

Heikki Kumpula

## **ENERGIALASKENTA CADS HEPAC PRO -OHJELMALLA**

# **ENERGIALASKENTA CADS HEPAC PRO -OHJELMALLA**

Heikki Kumpula  
Opinnäytetyö  
Kevät 2014  
Talotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma, LVI-insinööri

---

Tekijä(t): Heikki Kumpula  
Opinnäytetyön nimi: Energialaskenta CADs Hepac Pro -ohjelmalla  
Työn ohjaaja(t): Martti Rautiainen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014 Sivumäärä: 32 + 4 liitettä

---

Työn aiheena oli energialaskennan tekeminen laskentaohjelmistoa käyttäen kahteen samanlaiseen, eri tavalla remontoituun rakennukseen. Energialaskelmia verrattiin keskenään ja toteutuneeseen kulutukseen. Samalla laadittiin ohjeistus laskennan suorittamiseen ohjelmiston avulla. Työn tilaajana oli insinööri-toimisto LVI-Naamanka Oy.

Energialaskennassa tarvitaan paljon rakennuskohtaisia lähtötietoja. Tarvittavat tiedot saatiin työn tilaajalta ja referenssikohteen isännöitsijältä. Energialaskenta toteutettiin käyttäen CADs Hepac Pro -ohjelmistoa. Ohjelmisto on rakennettu laskemaan energialaskenta Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D5 annetun ohjeen mukaisesti.

Työssä laadittu energialaskentaohje sisältää paljon kuvia. Ohje on laadittu siten, että ohjeen avulla voi asianmukaisia rakennuskohtaisia tietoja käyttäen laskea rakennuksen energiankulutuksen.

Energialaskennan tulosten vertailu keskenään ei yllätä. Paremmin saneerattu rakennus kulutti laskelman mukaan vähemmän energiaa kuin kolmekymmentävuotias rakennus lähes kokonaan alkuperäisine rakenteineen. Suurin yllätys laskelmissa oli saneerauksen vaikutus rakennuksen kesäaikaiseen sisälämpötilaan. Laskennallisesti kuukauden keskimääräinen sisälämpötila olisi paremmin saneeratussa rakennuksessa yli 4 °C korkeampi koko kesän ajan kuin lähes kolmekymmentä vuotta vanhassa rakennuksessa. Hyvän saneerauksen jälkeen kuukauden keskimääräinen sisälämpötila olisi jopa yli 30 °C.

Verrattaessa laskennallisia tuloksia toteutuneisiin mittauksiin havaittiin, että laskenta arvioi lämmönkulutuksen toteutunutta pienemmäksi ja kesäaikaisen sisäilman lämpötilan reilusti todellisuutta korkeammaksi.

Laskennallisen energiankulutuksen vertailussa toteutuneeseen kulutukseen käytettiin pientä yhden rakennuksen otantaa, joten tulokset eivät ole yleispäteviä.

---

Asiasanat: Energiankulutus, laskenta, CADs, ohjekirjat

## ALKUSANAT

Esitän kiitokseni toimeksiantajalle, Insinööritoimisto LVI-Naamanka Oy:lle toimeksiannosta; aihe oli hyvä ja alusta alkaen sopivasti rajattu, joten työn tekeminen oli siltä osin sujuvaa ja helppoa. Kiitän myös referenssikohteena käytetyn taloyhtiön isännöitsijää erinomaisesta yhteistyöstä mittaustulosten saamisessa.

Kiitoksen ansaitsevat myös työn ohjaaja ja kielenhuoltaja palautteesta ja tuesta.

Eriyisen paljon sain tukea perheeltä ja puolisoilta. Ilman pientä painetta työ olisi edennyt paljon hitaammin – kiitos.

Kempeleessä 1.4.2014

Heikki Kumpula

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKUSANAT	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 ENERGIAMÄÄRÄYKSET	8
2.1 Energialaskenta	8
2.2 Rakennuksen energiatehokkuus	9
2.3 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta	10
3 LASKENTAOHJELMISTO	13
4 REFERENSSIKOHDE	15
4.1 I-vaihe	15
4.2 II-vaihe	16
5 ENERGIALASKENTA	18
5.1 Lasketut energiankulutustiedot	18
5.2 Mitatut energiankulutustiedot	21
6 ENERGIALASKENNAN VERTAILUT	24
6.1 Erot ensimmäisen ja toisen vaiheen energialaskennan tuloksissa	24
6.2 Erot laskennallisessa ja toteutuneessa energiankulutuksessa	27
7 POHDINTA	30
LÄHTEET	31
Liite 1 Lähtötietomuistio	
Liite 2 Energialaskentaohje CADS Hepac Pro 16:lla	
Liite 3 Energiaselvitys, vaihe 1	
Liite 4 Energiaselvitys, vaihe 2	

## SANASTO

CADS	CAD-ohjelmisto, jonka Hepac pro -LVI-sovellusta on käytetty työn energialaskelmien tekemiseen.
E-luku	Laskennallinen kertoimilla painotettu luku. Kertoo rakennuksen kuluttaman energiamäärän vuodessa neliömetriä kohden. Yksikkö kWh/m <sup>2</sup> a.
Energiamuodon kerroin	Energialähteen tai energiantuotantomuodon kerroin, jolla eri energiamuodot kerrotaan E-luvun laskemiseksi.
Energiaselvitys	Erittelee mistä rakennuksen energiankulutus koostuu ja millaisia lämpökuormia rakennuksessa on.
SFP-luku	Ilmanvaihtokoneen puhaltimien kuluttama sähköenergia siirrettyä ilmakeuutiota kohden sekunnissa. Yksikkö kW/(m <sup>3</sup> s).
U-arvo	Rakenteen mittari. Kertoo seinärakenteen läpi virtaavan energiamäärän neliömetriä ja lämpöastetta kohden. Yksikkö W/m <sup>2</sup> K.

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on pienkerrostalon energiankulutuksen laskenta ja sen vertailu toteutuneeseen kulutukseen. Työssä verrataan kahden samanlaisen samassa taloyhtiössä olevan rakennuksen laskennallista energiankulutusta keskenään ja käytetään referenssinä todellisia mitattuja energiankulutusarvoja. Energialaskenta toteutetaan CADS Hepac Pro -ohjelmistoa käyttäen. Tavoitteena on selvittää eritasoisten remonttien vaikutus energiaselvitykseen. Työssä ei käsitellä remonttien taloudellisuutta, optimaalisuutta tai muitakaan taloudellisia аспекteja, vaan pitäydytään ohjelmistolla saatujen energiaselvitysten vertailussa. (Liite 1.)

Toisena pääaiheena on tuottaa selkeä ohje energialaskennan tekemiseen CADS Hepac Pro -ohjelmistolla siten, että kuka tahansa pystyy ohjeen ja tarvittavien lähtötietojen avulla laskemaan normaalin asuinrakennuksen energiankulutuksen. (Liite 1.)

Toimeksiannon työhön antoi Insinööritoimisto LVI-Naamanka Oy. Yritys on pieni, 2–3 henkilöä työllistävä suunnittelutoimisto. Yritys on suuntautunut pääosin suurempien kohteiden, kuten asuinkerrostalojen ja julkisten tilojen lämmitysvesijohto-, viemäri- ja ilmanvaihtosaneerausten suunnitteluun.

## 2 ENERGIAMÄÄRÄYKSET

Suunnittelemalla maankäyttöä ja rakentamista saadaan suuntaviivat laadukkaan ja elinvoimaisen rakennetun ympäristön rakentamiseksi. Ohjaustoimenpiteillä rakennuksista saadaan turvallisia ja terveellisiä ihmisten olla ja asua. Suomessa ohjaus toteutetaan säätämällä rakennuslakia ja antamalla rakentamismääräyksiä ja asetuksia. Ympäristöministeriöllä on näitä säädöksiä valmistellessaan tavoitteena huomioida erilaisten ihmisten tarpeet, luoda hyvä elinympäristö sekä varmistaa energiatehokkaan ja muutenkin laadukkaan rakennuskannan syntyminen. (1.)

### 2.1 Energialaskenta

Energialaskennalla tarkoitetaan laskelmaa, jolla selvitetään rakennuksen energiankulutus jo ennen rakentamista. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 velvoitetaan laskemaan rakennuksen energiankulutus annetuilla säätiedoilla ja siten, että rakennuksen käyttö on standardoitu. Muut laskelmassa käytettävät tiedot saadaan rakennuksen suunnitelmista. Energialaskennan tuloksena saadaan E-luku, joka kertoo rakennuksen kuluttaman energiamäärän vuodessa rakennusneliometriä kohden eri energiamuotoja kertoimilla painottaen. (2, s. 8.)

Määräys energialaskennasta vaihtuu sen mukaan, onko rakennuksessa jäähdytystä. Mikäli jäähdytystä ei ole tai sitä on vain yksittäisissä tiloissa, riittää kuukausitasoinen laskenta. (2, s. 26.) Ohje tällaisen energialaskennan toteuttamiseen on Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D5. Ohjeessa esitetty laskentatapa on energiatasemenetelmä, jossa kuukauden aikana rakennukseen tulee ja siitä poistuu sama määrä energiaa. Summaamalla kuukausittaiset energiankulutukset saadaan koko vuoden energiankulutus. (3, s. 11.) Mikäli rakennusta jäähdytetään, tulee käyttää niin sanottua dynaamista laskentamenetelmää, joka tarkoittaa energiankulutuksen laskemista tunneittain. Dynaamisella menetelmällä pystytään huomioimaan rakenteiden lämmönvarausominaisuuden ajasta riippuvaisena. Dynaaminen laskenta suoritetaan aina asianmukaista ohjelmaa käyttäen. (2, s. 27.)

## 2.2 Rakennuksen energiatehokkuus

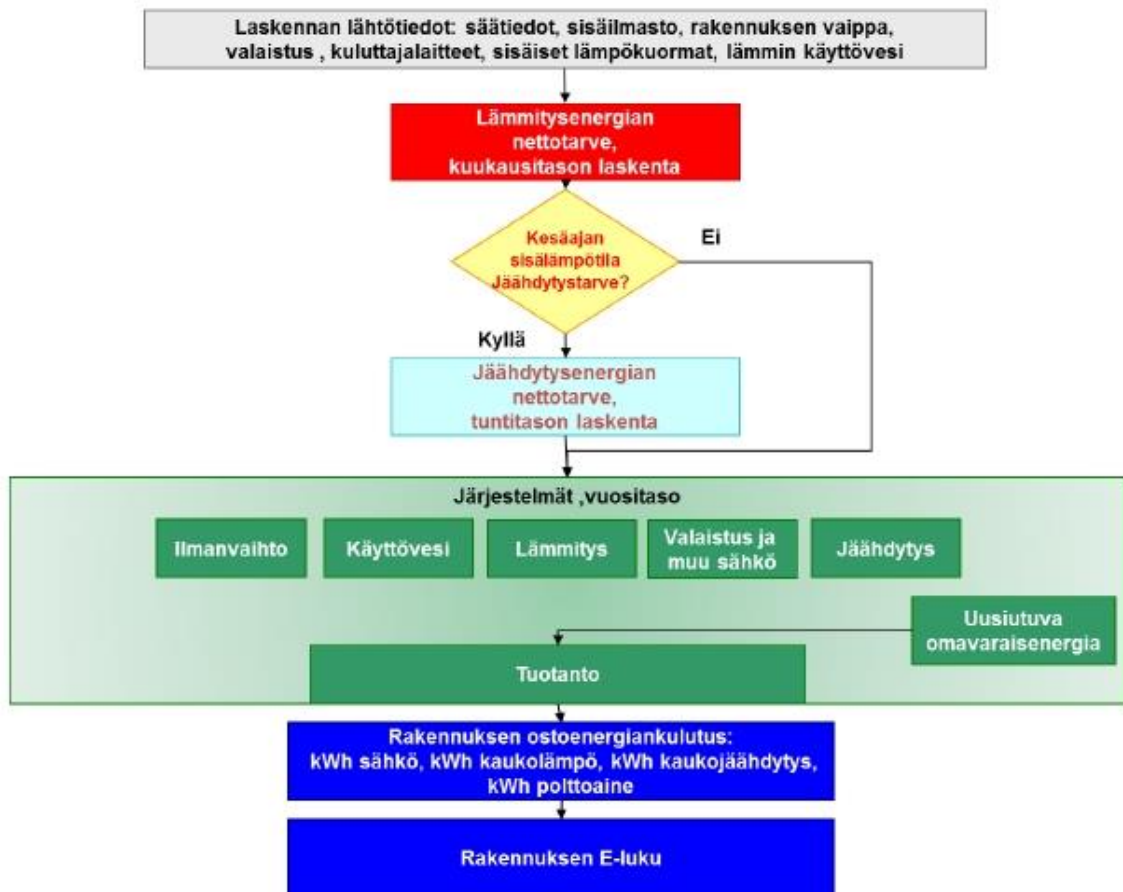
Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D3 on määräyksiä ja ohjeita sisältävä asetus. Asetuksen määräykset koskevat uusia yli 50 m<sup>2</sup>:n kokoisia lämmitettyjä rakennuksia. (2 s. 3.) Määräyksiä käytetään kuitenkin ohjeena saneerattaessa olemassa olevia rakennuksia.

Asetus määrittää eri energiamuodoille kertoimet. Kertoimia käytetään rakennuksen kuluttamien eri energiamuotojen kertoimina siten, että esimerkiksi kuluva kaukolämmön määrä kerrotaan kaukolämmön kertoimella ja sähkön määrä kerrotaan sähkön kertoimella. Kertoimet perustuvat laskelmaan siitä, kuinka paljon primäärienergiaa kunkin energiamuodon tuottamiseen kuluu. Kaukolämmölle kerroin on 0,7, sähkölle 1,7, fossiilisille polttoaineille kuten öljylle 1,0 ja uusiutuville polttoaineille kuten puulle 0,5. Energialaskenta on siis monivaiheinen prosessi: ensin lasketaan rakennuksen kuluttama energia neliometriä kohden jaoteltuna energiamuodoittain, sitten kerrotaan energiamuodot omilla kertoimillaan ja lopuksi lasketaan kertoimilla painotetut energiamäärät yhteen. Asetus määrää maksimiarvot rakennusten energiankulutukselle neliötä kohden. Rakennukset on jaoteltu eri luokkiin käyttötarkoituksen ja rakennustyyppin mukaan siten, että kullekin luokalle on määritetty E-luku, jota ei saa ylittää. Lisäksi pientaloluokka on jaoteltu koon mukaan alaluokkiin. (2, s. 8–9.)

Asetus sisältää ohjearvot ilmanpitävyydelle, tiiveydelle ja rakenteiden U-arvoille sekä kerrotaan, että ne eivät saa lämmitä kesäaikana haitallisesti. Ohjearvojen ylitykset eivät saa haitata merkittävästi energiatehokkuutta tai rakennuksen käyttäjiä. (2, s. 9–11.) Ilmanvaihdon energiankulutuksesta määrätään, että ilmanvaihtolaitteiden SFP-luvun tulee yleensä olla alle 2 kW/(m<sup>3</sup>s) ja ilmanvaihdon poistoilmasta tulee ottaa talteen vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmittämiseen tarvittavasta energiamäärästä (2, s. 15). Maksimiarvojen lisäksi annetaan vertailuarvot rakenteiden U-arvoille, vuotoilmalle ja ilmanvaihdolle ja edellytetään, että rakennus ei kuluta enempää energiaa, kuin mitä se vertailuarvoilla laskettuna kuluttaisi. (2, s. 12–15).

## 2.3 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D5 on ohjekortti, joka sisältää ohjeen rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskemiseksi. Kortti ei sisällä velvoittavia määräyksiä, vaan ohjeistaa energialaskelman tekemisen. Rakennuksen tulee olla pääosin jäähdyttämätön. Laskentamenetelmässä rakennuksen energiankulutus lasketaan vaiheittain kuvan 1 mukaisesti.



KUVA 1. Rakennuksen energiankulutuksen laskennan vaiheet (3, s.12)

Laskennassa tarvitaan paljon lähtötietoja ja ne voidaan jaotella kolmeen tyyppiin:

- Rakennuskohtaiset lähtötiedot ovat kussakin rakennuksessa erilaisia ja tiedot saadaan yleensä rakennuksen suunnitelmista.
- Rakennuksen käyttötiedot ovat kohde- ja käyttäjäkohtaisia. Esimerkiksi päiväkodin ja asuinrakennuksen energiankulutus poikkeavat merkittävästi toisistaan.

- Laskentamenetelmässä annetut ohjearvot ovat arvoja, joita voidaan käyttää, mikäli tarkempia tietoja ei ole käytettävissä.

Osoitettaessa vaatimuksenmukaisuutta käytetään määräyksissä annettuja lähtöarvoja, kuten käyttö- ja säätietoja, suunnitteluarvoja ja laskentasääntöjä. (3, s. 11.)

Lämmityksen ja jäähdytyksen energiankulutuksen nettotarpeen laskennassa rakennuskohtaisia lähtöarvoja ovat esimerkiksi eri rakenteiden U-arvot ja vuotoilmaeroin sekä rakenteiden, kuten ulkoseinän, ikkunoiden ja ovien pinta-alat. Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmän energiankulutuksen laskennassa otetaan huomioon järjestelmän häviöt, joita ovat lämmitys- tai jäähdytysenergian luovutuksen, jakelun ja varastoinnin häviöt. Lisäksi huomioidaan hyötysuhteet. Häviöihin ja hyötysuhteeseen kuluva energia lisätään rakennuksen nettotarpeeseen.

Lämmitysjärjestelmän nettotarve sisältää myös ilmanvaihdon tuloilman lämmityksen. Ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutus on puhaltimien ja lisälaitteiden sähkönkulutusta. Järjestelmien energiankulutus eritellään energiamuodoittain kaukolämpöön, sähköön, fossiilisiin polttoaineisiin ja uusiutuviin polttoaineisiin. Jos rakennuksessa on energiantuotantoa, kuten sähköntuotantoa aurinkokennolla, sillä tuotettava energia vähennetään ostettavasta energiasta. (3, s. 12–13.)

Rakennuksen kokonaisenergiankulutus eli E-luku lasketaan rakennukseen ostettavasta energiankulutuksesta käyttäen energiamuotojen kertoimia kaavan 1 mukaisesti.

KAAVA 1

$$E = \frac{f_{KL}Q_{KL} + f_{KJ}Q_{KJ} + f_{polttoaine\ i}Q_{polttoaine\ i} + f_{sähkö}W_{sähkö}}{A_{netto}}$$

missä

E rakennuksen energialuku, kWh/(m<sup>2</sup>a)

Q<sub>KL</sub> kaukolämmön kulutus, kWh/a

$Q_{KJ}$	kaukojäähdytyksen kulutus, kWh/a
$Q_{\text{polttoaine } i}$	polttoaineen $i$ energiankulutus, kWh/a
$W_{\text{sähkö}}$	sähkön kulutus, josta on vähennetty rakennuksessa käytetty oma- varaissähköenergia, kWh/a
$f_{KL}$	kaukolämmön energiamuodon kerroin
$f_{KJ}$	kaukojäähdytyksen energiamuodon kerroin
$f_{\text{polttoaine } i}$	polttoaineen $i$ energiamuodon kerroin
$f_{\text{sähkö}}$	sähkön energiamuodon kerroin
$A_{\text{netto}}$	rakennuksen lämmitetty nettoala, $m^2$ (3, s. 15).

Energiamuotojen kertoimet on annettu rakennusmääräyskokoelman osassa D3.

### 3 LASKENTAOHJELMISTO

CADS Planner on Kyndata Oy:n, suomalaisen CAD-ohjelmistotalon tekemä ohjelmisto. CADS Planner -perusohjelmiston lisäksi ohjelmistotalo tuottaa toimialakohtaisia sovelluksia ja niiden käyttämistä tukevia palveluja. (4.)

LVI-alan sovellus on nimeltään Hepac. Sovelluksesta on kolme eritasoista versiota, joista kattavin on nimeltään Hepac Pro. CADS Planner Hepac Pro on tuotemalleihin pohjautuva mitoittava ohjelmisto, jolla voidaan tuottaa kaikenlaisien rakennusten lämmitys-, ilmanvaihto- ja käyttövesisuunnitelmat tarvittavine automaattiosuunnittelmineen ja työpiirustuksineen. Ohjelmisto sisältää kymmeniä valmistajien tuotemallit mitoistietoineen ja LVI-numeroineen. Nykyisten myynnissä olevien tuotteiden lisäksi ohjelmistossa on paljon myynnistä poistuneita, vanhoja tuotteita, joten ohjelmisto sopii myös saneerauskohteiden suunnitteluun. Koska mitoitus pohjautuu kohteessa sijaitseviin laitteisiin, kohteen mitoitus ja tasapainotus saadaan varmistettua. Tuotetiedot sisältävästä suunnitelmasta voi tehdä suoraan myös määrälaskennan. (5.)

