

Peetu Koistinen & Teppo Väyrynen

YKSIKÖN ENERGIA TEHOKKUUDEN TUTKIMINEN

Opinnäytetyö

KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2012

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Toukokuu 2012	Tekijät Peetu Koistinen ja Teppo Väyrynen
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi YKSIKÖN ENERGIATEHOKKUUDEN TUTKIMINEN		
Työn ohjaaja Jari Halme		Sivumäärä 41+ 4
Työelämän ohjaaja -		
<p>Työn aiheena oli ammattikorkeakoulun Ylivieskan yksikön Vierimaantien kampuksen rakennusten energiatehokkuus ja sitä koskevat standardit. Työssä tutkittiin rakennusten energiatehokkuuden standardeja liittyen sekä uudisrakentamiseen että energiakorjaamiseen, Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun Ylivieskan yksikön Vierimaantien kampuksen kuluttamaa energiaa niin päivätasolla kuin vuositasollakin. Valaistuksesta ja ikkunoista aiheutuvia energiahäviöitä tutkittiin sekä laskettiin, samoin säästöjä joita saadaan, jos valaisimet ja ikkunat vaihdetaan uusiin, energiatehokkaisiin malleihin. Työssä tutkittiin myös koulun osittain omavaraista energiantuotantoa aurinkoenergialla ja tuulivoimalla, sekä näillä saavutettavia säästöjä.</p>		
Asiasanat Rakennusten energiankulutus, energiatehokkuus, ET-luku, energiansäästö		

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date May, 2012	Author Peetu Koistinen and Teppo Väyrynen
Degree programme Electrical Engineering		
Name of thesis REVIEW OF UNIT'S ENERGY EFFICIENCY		
Instructor -	Pages 41+ 4	
Supervisor Jari Halme		
<p>The goal of this thesis was to study unit's energy efficiency. We studied the general standards of energy related to new constructions and repairing old ones. We also studied the energy consumed by the school on a daily basis and over a year. We calculated the energy loss from lighting and through the windows as well as savings in the case of lamps and windows replaced with new energy efficient models. We studied the school's partially self-sufficient energy sources, solar energy and wind power, and these savings to be achieved.</p>		
Keywords Energy efficiency, energy labeling, energy savings		

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	1
2 TIETOA YKSIKÖSTÄ.....	2
3 ENERGIATEHOKKUUSSTANDARDIT	4
3.1 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi	4
3.2 Kokonaisenergiantarve ja energialuokitusten määrittely.....	5
3.3 Rakennusten energiatehokkuuden ilmoitukset ja energialuokittelu.....	6
3.4 Lämmityksen ja jäähdytyksen energiantarpeen laskenta.....	8
3.5 Standardit järjestelmien tarkastukselle.....	9
4 ENERGIATEHOKKUUS RAKENTAMISESSA	11
4.1 Rakennuskonseptit.....	11
4.2 Matalaenergiarakentaminen	12
4.3 Energiakorjaukset.....	13
4.4 Energiatehokkuusluku (ET-luku)	13
5 ENERGIAMUODOT	15
5.1 Kaukolämpö.....	15
5.2 Uusiutuvat energianlähteet	17
5.2.1 Tuulivoima	18
5.2.2 Aurinkoenergia.....	20
6 YLIVIESKAN YKSIKÖN ENERGIANKULUTUS JA ENERGIATEHOKKUUS	22
6.1 Energiankulutus	22
7 TAPOJA ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEEN.....	29
7.1 Ikkunat.....	29
7.2 Valaistus.....	35
8 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tässä insinööriyössä tutkitaan Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun, Ylivieskan yksikön, Vierimaantien kampuksen alueen rakennusten energiatehokkuutta. Ylivieskan yksikköön kuuluu myös puulaboratorio Joutsentiellä Ylivieskassa, Raudaskylän toimipiste Ylivieskassa ja energialaboratorio Sievissä, mutta näitä kohteita ei kuitenkaan työssä tarkastella.

Työssä tutustutaan nykyaikaisiin energiastandardeihin, jotka määrittelevät energiatehokasta rakentamista ja korjaamista. Energiastandardit ovat nykyisin kasvavassa määrin käytössä uudisrakentamisen yhteydessä. Energiastandardit sisältävät esimerkiksi energiatehokkuusluvun ja energialuokituksen määrittelyn, sekä vaatimuksia mm. ilmastoinnille, lämmitysjärjestelmille ym.

Ylivieskan yksikön Vierimaantien kampuksen rakennukset on pääosin saneerattu 1990-luvulla, ja käytössä olevat rakennusratkaisut ovat vanhanaikaisia. Esimerkiksi ikkunat eivät ole energiatehokkaita, ja valaisimet ovat vanhentunutta tekniikkaa. Pyrimme tutkimaan energiansäästämahdollisuuksia ja saavutettavia rahallisia hyötyjä. Työssä on laskettu myös aurinkoenergian ja tuulivoiman avulla saavutettua energiansäästöä.

Työn aikana mitattiin yksikön sähköenergian kulutusta viikon ajan Vierimaantien kampuksen rakennuksissa. Kiinteistössä on kaksi erillistä sähköpääkeskusta. A- ja B-rakennuksien sähköpääkeskus sijaitsee B-rakennuksessa keittiön lähistöllä olevassa sähkötilassa. C-rakennuksen sähköpääkeskus on omassa sähkötilassaan, joka sijaitsee lämmönjakelukeskuksen vieressä. Kulutusmittareita ei ole vielä päivitetty kaukoluettaviksi.

2 TIETOA YKSIKÖSTÄ

Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulussa opiskelee yhteensä 3300 opiskelijaa, joista yli 1000 opiskelee Ylivieskan yksikössä. Ylivieskan yksikkö on käynyt läpi useita nimen vaihdoksia. Aikaisemmilta nimiltään yksikkö on ollut Ylivieskan teknillinen koulu (YTK), Ylivieskan teknillinen oppilaitos (YTOL) ja Ylivieskan tekniikan ja sosiaalialan oppilaitos (YTSO). Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun ylläpitäjä on 10.2.2012 alkaen Centria Ammattikorkeakoulu Oy.

Ylivieskan teknillinen oppilaitos avautui opiskelijoille 02.01.1979. Tällöin rakennettuna oli ainoastaan A-rakennus. Nykyään A-rakennuksessa on neuvotteluhuone, tietokonehuoneita ja toimistotiloja. Vuonna 1981 valmistui B-rakennus, jossa sijaitsee nykyään muun muassa keittiö ja opiskelijaravintola, sähkövoimatekniikan laboratorio, tietoliikennelaboratorio, EMC-laboratorio, olosuhdetestauslaboratorio, fysiikan laboratorio, CAD-luokka sekä luokkahuoneita. C-rakennus valmistui vuonna 1993. Tässä rakennuksessa sijaitsee ATK-luokkia, opettajien toimistotiloja, kone- ja tuotantotekniikan laboratorio, luokkahuoneita ja auditorio.

Yksikön kokonaispinta-ala on noin 7500 m², josta A-rakennus on noin 700 m², B-rakennus on noin 2500 m² ja C-rakennus on 4300 m². Bruttotilavuus on 33530 m³. Suurimmat energiankulutuspisteet löytyvät sisävalaistuksesta, ilmanvaihtokoneistosta, keittiöstä sekä Centria Tutkimus- ja kehitys-yksikön laboratoriosta. Yksikön rakennukset lämmitetään kaukolämmöllä.



KUVIO 1. Ylivieskan yksikkö (COP 2004.)



KUVIO 2. Ylivieskan yksikön sisäänkäynti

3 ENERGIATEHOKKUUSSTANDARDIT

3.1 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi

Rakennusten Energiatehokkuusdirektiivi (EPBD = Energy Performance of Buildings Directive) on Euroopan Unionin kannalta tärkeimpiä lainsäädännöistä energiatehokkuuden kannalta.

EPBD-CEN-standardi on Eurooppa-kohtainen, ja sen tehtävä on tarjota kaikille samat menetelmät energiatehokkuuslaskelmiin, energiatehokkuustodistuksiin ja rakennusten tiettyjen taloteknisten järjestelmien energiatarjontaan.

Energiatehokkuuden laskentaan vaikuttaa muun muassa kansalliset ja alueelliset erot ilmastossa, rakentamisperinteet, lainsäädännöt, laadunvarmistukset ja käyttötottumukset. Edellä mainittujen asioiden takia EPBD-CEN-standardien täytyy olla joustavia.

EPBD-direktiivin tehtävä on kehittää rakennusten energiatehokkuutta. Jäsenvaltioiden on toimeenpantava lukuisia vaatimuksia. Tällaisia vaatimuksia ovat muunmuassa yleinen pohja rakennusten energiatehokkuuden laskemiselle, vähimmäisvaatimusten soveltaminen uusien rakennusten energiatehokkuudelle ja vähimmäisvaatimusten soveltaminen olemassa olevien rakennusten perusteellisiin korjauksiin, rakennusten energiatehokkuusluokitus ja –todistukset, sekä lämmityskattiloiden ja ilmastointijärjestelmien tarkastukset.

Nämä periaatteet ja tavoitteet huomioiden jokaisen EU-jäsenvaltion velvollisuutena on valita parhaiten sopivat toimenpiteet, jotka soveltuvat vallitsevaan tilanteeseen (subsidiariteetti- eli läheisyysperiaate).

