

Rinnakkaistallenteen sivuasettelut ja typografiset yksityiskohdat *saattavat poiketa* alkuperäisestä julkaisusta.

Julkaisun tekijä(t): Sarkkinen, Hannu

Julkaisun nimi: Mittausteknisillä taidoilla energiatehokkuuteen

Julkaisuvuosi: 2021

Versio: Kustantajan versio

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Sarkkinen, H. (2021). Mittausteknisillä taidoilla energiatehokkuuteen. Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ja luonnonvara-alan lehti: Oamk\_telulainen, 2(5), 6-7.

[https://issuu.com/telu\\_oamk/docs/ret\\_telulainen](https://issuu.com/telu_oamk/docs/ret_telulainen)

## Mittausteknisillä taidoilla energiatehokkuuteen

*Mittaustekniset taidot luovat perustaa lähes kaikkien tekniikan alojen insinööriosaamiselle. Haluttaessa parantaa teknisten laitteiden toimintaa, tehostaa tuottavuutta tai kasvattaa hyötysuhdetta on kokeelliseen tutkimukseen liittyvä mittaaminen usein välttämätön osa kehitystyötä. Myös uuden keksimisessä luovasti toteutettu mittaussjärjestely ja oikein valitut mittasuureet sekä -välineet ovat keskiössä. Laboratoriotöiden avulla energiatekniikan opiskelijat tutustuvat erilaisiin mittavälineisiin, datan keruuseen ja -käsittelyyn sekä mittaustarkkuuden analysointiin.*

Osalle aloittavista insinööriopiskelijoista omakohmainen kokemus fysikaalisten suureiden mittaamisesta voi olla hyvin vähäinen. Niinpä Oamkin energiatekniikan opiskelijat suorittavat 1. opiskeluvuonna Mittaustekniikan opintojakson. Sen laajuus on 5 opintopistettä sisältäen lähinnä laboratoriossa tehtäviä mittaamiseen keskittyviä harjoitustöitä yhteensä kymmenen kappaletta. Näissä painotetaan fysikaalisten suureiden kokeellisessa tarkastelussa huomioitavia tekijöitä, soveltuvia mittalaitteita sekä mittaustarkkuuteen vaikuttavia seikkoja. Tämän opintojakson lisäksi mittaustekniikkaa opitaan soveltamaan mm. joissakin ns. ammattianeopintojaksojen harjoitustöissä määritettäessä esimerkiksi hyötysuhde ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottokennolle. Toisaalta aurinkopaneelin tehontuoton mittaaminen eri kuormitustilanteissa on hyvin havainnollinen esimerkki hyötysuhteen optimointitilanteesta.

**Näin saadusta lämpötehosta voidaan edelleen laskea kustannussäästö tietyssä ajassa kulloisenkin säätilan vallitessa.**

Mittaustekniikan opintojaksolla ensimmäisenä harjoitustyönä tarkastellaan pyörimisliikettä, joka esiintyy itse asiassa useimmissa energian tuottamis-, muuntamis- tai siirtoprosesseissa. Tarkoitus on tutustua mittaussjärjestelyn rakentamiseen sinänsä yksinkertaisen ja kaikille tutun liikeilmiön tutkimiseksi. Opiskelijat laativat ja testaavat pienryhmissä tietokoneavusteisen mittaussjärjestelyn sekä selvittävät mitattavat suureet. Toistomittauksista kerätty mittaustiedot taulukoidaan ja jatkokäsitellään Excelillä. Välittömänä analysoinnin tuloksena saadaan mm. kuvaaja, jota tulkitsemalla lasketaan määritettäviä suureita mukaan lukien mittaustarkkuuden analyysi.

Lopuksi tärkeä vaihe on pohtia saatuihin tuloksiin sekä niiden tarkkuuteen vaikuttaneita tekijöitä; laskennallinen virheanalyysi antaa mahdollisuuden

selvittää eri mittasuureiden painoarvon lopputuloksen epätarkkuuteen.

### Lämmöntalteenottokennon hyötysuhde

Havainnollinen kohde hyötysuhteen tutkimiseksi on ilmanvaihtokone ja siihen oleellisena osana kuuluva lämmöntalteenottokenno. Opiskelijoiden tehtävänä on selvittää IV-koneen LTO-kennon eli lämmönvaihtimen poistoilmasta talteen ottama lämpöteho. Näin saadusta lämpötehosta voidaan edelleen laskea kustannussäästö tietyssä ajassa kulloisenkin säätilan vallitessa. Harjoitustyö pyritään tekemään talvikaudella, jolloin myös käy ilmi kustannussäästön merkitys.

Lämmönvaihtimen tutkimiseksi sen eri puolille on jälkiasennettu yhteensä kahdeksan lämpötila- ja kosteusanturia. Antureiden ominaisuuksien selvittäminen on osa opiskelijan etukäteisvalmistautumista ko. harjoitustyöhön. Samalla korostuu anturivalinnan merkitys haluttaessa mitata tarkoituksenmukaisella tavalla riittävä määrä eri suureiden arvoja. Opiskelija myös joutuu ottamaan kantaa mm. näytteenottotaajuuteen ja antureiden kalibrointitarpeeseen.

