



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

PASSIIVITALOVAATIMUSTEN SAAVUTTAMINEN PIENTALOLLE

Case Käpy

Hanna Suominen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2016
Rakennustekniikka
Talonrakennustekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Talonrakennustekniikka

SUOMINEN HANNA:

Passiivitalovaatimusten saavuttaminen pientalolle
Case Käpy

Opinnäytetyö 71 sivua, joista liitteitä 35 sivua
Huhtikuu 2016

Rakentamisen energiamääräysten tiukentuminen tulevaisuudessa on luonut tarpeen passiivi- ja matalaenergiatalojen kehittämiseen. Myös kuluttajat ovat entistä kiinnostuneempia energiatehokkaasta asumisesta. Teijo-Talot Oy on työn tilaajana kiinnostunut omien talomalliansa kehittamisestä passiivitasoisiksi.

Opinnäytetyössä keskityttiin löytämään Käpy-talomallille rakenne- ja talotekniikkaratkaisut, joilla saavutetaan passiivitaloille määritellyt tasot, ja käsiteltiin yleisesti Suomessa voimassa olevia energiamääräyksiä. Työssä tutkitun rakennuksen ulkomittoja ei voitu kasvattaa, jotta rakennus olisi vielä kuljetettavissa. Koska passiivirakenteet usein ovat paksumpia kuin normienmukaiset rakenteet, rakennuksen kerrosala pienenee. Käpy-talomalli on kompakti 2-3 makuuhuoneen asuinrakennus eikä siinä ole erillistä teknistä tilaa, joten lämmitys- ja ilmanvaihtokoneet eivät saa olla tilaa vieviä.

Rakennus mallinnettiin ArchiCAD-ohjelmalla, jolloin rakennuksen laajuustiedot olivat helposti saatavilla. Rakennuksen energiankulutuksen arviointiin hyödynnettiin ArchiCAD Eco Designer-lisäosaa ja Laskentapalvelut.fi:n E-lukulaskuria.

Alapohjarakenne pidettiin Teijo-Talojen EPS-eristeellä kevennettynä teräsbetonipalkistona. Yläpohja ja ulkoseinärakenteet valittiin Isoverin rakennekirjastosta, koska talotehtailla on käytetty Isoverin tuotteita aiemminkin. Passiivitaloissa on huomioitava erityisesti rakenteiden ja liitosten tiiveys, jotta saavutetaan asetettu tiiviys 0,6 l/h. Valituilla toimenpiteillä ja rakennevaihtoehdoilla saavutettiin matalaenergiataso, jolla lämmitysenergian tarve bruttoalaa kohden on noin 30 kWh/m²a. Jotta lämmitysenergian tarve olisi <20 kWh/m²a, rakennuksen vaipparakenteiden U-arvoja parannettiin ja tiivistettiin edelleen.

Työssä on esitetty laskelmat kaukolämmöllä, maalämpöpumpulla ja sähkölämmityksellä lämmitettävistä rakennuksista. Passiivivaatimukset saatiin täytettyä kaikille kolmelle tutkitulle lämmitysmuodolle.

Alapohjarakenteen U-arvoa ei voida tuotannollisista ja kuljetusteknisistä syistä parantaa nykytasosta juurikaan, ja sen osuus rakennuksen lämpöhäviöistä on ikkunoiden jälkeen suurin. Koska alapohjan lämpöhäviöitä joudutaan muilla tavoin kompensoimaan, johtaa se tiukkoihin vaatimuksiin muiden rakenteiden, rakennusosien ja laitteiden osalta.

Asiasanat: passiivitalo, kokonaisenergian tarve, energiamääräykset

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Construction

SUOMINEN HANNA:

Achieving Passive House Standards on Detached House
Case Käpy

Bachelor's thesis 71 pages, appendices 35 pages
April 2016

The purpose of this thesis was to collect information on prefabricated passive and low-energy houses. The energy regulations are tightening and it creates a need to develop passive and low-energy houses. Teijo-Talot Oy is interested in developing their prefabricated houses towards passive house standards.

The theoretical section explores the Finnish energy regulations. The subject of this thesis was one of the models in range of Teijo-Talot, called Käpy. Total energy consumption was evaluated by modeling the house with ArchiCAD and then using Eco Designer addition and E-number calculator of Laskentapalvelut.fi.

The results suggest that it is possible to achieve passive house standards on Käpy. Achieving standards demands very efficient heat recovery unit and low thermal conductivity from structures. The house must be also air tight so the warm air does not leak out and the structures work physically as designed. Benefits of building a passive house should be evaluated for whole life span of the house so upkeep costs can be included in calculations with building costs.

Key words: passive house, total energy consumption, energy regulations

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	ENERGIAMÄÄRÄYKSET.....	8
	2.1 Historia.....	8
	2.2 Nykypäivä.....	8
	2.3 Tulevaisuus.....	9
3	PASSIIVITALO.....	10
	3.1 Passiivitalo-määritelmä.....	10
	3.2 Haasteet passiivirakentamisessa.....	11
	3.2.1 Kosteusvauriot.....	11
	3.2.2 Sisäilmaongelmat ja pienhiukkasten haitallisuus.....	12
	3.2.3 Radiosignaalit.....	13
	3.2.4 Paloturvallisuus.....	13
4	CASE KÄPY.....	14
	4.1 Teijo-Talot Käpy.....	14
	4.2 Alapohja.....	15
	4.3 Ulkoseinät ja yläpohja.....	16
	4.4 Ikkunat ja ulko-ovet.....	16
	4.5 Tiiviys.....	18
	4.5.1 Rakenteiden ilmanpitävyys.....	18
	4.5.2 Läpivientien ja liitoksien ilmanpitävyys.....	18
	4.6 Kylmäsillat.....	19
	4.7 Talotekniikka.....	20
5	ENERGIATARKASTELU.....	21
	5.1 Lähtötiedot.....	21
	5.2 Eco Designer -tarkastelu.....	23
	5.2.1 Kaukolämpö ja LTO.....	24
	5.2.2 Maalämpöpumppu ja LTO.....	26
	5.2.3 Suorasähkölämmitys ja LTO.....	28
	5.3 Passiivitaso saavuttaminen.....	30
	5.4 E-luvut.....	32
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	34
	LÄHTEET.....	36
	LIITTEET.....	37
	Liite 1. Leikkauspiirros.....	37
	Liite 2. Ulkoseinärakenne (Isover, 2015).....	38
	Liite 3. Yläpohjarakenne (Isover, 2015).....	39

Liite 4. Ikkunaesite (Ii-ikkunat, 2015).....	40
Liite 5. Ovien suoritustasoilmoitus (Kaskipuu 2015)	41
Liite 6. Ulkoseinärakenne (Isover, 2015)	42
Liite 7. Ikkuna (Skaala-ikkunat, 2016).....	43
Liite 8. Energiatodistus: Kaukolämpö.....	44
Liite 9. Energiatodistus: Maalämpö	48
Liite 10. Energiatodistus: Suorasähkö.....	52
Liite 11. Energiatodistus: Kaukolämpö, parannellut ominaisuudet	56
Liite 12. Energiatodistus: Maalämpö, parannellut ominaisuudet.....	60
Liite 13. Energiatodistus: Suorasähkö, parannellut ominaisuudet	64
Liite 14. Energiatodistus: Suorasähkö, parannellut ominaisuudet, takka.....	68

ERITYISSANASTO

COP	(coefficient of performance) kertoo kuinka tehokkaasti laitteen kuluttama sähköenergia saadaan muutettua lämmitysenergiaksi
energiatehokkuusluokka	on energiatodistuksessa käytetty luokitteluasteikko A - G
energiakerroin	on E-luvun laskennassa käytetty kerroin, jolla energiamuodot muutetaan keskenään vertailukelpoisiksi
hdf-ovi	on ovi, jonka pintarakenteena on käytetty kovaa puukuitulevyä (high density fiberboard)
ilmanvuotoluku q_{50}	kuvaa rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmavirtaa tunnissa 50 Pascalin paine-erolla kokonaissämittojen mukaan laskettua rakennusvaipan pinta-alaa kohden [$m^3/(h m^2)$]
latenttienergia	on aineen olomuodon muutoksessa vapautuvaa energiaa
LTO	lämmön talteenotto
matalaenergiatalo	on rakennus, jonka lämmitysenergiantarve on alle 60 kWh/(br m^2 a) Etelä-Suomessa ja Pohjois-Suomessa alle 90 kWh/(br m^2 a).
passiivitalo	on rakennus, joka täyttää kolme energiatehokkuustavoitetta koskien lämmitysenergiantarvetta, kokonaisprimäärienergiankulutusta ja ulkovaipan ilmanvuotolukua
pienhiukkaset	ovat nestemäisiä tai kiinteitä ilman epäpuhtauksia
rakennuksen kokonaisenergiankulutus	koostuu tilojen ja käyttöveden lämmitystarpeesta, sähköenergiantarpeesta ja jäähdytystarpeesta
RakMK	Suomen rakentamismääräyskokoelma
g-arvo	on ikkunoiden auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin. Mitä suurempi g-arvo, sitä paremmin ikkuna hyödyntää auringonvaloa ja -lämpöä.

1 JOHDANTO

Passiivirakentaminen tulee lisääntymään energiamääräysten kiristyessä ja luo uusia haasteita rakentamiseen. Tutkimuskohteena on Teijo-Talot Oy:n talomalli Käpy. Opinnäyteyössä perehdytään voimassa oleviin energiamääräyksiin ja tavoitteena on saavuttaa passiivitaloille asetetut vaatimukset. Teoriaosuudessa käsitellään rakentamismääräyksiä historiaa, nykytilannetta ja tulevaisuuden näkymiä sekä kerrotaan passiivitaloille asetetuista vaatimuksista ja käsitellään passiivi- ja matalaenergiarakentamisen haasteita.

Käpy on yksi suosituimmista Teijo-Talot Oy:n talomalleista. Käpy on suunnattu pienen perheen kodiksi, ja talotekniikalle varattu tila on rajallinen. Teijo-Talojen konseptin mukaisesti suunniteltavan rakennuksen on oltava siirrettävissä, joten rakennuksen ääriarvoja ei voida kasvattaa. Passiivitalo on rakennus, jonka energiantarve on hyvin pieni. Pieni energiantarve saavutetaan pääasiassa hyvin eristävillä ja tiiviillä vaipparakenteilla ja tehokkaalla lämmön talteenotolla.

Rakennuksen energiankulutuksen selvittämiseen hyödynnetään ArchiCAD Eco Designer -ohjelmaa. ArchiCADilla mallinnetaan rakennus ja määrätään rakennuksen termodynaamiset tilat, jotka kuvaavat erilaisia käyttötiloja rakennuksessa. Eco Designerilla määritellään rakennuksen sijainti, rakenteiden ominaisuuksia ja talotekniikkaratkaisut, mitkä vaikuttavat energiankulutukseen. Laskentapalvelut.fi:n E-luku laskennalla saadaan vertailukohta Eco Designerilla saaduille tuloksille. Vertailukohta tarvitaan, koska Eco Designer käyttää laskennassa ASHRAE 90.1 -standardia, joka eroaa Suomessa käytettävistä määräyksistä.

Työn tuloksia tullaan hyödyntämään talotuotannon kehityksessä kohti energiatehokkaampaa valmistalorakentamista. Energiatehokkuuden kustannuksella ei voida tinkiä rakennusten sisäilman laadusta, ja siksi ammattitaitoinen suunnittelu ja toteutus ovat perusedellytyksiä matalaenergia- ja passiivirakennuksia toteutettaessa.

2 ENERGIAMÄÄRÄYKSET

2.1 Historia

Suomessa on annettu energiamääräyksiä ensimmäisen kerran vuonna 1976. Suomesta tuli energiatehokkuuden edelläkävijä 1970- ja 1980-luvuilla. Määräykset kehittyivät hitaasti aina 2010-luvulle asti, kuten kuvasta 1 nähdään. Vuonna 2010 annetuissa määräyksissä on määritelty rakennusosakohtaiset vaatimukset, rajoitettu lämpöhäviötä ja ilmanvaihdon puhallinsähköä. Vanhoissa määräyksissä asetetut rakennusosakohtaiset vaatimukset ovat rajoittaneet luovaa suunnittelua. (Kurnitski 2012, 7.)

	C3 1976	C3 1978	C3 1985	C3 2003	C3 2007	C3 2010	D3 2012
Ulkoseinä, W/(m ² K)	0,40	0,29	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17
Yläpohja, W/(m ² K)	0,35	0,23	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Maanvarainen alapohja, W/(m ² K)	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ikkuna, W/(m ² K)	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0
Lämpöhäviön kompensatoraja, %				10	20	30	vapaa
Ilmanpitävyys 50 Pa paine-erolla				$n^{50} = 4,0$	$n_{50} = 4,0$	$n_{50} = 4,0$	$q_{50} = 4,0$
LTO:n vuosihyötysuhde, %				30	30	45	45
lv:n ominaissähköteho, kW/(m ³ /s)				2,5	2,5	2,5	2,0
E-luku 150 m ² talolle, kWh/(m ² a)							162

Kuva 1. Rakentamismääräysten kehittyminen 1976–2012 (Kurnitski, 2012)

2.2 Nykypäivä

Uudisrakentamista koskevat energiamääräykset ja ohjeet löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelman osista:

- C4 Lämmöneristys. Ohjeet 2012 (luonnos)
- D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012
- D3 Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012
- D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta. Ohjeet 2012. (RIL 249 2015, 23.)

RakMK C4:ssä ohjeistetaan rakenteiden U-arvojen laskenta ja D5:ssä rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta. D2 ja D3 sisältävät määräyksiä ja ohjeita. D3:ssa on annettu rakennuksen standardikäytön mukaiset lähtötiedot energialaskentaan mm. lämmitys- ja jäähdytysrajat käyttötarkoituksittain.

Energiatodistus on laadittava uudisrakennuksille. Energiatodistus mahdollistaa eri rakennusten energiatehokkuuden vertailun, ja lain tarkoitus on edistää rakennusten energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian käyttöä. Energiatodistuksessa on annettu rakennukselle energiatehokkuusluokka, jonka tunnuksena käytetään kirjaimia A-G. A-luokka on energiatehokkain, ja vähimmäisvaatimus asuintalojen uudisrakentamisessa on C-luokka. (RIL 249 2015, 27-28.)

2.3 Tulevaisuus

Rakentamista koskevat asetukset tullaan uudistamaan vuoteen 2018 mennessä. Siirtävävaiheen aikana sovelletaan Suomen rakentamismääräyskokoelman aiempia määräyksiä ja ohjeita (Rakentamista koskevat asetukset 2015). Uusissa määräyksissä tullaan edellyttämään, että kaikki uudisrakennukset 31.joulukuuta 2020 mennessä ovat lähes nollaenergiarakennuksia. Viranomaisten käytössä tai omistuksessa olevilla rakennuksilla määräpäivä on 31.joulukuuta 2018. Lähes nollaenergiarakentaminen -käsitteen määrittely on käynnissä. (RIL 249 2015, 24.)

3 PASSIIVITALO

3.1 Passiivitalo-määritelmä

Tavoiteltaessa passiivitaloratkaisuja tutkitaan energiatehokkuutta kolmen pääkriteerin kautta:

- tilojen lämmitysenergiantarve
- rakennuksen kokonaisprimäärienergiantarve
- rakennuksen ulkovaipan ilmanvuotoluku. (RIL 249 2015, 15.)

Kuvassa 2 on esitetty kansainvälisen ja suomalaisen passiivitalo-määritelmän mukaiset vaatimukset.

