

4.9.2024

# Sähkökäyttöjen energiatehokkuuden parantaminen

Juho Mustonen, ABB Motion

Segment Manager, Green Electrification

# Agenda

- Esittely
- Sähkömoottorien energiatehokkuus
- Taajuusmuuttajateknologian vaikutus energiatehokkuuteen & sähkönlaatuun
- Esimerkki caset

# ABB Motion – Sähköistämme Suomen energiatehokkaasti

Kohti Suomi hiilineutraali 2035 tavoitetta

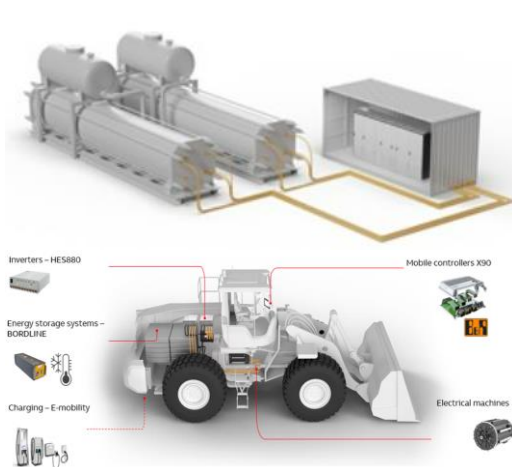


ABB mukana sähköistämässä Suomen teollisuutta

- Lämpöpumput ja Energiavarastot
- Vetytalous & Uusiutuvan energian lähteet
- Lämmitysprosessien sähköistys teollisuudessa
- Hiilineutraali laivaliikenne ja raskaan kaluston sähköistys

Slide 3



Noin 45% maailman ja noin 70% Suomen sähköstä kulutetaan sähkömoottorin kautta.

Investoimalla korkeampaan hyötysuhdeluokkaan on mahdollista saada 2-3 % energiansäästöt.



Noin 23% maailman moottoreista ja noin 60% Suomen markkinan moottoreista on taajuusmuuttajakäytöllä.

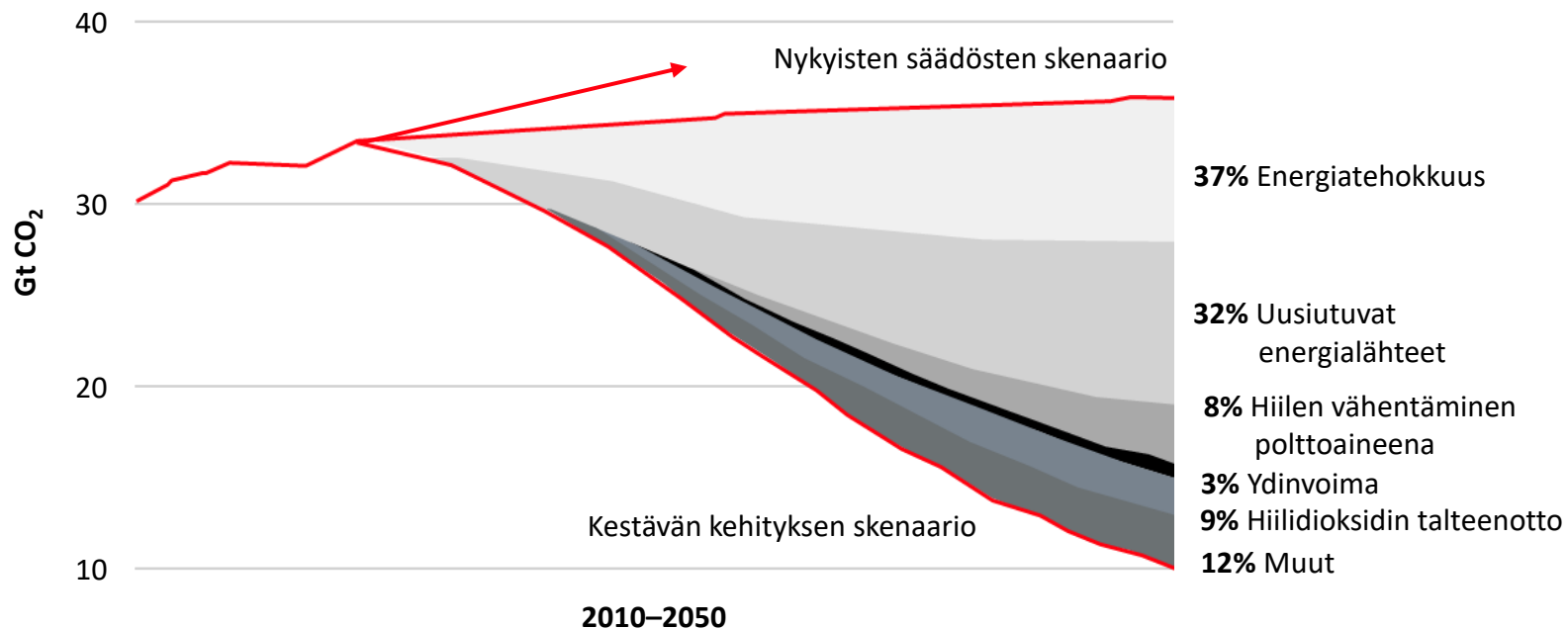
Investoimalla taajuusmuuttajakäyttöön on mahdollista saada 40-60% energiansäästöt esim. Pumppu ja Puhallin sovelluksissa