CEN-EPBD-standardit voidaan ryhmitellä rakennusfysiikan standardeihin, joissa määritellään laskentamenetelmät ilmanvaihdosta aiheutuvalle lämmönsiirrolle, lämpökuormille, kesäajan lämpötiloille ja auringon säteilylle sekä rakennuksien lämmitykseen ja jäähdytykseen tarvittavalle energialle. Toiseen ryhmään liittyy

standardit, joihin kuuluu ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien luokittelut ja määrittelyt. Yhteen ryhmään kuuluu sisätilojen lämmitys- ja lämpimän käyttöveden järjestelmiin kohdistuvat standardit. Tällaisia standardeja ovat lämmöntuotannon tehokkuus, lämmönsiirron ja lämmönluovutuksen tehokkuus, lämpimän käyttöveden järjestelmät sekä rakenteisiin integroidut matalalämpöiset lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät. Tukistandardeihin kuuluu rakennusten valaistusjärjestelmät, johon luetaan päivänvalon vaikutus, taloteknisten järjestelmien säätö ja automaatio, sisäympäristön luokittelu ja kestävän kehityksen mukaisten energijärjestelmien taloudellinen arviointi. Tarkastuksia varten olevat standardit käsittävät lämmityskattilat ja –järjestelmät, jäähdytys- ja ilmastointijärjestelmät sekä ilmanvaihtojärjestelmät. Rakennusten energiatehokkuuden ilmoittaminen ja energialuokittelu muodostavat yhden ryhmän, kuin myös kokonaisenergiantarve ja energialuokitusten määrittely

(Railio 2009.)

3.2 Kokonaisenergiantarve ja energialuokitusten määrittely

Standardi EN 15603 sisältää:

- arvioinnit kokonaisenergiankulutuksesta
- kokonaisenergialuokituksen laskennan (primäärienergia, CO₂ päästöt, energiakustannukset)

Energiankulutuksen muodostavat standardit antavat tälle standardille tuloksia. Tämä standardi huomioi rakennuksessa tuotetun ns. oman energian, jota voidaan käyttää jossain muualla. Standardi näyttää taulukossa kokonaisenergiankulutuksen ja määrittelee energian käytön niin, että energiatehokkuusluokitusta muodostaessa se voidaan huomioida uusille ja vanhoille rakennuksille.

Standardilla saadaan:

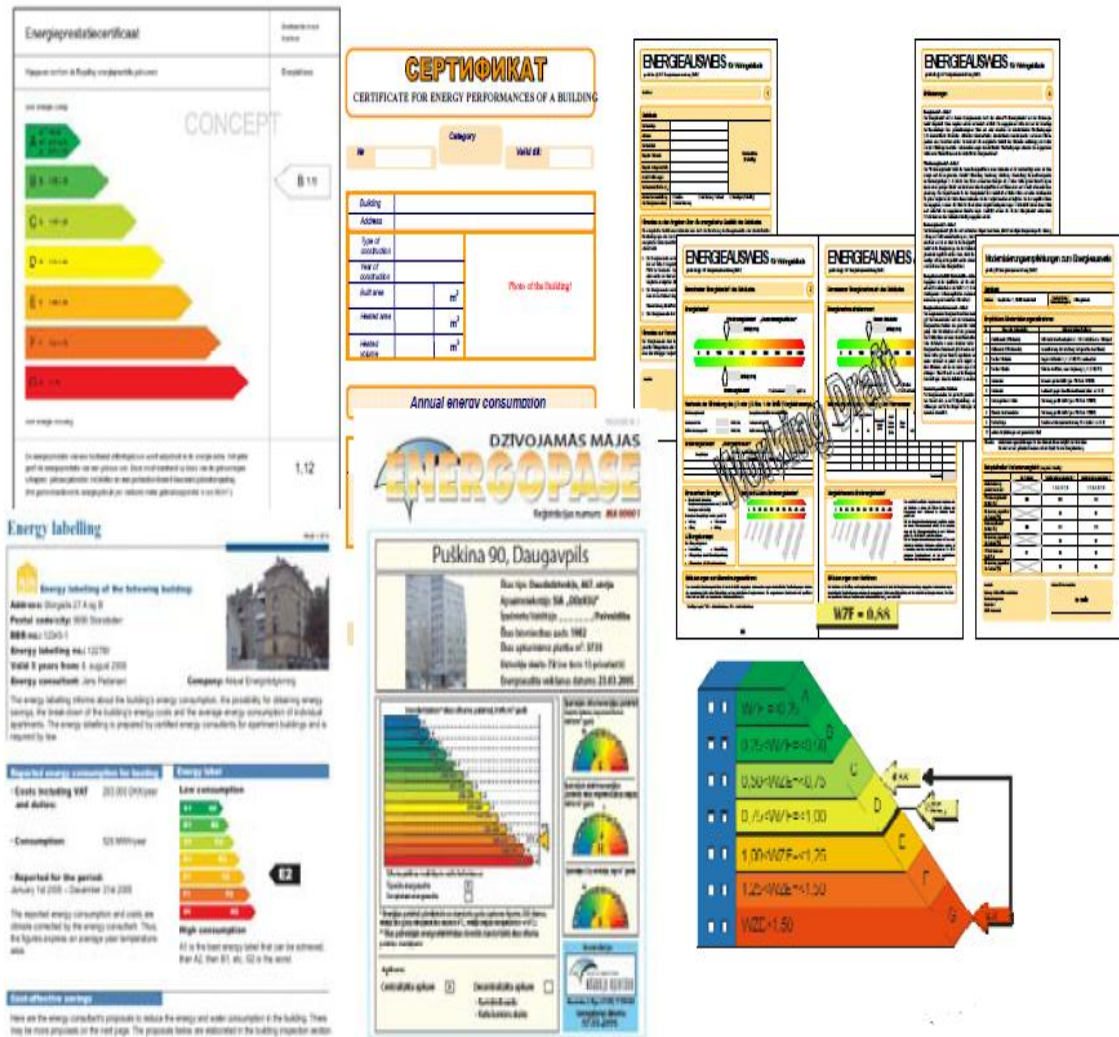
- menetelmä, jolla lasketaan standardisoitu luokitus ja standardisoitu energiankulutus, johon ei vaikuta käyttötottumukset, sää eikä muut olosuhteet (esim. ympäristö tai muu lähtötieto)
- mitattuun energialuokituksen arviointiin menetelmä, joka perustuu ostoenergiaan ja energiaan joka on viety muualle
- menettelytapa, joka parantaa luotettavuutta rakennusten laskentamalliin, joka on tullut todellisen energiakulutuksen ja lasketun energiakulutuksen vertailusta
- arviointitapa, jolla arvioidaan parannustoimien energiatehokkuutta

3.3 Rakennusten energiatehokkuuden ilmoitukset ja energialuokittelu

Standardi EN 15217 sisältää:

- tunnusluvut, jotka kertovat rakennuksen energiatehokkuuden, johon sisältyy myös lämmitys-, ilmanvaihto-, ilmastointi-, lämminkäyttövesi- ja valaistusjärjestelmät. Tähän kuuluu tunnusluvut ja normittamisen menetelmät
- esittämistavat uusien rakennusten suunnittelua ja vanhojen rakennusten korjausta varten, energiatehokkuuden näkökulmasta katsottuna
- tavat vertailuarvojen ja parhaiden käytäntöjen selvittämiseen
- energiatodistusmenettelyjen suunnittelutavat

Energialuokitukset on kansainvälisesti sovellettu. Jäsenvaltiot valitsevat parhaan menettelytavan tai –tavat maakohtaisesti.



KUVIO 3. Standardin EN 15217 mukaiset energiatehokkuustodistukset mallit. (Railio, J. 2009)

Koska kaikilla jäsenvaltioilla ei ole joko ollenkaan tai on hyvin vähän kokemusta energiasertifioinnista, on sen takia energiatehokkuustodistuksien kirjo niin laaja. Myös energiatehokkuustodistuksien kohdalla on laatuvaatimukset. Tämän takia osa todistuksista voi olla keskenään ristiriitaisia. Energiatodistuksista saatu palaute johtaa todennäköisesti lähitulevaisuudessa enemmän yhdenmukaiseen suuntaan. (Railio 2009.)

3.4 Lämmityksen ja jäähdytyksen energiantarpeen laskenta

Vuotuinen energiankulutus asuinrakennuksessa, muussa kuin asuinrakennuksessa tai rakennuksen osassa saadaan laskettua standardin EN ISO 13790:2008 esittämällä tavalla.

Standardi sisältää tärkeimpinä tuloksina:

- vuosittaisen nettoenergiantarpeen lämmityksestä ja jäähdytyksestä
- vuositasolla lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien käyttämän energian sisätilojen lämmitykseen ja jäähdytykseen
- tavan, jolla rakennus jaetaan vyöhykkeisiin laskentaa varten
- laskentatavan, jolla saadaan laskettua lämmönsiirto, joka muodostuu johtumisesta tai ilmanvaihdosta, kun rakennus on lämmitetty tai jäähdytetty vakiosisälämpötilaan
- talteen otettavat lämpöhäviöt, joihin kuuluu lämpötase, joka muodostuu sisäisistä lämmönlähteistä ja auringonsäteilystä, sekä taloteknisistä järjestelmistä (lämmitys, jäähdytys, lämmin käyttövesi)
- termisen hitauden
- nettotarpeen ilmanvaihtojärjestelmien vuotuisen lisäenergiaan

Muut standardit antavat lähtötiedot rakennusosista tai taloteknisistä järjestelmistä.

Standardiin on huomioitu myös säätö, läsnäolo ja kulutustottumukset. Tämä toteutuu yksinkertaisella jäähdytyksen tai lämmityksen viikko-, päivä- tai tuntitason laskentamenetelmällä. Myös kuukausitason tai vuodenaikatason laskentamenetelmät onnistuu standardin avulla. (Railio 2009.)

3.5 Standardit järjestelmien tarkastukselle

Lämmitys- ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmät kuuluvat standardeihin, jotka käsittävät järjestelmän tarkastuksia. EPBD:n artikkelit eivät tosin viittaa suoraan ilmanvaihtojärjestelmiin. Jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmiin on kuitenkin monesti yhdistetty ilmanvaihtojärjestelmä, joten olisi epäloogista jättää se tarkastuksista pois. EPBD:n mukaan energiasäästöt eivät saa myöskään vaikuttaa sisäilman laatuun kielteisesti. Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastus on myös todella oleellista, koska ilmanvaihdolla on suuri merkitys sisäilman laatuun.

