

# **Selvitys työasemaympäristön sähkösäästömahdollisuuksista**

Motiva Oy

3.12.2010

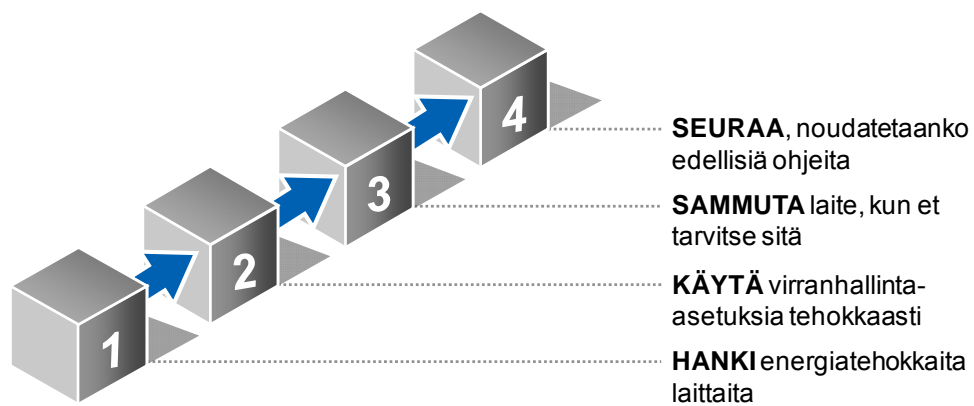
## Sisällys

<b>1. Tiivistelmä .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Selvityksen tausta.....</b>	<b>5</b>
2.1. Selvityksen päivitys .....	5
2.2. Selvityksen rajaukset.....	5
<b>3. Tietotekniikkaympäristö sähkönkulutuksen kannalta .....</b>	<b>6</b>
3.1. Työasemat.....	6
3.2. Oheislaitteet .....	8
3.2.1. Näytöt.....	8
3.2.2. Tulostimet ja monitoimilaitteet.....	8
3.3. Palvelinympäristön energiatehokkuus.....	9
3.3.1. Palvelinteknologian energiatehokkuus.....	9
3.3.2. Virtualisoinnin vaikutus energiatehokkuuteen.....	11
3.3.3. Konesalien energiatehokkuus.....	13
<b>4. Energiatehokkuusstandardit.....</b>	<b>14</b>
4.1. Energy Star .....	14
4.2. TCO-merkinnät.....	18
<b>5. Sähkönkulutuksen kokonaishallinta prosessina .....</b>	<b>19</b>
5.1. Sähkönsäästön ennakoivat toimenpiteet.....	20
5.1.1. Energiaominaisuuksien huomiointi hankintavaiheessa.....	21
5.1.2. Virranhallintatilojen systemaattinen vakiointi.....	22
5.2. Sähkönsäästön käytönaikaiset toimenpiteet .....	26
5.2.1. Käyttäjien ohjeistus ja koulutus.....	27
5.2.2. IT-ammattilaisten ohjeet ja työasemaympäristön päivitykset.....	28
5.2.3. Sähkönsäästökeinojen seuranta .....	30
<b>6. Sähkönsäästökeinojen kerrannaishyödyt .....</b>	<b>30</b>
<b>7. Sähkönsäästökeinojen käyttämisen reunaehdot .....</b>	<b>31</b>
7.1. Tietoturvallisuus .....	31
7.2. Jatkuvaa työasemaympäristön päälläoloa edellyttävät tehtävät .....	33
7.3. Käytettävyys ja tekninen yhteensopivuus.....	33
<b>8. Esimerkkilaskelmia arvioiduista säästöistä .....</b>	<b>34</b>
8.1. Kulutus- ja säästölaskelmien perusteet.....	34
8.2. Säästö julkisessa hallinnossa.....	37

## 1. Tiivistelmä

Tässä selvityksessä on kerätty yhteen IT-ympäristö, erityisesti työasemien ja niiden oheislaitteiden sähkösäästökeinot sekä niiden perustelut. Varsinainen ohjeistus on koottu erilliseen, itsenäiseen dokumenttiin *IT-ympäristön sähkösäästöohjeet*.

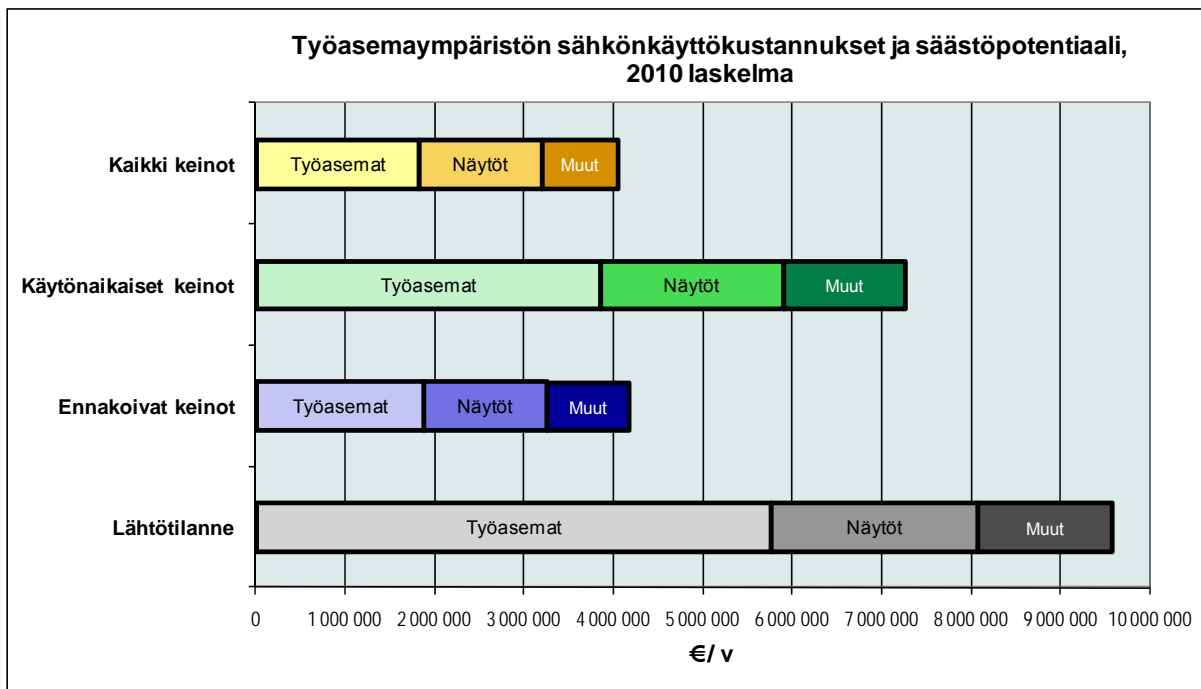
Selvityksessä lähtökohtana oli ymmärtää työasemaympäristön sähkösäästö jatkuvana energianhallintaprosessina, jossa sähkösäästökeinot ryhmitellään ennakoiviin ja käytönaikaisiin keinoihin ja joka sulautetaan yleiseen työasemaympäristön hallintamekanismiin. Tiivistettynä tunnistetut sähkösäästökeinot kuuluvat:



Sähkösäästökeinojen täysipainoinen toteutus edellyttää sekä tietokoneiden loppukäyttäjien että yritysten ja julkisen hallinnon organisaatioiden IT-ammattilaisten aktiivisuutta.

Tässä selvityksessä päivitettiin Motivan vuonna 2006 tekemä julkisen hallinnon työasemaympäristön laskelma.

Päivitettyjen laskentaparametrien, nykytila-arvion ja uusien standardien pohjalta toteutetun laskelman mukaan julkisen hallinnon – kuntien sekä valtion vi-rastojen ja laitosten – yhteenlasketuksi työasemaympäristön sähkönkulutuksen kustannussäästöpotentiaaliksi arvioidaan n. **5.5 miljoonaa euroa vuodessa**.



Kyseisiin säästöihin päästään muutamassa vuodessa IT-asiantuntijoiden nykyistä systemaattisemmalla työasemaympäristön ylläpitoperiaatteilla sekä huolellisella hankinnalla osana normaalia työasemien ja oheislaitteiden uusimiskierrolla.

Säästyneellä sähköllä lämmittäisi 2760 suomalaista sähkölämmitteistä omakotitaloa ja säästyneellä energialla n. 55 GWh vähennettäisiin sähköntuotannossa syntyviä hiilidioksidipäästöjä yli 17 miljoonaa kiloa vuodessa.

## 2. Selvityksen tausta

Tässä selvityksessä on koottu yhteen keskeisimmät työasema- ja palvelinympäristön sekä työasemien yleisimpien oheislaitteiden sähkösäästöön ja energiatehokkuuteen liittyvät tekijät ja näitä koskevat ohjeet.

**Tunnistettujen sähkösäästökeinojen pohjalta on laadittu yhtenäinen ohjeistus työasemaympäristön tarpeettoman sähkönkulutuksen vähentämiseksi. Nämä ohjeet on koottu erilliseen, itsenäiseen dokumenttiin *IT-ympäristön sähkösäästöohjeet*.**

### 2.1. Selvityksen päivitys

Tätä selvitystä ja siihen liittyviä sähkösäästöohjeita on päivitetty keväällä 2010.

Keskeisiä päivitettyjä kohteita ovat:

- Energiatehokkuusstandardien päivitys
- Konesalien energiatehokkuuden periaatteet
- Henkilökohtaisten tietokoneiden virranhallinta-asetusten ohjeiden uusiminen
- Tarkennetut hankinnoissa käytettävät vaatimukset
- Päivitettyjen TCO- ja Energy Star –määritysten käsittely
- Sähkösäästölaskelmien päivitys

Uudet päivitettyt osat on yhdistetty osaksi koko selvitystä.

### 2.2. Selvityksen rajaukset

Tässä selvityksessä keskitytään erityisesti työasemien ja niiden tyypillisten oheislaitteiden sähkösäästöön toimistoympäristössä ja toimistokäytössä sekä joiltakin osin palvelinympäristöön ja konesaleihin. Sellaisenaan tämän selvityksen tulokset ovat hyödynnettävissä organisaatioiden toimistokäytössä. Useimmat tunnistetuista keinoista ovat kuitenkin myös kuluttajien hyödynnettävissä.

Tässä selvityksessä ei tarkastella tietoliikennelaitteiden eikä älypuhelimien sähkösäästökeinoja.

Tässä selvityksessä keskitytään erityisesti sähkönkulutukseen eikä tässä ole erityisesti huomioitu työasemien ja niiden oheislaitteiden valmistamisen ja kierrätyksen ekologisuutta.

#### **Terminologiaa**

Työasemalla tässä tarkoitetaan käyttäjän tietokoneen (PC tms.) keskusyksikköä.

Oheislaitteita ovat varsinaiseen tietokoneen keskusyksikköön liitettäviä laitteita kuten näyttö, oheistulostin, kuvanlukija, ulkoinen kovalevy tms. Näiden liitettävien laitteiden lisäksi oheislaitteiksi katsotaan yhteiskäyttöiset verkkotulostimet ja monitoimilaitteet.

Työasemaympäristöllä tarkoitetaan organisaation työasemia ja niiden oheislaitteita yhdessä.

Päätelaitteella tarkoitetaan tässä käyttäjän laitetta, jolla hän on yhteydessä tietoteknisiin palveluihin. Työasemaympäristössä päätelaite on työasemaa laajempi käsite ja käsittää pöytätyöasemien ja kannettavien tietokoneiden lisäksi älypuhelimet, minikannettavat, kämmentietokoneet ja ns. pad-laitteet.

### 3. Tietotekniikkaympäristö sähkönkulutuksen kannalta

#### Onko sähkönkulutuksella väliä?

Työasemia ja niiden oheislaitteita koskevat tutkimukset ovat osoittaneet, että normaalissa toimistokäytössä käytettävän työaseman varsinaisen käytön aikainen kulutus on yli kolmin- tai nelinkertainen laitteiden valmistukseen ja materiaalin tuotantoon verrattuna, kun taas niiden jätteidenkäsittely- ja kierrätyskustannukset ovat alhaiset (<15 prosenttia tuotantoenergiasta). Toimistoympäristössä työasemien käyttöikä on tyypillisesti kolmesta neljään vuoteen.

Jopa vähän ja tehokkaasti käytössä olevan tyypillisen kotitietokoneen sen kuuden elinvuoden (EU:n keskiarvo) energian kokonaiskulutus on yli kaksi kertaa suurempi kuin sen valmistukseen käytetyn energian.

Työasemien sähkönsäästökeinoilla on siis suuri merkitys koko työasemaympäristön kustannuksissa. Koska uudet tehokkaammat prosessorit ja komponentit kuluttavat vanhoja malleja huomattavasti enemmän sähköä, työasemaympäristön sähkönsäästökeinojen tunnistamisen ja hyödyntämisen merkitys vain kasvaa tulevaisuudessa.

Energy Star –ohjelman selvitysten mukaan toimistolaitteet ovat nopeimmin kasvava osa myös kotitalouksien sähkölaskuissa, mutta samalla ne muodostavat myös suurimman säästöpotentiaalin omaavan tuoteryhmän.

#### 3.1. Työasemat

Työasemat voidaan jakaa ns. pöytätyöasemiin, joissa keskusyksikköön tulee kiinnittää erillisinä näppäimistö, hiiri ja näyttö sekä kannettaviin tietokoneisiin, joissa nämä on koottu yhteen kokonaisuuteen. Kannettava tietokone on nimensäkin perusteella suunniteltu liikuteltavaksi työasemaksi, jonka tulee olla mahdollisimman itsenäinen myös sähkönsyötön suhteen. Kaikkien kannettavien sähkönkulutukseen on jo suunnittelu- ja valmistusvaiheessa kiinnitetty pöytätyöasemaa selvästi enemmän huomiota. Kannettavia myytäessä niiden eräs keskeinen kilpailuetu onkin mahdollisimman pitkä toimintakyky akkukäytössä.

Energiataloudellisista lähtökohdista sekä kompaktista kokonaisuudestaan johdun keskitason kannettava tietokone kuluttaa päällä ollessaan vain noin 15-25 %<sup>1</sup> siitä energiasta (vaatimuksista riippuen), minkä kuluttavat keskitason pöytäkone ja siihen kiinnitetty näyttö.

Pöytätyöaseman keskusyksikkö ei ole jakamaton kokonaisuus vaan se on yleensä koottu yleisesti saatavilla olevista standardiosista valmistajan valitse-

<sup>1</sup> Laskettu Energy Star –tietokannan keskimääräisten kulutusten pohjalta 11/2010

maan laitekoteloon. Keskusyksikköön valitut osat ja komponentit kuluttavat kukin erikseen sähköä ja kokonaiskulutuksen kannalta työaseman kokoonpanolla on huomattava merkitystä. Tehokkaan, pelikäyttöön viritetyn tietokoneen sähkönkulutus voi olla moninkertainen peruskäyttöiseen toimistokoneeseen verrattuna.

