Viitaten: D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma / Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon-tarpeen laskenta / 6/13 Ympäristöministeriön ohjeet rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskennasta

Huomautukset ja korjausehdotukset kohtaan ”6.5 Käyttöveden lämmitys aurinkokeräimellä”

Päiväys: 15.5.2014

Tekijät:

TkT Petri Konttinen, aurinkolämpöasiantuntija 18 vuoden kansainvälisellä kokemuksella (Teknillinen korkeakoulu, Luvata Pori Oy, Aurubis Finland Oy, Jodat Ympäristöenergia Oy)

Timo Jodat, aurinkolämpöasiantuntija 25 vuoden kokemuksella, Jodat Ympäristöenergia Oy

Tekijöiden yhteystiedot:

Jodat Ympäristöenergia Oy
Uittosalmentie 210
35990 Kolho

puh. 040-829 8550 (Petri Konttinen)
puh. 040-77 321 39 (Timo Jodat)

petri.konttinen@y-energia.com
timo.jodat@y-energia.com
www.y-energia.com

Kohta 1:

D5: ”Taulukon 6.8 arvoja käytettäessä aurinkoenergian osuus lämpimän käyttöveden lämmitysenergiasta saa laskelmassa kuitenkin olla korkeintaan 40 %. Tarkemmalla menetelmällä laskettaessa aurinkolämmön osuus voi olla suurempi.”

Korjausehdotus 1: Tähän kohtaan pitäisi laittaa ”…korkeintaan 50 %”.

Perustelut 1: Tyypillinen aurinkolämmön mitoitus omakotitalon lämpimälle käyttövedelle on suuruusluokkaa 50%. Tällöin kesäkuukausina saadaan hyödynnettyä aurinkoenergia lähes 90-100 %:sti. 50% mitoituksen tavoite on sammuttaa päälämmitysjärjestelmä kokonaan kesällä. Samalla vältetään päälämmitysjärjestelmän lämpöhäviöt ja huono hyötysuhde osakäytössä. 50% mitoitus on hyvin yleisesti käytössä myös Suomessa.

Kohta 2:

D5: *”Taulukko 6.8 Keräinten tuottama aurinkolämpö keräinten pinta-alaa kohti.*

Vyöhyke/paikkakunta	$q_{aurinkokeräin}$ kWh/(m2 a)
I-II/ Helsinki	156
III/ Jyväskylä	139
IV/Sodankylä	125

Taulukon lukuarvot pätevät keräimille, joiden kallistuskulma on 30–70 astetta vaakatasosta. Muille kallistuskulmille taulukkoarvo kerrotaan lukuarvolla 0,8.”

Taulukon 6.8. arvojen suuruus ja niiden perustelut ovat hämärän peitossa. Me kysyimme asiasta useita kertoja ympäristöministeriöstä, samoin Ruukki kysyi asiasta. Emme saaneet vastausta emmekä perusteluja, miten näihin lukuihin on päädytty.

Korjausehdotus 2:

Vyöhyke/paikkakunta	$q_{aurinkokeräin}$ kWh/(m2 a)
I-II/ Helsinki	391
III/ Jyväskylä	354
IV/Sodankylä	312

Hyvin suunnitellun ja toteutetun lämpimän käyttöveden aurinkolämpöjärjestelmän keräinten tuottama aurinkolämpö keräinten pinta-alaa kohti. Kulutuksena on käytetty D5:n kohdan 3.7.2 mukainen 50 dm3/henkilö. Arvot ovat noin 2,5 –kertaisia taulukon 6.8 nykyisiin arvoihin verrattuna.

Perustelut 2, mitatut kohteet:

Eri tutkimusraporteista ja mittauksista kerättyjen tietojen perusteella nykyaikaiset tasokeräimet ja tyhjöputkikeräimet tuottavat Suomen oloissa huomattavasti D5 Taulukossa 6 esitettyjä suurempia energiamääriä:

Vyöhyke/paikkakunta	Keräinpinta-ala brutto-m2	$q_{aurinkokeräin}$ kWh/(brutto m2 a)	Seuranta-aika	Mittaus-tarkkuus	Lähde	Kommentit
I-II/ Sipoo	5	303	13.6.2007 - 30.4.2009	Ei tiedossa	1	a, d
III/ Maalahti	7,5	308 tai 385	1.4.2008 - 1.4.2009	Ei tiedossa	1	b, d
I-II/ Kaarina	12,5	339	19.2.2008 - 1.3.2009	Ei tiedossa	1	c, d
I-II/ Espoo	12,4	379	14.2.2008 - 28.2.2009	Ei ilmoitettu, arvio ±10%	2	e
III/ Pori	5,2	236	1.3.2013 – 28.2.2014	-19%...+29%	3	f, liite 1

Taulukko: Mitattuja lämpimän käyttöveden tasokeräin-aurinkolämpöjärjestelmien tuottoja Suomessa 2007-2013.

Lähteet:

1. Tutkimus- ja kehittämisprojekti, Loppuraportti Aurinko-öljylämmitys, Senewa Oy, 2009

2. MeraSol raportti, Rakennusliike Reponen, 2013
3. Järjestelmän dataloggaus ja seuranta, TkT Petri Konttinen, 2013-2014

Kommentit:

a) Käyttövesijärjestelmä, 4 asukasta (2 aikuista ja 2 lasta), LKV-kulutus keskiverto (30,4 dm3/henk/vrk), 31% kokonaisvedenkulutuksesta. Keräinpinta-alan suhde varaajan kokoon on hyvä. Ainoa pelkästään käyttövesijärjestelmä tässä raportissa, muut ovat hybridijärjestelmiä.
b) Hybridijärjestelmä (LKV ja lämmitys), 3 asukasta (2 aikuista ja 1 lapsi), LKV-kulutus keskiverto (36,1 dm3/henk/vrk), 40% kokonaisvedenkulutuksesta. Keräimien valmistaja on tiedossa, mutta tarkka malli ja pinta-ala ei ole tiedossa. Järjestelmän muiden parametrien ja tuoton tarkastelun perusteella voidaan olettaa, että kyseessä on 2,5 m2 keräimet. Tällä oletuksella varaaja on pienehkö keräinpinta-alaan nähden. Ainoa järkevä vaihtoehto on 2,0 m2 keräimet, jolloin keräintuotto kasvaisi arvoon 385 kWh/m2a.
c) Hybridijärjestelmä (LKV ja lämmitys), 4 asukasta (2 aikuista ja 2 lasta), LKV-kulutus keskiverto (39,4 dm3/henk/vrk), 31% kokonaisvedenkulutuksesta. Suuri keräinpinta-ala, mutta pitkä etäisyys lämmitysjärjestelmästä taloon kompensoi sitä lämpöhäviöiden kautta. Erikoisuutena keräinten asennuskulma noin 20 astetta, eli hyvin loiva.
d) Kohdissa a-c mainittujen tutkimustalojen lisäksi loppuraportin tutkimustalojen 1, 2 ja 6 tulokset eivät ole meidän mielestämme vertailukelpoisia. Perustelut talo 1: LKV-kulutus erittäin paljon keskivertoa pienempi (7,5 dm3/henk/vrk). Ilmakuvan perusteella hyvin varjoinen paikka. Perustelut talo 2: Vain 1 asukas, aivan liian suuri keräinpinta-ala (10 m2). Perustelut talo 6: 2 asukasta, liian suuri keräinpinta-ala (7,5 m2). Varaajasta puuttuu tieto. Lisäksi kaikkien mittaustalojen 1-6 tuloksista puuttuu mittaustarkkuus.
e) Käyttövesijärjestelmä, kerrostalo. Raportin yksityiskohdista ja tutkimuksen teknisistä toteuttamisesta on keskusteltu Kaukoran Rami Aaltosen ja Timo Jodatin välillä. Järjestelmä on muuten hyvin dokumentoitu, mutta anturien mittaustarkkuus puuttuu raportista. Puhelimitse saadut tiedot viittaavat alle ±10% tarkkuuteen. Tutkimusvuosi tässä taulukossa on 2012.
f) Käyttövesijärjestelmä, Petri Konttisen omassa omakotitalossa. Järjestelmä on mitoitettu 4 hengen LKV-kulutukselle. Vuoden 2013 LKV-kulutus oli arviolta 30% mitatusta kokonaisvedenkulutuksesta = 24 dm3/vrk,hlö, eli merkittävästi keskivertoa pienempi. Tämä pienentää myös keräintuottoa merkittävästi verrattuna tilanteeseen, jossa LKV-kulutus olisi esim. D5:n kohdan 3.7.2 mukainen 50 dm3/henkilö. Keräimet ovat 41 asteen kulmassa, suuntaus etelästä katsottuna 26 astetta lounaaseen, mikä pienentää myös osaltaan tuottoa. Tulosten virhearvio on laskettu energiamittaukseen käytettyjen lämpötila- ja virtausanturien mittaustarkkuuden perusteella (Liite 1). Anturien mittaustarkkuudet on varmistettu suoraan valmistajalta anturien kehittämisestä vastaavalta henkilöltä (Grundfos, Lasse Pedersen, Technical Key Account Manager, sähköposti 13.5.2014). Liite 1:ssä on selitetty mittaustarkkuuden laskenta ja sen perustelut.