**ABB**

# Energiatehokkuuden merkitys

International Energy Agency

## International Energy Agency: Hiilineutraali maailma 2050 skenaario

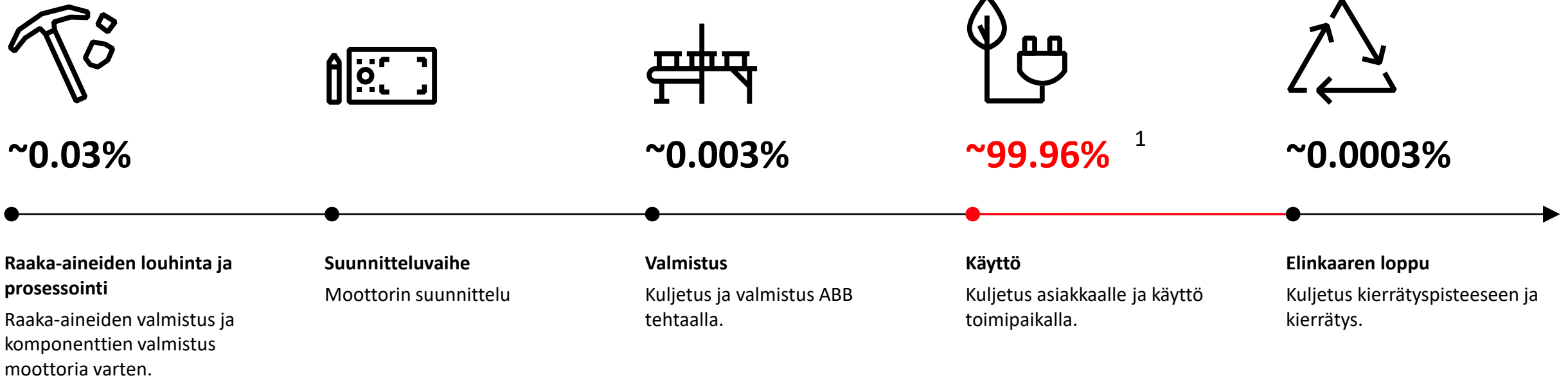


Lähde: International Energy Agency



# Sähkömoottorin elinkaaren ympäristövaikutukset

Keskimääräiset CO<sub>2</sub> päästöt elinkaaren aikana



Tämä korostaa investointivaiheen valintojen merkitystä tuotteen CO<sub>2</sub> päästöissä!

