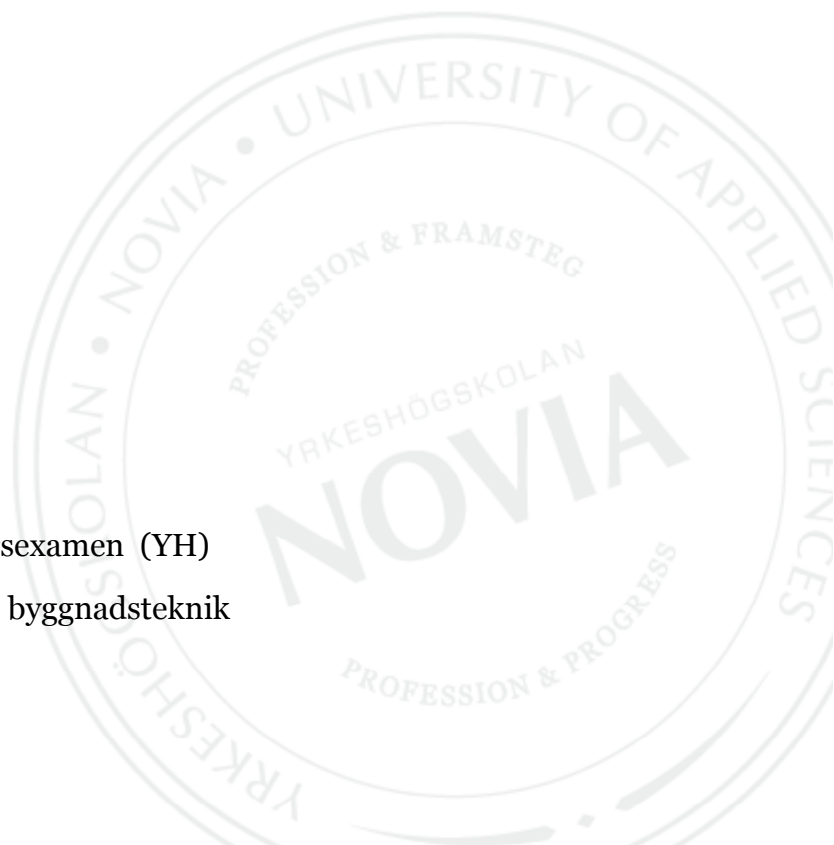


# **Energieffektivitet i småhus**

Niklas Backlund

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)  
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik  
Vaasa 2014



## EXAMENSARBETE

Författare: Niklas Backlund  
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Vasa  
Inriktningsalternativ: Byggnadsproduktion  
Handledare: Allan Anderson

Titel: *Energieffektivitet i egnahemshus*

---

Datum: 28.4.2014

Sidantal:25

Bilagor:18

---

### **Abstrakt**

Syftet med detta examensarbete är att sammanställa en handbok om energieffektivitet i småhus baserat på finländska krav.

Energieffektivitet är ett område som ständigt utvecklas. Klimathotet, koldioxidutsläpp och miljömedvetenhet leder till nya myndighetskrav på energieffektiviteten i byggander, samtidigt som också konsumenterna söker allt förmånligare sätt att underhålla sina hus i en värld där energipriserna konstant ökar. Alla dessa faktorer tyder på att energieffektiviteten är, och kommer att vara, ett centralt ämne inom byggnadsbranschen.

I detta arbetet beskrivs utgångspunkterna för energieffektiviteten och viktiga faktorer som skall beaktas vid bygge av ett energieffektivt hus. Arbetet behandlar också olika relevanta mätare som u-värden och energiintyg. Dessutom ingår exempelberäkningar av u-värden och energicertifikatsberäkningar.

Resultatet av detta examensarbete är en svenskspråkig handbok som ger en överskådlig sammanfattning av energieffektivitet i egnahemshus som baserat på finländska krav. Handboken kan användas av både yrkesmän och konsumenter.

---

Språk: svenska

Nyckelord: energieffektivitet, energiintyg, lågenergihus

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Niklas Backlund
Koulutusohjelma ja paikkakunta:	Rakennustekniikka, Vaasa
Syventävät opinnot:	Rakennustuotanto
Ohjaaja:	Allan Anderson

Nimike: *Energiatehokkuus pientaloissa*

---

Päivämäärä: 28.4.2014

Sivumäärä:25

Liitteet:18

---

### **Tiivistelmä**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koota suomalaisiin vaatimuksiin perustuva käsikirja joka käsittelee pientalojen energiatehokkuutta.

Energiatehokkuus on alue joka jatkuvasti kehitty. Ilmastonmuutos, hiilidioksidipäästöt ja ympäristötietoisuus johtaa uusiin lainsäädännöllisiin energiatehokkuusvaatimuksiin. Tämän lisäksi myös kuluttajat etsivät yhä edullisempia, talojen ylläpitoon liittyviä ratkaisuja, maailmassa jossa energiahinnat jatkuvasti nousevat. Kaikki nämä tekijät osoittavat että energiatehokkuus on, ja tulee olemaan keskeinen aihe rakennusalalla.

Tässä opinnäytetyössä kuvataan energiatehokkuuden lähtökohtia ja käydään läpi tärkeitä tekijöitä energiatehokkaan talon rakentamisessa . Työssä käsitellään myös asiaankuuluvia mittareita kuten esimekiksi u-arvo ja energiatodistus ja työ sisältää myös esimerkkilaskelmia näistä.

Opinnäytetyön tulos on ruotsinkielinen käsikirja joka tarjoaa yleisen tiivistelmän pientalojen energiatehokkuudesta ja joka perustuu suomalaisiin vaatimuksiin. Käsikirjaa voi käyttää sekä ammattilaiset että kuluttajat.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: energiatehokkuus, energiatodistus, matalaenergiatalo

---

## BACHELOR´S THESIS

Author: Niklas Backlund  
Degree programme and location: Building Engineering, Vasa  
Specialization: Building Production  
Supervisor: Allan Anderson

Title: *Energyefficiency in houses*

---

Date: 28.4.2014

Number of pages:25

Appendices:18

---

### **Abstract**

The purpose of this thesis is to compile a handbook on energyefficiency in houses based on the Finnish requirements.

Energy efficiency is an area that is constantly evolving . Climate change , carbon emissions and environmental awareness leads to new regulatory requirements on energy efficiency in the building commits , while also consumers seek ever cheaper ways to upkeep houses in a world where energy prices are constantly rising. All these factors suggest that energy efficiency is , and will be a central topic in the construction industry.

This thesis describes the starting points for energy efficiency and the important factors to be considered in the construction of an energy efficient house . The work also deals with the various relevant U-values and energy certificates . It also includes example calculations of U-values and energy certificate calculations.

The result of this thesis is a manual in swedish that provides an overall summary of energy efficiency in houses, based on Finnish requirements . The handbook can be used by both professionals , but also consumers.