Perustelut 2, mitattujen kohteiden perusteella simuloidut kohteet:

Edellisen taulukon mittaustulosten perusteella simuloimme GetSolar 11.1.1 -ohjelmistolla aurinkolämpöjärjestelmien tuottoja Suomessa eri paikkakunnilla. Simuloinnin lähtötietoina on käytetty edellisen taulukon mitattujen järjestelmän keräimiä, niiden mitattuja tuottoja ja lämpimän käyttöveden kulutuksia. Simuloinneissa päästiin lähde 2:n kohteessa -6%...+7% tarkkuuteen. Sen jälkeen simulointikohde mukautettiin vastaamaan omakotitaloa. Näissä simuloinneissa on muuttujina paikkakuntaa ja lämpimän

käyttöveden kulutusta: D5 kohta 3.7.2, henkilöperusteinen arvo 50 dm3/henkilö; lähde 1, tutkimustalojen mitattu keskiarvo 35 dm3/henkilö (lähde 1, s. 23) sekä lähde 3, arvioitu kulutus 24 dm3/henkilö (=30% mitatusta kokonaisvedenkulutuksesta). Kaikki taulukon tuotot on simuloitu 4 hengen asukasmäärällä ja 300 litran käyttövesivaraajalla.

Vyöhyke/paikkakunta	Keräinpinta-ala brutto-m2	Simuloitu $q_{aurinkokeräin}$ kWh/(brutto m2 a)	Simuloitu kate-aste, %	LKV-kulutus dm3/henk,vrk	Lähteet	Kommentit
I-II/ Vantaa	6,2	334	58	35	1-2	a
III/ Jyväskylä	6,2	305	54	35	1-2	b
IV/Sodankylä	6,2	270	48	35	1-2	c
I-II/ Vantaa	6,2	**391**	51	50	1-2	a
III/ Jyväskylä	6,2	**354**	47	50	1-2	b
IV/Sodankylä	6,2	**312**	41	50	1-2	c
III/ Pori	5,2	285	61	24	3	d
III / Pori	5,2	389	46	50	3	e
I-II/ Vantaa	5,2	320	67	24	3	f
III/ Jyväskylä	5,2	297	64	24	3	g
IV/Sodankylä	5,2	262	57	24	3	h

Taulukko: Edellisen taulukon mittaustulosten perusteella simuloituja tasokeräin-aurinkolämpöjärjestelmien tuottoja ja kate-asteita eri paikkakunnilla 4 hengen asukasmäärällä. Suosittelemme lihavoitujen arvojen käyttöä D5 taulukossa 6.8 (kts. korjausehdotus 2).

Lähteet:

1. Tutkimus- ja kehittämisprojekti, Loppuraportti Aurinko-öljylämmitys, Senewa Oy, 2009
2. MeraSol raportti, Rakennusliike Reponen, 2013
3. Järjestelmän dataloggaus ja seuranta, TkT Petri Konttinen, 2013-2014