Energialaskentaan tarvittavien lähtötietojen selvittäminen rakennuksen tiedoista ja käyttötiedoista on mittava työ. Käsien laskettaessa suurin työ on seinien, ikkunoiden, ovien ja muiden rakenteiden pinta-alojen erottelu sisälämpötiloittain ja U-arvoittain sekä energiankulutusten laskenta. Ohjelmaa käyttäen lähtötietojen selvittäminen nopeutuu ja helpottuu. Ohjelmaan tuotettavat tilaelementit sisältävät tiedon huoneen koosta ja tilavuudesta, huonelämpötilasta, tuloilman määrästä ja lämpöhäviöistä. Energialaskenta käyttää tietoja suoraan tilaelementeistä, jolloin johtumistiedot ja pinta-alat saadaan haettua energialaskentaan automaattisesti. (6.)

Ohjelman energialaskenta perustuu rakennusmääräyskokoelman osan D5 ohjeisiin ja se tuottaa virallisen energiaselvityksen ja -todistuksen (6). Koska laskenta CADS:lla perustuu näihin ohjeisiin, laskentaan sovelletaan samoja rajoitteita kuin D5:ssä eli laskenta voidaan tehdä vain jäähdyttämättömiin rakennuksiin tai rakennuksiin, joissa on jäähdytys vain yksittäisissä tiloissa.

Ohjelmiston uusimmassa versiossa on sisäänrakennettuna energialaskentaversio sekä vuoden 2007, että vuoden 2012 rakennusmääräyskokoelman osan D5 ohjeiden mukaan.

Energialaskenta on monivaiheinen tehtävä, jota tehtäessä tulee olla käytettävissä tietoja rakennuksesta. Näitä tietoja ovat rakenteiden tiedot, lämmöntuottotavat, ilmanvaihdon tiedot ja muut rakennuskohtaiset tiedot. Opinnäytetyön liitteenä on kuvitettu ohje energialaskennan tekemisestä vaihe vaiheelta (liite 2). Ohjeen avulla voi lyhyen ohjelmaan tutustumisen jälkeen ja tarvittavien lähtötietojen kanssa tehdä normaalin rakennuksen energialaskennan.

Ohjelmistoa käyttäen energialaskenta kahteen samanlaiseen, mutta eri tavalla remontoituun rakennukseen suoritetaan siten, että tehdään laskenta ensimmäiseen rakennukseen, suljetaan ohjelmisto, kopioidaan resurssienhallinnan kautta koko työkansio toisella nimellä, avataan uusi projekti ja muutetaan energialaskentatietoihin toisen rakennuksen asianmukaiset tiedot. Laskentaa ei siis tarvitse tehdä kokonaan uudestaan, vaan suurin osa työmäärästä, kuten projektin perustaminen ja tilapankkien luominen saadaan kopioitua rakennuksesta toiseen.

## 4 REFERENSSIKOHDE

Opinnäytetyössä tehdään energialaskenta kahteen samassa asunto-osakeyhtiössä sijaitsevaan samanlaiseen, mutta eri tavoin saneerattuun rakennukseen. Referenssikohde, As Oy Virkakatu 8, on Pohjois-Suomen opiskelija-asuntosäätiön omistama Oulun Linnanmaalla sijaitseva opiskelija-asuntola. Asunto-osakeyhtiössä on viisi alun perin samanlaista kaksikerroksista asuinrakennusta ja huoltorakennus, joista opinnäytetyössä tarkastellaan kahta asuinrakennusta.

Alkuperäinen rakennusvuosi on 1983, joten rakennukset olivat ennen saneerausta kolmekymmentä vuotta vanhoja. Rakennuksen alkuperäisten rakenteiden U-arvot ovat yläpohjassa 0,17 W/m<sup>2</sup>K, ulkoseinissä 0,27 W/m<sup>2</sup>K, alapohjassa 0,26 W/m<sup>2</sup>K, ikkunoissa ja ovissa 2,1 W/m<sup>2</sup>K. Ilmanvaihtoratkaisuna oli koneellinen poistoilma eli tuloilma otettiin suoraan ulkoilmasta.

Saneeraus toteutettiin kahdessa vaiheessa: ensimmäisessä vaiheessa saneerattiin yksi asuinrakennus ja toisessa vaiheessa muut asuinrakennukset sekä huoltorakennus. Saneeraus on ajoitettu siten, että hanke käynnistyi ennen uusimpien rakennusmääräysten voimaantulua. Sen vuoksi kohteessa voitiin soveltaa aikaisempia vuoden 2010 energiamääräyksiä. Saneerauksen tilaaja oli valinnut huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet valmiiksi, joten koneiden SFP-luku ja vuosihyötysuhde saatiin laskentaan valmiina lähtöarvoina.

### 4.1 I-vaihe

Saneerauksen ensimmäinen vaihe sisälsi täydellisen matalaenergiaremontin yhteen asunto-osakeyhtiön asuinrakennuksista. Vaikka saneeraus ajoittui siten, että uusimmat energiamääräykset eivät olleet vielä voimassa, saneeraus suoritettiin kuitenkin käyttäen uusimpia, vuoden 2012 energiamääräyksiä ohjeina. Saneerauksessa rakennus meni lähes täysin uusiksi: eristystä parannettiin kaikkialta, ikkunat ja ovet vaihdettiin, lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihtojärjestelmä uusittiin, käyttövesijärjestelmä ja viemärointi pois lukien pohjaviemäri uusittiin ja salaojat asennettiin.

Rakenteiden eristys toteutettiin uusimpien rakennusmääräysten vertailuarvojen mukaisiksi, eli seinän U-arvoiksi tuli 0,17 W/(m<sup>2</sup>K) ja yläpohjan U-arvoksi tuli 0,09 W/(m<sup>2</sup>K). Ikkunat ja ovet valittiin siten, että U-arvona on 1,0 W/(m<sup>2</sup>K). (2, s. 13.)

Lämmitysjärjestelmä uusittiin poistamalla vanha patteriverkosto kokonaan ja rakentamalla täysin uusi matalalämpöinen patteriverkosto. Vanha verkosto oli mitoitettu käyttäen verkoston menolämpötilana 70 °C ja paluulämpötilana 40 °C. Uusi verkosto mitoitettiin vastaavasti lämpötiloilla 45 °C / 35 °C.

Ilmanvaihtojärjestelmä uusittiin siten, että kuhunkin asuntoon asennettiin oma huoneistokohtainen ilmanvaihtokone ja porraskäytäviin asennettiin huippuimurit. Huoneistokohtaisiksi ilmanvaihtokoneiksi oli valittu Enervent Pingvin EDA -koneet. Ilmanvaihtokoneet on varustettu vähän energiaa kuluttavilla puhaltimilla, pyörivällä lämmönvaihtimella ja sähköisellä jälkilämmityspatterilla. Ilmanvaihtokoneen SFP-luku on 1,28 kW/(m<sup>3</sup>s) ja lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on 67 %. (Liite 3, s. 2, 6.)

Käyttövesijärjestelmä ja viemärointi rakennettiin kokonaan uudestaan, paitsi rakennuksen alla sijaitseva pohjaviemäri jätettiin paikoilleen ja pinnoitettiin.

#### **4.2 II-vaihe**

Saneerauksen toinen vaihe sisälsi perusparannusremontin neljään asuinrakennukseen ja huoltorakennukseen. Perusparannuksessa yläpohjaa lisäeristettiin, lämmitysjärjestelmä tasapainotettiin, ilmanvaihtojärjestelmä uusittiin, käyttövesijärjestelmä ja viemärijärjestelmä, pois lukien pohjaviemäri, uusittiin ja salaojat asennettiin.

Yläpohjaa lisäeristettiin vastaamaan uusimpia rakentamismääräyksiä siten, että yläpohjan U-arvoksi tuli 0,09 W/(m<sup>2</sup>K).

Lämmitysjärjestelmä huuhdeltiin ja tasapainotettiin, mutta verkostoa ei juuri uusittu. Lämmitysjärjestelmää laajennettiin hieman: järjestelmään kytkettiin huoneistokohtaisten ilmanvaihtokoneiden jälkilämmityspatterit.

Ilmanvaihtojärjestelmä uusittiin vastaavalla tavalla kuin ensimmäisen vaiheen saneerauksessa, eli asuntoihin asennettiin oma huoneistokohtainen ilmanvaihtokone ja porraskäytäviin asennettiin huippuimurit. Huoneistokohtaisiksi ilmanvaihtokoneiksi oli valittu Swegon Casa W80 Econo -koneet. Ilmanvaihtokoneet on varustettu vastavirtalämmönvaihtimella ja vesikiertoisella jälkilämmityspatterilla. Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on 56 %. (Liite 4, s. 2, 6.)

Käyttövesijärjestelmä ja viemärointi rakennettiin kokonaan uudestaan, paitsi rakennuksen alla sijaitseva pohjaviemäri jätettiin paikoilleen ja pinnoitettiin.

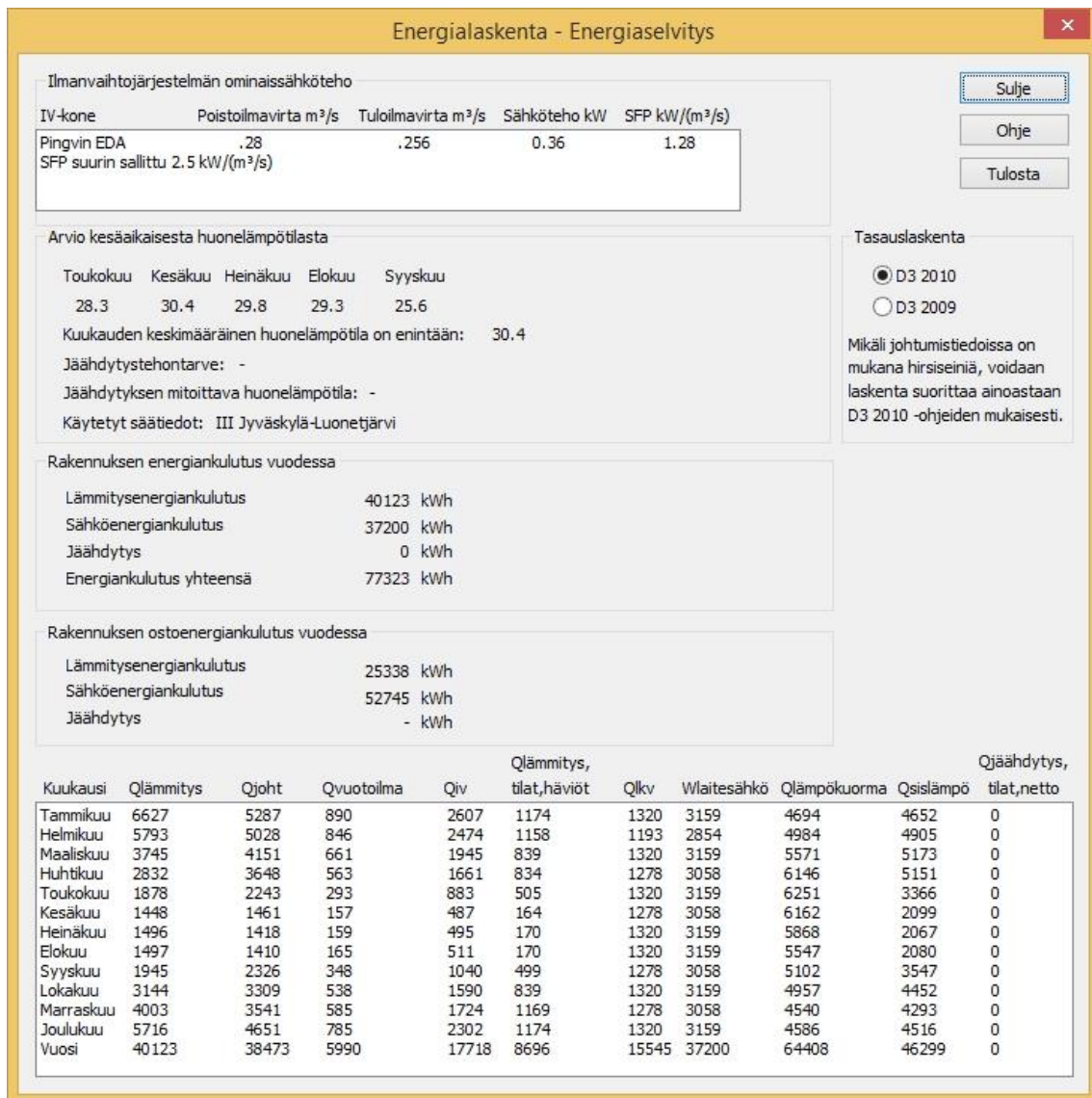
## **5 ENERGIALASKENTA**

Energialaskenta suoritetaan ohjelmistoa käyttäen. CADS tuottaa energialaskennan tuloksena rakennusmääräysten ja -ohjeiden mukaisen energiaselvityksen ja energiatodistuksen. Sekä ensimmäisen että toisen vaiheen energiaselvitykset ovat liitteenä (liite 3, liite 4). Luvussa esitellään energialaskennan sisältöä ja mitattuja energiankulutustietoja.

### **5.1 Lasketut energiankulutustiedot**

Referenssikohteiden energialaskennat on laskettu rakennusmääräyskokoelman osan D5 vuoden 2007 ohjeiden mukaisesti. Ohjelmiston käyttäjän kannalta laskennan kulussa eri määräysten mukaisesti ei ole merkittäviä eroja, vaan laskenta käy läpi samat vaiheet hieman erilaisessa näkymässä ja laskentasovellus on ohjelmoitu soveltamaan eri ohjeita.

Laskentasovelluksen vaiheiden läpikäymisen jälkeen ohjelma antaa laskennan välituloksena kuvan 2 mukaisen taulukon, jossa esitetään kuukausittaisia arvoja eri energiankulutusmuodoista ja lämpökuormista.



**KUVA 2. Energialaskennan välitulokset**

Laskennan lopputuloksena saadut energiaselvitykset on laadittu rakennusmääräyskokoelman osassa D3 vuodelta 2010 määritellyn määräyksen mukaisuuden osoittamisen ohjeen mukaisesti. Selvitys sisältää seuraavat asiat:

- lämpöhäviön määräysten mukaisuus
- ilmanvaihdon ominaissähköteho
- rakennuksen lämmitysteho
- arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta
- rakennuksen energiankulutus ja ostoenergiankulutus
- energiaselvityksen tasauslaskelma
- energiaselvityksen tarkistuslista. (8, s. 13.)

Tässä luvussa käytetään esimerkkinä referenssikohteen I-vaiheen laskelman tietoja (liite 3).

Lämpöhäviön määräystenmukaisuus -sivulla kerrotaan rakennuksen ominaislämpöhäviö lämpöastetta kohden. Arvo kertoo rakennuksen rakenteiden hyvydestä, kuinka lämpöä pitävä ja tiivis rakennus on. Lisäksi sivulla verrataan rakennuksen ominaislämpöhäviötä vertailutasoon eli siihen, paljonko ominaislämpöhäviö olisi, jos rakennus olisi tehty rakennusmääräyskokoelmassa esiteltyjen vertailuarvojen mukaisesti. Ominaislämpöhäviön laskelma on esitetty energiaselvityksen tasauslaskelmaa käsittelevällä sivulla. Referenssikohteessa ominaislämpöhäviö on 393,8 W/K, joka on 79 % vertailutasosta.

Ilmanvaihdon ominaissähköteho -sivulla kerrotaan ilmanvaihtolaitteen mallitiedot, ilmavirrat, puhaltimien sähköteho ja ilmanvaihdon SFP-luku. Puhaltimien sähköteho sisältää sekä tulo- että poistoilmapuhaltimen tehon. Ilmanvaihdon SFP-luku tarkoittaa sitä, kuinka paljon ilmanvaihtokoneen teho on siirretty ilmakeuutiota kohden, eli sähköteho jaettuna suuremmalla ilmavirralla. Referenssikohteessa tuloilmavirta on 0,256 m<sup>3</sup>/s, poistoilmavirta 0,280 m<sup>3</sup>/s, sähköteho 0,36 kW ja SFP-luku 1,28 kW/(m<sup>3</sup>s).

Rakennuksen lämmitysteho -sivulla kerrotaan lämmöntuottotapa ja tilojen lämmitysjärjestelmä ja eritellään käyttöveden sekä rakennuksen lämmittämisen tehot ja hyötysuhteet mitoitusolosuhteissa. Referenssikohteeseen lämmitetään kaukolämmöllä ja lämmönjakotapana on vesikiertoiset lämmityspatterit. Käyttöveden lämmitysjärjestelmän teho on 158,3 kW ja hyötysuhde 0,9. Vastaavat lukemat ilmanvaihdon jälkilämmityspattereille ovat 9,9 kW ja 0,9 sekä huonelämmitysjärjestelmälle 17,1 kW ja 0,9.

Arvio kesäaikaisesta huonelämpötilasta -sivulla esitetään kesäkuukausien keskimääräiset huonelämpötilat touko-syyskuun välisenä aikana. Kesäaikana huoneiden lämpötila nousee, koska rakennukseen tulevat lämpökuormat ovat suurempia kuin ulosmenevät lämpöhäviöt. Lämpökuormia ovat esimerkiksi ikkunoiden kautta tuleva auringon säteilylämpö ja sähkölaitteiden käytöstä tuleva lämpö. Referenssikohteessa suurin keskimääräinen huonelämpötila kuukaudessa on 30,4 °C.

Rakennuksen energiankulutus ja ostoenergiankulutus -sivulla kerrotaan rakennuksen vuosittainen energiankulutus eriteltynä energiamuodoittain sekä ostettavan energian määrä eriteltynä energialajeittain. Referenssikohteessa lämmitykseen kuluu energiaa 40123 kWh/a ja käyttösähköä kuluu 37200 kWh/a. Ostettavan energian määrä energialajeittain on kaukolämpöä 25338 kWh/a ja sähköä 37200 kWh/a.

Energiaselvityksen tasauslaskelma -sivulla kerrotaan, täyttääkö suunnitteluratkaisu uudelle rakennukselle annetut vaatimukset. Rakennuksen tiedot on eritelty rakenteittain sekä niitä vastaavine pinta-aloittain ja U-arvoittain, ja niistä on laskettu ominaislämpöhäviöt. Vaipan ilmanvuotoluku on kerrottu ja siitä on laskettu ominaislämpöhäviö. Ilmanvaihdon ilmavirta ja lämmön talteenoton vuosihyötysuhde on esitetty ja niistä on laskettu ominaislämpöhäviö. Laskelmat esitetään sekä suunnitteluarvoilla että vertailuarvoilla ja rakennuksen yhteenlaskettuja ominaislämpöhäviöitä verrataan keskenään. Referenssikohteessa ominaislämpöhäviö suunnitteluratkaisulla on 393,8 W/K ja vertailuratkaisulla 496,6 W/K.

Energiaselvityksen tarkastuslista -sivulla varmistetaan, onko rakennuksen kokonaislämpöhäviö määräysten mukainen normaalitapauksessa ja matalaenergiatapauksessa. Sivulla ei esitetä numeroarvoja, vaan selkeä KYLLÄ/EI -vastaus esitettyihin väittämiin. Yhteenvetona kerrotaan, täyttääkö suunnitteluratkaisu normaaleita ja matalaenergiarakennuksen vaatimuksia. Referenssikohteen yhteenvetona todetaan, että suunnitteluratkaisu täyttää vaatimukset ja suunnitteluratkaisu vastaa matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa.

## **5.2 Mitatut energiankulutustiedot**

Referenssikohteessa on kattava monitorointijärjestelmä, josta saatiin mittaustietoja energialaskennan vertailuarvoiksi. Monitorointi on tehty asuntokohtaisesti ja useita kertoja päivässä, mutta tietojen luottamuksellisen luonteen vuoksi, yksityisyyden varmistamiseksi tietoja on rajattu vain työn kannalta tarpeellisiin mitaustuloksiin ja tuloksista on koottu koko rakennuksen kuukausittaiset kulutustiedot. Mitattuja arvoja ovat kaukolämmön energiankulutus eriteltynä rakennuksen lämmittämiseen ja käyttöveden lämmittämiseen, ulkolämpötila, poistoilman lämpötila eli asunnon keskimääräinen lämpötila, sähkön kulutus eriteltynä käyt-

tösähköön ja ilmanvaihtokoneiden käyttämään sähkөөn ja veden kulutusluke-  
mat.

Referenssikohde on ollut käytössä vain hieman yli vuoden, joten kulutuslukemia ei ole olemassa pidemmältä ajalta. Taulukossa 1 esitettävät kaukolämmön kulu-  
tusarvot on eritelty rakennuksen lämmitykseen ja käyttöveden lämmittämiseen,  
joten lämmitysenergiankulutusta voidaan peilata vastaavaan ulkolämpötilaan ja  
mitattuja arvoja voidaan verrata rakennusmääräyskokoelman osassa D5 määri-  
teltyyn standardikulutukseen (7, s.27).

