

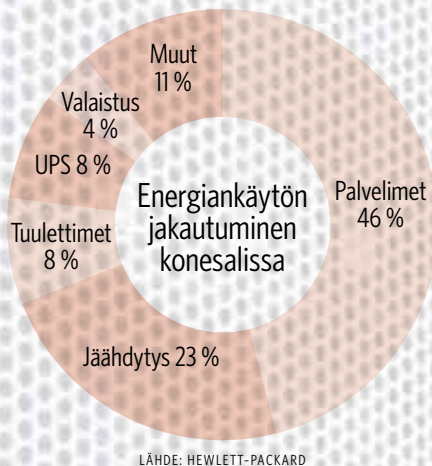
Energiatehokas konesali

Konesalien luvattu maa?

Suomi on monestakin syystä kiinnostava maa kansainvälisille konesaliyrityksille. Sähkö on eurooppalaisittain halpaa ja teknistä osaamista on riittävästi. Tietoturva on hyvällä tasolla ja sähköverkko on luotettava. Kylmän ilmaston ansiosta vapaajäähdytystä voi käyttää yli puolet vuodesta, ja vesistöjä riittää vapaajäähdytyksen käyttöön. Suomi on ilmaston ja geologian puolesta vakaata aluetta ja lisäksi poliittisesti rauhallinen hyvinvointivaltio. Suomeen on jo nyt rantautumassa huipputason konesaliyrityksiä. Ilmiö voi tuoda uutta liiketoimintaa myös suomalaisille yrityksille.

Energiankäytön tehostaminen konesaleissa	4
Jäähdytys	6
Virranjakelu ja UPS-laitteet	10
Hukkalämmön hyödyntäminen	12
Muita energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä	14
Energiatehokkuuden mittaaminen ja seuranta	16
Konesalien energiakatselmukset	20
Energiatehokkuussopimukset	22





LÄHDE: HEWLETT-PACKARD

Energiankäytön tehostaminen konesaleissa

Konesalien määrä ja energiankulutus kasvavat nopeasti, mikä nostaa kustannuksia ja kuormittaa ilmastoa. Energiatehokkuudesta onkin tullut alalle uusi kilpailutekijä.

Palvelut siirtyvät pilveen ja yritykset ulkoistavat palvelimiaan. Digitaalista sisältöä liikkuu verkossa yhä enemmän ja suuri osa siitä pitää myös tallentaa. Kehitys tarkoittaa valtavaa kasvua IT-sektorille, mutta se tarkoittaa myös jyrkästi kasvavaa energiankulutusta konesaleissa.

Konesalien sähkönkulutus kaksinkertaistui Suomessa vuosina 2005–2010.

Tuskin millään muulla teollisuudenalalla energiankulutuksen kasvu on yhtä nopeaa, eikä kasvu osoita hidastumisen merkkejä. Konesalit kuluttavat arviolta 0,5–1,5 prosenttia koko Suomen käyttämästä sähköstä.

Vuonna 2010 koko ICT-alan markkina-arvo Suomessa oli noin 8,8 miljardia euroa. Konesaliliiketoiminnan osuus tästä on noin 35 prosenttia, eli noin 3 miljardia, joten konesaliliiketoimintaa voidaan pitää omana varteenotettavana teollisuudenalanaan. (Lähde: Market-Visio).

IT-alan hiilidioksidipäästöt ovat noin kaksi prosenttia koko maailman päästöistä. Osuus on samaa luokkaa kuin lentoliikenteellä.

Konesalien päästöjen on arvioitu nelinkertaistuvan vuosina 2010–2020, mikä on iso haaste koko alalle. Samalla sähkön hinta nousee, mikä kasvattaa energian osuutta konesalin ylläpitokustannuksissa. Jo nyt yksittäisen palvelimen koko elinkaaren energialasku vastaa palvelimen ostohintaa. Jopa 75 prosenttia konesalin käyttökustannuksista kertyy energiasta.

Energiatehokkuus palkitsee

Energiatehokkuuden nostaminen alentaa kustannuksia ja vähentää päästöjä. Se parantaa yrityksen julkista kuvaa ja koko liiketoiminnan uskottavuutta. Edut on



Tehostamalla energian- käyttöä konesalin vuosittainen sähkölasku pienenee parhaim- millaan 50 %.

Miten konesalin sähkönkulutusta voi vähentää?

- Jäähdytysjärjestelmän optimointi
- Energiatehokkaat laitevalinnat
- Hukkalämmön hyödyntäminen
- Palvelinten käytön optimointi ja virtualisointi
- UPS-laitteiston optimointi
- Ilmankostutuksen järkevöittäminen
- Valaistuksen uusiminen ja ohjaus

Mikä konesali on?

Konesalilla tarkoitetaan laitetilaa, jossa sijaitsee IT-laitteita ja niiden vara- ja suojausjärjestelmiä. IT-laitteisto koostuu palvelimista, tallennusjärjestelmistä ja tietoliikennelaitteista. IT-laitteiden tehtävät liittyvät yleensä tietoliikenne-, varmistus- ja tallennuskapasiteettipalveluihin. Pieniä konesaleja kutsutaan usein palvelinhuoneiksi (server room) ja suuria datakeskuksiksi (data center).

Konesalin laitteisto voi olla joko yhden toimijan omassa käytössä, tai kaupallinen palveluntarjoaja voi vuokrata kapasiteettia useille asiakkaille. Pilvipalveluissa konesaliyrittys suunnittelee palvelunsa alusta asti useamman asiakkaan käytettäväksi.

Palvelinten on toimittava varmasti ja luotettavasti kellon ympäri, mikä vaatii vakaita olosuhteita, jatkuvaa valvontaa ja hyviä suojausjärjestelmiä. Suojausjärjestelmät lisäävät konesalien energiankulutusta.

huomattu esimerkiksi The Green Grid -konsortiumissa, jossa 175 IT-alan yritystä ympäri maailman kehittää innovaatioita konesalien energiankäytön tehostamiseksi. Energiatohokkuudesta on nopeasti tullut osa normaalia kustannusten ja brändin hallintaa, ja alan huiput kilpailevat siitä kenellä sähköä kuluu vähiten.

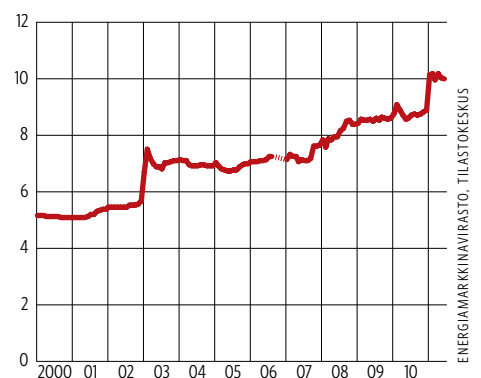
Konesaleissa kuluu eniten energiaa IT-laitteisiin ja niiden jäähdytykseen. Suurimmat säästöt saadaan yleensä palvelimien virtualisoinnilla ja jäähdytyksen optimoinnilla. Lähtötilanteesta riippuen energiatehokkuuden parantamisella konesaleissa voidaan päästä jopa 40–50 prosentin säästöihin vuositasolla.