Tietokoneiden suoritinvalmistajat ovat viime aikoina pyrkinet kehittämään erityisesti kannettaviin tietokoneisiin prosessoreja, jotka kuluttaisivat mahdollisimman vähän sähköä.

Eräs merkittävin sähköä kuluttava komponentti on työaseman näytönohjain, jonka tehtävänä on tuottaa kuva varsinaiselle näytölle. Tavanomaisen näytönohjaimen vaihtaminen uuteen tehokkaaseen malliin voi graafisessa työssä tai pelikäytössä nostaa n. 60 W virrankulutuksen jopa 300 W asti. Sähkönkulutuksen kannalta onkin tärkeä valita työasema ja sen komponentit käyttötarkoituksen mukaan.

Kaikki työaseman kuluttama sähkö muuttuu osien kulumiseen kuluvaan mitätöntä energiaa lukuun ottamatta lämmöksi. Käyttötarkoitukseensa ylitehokkaan työaseman lämmöntuotanto onkin yleensä sellainen, että syntyvä lämpö on tietokoneen toiminnan takaamiseksi siirrettävä kotelon ulkopuolelle erityisjärjestelyin. Yleensä tämä toteutetaan kotelon tuulelusta lisäämällä joko ylimääräisiä tuulettimia tai olemassa olevien tuulettimien nopeutta lisäämällä. Tämä puolestaan lisää mahdollisesti rikkoutuvien osien määrää ja tietokoneen tuottamaa melua.

Työasema, kuten monet muutkin sähkölaitteet, kuluttaa sähköä jonkin verran normaalisti sammutettunakin, jos sen virtajohto on kytkettynä tai sitä ei ole sammutettu yleensä virtalähteen yhteydessä olevasta päävirtakytkimestä. Kotikäytössä työasema voidaankin sammuttaa joko kytkemällä virtajohto irti, sammuttamalla virta päävirtakytkimestä (jos sellainen on) tai käytettävän jatkojohdon virtakytkimestä. Näin kannattaa tehdä esimerkiksi lomalle lähdeettäessä tai muulloin, kun on oletettavissa, ettei tietokonetta käytetä vähään aikaan. Virtajohdon irrottaminen suojaa tietokoneen keskusyksikköä myös sähköverkon häiriöiltä ja kesällä esimerkiksi ukkoselta.

Seuraavaan taulukkoon on koottu uusimpien kaikkein tiukimmat Energy Star – energiankulutusvaatimukset täyttävien työasemien keskimääräiset kulutuslukemat ns. eri toimintatiloissa. Eri virranhallintatiloja on kuvattu tarkemmin luvussa 5.1.2:

Työasematyyppi	Päällä	Lepotila	Horrostila	Pois päältä
Pöytätyöasema	55 W	2,5 W	1,2 W	1,2 W
Kannettava	13 W	1,3 W	0,7 W	0,7 W

Huom. kulutuslukemat vaihtelevat mallikohtaisesti. Joidenkin mallien erot ovat huomattavat. Tarkista tietyn mallin todellinen kulutus myyjältä tai selaa mitattuja kulutustietoja internetissä osoitteessa [www.energystar.org/fi/fs\\_database.htm](http://www.energystar.org/fi/fs_database.htm) (englanniksi). Kaikkien työasematyyppien keskimääräiset tehonkulutuslukemat ovat pienentyneet viime vuosina.

### 3.2. Oheislaitteet

Sähkön kokonaiskulutuksen kannalta merkittävimpiä oheislaitteita ovat näytöt, tulostimet sekä monitoimilaitteet. Kuvanlukijoita, ulkoisia kovalevyjä tai ulkoisia CD-ROM/DVD-asemia on huomattavasti vähemmän. Pienet oheislaitteet kuten viivakoodinlukijat kuluttavat edellisiä selkeästi vähemmän sähköä.

#### 3.2.1. Näytöt

Lähes kaikki näytöt ovat nykyään ns. LCD-tekniikalla toimivia ns. litteitä näyttöjä. Perinteiset katodisädeputkitekniikalla toimivia CRT-näyttöjä on jonkin verran vielä kotikäytössä, mutta niitä ei enää käytännössä myydä uutena. LCD-näytöt ovat huomattavasti energiatehokkaampia kuin vanhat kuvaputkinäytöt. LCD-näytön taustavalo voidaan tuottaa myös LED-tekniikalla, jolloin usein puhutaan myös LED-näyttöistä. Nämä ovat jonkin verran aikaisempia LCD-näyttöjä energiatehokkaampia ja yleensä kirkkaampia käytössä.

Tyypillisiä todellisia kulutuslukumia normaalissa käytössä ovat:

Näytön tyyppi	Päällä	Lepotila	Pois päältä
LCD 17"	17 W	0,5 W	0,4 W
LCD 19"	17 W	0,4 W	0,3 W
LCD 22"	23 W	0,5 W	0,4 W

Huom. Kulutuslukumat vaihtelevat mallikohtaisesti. Joidenkin mallien erot ovat huomattavat. Tarkista tietyn mallin todellinen kulutus myyjältä tai selaa mitattuja kulutustietoja internetissä osoitteessa [www.energystar.org/fi/fi\\_fs\\_database.htm](http://www.energystar.org/fi/fi_fs_database.htm) (englanniksi).

On hyvä huomioida, että ns. ”litteä näyttö” ei vielä välttämättä tarkoita alhaista sähkönkulutusta. Erityisesti isoissa litteissä televisioissa käytettävä plasmatekniikka kuluttaa sähköä huomattavasti LCD-tekniikkaa enemmän. Plasmanäyttöjen sähkönkulutus on jopa suurempi kuin edellisen sukupolven kuvaputkinäyttöjen.

#### 3.2.2. Tulostimet ja monitoimilaitteet

Tulostimilla tarkoitetaan tässä sekä henkilökohtaisia tietokoneen keskusyksikköön suoraan liitettäviä tulostimia että itsenäisiä yhteiskäyttöisiä verkkotulostimia, jotka liitetään tietoliikenneverkkoon. Tulostimissa käytetään yleensä toimistokäytössä joko mustesuihku- tai lasertekniikkaa. Aikaisemmin käytettyä matriisitekniikkaa ei juuri toimistokäytössä enää näe.

Eri tulostinmallien sähkönkulutuksessa on näyttöjä ja keskusyksikköjä enemmän vaihtelua. Erityisesti varsinaisen tulostustehtävän aikaisessa sähkönkulutuksessa on moninkertaisia eroja. Osaksi nämä sähkönkulutuksen erot selittyvät tulostuslaadun ja nopeuksien eroista, mutta samoilla tulostusominaisuuksilla varustettujen laitteiden osalta erot johtuvat lähinnä tulostusmekanismien ja -tekniikan eroista. Lasertulostimet kuluttavat enemmän sähköä tulostaessaan kuin mustesuihkutulostimet. Toisaalta taas mustesuihkutulostinten kokonaiskustannukset tulostettava arkkia kohti ovat osoittautuneet selvästi lasertulosti-

mia korkeammiksi, mikäli tulostinta käytetään päivittäin. Yleisesti voidaan todeta, että kaikkein kalleimmaksi tulevat ne tulostimet ja laitteet, joita ei juurikaan käytetä.

Monitoimilaitteet ovat laitteita, joihin on yhdistetty tulostimen lisäksi myös kopiokone- ja kuvanlukijatoimintoja. Joissakin monitoimilaitteissa on myös fax. Koska monitoimilaitteissa yksi laite korvaa useamman laitteen, monitoimilaitte kuluttaa vain noin puolet erillisen tulostimen, kuvanlukijan, faksin ja kopiokoneen kuluttamasta energiasta.

Hyvä nyrkkisääntö on, ettei toimisto ympäristöön kannata ilman erityisiä syitä hankkia erikseen yhteiskäyttöisiä verkkotulostimia ja kopiokoneita vaan nämä toiminnot kannattaa yhdistää monitoimilaitteisiin.

Joskus tulostimista ja monitoimilaitteista käytetään yleisnimitystä kuvantamislaitteet.

### **Lämpenemisajat**

Jos virrankulutuksessa on suuria eroja, niin vielä suurempia eroja on tulostimen ja monitoimilaitteiden lämpenemisajoissa ja virranhallintatiloista toipumisajoissa. Joidenkin muuten samoilla ominaisuuksilla varustettujen tulostinten toipumisaika virranhallintatiloista voi olla lähes 50-kertainen parhaisiin verrattuna. Pitkä lämpenemisaika aiheuttaa sen, ettei kyseisen laitteen virransäästöominaisuuksia haluta välttämättä käyttää lainkaan niiden heikon käytettävyyden takia.

### **Kulutuksista**

Erityisesti tulostimien ja monitoimilaitteiden kulutuslukemissa on valtavia eroja ja ne voivat vaihdella voimakkaasti jopa saman valmistajan samankaltaisten mallien välillä. Joidenkin mallien valmiustila ei juuri vähennä laitteen sähkönkulutusta normaalitilaan verrattuna. Koska useimmat energiatehokkuusmerkinnät ottavat kantaa vain tulostimien lepotilan kulutukseen, varsinaisen tulostamisen aikaisten ja normaalin päällä –tilan sähkönkulutustietojen selville saaminen voi olla hankalaa.

Tarkista tietyn mallin todellinen kulutus myyjältä tai selaa mitattuja kulutustietoja Internetissä osoitteessa [www.eu-energystar.org/fi/fi\\_fs\\_database.htm](http://www.eu-energystar.org/fi/fi_fs_database.htm) (englanniksi).

## **3.3. Palvelinympäristön energiatehokkuus**

Palvelinalustan energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Palvelinteknologian energiatehokkuus
- Virtualisoinnin vaikutus energiatehokkuuteen
- Konesalipalvelujen energiatehokkuus

### **3.3.1. Palvelinteknologian energiatehokkuus**

Palvelinten energiansäästö on noussut viime aikoina esiin korostuvana haasteena. Tietotekniikasta on tullut aikaisempaa palvelinlähtoisempää ja suuren virrankulutuksen negatiiviset vaikutukset ovat nousseet esiin.

Palvelinten erityispiirteinä ovat työasemia korkeammat käytettävyy- ja myös fyysisen turvallisuuden vaatimukset. Palvelimet sijoitetaan turvallisiin, valvottuihin laitetiloihin, joiden ympäristö pyritään pitämään mahdollisimman vakaana, jotta itse palvelujen jatkuvuus voidaan taata.

Palvelinten sähkönkulutuksen haasteet poikkeavat työasemista erityisesti siitä, että laitetilassa pyritään ”pakkaamaan” mahdollisimman paljon laskentatehoa hyvin pieneen tilaan, koska laitetilojen kapasiteetti on rajallinen. Tämä tarkoittaa sitä, että palvelinten monissa ja taas monissa prosessoreissa ja komponenteissa kuluva sähkö muuttuu lämmöksi ja voimakkaasti pyrkii nostamaan laitetilan lämpötilaa. Lähes aina tämä syntyvä lämpö pyritään kompensoimaan jäähdytyslaitteistoilla, jotka voivat olla hyvinkin massiivisia. Myös nämä jäähdytyslaitteistot kuluttavat varsin merkittävästi sähköä.

Palvelintehon ja prosessoritekniikan kasvaessa sähkönkulutuksesta ja siitä koituvasta lämmöntuotosta onkin tullut palvelinlaitteistojen ja laitetilojen nopeasti kehittyvä ongelma.

Sekä Gartner-groupin että Googlen, joka käyttää valtavasti palvelintehoa, viimeaikaisissa selvityksissä on havaittu, että palvelinten elinkaarikustannuksista sähkönkulutuksesta aiheutuva kustannus ylittää jo varsinaisen laitehankinnan hinnan myös palvelinten osalta. Gartnerin arvioiden mukaan kasvava energiankulutus yhdistettynä nouseviin energianhintoihin voi johtaa siihen, että jopa kolmannes organisaation IT-budjetista kuluu käyttöenergiaan.

Kasvavien kustannusten lisäksi palvelinten sähkönkulutuksen kasvu on myös kasvava uhka käytettävyydelle ja palvelujen jatkuvuudelle. Jäähdytystekniikallakin on rajansa, palvelinten pakkaustiheyden ja prosessorien sähkönkulutuksen kasvun myötä ollaan lähestymässä rajaa, jonka jälkeen nykyisillä ratkaisuilla ei välttämättä voida enää taata laitetilojen jäähdytyksen riittävyttä palvelintasolla.

Laitevalmistajat ovatkin lähteneet kehittämään sekä palvelinten tehon hallinnan ominaisuuksia ja työkaluja että vähemmän sähköä kuluttavia prosessoreita.

## **Teknologiaa palvelinlaitteiden sähkönkulutuksen kasvun taittamiseen**

### Moniydinprosessorit

Prosessorit kuluttavat merkittävän osan palvelinlaitteiden sähköstä joko suoraan tai välillisesti tuulettimien ja muiden jäähdytinlaitteiden kautta. Perustavaa laatua oleva haaste onkin prosessoriteknologiassa – miten saada prosessorit suorittamaan mahdollisimman tehokkaasti niille tulevat tehtävät. Keskeisiä tehon noston keinoja pienessä tilassa on ns. moniydinprosessori, jossa yhdelle prosessorille on itse asiassa sijoitettu useita prosessoriytimiä – laskentayksiköitä, jotka voivat ohjelmistokoodin niille antavia tehtäviä. Tällä tavalla moniydinprosessori voi yhtä aikaa toteuttaa useita koodinpätkiä ja näin toimia tehokkaammin kuin perinteisempi prosessori. Tämä johtaa myös tietyn tehtävän suorittamiseen kuluvan sähkönkulutuksen pienenemiseen. Alan ammattilaiset ovatkin kohdistaneet katseensa sähkönkäyttötehokkuutta kuvaavaan indeksiin PPW, Performance Per Watt.

Prosessori- ja palvelinvalmistajat panostavat merkittävästi energiatehokkuuden parantamiseen ja tyypillisesti uudet prosessorit ja laitemallit ovat selvästi ai-

kaisempia energiatehokkaampia. Haasteena on valitettavasti yhä, etteivät kaikki sovellukset osaa hyödyntää moniydinprosessoreja täysimääräisesti.

### **Palvelinlaitteistojen tehon hallinta**

Palvelinten ja erityisesti koko laitetilassa olevan palvelinjoukon tehon hallinta on ollut heikkoa palvelinten tehon hallinnan puutteellisten työkalujen takia.

Suurimmat laitevalmistajat ovat ryhtyneet kehittämään palvelinten tehon hallintaa sekä yksittäisen laitteen että palvelinjoukkojen kohdalla.