	KANSAINVÄLINEN PASSIIVITALO- MÄÄRITELMÄ	SUOMALAINEN PASSIIVITALO- MÄÄRITELMÄ		
		ETELÄ	KESKI	POHJ.
TILOJEN LÄMMITYS- ENERGIANTARVE kWh/(m ² a)	max. 15	max. 20	max. 25	max. 30
KOKONAISPRIMÄÄRI- ENERGIANTARVE kWh/(m ² a)	max. 120	max. 130	max. 135	max. 140
ILMAVUOTO- LUKU 1/h	max. 0.6	max. 0.6	max. 0.6	max. 0.6
KÄYTETTÄVÄ PINTA-ALA	nettolattiapinta-ala	bruttoala		
LASKENTA- MENETELMÄ	PHPP	vapaasti valittavissa		

KUVA 2. Passiivitalomääritelmät (RIL 249 2015,16)

Uudisasuinpien talon E-luku saa olla korkeintaan 204 (kWh/m², a) luokassa C (RIL 249 2015, 28). Passiivitalot sijoittuvat luokkiin A - C. Energiatehokkuusluokkien raja-arvoja on esitetty kuvassa 3. Määräysten 2012 mukaisen talon ilmanvuotoluku q_{50} saa olla korkeintaan 4 m³/(h m²). Passiivitaloille ilmanvuotoluku saa olla korkeintaan 0,6 1/h. Energiamuodoille on määrätty energiakerroin, jotta erilaiset energiamuodot voitaisiin muuttaa keskenään vertailtavaan muotoon. Taulukossa 1 on esitetty nykyiset ja vuonna 2018 voimaan tulevat energiakertoimet, jolloin myös energialukuvaatimukset muuttuvat.

Energiatehokkuusluokka	Asuinkerrostalot E-luku (kWh/m ² ,a)	Rivi- ja ketjutalot E-luku (kWh/m ² ,a)	Asuinpientalot E-luku (kWh/m ² ,a)
A	≤ 75	≤ 80	≤ 94
B	76 ≤ E-luku ≤ 100	81 ≤ E-luku ≤ 110	95 ≤ E-luku ≤ 164
C	101 ≤ E-luku ≤ 130	111 ≤ E-luku ≤ 150	165 ≤ E-luku ≤ 204
D	131 ≤ E-luku ≤ 160	151 ≤ E-luku ≤ 210	205 ≤ E-luku ≤ 284
E	161 ≤ E-luku ≤ 190	211 ≤ E-luku ≤ 340	285 ≤ E-luku ≤ 414
F	191 ≤ E-luku ≤ 240	341 ≤ E-luku ≤ 410	415 ≤ E-luku ≤ 484
G	241 ≤ E-luku	411 ≤ E-luku	485 ≤ E-luku

KUVA 3. Asuinrakennusten energiatehokkuusluokkien raja-arvot (RIL 249 2015)

TAULUKKO 1. Energiakertoimet (Tekniikka ja talous 2016)

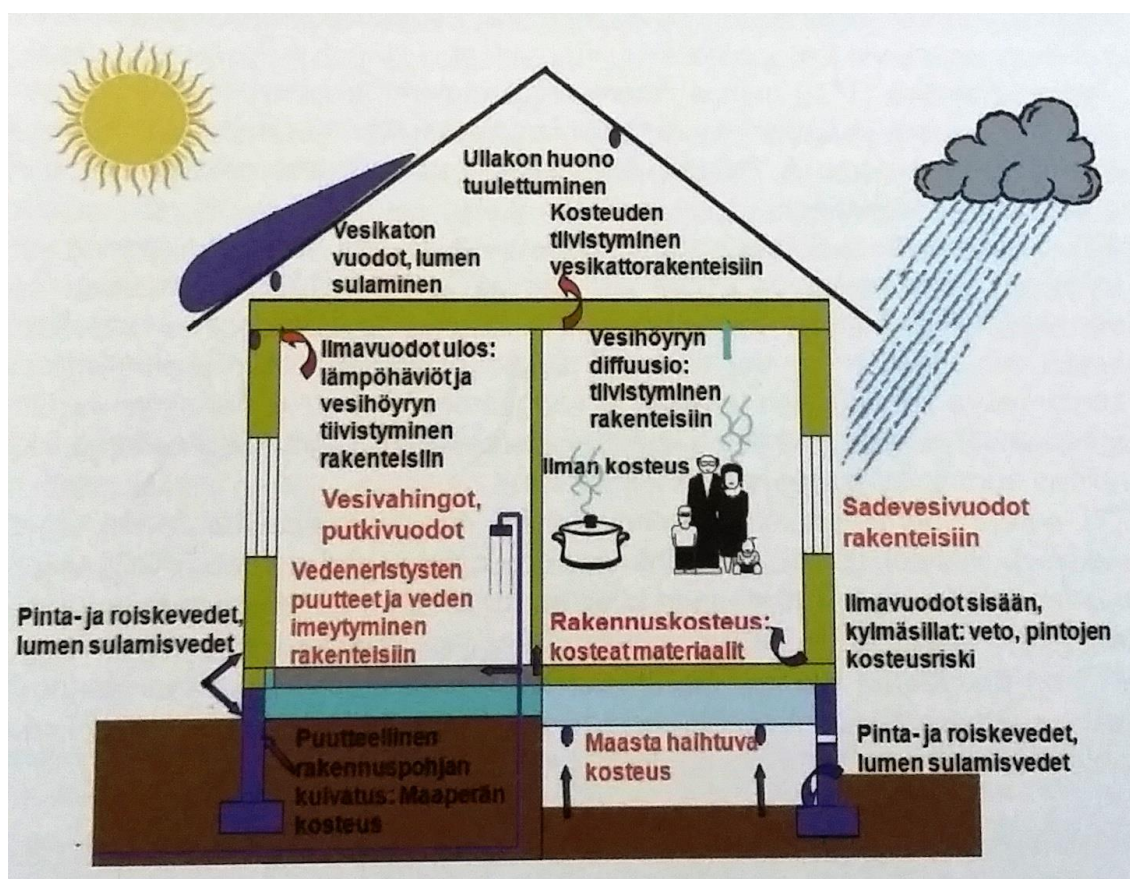
	Nykyiset	2017(käyttöön 2018)
Sähkölämmitys	1,7	1,2
Kaukolämpö	0,7	0,5
Kaukojäähdytys	0,28	0,4
Fossiiliset	1	1
Uusiutuvat	0,5	0,5

3.2 Haasteet passiivirakentamisessa

Energiatehokkaassa rakennuksessa suunnittelun ja rakentamisen laadun puutteet sekä ylläpidon puutteet korostuvat ja aiheuttavat haittoja rakenteille ja asumismukavuuteen. Passiivitaloja voidaan rakentaa turvallisesti, kunhan riskit huomioidaan jo suunnittelu- vaiheessa ja toteutukseen sekä laadunvarmistukseen panostetaan. (RIL 249 2015, 32.)

3.2.1 Kosteusvauriot

Riskialttiit suunnitteluratkaisut, puutteellinen kosteudenhallinta työmaalla, virheet toteutuksessa, kunnossapidon laiminlyönti ja rakenteiden luonnollinen kuluminen ovat tyypillisimpiä kosteusvaurioiden syitä. Pääosin rakenteiden sisään tunkeutunut vesi aiheuttaa kosteusteknisiä riskejä. Kuvassa 4 on esitetty kosteuden lähteitä asuinrakennuksessa.



KUVA 4. Asuinrakennuksen kosteuslähteet (RIL 249 2015,33)

3.2.2 Sisäilmaongelmat ja pienhiukkasten haitallisuus

Energiatehokkaiden rakennusten sisäolosuhteista on tehty selvityksiä, joissa verrokkitaloina on käytetty tavanomaisia taloja. Työterveyslaitoksen ja VTT:n suorittamien tutkimusten perusteella energiatehokkuuden parantaminen sinällään ei lisää sisäilmaongelmien riskejä. Suunnittelun, toteutuksen ja ylläpidon virheet sekä merkittävää kosteusrasitusta aiheuttavat käyttötottumukset aiheuttavat riskejä. Yleinen ongelma-kohta on väärin tai puutteellisesti toimiva ilmanvaihto. (RIL 249 2015, 34.)

Ihmisten terveydelle haitallisimpina pienhiukkasina pidetään epätäydellisestä palamisesta peräisin olevia hiukkasia, ja siksi säännöllisesti tapahtuvassa takanpoltossa suositeltuja polttoaineita kotitalouksille ovat puhdas ja kuiva puupilke, hake tai pientulisijojen pelletit. Myös ilmansuodattimien tehokkuuden on oltava riittävä alueilla, missä on runsaasti pienhiukkasia. (RIL 249 2015, 34 - 35.)

3.2.3 Radiosignaalit

Matkapuhelimien kuuluvuusongelmia on havaittu erityisesti uusissa, energiatehokkaissa ja kiviaineisissa kerrostaloissa. Korjauskohteissa ongelmat on liitetty ikkunoiden vaihtoon. Kuuluvuusongelmat eivät ole näkyvästi kohdistuneet pientaloihin, vaikka energiatehokkuus olisi nollaenergialuokkaa. (RIL 249 2015, 35.)

Keskeisinä syinä kuuluvuusongelmien lisääntymiseen pidetään mobiiliteknologian kehittymistä nopeammaksi, kapasiteetiltaan mittavammaksi ja monipuolisemmaksi. Käyttöön otettujen korkeampien taajuuksien rakenteiden läpäisykyky on heikompaa ja kantomatkat lyhyempiä. Yhtenäiset tai verkkomaiset metallirakenteet aiheuttavat myös kuuluvuusongelmia. Esimerkiksi lämpörappauksissa tukena käytetään tiheää metalliverkkoa ja energiatehokkaiden ikkunoiden pinnoitteina voidaan käyttää ohuita metallikerroksia tai metallioksiedeja. (RIL 249 2015, 35.)

Suuremmissa kohteissa voidaan käyttää niin sanottua sisäantenniverkkojärjestelmää, jolla jaetaan matkaviestinverkon signaali rakennuksen sisälle asennettuihin antenneihin. Uudisrakentamisessa voidaan myös tehdä rakennuksen ulkovaippaan kohtia, joilla on merkittävästi parempi radiosignaalien läpäisevyys kuin muulla rakenteella. Näitä kutsutaan radiosignaali-aukoiksi eli RF-aukoiksi. (RIL 249 2015, 36.)

3.2.4 Paloturvallisuus

Tavanomaisten ja energiatehokkaiden rakennusten paloturvallisuuden hallinta on pääosin samanlaista. Kiinteiden palokuormien määrät ovat jonkin verran korkeammat energiatehokkaissa rakennuksissa kuin tavanomaisissa rakennuksissa. Palomääräyksiä noudattamalla, sekä paloilmoitin- ja palonsammutusjärjestelmien asennustyöhön panostamalla, luodaan edellytykset paloturvalliseen lopputulokseen. (RIL 249 2015, 36 - 37.)

4 CASE KÄPY

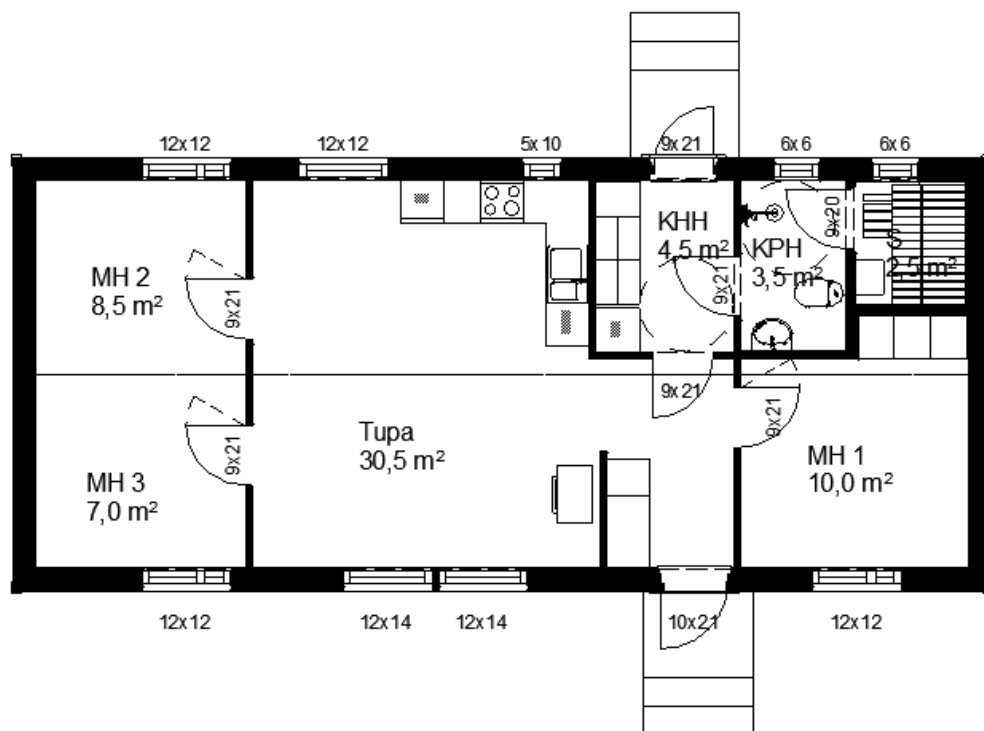
4.1 Teijo-Talot Käpy

Teijo-Talot Oy:n talomalli Kävyssä on 2-3 makuuhuonetta, tupakeittiö, kodinhoitohuone, kylpyhuone ja sauna. Käpy on yksi suosituimmista Teijo-Talojen talomalleista. Kuvassa 5 on esitetty havainnekuva ja kuvassa 6 pohjapiirustus. Liitteessä 1 on leikkauspiirros tupakeittiön kohdalta.



KUVA 5. Talomalli Käpy (Teijo-Talot 2016)

Teijo-Talojen perustoimitussisällön mukaisessa valmistalossa on määräykset täyttävät vaipparakenteet, lämmönjakoon on käytetty sähköistä lattialämmitystä ja toimitukseen kuuluu suunnitelmien mukainen ilmanvaihtokone lämmön talteenotolla. Tavanomainen Käpy kuuluu energiatehokkuusluokkaan C. Talotehtaalla suoritetuissa mittauksissa saadut ilmanvuotoluvut ovat keskimäärin $1,0 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$.



KUVA 6. Pohjapiirros, talomalli Käpy (Teijo-Talot 2015)

4.2 Alapohja

Alapohjarakenteena käytetään Teijo-Talojen valmistalo-konseptin mukaista teräsbetonipalkistoa, jossa lämmöneristeenä käytetään paisutettua polystyreeniä. Perustamistapa mahdollistaa koko rakennuksen siirtämisen tehtaalta rakennuspaikalle ja jopa toiselle tontille myöhemmin. Alapohjarakenteen U-arvo on $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kuvassa 7 on valettu alapohjarakenne, josta nähdään myös ulkopinnoille asennetut EPS-levyt.



KUVA 7. Valettu alapohja (2016)

4.3 Ulkoseinät ja yläpohja

Ulkoseinärakenteeksi valittiin Isoverin rakennekirjaston passiivirakenne, jonka U-arvo on $0,086 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rakenteen leikkauspiirros on esitetty liitteessä 2. Seinäpaksuus on 514 mm, kun käytetään 9 mm tuulensuojalevyä. Kantavien runkotolppien koko on 300 mm x 50 mm ja jako k600. 50 mm koolaus sisäpuolella mahdollistaa sähköasennuksen teon rikkomatta höyrynsulkumuovia.

Yläpohjarakenne (liite 3) on myös Isoverin rakennekirjastosta. Rakennekorkeus on 535 mm rakenteen sisäpinnasta tuulensuojan yläpintaan ja yläpuolella on vielä tuuletuvaa tilaa $\leq 100 \text{ mm}$. Rakenteen U-arvo on $0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kantavana rakenteena on NR-ristikko, muodoltaan saksiristikko. Vesikaton kaltevuus on 1:2,5 ($21,8^\circ$) ja sisäkaton 1:5,5 ($10,3^\circ$).

