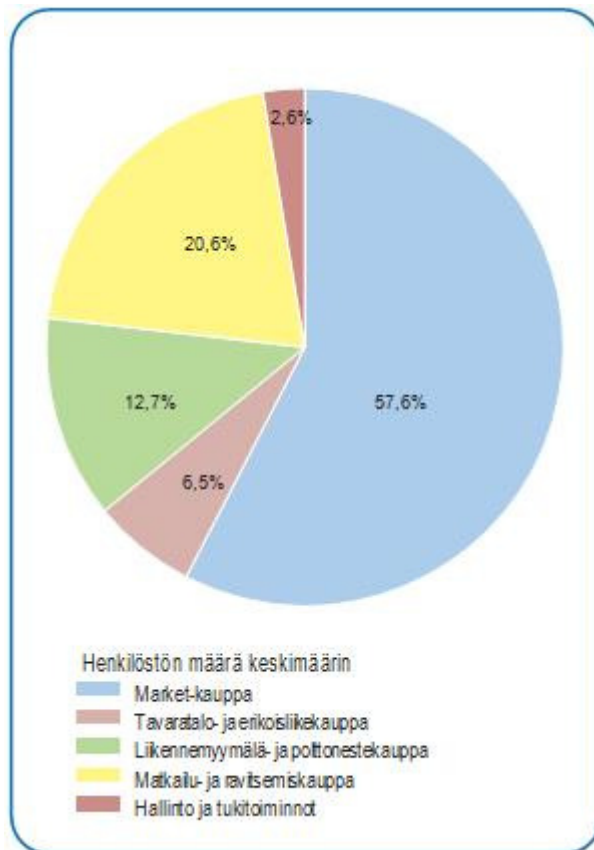
KUVIO 1. Keskimään toimialueen toimipaikat (Harju, Sillanmäki & Tammitie, 2009, 32)

Vuoden 2008 lopussa Keskimään asiakasomistajia oli yhteensä 99 123. Asiakasomistajiksi liittyjiä oli 6 916 vuonna 2008. Viimeisten viiden vuoden aikana liittyjiä on ollut 24 000 keskisuomalaista. Keskimaa Osk:n liikevaihto vuonna 2008 oli 486,5 miljoonaa euroa ja tulos 19,3 miljoonaa euroa. Keskimaa Osk:n kokonaismyynti vuonna 2008 oli 598,5 miljoonaa euroa. Kokonaismyynnin muutos verrattuna vuoteen 2007 oli +8,4%. (Harju, Sillanmäki & Tammitie 2009, 2, 19). Keskimaa Osk:n vuoden 2008 myynnin jakauma toimialoittain havainnollistetaan kuviossa 2.



KUVIO 2. Myyntien jakauma toimialoittain (Harju, Sillanmäki & Tammitie 2009, 32)

Keskimaa on yksi Keski-Suomen suurimmista työnantajista. Vuoden 2008 lopussa aktiivisessa työsuhteessa oli 1726 työntekijää. Kuviossa 3 esitetään henkilöstön jakautuminen toimialueittain. (Harju, Sillanmäki & Tammitie 2009, 24.)



KUVIO 3. Henkilöstön jakautuminen toimialoittain (Harju, Sillanmäki & Tammitie 2009, 32)

Keskimaa Osk pyrkii toimimaan ympäristöä mahdollisimman vähän kuormittavalla tavalla. Keskimaa Osk näkee ympäristön huomioivan toiminnan ekologisesti järkevänä ja kustannustehokkaana. Systemaattinen ja pitkäjänteinen toiminta alkaa jo uusien toimipaikkojen suunnittelusta. Ympäristöön sijoittaminen maksaa usein käyttövaiheessa itsensä takaisin, vaikka se kasvattaa rakentamisen kustannuksia. Ympäristön kannalta merkittävät investoinnit korostavat Keskimaan arvomaailman mukaista vastuullisuutta. (Harju, Sillanmäki & Tammitie 2009, 22.)

Energiansäästön merkitys korostui syksyllä 2008 allekirjoitettujen kaikkia toimialoja koskevien energiantehokkuussopimuksien myötä. EU-direktiivien vaatimuksen mukainen yhdeksän prosentin energiansäästötavoite vuoteen 2016 mennessä koskee koko S-ryhmää. Keskimaa Osk:ssa etsitään jatkuvasti uusia keinoja energiasäästöön parantamiseksi, mutta asiointimukavuus ja

henkilöstön työolosuhteet eivät saa kärsiä energiansäästön vuoksi. (Harju Sillanmäki & Tammitie 2009, 22).

2.5 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä käytetään tapaustutkimusta, koska työssä on tarkoituksena tutkia yksityiskohtaisesti atk-laitteiden energiankulutusta Keskimaa Osk:lla.

Laadullinen tapaustutkimus

Tutkimus on kvalitatiivinen eli laadullinen tapaustutkimus. Tutkimuksen lähtökohtana on ymmärtää tutkimuskohde. Usein tutkimus alkaa kentän kartoittamisella, jossa tutkija toimii. Kvalitatiivisen tutkimuksen tarkoitus on moninaisen todellisen elämän kuvaaminen. Sen pyrkimyksenä on kohteen mahdollisimman kokonaisvaltainen tutkimus. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2003, 152, 169.)

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkija luottaa omiin havaintoihinsa ja keskusteluihin tutkittaviensa kanssa. Luonteeltaan kvalitatiivisen tutkimus on kokonaisvaltaista tieton hankintaa, ja aineisto kootaan todellisessa tilanteissa. Kvalitatiivisen tutkimuksen kohdejoukko valitaan harkiten ja tarkoituksenmukaisesti, ei satunnaisotuksen menetelmää käyttäen. Tutkimuksen aineiston hankinnassa suositaan metodeja, joissa tutkittavien näkökulmat pääsevät esille, kuten teemahaastattelua. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2003, 155.)

Tapaustutkimuksen tarkoituksena on tutkia yksityiskohtaisesti ja intensiivisesti tiettyä tapausta. Tyypillisesti tapaustutkimusta suoritetaan luonnollisissa tilanteissa. Aineistoa voidaan kerätä useita metodeita käyttäen, kuten havannoin, haastatteluin ja dokumentteja tutkien. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2003, 123.)

2.6 Tiedonkeruumenetelmät

Tutkimuksessa käytetään tiedonkeruumenetelminä haastattelua ja havainnointia. Haastattelut toteutetaan keväällä 2009 teemahaastatteluina ja puhelinhaastatteluina.

Haastattelu

Haastattelu on ainutlaatuinen tiedonkeruumenetelmä, koska siinä ollaan suorassa vuorovaikutuksessa tutkittavan kanssa. Verrattuna muihin tiedonkeruumuotoihin etuna pidetään joustavuutta aineistoa kerätettäessä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2003, 191 – 192.)

Haastattelu valitaan usein, kun tutkittava aihe-alue on vähän kartoitettu ja halutaan syventää saatavia tietoja. Haastattelut edellyttävät huolellista valmistautumista haastattelijan rooliin. Haastattelun avulla suunnitellut henkilöt saadaan yleensä mukaan tutkimukseen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2003, 192 – 193.)

Tässä työssä haastatteluiden tarkoituksena on saada yksityiskohtaisempaa tietoa Keskimaa Osk:n atk-laitteista ja niiden käytöstä. Lisäksi haastatteluilla pyritään saada tietoa siitä, kuinka Keskimaa Osk:n atk-laitehankinnat tapahtuvat ja lisäksi pyritään selvittämään käyttäjien asenteita energiansäästämistä kohtaan.

Teemahaastattelu

Hirsjärven teoksessa tutkimushaastattelut jaetaan kolmeen ryhmään: strukturoituun haastatteluun, teemahaastatteluun ja avoimeen haastatteluun. Tässä tutkimuksessa haastattelun muotona on teemahaastattelu. Teemahaastattelu on lomake- ja avoimen haastattelun välimuoto, jossa on tavanomaista, että haastattelun aihepiirit eli teema-alueet ovat tiedossa, mutta kysymyksillä ei ole tarkkaa muotoa ja järjestystä. Teemahaastattelun tuloksia voidaan analysoida ja tulkita monin tavoin. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2003, 195.)

Havannointi

Havannointia pidetään hyvin sopivana kvalitatiivisen tutkimusmenetelmän tiedonkeruumenetelmäksi. Havainnoinnilla saadaan selville toimivatko ihmiset niin kuin he sanovat toimivansa. Havainnoinnin etuna on, että sen avulla voidaan saada välitöntä, suoraa tietoa tutkittavasta toiminnasta ja käyttäytymisestä. Havainnoinnin toteuttaminen on työlästä, mutta sen avulla saadaan mielenkiintoista ja monipuolista tietoa. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2003, 199 - 201.)

2.7 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksen avulla pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitä hyötyä atk-laitteiden energian säästäminen voisi tuoda Keskimaa Osk:lle?
2. Millaisia rajoitteita käyttäjät asettavat atk-laitteiden virran säästöön?
3. Kuinka paljon Keskimaa voisi säästää, jos atk-laitteiden virran kulutukseen kiinnitettäisiin jatkossa enemmän huomiota?

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen tarkoitus on selvittää, millä eri tavoin Keskimaa Osk hyötyisi, jos atk-laitteiden virransäästöön kiinnitettäisiin enemmän huomiota ja saataisiin vähennettyä kulutusta. Toisessa kysymyksessä selvitetään, mitkä käyttäjien asettamat rajoittavat tekijät tulee tiedostaa atk-laitteiden virran kulutuksessa. Onko esimerkiksi laitteita, jotka vaativat jatkuvaa päällä olemista. Kolmannessa tutkimuskysymyksessä on tavoitteena selvittää Keskimaa Osk:n atk-laitteiden potentiaalinen energiansäästö.

