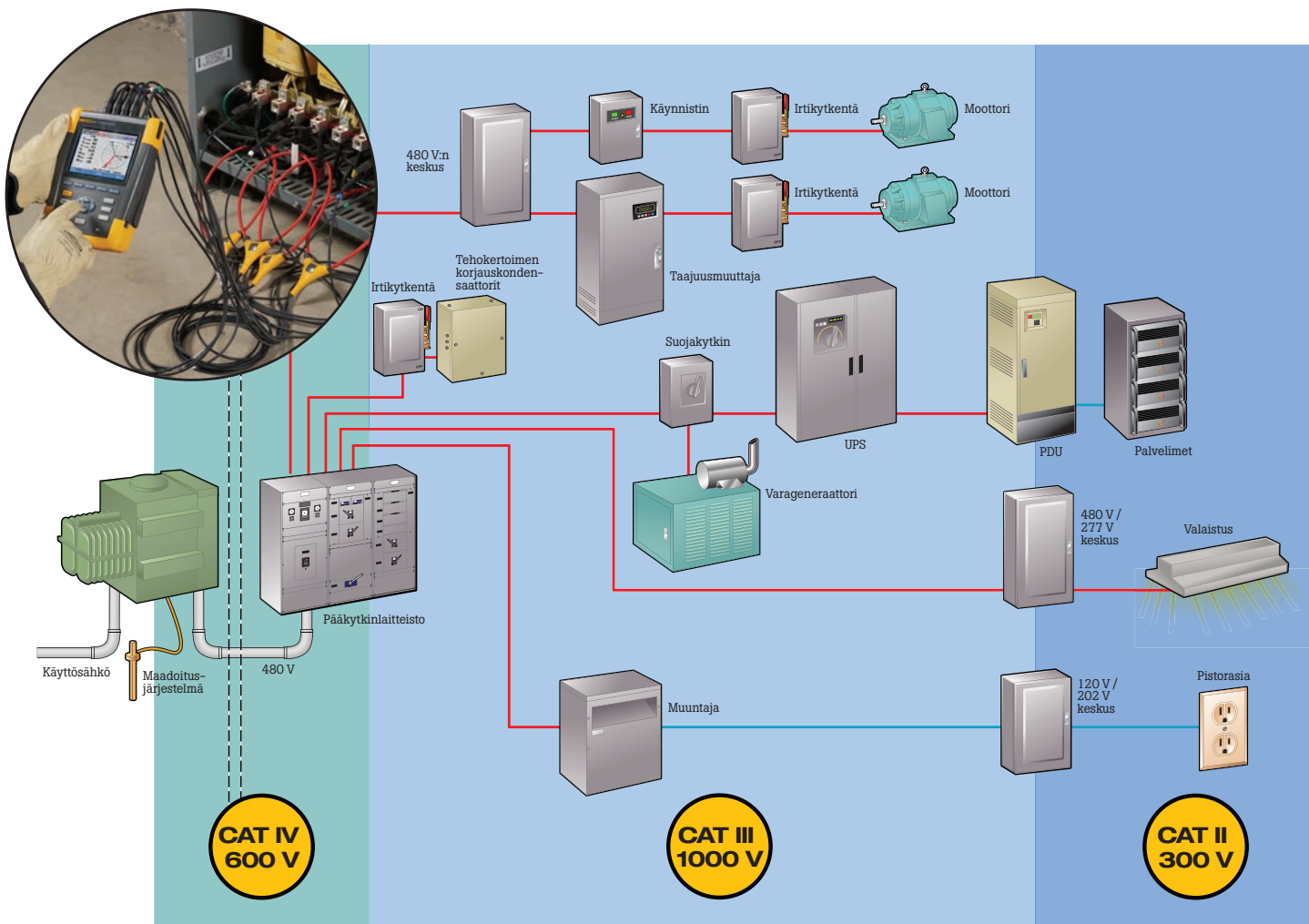


# Huonon sähkönlaadun kustannukset

Nykyajan globaalissa kilpailuympäristössä selviytyä tuottavuutta lisäämällä. Tuotantoon vaikuttavista peruspanoksista – aika ja työ- sekä materiaalikustannukset – on vaikeaa nipistää. Vuorokaudessa on vain 24 tuntia, työvoima on kallista eikä materiaalien suhteen ole loputonta valinnanvaraa. Jos yritykset haluavat menestyä, niiden on kasvatettava samoista peruspanoksista saatavien tuotosten määrää automatiikan avulla.