Suurista palvelinvalmistajista lähes kaikki ovat kehittämässä palvelinten tehon hallinnan työkaluja.

Useimpien laitevalmistajien toimitukseen kuuluu joukko tehonhallinnan työkaluja. Näiden työkalujen avulla palvelinasiantuntija pystyy seuraamaan ja hallitsemaan palvelinten tehonkulutusta ja tätä kautta tarvittavaa jäähdytystehoa.

Uudet teknologiat mahdollistavat palvelimille ja jatkossa jopa kokonaisille laiteiloille automatisoidun ja samalla turvallisen energianhallinnan. Tämän avulla voidaan parantaa tietotekniikkapalvelujen käytettävyyttä ja vähentää turhaa sähkönkulutusta.

Energy Star –ohjelma on laatinut alustavat energiatehokkuusvaatimukset myös ns. Tier 2 –teholuokan palvelimille. Tätä vielä epävirallista vaatimusluonnosta on kuvattu jäljempänä.

### **3.3.2. Virtualisoinnin vaikutus energiatehokkuuteen**

Varsinaisen palvelinteknologian energiatehokkuuden lisäksi ns. virtualisointiratkaisuilla on merkittävä vaikutus IT-ympäristön energiatehokkuuteen.

Virtualisointi on ohjelmiston välikerros, joka häivyttää tietoteknisen laitteen fyysisen rakenteen näkymättömiin käyttäjältä.

Virtualisoinnilla tarkoitetaan menetelmiä, jolla yhden fyysisen laitteen resurssit voidaan hyödyntää useammalle loogiselle, virtuaaliselle palvelin-, sovellus- tai työasemakokonaisuudelle, siten, ettei fyysinen laitteistokerros näy lainkaan käyttäjille tai ylemmille palvelukerroksille. Virtualisoinnin keskeisiä piirteitä ovat keskitetty, ohjelmistopohjainen hallinta sekä fyysisten resurssien kattava hyödyntäminen. Keskeisimpiä virtualisoinnin etuja ovat:

- Kustannukset fyysisten laitteiden käyttöasteen kasvaessa
- Ympäristöystävällisyys
- Hallittavuus
- Skaalautuvuus

### **Palvelinvirtualisointi**

Palvelinvirtualisointi on yleisin ja vanhin virtualisointitekniikka. Siinä pyritään vähentämään yksittäisten fyysisten palvelinlaitteiden määrää toteuttamalla ohjelmallisesti useita ns. virtualisoituja palvelimia yhdelle fyysiselle palvelimelle. Yhdessä fyysisessä laitteessa ajetaan yhden käyttöjärjestelmän sijasta useita

virtuaalipalvelimia. Niistä kukin pyörittää itsenäisesti omaa käyttöjärjestelmäänsä. Virtuaalipalvelimet on erotettu palvelinlaitteistosta ohjelmistokerroksella - virtualisointialustalla. Virtualisointialustan avulla virtuaalisia palvelimia voidaan tarpeen mukaan luoda, poistaa, siirtää ja optimoida. Virtuaalipalvelimet tuotetaan ohjelmallisesti ja koko virtuaalinen palvelin voidaan helposti tallettaa ja siirtää esimerkiksi laiterikon sattuessa toiseen fyysiseen laitteeseen, johon on asennettu kyseinen palvelinten virtualisointialusta.

Ohjelmallisesti toteutettu virtuaalipalvelinympäristö näyttäytyy sovellukselle kuten fyysinenkin palvelin. Sovelluksen ei tarvitse tietää, että se on sijoitettu loogiselle virtuaalipalvelimelle eikä fyysiselle palvelimelle.

Palvelinvirtualisoinnin keskeisin anti energiatehokkuudelle on siinä, että se vähentää tarvittavien palvelinlaitteiden määrää ja nostaa olemassa olevien laitteiden käyttöastetta, mikä säästää energiaa. Palvelinvirtualisointi vähentää myös konesalilitatarvetta fyysisten palvelimien vähentyessä.

### **Sovellusvirtualisointi**

Sovellusvirtualisoinnilla tarkoitetaan sovelluksen teknistä irrottamista käyttöjärjestelmästä siten, että sovellus toimii paikallisesti, mutta ei ole asennettuna työasemaan. Sovellus kääritään erilliseen virtualisointikerrokseen.

Sovellusvirtualisointi mahdollistaa yhdellä päätelaitteella useiden sovellusversioiden käytön ja helpottaa sovellusten hallintaa päivitystilanteissa. Sovellusvirtualisointiin katsotaan kuuluvan yleensä myös sovelluksen julkaiseminen keskitetystä konesalista ilman, että se asennetaan käyttäjän työasemalle. Kyseinen sovellus suoritetaan konesalissa palvelimella ja käyttäjän työasemalle siirretään lähinnä kuva tästä sovelluksen käyttöliittymässä.

Sovellusvirtualisointi sopii erityisesti liikkuville käyttäjille sekä sellaisille ohjelmistoille, jotka asettavat erityisvaatimuksia työaseman käyttöjärjestelmän ominaisuuksille eivätkä ne sovi toimijan työasemavakioon. Sovellusvirtualisointi muodostaa sovellukselle virtualisoidun ympäristön, joka voidaan toimittaa käyttäjän työaseman työpöydälle. Perinteisesti uusien sovellusten käyttöönotto on aiheuttanut työaseman käyttöjärjestelmään muutoksia. Ne taas ovat pakottaneet tietohallinnon monenlaisiin luotettavuustestauksiin ja sovelluksen jakelun haasteisiin. Hankaluuksia on voinut aiheuttaa vaikkapa eri sovellusten vaatimat eri java-versiot, joita on vaikea asentaa yhtä aikaa työasemaan. Sovellusvirtualisointi sopii hyvin myös esimerkiksi SaaS-palvelujen (Software as a Service) tarjoamiseen.

Sovellusvirtualisoinnissa sovelluksia ei tarvitse asentaa käyttäjien työasemiin vaan muutokset sovelluksiin tehdään keskitetysti.

Sovellusvirtualisoinnin merkitys energiatehokkuudelle syntyy siitä, että erityisesti SaaS-palveluna tarjottavia sovelluksia voidaan tuottaa suurista yksiköistä, jolloin vältytään useilta organisaatiokohtaisilta toteutuksilta, joiden käyttöaste on keskitettyä ratkaisua selvästi pienempi ja hukkaenergian määrä puolestaan täten selvästi suurempi.

## Työasemavirtualisointi

Uusin virtualisointimalli on työasemavirtualisointi. Siinä nykyisin työasemassa oleva laskentateho siirretään pitkälti palvelimille hoidettavaksi ja työasemien kuorma kevenee ja ne muuttuvat lähinnä käyttöliittymiksi virtualisoiituihin palveluihin. Työasemavirtualisointi siirtää prosessointia päätelaitteista (työasemista) virtualisoinnin avulla keskitettyihin palvelimiin ja palveluihin, joiden keskitetty hallinta on selvästi hajautettua päätelaitekantaa helpompaa. Tämä, koko työasemaratkaisun ajattelutapaa muuttava teknologia-aalto on jo käynnissä.

Virtualisoimalla työasema, tai joissain tapauksissa pelkkä työpöytä, palvelinympäristössä ajettavaksi, saavutetaan merkittäviä kustannussäästöjä verrattuna yksittäisiin, hajautettuihin työasemiin. Myös työasemien älyä ja tehoa voidaan viedä ns. pilvipalveluihin ja näin yksinkertaistaa työasemaratkaisua merkittävästi. Tämä pidentää jatkossa työasemien käyttöikää merkittävästi.

Työaseman virtualisoinnin kustannustehokkuus syntyy työasemapalveluiden prosesseihin liittyvistä välillisistä ja välittömistä säästöistä, jotka muodostuvat pääosin ylläpito- ja laitekustannusten pienenemisestä. Palvelun laatu paranee työasematuotannon prosessin läpimenoaikojen nopeutumisen, muutosten toteutusten yksinkertaistumisen ja käytettävyyden parantumisen kautta.

Virtualisoitu työasemaympäristö mahdollistaa päätelaite- ja näin paikkariippumattoman henkilö- tai roolikohtaisen työpöydän, mikä mahdollistaa työn tekemisen mallien muutokset – erityisesti liikkuvan ja hajautetun työn nykyistä paremman tuen.

Työasemateknologian odotetaan muuttuvan lähitulevaisuudessa kokonaan toiseksi kohti virtualisoituja työasemaratkaisuja. Käyttöjärjestelmän merkitys virtualisoidussa työasemaympäristössä ja pilvipalveluissa pienenee.

Työasemavirtualisoinnin avulla voidaan käyttää tehontarpeeltaan nykyisiä työasemia huomattavasti kevyempiä päätelaitteita. Työasemien sähkönkulutus pienenee ja tehontarve palvelinympäristössä kasvaa. Koska palvelinympäristön käyttöaste kuitenkin kasvaa verrattuna työasemakohtaiseen laskentatehoon, kokonaissähkönkulutus pienenee.

### 3.3.3. Konesalien energiatehokkuus

Konesalilla tarkoitetaan erityisesti IT-palvelinlaitteille, tietoliikenteen aktiivilaitteille (reitittimet, runkokytkimet) sekä tallennus- ja varmistuslaitteille tarkoitettua ja niitä varten varusteltua erityistä teknistä tilaa.

Konesalissa sähköä kuluttavat erityisesti seuraavat kohteet:

- Keskitetyn sähkönsyötön ja varavoiman edellyttämä sähkö (varsinaisia sähkönkuluttajia ovat itse ICT-laitteet)
- Jäähdytyksen edellyttämä sähkö
- Ilman kosteutta säätelevät järjestelmät
- Valaistus
- Valvontalaitteistojen edellyttämä sähkö

Selvästi suurin osa sähkönkulutuksesta kohdistuu sähkönsyöttöjärjestelmiin, varavoimalaitteisiin ja erityisesti jäädytykseen.

Konesalien kasvava sähkönkulutus on muodostunut merkittäväksi haasteeksi koko IT-alalle ja sillä on koko ajan kasvava merkitys myös yhteiskunnallisesti. IBM:n arvioiden mukaan konesalin investointikustannuksista jopa 60 prosenttia kohdistuu sähkötekniikkaan ja jatkuvista käyttökustannuksista jopa 75 prosenttia kohdistuu sähkönkulutukseen.

Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviranomaisen EPA:n (U.S. Environmental Protection Agency) vuoden 2007 arvion mukaan konesalien osuus Yhdysvaltojen sähkönkulutuksesta on lähes 1,5 prosenttia.

Konesalien energiatehokkuutta voidaan kehittää erityisesti jäädytystä kehittämällä ja tehostamalla sähkönsyöttöjärjestelmien hyötysuhdetta. Erityisesti kylmän ulkoilman, järven, joen tai meren hyödyntäminen jäädytyksen osana parantaa merkittävästi konesalin energiatehokkuutta.

Konesalien energiatehokkuutta voidaan kuvata The Green Grid –konsortion ns. PUE-luvun (Power Usage Effectiveness) avulla. Luku ilmaisee konesalin kokonaisenergiankulutuksen ja palvelinten kuluttaman energian välisen suhteen. Mitä pienempi luku, sitä energiatehokkaampi konesali.

Konesalien energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltu tarkemmin Liitteessä 2, Palvelinympäristön energiatehokkuuden periaatteet.

## 4. Energiatehokkuusstandardit

Koska tavallisen kuluttajan ja IT-asiantuntijankin voi olla hankala saada luotettavasti tietoa yksittäisten laitteiden sähkönkulutuksesta, laitteiden valintaa helpottamaan on luotu standardeja energiankulutuksen kannalta hyvillä laitteilla.

Nämä standardit määrittävät yleensä raja-arvot energiankulutukseltaan hyväksi katsottujen laitteiden virrankulutukselle ja virransäästöominaisuuksille. Nämä raja-arvot täyttyviä laitteita voidaan markkinoida kyseisen standardin mukaisina.

Kaikkein yleisimmät työasemaympäristön energiamerkinnot ovat:

- Energy Star ja
- TCO

Molempiin edellä mainittuihin standardeihin liittyy seurantatoiminto, jolla pyritään varmistamaan, että standardin mukaisina markkinoidut tuotteet todella täyttävät niiltä edellytetyt vaatimukset. Tämä varmistaa kyseisen standardin laadun ja luotettavuuden ja tätä kautta lisää sen levinneisyyttä.

### 4.1. Energy Star

Energy Star on alun perin yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston (US Environmental Protection Agency, EPA) vuonna 1992 julkistama vapaaehtoinen merkintäohjelma, jonka tarkoituksena oli edistää energiatehokkaiden tuotteiden

den kehittämistä ja tätä kautta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Työasemat ja näytöt olivat ensimmäisiä tuotteita, jotka otettiin Energy Star –merkinnän piiriin.

1995 EPA laajensi merkinnän kattamaan muita toimistolaitteita sekä asuntojen lämmitystä ja jäähdytystä. Myöhemmin Energy Star –merkintä on laajentunut kattamaan valaistusta, kodinelektroniikkaa ja muita toimistolaitteita.

EU:n Energy Star -ohjelma perustuu Euroopan unionin neuvoston 12. huhtikuuta 2003 hyväksymään Yhdysvaltojen hallituksen ja Euroopan unionin väliseen sopimukseen toimistolaitteiden energiatehokkuutta osoittavia merkintöjä koskevien ohjelmien yhteensovittamisesta.

Energy Star –ohjelma määrittää ns. Energy Star –merkin vaatimukset. Energy Star –merkintä koskee energiatehokkaita toimistolaitteita ja erityisesti sitä on hyödynnetty työasemissa näytöissä ja kuvantamislaitteissa. Työasemien Energy Star –merkintä asettaa raja-arvot työaseman mitatulle virrankulutukselle normaalitilassa, valmiustilassa sekä lepotilassa. Tämän lisäksi standardi edellyttää laitteelta tukea em. virranhallintatiloille.

Energy Star on **selvästi yleisin** energiatehokkaan laitteen standardi. Energy Star –yhteensopivan laitteen tunnistaa Energy Star –logosta (vasemmalla nyt käytössä oleva tunnus ja oikealla vanhempi):



Energy Starin uusimmat, voimassa olevat standardit ovat tämän dokumentin laatimishetkellä (11/2010):

- Työasemat: Energy Star Program Requirements for Computers, v5.0
- Näytöt: Energy Star specifications for Displays
- Kuvantamislaitteet: Program Requirements for Imaging Equipment, v1.1

Näiden lisäksi Energy Star –järjestö on laatinut alustavan standardin ns. Tier 2 –teholuokan palvelimista.