---

Language: Swedish Key words: energy efficiency, energy certificate, low-energy house

---

## Innehållsförteckning

1	INLEDNING .....	6
1.1	Inledning.....	1
1.2	Problemområde och syfte .....	2
1.3	Metodval.....	2
2	UTGÅNGSPUNKTER FÖR ENERGIEFFEKT BYGGANDE .....	3
2.1	Miljösträvan.....	5
2.2	Myndighetskrav i Finland .....	6
2.2.1	Directive 2010/31/EU - The energy performance of buildings .....	7
3	TYPER AV ENERGIEFFEKTIVA SMÅHUS .....	8
3.1	Lågenergihus .....	8
3.2	Passivhus .....	9
4	ENERGIEFFEKTIVT BYGGANDE .....	11
4.1	Byggnadsdelar .....	11
4.1.1	Fönster .....	11
4.1.2	Grunder och tak/vind.....	13
4.2	Ventilation och luftrörelser .....	14
4.3	Byggnadens placering.....	14
5	UPPVÄRMNINGSSALTERNATIV .....	15
5.1	El .....	15
5.2	Fjärrvärme.....	16
5.3	Olja .....	16
5.4	Markvärme.....	17
5.5	Ved.....	18
6	MÄTARE .....	19
6.1	U-värden.....	19
6.2	Täthet .....	21
6.3	E-tal och energiintyg .....	22
7	UTVÄRDERING AV LÖNSAMHET .....	23
7.1	Uppföljning av energiförbrukning för lokaluppvärmning och elbehov .....	23
7.2	Jämförelseberäkningar .....	23
8	SLUTDISKUSSION .....	25

## BILAGOR

1. Energicertifikat A-klass
2. Tasauskalkyler (Utjämningsberäkning) A-klass
3. Energicertifikat B-klass
4. Tasauskalkyler (Utjämningsberäkning) B-klass
5. Energicertifikat C-klass
6. Tasauskalkyler (Utjämningsberäkning) C-klass

## 1 INLEDNING

Detta är ett examensarbete inom byggnadsteknik som utförts vid Yrkeshögskolan Novia. Arbetet omfattar 15 studiepoäng och utfördes under våren 2014. Som handledare fungerade Allan Andersson.

### 1.1 Inledning

Energieffektivt är idag ett mycket aktuellt ämne inom byggnadsbranschen. Internationella och nationella krav och målsättningar för minska på utsläppen kräver energieffektivt byggande för att kraftigt minska på energiförbrukningen. Faktorer som har lett till ökade krav på energieffektiviteten är bland annat klimatförändringen, miljömedvetenhet och ökad energiförbrukning. Enligt europeiska målsättningar skall alla hus efter 2015 vara lågenergihus och alla hus som byggs efter 2020 skall vara passivhus. Dessa krav har lett till en ändring i byggnadsbranschen och visar att energieffektivt byggande är en viktig del av byggbranschen i framtiden. <sup>1</sup>

Den största delen av energiförbrukningen i småhus går åt till uppvärmning och nedkylning. Exempel på andra faktorer som har att göra med energieffektivitet är ventilation, täthet, isolering och belysning. Alla dessa faktorer bör beaktas i byggnadsplaneringen för att optimera förbrukningen. <sup>1</sup>

Energieffektivt byggande är också lönsamt för husets ägare. Eftersom energi kostar och energipriserna stadigt ökat är det lönsamt att bygga hus som förbrukar mindre energi. Att bygga ett energieffektivt hus kostar ofta lite mer, men leder till mindre energikostnader i längden. <sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Matalaenergiarakentaminen , Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2009

<sup>2</sup>Andren & Tiren – Passivhus – en handbok om energieffektivt byggande

## **1.2 Problemområde och syfte**

Energieffektivitet är en viktig del av byggprocessen. Informationen om energieffektivisering är dock mycket utbredd. Syftet med det här arbetet är att samla ihop all central information och sammanställa en handbok för energieffektivt byggande av småhus. Det är också viktigt med en handbok av den här typen som är skriven på svenska, men innefattar finska normer och direktiv. Tanken är att handboken skall kunna användas av både yrkesmän, men också till exempel konsumenter. Handboken består av en mer teoretisk del där bakgrund, lagar och krav tas upp, samt en praktisk del som kan användas vid själva byggprocessen. Arbetet begränsas till att behandla de krav som gäller i Finland. Även om de faktorer som tas upp i arbetet delvis kan tillämpas på olika typer av byggande, är det alltså småhusbygge som är målet för arbetet. Handboken innefattar främst nybygge.

## **1.3 Metodval**

Arbetet utförs främst som en litteraturgenomgång. Problem med metoden kan tänkas vara att det saknas tillgång på färsk litteratur som innehåller den senaste informationen om energieffektivt byggande.

Den litteratur som kommer att användas i detta arbete består av lagar, paragrafer och direktiv. Annan litteratur är olika slags böcker som tar upp energieffektivt byggande i allmänhet, men också böcker som är inriktade på ett visst område, till exempel byggnadsmaterial eller ventilation. Dessutom kommer också internetkällor att användas, eftersom dessa kan tänkas innehålla färskare information.

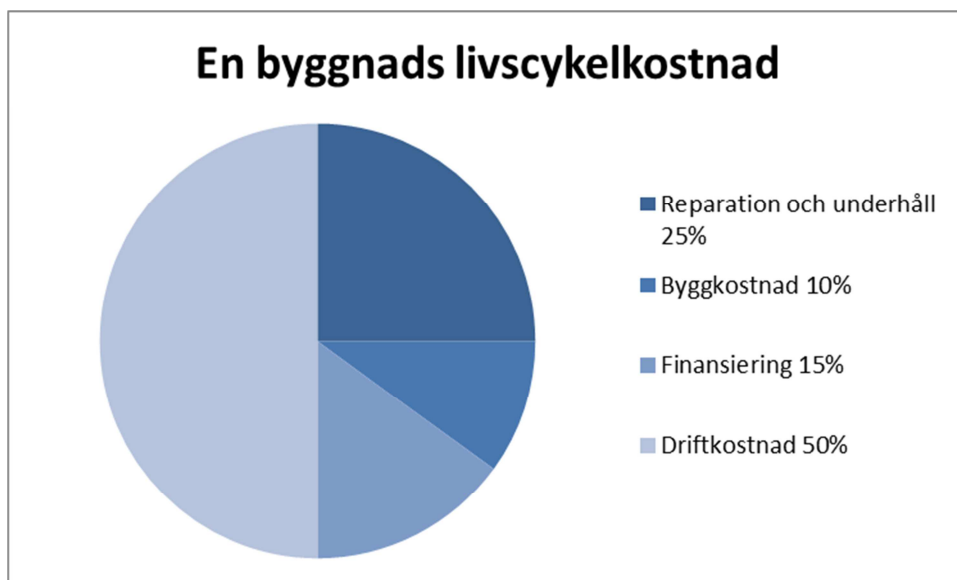
I arbetet ingår exempel på hur man beräknar u-värde för en konstruktion och detta har tillämpats i energicertifikatsberäkningar som även tas upp i detta arbete.