1. Numerot perustuvat LCA (Life Cycle Assessment) tarkasteluun 90kW SynRM moottorin osalta.

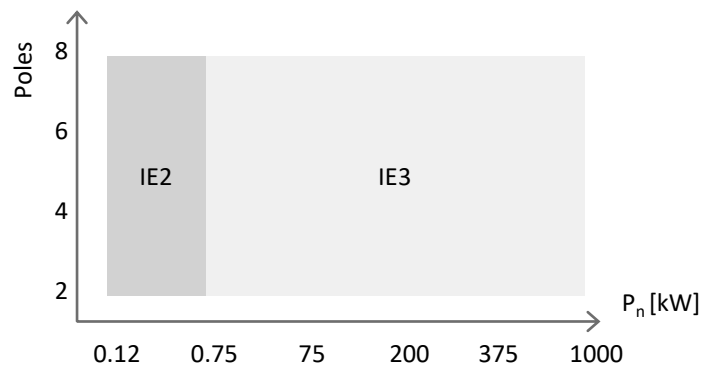
# Ecodesign säädös moottoreille

EU säädös (EU) 2019/1781

## Vaihe 1: Vaatimukset -30.6.2023

### Sisältö:

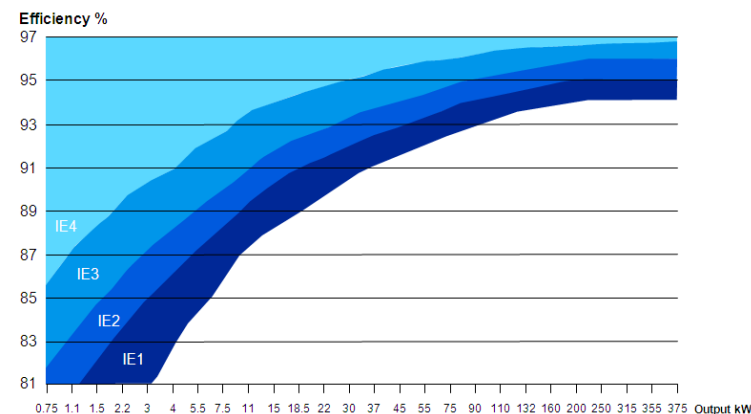
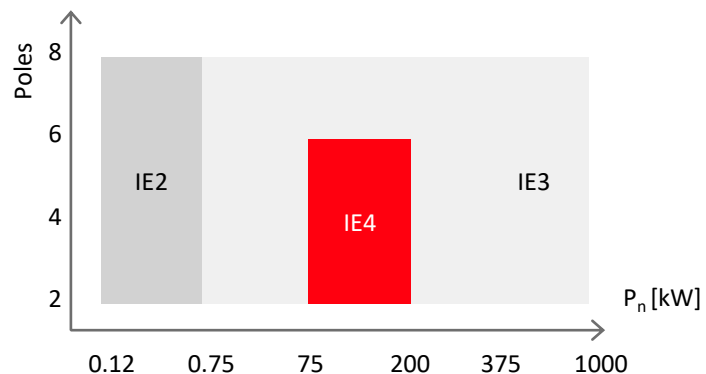
- Kaikki 3-vaihe moottorit mukaan lukien Ex moottorit minimihyötysuhdevaatimus **IE3**
  - Tehoalue: 0,75-1000 kW
  - 750rpm, 1000rpm, 1500rpm, 3000rpm



## Vaihe 2: 1.7.2023 lähtien – lisäykset vaihe 1 määrittelyyn

### Sisältö:

- **IE4** minimihyötysuhdevaatimus moottoreille
  - Tehoalue: 75-200kW
  - 1000rpm, 1500rpm, 3000rpm
  - Ei koske Ex moottoreita



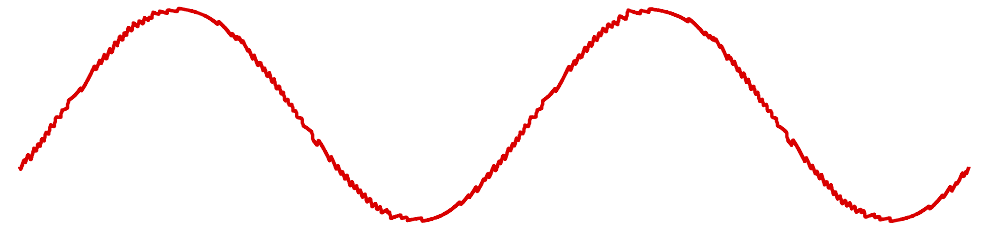
---

# Ratkaisut energiatehokkuuden parantamiseksi

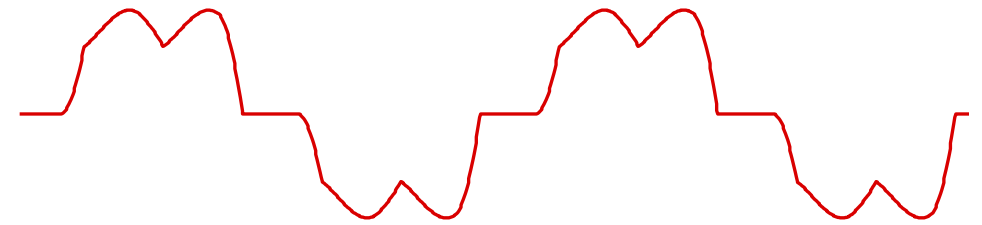


# Harmoniset yliaallot

- Yliaallot ovat siniaaltoja joiden taajuus on perustaajuuden moninkertoja
- Epälineaariset kuormat verkossa aiheuttavat yliaaltoja.
- Epälineaarisia kuormia ovat esim. taajuusmuuttajat, LEDit, UPSit ja tietokoneet
- Yliaallot voivat aiheuttaa mm. verkon komponenttien ylilimitoitusta, lämpöhäviöitä, ylimääräistä energiankulutusta ja laitteiden vikaantumista



Ideaali siniaalto



Epälineaarisisista kuormista johtuva säröytynyt aalto



# Yliaaltojen vaikutus häviöihin

Verkossa esiintyvät häviöt suhteessa harmonisiin yliaaltoihin

Johtimen läpi kulkeva sähkövirta tuottaa lämpöä eli toisin sanoen häviöitä:

$$P = I^2 \cdot R$$

Pätöteho tuotetaan virran perusaallolla  $I_1$ .

