

materiaalitehokkuus koulut energiansäästö
kuluttajat teollisuus kuljetus hiilidioksidi
hake liikenne kiinteistöt julkinen sektori
uusiokäyttö uusiutuva energia ympäristö ilmastonmuutos
energiatehokkuus kunta-ala
palveluala vesivoima tuulivoima yhteistyö
aurinkoenergia

Energiatehokkaat moottorikäytöt

KOULUTUSMATERIAALI

lämpöpumppu bioenergia energiakatselmus rakentaminen

Moottorit teollisuudessa

- Sähkömoottorit ovat teollisuuden suurin yksittäinen sähkön kuluttaja.
- Keskimäärin Suomen teollisuuden käyttämästä sähköstä 60-70 % kuluu sähkömoottoreissa.
- Sähkömoottorit ovat normaaliolosuhteissa tehokkaita, luotettavia, pitkäikäisiä ja tarvitsevat suhteellisen vähän kunnossapitoa.
 - Sähkömoottoreiden tehokkuus voi heiketä ja käyttäminen tulla kalliiksi, jos moottoreita ei valita, käytetä ja huolleta oikein.
- Olemassa olevien moottoriratkaisujen sähkönkulutusta voi vähentää mm.
 - korvaamalla vanhat moottorit energiatehokkailla moottoreilla
 - investoimalla taajuusmuuttajiin
 - kiinnittämällä huomiota moottoreiden käyttöön (toimintapisteoptimointi, säätö...)
- Moottoriratkaisuja optimoitaessa tulee tarkastella koko prosessia kokonaisuutena, eikä kiinnittä huomiota vain yksittäisiin laitteisiin.

Moottorijärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen (1/2)

Tee järjestelmän tilannekatsaus ennen moottorijärjestelmän tehostamistoimia

1) Järjestelmän kuvaus:

- Prosessi
- Käytössä olevien moottoreiden tiedot ja käyttötarkoitukset
- Nopeudensäädön ja vaihteiston tyyppi
- Huoltotiheys
- Tehdyt korjaukset
- Käyttötunnit

2) Toimintaparametrien kerääminen:

- Energiankulutus
- Jännite-epäsymmetria
- Tehokerroin
- Kuormitusaste
- Käyttöprofiili

3) Järjestelmän tehokkuuden arviointi.

Moottorijärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen (2/2)

- Kun lähtötilanne on tiedossa, on mahdollista määritellä tarvittavat toimenpiteet energiatehokkuuden parantamiseksi.
- Moottorijärjestelmän energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä:
 - Moottorikuormituksen vähentäminen
 - Moottoreiden tehokkuus
 - Mitoitus
 - Käyttö
 - Sähköverkon laatu
 - Kunnossapito
- Prosessista riippuu, mitkä energiatehokkuuden parantamistoimenpiteet tuovat parhaan tuloksen investoinnin suuruuden suhteen.

Mahdollisia moottorijärjestelmän energiatehokkuuden parantamistoimenpiteitä	Säästö-potentiaali %
PROSESSIN SUUNNITTELU JA UUDISTAMINEN	
• Energiatehokkaat moottorit	2–8
• Oikea mitoitus	1–3
• Energiatehokkaiden moottoreiden korjaus	0,5–2
• Nopeussäätöinen käyttö	-4–50...
• Tehokas vaihteisto	2–10
• Sähköverkon laatu	0,5–3
PROSESSIN KÄYTTÖ	
• Voitelu ja säätö	1–5

Moottoreiden tyypillisiä energiansäästö toimenpiteitä ja niiden energian säästöpotentiaalit. [EU 2003]

Kuormituksen vähentäminen

Moottorijärjestelmän tehokkuutta parannettaessa kannattaa miettiä voiko moottorin kuormaa vähentää?

- Helppoja tapoja vähentää moottorien kuormitusta ovat esimerkiksi
 - Paineilmajärjestelmän käyttöpaineen alentaminen ja vuotojen korjaaminen.
 - Tuulettimien lapojen ja kanavien säännöllinen puhdistaminen.
 - Pumppujen oikea mitoittaminen.
 - Lämpimän ilman pääsyn rajoittaminen kylmätiloihin eristeillä ja lastin esijäähdytyksellä.
 - Hihnakuljettimien jännitteen säännöllinen tarkastaminen.