Kommentit:

a) Auringonsäteily: Vantaa TRY 2012 testivuosi, Ilmatieteen laitos. http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma, D3 Säätiedot Vantaa. Sama keräin kuin lähde 2:ssa. LKV-kulutuksena on käytetty lähde 1:n tutkimustalojen mitattua keskiarvoa 35 dm3/henkilö ja D5 kohta 3.7.2 50 dm3/henkilö.
b) Auringonsäteily: Jyväskylä TRY 2012 testivuosi. Sama keräin kuin lähde 2:ssa. LKV-kulutus lähde 1, tutkimustalojen mitattu keskiarvo 35 dm3/henkilö ja D5 kohta 3.7.2 50 dm3/henkilö.
c) Auringonsäteily: Sodankylä TRY 2012 testivuosi. Sama keräin kuin lähde 2:ssa. LKV-kulutus lähde 1, tutkimustalojen mitattu keskiarvo 35 dm3/henkilö ja D5 kohta 3.7.2 50 dm3/henkilö.
d) Auringonsäteily: Pori, generoitu GetSolar-ohjelmistolla kolmen vuoden ajalle. Keräimenä on käytetty lähde 3:n keräimen uudempaa versiota. LKV-kulutus arvio 30% mitatusta käyttöveden kulutuksesta. Arvioidun LKV-kulutuksen mukaan simuloitu tuotto on mittaustulosten tarkkuuden virhemarginaalin sisällä.
e) Muuten sama kuin edellinen, LKV-kulutus D5 kohta 3.7.2 50 dm3/henkilö
f) Auringonsäteily: Vantaa TRY 2012 testivuosi. Keräimenä on käytetty lähde 3:n keräimen uudempaa mallia. LKV-kulutus arvio 30% mitatusta käyttöveden kulutuksesta.

g) Auringonsäteily: Jyväskylä TRY 2012 testivuosi. Keräimenä on käytetty lähde 3:n keräimen uudempaa mallia. LKV-kulutus arvio 30% mitatusta käyttöveden kulutuksesta.
h) Auringonsäteily: Sodankylä TRY 2012 testivuosi. Keräimenä on käytetty lähde 3:n keräimen uudempaa mallia. LKV-kulutus arvio 30% mitatusta käyttöveden kulutuksesta.

Kohta 3:

”D5: Taulukko 6.9. Keräinten suuntauksen huomioon ottavan kertoimen k lukuarvot.

Suuntaus	k
etelä/kaakko/lounas	1,0
itä/länsi	0,8
pohjoinen/koillinen/luode	0,6

”

Korjausehdotus 3: *Taulukko 6.9. Keräinten suuntauksen huomioon ottavan kertoimen k lukuarvot.*

Suuntaus	k
etelä	1,0
kaakko/lounas	0,9
itä/länsi	0,7

Koillinen – pohjoinen – luode suuntiin keräimiä ei pitäisi Suomessa suunnata lainkaan.

Perustelut 3: Suomessa keräimet tuottavat parhaiten suunnattuna etelään. Perustuen korjausehdotus 2:ssa mainittuihin todellisten kohteiden seurantaan ja kymmenien kohteiden simulaatioihin, kertoimen k lukuarvon kaakkoon ja lounaaseen pitäisi olla pienempi, luokkaa 0,9. Kerroin k itään ja länteen pitäisi vastaavasti olla luokkaa 0,6-0,7. Koillinen ja luode tuottavat kokemusten ja simulaatioiden perusteella Suomessa merkittävästi vähemmän aurinkolämpöä, ja pohjoiseen aurinkokeräimiä ei Suomen olosuhteissa pitäisi suunnata lainkaan.

Kohta 4:

Korjausehdotus 4:

Keräinten suuntauksen ja kallistuskulman korjauskerroin olisi parempi esittää yhteisessä taulukossa. Taulukkoja pitäisi olla kolme: Vantaa, Jyväskylä ja Sodankylä. Allaolevaan taulukkoon on laskettu esimerkinomaisesti Oulun korjauskertoimet.

	itä			kaakko			etelä			lounas			länsi
Kallistus-kulma:	-90˚	-75˚	-60˚	-45˚	-30˚	-15˚	0˚	15˚	30˚	45˚	60˚	75˚	90˚
0˚	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
15˚	0,71	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,84	0,84	0,83	0,81	0,79	0,77	0,74
30˚	0,71	0,76	0,81	0,86	0,89	0,91	0,92	0,92	0,91	0,88	0,85	0,81	0,75
45˚	0,71	0,78	0,84	0,89	0,94	0,97	0,98	0,98	0,96	0,93	0,88	0,82	0,76
60˚	0,68	0,76	0,84	0,90	0,95	0,98	1,00	1,00	0,98	0,94	0,88	0,82	0,75

75°	0,64	0,72	0,79	0,86	0,90	0,95	0,97	0,97	0,95	0,91	0,85	0,79	0,72
90°	0,56	0,63	0,69	0,76	0,80	0,83	0,87	0,87	0,86	0,82	0,77	0,72	0,65

Taulukko: Keräimen suuntauksen ja kallistuskulman korjauskerroin, laskettuna esimerkinomaisesti Oulun sijainnilla. Ilmansuunnat itä-etelä-länsi.