*TAULUKKO 1. Kaukolämmön kuukausittainen kulutus ja sitä vastaava keski-  
määräinen ulkoilman lämpötila (9)*

<b>PÄIVÄMÄÄRÄT</b>	<b>RAKENNUKSEN LÄMMITYS- ENERGIA</b>	<b>LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYS- ENERGIA</b>	<b>KAUKO- LÄMMÖN KULUTUS YHTEENSÄ</b>	<b>ULKO- LÄMPÖ- TILA</b>
[kk/vvvv]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[°C]
03/2013	4540,0	524,1	5064,1	-8,3
04/2013	3311,0	1767,2	5078,2	1,3
05/2013	1172,0	817,6	1989,6	11,8
06/2013	42,0	708,8	750,8	16,8
07/2013	2,0	843,4	845,4	16,1
08/2013	39,0	734,1	773,1	15,8
09/2013	767,0	784,6	1551,6	11,5
10/2013	2212,0	843,5	3055,5	3,9
11/2013	3065,0	659,9	3724,9	0,3
12/2013	4046,0	540,0	4586,0	-1,6
1/2014	6248,0	562,1	6810,1	-7,4
2/2014	4059,0	510,0	4569,1	-1,2
3/2013-2/2014	29503,0	9295,3	38798,3	4,0

Taulukossa 2 esitettävissä sähköenergian kulutusarvoissa on eritelty ilmanvaihtokoneen kuluttama sähkö, jotta voidaan verrata ilmanvaihtokoneen sähkönkulutusta ilmanvaihtokoneen ilmoitettuun sähkönkulutusarvoon, ja käyttö sähkö, jotta sitä voidaan verrata rakennusmääräyskokoelman osan D3 määräyksen mukaiseen standardikäyttöön (Liite 3, s. 2; 2, s. 19).

TAULUKKO 2. Sähkön ja veden kuukausittainen kulutus (9)

PÄIVÄMÄÄRÄT	KÄYTTÖSÄHKÖN SÄHKÖMITTARIT	ILMANVAIHDON SÄHKÖMITTARIT	SÄHKÖN- KULUTUS YHTEENSÄ	VEDEN- KULUTUS YHTEENSÄ
[kk/vvvv]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[m <sup>3</sup> ]
03/2013	3218,0	1016,9	4234,9	43,130
04/2013	2486,0	503,9	2989,9	58,730
05/2013	1689,0	229,9	1918,9	48,320
06/2013	1337,0	197,7	1534,7	48,150
07/2013	1759,0	227,1	1986,1	60,330
08/2013	1792,0	237,7	2029,7	58,460
09/2013	1876,0	251,3	2127,3	58,430
10/2013	2143,0	310,5	2453,5	57,810
11/2013	2306,0	398,6	2704,6	46,080
12/2013	2328,0	481,7	2809,7	34,550
1/2014	1774	663,1	2437,1	30,390
2/2014	1434,0	430,5	1864,5	26,320
3/2013-2/2014	24142,0	4948,9	29090,9	570,700

Taulukossa 3 esitetään mitatut poistoilman keskimääräiset ja maksimilämpötilat, jotta niitä voidaan verrata rakennusmääräyskokoelman osan D5 ohjeiden perusteella laskettuihin kuukauden keskimääräisiin lämpötila-arvioihin (7, s. 69–70).

TAULUKKO 3. Kesäaikaiset poistoilman lämpötilat (9)

PÄIVÄMÄÄRÄT	POISTOILMAN LÄMPÖTILA (KESKIARVO)	POISTOILMAN LÄMPÖTILA (MAKSIMI)
[kk/vvvv]	[°C]	[°C]
05/2013	23,3	27,2
06/2013	25,1	28,1
07/2013	24,8	27,0
08/2013	24,6	27,0
09/2013	23,2	25,8

## 6 ENERGIALASKENNAN VERTAILUT

Tämän luvun ensimmäisen alaotsikon alla verrataan ensimmäisen ja toisen vaiheen energialaskennan tuloksia keskenään ja toisen alaotsikon alla verrataan ensimmäisen vaiheen energialaskentaa toteutuneeseen energiankulutukseen.

### 6.1 Erot ensimmäisen ja toisen vaiheen energialaskennan tuloksissa

Energialaskennan tekeminen kahteen samanlaiseen, eri tavalla remontoituun rakennukseen tuottaa kaksi energiaselvitystä, joissa on samoja tietoja, mutta eroavaisuudet ovat ratkaisevan suuria. Samoja tietoja ovat rakennuksen käytöstä johdetut tiedot, kuten käyttösähkön ja käyttöveden energiankulutus. Eroavuuksia on kaikissa muissa asioissa ensimmäisen vaiheen perusteellisemmän remontoinnin ansiosta.

Energiaselvitysten ensimmäisellä sivulla kerrotut tilojen ominaislämpöhäviöt poikkeavat toisistaan merkittävästi. Ensimmäisen vaiheen ominaislämpöhäviö on 393,8 W/K ja toisen vaiheen 652,2 W/K (liite 3 ja 4. s. 1). Arvojen ero on merkittävä, sillä ensimmäisen vaiheen paremmin eristetty, tiiviimpi sekä paremmilla ikkunoilla ja ovilla varustettu rakennus kuluttaa vain 60 % toisen vaiheen rakennuksen kuluttamasta lämpöenergian määrästä.

Toisella sivulla esitetty ilmanvaihdon ominaissähköteho eroaa myös suuresti koneissa olevien puhaltimien erilaisen sähkönkulutuksen vuoksi. Ensimmäisen vaiheen ilmanvaihtokoneiksi on valittu matalaenergiakohteisiin sopiva vähävirtainen konemalli, jonka puhaltimet kuluttavat vain 45 W konetta kohden. Rakennuksessa on kahdeksan asuntoa, joten kokonaissähköteho on 0,36 kW. Tästä ja yhteenlasketusta poistoilmamäärästä laskettava SFP-luku on ensimmäisen vaiheen rakennukselle 1,28 kW/(m<sup>3</sup>/s). (Liite 3, s. 2.) Toisen vaiheen ilmanvaihtokoneen puhaltimet kuluttavat enemmän sähköä, hieman yli 80 W konetta kohden koko asunnon kokonaissähkötehon ollessa 0,65 kW. Toisen vaiheen rakennuksen SFP-luku on 2,32. (Liite 4, s. 2.) Arvoissa on eroa, ja eroa voi konkretisoida muuttamalla tehot vuosittaiseksi energiankulutukseksi. Asuinrakennusten ilmanvaihtokoneet ovat käynnissä jatkuvasti, joten kertomalla kokonaissähkötehon vuoden tuntimäärällä saadaan vuosittainen ilmastointikoneen

puhaltimien kuluttama sähköenergian määrä. Vuodessa on 8760 tuntia. Ensimmäisen vaiheen energiankulutukseksi saadaan 3154 kWh ja toisen vaiheen lukema on 5694 kWh. Nämä lukemat voi muuttaa euromääräksi kertomalla kuluttava lukema sähköyhtiön kilowattitunnista perimällä summalla.

Energiaselvityksen kolmas sivu erittelee rakennuksen lämmitystehon arvoja. Aluksi tarkastellaan lämpimän käyttöveden kulutusta. Koska rakennusten pohjaratkaisut ovat samanlaisia, niissä on saman verran vesipisteitä, joten rakennusten laskennallinen käyttöveden kulutus on sama eri tavalla suoritetusta saneerauksesta riippumatta. Lämmityksen arvot ovat huomattavan erilaisia; ensimmäisen vaiheen huonelämmitysjärjestelmän eli patteriverkoston laskennallinen teho on 17,1 kW, kun taas toisessa vaiheessa vastaava teho on 29,4 kW (liite 3 ja 4, s. 3).

Lämmitysjärjestelmän vaatiman tehon eroavaisuus johtuu rakennuksen saneerausten erilaisuudesta. Ensimmäisen vaiheen rakennus on saneerattu matalaenergiatasolle ja toisen vaiheen rakenteet ovat yläpohjan lisäeristystä lukuun ottamatta alkuperäisiä kolmekymmentä vuotta vanhoja rakenteita. Seinien lisäeristäminen sekä ikkunoiden ja ovien vaihtaminen vähentää merkittävästi sekä rakenteen läpi johtuvan lämpöenergian että rakenteen läpi vuotavan ilman määrää, jolloin lämmitysjärjestelmän vaatimaa tehoa on tässä tapauksessa saatu pienennettyä lähes puoleen alkuperäisestä määrästä.

Selvityksen neljännellä sivulla on laskennallinen arvio kesäaikaisista keskimääräisistä huonelämpötiloista rakennuksessa. Ensimmäisen vaiheen kesäaikaiset lämpötila-arviot ovat selkeästi korkeammat kuin toisen vaiheen rakennuksessa. Ensimmäisen vaiheen kuukauden keskimääräinen huonelämpötila on korkeimmillaan kesäkuussa: 30,4 °C (liite 3, s.4). Toisen vaiheen korkein kuukauden keskimääräinen lämpötila on myös kesäkuussa: 25,5 °C (liite 4, s.4). Kesäaikainen sisälämpötilan nousu johtuu sisälle paistavan auringon tuomasta lämmöstä sekä sähkölaitteiden käytöstä aiheutuvasta lämmöstä, jotka yhteensä ovat merkittävä lämpökuorma. Lämpökuorma ei pääse ulos tiiviistä ja hyvin lämpöeristetyistä rakennuksesta rakenteiden läpi, vaan lämpökuorma pitää poistaa yöaikaisella ilmanvaihdon tehostamisella. Hyvät rakenteet pitävät lämmön sisällä erinomaisesti sekä talvella että kesällä. Ensimmäisen vaiheen rakennuksessa arvi-

oidaan olevan kesäaikana tukalan kuumaa toukokuusta elokuuhun ja syyskuunkin lukema on suurempi kuin toisen vaiheen maksimilämpötila. Hyvässä eristämässä on siis kaksi puolta.

Energiaselvityksen viides sivu summaa rakennuksen energiankulutuksen ja ostettavan energian määrän energialajeittain. Kuten jo energiaselvityksen ensimmäisellä sivulla ilmenee, ensimmäisen vaiheen paremmin eristetty rakennus kuluttaa huomattavasti vähemmän lämmitysenergiaa kuin toisen vaiheen paljolti alkuperäinen rakennus. Käytösähkön kulutus on laskelmassa standardikulutusta, joten sen osuus on molemmissa rakennuksissa sama. Ensimmäisen vaiheen rakennuksen laskennallinen lämmitysenergiankulutus vuodessa on 40 123 kWh ja käytösähköenergiankulutus 37 200 kWh (liite 3, s. 5). Toisen vaiheen rakennuksessa lämmitysenergiaa kuluu vuodessa 74 032 kWh ja käytösähköä 37 200 kWh (liite 4, s. 5). Saneeraamalla rakennus paremmin säästetään lämmitysenergian kulutuksessa vuosittain laskennallisesti noin 34 000 kWh. Lämmityksen energiankulutuksesta osa on sähköenergiaa, esimerkiksi pumppujen sähkönkulutusta, joten ostettavan energian määrät muuttuvat hieman siten, että kaukolämmön osuus pienenee ja sähkön osuus kasvaa.

Energiaselvityksen kuudes sivu sisältää tasauslaskelman, jossa verrataan rakennuksen energiankulutusta vertailuratkaisuun. Ensimmäisen vaiheen tasauslaskelmasta ilmenee, että saneeraus matalaenergiatasolle alittaa vertailutason kaikilla tarkasteltavilla osa-alueilla. Ensimmäisen vaiheen ominaislämpöhäviö on 393,8 W/K ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviö on 496,6 W/K. (Liite 3, s. 6.) Toisen vaiheen tasauslaskelmassa vertailuratkaisu on parempi lähes kaikissa kohdissa. Poikkeuksia ovat vain yläpohja ja ilmanvaihto: yläpohjan kohdalla ominaislämpöhäviö on sama ja ilmanvaihdon kohdalla suunnitteluratkaisun tulos on parempi. Toisen vaiheen suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on 652,2 W/K ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviö on 496,6 W/K. (Liite 4, s. 6.) Tasauslaskelman tuloksen erot johtuvat siitä, että matalaenergiatasolle saneeratun ensimmäisen vaiheen rakenteiden U-arvot ovat samoja kuin vertailuratkaisussa, mutta ilmanvaihtokoneen vuosihyötysuhde on vertailuratkaisua parempi. Toisen vaiheen suurempi ominaislämpöhäviö johtuu siitä, että kolmekymmentä vuotta sitten rakennettu rakennus ei mitenkään voi vastata nykyisiin

reilusti kiristyneisiin energiamääräyksiin, vaikka yläpohjaa on eristetty ja ilma-  
vaihtokoneet uusittu.

Energiaselvityksen viimeisellä sivulla on tarkastuslista, josta voidaan helposti ja  
nopeasti lukea, täyttääkö energialaskelman kohde voimassa olevat uusia ra-  
kennuksia koskevat määräykset. Ensimmäisen vaiheen rakennus täyttää uudelle  
rakennukselle asetetut määräykset, koska se on saneerattu uusia määräyksiä  
vastaavaksi (liite 3, s. 7). Toisen vaiheen rakennus ei täytä uudelle raken-  
nukselle asetettuja määräyksiä, koska vertailuratkaisu kuluttaa laskennallisesti  
vähemmän energiaa (liite 4, s. 7). Selvityksen viimeinen sivu ei tuota yllätystä,  
sama asia kerrottiin jo aiemmin.

## **6.2 Erot laskennallisessa ja toteutuneessa energiankulutuksessa**

Verrattaessa laskennallista energiankulutusta mitattuihin energiankulutusarvoihin  
täytyy vertailu aluksi asettaa oikeisiin mittasuhteisiin. Vertailu tehdään yhden  
rakennuksen otannalla, eli tulokset eivät ole yleispäteviä. Laskennallinen kulu-  
tus perustuu keskimääräisiin mitattuihin lukemiin, jotka on koottu suuresta ra-  
kennusmäärästä, valtavan käyttäjäjoukon kulutustottumuksista ja pitkän aikavä-  
lin säätiedoista. Mitatut arvot ovat mittaustuloksia, joista on koottu keskimääräi-  
set kuukausittaiset lukemat. Tietoja vertaillaan tämä lähtöasetelma huomioon  
ottaen.

Ilmanvaihdon laskennallinen energiankulutus vuodessa on energialaskennan  
välituloksen mukaan 17 718 kWh, mutta ilmanvaihtokoneisiin kytkettyjen säh-  
kömittareiden yhteenlaskettu lukema oli vain 4949 kWh. Ero suuren, yli kolmin-  
kertaiseen laskennalliseen kulutuslukemaan johtuu valtaosaltaan yhdestä pe-  
rusasiasta. Laskennallinen kulutuslukema on laskettu mitoittavien ilmavirtojen  
perustella, mutta todellisuudessa ilmastointilaitteita käytetään yleensä pienem-  
mällä nopeudella, jolloin ilmavirrat pienenevät ja sitä kautta puhaltimien säh-  
könkulutus pienenee ja tarve ilmanvaihdon jälkilämmitysvastuksen käyttöön  
vähenee.

Laskennallinen käyttöveden kulutus on taulukoitu rakennusmääräyskokoelman  
osassa D3. Asuinkerrostalossa lämpimän käyttöveden kulutus on 600  
 $\text{dm}^3/(\text{m}^2\text{a})$ , eli referenssirakennuksessa 446,4  $\text{m}^3/\text{a}$  (2, s. 21). Mitattu kokonais-

kulutus vuodessa on 570,7 m<sup>3</sup>, ja veden kulutus rakennuksessa jakaantui normaalilla jakaumalla eli 40 % lämmintä ja 60 % kylmää vettä, joten tässä tapauksessa asukkaat ovat käyttäneet vain hieman yli puolet laskennallisesta vedenkulutuksesta.

Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian määrä on mitattuna arvona pienempi kuin laskennallisena, koska lämmintä vettä on kulunut laskennassa käytettyä standardikulutusta vähemmän. Mitattu lämpimän käyttöveden energiankulutus oli 9295 kWh ja laskennallinen 15 545 kWh.

Laskettaessa rakennuksen lämmitysenergiankulutus summataan johtumiseen, vuotoilmaan, ilmanvaihtoon, lämmityksen häviöihin ja lämpimän veden lämmittämiseen kuluva energia ja siitä vähennetään laitteista ja ihmisistä rakennukseen tuleva lämpökuorma. Laskennallinen lämmitysenergiankulutus on 40 123 kWh vuodessa.

Laskennallinen laitesähkön määrä sisältää kuluttajalaitteiden, valaistuksen ja erilaisten lämmitysjärjestelmän apulaitteiden sähkönkulutuksen. Mitattuna arvona sähkönkulutus on nimetty käyttösähköksi. Laskennallinen käyttösähkön kulutus on 37 200 kWh ja mitattu 24142 kWh. Ero laskennallisen ja toteutuneen sähkönkulutuksen välillä selittyy asukkaiden maltillisella sähkölaitteiden, kuten saunan, käyttömäärillä.

Rakennuksen ostoenergiankulutus vuodessa lasketaan lämmityksen osalta siten, että summataan johtumiseen, vuotoilmaan lämmitysjärjestelmän häviöihin ja käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia ja vähennetään siitä sähkölaitteista ja ihmisistä tulevat sisäiset lämpökuormat jolloin saadaan ostettava kaukolämmön määrä. Sähköenergian osalta summataan ilmanvaihdon ja laitesähkön energiankulutukset. Laskennallinen ostettavan kaukolämmön määrä on 25 338 kWh ja sähkön määrä 52 745 kWh.

Mitattu kaukolämmön kulutus oli 38798 kWh, mikä on merkittävästi suurempi kuin laskennan perusteella voitiin olettaa. Suurempi kaukolämmön kulutus johtuu todennäköisesti siitä, että rakenteet eivät todellisuudessa olekaan sellaisia, kuin laskelmaan on rakennuskohtaisina tietoina syötetty. Sähköä taas on kulunut merkittävästi vähemmän kuin laskennan perusteella, yhteensä vain 29091

kWh. Reilusti laskennallista arviota pienemmän sähkönkulutuksen osa-alueita on käsitelty aiemmissa kappaleissa, matala sähkönkulutuksen lukema on talon asukkaiden ansiota.

Kesäaikaiset huonelämpötilat olivat todellisuudessa laskennallista arviota matalampia. Kuukauden keskimääräiseksi huonelämpötilaksi lasketut lämpötilat olivat tässä otoksessa touko-elokuussa noin 5 ja syyskuussa 2,4 °C korkeampia kuin keskimääräinen huoneiston poistoilmasta mitattu lämpötila. Laskennalliset keskimääräiset lämpötilat ovat touko-elokuussa korkeampia kuin poistoilmasta mitattu maksimilämpötila, ja syyskuussakin maksimilämpötila ylittää laskennallisen arvion vain 0,2 °C:lla. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 taulukoidaan kuukausittaisia säätietoja säävyöhykkeittäin (2, s.31). Tarkastelussa olevan kesän keskimääräiset kuukausittaiset ulkolämpötilat olivat hieman korkeampia, kuin pitkän aikavälin säätiedot kertovat. Vaikka sähkölaitteiden aiheuttama lämpökuorma onkin laskennallista pienempi, vaikuttaa siltä, että laskenta yliarvioi sisälämpötilaa jonkin verran. Otoksen koko huomioiden ei kuitenkaan voida tehdä johtopäätöksiä laskennan hyvydestä.

## 7 POHDINTA

Työssä tehtiin energialaskenta kahteen samanlaiseen, eri tavalla saneerattuun rakennukseen, verrattiin energialaskennan tuloksia keskenään ja toisen rakennuksen mitattuihin kulutuslukemiin. Lisäksi laadittiin selkeä ohjeistus energialaskennan tekemiseksi laskentaohjelmaa käyttäen.

Työssä käsiteltiin energialaskennan määräyksiä ja ohjeistusta Suomen rakentamismääräysten valossa, esiteltiin laskentaohjelmisto ja referenssikohde.

Työssä havaittiin, että ohjelmaa käyttäen energialaskennan tekeminen on vaikeammampaa kuin käsin laskettaessa, sillä rakennuksen eri rakenteiden pinta-alojen ja muiden rakennuskohtaisten asioiden laskemiseen kuluu suhteellisen pitkä aika.

Energialaskennan tulosten vertailu ei tuottanut yllätyksiä. Paremmin saneerattu rakennus oli laskennallisesti parempi kaikissa osa-alueissa. Kesäaikainen sisälämpötila oli tiiviimmässä ja paremmin lämpöeristetyssä rakennuksessa reilusti korkeampi kuin normaalisti perusparannetussa kolmekymmentä vuotta vanhas- sa rakennuksessa. Todellisuudessa kesäaikainen lämpötila oli reilusti matalampi, kuin laskennallisesti oli arvioitu.