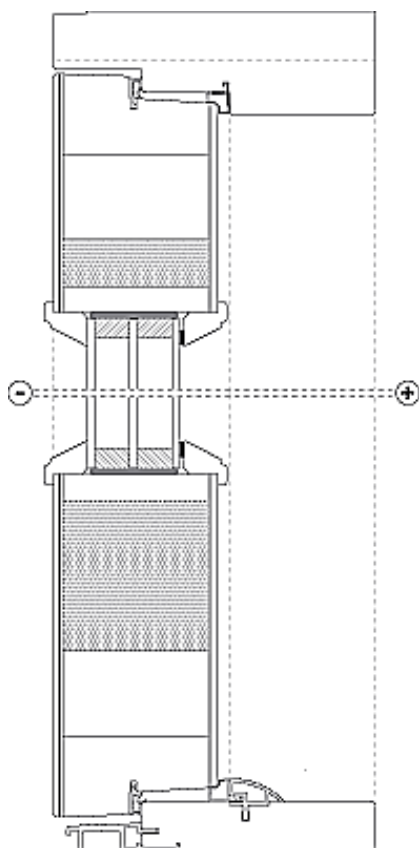
4.4 Ikkunat ja ulko-ovet

Monella ikkuna- ja ovivalmistajalla on valikoimissaan energiatehokkaita ikkunoita, joissa U-arvot ovat lähellä toisiaan. Valitun Ii-ikkunoiden Hamina T-mallisen ikkunan U-arvo on $0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja g-arvo 0,35 - 0,37. Ikkunat ovat sisäänpäin aukeavia kaksipuitteisiä nelilasisia puualumiini-ikkunoita. Ikkunan tuotekortti on liitteessä 4.

Ulko-ovet ovat Kaskipuun mallistosta. Suoritustasoilmoituksessa (liite 5) ilmoitettu U-arvo on $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ovimalli (kuva 8) on yksilehtinen, lasiaukollinen hdf-ovi. Oven leikkauskuva on esitetty kuvassa 9.



KUVA 8. Ulko-ovi (Kaskipuu 2016)



KUVA 9. Ulko-oven leikkauspiirustus (Kaskipuu 2016)

4.5 Tiiviys

Rakenteiden tiiviys on tärkeää rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden ja energiankulutuksen kannalta. Tiiviin talon ilmanvaihdosta tulee huolehtia oikein mitoitetulla ja säädetyllä ilmanvaihtokoneella. Tiiviin talon ilmanvaihtoa ja sisäilmanlaatua on helpompi kontrolloida. Tutkimuksessa, joka on tehty 2005 - 2008, on todettu, että yleisimmät vuotokohdat pientaloissa ovat ulkoseinän ja yläpohjan liitoksissa (37 %) sekä ikkunat, ovet ja niiden liitokset ulkoseinään (31 %) (Aho & Korpi 2009). Liitokset ja läpiviennit ovat rakennuksen tiiviyden kannalta kohtia, joihin tulee kiinnittää erityistä huomiota suunnittelu- ja toteutusvaiheessa.

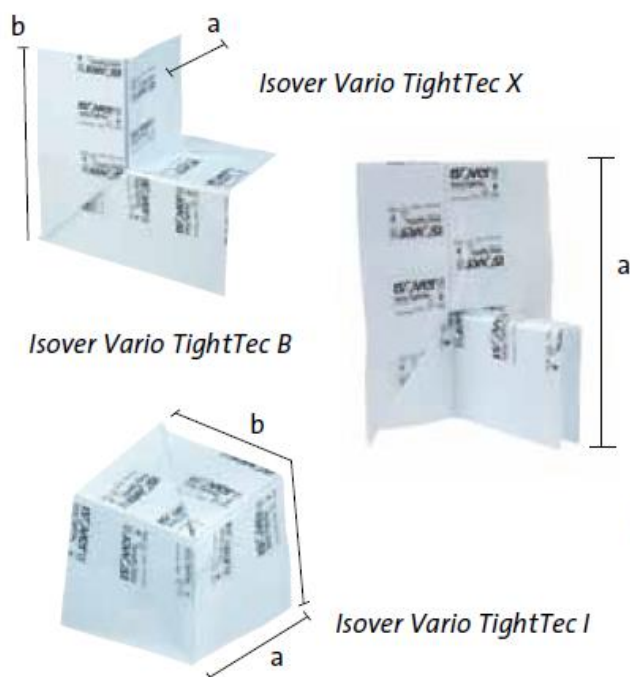
4.5.1 Rakenteiden ilmanpitävyys

Rakennuksissa käytetään erillistä ilmansulkukerrosta, jos rakenne itsessään ei ole tarpeeksi ilmanpitävä. Kohteeseen valitussa seinärakenteessa käytetään Isover Variohöyrynsulkukalvoa, joka toimii myös ilmansulkukerrosena. Kalvomaista höyrynsulkua asennettaessa jatkoskohdissa kalvo tulee limittää ja teipata tarkoituksenmukaisella teipillä. Sisäpuolelle asennettava vaakakoolaus mahdollistaa sähköjohdotusten teon rikkomatta kalvoa.

Yläpohjassa höyrynsulkukerros on toteutettu jäykällä alumiinipintaisella mineraalivillalevyllä, Isover REK-31:llä. Saumakohdat tiivistetään huolellisesti alumiiniteipillä. Muita levymäisten ilmansulkutuotteitten saumakohtien tiivistystuotteita ovat massat ja vaahdot.

4.5.2 Läpivientien ja liitoksien ilmanpitävyys

Läpivienteihin tulee käyttää sopivia asennuskauluksia ja -vahvikkeita. Isoverin tuotteista löytyy myös nurkkien ja kulmien tiivistämiseen tarkoitettuja tuotteita (kuva 10), joilla on helpompi toteuttaa tarvittavat limitykset.



KUVA 10. Isover Vario TightTec-tuotteita (Isover 2015)

Alapohjan ja ulkoseinän liitoksen puutteellinen ilmantiiveys koetaan usein epämiellyttäväksi, koska se voi saada aikaan vedon tunteen. Tiiviyden parantamiseksi ulkoseinän höyryn-/ilmansulkukalvo tulee tiivistää seinän alajuoksupuun ja vaakakoolauksen väliin. Seinän alaosa ja betonilaatan väli tulee tiivistää polyuretaanivaahdotuksella.

Yläpohjan ja ulkoseinän tiiviyden varmistamiseksi alumiinipintainen mineraalivillalevy tulee asentaa ulkoseinän yläjuoksua vasten ja saumat on teipattava. Seinän kalvo asennetaan siten, että se voidaan teipata mineraalivillalevyn pintaan ja puristaa ensimmäisen koolauspuun alle tiiviisti.

Ovet voidaan tiivistää mineraalivillakaistoilla ja sisäpuolelle tulevalla elastisella kittauksella. Ikkunat voidaan tiivistää mineraalivillakaistoilla ja sisäpuolelle tulevalla polyuretaanivaahdotuksella. Seinän ilmansulkukalvo on tiivistettävä huolellisesti karmi-rakenteisiin.

4.6 Kylmäsilat

Kylmäsiltojen vaikutus rakennuksen lämpöhäviöön tulee huomioida määräysten mukaisesti. Huomioitavia kylmäsiltoja Kävyssä ovat ulkoseinien liitokset, ulkoseinän

liitokset ala- ja yläpohjaan sekä ikkunoiden ja ovien liittyminen ulkoseiniin. Taulukossa 2 on esitetty RakMK D5:n mukaiset viivamaisen kylmäsilan aiheuttamalle lisäkonduktanssille Ψ_k arvot liitosmetriä kohden, kun yläpohja ja ulkoseinät ovat puurakenteiset ja alapohja betonirakenteinen.

TAULUKKO 2. Kylmäsilat

Liitos	Ψ_k W/mK
US-US (ulkonurkka)	0,04
US-YP	0,05
US-AP	0,10
US-ikkunat	0,04
US-ovet	0,04

Tuulensuoja/lämmöneriste RKL-31 Facade ehkäisee puurungon ja vaakakoolauksen aiheuttamaa kylmäsilta-vaikutusta seinärakenteessa. Ikkunat ja ovet asennetaan lämmöneristeen kohdalle. Perustusten ulkopinnalle asennettava EPS-levy ulotetaan noin 15 cm laatan yläpinnan yläpuolelle, jolloin seinän ja alapohjan liitoksen kylmäsilta-vaikutus pienenee.

4.7 Talotekniikka

Talotekniikalle ei ole varattu Kävyssä erillistä teknistä tilaa, joten laitteet eivät saa viedä erityisen paljon tilaa. Perustoimitussisällön mukaisen Kävyyn lämmönjako suoritetaan sähköisellä lattialämmityksellä ja ilmanvaihtokone on varustettu lämmön talteenotolla. Passiivitaloissa lämmön talteenoton tarve korostuu, koska rakennuksen lämmitysenergiatarve halutaan mahdollisimman alhaiselle tasolle.

5 ENERGIATARKASTELU

5.1 Lähtötiedot

Energiatarpeen arviointiin hyödynnetään ArchiCAD-ohjelmiston laajennusta, Eco Designeria. Eco Designer on tarkoitettu energiatehokkuuden todentamiseen jo projektin alkuvaiheessa ja auttamaan suunnittelijoita suunnitteluratkaisuiden optimoinnissa. Eco Designer mahdollistaa taloteknisten ratkaisuiden tarkastelun kevyillä asetuksilla. Eco Designer STAR on virallinen ASHRAE 90.1 -standardin mukainen energialaskentaohjelma, joka mahdollistaa ArchiCADilla tehdyn energialaskennan viemisen erittäin kustannustehokkaasti suomalaiseen energiatodistukseen asti. STAR-lisäosa mahdollistaa myös kylmäsiltojen tarkastelun, jolla voidaan hioa liitokset mahdollisimman tiiviiksi ja suunnitella mahdollisten kylmäsiltojen katkaisut. Eco Designer käyttää ASHRAE 90.1 -standardia ja ilmastotiedot ovat ASHRAE:n ilmastotiedostoista.

Laskenta on suoritettu Helsingin säätiedoille ja julkisivu, jolla on suurin ikkunapinta-ala, on suunnattu kaakkoon. Taulukosta 3 nähdään rakennuksen suuntauksen vaikutus auringon valon hyödyntämiseen. Energiasimuloinnissa tuulisuojaus on asetettu osin suojaiseksi ja varjostusta ei ole. Asuinrakennuksissa ei tarvitse tarkastella kesäajan yllilämpenemistä, mutta simuloinnista saadaan jäädytystarpeeksi 665,12 astetuntia. Jos halutaan varmistua sisäilmaston pysymisestä mukavana kesäaikana, tuloilman viilennysmahdollisuus tai erillinen ilmalämpöpumppu ovat tarpeellisia. Laskennasta on mahdollista saada myös kustannustietoja ja hiilidioksidipäästöjen määriä, mutta niitä ei ole tässä työssä tutkittu.

TAULUKKO 3. Saatu energia auringonsäteilystä

PÄÄJULKISIVU ILMANSUUNTAAN	AURINGONSÄTEILY kWh/a	%-osuus verrattuna suu- rimpaan energiamäärään
Pohjoinen	733,0	35
Koillinen	939,5	45
Itä	1540,0	74
Kaakko	2070,9	100
Etelä	1156,3	56

Lounas	933,5	45
Länsi	665,2	32
Luode	1331,9	64

E-luku lasketaan nk. testivuoden säätietojen mukaan, mikä perustuu Helsinki-Vantaan 30 vuoden säätietoihin, ja rakennuksen standardikäytön mukaisilla lähtötiedoilla. Energiankulutuksen laskemiseen hyödynnetään Laskentapalvelut.fi:n E-lukulaskuria. Taulukoissa 4 – 6 on esitetty energiankulutuksen lähtötietoja.

TAULUKKO 4. Lähtötietoja energialaskentaan

Rakennuskohde	Passiivi-Käpy
Rakennuksen käyttötarkoitus	Yhden asunnon talo (Erillispientalo)
Sijainti	Vyöhyke I
Rakennusluokka	1 (Pientalo)
Kerrosluku	1
Rakennustilavuus	327,3 m ³
Rakennuksen ilmatilavuus	167,7 m ³
Maanpäällinen kerrosala	80,9 m ²
Lämmitetty nettoala	62,3 m ²
Lämpökapasiteetti C_{rak omin}	70 Wh/ m ² K
Valaistustehon laskenta	käytetään standardikäytön arvoja
Tarpeenmukainen ilmanvaihto	käytetään standardikäytön arvoja

TAULUKKO 5. Kylmäsillat

Liitos	Pituus m	Ψ_k W/mK
US-US (ulkonurkka)	9,9	0,04
US-YP	35,0	0,05
US-AP	33,0	0,10
US-ikkunat	37,4	0,04
US-ovet	12,2	0,04

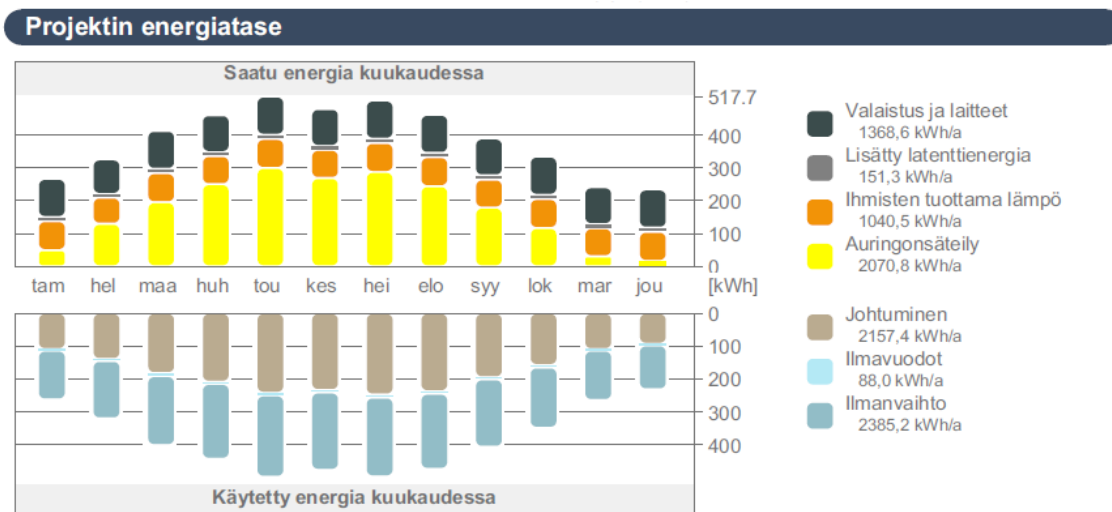
TAULUKKO 6. Rakennuksen vaipan tiedot

Rakenneosa	Pinta-ala m ²	U-arvo W/m ² K
US	68,0	0,086
YP	62,3	0,07
AP (maanvarainen)	62,3	0,16
Ikkunat koilliseen	9,7	0,64 (g-arvo 0,37; Kehä/verhosuhde 0,75)
Ikkunat lounaaseen	7,2	0,64 (g-arvo 0,37; Kehä/verhosuhde 0,75)
Ovet	3,9	0,7

5.2 Eco Designer -tarkastelu

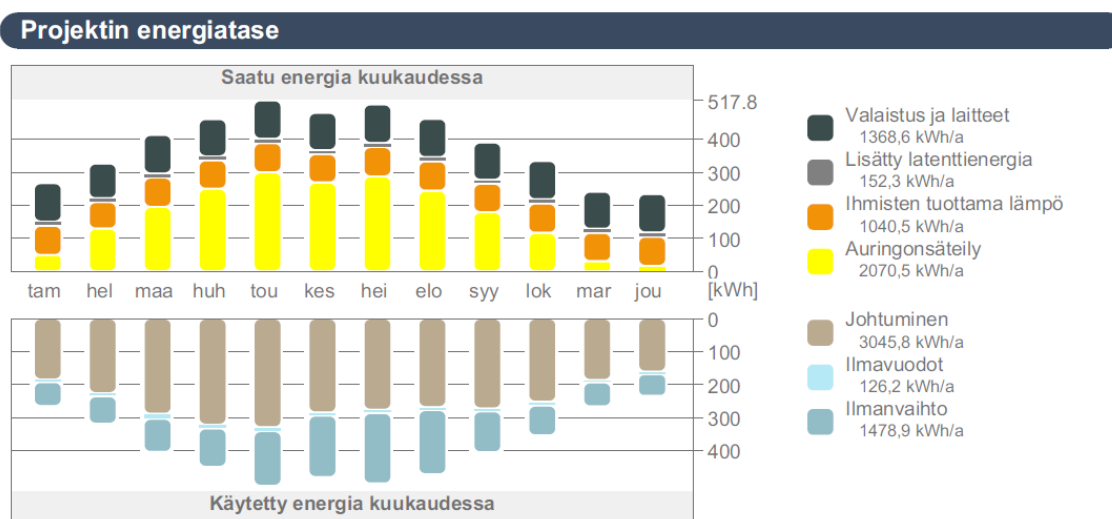
Energiatarkastelu on suoritettu standardikäytön arvoilla. Saadut ja käytetyt energiamäärät on esitetty kuvassa 11. Tässä vaiheessa ei ole vielä huomioitu lämmön talteenottoa. Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluu 35 kWh/(m² a) eli yhteensä noin 2 100 kWh/a. ASHRAE -standardissa käytettävät pinta-alat poikkeavat suomalaisista standardeista ja määräyksistä. Ohjelma käyttää lattiapinta-alaa, kun taas suomalaisen passiivimääritelmän mukaan lämmitys- ja kokonaisenergiantarve tulee esittää bruttoalaa kohden. Tästä johtuen laskennasta saadut neliömetrejä kohden ilmoitetut energiantarpeet ovat liian suuria. Rakennuksen bruttoala on $A_{BRUTTO}=80,9 \text{ m}^2$ ja lattiapinta-ala on $A_{ASHRAE}=60,09 \text{ m}^2$. Jotta saataisiin suomalaiseen passiivitalo määritelmään verrattavissa olevia luku, energiantarpeet tulee kertoa pinta-alojen suhdeluvulla A_k (kaava 1).

$$A_k = \frac{A_{ASHRAE}}{A_{BRUTTO}} = \frac{60,09 \text{ m}^2}{80,90 \text{ m}^2} = 0,74 \quad (1)$$



KUVA 11. Projektin energiankäyttö kohteittain

Kun huomioidaan lämmön talteenotto, ilmanvaihdon mukana kulkeutuva energiamäärä saadaan huomattavasti pienemmäksi (kuva 12). Eco Designerin LTO:n vuosihyötysuhde on noin 58 %.