## 2 UTGÅNGSPUNKTER FÖR ENERGIEFFEKT BYGGANDE

Energieffektivt byggande syftar på ett integrerat byggnadskoncept som uppnås genom samarbete mellan arkitektur, konstruktion, teknik och installation. Vid bedömning eller optimering av energieffektiviteten av ett småhus kan inte endast enskilda byggnadsdelar tas i beaktande, energieffektiviteten gäller huset som helhet.<sup>3</sup> Att bygga energieffektivt kostar mer än att bygga på ett traditionellt sätt och därför kritiseras det också ibland. Men det bör beaktas att en högre produktionskostnad i praktiken är en engångskostnad. Den extra investering som måste göras är ungefär 3–4 % av anskaffningspriset. Denna extra investering återbetalas (genom minskade energikostnader) på ungefär 6–10 år.<sup>4</sup>

Ett energieffektivt hus kräver mindre drift- och underhållskostnader i längden. Ett småhus livscykel är betydligt mycket längre än produktionstiden och detta borde alltid relateras till lönsamheten.<sup>5</sup>



Figur 1. *En byggnads livscykel* (Andrén & Tirén, 2010)

Enligt Andrén och Tirén (2010) kan kostnaderna för en byggnad med en 40-årig teknisk livslängd fördelas enligt figur 1. Detta visar tydligt hur stora driftskostnaderna är jämfört med byggbkostnaden.

<sup>3</sup> RIL 249-2009 – Matalaenergiaraktaminen – asuinrakennukset

<sup>4</sup> <http://motiva.fi>

<sup>5</sup> Andrén & Tirén – Passivhus – en handbok om energieffektivt byggande

Jämfört mot ett ”normalt” hus som uppfyller de minimikrav som finns i byggbestämmelserna, förbrukar ett energieffektivt hus hälften mindre energi, vilket också är en lika stor minskning av belastningen på miljön.<sup>4</sup>

Det är ekonomiskt lönsamt att bygga ett energieffektivt hus. Jämfört med normalt byggande krävs det en extra investering på 3–4 % av anskaffningspriset. Återbetalningstiden är 6–10 år redan med dagens energipriser. Boende- och underhållskostnaderna är mindre i ett energieffektivt hus än i ett vanligt.<sup>4</sup>

Energieffektiva småhus förverkligas vanligtvis i form av ett lågenergihus eller passivhus. För båda koncepten finns olika slags kravspecifikationer. Dessa presenteras närmare i kapitel 3. I byggandet av energieffektiva hus kan följande faktorer sammanfattas som väsentliga:

- Klimatskalet som består av väggar, golv, tak, fönster och deras köldbryggor.
- Materialval och deras U-värden (isolering, fönster, väggar).
- Fönster: storlek, placering, U-värde.
- Tekniska lösningar: uppvärmning och ventilation.
- Värmedistribueringsystem.
- Täthet och luftrörelse.
- Byggnadens placering och arkitektur.
- Förmåga att lagra värme.
- Fasaden.
- Värmebelastning och värmeskydd.
- Funktion och användning.

En viss nivå av energieffektivitet är också något som krävs av myndigheterna. Bakgrunden till dessa krav är bland annat den globalt ökande energikonsumtionen klimatförändringen och strävan till att minska på skadliga miljöutsläpp.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> RIL 249 (2009) – Matalaenergiarakentaminen-asuinrakennukset

Energiförbrukning	Normalhus 2008	Normalhus 2010	Lågenergi hus	Passivhus
Utrymmes uppvärmning (kWh/m <sup>2</sup> ,a)	125-150	100-110	26-50	15-25
Varmvatten (kWh/m <sup>2</sup> ,a)	30	30	25-35	20-25
Hushållsmaskiner (kWh/m <sup>2</sup> ,a)	25-35	25-35	25-35	25-35
Totalenergiförbrukning (kWh/m <sup>2</sup> ,a) SUMMA	180-215	160-175	78-115	60-86
Energiklass	<b>C-D</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

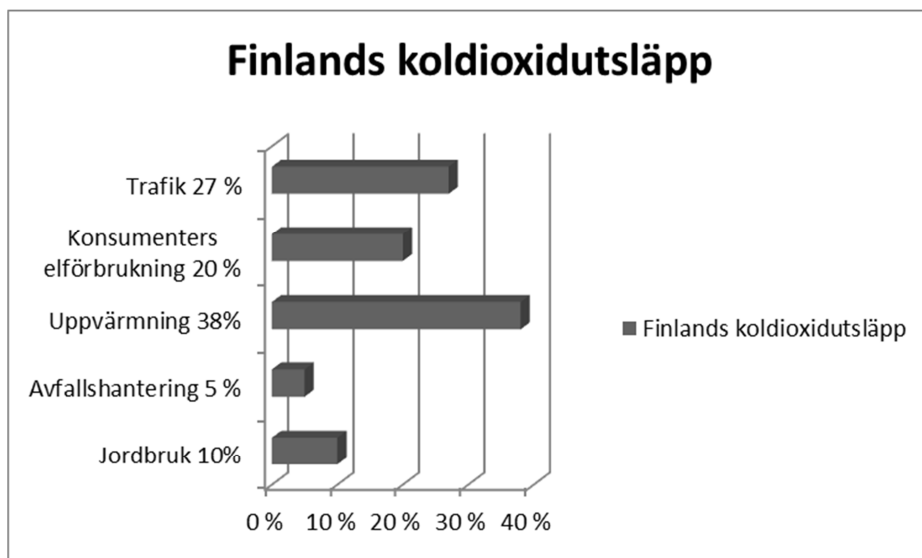
Tabell 1 Energiförbrukning (källa: Motiva).

## 2.1 Miljösträvan

Klimathotet har under de senaste åren blivit en allt mer diskuterat område. Ökande befolkningsutveckling och överutnyttjandet av naturresurserna har lett till att miljösituationen har försämrats. Temperaturförändringar som orsakats av växthuseffekten förändrar klimatet på jorden och ställer till olika slags globala problem.<sup>7</sup> Koldioxidutsläppen står för 80 % av gaserna som orsakar växthuseffekten och cirka 75 % orsakas av förbränningen av fossila bränslen som olja, kol, naturgas och torv. Av koldioxidutsläppen kommer ungefär 30 % från boende.<sup>8</sup> Figuren nedan åskådliggör hur koldioxidutsläppen i Finland för tillfället är fördelade.

<sup>7</sup> Andren & Tiren (2010)

<sup>8</sup> co2-raportti.



Figur 2 Finlands koldioxidutsläpp (c02-raportti).

