

# HYÖTYSUHDEARVOT

---

**onninen**

**RC GROUP**

TEKNINEN AINEISTO  
EER - COP\_GB\_0205

Tuoteluettelossa on ilmoitettu kaikille malleille tai jäähdytysyksiköille hyötysuhdearvoja, jotka ilmaisevat tuotteen energiatehokkuuden täydellä kuormituksella, nimellisolosuhteissa ja osittaisella kuormituksella keskimääräisenä käyttöajankohtana. Seuraavassa selitetään näiden arvojen merkitys.

## Jäähdytysjakson teho täydellä kuormituksella: energiahyötysuhde (EER) ja lämpöhyötysuhde (COP)

Hyötysuhde ilmaisee, kuinka suuri osa jäähdytysjakson sähkönkulutuksesta on käytettävissä jäähdytykseen.

RC GROUP käyttää hyötysuhteen laskemiseen AICARR:n (Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione) suosittelemaa kesäkäytön painotettua hyötysuhteen laskentamenetelmää, joka on esitelty Milanossa maaliskuussa 2000 järjestetyssä konferenssissa julkaistussa asiakirjassa "Average weighed efficiency in summer regime: AICARR's proposal for a calculation method". AICARR:n käytäntöjen mukaan kesäkäytön hyötysuhde ilmoitetaan EER-arvona (Energy Efficiency Ratio, energiahyötysuhde) ja talvikäytön hyötysuhde COP-arvona (Coefficient of Performance, lämpöhyötysuhde). Nämä arvot lasketaan seuraavasti:

### EER-laskentakaava

$$EER = \frac{P_{EV}}{A_E} \left[ \frac{\text{kW}}{\text{kW}} \right]$$

Selitteet:

EER hyötysuhde kesäkäytössä

$P_{EV}$  lämmönvaihtimen jäähdytysteho

$A_E$  kompressorien sähkönkulutus kesäkäytössä

### COP-laskentakaava

$$COP = \frac{P_{CON}}{A_I} \left[ \frac{\text{kW}}{\text{kW}} \right]$$

Selitteet:

COP hyötysuhde talvikäytössä

$P_{EV}$  lauhduttimen lämmitysteho

$A_I$  kompressorien sähkönkulutus talvikäytössä

EER- ja COP-arvot ovat nykyisin käytettävissä olevat jäähdytysyksiköiden hyötysuhteiden vertailuarvot. Nämä arvot kertovat kuitenkin vain osan laitteen toiminnasta, koska ne lasketaan täydelle kuormitukselle eikä niissä huomioida laitteiden käyttöä osittaisella kuormituksella.

**Kesäkäytön keskimääräisen hyötysuhteen mittaamiseen käytetään IPLV- ja EMPE-arvoja**  
Ilmastointilaitteistoon asennettu jäähdytysyksikkö pystyy toimimaan nimellisolosuhteissa vain lyhyen aikaa, sillä suurin osa jäähdytysenergiasta tuotetaan nimellisolosuhteista täysin poikkeavissa olosuhteissa. Tämän takia laitteiston jäähdytysyksiköiden vertailemiseksi on tehtävä kaksi lisäselvitystä. Ensin on selvitettävä, miten ympäristöolosuhteet (eli ulkoilman lämpötila) vaikuttavat jäähdytysyksikköön liitetyn laitteiston tarvitsemaan kuormitukseen. Tämän jälkeen voidaan laskea energiateho kullakin kuormitustasolla eli se, kuinka paljon jäähdytysenergiaa yksikkö tuottaa

25 %:n teholla, 50 %:n teholla ja niin edelleen. Tämä laskenta tulisi tehdä erikseen kullekin käyttösovellukselle, mutta vertailun mahdollistamiseksi laskennassa voidaan käyttää tiettyjä standardiolosuhteita ja vertailla näin tuloksia käyttämällä yhtä energiahyötysuhdearvoa.

Kesäkäyttöä varten on olemassa kaksi erilaista hyötysuhdearvomallia:

Yhdysvaltalaisen ARI:n (Air - conditioning & Refrigeration Institute) IPLV-laskentamalli ja AICARR:n EMPE-laskentamalli.

Lähtökohdiltaan nämä laskentamallit ovat samanlaiset. Erot syntyvät erilaisista energia-tehoista eri kuormitusprosentteilla sekä kuormituksen vähennyksen ja ulkoilman lämpötilan välisestä suhteesta. EMPE-hyötysuhdetta voidaan käyttää Euroopassa käytettävissä laitteistoissa. Tällä hetkellä talvikäyttöä varten ei ole määritetty hyötysuhteen laskentamallia, mutta AICAR tutkii asiaa.