Perustelut 4: D5 Taulukko 6.8 tekstikohdan "… Muille kallistuskulmille (kuin 30-70 astetta) taulukkoarvo kerrotaan lukuarvolla 0,8." ja taulukko 6.9. Keräinten suuntauksen huomioon ottavan kertoimen k yhteisvaikutus: Vaakatasossa olevalle keräimelle korjauskertoimen pitäisi olla sama riippumatta suuntauksesta ilmansuuntien mukaan, koska ilmansuunnalla ei ole tällöin merkitystä. 20 astetta on niin vaakatasossa, että keräimiä joudutaan jo puhdistamaan liasta ja pölystä. Alle 20 astetta ei pitäisi käyttää Suomessa. Korjausehdotus 4:ssa ehdotettu valmis taulukko olisi parempi loppukäyttäjän kannalta koska se on tarkempi ja pienentää virhemahdollisuutta.

Kohta 5:

D5: "P_{pumppu} = 50 [W] + 5 [W/m^2] $A_{aurinkokeräin}$ (6.12)"

Korjausehdotus 5:

P_{pumppu} = 3 [W/m^2] $A_{aurinkokeräin}$ (6.12 korjausehdotus)

Perustelut 5: Omakotitalon tyypillisen aurinkolämpöjärjestelmän pumpun teho on korkeintaan 40W, aina 15 m2 järjestelmään saakka (kts. taulukko alla).

EcoDesign-direktiivin vaihe 2 on tulossa voimaan 1.8.2015, jolloin määritellään aurinkolämpöjärjestelmien pumpuille Energy Efficiency Index EEI < 0.23. Esimerkiksi Resolilla laajasti Euroopassa ja myös Suomessa jo nyt myynnissä oleva vaiheen 2 määräyksen täyttävä pumppu Wilo-Stratos PARA 15/1-7 kuluttaa normaaleissa LVK-aurinkolämpöjärjestelmissä 7-40 W. Wilolla on Euroopassa arviolta noin 35% markkinaosuus aurinkolämpöpumpuista, muiden valmistajien pumpuissa on samansuuruinen teho perustuen EcoDesign-direktiivin määräyksiin. Seuraavassa taulukossa on laskettu Wilo-Stratos PARA 15/1-7 pumpun teho eri keräinpinta-aloille. Muuttujana on käytetty järjestelmän painehäviötä. Virtaama on pidetty vakiona, 35 dm3/m2,h.

Keräin (m2)	Virtaama (dm3/h)	Painehäviö (mbar) 50%/50% vesi-glykoliseos	Teho (W)
5	175	150 (normaali)	7
5	175	200 (huonoin tapaus)	10
10	350	500 (normaali)	25
10	350	700 (huonoin tapaus)	35
15	525	500 (normaali)	30
15	525	700 (huonoin tapaus)	40

Taulukko: EcoDesign direktiivin vaiheen 2 mukaisen, Euroopassa yleisesti aurinkolämpöjärjestelmissä käytössä olevan pumpun Wilo-Stratos PARA 15/1-7 tehonkulutus.

Lähtötiedot: Wilo, Catalogue Building Services March 2013, OEM High Efficiency Circulation Pumps, sivut 104-105. http://wilointec.com/cps/p/intec-en/downloads/Catalogue_HE.pdf. Järjestelmän painehäviöt vesi-glykoliseoksella on laskettu GetSolar-simulointiohjelmalla.