### Työasemat

Energy Star –merkinnän mukaiselta työasemalta vaaditaan seuraavia ominaisuuksia:

Yleiset vaatimukset:

- Työasema siirtyy automaattisesti alemman virrankulutuksen ns. valmistilaaan tietyn asetetun käyttämättömyysajan jälkeen
- Virtalähteen ja normaalikäytön virrankulutuksen on alitettava tietyt raja-arvot
- Työasemista tulee voida aktivoida virranhallintatilaominaisuuksilla varustettujen näyttöjen virranhallintatilat
- Energy Star –yhteensopiva laite ei menetä tietoverkkoyhteyttä virranhallintatiloihin siirtyessään. Laite palautuu normaalitilaan verkkoyhteyden näin edellyttäessä.

Uusimmissa v5.0 -vaatimuksissa huomioitu työasemien erilaiset käyttötarkoitukset ja varustelu. Energy Star –määrittelyssä on useita työasemaluokkia, mutta keskeisimmät niistä ovat:

- **Työasema, pöytätyöasema, (Desktop Computer)**  
Yleiskäyttöinen pöydällä tai lattialla suhteellisen kiinteästi oleva yleisessä toimisto- tai kotikäytössä oleva laite
- **Kannettava (Notebook Computer)**  
Kannettava tietokone, joka on tarkoitettu mukana kuljetettavaksi, sisältää kanteen liitetyn näytön
- **Tehotyöasema (Workstation)**  
Kuten työasema, mutta sisältää käyttövarmuuteen, prosessointitehoon ja/tai grafiikkaominaisuuksiin liittyviä lisäominaisuuksia

Uusin Energy Star –standardi sisältää jopa pelikonsolin energiatehokkuusvaatimukset, mutta toistaiseksi markkinoilla ei ole olemassa yhtään sertifioitua Energy Star –vaatimukset täyttävää pelikonsolia.

Edellä olevat pääluokat jaetaan vielä teknisten ominaisuuksien perusteella pöytätyöasemissa luokkiin A, B, C ja D ja kannettavissa luokkiin A, B ja C. Esimerkiksi työasemien luokassa B hyödynnetään ns. moniydinprosessoreja ja kannettavien luokan C laitteessa on muistia yli 2 gigatavua.

Työasemien sähkönkulutuksen raja-arvoissa käytetään yhtä matemaattista arvoa, ns. tyypillistä energiankulutusta (TEC), joka määritetään seuraavan kaavan avulla:

$$E_{TEC} = (8\,760/1\,000) \cdot (P_{\text{pois päältä}} \cdot T_{\text{pois päältä}} + P_{\text{lepotila}} \cdot T_{\text{lepotila}} + P_{\text{käyttämättä}} \cdot T_{\text{käyttämättä}}),$$

jossa kaikki  $P_x$  -arvot ovat tehoarvoja watteina, kaikki  $T_x$  -arvot ovat aika-arvoja prosentteina vuodesta.  $E_{TEC}$  kuvaa täten laitteen laskennallista vuotuista energiankulutusta kWh-yksiköinä.

Energy Star –standardi antaa raja-arvot laitteen  $E_{TEC}$  -arvolle riippuen sen luokituksesta (A, B, C tai D).

Kuluttajan kannalta edellä kuvattu vaikuttaa hyvin monimutkaiselta ja vaikeasti hahmotettavalta, mutta standardi on loppujen lopuksi hyvin yksinkertainen. Viime kädessä kysymys kuitenkin kulminoituu siihen, onko tietty tietokone Energy Star –yhteensopiva vai ei. Energy Star –standardi käsittelee sisäisesti

eri käyttötarkoituksen laitteita systemaattisesti, eikä tietokoneen ostajan enää tarvitse miettiä, soveltuvatko hänen koneeseensa Energy Star –vaatimukset vai eivät.

Energy Star –tehonhallintavaatimuksissa otetaan kantaa myös siihen, että ns. asennetut tietokoneet tulee toimittaa siten, että virranhallinta-asetukset ovat valmiiksi Energy Star –vaatimusten mukaisia ja että pakkauksen mukana toimitetaan tietoa tehon hallinnasta ja sen hyödyistä.

### Näytöt

Energy Star –ohjelma on määrittänyt vuonna 2009 tietokonenäyttöjä koskevan standardin. Näyttöjen Energy Star –vaatimuksissa huomioidaan sekä näytön resoluutio että näytön kuvapinta-ala.

Energiatehokkuusraja-arvo asetetaan sähkönkulutukselle Päällä-tilassa seuraavan enimmäisvirrankulutusarvon (PO) avulla:

Näytön luokka	Aktiivisen toimintatilan enimmäisvirrankulutus (W)
Näyttöruudun halkaisija < 30 tuumaa Näytön resoluutio ≤ 1,1 MP	$PO = 6*(MP) + 0,05*(A) + 3$
Näyttöruudun halkaisija < 30 tuumaa Näytön resoluutio > 1,1 MP	$PO = 9*(MP) + 0,05*(A) + 3$

Näyttöjä koskeva Energy Star –standardi asettaa rajat myös näyttöjen lepotilan ja Pois päältä –tilan enimmäisvirrankulutukselle:

Tila	Raja-arvo
Lepotilan enimmäisvirrankulutus (W)	≤ 2 W
Pois päältä -tilan enimmäisvirrankulutus (W)	≤ 1 W

### Kuvantamislaitteet

Kuvantamislaitteiden Energy Star –vaatimukset on otettu käyttöön loppuvuodesta 2009. Nämä kattavat tulostimien, monitoimilaitteiden ja kuvanlukijoiden lisäksi myös perinteisemmät kopiokoneet ja faxit.

Kuvantamislaitteiden Energy Star –vaatimuksissa huomioidaan käytetty tekniikka (lämpökirjoitin, mustesuihku, laser, jne), käyttötila (pois päältä, virranhallintatila jne.) lisäksi muun muassa myös se tuottaako laite mustavalkoisia vai värillisiä tuloksia, tulosteiden koko sekä laitteen suorituskyky.

Tulostimien käyttö ja tekniikasta johtuvat sähkönkulutuserot esim. lämpenemisen yhteydessä ovat johtaneet siihen, ettei yksinkertaisia sähkönkulutuksen raja-arvotaulukoita voida helposti toteuttaa. Energy Star –standardi käyttää

kuvantamislaitteissakin käytetään laskennallista tyypillistä sähkönkulutusta (Typical Electricity Consumption, TEC). Toisin kun työasemissa, TEC-luku ei kuvaa koko vuoden kulutusta vaan Energy Star –standardin määrittelemää ”standardia käyttöviikkoa”. Tämä lähestymistavan avulla voidaan vaatimukset erilaisille tulostimille yhteismitallistaa. Tulostinta hankkivan tulee vain selvittää, että siinä on Energy Star –merkintä ja hän voi varmistua siitä, että ko. tulostimen erityisominaisuudet on huomioitu Energy Star –merkkiä myönnettäessä.

### Palvelimet

Energy Star –ohjelma on määrittänyt alustavan luonnoksen myös palvelinten energiatehokkuusvaatimuksista, mutta se on vielä työversio, eikä sitä ole vielä virallisesti hyväksytty.

Standardiluonnos kattaa monia eri palvelintyyppisiä kuten peruspalvelin, korttipalvelin, korkean käytettävyyden palvelin, palvelinrypäs jne. Standardiluonnos huomioi myös erilaiset palvelinkomponentit kuten virtalähteet, tallennusratkaisut ja erilaiset laitekonfiguraatiot.

Standardiluonnoksessa ei ole vielä määriteltynä kovin selkeitä raja-arvoja. Luonnoksessa on toistaiseksi keskitytty erityisesti palvelinten virtalähteiden hyötysuhteeseen, päällä käyttämättä –tilan maksimivirrankulutukseen sekä virranhallintaominaisuuksien monipuolisuuteen ja ethernet-liitäntöjen virranhallintaominaisuuksiin.

## 4.2. TCO-merkinnät

Toinen yleisesti käytössä oleva tunnettu energiatehokkaiden toimistolaitteiden merkintä on ruotsalaisten toimihenkilöammattijärjestöjen omistaman TCO Development yhtiön TCO-merkintä<sup>2</sup>. Merkintä on hyvin laajalti levinnyt erityisesti näytöissä.

TCO-sertifikaateissa huomioidaan varsinaisen sähkönkulutuksen lisäksi myös laitteiden ergonomiaa koskevia seikkoja sekä esimerkiksi niiden tuotantomenetelmien ja –laitosten ympäristöystävällisyyttä ja eettisyyttä. TCO Development –yhtiön ydintavoitteena onkin kehittää parempia toimistoympäristöjä, joista tietokoneet muodostava vain yhden osan.

TCO-organisaatio käyttää puolueettomia testaaajia myöntäessään TCO-sertifikaatteja tuotteille. TCO-merkintä on tuotteen valmistajalle maksullinen.

Laajimmalle 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. Uusin näyttöjä koskeva TCO-standardi on TCO Certified Displays 5.

TCO-standardin tunnistaa seuraavista yleensä näytön reunaan kiinnitettävistä merkinnästä (vasemmalla uusimman standardin mukainen merkintä):

<sup>2</sup> <http://www.tcodevelopment.com/>



Näyttöjä varten on vielä määritetty ns. TCO Edge –standardi, joka on tarkoitettu kaikkein ympäristöystävällisimmille ja energiatehokkuudeltaan parhaimmille näytöille. Ne voidaan tunnistaa ns. TCO Certified Edge Display –merkinnästä.



TCO Development –organisaatiolla on sertifikaatit myös pöytätyöasemia ja kannettavia tietokoneita varten. Nämä tunnetaan nimillä TCO Certified Desktops 3 ja TCO Certified Notebooks 3. Näissä standardeissa käytetään samaa tunnusta kuin uudessa näyttöstandardissa.

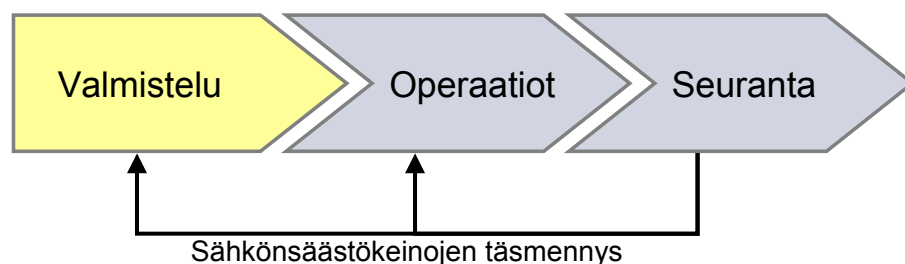
Työasemien TCO-standardissa hyödynnetään sellaisenaan Energy Star –määrityksiä, joten virrankulutuksen osalta standardit ovat yhteneviä.

TCO-standardia tukevia laitteita ja laitetyppejä voi selata TCO Development –organisaation omilla internetsivuilla [www.tcodevelopment.com](http://www.tcodevelopment.com).

## 5. Sähkönkulutuksen kokonaishallinta prosessina

Työasemaympäristön sähkösäästökeinoja arvioitiin prosessina erityisesti laitteiden elinkaariajattelun pohjalta. Sähkösäästökeinojen tulisi kattaa niiden systemaattisen valmistelun lisäksi energiatehokkaan käytön sekä sähkösäästökeinojen toimivuuden ja noudattamisen seurannan.

Työasemaympäristön tarpeettoman sähkönkulutuksen väheneminen nähdään tässä selvityksessä jatkuvana energianhallintaprosessina:



Varsinaiset sähkösäästökeinot sisältyvät huolelliseen valmisteluun ja käytön-

aikaisiin, operatiivisiin toimenpiteisiin. Seurannan avulla huolehditaan, että sähkösäästökeinoja noudatetaan ja arvioidaan niiden toimivuutta. Seurannan havaintojen perusteella käytettäviä sähkösäästökeinoja täsmennetään ja prosessi alkaa alusta.

Prosessiajattelun ja aikaisempien selvitysten pohjalta tunnistetut sähkösäästökeinit ryhmiteltiin kahteen pääluokkaan:

- **Ennakoiviin toimenpiteisiin** (keltainen prosessin vaihe)
- **Käytönaikaisiin toimenpiteisiin** (siniset prosessin vaiheet)

**Sähkösäästökeinoilla ei pyritä vähentämään tietokoneiden hyödyllistä käyttöä vaan niiden sähkönkulutusta silloin, kun niitä ei käytetä.**

## 5.1. Sähkösäästön ennakoivat toimenpiteet

Kuten edellä todettiin, työasemaympäristön sähkösäästökeinit on tässä selvityksessä jaettu kahteen luokkaan:

- Ennakoiviin toimenpiteisiin
- Käytönaikaisiin toimenpiteisiin

Käytönaikaiset toimenpiteet keskittyvät nimensäkin perusteella niihin aktiivisiin toimenpiteisiin, joita käyttäjät ja organisaatioiden IT-ammattilaiset voivat tehdä työasemien sähkönkulutuksen vähentämiseksi. **Ennakoivat keinot pyrkivät systemaattisella valmistelulla takaamaan työasemaympäristön sähkön hukkakäytön minimoimisen riippumatta siitä, muistavatko käyttäjät ja IT-ammattilaiset toimia ohjeiden mukaan jokapäiväisissä tehtävissään.**

**Sähkösäästökeinit on koottu erilliseksi ohjedokumentiksi Liite 1, *IT-ympäristön sähkösäästöohjeet*.**

**Kaikkein tärkein tekijä on kuitenkin asenne: Pyri aidosti vähentämään turhaa työasemaympäristön sähkönkulutusta – sillä on merkitystä. Suunnittele pitkäjänteisesti toimia, joilla sähkönkulutusta voidaan vähentää.**

Tässä luvussa kuvataan keskeiset työasemaympäristön sähkösäästökeinojen ennakoivat toimenpiteet, joita ovat:

- Todistetusti energiatehokkaiden laitteiden hankinta
- Laitteiden hankkiminen käyttötarkoituksen mukaan
- Laitteiden hankkiminen siten, että niiden käyttöaste on korkea
- Systemaattinen virranhallinta-asetusten vakiointi ja asettaminen asennettaviin laitteisiin
- Ympäristötietoisuuden lisääminen ja toimistoympäristön energiatehokkuuden koulutus IT-ammattilaisille
- Sovittujen käytäntöjen aktiivinen ja systemaattinen seuranta

### 5.1.1. Energiaominaisuuksien huomiointi hankintavaiheessa

Koska tyypillisten toimistotietokoneiden käyttöikä yrityksissä ja julkisen hallinnon organisaatioissa on n. 3-4 vuotta, keskeisimmät energiatehokkuusratkaisut tehdään jo hankintavaiheessa. Sähköä tarpeettomasti kuluttavien laitteiden sähkönkulutusta voidaan hillitä hyvillä käyttötavoilla vain osittain.