## ARI:n ehdottama IPLV-arvo

Yhdysvaltalaisen ARI:n vuonna 1998 julkaisemassa standardissa ARI STANDARD 550/590 määritetään hyötysuhdearvomalli IPLV (Integrated Partial Load Value) osittaisen kuormituksen hyötysuhteen laskentaa varten.

### IPLV-laskentakaava

$$\text{IPLV} = \frac{10 \text{ EER}_{100\%} + 42 \text{ EER}_{75\%} + 45 \text{ EER}_{50\%} + 12 \text{ EER}_{25\%}}{100}$$

Selitteet: EER on jäähdytysyksikön hyötysuhde laskentamallin mukaisella neljällä eri kuormitussuhteella (100 %, 75 %, 50 % ja 25 %). EER-arvot lasketaan taulukon 1 mukaisten lämmönvaihtimen ja lauhduttimen tulolämpötilojen mukaisesti.

### Taulukko 1

#### IPLV-laskentakaavan olosuhteolettamat ARI STANDARD 550/590 - 98

##### Standardiolosuhteet

##### Lämmönvaihdin

Lämmönvaihtimen vesilähdön lämpötila

6,7 °C

Lämmönvaihtimen Δ-lämpötila

5 °C

Lämmönvaihtimen likaantumiskerroin

0,018m<sup>2</sup>°C/kW

##### Lauhdutin

Lauhduttimen Δ-lämpötila

5 °C

Lauhduttimen likaantumiskerroin

0,044m<sup>2</sup>°C/kW

##### Osittaisen kuormituksen olosuhteet

Kuormitus	100 %	75 %	50 %	25 %
Lauhduttimen tuloilman lämpötila	35 °C	26,7 °C	18,3 °C	12,8 °C
Lauhduttimen tuloveden lämpötila	29,4 °C	23,9 °C	18,3 °C	18,3 °C

Ilma-vesi-jäähdytysyksiköissä on huomioitava lauhdutinpatterin ottoilman lämpötila.

Vesi-vesi-jäähdytysyksiköissä on huomioitava lauhduttimen tuloveden lämpötila.

## AICARR:n ehdottama uusi EMPE-hyötysuhde

IPLV on kiistatta pätevä ja yhdenmukainen hyötysuhteen laskentamalli, koska sen avulla voidaan selvittää jäähdytysyksikön toimintateho tietyssä ajankohtana normaaleissa käyttöolosuhteissa. Näiden arvojen käyttäminen Euroopassa saattaa kuitenkin olla harhaanjohtavaa, koska eurooppalainen ilmastointijärjestelmien käyttötapa eroaa merkittävästi pohjoisamerikkalaisista käytännöistä, kuten jäljempänä selitetään. Tämän takia IPLV-mallin mukaisesti laskettu energiankulutus saattaa tuottaa huomattavasti aliarvioitua sähkönkulutuslukemat. AICARR on tämän takia tehnyt ehdotuksen (edellä mainitussa asiakirjassa) EMPE-hyötysuhteen käyttämisestä kesäkäytön keskimääräisen hyötysuhteen laskemiseen. EMPE-laskentamalli on johdettu suoraan IPLV-mallista, mutta siinä käytetään erilaisia energiatehoja ja erityisesti eurooppalaista ilmastoa ja eurooppalaisia ilmastointialan vaatimuksia varten sovitettuja lauhduttimen ottolämpötiloja. EMPE-laskentakaava on täysin sama kuin IPLV-kaava, mutta energiateho sekä lämmönvaihtimen ja lauhduttimen tulolämpötilat ovat taulukon 2 mukaiset.