3 TYÖASEMAYMPÄRISTÖ SÄHKÖN KULUTUKSEN KANNALTA

Isobritannialaisen Living Life Green -yhtiön arvion mukaan tietotekniikan osuus yritysten energian kulutuksesta on keskimäärin noin kymmenen prosenttia, mutta osuus vaihtelee suuresti toimialan mukaan. (Hämäläinen 2009).

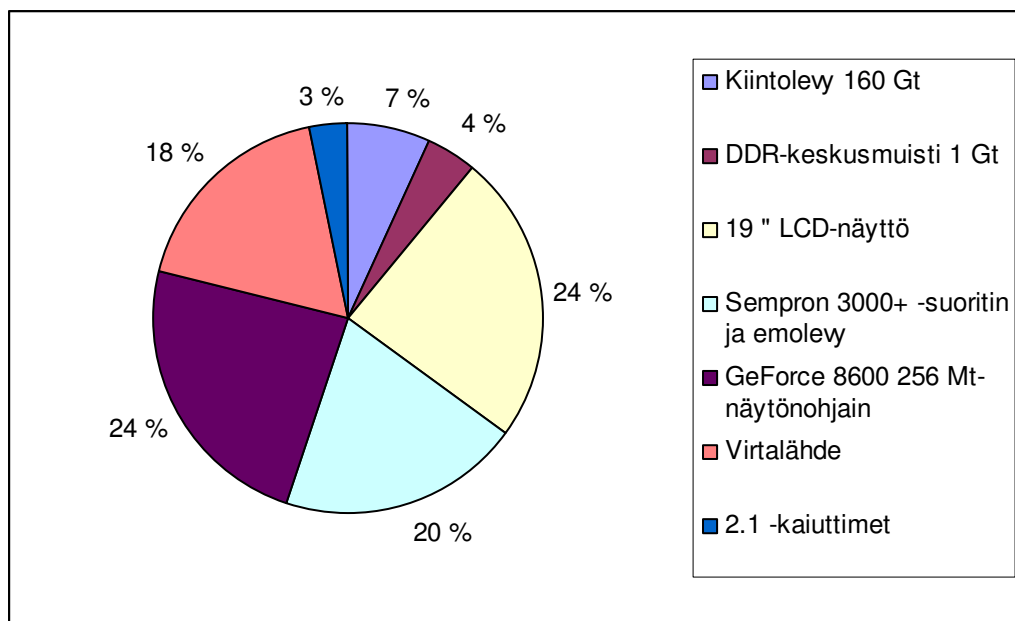
Motivan tutkimuksen mukaan työasemien ja niiden oheislaitteiden sähkönsäästökeinot ovat tiivistettynä enegiatehokkaiden laitteiden hankinta, virransäästöasetuksien tehokas käyttö, laitteiden sammutus ja edellisten ohjeiden noudattamisen seuraaminen (Motiva Oy 2006, 3).

Tietokoneiden ja näyttöjen energiansäästöasetuksilla on merkittävä vaikutus energiankulutuksen vähentämiseen organisaatioissa, joissa tietokoneiden osuus on suuri. Konemerkeillä, malleilla ja iällä voi olla kuitenkin vaikutuksensa energiansäästöön. Samanlaiset energiansäästöasetukset eri valmistajien keskusyksiköissä voivat pudottaa tehoja eri tavalla. On myös otettava huomioon, että kaikki käyttöjärjestelmät eivät tue energiansäästöominaisuuksia. (Kokkarinen, Nissinen, Loisa, Pihala & Härkönen 2005, 45.)

3.1 Pöytätyöasemat

Pöytätyöasemaksi lasketaan laite, jossa keskusyksikköön tulee kiinnittää erillisinä näppäimistö, hiiri ja näyttö. Keskusyksikköön valitut osat ja komponentit kuluttavat kukin erikseen sähköä. (Motiva Oy 2006, 12.) Prosessori on merkittävä tehonkuluttaja-komponentti tietokoneissa. Prosessorin tehon kulutukseen vaikuttavat käytettävä kellotaajuus, viivaleveys, käyttöjännite, prosessorin monimutkaisuus ja käyttöaste. Mitä enemmän prosessori tekee työtä, sitä enemmän se tarvitsee tehoa. (Flyktman 2002, 154.)

Toinen merkittävä tehonkuluttaja-komponentti tietokoneessa on näyttöohjain, jonka tehtävänä on tuottaa kuva näytölle. Tavallisen näyttöohjaimen vaihtaminen graafiseen työhön tai pelikäyttöön tarkoitettuun tehokkaampaan näyttöohjaimen nostaa virrankulutusta noin 70 wattiin jopa 250 wattiin asti. Näin sähkönkulutuksen vuoksi on tärkeää valita työasema ja komponentit käyttötarkoituksen mukaan. (Motiva Oy 2006, 13.) Kuviossa 4 havainnollistetaan tietokoneen virrankulutuksen jakautumista komponentteittain, kun perusmikrolla pelataan raskasta 3d-peliä. Toimistokäytössä ei tietokoneelta ei vaadita niin suuria tehomääriä kuten pelikäytössä, joten kaavio on Keskimaa Osk:n atk-laitteille vain suuntaa antava.



KUVIO 4. Tietokoneen virrankulutuksen jakautuminen komponenteittain (Rantanen 2006)

Työasemat kuluttavat tavallisesti sähköä jonkin verran sammutettunakin, jos sen virtajohto on kytkettynä. Irrottamalla virtajohdon voi myös suojata tietokoneen sähköverkon häiriöiltä ja ukkoselta. (Motiva Oy 2006, 13.) Hyvä ratkaisu on hankkia katkaisimella varustettu jatkojohto, jonka avulla saa näppärästi tietokoneesta virran pois (Vahti 2008).

Tietokoneet ovat liian usein jatkuvasti päällä. Virran katkaiseminen pitäisi saada rutiiniksi, sillä tietokone ei kulu sammuttamisesta sen enempää kuin jatkuvasta päällä olostakaan. (Hämäläinen 2009.) Nykyiset komponentit ja näytöt on suunniteltu kestäämään satoja tuhansia käynnistyskertoja. (Motiva Oy 2006, 36). Tietokoneiden käynnistämistä ja sammuttamista on ohjeistettu toisella tavalla vielä 2000-luvun alussa. Flyktman kertoo kirjassaan tietokoneen käynnistämisen ja sammuttamisen kuluttavan tietokonetta, mikä johtuu käynnistyksen yhteydessä tulevista sähköimpulsseista, joista elektroniikka rasittuu, sekä lämpötilan vaihteluista. (Flyktman 2002, 35).

Työasemien jatkuva päällä olo rasittaa konetta huomattavasti. Se heikentää tietoturvallisuutta, lyhentää laitteiden todellista käyttöikää ja heikentää myös itse työaseman suorituskykyä ja käytettävyyttä. Vaikka tietokoneiden aiheuttamat tulipalot ovat harvinaisia, tietokonelaitteiden sammuttaminen vähentää tulipaloriskiä jatkuvasti päällä oleviin laitteisiin verrattuna. (Motiva Oy 2006, 38 - 40.)

Jos yrityksessä on ohjelmistopäivityksien vuoksi ohjeistettu jättämään tietokoneet yöksi päälle, tietohallinnon tulisi päivittää menetelmänsä. Nykyaikaisilla hallintaohjelmilla tietokoneet voidaan käynnistää verkon kautta. (Hämäläinen 2009.) Tietokoneiden etäkäynnistys tapahtuu Wake on Lan (Wol) -standardin mukaisesti, jossa lähiverkkoon kuuluva tietokone on mahdollista käynnistää päälle ja sammuttaa. Wol-mekanismiin avulla tietokoneiden päivitys onnistuu myös silloin, vaikka koneet olisi normaalisti sammutettu työpäivän jälkeen. (Motiva Oy 2006, 38.) Wol-mekanismi tarvitsee toimiakseen verkkokortin, joka tukee Wol-standardia, modeemin joka tukee Wake-On Ring (Wor) –menetelmää ja lisäksi tietokoneen emolevyn on tuettava kyseessä olevia menetelmiä. (Flyktman 2002, 159.)

3.2 Kannettavat tietokoneet

Kannettava tietokone on laite, jossa näppämistö, hiiri ja näyttö kuuluvat yhteen kokonaisuuteen. Kannettava tietokone on nimensä perusteella suunniteltu liikuteltavaksi työasemaksi, minkä vuoksi sen tulee olla mahdollisimman itsenäinen myös sähkökulutuksen suhteen. (Motiva Oy 2006, 12.)

Kannettava tietokone on kaikkein energiataloudellisen ratkaisu käyttää tietokonetta. Kannettavien tietokoneiden virran kulutus on minimoitu, jotta laitteet pystyvät toimimaan mahdollisimman pitkään akkujensa varassa. Rantasen mukaaan matkakäyttöön suunnitellut Pentium M ja Turion64-prosessorit selviävät viidesosalla tehokkaimpien pöytäprosessorien virrankulutuksesta ja kannettavien tietokoneiden näytönohjaimet on suunniteltu vähän virtaa kuluttaviksi. Kannettavien tietokoneiden prosessorit sisältävät tekniikkaa, joka vähentää prosessorin käyttöjännitettä ja kellotaajuutta, jos tietokoneella on laskentatyötä vähän. Kannettavien tietokoneiden näytöt ovat pöytäkoneissa käytettyjä näyttöjä pienempiä, mikä myös vähentää sähkön kulutusta. (Rantanen 2006.)