Hankintavaiheen keinoja säästää sähköä työasemissa ja oheislaitteissa ovat:

- Hanki laite käyttötarkoituksen mukaan
- Pyri hankkimaan laitteita, joiden käyttöaste on korkea – esim. yhteiskäyttöisiä verkkotulostimia henkilökohtaisten tulostimien sijaan
- Suosi kannettavia tietokoneita
- Pyri yhden tietokoneen politiikkaan. Erityisesti yrityksissä ja julkisen hallinnon organisaatioissa on hyvä suhtautua kriittisesti tilanteisiin, joissa käyttäjällä on sekä kannettava että pöytäkone
- Vertaile laitteiden sähkönkulutusta – vaadi myyjältä todellinen mitattu kulutustieto
- Vaadi virranhallintaominaisuuksia ja niiden luotettavaa toimintaa
- Vaadi nopeita toipumisaikoja virranhallintatiloista

#### **Tarkemmat ohjeet edellisten keinojen hyödyntämiselle on kuvattu erilliseen IT-ympäristön sähkönsäästöohjeet –dokumenttiin.**

Keskeisimpiä keinoja ovat hankintavaiheessa laitteiden tarkoituksenmukaisuus sekä systemaattinen selvitys siitä, mikä on hankittavan laitteen todellinen sähkönkulutus. Aivan yhtä tärkeää on varmistua siitä, että laitteissa on monipuoliset, muokattavissa olevat virransäästötilat, jotka toimivat aina luotettavasti.

Tavallisen kuluttajan ja joskus IT-ammattilaisenkin saattaa olla vaikea saada tietoa laitteiden todellisesta kulutuksesta. Laitteiden todelliset kulutustiedot eivät aina ole helposti saatavilla. Mikäli valmistaja tai myyjä ei kysyttäessä kuvaa tai selkeästi kerro todellisia kulutuksia, tämä on yleensä merkki siitä, ettei sähkönkulutus kyseisessä mallissa ole ainakaan mikään myyntivaltti. Suosittelemme tässä tapauksessa kääntymään niiden mallien puoleen, jossa kulutustiedot on ilmaistu avoimesti ja yksityiskohtaisesti.

Virranhallintatilojen toimivuus sekä lämpenemis- ja toipumisajat ovat hyvin tärkeitä ominaisuuksia, jotka tulee selvittää jo etukäteen. Jos virranhallintatiloihin siirtymisessä on ongelmia tai niistä toipuminen kestää kauan, käytettävyyttä heikkenee ja virranhallintatilat kytketään helposti kokonaan pois. Laitteet, jotka ovat jatkuvassa normaalissa käyttötilassa silloin, kun niitä ei käytetä, ovat täysin tarpeettomia energiasyöppöjä.

Yrityksiä ja julkisen hallinnon organisaatioita varten on erilliseen Työasemaympäristön sähkönsäästöohjeeseen laadittu valmiit vaatimukset työasemien, näyttöjen ja tulostinten hankintaan soveltuvat vaatimukset sekä näitä koskevat arviointiperusteet.

### 5.1.2. Virranhallintatilojen systemaattinen vakiointi

Työasemien ja oheislaitteiden valmius hyviin ja toimiviin virransäästöominaisuuksiin, ei vielä yksi riitä. Niitä pitää myös käyttää tehokkaasti. Näiden virransäästöominaisuuksien asettamista halutun profiilin mukaiseksi kutsutaan **tehon hallinnaksi**.

Sähkösäästön ennakoiduissa keinoissa varsinaisen hankinnan lisäksi aivan yhtä tärkeää on laitteiden virranhallintatilojen systemaattinen vakiointi ja asettaminen. Keskeisiä keinoja ovat:

- Aseta työasemien virranhallinta-asetukset, siten että käyttämätön laite käyttää mahdollisimman vähän sähköä – vähintään Energy Star – ohjeistuksen mukaisesti
- Testaa virranhallinta-asetukset huolellisesti etukäteen – mikäli asetukset aiheuttavat harmia, koko virransäästöä halutaan helposti eroon
- Aseta myös olemassa olevan työasemaympäristön virranhallinta-asetukset vakion mukaisiksi
- Estä yksittäisiä käyttäjiä muuttamasta vakioituja virranhallinta-asetuksia – sekä työasemissa että oheislaitteissa
- Sisällytä virranhallinta-asetukset organisaatiosi työasemavakioon
- Selvitä, voiko organisaatiossasi käyttää etäsammutusta
- Laadi organisaatiosi valituille oheislaitteille asennuspaketit, jossa kaikkien samanlaisten laitteiden virranhallinta-asetukset ovat systemaattisesti yhtenevät
- Asenna vain virransäästöltään vakioituja laitteita

Yksittäisen laitteen virranhallinta-asetusten asettaminen koskee sekä kuluttajia että IT-ammattilaisia. Virransäästöltään vakioitujen pakettien laatiminen ja käyttäjäoikeuksien määrittäminen taas on erityisesti työasemaympäristöä hallinnoivien IT-ammattilaisten tehtävä.

#### Tehon hallinta

Tehon hallinta tarkoittaa työaseman virrankulutuksen säätelemistä joko työaseman käyttämättömyyteen tai ennalta määritettyihin kellon- tai kalentriaikoihin sidottuna. Tämä sisältää yhtenäiset käytännöt prosessorien, tuulettimien, oheispiirien ja kiintolevyjen pysäyttämiseksi sekä näytön pimentämiselle.

ACPI (Advanced Configuration and Power Interface) tehonhallintarajapinnan avulla käyttöjärjestelmätason tehon hallinta työaseman toimintatilat systemaattisesti. Useimmat nykyaikaiset käyttöjärjestelmät tukevat kattavasti ACPI-standardia.

ACPI-standardi sisältää kuusi eri toimintatilaa siten, että pienempinumeroinen tila kuluttaa aina enemmän tai yhtä paljon sähköä kuin suurempinumeroinen tila:

- **S0 = päällä**

- Normaali Päällä –tila
- Virrankulutus on maksimissaan, kuitenkin riippuen eri komponenttien työkuormasta
- Järjestelmä suorittaa normaaleja tehtäviään
- **S1 = valmiustila 1**
  - Virranhallintatila, jossa prosessori ja muistiväylä pysäytetään, mutta niille syötetään virtaa tilan säilyttämiseksi
  - Toipuminen kestää tyypillisesti alle kaksi sekuntia
  - Virransäästö on kohtuullisen pientä tilaan S0 verrattuna
- **S2 = valmiustila 2**
  - Virranhallintatila, jossa prosessorilta katkaistaan sähkönsyöttö
  - Prosessorin ja välimuistin tila menetetään, nämä joudutaan normaalitilaan palautuessa hakemaan muistissa
  - Palautuminen kestää tyypillisesti yli kaksi sekuntia
  - Virransäästö on isompi kuin tilassa S1, koska prosessori kuluttaa merkittävästi sähköä
- **S3 = valmiustila 3, Lepotila**
  - Prosessorin lisäksi monilta muilta tietokoneen piireiltä sammutetaan virta
  - Systeemin tila palautetaan kokonaisuudessaan muistista
  - Palautuminen kuten tilassa S2
- **S4 = Horrostila (hibernate)**
  - Sähkönkulutukseltaan alhaisin virranhallintatila. Kaikki laitteet sammutetaan.
  - Muistin sisältö tallennetaan työaseman kiintolevyille
  - Jos tiloissa S1 – S3 työasemalta katkaistaan tai katkeaa virta, työt menetetään ja työasema on käynnistettävä uudestaan. Tilassa S4 työasema palautuu samaan tilaan, missä se oli virranhallintatilaan mentäessä vaikka työasema olisikin tilan S4 aikana kokonaan ilman sähköä (oletuksena on, ettei työaseman laitekoonpano muutu).
  - Toipuminen kestää selvästi kauemmin kuin tiloista S1-S3, mutta yleensä selvästi lyhyemmän aikaa kuin normaali käynnistys.
- **S5 = Pois päältä**
  - Vastaa tilaa, jossa työasema on kytketty pois päältä virtakytkimestä
  - Mustin tilaa ei säilytetä, kaikki avoimet työt menetetään
  - Tilasta voi palautua normaaliin päällä –tilaan vain uudelleenkäynnistyksellä

Tiloja S1 – S4 kutsutaan varsinaisiksi virranhallintatiloiksi. Työasema ei näissä tiloissa suorita tietojenkäsittelytehtäviä ja työasema käyttäytyy kuin se olisi pois päältä. Toisin kuin varsinaisessa Pois päältä –tilassa (S5), virranhallintatilat säilyttävät järjestelmän muistin ja dokumenttien tilan joko muistipiireissä tai kiintolevyllä. Virranhallintatiloista voi palautua suoraan siihen normaaliin käyttötilaan, josta virranhallintatila käynnistettiin.

Kaupallinen terminologia eri virranhallintatiloista on kirjavaa. Tätä sotkevat vielä termien vaihtelevat suomennokset. Yleensä työaseman Lepotila (sleep) tarkoittaa jotakin tiloista S1-S3, mutta täsmällinen tila voi vaihdella valmistajakohteisesti. Yleensä kannettavien tietokoneiden lepotilalla tarkoitetaan tilaa S3, jossa kaikki piirit sammutetaan.

On hyvä huomata, että **sähkökulutuksen kannalta tilat S4 ja S5 ovat standardin mukaan yhteneviä**. Toipuminen tilasta S4 on kuitenkin tilaa S5 nopeampaa ja avoimina olevia töitä voi jatkaa siitä mihin ne jäivät.

Mikäli horrostila S4 saadaan organisaatioissa testattua toimivaksi, sitä kannattaa hyödyntää. Tässä vaiheessa on kuitenkin hyvä muistaa, että tietyt järjestelmäympäristön toimet voivat edellyttää, että työasemat aina silloin tällöin käynnistetään uudelleen. Työasema on hyvä muutenkin aika ajoin esimerkiksi muistivuotojen ja välimuistien tyhjentämiseksi sammuttaa ja käynnistää uudelleen, tai sen suorituskyky ja käytettävyyys voi ajan myötä heiketä.

### Näytönsäästäjät

Näytönsäästäjät eivät suoranaisesti liity lainkaan edellä mainittuihin virranhallintatiloihin. Näytönsäästäjät eivät säästä sähköä, vaan niiden tehtävänä on estää paikallaan pysyvien kuvaelementtien ”palaminen” kiinni kuvaruutuun liikkuttamalla kuvaa. Monimutkaiset näytönsäästäjät nostavat työaseman prosessorin tai näytönohjaimen kuormaa ja näin jopa kasvattavat työaseman sähkökulutusta.

Energiatehokkain näytönsäästäjä on tyhjä, musta ruutu.

### Virranhallintatilojen vakiointi työasemissa

Toisin kuin kotitietokoneessa, yhä harvemmat yritysten ja julkisen hallinnon organisaatioiden työasemat tulevat valmiiksi ”tehdasasennettuina” käyttäjän työpöydälle. Useimmiten organisaatioilla on ns. työasemavakio, joka sisältää työasemamalli- tai käyttäjäroolikohtaiset käyttöjärjestelmän vakioasetukset sekä organisaatioissa käytettävät perusohjelmistot valmiiksi paketoituna kokonaisuutena. IT-asiantuntijat tai organisaation laitetoimittaja esiasentaa työasemat tämän työasemavakion avulla.

Vaikka esimerkiksi Energy Star –ohjeet edellyttävätkin Energy Star –yhteensopivien laitteiden toimittamista siten, että standardin edellyttämät virranhallinta-asetukset olisivat valmiiksi asetettu, edellä kuvattu menettely muuttaa tilannetta. **Elleivät työasemavakion virranhallinta-asetukset ole Energy Star –standardin mukaiset, ei muuten Energy Star –yhteensopiva työasemakaan täytä Energy Star –vaatimuksia**. Virranhallintatiloihin siirtyminen tulee aina erikseen sisällyttää myös organisaatioiden työasemavakioi-

hin. Sama pätee yksittäisiinkin työasemiin, jos työasema toimitetaan ilman valmiiksi asennettua käyttöjärjestelmää, virranhallinta-asetusten asettaminen jää käyttöjärjestelmän asentajan vastuulle. Virranhallinta-asetukset kannattaa tarkistaa myös valmiiksi asennetuista työasemista.

**Virranhallintatiloihin siirtymisen ohjearvot on kerätty erilliseen IT-ympäristön sähkönsäästöohjeet -dokumenttiin. Virranhallinta-asetusten asettaminen yleisimmissä työasemien käyttöjärjestelmissä on kuvattu kyseisen ohjeen Liitteeseen 1, Virranhallinta-asetusten käyttö henkilökohtaisessa tietokoneessa.**

Yleisimmin käytössä olevat käyttöjärjestelmät tukevat edellä kuvattua ACPI-standardia ja täten standardoituja virranhallinta-asetuksia täysimääräisesti.

Jos työasemaympäristön hallintatyökalut sekä tietoliikenneverkon aktiivilaitteet tukevat ja ratkaisu on organisaation tietoturvaohjeistuksen mukainen, kannattaa työasemavakioon sisällyttää myös etäkäynnistyksen tuki (Wake On Lan).

## Testaaminen

### Huom.

Muistakaa tallentaa avoinna olevat työnne ja dokumenttinne sekä ottaa keskeisistä tiedostoistanne ja ohjelmistoistanne varmuuskopiot ennen kuin kokeilette valmius- ja lepotilojen toimivuutta.

Erityisen tärkeää on testata huolellisesti etukäteen eri virranhallintatilojen toimivuus. Vaikka hankintavaiheessa varsinainen laite olisikin testattu toimivaksi virranhallintatilojen osalta, kaikki käyttäjien käyttämät sovellukset ja ohjelmistot eivät välttämättä ole yhteensopivia virranhallintatilojen kanssa. Yleisimmät ongelmat voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

- **Ongelmat virranhallintatiloihin siirtymisessä**  
Joskus työasema ei siirry virranhallintatiloihin asetusten mukaisesti. Usein tämä on laitetason häiriö tai työaseman BIOS-asetuksista virranhallintatilat on unohdettu kytkeä päälle
- **Ongelmat virranhallintatiloista toipumisessa**  
Työasema menee kyllä asetusten mukaisesti virranhallintatilaan, mutta työasema ei toivu tästä tilasta normaaliin päällä –tilaan luotettavasti. Kyseessä on usein laitetason ongelma, jos koko työasema ei toivu normaaliin päällä –tilaan ja yksittäisen sovelluksen joko rakenteellinen tai parametrintiongelma, jos kyseinen sovellus ei toivu
- **Ongelmat virranhallintatiloissa pysymisessä**  
Jotkut palvelinkeskeiset järjestelmät lähettävät määrävälein verkkosignaaleja niille kyseisen järjestelmän työasemissa oleville asiakasohjelmistoille. Tämä voi johtaa siihen, että työasema herää ”itseksensä” virranhallintatilasta jopa muutaman minuutin välein.