TAULUKKO 1. Esimerkkejä yleisistä järjestelmistä (Railio. 2009)

Järjestelmän nimi	Selitys
C 1.4 talotekninen järjestelmä	laitteet, jotka ovat lämmitystä, jäähdytystä, ilmanvaihtoa, käyttöveden lämmitystä, valaistusta ja sähkön tuotantoa varten
C 1.22 Ilmastoitu sisätila	lämmitetty ja/tai jäähdytetty sisätila
C 2.6 lämmöntalteenotto	jostain toisesta lämmityskohteesta talteen otettu lämpö
C 5.1 rakennuksen energiatehokkuus	netto-ostoenergia, joka on kulutettu tai joka arvioidusti täyttää standardoidut tarpeet. Tämä netto-ostoenergia on mitattu tai laskettu. Standardoituja tarpeita voivat olla lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto, lämmin käyttövesi sekä valaistus
C 5.2 energiatehokkuusvaatimus	vähimmäistaso, joka on saavutettava luvan tai edun saamiseksi, energiatehokkuudessa
C 5.3 energialuokitus	energiamuotojen kertoimilla laskettu tai mitattu energiakulutuksen summa, jolla arvioidaan rakennuksen energiatehokkuus

4 ENERGIATEHOKKUUS RAKENTAMISESSA

Nykyään pyritään rakentamaan mahdollisimman energiatehokkaita taloja. Tällä pyritään saavuttamaan kiinteistölle mahdollisimman pienet lämmityskulut, ja tätä kautta ympäristöä kuormitetaan vähemmän. Rakennuksen energiatehokkuutta ilmaistaan ET-luvulla. Energiatehokkaasti rakentaminen maksaa hieman enemmän, mutta pitkällä aikavälillä se on kannattava sijoitus ja se maksaa itsensä takaisin säästetyissä lämmityskuluissa.

Kiinteistö tarvitsee energiaa tilojen lämmittämiseen ja jäähdyttämiseen, käyttöveden lämmittämiseen, sähköenergian jakeluun, sekä näistä johtuvien häviöiden kattamiseen. Tämä energian tarve lasketaan standardoidulla laskentajärjestelmällä, jota käytetään rakenne- ja taloteknisten järjestelmien suunnittelussa tai tarkemmin se saadaan mittaamalla toteutunutta kulutusta. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2010.)

4.1 Rakennuskonseptit

Rakennuskonsepti on suunnittelu- ja rakentamistapa, joka on monistettavissa oleva dokumentti. Se sisältää yksilöllisiä rakennuksia, jotka täyttävät vaadittavat vaatimukset. Yksittäiset rakennukset voidaan suunnitella, käyttää ja rakentaa olemassa olevilla avaintuotteilla, suunnittelu-, rakentamis- ja käyttöohjeilla, jotka vaaditaan monistettavuuteen.

Arkkitehtuurin, rakenne- ja talotekniikkajärjestelmien yhteistoiminnalla saadaan rakennuskonsepti energiatehokkuuteen, johon koko matalaenergiarakennus perustuu. Energiatehokkaaseen kokonaisuuteen päästään hyvän suunnittelun kautta. Suunnittelussa pitää huomioida rakennuksen muoto, julkisivu, tilat, rakennejärjestelmät ja –osat, talotekniset järjestelmät ja reititykset.

Koska energiatehokkuuden keskeisimmät tekijät vaikuttavat voimakkaasti energiatehokkuuteen, rakennuskustannuksiin ja elinkaarikustannuksiin, ei

rakennuksien energiatehokkuutta voida määritellä rakennusosien erillisoptimointina.

(Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2010.)

4.2 Matalaenergiarakentaminen

Matalaenergiarakennusten energiatehokkuuden kannalta ensisijaisia ovat:

- kiinteistön vaipan tiiveys
- ulkovaipan lämmöneristävyys
- täsmällisesti ohjattu ja tehokas koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä lämmön talteenotolla

Toimiva ja laadukas suunnittelu- ja toteutusprosessi sekä tehokas laadunvarmistus ovat matalaenergiarakentamisen edellytykset. Nykyisten rakennusten tyypilliset kompastuskivet ovat huono sisäilman laatu, rakennusfysikaalinen toimivuus ja homeenmuodostumisongelmat. Näitä ongelmia voidaan poistaa tehokkaasti aiempaa paremmalla huolellisuudella ja tarkkuudella rakennuksen kaikissa elinkaaren vaiheissa ja ratkaisujen toimivuuden varmistamisella mittausmenetelmillä.

Rakennusta rakentaessa tai korjattaessa tulee ottaa huomioon mahdolliset paikalliset ja uusiutuvat energialähteet (mm. maalämpö, aurinkoenergia, tuulivoima) sekä päästöjen minimointitavoitteet, joiden perusteella tulee valita tapauskohtaisesti lämmitysjärjestelmä.

4.3 Energiakorjaukset

Olemassa oleva rakennus tuo omat rajoituksensa korjausratkaisujen valintoihin ja toteutuksiin. Energiakorjauksissa pyritään kuitenkin toteuttamaan samoja energiatehokkuuden tavoitteita, periaatteita ja toteutusmalleja kuin uudisrakennuksissa. Peruskorjauksen yhteydessä suoritettavalla energiakorjauksella voidaan saavuttaa matalaenergiarakennusten taso taloudellisesti.

Taloudellisesti perusteltuna energiakorjaus tulee kyseeseen:

- pienimuotoisena korjauksena, joka sisältää esimerkiksi ilmanvaihdon säätämisen ja ikkunoiden vaihtamisen
- laajana peruskorjauksena tai perusparannuksena (vaippa, ilmanvaihto)
- lisärakentamisen yhteydessä

Kokonaisvaltaisen peruskorjauksen yhteydessä voidaan harkita energiatehokkuudennostamista.

Energiakorjaus voidaan perustella myös:

- sisäolosuhteiden paranemisella
- energiahintojen nousuennusteilla
- ekologisilla ja eettisillä näkökohdilla
- korjausrakentamisen investointien tukipolitiikalla

(Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2010.)

4.4 Energiatehokkuusluku (ET-luku)

Ympäristöministeriön energiatodistusoppaan mukaista energiatehokkuuslukua käytetään matalaenergiarakennuksille. ET-luku sisältää lämmönkulutuksen lisäksi kiinteistösähkön.

Jakamalla rakennuksen vuotuinen kokonaisenergiamäärä rakennuksen bruttopinta-alalla saadaan ET-luku. Bruttopinta-alasta tulee vähentää kylmientilojen pinta-ala. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2010.)

5 ENERGIAMUODOT

5.1 Kaukolämpö

Kaukolämpöä on käytetty lämmitysmuotona Suomessa 1950-luvun alusta lähtien ja se on maamme yleisin lämmitysmuoto. Lähes puolet suomalaisista asuu kaukolämmöllä lämmitetyissä taloissa. Sitä löytyykin lähes kaikista kaupungeista ja taajamista. Mitä tiheämmin rakennettu alue on ja mitä isompia rakennukset ovat, sen taloudellisempaa kaukolämmitys on. Valtaosa julkisista ja liikerakennuksista ja lähes 95 % kerrostaloista on kaukolämmitettyjä. Vastaava luku omakotitaloissa on reilu 7 %.

Kaukolämmöstä suurin osa tuotetaan kotimaisilla polttoaineilla kuten maakaasulla, kivihiilellä sekä enenevässä määrin puu ja muilla uusiutuvilla energialähteillä kuten biokaasulla. Öljyä käytetään lähinnä varapolttoaineena. Sähköä ja lämpöä tuottavista voimalaitoksista ja lämpökeskuksista saadaan lähes 80 % kaukolämpötuotannosta. Lukuun sisältyy myös teollisuuden ylijäämälämmöt ja kaatopaikkojen biokaasujen poltosta saatava lämpöenergia. (Energiateollisuus 2012.)

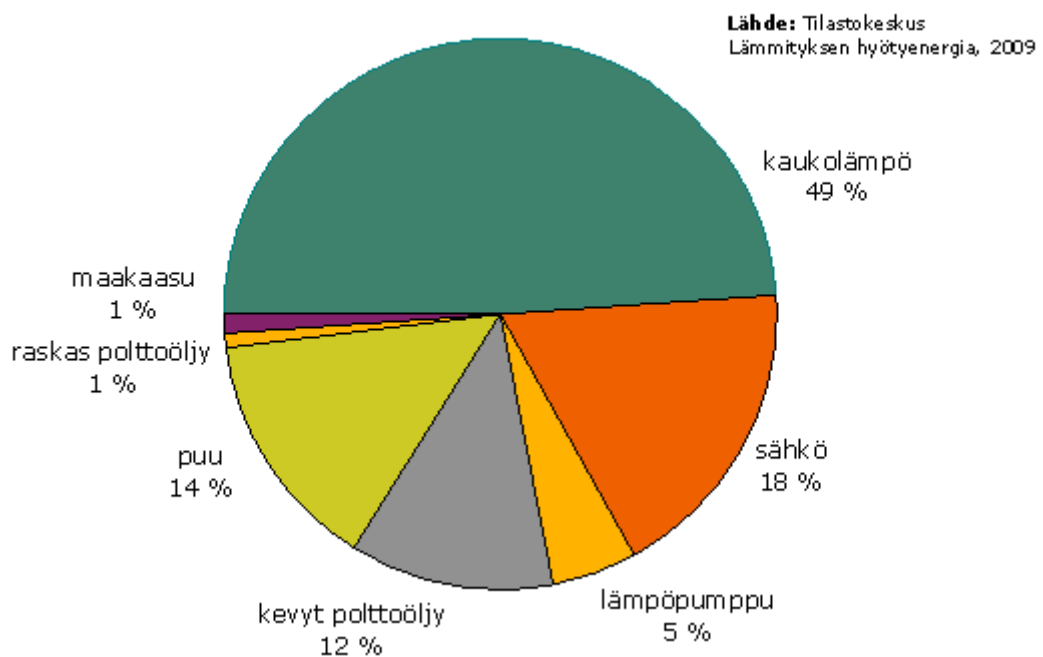
Kaukolämpö on puhdasta kuumaa vettä, joka kiertää kaukolämpöverkossa. Kaukolämpöverkko on kaksiputkinen (meno- ja paluuputki) suljettu systeemi. Kaukolämpö lähtee kiertoon voimalaitokselta tai lämpökeskukselta, kulkeutuu putkia pitkin asiakkaille, luovuttaa lämmön lämmönvaihtimissa ja palaa jäähtyneenä takaisin laitokselle.