Motivan mukaan keskistason kannettava tietokone kuluttaa 50 - 80 prosenttia vähemmän energiaa kuin keskistason pöytäkone ja CRT-näyttö (Motiva Oy 2006, 12). Vaikka kannettava tietokone on ominaisuuksiltaan lähes pöytä tietokoneenveroinen, se ei ole yhtä tehokas kuin vastaavat pöytäkoneet (Flyktman 2008, 3).

Sekä Gartnerin että Googlen selvitysten mukaan palvelimien elinkaarikustannuksista sähkön kulutuksesta aiheutuva kustannus ylittää jo varsinaisen laitehankinnan hinnan. Prosessorit kuluttavat ison osan palvelinlaitteiden sähköstä joko suoraan tai välillisesti tuulettimien ja muiden jäähdytinlaitteiden kautta. (Motiva Oy 2006, 25.)

3.3 Näytöt

Näyttöjä on pääsääntöisesti kahta eri tyyppiä, katodisädeputkitekniikalla toimiva CRT-näyttöjä ja uudempia, litteitä nestekidetekniikalla toimivia LCD-näyttöjä, jotka kuluttavat huomattavasti vähemmän virtaa kuin CRT-näytöt. Motivan mukaan keskistason LCD-näyttö kuluttaa noin 50 % vähemmän energiaa kuin tavallinen kuvaputkinäyttö. (Motiva Oy 2006, 14.)

Litteät ja vähän virtaa kuluttavia nestekidenäyttöjä (LCD) käytetään kaikissa kannettavissa tietokoneissa. Myös pöytä tietokoneissa nestekidenäytöt alkavat olla yleisempiä kuin kuvaputkinäytöt. (Flyktman 2006, 58.)

Näytönsäästäjät eivät nimestään huolimatta säästä sähköä, vaan niiden tehtävänä on liikuttaa kuvaa ja estää näin paikallaan pysyvien kuvaelementtien kiinni palaminen kuvaruutuun. Monimutkaiset näytönsäästäjät voivat jopa nostaa prosessorin ja näytönohjaimen kuormaa ja näin kasvattaa virran kulutusta. Energian kulutukseltaan paras ratkaisu näytönsäästäjäksi on tyhjä, musta ruutu. (Motiva Oy 2006, 32.)

Näytönsäästäjillä ei ole enää samanlaista kuvaruutua säästävää vaikutusta kuin 1980-luvulla vielä oli (Flyktman 2008, 26).

TAULUKKO 1. Työasemien keskimääräisiä kulutuslukemia (Motiva Oy 2006, 13)

Työasematyyppi	Päällä	Valmiustila	Lepotila	Pois päältä
Perustyöasema	75 W	40 W	4 W	4 W
Tehotyöasema	100 W	50 W	6 W	6 W
Kannettava	30 W	10 W	1 W	1 W

Taulukossa 1 havainnollistetaan työasemien todellisia kulutuslukemia toimistokäytössä. (Motiva Oy 2006, 13).

3.4 Virransäästötilat

Virransäästötilojen vuoksi tietokoneita ei kannata sammuttaa kokonaan, jos niitä aiotaan käyttää lähitunteina uudelleen. Virransäästöominaisuudet tulivat ensimmäisen kerran tietokoneisiin 1980-luvulla. Intel ja Microsoft laativat yhteiset säännöt laitetuelle ja virransäästötilojen ohjelmistokontrollille. Kehitetystä APM (Advanced Power Management) -mekanismista suurin osa virransäästöominaisuuksista toteutettiin BIOSiin. Käyttöjärjestelmätason tehon hallinta parantui ja työaseman virtatila systematisoitiin vuonna 1996 laaditussa rajapinnassa ACPI (Advanced Configuration and Power Interface), jota tukevat esimerkiksi Microsoft Windows XP. (Motiva Oy 2006, 30.)

ACPI määrittää keskusyksikölle seuraavat eri tilat:

S0-tila on tietokoneen normaali päällä-tila, jolloin virrankulutus on maksimissaan.

S1-tila (POS, Power on Suspend), tietokoneen prosessori ja muistiväylä pysäytetään, mutta niille syötetään virtaa tilan säilyttämiseksi. Palautuminen kestää tyypillisesti alle kaksi sekuntia. (Motiva Oy 2006, 30 - 32; Flyktman 2006, 87.)

S2-tila, tietokoneen prosessorilta katkaistaan sähkönsyöttö, prosessorin ja välimuistin tila menetetään ja nämä joudutaan hakemaan normaalitilaan palautuessa muistista. Palautuminen kestää tyypillisesti yli kaksi sekuntia. (Motiva Oy 2006, 30 - 32; Flyktman 2006, 87.)

S3-tila, (STR, Suspend To RAM), tietokoneessa asetetaan virransäästötiloihin kaikki muut laitteet paitsi muisti. Palautuminen on huomattavasti hitaampaa kuin S-2-tilassa. (Motiva Oy 2006, 30-32; Flyktman 2006, 87.)

S4-tila, (STD, Suspend To Disk) kaikki laitteet ovat virransäästötilassa. Tehonkulutus on lähellä nollaa. Muistin sisältö tallennetaan työaseman kiintolevylle. Toipuminen kestää huomattavasti kauemmin kuin tiloissa S1-S3, mutta lyhyemmän aikaa kuin normaali käynnistys. (Motiva Oy 2006, 30 - 32; Flyktman 2006, 87.)

S5-tila, muistin tilaa ei säilytetä, kaikki avoimet työt menetetään. Vastaa tilaa, jossa työasema on kytketty pois päältä virtakytkimestä. Käynnistyminen edellyttää normaaleja tietokoneen käynnistysrutiineja ja käynnistymisnopeus on sen mukainen. S5-tilassa virtaa on vain kellopiirillä, verkko-ohjaimella ja modeemilla. Tila on tarkoitettu sammuttamaan tietokoneen tilan sallien samat käynnistysmahdollisuudet kuin virransäästötilassakin. (Motiva Oy 2006, 30 - 32; Flyktman 2006, 87.)

S1-S4-tiloja kutsutaan varsinaisiksi virransäästötiloiksi. Virransäästötilat säilyttävät järjestelmän muistin ja dokumenttien tilan joko muistipiireissä tai

kiintolevyllä, näistä tiloista järjestelmä voi palautua suoraan normaaliin käyttötilaan, josta virransäästötila käynnistettiin. (Motiva Oy 2006, 30 - 32; Flyktman 2006, 87.)

Pääsääntöisesti työaseman valmiustila tarkoittaa jotakin tiloista S1-S3, mutta tila voi vaihdella valmistajakohtaisesti. Yleisesti kannettavien tietokoneiden valmiustilalla tarkoitetaan tilaa S3. (Motiva Oy 2006, 30 - 32; Flyktman 2006, 87.)

Valmiustila, tunnetaan myös nimillä Standby, Suspend to Ram on yksi yleisimmistä virransäästötiloista. Yleisin käytössä oleva valmiustila on S3-tila. Tilaan siirtymisen käyttäjä huomaa siitä, kun näyttö menee pimeäksi, tietokone hiljenee ja merkkivalo syttyy tai vilkkuu. Tietokoneen kulutus S3-tilassa on vain muutaman watin luokkaa. Tietokone palautuu säästötilaa edeltäneeseen tilanteeseen näppäimen painalluksella tai hiiren liikkellä. Useimmat tietokoneet toimivat valmiustilassa, jolloin suurin osa tietokoneen komponenteista on virransäästötilassa. (Motiva Oy 2006, 30 - 32; Flyktman 2006, 87.)

Lepotila, joka tunnetaan myös nimillä Hibernation, Suspend to Ram tai horrostila, on yksi yleisimmistä virransäästötiloista. Ensiksi lepotilaan siirryttäessä muistin ja prosessorin tiedot tallennetaan kiintolevylle ja tämän jälkeen tietokone sammutetaan. Tietokoneen käynnistyessä seuraavan kerran tiedot luetaan kiintolevyltä ja näin työpöytä näyttää samanlaiselta kuin se oli ennen sulkemista. Lepotilassa tietokoneen palautuminen kestää yhtä kauan kuin tavallinenkin tietokoneen käynnistys, mutta erona on, että kesken jääneet työt ovat heti valmiina käsiteltäviksi. Lepotilassa toimivat useimmat kannettavat tietokoneet, mutta eivät aivan kaikki pöytätietokoneet eivät. (Motiva Oy 2006, 30 - 32; Flyktman 2006, 87.)

3.5 Laitteiden hankinta

Tyypillinen toimistokoneiden käyttöikä yrityksissä ja julkishallinnon organisaatiossa on 3 - 4 vuotta. Näin laitteen hankintavaihe on merkittävä energiatehokkuusratkaisu. Hankintavaiheessa on tärkeää kiinnittää huomiota laitteiden tarkoituksenmukaisuuteen. Laitteiden ominaisuuksien tulee vastata käyttötarkoitusta välttämällä tarpeettomien sähköä kuluttavien komponenttien hankkimista. Mahdollisuuksien mukaan kannattaa hankkia yhteiskäyttöisiä laitteita, joiden käyttöaste on korkea. Olennainen asia hankintavaiheessa on myös huomioida laitteen virrankulutus sekä varmistaa, että laitteissa on monipuoliset ja luotettavat virransäästötilat. Hitaat palautumisajat virransäästötiloissa heikentävät käytettävyyttä, jolloin virransäästötilat kytketään pois päältä useasti kokonaan. (Motiva Oy 2006, 30.)