Luotamme siis automatiikkaan, jonka toiminta taas riippuu laadukkaasta sähköstä. Sähkönlaadun ongelmat voivat aiheuttaa prosessien ja laitteiden toimintahäiriöitä tai ennakoimattomia seisakkeja. Seuraukset voivat vaihdella suurista sähkölaskuista aina töiden täydelliseen keskeytymiseen asti. Sähkönlaatu on täten erityisen tärkeässä asemassa.





Useat järjestelmät vaikuttavat toisiinsa, mikä lisää sähkönlaatuongelmien monimutkaisuutta. Tietokoneet voivat olla täysin kunnossa, mutta verkkoyhteydet eivät toimi, joten kukaan ei voi varata lentoja tai toimittaa kuluraporttia. Prosessi toimii oikein, mutta ilmanvaihto on pysähdyksissä, joten tuotanto on keskeytettävä. Laitoksessa ja koko yrityksessä on toiminnan kannalta kriittisiä järjestelmiä, jotka voivat pysähtyä äkillisesti milloin tahansa sähkönlaatuongelmien vuoksi. Yleensä se tapahtuu pahimpaan mahdolliseen aikaan.

Mistä sähkönlaadun ongelmat johtuvat? Useimmat ovat peräisin **laitoksen sisältä**. Ne voivat johtua seuraavista ongelmista:

- asennus – väärä maadoitus tai reititys tai alimitoitettu sähkönsyöttö
- käyttö – laitteita käytetään muulla kuin suunnitellulla tavalla.
- ennaltaehkäisy – väärä häiriösuojaus tai puutteellinen tehokertoimen korjaus
- kunnossapito – kaapeleiden eristeiden tai maadoitusliitännöiden kunnan heikkeneminen.

Jopa täydellisesti suunnitellun laitoksen asianmukaisesti asennetuissa ja huolletuissa laitteissa voi esiintyä ajan myötä sähkönlaatuongelmia.

Huonon sähkönlaadun aiheuttamat häviöt voidaan mitata suoraan Fluken 430 II -sarjan laitteilla, jotka mittaavat harmonisten yliaaltojen ja epäsymmetrian aiheuttamaa hävikkiä ja määrittävät hävikistä koituvat kustannukset laitoksen sähkön yksikköhinnan pohjalta.

Sähkönlaatuongelmien syy voi olla myös laitoksen ulkopuolella. Uhkana ovat ennakoimattomat sähkökatkokset, jännitenehkäykset ja piikit. Niihin liittyy tietysti kustannuksia, mutta miten ne mitataan?

## Sähkönlaatuun liittyvien kustannusten mittaaminen

Sähkönlaadun ongelmat vaikuttavat kolmeen osa-alueeseen: käyttökatkoksiin, laitteistovikoihin ja energiakustannuksiin.

**Otetaanpa esimerkki.** Laitos valmistaa tunnissa 1000 laitetta, joista jokainen tuo voittoa 9 €. Voitot ovat siten 9000 € tuntia kohti. Jos tuotantokustannukset ovat 3000 € tuntia kohti, nettovoitto tuntia kohti on 6000 € tuotannon ollessa käynnissä. Kun tuotanto on pysähdyksissä, menetät tunnissa 6000 € ja maksat silti kiinteät kulut (mm. yleiskustannukset ja palkat). Tämä on käyttökatkosten todellinen hinta. Niihin liittyy kuitenkin myös muita kuluja:

- **Tuotehävikki.** Kuinka paljon raaka-ainetta tai työtä menee hukkaan, jos tuotanto keskeytyy?
- **Uudelleenkäynnistys.** Miten paljon maksaa järjestelmän puhdistus ja käynnistäminen ennakoimattoman seisakin jälkeen?
- **Lisätyön kustannukset.** Onko maksettava ylityökorvauksia tai ulkoistettava töitä, jotta käyttökatkoksesta selvitätään?