Kuuma kaukolämpövesi nostaa kiinteistön käyttöveden lämpötilan lämpimäksi. Tämä tapahtuu lämmönvaihtimissa jotka ovat erillään toisistaan, jottei kaukolämpövesi sekoitu käyttöveteen.

Kesäisin kaukolämpöveden lämpötila on alimmillaan, jolloin lämpöä tarvitaan pääasiassa vain käyttöveden lämmittämiseen.

Kaukolämmön toimitusvarmuus varmistetaan kaukolämpöverkkojen rengasmaisella rakenteella, jolla saadaan aikaan lämmön syöttö useammalta kuin yhdeltä syöttösuunnalta.

Kaukolämmön kokonaishinta muodostuu perus- ja energiamaksuista sekä arvonlisäverosta. Tilausvesivirran suuruus vaikuttaa perusmaksuun. Kylmimpään aikaan tarvittavasta suurimmasta lämmitystehosta voidaan laskea tilausvesivirta. Tilausvesivirraksi kutsutaan kaukolämpöveden virtaamaa m³/h. Tätä tarvitaan suurimman tehon aikaansaamiseksi. Kulutettu lämpöenergiamäärä määrää energiamaksun. Energiamaksun yksikkö on €/MWh. (Vattenfall 2012.)



KUVIO 4. Lämmityksen hyötyenergia eri lämmitysmuodoilla. (Energiateollisuus 2012.)

Kaukolämmitys käyttää hyväksi hukkalämpöenergiaa, jota vapautuu sähköntuotannon yhteydessä sekä teollisuus- yms. prosessien jätelämpönä. Tähän perustuu kaukolämmön ylivoimainen energiatehokkuus ja ympäristöystävällisyys. (Energiateollisuus 2012.)

5.2 Uusiutuvat energianlähteet

Tutkimme myös mahdollisuutta osittain omavaraiseen sähköntuotantoon. Seuraavassa on lueteltu muutamia mahdollisuuksia tähän. Uusiutuvilla energiamuodoilla voitaisiin säästää hieman sähkön kulutuksessa, mutta se on suhteellisen pieni säästö koulumme energian kulutuksen yhteydessä. Käytännöntasolla tällaisista asennuksista saatava tietotaito eri energiamuotojen toimivuudesta paikkakunnallamme ovat syy miksi tällaista projektia voisi alkaa miettimään.

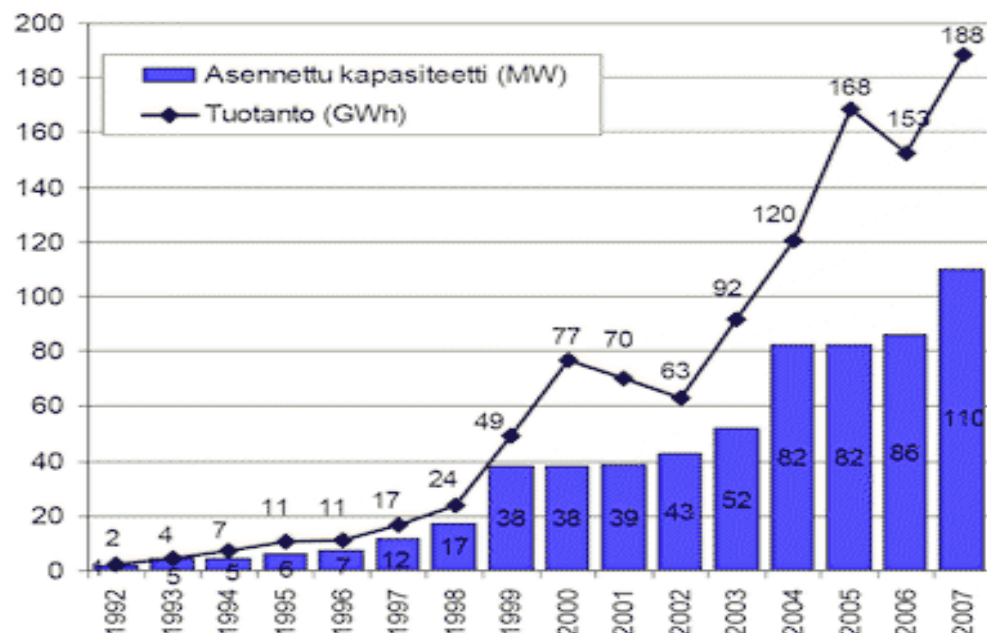
Uusiutuvaksi energiaksi lasketaan sellaiset energialähteet, jotka nimensä mukaisesti uusiutuvat eivätkä kulu loppuun, kuten esimerkiksi fossiiliset polttoaineet. Näitä ovat aurinko-, tuuli-, vesi- ja bioenergia, maalämpö sekä aalloista ja vuoroveden liikkeistä saatava energia. Puuperäiset polttoaineet, peltobiomassa, biokaasu sekä kierrätyspolttoaineiden biohajoavat osat ovat taas nimeltään bioenergiaa. Suomen maantieteellinen sijainti on uusiutuvien energialähteiden kannalta heikohko. Laskuista voidaan jättää aalto- ja vesivuoroenergia pois kokonaan, aurinkoenergiaa saadaan käytännössä tuotettua vain kesäaikaan. Vesivoima on pääosin suomessa hyödynnetty niin pitkälle kuin se ympäristösyistä on mahdollista. Myös Suomen omat energia- ja ilmastopoliittiset suuntaukset vaikuttavat uusiutuvan energian käyttöön.

Uusiutuvan energian lisäämisen taustalla on erityisesti kasvihuonepäästöjen vähentäminen, mutta taustalla on myös muita syitä, kuten bioenergian ja muiden kotimaisten energioiden käytön edistäminen, tutkimuksen ja tuotekehitykseen panostaminen sekä energiasektorin huoltovarmuuden

ylläpitäminen. Tavoitteena on nostaa uusiutuvien energialähteiden käyttöä 9,5 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2020 mennessä.

5.2.1 Tuulivoima

Tuulivoima on peräisin auringon säteilyenergiasta. Tuulussa oleva liike-energia voidaan muuttaa tuulivoimalan avulla pyörimisliikkeeksi, joka generaattorin avulla muutetaan sähköksi. Tuulivoimatuotanto on päästötöntä. Tuulivoimatuotanto on tällä hetkellä vähäistä suomessa, mutta energiayrityksillä on suunnitelmia tuulivoimaenergian lisäämiseksi. Suomessa on hyvät edellytykset tuulivoiman lisäämiseksi. Suomessa tuulivoiman kannalta tuulisimmat kaudet ajoittuvat talvelle kun taas kesällä tuulee vähemmän. (Tuulivoimayhdistys 2011.)



KUVIO 5. Tuulienergian vuosituotanto Suomessa. (Kehu 2010.)

Suurimmat pientuulivoimalat omavaraiseen käyttöön ovat noin 10...20 kW.

Tuulivoimalan vuotuista energiantuottoa on tutkittu Suomessa. 20 kW tuulivoimala 30 metrin mastolla alueella, jossa on mitattu keskimääräiseksi tuulennopeudeksi 4.96 m/s saadaan tehoksi 3,71 kW, joten tehokerroin on noin 0,18.

$$E = P t \eta \quad \text{Kaava (1). Energian tuotto}$$

, missä E = Vuosittainen energiantuotto (kWh)

P = Teho (W)

t = Aika (h)

η = Hyötykerroin

TAULUKKO 2. Tuulivoimalla tuotettu energia

Teho	20 kW
Aika	8760 h / a
Hyötykerroin	0,1855
Vuosittainen energian tuotto	32500 kWh / a

(Kehu 2010.)

Koulumme vuosittainen keskimääräinen energiankulutus on noin 755804,5 kWh/a. Näillä oletuksilla voitaisiin 20 kW:n voimalalla kattaa koulumme kulutuksesta noin 4,3 %. Jos kuvitellaan, että kilowattitunti sähköä maksaa 10 senttiä, vuosittainen tuotto tuulivoimalla olisi noin 3250 €. Tällaisen 20 kW:n tuulivoimalan hankintakustannukset 30 metrin mastolla ovat noin 65 000€. (Kehu 2010.)

Teoriassa valmistaja lupaa tällaiselle voimalalle vuosituotoksi 40 000-80 000 kWh/a. Näillä tuotoilla vuosittain säästettäisiin rahaa 4400-8800€. Voimalan takaisinmaksuajaksi jäisi 7-14 vuotta ilman muita kuluja, todellisuudessa kuitenkin luultavasti muutamia vuosia enemmän.

(Kehu 2010.)

5.2.2 Aurinkoenergia

Lämmön ja sähkön tuotantoon olisi Suomessa nykyistä paljon suurempi mahdollisuus hyödyntää aurinkovoimaa. Etelä-Suomessa jokainen neliömetri vastaanottaa vuoden aikana 1000 kWh auringonsäteilyä. Vain pimeimpinä aikoina auringon energiaa ei saada otettua talteen.

Aurinkoenergiaa hyödynnetään kahdella eri tavalla: passiivisesti ja aktiivisesti. Passiivinen tapa tarkoittaa sitä, että auringosta saatua valoa ja lämpöä hyödynnetään ilman erillistä laitetta. Aktiivinen tapa vaatii laitteen, joka muuntaa auringon energian joko lämmöksi tai sähköksi. Tällaisia laitteita ovat aurinkopaneelit, jotka muuttavat energian sähköksi, ja aurinkokeräimet, jotka muuttavat energian lämmöksi. Auringon säteilystä voidaan nykyään muuttaa paneeleilla noin 15% sähköksi ja keräimillä noin 25-35% lämmöksi.

Rakennus, jossa on vesikiertoinen lämmitys, auringon energiaa voidaan käyttää huoneiden lämmittämiseen kytkemällä järjestelmä lämminvesivaraajaan. (Motiva 2012.)

Omakotitasolla hyvin suunniteltu, oikein kytketty ja oikein säädetty järjestelmä on todella tehokas. Se pystyy tuottamaan lämpimän veden energian tarpeesta noin 50 % ja rakennuksen lämmitykseen noin 15 – 30 % energian tarpeesta.