Osa virranhallintatilojen ongelmista johtuu epäyhteensopivuudesta ja osa silloin kasta järjestelmien huonosta suunnittelusta. Pitkällä aikavälillä virranhallintati-

lojen toimivuus kannattaa sisällyttää myös uusien järjestelmien ja sovellusten kehittämisen ja hankinnan vaatimuksiin.

Virranhallintatila-asetukset kannattaa asettaa siten, että ensisijaisesti varmistetaan varsinaisen työaseman ja kriittisten sovellusten toimivuus ja vasta toissijaisesti siten, että sähkönkulutus minimoidaan.

### **Olemassa oleva työasemaympäristö**

Usein uusi työasemavakio otetaan käyttöön vain uusille, asennettaville työasemille ja saattaa kestää jopa vuosia, ennen kuin se on saatu levitettyä koko työasemaympäristöön. Keskitetyssä Windows-ympäristössä on kuitenkin mahdollisuuksia ns. Group Policy –objektien ja sopivien kirjautumisskriptien tai erillisten ohjelmistojen avulla asettaa keskitetysti virransäästöominaisuudet vakioasetuksiin ilman varsinaisen työasemavakion vaihtamista.

Tarkempia vinkkejä tämän toteuttamiseen on kerätty Työasemaympäristön sähkönsäästöohjeisiin.

### **Virranhallintatilojen systematisointi oheislaitteissa**

Virranhallintatilojen systematisoinnissa ei tule unohtaa oheislaitteita. Tässä vakioinnilla tarkoitetaan oheislaitteiden systemaattisen, etukäteen mietityn parametroidin lisäksi myös itse laitteiden vakiointia. Koska erityisesti oheislaitteiden sähkönkulutuksessa on suuria eroja, niiden vakioinnin merkitys korostuu.

IT-ammattilaisten kannattaa sekä sähkönsäästön että yleisen hallittavuuden vuoksi laatia systemaattinen valittuihin vakio-oheislaitteisiin sovitut ajuripaketit, jotka sisältävät myös virranhallintatilojen asetukset. Systemaattisten ja testattujen ajurien käyttö vähentää häiriöitä, tukipuheluita organisaation Helpdeskiin sekä parantaa työasemaympäristön käytettävyyttä.

Näyttöjen tehon hallinta toteutetaan pääsääntöisesti itse työaseman käyttöjärjestelmätasolla, joten niihin ei yleensä tarvitse enää koskea.

Kaikkein keskeisimpiä oheislaitteita, joiden virransäästöprofiiliin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota, ovat tulostimet ja monitoimilaitteet. Vakioasetuksia määritettäessä on hyvä myös asettaa kaksipuoleinen tulostus vakioasetukseksi.

Liian usein IT-ammattilaiset tai osastot hankkivat kiireessä ensimmäisen perusominaisuudet täyttävän tulostimen tai monitoimilaitteen eivätkä pitäydy testatuissa ja vakioituissa laitteissa. Tällaisten laitteiden virransäästöominaisuuksia ei luonnollisestikaan ole voitu etukäteen paketoita. Ajattelemattoman hankinnan seurauksena organisaatio saattaa ottaa käyttöön sellaisen laitteen, joka kuluttaa sähköä lähes yhtä paljon kuin kaikki aikaisemmat vastaavat laitteet yhdessä.

## **5.2. Sähkönsäästön käytönaikaiset toimenpiteet**

Sähkönsäästön käytönaikaisilla toimenpiteillä tarkoitetaan niitä työasemaympäristön sähkönkulutusta vähentäviä keinoja, jotka koskevat jo hankittujen ja asennettujen työasemien ja oheislaitteiden käyttöä ja hallintaa.

### 5.2.1. Käyttäjien ohjeistus ja koulutus

Vähiten sähköä kuluttaa sellainen laite, joka ei ole päällä. Laitteiden pitäminen päällä vain silloin, kun niitä käytetään, onkin kaikkein tehokkain sähkösäästömekanismi

Jos ennakoivilla toimenpiteillä pyrittiin luomaan mahdollisimman hyvät edellytykset työasemaympäristön tarpeettoman sähkönkulutuksen minimoimiselle, niin käyttäjien ja IT-ammattilaisten oma aktiivinen ja yhtenäinen toiminta saattaa loppuun työasemaympäristön sähköntuhlauksen.

Loppukäyttäjä voi omalla käyttäytymisellään säästää sekä sähköä että rahaa, kun käyttäjille annetaan selvät ohjeet, miten toimia.

#### **Yksinkertaisimmillaan käyttäjän käytönaikaiset ohjeet kuuluvat:**

- **Käynnistä laite vasta, kun tarvitset sitä**
- **Sammuta laite, kun et enää käytä sitä**

Ohjeistuksen käyttöönoton onnistumiseksi:

- Tee käyttäjille selkeä ohje kirjallisesti
- Kouluta käyttäjät aidosti
- Huolehdi, että ohje on helposti saatavilla
- Varmista, että sekä uudet työntekijät että jo pitkään talossa olleet saavat ohjeet tietoonsa

#### **Tarkemmat ohjeet on kerätty erilliseen *IT-ympäristön sähkösäästöohjeet* -dokumenttiin.**

Koska näyttöjen toipumisaika virranhallintatiloista on nykyisillä näytöillä erityisen nopeaa, näyttö kannattaa sammuttaa aina, kun sitä ei vähään aikaan tarvita.

Tarpeettomia tukipyyntöjä vähentää myös virranhallintatilojen toimivuuden yleinen kouluttaminen. Käyttäjät tottuvat näin siihen, että laitteiden ”nukahtaminen” itsestään on suunniteltu ja kaikille hyvä asia.

Joissakin organisaatioissa työasemien päivitysmekanismi edellyttää, että työasemat on jätettävä iltaisin päälle. Tällöin käyttäjäohje tulee sovittaa tietoturvapäivitysten reunaehtoon. Usein kuitenkin syvällisemmän tarkastelun jälkeen voidaan näissäkin tapauksissa kehittää toimintaa siten, ettei työasemia tarvitse normaalitilanteessa jättää työpäivän jälkeen päälle.

Kaikissa tapauksissa näytöt ja oheislaitteet voi sammuttaa illaksi ja viikonlopuiksi.

Käyttäjäohje kannattaa tehdä yhteistyössä oman organisaation viestinnästä vastaavien asiantuntijoiden kanssa. Heiltä saa hyviä vihjeitä erilaisista viestintämekanismeista, he osaavat yleensä IT-ammattilaisia paremmin kansantajuistaa ohjeen sisällön ja he osaavat kuvata keinoja, joilla viestin läpimeno varmistetaan.

### 5.2.2. IT-ammattilaisten ohjeet ja työasemaympäristön päivitykset

IT-ammattilaiset hallitsevat työasemaympäristön ratkaisuja sekä käytönaikaisesti että toimivat vastuullisina myös hankintavaiheessa. Pelkkä käyttäjien ohjeistus ei riitä, vaan IT-ammattilaisten ohjeistus on keskitetyn työasemaympäristön hallinnan johdosta aivan yhtä tärkeää.

- Laatikaa tässä selvityksessä syntyneen työasemaympäristön sähkönsäästöohjeiden pohjalta omaan organisaatioonne räätälöity ohjeistus - ajatelkaa työasemaympäristön energianhallintaa prosessina
- Noudattakaa laatimaanne ohjetta
- Tilaa vain sellaisia laitteita, jotka on todettu sähkönsäästöominaisuuksiltaan hyväksi
- Asenna vain etukäteen sellaisia määriteltyjä ajureita, työasemavakioita ja laitteita, joissa virranhallinta-asetukset ovat kunnossa
- Päivitä olemassa olevan ympäristön asetukset sähkönkulutuksen kannalta edullisiksi

Erityisesti IT-osaston esimiehellä on mahdollisuus vaikuttaa, miten systemaattista ja prosessimaista työasemaympäristön energianhallinta on.

### Työasemaympäristön elinkaarenhallinnan yleiset periaatteet

Työasemia ja niiden ohjelmistoja tulee tietoturvallisuuden ja toimivuuden varmistamiseksi aika ajoin päivittää. IT-asiantuntijat pyrkivät toteuttamaan tämän keskitetysti joko tätä tarkoitusta varten hankituilla työasemaympäristön hallintasovelluksilla tai laatimillaan päivitysskripteillä. Nykyaikainen tapa on käsittää päivitysprosessi osaksi laajempaa työaseman elinkaari-prosessia, johon kuuluu varsinaisen laitteen ylläpitovaiheen lisäksi myös sen vakiointi, asennukset sekä turvallinen poistaminen käytöstä.

Työasemien elinkaarenhallinnan mekanismi, käytetty ohjelmisto ja tietoliikenneverkon suorituskyky voivat – ainakin ensi näkemältä – edellyttää, että työasemat on pidettävät päällä myös työpäivän jälkeen, jotta erityisesti tietoturvapäivitykset voidaan toteuttaa iltaisin käyttäjiä häiritsemättä. Tietoturvapäivitysten tekemisestä systemaattisesti ja hallitusti on viime aikoina tullut ehkä kaikkein kriittisin tietoturvallisuuden osa. Tietoturvallisuus on prioriteetiltaan toki sähkönsäästöä korkeampi, mutta nämä eivät välttämättä ole ristiriidassa keskenään.

Työasemaympäristön elinkaarenhallinnan ohjeistuksen, jossa myös sähkönsäästö on otettu huomioon, keskeinen sisältö on:

- Mikäli investointi on muuten perusteltavissa, käytä nykyaikaista keskitettyä työasemaympäristön hallintatyökalua, joka tukee etäkäynnistystä. Jaelkaa tietoturvapäivitykset mahdollisimman tehokkaasti, tarvittaessa työajan jälkeen hyödyntäen työasemien etäkäynnistystä ja etäsammutusta

- Jos etäkäynnistyksen käyttäminen ei ole mahdollista, päivitä työasemaympäristö työaikana
- Ellei organisaationne toiminnasta johtuen työasemaympäristöjen päivittäminen ole mahdollista työpäivän aikana eikä etäkäynnistystäkään voida käyttää, ajoita tyypilliset turvapäivitykset kuukausikelloon sijoitettaviin huoltoikkunoihin. Ohjeista käyttäjiä jättämään työasemat päälle näiden aina samaan aikaan toistuvien huoltoikkunoiden mukaisesti.

Työasemien jatkuva päällä olo heikentää koko työasemaympäristön tietoturvallisuutta, lisää tarpeettomasti tulipaloriskiä, lyhentää laitteiden todellista käyttöikää ja heikentää myös itse työaseman suorituskykyä ja käytettävyyttä.

**Työasemaympäristön päivittämiseen ja sähkönsäästöön liittyvää problematiikkaa on tarkasteltu tarkemmin erillisen *IT-ympäristön sähkönsäästöohjeet –dokumentin liitteeseen 2, Työasemaympäristön päivitysmekanismit ja sähkönsäästö*. Liitteeseen on koottu myös tarkempia ohjeita työasemaympäristön päivitysten kehittämistä sähkönkäytön kannalta edulliseen suuntaan**

## Työasemien etäkäynnistys ja sammutus

### Etäkäynnistys

Useimmissa alle viisi vuotta vanhoissa työasemissa on mahdollisuus työasemien etäkäynnistykseen ns. **Wake On Lan (WOL)** –standardin mukaisesti.

Kun työaseman WOL-toiminnallisuus on asetettu päälle (mieluiten työasemavakiossa), lähiverkon pääkäyttäjillä on mahdollisuus keskitetysti aina tarvittaessa käynnistää pois päältä oleva työasema, tehdä siihen tarvittavat huoltotyöt ja lopuksi sammuttaa se. Tämä koko ketju voidaan automatisoida sopivilla työkaluilla.

WOL-mekanismien avulla työasemat voidaan päivittää myös silloin, kun tämä halutaan tehdä iltaisin ja viikonloppuisin, vaikka työasemat normaalisti sammutettaisiin työpäivän jälkeen.

Joissakin ympäristöissä etäkäynnistyksen toteuttamisessa on ollut ongelmia. Usein tämä johtuu epäyhteensopivista työasemista tai lähiverkon aktiivilaitteiden puutteellisesta parametroidusta.

Aikaisemmin WOL-toiminnallisuutta on pidetty tietoturvarisikinä. Tämän selvityksen yhteydessä haastatellut tietoturva-asiantuntijat olivat varsin yksimielisiä siitä, että etäkäynnistyksen aiheuttamia turvallisuusriskejä on liioiteltu ja että erityisesti valvomattomat, päällä olevat työasemat ovat suurempi riski kuin etäkäynnistysmahdollisuus. Etäkäynnistyksen riskit tulee kuitenkin arvioida organisaatiokohtaisesti.

**Etäkäynnistyksen yksityiskohtia ja WOL-toiminnallisuuden turvaominaisuuksia on jäsennetty tarkemmin *IT-ympäristön sähkönsäästöohjeet –dokumentin liitteeseen 2, Työasemaympäristön päivitysmekanismit ja sähkönsäästö*.**

### Etäsammutus

Useimmissa keskitetyissä työasemaympäristön hallintajärjestelmissä ja työasemissa, jotka tukevat etäkäynnistystä, on mahdollisuus myös sammuttaa tai asettaa työasemat lepotilaan keskitetysti esimerkiksi tiettyyn kellonaikaan. Tämä ei sovellu kaikkiin ympäristöihin, mutta organisaatioiden IT-ammattilaisia kehoitetaan arvioimaan ja testaamaan etäsammutuksen toimivuutta.

#### 5.2.3. Sähkönsäästökeinojen seuranta

Prosessimainen, vastuullinen työasemaympäristön sähkönkulutuksen hallinta ja vähentäminen toimii parhaiten prosessimaisella toimintatavalla. Kypsään prosessiajatteluun kuuluu varsinaisten toteutusprosessien lisäksi myös seurantaprosessit, joilla varmistetaan, että käytössä olevat sähkönsäästökeinot ovat toimivia ja niitä noudatetaan. Sähkönsäästökeinojen seuranta on oma sähkönsäästökeinonsa.

- Nimittää yksi ja vain yksi vastuhenkilö työasemaympäristön energiahallinnalle (prosessin vastuhenkilö)
- Nimetyn vastuhenkilön tulee olla aidosti kiinnostunut työasemaympäristön tarpeettoman sähkönkulutuksen vähentämisestä
- Nimetyn vastuhenkilön tulee ymmärtää työasemaympäristön hallinnan periaatteet ja käytännöt
- Seuraa ohjeiden noudattamista – käyttäjät ja IT-ammattilaiset
- Puutu poikkeamiin
- Arvioi säännöllisesti sähkönsäästökeinojen toimivuutta, kehitä omaa ohjeistustasi

Oleellista on myös, että havaittuihin poikkeamiin puututaan. Tämä puuttuminen voi tarkoittaa joko ohjeiden lisäkoulutusta, sähkönsäännön motivoinnin tehostamista tai jopa ohjeiden muuttamista. Ohje, jota ei pystytä noudattamaan, ei ole kovin hyödyllinen.