Liikkuville käyttäjille tulee hankkia kannettava tietokone pöytätyöasemien sijasta ja välttää kahden koneen hankkimista yhdelle käyttäjälle. Näytöksi tulee hankkia energiatehokas LCD-näyttö kuvaputkinäyttöjen sijaan. (Motiva Oy 2006, 30.)

Laittehankinnoilla voidaan säästää paljon rahaa ja ympäristöä. Käyttötarkoituksen huomioiminen ja yhteiskäyttöisten laitteiden suosiminen vähentää yksittäisten laitteiden määrää. Näillä keinoilla vähennetään laitteiden valmistukseen tarvittavaa materiaalia ja siihen kulutunutta energian määrää. Lisäksi tuotteen elinkaaren päättyessä kierrätettävän romun ja ongelmajätteen määrä vähenee. (Motiva Oy 2006, 40.)

3.5.1 Energiamerkinnot ja -standardit

Energiakulutuksen kannalta hyvien laitteiden hankinnan helpottamiseksi on luotu standardeja. Tavallisesti nämä standardit määrittävät raja-arvot energiakulutukseltaan hyväksi katsottujen laitteiden virrankulutukselle ja virransäästöominaisuuksille. Yleisimpiä työasemia ja niiden oheislaitteita koskevia standardeja ja merkintöjä ovat Energy Star® 1 ja TCO'062 sekä TCO'05. (Motiva Oy 2006, 15 - 16.)

Energy Star -ohjelma

1990-luvun alussa USA:n ympäristönsuojeluvirasto eli EPA laittoi projektina Energy Star-ohjelman alulle, ja se kasvoi myöhemmin maailmanlaajukseksi energiansäästö-ohjelmaksi. Pääasiassa Energy Star –standardia on hyödynnetty työasemissa, joissa merkintä asettaa raja-arvot työaseman mitatulle virrankulutukselle normaalitilassa, valmiustilassa sekä lepotilassa. (Motiva Oy 2006, 16.)



KUVIO 5. Energy Star -ohjelman tunnus (Kokkarinen, Nissinen, Loisa, Pihala, & Härkönen 2005, 9)

Ruotsalaisten toimihenkilöammattiliittojen muodostama TCO-järjestön (TCO, The Swedish Confederation of Professional Employees) myöntämä energia-, ergonomia- ja ympäristömerkki TCO on tunnettu enegiamerkintä. TCO eroaa Energy Star -merkistä sisältämällä vaatimuksia energiankulutuksen lisäksi myös työntekijän terveyteen ja ympäristöön liittyen. (Kokkarinen, Nissinen, Loisa, Pihala, & Härkönen 2005, 9).

Eniten levinnyt näyttöjä koskeva ympäristömerkintä on TCO'03- standardi, joka sisältää standardit sekä kuvaputkinäytöille että litteille LCD-näytöille. TCO'03 -standardia on täsmennetty medianäytöille sopivaksi standardissa TCO'06. (Motiva Oy 2006, 23.)

Pohjoismainen ympäristömerkki kattaa kopiokoneet, tulostimet, telefaksit, ja henkilökohtaiset tietokoneet, ja Euroopan ympäristömerkki kattaa

henkilökohtaiset tietokoneet. Molemmissa on vaatimukset laitteiden energiansäästöominaisuuksille. (Kokkarinen, Nissinen, Loisa, Pihala, & Härkönen 2005, 9.)

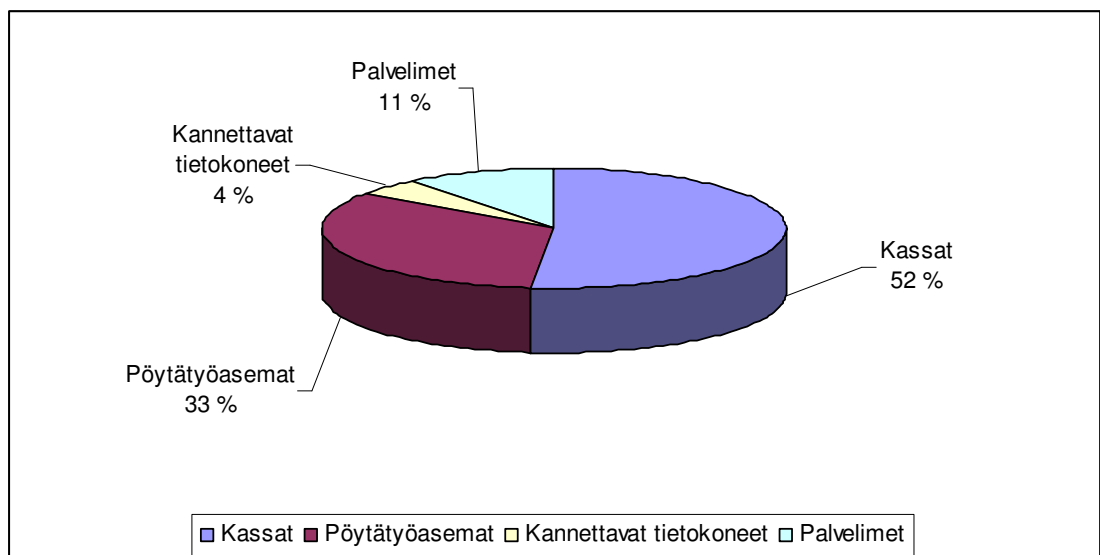
3.5.2 Virrankäyttösuunnitelma

Keskittämällä energiatehokkuusajattelun koko tietotekniikka-arkkitehtuuriin ja ottamalla huomioon laitteistojen koko elinkaari saadaan aikaan säästöjä. Vakioimalla ekonäkökohdat hankintojen päätöskriteereihin ja laitteiden käyttötoimintoihin ei tarvitse enää pohtia yksityiskohtaisia merkityksiä. Tällaiseen toimintapaan päästään vihreän strategian luomisella. Vastuuta energian säästöstä ei kannata määrätä kaikkien laitehankinnoista vastaavien haasteeksi, vaan energiatehokkuuden ohjaus on hyvä keskittää. (Hämäläinen 2009.) Sähkönsäästökeinojen noudattamisen seuranta ja kehittäminen tulee vastuuttaa henkilölle, jolla on osaamista työasemaympäristön hallinnasta ja intoa toimia energiatehokkaamman ympäristön puolesta. Havaittuihin poikkeamiin tulee puuttua, esimerkiksi ohjeiden lisäkoulutuksella tai sähkön säästöön motivoinnin tehostamisella. (Motiva Oy 2006, 39 - 40).

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

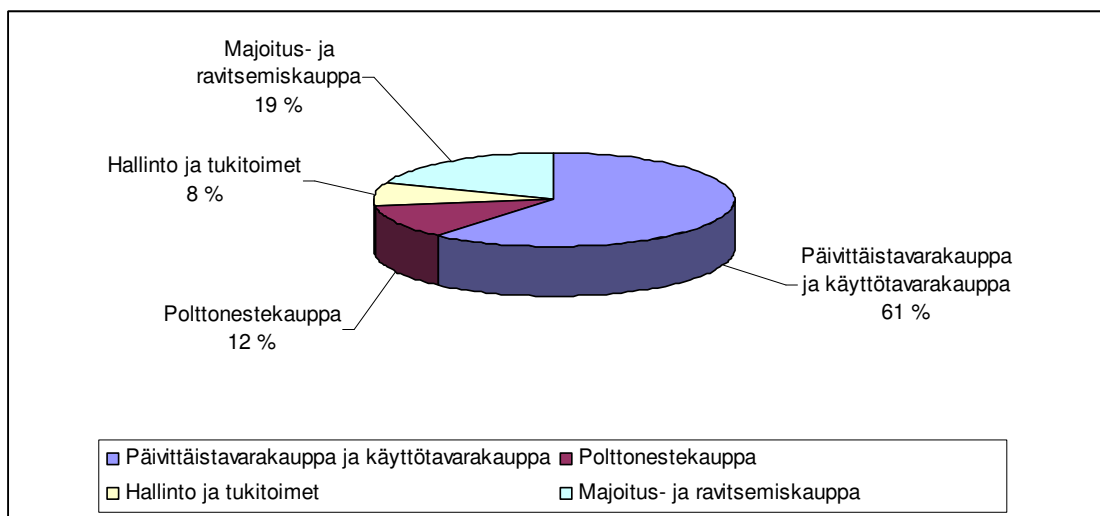
Keskimaa Osk:n atk-laitteiston kartoitus toteutettiin maaliskuussa 2009 organisaation ICT-tuessa Microsoft Management Console 3.0 - etäkäyttöjärjestelmällä, jolla voidaan hallita verkkoon kytkettyjä työasemia keskitetysti verkon läpi. Lisäksi etsittiin tietokoneiden tiedot Directory and Resource Administrator Web Consolen avulla. Lopuksi laitteistot taulukoitiin Microsoft Excelillä. Etäkäyttöjärjestelmän avulla ei saatu luotettavaa lukumäärää liikennemyymäläpuolen atk-laitteista, joten niiden konemäärät varmistettiin puhelinsoitoilla toimipisteisiin.

Kartoituksessa saatiin Keskimaa Osk:n atk-laitteiden kokonaislukumääräksi 868 tietokonetta. Kuviossa 6 havainnollistetaan Keskimaa Osk:n atk-laitteiden jakaumaa. Suurin osa Keskimaa Osk:n atk-laitteista on kassoja, yhteensä 449 kappaletta eli 52 prosenttia laitteista.