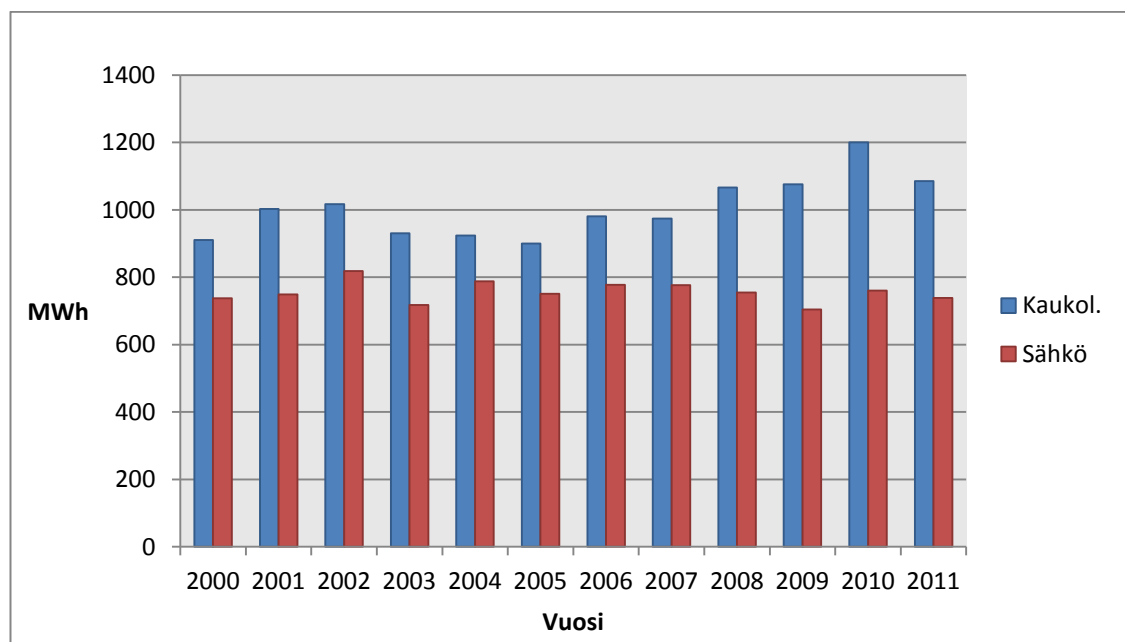
Suunnittelemalla hyvin aurinkolämpöjärjestelmän ja valitsemalla tehokkaat ja laadukkaat aurinkokeräimet, vuosituotoksi voi tulla jopa 300-500 kWh/keräineliö. (Aurinkovoima 2011.)

Aurinkovoiman sivuilta valitsimme tyhjiöputkikeräinmallin AHP25. Sen bruttopinta-ala on 4,52 m² ja maksimituotto on 50°C vedelle 1660 kWh/a. Jos kuvitellaan että näitä keräimiä valitaan koululle 20 kpl, saadaan vuosituotoksi 33200 kWh. Koulun kaukolämmönkulutus on viimeiseltä 12 vuodelta keskimäärin 1005,66 MWh. Keräimillä päästäisiin 3,3 % keskimääräisestä kaukolämmönkulutuksesta. Kaukolämmön hinnaksi ajatellaan noin 5,5 snt/kWh, joten tyhjiökeräimillä säästetään 1850 € / a. Tulokset ovat valmistajan antamia, joten todelliset arvot ovat huomattavasti pienempiä.

6 YLIVIESKAN YKSIKÖN ENERGIANKULUTUS JA ENERGIATEHOKKUUS

6.1 Energiankulutus

Vuonna 2011 sähköstä ja kaukolämmöstä maksettiin yhteensä 129 995 euroa. Sähkön osuus tästä summasta oli 72 900 euroa ja kaukolämmön osuus 57 746 euroa. Seuraavassa käymme läpi koulurakennuksen sähkön- ja kaukolämmön kulutusta. Seurasimme koulun keskuksien kWh-mittareita, jotka sijaitsevat keittiössä ja C-rakennuksen sähkötekniisessä tilassa.



KUVIO 6. Vierimaantien kampuksen energiankulutus

TAULUKKO 3. Vierimaantien kampuksen energiankulutus

Vuosi	Kaukolämmönkulutus	Sähkönkulutus	Ominaiskulutus
2000	911 MWh	737856 kWh	22,0 kWh / rm^3
2001	1003 MWh	748937 kWh	22,3 kWh / rm^3
2002	1017 MWh	817377 kWh	24,4 kWh / rm^3
2003	931 MWh	717294 kWh	21,4 kWh / rm^3
2004	924 MWh	787431 kWh	23,5 kWh / rm^3
2005	900 MWh	750614 kWh	22,4 kWh / rm^3
2006	981 MWh	777489 kWh	23,2 kWh / rm^3
2007	974 MWh	776652 kWh	23,2 kWh / rm^3
2008	1066 MWh	754481 kWh	22,5 kWh / rm^3
2009	1076 MWh	703740 kWh	21,0 kWh / rm^3
2010	1200 MWh	759470 kWh	22,7 kWh / rm^3
2011	1085 MWh	738313 kWh	22,0 kWh / rm^3
Keskiarvo	1005,66 MWh	755804,5 kWh	22,5 kWh / rm^3

Yksikön kokonaisenergiankulutus koostuu muun muassa ilmanvaihdosta, valaistuksesta, keittiön koneista ja Centrian tutkimus- ja kehitysyksikön laboratoriosta. Ilmastointi on päällä ympäri vuorokauden, kuitenkin työajan ulkopuolella se toimii puolella teholla. Ilmastointia ei voi sammuttaa kokonaan, ainakaan pitkäksi aikaa, sillä tällöin ilmankosteus kasvaisi liian suureksi. Tämä

aiheuttaisi rakennukselle kosteusvaurioita. Nykyinen lämmöntalteenotto järjestelmä on vanhanaikainen, ja sillä ei saavuteta nykyisten LTO-järjestelmien hyötysuhteita. Uusilla lämmöntalteenottojärjestelmillä lämmöstä saadaan talteen jopa 75 %.

Motiva on kerännyt vuosina 1996 – 2001 tilastoja, joiden perusteella yleissivistävien oppilaitosrakennusten keskimääräinen ominaiskulutus on ollut 9,6 kWh/rm³. Sähkön ominaiskulutus saadaan jakamalla sähkönkulutus kiinteistön tilavuudella. (Motiva, 2010.)

Rakennuksille löytyy myös toisenlainen vertailuluku, energiatehokkuus luku. Tämä saadaan laskettua seuraavalla kaavalla:

$$\text{ET-luku} = \frac{kWh_S + kWh_K}{A} \quad \text{Kaava 2. ET-luvun laskenta}$$

, missä kWh_S = sähkönkulutus (kWh)

kWh_K = kaukolämmönkulutus (kWh)

A = bruttopinta-ala (A)

$$\text{Ominaiskulutus} = \frac{kWh_S}{V} \quad \text{Kaava 3. Ominaiskulutuksen laskenta}$$

, missä kWh_S = sähkönkulutus (kWh)

V = Yksikön tilavuus (m³)

TAULUKKO 4. Yksikön ET-luvun ja ominaiskulutuksen laskenta

Suure	Arvo
Pinta-ala	7500 m ²
Tilavuus	33530 m ³
Sähkönkulutus	755804,5 kWh/a
Kaukolämmönkulutus	1005,66 MWh/a
ET-luku	235 (F)
Ominaiskulutus	22,5

ET-luku on laskettu viimeisen 12 vuoden arvojen keskiarvoilla. ET-luvulla 235 rakennus saa energiatehokkuusluokituksessa arvosanan F.

ENERGIATODISTUS

Rakennus
 Rakennustyyppi: Toimistorakennus
 Osoite: Vierimaantie 7
 Ylivieska

Valmistumisvuosi:
 Rakennustunnus:

Energiatodistus on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä ja perustuu laskennalliseen kulutukseen
 energiakatselmuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen
 erillisen tarkastuksen yhteydessä ja perustuu toteutuneeseen kulutukseen

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 90		
91 - 110		
111 - 130		
131 - 170		
171 - 230		
231 - 320		
321 -		

Paljon kuluttava

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/bm²/vuosi): 235
 Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: Toimistorakennukset

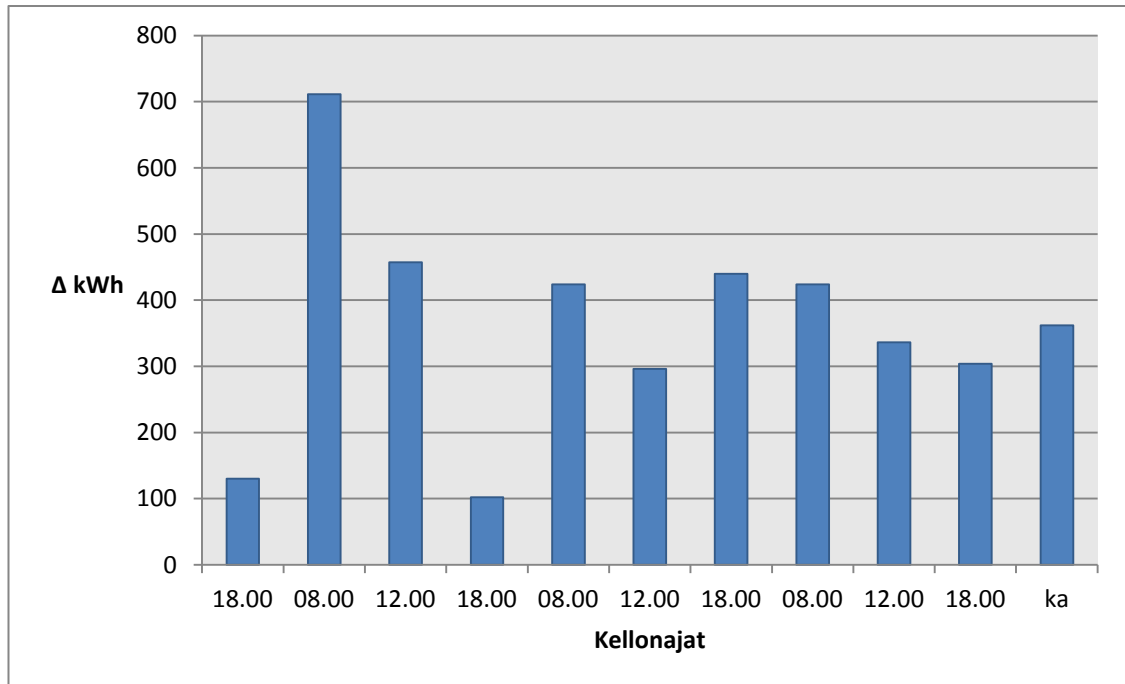
Todistuksen antaja: _____ Todistuksen tilaaja: _____

Allekirjoitus: _____

Todistuksen antamispäivä: _____ Viimeinen voimassaolopäivä: _____

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen liitteeseen 2 mukainen.