Ohjeistus kannattaa myös hajauttaa paikallistasolle siten, että jokaisella osastolla on oma aktiivinen ohjeistuksen vastuhenkilö, joka voi tukea ohjeiden noudattamista oman osastonsa käyttäjien keskuudessa.

## 6. Sähkönsäästökeinojen kerrannaishyödyt

Edellä luetellut sähkönsäästökeinot tuovat parannuksia kerrannaisvaikutuksina myös muuhun toimintaan.

### Tietoturvallisuuden ja paloturvallisuuden parantuminen

Valvomaton päällä oleva työasema on väistämättä suurempi tietoturvariski kuin työasema, joka on pois päältä.

Liian monessa organisaatiossa työasemat jätetään päälle työpäivän jälkeen. Jos joko systemaattisilla virranhallinta-asetuksilla tai käyttäjien huolellisella ohjeistuksella saadaan työasemat sammumaan työpäivän jälkeen, se parantaa selvästi kokonaistietoturvallisuutta. Vaikka tietokoneiden tulipalot eivät olekaan kovin yleisiä, laitteiden sammuttaminen vähentää tarpeetonta tulipaloriskiä jatkuvasti päällä oleviin laitteisiin verrattuna.

### **Muut ympäristötekijät**

Sähkönkulutuksen vähentäminen vähentää myös sähköntuotannossa syntyviä hiilidioksidipäästöjä ja hillitsee tätä kautta omalta osaltaan maapallon lämpötilan kohoamista kasvihuoneilmiön johdosta.

Kun laitteiden hankinnassa pyritään huomioimaan niiden käyttötarkoitus, suosimaan monitoimilaitteita yksittäisten laitteiden sijaan sekä suosimaan tehokkaita yhteiskäyttöisiä laitteita, joilla on korkea käyttöaste, vähenee myös yksittäisten laitteiden määrä. Tämä puolestaan vähentää laitteiden valmistukseen tarvittavaa materiaalia sekä siihen kulunutta energiaa. Myös elinkaaren päättyessä kierrätettävän romun ja ongelmajätteiden määrä vähenee.

Pois päältä laitettavien työasemien ja oheislaitteiden elinkaari pitenee, kun niiden kuluvat osat kuluvat jatkuvasti päällä olevia laitteita hitaammin. Tämäkin osaltaan vähentää syntyvien jätteiden ja valmistukseen kuluvan raaka-aineen ja energian määrää.

### **Muu IT-toiminta**

Sähkönsäästökeinoilla säästettävien kuluvien osien vaihtamisvälin kasvaminen säästää suoria tarvike- ja laitekustannuksia.

Systemaattinen prosessimainen toimintatapa, jossa koko työasemaympäristön elinkaarta hallitaan ennalta määriteltyjen asennuspakettien, määritysten ja toimenpiteiden kautta yhtenäistää koko toimintaympäristöä. Tämä näkyy loppukäyttäjille parempana laatuna ja korkeampana käytettävyytenä. Epäyhtenäisestä työasemaympäristöstä aiheutuvia häiriöitä koskevat palvelupyynnöt vähenevät, mikä säästää sekä käyttäjien että IT-asiantuntijoiden työaika.

## **7. Sähkönsäästökeinojen käyttämisen reunaehdot**

### **7.1. Tietoturvallisuus**

Tietoturvallisuus on tärkeämpää kuin sähkönsäästö. Työasemaympäristön sähkönsäästökeino tulee sovittaa organisaation tietoturvapoliittikkaan.

Nämä eivät välttämättä ole ristiriidassa keskenään. Tietoturvavastaavilla on velvollisuus arvioida, voidaanko samaan turvalliseen lopputulokseen päästä myös energiatehokkaasti.

On muistettava, että tarpeeton sähköntuhlaus saattaa myös osaltaan heikentää turvallisuutta.

Tähän selvitykseen koottujen sähkönsäästökeinojen tietoturvallisuuteen liittyvät reunaehdot ovat seuraavat:

1. Sähkösäästökeinot eivät saa luoda uusia haavoittuvuuksia työasemaympäristöön
2. Sähkösäästökeinot eivät saa heikentää olemassa olevien haavoittuvuuksien hallintakeinoja
3. Sähkösäästökeinot eivät saa suoraan hävittää tai muuttaa tietoja ja työdokumentteja
4. Sähkösäästökeinot eivät saa välillisesti hävittää tai muuttaa tietoja ja työdokumentteja

## 1. Uudet haavoittuvuudet

Yleisesti ottaen tässä kuvatut sähkösäästöohjeet eivät tuo uusia haavoittuvuuksia työasemaympäristöön. Joissakin tilanteissa on arvioitu, että työasemien etäkäynnistysmahdollisuuden, Wake On Lanin, kytkeminen päälle toisi uusia tietoturvariskejä. Yleisesti puhutaan laitteiden kaappausriskin kasvamisesta sekä tietynlaisten palvelunestohyökkäysten mahdollisuudesta.

WOL-toiminnallisuutta ei yleensä tietoturva-asiantuntijoiden keskuudessa pidetä kuitenkaan merkittävänä haavoittuvuusriskinä. WOL-laitteita voidaan käsitellä vain organisaation sisäverkosta. WOL-yhteensopivan laitteen kaappausuhka on pahimmassakin tapauksessa vain sama kuin muutenkin päällä olevan työaseman. Myös palvelunestohyökkäyksiä voidaan estää parametroidulla lähiverkon aktiivilaitteet oikealla tavalla.

Asiaa on käsitelty tarkemmin *IT-ympäristön sähkösäästöohjeet – dokumentin liitteessä 2, Työasemaympäristön päivitysmekanismit ja sähkösäästö*.

## 2. Olemassa olevien haavoittuvuuksien hallinta

Kaikki ohjelmistot sisältävät joitakin haavoittuvuuksia. Erityisesti laajasti käytössä olevien ohjelmistojen, kuten käyttöjärjestelmät ja toimisto-ohjelmistot, haavoittuvuuksia pyritään väärinkäyttämään kiihtyvää tahtia. Näitä haavoittuvuuksia pyritään paikkaamaan tietoturvapäivityksiä sitä mukaa, kun niitä löydyt. Ehkä keskeisin haavoittuvuuksien hallintamenetelmä onkin systemaattinen tietoturvapäivitysten jakelumenetelmä.

Työasemaympäristön sähkösäästökeinot eivät saa merkittävästi heikentää käytössä olevaa päivitysmenettelyä. Useimmiten kuitenkin päivitysmenettelyä voi muuttaa siihen suuntaan, etteivät keskeiset sähkösäästökeinot ole ristiriidassa sen kanssa.

## 2. Välittömät tiedon häviämiskit

Sähkösäästökeinot eivät saa välittömästi kasvattaa käyttäjien käsittelemien tietojen ja tiedostojen katoamisriskiä. Huonosti toimivat virranhallintatilat voivat pahimmassa tapauksessa hävittää tallentamattomia dokumentteja tai sekoittaa palvelimella sijaitsevassa sovelluksessa käsiteltävänä olleita tietoja. Virranhallintatilat tuleekin aina testata huolellisesti ennen niiden liittämistä työasemavakioon tai käytettävään työasemaan. Tätä riskiä voidaan vähentää myös ottamalla käyttöön ehdotettu vaatimus virranhallintatilojen toimivuudelle jo hankintavaiheessa.

Etäsammutuksen osalta tulee olla huolellinen ja testata se huolellisesti. Etäsammutus kannattaa kohdistaa myös vain rajatulle käyttäjäjoukolle, joiden ei uskota tekevän työasemalla töitä iltaisin ja viikonloppuisin. Jos käytätte etäsammutusta, siirtäkää varmuuden vuoksi työasemat mieluummin lepotilaan kuin sammutatte ne kokonaan. Käyttäjän ohjeistus keskeneräisten töiden sammuttamisesta työpäivän jälkeen korostuu etäsammutusta käytettäessä.

### 3. Välilliset tiedon häviämiskit

Sähkönsäästökeinot eivät saa välillisestikään kasvattaa käyttäjien käsittelemien tietojen ja tiedostojen katoamisriskiä. Virranhallintatilat voivat saada huonosti toimivat sovellukset sellaiseen epäselvään tilaan, jossa niihin jäänyt puutteellinen tai virheellinen tieto ei käy heti ilmi.

Joskus myös käyttäjä saattaa hämmennyksissään toimia itse siten, että toimivasta virranhallintatilasta huolimatta tiedot menetetään. Käyttäjä voi esimerkiksi irrottaa hätäpäissään valmiustilaan menneestä tietokoneesta virtajohdon seinästä, jos hän luulee, että kone on mennyt rikki.

Tiedon häviämiskitkin kasvamista välillisesti voi hillitä huolellisella testaamisella sekä käyttäjien ohjeistamisella. Mikäli käytetyt sovellukset toimivat huonosti virranhallintatilojen kohdalla, ne toimivat tällöin usein huonosti myös tietoliikenteen katkeamisen tai sähkökatkon aikana. Tällaisia ratkaisuja kannattaa välttää muistakin kuin sähkönsäästösyistä.

## 7.2. Jatkuvaa työasemaympäristön päällä oloa edellyttävät tehtävät

Tässä kuvatut työasemien ja oheislaitteiden sähkönsäästökeinot on tarkoitettu lähinnä toimistokäyttöä ja normaalia kotikäyttöä silmälläpitäen. Vain osaa näistä suositellaan käytettävän sellaisenaan tietotekniikassa, joka on avainroolissa jatkuvia valvontatehtäviä tai niiden tukea vaativissa tehtävissä.

Yleisesti terveydenhuoltoon, pelastustoimeen, tuotantoprosessien valvontaan tai turvallisuustehtäviin liittyvässä tietotekniikassa on usein hyvin korkeita käytettävyyksivaatimuksia, jotka eivät salli edes lyhyitä palvelukatkoja. Luonnollisesti esimerkiksi pelastustehtävissä hyödynnettävässä lyhyilläkin käytettävyyksikatkoilla voi olla dramaattisia haittavaikutuksia.

Arvioikaa jatkuvaa päällä oloa vaativien tehtävien kohdalla asiantuntijoidenne kanssa kukin tässä esitetty sähkönsäästökeino erikseen. Älkää ottako niitä käyttöön selvittämättä ensin kyseisten sähkönsäästökeinojen vaikutuksia toimintaan.

Yleisesti ottaen hankintaan, IT-ammattilaisten ohjeistukseen ja jatkuvaan seurantaan liittyvät ohjeet soveltuvat myös työasemaympäristöön, jossa vaaditaan jatkuvaa päällä oloa.

## 7.3. Käytettävyys ja tekninen yhteensopivuus

Haastateltaessa julkisen hallinnon organisaatioita, ehkä keskeisimmäksi sähkönsäästökeinojen reunaehdoksi muodostui tietoteknisten palvelujen käytettävyys. Sähkönsäästökeinot eivät saa heikentää tietotekniikan hyödynnettävyyttä. Yleensä tämä ongelma nousee esiin silloin, kun käyttäjä joutuu odottelemaan käynnistyvää tai virranhallintatilasta toipuvaa laitetta liian usein ja liian kauan. Tähän on pyritty tässä selvityksessä vastaamaan ottamalla virranhallin-

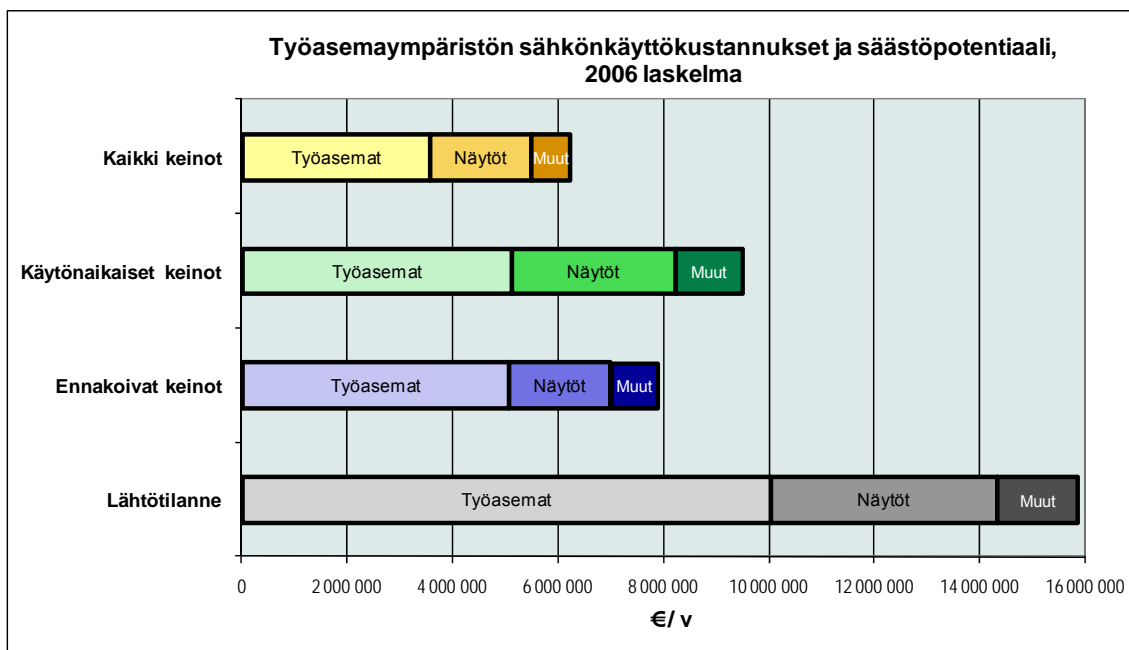
tatilojen toimivuus ja lämpenemisajat keskeisiksi hankintojen valintakriteereiksi. Myös virranhallinta-asetukset on pyritty laatimaan siten, että vain käytettävissä olevat laitteet siirtyvät virranhallintatiloihin.

Toinen käytettävyysoongelma koskee toimimattomia virranhallintatiloja. Vaikka tietoa ei katoaisikaan, käyttäjät joutuvat odottelemaan tarpeettomasti, jos virranhallintatiloista toipuminen ei tapahdukaan suunnitellusti vaan laite pitää esimerkiksi käynnistää uudelleen. Tämä vähentää samalla myös luottamusta laitteiden toimintaan ja heikentää työtehoa. Virranhallintatilat tulee testata huolellisesti etukäteen. Virranhallintatilojen toimivuus tulee ottaa huomioon jo uusia sovelluksia kehitettäessä.