Mieti myös

- onko kyseiselle laitteistolle ylipäätään enää tarvetta?
- voiko sen korvata muunlaisella laitteistolla?

Energiatehokkaat moottorit (1/2)

- Energiatehokkaat moottorit ovat tyypillisesti 2–6 % normaaleja moottoreita tehokkaampia ja maksavat noin 20–30 % enemmän.

Pienempien häviöiden ansiosta energiatehokkaiden moottoreiden lämpötilat laskevat

- moottorin käyttöikä kasvaa
- luotettavuus paranee
- huoltokustannukset vähenevät
- ylikuormituksen sieto paranee
- melutaso laskee
- tehokerroin paranee.

Energiatehokkaat moottorit (2/2)

MOOTTORIEN IE-HYÖTYSUHDELUOKAT

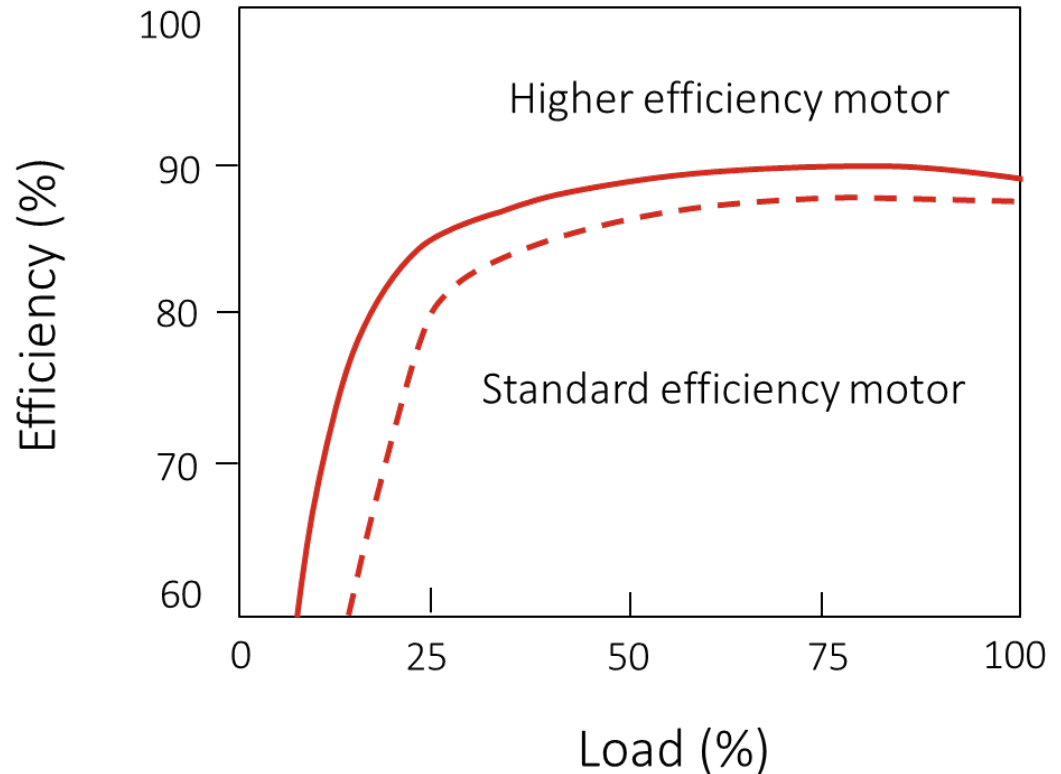
Super premium efficiency	IE4 *
Premium efficiency	IE3
High efficiency	IE2
Standard efficiency	IE1

Kansainvälisen sähköalan standardijärjestön energiatehokkuusluokitus sähkömoottoreille.

* Neljäs luokka (IE4) on varattu markkinoille tuleville, nykyisiä malleja energiatehokkaammille moottoreille.