Utvecklingen av energi- och miljöpolitik i Finland bestäms av internationella strategier och avtal. Målet inom EU är en energibesparing på 20 % fram till år 2020. Enligt EU:s EPBD direktiv går så mycket som 40 % av den totala energikonsumtionen i EU åt till byggnader och eftersom antalet byggnader konstant ökar, så ökar också energikonsumtionen. Därför är energieffektivisering av byggnader centralt. Enligt europeiska målsättningar skall alla hus efter 2015 vara lågenergihus, och alla hus som byggs efter 2020 skall vara passivhus. Genom att byta ut småhus uppvärmningssystem till jord-, berg-, vatten-, luftvärmepumpar, samt vind- och solkraft, pellets och bioenergi försöker man förbättra energieffektivitet i både gamla och nya hus. Över hälften av byggnaderna som byggts efter 2012 i Finland är lågenergi- eller passivhus.<sup>9</sup>

## 2.2 Myndighetskrav i Finland

Krav, riktlinjer och beräkningsmetoder som har att göra med energieffektivitet behandlas i följande delar av den finska byggbestämmelsesamlingen och i tillhörande anvisningar.<sup>9</sup>

- Delar av finska byggbestämmelserna:
  - C3 Byggnaders värmeisolering (Föreskrifter 2010).
  - C4 Värmeisolering (Anvisningar 2003).

<sup>9</sup> RIL 249 (2009) – Matalaenergiarakentaminen-asuinrakennukset

- D2 Byggnaders inomhusklimat och ventilation (Föreskrifter och anvisningar 2010).
  - D3 Byggnaders energiprestanda (Föreskrifter och anvisningar 2010).
  - D5 Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmning (Anvisningar 2010) .
- Energicertifikat, Energiatodistusopas 2013 – Miljöministeriet.
  - EN ISO 6946 Byggkomponenter och byggnadsdelar - Värmemotstånd och värmegenomgångskoefficient – Beräkningsmetod.
  - EN ISO 10456 Byggmaterial och produkter - Fukt- och värmetekniska egenskaper - Tabeller med beräkningsvärden och metoder för bestämning av termiska egenskaper för deklarerat respektive beräkning.
  - RIL 225-2004 - Rakennusosien lämmönläpäisykertoimien laskenta.
  - Andra pålitliga publiceringar och dataprogram.
  - EPBD – Direktiv om byggnaders energiprestanda, som behandlas nedan.

## **2.2. Directive 2010/31/EU - The energy performance of buildings**

EU godkände år 2010 det förnyade direktivet som gäller förbättring av energieffektivitet. Enligt direktivet går 40 % av den totala energikonsumtionen i EU åt till byggnader. Eftersom antalet byggnader hela tiden ökar, så ökar också energikonsumtionen. Därför är det viktigt att minska energikonsumtionen och istället öka på användning av förnybar energi för att minska på koldioxidutsläppen.

Enligt direktivet skall medlemsländerna bland annat se till att en byggnad uppnår en viss miniminivå av energieffektivitet och att byggnader skall ha energicertifikat. Direktivet ger viktig information om varför energieffektivitet i byggnader krävs och vilka krav som gäller i EU. <sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Directive 2010/31/EU – The energy performance of buildings

### 3 TYPER AV ENERGIEFFEKTIVA SMÅHUS

Beroende på hur energieffektivt huset är, delas det in i lågenergihus eller passivhus. I bedömningen av energieffektiviteten beaktas energibehovet och energiförbrukningen. I ett lågenergihus används mer uppvärmningsenergi än i passivhuset som inte har något separat värmesystem. I teorin finns noll och plusenergihus. I denna typ av hus producerar huset själv den energi som behövs och till och med mer. I följande kapitel berättas mer om lågenergihus och passivhus.<sup>12</sup>

#### 3.1 Lågenergihus

Ett energieffektivt hus förbrukar betydligt mindre energi än ett vanligt hus, ungefär 50% mindre än ett normalt hus, som är byggt enligt bestämmelserna, som också framgår ur tabell 2. Sedan 2010 får inte beräknade värmeförlusten vara mer än 85 % av den jämförbara värmeförlusten som är fastställd för byggnader i ett lågenergihus. Förbrukningen av uppvärmningsenergi för huset är maximalt <60 kWh/brm<sup>2</sup> till < 90 kWh/brm<sup>2</sup> beroende på i vilken del av landet huset finns.<sup>11</sup> Skillnaden mot ett passivhus är att lågenergihuset kräver mer uppvärmningsenergi och värmen kan fördelas i huset genom batterier eller golvvärme. För lågenergihus lämpar sig till exempel en värmepump med vilken utrymmen och vattnet kan värmas upp till ett förmånligt energipris. Också eluppvärmning lämpar sig för ett lågenergihus.<sup>12</sup> Ett energieffektivt hus byggs genom tillräcklig isolering av de byggnadsdelar som skiljer åt varma utrymmen från utomhusluft, marken och kalla utrymmen i kombination med en energieffektiv luftkonditionering.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Motiva (2014)

<sup>12</sup> Matalaenergiarakentaminen , Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2009

U-värden	Normalhus 2010	Lågenergihus
Väggar	0,17	0,15- 0,17
Vindsbjälklag	0,10-0,15	0,09
Bottenbjälklag		
•markliggande	0,16	0,15
•kryprum	0,17	0,12
Fönster	1	1
Dörrar	1	1
<b>Energiförbrukning</b>		
Utrymmes uppvärmning (kWh/m <sup>2</sup> ,a)	100-110	26-50
Varmvatten (kWh/m <sup>2</sup> ,a)	30	20-25
Hushållsmaskiner (kWh/m <sup>2</sup> ,a)	25-35	25-35
Totalenergiförbrukning (kWh/m <sup>2</sup> ,a) SUMMA	160-175	78-115
Energiklass	<b>B</b>	<b>A</b>

Tabell 2 U-värden och energiförbrukning i lågenergi och passivhus (Motiva 2014)

### 3.2 Passivhus

Ett passivhus är en variant av lågenergihus. Huset kallas passivhus eftersom det i princip inte behövs något separat värmesystem som till exempel batterier eller golvvärme. Passivhusets uppvärmning fungerar till stor del genom den värme som produceras i själva huset i form av spillvärme från människor, maskiner och solinstrålning och ungefär 50-60% av behovet av varmvatten täcks av solfångare.<sup>13</sup> Värmen fördelas ut i huset genom luftkonditioneringen. Huset skall vara energieffektivt, bekvämt och prisvärdigt samtidigt. Energieffektiviteten i ett passivhus uppnås genom att bygga med god kvalitet och undvika köldbryggor, använda rätt material och tekniska lösningar. Det är viktigt att tänka husets placering och orientering för att kunna ta vara på solens värme, men också att det finns skydd mot solen. Tätheten är det viktigaste att beakta. Det betyder att otätheten i skalet inte får överstiga storleken

<sup>13</sup> Andren & Tiren (2010)

på en handflata gentemot traditionella hus var det gäller 2–3 handflator.<sup>14</sup> Eftersom passivhus är täta byggnader som har minimala värmeförluster uppstår inga luftdrag och risken för mögelpåväxt minskar.<sup>13</sup> Syftet med passiva hus är inte enbart att spara på egna utgifter i uppvärmningsenergi utan även att spara på miljön med att minska koldioxidutsläpp.