Laskennallisia energialaskennan tuloksia verrattiin toteutuneisiin kulutuslukemiin. Suurin eroavaisuus oli kaukolämmön kulutuksen merkittävä ero laskennalliseen verrattuna. Herää kysymys, kuinka hyvin matalaenergiasaneeraus on seinä- ja ikkunarakenteiden osalta onnistunut, mutta kyseessä on yhden rakennuksen yhden vuoden kulutus- ja mittausarvot, joten tulokset eivät ole yleispäteviä.

Työssä tuotettiin ohjekirja energialaskennan tekemiseen CADS Hepac Pro -ohjelmistolla. Ohje on selkeä ja runsaasti kuvitettu, joten lyhyehkön ohjelmaan tutustumisen jälkeen seuraamalla annettuja ohjeita ja syöttämällä ohjelmaan rakennuskohtaiset tiedot voi laskea normaalin rakennuksen energiankulutuksen.

## LÄHTEET

1. Maankäyttö ja rakentaminen 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa:  
[http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen). Hakupäivä 30.1.2014
2. D3 (2012). 2011. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa:  
[http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf). Hakupäivä 16.12.2013.
3. D5 (2012). 2013. Rakennusten energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2012. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa:  
<http://www.ym.fi/download/noname/%7B8C5C3B41-E127-4889-95B0-285E9223DEE6%7D/40468>. Hakupäivä 18.12.2013.
4. Kyndata Oy. CADS Planner. Saatavissa:  
<http://www.cads.fi/fi/Yhteys/Tietoa%20yrityksestä/>. Hakupäivä 14.1.2014
5. Mitoittavaa tietomallisuunnittelua. CADS Planner. Saatavissa:  
<http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/LVIA/Käyttötarkoitus/Tietomallipohjainen%20suunnittelu/>. Hakupäivä 14.1.2014.
6. Energiatodistus ja -selvitys vakiona Hepac Prossa. CADS Planner. Saatavissa: <http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/LVIA/Käyttötarkoitus/Energialaskenta/>. Hakupäivä 14.1.2014.
7. D5 (2007). 2007. Rakennusten energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2007. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa:  
<http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>. Hakupäivä: 8.1.2014.
8. D3 (2010). 2008. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2010. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa:  
[http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2010\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2010_Suomi.pdf). Hakupäivä: 16.12.2013.

teriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa:

[http://www.finlex.fi/data/normit/34165-D3-2010\\_suomi\\_22-12-2008.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34165-D3-2010_suomi_22-12-2008.pdf). Hakupäivä: 8.1.2014.

9. Ranta-Suomela, Antti. Isännöitsijä. PSOAS. Referenssikohteen toteutuneet kulutustiedot ajalta 03/2013–02/2014.

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Heikki Kumpula \_\_\_\_\_

Tilaaaja Insinööritoimisto LVI-Naamanka Oy \_\_\_\_\_

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Työn nimi Energialaskenta CADS Hepac Pro:lla \_\_\_\_\_

Työn kuvaus Energialaskennan tekeminen CADS Hepac Pro:lla referenssikohteen kahteen rakennukseen, energialaskelmien vertaaminen keskenään ja kohteesta mitattuihin arvoihin, sekä ohjeistuksen laatiminen ohjelman käytöstä energialaskentaan. \_\_\_\_\_

Työn tavoitteet Tavoitteena on vertailla tietomallinnettua energiankulutuslaskentaa toteutuneeseen kulutukseen ja arvioida laskennan luotettavuutta, sekä selkeän ohjeen saaminen energialaskennan tekemiseen. \_\_\_\_\_

Tavoiteaikataulu \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Päiväys ja allekirjoitukset Oulussa 17.10.2013 \_\_\_\_\_

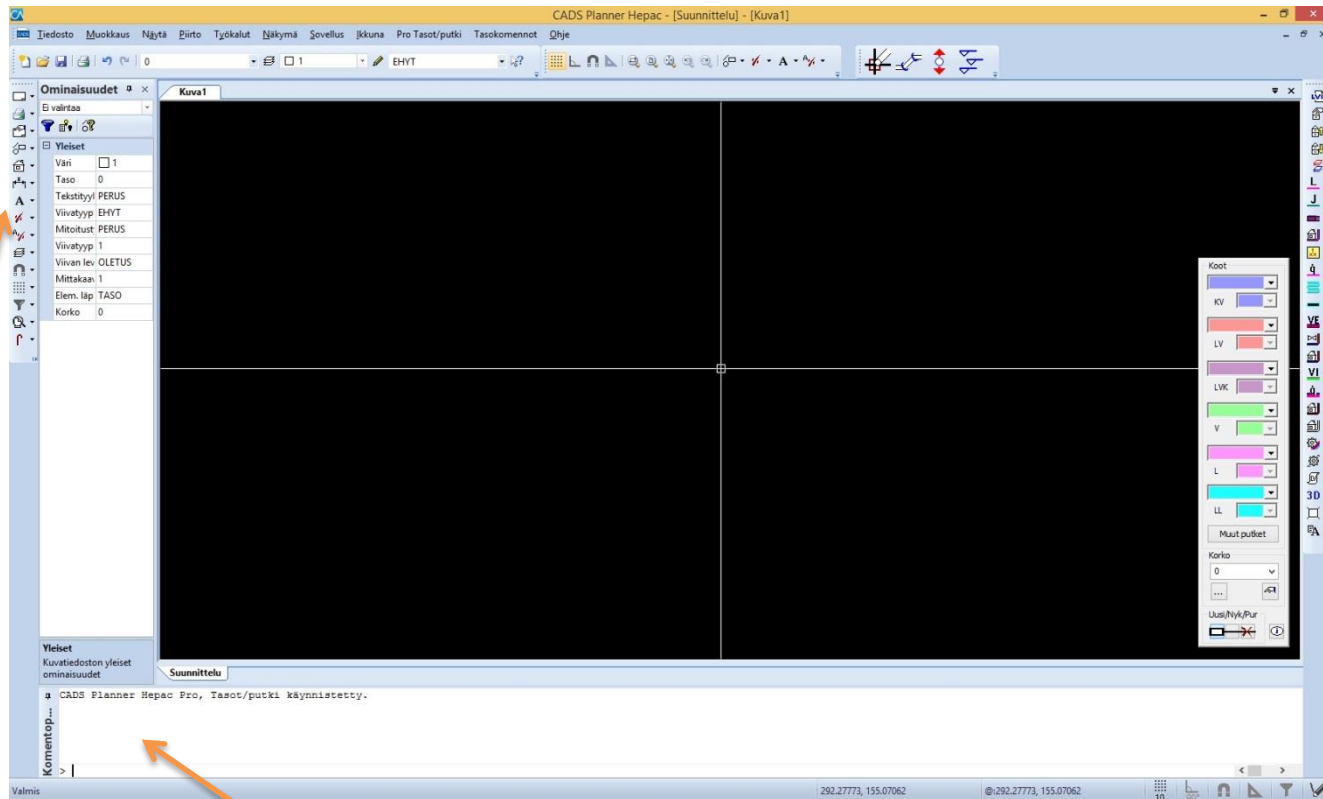
# ENERGIALASKENTAOHJE

## CADS HEPAC PRO 16:lla



# AVAA CADS PLANNER CLIENT 16

Kerroksen vaihtopainikkeet

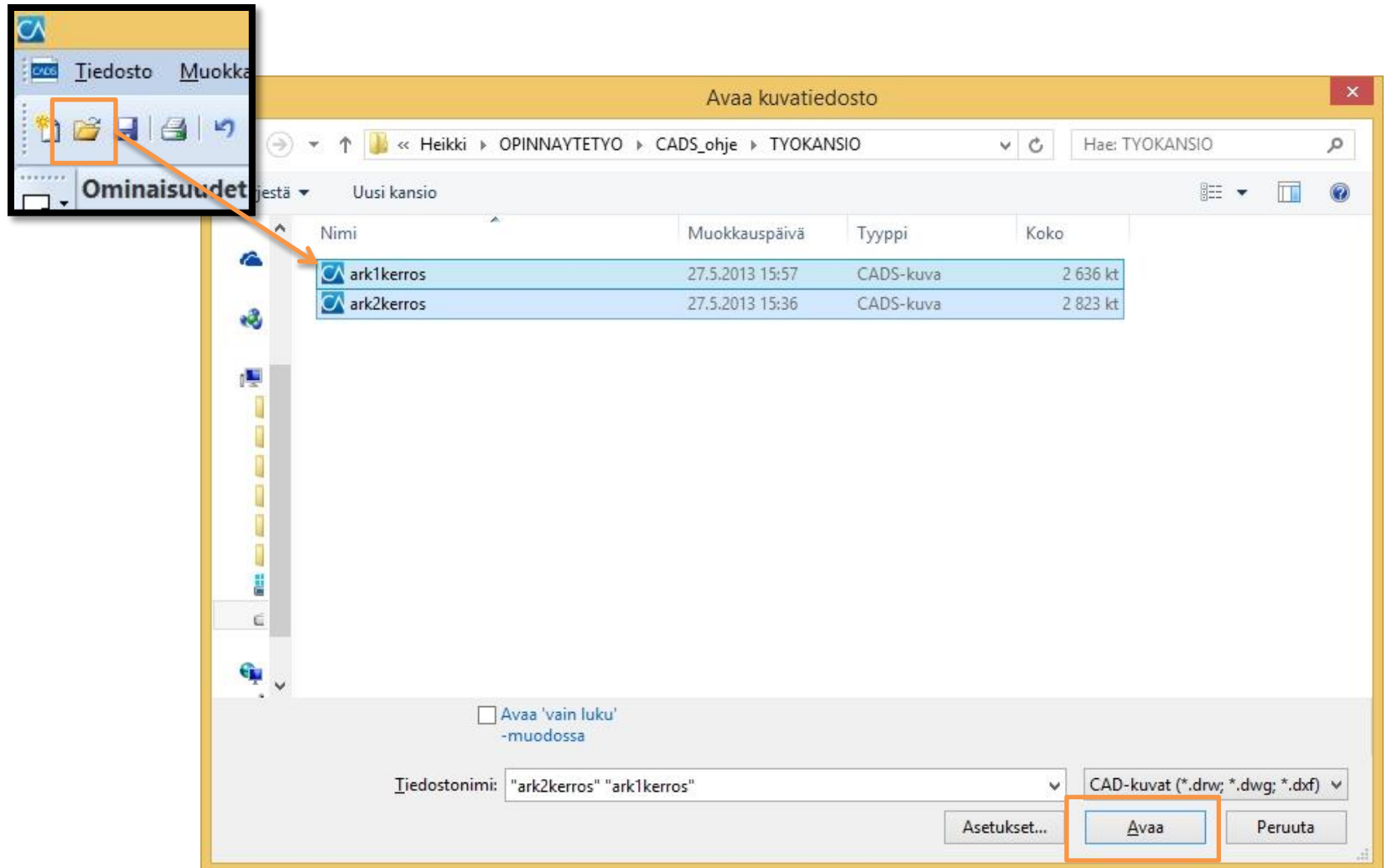


CADS:n painikkeet

Komentorivit

CADS Planner Client:n painikkeet

# AVAA POHJAPIIRROKSET



# POHJAPIIRROKSISTA

- Tarkista, että pohjapiirrokset ovat oikeassa mittakaavassa
  - Mittaa joku paikka, minkä pituuden tiedät
  - Skaalaa tarvittaessa
- Etsi pohjapiirroksista valmiiksi sellainen piste, joka on kaikissa kerroksissa samassa paikassa
  - Esimerkiksi hissi, porraskuilu, rakennuksen nurkka

# TEE UUSI LVI-KUVA

CADS Planner Hepac - [Suunnittelu] - [ark1kerros]

Uusi LVI-kuva

Hepac aloitusvalikko

Piirustusluettelo	PIIRUSL6	Sulje
LVI(S)-laiteluettelo	LVI-laiteluettelo	Projektitiedot
Säätö-, valvonta- ja ohjauspiirustusluettelo	SAVOL2	Ohje
Vesi- ja viemärikanalustusluettelo	KALUSTE4	Versiotiedot
Luettelon etulehti		
Säätökaavio		
Kytentäkaavio		
Toiminta-kaavio		
Linjakaavio		
LVI-tasokuva (haetaan rasterikuva)		
<b>LVI-tasokuva (avattuna CAD-kuva)</b>		
Kanavisto/putkisto-kuvan kerroksista		
Kuvan raamit		

Logon ja ison otsikkotaulun nimet

Logo

Iso otsikkotaulu iso1s2

Iso muotoilenta lviuuto

Logon haku isoon otsikkotauluun

**HEPAC**

Koot

KV

LV

LVK

V

L

LL

Muut putket

Korko

0

LVI-tasokuva (avattuna CAD-kuva)

# ANNA LVI-KUVAN TIEDOT

Perusasetukset ovat oletusarvoisesti oikein

Valitse kerros

Raamien määrittäminen valitaan, mikäli tehdään piirustuksia (ei käsitellä tässä ohjeessa).

LVI-tasokuvan luonti / päivitys (CAD-kuva)

Uuden luonti / vanhan päivitys

Uuden LVI-tasokuvan luonti  
 Arkkitehtikuvan päivitys (LVI-tasokuvassa arkkitehtikuva osana)

Arkkitehtikuvien kohdistus samaan koordinaatiston kohtaan

Kohdistuspisteen käyttö      Koordinaatit

LVI-tasokuvan pienin tulostussuhde (mittakaava)

1:       Jos tulostuksia tehdään sekä 1:100 että 1:50, valitaan suhteeksi 1:50.

Arkkitehtikuvan haku

viitekuvana      Viitekuvan sisäinen nimi   
 osaksi       Peittokuva  
Arkkitehtitasojen väri        Luo tiedoston polusta suhteellinen isäntäkuvaan

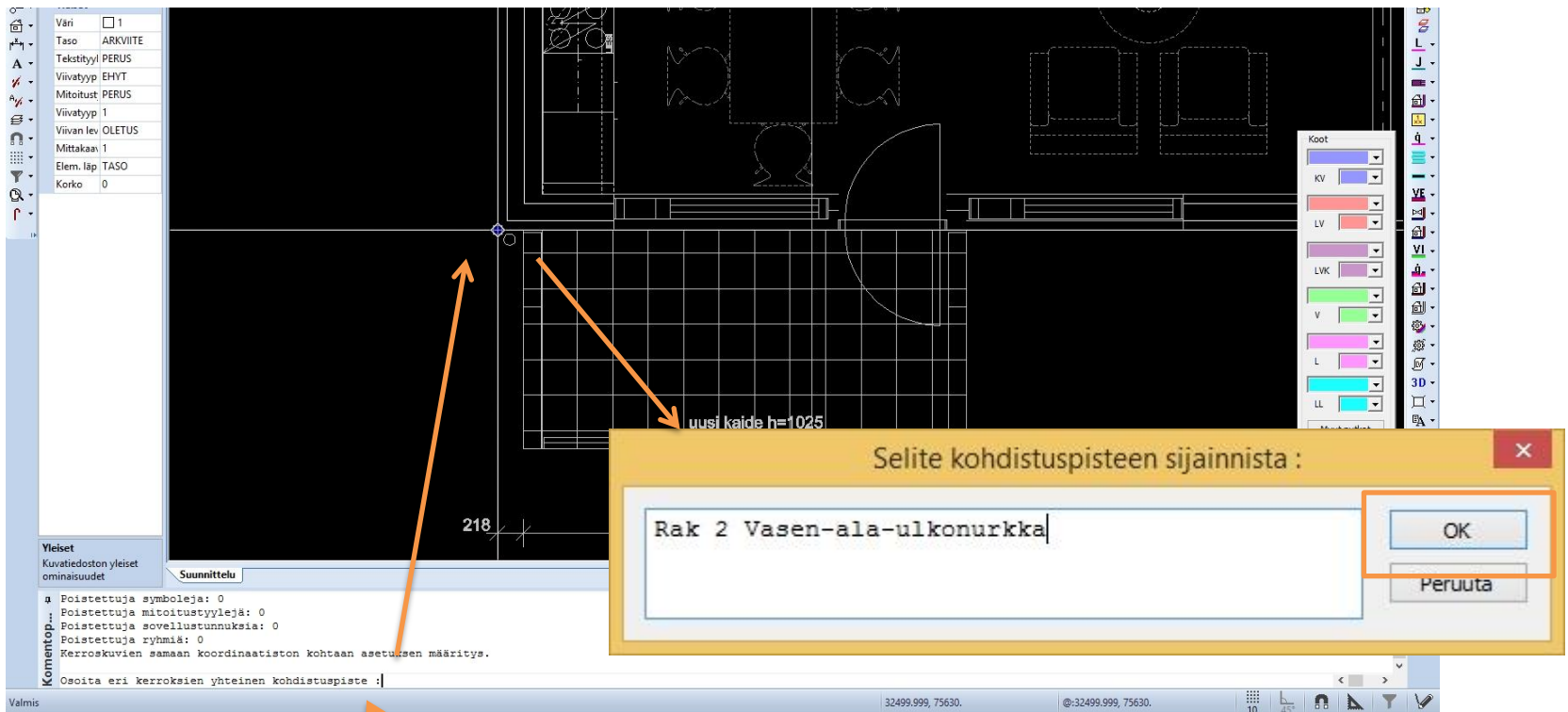
Kerrosmäärittely

Kerros       Korkeus  m      Selite   
Asemakaavakuvasta ei määritetä kerrosta

Määritä raamit

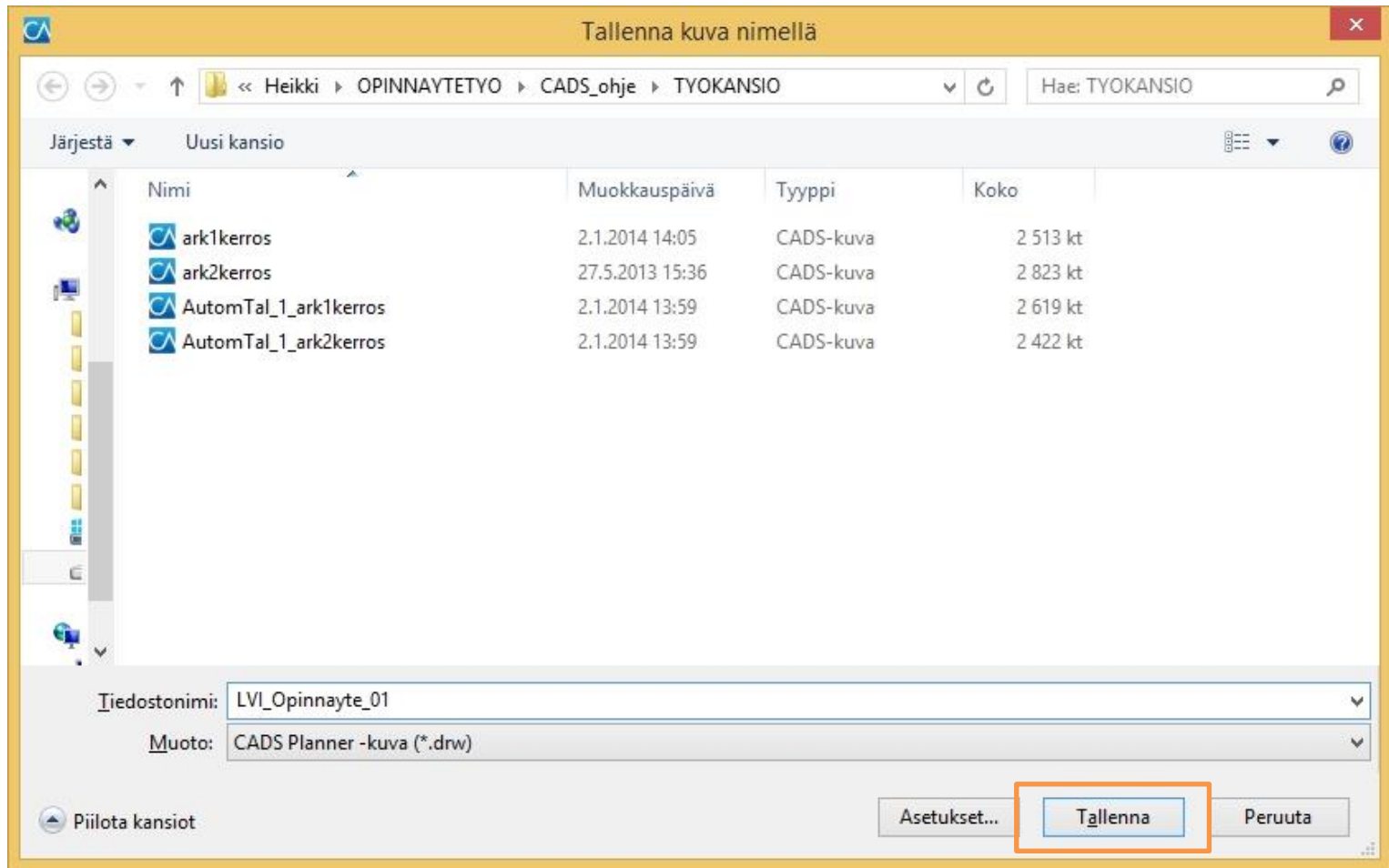
# ASETA KERROSTEN KOHDISTUSPISTE

Kohdistuspisteeksi valitaan sellainen piste, joka varmuudella löytyy kaikista kerroksista