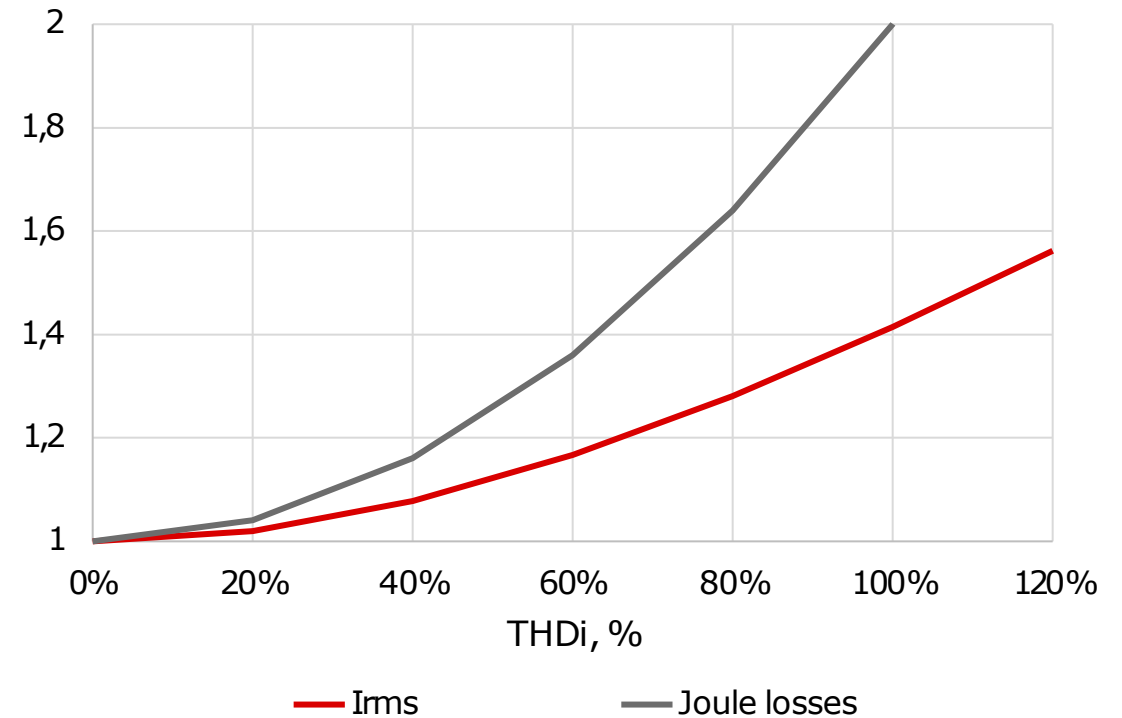
Silloin kun virrassa esiintyy harmonisia komponentteja,  $I_{rms}$  arvo on suurempi kuin  $I_1$ .

$$I_{rms} = I_1 \cdot \sqrt{1 + THDi^2}$$

Virran harmoniset aiheuttaa isompia joulehäviöitä jokaisessa johtimessa jonka läpi ne kulkee.

Esimerkiksi: 40% THDi nostaa 16% energiahäviötä

**$I_{rms}$  and Joule losses as a function of THDi**



# 1. Tunnista säästöpotentiaalisi

## Laitekartoituspalvelu Suomessa

### Saitin läpikävely

Huoltoinsinööri kiertää asiakkaan kohteen ja kerää sovitut moottori- ja taajuusmuuttajatiedot tiedunkeruulomakkeeseen. Lomakkeen tiedot syötetään järjestelmään joiden perusteella ajetaan raportti.

Palvelun yleinen hinta (jos ei voimassa olevaa huoltosopimusta)

- 25 eur / taajuusmuuttaja
- 20 eur / moottori

TAI

- Työhön menevät tunnit
  - 75 - 80 eur moottorit
  - 125 – 150 eur taajuusmuuttajat

### Palvelusisältö moottorit

Asiakkaalle toimitetaan raportti mistä selviää

- Moottorin tiedot / laitepaikka
- Sovellus (**energiansäästöpotentiaali**)
- DOL / VSD (**energiansäästöpotentiaali**)
- Huoltosuositus