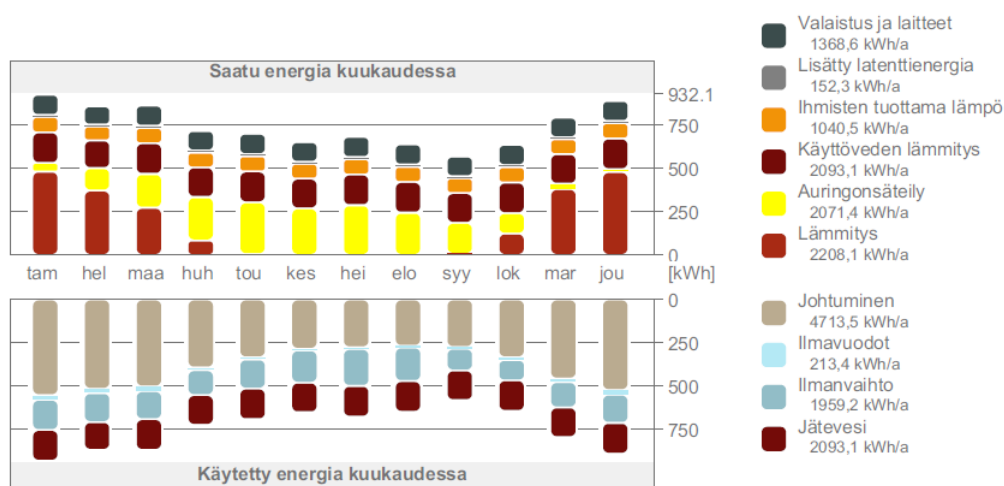


KUVA 12. Projektin energiankäyttö kohteittain: lämmön talteenotto huomioitu

5.2.1 Kaukolämpö ja LTO

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto (Motiva 2015). Kaukolämmön avulla huolehditaan kiinteistön ja käyttöveden lämmitystarpeesta. Laskennassa on huomioitu myös ilmanvaihdon lämmön talteenotto. Kuvasta 13 nähdään energiankulutus, kohteet ja määrät.

Projektin energiatase



KUVA 13. Projektin energiankäyttö kohteittain: kaukolämpö ja LTO

Kuvasta 14 nähdään, että primäärienergiaa koskeva raja-arvo alitetaan, mutta lämmitysenergian tarve on liian suuri passiivitalolle. Kuvasta 15 nähdään hyvin se, miten käyttöveden lämmittämiseen kuluu lähes yhtä paljon energiaa kuin itse rakennuksen lämmitykseen.

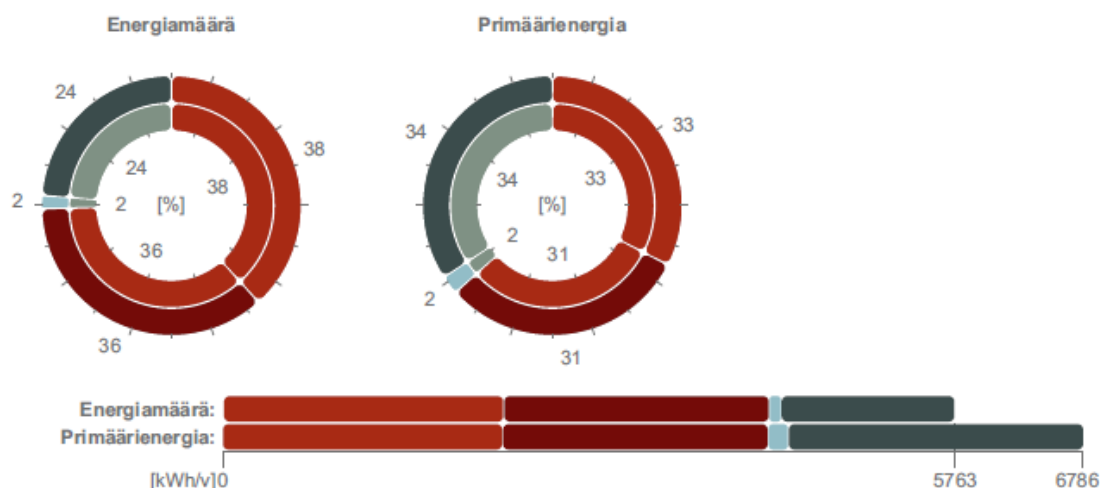
Tarkat vuosittaiset arvot

Lämmitysenergia (netto):	36,75	kWh/m ² v
Jäähdytysenergia (netto):	0,00	kWh/m ² v
Energia yhteensä:	36,75	kWh/m ² v
Energiankulutus:	95,91	kWh/m ² v
Polttoaineen kulutus:	95,91	kWh/m ² v
Primäärienergia:	112,95	kWh/m ² v
Polttoainekustannus:	--	€/m ² v
CO ₂ -päästö:	6,15	kg/m ² v

KUVA 14. Projektin energiankäyttö: kaukolämpö ja LTO

Energiankulutus kohteittain

Kohteen nimi	Energia			CO ₂ Päästö kg/v
	Määrä kWh/v	Primääri kWh/v	Kustannus €/v	
Lämmitys	2208	2208	0	27
Jäähdytys	0	0	0	0
Lämmin käyttövesi	2093	2093	0	26
Ilmanvaihto	93	159	0	20
Valaistus ja laitteet	1368	2326	0	295
Yhteensä:	5763	6786	-	369



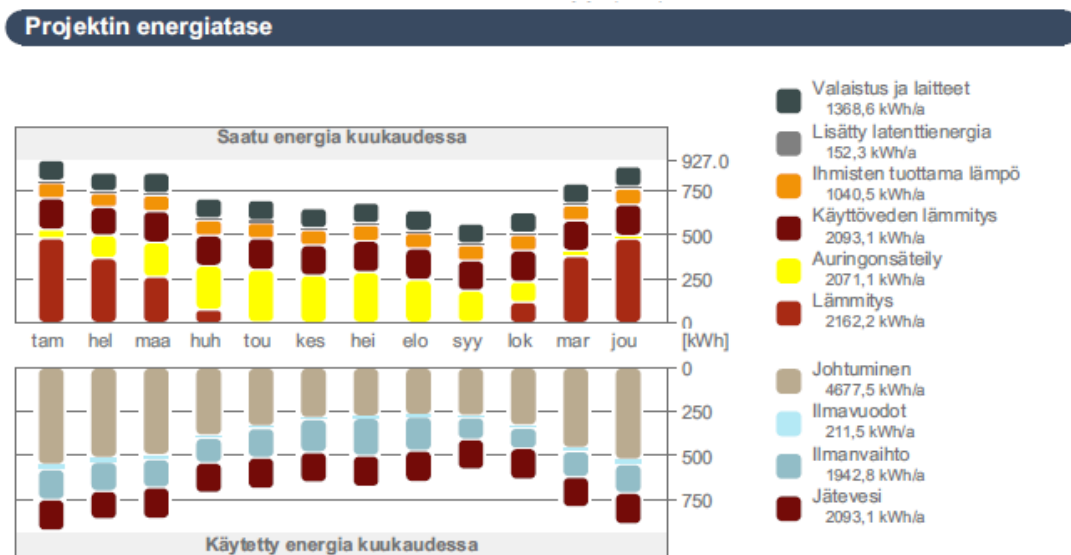
Energiankulutus lähteittäin

Lähteen tyyppi	Lähteen nimi	Energia			CO ₂ -päästö kg/v
		Määrä kWh/v	Primääri kWh/v	Kustannus €/v	
Sekundääri	Sähkö	1462	2485	-	315
	Kaukolämpö	4301	4301	-	53
Yhteensä:		5763	6786	Ei käytettävissä	369

KUVA 15. Projektin energiankulutus: kaukolämpö ja LTO

5.2.2 Maalämpöpumppu ja LTO

Laskentaesimerkissä on käytetty Nilan Compact MLP 3:n lähtöarvoja eli hyötysuhdekerroin COP on 7,1 ja lämmitysteho 3,5 kW. Nilan Compact MLP:ssa on yhdistetty lämmitys-, ilmanvaihto- ja lämminvesiratkaisut. Kuvasta 16 nähdään energiankäyttö kohteittain, ja että kohde ei tarvitse touko - syyskuussa lainkaan lämmitystä. Kohteen primäärienergiantarve, 91,20 kWh/m²a (kuva 17), on raja-arvoa, 130 kWh/m²a, pienempi. Kulutettu primäärienergian määrä on 5480 kWh vuodessa (kuva 18), mikä on huomattavasti vähemmän kuin kaukolämpö ja LTO vaihtoehdossa saatu 6 786 kWh/a (kuva 15).



KUVA 16. Projektin energiankäyttö kohteittain: MLP ja LTO

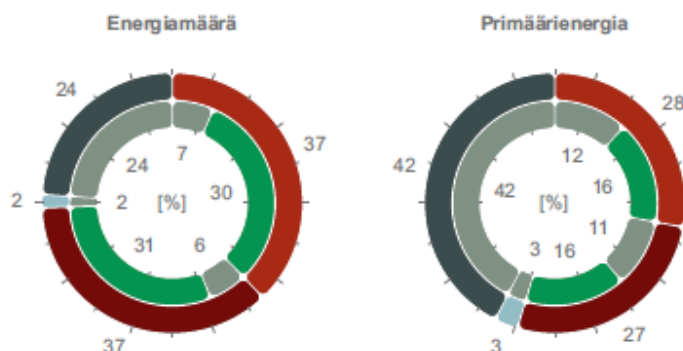
Tarkat vuosittaiset arvot

Lämmitysenergia (netto):	35,98	kWh/m ² v
Jäähdytysenergia (netto):	0,00	kWh/m ² v
Energia yhteensä:	35,98	kWh/m ² v
Energiankulutus:	95,15	kWh/m ² v
Polttoaineen kulutus:	36,36	kWh/m ² v
Primäärienergia:	91,20	kWh/m ² v
Polttoainekustannus:	--	€/m ² v
CO ₂ -päästö:	7,85	kg/m ² v

KUVA 17. Projektin energiankäyttö: maalämpöpumppu ja LTO

Energiankulutus kohteittain

Kohteen nimi	Energia			CO ₂ Päästö kg/v
	Määrä kWh/v	Primääri kWh/v	Kustannus €/v	
Lämmitys	2162	1531	0	81
Jäähdytys	0	0	0	0
Lämmin käyttövesi	2093	1462	0	74
Ilmanvaihto	93	159	0	20
Valaistus ja laitteet	1368	2326	0	295
Yhteensä:	5717	5480	-	471



Energiankulutus lähteittäin

Lähteen tyyppi	Lähteen nimi	Energia			CO ₂ -päästö kg/v
		Määrä kWh/v	Primääri kWh/v	Kustannus €/v	
Uusiutuva	Geoterminen	3532	1766	-	0
Sekundääri	Sähkö	2184	3713	--	471
Yhteensä:		5717	5480	Ei käytettävissä	471

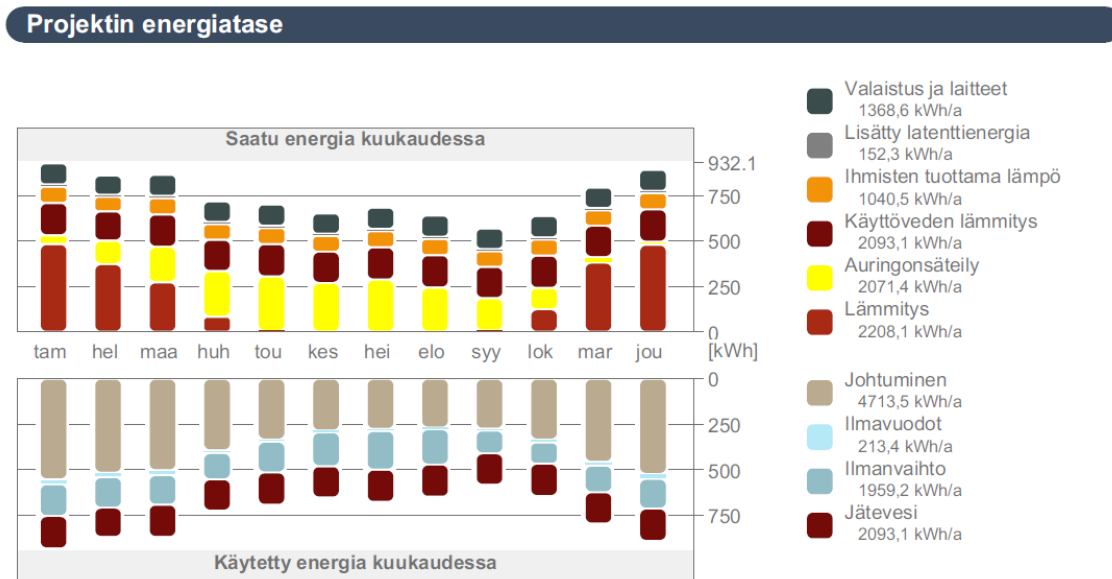
KUVA 18. Projektin energiankulutus: maalämpö ja LTO

5.2.3 Suorasähkölämmitys ja LTO

Sähkölämmityksen suosion odotetaan taas nousevan passiivi- ja matalaenergiatalojen yleistyessä (Motiva 2015). Sähkölämmityksellä voidaan lämmittää sekä käyttövesi että koko rakennus. Sähkölämmityksen jakotapoja ovat sähköpatterit, katto- ja lattialämmitys. Sähkölämmitystä ohjataan huonekohtaisesti termostaateilla.

Rakennuksen energiakäyttö kohteittain on esitelty kuvassa 19. Lämmitysenergian tarve on 36,75 kWh/m²a (kuva 20). Kuvasta 21 puuttuvat lämmityksen primäärienergiakulutukset saadaan kertomalla kulutetut määrät 1,7, joka on sähkön energiakerroin. Lämmityksen primäärienergiakulutus on 3 754 kWh/a ja lämpimän käyttöveden

3 558 kWh/a. Yhteensä primäärienergiaa kuluu 9 797 kWh/a eli 163,04 kWh/m²a, joka ylittää passiivitaloille sallitun 130 kWh/m²a.