### EMPE-laskentakaava

$$EMPE = \frac{10 EER_{100\%} + 30 EER_{75\%} + 40 EER_{50\%} + 20 EER_{25\%}}{100}$$

### Taulukko 2

EMPE-laskentakaavan olosuhdeolettamat	AICARR			
<b>Standardiolosuhteet</b>				
<b>Lämmönvaihdin</b>				
Lämmönvaihtimen vesilähdön lämpötila	7 °C			
Lämmönvaihtimen Δ-lämpötila	5 °C			
Lämmönvaihtimen liikaantumiskerroin	0,018m <sup>2</sup> °C/kW			
<b>Lauhdutin</b>				
Lauhduttimen Δ-lämpötila	5 °C			
Lauhduttimen liikaantumiskerroin	0,044m <sup>2</sup> °C/kW			
<b>Osittaisen kuormituksen olosuhteet</b>				
Kuormitus	<b>100 %</b>	<b>75 %</b>	<b>50 %</b>	<b>25 %</b>
Lauhduttimen tuloilman lämpötila	35 °C	31,3 °C	27,5 °C	23,8 °C
Lauhduttimen tuloveden lämpötila	29,4 °C	26,9 °C	24,4 °C	21,9 °C

EMPE-hyötysuhteen avulla voidaan laskea jäähdytysyksikön energiantarve tietyssä vuodenaikana käyttämällä seuraavaa kaavaa:

### Kauden sähkönkulutuksen laskentakaava

$$CEe = \frac{ERe}{3,6 EMPE} \text{ (kWh)}$$

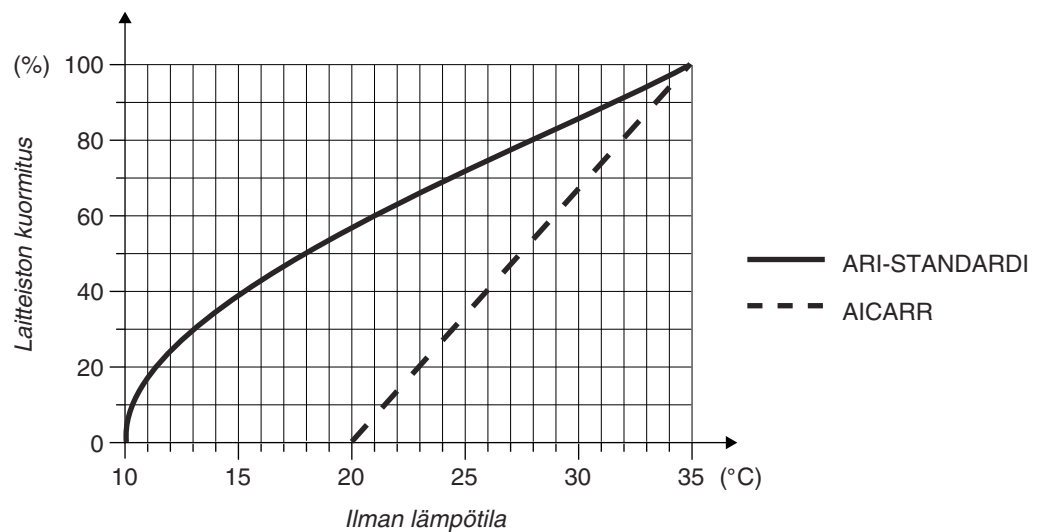
Selitteet:

CEe jäähdytysyksikön energiankulutus (kWh) kesäkäytössä  
 ERe laitteiston energiantarve (MJ) kesäkäytössä  
 3,6 MJ-kWh-muunnoskerroin

## IPLV- ja EMPE-hyötysuhteiden vertailu

IPLV- ja EMPE-hyötysuhteet eroavat toisistaan vain laskennassa käytettyjen olosuhdeolettamien osalta. Tämä ero johtuu siitä, että ilmastointilaitteistoja käytetään eri tavalla Euroopassa ja Yhdysvalloissa ja että laitteistojen rakennearvot ovat erilaisia. Eroja voidaan selvittää näissä kahdessa laskentamallissa käytettyjen, eri ilman lämpötiloja vastaavien kuormitusarvojen kaaviolla (kuva 1).

Kuva 1 – ilman lämpötilaan suhteutettu lämpökuormitus



ARI-standardin mukaan ilmastointilaitteistoa tulisi käyttää 18 °C:n lämpötilassa 50 %:n kuormituksella ja 12 °C:n lämpötilassa 25 %:n kuormituksella. Nämä arvot soveltuvat epäilemättä hyvin Yhdysvaltojen olosuhteisiin, mutta seuraavista syistä ne eivät sovellu useimpiin eurooppalaisiin liike- ja asuinrakennuksiin:

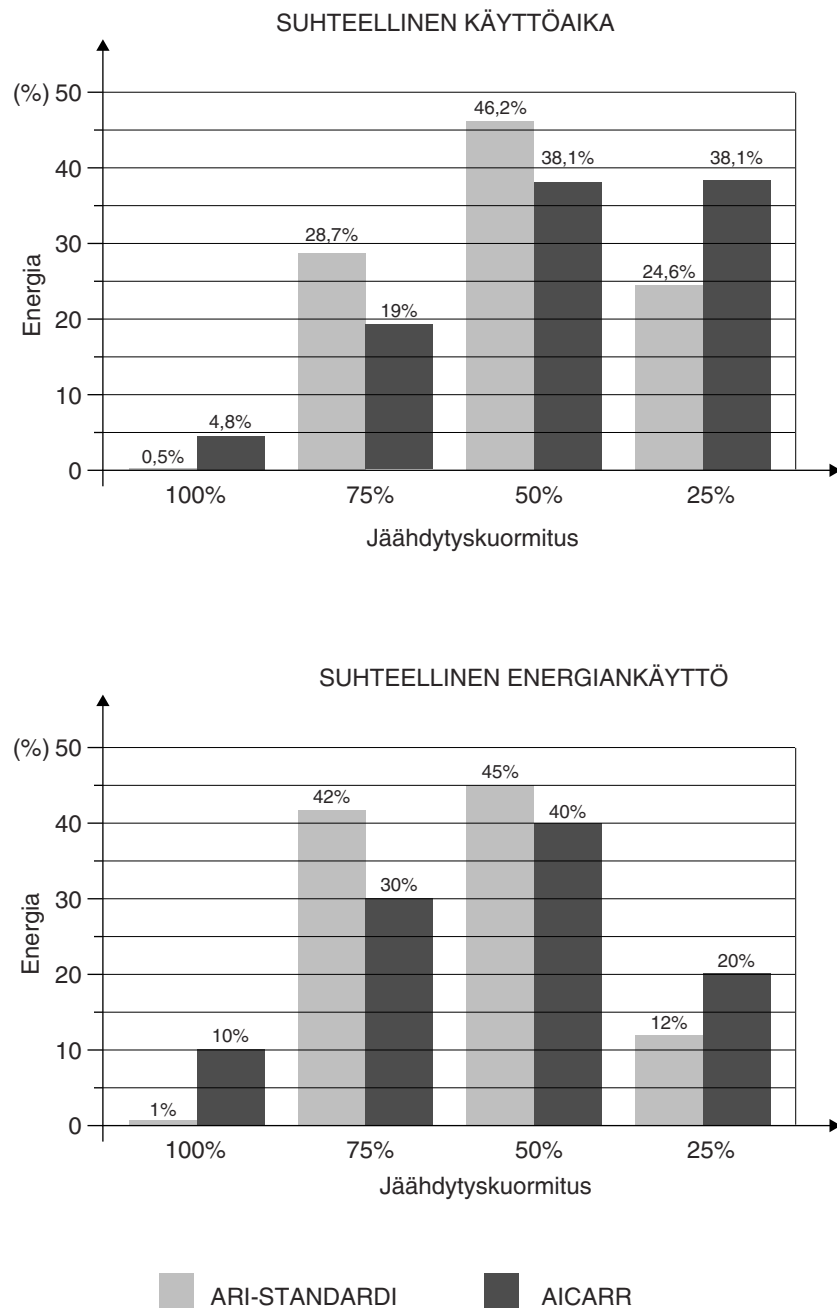
- Rakennusten rakenteet ovat yleisesti erilaiset kuin Yhdysvalloissa.
- Ilmastointia käytetään yleensä vain, jos lämpötila ylittää tietyn raja-arvon.
- Rakennuksissa, joissa tarvitaan jäähdytystä myös alhaisissa ulkolämpötiloissa (kuten kauppakeskuksissa), käytetään yleensä ulkoilmaa hyödyntäviä vapaajäähdytysjärjestelmiä, minkä vuoksi jäähdytysyksiköiden käyttötarve vähenee merkittävästi.
- Sisäisiin alueisiin jaetuissa rakennuksissa käytetään yleensä ilmastointilaitteistoja, jotka pystyvät ottamaan merkittävän osan energiasta talteen (käyttämällä esimerkiksi monivalenssisia jäähdytysyksiköitä, jotka voivat sekä lämmitellä että jäähdyttää samanaikaisesti tai ottaa lämpöä talteen jäähdytyksen aikana tai päinvastoin).

Näiden syiden vuoksi on erittäin harvinaista, että liike- tai asuinrakennuksissa käytettäisiin ilmastointilaitteistoa alle 20 °C:n lämpötiloissa. Esimerkiksi Italiassa jäähdytysyksikköä käytetään keskimäärin 1 000–2 500 tuntia kunkin kauden aikana, kun ARI-standardin mukainen käyttöaika on yli 5 000 tuntia.