## Käyttökatkokset

Jotta voit määrittää käyttökatkosten aiheuttamat kustannukset, sinun on tiedettävä seuraavat asiat:

1. Järjestelmän tuotto tuntia kohti.
2. Tuotannon kulut.

Ota huomioon myös liiketoimintaprosessi. Onko prosessi jatkuva ja täysin hyödynnettävissä (esim. jalostamot)? Onko tuote käytettävä välittömästi valmistuksen jälkeen (esim. voimalaitokset)? Voivatko asiakkaat vaihtaa toiseen tuotteeseen välittömästi, jos tiettyä tuotetta ei ole saatavana (esim. luottokortit)? Jos vastasit johonkin näistä kysymyksistä kyllä, menetettyjä tuloja on vaikea tai mahdoton saada takaisin.

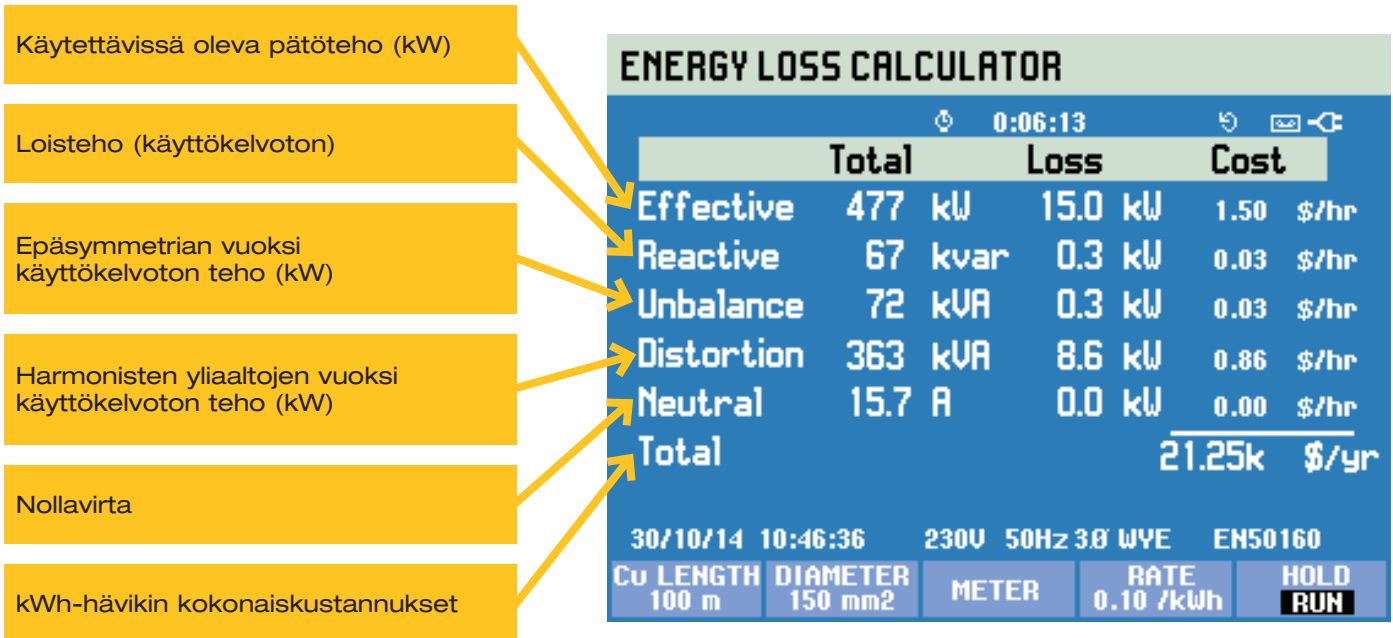
Oletko alkuperäinen valmistaja? Jos toimitusaikataulussa pysyminen on vaikeaa, asiakas saattaa vaihtaa toiseen toimittajaan.