### Palvelusisältö taajuusmuuttajat

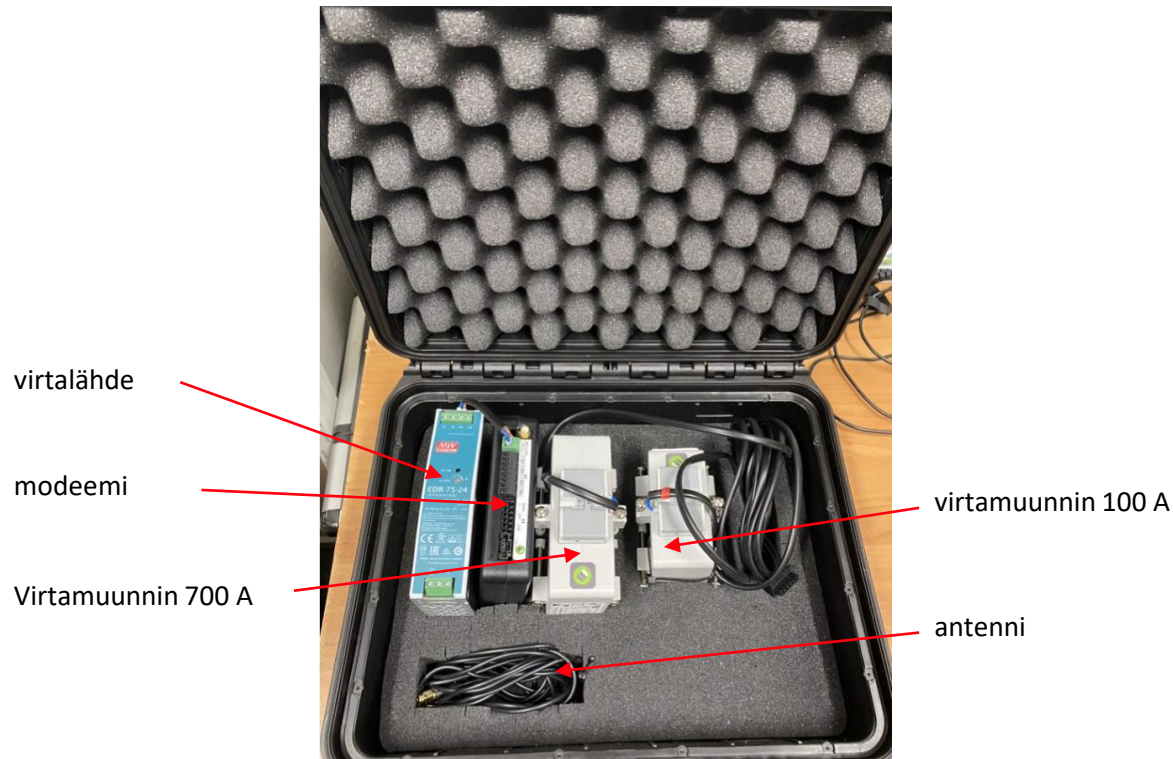
Asiakkaalle toimitetaan raportti mistä selviää

- Taajuusmuuttajan tiedot / laitepaikka
- Sovellus
- Huoltosuositus
- Elinkaarianalyysi

## 2. Mittaa ja varmista potentiaalisimmat säästöt

Energiasäästön analyysipalvelu Suomessa

### Tiedonkeruulaitteisto



### Palvelusisältö

Mittalaite kytketään ennalta sovitun mittausjakson ajaksi (n.1kk) valittuun pumppusovellukseen ABB huoltoinsinöörin toimesta.

Modeemi kytkeytyy päälle ja aloittaa datan lähettämisen pilveen.

Yhteys voidaan tarkastaa energianmittaussovelluksen kautta (PC tai mobiililaitte)

Mittaus alkaa

### Mittauksen analyysi

Mittausjakson jälkeen asiakkaalle toimitetaan yhteenvetoraportti, missä esitellään

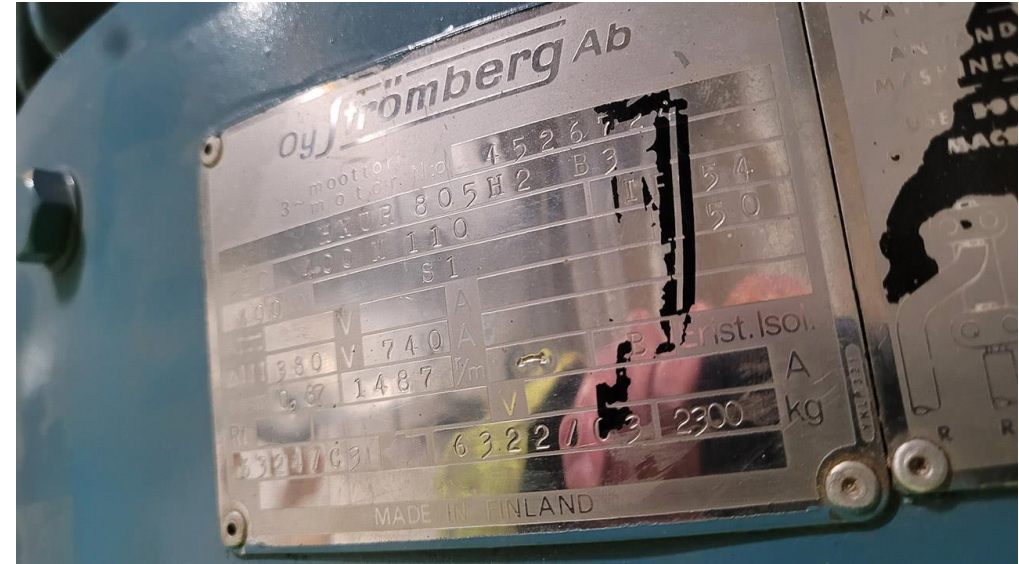
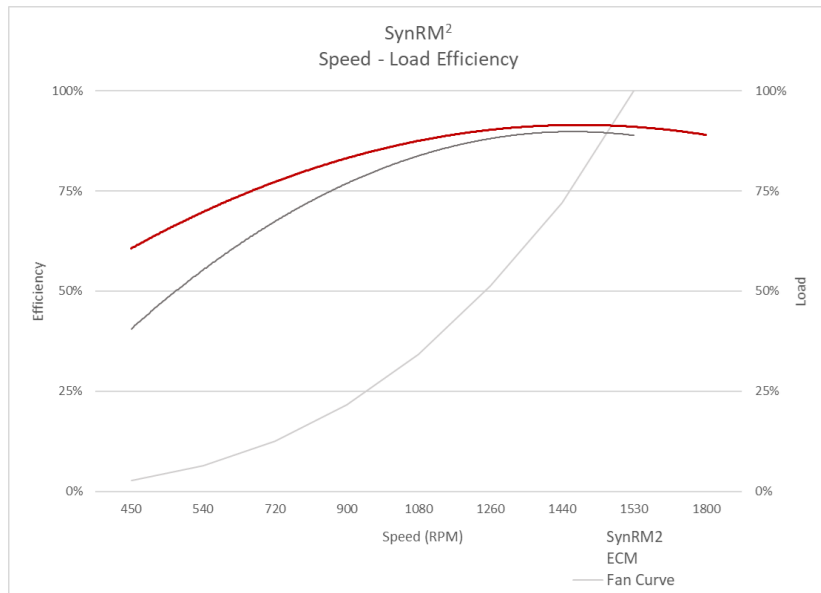
- Pumpun ja moottorin toiminta-alue (normaalijakauma)
- Energiasäästömahdollisuus taajuusmuuttajakäytössä
- Investoinnin takaisinmaksuaika