KUVA 19. Projektin energiankäyttö kohteittain: Sähkö ja LTO

Tarkat vuosittaiset arvot

Lämmitysenergia (netto):	36,75	kWh/m ² v
Jäähdytysenergia (netto):	0,00	kWh/m ² v
Energia yhteensä:	36,75	kWh/m ² v

KUVA 20. Projektin energiankäyttö: Sähkö ja LTO

Energiankulutus kohteittain

Kohteen nimi	Energia			CO ₂ Päästö kg/v
	Määrä kWh/v	Primääri kWh/v	Kustannus €/v	
Lämmitys	2208	0	0	0
Jäähdytys	0	0	0	0
Lämmin käyttövesi	2093	0	0	0
Ilmanvaihto	93	159	0	20
Valaistus ja laitteet	1368	2326	0	295
Yhteensä:	5763	2485	-	315

Energiankulutus lähteittäin

Lähteen tyyppi	Lähteen nimi	Energia			CO ₂ -päästö kg/v
		Määrä kWh/v	Primääri kWh/v	Kustannus €/v	
Sekundääri	Sähkö	1462	2485	--	315
	Ei määritetty	4301	--	--	--
Yhteensä:		5763	2485	Ei käytettävissä	315

KUVA 21. Projektin energiankulutus: Sähkö ja LTO

5.3 Passiivitason saavuttaminen

Rakennus on laskelmissa suunnattu auringonsäteilyn hyödyntämisen kannalta optimaalisimpaan suuntaan, rakenteet ovat passiivirakenteita alapohjaa lukuun ottamatta, ovilla ja ikkunoilla on matalat U-arvot ja talon ilmanvuotoluku q_{50} on $0,6 \text{ m}^3/(\text{h m}^2) \approx 0,56 \text{ 1/h}$. Taulukossa 7 on esitetty saavutetut lämpöenergiatarpeet eri lämmityslaitteistoilla. Passiivitalo määritelmän mukaan lämmitysenergiatarpeen tulisi olla alle $20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, mutta näillä rakennuksen ominaisuuksilla sitä ei saavuteta. Kappaleissa 5.2.1 – 5.2.3 esitetyt laskentatulokset täyttävät silti matalaenergiatalon määritelmän, koska niiden lämmitysenergiatarve on alle $60 \text{ kWh/brm}^2\text{a}$.

TAULUKKO 7. Lämmitysenergiatarve

Lämmitystapa	Kaukolämpö +LTO	Maalämpö +LTO	Sähkö +LTO	Paranneltu kaukolämpö + LTO
Eco Designerista saatu lämmitysenergiatarve ($\text{kWh/m}^2\text{a}$)	36,75	35,98	36,75	26,91
Lämmitysenergiatarve bruttoalaa kohden ($\text{kWh/m}^2\text{a}$)	27,20	26,63	27,20	19,91

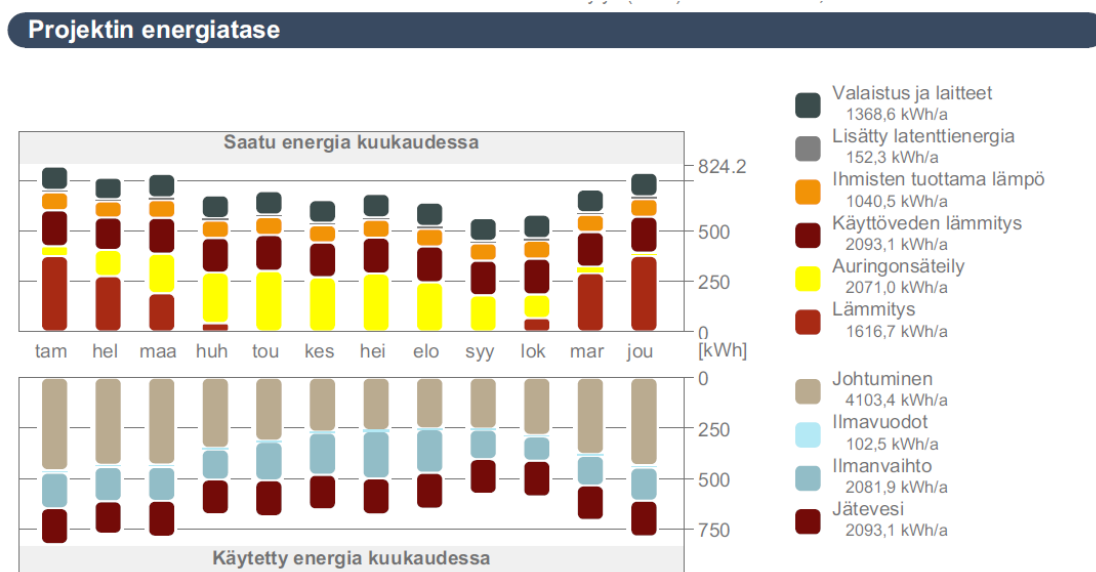
Seuraavat rakenteelliset parannukset on tehtävä, jotta energiatarve olisi $<20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$:

- yläpohjarakenteen U-arvon tulee olla $<0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ (liite 3).
- alapohjarakenteen U-arvon tulee olla $<0,147 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- ulkoseinärakenteen U-arvon tulee olla $0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$ (liite 6).
- ikkunoiden U-arvojen tulee olla $<0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$ (liite 7).
- ovien U-arvojen tulee olla $<0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Edux).
- ilmanvuotoluvun q_{50} tulee olla $<0,3 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$.
- kylmäsiltojen standardiarvot (taulukko 5) on puolitettava.

Taulukon 7 sarakkeesta ”Paranneltu kaukolämpö + LTO” nähdään saavutettu taso.

Käytettäessä yläpohjarakenteessa mineraalivillaa U-arvon $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ saavuttaminen vaatii lämmöneristeiden kerrospaksuudeksi yhteensä 700 mm . Kävyssä se johtaisi huonekorkeuden pienentymiseen ja siitä johtuen ilmatilavuuden pienentymiseen. Alapohjan EPS-eristeet tulisi korvata SPU-eristeellä, jonka lämmönjohtavuus on $0,027$

W/mK, jotta saavutetaan U-arvo 0,147 W/m²K (Nieminen, 2011). Ikkunoiden ja ovien kohdalla U-arvon madaltaminen entisestään johtaa sopivien valmistajien määrään vähenemiseen ja suurempiin hankintakustannuksiin. Ilmanvuotoluvun alentaminen vaatii ammattitaitoista rakentamista, tarkkaan tehtyjä läpivientejä ja erityistä huomiota aukkojen tiivistämisessä, jotta saavutetaan alhainen ilmanvuotoluku. Kuvissa 22 - 24 on esitetty parannellun kaukolämmityksen ja lämmön talteenoton hyödyntävän Kävyn energiatase ja energiankulutus.



KUVA 22. Projektin energiankäyttö kohteittain: Paranneltu kaukolämpö ja LTO

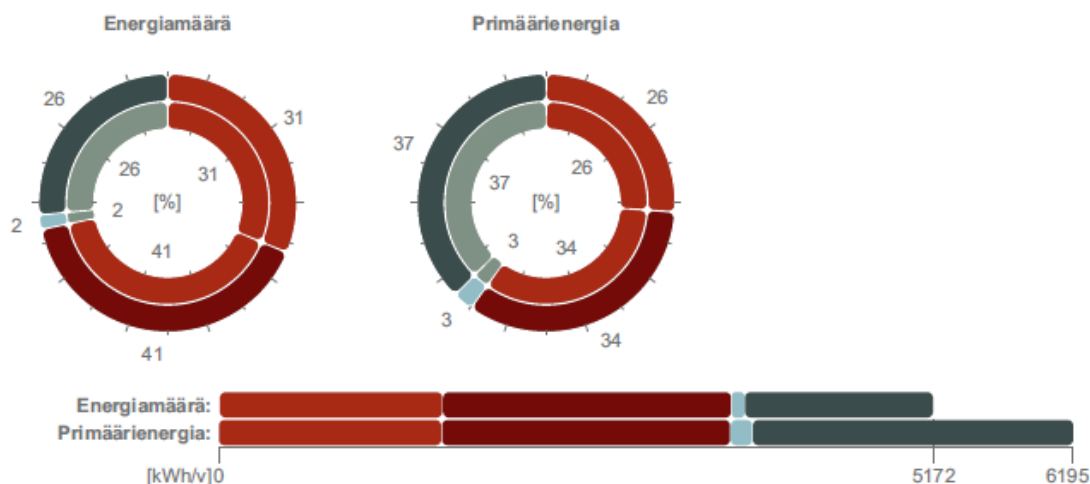
Tarkat vuosittaiset arvot

Lämmitysenergia (netto):	26,91	kWh/m ² v
Jäähdytysenergia (netto):	0,00	kWh/m ² v
Energia yhteensä:	26,91	kWh/m ² v
Energiankulutus:	86,07	kWh/m ² v
Polttoaineen kulutus:	86,07	kWh/m ² v
Primäärienergia:	103,11	kWh/m ² v
Polttoainekustannus:	--	€/m ² v
CO ₂ -päästö:	6,03	kg/m ² v

KUVA 23. Projektin energiankäyttö: Paranneltu kaukolämpö ja LTO

Energiankulutus kohteittain

Kohteen nimi	Energia			CO ₂ Päästö kg/v
	Määrä kWh/v	Primääri kWh/v	Kustannus €/v	
Lämmitys	1616	1616	0	20
Jäähdytys	0	0	0	0
Lämmin käyttövesi	2093	2093	0	26
Ilmanvaihto	93	159	0	20
Valaistus ja laitteet	1368	2326	0	295
Yhteensä:	5172	6195	-	362



Energiankulutus lähteittäin

Lähteen tyyppi	Lähteen nimi	Energia			CO ₂ -päästö kg/v
		Määrä kWh/v	Primääri kWh/v	Kustannus €/v	
Sekundääri	Sähkö	1462	2485	-	315
	Kaukolämpö	3709	3709	-	46
Yhteensä:		5172	6195	Ei käytettävissä	362

KUVA 24. Projektin energiankulutus: Paranneltu kaukolämpö ja LTO

5.4 E-luvut

E-luku eli rakennuksen kokonaisenergiankulutus määritetään laskemalla yhteen laskennallisen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot lämmitettyä nettoalaa kohden. Taulukkoon 8 on eritelty saavutetut E-luvut ja ostoenergian määrä sekä lämmitysenergian nettotarpeet.

Suorasähkölämmitys ei täytä E-lukuvaatimusta. Muut paitsi sähkölämmitys täyttävät kokonaisprimäärienergiatarpeen vaatimuksen. Paranneltu kaukolämmitys ja maalämpö täyttävät passiivitalomääritelmän. Paranneltu sähkölämmitys ei täytä kokonaisprimääri-

rienergiatarpeen vaatimusta, mutta lisäämällä varaava takka, saavutetaan vaatimuksen mukainen taso. Energiatodistukset ovat liitteissä 8 - 14.

TAULUKKO 8. E-luku arvoja

	E-luku	Energialuokka	Ostoenergia kWh/(m ² a)	Lämmitysenergian nettotarve [kWh/ a]	Lämm.en. nettotarve bruttoalaa kohden [kWh/(m ² a)]	Kokonaisenergiatarve bruttoalaa kohden [kWh/(m ² a)]
Kaukolämpö + Nilan Comfort CT150	128	B	34	2630	32,51	97,97
Maalämpöpumppu Nilan MLP 3 Compact	90	A	53	2546	31,47	69,22
Suorasähkö + Nilan Comfort CT150	227	D	133	2512	31,05	174,56
Paranneltu kaukolämpö + Nilan Comfort CT150	113	B	34	1610	19,90	86,23
Paranneltu maalämpöpumppu Nilan MLP 3 Compact	85	A	49	1481	18,31	64,75
Paranneltu suorasähkö + Nilan Comfort CT150	189	C	111	1500	18,54	145,40
Paranneltu suorasähkö + Nilan Comfort CT150 + takka	165	C	135	1500	18,54	126,61

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Talotehtaalla rakentaminen suoritetaan sisätiloissa, jolloin kosteudenhallinta rakennusaikana on helpompaa kuin työmaaoloissa. Rakentamisesta ja ilmanvaihtokoneiden säädöistä huolehtivat ammattilaiset, millä minimoidaan toteutuksen virheet ja sisäilmaongelmat. Tarvittaessa asiakkaille annetaan käytönopastusta ja vähintään huoltokirja, jolloin rakennuksen käyttäjällä pitäisi olla valmiudet myös oikeanlaiseen kunnossapitoon. Tiiviysmittaus olisi hyvä suorittaa ennen pintarakenteita ja sisäpuolisten eristeiden asennusta, jotta mahdolliset vuotokohdat voidaan tiivistää helposti ja edullisesti. Lopullinen ilmanvuotoluku mitataan valmiista rakennuksesta.

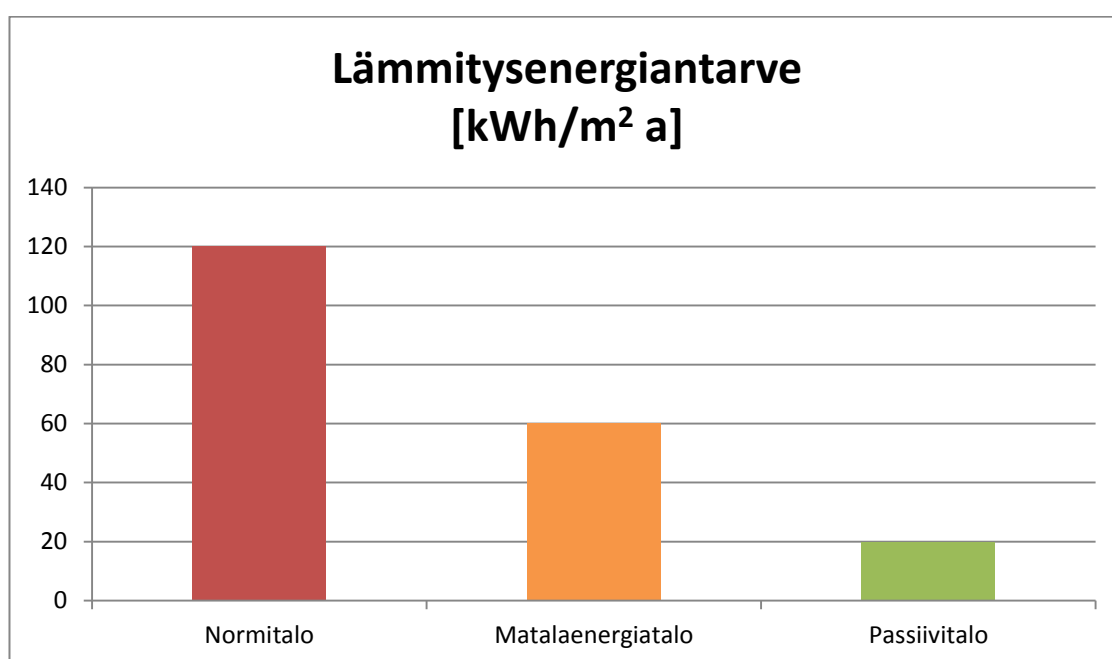
Pienen lämmitysenergiantarpeen saavuttamiseksi on rakennukseen valittava tehokas lämmön talteenotto sekä energiatehokkaat ja tiiviit rakenteet. Passiivitalon lämmitysenergiantarpeen ollessa pieni lähes kaikki lämmitysmuodot ovat mahdollisia, ja työssä esitetyt lämmitysmuodot toimivat vain esimerkkeinä. Lämmitysenergiantarpeelle asetetun vaatimuksen, $<20 \text{ kWh/brm}^2\text{a}$, saavuttaminen on haastavaa näin pienelle rakennukselle, jossa rakennusvaipan alan suhde bruttoalaan on suurempi kuin isommissa rakennuksissa. Kokonaisenergiavaatimuksen saavuttaminen ei tuottanut muissa tutkituissa lämmitysmuodoissa haasteita kuin sähkölämmityksen yhteydessä johtuen sähkön suuresta energiakertoimesta.