Tyypillinen omakotitaloluokassa käytetty järjestelmä aina 15 m2 saakka toteutetaan tavallisesti yhdellä pumpulla ja varaajan omalla kierukalla. Sitä suuremmat järjestelmät toteutetaan yleensä kahdella pumpulla ja ulkopuolisella levylämmönvaihtimella. Esimerkki suuresta järjestelmästä: Porin uimahallin katon 200m^2 tasokeräinjärjestelmän keräinpiirin pumpun teho on maksimissaan 310W (taajuusmuuttajaohjattu pumppu 12-310W Wilo Stratos 30/1-12), lisäksi uintiallaskierrosta lämmönvaihtimelle tulevan pumpun teho aurinkolämpöpiirille on noin 70% tästä tehosta, eli yhteensä 310W+220W = 530W. Kaavalla (6.12) laskettuna pumpun tehoksi tulisi 1050W. Taulukossa määritellyt 7-40W tehot huomioiden 5-15 m2 keräinpinta-alalle ja 200 m2 järjestelmän pumpun todellisen tehon huomioonottaen saadaan korjausehdotuksen 5 kaava.

Kohta 6:

D5: ”Oletusarvoisesti voidaan pumpun käyttöaikana käyttää arvoa 2000 h/a, jos tarkempaa tietoa ei ole käytettävissä.”

Korjausehdotus 6: ”Oletusarvoisesti voidaan pumpun käyttöaikana käyttää arvoa maksimissaan 1500 h/a, jos tarkempaa tietoa ei ole käytettävissä.”

Perustelut 6: Normaalin omakotitalon aurinkolämpöjärjestelmän pumpun käyttöaika on simulaatioiden ja todellisten kohteiden seurantaan perustuen tyypillisesti 1000 tuntia, maksimissaan 1500 tuntia. Tämä perustuu aurinkotuntien määrään ts. järjestelmän mahdolliseen toiminta-aikaan Suomen ilmastossa ja Wagner & Co saatuun tietoon Saksasta. Esimerkiksi aikaisemmin mainitun Petri Konttisen järjestelmän pumpun käyttöaika seurantajaksolla 22.2.2014-21.2.2014 oli 1079 tuntia. Kaukoran aurinkoa itä-länsisuunnassa seuraavan järjestelmän (lähde 2) mitattu pumpun käyttöaika vuosina 2006 – 2011 oli maksimissaan 1568 tuntia. Kiinteästi asennetun järjestelmän pumpun käyntiaika tulee olemaan huomattavasti lyhyempi, kokemustemme perusteella 1000-1200 tuntia.

Yleistä:

Korjausehdotus 7:

D5 tekstissä ei määritellä onko keräimen pinta-ala brutto (sisältäen kehykset) vai netto (aktiivinen absorbaattoriala eli apertuuriala). Molemmat pinta-alat pitäisi ilmoittaa. Erityisen tärkeää pinta-alan määrittely on tyhjöputkikeräimille, jotta niitä voidaan verrata luotettavasti keskenään. Solar Keymark laatusertifikaatti määrittelee keräinparametrit apertuurialalle ja ilmoittaa myös kokonaispinta-alan.

Korjausehdotus 8:

D5 tekstissä ei määritellä keräinten minimilaatua ottaen huomioon mm. julkisista varoista maksettavia energia-avustuksia ja muita tukia. Ehdotamme, että julkisen tuen piiriin kuuluville keräimille määritettäisiin jokin laatusertifikaattivaatimus. Tämän tarkoitus on edistää ja ylläpitää kansalaisten tietoisuutta keräimien laadusta ja estää huonolaatuisten keräinten negatiivinen vaikutus markkinoilla. Mm. Saksassa ja useimmissa muissa EU-maissa käytössä oleva Solar Keymark on kansainvälisesti pitkään käytetty ja hyväksi todettu puolueeton aurinkolämpökeräinten laatusertifikaatti ja ehdotamme sen käyttöönottoa myös Suomessa julkisen tuen piiriin kuuluville kohteille. Lisätietoa:
http://www.estif.org/solarkeymarknew/index.php

Yleisiä kommentteja:

D5 esitettyjen laskelmien ja lukujen sekä niiden perustelujen pitäisi olla avointa ja läpinäkyvää. Muidenkin pitäisi pystyä todentamaan siinä esitetyt tulokset. Nykyisessä versiossa tärkein asia, eli taulukon 6.8 keräintuotto per m2,vuosi on täysin piilossa. Taulukossa 6.8 pitäisi olla lukuarvojen lisäksi myös perusteet, kuinka lukuihin on päädytty.