Usein isot säästöt kertyvät monista suhteellisen pienistä toimenpiteistä. Aina ei tarvita edes investointeja – esimerkiksi ilmankierron esteiden poistaminen voi leikata jäähdytyksen energiankäyttöä kymmeniä prosentteja.

Konesalit ovat erilaisia muun muassa iältään, sijainniltaan ja laitteistoltaan. Sopivat toimenpiteet riippuvat kohteesta.

Sähkön hinta on noussut tuntuvasti

Sähkön hinnan kehitys toimijoilla, jotka kuluttavat vuosittain 2 000 – 19 999 MWh sähköä. Hinta sisältää sähköenergian, siirtomaksun ja sähköveron (luokka 2). Senttiä kilowattitunti





Konesaleja jäähdytetään usein liikaa, mikä tuhlaa energiaa. Riittävän alhainen palvelimille menevän ilman lämpötila on yleensä 27 celsiusastetta.

Jäähdytys

Konesalin jäähdytys kuluttaa tyypillisesti noin 30–50 prosenttia salin käyttämästä sähköstä. Jäähdytyksestä löytyy usein kaikkein suurin energiansäästöpotentiaali.

Jatkuva jäähdytys syö suuret määrät energiaa

Palvelinlaitteet tuottavat runsaasti lämpöä, joten konesali ei yleensä tarvitse lämmitysjärjestelmää. Päinvastoin, saleja on jäähdytettävä käytännössä ympäri vuoden. Konesaleissa jäähdytys on jatkuvaa, joten sen optimointiin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Jäähdytysjärjestelmän isot remontit tehdään yleensä konesalin

uusimisen yhteydessä, mutta pienemmilläkin toimenpiteillä voidaan säästää yllättävän paljon.

Yleisin jäähdytystapa on ilmajäähdytys. Jäähdytyslaite imee lämpimän ilman salista ja puhaltaa jäähdytettyä viileää ilmaa palvelimille. Viileä ilma tulee palvelinkaapeille rei'itetyn asennuslattian kautta. Jäähdytysjärjestelmän putkisto jää korotetun lattian alle.

Yksinkertaisia keinoja

Ehkä tärkein huomio jäähdytyksessä on, että sitä tehdään usein liikaa. Konesalien lämpötilaa pidetään turhan viileänä, esimerkiksi 21–24 celsiusasteessa. Viileyden oletetaan pidentävän palvelimien elinikää.

Myös valmistajien takuuehdot ovat perinteisesti vaatineet alhaista käyttölämpötilaa. Todellisuudessa palvelimien elinkaari on yleensä joka tapauksessa niin lyhyt, ettei lämpötila vaikuta siihen. Siksi palvelimille menevän ilman lämpötila voidaan nostaa lähelle 27 celsiusastetta, joka on ASHRAE:n (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) suosituksen mukainen suurin sallittu lämpötila.

Palvelimille menevän ilman lämpötilan nostaminen on yksinkertainen ja tehokas energiatehokkuustoimenpide, joka voidaan toteuttaa helposti useimmissa konesaleissa. Vesijäähdytteisissä järjestelmissä vastaava toimenpide on jäähdy-

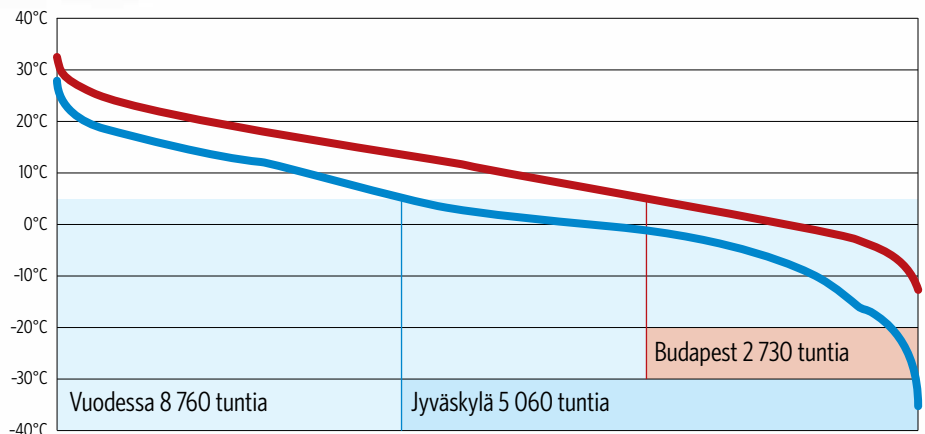


tysveden lämpötilan nostaminen. Monissa koneseissa jäähdytysveden lämpötila on 10 celsiusastetta, kun se voisi olla lähellä 20 celsiusastetta. Erotus on varsin merkittävä energiankäytön kannalta. Kun veden lämpötilaa nostetaan, veden virtaus on säädettävä samalla.

Dynaaminen, tilanteen mukaan joustava jäähdytysjärjestelmä käyttää energiaa järkevästi. Parhaassa tapauksessa systeemi ohjaa aktiivisesti itseään: se jäähdyttää eniten isoa lämpökuormaa tuottavia palvelimia ja vähemmän niitä komponentteja, jotka tuottavat vain vähän lämpöä. Jäähdytyksen älykäs ohjaus on tavoittelemisen arvoinen kaikissa koneseleissa.

Konesalin maantieteellisellä sijainnilla on merkitystä

Suomessa on erinomaiset mahdollisuudet hyödyntää ilman, veden tai maaperän kylmyyttä konesalin jäähdytyksessä. Esimerkiksi Jyväskylässä vuoden yhteenlasketuista tunneista jopa 58 % alittaa + 5 °C asteen lämpötilan, kun Budapestissa vastaava luku on vain 31 %.



Jopa 50 % jäähdytyksen tehosta voi mennä hukkaan, jos kylmät ja kuumat ilmavirtaukset sekoittuvat.

Vapaajäähdytys

Yleisin tapa jäähdyttää konesalia on kompressorilla toimivan jäähdytyslaitteen ja vapaajäähdytyksen yhdistelmä. Vapaa-jäähdytyksessä kylmän ulkoilman, veden tai maaperän jäähdytysvaikutus siirretään sisätiloihin, useimmiten jäähdytysveden välityksellä. Sähköä kuluu vain jäähdytysveden kierrättämiseen eikä varsinaisia ilmastointikoneita tarvita. Siksi vapaajäähdytys on hyvin energiatehokasta.

Jäähdytys voidaan toteuttaa myös suoravapaa-jäähdytyksellä suoraan suodatettua ulkoilmaa hyödyntäen. Ilmaan perustuva vapaajäähdytys kytkeytyy päälle, kun ulkoilman lämpötila alittaa tietyn rajan, esimerkiksi 15 celsiusastetta. Vesistön viilennysvaikutusta voidaan hyödyntää ympäri vuoden. Mikäli veden lämpötila ei aina ole tarpeeksi alhainen, voidaan apuna käyttää kompressoriteknikkaan perustuva lämpöpumppua.