KUVIO 6. Keskimaa Osk:n kaikki laitteet

Päivittäistavarakauppa ja käyttötavarakauppa vastasivat yhteensä 78 prosentista Keskimaa Osk:n myynnistä vuonna 2008. Keskimaa Osk:n päivittäistavarakaupan ja käyttötavarakaupan osuus kaikista atk-laitteista oli myös ylivoimaisesti suurin. Kuviosta 7 selviää, kuinka Keskimaa Osk:n atk-laitteet ovat jakautuneet toimialueittain.



KUVIO 7. Atk-laitteiden jakauma toimialueittain

Keskimaan atk-laitehankinnat

Haastatteluiden perusteella Keskimään atk-laitehankinnat tehdään organisaation ICT-tuessa. Laitehankinnat määräytyvät toimialan mukaan. Millä toimialalla toimitaan, sen kassajärjestelmien toimittajien valikoimista tulevat toimipisteen kaikki atk-laitteet. Valikoimissa ei ole paljon vaihtoehtoja mistä valita, sillä toimittajilla ei ole useimpia malleja. Ainoastaan pöytätyöasemiin pystytään valitsemaan lisälaitteita. Työasemakäyttöön malleja on tarjolla hieman enemmän. Keskimään konttorille atk-laitteet tulevat lähinnä kahdelta toimittajalta, Dell:ltä ja HP:ltä. Koneet ovat tavallisessa toimistokäytössä, minkä vuoksi koneilta ei vaadita isoja tehoja. Keskimään tietokoneissa käyttöjärjestelmänä on käytössä Windows XP Pro, joka tukee nykyaikaisia

virransäästötiloja, ja palvelinkoneissa Windows Server 2003 sekä Windows 2000 Server.

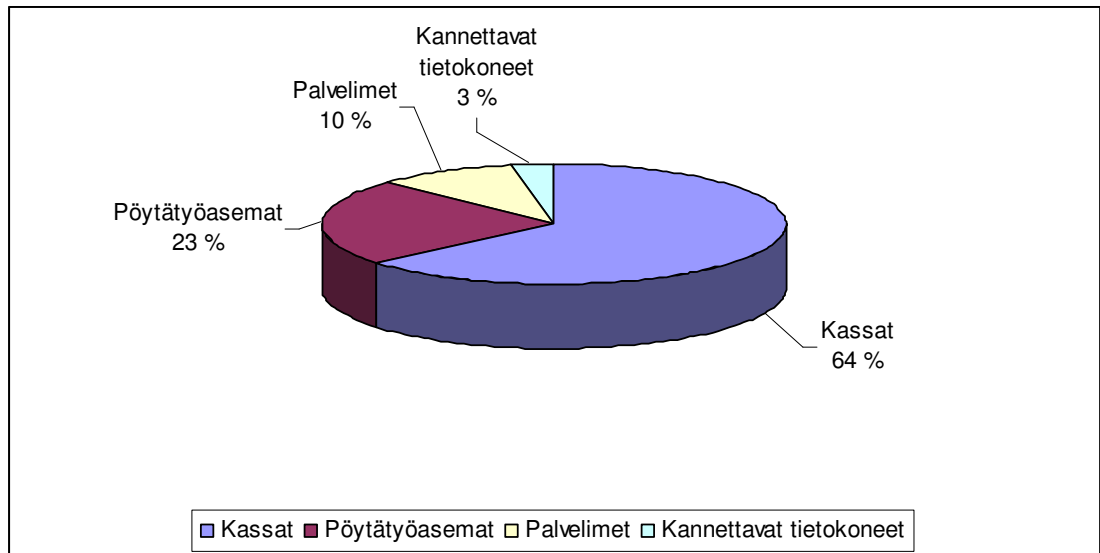
Keväällä 2009 tehtyjen puhelinhaastatteluiden mukaan SOK:n tietohallinto määrittelee työasemavakion, toisien sanoen kuvan, joka sisältää yhtenäiset käyttöjärjestelmä- sekä ohjelmistoasetukset kaikille laitteistolle.

Työasemavakioissa on luotu omat tietyt versiot työasemille ja kassoile.

Työasemavakioiden virransäästötiloihin ei ole luotu mitään tiettyä standardia, mutta pääosin työasemissa käytetään Windowsin default-asetuksia virransäästötiloissa. Koneiden toimittajat ovat asettaneet omia erilaisia virransäästötiloja, kuten esimerkiksi Dell on tehnyt. Kassajärjestelmissä virransäästötiloihin on säädetty pitkä aika, jotta kassat ovat toimintavalmiudessa vaikka ne olisivat olleet pitkään käyttämättä. Keskimään ICT-tuessa ei olla erikseen säädetty virransäästäasetuksia, joten asetukset ovat SOK:n tietohallinnon luoman työasemavakion mukaiset.

Majoitus- ja ravitsemiskauppa

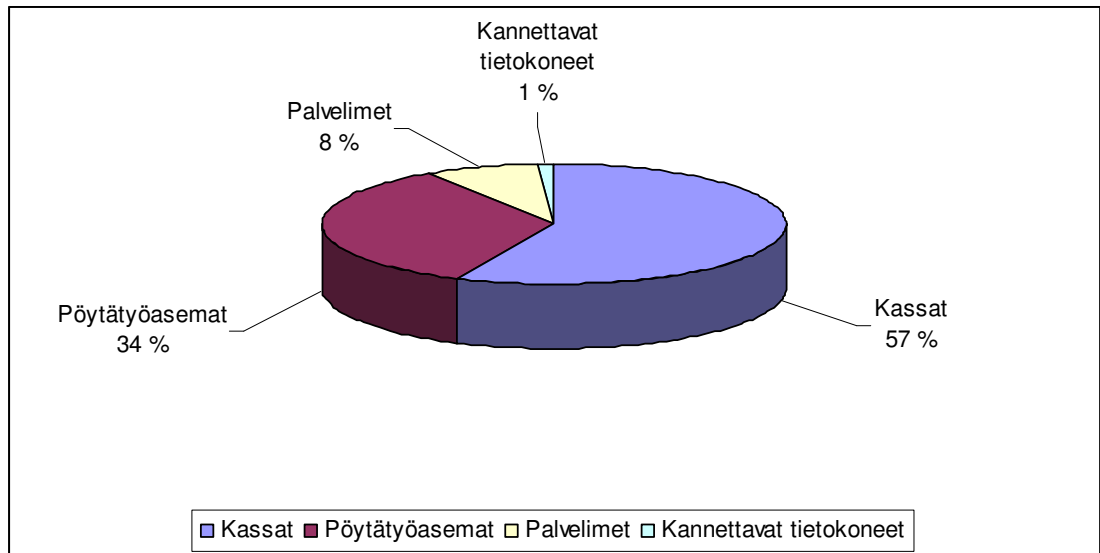
Keskimään majoitus- ja ravitsemiskauppapuolen kassajärjestelmän toimittaja on Aldata Solution Oyj. Maaliskuussa 2009 tehtyjen puhelinhaastatteluiden perusteella majoitus- ja ravitsemiskaupan toimipisteissä palvelin- ja päätyöaseman tulee olla koko ajan päällä. Majoitus- ja ravitsemiskauppapuolen kassat eivät ota päivityksiä yöaikana vastaan, joten kassat ja näytöt voidaan sammuttaa välittömästi käytön jälkeen. Kassojen sammuttamista on myös ohjeistettu käyttäjille. Majoitus- ja ravitsemiskauppapuolen kassojen näytöt on asettu sammumaan automaattisesti 20 minuutin jälkeen. Keskimään majoitus- ja ravitsemiskauppa toimialalla on yhteensä 164 atk-laitetta, joita on havainnollistettu kuviossa 8.



KUVIO 8. Majoitus- ja ravitsemiskaupan atk-laitteet

Päivittäistavarakauppa ja käyttötavarakauppa

Keskimaan ja S-ryhmän marketpuolen kassajärjestelmän toimittaja on tietojen viestintätekniikan palveluyhtiö Fujitsu Services Oy. Keskimaan päivittäistavarakauppa ja käyttötavarakauppa-osastolle kuuluvat kaikki S-marketit, Salet, Prisma, Kodin Terra ja Sokos-tavaratalo. Kussakin toimipisteessä kassajärjestelmä koostuu tietokantapalvelimesta, kassoista sekä työasemista. Maaliskuussa 2009 tehtyjen puhelinhaastatteluiden perusteella palvelimen tulee olla jatkuvasti päällä, koska järjestelmä ottaa jatkuvasti vastaan päivityksiä. Myös kaikkien kassojen tulee olla jatkuvasti päällä, koska järjestelmä tekee ”yöajoja”, joilla ajetaan muun muassa tuotetietoja, tuotteiden hintatietoja ja kuittitietoja. Jos kassa on kaatunut tai sammutettu, tiedot tulkitaan virheeksi. Työasemat, kuten myös kaikki näytöt, voidaan sammuttaa heti käytön jälkeen. Kuviossa 9 on havainnollistettu Keskimaa Osk:n päivittäistavarakauppa- ja käyttötavarakauppa toimialojen atk-laitteiden määrää.