## 8. Esimerkilaskelmia arvioiduista säästöistä

### Aikaisemmin tehdyt laskelmat

Tässä kuvattu laskelma perustuu Motivan vuonna 2006 laatimaan laskentamalliin, jossa sähkönsäästölaskelmissa otetaan huomioon sekä ns. ennakoivat, lähinnä hankintoihin liittyvät keinot sekä käytönaikaiset ylläpitoa optimoivat keinot. Aikaisempi päälaskelma käsitteli koko julkisen hallinnon työasemaympäristön säästöpotentiaalia (n. 500 000 työasemaa ja näiden oheislaitteet). Vuoden 2006 lopun säästöpotentiaali oli n. 10 miljoonaa euroa seuraavasti:



Vuoden 2006 laskelman mukaan, kun kaikki energiansäästökeinot otetaan käyttöön, julkinen hallinto voi pudottaa työasemaympäristön sähkökustannuksensa n. 16 miljoonasta eurosta noin kuuteen miljoonaan euroon.

### 8.1. Kulutus- ja säästölaskelmien perusteet

Sähkönkulutus ja säästölaskelmat tehtiin lähtötilanteeseen verraten kolmen eri skenaarion pohjalta:

1. Sähkösäästön ennakoivat keinot otetaan käyttöön
2. Sähkösäästön käytönaikaiset keinot otetaan käyttöön
3. Kaikki sähkösäästökeinot otetaan käyttöön

### 1 Sähkösäästön ennakoivat keinot otetaan käyttöön

Sähkösäästön ennakoivien keinojen vaikutukset on arvioitu laskelmissa seuraaviksi:

- Lasertulostinten määrä putoaa 20 % yhteiskäyttöisten laitteiden yleistyessä
- Yksittäisen lasertulostimen käyttöaste nousee samalla 20 %
- Kaikki näytöt on uusittu LCD-näytöiksi, kuvaputkinäytöistä on luovuttu
- Liikkuville käyttäjille hankitaan entistä enemmän kannettavia tietokoneita pöytäkoneiden sijaan. Pöytäkoneiden määrä vähenee lähtötilanteeseen verrattuna 25 %
- Kaikissa työasemissa ja näytöissä on ohjeen mukainen, yhtenäinen virransäästö käytössä
- Kaikkien tulostinten tehon hallinta on optimoitu
- Sähkönkulutus on otettu yhdeksi hankintojen ja kilpailutusten valintakriteeriksi,
  - Työasemien, kannettavien ja näyttöjen eri tilojen ja sähkönkulutus on pudonnut n. 25 % lähtötilanteeseen verrattuna
  - Tulostimien sähkönkulutusta on hyvällä hankinnalla saatu vähennettyä n. 25 %
- Kaikki laitteet täyttävät uusimman Energy Star –standardin ohjearvot keskiarvoa vähemmän sähköä kuluttavia.

Sähkösäästön ennakoivien toimenpiteiden ei oleteta vaikuttavan työasemien, näyttöjen tai tulostinten käytönaikaiseen sammuttamiseen.

### 2 Sähkösäästön käytönaikaiset keinot otetaan käyttöön

Sähkösäästön käytönaikaisten keinojen vaikutukset on arvioitu laskelmissa seuraaviksi:

- Kaikki näytöt sammutetaan työpäivän jälkeen
- Kaikki työasemat sammutetaan työpäivän jälkeen
- Kaikki tulostimet sammutetaan työpäivän jälkeen

Sähkösäästön käytönaikaiset toimenpiteiden ei oleteta vaikuttavan työasemien, näyttöjen tai tulostinten sähkönkulutusominaisuuksiin tai asetuksiin.

### 3 Kaikki sähkösäästökeinoet otetaan käyttöön

Tässä oletetaan, että organisaatio on ottanut käyttöön sekä ennakoivat että käytönaikaiset työasemaympäristön sähkösäästökeinoet.

Osa ennakoivista ja käytönaikaisista keinoista vaikuttavat samaan asiaan, joten kokonaissäästö on vähemmän kuin ennakoivien ja käytönaikaisten keinojen summa.

#### Yleiset laskelmien oletukset

Laskelmissa käytetään hyväksi Motivan vuoden 2006 laatimaa laskentapohjaa, jonka parametreja on nyt muutettu. Laskelma huomioi seuraavat seikat:

- Työasemien, näyttöjen ja lasertulostinten määrä
- Kannettavien ja LCD-näyttöjen osuus
- Missä määrin virransäästöominaisuudet ovat käytössä työasemissa ja näytöissä
- Missä määrin tulostinten virranhallintatilat on optimoitu. Laskelmissa on oletettu, että tulostimet menevät työpäivän jälkeen automaattisesti lepotilaan, mutta ellei virranhallintatiloja ole optimoitu, ne ovat normaalissa käyttötilassa työpäivän aikana
- Missä määrin näytöt sammutetaan työpäivän jälkeen
- Missä määrin työasemat sammutetaan työpäivän jälkeen
- Missä määrin tulostimet sammutetaan työpäivän jälkeen
- Laskelmassa on eroteltu työpäivä, illat sekä muut päivät, jolloin toimistotyötä ei tehdä
- Laskelmissa on oletettu vuoden työpäivien määräksi 220 päivää
- Laskelmissa on oletettu työpäivän pituudeksi 7 tuntia 45 min, josta 30 min on ruokataukoa
- Työaseman tehollinen käyttö on 4 tuntia päivässä ja tulostimien 2,5 tuntia
- Laskelmissa on huomioitu karkausvuodet määrittämällä vuoden pituudeksi keskimäärin 365,25 päivää
- Yhden suomalaisen omakotitalon vuotuinen sähkönkulutus on 20 000 kWh
- Sähköntuotannossa syntyy hiilidioksidia 300 t / GWh
- Sähkön keskimääräinen hinta on 0,10 € / kWh<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Arvioitu energiamarkkinaviraston sähkön hintavertailulaskurilla koko Suomen keskiarvoisena tarjoushintaan sisältäen sekä sähköenergian että sähkön siirron hinnan veroineen.

Laskelmissa ei ole huomioitu työasemien ja oheislaitteiden lämmittämän huoneilman jäähdyttämiseen tarvittavaa energiaa kesäkaudella. Vastaavasti myös työasemien lämmön tuoma säästö lämmityskustannuksissa talvella on jätetty huomioimatta.

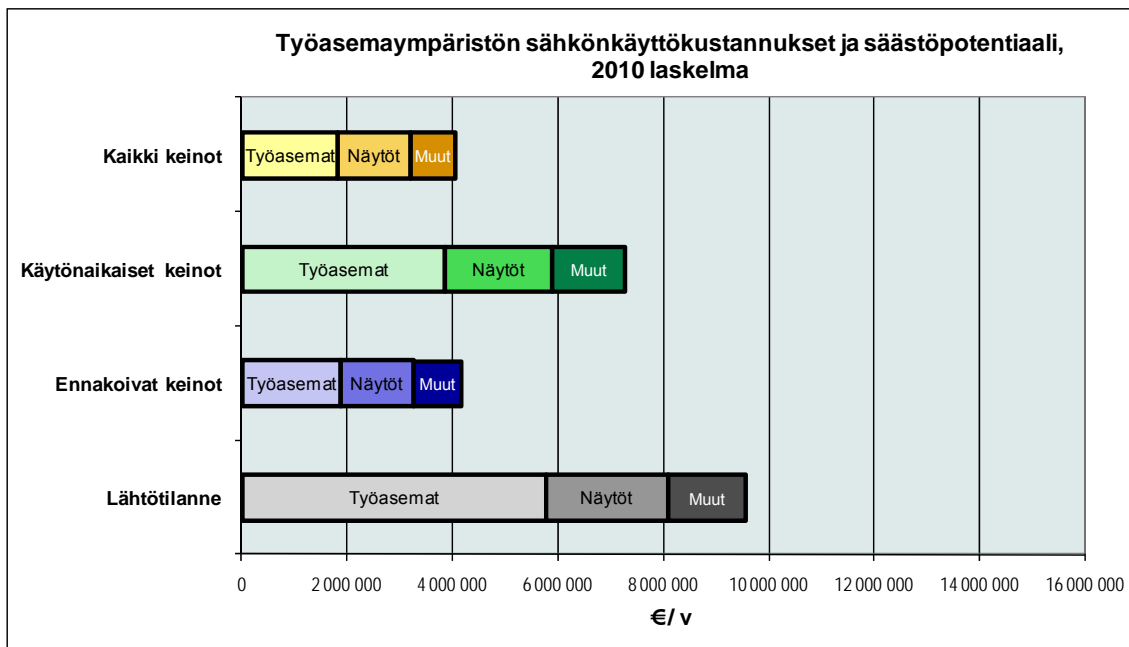
## 8.2. Säästö julkisessa hallinnossa

Julkisen hallinnon työasemamääräksi on oletettu 500 000 työasemaa, joista 35 % on kannettavia. Tulostimia on oletettu olevan n. 40 000 kpl.

Muutokset aikaisempaan laskelmaan:

- Tulostinten määrää on jo saatu vähennettyä keskittämällä tulostimia
- Kannettavien tietokoneiden suhteellinen osuus on lähtötilanteessa jo noussut
- Kuvaputkinäyttöjä on enää erittäin vähän käytössä, näytöt ovat lähes kokonaisuudessaan LCD-näyttöjä
- Sähkön hinta on hiukan noussut
- Keskimääräinen pöytätyöasemien, kannettavien, näyttöjen ja tulostimien sähkönkulutus on laskenut vuoden 2006 arvoista
- Uusittavissa laitteissa on käytetty Energy Star –tietokannasta saatuja keskimääräisiä energiankulutusarvoja

Edellisten muutosten pohjalta päädytään seuraavaan uuteen julkishallinnon työasemaympäristön sähkönkäyttökustannuksiin ja säästöpotentiaaliin:



Muut –osuus kuvaajassa kuvaa lähinnä lasertulostinten sähkönkulutusta.

Työasemaympäristön sähkönkulutus voidaan pudottaa systemaattisella toiminnalla yhä **jopa alle puoleen** nykyisestä.

Sähkönkulutus ja sähkökustannukset eri skenaarioissa ovat seuraavat:

Säästölaskelmat	Lähtötilanne	Ennakoivat keinot
<b>Työasemat</b>		
Pöytätyöaseman kulutus vuodessa	159 kWh / v 325 000 kpl	61 kWh / v 243 750 kpl
Kannettavan kulutus vuodessa	34 kWh / v 175 000 kpl	16 kWh / v 256 250 kpl
<b>Näytöt</b>		
Putkinäytön kulutus vuodessa	127 kWh / v 25 000 kpl	- kWh / v 0 kpl
LCD-näytön kulutus vuodessa	42 kWh / v 475 000 kpl	27 kWh / v 500 000 kpl
<b>Tulostimet</b>		
Tulostimen kulutus vuodessa	370 kWh / v 40 000 kpl	288 kWh / v 32 000 kpl
<b>Kulutus yhteensä</b>		
Työasemien kulutus yhteensä	57 594 883 kWh / v	18 800 064 kWh / v
Näyttöjen kulutus yhteensä	23 154 119 kWh / v	13 685 920 kWh / v
Tulostimien yhteensä	14 819 840 kWh / v	9 204 304 kWh / v
<b>Yhteensä</b>	<b>95 568 842 kWh / v</b>	<b>41 690 288 kWh / v</b>
<b>Kustannukset yhteensä</b>		
Työasemien kustannukset yht.	5 759 488 € / v	1 880 006 € / v
Näyttöjen kustannukset yht.	2 315 412 € / v	1 368 592 € / v
Tulostimien ja kaiuttimien kust.	1 481 984 € / v	920 430 € / v
<b>Työas.ympäristön sähkön hinta</b>	<b>9 556 884 € / v</b>	<b>4 169 029 € / v</b>
Säästö		5 387 855 € / v

Säästölaskelmat	Käytönaikaiset keinot	Kaikki keinot
<b>Työasemat</b>		
Pöytätyöaseman kulutus vuodessa	100 kWh / v 325 000 kpl	58 kWh / v 243 750 kpl
Kannettavan kulutus vuodessa	34 kWh / v 175 000 kpl	16 kWh / v 256 250 kpl
<b>Näytöt</b>		
Putkinäytön kulutus vuodessa	111 kWh / v 25 000 kpl	- kWh / v 0 kpl
LCD-näytön kulutus vuodessa	37 kWh / v 475 000 kpl	27 kWh / v 500 000 kpl
<b>Tulostimet</b>		
Tulostimen kulutus vuodessa	342 kWh / v 40 000 kpl	263 kWh / v 32 000 kpl
<b>Kulutus yhteensä</b>		
Työasemien kulutus yhteensä	38 524 888 kWh / v	18 283 729 kWh / v
Näyttöjen kulutus yhteensä	20 379 269 kWh / v	13 678 800 kWh / v
Tulostimien yhteensä	13 690 080 kWh / v	8 413 472 kWh / v
<b>Yhteensä</b>	<b>72 594 236 kWh / v</b>	<b>40 376 001 kWh / v</b>
<b>Kustannukset yhteensä</b>		
Työasemien kustannukset yht.	3 852 489 € / v	1 828 373 € / v
Näyttöjen kustannukset yht.	2 037 927 € / v	1 367 880 € / v
Tulostimien ja kaiuttimien kust.	1 369 008 € / v	841 347 € / v
<b>Työas.ympäristön sähkön hinta</b>	<b>7 259 424 € / v</b>	<b>4 037 600 € / v</b>
Säästö	2 297 461 € / v	5 519 284 € / v

**Kaikkien sähkösäästökeinojen käyttöönotolla julkinen hallinto vähentäisi yli 5,5 miljoonaa euroa vuodessa nykyisin hukkaan menevästä työasemaympäristön sähkönkulutuksesta johtuvia kustannuksia.**

Kaikkien keinojen käyttöönoton kautta säästyneellä sähköllä lämmitäisi **2760** suomalaista sähkölämmitteistä **omakotitaloa**. Säästyneellä energialla n. 55 GWh vähennettäisiin sähköntuotannossa syntyviä hiilidioksidipäästöjä yli **17 miljoonaa kiloa vuodessa**.

Kun tätä vuoden 2010 laskelmaa vertaa vuoden 2006 laskelmaan, voidaan havaita, että kehitystä on jo tapahtunut. Tämä johtuu erityisesti työasemalaitteiden luonnollisesta energiatehokkuuden paranemisesta, kannettavien osuuden kasvamisesta sekä ns. putkinäyttöjen korvautumisella litteillä LCD-näytöillä. Kuitenkin samanaikaisesti työasemaympäristön laitteiden sähkönkulutus ja sisäänrakennetut virransäästöratkaisut ovat kehittyneet huomattavasti. Kun samalla työasemaympäristön hallinnan menetelmät eivät tarkastelujaksolla ole kovinkaan paljon muuttuneet, havaitaan, että säästöpotentiaali on hyvästä kehityksestä huolimatta vielä varsin suuri.