Kaukopään koulun energiaselvitys

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO 3
2 LÄHESTYMISTAPA 3
3 LASKUT 4
3.1 Lämpöhäviöt 4
3.2 Ilmanvaihtojärjestelmän energiakulutus 5
4 JOHTOPÄÄTÖKSET 7

1 JOHDANTO

Tässä raportissa käsitellään Imatralla sijaitsevan Kaukopään koulun energiaselvitystä. Raportissa käydään läpi ilmanvaihtojärjestelmän parannuskeinoja, vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja, sekä energiataselaskujen tuloksia.

Projektin tavoitteena on vähentää energiakulutusta. Energiaselvityksen avulla nähdään, mitä toimeenpanoja pitää toteuttaa, jotta koulun energiakulutusta voidaan vähentää. Selvityksen laskuissa on oletettu, että kohteeseen tulee yritys- ja toimistotiloja. Kaukopään koulu on ollut tyhjillään vuoden 2018. Kun koulu on ollut tyhjillään, eli vuoden 2018 energiakulutus, sisältäen sähkön ja maakaasun, oli 1400 MWh (vrt. energiakulutus vuonna 2017 oli 1788 MWh/a). Näin suuret kulutukset aiheuttavat yli sadantuhannen euron kustannukset vuodessa. Kulutuksen laskeminen vähentää kuormitusta ympäristölle, kuin myös vähentää energiakustannuksia.

2 LÄHESTYMISTAPA

Suunnittelimme, kuinka lähestymme projektia, mitä otetaan huomioon ja mihin kiinnitetään erityisesti huomiota. Aluksi selvitimme koulun nykyisen tilanteen. Meillä oli tiedossa koulun energiakulutus vuodelta 2018, mutta ennen kuin lähdimme laskemaan mitään, halusimme vierailla koululla, jotta näkisimme itse, millaisesta kohteesta on kyse. Ensimmäisellä vierailulla huomasimme ylimitoitetun ilmanvaihdon ja koulun erinomaisen kunnon. Päätimme, että keskitymme ilmanvaihtojärjestelmän tehostamiseen. Aavistimme, että ylimitoitettu ilmanvaihtojärjestelmä aiheuttaa suuren osan kulutuksesta. Todistimme tämän myöhemmin myös laskuilla.

3 LASKUT

Kuten aiemmin mainittu, laskiessa on oletettu, että kohteeseen tulee yritys- ja toimistotiloja. Tulee huomioida, että laskuissa on virhemarginaali, tarkkoja tuloksia saa vain mittausten avulla. Raportin laskuista kuitenkin nähdään, mitä pitää tehdä, vaikkakin tuloksissa on eroa todellisiin arvoihin.

3.1 Lämpöhäviöt

Ensimmäisenä aloimme selvittämään rakennuksen U-arvoa (k-arvo). Kirjasimme ylös seinien, ikkunoiden ja katon pinta-alat. Pinta-alojen avulla laskimme seinille, katolle ja ikkunoille omat U-arvot, joiden avulla ratkaistiin koko rakennukselle oma U-arvo. Ikkunoiden U-arvo otettiin kolminkertaisten ikkunoiden U-arvosta 1,5 W/(K·m²). Samoin ovien U-arvo oletettiin olevan yleisen oven U-arvo 1,5 W/(K·m²). Katon ja seinien U-arvot laskimme vaippojen pinta-alojen avulla ja saimme katolle arvoksi 0,38 W/(K·m²) ja 60 cm paksulle tiiliseinälle 0,21 W/(K·m²). Näiden suhteellisen keskiarvon avulla saimme kokonais- U-arvon 0,39 W/(K·m²). (rakMK C4 2003)

U-arvon laskettua pystyimme laskemaan vuotuisen lämpöhäviöt $Ø_{LH}$ yhtälöllä:

$$Ø_{LH} = U_{kok} * A_{kok} * \Delta T \qquad (1)$$

jossa U_{kok} on 0,39 W/(K·m²), A_{kok} on kokonaispinta-ala, 2742 m^2, ja ΔT on lämpötilan ero, ΔT = (20 °C – (- 29 °C)) = 49 °C. Vuotuiseksi lämpöhäviöksi saimme 273 MWh.