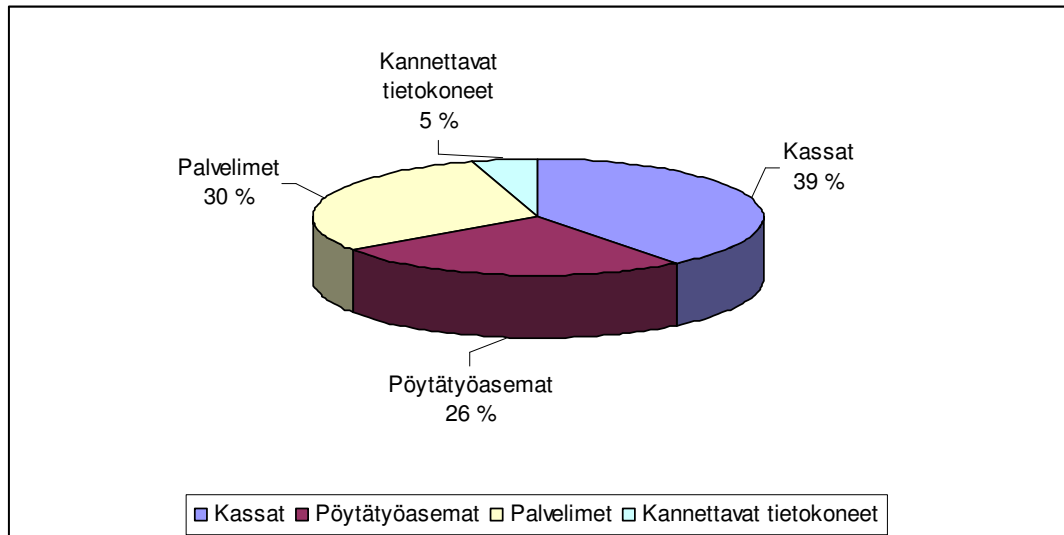


KUVIO 9. Päivittäistavarakauppa ja käyttötavarakauppa

Haastattelujen perusteella Prisma Keljossa kassojen alasajo suoritetaan vain kerran viikossa. Alasajon yhteydessä palvelimelta ajetaan koneisiin mahdolliset kassajärjestelmä-ohjelmapäivitykset tai muut ohjelmistopäivitykset. Prisma Keljossa on työntekijät ohjeistettu jättämään kassat päälle työvuoron päättyessä, mutta näytöt tulee sammuttaa työvuorojen jälkeen. Kassojen pitää olla heti toimintavalmiudessa, jotta asiakaspalvelu ei kärsisi eikä asiakas joutuisi turhaan odottamaan tietokoneen avautumista.

Polttonestekauppa

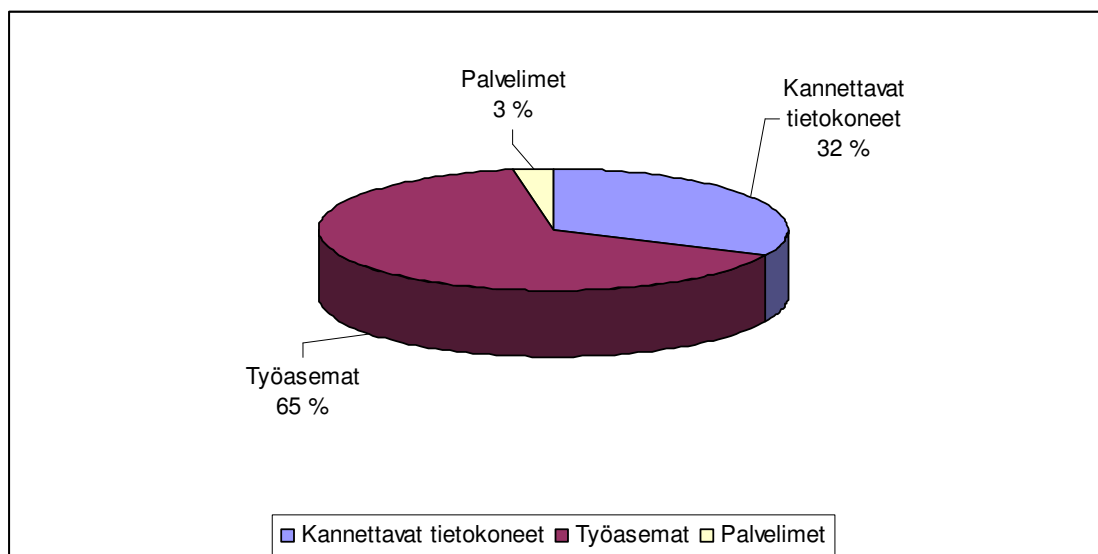
Polttonestekaupan kassajärjestelmän toimittaa Keskimaalle Finnpos Systems Oy. ABC-liikennemyymälät palvelevat asiakkaitaan läpi vuorokauden, ja näin ollen myös FinPos-päätaustakoneen ja kassojen tulee olla liikennemyymälässä koko ajan päällä. Työasemien ja kaikkien näyttöjen sammuttaminen on mahdollista heti käytön jälkeen. Kuviossa 10 on havainnollistettu Keskimaan liikennemyymälä- ja polttonestekaupan atk-laitteiden määrää.



KUVIO 10. Polttonestekauppa

Hallinto ja tukitoimet

Keskimaan konttorilla työasemat ja niiden näytöt on ohjeistettu sammuttamaan työpäivän jälkeen. Kahvi- ja ruokatuntien ajaksi koneita ei ole ohjeistettu sammuttamaan ja koneet ainoastaan lukitaan, jotta ulkopuoliset eivät pääse käsiksi koneelle. Kuviossa 11 on havainnollistettu Keskimaan liikennemyymälä- ja polttonestekaupan atk-laitteiden määrää.



KUVIO 11. Hallinto ja tukitoiminnot

4.1 Mittaukset

Keskimaan atk-kaluston sähkönkulutuksen mittaukset suoritettiin maaliskuussa 2009 kolmessa eri toimipisteessä. Kohteina olivat Prisma Keljo Jyväskylässä, Keskimaa Osk:n konttori sekä Jyväshovi Tanssiravintola Jyväskylässä. Mitattavina laitteina Prisma Keljossa olivat kassat ja työasemat, konttorilla työasemat ja kannettavat tietokoneet ja Jyväshovi Tanssiravintolassa kassat. Mitattavia laitteita oli yhteensä 10 kappaletta. Vaatimuksena kaikille mitattaville atk-laitteille oli, että laite oli normaalissa työkäytössä ja laitteet vastasivat Keskimaan peruslaitteita. Atk-laitteiden virrankulutusmittaukset havainnollistetaan taulukossa 2.

Tehon ja energian mittalaite CLM 210 lainattiin Jyväskylän Energia Oy:ltä. Mittarin käyttö sujui vaivattomasti. Mittari liitettiin tarkkailtavan kuorman ja verkon väliin ilman työkaluja. Mittarilla pystyi mittamaan pätehon, pätöenergian, jännitteen, virran sekä pätöenergian viimeiset 24 tuntia.

Sähkölaitteen toimiakseen tarvitsemaa tehoa mitataan wateissa (W) ja kulutetun sähköenergian määrää kilowattitunneissa (kWh). Sähköenergiaa kuluu 1 kWh, kun tuhannen watin tehoa kulutetaan yhden tunnin ajan. (Rantanen 2006.)

TAULUKKO 2. Keskimaan atk-laitteiden mittaukset

Laite ja toimipiste	Malli	Normaali tila	Valmiustila	Pois päältä
Kassa, Prisma Keljo	Intel Celeron 1,3 GHZ, 37,2 GB, Hyvision MV 141	55 W	30 W	12 W
LCD-näyttö	as 14"	15 W	3 W	1 W
Pöytätyöasema, Prisma Keljo	Intel Celeron 2,80 GHZ, 37,2 GB	79 W	42 W	5 W
LCD-näyttö	Eizo 17"	18 W	3 W	2 W

Laite ja toimipiste	Malli	Normaali tila	Valmiustila	Pois päältä
Pöytätyöasema, Keskimaa Osk konttori	Intel Pentium 4 CPU 2,40 GHZ, 37,2 GB	73 W	38 W	6 W
CRT-näyttö	Samsung SyncMaster 1100P+ 21"	85 W	5 W	2 W
Kannettava tietokone, Keskimaa Osk konttori	Intel Pentium M 1500 MHz, 55,8 GB	25 W	12 W	2 W
Näyttö	Compaq 14"			
Kassa, Jyväshovi	Intel Celeron CPU 2,66 GHZ, 37,2 GB	82 W	50 W	2 W
Näyttö	DS-500 15" (kosketusnäyttö)	25 W	5 W	2 W

5 LASKELMAT

Laskelmissa käytetyt kulutuslukemat pohjautuvat keväällä 2009 suoritettuihin mittauksiin. Vattenfallin mukaan sähkön käytetty keskihinta (myynti, siirto ja verot) on 11 snt/kWh. (Vattenfall 2009.)

Laskelmissa sähkön kokonaishinta on laskettu seuraavalla kaavalla:

hinta (11 snt/kWh) x kulutus kWh = laitteen käyttämän sähkön kokonaishinta.

Pöytätyöasemien arvioidut vuosittaiset energiankulutukset

Laskelmassa oletetaan, että pöytätyöasema on käynnissä työpäivinä 8 tuntia päivässä ja lopun ajasta suljettuna. Voidaan laskea yhden koneen vuosikulutus:

Päällä 220 vuorokautta x 8 tuntia = 1760 tuntia

Pois päältä 220 vuorokautta x 16 tuntia + 145 vuorokautta x 24 tuntia = 7000 tuntia

Keskusyksikkö: 1760 h x 75 W + 7000 h x 5 W = 167,0 kWh

Näyttö: 1760 h x 20 W + 7000 h x 2 W = 49,2 kWh

Yhteensä = 167,0 kWh + 49,2 kWh = 216,2 kWh

289 x (pöytätyöasema + näyttö) = 289 x 216,2 kWh = 62 482,8 kWh

Kustannukset:

0,11 € x 62 482,8 kWh = 6 867 euroa

Kannettavien tietokoneiden arvioidut vuosittaiset energiankulutukset

Laskelmassa oletetaan, että kannettava tietokone on päällä työpäivinä 8 tuntia päivässä ja lopun ajasta pois päältä.