**HUOM.** Mittaus soveltuu LV <1000 VAC, max 700 A moottoreille. MV laitteet voidaan tarkastella erikseen

# Moottorin energiatehokkuuden parantaminen modernisoinnilla

Optimoituun ratkaisuun energiaselvityspalvelulla

- Olemassa olevaan pumppuun asennettiin energiamittarit
- Energiankulutusta mitattiin kahden viikon ajan -> data kerättiin pilveen
- Datan perusteella ABB tarjosi asiakkaalle IE5-hyötysuhteen SynRM moottoria
- Alkuperäinen moottori 400kW -> uusi moottori 250kW
- Takaisinmaksuaika 1,31v
- Hyötysuhde parantui oikealla mitoituksella ja korkeamman hyötysuhteen teknologialla



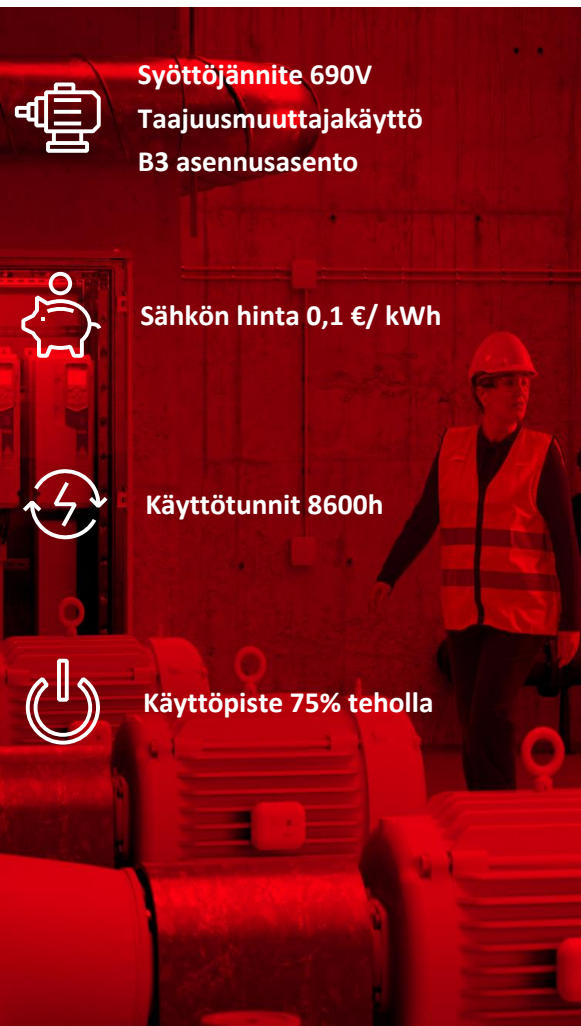


# 5. Maksimoi taajuusmuuttajakäytön kokonaishyötysuhde IE4 moottorilla

IE4 vs. IE3 moottoritekniologia

~ +1,1%  
 ~ +8%

~ -2%  
 ~ -2%



Teho (kW)	Pyörimisnopeus (rpm)	Runkokoko (IEC)	M3BP IE3 moottorin listahinta (EUR)	VSD käytön kokonaishyötysuhde	M3BP IE4 moottorin listahinta (EUR)	VSD käytön kokonaishyötysuhde	IE4 vs. IE3 investointi-lisä
7,5	1500	132	1906	87,1 %	2016	89,6 %	6 %
15	1500	160	2743	89,0 %	2923	91,0 %	7 %
30	1500	200	4224	90,7 %	4534	92,2 %	7 %
75	1500	280	8464	92,3 %	9204	93,4 %	9 %
200	1500	355	22490	93,0 %	24490	93,9 %	9 %
315	1500	355	34090	93,0 %	37190	93,9 %	9 %
630	1500	400	65468	93,0 %	71668	93,9 %	9 %