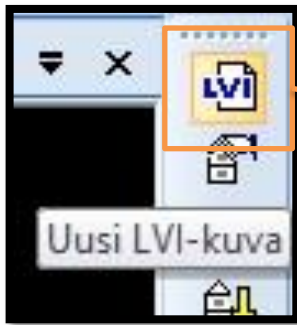


Osoita eri kerroksien yhteinen kohdistuspiste ja selitä kohdistuspisteen sijainti

# ANNA LVI-KUVALLE NIMI



# TEE LOPUT KERROKSET SAMALLA TAVALLA



Määritä kerroksen numero,  
numeroiden tulee olla peräkkäisiä

LVI-tasokuvan luonti / päivitys (CAD-kuva)

Uuden luonti / vanhan päivitys

UudeK2  
K1  
Arkkitehtip... (osa arkkitehtikuva osana)

1 LVI\_Opinnayte\_01.drw  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26

Arkkiteht...  
Koh...  
Rak 2 v...  
LVI-tasok...  
1: 50  
Arkkiteht...  
viite...  
osa...  
Arkkiteht...  
Kerrosmä...  
Kerros

Viitekuva sisäinen nimi A1  
 Peittokuva  
 Luo tiedoston polusta suhteellinen isäntäkuvaan

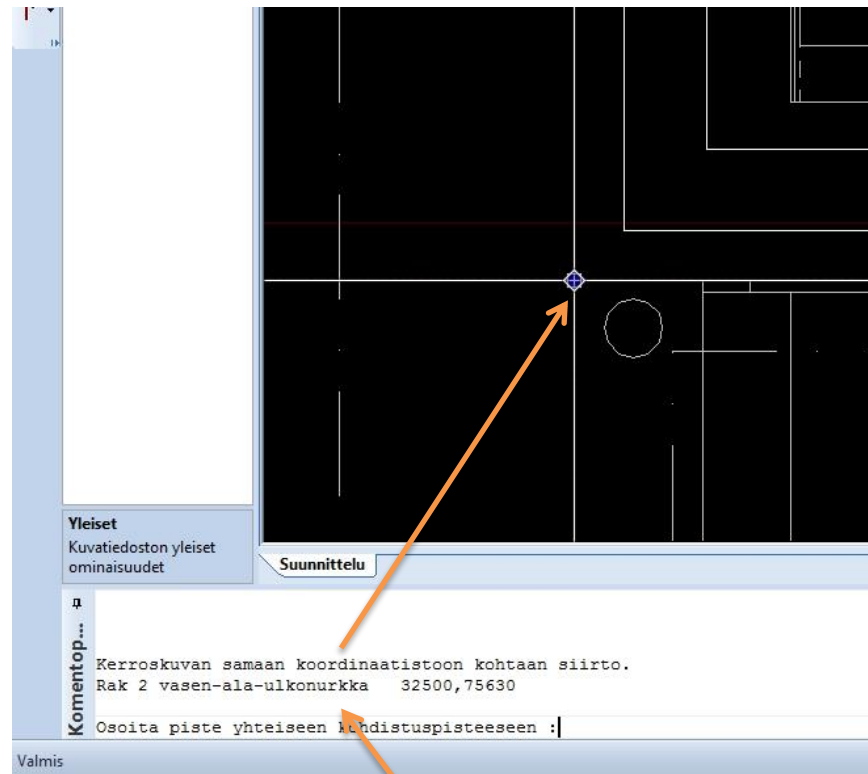
Korkeus 3 m Selite 2. kerros

Asemakaavakuvasta ei määritetä kerrosta

Määritä raamit

OK Peruuta Ohje

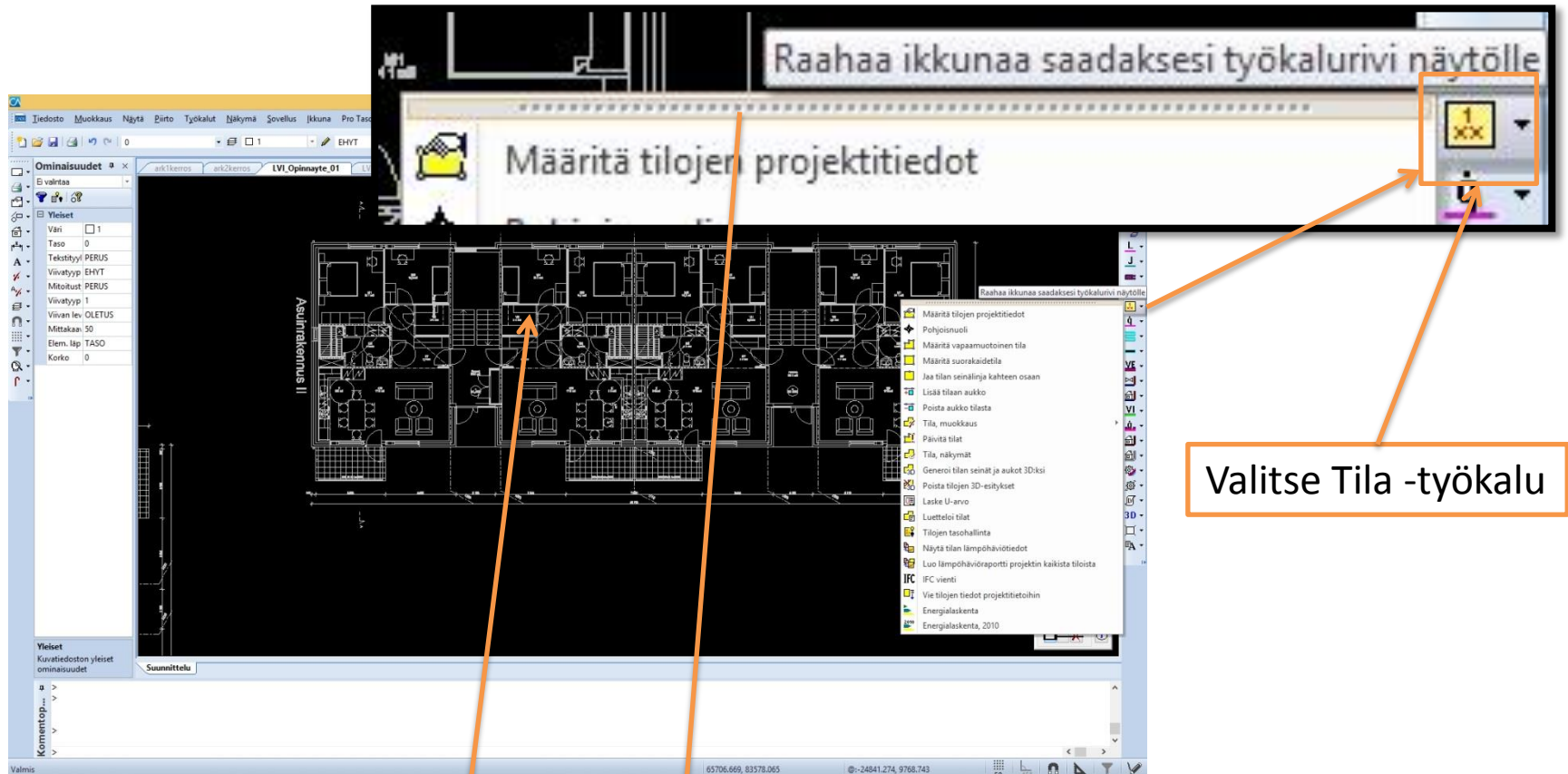
# OSOITA KOHDISTUSPISTE



Osoita eri kerroksien yhteinen kohdistuspiste selitteen mukaan

Anna loppuillekin LVI-kuville nimet. Projektin perusasettelu on nyt valmis.

# ALOITA TILAMÄÄRITTELY



Valitse Tila -työkalu

Tartu kiinni pisteriviin ja raahaa työkalurivi työpöydälle

# MÄÄRITÄ TILOJEN PROJEKTITIEDOT

The screenshot shows the CADS Planner Hepac software interface. The main window displays a floor plan with a room selected. A dialog box titled 'Tila, projektitiedot' is open, allowing the user to define the room's project data. The dialog is divided into several sections:

- Rakenteet, oletusarvot**: Fields for defining the room's construction types, such as 'Seinä' (US1), 'Ikkuna' (IKKUNA1), 'Ovi' (OVI1), 'Alapohja' (AP), 'Yläpohja' (YP), and 'Kattoikkuna' (KI1).
- Lämpöviivästiedot**: Fields for defining thermal properties, such as 'Ukolämpötila' (III Jyväskylä-Luonetjärvi, -32°C), 'Vuoden kesimääräinen ulkoilman lämpötila', 'Vuotoilmakerroin' (VI2), and 'Tuloilman lämpötila' (TI\_16).
- Seinien esitystapa**: A checkbox for 'Esiitä ukosenät ja hirsenät leveällä viivalla'.
- Tila, seinärakenteet**: A table listing wall constructions with their types, thicknesses, and U-values.

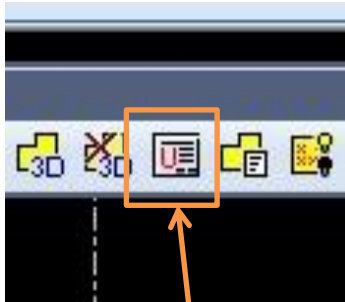
The table 'Tila, seinärakenteet' contains the following data:

Nimitys	Tyyppi	Paksuus	U-arvo
VS2	Väliseinä	180	0.0
US1	Ulkoiseinä	305	0.17
VS1	Väliseinä	96	0.0
US2	Ulkoiseinä	230	0.17

Orange arrows point from the text box below to the 'Tila, projektitiedot' dialog box and the 'Tila, seinärakenteet' table.

Anna eri rakenteiden U-arvot, vuotoilmakerroin ja tuloilman lämpötila sekä valitse ulkolämpötila rakennuksen sijainnin mukaan

# U-ARVON LASKIN



U-arvoa määrittäessä voi käyttää apuna U-arvon laskenta –työkalua, joka löytyy määrittäessä rakenteita (ed. dia) tai työkalurivistä

U-arvon laskenta

Rakennekerroksen lisäys

Tasa-aineinen rakennekerros

Materiaali:  Lambda:

Epätasa-aineinen rakennekerros

1. materiaali:  Lambda:  Leveys:  mm

2. materiaali:  Lambda:  Leveys:  mm

Ainekerroksen paksuus:  mm

Määritetty rakenne

Rakenteen ulkopuoli

Materiaali	Lambda	Paksuus	R
Betoni	1.7	100	0.058
Mineraalivilla	0.041	250	6.097
Betoni	1.7	150	0.088

Rakenteen sisäpuoli

Pintavastukset

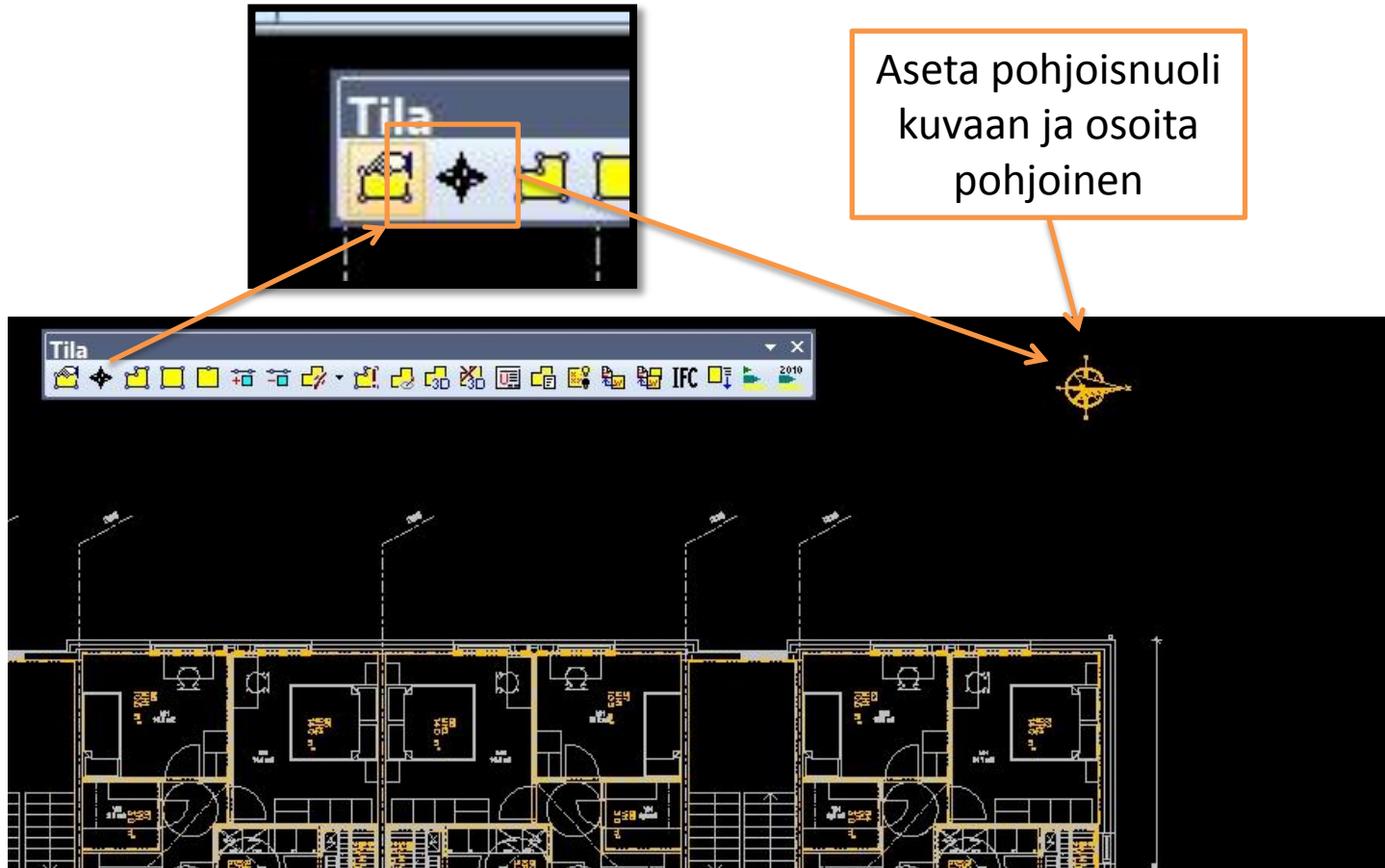
Sisä:   (m<sup>2</sup>K)/W

Ulko:   (m<sup>2</sup>K)/W

Tulokset

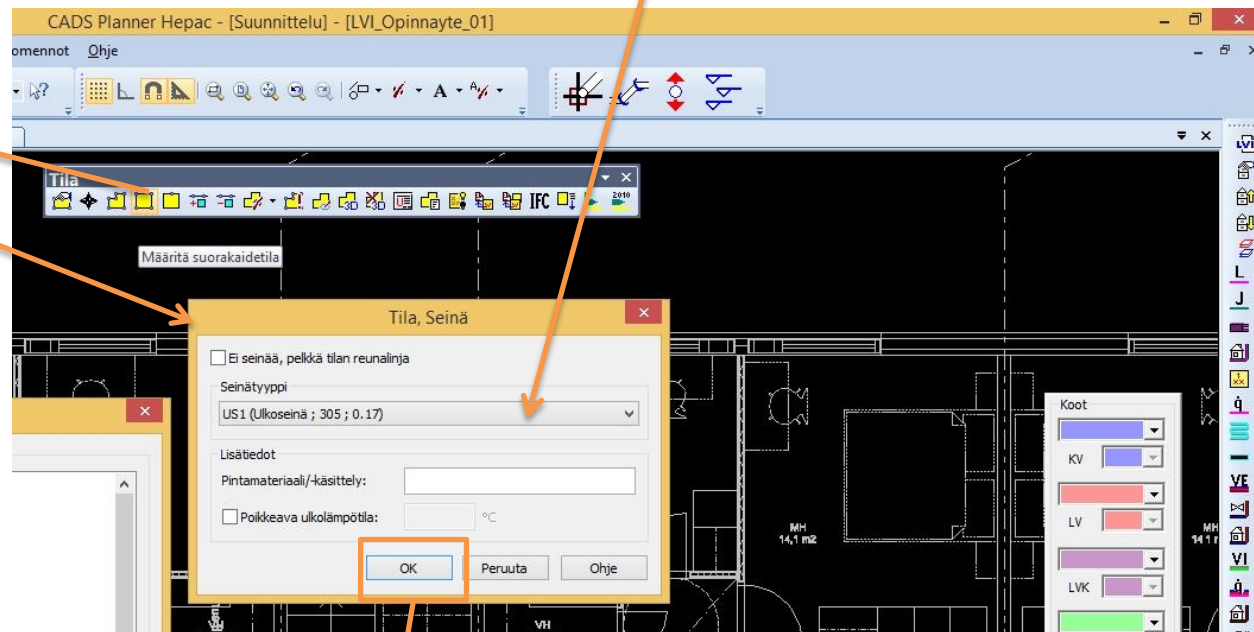
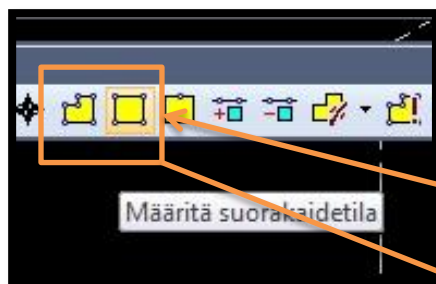
Rakenteen kokonaispaksuus = 500 mm  
Lämmönvastus (RT) = 6.41 m<sup>2</sup>K/W  
U-arvo = 0.156 W/(m<sup>2</sup>K)

# LISÄÄ POHJOISNUOLI



# TILAN LUOMINEN

Seinätyyppi valitaan "eniten oikein" eli siten, että se vaatii mahdollisimman vähän muokkaamista



Määritä tila osoittamalla huoneen sisänurkista.

# TILAN LUOMINEN

Nimeä tila ja anna muut tiedot

Valitse ylä- ja alapohjan rakenne

Määritä sisälämpötila, tuloilman määrä, vuotoilmakerroin sekä mahdollinen nurkkakerroin

Tila

Yleistiedot  
 Tila ID: 1 Numero: 1 Muoto...  
 Nimitys: MH  
 Huoneisto: 1

Tilan korko ja korkeus (mm)  
 Lattiakorko: 0 mm  
 Tasakorkuinen, korkeus: 2500 Aseta...  
 Muuttuvakorkuinen Määritä muuttuva ylätaso...