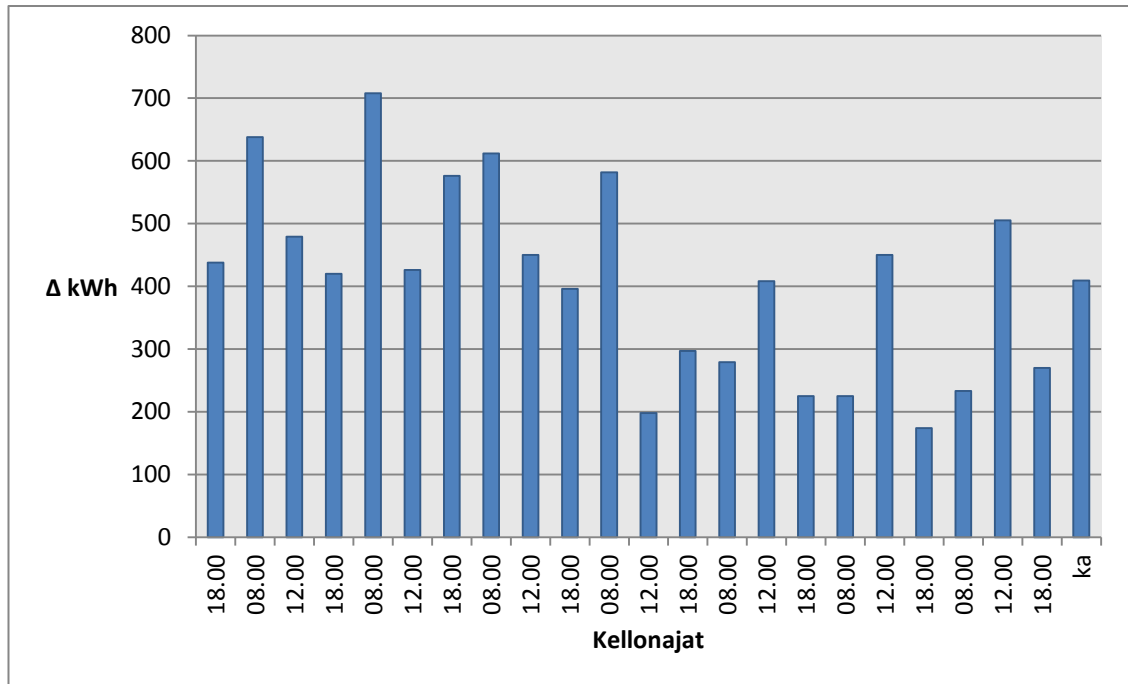
KUVIO 7. Vierimaantien kampuksen energiatodistus (Motiva 2010.)



KUVIO 8. A- ja B-rakennuksen energiankulutus 2.4 – 5.4.

B-rakennuksen keskuksella suurin energiankulutus sijoittuu aamusta iltapäivään, jolloin keittiössä valmistetaan ruokaa ja luokissa on opetusta. Vuorokautinen keskiarvo energiankulutukselle on noin 362,4 kWh.

Lukiessa kWh mittareita, varsinkin suurissa kiinteistöissä, täytyy virtamuuntajien muuntosuhde, eli kerroin ottaa huomioon. A- ja B- rakennuksien keskukselta lukiessa, muuntosuhde oli 5 / 400, eli kertoimeksi saadaan 80. Tällöin mittarin osoittama kilowattituntimäärä tulee kertoa 80:llä.



KUVIO 9. C-rakennuksen energiankulutus 2.4 – 9.4.

C- rakennuksen suurin energiankulutus sijoittuu klo 18.00 – 08.00 välille. Ilmastointi ja valaistus käynnistyy aamulla, jotka kuluttavat paljon energiaa. Varsinkin C- rakennuksen valaistus vie suuren osan tästä.

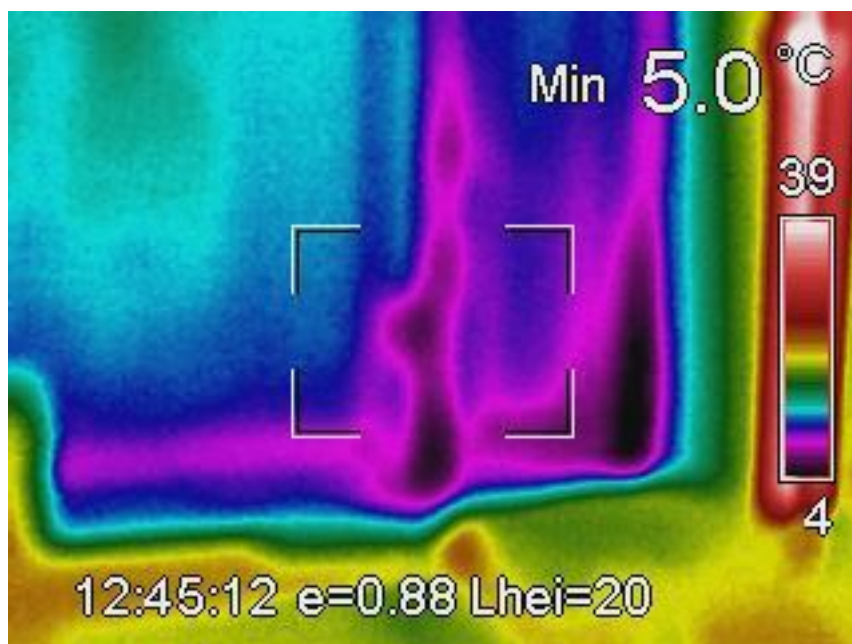
C- rakennuksen keskuksen kWh mittarin muuntosuhde on 5 / 300, eli kertoimeksi saadaan 60.

7 TAPOJA ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEEN

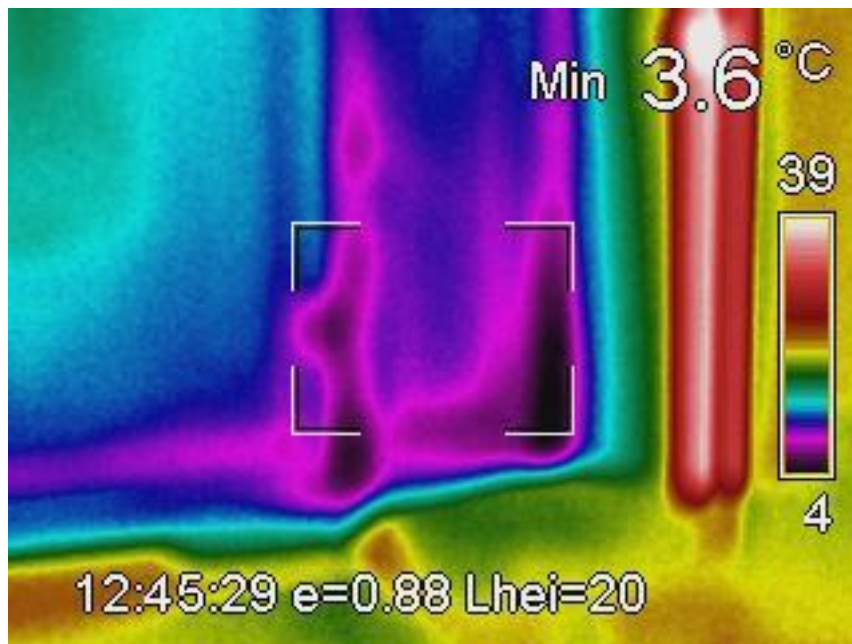
7.1 Ikkunat

Rakennuksen lämpöhäviöstä tulee suuri osa ikkunoista. Jopa 10-20% rakennuksen vaipan lämpöhäviöstä tulee ikkunoista. Tämän takia ikkunat ovat rakennuksen lämpöä eristävästä osista huonoin. (Motiva. 2009)

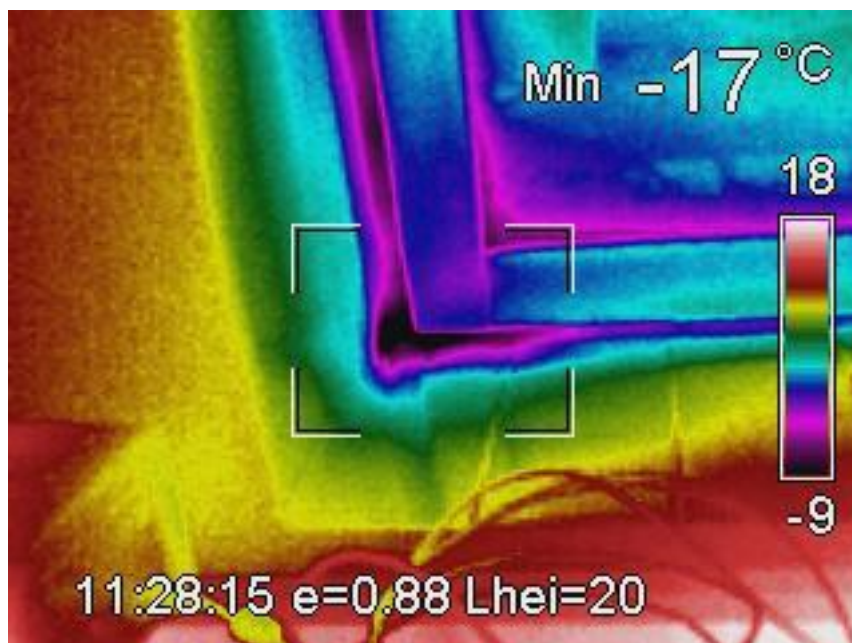
Seuraavassa lämpökameralla otettuja kuvia muutamista C-rakennuksen ikkunoista. Kuvatessa ulkolämpötila on ollut noin -20°C . Kuviossa 7 näkee hyvin lämmöneristävyyden heikkouden, koska kuvan kylmin lämpötila on -17°C . Kuvat ovat peräisin Yrjö Muilun ja Miika Oksasen tutkimuksesta.