Vuotuinen energiansäästö (EUR)	IE4 säästetty energia vuodessa (kWh)	CO2 päästövähennykset/ vuosi (kg)	IE4 takaisinmaksuaika (k)
128 EUR	1 698 kWh	1 359 kg	8 kk
176 EUR	2 690 kWh	2 152 kg	10 kk
202 EUR	3 783 kWh	3 026 kg	15 kk
588 EUR	7 086 kWh	5 668 kg	12 kk
642 EUR	12 994 kWh	10 395 kg	14 kk
1 422 EUR	20 462 kWh	16 372 kg	21 kk
2 850 EUR	40 930 kWh	32 744 kg	21 kk



## 6. Maksimoi taajuusmuuttajakäytön kokonaishyötysuhde IE5 moottorilla

IE5 vs. IE3 moottoritekniologia



**Syöttöjännite 690V**  
Taajuusmuuttajakäyttö  
B3 asennusasento

Sähkön hinta 0,1 €/ kWh

Käyttötunnit 8600h

Käyttöpiste 75% teholla

Teho (kW)	Pyörimisnopeus (rpm)	Runkokoko (IEC)	M3BP IE3 moottorin listahinta (EUR)	VSD käytön kokonaishyötysuhde	SynRM IE5 moottorin listahinta (EUR)	VSD käytön kokonaishyötysuhde	IE5 vs. IE3 investointi-lisä
7,5	1500	132	1 906 €	87,1 %	2 146 €	91,1 %	13 %
15	1500	160	2 743 €	89,0 %	3 083 €	92,3 %	12 %
30	1500	200	4 224 €	90,7 %	4 774 €	93,0 %	13 %
75	1500	280	8 464 €	92,3 %	9 604 €	93,6 %	13 %
200	1500	315	22 490 €	93,0 %	24 059 €	94,6 %	7 %
315	1500	315	34 090 €	93,0 %	37 359 €	94,7 %	10 %

Vuotuinen energiansäästö (EUR)	IE5 säästetty energia vuodessa (kWh)	CO2 päästövähennykset/vuosi (kg)	IE5 takaisinmaksuaika (kk)
323 EUR	3 083 kWh	2 466 kg	9 kk
479 EUR	4 974 kWh	3 979 kg	9 kk
596 EUR	7 663 kWh	6 131 kg	11 kk
1 045 EUR	10 837 kWh	8 670 kg	13 kk
3 353 EUR	26 648 kWh	21 318 kg	7 kk
5 281 EUR	41 186 kWh	32 949 kg	9 kk

## 6.2 Energiatohokkuuden parannus IE5 moottorilla

Mikä vaikutus +2000 EUR investointilisällä on 20 vuoden elinkaaren aikana



110 kW moottori



Sähkön hinta 0,1 €/ kWh



Käyttö 8600 h



Keskimääräinen käyttöaste  
75%  
(Pumppu/Puhallin)