Tilan yläpohja  
 YP2 (Välipohja ; 300 ; 0.09)  
 Poikkeava lämpötila rakenteen takana: 20 °C  
 Pintamateriaali/-käsittely:  
 Tilan alasta poikkeava pinta-ala:  
 Kattoikkunoita: 1.0 m<sup>2</sup>  
 KI1 (1.0)

Tilan alapohja  
 AP (Maanvarainen ; 0.16)  
 Poikkeava lämpötila rakenteen takana: 20 °C  
 Pintamateriaali/-käsittely:  
 Tilan alasta poikkeava pinta-ala:

Tilan geometria- ja tilastotiedot  
 TASAKORKEA TILA, KORKEUS = 2500  
 Ylätason normaalin suunta 0,0,-1  
 Piste ylätasolta 32875,86310,2500  
 PINTA-ALA = 14.0 m<sup>2</sup>  
 TILAVUUS = 35.0 m<sup>3</sup>  
 PIIRI = 15051 mm  
 1. SEINÄLINJA, ULKOSEINÄ  
 Pituus 3475 mm  
 Paksuus 305 mm  
 Alkukorkeus 2500 mm ja loppukorkeus 2500 mm  
 Bruttoala 8.5 m<sup>2</sup>  
 Materiaali/käsittely:  
 U-arvo 0.17 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Ulkolämpötila -32 °C  
 2. SEINÄLINJA, ULKOSEINÄ  
 Pituus 4050 mm  
 Paksuus 305 mm  
 Alkukorkeus 2500 mm ja loppukorkeus 2500 mm  
 Bruttoala 10 m<sup>2</sup>  
 Materiaali/käsittely:  
 U-arvo 0.17 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Ulkolämpötila -32 °C  
 3. SEINÄLINJA, ULKOSEINÄ

Lämpöviolisä tiedot  
 Sisälämpötila: 21 °C Tuloilma: 0 l/s  
 Tuloilmalämpötila: TI1 (18)  
 Lämmitin-/jäähdytinteho: 0 W  
 Vuotoilma, kerroin: VI2 (0.08)  
 Lämpöviökerroin: 1.1 Lämpöviö: 469 W

Asetukset... Tilan esitystapa... OK Peruuta Ohje

# IKKUNAN / OVEN LISÄÄMINEN

**Lisää tilaan aukko**

Osoita aukon rajat komentorivin ohjeiden mukaan

Sijoituspiste:  
Osoita tilan reunaviiva:  
Osoita aukon alkupiste:  
Osoita aukon loppupiste:

**Tila, Aukko**

Aukon tyyppi  
 Aukko  
 Ikkuna: IKKUNA1 (1)  
 Ovi: OVI1 (1)

Sijainti ja koko  
 Korkeusasema yläreunan mukaan: 2100  
 Korkeusasema alareunan mukaan: 900  
Aukon korkeus: 1200

Lisäikkuna aukon yläpuolelle

Tyyppi: IKKUNA1 (1)  
 Korkeusasema yläreunan mukaan: 2100  
 Korkeusasema alareunan mukaan: 1600  
Ikkunan korkeus: 500

Ikkunan suunta  
Ilmansuunta: Länsi

OK Peruuta Ohje

Määritä aukon tiedot

ark1kerros ark2kerros LVI\_Opinnayte\_01 LVI\_Opinnayte\_02

Lisää tilaan aukko

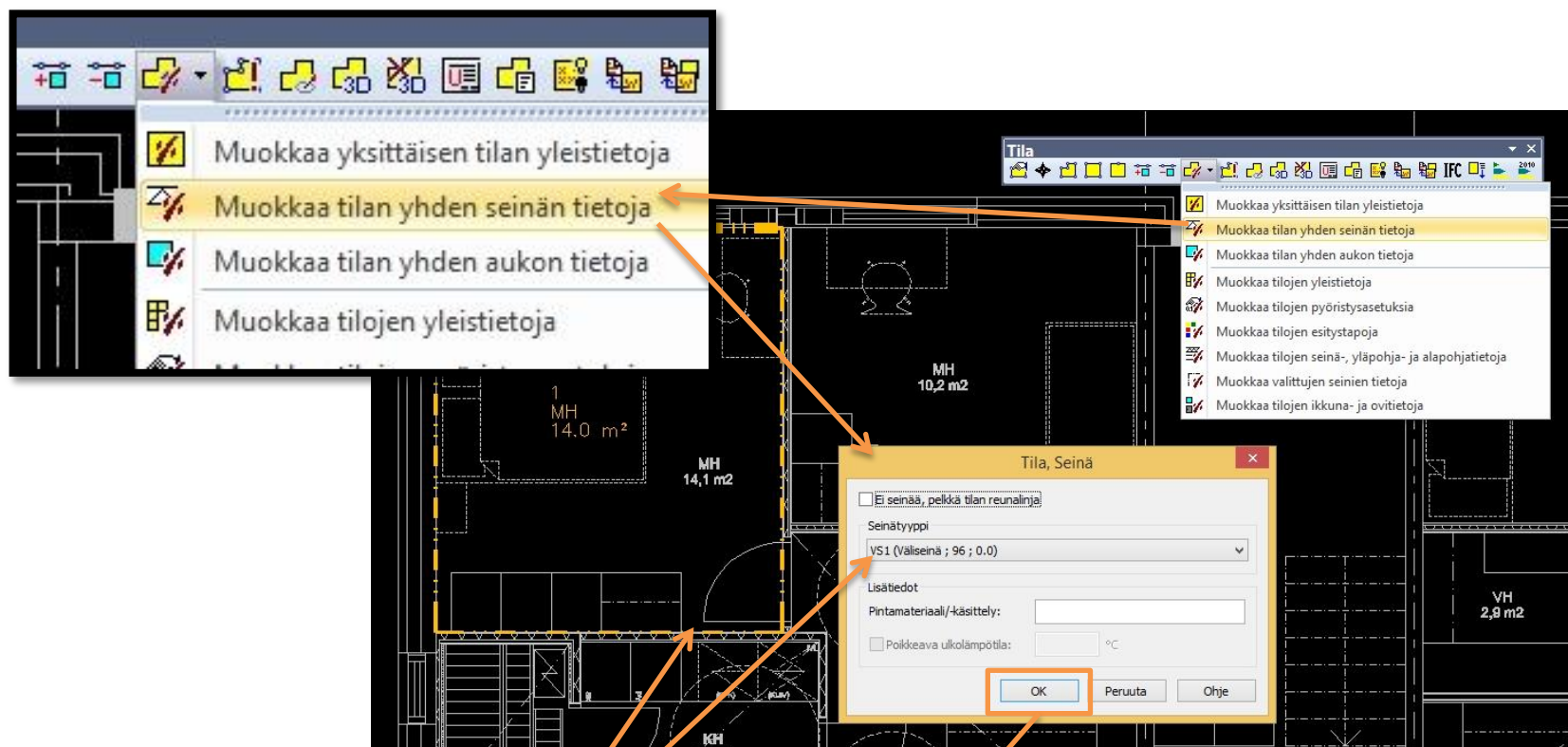
MH 14.0 m<sup>2</sup>

MH 14,1 m<sup>2</sup>

Korko 0

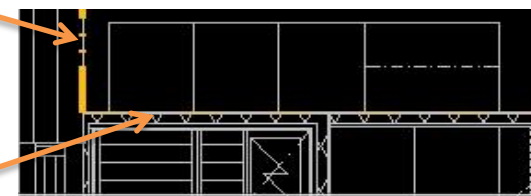
2.9 m<sup>2</sup>

# SEINÄTYYPIN VAIHTAMINEN

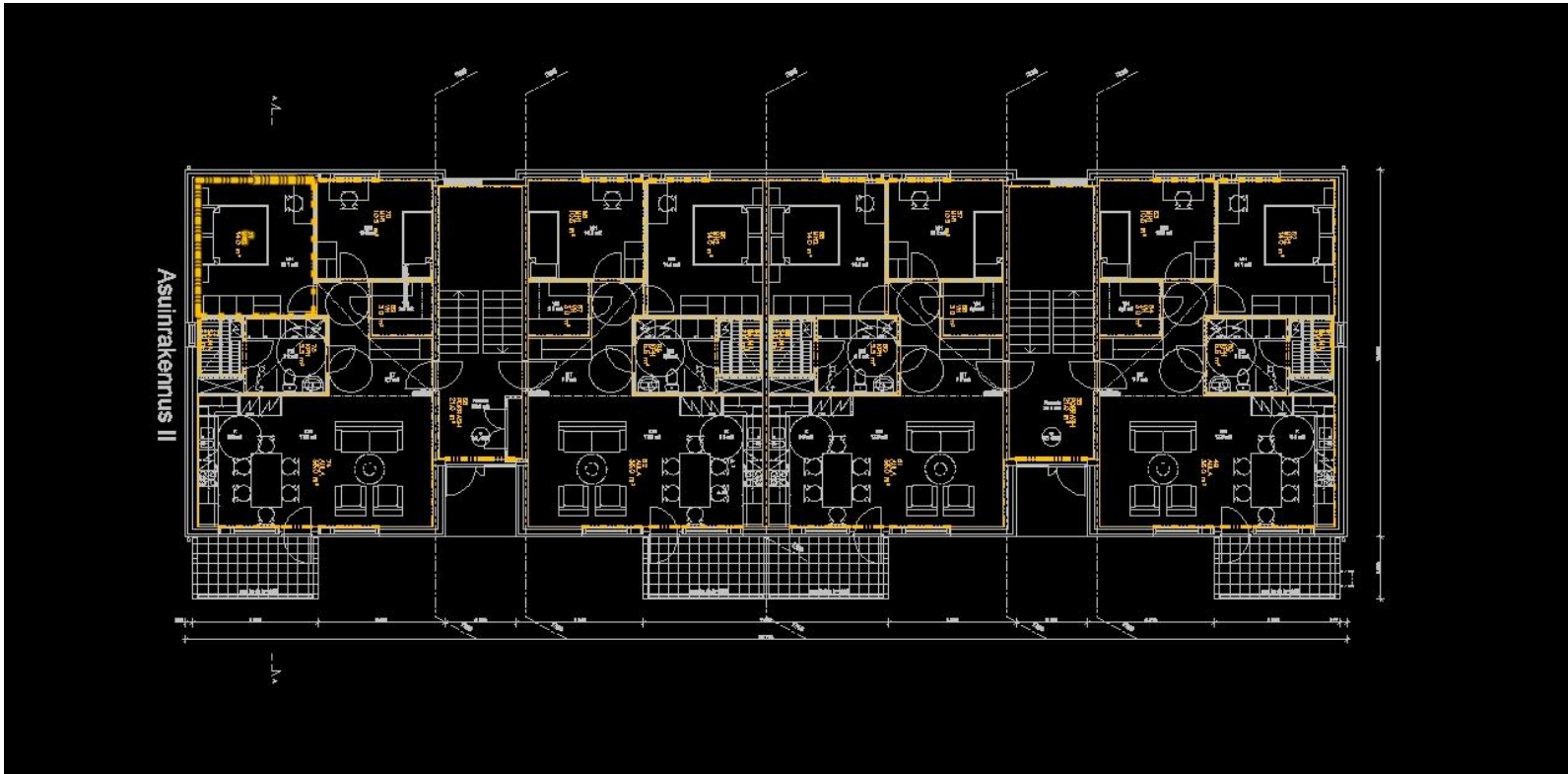


Valitaan uusi seinätyyppi ja osoitetaan muutettava seinä. Toistetaan tarvittaessa.

Ulkoseinä vahvemmallalla, väliseinä ohuemmallalla



# TILAPANKIT KAIKKIIN TILOIHIN

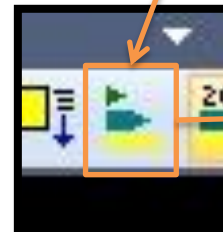


Tee tilamääritykset kaikkiin tiloihin kaikissa kerroksissa.

# ENERGIALASKENTA



Vie tilatiedot  
projektitietoihin



Valitse  
energialaskenta-  
työkalu

# ENERGIALASKENTA YLEISTIEDOT

Täytä kohteen yleistiedot ja todistuksen yleistiedot, niiden jälkeen pääset täyttämään tarkemmat tiedot omille välilehdilleen

Voit keskeyttää laskennan ja jatkaa siitä mihin jäit

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleistiedot  
 Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
 Rakennustunnus: Oulu

Laskennan lähtötiedot  
 Ilmanvaihto  Laitesähkö  Lämpökuorma  Jäähdytys  Yhteenveto, selvitys  Yhteenveto, todistus  
 Yleistiedot  Perustiedot  Johtuminen  Vuotoilma  Lämmitysjärjestelmä  Käyttöviesi

Todistuksen yleistiedot  
 Todistustunnus: Ref\_01  
 Todistuksen laatija: Heikki Kumpula  
 Yritys: OAMK / Opinnäytetyö  
 Rakennuksen valmistumisvuosi:  
 Todistuksen laatimispvm:  
 Viimeinen voimassaolopvm:  
 Todistuksen tilaaja:

Selvityksen yleistiedot  
 Selvityksen pvm: 3.1.2014  
 Selvityksen laatija: Heikki Kumpula  
 Selvityksen tilaaja:  
 Rakennuslupatunnus:

Energia todistus  
 Toteutunut energiankulutus, toimenpide-ehdotukset ja lisämerkinnät...

CADS  
 P L A N N E R

Laskennan lähtötietojen tilat

Osio	Viesti	Lisätiedot
<input checked="" type="checkbox"/> Yleistiedot	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Perustiedot	Tiedot puuttuvat	Lämmöntuottotapa
<input checked="" type="checkbox"/> Johtuminen	Muokkaus estetty	Perustiedot puutteelliset
<input checked="" type="checkbox"/> Vuotoilma	Muokkaus estetty	Perustiedot puutteelliset
<input checked="" type="checkbox"/> Lämmitys...	Muokkaus estetty	Perustiedot puutteelliset
<input checked="" type="checkbox"/> Käyttöviesi	Muokkaus estetty	Perustiedot puutteelliset
<input checked="" type="checkbox"/> Ilmanvaihto	Muokkaus estetty	Perustiedot puutteelliset
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpöpum...	Muokkaus estetty	Perustiedot puutteelliset
<input checked="" type="checkbox"/> Laitesähkö	Muokkaus estetty	Perustiedot puutteelliset
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpökuorma	Muokkaus estetty	Perustiedot puutteelliset

Tulokset  
 Asuinkerrostalot

Energiaselvitys  
 E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Lähtötiedot puutteelliset.

Energia todistus  
 ?  
 Lähtötiedot puutteelliset.

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus

Tallenna Tallenna ja sulje Peruuta Ohje

# ENERGIALASKENTA PERUSTIEDOT

Täytä kohteen  
perustiedot:  
käyttötarkoitus,  
pinta-alat ja  
muut tiedot

Tuo tiedot  
projektitiedoista

Lisää  
lämmöntuotto-  
tapa kohteen  
tietojen mukaan

Valitse  
laskennassa  
käytettävä  
ulkolämpötila

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleisetiedot  
Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
Rakennustunnus: Oulu

Laskennan lähtötiedot  
 Ilmanvaihto  Laitesähkö  Lämpökuorma  Jäähdytys  Yhteenveto, selvitys  Yhteenveto, todistus  
 Yleistiedot  Perustiedot  Johtuminen  Vuotoilma  Lämmitysjärjestelmä  Käyttövesi

Käyttötarkoituksaluokka: 2 Asuinkerrostalot

Henkilömäärä (Max. 6 asunnon rakennustyyppissä henkilömäärä on makuuhuoneiden lukumäärä +1): 17 hlo

Alat ja tilavuudet  
 Nettoala: 744 m<sup>2</sup> Rakennustilavuus: 1600 m<sup>3</sup>  
 Rakennusvaipan ala: 1109 m<sup>2</sup> Ilmatilavuus: 1600 m<sup>3</sup>  
 Maanpäälliset kerrostasosalat yhteensä: 744 m<sup>2</sup> Keskihissilämpötila: 21 °C

Lämmöntuotto  

Lämmöntuototapa	Vuosihyötysuhde	SPFtilat/SPFikv	Sähkö	%	Energiamuutokerroin
Kaukolämpö	0.97	-/-	0.07	100	0.7

E-luvun laskennassa käytettävät säävyöhykkeet  
 I Helsinki-Vantaa -26 °C  
 Tehon laskennassa käytettävä todellinen säävyöhykkeet  
 III Jyväskylä-Luonetjärvi -32 °C

Muilla tuottojärjestelmillä tuotettu energia  
 Qmuu,tuotto: 0 kWh/a

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus

Energiatodistus  
 Toteutunut energiankulutus, toimenpide-ehdotukset ja lisämerkinnät...  
 CADS PLANNER

Laskennan lähtötietojen tilat

Osoite	Viesti	Lisätiedot
<input checked="" type="checkbox"/> Yleistiedot	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Perustiedot	OK	
<input type="checkbox"/> Johtuminen	OK	Varoitus, ei johtumistietoja
<input type="checkbox"/> Vuotoilma	OK	Varoitus, ei vuotoilmatietoja
<input type="checkbox"/> Lämmitysjärjestelmä	OK	Varoitus, ei lämmitysjärjestelmien yhteisiä tietoja
<input type="checkbox"/> Käyttövesi	OK	
<input type="checkbox"/> Ilmanvaihto	Virheellinen arvo	IV-koneiden yhteisala <>
<input type="checkbox"/> Laitesähkö	OK	
<input type="checkbox"/> Lämpökuorma	OK	Varoitus, ei ikkunatietoja
<input type="checkbox"/> Jäähdytys	OK	

Tulokset  
 Asuinkerrostalot

Energiaselvitys  
 E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Lähtötiedot puutteelliset.

Energiatodistus  
 ?  
 Lähtötiedot puutteelliset.

Tallenna Tallenna ja sulje Peruuta Ohje

# ENERGIALASKENTA JOHTUMINEN

Tuo johtumistiedot projektitiedoista ja mikäli kohde on uusi, tuo myös kylmäsilat projektitiedoista Muokkaa tarvittaessa.

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleistiedot  
 Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
 Rakennustunnus: Oulu

Energiatodistus  
 Toteutunut energiankulutus, toimenpide-ehdotukset ja lisämerkinnät...

CADS PLANNER

Laskennan lähtötietojen tilat

Osoite	Viesti	Lisätiedot
Yleistiedot	OK	
Perustiedot	OK	
Johtuminen	OK	
Vuotoilma	OK	Varoitus, ei vuotoilmatietoa
Lämmitysjärjestelmä	Virheellinen arvo	Lämmitysjärjestelmien yhteisala
Käyttöviesi	OK	
Ilmanvaihto	Virheellinen arvo	IV-koneiden yhteisala <>
Laitesähkö	OK	
Lämpökuorma	OK	
Jäähdytys	OK	

Laskennan lähtötiedot

Ilmanvaihto
  Laitesähkö
  Lämpökuorma
  Jäähdytys
  Yhteenveto, selvitys
  Yhteenveto, todistus

Yleistiedot
  Perustiedot
  Johtuminen
  Vuotoilma
  Lämmitysjärjestelmä
  Käyttöviesi

Määritetyt johtumistiedot

Tyyppi	Ala	U-arvo	Ts/Tupoik	Maalaji
APm	279.6	0.16	21	2
APm	41.6	0.16	18	2
IKet	20.9	1	21	
IKet	4	1	18	
IKGt	2.2	1	18	
IKGt	20.9	1	21	
IKä	20.9	1	21	
IKpo	20.9	1	21	
IKpo	4.2	1	18	
OVI	15.2	1	21	
OVI	5	1	18	
US	317.2	0.17	21	
US	35.7	0.17	18	
YP	279.6	0.09	21	
YP	41.6	0.09	18	

Määritetyt kylmäsilat

Laskettava kohde on olemassa oleva rakennus.  
 Qkylmäsilat arvona käytetään 10% Qrakosa-arvosta.

Tyyppi	Pituus	Kond.	Materiaali
--------	--------	-------	------------

Lisää johtumistieto...
  Kopioi

Poista
  Muokkaa...

Tuo johtumistiedot projektitiedoista

Lisää kylmäsilta...
  Kopioi

Poista
  Muokkaa...

Tuo kylmäsilat projektitiedoista

Qrakosa: 32098 kWh/a  
 Qjohtuminen: 35309 kWh/a  
 Qkylmäsilat: 3211 kWh/a

Tulokset

Asuinkerrostalot

Energiaselvitys

E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Lähtötiedot puutteelliset.

Energiatodistus

?

Lähtötiedot puutteelliset.

Tallenna Tallenna ja sulje Peruuta Ohje

# ENERGIALASKENTA VUOTOILMA

Tuo vuotoilman  
tiedot  
projektitiedoista  
Muokkaa  
tarvittaessa.

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleiset tiedot  
 Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
 Rakennustunnus: Oulu

Energiatodistus  
 Toteutunut energiankulutus,  
 toimenpide-ehdotukset  
 ja lisämerkinnät...

CADS  
 P L A N N E R

Laskennan lähtötiedot  
 Ilmanvaihto  Laitesähkö  Lämpökuorma  Jäähdytys  Yhteenveto, selvitys  Yhteenveto, todistus  
 Yleistiedot  Perustiedot  Johtuminen  Vuotoilma  Lämmitysjärjestelmä  Käyttövesi

Määritetyt vuotoilmamiedot

Nimi	Tilavuus	Vaipan ala	Kerroin x	Lämpötila	q50
HAETTU_1	1232	910	35	21	2.71
HAETTU_2	160	65.6	35	21	0
HAETTU_3	208	134	35	18	3.1

Lisää vuotoilmatieto... Kopioi Poista Muokkaa ...  
 Tuo vuotoilmamiedot projektitiedoista

Qvuotoilma: 3590 kWh/a

Laskennan lähtötietojen tilat

Osio	Viesti	Lisätiedot
<input checked="" type="checkbox"/> Yleistiedot	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Perustiedot	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Johtuminen	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Vuotoilma	OK	Varoitus, q50 < 4.0, varm
<input type="checkbox"/> Lämmitysjä...	Virheellinen arvo	Lämmitysjärjestelmien yh
<input checked="" type="checkbox"/> Käyttövesi	OK	
<input type="checkbox"/> Ilmanvaihto	Virheellinen arvo	IV-koneiden yhteisala <>
<input checked="" type="checkbox"/> Laitesähkö	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpökuorma	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Jäähdytys	OK	

Tulokset  
 Asuinkerrostalot

Energiaselvitys  
 E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Lähtötiedot puutteelliset.

Energiatodistus  
 ?  
 Lähtötiedot puutteelliset.

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus Talenna Tallenna ja sulje Peruuta Ohje

# ENERGIALASKENTA LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

Lisää lämmitys-  
järjestelmä  
Lisää uusi  
lämmitys-  
järjestelmä  
-painikkeella.  
Valitse valikoista  
kohteen tietoja  
parhaiten  
vastaavat tiedot.