Ikkunoiden suuntaamisella oikeaan ilmansuuntaan on suuri merkitys saadun auringonsäteilyn määrään. Laskennasta saatiin vaihteluväliksi 2 071 - 665 kWh/a riippuen ikkunoiden suuntauksesta. Passiivitaloissa kesäaikainen yllämpeneminen saattaa olla haasteena, minkä takia jäähdytysmahdollisuus olisi mukavan sisäilmaston ylläpitämiseksi tarpeen. Esimerkiksi laskennassa käytetyssä Nilanin maalämpöpumpussa on myös tuloilman viilennysmahdollisuus.

Passiivitaso saavuttaminen Kävyllä vaatii paksut seinärakenteet, jotka pienentävät huoneistoalaa lähes kymmenellä neliometrillä, mikä on paljon tämän kokoiselle rakennukselle. Energiategokkuuteen panostaminen aiheuttaa kustannusten nousua niin materiaali-, suunnittelu- kuin rakentamiskustannuksiin, mutta luo säästöjä pienentyneiden lämmityskustannusten kautta. Kaikki työssä esitetyt energiamäärät ja -tarpeet

ovat laskennallisia, joten todellinen energiankulutus ei välttämättä vastaa aivan laskennallisia johtuen esimerkiksi erilaisista sääolosuhteista ja käyttötottumuksista.

Käpy on mahdollista toteuttaa passiivitalona, mutta se vaatii rakenteilta erityisen hyvää lämmöneristävyttä ja tiiveyttä sekä rakentajilta taitoa ja tarkkuutta. Liitokset on suunniteltava ja toteutettava erityisellä tarkkuudella, jotta vältetään kylmäsilloilta ja ilmavuodoilta. Matalaenergiataso on huomattavasti helpompi saavuttaa ja materiaalikustannukset pienemmät kuin passiivitalolla. Lämmitysenergiaa kuluu enemmän matalaenergiatalossa kuin passiivitalossa, mutta normitalon lämmitysenergiantarpeeseen verrattuna ero on vähintään 50 %:a (kuvio 1).



KUVIO 1. Erilaisten rakennusten lämmitysenergiantarpeet Etelä-Suomessa (Motiva, 2015)

LÄHTEET

Aho, H. & Korpi, M. (toim.) 2009. Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutus asuinrakennuksissa. Tutkimusraportti 141. Tampereen teknillinen yliopisto.

D5 (2012) Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta, ohjeet. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö. <http://www.ym.fi>

Edux. 2016. Ulko-ovet. <http://www.edux.fi/tuotteet/ulko-ovet.html>

Ii-ikkunat. 2015. Hamina T. <http://www.ii-ikkunatjaovet.com/ikkunat/hamina-t/>

Isover. 2015. Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. <http://www.isover.fi/>

Kaskipuu. 2015. Kaski-ovet. <http://www.kaskipuu.fi/fi/ovet-etusivu/>

Kurnitski, J. 2012. Energiamääräykset 2012. Opas uudisrakennusten energiamääräysten soveltamiseen. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy.

Käpy. 2016. Teijo-Talot Oy. <http://www.teijotalot.fi/talomallisto/kapy/>

Motiva. 2015. Lämmitysjärjestelmän valinta. Päivitetty 8.5.2015. http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta

Nieminen, M. 2011. Pientalon energiatehokkuus. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Saimaan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Rakentamista koskevat asetukset uudistuvat vuoteen 2018 mennessä. 2015. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö. Julkaistu 1.10.2014. Päivitetty 8.10.2015. <http://www.ym.fi>

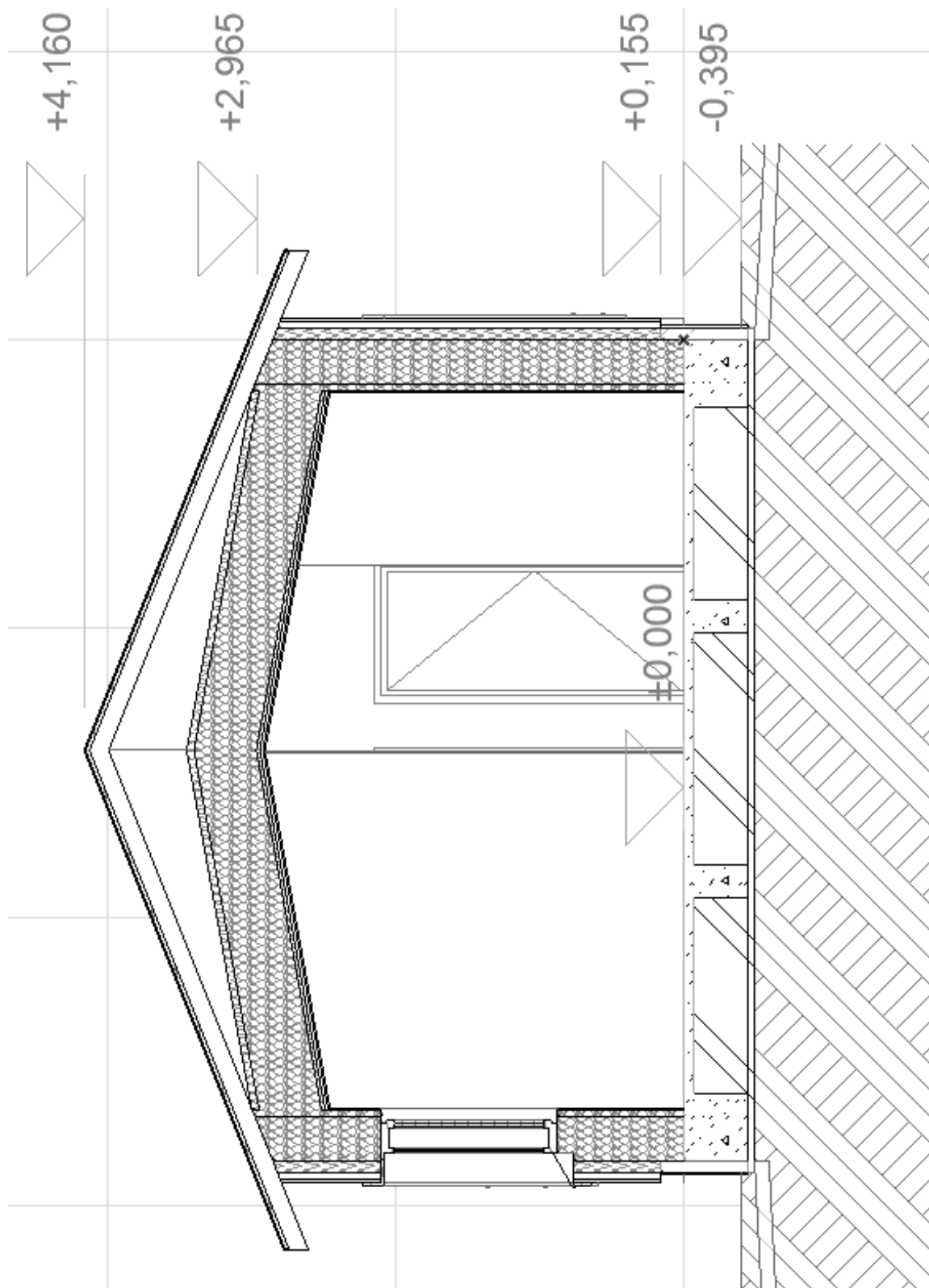
Skaala. 2016. Ikkunat. <http://www.skaala.com/ikkunat.html>

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2015. Energiatehokas asuinrakennus – kohti lähes nollaenergiarakentamista. RIL 249-2015. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Törmänen, E. 2016. Rakennusten energiavaatimukset kiristyvät. Tekniikka ja talous 18.3.2016, 6.

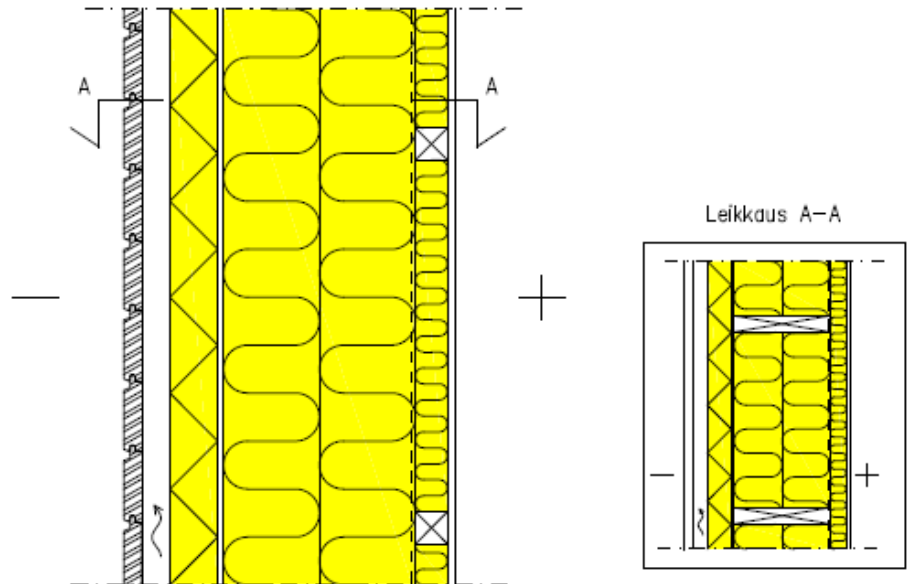
LIITTEET

Liite 1. Leikkauspiirros



Liite 2. Ulkoseinärakenne (Isover, 2015)

Rakennuskohde	Sisältö Lämpimän tilan ulkoseinä, puurunko ja koolaus	
Suunnittelija	Työ nro	PAUS 1102A
	Päiväys	



RAKENNE ULKOA SISÄLLE:

Ulkoverhous

44 mm	Tuuletusrako ja ristiinkoolaus 22x100 k600
75 mm	Tuulensuoja ja lämmöneriste ISOVER RKL-31 Facade, saumat teipataan
13 / 9 mm	Kipsilevy GYPROC Glasroc GHU 13 Hydro tai GTS 9
300 mm	Lämmöneriste ISOVER KL-33 ja kantava runko 50x300 k600
	Höyrynsulku ISOVER VARIO
50 mm	Lämmöneriste ISOVER KL-33 ja koolaus 50x50 k600
13 mm	Kipsilevy GYPROC GN 13 tai GEK 13
	Pintakäsittely huoneselosteen mukaan

Paloluokka: REI 60 (palo ulkoapäin)

Lämmönläpäisykerroin (laskennassa käytetty lämmönjohtavuus λ_d)U-arvo 0,086 W/m²K

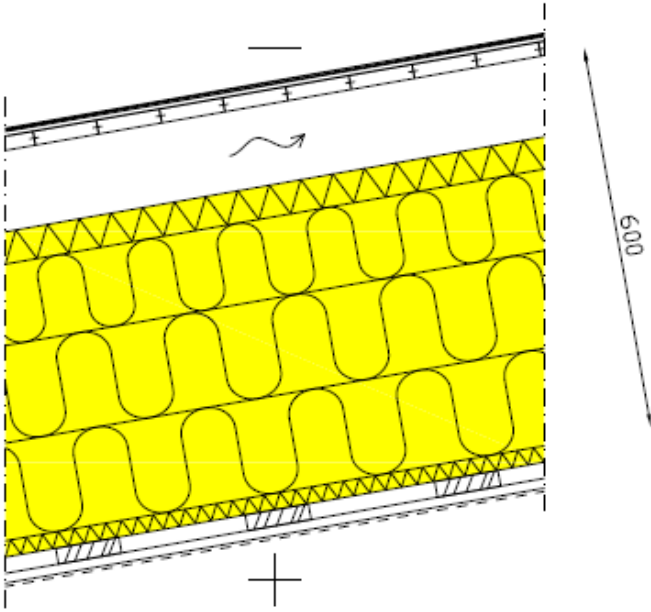
Lämmönläpäisykerroin:

VERSIO	ERISTEKERROS	U-ARVO
A	ISOVER KL-33 300mm + KL-33 50mm + RKL-31 Facade 75mm	U=0,086
B	ISOVER KL-33 200mm + KL-33 50mm + RKL-31 Facade 100mm	U=0,100
C	ISOVER KL-33 200mm + KL-33 50mm + RKL-31 Facade 50mm	U=0,121

U-arvon korjaustermi $\Delta U = 0,000$ W/m²K.Eristeiden sisältämä palokuorma < 21 MJ/m².

Liite 3. Yläpohjarakenne (Isover, 2015)

Rakennuskohde	Sisältö Lämpimän tilan vino puurakenteinen yläpohja	
Suunnittelija	Työ nro	PAYP 2101A
	Päiväys	



RAKENNE YLHÄÄLTÄ ALAS:

≥ 100 mm	Ruoteet ja vesikate aluskatteineen rakennesuunnitelmien mukaan
50 mm	Tuuletettu ilmatila
425 mm	Tuulensuoja ja lämmöneriste ISOVER RKL-31, asennetaan kattokannattajien väliin
	Levyvilla ISOVER KL-33
	Kattokannattajat rakennesuunnitelmien mukaan, tässä k900
25 mm	Jäykkä alumiinipintainen mineraalivillalevy ISOVER REK-31, saumat teipataan
22 mm	Harvalauditus 22x100 k300
13 mm	Kipsilevy Gyproc GN 13
	Pintakäsittely huoneselosteen mukaan

Paloluokka: REI30 luokkaan 2xGN 13 tai GF 15 Gyprocin ohjeiden mukaisesti
Lämmönläpäisykerroin (laskennassa käytetty lämmönjohtavuus λ_d)
U-arvo 0,07 W/m²K

Lämmönläpäisykerroin:

VERSIO	ERISTEKERROS	U-ARVO
A	ISOVER REK-31 25mm + KL-33 425mm + RKL-31 50mm	U=0,07
B	ISOVER REK-31 25mm + KL-33 500mm + RKL-31 50mm	U=0,06
C	ISOVER REK-31 25mm + KL-33 625mm + RKL-31 50mm	U=0,05

U-arvon korjaustermi $\Delta U = 0,000$ W/m²K.

Liite 4. Ikkunaesite (Ii-ikkunat, 2015)

HAMINA T

MSET AL2+2

TUOTETIEDOT

Sisään avautuva kaksipuitteinen, nelilasinen ja lämpökatkolla varustettu puualumiini-ikkuna

KARMISYVYYDET

170mm ja 210mm

PINTAKÄSITTELY

Puuosat RT 29-10870 mukaisesti. Peittomaalaus vesiohenteisellä ikkuna maalilla. Kuultokäsittely vesiohenteisellä kuultokäsittelyaineella ja lakalla. Alumiiniosat SFS 5795 standardin mukaisesti

PUUNLAATU

Puuosat mäntyä, laatu V RT41-10431 mukaisesti. Kamit sormijatkettu ja näkyvät pinnat oksattomat. Peittomaalatut sisäpuitteet sormijatkettua 4-sivun oksatonta mäntyä. Kuultovärjätysä tuotteissa sisäpuitteen raaka-aineena käytetään tasalaatuista ja oksatonta ns. Kuultopuuta. Kuultopuu on nyky-aikaisella jalostustekniikalla valmistettu aihio, jossa sormijatkettun massivirakenteen päälle on liimattu 8mm:n lamellipinoite.