3.2 Ilmanvaihtojärjestelmän energiakulutus

Kun vierailimme koululla, saimme tietää ilmanvaihdon virtausnopeuden, joka oli 4,20 m^3/s. Koska pystyimme laskemaan koulun tilavuuden, joka on 6673 m^3, saimme laskettua ilmanvaihtoluvun L yhtälöstä:

$$q_v = V * L \tag{2}$$

jossa q_v on ilman virtausnopeus, V on koulun tilavuus ja L on ilmanvaihtoluku. Ilmanvaihtoluvuksi saimme 2,2 1/h kun virtausnopeus on 4,20 m^3/s. Tämä tarkoittaa sitä, että koulu tilavuuden verran ilmaa vaihtuu tunnissa. Ilmavaihto luvun tulisi olla väliltä 0 – 1 1/h.

Laskimme ilmanvaihdosta muodostuvan kulutuksen yhtälöllä (rakMK 2018):

$$Ø_{IV} = q_v * \rho * c_p * \Delta T \tag{3}$$

jossa q_v on ilman virtausnopeus, ρ on ilman tiheys, 1,2 kg/m^3, c_p on ilman lämpökapasiteetti, 1000 J/kgK ja ΔT on lämpötilan ero, ΔT = (20 °C – (- 29 °C)) = 49 °C. Kulutukseksi saimme 1330 MWh/a. Huom. Tulee muistaa, että kyseessä on teoreettiset tulokset, todelliset voivat heittää teoreettisesta tuloksesta. Laskimme eri kulutusmääriä, muuttamalla ilmanvaihtolukua. Ilmanvaihtoluvun muuttuminen tarkoittaa ilman virtausnopeuden muutosta. Virtausnopeutta voidaan säätä, säätämällä puhaltimen tehoa invertterin avulla.

Taulukko 1. Ilmanvaihtoluvun vaikutus energiakulutukseen

Ilmanvaihtoluku [1/h]	**Ilman virtausnopeus q_v [m^3/s]**	**Ilmanvaihdon energiakulutus Q_{IV} [MWh/a]**
2,2	4,2	1330
1,7	3,2	997
1,2	2,2	704
0,7	1,3	411
0,2	0,4	117

Laskimme kuinka lämmöntalteenottojärjestelmä ja ilmanvaihtojärjestelmän automatisointi vaikuttaa vuotuiseen energiakulutukseen. Lämmöntalteenottojärjestelmän ja ilmanvaihtojärjestelmän automatisoinnin vaikutuksia käydään raportissa läpi 4. Johtopäätös osiossa.

Nämä voidaan yhdistää yhtälöllä:

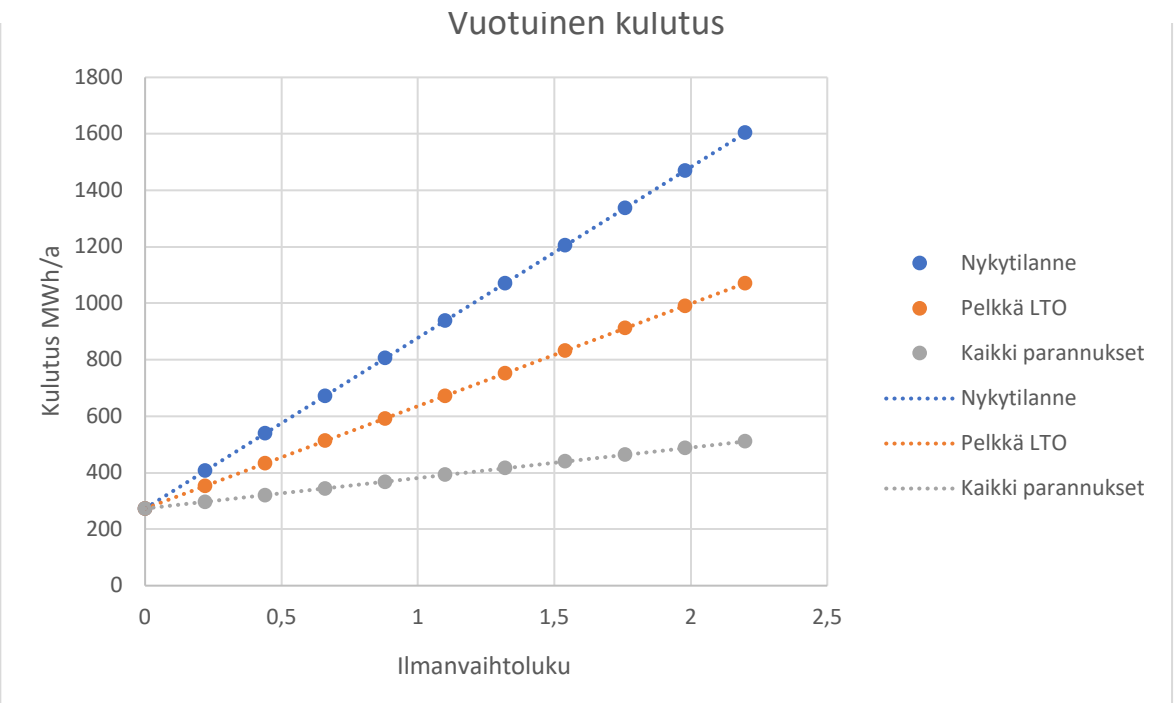
$$Q_{iv} = t_d * t_v * \rho_i * c_{pi} * q_v * (T_{sp} - T_{lto}) * \Delta t \qquad (4)$$