Usein ulkolämpötilaraja, jossa vapaa-jäähdytys kytkeytyy päälle, on tarpeettoman matala. Raja on suositeltavaa nostaa niin ylös kuin jäähdytysveden ja -ilman lämpötilan kannalta on mahdollista. Kun lämpötilarajaa nostetaan, vapaajäähdytyksen osuus kasvaa ja koneellisen jäähdytyksen osuus vähenee – ja energiaa säästyy. Lämpötilarajan nostaminen vaatii myös palvelimille menevän ilman ja jäähdytysveden virtaaman nostamista, joten on tarkistettava laitteiston tehot ja sopivuus uusille asetuksille.

Suomessa on kylmän ilmastoinnin ja runsaiden vesistöjen vuoksi hyvät mahdollisuudet vapaajäähdytykseen, joten sitä kannattaa hyödyntää. Sijainnin merkitys kasvaa tulevaisuudessa. Jo nyt isoja konesaleja rakennetaan nimenomaan vesistöjen läheisyyteen.

Palvelinten sijoittelu

Palvelinlaitteiden sijoittelu konesalissa on erittäin olennaista ilmajäähdytyksen optimoinnin kannalta. Järkevällä sijoittelulla pyritään ennen kaikkea estämään kylmän ja kuuman ilman sekoittuminen.

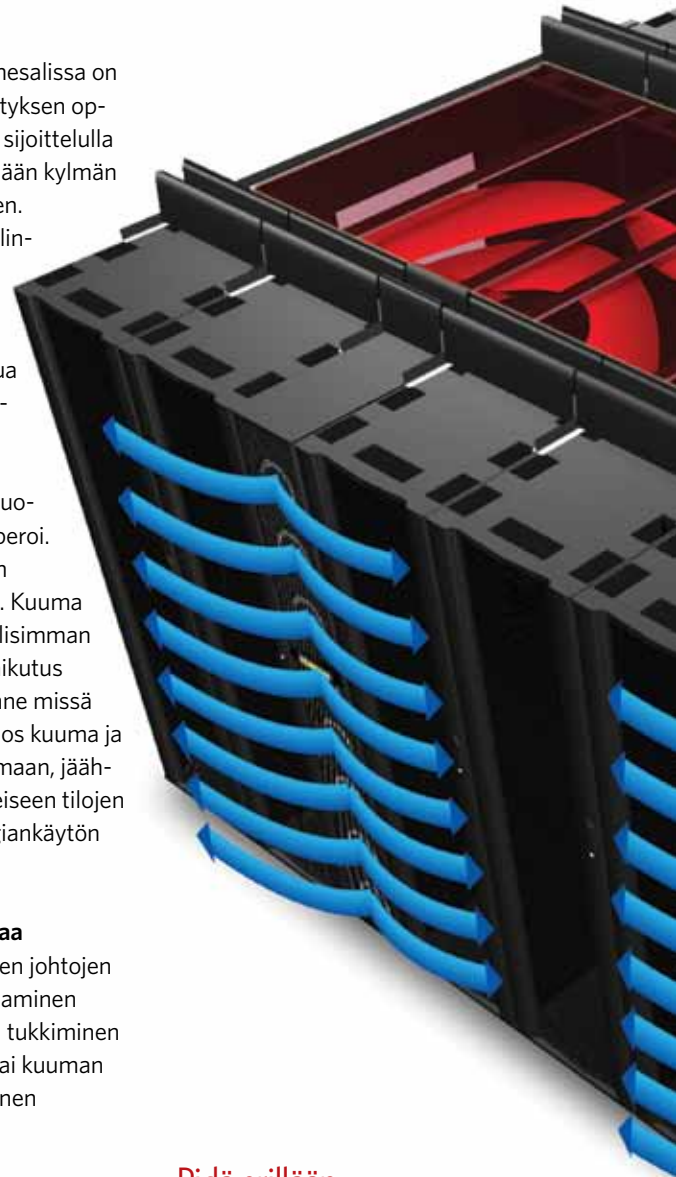
Ihannetapauksessa palvelintelineet ovat samankorkuiset, sijoitettu yhtenäisiin riveihin eikä telineissä ole tyhjiä aukkoja. Näin saadaan rakennettua selkeät kylmä- ja kuumakäytävät.

Tavallisesti kylmä ilma tuodaan palvelintelineen etupuolelle, jossa myös henkilöstö operoi. Kuumakäytävä jää palvelimien takapuolelle telinerivien väliin. Kuuma ilma poistetaan sieltä mahdollisimman tehokkaasti. Näin jäähdytysvaikutus saadaan kohdistettua juuri sinne missä sitä tarvitaan, eli palvelimiin. Jos kuuma ja kylmä ilma pääsevät sekoittumaan, jäähdytys kohdistuu enemmän yleiseen tilojen viilentämiseen, mikä on energiankäytön kannalta tehotonta.

Ilmavirtauksen hallintaa auttaa

- korotetun lattian alla kulkevien johtojen ja putkien kotelointi tai poistaminen
- lattian alaisten ilmavuotojen tukkiminen
- palvelinkaappien kotelointi tai kuuman tai kylmän käytävän kattaminen
- kaapeloinnin selkeytys