LASIT

Ulkopuitteessa ensimmäisenluokan 4mm:n float lasi. Sisäpuitteessa SFS-hyväksytty 2K 4s/4 eristyslasi, jossa täytekaasuna argon. Lasit ja eristyslasin välilliset muuttuvat ikkunan ominaisuuksien muuttuessa. Eristyslasit RT38-10941 ja lasien vahvuus RT38-10316 mukaisesti. Kaikkien lasien paksuus vähintään 4mm. Ulommaisena lasina HUURTEENESTOLASI vakiona

TIIVISTEET

Sisäpuite tiivistetty kahdella TPE-erikoistiivisteellä, Ulkopuite tiivistetty yhdellä TPE-erikoistiivisteellä tiivisteellä

HELOITUS

Saranat M8x40/30 Fe/Zn tai JVA. Lukot, pitkäsarvat ja vastakappaleet Fe/Zn. Pintahelat Cr tai JVA

LISÄVARUSTE

(erikseen tilattava)

- IR25 = Irtoristikko, ulkopuitteen sisäpinnassa
- Turvalasi, auringonsuojalasi, kuviolasit
- Tuuletusikkuna- ja hätäpoistumistieheloitus
- Integroidut sälekahtimet
- Hyönteispuite
- Korvausilmaventtiili
- Pintakäsittelyn erikoissävyt

ENERGIATEHOKKUUS

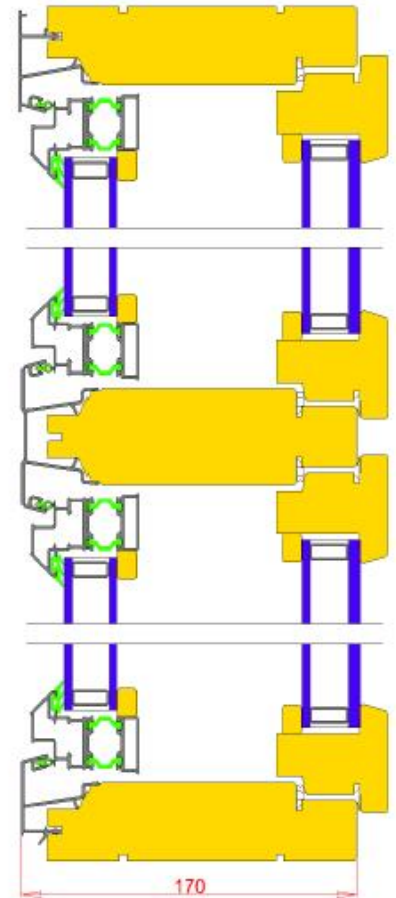
Lasitusvaihtoehtoista riippuen:

U-arvo 0,76 -0,64

G-arvo 0,37 -0,35

E-luku 53 - 42

Energialuokka A++



**Ii-ikkunat
ja Ovet**
Kirkkaasti palvelevin

Iin Puunjalostus Oy
Leipojantie 4, 91100 Ii

puh. (08) 817 4911
fax (08) 817 4912

www.ii-ikkunatjaovet.com

Liite 5. Ovien suoritusasoilmoitus (Kaskipuu 2015)

kaski

Suoritusasoilmoitus

Nro: B040a					
1.	Tuotetyypin yksilöllinen tunnistus		86 mm lasiaukollinen hdf-ovi, yksilehtinen		
2.	Tyyppi-, erä- tai sarjanumero		B040a		
3.	Valmistajan ennakointi tuotteen aiottu käyttötarkoitus		Asuin-, liike- ja julkisten tilojen sisäänkäyntiovi		
4.	Valmistajan nimi ja yhteystiedot		Kaskipuu Oy, Ovitie 1, 91300 YLIKIIMINKI		
5.	Valtuutetun edustajan nimi ja yhteystiedot		N/A		
6.	Suoritusason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä(t)		Järjestelmä Nro: 3		
7.	Kun on kyse yhdenmukaistetun standardin piiriin kuuluvan rakennustuotteen suoritusasoilmoituksesta		EN 14351-1 + A1 (2010-04-20)		
	Suoritti (ilmoitetun laitoksen nimi ja numero)		SP Sveriges tekniska forskningsinstitut AB, NB 0402		
	Järjestelmä jonka mukaan tehty (AVCP-luokka)		Järjestelmä Nro: 3		
	Serifikaatti (tarvittaessa)		N/A		
	Testi / laskentaportti		3P04491-5		
8.	Kun kyse suoritusasoilmoituksesta, joka koskee rakennustuotetta, josta on annettu eurooppalainen tekninen arviointi		N/A		
9.	Ilmoitetut suoritusasot				
	Perusominaisuudet			Suoritusaso	Yhdenmukaistetut tekniset eritelmät
	Nro	Kohta	Ominaisuus	Luokka, taso tai ilmoitettu arvo	(Viitestandardi)
	1.	4.2	Tuulenpaineen kestävyys P1 (Pa)	npd	EN 14351-1 + A1 (2010-4-20)
	3.	4.5	Sateenpitävyys, ei suojattu (Pa)	npd	
	5.	4.6	Vaaralliset aineet	npd	
	7.	4.8	Turvalaitteiden kestävyys	npd	
	10.	4.11	Äänitekniset ominaisuudet R_w ($C;C_w$)	npd	
	11.	4.12	Lämmönläpäisykerroin (UD-arvo) ($W/m^2 \cdot K$)	0,7	
	14.	4.14	Ilmanpitävyys (Pa)	npd	
Vaatimukset, jotka tuote täyttää, kun teknistä erityisasiakirjaa on käytetty			N/A		
10.	Edellä 1. ja 2. kohdassa yksilöidyn tuotteen suoritusasot ovat 9. kohdassa ilmoitettujen suoritusasojen mukaiset. Tämä suoritusasoilmoitus on annettu 4. kohdassa ilmoitetun valmistajan yksinomaisella vastuulla:				

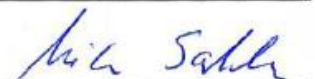
Valmistajan puolesta allekirjoittanut:

Mika Salmela, kehityspäällikkö

(nimi ja tehtävä)

Ylikiimingissä 2013-06-26

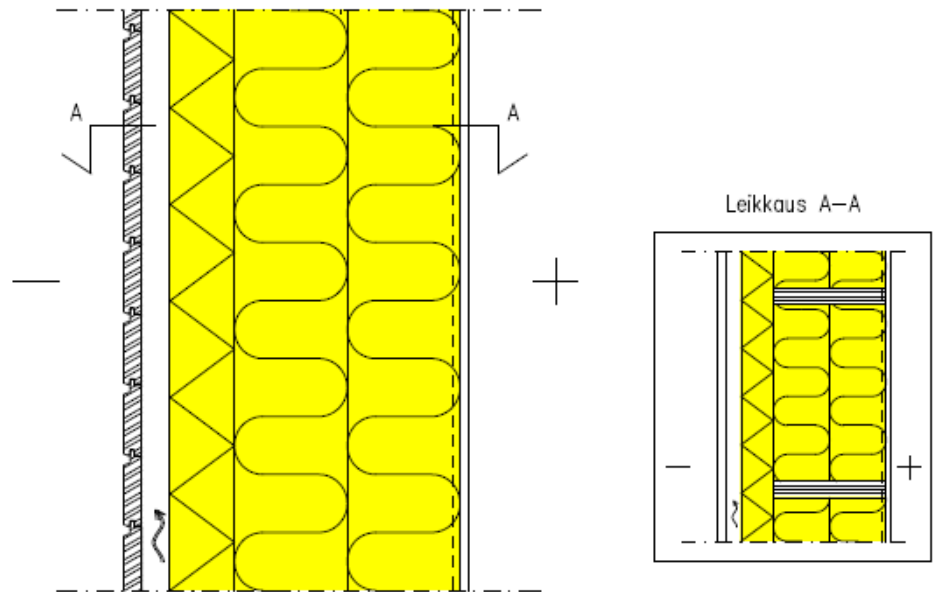
(paikka ja päivämäärä)



(allekirjoitus)

Liite 6. Ulkoseinärakenne (Isover, 2015)

Rakennuskohde	Sisältö Lämpimän tilan ulkoseinä, puurunko, lautaverhous	
Suunnittelija	Työ nro	PAUS 1101A
	Päiväys	



RAKENNE ULKOA SISÄLLE:

Ulkoverhous

- 44 mm Tuuletusrako ja ristiinkoolaus 22x100 k600
 100 mm Tuulensuoja ja lämmöneriste ISOVER RKL-31 Facade, saumat teipataan
 350 mm Lämmöneriste ISOVER KL-33 ja kantava runko 50x350 k600
 Höyrnsulku ISOVER VARIO
 13 mm Kipsilevy GYPROC GN 13 tai GEK 13
 Pintakäsittely huoneselosteen mukaan

Paloluokka: REI 60 (palo ulkoapäin)

Lämmönläpäisykerroin (laskennassa käytetty lämmönjohtavuus λ_d)U-arvo 0,081 W/m²K

Lämmönläpäisykerroin:

VERSIO	ERISTEKERROS	U-ARVO
A	ISOVER KL-33 350mm + RKL-31 Facade 100mm	U=0,081
B	ISOVER KL-33 300mm + RKL-31 Facade 75mm	U=0,097
C	ISOVER KL-33 250mm + RKL-31 Facade 50mm	U=0,122

U-arvon korjaustermi $\Delta U = 0,000$ W/m²K.

Liite 7. Ikkuna (Skaala-ikkunat, 2016)

**Alfa 30**

Energialuokitus: A++

E-arvo: 29-39 kWh/m²/aU-arvo: 0,58 W/m²K

Ääneneristävyys: 32-43 dB

Karmisyvydet: 131, 175, 210









Liite 8. Energiatodistus: Kaukolämpö

1(4)

ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Käpy**Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi:Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
	
	
	
	
	
	
	

Uudisrakennusten
määritys vuodelta 2012

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

128

kWh_E/m²vuosiTodistuksen laatija:
H.S.

Yritys:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

20.3.2016

Viimeinen voimassaolopäivä:

01.01.2021

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIA TEHOKKUUDESTA				
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus				
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	/			
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Nilan Comfort CT150 (A+) (15-50 L/s)			
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	2099	34	1.70	57.3
Kaukolämpö	6225	100	0.70	70.0
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuuttajalaitesähkö	1418	22.8		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				128
Rakennuksen energiatehokkuusluokka				
Käytetty E-luvun luokittelustaiteikko	Erilliset pientalot			
Luokkien rajat asteikolla	A: ...94		B: 95 ... 164	C: 165 ... 204
	D: 205 ... 284		E: 285 ... 414	F: 415 ... 484
	G: 485 ...			
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	B			
<p>E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäyttöä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitoilämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.</p>				
ENERGIA TEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET				
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi				
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia				
<p>Suosituksia on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".</p>				

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	Lämmitetty nettoala		62.255	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	0.6	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	68.03	0.09	5.85	14.21
Yläpohja	62.26	0.07	4.36	10.58
Alapohja	62.26	0.16	9.96	24.19
Ikkunat	16.92	0.64	10.83	26.30
Ulko-ovet	3.93	0.70	2.75	6.68
Kylmäsiilit	-	-	7.43	18.04
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora-arvo	
Pohjoinen	-	-	-	
Itä	-	-	-	
Etelä	-	-	-	
Länsi	-	-	-	
Koillinen	9.68	0.64	0.41	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	7.24	0.64	0.41	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Nilan Comfort CT150 (A+) (15-50 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätyminenesto
Pääilmanvaihtokoneet	0.025 / 0.025	0.95	91.1	C
Erillispoistot	-	-	-	1.00
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.025 / 0.025	0.95	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		77.2 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	/			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ³ vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	0.94	80 %		3.10
LKV:n valmistus	0.94	85 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmässä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ³ vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ³ vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttästeillä				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi				
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	128 (< raja=204)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	2099	1.70	3569	57.3
Kaukolämpö	6225	0.70	4357	70.0
YHTEENSÄ	8324		7926	127.3
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		3.1	52.8	
Tuloilman lämmitys		4.5		
Lämpimän käyttöveden valmistus			41.2	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		3.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		33.7	94.0	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpenemisen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		2630	42	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		281	5	
Lämpimän käyttöveden valmistus		2179	35	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		2530	40.64	
Ihmiset		654	10.51	
Kuluttajalaitteet		982	15.77	
Valaistus		436	7.00	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		0	0.00	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)		

Liite 9. Energiatodistus: Maalämpö

1(4)

ENERGIATODISTUS	
Rakennuksen nimi ja osoite:	Käpy
Rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	Pientalo
Todistustunnus:	
	Energiatehokkuusluokka
A	A
B	
C	
D	Uudisrakennusten määräyso 2012
E	
F	
G	
Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)	90 kWh _E /m ² vuosi
Todistuksen laatija: H.S.	Yritys:
Allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä: 20.03.2016	Viimeinen voimassaolopäivä:

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Maalämpöpumppu Nilan MLP 3 Compact / Maalämpöpumppu Nilan MLP 3 Compact												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus													
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	3294	53	1.70	89.9									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	1418	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				90									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokittelustaiteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...94</td> <td>B: 95 ... 164</td> <td>C: 165 ... 204</td> </tr> <tr> <td>D: 205 ... 284</td> <td>E: 285 ... 414</td> <td>F: 415 ... 484</td> </tr> <tr> <td>G: 485 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...94	B: 95 ... 164	C: 165 ... 204	D: 205 ... 284	E: 285 ... 414	F: 415 ... 484	G: 485 ...		
A: ...94	B: 95 ... 164	C: 165 ... 204											
D: 205 ... 284	E: 285 ... 414	F: 415 ... 484											
G: 485 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	A												
<p>E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäyttöä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.</p>													
ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET													
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi													
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia													
<p>Suosituksien on esitettävä yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".</p>													

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	Lämmitetty nettoala		62.255	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	0.6	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA WK	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	68.03	0.09	5.85	14.21
Yläpohja	62.26	0.07	4.36	10.58
Alapohja	62.26	0.16	9.96	24.19
Ikkunat	16.92	0.64	10.83	26.30
Ulko-ovet	3.93	0.70	2.75	6.68
Kylmäsillat	-	-	7.43	18.04
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g_{kohdesuora}-arvo	
Pohjoinen	-	-	-	
Itä	-	-	-	
Etelä	-	-	-	
Länsi	-	-	-	
Koillinen	9.68	0.64	0.41	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	7.24	0.64	0.41	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:				
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätyminenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.025 / 0.025	0.95	>84.0	1.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.025 / 0.025	0.95	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		84.0 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:				
	Maalämpöpumppu Tuoton hyötysuhde	Nilan MLP 3 Compact / Maalämpöpumppu Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Nilan MLP 3 Compact Lämpökertoimen (1)	Nilan MLP 3 Compact Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m²vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys LKV:n valmistus	-	80 % 85 %	5.17 3.80	2.50 0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökertoimen lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmää voi sisällyttää lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin				
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttäoasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	- 60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	62.255			
Lämmitetty nettoala, m ²	90 (< raja=204)			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	90 (< raja=204)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	3294	1.70	5600	89.9
YHTEENSÄ	3294		5600	89.9
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Maalämpö		4499	72.27	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	51.1	
Tuloilman lämmitys		1.3		
Lämpimän käyttöveden valmistus			44.1	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		3.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		29.9	95.2	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		2546	41	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		83	1	
Lämpimän käyttöveden valmistus		2179	35	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		2530	40.64	
Ihmiset		654	10.51	
Kuluttajalaitteet		982	15.77	
Valaistus		436	7.00	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		92	1.48	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero				
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)			

Liite 10. Energiatodistus: Suorasähkö

1(4)

ENERGIATODISTUS









Rakennuksen nimi ja osoite: **Käpy**

Rakennustunnus:

Rakennuksen valmistumisvuosi:

Rakennuksen käyttötarkoituksluokka: **Pientalo**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
	
	
	
 Uudisrakennusten määrälystys 2012	
	
	
	

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

227

kWh_E/m²vuosiTodistuksen laatija:
H.S.