Mitoitus

- Moottoreita käytetään harvoin täydellä mitoituskuormalla. Keskimäärin moottoreita käytetään 60 % kuormituksella.
- 50 – 100 % kuormituksen välillä moottorin hyötysuhde ei juuri muutu, mutta 25 % tai pienemmällä kuormalla moottorin hyötysuhde laskee jyrkästi.



Hyötysuhteen ja kuormituksen välinen riippuvuus 7,5 kW:n standardi ja korkean hyötysuhteen moottorille. [ERI 2000]

Moottorin oikea mitoitus parantaa energiatehokkuutta

Moottorin oikea mitoittaminen

- parantaa energiatehokkuutta
- voi vähentää siirtohäviöitä kun tehokerroin pienenee
- voi vähentää jonkin verran pyörimisnopeutta.

Moottoreiden käyttö (1/4)

Käynnistäminen

- Induktiomoottorin käynnistäminen vie jopa 6–7 -kertaisen virran tasaiseen käyttöön verrattuna.
- Suurimmassa osassa kolmivaiheisista induktiomoottoreista on tähtikolmiokytkin, jonka avulla moottorin kytkentää voi muuttaa.
 - Moottoria käynnistettäessä tähtikytkennässä yksittäisen vaiheen resistanssi on suurempi ja virrantarve pienempi.
 - Moottorin saavutettua täyden käyntinopeutensa, kytkimellä siirretään moottori käymään kolmiossa, jolloin moottori toimii pienemmällä virralla.
- Pehmeäkäynnistys
 - Helpottaa moottorin käynnistämistä ja vähentää mekaanista kulumista, minkä ansiosta moottorin voi kytkeä useammin päälle ja pois.

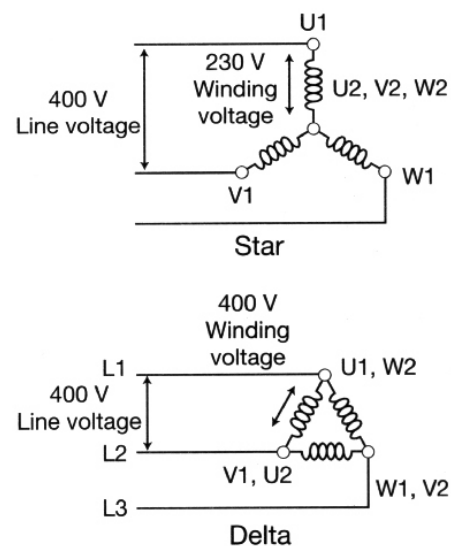


Fig 35 Star and delta connection of a three-phase motor

Tähti ja kolmio kytkentä kolmivaiheiselle moottorille. [ERI 2000]

Moottoreiden käyttö (2/4)

Nopeussäädetty käyttö

- Voidaan toteuttaa hihnakäytöillä, vaihteistoilla ja hydraulikytkimillä.
 - Lisäävät järjestelmän tehottomuutta.
- Taajuusmuuttajilla toteutettu sähkömoottorin nopeudensäätö:
 - Selkeästi tehokkainta moottorinopeuksien ohjausmenetelmää.
 - Tasavirtamoottoreilla muutetaan jännitettä.
 - Oikosulkumoottoreilla muutetaan sekä jännitettä että taajuutta.

Moottoreiden käyttö (3/4)

Nopeussäädetty käyttö

- Kuorman vaihdellessa nopeussäädetty moottorien käyttö vähentää sähkön kulutusta.
- Sähkömoottorien pyörimisnopeuden säädöllä saadaan poistettua erilaisten vaihteistojen ja ennen kaikkea kuristussäädön tarve.
- Se sopii erityisesti keskipakopumppujen, kompressoreiden ja tuuletinten käyttömoottoreille.
- Nopeussäädetyistä käytöstä voivat hyötyä myös lingot, jauhimet ja työstökoneet.
- Moottorien nopeussäädetyksen käytön etuja ovat myös:
 - Prosessin parempi hallinta
 - Mekaanisten osien kulumisen väheneminen
 - Melutason laskeminen
 - Pehmeäkäynnistys ja -pysäytys

Moottoreiden käyttö (4/4)

Vaihteisto

- Vaihteistossa syntyvät häviöt voivat vaihdella 0–45 % välillä.
- Vaihteisto tulee olla oikein asennettu ja huollettu.