jossa

Q_{iv}	ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve, [kWh]
t_d	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaika, [h/24h]
t_v	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaika, [vrk/7 vrk]
ρ_i	ilman tiheys, [1,2 kg/m^3]
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, [1000 j/(kg K)]
q_v	tuloilmavirta [m^3/s]
T_{sp}	sisäänpuhalluslämpötila [C]
T_{lto}	lämmöntalteenottolaitteen jälkeinen lämpötila [C]
Δt	ajanjakson pituus, [h]

Tässä ajan jakson pituutena käytetään 5200h. Tämä luku tulee siitä, että vuodessa on 8760h josta voidaan vähentää niiden kuukausien tunnit joiden keskilämpötila on yli 10 ºC. Näinä kuukausina ei tarvitse rakennusta lämmittää, joten lämmityksestä ei synny kuluja. (rakMK 2018)

Alla olevaan kuvaajaan on lisätty lämpöhäviöt $Ø_{LH}$, jotka olivat 273 MWh/a. Kuvaajaan tulokset eivät ole tarkkoja arvoja, kyseessä on teoreettinen mahdollisuus, mutta kuvaajasta nähdään, kuinka kulutukseen voidaan vaikuttaa pienillä muutoksilla.



Kuvaaja 1. Ilmanvaihdon vuotuinen energiakulutus

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Mietimme vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja maakaasuun polttamisen sijaan. Vaihtoehtoina oli maalämpö, biokaasu ja aurinkoenergia. Heti alkuun huomasimme, ettei aurinkoenergia ole ollenkaan kannattava sijoitus, joten pudotimme sen vaihtoehdon kokonaan. Maalämpö tämän kokoisessa rakennuksessa meinaisi suuria sijoituksia ja maalämmön takaisin maksu aika olisi yli 10 vuotta ja maalämpöpumppujen kompressorin elinikä on noin 15-20 vuotta. Myös maaperä on suuri kysymysmerkki, joten maalämpö olisi todella riskialtis sijoitus. Biokaasu voisi olla toimiva ratkaisu, jos kattiloita ei tarvitsisi muokata mitenkään, mutta

laskujemme jälkeen totesimme, että maakaasua ei sinänsä tarvitse vaihtaa sillä muutamalla rakennuksen päivityksellä saisi aikaan jo tarvittavat säästöt. Päätimme siis keskittyä enemmän nykytilanteen parantamiseen.

Ilmastointi koneeseen tärkein hankinta olisi ehdottomasti invertteri, jolla pystyisi säätelemään nopeutta millä ilmaa puhalletaan ilmastointi putkiin. Tällä saataisiin pudotettua ilmanvaihtoluku nykyisestä 2,2 niin alas kuin halutaan ja voidaan säädösten rajoissa. Olisi suurin yksittäinen säästön lähde. Toinen säästöjä kasvattava lisäys olisi lämmöntalteenotto. Kyseisessä kohteessa se kuitenkin pitäisi olla nestemäinen lämmöntalteenotto, jossa ulospuhallettava ilma lämmittää nestettä, joka sitten putkia pitkin siirretään talon pattereihin esimerkiksi. Järjestelmä olisi hyvä myös automatisoida, jotta se ei pyörisi ympärivuorokautisesti täysillä tehoilla, kun siellä ei ympärivuorokautisesti tulisi toimintaakaan olemaan. Näin saisi rakennuksesta tehtyä huomattavasti joustavamman ilmastoinnin suhteen. Jos maakaasun käyttöä haluaa vielä vähentää näidenkin säästöjen jälkeen niin rakennukseen voi hankkia ilmavesilämpöpumppuja tuomaan lisälämmitystä maakaasun tueksi. Sillä se on erittäin kustannustehokas ratkaisu.

5 LÄHTEET

SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA. Energiatehokkuus 2018

SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA. C4 2003