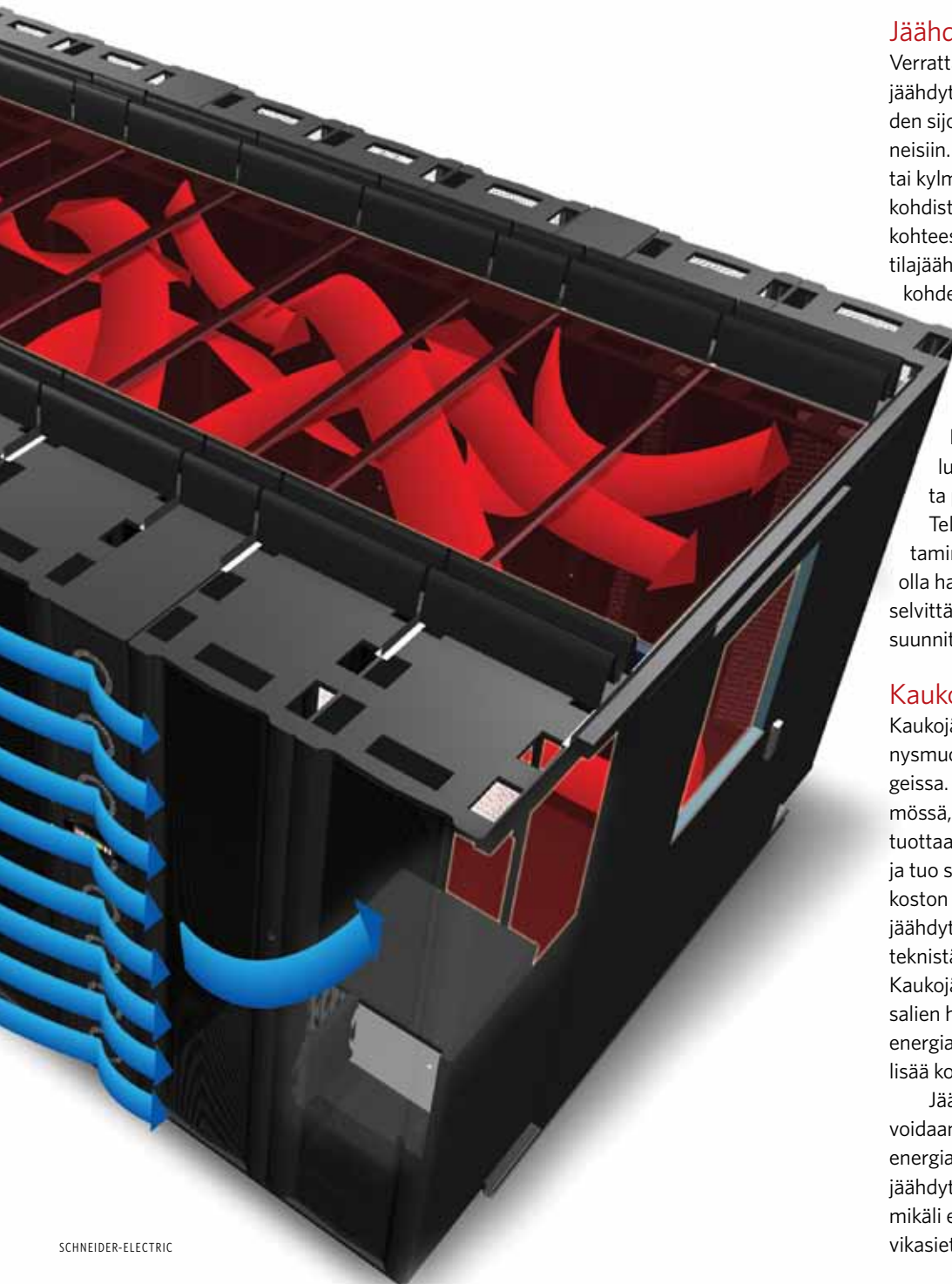
Jopa puolet jäähdytysjärjestelmän tehosta voi mennä hukkaan, jos tarkoituksenmukainen ilmankierto estyy.



Pidä erillään kylmät ja kuumat ilmavirrat

Energiätehokkuuden kannalta on tärkeää, että palvelimille ohjattavat kylmät ilmavirrat eivät sekoitu palvelimien tuottaman lämmön kanssa. Optimitilanteessa palvelintelineet ovat samankorkuiset, sijoitettu yhtenäisiin riveihin eikä telineissä ole tyhjiä aukkoja. Tämä helpottaa jäähdytyksen kohdentamista.

Jäähdytyksessä on tärkeintä ohjata viilentävä vaikutus mahdollisimman tarkasti sinne missä lämpöä syntyy eli palvelimiin. Yleinen salin ilman jäähdytys on tehotonta.



Jäähdytetyt palvelintelineet

Verrattain uusi, energiatehokas ratkaisu jäähdytykseen on nestejäähdytyslaitteiden sijoittaminen suoraan palvelintelineisiin. Jäähdytykseen käytetään vettä tai kylmäainetta. Silloin viilennysvaikutus kohdistuu täsmällisesti varsinaiseen kohteeseen eli palvelimiin ja tarpeeton tilajäähdytys jää pieneksi. Laiteräkkeihin kohdennettu nestejäähdytys helpottaa selkeiden kylmä- ja kuumakäytävien rakentamista. Samassa salissa voi olla sekä ilmajäähdytys että vesijäähdytteiset telineet. Ratkaisu muuttaa jäähdytyksen luonnetta toimistotilan ilmastoinnista prosessijäähdytyksen suuntaan. Telinekohtaisen viilennyksen rakentaminen olemassa oleviin saleihin voi olla hankalaa. Asia kannattaa kuitenkin selvittää, kun talotekniikan uusimista suunnitellaan.

Kaukojäähdytys

Kaukojäähdytys on energiatehokas viilennysmuoto, joka yleistyy suurissa kaupungeissa. Periaate on sama kuin kaukolämmössä, mutta käänteinen: energiayhtiö tuottaa jäähdytysenergian keskitetysti ja tuo sen rakennuksiin laajan putkiverkoston kautta. Konesalikiinteistön oman jäähdytysenergiatuotannon vaatimaa teknistä tilaa vapautuu muuhun käyttöön. Kaukojäähdytystä hyödyntävien konesalien hukkalämpö voidaan usein siirtää energiayhtiön kaukolämpöverkkoon, mikä lisää konesalin energiatehokkuutta.

Jäähdytysjärjestelmän valvonta voidaan joissakin tapauksissa ulkoistaa energiayhtiölle. Kaukojäähdytys vapauttaa jäähdytyskoneiden vaatimaa lattiatilaa, mikäli erillisiä jäähdytyslaitteita ei tarvita vikasietoisuussyistä.

Kompromissia etsimässä

Mitä paremmat varmennukset, sitä suurempi energiankulutus. Oikean redundanssitason valinta on tärkeää häviöiden minimoimiseksi. Sopiva taso on kompromissi luotettavuusvaatimusten ja taloudellisuuden välillä.

Merkittäviä säästöjä voidaan saada siirtymällä kahdennetuista varmennuksista tilanteeseen, jossa varajärjestelmiä on vähemmän kuin varsinaisia järjestelmiä. Esimerkiksi kaksi varasysteemiä voi korvata minkä tahansa kymmenestä pääjärjestelmästä. Vikasietoisuus ei heikkene, koska varajärjestelmät ovat edelleen kaikkien pääjärjestelmien käytössä.



Virranjakelu ja UPS-laitteet

Virranjakelun on oltava varmaa konesaleissa, mikä vaatii energiaa kuluttavia varajärjestelmiä. Virranjakelun energiatehokkuutta voidaan parantaa monella tavalla.

Palvelimien virransaanti on turvattu kaikissa olosuhteissa. Se onnistuu kahden tamalla virransyöttöjärjestelmiä ja pitämällä yllä varajärjestelmiä. Tärkeimmissä palvelimissa virranjakelu on kahdennettu palvelinlaitteeseen asti. Tällaisissa laitteissa on kaksi virtalähdettä, kahdennetut virranjakelun paneelit sekä sähkönsyötön varmistuslaitteet UPS:t (Uninterruptible Power Supply).

Kahdennus lisää energiankäyttöä, koska varalla oleva virranjakelu toimii jatkuvasti osateholla. Yleensä käytössä on laite- tai rakkikohtaisia vaihtovirtaa käyttäviä virtalähteitä. Energiankulutusta voi vähentää käyttämällä korkean hyötysuhteen virtalähteitä. Samalla vähennetään itse virtalähteiden jäädytystarvetta, koska korkea hyötysuhde tarkoittaa pienempää lämpökuormaa.

Siirtyminen konesalin virranjakelussa tasasähköön voi nostaa energiatehokkuutta. Tasasähköä käyttävät ratkaisut ovat yksinkertaisempia ja hyötysuhteeltaan parempia kuin vaihtosähköön perustuvat järjestelmät. Siirtyminen tasasähköön

edellyttää palvelimilta tasasähkövalmiutta, mikä rajoittaa käyttöönottoa olemassa olevissa konesaleissa.