Yritys:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
20.03.2016

Viimeinen voimassaolopäivä:

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA				
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus				
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	/			
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Nilan Comfort CT150 (A+) (15-50 L/s)			
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	8307	133	1.70	226.8
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	1418	22.8		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				227
Rakennuksen energiatehokkuusluokka				
Käytetty E-luvun luokitteluasteikko	Erilliset pientalot			
Luokkien rajat asteikoilla	A: ... 94		B: 95 ... 164	C: 165 ... 204
	D: 205 ... 284		E: 285 ... 414	F: 415 ... 484
	G: 485 ...			
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	D			
<p>E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäyttöä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitoilmmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.</p>				

ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
<p>Suosituksien on esitettävä yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".</p>	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	Lämmitetty nettoala		62.255	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	0.6	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	68.03	0.09	5.85	14.21
Yläpohja	62.26	0.07	4.36	10.58
Alapohja	62.26	0.16	9.96	24.19
Ikkunat	16.92	0.64	10.83	26.30
Ulko-ovet	3.93	0.70	2.75	6.68
Kylmäsiilat	-	-	7.43	18.04
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g kohtisuora -arvo	
Pohjoinen	-	-	-	
Itä	-	-	-	
Etelä	-	-	-	
Länsi	-	-	-	
Koillinen	9.68	0.64	0.41	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	7.24	0.64	0.41	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Nilan Comfort CT150 (A+) (15-50 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.025 / 0.025	0.95	91.1	1.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.025 / 0.025	0.95	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	73.4 %			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	/			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	1.00	80 %		2.50
LKV:n valmistus	1.00	85 %		0.00
<small>(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle (2) lämpöpumpputermosteissa voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen</small>				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettoarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttästeillä				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi				
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	227 (> raja=204)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	8307	1.70	14122	226.8
YHTEENSÄ	8307		14122	226.8
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	50.4	
Tuloilman lämmitys		6.5		
Lämpimän käyttöveden valmistus			47.9	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		3.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		35.1	98.3	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		2512	40	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		404	6	
Lämpimän käyttöveden valmistus		2179	35	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		2530	40.64	
Ihmiset		654	10.51	
Kuluttajalaitteet		982	15.77	
Valaistus		436	7.00	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		210	3.37	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero				
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)			

Liite 11. Energiatodistus: Kaukolämpö, parannellut ominaisuudet

1(4)

ENERGIATODISTUS																	
Rakennuksen nimi ja osoite:	Käpy																
Rakennustunnus:																	
Rakennuksen valmistumisvuosi:																	
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	Pientalo																
Todistustunnus:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energiatehokkuusluokka</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>← B</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> </tr> <tr> <td>G</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Energiatehokkuusluokka	A		B	← B	C		D		E		F		G	
	Energiatehokkuusluokka																
A																	
B	← B																
C																	
D																	
E																	
F																	
G																	
<p style="text-align: center;">Uudisrakennusten määräyksiä so 2012</p>																	
Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)	113 kWh _E /m ² vuosi																
Todistuksen laatija: H.S.	Yritys:																
Allekirjoitus:																	
Todistuksen laatimispäivä: 20.3.2016	Viimeinen voimassaolopäivä: 01.01.2021																

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIAITEHOKKUUDESTA				
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostenergiankulutus				
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255			
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	/			
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Nilan Comfort CT150 (A+) (15-50 L/s)			
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)		
Sähkö	2099	34	1.70	57.3
Kaukolämpö	4867	78	0.70	54.7
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	1418	22.8		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				113
Rakennuksen energiatehokkuusluokka				
Käytetty E-luvun luokittelusteikko	Erilliset pientalot			
Luokkien rajat asteikolla	A: ...94		B: 95 ... 164	C: 165 ... 204
	D: 205 ... 284		E: 285 ... 414	F: 415 ... 484
	G: 485 ...			
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	B			
<p>E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäyttöä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten aulalämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.</p>				

ENERGIAITEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
<p>Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".</p>	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	Lämmitetty nettoala	62.255	m ²	
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	0.3	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	68.03	0.08	5.44	16.95
Yläpohja	62.26	0.05	3.11	9.70
Alapohja	62.26	0.15	9.15	28.50
Ikkunat	16.92	0.58	9.81	30.57
Uliko-ovet	3.93	0.35	1.38	4.28
Kylmäsiilit	-	-	3.21	10.00
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	g_{kohtisuora-arvo}	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	-	-	-	
Itä	-	-	-	
Etelä	-	-	-	
Länsi	-	-	-	
Koillinen	9.68	0.58	0.41	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	7.24	0.58	0.41	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Nilan Comfort CT150 (A+) (15-50 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto	Järjestelmän SFP-luku	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto
	(m ³ /s) / (m ³ /s)	kW/(m ³ /s)	-	C
Pääilmanvaihtokoneet	0.025 / 0.025	0.95	91.1	1.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.025 / 0.025	0.95	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	77.2 %			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	/	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)
		-	-	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2)
				kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys		0.94	80 %	3.10
LKV:n valmistus		0.94	85 %	0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumpputermosteissa voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä	Tuotto		
	kpl	kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus	Lämmitysenergian nettotarve		
	dm ³ /(m ² vuosi)	kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttästeillä				
	Käyttöaste	Henkilöt	Kuluttajalaitteet	Valaistus
	-	W/m ²	W/m ²	W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi				
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	113 (< raja=204)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	2099	1.70	3569	57.3
Kaukolämpö	4867	0.70	3407	54.7
YHTEENSÄ	6966		6976	112.1
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		3.1	32.3	
Tuloilman lämmitys		4.5		
Lämpimän käyttöveden valmistus			41.2	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		3.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		33.7	73.5	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpenemisen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettolarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		1610	26	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		281	5	
Lämpimän käyttöveden valmistus		2179	35	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		2530	40.64	
Ihmiset		654	10.51	
Kuluttajalaitteet		982	15.77	
Valaistus		438	7.00	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		0	0.00	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero				
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)			









Liite 12. Energiatodistus: Maalämpö, parannellut ominaisuudet

1(4)

ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Käpy**Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi:Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Pientalo**

Todistustunnus:

		Energiatehokkuusluokka
		
		
		
	Uudisrakennusten määräyksiö 2012	
		
		
		

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

85

kWh_E/m²vuosiTodistuksen laatija:
H.S.

Yritys:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
20.3.2016Viimeinen voimassaolopäivä:
01.01.2021

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIA TEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	Maalämpöpumppu Nilan MLP 3 Compact / Maalämpöpumppu Nilan MLP 3 Compact												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Nilan MLP 3 Compact												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	3081	49	1.70	84.1									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	1418	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				85									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokittelustaiteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikoilla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...94</td> <td>B: 95 ... 164</td> <td>C: 165 ... 204</td> </tr> <tr> <td>D: 205 ... 284</td> <td>E: 285 ... 414</td> <td>F: 415 ... 484</td> </tr> <tr> <td>G: 485 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...94	B: 95 ... 164	C: 165 ... 204	D: 205 ... 284	E: 285 ... 414	F: 415 ... 484	G: 485 ...		
A: ...94	B: 95 ... 164	C: 165 ... 204											
D: 205 ... 284	E: 285 ... 414	F: 415 ... 484											
G: 485 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	A												
<p>E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäyttöä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autilämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.</p>													

ENERGIA TEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
<p>Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".</p>	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	Lämmitetty nettoala		62.255	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	0.3	m ³ /(h m ²)		
	A	U	UxA	Osuus lämpöhäviöstä
	m ²	W/(m ² K)	W/K	%
Ulkoseinät	68.03	0.08	5.44	16.95
Yläpohja	62.26	0.05	3.11	9.70
Alapohja	62.26	0.15	9.15	28.50
Ikkunat	16.92	0.58	9.81	30.57
Uiko-ovet	3.93	0.35	1.38	4.28
Kylmäsiilat	-	-	3.21	10.00
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A	U	g _{kohtsuora} -arvo	
	m ²	W/(m ² K)	-	
Pohjoinen	-	-	-	
Itä	-	-	-	
Etelä	-	-	-	
Länsi	-	-	-	
Koillinen	9.68	0.58	0.41	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	7.24	0.58	0.41	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Nilan MLP 3 Compact			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätyminenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.025 / 0.025	0.95	>84.0	1.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.025 / 0.025	0.95	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	84.0 %			
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Maalämpöpumppu	Nilan MLP 3 Compact / Maalämpöpumppu	Nilan MLP 3 Compact	
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² /vuosi)
	-	-	-	-
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	5.17	2.50
LKV:n valmistus		85 %	3.80	0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmää voi sisällyttää lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulsija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² /vuosi)	Lämmitysenergian nettoarve kWh/(m ² /vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttästeilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	2.00	3.00	
Valaistus	60 % 10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi				
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	85 (< raja=204)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	3081	1.70	5238	84.1
YHTEENSÄ	3081		5238	84.1
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Maalämpö		3618	58.12	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	29.7	
Tuloilman lämmitys		1.3		
Lämpimän käyttöveden valmistus			47.9	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		3.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		29.9	77.6	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		1481	24	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		83	1	
Lämpimän käyttöveden valmistus		2179	35	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		2530	40.64	
Ihmiset		654	10.51	
Kuluttajalaitteet		982	15.77	
Valaistus		436	7.00	
Lämpimän käyttöveden kiertosta ja varastoinnin häviöstä		210	3.37	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)		

Liite 13. Energiatodistus: Suorasähkö, parannellut ominaisuudet

1(4)

ENERGIATODISTUS																	
Rakennuksen nimi ja osoite:	Käpy																
Rakennustunnus:																	
Rakennuksen valmistumisvuosi:																	
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	Pientalo																
Todistustunnus:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energiatehokkuusluokka</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>← C</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> </tr> <tr> <td>G</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Energiatehokkuusluokka	A		B		C	← C	D		E		F		G	
	Energiatehokkuusluokka																
A																	
B																	
C	← C																
D																	
E																	
F																	
G																	
<p style="text-align: center;">Uudisrakennusten määräyksiä so 2012</p>																	
Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)	189 kWh _E /m ² vuosi																
Todistuksen laatija: H.S.	Yritys:																
Allekirjoitus:																	
Todistuksen laatimispäivä: 20.3.2016	Viimeinen voimassaolopäivä: 01.01.2021																

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIA TEHOKKUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	/												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Nilan Comfort CT150 (A+) (15-50 L/s)												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia									
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	6920	111	1.70	189.0									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	1418	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				189									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokittelustaiteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...94</td> <td>B: 95 ... 164</td> <td>C: 165 ... 204</td> </tr> <tr> <td>D: 205 ... 284</td> <td>E: 285 ... 414</td> <td>F: 415 ... 484</td> </tr> <tr> <td>G: 485 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...94	B: 95 ... 164	C: 165 ... 204	D: 205 ... 284	E: 285 ... 414	F: 415 ... 484	G: 485 ...		
A: ...94	B: 95 ... 164	C: 165 ... 204											
D: 205 ... 284	E: 285 ... 414	F: 415 ... 484											
G: 485 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	C												
<p>E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäyttöä lämmitettyä nettoalaa kohti, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autilämmityspistokkeet, sulanapitoilmmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.</p>													

ENERGIA TEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
<p>Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".</p>	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	Lämmitetty nettoala		62.255	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	0.3	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	68.03	0.08	5.44	16.95
Yläpohja	62.26	0.05	3.11	9.70
Alapohja	62.26	0.15	9.15	28.50
Ikkunat	16.92	0.58	9.81	30.57
Ulko-ovet	3.93	0.35	1.38	4.28
Kylmäsiilat	-	-	3.21	10.00
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g _{kohtisuora} -arvo	
Pohjoinen	-	-	-	
Itä	-	-	-	
Etelä	-	-	-	
Länsi	-	-	-	
Koillinen	9.68	0.58	0.41	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	7.24	0.58	0.41	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Nilan Comfort CT150 (A+) (15-50 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätyminenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.025 / 0.025	0.95	91.1	1.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.025 / 0.025	0.95	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		77.2 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	/	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde	Lämpö- kerroin (1)
				Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys		1.00	80 %	2.50
LKV:n valmistus		1.00	85 %	0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmässä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräinen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija				
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	2.00	3.00	8.00
Valaistus	60 % 10 %			

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi				
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	189 (< raja=204)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	6920	1.70	11763	189.0
YHTEENSÄ	6920		11763	189.0
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	30.1	
Tuloilman lämmitys		4.5		
Lämpimän käyttöveden valmistus			47.9	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		3.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		33.1	78.0	0
<small>(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		1500	24	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		281	5	
Lämpimän käyttöveden valmistus		2179	35	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää uotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laskettu lämmintä ilmanoton kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		2530	40.64	
Ihmiset		654	10.51	
Kuluttajalaitteet		982	15.77	
Valaistus		436	7.00	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		210	3.37	
Laskentatyökalun nimi ja versio numero				
Laskentatyökalun nimi ja versio numero	www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)			

Liite 14. Energiatodistus: Suorasähkö, parannellut ominaisuudet, takka

1(4)

ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: Käpy

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi:

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: Pientalo

Todistustunnus:

	Energiatodistusluokka
A	
B	
C	Uudisrakennusten määräystaso 2012
D	
E	
F	
G	

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

165
kWh_E/m²vuosiTodistuksen laatija:
H.S.

Yritys:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
20.3.2016Viimeinen voimassaolopäivä:
01.01.2021

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIA TEHO KUUDESTA													
Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostenergiankulutus													
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255												
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	/												
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Nilan Comfort CT150 (A+) (15-50 L/s)												
Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kerbimellä painotettu energia									
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)			kWhE/(m ² vuosi)								
Sähkö	5045	81	1.70	137.8									
Puu	3333	54	0.50	26.8									
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	1418	22.8											
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				165									
Rakennuksen energiatehokkuusluokka													
Käytetty E-luvun luokittelusteikko	Erilliset pientalot												
Luokkien rajat asteikolla	<table border="1"> <tr> <td>A: ...94</td> <td>B: 95 ... 164</td> <td>C: 165 ... 204</td> </tr> <tr> <td>D: 205 ... 284</td> <td>E: 285 ... 414</td> <td>F: 415 ... 484</td> </tr> <tr> <td>G: 485 ...</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A: ...94	B: 95 ... 164	C: 165 ... 204	D: 205 ... 284	E: 285 ... 414	F: 415 ... 484	G: 485 ...		
A: ...94	B: 95 ... 164	C: 165 ... 204											
D: 205 ... 284	E: 285 ... 414	F: 415 ... 484											
G: 485 ...													
Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka	C												
<p>E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäyttöä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autilämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.</p>													

ENERGIA TEHO KUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET	
Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi	
Tämä osio ei koske uudisrakennuksia	
<p>Suositukset on esitelty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".</p>	

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi	Lämmitetty nettoala	62.255	m ²	
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	0.3	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	68.03	0.08	5.44	16.95
Yläpohja	62.26	0.05	3.11	9.70
Alapohja	62.26	0.15	9.15	28.50
Ikkunat	16.92	0.58	9.81	30.57
Uliko-ovet	3.93	0.35	1.38	4.28
Kylmäsiilat	-	-	3.21	10.00
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g _{kohtisuora} -arvo	
Pohjoinen	-	-	-	
Itä	-	-	-	
Etelä	-	-	-	
Länsi	-	-	-	
Koillinen	9.68	0.58	0.41	
Kaakko	-	-	-	
Lounas	7.24	0.58	0.41	
Luode	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Nilan Comfort CT150 (A+) (15-50 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.025 / 0.025	0.95	91.1	1.00
Erillispoistot	-	-	-	-
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.025 / 0.025	0.95	-	-
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:			77.2 %	
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	/			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuk- sen hyötysuhde	Lämpö- kerroin (1)	Apulaitteiden sähkökäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	1.00	80 %		2.50
LKV:n valmistus	1.00	85 %		0.00
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmässä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000.00		
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttästellä				
	Käyttöaste	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	2.00	3.00	
Valaistus	60 % 10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Pientalo (Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi				
Lämmitetty nettoala, m ²	62.255			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	165 (< raja=204)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	5045	1.70	8577	137.8
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1667	26.8
YHTEENSÄ	8378		10243	164.5
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5		
Tuloilman lämmitys		4.5		
Lämpimän käyttöveden valmistus			47.9	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		3.3		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		33.1	47.9	0
(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		1500	24	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		281	5	
Lämpimän käyttöveden valmistus		2179	35	
Jäähdytys		0	0	
(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
Lämpökuormat				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinko		2530	40.64	
Ihmiset		654	10.51	
Kuluttajalaitteet		982	15.77	
Valaistus		436	7.00	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		210	3.37	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.4 (18.05.2015)		