Tämän takia on suositeltavaa käyttää kuvan 1 mukaista lämpötilaan perustuvaa kuormitusolettamaa. Laitteistojen erilaiset käyttötavat ovat syy EMPE-laskennassa käytettäviin erilaisiin energiatehoihin. Energiateholla ei tässä yhteydessä tarkoiteta käyttöaikaa vaan sitä, kuinka suuren prosenttiosuuden enimmäisenergiatehosta yksikkö tuottaa tietyllä kuormitustasolla. Esimerkiksi 100 %:n kuormituksella energiateho on kaksi kertaa niin suuri kuin 50 %:n kuormituksella ja neljä kertaa niin suuri kuin 25 %:n kuormituksella.

100 kW:n yksikkö tuottaa 100 %:n kuormituksella yhden tunnin aikana 100 kWh jäähdytysenergiaa, 75 %:n kuormituksella 75 kWh, 50 %:n kuormituksella 50 kWh ja 25 %:n kuormituksella 25 kWh. ARI-standardin mukaisesti laitteistoja käytettäisiin 100 %:n kuormituksella vain 0,5 % ajasta. Koska käyttö jakautuu tavallista laajemmalle lämpötila-alueelle ja käyttötunteja on paljon, yksiköt toimivat täydellä kuormituksella vain harvoin. Kuvassa 2 on esitetty ARI- ja AICARR-standardien mukaiset erot käyttöajoissa ja tuotetussa energiassa eri kuormitustasoilla.

**Kuva 2: tuotettu energia suhteutettuna kuormitusten käyttöaikaan**



AICARR-standardissa käyttötuntien määrät on sovitettu Italian lämpötila-arvojen mukaan.

Molemmilla standardeilla energiakeskipiste eli painotetun energiankulutuksen mukaan laskettu keskikuormitus on noin 58 %. Ilmalauhdutteisten jäähdytysyksikköjen osalta patterin tulolämpötilat ovat täysin erilaiset AICARR- ja ARI-standardeissa, kuten taulukoista 1 ja 2 käy ilmi. EMPE-hyötysuhteen laskennassa käytettävät arvot ovat esitettyjen käyttöolosuhteiden eroavaisuuksien takia huomattavasti korkeammat kuin yhdysvaltalaisessa standardissa.

Kuvattujen syiden takia IPLV-hyötysuhteen käyttö vertailussa tuottaisi kevennettyjen käyttöolosuhteolettamien vuoksi aliarvioidut energiankulutuslukemat. AICARR-standardin käyttöä puoltaa myös se, että Euroopassa jäähdytysyksiköiden äänettömyydelle asetetaan yleensä tehokkuutta suurempi painoarvo, koska melutasostandardit ovat Yhdysvaltoja tiukemmat.

Koska yksiköiden puhaltimet on tämän takia lähes aina kalibroitu niin, että niiden käyttöäänäni on mahdollisimman alhainen, yksiköiden hyötysuhdekäyrät vastaisivat paremmin AICARR-olettamia kuin ARI-olettamia, vaikka laitteistoa käytettäisiin myös alhaisissa lämpötiloissa.

Puhallinnopeuden vähentäminen ja siitä seuraava ilmavirtauksen heikentyminen vaikuttavat lauhdutuslämpötilaan samalla tavalla kuin patterin tuloilman lämpötilan nouseminen.

Myös vesilauhduttimien (lämmönvaihdintorneihin kytkettyjen vesijäähdytteisten yksiköiden) tuloveden lämpötilakäyrät on määritetty vastaavasti.

EMPE-hyötysuhdetta tulisi käyttää yksityisrakennuksissa ja IPLV-hyötysuhdetta ensisijaisesti teollisuuslaitoksissa. RC GROUP on kehittänyt energiankäytön arviointisuunnitelman nimeltä Prometeo, jolla voidaan laskea jäähdytysyksiköiden todellinen energiankulutus asennuspaikan ympäristöolosuhteiden perusteella.



---

Jatkuvan tuotekehityksen vuoksi tuotteitamme voidaan muuttaa ilman erillistä ilmoitusta.

Jälleenmyyjä



Markkinointi ja valmistuttaja

**onninen**

Mittalinja 1, 01260 Vantaa  
puh. 0204 855, faksi 0204 855 300  
[www.onninen.fi](http://www.onninen.fi)

---