Varmennus ja redundanssi

Palvelimien ja talotekniikan varmennuksen tasoja kuvataan Tier-luokituksella ja redundanssia määrittelevillä termeillä. Neliportaisella Tier-asteikolla vikasietoisuuden korkein luokka on Tier IV, joka takaa konesalin toiminnan suurienkin sähkönjakelun ja virtalähteiden vikojen aikana.

Redundanssilla tarkoitetaan talotekniikan varmennusastetta. Kahdennettuja laitteita ja sähkönjakelua kuvataan ter-



Varma ja häiriötön tiedonsiirto on tärkeää nyky-yhteiskunnassa, jossa tieto liikkuu yhä useammin sähköisesti.

meillä N, N+1, 2N, 2N+1 jne. N-kirjaimen edessä oleva numero kuvaa käytössä olevien jakeluteiden ja virtalähteiden määrää ja N-kirjaimen jälkeen tuleva numero kertoo vaihtoehtoisten jakelujärjestelmien ja virtalähteiden määrän. Jäähdytyksellä, sähkönjakelulla ja varavoimalla voi olla eri tason redundanssit.

UPS-laitteet

Kaikissa koneseleissa käytetään UPS-laitteita jatkuvan virransyötön varmistamiseksi. UPS-laitteet hoitavat virranjakelun sähkökatkon tai muun häiriön sattuessa. Myös jäähdytysjärjestelmän toiminta on varmistettava, joten UPS-laitteiston

kokonaisteho voi olla huomattavasti palvelimien tehoa suurempi. UPS-laitteet ovat jatkuvasti valmiustilassa ja kuluttavat runsaasti sähköä. Monissa koneseleissa myös UPS-jakelu on kahdennettu häiriöiden varalta ja sillä voi olla oma varajärjestelmä.

UPS-laitteiden hyötysuhde on olennainen energiankulutuksen kannalta. Hyötysuhde on uusissa järjestelmissä noin 90-97 prosenttia. Joissakin laitteissa on energiansäästöasetuksia, joiden avulla hyötysuhde saadaan nostettua 98 prosenttiin. Asetukset koskevat normaalitylantilannetta, kun UPS-jakelu on valmiustilassa. Varmuustasot voidaan automatisoida ja häviöt voidaan minimoida käyttämällä

UPS-laitteistoa staattisella ohituksella normaalin sähkönsyötön aikana.

Energiankulutusta aiheuttavat tyypillisesti useat osakuormalla toimivat UPS-laitteistot. Häviöt ovat suuret, kun kuormitus on pieni mitoitustehoon verrattuna. Häviöitä vähentää UPS-järjestelmän modulaarinen rakenne. Modulaarisuuden ansiosta vain tarpeellinen määrä UPS-laitteistoa on päällä.



Hukkalämmön hyödyntäminen

Palvelinten hukkalämpö on ilmaista lämmitysenergiaa. Siitä kannattaa ottaa hyöty irti.

Palvelinlaitteet tuottavat runsaasti lämpöä. Se johdetaan usein suoraan ulos konesalista, mutta sen hyödyntäminen yleisty. Mahdollisuudet vaihtelevat konesalin sijainnin, tilojen ja jäähdytysratkaisun mukaan. Kaukojäähdytetyt konesalit voi-

vat myydä hukkalämmön energiayhtiölle, joka hyödyntää sitä kaukolämpöverkossa rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen. Esimerkiksi Helsingissä ja Espoossa osa kaukolämpöverkon lämpöenergiasta on lähtöisin konesalien palvelimista.

Omassa kiinteistössä hukkalämpöä voi hyödyntää lähinnä tilojen tuloilman esilämmityksessä. Siihen tarvitaan ilmanvaihtokone, jossa on lämmöntalteenotto.

Mahdollisia kohteita ovat muun muassa:

- tekniset tilat
- pysäköintihallit
- rappukäytävät
- henkilökunnan tilat
- varastot

Kun käytössä on nestejäähdytys, voidaan harkita paluuveden hyödyntämistä lämmityksessä lämpöpumpun avulla. Sellaise-



Helsingin ja Espoon kaukolämmössä hyödynnetään yhä enemmän konesalien hukkalämpöä. Vuonna 2011 konesalien hukkalämpöä käytettiin kaukolämmitykseen tuhansien omakotitalojen kuluttaman lämmön verran pääkaupunkiseudulla.

naan noin 20 asteinen vesi ei riitä lämmitykseen, mutta lämpöpumpun kompressorin avulla sitä voidaan kuumentaa riittävästi tilojen lämmittämiseen. Lämmönsiirto järjestetään patteri- tai lattialämmityksen tai ilmanvaihdon kautta. Yksi mahdollinen kohde on ulkoalueiden sulanapitolämmitys.

Lämmöntalteenoton ja lämpöpumpujen asennus onnistuu olemassa olevissa

saleissa lähinnä ilmanvaihtojärjestelmän uusimisen yhteydessä.

Hukkalämpöä voidaan joskus hyödyntää myös konesalin viereisissä rakennuksissa. Suomessa on kokemuksia esimerkiksi naapurikiinteistön uima-altaan lämmittämisestä.

Espoossa sijaitseva konesali tuottaa lämpöä kaukolämpöverkkoon 30 GWh vuodessa, mikä vähentää hiilidioksidipäästöjä 10 000 tonnilla. Vastaavalla päästömäärällä ajaisi henkilöautolla maapallon ympäri 1 650 kertaa.

Pilvipalvelut mahdollistavat useiden toisistaan eristettyjen palvelujen toteuttamisen yhteisellä alustalla. Pilvipalvelut ovat tästä syystä energiatehokkaita.

Muita energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä

Uusi teknologia mahdollistaa säästöjä. Palvelinten virtualisointi sekä energiatehokkaat laite- ja valaistusratkaisut vähentävät sähkönkulutusta konesaleissa.

Palvelinten virtualisointi

Virtualisointi on jo nyt yksi tärkeimmistä keinoista konesalien energiatehokkuuden parantamisessa ja sen merkitys kasvaa tulevaisuudessa. Virtualisoinniksi kutsutaan useiden palvelinjärjestelmien keskittämistä yhdelle laitteistolle. Kun yksi laitteisto

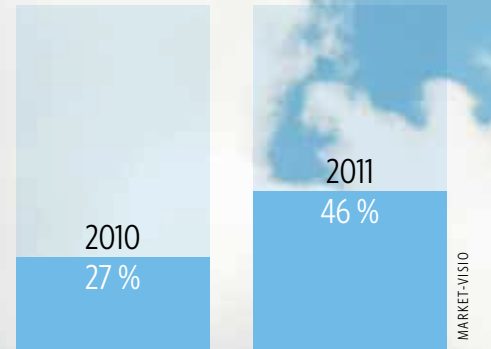
hoitaa usean palvelimen työt, palvelinten käyttöaste nousee. Normaalisti käyttöaste on hyvin alhainen, usein vain muutamia prosentteja täydestä suorituskyvystä. Kun toimintoja keskitetään, palvelinten energiankulutus voi pudota kymmeniä prosentteja.