Päällä 220 vuorokautta x 8 tuntia = 1760 tuntia

Pois päältä 220 vuorokautta x 16 tuntia + 145 vuorokautta x 24 tuntia = 7000 tuntia

Kannettava tietokone: $1760\text{h} \times 25\text{ W} + 7000\text{h} \times 2\text{ W} = 58,0\text{ kWh}$

38 (kannettava tietokone) x 58,0 kWh = 2204,0 kWh

Kustannukset:

0,11 € x 58,0 kWh = 6 euroa

Majoitus- ja ravitsemiskaupan kassojen arvioidut vuosittaiset energiankulutukset

Laskelmassa oletetaan majoitus- ja ravitsemiskaupan kassan olevan päällä 12 tuntia päivässä.

Päällä 365 vuorokautta x 12 tuntia = 4380 tuntia

Pois päältä 365 vuorokautta x 12 tuntia = 4380 tuntia

Keskusyksikkö: $4380\text{ h} \times 80\text{ W} + 4380\text{ h} \times 5\text{ W} = 372,3\text{ kWh}$

Näyttö: $4380\text{ h} \times 20\text{ W} + 4380\text{ h} \times 2\text{ W} = 96,4\text{ kWh}$

Yhteensä = $372,3\text{ kWh} + 96,4\text{ kWh} = 468,7\text{ kWh}$

$105 \times (\text{kassa} + \text{näyttö}) = 105 \times 468,7\text{ kWh} = 49\,213,5\text{ kWh}$

Kustannukset:

0,11 € x 49 213,5 kWh = 5 414 euroa

Päivittäistavarakaupan ja käyttötavarakaupan kassojen arvioidut vuosittaiset energiankulutukset

Laskelmassa oletetaan kassan olevan päällä 12 tuntia vuorokaudessa ja valmiustilassa 12 tuntia vuorokaudessa.

Päällä 365 vuorokautta x 12 tuntia = 4380 tuntia

Valmiustila 365 vuorokautta x 12 tuntia = 4380 tuntia

Keskusyksikkö: $4380 \text{ h} \times 55 \text{ W} + 4380 \text{ h} \times 30 \text{ W} = 372,3 \text{ kWh}$

Näyttö: $4380 \text{ h} \times 15 \text{ W} + 4380 \text{ h} \times 3 \text{ W} = 78,8 \text{ kWh}$

Yhteensä = $372,3 \text{ kWh} + 78,8 \text{ kWh} = 451,1 \text{ kWh}$

$303 \times (\text{kassa} + \text{näyttö}) = 303 \times 451,1 \text{ kWh} = 136\,683,3 \text{ kWh}$

Kustannukset:

$0,11 \text{ €} \times 136\,683,3 \text{ kWh} = 15\,035 \text{ euroa}$

Seuraavassa laskelmassa oletetaan kassojen olevan päällä 12 tuntia vuorokaudessa ja pois päältä 12 tuntia vuorokaudessa.

Päällä 365 vuorokaudessa x 12 tuntia = 4380 tuntia

Pois päältä 365 vuorokaudessa x 12 tuntia = 4380 tuntia

Keskusyksikkö: $4380 \text{ h} \times 55 \text{ W} + 4380 \text{ h} \times 12 \text{ W} = 293,5 \text{ kWh}$

Näyttö: $4380 \text{ h} \times 15 \text{ W} + 4380 \text{ h} \times 1 \text{ W} = 70,1 \text{ kWh}$

Yhteensä: $293,5 \text{ kWh} + 70,1 \text{ kWh} = 363,6 \text{ kWh}$

$303 \times (\text{kassa} + \text{näyttö}) = 110\,170,8 \text{ kWh}$

Kustannukset:

$0,11 \text{ €} \times 110\,170,8 \text{ kWh} = 12\,119 \text{ euroa}$

Seuraavassa esimerkissä lasketaan kuinka paljon voisi saada säästöjä aikaan, jos päivittäistavarakaupan ja käyttötavarakaupan kassat voitaisiin sulkea käytön jälkeen verrattuna nykytilanteeseen.

$110\,170,8 \text{ kWh} / 136\,683,3 \text{ kWh} \times 100 = 80,6 \%$

$100 \% - 80,6\% = 19,4 \%$

Näin kassat sammuttamalla voitaisiin säästää 26 512,5 kWh eli sähkönkulutus olisi 19,4 % vähemmän.

Polttonesteikaupan kassojen arvioidut vuosittaiset energiankulutukset

Keskimaa Osk:n polttonesteikaupan myymälät ovat avoinna 24 tuntia vuorokaudessa, joten myös tässä laskelmassa oletetaan kassojen olevan päällä 24 tuntia vuorokaudessa.

Päällä 365 vuorokautta x 24 tuntia = 8760 tuntia

Keskusyksikkö: 8760 h x 55 W = 481,8 kWh

Näyttö: 8760 h x 15 W = 131,4 kWh

Yhteensä = 481,8 kWh + 131,4 kWh = 613,2 kWh

41 x (kassa+näyttö) = 41 x 613,2 kWh = 25 141,2 kWh

Kustannukset:

0,11 € x 25 141,2 kWh = 2 766 euroa

Kaikki yhteensä

275 724,8 kWh = 275 MWh

Kustannukset:

0,11 € x 275 724,8 kWh = 30 329, 7 €

Jos kassajärjestelmä, Keskimaan atk-laitteiston kokonaiskulutus olisi:

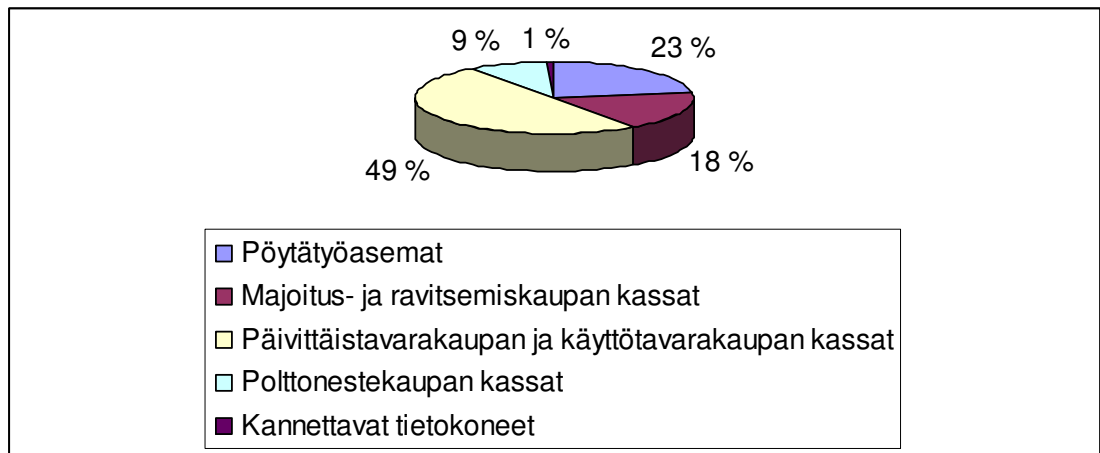
275 724,8 kWh – 26 512 kWh = 249 212,8 = 249 MWh

Kustannukset:

0,11 € x 249 212,8 kWh = 27 413 euroa

30 329, 7 € - 27 413,4 € = 2 916 euroa

Kuviossa 12 havainnollistetaan Keskimaa Osk:n Atk-laitteiden energiankulutuksen jakautumista.



KUVIO 12. Atk-laitteiden energiankulutus

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tutkimuksen perusteella Keskimaan atk-laitteet kuluttavat energiaa noin 275 megawattituntia vuosittain ja sähkönsäästöpotentiaali vuodessa on noin 26 megawattituntia. Energiakustannukset Suomen sähkön keskihinnalla 11 snt/kWh laskettuna ovat 27 413 euroa ja potentiaaliset kustannussäästöt yhdessä vuodessa ovat 2 916 euroa

Haastateltujen asiantuntijoiden asenne energiankulutuksen vähentämistä kohtaan oli hyvin positiivinen. Atk-kaluston sähkönkulutuksen huomioon ottamista pidettiin tärkeänä ja tarpeellisena. Tärkein reunaehto atk-laitteiden virran käytössä on käytettävyys loppukäyttäjän näkökulmasta. Haastateltavat painottivat, että kassojen pitää olla ehdottomasti toimintavalmiudessa, jotta asiakkaat eivät joutuisi odottamaan turhaan kassatietokoneiden käynnistymistä.

Atk-laitteiden virransäästötiloihin ei oltu erikseen kiinnitetty huomiota eikä erillisiä standardia virransäästötiloille oltu asennettu työasemavakioon, vaan pääosin työasemien virransäästötiloissa on käytetty käyttöjärjestelmän vakioasetuksia. Haastateltavien mielestä työasemiin on järkevä asettaa virransäästötilat, kunhan asetukset eivät häiritse normaalia työntekoa. Kehitysehdotukseni SOK:n tietohallinnolle on, että työasemavakioon asetetaan virransäästötilat, jotta niitä voitaisiin käyttää tehokkaasti ja saavutettaisiin mahdollisimman suuri sähkön säästö.