## Laitteongelmat

Tarkkoja kustannuksia on vaikea arvioida, sillä muuttujia on monia. Johtuiko moottorivika todella liiallisista harmonisista yliaalloista vai oliko syy kenties jokin muu? Aiheuttaako tuotantolinja 3 tuotehävikkiä, koska sähkönsyötön vaihtelut vaikuttavat vaihteluun laitteiden suorituskyvyssä? Saat oikeat vastaukset seuraavilla tavoilla:

1. Määritä perussyy.
2. Määritä todelliset kustannukset.

**Otetaanpa esimerkki.** Laitos valmistaa muoviverkkoja, joiden on oltava tasapaksuja. Koneenkäyttäjät ilmoittavat, että myöhään iltpäivisin tuotteita menee paljon hukkaan. Koneiden nopeus vaihtelee suurien LVI-kuormien aiheuttaman alijännitteen vuoksi. Käyttöpäällikkö laskee, että tuotehävikin nettokustannukset ovat 3000 € päivässä. Tällaiset ovat alhaisen jännitteen aiheuttamat kustannukset. Myös muut käyttökatkoihin liittyvät kustannukset on kuitenkin otettava huomioon.



### Energiakustannukset

Voit pienentää sähkölaskuasi seuraamalla kulutustapoja ja säätämällä sekä järjestelmää että kuormituksen ajoitusta. Näin vähintään yksi seuraavista tekijöistä pienenee:

1. Todellinen tehonkulutus (kWh)
  2. Tehokertoimen lisämaksut
  3. Kulutushuipun maksurakenne
- Aiemmin sähkönlaadun ongelmista aiheutuvien kustannusten laskeminen on kuulunut kokeneimmille insinööreille. Hävikin laskeminen vaati melkoista lukujen pyörittelyä, eikä kulujen suora laskeminen ollut mahdollista. Fluke 430 II -sarjan patentoitujen algoritmien ansiosta yleisten sähkönlaatuongelmien, kuten harmonisten yliaaltojen ja epäsymmetrian, aiheuttamat kustannukset voit laskea suoraan. Syöttämällä energian hinnan laitteeseen saat suoraan hävikin kustannukset.

**Voit vähentää sähkönkulutusta** eliminoimalla jakelujärjestelmäsi tehottomuutta. Tehottomuutta voivat aiheuttaa seuraavat asiat:

- Epäsymmetristen kuormitusten ja kolmella kerrannaisten harmonisten yliaaltojen aiheuttamat suuret nollavirrat
- Raskaasti kuormitetut muuntajat, erityisesti ne, joihin on kytketty epälineaarista kuormitusta

- Vanhat moottorit ja muut niihin liittyvät ongelmat
- Voimakkaasti säröytynyt teho, joka saattaa ylikuumentaa sähköjärjestelmän.

**Voit välttää tehokertoimen lisämaksut** korjaamalla tehokertoimen. Tavallisesti tämä tarkoittaa korjauskondensaattorien asentamista. Ensinnäkin on kuitenkin korjattava järjestelmän särö. Kondensaattorit voivat näkyä pienenä impedanssina yliaalloille ja näinollen virheellinen tehokertoimen korjaus voi aikaansaada resonanssia tai kondensaattorien kärkehtämisen. Jos järjestelmässä esiintyy harmonisia yliaaltoja, ota yhteyttä sähkönlaatuinsinööriin ennen tehokertoimen korjaamista.

**Voit vähentää kulutushuipun kustannuksia** hallitsemalla huippukuormitusta. Valitettavasti monet jättävät huomiotta näiden kulujen tärkeimmän aiheuttajan: huonon sähkönlaadun vaikutuksen huipputehoon. Siksi he aliarvioivat

lisämaksujen määrän. Voit määrittää huippukuormitusten todelliset kustannukset seuraavien kolmen suureen avulla:

1. "Normaali" sähkönkulutus
2. "Puhdas" sähkönkulutus
3. Huippukustannusten maksurakenne

Poistamalla sähkönlaadun ongelmat pienennät kulutushuippuja ja niiden aiheuttajien määrää. Kuormia hallitsemalla voit määrittää, milloin laitteet ovat toiminnassa ja miten kuormat kasautuvat. Laitoksesi keskimääräinen kulutus on tällä hetkellä 515 kWh, ja huippukulutus on 650 kWh. Kuormitusten hallinnan avulla voi siirtää joitakin kuormia niin, että samanaikaisesti kytkeytyy vähemmän kuormia. Uusi huippukuormitus ylittää enää harvoin 595 kWh.