Virtualisointi on myös pilvilaskennan perusteknologiaa – sehän mahdollistaa useiden toisistaan eristettyjen palvelujen toteuttamisen yhteisellä alustalla. Pilvipalvelut ovat tästä syystä verraten energiatehokkaita.

Energiatehokkaat laitteet

Uusia laitteita hankkiessa kannattaa kiinnittää huomiota niiden energiankäyttöön ja suosia esimerkiksi Energy Star -merkityjä tuotteita. Niin sanotut korttipalvelimet ovat energiatehokkaampia kuin perinteiset kehikkopalvelimet. Niiden etu on keskitetyt virtalähteet, jolloin yksi virtalähde syöttää sähköä useaan laitteeseen. Keskitäminen vähentää myös kaapeleiden määrää, mikä edistää ilmankiertoa ja vähentää jäähdytyksen energiankulutusta. Korttipalvelimissa on myös energiansääs-

Pilvipalveluiden yleistyminen suomalaisissa yrityksissä



Palvelinten ja muiden IT-laitteiden energiankulutuksesta on tuotemerkkikohtaista tietoa: www.eu-energystar.org | www.epeat.net

töasetuksia, joilla voidaan säätää yksittäisen palvelimen kulutusta.

Myös sähkönjakelujärjestelmissä on eroja. Esimerkiksi UPS-laitteistoa uusittaessa kannattaa hankkia laitteita, joissa on hyvä hyötysuhde ja energiansäästöasetuksia.

Ilman kostutus ja kuivaus

Liian suuri ilmankosteus voi aiheuttaa veden kondensoitumista ja liian kuiva ilma puolestaan staattista sähköä. Molemmat voivat periaatteessa aiheuttaa toimintahäiriöitä palvelimissa, joten joissakin ko-

nesaleissa on laitteet ilman kostutukseen ja kuivaukseen. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että Suomen ilmastossa laitteet jäävät vähälle käytölle. Talvipakkasilla kosteus saattaa laskea alle suositusten, mutta kuiva ilma ei ole aiheuttanut häiriöitä. Ilman kuivaustakaan ei juuri tarvita.

Niissä konesaleissa, joissa kostutus ja kuivaus ovat käytössä, tärkeintä on huolehtia ettei niitä käytetä yhtä aikaa. Energiatohokkuutta voi parantaa myös uusimalla kostuttimia ja ilmankuivaimia.

Valaistus

Konesaleissa ei yleensä ole henkilöstön tiloja, joten valaistuksen tarve on vähäinen. Valaistuksen energialaskua voi pienentää LED-valaisimilla, joiden sähkönkulutus on murto-osa perinteisiin valaisimiin verrattuna. Lisäksi LED-valaisimien tuottama lämpökuorma on valotehoon nähden hyvin pieni, mikä vähentää jäähdytystarvetta.

Valaistus kannattaa suunnitella niin, että valoa on siellä missä sitä operointilanteessa tarvitaan. Valojen tarpeetonta käyttöä voi vähentää ajastimilla, liikkeenilmaisimilla ja läsnäolotunnistimilla.



Energiatehokkuuden mittaaminen ja seuranta

Kun valvontajärjestelmä on kunnossa,
yksittäisten palvelimien energiakulut
voidaan kohdistaa suoraan asiakkaalle.



Konesalin energiatehokkuuden mittaamiseksi on kehitetty useita hyödyllisiä mittareita. Käytetyin on PUE-arvo.

Konesalin energiankäytön jatkuva mittarointi ja mittaustiedon seuranta on välttämätöntä energiatehokkuuden kehittämiseksi. Suositeltavaa on mitata vähintään palvelimien yhteiskulutus pääliittymän lisäksi. Silloin voidaan laskea PUE-arvo, joka on energiatehokkuuden mittareista yleisin. Parhaimmillaan palvelimien, varajärjestelmien, jäähdytyksen ja muun talotekniikan kulutus ovat kaikki erikseen mitattavissa ja seurattavissa.

Olennainen osa seurantaa on valvontajärjestelmä, joka kertoo palvelimien käyttötarkoituksen ja käyttöasteen.

Valvonta auttaa eliminoimaan eri syistä johtuvan turhan kulutuksen. Konesaleissa voi esimerkiksi olla palvelimia, joiden käyttötarkoitusta ei tiedä kukaan. Palvelinkohdaisen seurannan avulla konesaliyrittäjä voi myös kohdistaa energiakustannukset tarkemmin, esimerkiksi suoraan yksittäiselle asiakkaalle. Konesaliyrittäjän edellytykset seurantaan riippuvat muun muassa siitä, ovatko palvelimet yrityksen vai asiakkaan omistuksessa.

Olennaista on myös nollakuormalla toimivien palvelimien tunnistaminen ja poistaminen. Nollakuorman virrankulutus voi olla jopa 70 prosenttia täyden kuorman kulutuksesta. Usein näitä palvelimia pidetään käynnissä lähinnä "varmuuden vuoksi". Niiden poistaminen on helppo tapa säästää energiaa.

Mittaroinnin perusasioita ovat laitteiden ja järjestelmien käyttämä sähköenergia kilowattitunteina sekä käyttöteho kilowatteina. Lisäksi on useita vaihtoehtoisia laskennallisia mittareita, jotka on kehitetty konesalien energiatehokkuuden määrittämiseksi. Voidaan mitata esimerkiksi sähkötehon tiheyttä pinta-alayksikköä kohti, infrastruktuurin energiatehokkuutta tai laskentatehon ja käytetyn sähkötehon suhdetta.

Seuraavalla aukeamalla esitellään tärkeimmät mittarit. Organisaation tavoitteista riippuu, mitkä mittarit ovat käyttökelpoisimpia.

PUE-arvolle on määritelty neljä luokkaa sen mukaan, kuinka tarkasti konesalin energiankäyttöä mitataan. Parhaimmista luokista joka palvelimessa on sähkömittari.

Energiatiheys

Sähkötehon tiheys eli energiatiheys on kulutetun sähkötehon ja konesalin pinta-alan suhdeluku. Normaalisti se on noin 0,5-1 kW/m². Energiatiheys kertoo suurpiirteisesti, kuinka tiiviisti konesali on täytetty palvelimilla. Se ei varsinaisesti kerro palvelimien tai talotekniikan energiatehokkuudesta.

PUE – Power Usage Effectiveness

PUE-arvo on mittareista käytetyin. Sen käyttöönotto on hyvä lähtökohta energiatehokkuuden mittarointiin. PUE-arvo kertoo salin kokonaisenergiankulutuksen ja palvelinlaitteiston kulutuksen suhteen. Mitä pienempi PUE-arvo, sitä energiatehokkaampi talotekniikka.

$$PUE = P_{tot} / P_{it}$$

P_{tot}: Kokonaisteho

P_{it}: Palvelimien teho.

Tyypillisessä konesalissa talotekniikka ja laitteisto kuluttavat molemmat noin 50 prosenttia energiasta. Silloin PUE=2. Kun energiatehokkuus paranee, PUE-arvo

pienenee. Parhaimmillaan päästään alle arvon 1,2. Yleensä vanhassa rakennuksessa PUE-arvo on suurempi kuin uusissa, johtuen ikääntyneestä talotekniikasta.