Den internationella definitionen av passivhus består av följande tre nyckeltal:

- Energibehov för uppvärmning av utrymmen  $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Totalt behov av primärenergi  $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Luftläckage  $n_{50} \leq 0.6 \text{ l/h}$

De internationella kraven passar inte alltid direkt in i nordiska klimatförhållandena, även om konceptet är det samma, därför finns också egna definitioner i länderna. De finska definitionerna kan läsas ur tabellen nedan.<sup>15</sup>

Tabell 3 Finska krav på passivhus

	Södra delar	Mellersta delar	Norra delar
<b>Energibehov för uppvärmning</b>	$\leq 20 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	$\leq 25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	$\leq 30 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
<b>Totalt behov av primärenergi</b>	$\leq 130 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	$\leq 135 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	$\leq 140 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
<b>Luftläckage</b>	$\leq 0.6 \text{ l/h}$	$\leq 0.6 \text{ l/h}$	$\leq 0.6 \text{ l/h}$

Strategisk planering är mycket betydande för att man skall kunna utvinna så mycket som möjligt av kostnadsfri energi. Stora fönster svängda mot där solen är som starkast, interna värmekällor och värmeåtervinning. Ett passivt hus skall ge uppvärmings, nedkylningsbesparingar på 90 % jämfört med traditionella hus och 75% jämfört med dagens nya hus. Ett passivt hus skall inte kräva mer än 1,5 liter olja/kvm/år i uppvärmning.<sup>16</sup> (En liter olja motsvarar en energimängd på ca. 10 kWh).

<sup>14</sup> Passivhuscentrum

<sup>15</sup> Passiivi

<sup>16</sup> Passivhuscentrum



## 4 ENERGIEFFEKTIVT BYGGANDE

### 4.1 Byggnadsdelar

#### 4.1.1 Fönster

Fönstren har en stor inverkan på energieffektiviteten i huset. Transmissionsförlusterna kan vara till och med tio gånger större per area enhet för fönster än för väggar. Fönstrens storlek bör helst inte överstiga 40 % av fasadens area eftersom värmeförlusterna på vinternätterna vanligtvis är större än den värme som kan lagras under dagen. På somrarna kan för stora fönster leda till att temperaturen inne i huset stiger allt för mycket. För att huset skall få tillräckligt med dagsljus, bör fönstrens storlek ändå motsvara minst 15 % av rummets golvarea. Stora fönster skall placeras på husets södra sida, medan mindre fönster placeras på norra sidan, eftersom fönster som är riktade mot norr ofta orsakar energiförluster.<sup>17</sup> <sup>19</sup> Det rekommenderas att de större fönstrens placering inte avviker mer än 20 grader från söder. Genom att skifta fönstrets placering med endast 10 grader bort från husets södra sida minskar husets energieffektivitet med 0,1kWh/m<sup>2</sup>a.<sup>18</sup>

Även om fönstrens storlek har en betydelse kan den termiska belastningen påverkas genom användning av energieffektiva fönster med låga U-värden. Till exempel används dubbelglas, trippelglas eller fönster med speciella ytor. För passivhus är U- värdet 0,80 W/m<sup>2</sup>K enligt den internationella standarden för passivhus. U-värdet gäller helheten, det vill säga glas, karm och båge. Vanligtvis är det inte heller själva glaset i fönstret som orsakar transmissionsförluster utan problemen finns ofta i bågar och karmarna runt glaset.<sup>19</sup> I gamla fönster med dubbelglas är U-värdet runt 2,5 W/m<sup>2</sup>K medan det i stora fönster med enkelglas kan vara högt över 3 W/m<sup>2</sup>K. För att fönstren skall klassas som energieffektiva bör värdet vara mindre än < 0,8-1.0 W/m<sup>2</sup>K. För att försäkra att fönsterkarmarna är vatten-och lufttäta används till exempel svällande tätningssremor, elastiska skum och foliepapper.<sup>20</sup> En annan faktor som har en inverkan på energieffektiviteten i fönster är solenergitransmittansen, det så kallade G-värdet.

---

<sup>17</sup> Betoniteollisuus (2010) - Kivitalojen energiatehokkuus

<sup>18</sup> A handbook of sustainable building design & Engineering (2009)

<sup>19</sup> Andren & Tiren (2010)

<sup>20</sup> RIL 249-2009 - Matalaenergiarakentaminen - asuinrakennukset

G-värdet beskriver hur väl fönstret drar nytta av solens ljus och värme. Ju högre g-värdet är, desto bättre utnyttjas solen.<sup>21</sup>

För att minska värmebelastningarna på somrarna kan på fönster som är riktade mot söder läggas ett överhäng som är 0,5–1,5 m som skydd då solen är som högst uppe. Värmebelastningen kan också påverkas genom att använda persienner och tonade glas.<sup>22</sup>

Sammanfattat påverkas fönstrens energieffektivitet av följande faktorer<sup>23</sup>

- Glasets U-värde.
- Lufttätheten som till exempel påverkas av fogar och tätningar mellan båge och karm.
- G-värdet.
- Selektiv beläggning på glaset.
- Fyllnadsgas mellan glasen.
- Distansprofilens material.

---

<sup>21</sup> Energiategokaskoti

<sup>22</sup> Kivitehojen energiategokkuus.

<sup>23</sup> Motiva (2014)



Figur 3. Energismarta fönster <sup>24</sup> Skaala Alfa fönster marknadsförda 2012 som marknadens energismartaste fönster. Det höga resultatet uppnått med ny teknisk karmkonstruktionlösning.

#### 4.1.2 Grunder och tak/vind

Grunder och tak spelar en stor roll när det kommer till energieffektivitet. Med dagens U-värdeskrav kan dessa moderna lösningar medföra problem jämfört med mera traditionella lösningar, som har naturligt luftväxling som bidrar till att konstruktionerna hålls torra. Naturliga luftväxlingar räcker inte längre till när konstruktionerna har högre krav på isolering som leder till för hög täthet. Krypgrunder är utsatta för relativ luftfuktighet mest på våren och sommaren då marken är kallare än vad uteluften är vilket medför en fuktpunkt var varmluft träffar kallluft. Detta ger en stigning på den relativa luftfuktigheten som är ett stort problem för konstruktioner. Vindbjälklagkonstruktioner är utsatta för samma problem då isolering är för tjock så att

<sup>24</sup> <http://www.fastighetochbostadsratt.com/Produkter/43691-Skaala-Alfa---marknadens-energismartaste-fonster.html>

man isolerar bort nära till all varmluft som skulle behövas på kallvindsutrummet framförallt årstider var det förekommer temperaturväxlingar och skillnader mellan kallvind och uteluft, dvs vår och höst. Isoleringstjockleken gör att klimatet blir nästan den samma som utomhus. Värmestrålningen från solen och den varma delen av huset ger en värme i vindsutrymmet som möts av kallare luft vilket leder till ökad luftfuktighet. Sämre insulering i vindsbjalklag och till exempel murstockar gjorde att äldre typer av hus klarade sig.<sup>25</sup>