KUVIO 10. Lämpökamerakuva



KUVIO 11. Lämpökamerakuva



KUVIO 12. Lämpökamerakuva

Ikkunat vuotavat osittain sen takia, että tiivisteet ovat huonot, osittain sen takia että ikkunoiden laatu ei ole kovin hyvä. Ikkunat ovat melkein koko koulussa alkuperäiset, joten tiivisteet ja rakenne ovat vuosien saatossa kärsineet.



KUVIO 13. Keittiön ikkuna ulkoapäin



KUVIO 14. Sähkövoimatekniikan laboratorion ikkuna



KUVIO 15. Sähkövoimatekniikan laboratorion ikkunan tiiviste

Tiivisteet ovat kärsineet vuosien saatossa, ja tämän takia ikkunat eivät enää ole energiatehokkuuden kannalta uudenveroisia.

Seuraavassa on laskettu ikkunoiden energian kulutusta. Oletetaan että kaikkien ikkunoiden u - arvo on $2,3 \text{ W} / \text{m}^2$, joka on tyypillinen 80-luvun ikkunoille. A-

rakennuksen ikkunat ovat peräisin 70- luvulta, B- rakennuksen 80- luvulta ja C- rakennuksen 90- luvulta. Kaukolämmönkulutus on rakennuksessa keskimäärin 1005,66 MWh.

$$E = A E_I$$

Kaava 4. Ikkunoiden energiakulutus

, missä E = Ikkunoiden energiakulutus (kWh)

A = Ikkunoiden pinta-ala (A)

E_I = Ikkunoiden E-arvo (kW/m²)

$$E_{IH} = E \epsilon_K$$

Kaava 5. Ikkunoiden energiahäviö

, missä E_{IH} = Ikkunoiden energiahäviö (kWh)

E = Ikkunoiden energiakulutus (kWh)

ϵ_K = Kaukolämmön hinta (€/MWh)

TAULUKKO 6. Vanhojen ikkunoiden energiakulutus ja -häviö

Ikkunoiden pinta-ala	750 m ²
Ikkunoiden E- arvo	230 kW / m ²
Ikkunoiden energiankulutus	172 500 kWh
Energiahäviö euroina	9487,5 €

Watti Eko ikkunoiden u-arvoksi annetaan Molentumin sivuilla 0,66 W / m², ja ikkunoiden tyypillinen E-arvo on 42 kW / m².

TAULUKKO 7. Uusien ikkunoiden energiankulutus ja –häviö

Ikkunoiden pinta-ala	750 m ²
Ikkunoiden E – arvo	42 kW / m ²
Ikkunoiden energiankulutus	31 500 kWh
Energiahäviö euroina	1 732,5 €

Molentumin sivuilla oleva esimerkkilaskussa saavutetut säästöt ovat suhteessa saman suuntaisia, kuin edellä olevat laskut. Tästä voidaan päätellä että pelkästään energiansäästöllä takaisinmaksuaika on noin 20 vuotta.

Kaukolämmön kulutusta uudet ikkunat tiputtavat noin 141 000 kWh ja rahallisesti vuotuinen säästö olisi 7755 €. Pelkästään ikkunoiden uusimisella päästään ET-luvussa seuraavalle tasolle. (Pulkkanen, J. 2010)

7.2 Valaistus

Koulussamme on tällä hetkellä käytössä vanhaa tekniikkaa olevia valaisimia. Suurin osa valaisimista on sähkömagneettisella kuristimella varustettuja 2*36 wattisia loisteputkivalaisimia. Oikeanlaisilla valaisinvalinnoilla voisi säästää 35-50 %, eli huomattavan määrän valaistukseen kuluvaa energiaa.

Sähkömagneettisen kuristimen haittoja:

- kuristimessa lämmöksi muuttuvat energiahäviöt
- loisteputken lyhyt elinikä

- tehokerroin
- välkyntä
- sytytin, joka on helposti vikaantuva

Elektronisella liitäntälaitteella saavutettavat edut:

- tehokerroin
- loistelamppujen elinikä melkein kaksinkertaistuu
- huoltokustannuksien säästö
- hiilidioksidipäästöjen pieneneminen
- helppo asentaa
- ei välkyntää

Vaihtamalla 36 W T8 loistevalaisimien tilalle elektronisella liitäntälaitteilla varustetut 28 W T5 loistevalaisimet, sähkössä säästetään noin 30 %. 58 W T8 loistevalaisimien tilalle vaihtamalla elektronisella liitäntälaitteilla varustetut 35 W T5 loistevalaisimet, säästetään noin 50 % sähkössä. (Poner Oy, 2012.)

B-rakennuksessa on yhteensä noin 250 kappaletta 36 W loistevalaisimia ja noin 100 kappaletta 58 W loistevalaisimia. Kuvitellaan että käytävän, sähkölaboratorion ja ruokalan valot ovat päällä 12 tuntia ja luokkien valot 8 tuntia. Joten 12 tuntia päällä olevia valaisimia on 200 kappaletta 36 W valaisimia ja 40 kappaletta 58 W valaisimia. 8 tuntia päällä olevia valoja on siis 50 kappaletta 36 W valaisimia ja 60 kappaletta 58 W valaisimia.

C-rakennuksessa on noin 220 kappaletta 36 W loistevalaisimia ja noin 400 kappaletta 58 W loistevalaisimia. C-rakennuksessa ei ole sellaisia valaisimia jotka ovat päällä 12 tuntia, joten oletetaan kaikkien valaisimien olevan päivässä päällä 8 tuntia.

$E = n P t$ Kaava 6. Valaisimien kulutus

, missä E = Vuotuinen valaisimien kulutus (kWh)

n = Valaisimien lukumäärä

P = Yhden valaisimen teho (W)

t = Aika (h)

TAULUKKO 8. 12 h päällä olevien 36 W valaisimien kulutus

Valaisimien lukumäärä	200 kpl
Yhden valaisimen teho	36 W
Aika	4380 h
Valaisimien vuotuinen kulutus	31 536 kWh

TAULUKKO 9. 12 h päällä olevien 58 W valaisimien kulutus

Valaisimien lukumäärä	40 kpl
Yhden valaisimen teho	58 W
Aika	4380 h
Valaisimien vuotuinen kulutus	10 162 kWh

TAULUKKO 10. 8 h päällä olevien 36 W valaisimien kulutus

Valaisimien lukumäärä	270 kpl
Yhden valaisimen teho	36 W
Aika	2920 h
Valaisimien vuotuinen kulutus	28 382 kWh

TAULUKKO 11. 8 h päällä olevien 58 W valaisimien kulutus

Valaisimien lukumäärä	460 kpl
Yhden valaisimen teho	58 W
Aika	2920 h
Valaisimien vuotuinen kulutus	77 907 kWh

Yhteenlaskettu valaisuun tarvittava vuotuinen energia on noin 148 000 kWh.

$$V_H = E \epsilon_S$$

Kaava 5. Valaisimien energiahäviö

, missä V_H = Valaisimien energiahäviö (kWh)

E = Valaisimien energiankulutus (kWh)

ϵ_S = Sähkön hinta (snt/kWh)

TAULUKKO 12. Vanhojen valaisimien vuotuinen kulutus

Energiankulutus	148 000 kWh
Sähkön hinta	10 snt / kWh
Energiahäviö euroina	14 800 €

Uusien energiatehokkaiden valaisimien on luvattu vähentävän 40 % kokonaiskulutuksesta.

$$E_{UV} = E \cdot 0,6$$

Kaava 7. Uusien valaisimien vuotuinen kulutus

, missä E_{UV} = Uusien valaisimien vuotuinen energiankulutus (kWh)

E = Vanhojen valaisimien vuotuinen energiankulutus (kWh)

TAULUKKO 13. Uusien valaisimien vuotuinen kulutus

Vuotuinen kulutus	88 800 kWh
Energiahäviö euroina	8880 €

Uusilla valaisimilla säästettäisiin siis 5920 €. Takaisinmaksu oli sivujen perusteella samansuuntaisilla rakennuksilla ollut alle vuodesta kahteen vuoteen. Sähköenergiaa uudet valaisimet säästäisivät 59 200 kWh.

TAULUKKO 14. ET-luvun ja ominaiskulutuksen laskenta huomioiden valaisimet

Suure	Arvo
Pinta-ala	7500 m ²
Tilavuus	33530 m ³
Sähkönkulutus	696604,5 kWh/a
Kaukolämmönkulutus	1005,66 MWh/a
ET-luku	227 (E)
Ominaiskulutus	20,8

8 YHTEENVETO

Standardit liittyvät enenevässä määrin rakentamiseen nykypäivänä. Työn tarkoituksena oli tarkastella näitä energiatehokkuuteen liittyviä standardeja, joista tärkeimpiä tuotiin tiivistetysti esille. Standardeja tehdään koko ajan lisää, joten tässä työssä tarkastellut standardit ovat tuoreimpia mitä on tarjolla.

Työssä kävimme läpi myös aurinkoenergian ja tuulivoiman hyväksikäyttöä oman energian tuottamisessa. Nykyään näillä energiamuodoilla ei ole vielä kovin hyvät hyötysuhteet ja takaisinmaksuaika kasvaa melko suureksi. Oman energian tuotannon sivussa saataisiin kuitenkin mielenkiintoista informaatiota siitä, kuinka aurinkoenergia tai tuulivoima käytännössä toimisivat Ylivieskassa.