PUE-arvon mittaaminen voidaan määrittellä tarkkuuden mukaan neljään kategoriaan.

PUE-arvo vaihtelee lämpötilan, kosteuden ja salin täyttöasteen mukaan. Siksi hetkellinen mittaus ei riitä vaan tarvitaan jatkuvaa seuranta.

PUE-arvo mittaa ainoastaan talotekniikan energiatehokkuutta. Se ei kerro mitään palvelimien energiatehokkuudesta eikä esimerkiksi huomioi hukkalämmön hyötykäyttöä konesalikiinteistön ulkopuolella. PUE-arvon on kehittänyt IT-alan kansainvälinen konsortio The Green Grid.

	PUE-KATEGORIA 0	PUE-KATEGORIA 1	PUE-KATEGORIA 2	PUE-KATEGORIA 3
Palvelimien sähkönkulutuksen mittauksen sijainti	UPS-laitteiston syöttämä energia	UPS-laitteiston syöttämä energia	PDU:n (Power distribution Unit) syöttämä energia	Palvelinkohtainen
Palvelimien energian määritelmä	Palvelimien huipputeho	Palvelimien vuotuinen energiankulutus	Palvelimien vuotuinen energiankulutus	Palvelimien vuotuinen energiankulutus
Kokonaisenergian määritelmä	Salin huipputeho	Salin vuotuinen energiankulutus	Salin vuotuinen energiankulutus	Salin vuotuinen energiankulutus

NPUE-arvo kuvaa konesalin energiatehokkuutta paremmin kuin PUE-arvo silloin, kun hukkalämmön hyödyntäminen on toteutettu.

NPUE - Net Power Usage Effectiveness

NPUE-arvo on kehittyneempi versio PUE-arvosta. Se ottaa huomioon myös energian, joka syötetään konesalista ulos. Yleensä se tarkoittaa hukkalämmön hyödyntämistä.

$$NPUE = E_{net} / E_{it} = (E_{in} - E_{out}) / E_{it}$$

E_{in} : Saliin syötetty energia.

E_{out} : Salista ulos syötetty energia.

E_{it} : Palvelimien sähkönkulutus.

Laskentakaava pätee saleissa, joissa ei ole kaukojäähdytystä. Jos kaukojäähdytys on käytössä, laskentakaava esitetään näin:

$$NPUE = E_{it} / (E_{in} - E_{out})$$

NPUE-arvo kuvaa konesalin energiatehokkuutta paremmin kuin PUE-arvo silloin, kun hukkalämmön hyödyntäminen on toteutettu. NPUE-arvo on määritelty vuonna 2010 Kungliga Tekniska Högskolanissa.

CADE - Corporate Average Data Center Efficiency

CADE-arvo on edellisiä monipuolisempi energiatehokkuuden mittari. Se ottaa erikseen huomioon muun muassa tietotekniikan ja infrastruktuurin käyttöasteen:

$$CADE = AU_{fac} \times EE_{fac} \times AU_{IT} \times EE_{IT}$$

AU_{fac} : Konesalin infrastruktuurin käyttöaste.

EE_{fac} : Konesalin infrastruktuurin energiatehokkuus (IT-kuorman ja salin kokonaiskuorman suhde).

AU_{IT} : Palvelinten käyttöaste.

EE_{IT} : Tieto- ja viestintätekniikan energiatehokkuus.

Kaavan komponentit lasketaan erikseen. Lopputuloksena saadaan prosenttilukema, joka kertoo konesalin energiatehokkuuden. Mitä korkeampi CADE-arvo, sitä parempi energiatehokkuus. Salit jaetaan tuloksen perusteella viiteen tasoon, jossa taso 1 on 0-5 prosenttia ja taso 5 on suurempi 40 prosenttia. Useimmat nykyiset konesalit yltyvät vain tasoon 1.

CADE-arvo on suhteellisen selkeä ja antaa kokonaiskuvan konesalin energiankäytöstä. Sen heikko puoli on, että muun muassa palvelinten käyttöasteessa tukeudutaan arvioihin. CADE-arvon on määritellyt konsulttiryitys McKinsey&Company vuonna 2008.

CUPS - Computer Units per Second

CUPS-arvo tarkoittaa palvelimien normittua laskentatehoa, joka jaetaan sähköteholle. Yksikkö on CUPS/W. Laitteiston todellista laskentatehoa ei mitata vaan se arvioidaan palvelimien valmistusvuoden perusteella. Tehdään siis laiteinventaario, jossa palvelinten valmistusvuodet selvitetään. Sitten eri ikäiset palvelimet saavat niin sanotut MCUPS-kertoimet, joilla niiden tehot kerrotaan tietyn taulukon mukaisesti. Kun lisätään palvelimien käyttöaste ja lukumäärä, saadaan koko konesalin CUPS-arvo selville. Tulos jaetaan konesalin kokonaissähköteholle kilowateissa, jolloin saadaan CUPS/W.

CUPS-kertoo konesalin energiatehokkuudesta suuntaa antavasti. PUE-arvoon verrattuna sen etuna on palvelimien käyttöasteen huomioiminen. Huono puoli on se, että laskentateho perustuu mittausten sijasta valmistusvuoteen perustuvaan arvioon. CUPS-arvon on esitellyt sähkönjälkuotteita valmistava Emerson Network Power.

Monet investoinnit maksavat itsensä nopeasti takaisin alentuneina energiakustannuksina.

Konesalien energiakatselmukset

*Energiakatselmukset ja -analyysit löytävät kannattavimmat säästökohteet ja konkreettiset keinot, joilla energiankäyttöä voidaan tehostaa ja kustannuksia vähentää. Ne tuottavat arvokasta informaatiota, joka ohjaa toimintaa jatkuvasti parempaan energia-**tehokkuuteen.***

Energiakatselmukset ja -analyysit ovat perusteellisia ja kokonaisvaltaisia selvityksiä rakennuksen tai tuotantoprosessin energian ja veden käytöstä sekä niiden kannattavista tehostamismahdollisuuksista.

Selvitykset toteutetaan asiantuntijan ja katselmuksen tilaajan yhteistyönä. Tuloksena on luotettavaa tietoa energiankulutuksen jakautumisesta sekä keinoista vähentää energiankäyttöä ja sen kustannuksia.

Energiakatselmukset ja -analyysit luovat perustan pitkäjänteiselle sekä tavoitteelliselle energian kulutusseurannalle sekä energiatehokkuuden aktiiviselle parantamiselle. Yritys tai yhteisö hyötyy energiakatselmuksen vauhdittamasta - systemaattisesti parempaan suoritustasoon tähtäävästä - energiatehokkuustoiminnasta.