Tarpeettomien moottoreiden kytkentä pois päältä

- Tarpeettomien moottorin kytkeminen pois päältä on helppo ja yksinkertainen tapa säästää energiakustannuksissa.
- Moottorin käyntiajan vähentäminen 10 % säästää enemmän energiaa, kuin standardimoottorin vaihtaminen energiatehokkaaseen.
- Moottorin kytkeminen pois päältä on mahdollista tehdä:
 - Manuaalisesti
 - Kaksioasento-ohjauksella (päällä tai pois)
 - Aikakytkimellä
 - Synkronoimalla muuhun prosessiin (esim. tuuletin on päällä vain kun työstökone on kytketty päälle)
 - Jaksottamalla usean erikokoisen moottorin käyttämisen kuorman mukaan.

Sähköverkon laatu

Jännitteen muutokset

- Aiheuttavat häviöitä moottorissa.
- Pystytään poistamaan verkon oikealla suunnittelulla ja käytöllä.

Harmoniset yliaallot

- Harmoniset yliaallot aiheuttavat häviöiden kasvua ja moottoreiden tehon alenemista.
- Aiheutuvat mm. ylikuormitetuista muuntajista, verkon epäsymmetrisestä kuormituksesta ja taajuusmuuttajien käytöstä.

Jännite-epäsymmetria

- Jännite-epäsymmetria suurentaa sähkömoottorien roottorihäviöitä, pienentää niiden momenttia ja lyhentää moottorin käyttöikää.
- Jännite-epäsymmetria aiheutuu mm. verkon epäsymmetrisistä kuormituksesta ja yhden vaiheen palaneesta sulakkeesta verkossa tai kompensointiparistossa.

Moottorin kuormitus täydestä mitoituskuormasta %	Moottorin hyötysuhde, %		
	Jännite-epäsymmetria, %		
	Nimellinen	1%	2.5%
100	94.4	94.4	93.0
75	95.2	95.1	93.9
50	96.1	95.5	94.1

Eri jännite-epäsymmetrioiden vaikutus moottorin hyötysuhteeseen.
[DOE 2008b]

Kunnossapito

Huolto

- Moottoreiden käyttöikä pitenee huolellisen ja säännöllisen huollon ja kunnossapidon avulla.
- Moottorin huollontarpeeseen vaikuttavat sen toimintaolosuhteet, käyttötunnit sekä toimintahäiriöt.

Korjaaminen vs. uusiminen

- Suurempia moottoreita korjataan usein useamman kerran niiden käyttöiän aikana.
- Puutteelliset korjauskäytännöt alentavat tyypillisesti moottoreiden hyötysuhdetta 0,5–4 %.
- Tehtäessä päätöstä moottorin korjaamisen ja vaihtamisen välillä, on otettava huomioon moottorin koko käyttöiän kustannukset, ei vain investointikustannuksia.
- Tekijöitä, jotka tulee ottaa huomioon mietittäessä moottorin korjaamisen ja vaihtamisen välillä:
 - Sähkön hinta
 - Moottorin teho
 - Keskimääräinen kuormitus
 - Käyttötunnit
 - Uuden moottorin ja korjauksen hinta

YHTEENVETO:

- Ennen moottoreiden tehostamista tutki mahdollisuudet vähentää moottorin kuormitusta.
- Kiinnitä huomiota moottoreiden energiatehokkuusluokkaan.
- Mitoita moottori kuormituksen mukaan.
- Moottoreiden käyttö vaikuttaa niiden tehokkuuteen.
 - Käynnistys
 - Nopeussäädetty käyttö
 - Tarpeettomien moottoreiden kytkeminen pois päältä
- Sähköverkon huono laatu ei saa häiritä moottoreiden toimintaa.
- Huolellisen kunnossapidon ja korjaamisen avulla moottorin hyötysuhde ja energiatehokkuus ei heikkene.

Lisää tietoa
www.motiva.fi