2024



2023

**IE5**

Moottori +  
Taajuusmuuttaja

~19 500€

**IE3**

Moottori +  
Taajuusmuuttaja

~17 500 €



**-1 668 €**

Energiankäytön  
kustannussäästöt/vuosi



**-2 502 kg**

CO<sub>2</sub> päästövähennys/vuosi



**14 kk**

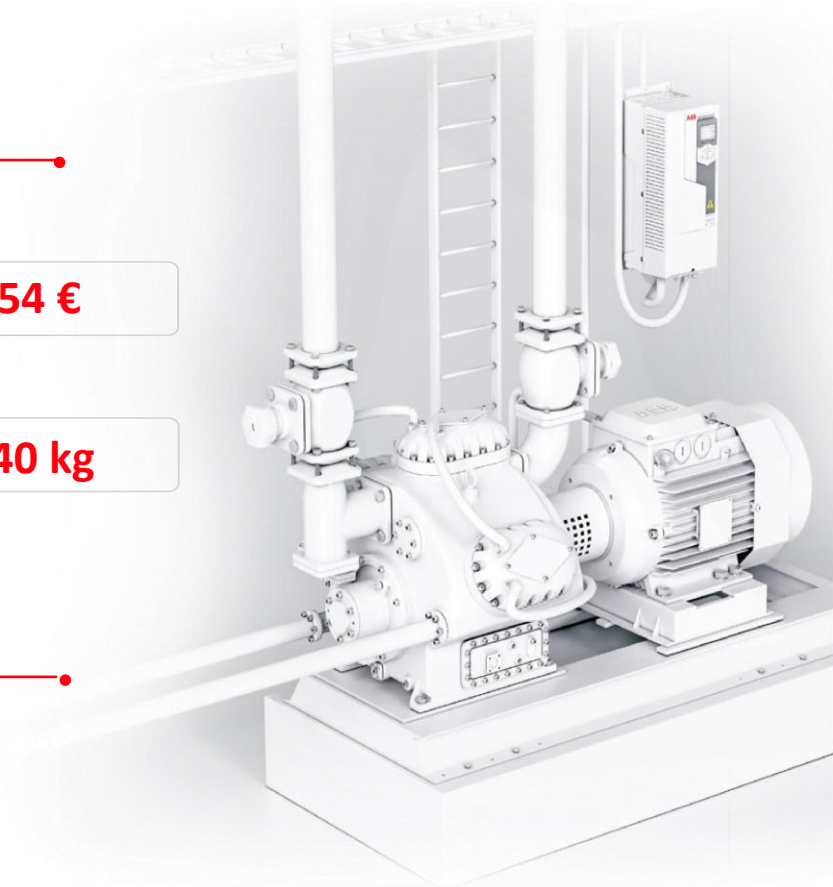
Takaisinmaksuaika



**-33 354 €**



**-50 040 kg**



## 4. Hukkalämpöjen talteenotto nestejäähdytetyllä portfoliolla

Maksimoi prosessin kokonaishyötysuhde – minimoi häviöt



**Säästöjä** sähkö- ja tehdastilassa sekä niiden jäähdytyksessä:

- IV-laitteiden mitoitus
- Suurempi tehontiheys, kompakti rakenne

Puhaltimien **huoltotarve pienempi**

**Mahdollistaa usein helpommin hukkalämpöjen hyödyntämisen** teollisen lämpöpumpun avustuksella; prosessikiertoon tai kaukolämpöverkoston.

E erityisen hyviä kohteita ovat sellaiset, joissa nestejäähdytyskierto on jo olemassa:

- Kaukolämpö
- Hukkalämmön talteenotto
- Vety ja elektrolyysarit





## 4.1 Hukkalämpöjen talteenotto nestejäähdytetyllä portfoliolla

### Case esimerkki

Nestejäähdytteiset moottorit 4 kpl, AMI 500

- Moottoreiden yhteenlaskettu teho 12 600 kW
- Häviöt nimellisteholla yhteensä noin 440 kW, joista:
  - 400 kW häviöitä nesteeseen
  - 40 kW häviöitä ilmaan

Nestejäähdytteiset taajuusmuuttajat 4 kpl, ACS880LC Multidrive

- Taajuusmuuttajien yhteenlaskettu virta 13 040 A
- Häviöt nimellisteholla yhteensä n. 480 kW, joista:
  - 464 kW häviöitä nesteeseen
  - 16 kW häviöitä ilmaan

1. Tämä tarkoittaa yhteensä 920 kW lämpöhäviöitä, joista nesteeseen saadaan häviöitä talteen noin **860 kW**
2. Tämä energia **voitaisiin hyödyntää** esim. kiinteistön- tai tuotantotilojen lämmityksessä tai teollisen lämpöpumpun avustuksella takaisinkiertoon tuotantoprosessiin tai syötettäväksi kaukolämpöverkoston.
3. Käyttötuntien ollessa esim. 8000h/vuosi **säästettäisiin vuosittain jäähdytysenergiaa 6880 MWh:**
  - Tämä **vastaisi noin 380 kaukolämmittämisen omakotitalon** vuotuista tilojen ja käyttöveden lämmittämiseen käytettävää energiaa <sup>1)</sup>
  - **Säästäisi n. 88 000€/vuosi** EU:n päästömaksuissa, CO<sub>2</sub> päästöjen ollessa n. 1100 t/vuosi <sup>2)</sup>

1) [Kaukolämmön hintatilasto - tyyppitalot, Energiateollisuus](#)

2) [Kaukolämmön päästökertoimet, Motiva](#)

## 8. Työkalut

ABB EnergySave:

- Energiatehokkuuden laskentatyökalu Pumppu/Puhallin ja Kompressorisovelluksille
- Taajuusmuuttaja vs. muut ohjaustavat

<https://energysave.abb-drives.com/>

ABB Optimizer:

- Energiatehokkuuden laskentatyökalu Moottoreille (IE1/IE2/IE3/IE4/IE5)
- Moottorien dokumentaatio

<https://wwwmotors.fi.abb.com/>

ABB Drive Size:

- Taajuusmuuttajaohjatun moottorikäytön mitoitus työkalu

<https://new.abb.com/drives/software-tools/drivesize>

**AABB**