Arvokasta ja toimintaan aktivoivaa tietoa

Työn tuloksena tilaaja saa käyttöönsä raportin, johon on koottu tiedot energiankulutuksesta ja sen jakautumisesta. Raportti sisältää ehdotukset kohteeseen soveltuvista energiankäytön tehostamistoimenpiteistä ja investoinneista. Siinä on myös eritelty toimenpiteiden energiansäästövaikutukset, kustannukset ja takaisinmaksu-

ajat. Kun energiakatselmus tai -analyysi on valmis, tilaaja päättää jatkotoimenpiteistä ja sitoutuu alustavasti niiden toteuttamiseen.

Säästöjä jopa ilman investointeja

Energiakatselmukset tuovat tehokkaasti esiin keinot energiakustannusten vähentämiseen.

Kustannussäästöjä saadaan monesti jopa ilman investointeja. Esimerkiksi palvelualalla arviolta kolmasosa katselmuksissa havaituista toimenpiteistä voidaan toteuttaa pelkästään säätämällä laitteita ja järjestelmiä sekä muuttamalla toimintatapoja.

Monet investoinnit maksavat itsensä takaisin alentuneina energiakustannuksina nopeasti, osa jo ensimmäisen vuoden aikana.



Asiantuntijan ja tilaajan yhteistyön tuloksena saadaan luotettavaa tietoa mihin energiaa kuluu ja kuinka sen käyttöä voi tehostaa.

Konesalien energia-katselmoinnin erityispiirteitä

Konesalit poikkeavat olennaisesti niin palvelusektorin kuin teollisuuden katselmuskohteista. Konesaleille on tyypillistä, että sähkönkulutus pinta-alaa kohden on huomattavan suuri ja neliötehot ovat yli 1000 W/m². Merkittävimmät energiansäästötoimenpiteet löytyvät useimmiten jäädytyksen sekä sähkönjakelun toteutusratkaisuksista.

Konesalien energiakatselmuksissa on tärkeää, että kohteen käyttäjät ja tuotannosta vastaavat henkilöt osallistuvat aktiivisesti katselmuksen laadintaan. Parhaaseen tai edes hyvään lopputulokseen voi ainoastaan päästä silloin, kun kohteen erityispiirteet käydään läpi käyttäjän kanssa ja katselmoinnin aikana tehtävistä ratkaisuksista sovitaan yhteisesti. Konesali-

kohtaisista reunaehdoista merkittävimpiä ovat järjestelmiltä vaadittava redundansitaso, muut turvallisuusmääräykset ja kohteessa käytössä olevien laitteiden olosuhdevaatimukset. Myös laitteiston sijoittelulla sekä luonnollisesti myös itse IT-laitteiden energiatehokkuudella on suuri merkitys.

Konesaleihin tulisi soveltaa teollisuuden energiakatselmuksen pelisääntöjä, joissa edellytetään huolellista "tuotantoprosessin" läpikäyntiä ja riittävää dialogia käyttäjän kanssa.

Valtio tukee energiatehokkuutta

Energiakatselmusten ja -analyysien toteuttamiseen on mahdollista saada valtion energiatukea. Myös niissä ehdotettujen toimenpiteiden toteuttamiseen voi hakea

energiatukea. Harkinnanvaraista tukea tavanomaisen tekniikan energiatehokkuusinvestoinneille myönnetään vain energiatehokkuussopimuksiin liittyneille yrityksille ja kunnille.

Valtio tukee taloudellisesti erityisesti uuden teknologian käyttöönottoa. Uudella teknologialla tarkoitetaan sellaisia teknisiä ja muita ratkaisuja, joita Suomessa ei ole aiemmin sovellettu kaupallisessa mittakaavassa.

Energiakatselmuksille ja -analyysille sekä energiatehokkuusinvestoinneille myönnettävän energiatuen määrä vahvistetaan vuosittain. Tukea voi hakea paikallisilta ELY-keskuksilta läpi vuoden ja sitä myönnetään määrärahojen puitteissa.



ENERGIATEHOKKUUS-
sopimukset

Elinkeinoelämän energiatehokkuus-
sopimuksella tähdätään energia-
palveludirektiivin mukaiseen
energiankäytön tehostamiseen
vapaaehtoisin toimin.

Energiatehokkuussopimukset

Miksi energiankäyttöä halutaan tehostaa?

Energiankäytön tehostaminen on yrityksen kannalta järkevää taloudenpitoa, sillä pienempi energiankulutus näkyy käyttökuluissa. Energiatehokkuus on osa yrityksen vastuullista johtamista.

Myös konesaleissa energiatehokkuus on järkevää ottaa yhdeksi lähtökohdaksi aina, kun niissä kehitetään palveluja, luodaan toimintaohjeita, opastetaan uutta henkilökuntaa tai päätetään laitehankinnoista.

Energiankäytön tehostaminen on myös kestävä kehityksen edistämistä ilmasto- ja energiastrategian mukaisesti.

Suomen päästövähennystavoitteiden saavuttaminen edellyttää tavoitteellisia toimia yrityksissä, julkisella sektorilla sekä kotitalouksissa.

Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksilla tähdätään vapaaehtoisin toimin energiankäytön tehostamiseen energiapalveludirektiivin mukaisesti.

Energiatehokkuussopimukset tukevat kansainvälisiä sopimuksia:

- Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) sopimukset Elinkeinoelämän keskusliiton sekä kuntasektorin kanssa tähtäävät energiapalveludirektiivin toteuttamiseen vapaaehtoisin keinoin vuosina 2008-2016.
- Sopimusjärjestelmään liittynyt yritys, kunta tai kuntayhtymä voi hakea energiakatselmus- ja investointitukea.

Lisätietoa:

www.energiatehokkuussopimukset.fi
www.motiva.fi



LÄHTEET

Energiätehokas konesali -esiselvitys. Motiva Oy, Insinööritoimisto Olof Granlund Oy, 2011 (Ei julkinen).
Muukkonen, Teemu: Tieto- ja viestintäteknikan ympäristövaikutukset - haastattelututkimus konesalien sähkönkulutuksesta Suomessa. Diplomityö, TKK, 2009.
Selvitys IT-ympäristön sähkönsäästökeinoista. Konesalipalvelujen energiatehokkuuden periaatteet. Motiva Oy, 2010.
European Code of Conduct for Data Centres.

Motiva on tuottanut tämän oppaan konesalien energiankäytön tehostamiseksi. Opas on tehty osana Energiatehokas konesali -hanketta.

Tämä opas on tarkoitettu ensisijaisesti nykyisten konesalien energiatehokkuuden parantamiseen, mutta siitä on hyötyä myös uuden konesalin suunnittelussa.

Oppaan tuottamisen ovat rahoittaneet työ- ja elinkeinoministeriö, Coromatic Oy, CSC-Tieteen tietotekniikan keskus Oy, DataCenter Finland Oy, Tietoliikenteen ja tietotekniikan keskusliitto FiCom ry, Fortum Power and Heat Oy, Fujitsu Finland Oy, Helsingin Energia, Hewlett-Packard Oy, Oy International Business Machines Ab, Rittal Oy, Schneider Electric Finland Oy, TeliaSonera Finland Oyj ja Tieto Oyj.



Urho Kekkosen katu 4-6 A
PL 489
00101 Helsinki

Puhelin 0424 2811
Faksi 0424 281 299
www.motiva.fi