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleiset tiedot  
Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
Rakennustunnus: Oulu

Energiatodistus  
Toteutunut energiankulutus,  
toimenpide-ehdotukset  
ja lisämerkinnät...

CADS  
P L A N N E R

Laskennan lähtötietojen tilat

Osoio	Viesti	Lisätiedot
Yleistiedot	OK	
Perustiedot	OK	
Johduminen	OK	
Vuotoilma	OK	Varoitus, q50 < 4.0, varm
Lämmitysjärjestelmä	OK	
Käyttöviesi	OK	
Ilmanvaihto	Virheellinen arvo	IV-koneiden yhteisala <>
Laitesähkö	OK	
Lämpökuorma	OK	
Jäähdytys	OK	

Laskennan lähtötietojen tilat

Tulokset  
Asuinkerrostalot

Energiaselvitys  
E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
Lähtötiedot puutteelliset.

Energiatodistus  
Lähtötiedot puutteelliset.

Talenna Talenna ja sulje Peruuta Ohje

Kohteen yleiset tiedot  
Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
Rakennustunnus: Oulu

Laskennan lähtötiedot  
Ilmanvaihto Laitesähkö Lämpökuorma Jäähdytys Vuotoilma Yhteenveto, selvitys Yhteenveto, todistus Yleistiedot Perustiedot Johduminen Vuotoilma Lämmitysjärjestelmä Käyttöviesi

Lämmitysjärjestelmän luovus: Patterit

Määritetyt lämmitysjärjestelmät

Järjestelmän nimi	ala	Lämmitysjärj	Hyötys.	qjh,ulos	etilat	L	Qvar.,ulos
Patterit	744	1	0.9	85	2	0	0

Lisää uusi lämmitysjärjestelmä... Kopioi Poista Muokkaa...

Qjakelu, ulos: 0 kWh/a  
Qvarastointi, ulos: 0 kWh/a Wtilat: 1488 kWh/a

Lisälämmöntuotto  
Tulisijojen lukumäärä: 1  
Qtulisija, tuotto (yhteensä): 0 kWh/a Vuosihyötysuhde, tulisija: 0  
Ilmalämpöpumppujen lukumäärä:  
Quilkoilmalämpöpumppu, ilma-ilma (yhteensä): 0 kWh/a SPF-luku: 0

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus

# ENERGIALASKENTA KÄYTTÖVESI

Täytä  
käyttöveden  
tiedot kohteen  
tiedoilla

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleistiedot  
Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
Rakennustunnus: Oulu

Energiatodistus  
Toteutunut energiankulutus,  
toimenpide-ehdotukset  
ja lisämerkinnät...

CADS  
P L A N N E R

Laskennan lähtötietojen tilat

Osio	Viesti	Lisätiedot
Yleistiedot	OK	
Perustiedot	OK	
Johduminen	OK	
Vuotoilma	OK	Varoitus, q50 < 4.0, varm
Lämmitysjä...	OK	
Käyttövesi	OK	
Ilmanvaihto	Virheellinen arvo	IV-koneiden yhteisala <>
Laitesähkö	OK	
Lämpökuorma	OK	
Jäähdytys	OK	

Tulokset  
Asuinkerrostalot

Energiaselvitys  
E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
Lähtötiedot puutteelliset.

Energiatodistus  
Lähtötiedot puutteelliset.

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus Talenna Talenna ja sulje Peruuta Ohje

Laskennan lähtötiedot

Ilmanvaihto Laitesähkö Lämpökuorma Jäähdytys Vuotoilma Lämmitysjärjestelmä Käyttövesi

LKV kulutus  
 Huoneistokohtaiset vesimittarit  
 Henkilömäärän mukaan dm<sup>3</sup>/henk/vrk  
Vlkv,omin,henk: 50  
Henkilömäärä: 17 hlö  
 Pinta-alan mukaan  
Vlkv,omin (dm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> a))  
600, 2 Asuinkerrostalot  
Nettoala: 744 m<sup>2</sup>  
Kulutus: 446.4 m<sup>3</sup>  
T, lämmin käyttövesi: 58 °C (Tlqv)  
T, kylmävesi: 5 °C (Tkv)  
Lämmin käyttövesi, mitoitusvirtaama: 0.34 dm<sup>3</sup>/s  
Qlqv, lto: 0 kWh/a  
Qlqv, netto: 27602 kWh/a  
Qlämmitys, lqv: 31522 kWh/a

LKV häviöt  
Kierto  
nlqv, siirto: 0.97  
Kiertojohtoon lämpöhäviön ominaisteho: 10  
Kiertojohtoon kytkettyjen lämmityslaitteiden määrä: 0  
Lämmityslaitteen ominaisteho: 0 W  
Qlqv, kierto: 3066 kWh/a  
Qlqv, varastointi (kWh/a)  
0, Ei varaajaa  
 Aurinkokeräin  
Aurinkokeräimen pinta-ala: 0 m<sup>2</sup>  
aurinkokeräin (kWh/m<sup>2</sup>/a)  
0  
Suuntakerroin k: 1, Etelä/kaakko/lounas  
Qaurinko, lqv: 0 kWh/a  
Wlqv, pumppu: 596 kWh/a

# ENERGIALASKENTA ILMANVAIHTO

Lisää kohteen  
ilmanvaihtokoneet  
Lisää uusi IV-  
kone –  
työkalulla.  
Mikäli koneita  
on useita, jaa  
kokonaisneliö-  
määrä koneiden  
lukumäärällä.  
Täytä muut  
tiedot kohteen  
tietojen  
mukaisesti.

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleiset tiedot  
Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
Rakennustunnus: Oulu

Energiatodistus  
Toteutunut energiankulutus,  
toimenpide-ehdotukset  
ja lisämerkinnät...

CADS  
P L A N N E R

Laskennan lähtötiedot  
Yleistiedot Perustiedot Johtuminen Vuotoilma Lämmitysjärjestelmä Käyttövesi  
Ilmanvaihto Laitesähkö Lämpökuorma Jäähdytys Yhteenveto, selvitys Yhteenveto, todistus

Laskennan lähtötietojen tilat

Osoite	Viesti	Lisätiedot
Yleistiedot	OK	
Perustiedot	OK	
Johtuminen	OK	
Vuotoilma	OK	Varoitus, q50 < 4.0, varm
Lämmitysjärjestelmä	OK	
Käyttövesi	OK	
Ilmanvaihto	OK	
Laitesähkö	OK	
Lämpökuorma	OK	
Jäähdytys	OK	

Tulokset  
Asuinkerrostalot

**E=127**

Energiaselvitys  
E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
E-luku täyttää vaatimuksen.  
Tasauslaskelma: Suunnitteluratkaisu täyttää vaatimukset.

Energiatodistus  
**C**  
Energialuokan raja-arvot: 101 ≤ E-luku ≤ 130

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus: Huoneistokohtainen

Määritetyt IV-koneet

IV-kone	qv, poisto	qv, tulo	td	tv	dTpuh	na/ht	Tsp	Tsisä	Ppuh	Jäät.	SFP	Ala	LJ	kpl
Pingvin EDA	0.035	0.032	24	7	0.5	0.67/0.6	18	21	0.045	2	1.28	93	0	8

Lisää IV-kone... Kopioi Poista Muokkaa...

E-luvun laskenta D3-taulukkoarvojen mukaan

Sisälämpötila, Ts: 21 °C Ilmamäärät koneittain D3-taulukkoarvoilla koneen vaikutusalan mukaan.  
Käyntiaikasuhte, td: 24 h/24h Kokonaisilmamäärä, tulo/poisto (m<sup>3</sup>/s): 0.372/0.372  
Käyntiaikasuhte, tv: 7 vrk/7vrk

Qlämmitys,iv,lämmitysjärjestelmä: 0 kWh/a Qlämmitys,iv,sähkö: 7984 kWh/a  
Qiv,tuloilma: 11728 kWh/a Wiv,muut: 0 kWh/a  
Qiv,korvausilma: 0 kWh/a Wilmanvaihto: 11138 kWh/a

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus

Tallenna Tallenna ja sulje Peruuta Ohje

# ENERGIALASKENTA LAITESÄHKÖ

Täytä kohteen tiedot tai laske sähkönkulutus D3-taulukkoarvojen mukaan.

Mikäli kohteessa on omia energialähteitä, anna niiden tiedot tähän

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleistiedot  
 Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
 Rakennustunnus: Oulu

Energiatodistus  
 Toteutunut energiankulutus, toimenpide-ehdotukset ja lisämerkinnät...

CADS  
 P L A N N E R

Laskennan lähtötiedot

Yleistiedot Perustiedot Johtuminen Vuotoilma Lämmitysjärjestelmä Käyttövesi  
 Ilmanvaihto Laitesähkö Lämpökuorma Jäähdytys Yhteenveto, selvitys Yhteenveto, todistus

Perustiedoista  
 Rakennuksen käyttötarkoituksluokka: 2 Asuinkerrostalot  
 Rakennuksen nettoala: 744 m<sup>2</sup>

Laitteiden sähkönkulutus  
 Kuluttajalaitteet  
 Lasketaan D3-taulukkoarvojen mukaan  
 Lämpökuorma P: 4 W/m<sup>2</sup>  
 Käyttöaste k: 0.6  
 Käyttöaika: 24/7  
 Wkuluttajalaitteet: 15642 kWh/a

Valaistus  
 Lasketaan D3-taulukkoarvojen mukaan  
 Lämpökuorma P: 11 W/m<sup>2</sup>  
 Käyttöaste k: 0.1  
 Käyttöaika: 24/7  
 Wvalaistus: 7169 kWh/a

Omavarais sähköenergia  
 Aurinkosähkö: 0 kWh/a  
 Tuulisähkö: 0 kWh/a  
 Wkäytetty, omasähkö: 0 kWh/a

Laskennan lähtötietojen tilat

Oso	Viesti	Lisätiedot
Yleistiedot	OK	
Perustiedot	OK	
Johtuminen	OK	
Vuotoilma	OK	Varoitus, q50 < 4.0, varm
Lämmitysjä...	OK	
Käyttövesi	OK	
Ilmanvaihto	OK	
Laitesähkö	OK	
Lämpökuorma	OK	
Jäähdytys	OK	

Tulokset  
 Asuinkerrostalot  
**E=127**  
 Energiaselvitys  
 E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 E-luku täyttää vaatimuksen.  
 Tasauskalkela: Suunnitteluratkaisu täyttää vaatimukset.  
 Energiatodistus  
**C**  
 Energialuokan raja-arvot: 101 ≤ E-luku ≤ 130

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus

Tallenna Tallenna ja sulje Peruuta Ohje

# ENERGIALASKENTA LÄMPÖKUORMA

Lämpökuormat lasketaan perustietojen mukaan, tai D3-taulukkoarvojen mukaan. Muokkaa ikkunoista tulevan lämpöenergian arvoja tarvittaessa.

Valitse rakennuksen tyypin mukaan

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleistiedot  
 Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
 Rakennustunnus: Oulu

Energiatodistus  
 Toteutunut energiankulutus, toimenpide-ehdotukset ja lisämerkinnät...

CADS  
 P L A N N E R

Laskennan lähtötiedot  
 Yleistiedot  Perustiedot  Johtuminen  Vuotoilma  Lämmitysjärjestelmä  Käyttövesi  
 Ilmanvaihto  Laitesähkö  Lämpökuorma  Jäähdytys  Yhteenveto, selvitys  Yhteenveto, todistus

Perustiedoista  
 Käyttötarkkuusluokka: 2 Asuinkerrostalot Anetto: 744 m<sup>2</sup>

Henkilöiden lämpöenergia  
 Lasketaan D3-taulukkoarvojen mukaan  
 Lämpökuorma P: 3 W/m<sup>2</sup>  
 Käyttöaste k: 0,6  
 Käyttöaika: 24/7  
 Qhenk: 11731 kWh/a

Sähkölaitteiden lämpöenergia  
 Wkulluttajalaitteet: 15642 kWh/a  
 Wvalaistus: 7169 kWh/a  
 Qsäh: 22811 kWh/a

Lämmin käyttövesi  
 Qlqv,kierto,kuorma: 1533 kWh/a  
 Qlqv,varastointi,kuorma: 0 kWh/a

Ikkunoista tuleva lämpöenergia

Typppi	Ala	U-arvo	Ts	Fkehä	Fverho	Fympäristö	Fyläv	Fsivuv	g kohtis.
IKet	20.9	1	21	0.75	1	15	0	0	0.5
IKet	4	1	18	0.75	1	15	0	0	0.5
IKit	2.2	1	18	0.75	1	15	0	0	0.5
IKit	20.9	1	21	0.75	1	15	0	0	0.5
IKlä	20.9	1	21	0.75	1	15	0	0	0.5
IKpo	20.9	1	21	0.75	1	15	0	0	0.5
IKpo	4.2	1	18	0.75	1	15	0	0	0.5

Muokkaa ikkunan lämpöenergiatietoja...

Qaur: 17340 kWh/a

Tehollinen lämpökapasiteetti Crak,omin  
 40 Wh/(m<sup>2</sup>K) Qlämpökuorma: 53415 kWh/a

Tulokset  
 Asuinkerrostalot  
**E=127**  
 Energiaselvitys  
 E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 E-luku täyttää vaatimuksen.  
 Tasauskalkela: Suunnitteluratkaisu täyttää vaatimukset.  
 Energiatodistus  
**C**  
 Energialuokan raja-arvot: 101 ≤ E-luku ≤ 130

Talenna Talenna ja sulje Peruuta Ohje

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus

# ENERGIALASKENTA JÄÄHDYTYS

Mikäli kohteessa on jäähdytys, täytä jäähdytyksen tiedot aukeaviin kohtiin.

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleistiedot  
 Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
 Rakennustunnus: Oulu

Energiatodistus  
 Toteutunut energiankulutus, toimenpide-ehdotukset ja lisämerkinnät...

CADS  
 P L A N N E R

Laskennan lähtötiedot

Yleistiedot Perustiedot Johtuminen Vuotoilma Lämmitysjärjestelmä Käyttövesi  
 Ilmanvaihto Laitesähkö Lämpökuorma Jäähdytys Yhteenveto, selvitys Yhteenveto, todistus

Laskettava kohde on olemassa oleva rakennus. Jäähdytys voidaan käsitellä kuukausiperusteisesti.

Jäähdytys käytössä

Jäähdytysjärjestelmän kuvaus:

nJäähdytys: 0.7  
 T<sub>s</sub>, lask, keskim: 23 °C  
 Sisälämpötila, T<sub>s</sub>: 21 °C

Q<sub>jäähdytys</sub>, netto: 0 kWh/a Q<sub>jäähdytys</sub>: 0 kWh/a

Jäähdytystyyppi: Kompressori

Vuotuinen kylmäkerroin, eE: 3

Q<sub>jäähdytys</sub>, osto: 0 kWh/a W<sub>jäähdytys</sub>: 0 kWh/a

Laskennan lähtötietojen tilat

Oso	Viesti	Lisätiedot
Yleistiedot	OK	
Perustiedot	OK	
Johtuminen	OK	
Vuotoilma	OK	Varoitus, q50 < 4.0, varm
Lämmitysjä...	OK	
Käyttövesi	OK	
Ilmanvaihto	OK	
Laitesähkö	OK	
Lämpökuorma	OK	
Jäähdytys	OK	

Tulokset  
 Asuikerrostalot

**E=127**

Energiaselvitys  
 E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 E-luku täyttää vaatimuksen.  
 Tasauslaskelma: Suunnitteluratkaisu täyttää vaatimukset.

Energiatodistus  
**C**

Energialuokan raja-arvot: 101 ≤ E-luku ≤ 130

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus

Tallenna Tallenna ja sulje Peruuta Ohje

# ENERGIASELVITYS YHTEENVETO

Energialaskenta on valmis, tässä näkyy selvityksen yhteenveto. (Kuvassa vain alkuosa.)

Energialaskennan lopputulos eli E-luku ja energialuokka

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleistiedot  
 Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
 Rakennustunnus: Oulu

Energiatodistus  
 Toteutunut energiankulutus, toimenpide-ehdotukset ja lisämerkinnät...

CADS PLANNER

Laskennan lähtötiedot  
 Yleistiedot  Perustiedot  Johtuminen  Vuotoilma  Lämmitysjärjestelmä  Käyttövesi  
 Ilmanvaihto  Laitesähkö  Lämpökuorma  Jäädytys  Yhteenveto, selvitys  Yhteenveto, todistus

ENERGIASELVITYS, YHTEENVETO

Rakennuskohde Referenssikohde  
 Osoite Mallitie 1 Oulu  
 Käyttötarkoitus 2 Asuinkerrostalot  
 Rakennusvuosi  
 Lämmitetty nettoala 744 m<sup>2</sup>

Käytetyt laskentamenetelmät: D5/2012  
 Käytetyt säätiedot: I Helsinki-Vantaa  
 Tehon laskennassa käytetyt säätiedot: III Jyväskylä-Luonetjärvi

E-luku 127 kWh/(m<sup>2</sup>a) Vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Eosto 112 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 Rakek 110 kWh/(m<sup>2</sup>a)

E-luvun erittely	Fosto	Energiamäärä	E-luku	E-kvyyti (m <sup>2</sup> a)
Sähkö	36185	1.7	61515	82.7
Kaukolämpö	46887	0.7	32821	44.1
Kaukojäähdytys	0	0.4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0.5	0	0
Fossiilinen polttoaine	0	1.0	0	0
<b>Yhteensä</b>	<b>83072</b>		<b>94336</b>	<b>127</b>

Uusiutuva omavaraisenergia kWh/a kWh/(m<sup>2</sup>a)

Aurinkosähkö	0	0
Aurinkolämpö	0	0
Tuulisähkö	0	0
Lämmönmuunon lämmönlähteestä ottama energia	0	0

Laskennan lähtötietojen tilat

Oso	Viesti	Lisätiedot
<input checked="" type="checkbox"/> Yleistiedot	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Perustiedot	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Johtuminen	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Vuotoilma	OK	Varoitus, q50 < 4.0, varm
<input checked="" type="checkbox"/> Lämmitysjä...	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Käyttövesi	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Ilmanvaihto	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Laitesähkö	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Lämpökuorma	OK	
<input checked="" type="checkbox"/> Jäädytys	OK	

Tulokset  
 Asuinkerrostalot

**E=127**

Energiaselvitys  
 E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 E-luku täyttää vaatimuksen.  
 Tasauskalkema: Suunnitteluratkaisu täyttää vaatimukset.

Energiatodistus  
**C**

Energialuokan raja-arvot: 101 ≤ E-luku ≤ 130

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus Muunna pisteet pilkuiksi Kopioi yhteenveto leikepöydälle Tallenna Tallenna ja sulje Peruuta Ohje

# ENERGIATODISTUS YHTEENVETO

Energialaskenta on valmis, tässä näkyy todistuksen yhteenveto. (Kuvassa vain alkuosa.)

Energiaselvitys ja -todistus tulostetaan tästä

CADS Planner - Energialaskenta D5/2012

Kohteen yleiset tiedot  
 Rakennuskohde: Referenssikohde Osoite: Mallitie 1  
 Rakennustunnus: Oulu

Energiatodistus Toteutunut energiankulutus, toimenpide-ehdotukset ja lisämerkinnät... CADS PLANNER

Laskennan lähtötietojen tilat

Osoite	Viesti	Lisätiedot
Yleistiedot	OK	
Perustiedot	OK	
Johduminen	OK	
Vuotoilma	OK	Varoitus, q50 < 4.0, varm
Lämmitysjärjestelmä	OK	
Käyttövesi	OK	
Ilmanvaihto	OK	
Laitesähkö	OK	
Lämpökuorma	OK	
Jäähdytys	OK	

Tulokset  
 Asuinkerrostalot  
**E=127**

Energiaselvitys  
 E-luku, vaatimus: 130 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 E-luku täyttää vaatimuksen.  
 Tasauskalkema: Suunnitteluratkaisu täyttää vaatimukset.