Ylivieskan yksikön vuosikulutus on viimeiseltä 12 vuodelta keskimäärin 755,8 MWh ja kaukolämmön kulutus keskimäärin 1005,66 MWh. Sähkönkulutus vastaa vuodessa noin 40 omakotitalon kulutusta.

ET-lukua voidaan parantaa muun muassa ulkoseinien ja ikkunoiden kunnon ylläpitämisellä. Valitsemalla oikeanlaiset energiatehokkaat valaisimet, voidaan saavuttaa jopa 35 - 50 %:n säästö kulutuksessa, sekä valaisimien eliniän että valaistustehokkuuden kasvu. Valaisimia vaihtamalla säästetään sähkössä 59 200 kWh, joka tekee rahassa 5920 €. Ikkunoita vaihtamalla saadaan kaukolämmössä säästettyä 135 360 kWh, joka tuottaa 7444,8 € vuodessa. Takaisinmaksuajat ovat ikkunoilla alle 20 vuotta, ja valaisimilla puolestaan vuodesta kahteen vuoteen. Uusi ET-luku huomioiden valaisimien ja ikkunoiden vaihto:

TAULUKKO 15. ET-luku ja ominaiskulutus huomioiden uudet valaisimet ja ikkunat

Suure	Arvo	
Pinta-ala	7500 m ²	
Tilavuus	33530 m ³	
	Vanha	Uusi
Sähkönkulutus	755804,5 kWh	696604,5 kWh
Kaukolämmönkulutus	1 005 660 kWh	864 660 kWh
ET-luku	235 (F)	208 (E)
Ominaiskulutus	22,5	20,8

ET-luku ja ominaisuuskulutus ovat suuria verrattuna Motivan vastaaviin rakennuksiin tehtyihin energiakatselmuksiin. Energiatehokkuutta vanhoilla rakennuksilla ei saa kovin helposti nostettua. Vanhat järjestelmät ja tuotteet vaihtamalla saa kuitenkin jonkin verran hyötyä. Nämä uusimalla rahallinen hyöty ei näy heti, mutta energiahäviöt saadaan pienemmiksi. Suuremman saneerauksen yhteydessä kannattaa tarkastella olisiko järkevää panostaa energiatehokkaisiin korjaustoimenpiteisiin.

LÄHTEET

Alternative Solutions Finland Oy. WWW-dokumentti.

Saatavissa: <http://www.aurinkovoima.fi/fi/sivut/aurinkoenergia>

Luettu: 5.4.2012

Cop. WWW-sivu.

Saatavissa: <http://ylivieska.cop.fi/timotaari/Copkuvia/Tekniikka.jpg>

Luettu: 20.4.2012

Energiateollisuus. WWW-dokumentti.

Saatavissa: <http://www.energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>

Luettu: 27.3.2012

Keskisen Uudenmaan Kehittämisyhdistys KEHU ry. 2010. PDF-dokumentti.

Saatavissa:

http://www.kehu.fi/fi/sisalto/tekstit/tuote_palvelu/tuulimittausraportti_tuusula.pdf

Luettu: 5.4.2012

Keskisen Uudenmaan Kehittämisyhdistys KEHU ry. 2010. PDF-dokumentti.

Saatavissa:

http://www.kehu.fi/fi/sisalto/tekstit/tuote_palvelu/tuuliosuuskunnat.pdf

Luettu: 5.4.2012

Korpela, J. 2007. Datatekniikka ja viestintä. WWW-dokumentti.

Saatavissa: <http://www.cs.tut.fi/~jkorpela/stand.html>

Muutettu: 2011

Luettu: 27.3.2012

Pulkkanen, J. 2010. Lammin Ikkunat ja Ovet. PDF-dokumentti.

Saatavissa: <http://innova.molentum.fi/sites/innova.molentum.fi/files/Innova.pdf>

Luettu: 5.4.2012

Motiva. 2010. PDF-dokumentti.

Saatavissa: <http://www.motiva.fi/files/745/kat-kiinteiston-ekatselmus.pdf>

Luettu: 26.4.2012

Motiva. 2012. WWW-dokumentti.

Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia

Luettu: 27.3.2012

Motiva. 2012. WWW-dokumentti.

Saatavissa:

http://www.motiva.fi/ajankohtaista/motivan_tiedotteet/2004/ikkunoille_oma_ener_gialuokitus.html

Luettu: 27.3.2012

Poner Oy. 2012. WWW-dokumentti.

Saatavissa: <http://www.poner.fi/tuotteet/slimline>

Luettu: 5.4.2012

Railio, J. 2009. Eurooppalaiset (CEN) standardit rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) toimeenpanon edistämiseksi –tausta, tilanne ja tulevaisuus. PDF-dokumentti

Saatavissa: http://www.iee-cense.eu/upload/sites/iee-cense/wp6/6.1/cense_wp6.1_n03_fi_background_cen_standards_epbd_2009.1_2.30_public.pdf

Luettu: 27.3.2012

RIL-249-2009 Matalaenergiarakentaminen. 2010. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. 3. Painos. Saarijärvi: Offset Oy.

Luettu: 27.3.2012

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2011. WWW-dokumentti.

Saatavissa: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tuulivoima>

Luettu: 5.4.2012

Suomen Tuulivoimayhdistys ry. 2011. WWW-dokumentti.

Saatavissa: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tuulivoimalaitokset>

Luettu: 5.4.2012

Vattenfall. 2012. Kaukolämmön hinta. WWW-dokumentti.

Saatavissa: <http://www.vattenfall.fi/fi/hinnoittelu.htm>

Luettu: 27.3.2012

LIITTEET

LIITE 1. Energiatehokkuudessa käytettyjä yleisiä suureita.

LIITE 2. Uusiutuvat energialähteet primäärienergiana vuonna 2005 ja vuoden 2020 arvio.

LIITE 3. A- ja B-rakennusten keskuksen kulutusraportti

LIITE 4. C- rakennuksen keskuksen kulutusraportti

LIITE 1. Energiatehokkuudessa käytettyjä yleisiä suureita

Tunnus	Suure	Yksikkö
A	pinta-ala	m^2
C	lämpökapasiteetti	J/K
c	ominaislämpökapasiteetti	J/(kg·K)
E	energia	J
EP	energiatehokkuusluku	J/m ²
I	auringonsäteily	W/m ²
m	massa	kg
P	teho	W
Q	lämpömäärä	J
q	ilman tilavuusvirta	m ³ /s
q	lämpövirran tiheys	W/m ²
t	aika, ajanjakso	s
W	laitesähköenergia	J
	Celsius- lämpötila	°C
Φ	lämpövirta, lämpöteho	W

LIITE 2. Uusiutuvat energialähteet primäärienergiana vuonna 2005 ja vuoden 2020 arvio

Uusiutuvat energialähteet primäärienergiana	2005	2020	Muutos 2005>2020
Jäteliemet	37 TWh	38 TWh	1,1 TWh
Teollisuuden tähdepuu	20 TWh	19 TWh	-1,8 TWh
Vesivoima (normalisoitu)	13,6 TWh	14 TWh	0,6 TWh
Tuulivoima	0 TWh	6 TWh	5,8 TWh
Metsähake	6 TWh	25 TWh	18,9 TWh
Puun pienkäyttö	13 TWh	12 TWh	-0,5 TWh
Lämpöpumput	2 TWh	8 TWh	6,1 TWh
Liikenteen biopolttoaine	0 TWh	7 TWh	6,5 TWh
Biokaasu	0 TWh	1 TWh	0,7 TWh
Pelletit	0 TWh	2 TWh	1,6 TWh
Kierrätyspolttoaineet, RES-osuus	2 TWh	2 TWh	0,0 TWh
Muu uusiutuva, mm arinkosähkö	0,4 TWh	0,4 TWh	00 TWh
Yhteensä	94 TWh	134 TWh	39,2 TWh
Uusiutuvien osuus loppukulutuksesta, toteutunut/arvio	28,5%	38%	9,5%

LIITE 3. A- ja B-rakennusten keskuksen kulutusraportti

pvm./klo	08.00	12.00	18.00
2.4.2012		3536544	3536674 $\Delta = 130 \text{ kWh}$
3.4.2012	3537385 $\Delta = 711 \text{ kWh}$	3537842 $\Delta = 457 \text{ kWh}$	3537944 $\Delta = 102 \text{ kWh}$
4.4.2012	3538368 $\Delta = 424 \text{ kWh}$	3538664 $\Delta = 296 \text{ kWh}$	3539104 $\Delta = 440 \text{ kWh}$
5.4.2012	3539528 $\Delta = 424 \text{ kWh}$	3539864 $\Delta = 336 \text{ kWh}$	3540168 $\Delta = 304 \text{ kWh}$

LIITE 4. C- rakennuksen keskuksen kulutusraportti

pvm./klo	08.00	12.00	18.00
2.4.2012		4578845	4579283 $\Delta = 438$ kWh
3.4.2012	4579921 $\Delta = 638$ kWh	4580400 $\Delta = 479$ kWh	4580820 $\Delta = 420$ kWh
4.4.2012	4581528 $\Delta = 708$ kWh	4581954 $\Delta = 426$ kWh	4582530 $\Delta = 576$ kWh
5.4.2012	4583142 $\Delta = 612$ kWh	4583592 $\Delta = 450$ kWh	4583988 $\Delta = 396$ kWh
6.4.2012	4584570 $\Delta = 582$ kWh	4584768 $\Delta = 198$ kWh	4585065 $\Delta = 297$ kWh
7.4.2012	4585344 $\Delta = 279$ kWh	4585752 $\Delta = 408$ kWh	4585977 $\Delta = 225$ kWh
8.4.2012	4586202 $\Delta = 225$ kWh	4586652 $\Delta = 450$ kWh	4586826 $\Delta = 174$ kWh
9.4.2012	4587059 $\Delta = 233$ kWh	4587564 $\Delta = 505$ kWh	4587834 $\Delta = 270$ kWh