## 4.2 Ventilation och luft rörelser

Energianvändningen i ett hus påverkas av hur luften i huset rör sig eftersom luft i rörelse transporterar energi.<sup>25</sup> Energianvändningen i ett egnahemshus går till största del åt till att upprätthålla temperaturen i huset och behovet av uppvärmning är direkt kopplat till hur stora värmeförlusterna är och hur stor del av värme i huset som kan återvinnas. Hur stor del av värme som går förlorat, beror på hur väl byggnaden är isolerad och tätad. Värme som läcker ut genom väggar, golv, tak, fönster och dörrar kallas för transmissionsförlust.<sup>26</sup> För att energibalansen i huset skall hållas jämn, är alltså ytor som överför värme i en avgörande position. Detta är speciellt viktigt för att kunna hålla värmen under vintertid.<sup>27</sup> Förutom för energianvändningen är luftens rörelse och täthet även viktiga för att upprätthålla en god inomhusmiljö och för att undvika fuktskador och mögel.<sup>28</sup>

## 4.3 Byggnadens placering

Placering av byggnad utgör en betydande roll. Solen är en kostnadsfri värmekälla. Med att vända huskroppen på ett sådant vis så att fönsterarealen maximeras av solstrålningen ger ett kostnadsfritt uppvärmningstillägg. Detta är dock tyvärr inte alltid möjligt på grund av byggbestämmelser från kommuner. Detta är ett faktum som borde ses över mera av kommuner för att främja energieffektivitet.<sup>29</sup>

---

<sup>25</sup> Bankvall C. - Luftboken

<sup>26</sup> Andren & Tiren (2010)

<sup>27</sup> Kivitalojen energiatehokkuus.

<sup>28</sup> Bankvall- Luftboken

<sup>29</sup> Matalaenergiarakentaminen RIL 249

## 5 UPPVÄRMNINGSSALTERNATIV

Energiförbrukningen i ett småhus kan grovt uppdelas så att 50 % går åt till uppvärmningen av huset, 20 % till uppvärmning av vattnet och 30 % till belysning. En stor del går alltså åt till uppvärmning och därför bör uppvärmningssystemet vara så energieffektivt som möjligt.<sup>30</sup>

Det finns olika slags metoder som kan användas vid uppvärmningen. Statistikcentralens undersökning (figur 3) visar de vanligaste uppvärmningssätten för småhus i Finland. Ur denna framgår att fjärrvärme är den vanligaste uppvärmningsmetoden. Tabellen visar uppvärmningsmetoder för bostads-, affärs-, och offentliga byggnader. Eftersom detta arbete handlar om småhus går det inte att direkt använda informationen i tabellen, men den ger ändå en viss bild av energiförbrukningen inom boendet. I följande kapitel presenteras några vanliga alternativ för uppvärmning.



Figur 4. Marknadsandel av uppvärmning, bostads-, affärs-, och offentliga byggnader (Statistikcentralen 2013)

### 5.1 El

I de flesta nya småhus används fortfarande el som uppvärmningssätt. Det finns olika slags metoder av eluppvärmning som kan tillämpas. Av dessa har uppvärmning med

<sup>30</sup> Motiva (2014)

direkt el varit den vanligaste metoden hittills. Uppvärmning med el är enkel men också miljövänlig och har dessutom en hög verkningsgrad och lämpar sig därför i lågenergihus. Eftersom energieffektivt byggande har blivit allt vanligare har eluppvärmning med värmepumpar blivit allt vanligare.<sup>31</sup> I hus som är under 150 kvadratmeter är det mest lönsamt att välja eluppvärmning och det är lönsamt ända upp till 200 kvadratmeter.<sup>32</sup>

## 5.2 Fjärrvärme

Fjärrvärme är ett energieffektivt och miljövänligt uppvärmningsalternativ, eftersom produktionen av fjärrvärmen till största del sker genom att använda spillvärme från el- och värmeproduktionen, industrin och förbränning av biogas. Vid produktionen används mer miljövänliga förnybara energikällor som naturgas, trä och biogas.<sup>31</sup> Till kunderna överförs värmen genom ett fjärrvärmenät i form av hett vatten. Värmen fördelas vanligtvis ut i huset genom värmeelement eller golvvärme. Även vattnet värms upp med fjärrvärmen och hålls skilt från uppvärmningssystemet genom en värmeväxlare.<sup>33</sup>

Fjärrvärme är enligt Statistcentralen det vanligaste sättet för uppvärmning av byggander och används av cirka 2,6 miljoner finländare. Fjärrvärme passar främst i städer och tätorter, av bostadshöghus är ungefär 95 % uppvärmda med fjärrvärme, likadant med större affärsbyggnader. Av småhus är det ungefär 7 % som använder fjärrvärme.<sup>31</sup>

## 5.3 Olja

Uppvärmning med olja sker med hjälp av en cistern eller lagringstank, reglerutrustning, oljebrännare och en varmvattenberedare. Oljan pumpas från en lagringstank till en förbrännare. Vattnet i varmvattenberedaren värms upp då oljan antänds. Det heta vattnet

---

<sup>31</sup> <http://energia.fi/sv/hemmet-och-dess-uppvarmning/eluppvarmning>

<sup>32</sup> [www.talouselama.fi](http://www.talouselama.fi)

<sup>33</sup> Motiva (2014)

fördelas ut för att värma upp utrymmen i huset genom element eller används till att värma upp kranvattnet.<sup>34</sup>

Oljan är ett fossilt bränsle som vid förbränning avger växthusgaser, exempelvis koldioxid och svavel som skadar miljön. Uppvärmning med olja är också ett ganska dyrt alternativ eftersom oljepriserna är relativt höga.<sup>35</sup>

Det finns dock sätt att få uppvärmning med olja att bli både mer miljövänligt och billigare. Till exempel genom att ansluta ett solvärmesystem eller genom att använda kombinationspannor med ved.<sup>34</sup>

## 5.4 Jordvärme

Jordvärme är ett energieffektivt uppvärmningsalternativ som blir allt mer populärt, under 2011 ökade försäljningen av markvärmepumpar med hela 72 %. Det också blivit vanligt att byta ut olje- och gas uppvärmningssystem till jordvärme eftersom det är ett förmånligt uppvärmningssätt.<sup>36</sup>

Med markvärme används solenergi som finns i marken eller i vatten. På en tillräckligt stor tomt kan värmen också tas tillvara med en slinga som läggs 1 m under marken. Bergvärme är den vanligaste formen av jordvärme. Värmen hämtas från ett borrhål i marken med hjälp av en bergvärmepump som sedan producerar värme för kranvatten och uppvärmning av utrymmen.<sup>37</sup>

Hur djupt ett borrhål behöver vara beror på vilken storlek bergvärmepumpen har (hur stor byggnaden i fråga är) och vilken värmeledningsförmåga som berget har. I Finland är det vanligt att borra cirka 150–200 meter. Ur ett borrhål fås uppskattningsvis 10–30 W per meter. Bergvärmepumpen kan också användas för avkyllning av huset.<sup>38</sup>

---

<sup>34</sup> Motiva (2014)

<sup>35</sup> [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)

<sup>36</sup> [www.yle.fi](http://www.yle.fi)

<sup>37</sup> Motiva (2014)

<sup>38</sup> [www.geodrill.fi](http://www.geodrill.fi)

## 5.5 Ved

Användning av ved för uppvärmning av huset är både förmånligt och miljövänligt eftersom trä är en koldioxidneutral energikälla. En effektiv vedpanna kan ha en verkningsgrad som är på över 80 % när den är som effektivast och värmen kan räcka i ett helt dygn av ett eldningsvarv. Värmen förs ut till huset genom element eller golvvärme. Vedpannor kan också kombineras till andra uppvärmningssystem med olika slags kombinationspannor.<sup>37 39</sup>

---

<sup>39</sup> Kaukora Oy.