Varsinainen mittaaminen tapahtuu tietokoneavusteisesti valmiin ohjelmakoodin avulla. Tässä käytetään opiskelijakäyttöön suunniteltua ohjelmistoa, jonka peruserätyöt ovat riittävän yleistajuisia eritaustaisille opiskelijoille. Mittauksessa välittömät havainnot ovat mm. ilman lämpötila- ja kosteusarvoja, joista heti mittaustilanteessa voidaan todeta kennon lämpöä talteen ottava vaikutus.

Energian säästön kannalta vertailukelpoinen suure on jo paikan päällä laskettava ns. lämpötilahyötysuhde. Tässä kohtaa nousee esiin kuitenkin eri tavoin määriteltyjen hyötysuhteiden rooli eri asioiden kuvaamiseksi. Laadittavan raportin myötä opiskelijat oppivat edellisen eron ns. energiahyötysuhteeseen, joka parhaimmin kuvaa kennon toiminnan hyvyttä ja merkitystä energiatehokkuuden näkökulmasta. (Salminen 2020.)

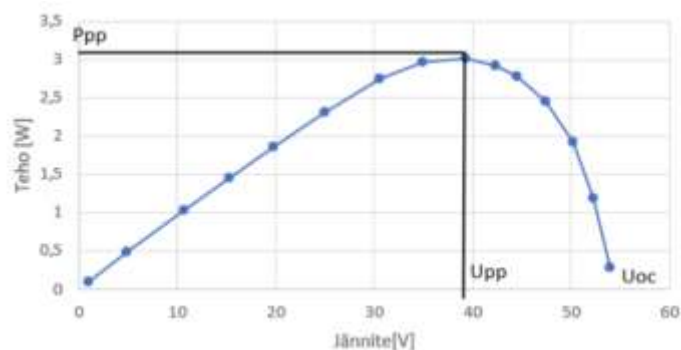


*Iltanvaihtokoneen lämmönvaihtimen hyötysuhteen mittaussjärjestely*

## Aurinkopaneeli – mitaamalla paras tehontuotto

Monille opiskelijoille on entuudestaan tuttua käyttää taskulappua tai ladata puhelinta aurinkopaneelin antamalla sähköllä. Aurinkopaneeli tarjoaa myös hyvän mahdollisuuden sähköfysiikan perussuureiden ja niistä laskettavan hyötysuhteen koekelliselle tutkimiselle.

Laboratoriomittakaavassa voidaan ns. keinoaurinkona toimivilla lampuilla tuottaa riittävä määrä sopivaa valoa, jotta voidaan mitata paneelin antamaa virtaa ja jännitettä laajasti eri kuormitustilanteissa. Muuttamalla kuormituksen eli säätövastuksen arvoja opiskelijat huomaavat konkreettisesti selkeän vaihtelun paneelin antamassa sähkötehossa. Mittauksen virta- ja jännitearvoista on piirrettävissä myös havainnollinen tehokäyrä, josta voidaan lukea paras paneelin toiminta-alue. Edelleen mitaamalla keinoaurinko säteilyteho voidaan laskea paneelin energiahyötysuhde. (Ala-Myllymäki 2016.)



*Aurinkopaneelin mitattu tehokäyrä*

Mittausjärjestely mahdollistaa myös paneelin toiminnan häiriötekijöiden tarkastelun. Aurinkopaneelien asento- ja varjostustekijöitä voidaan tutkia joko käsivaraisesti ilman mittaustulosten analysointia tai niiden tarkasteluun on mahdollista rakentaa anturiohjattu mittaustulosteisto. Viimeksi mainitusta on hyviä kokemuksia automaatiotekniikkaan suuntautuneiden opiskelijoiden kanssa.

## Mittausympäristöt kehittyvät

Suhteellisen yksinkertaisilla koejärjestelyillä voidaan luoda edellytykset riittävän tarkoilta mittaustuloksille, jotta voidaan ilmiöiden havainnollistamisen ohella esimerkiksi analysoida laitteiden hyötysuhteisiin vaikuttavia tekijöitä. Käytännön tekeminen todellisten mittalaitteiden ja koejärjestelyjen äärellä on ollut ja tulee jatkossakin olemaan tärkeä osa insinööriopintoja. Näin siitäkin huolimatta, että laitteiden toimintoja ja prosesseja voidaan jo nyt tarkastella ja hallita virtuaalisesti hyvin todentuntuisesti.

Jatkossa kehitettävää onkin siinä, miten voidaan yhdistää todellisen ja virtuaalisen mitaamisen parhaat puolet. Ja toisaalta: mittaustekniikan hyödyntäminen haastaa yhdistämään eri alojen osaajat toimimaan yhdessä!

## Lähteet

Ala-Myllymäki, Esko 2016. Aurinkodemio. Oy Merinova Ab. Hakupäivä 9.11.2021. [https://www.merinova.fi/wp-content/uploads/2016/09/aurinkodemio\\_loppuraportti.pdf](https://www.merinova.fi/wp-content/uploads/2016/09/aurinkodemio_loppuraportti.pdf).

Salminen, Samuel 2020. Poistoilman lämmöntalteenotto - Bayer Oy Turun tuotantolaitoksen poistoilman lämmöntalteenoton toiminta. Hakupäivä 27.10.2021. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/334258/Salminen\\_Samuel.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/334258/Salminen_Samuel.pdf?sequence=2&isAllowed=y).