Haastatteluiden perusteella Keskimaa Osk:lla on kiinnitetty hyvin huomiota pöytätyöasemien ja niiden näyttöjen sekä kannettavien tietokoneiden sammuttamiseen. Tutkimuksen mukaan käyttäjiä tulisi kuitenkin vielä ohjeistaa näyttöjen sammuttamisessa, jotta ne sammutettaisiin aina työasemalta pois lähdetäessä, jotta turhaa laitteiden energiankulutusta saataisiin vähennettyä. Kahvitunnille ja ruokatunnille lähtiessä koneen lukitseminen ja näytön sammuttaminen ei vaadi käyttäjältä aikaa ja vaivaa. Näyttöjen sammuttamisesta pitäisi saada samanlainen rutiini aikaan kuin valojen sammuttamisesta. Työasemat tulee sammuttaa kokonaan työajan

päätyessä tai kun käyttäjä ei usko enää sitä samana päivänä tarvitsevansa. Ohjeistuksesta on luotu esimerkki lukuun 5.1.

Puhelinhaastatteluiden perusteella osa Keskimään kassajärjestelmän toimittajista pitää näytönsäästäjiä energiansäästävänä ratkaisuna. Motivan mukaan näytönsäästäjät eivät kuitenkaan todellisuudessa säästä energiaa vaan näytönsäästäjä estää kuvaelementtien kiinnipalamisen ruutuun. Tutkimuksen perusteella todellisuudessa näytönsäästäjillä ei ole energiaa säästävää vaikutusta lainkaan.

Tutkimuksen perusteella S-ryhmän tulisi kehittää päivittäistavarakaupan ja käyttötavarakaupan kassajärjestelmää, jottei kassoja tarvitsisi pitää päällä jatkuvasti. Jos kassat voisi sulkea käytön jälkeen, kuten majoitus- ja ravitsemiskauppapuolella, kassojen energian kulutusta saataisiin pienennettyä tutkimuksen mukaan huomattavasti, jopa noin 19,4 % nykyisestä kulutuksesta eli säästöjä saataisiin aikaan yhteensä vuodessa 2916,3 €.

Majoitus- ja ravitsemiskaupan kassat on asetettu automaattisesti sulkeutumaan 20 minuutin jälkeen, jos laitetta ei ole käytetty sinä aikana. Päivittäistavarakaupan ja käyttötavarakaupan kassoille sekä polttonestekaupan kassoille pitäisi ehdottomasti asettaa samanlainen automaattinen sulkeutuminen, jolla saataisiin säästettyä energiaa entistä enemmän.

Tutkimuksessa selvisi atk-laitteen hankintavaiheen olevan merkittävä energiatehokkuusratkaisu, jossa voidaan säästää paljon rahaa ja ympäristöä. Tulevaisuudessa Keskimaa Osk:n tulee kiinnittää laitehankinnoissa huomiota laitteiden tarkoituksenmukaisuuteen ja mahdollisuuksien mukaan hankkia yhteiskäyttöisiä laitteita. Hankintavaiheessa on myös huomioitava laitteen virrankulutus ja suosia koneita, joilla on Energy star tai TCO-merkki.

Kannettavien tietokoneiden osuus Keskimään kaikista atk-laitteista on todella pieni, sillä tutkimuksen mukaan Keskimaa Osk:lla oli käytössä maaliskuussa 2009 vain 38 kannettavaa tietokonetta. Energiansäästön kannalta Keskimään tulisi suosia laitehankinnoissa tulevaisuudessa huomattavasti enemmän

kannettavia tietokoneita, koska kannettavat tietokoneet kuluttavat huomattavasti vähemmän sähköä kuin pöytätyöasemat. Tutkimuksen mukaan kannettava tietokone kuluttaa noin 75 prosenttia vähemmän energiaa kuin pöytätyöasema ja LCD-näyttö.

Kehitysehdotuksena on laatia Keskimaa Osk:lle virrankäyttösuunnitelma, joka sisältää laitteiden hankintoihin ja käyttöön liittyvät kriteerit. Atk-laitteiden energiatehokkuuden ohjaus tulisi keskittää yhdelle motivoituneelle ja osavaalle työntekijälle, joka olisi vastuussa sähkönsäästökeinojen noudattamisesta, seurannasta ja kehittämisestä.

Keskimaa Osk:n kokoisessa yrityksessä atk-laitteiden energiansäästöllä ei voi saada aikaan merkittävää taloudellista säästöä, sillä esimerkiksi kehittämällä päivittäistavarakaupan ja käyttötavarakaupan uuden kassajärjestelmän, säästöjä saataisiin aikaan vuodessa noin 3 000 euroa. Ottamalla energiansäästö huomioon atk-laitteissa saataisiin kustannukset pidettyä hallinnassa konemäärien kasvaessa. Keskimaa Osk on pyrkinyt toimimaan ympäristöä mahdollisimman vähän kuormittavalla tavalla ja näin myös energiansäästäminen atk-laitteissa sopisi hyvin yrityksen arvoihin.

Ehdotus jatkotutkimuksesta

Ehdotan jatkotutkimukseksi toimistolaitteiden sähkönkulutuksen selvittämistä, kuten sitä, kuinka kopiokoneiden ja tulostimien energiankulutus voitaisiin saada mahdollisimman pieneksi. Lisäksi palvelinkoneiden sähkönkulutuksen selvittäminen olisi hyvä toteuttaa.

6.1 Ohjeistusesimerkki

Työasemat

Käynnistä tietokone, vasta kun tarvitset sitä.

Sammuta näyttö aina, kun lähdet työpaikalta, menet kahvitauolle tai ruokatauolle.

Sammuta tietokoneen keskusyksikkö ja sen oheislaitteet välittömästi, kun et usko tarvitsevasi sitä enää.

LÄHTEET

Flyktman, R. 2002. Inside PC-laitetekniikka. 3. uud. p. Helsinki: Edita Prima.

Flyktman, R. 2006. PC Tehokäytössä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino.

Flyktman, R. 2008. Kannettava tietokone tehokäytössä. 2. uud. p. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino.

Harju, R., Sillanmäki, T. & Tammitie K. 2009. Keskimaa Osk toimintakatsaus 2008. Turku: Hansaprint.

Hellgrén, M., Heikkinen, L. & Suomalainen, L. 1996. Energia ja ympäristö. 2. uud. p. Helsinki: Hakapaino.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2003. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Hämäläinen, P. 2009. Vihreys on hyvä strategia. Tietokone Maaliskuu, 57-58.

Kauppa- ja teollisuusministeriön suositukset julkisten hankintojen energiatehokkuudesta. 2000. Helsinki.
[Http://www.tem.fi/files/13600/suosituksset.pdf](http://www.tem.fi/files/13600/suosituksset.pdf).

Kettunen, T. 2007. Energiansäästäminen julkisissa toimistorakennuksissa. Kandidaatin työ. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto, Teknillinen tiedekunta, Energia- ja ympäristötekniikan osasto.

Kokkarinen, M., Nissinen, A., Loisa, L., Pihala, H. & Härkönen, H. 2005. Toimistolaitteiden sähkönkulutus ja energiatehokas käyttö. Helsinki: Edita Prima.

Lahti, J. 2009. Villi pc-sähkö maksaa yli satasen konetta kohti.2009. Uutinen julkaistu IT-viikon sivustolla 9.2.2009. Viitattu 15.2.2009.

[Http://www.itviikko.fi/ratkaisut/2009/02/09/villi-pc-sahko-maksaa-yli-satasen-konetta-kohti/20093546/7](http://www.itviikko.fi/ratkaisut/2009/02/09/villi-pc-sahko-maksaa-yli-satasen-konetta-kohti/20093546/7).

Miten voimme säästää energiaa?. 2007. Energia on tulevaisuutemme-projekti. Viitattu 15.2.2009.

[Http://www.futureenergia.org/ww/fi/pub/futureenergia/activity/save_energy.htm](http://www.futureenergia.org/ww/fi/pub/futureenergia/activity/save_energy.htm).

Motiva Oy. Selvitys tietotekniikkaympäristön sähkönsäästömahdollisuuksista.2006. Viitattu 15.2.2009.

[Http://www.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-2170553367c906211a83b291739eb4ce/selvitys-tietotekniikkaympariston-sahkonsaastomahdollisuuksista.pdf](http://www.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-2170553367c906211a83b291739eb4ce/selvitys-tietotekniikkaympariston-sahkonsaastomahdollisuuksista.pdf).

Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. 2008. Työ- ja elinkeinoministeriö. Viitattu 15.2.2009.

[Http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf](http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf).

Rantanen, A. 2006. Tehosyöppö nimeltä tietokone. MikroBitti. Toukokuu, 48 - 52.

S-kanava, 2009. Viitattu 1.3.2009. [Http://www.s-kanava.fi/valtakunnallinen/sryhma/](http://www.s-kanava.fi/valtakunnallinen/sryhma/).

Vahti, J. 2008. Viherrä tietokoneesi. Artikkelijulk. 15.4.2008 . Viitattu 1.5.2009. [Http://www.vihrealanka.fi/node/1503/](http://www.vihrealanka.fi/node/1503/).

Vattenfall, 2009. Viitattu 6.5.2009.

[Http://www.vattenfall.fi/www/vf_fi/vf_fi/582841yksit/583729vinkk/583745tehok/583825lait/605610keski/index.jsp](http://www.vattenfall.fi/www/vf_fi/vf_fi/582841yksit/583729vinkk/583745tehok/583825lait/605610keski/index.jsp).