Energiatodistus  
**C**  
 Energialuokan raja-arvot: 101 ≤ E-luku ≤ 130

ENERGIATODISTUS, YHTEENVETO

Rakennuskohde: Referenssikohde  
 Osoite: Mallitie 1 Oulu  
 Käyttötarkoitus: 2 Asuinkerrostalot  
 Todistuksen tilaaja:  
 Todistuksen laatija: Heikki Kumpula  
 Yritys: OAMK / Opinnäytetyö  
 Viimeinen voimassaolopäivä:  
 Rakennuksen valmistusvuosi: Ref\_01  
 Todistustunnus:  
 Rakennustunnus:  
 Lämmitetty nettoala: 744 m<sup>2</sup>  
 Lämmitysjärjestelmän kuvaus: Patterit  
 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus: Huoneistokohtainen

Käytetyt laskentamenetelmät: D5/2012

Laskettu ostoenergiankulutus

Käytettävät energialähteet	Laskettu ostoenergia kWh/a	Laskettu ostoenergia kWh/(m <sup>2</sup> a)	Energiamuodon kerroin	E-energia kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	36185	48.6	1.7	82.7
Kaukolämpö	46887	63	0.7	44.1
<b>YHTEENSÄ (E-luku)</b>				<b>127</b>

E-luvun luokittelustaikko: 2 Asuinkerrostalot  
 E-luokat ko.asteikolla: A (<=75), B (<=100), C (<=130), D (<=160), E (<=190), F (<=240), G (>240)  
 Tämän rakennuksen E-luku: C

Tulosta energiaselvitys Tulosta energiatodistus Muunna pisteet pilkkuksi Kopioi yhteenveto leikepöydälle Tallenna Tallenna ja sulje Peruuta Ohje

# ENERGIASELVITYKSEN MALLISIVU + SISÄLLYS

ENERGIASELVITYS	
Rakennuskohde: Osoite:	<b>Referenssikohde</b> Mallitie 1 Oulu
Rakennustunnus: Rakennuslupatunnus:	
Käyttötarkoituksluokka:	2 Asuinkerrostalot
Käytetyt laskentamenetelmät: Käytetyt säätiedot: Käytetyt säätiedot, tehon laskenta:	D5/2012 I Helsinki-Vantaa III Jyväskylä-Luonetjärvi
Energiaselvityksen laatija: Energiaselvityksen tilaaja:	Heikki Kumpula
Päiväys:	3.1.2014
Energiaselvityksen laatijan allekirjoitus:	_____

1

1. ENERGIASELVITYS
2. TULOKSET
3. E-LUVUN LASKENNAN  
LÄHTÖTIEDOT
4. E-LUVUN LASKENNAN  
TULOKSET
5. TASAUSLASKELMA
6. TARKISTUSLISTA
7. TEHOT

# ENERGIATODISTUKSEN MALLISIVU + SISÄLLYS

ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite:	Referenssikohte Mallitie 1 Oulu
Rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistamisvuosi:	
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	2 Asuinkerrostalot
Todistustunnus:	Ref_01

		Energiatehokkuusluokka
A	▶	
B	▶	
C	▶	◀ C
D	▶	
E	▶	
F	▶	
G	▶	

Uudisrakennusten  
maksimivaatimus  
määräyksenä 2012

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-fu) 127 kWh<sub>e</sub>/(m<sup>2</sup>vuosi)

Todistuksen laatija:	Yritys:
Heikki Kumpula	OAMK / Opinnäytetyö
Allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä:

Energiatodistus perustuu Iakin rakennuksen energiatodistuksesta (ISO/2013).

1. TODISTUS
2. YHTEENVETO  
ENERGIANKULUTUKSESTA
3. LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT
4. LASKENNAN TULOKSET
5. TOTEUTUNUT  
ENERGIANKULUTUS
6. TOIMENPIDE-  
EHDOTUKSET

1

# ENERGIASELVITYS

## TUNNISTE/PERUSTIEDOT

Rakennuskohde: PSOAS 8  
Rakennustyyppi: Suuret asuinrakennukset  
Osoite: LINNANMAA  
VIRKAKATU 8  
Rakennustunnus: 3  
Rakennuslupatunnus:  
Energiaselvityksen tekijä: Heikki Kumpula  
Päsuunnittelija:

Päsuunnittelijan allekirjoitus: \_\_\_\_\_

Päiväys: 30.12.2013

## LÄMPÖHÄVIÖN MÄÄRÄYSTENMUKAISUUS

LÄMPIMIEN TILOJEN OMINAISLÄMPÖHÄVIÖ YHTEENSÄ (W/K)	393.8
Rakennuksen lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö:	79 % vertailutasosta
PUOLILÄMPIMIEN TILOJEN OMINAISLÄMPÖHÄVIÖ YHTEENSÄ (W/K)	0
Rakennuksen puolilämpimien tilojen ominaislämpöhäviö:	0 % vertailutasosta

Lämpöhäviöiden tasauslaskelmassa ja määräystenmukaisuuden tarkistuslistassa tarkemmat tiedot.

# ENERGIASELVITYS

## ILMANVAIHDON OMINAISSÄHKÖTEHO

IV-Kone	Poistoilmavirta m <sup>3</sup> /s	Tuloilmavirta m <sup>3</sup> /s	Sähköteho kW	SFP kW/(m <sup>3</sup> /s)
Pingvin EDA	.28	.256	0.36	1.28

Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla yleensä enintään 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s).

Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla yleensä enintään 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s).

# ENERGIASELVITYS

## RAKENNUKSEN LÄMMITYSTEHO

Lämmöntuottotapa: Kaukolämpö

Tilojen lämmitysjärjestelmä:

Vesiradiaattorit 45/35 jakojohdot eristetty

Käyttöveden lämmitysjärjestelmä:

Lämpimälle käyttövedelle on kiertojohto, johon ei ole liitetty lämmönluovuttimia.

Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama: 0.59 dm<sup>3</sup>/s

Käyttöveden lämpimän ja kylmän veden lämpötilaero: 53°C

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän teho: 158.3 kW

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa: 0.9

Johtuminen: 11503 W

Vuotoilma: 2019 W

Ilmanvaihto: 11928 W

Ilmanvaihto jälkilämmityspatteri: 9984 W

Huonelämmitysjärjestelmän teho: 17.1 kW

Ilmanvaihdon tuloilman lämmitysjärjestelmän teho: 11 kW

Huonelämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa: 0.9

IV:n tuloilman lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa: 0.9

IV:n jäteilman lämpötila mitoitusolosuhteissa: +5 °C

Mitoittava ulkolämpötila: -32 °C

# ENERGIASELVITYS

## ARVIO KESÄAIKAISESTA HUONELÄMPÖTILASTA

Kuukauden keskimääräinen huonelämpötila on enintään: 30.4 °C

Kesäkuukausien keskimääräiset huonelämpötilat:

Toukokuu: 28.3 °C

Kesäkuu: 30.4 °C

Heinäkuu: 29.8 °C

Elokuu: 29.3 °C

Syyskuu: 25.6 °C

Jäähdytystehotarve: Ei ole jäähdytystä

Jäähdytyksen mitoittava huonelämpötila: -

Käytetyt laskenta menetelmät: D5/2007

Käytetyt säätiedot: III Jyväskylä-Luonetjärvi

# ENERGIASELVITYS

## RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

### JA OSTOENERGIANKULUTUS

Rakennuksen energiankulutus rakennuksen säävyöhykkeen säätiedoilla:

Lämmitysenergiankulutus: 40123 kWh vuodessa (54 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa)

Sähköenergiankulutus: 37200 kWh vuodessa (50 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa)

Jäähdytys: 0 kWh vuodessa (0 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa)

Rakennuksen energiankulutus on yhteensä: 77323 kWh vuodessa (104 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa)

Rakennuksen ostoenergiankulutus energialajeittain rakennuksen säävyöhykkeen säätiedoilla:

Kaukolämpöä 25338 kWh vuodessa

Sähköä: 52745 kWh vuodessa

Käytetyt laskenta menetelmät: D5/2007

Käytetyt säätiedot: III Jyväskylä-Luonetjärvi

## ENERGIASELVITYS, TASAUSLASKELMA

## Suunnitteluratkaisu TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET

## Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus 1600 (rak-m<sup>3</sup>)  
 Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä 744 (m<sup>2</sup>)  
 Ilmatilavuus, V,lämpimät tilat 1600 (m<sup>3</sup>)

Perustiedot	Pinta-alat, m <sup>2</sup> [A]		U-arvot, W/(m <sup>2</sup> K) [U]			Lämpöhäviöiden tasaus	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>RAKENNUSOSAT</b>						<b>Ominaislämpöhäviö, W/K</b> [Hjoht = A x U]	
Lämpimät tilat						Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Ulkoseinä	335.3	352.9	0.17	0.6	0.17	57	60
Ulkoseinä, hirsi	0	0	0.4	0.6	0	0	0
Yläpohja	321.2	321.2	0.09	0.6	0.09	28.9	28.9
Alapohja (ulkoilmaa vasten)	0		0.09	0.6	0	0	0
Alapohja (ryömintätila)	0		0.17	0.6	0	0	0
Alapohja (maanvastainen)	321.2		0.16	0.6	0.16	51.4	51.4
Muu maanvastainen rak.osa	0		0.16	0.6	0	0	0
Ikkunat	111.6	94	1	1.8	1	111.6	94
Ulko-ovet	20.2		1	-	1	20.2	20.2
Kattoikkunat	0	0	1	1.8	0	0	0
<b>Lämpimät tilat yht.</b>	<b>1109.5</b>	<b>1109.5</b>				<b>269.1</b>	<b>254.5</b>
Puolilämpimät tilat							
Ulkoseinä	0	0	0.26	0.6	0	0	0
Ulkoseinä, hirsi	0	0	0.6	0.6	0	0	0
Yläpohja	0	0	0.14	0.6	0	0	0
Alapohja (ulkoilmaa vasten)	0		0.14	0.6	0	0	0
Alapohja (ryömintätila)	0		0.26	0.6	0	0	0
Alapohja (maanvastainen)	0		0.24	0.6	0	0	0
Muu maanvastainen rak.osa	0		0.24	0.6	0	0	0
Ikkunat	0	0	1.4	2.8	0	0	0
Ulko-ovet	0		1.4	-	0	0	0
Kattoikkunat	0	0	1.4	2.8	0	0	0
<b>Puolilämpimät tilat yht.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				<b>0</b>	<b>0</b>
<b>VAIPAN ILMAVUODOT</b>	<b>Ilmanvuotoluku, 1/h</b> [n50]		<b>Vuotoilmavirta, m<sup>3</sup>/s</b> [qv,v = n50/25xV/3600]			<b>Ominaislämpöhäviö, W/K</b> [Hvuotoilma = 1200xqv,v]	
<b>Vuotoilma</b>	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo		Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat	2	1.33333	0.0356	0.0237		42.7	28.4
Puolilämpimät tilat	2						
<b>ILMANVAIHTO</b>	<b>Poistoilmavirta, m<sup>3</sup>/s</b> [qv,p]		<b>LTO:n vuosihyötysuhde, %</b> [na]			<b>Ominaislämpöhäviö, W/K</b> [Hiv = 1200x qv,p x (1-na)]	
<b>Hallittu ilmanvaihto</b>	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo		Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat	0.28		45	67		184.8	110.9
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta							
Puolilämpimät tilat	0		45	0		0	0
Puolilämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta							
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>						<b>Ominaislämpöhäviö, W/K</b> [H=Hjoht+Hvuotoilma+Hiv]	
<b>Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>						<b>496.6</b>	<b>393.8</b>
<b>Puolilämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>						<b>0</b>	<b>0</b>

Ryömintätilaan rajoittuva alapohjan lämpöhäviö kerrotaan luvulla 0,8 rakentamismääräyskokoelman osan D3 mukaisesti.

Tällä tavalla otetaan huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila.

Ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta.

## ENERGIASELVITYS, TARKISTUSLISTA

### Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista

#### Pinta-alat

Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta

**KYLLÄ**

Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa

- lämpimissä tiloissa
- puolilämpimissä tiloissa

**KYLLÄ**

Rakennusosien U-arvot ja vaipan lämpöhäviö

U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia

**KYLLÄ**

Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1.3

- lämpimissä tiloissa (suhde 0.9)
- puolilämpimissä tiloissa (suhde 0)

**KYLLÄ**

Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen

- lämpimissä tiloissa
- puolilämpimissä tiloissa

**KYLLÄ**

Tarkistuslistan yhteenveto

**Suunnitteluratkaisu TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET**

### Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 85 vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä

85 vertailuarvo

Suunnitteluarvo

- lämpimissä tiloissa

422.1

393.8

**KYLLÄ**

- puolilämpimissä tiloissa

0

0

**Suunnitteluratkaisu VASTAA Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa**

# ENERGIASELVITYS

## TUNNISTE/PERUSTIEDOT

Rakennuskohde: PSOAS 8  
Rakennustyyppi: Suuret asuinrakennukset  
Osoite: LINNANMAA  
VIRKAKATU 8  
Rakennustunnus: 3  
Rakennuslupatunnus:  
Energiaselvityksen tekijä: Mikko Naamanka  
Päsuunnittelija: Jyri Kotilainen

Päsuunnittelijan allekirjoitus: \_\_\_\_\_

Päiväys: 13.6.2013

## LÄMPÖHÄVIÖN MÄÄRÄYSTENMUKAISUUS

LÄMPIMIEN TILOJEN OMINAISLÄMPÖHÄVIÖ YHTEENSÄ (W/K)	652.2
Rakennuksen lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö:	131 % vertailutasosta
PUOLILÄMPIMIEN TILOJEN OMINAISLÄMPÖHÄVIÖ YHTEENSÄ (W/K)	0
Rakennuksen puolilämpimien tilojen ominaislämpöhäviö:	0 % vertailutasosta

Lämpöhäviöiden tasauslaskelmassa ja määräystenmukaisuuden tarkistuslistassa tarkemmat tiedot.

# ENERGIASELVITYS

## ILMANVAIHDON OMINAISSÄHKÖTEHO

IV-Kone	Poistoilmavirta m <sup>3</sup> /s	Tuloilmavirta m <sup>3</sup> /s	Sähköteho kW	SFP kW/(m <sup>3</sup> /s)
Casa W80 Econo	0.28	.256	0.65	2.32

Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla yleensä enintään 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s).

Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla yleensä enintään 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s).

# ENERGIASELVITYS

## RAKENNUKSEN LÄMMITYSTEHO

Lämmöntuottotapa: Kaukolämpö

Tilojen lämmitysjärjestelmä:

Vesiradiaattorit 70/40 jakojohdot eristetty

Käyttöveden lämmitysjärjestelmä:

Lämpimälle käyttövedelle on kiertojohto, johon ei ole liitetty lämmönluovuttimia.

Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama: 0.59 dm<sup>3</sup>/s

Käyttöveden lämpimän ja kylmän veden lämpötilaero: 53°C

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän teho: 158.3 kW

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa: 0.9

Johtuminen: 20500 W

Vuotoilma: 4037 W

Ilmanvaihto: 11928 W

Ilmanvaihto jälkilämmityspatteri: 9984 W

Huonelämmitysjärjestelmän teho: 29.4 kW

Ilmanvaihdon tuloilman lämmitysjärjestelmän teho: 11 kW

Huonelämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa: 0.9

IV:n tuloilman lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa: 0.9

IV:n jäteilman lämpötila mitoitusolosuhteissa: +5 °C

Mitoittava ulkolämpötila: -32 °C

# ENERGIASELVITYS

## ARVIO KESÄAIKAISESTA HUONELÄMPÖTILASTA

Kuukauden keskimääräinen huonelämpötila on enintään: 25.5 °C

Kesäkuukausien keskimääräiset huonelämpötilat:

Toukokuu: 23.8 °C

Kesäkuu: 25.5 °C

Heinäkuu: 25.2 °C

Elokuu: 24.9 °C

Syyskuu: 22.4 °C

Jäähdytystehotarve: Ei ole jäähdytystä

Jäähdytyksen mitoittava huonelämpötila: -

Käytetyt laskenta menetelmät: D5/2007

Käytetyt säätiedot: III Jyväskylä-Luonetjärvi

# ENERGIASELVITYS

## RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUS

### JA OSTOENERGIANKULUTUS

Rakennuksen energiankulutus rakennuksen säävyöhykkeen säätiedoilla:

Lämmitysenergiankulutus: 74032 kWh vuodessa (100 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa)

Sähköenergiankulutus: 37200 kWh vuodessa (50 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa)

Jäähdytys: 0 kWh vuodessa (0 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa)

Rakennuksen energiankulutus on yhteensä: 111232 kWh vuodessa (150 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa)

Rakennuksen ostoenergiankulutus energialajeittain rakennuksen säävyöhykkeen säätiedoilla:

Kaukolämpöä 60295 kWh vuodessa

Sähköä: 52745 kWh vuodessa

Käytetyt laskenta menetelmät: D5/2007

Käytetyt säätiedot: III Jyväskylä-Luonetjärvi

# ENERGIASELVITYS, TASAUSLASKELMA

## Suunnitteluratkaisu EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA

### Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus 1600 (rak-m<sup>3</sup>)  
Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä 744 (m<sup>2</sup>)  
Ilmatilavuus, V,lämpimät tilat 1600 (m<sup>3</sup>)

Perustiedot	Pinta-alat, m <sup>2</sup> [A]		U-arvot, W/(m <sup>2</sup> K) [U]			Lämpöhäviöiden tasaus	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Ominaislämpöhäviö, W/K [Hjoht = A x U]	Vertailu- ratkaisu
<b>RAKENNUSOSAT</b>							
Lämpimät tilat							
Ulkoseinä	335.3	352.9	0.17	0.6	0.27	57	95.3
Ulkoseinä, hirsi	0	0	0.4	0.6	0	0	0
Yläpohja	321.2	321.2	0.09	0.6	0.09	28.9	28.9
Alapohja (ulkoilmaa vasten)	0		0.09	0.6	0	0	0
Alapohja (ryömintätila)	0		0.17	0.6	0	0	0
Alapohja (maanvastainen)	321.2		0.16	0.6	0.26	51.4	83.5
Muu maanvastainen rak.osa	0		0.16	0.6	0	0	0
Ikkunat	111.6	94	1	1.8	2.1	111.6	197.4
Ulko-ovet	20.2		1	-	2.1	20.2	42.4
Kattoikkunat	0	0	1	1.8	0	0	0
<b>Lämpimät tilat yht.</b>	<b>1109.5</b>	<b>1109.5</b>				<b>269.1</b>	<b>447.5</b>
Puolilämpimät tilat							
Ulkoseinä	0	0	0.26	0.6	0	0	0
Ulkoseinä, hirsi	0	0	0.6	0.6	0	0	0
Yläpohja	0	0	0.14	0.6	0	0	0
Alapohja (ulkoilmaa vasten)	0		0.14	0.6	0	0	0
Alapohja (ryömintätila)	0		0.26	0.6	0	0	0
Alapohja (maanvastainen)	0		0.24	0.6	0	0	0
Muu maanvastainen rak.osa	0		0.24	0.6	0	0	0
Ikkunat	0	0	1.4	2.8	0	0	0
Ulko-ovet	0		1.4	-	0	0	0
Kattoikkunat	0	0	1.4	2.8	0	0	0
<b>Puolilämpimät tilat yht.</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				<b>0</b>	<b>0</b>
<b>VAIPAN ILMAVUODOT</b>	<b>Ilmanvuotoluku, 1/h [n50]</b>		<b>Vuotoilmavirta, m<sup>3</sup>/s [qv,v = n50/25xV/3600]</b>		<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [Hvuotoilma = 1200xqv,v]</b>		
<b>Vuotoilma</b>	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimät tilat	2	2.66667	0.0356	0.0474	42.7	56.9	
Puolilämpimät tilat	2						
<b>ILMANVAIHTO</b>	<b>Poistoilmavirta, m<sup>3</sup>/s [qv,p]</b>		<b>LTO:n vuosihyötysuhde, % [na]</b>		<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [Hiv = 1200x qv,p x (1-na)]</b>		
<b>Hallittu ilmanvaihto</b>	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimät tilat	0.28		45	56	184.8	147.8	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta							
Puolilämpimät tilat	0		45	0	0	0	
Puolilämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta							
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>					<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [H=Hjoht+Hvuotoilma+Hiv]</b>		
<b>Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>					<b>496.6</b>	<b>652.2</b>	
<b>Puolilämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>					<b>0</b>	<b>0</b>	

Ryömintätilaan rajoittuva alapohjan lämpöhäviö kerrotaan luvulla 0,8 rakentamismääräyskokoelman osan D3 mukaisesti.

Tällä tavalla otetaan huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila.

Ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta.

## ENERGIASELVITYS, TARKISTUSLISTA

### Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista

#### Pinta-alat

Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta

**KYLLÄ**

Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa

- lämpimissä tiloissa
- puolilämpimissä tiloissa

**KYLLÄ**

Rakennusosien U-arvot ja vaipan lämpöhäviö

U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia

**EI**

Vaipan suunnittelu- ja vertailuratkaisun ominaislämpöhäviön suhde on enintään 1.3

- lämpimissä tiloissa (suhde 1.7)
- puolilämpimissä tiloissa (suhde 0)

**EI**

Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen

- lämpimissä tiloissa
- puolilämpimissä tiloissa

**EI**

Tarkistuslistan yhteenveto

**Suunnitteluratkaisu EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA**

### Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötaso

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään 85 vertailuratkaisun ominaislämpöhäviöstä

85 vertailuarvo

Suunnitteluarvo

- lämpimissä tiloissa

422.1

652.2

**EI**

- puolilämpimissä tiloissa

0

0

**Suunnitteluratkaisu EI VASTAA Matalaenergiarakennuksen lämpöhäviötasoa**