## 6 MÄTARE

Teoretiskt går det att beräkna energibehov om man utgår från att huskroppen är 100 % tät med hjälp av värmeledning och isoleringsförmåga i olika material och konstruktioner som ger ett e-tal. I praktiken kan man mäta tätheten på klimatskalet för att framställa verkliga siffror. I beräkningsprogrammet som har använts i detta arbete ingår eventuella köldbryggor med hjälp av mått för ytterhörn och andra utsatta konstruktioner som dörrar, fönster och bjälklagsdelar som är mot utomhusklimat.

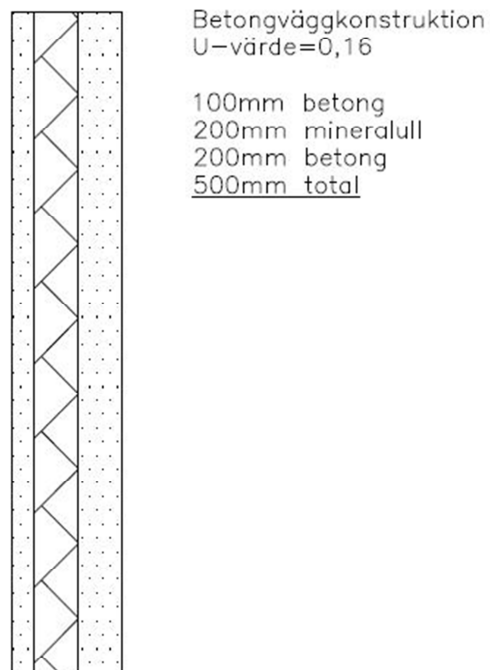
	Pituus: (m)	$\Psi_k$ : (W/mK)
US-US (ulkonurkka):	22	0.04
US-US (sisänurkka):	0	-0.04
US-YP:	39.9	0.05
US-VP:	19.5	0.05
US-AP:	39.9	0.1
US-Ikkunat:	84.2	0.04
US-övet:	120	0.04

Figur 4. Beräkningar 1 (<http://www.laskentapalvelut.fi/kirjauduttu.php>)

### 6.1 U-värden

U-värdet är en värmegenomgångskoefficient som anger isoleringsförmågan i en konstruktion. För enskilda material används lambda värdet som anger värmekonduktivitet ( $\lambda$ ). Lågt U-värde betyder bra konstruktions isolering. Enheten för U-värdeskoefficienten är  $W/m^2 \cdot K$ .

Exempelberäkning: U-värdet för en betongvägg vilket har 100 mm betong+ 200 mm mineralull + 200 mm betong ger ett U-värde på ca.  $0,16 W/m^2 \cdot K$



Figur 5. Betongväggkonstruktion

Lambdavärdet på betong 1,2 W/(m·K)

Lambdavärdet på mineralull 0,037 W/(m·K)

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Värmemotstånd för enskilda lager

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

Summan av värmemotstånden

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \dots$$

Värmemotstånd för betong/dimension

$$R_1 = \frac{0,1m}{1,2} = 0,083$$

Värmemotstånd för betong/dimension

$$R_2 = \frac{0,2m}{1,2} = 0,16$$

Värmemotstånd för mineralull/dimension

$$R_1 = \frac{0,2m}{0,037} = 6,06$$

Summan av värmemotstånden

$$R_T = 0,083 + 0,16 + 6,06 = 6,303$$

Detta ger att U-värdet på denna väggkonstruktion ligger på ca.  $0,16 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$

$$U = \frac{1}{6,303} = 0,158 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$$

U-värden	Normalhus 2008	Normalhus 2010	Lågenergihus	Passivhus
Väggar	0,24	0,17	0,15- 0,17	0,10-0,13
Övre bjälklag	0,15	0,10-0,15	0,09	0,06-0,08
Undre bjälklag				
▪mot marken	0,24	0,16	0,15	0,10-0,12
▪krypgrund	0,19	0,17	0,12	0,08-0,10
Fönster	1,4	1	1	0,4-0,7
Dörrar	1,4	1	1	0,4-0,8

Tabell 4 U-värden ([www.motiva.fi](http://www.motiva.fi))

## 6.2 Täthet

Täthet i en byggnad eller så kallad klimatskal är en viktig del av effektiviteten. Idag finns det flera olika alternativ att mäta tätheten i skalen. Vanligaste luftläckagen ligger vid konstruktionsanknytningar, som till exempel elementskarv, ytterhörn och mellan fönsterbågarna och väggen. Att eliminera dessa är mycket viktigt, men de förekommer alltför ofta på grund av bygglarv och dålig planering av detaljer. Med läckage

medföljer inte enbart oönskad temperatur av tilluft, utan även fukt som skadar huset med mögelangrepp.<sup>40</sup>

### 6.3 E-tal och energiintyg

E-talet togs i bruk i Finland år 2012 och den sätter ett övre gränsvärde på energiförbrukning. E-talet är en benämning för beräkningen för den totala energiförbrukningen. Denna energiutredning är lagstadgad i Finland och gäller alla nybyggen. E-talet skall finnas till redan vid bygglovsansökningen. Idag har vi i Finland ett gränsvärde på klass C. Gränsvärdet höjs med tiden, år 2020 skall gränsvärdet inte överstiga klass A. E-talet (kWhE/m<sup>2</sup>) beräknas på följande sätt:

"Summan av de beräknade årliga produkter av köpt energi och energiformsfaktorer enligt energiformer per uppvärmd nettoarea".<sup>41</sup>

Energiintygsberäkningar har gjorts i detta arbete. Intyg och beräkningar följer som bilagor.

---

<sup>40</sup> Matalaenergiaraktentaminen RIL 249

<sup>41</sup> Besämning av den totala energiförbrukningen (e-talet) i energicertifikatet., Finlex.