**Otetaanpa esimerkki.** Laitoksen/toimistorakennuksen kulutus on keskimäärin 570 kWh työpäivää kohti, mutta useimpina päivinä kulutushuippu on 710 kWh. Sähkölaitos laskuttaa jokaisesta 600 kWh:n ylittävästä 10 kWh:sta koko kuukauden ajalta aina, kun kulutus ylittää 600 kWh (mittaus tehdään 15 minuutin kulutushuippuina). Tehokertoimen korjaaminen edellyttää harmonisten yliaaltojen määrän vähentämistä, jännitekuoppien korjaamista sekä kuormanhallintajärjestelmän asentamista. Tällöin voit seurata sähkönkulutusta ja mitata sitä.



## Säästät rahaa sähkölaatua tarkkailemalla

Olet nyt laskenut yhteen huonon sähkölaadun kustannukset. Seuraavaksi selvitetään, miten näitä kustannuksia voi vähentää. Se onnistuu seuraavilla keinoilla.

- **Tarkasta järjestelmän suunnittelu.**  
Mieti, miten sähköjärjestelmä voi parhaiten tukea prosesseja ja millainen infrastruktuuri voi estää häiriöt. Määritä järjestelmän kapasiteetti ennen uusien laitteiden asentamista. Tarkista kriittiset laitteet kokoonpanomuutosten jälkeen.
- **Varmista yhdenmukaisuus standardien kanssa.**  
Tarkista esimerkiksi, että maadoitusjärjestelmä on standardin IEEE-142 (vai vastaavan paikallisen standardin) mukainen. Sähkönjakelujärjestelmän on oltava standardin IEEE-141 (vai vastaavan paikallisen standardin) mukainen.
- **Tarkista järjestelmän suojaus.**  
Tämä sisältää salamoilta ja virtapiikeiltä suojautumisen sekä transienttijännitteen vaimentamisen. Onko nämä määritetty ja asennettu oikein?
- **Hanki lähtötilanteen testitiedot kaikista kuormista.**  
Tämä on olennaista ennaltaehkäisevän kunnossapidon kannalta, sillä tällä tavalla voit havaita kehityksessä olevat ongelmat.

- **Pohdi ennaltaehkäisyä.**  
Sähkölaadun ongelmien pienentäminen edellyttää korjauksia (esim. maadoituksen korjaus) sekä ongelmiin varautumista (esim. K-luokitellut muuntajat). Harkitse generaattorin ja muiden varavirtalähteiden hankkimista.
- **Käy läpi kunnossapitokäytännöt.**  
Testaatko ja suoritatko sitten korvaavat toimenpiteet? Tarkista kriittiset kohteet säännöllisesti. Tarkista esimerkiksi nollan ja maan välinen jännite sekä syöttöjohtojen ja kriittisten ryhmäjohtojen maadoitusvirta. Tarkista sähkönjakelulaitteet lämpökameran avulla. Määritä häiriöiden perussyyt, jotta voit estää ongelmat jatkossa.
- **Valvo järjestelmää.**  
Pystytkö havaitsemaan jännitehäiriöt, ennen kuin ne ylikuumentavat moottorit? Pystytkö seuraamaan transientteja? Jos laitokseesi ei ole asennettu sähkötarkkailujärjestelmää, et voi ennakoida ongelmia. Huomaat vain niiden aiheuttamat käyttökatkokset.

Tällaisessa tilanteessa on määritettävä ennaltaehkäisyn ja korjaamisen kustannukset ja verrattava niitä huonon sähkölaadun aiheuttamiin kustannuksiin. Vertailutulosten avulla voit perustella sähkölaatuongelmien korjauksiin tarvittavat investoinnit. Koska valvontaa on tehtävä jatkuvasti, oikeiden työkalujen avulla voit testata ja valvoa sähkölaatua itse ilman ulkoistuksia. Nykyään valvonta on yllättävän edullista, ja se tulee aina käyttökatoiksi halvemmaksi.

**Fluke.** *Keeping your world up and running.*®

**Fluke Finland Oy**  
Teknobulevardi 3-5  
01530 VANTAA  
Puh.: 0800 111 862  
E-mail: cs.fi@fluke.com  
Web: www.fluke.fi

©2004-2012, 2017 Fluke Corporation. Kaikki oikeudet pidätetään. Oikeudet muutoksiin ilman ennakoilmoitusta pidätetään.  
12/2017 2391563d-fin

Tätä asiakirjaa ei saa muokata ilman Fluke Corporationin kirjallista lupaa.