## 7 UTVÄRDERING AV LÖNSAMHET

### 7.1 Uppföljning av energiförbrukning för lokaluppvärmning och elbehov

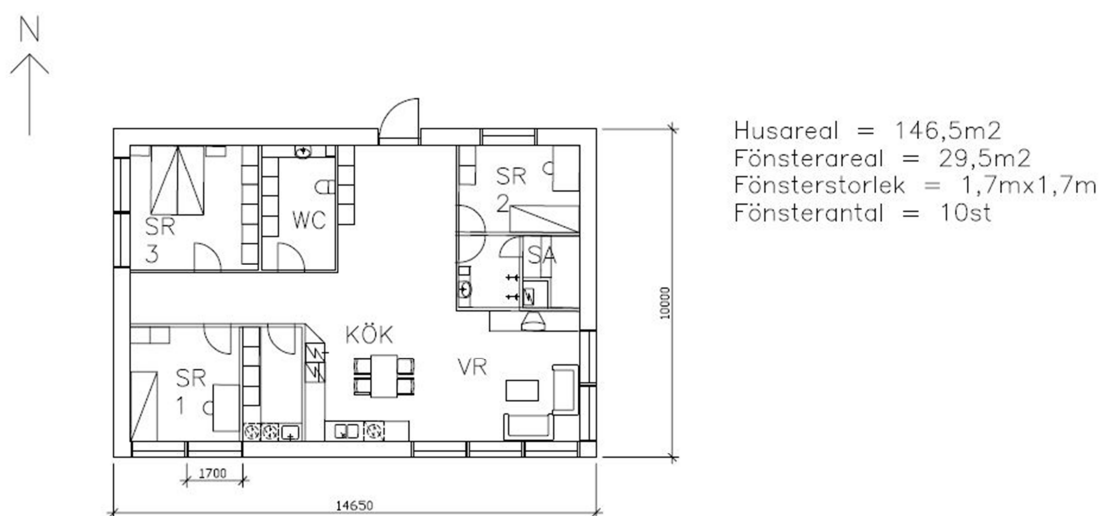
Övervakning och uppföljning av energiförbrukning i småhus bidrar till en minskad förbrukningskostnad . Att följa energiförbrukningen i realtid har statistiskt påvisad en minskning på 10 % i energianvändning.<sup>42</sup>

### 7.2 Jämförelseberäkningar

Beräkningar har gjorts med hjälp av hemsidan [www.laskentapalvelut.fi](http://www.laskentapalvelut.fi) som är en icke-offentlig beräkningshemsida. Beräkningarna har baserats på väderzon 1 som motsvarar en region som Vasa tillhör. Jag har gjort ett flertal olika beräkningar där jag har beaktat olika material och konstruktionslösningar. Husets storlek har varit den samma för alla beräkningar även fönstermängd och dörrar. Jag har simulerat mellan olika uppvärmningsalternativ och även tillagd plusenergi. Med denna räknare har jag fått utredningar som krävs för bygglov. Huskroppen har en nettovolym på 146,5m<sup>2</sup> och en total fönsterarea på 29,5m<sup>2</sup>.

---

<sup>42</sup> Kiinteistölehti (2014)



Figur 5. Planritning över byggnaden som simulerats.

För detta hus ligger E-tal gränsvärdet på 168 för ansökan om bygglov. I beräkningarna som biföljer som bilagor är det tydligt vilka u-värden som har blivit räknade med för enskilda konstruktioner. I utgångsberäkningarna låg E-talet på 132, vilket ger en C-klass som klarar gränsvärdet för dagens bygglov. Detta E-tal ger ett årligt energiköp behov på 11276 kWh. Om man utgår från ett elpris 0,10 €/kWh så blir det att kosta 1127,60 €/år. Senare jämförelseberäkningar som jag har gjort har gett ett värde på 98 vilket ger en B-klass. För detta värde har jag tillagd varmvatten beredare, jordvärmepump, ventilation. För att uppnå A-klass värde som kräver ett e-tal under 81 så har jag använd mig av konstruktionstyper och fönster med lågt u-värde, har även tillagd plusenergi på 1000 kWh/år. Med detta uppnådde jag ett värde på 81, vilket är godkänt för klass A.

## 8 SLUTDISKUSSION

Energieffektivitet i egnahemshus är ett allt mer centralt område inom byggnadsbranschen. Ämnet är mycket brett och det innefattar olika slags myndighetskrav. Energieffektiviteten påverkas av mängder av faktorer som skall beaktas i både planeringen, byggandet och även användningen av ett egnahemshus. Det finns olika slags tekniska lösningar och byggnadsmaterial som har en inverkan på hur bra energieffektiviteten i ett hus blir. Dessutom är det viktigt att förstå sig på olika slags mätare , till exempel u-värden och energiintyg.

Resultatet av detta examensarbete är en överskådlig handbok och sammanfattning av energieffektivitet i egnahemshus som baserar sig på finska krav. Handboken kan användas av både yrkesmän, men också av konsumenter.

Detta examensarbetet har varit mycket lärorikt för mig, och jag har fått fördjupade kunskaper inom ämnet energieffektivitet, men också i att söka och sammanställa relevant information.

Tills sist vill jag tacka min handledare Allan Andersson för det stöd jag fått i skrivandet av detta examensarbete.

## KÄLLFÖRTECKNING

Andrén L. & Tirén L. (2010). *Passivhus – En handbok om energieffektivt byggande*. Svensk Fält & Hässler AB.

Bankvall C. (2013). *Luftboken – Luft rörelser och täthet i byggnader*. Studentlitteratur, Lund.

Betoniteollisuus Ry (2010). *Kivitalojen energiatehokkuus*. Suomen Rakennusmedia Oy.

Directive 2010/31/EU - The energy performance of buildings.

Statistikcentralen (2013): Marknadsandel av uppvärmning, bostads-, affärs-, och offentliga byggnader.

Energimyndigheten(2012). Olja. Tillgänglig:

(<http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Din-uppvarmning/Olja/>).

Hämtad: 24.2.2014.

Finsk elindustri (2012). Hemmet och dess uppvärmning. Tillgänglig::

<http://energia.fi/sv/hemmet-och-dess-uppvarmning/eluppvarmning>. Hämtad:

16.2.2014.

Besämning av den totala energiförbrukningen (e-talet) i energicertifikatet..

Bilaga. Tillgänglig: <http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6187.pdf>. Hämtad

29.4.2014.

Geodrill: <http://www.geodrill.fi/sv/bergvarme/borrhall-for-bergvarme-och-kyla/>

<http://www.fastighetochbostadsratt.com/Produkter/43691-Skaala-Alfa--->

[marknadens-energismartaste-fonster.html](http://www.fastighetochbostadsratt.com/Produkter/43691-Skaala-Alfa---marknadens-energismartaste-fonster.html)

Hall, M. (2010). *Materials for energy efficiency and thermal comfort in buildings*.

Woodhead publishing limited.

KaukoraOy. Produkter- Uppvärmning med ved. Tillgänglig:

[http://www.kaukora.fi/sv/produkter/uppvarmning\\_med\\_ved](http://www.kaukora.fi/sv/produkter/uppvarmning_med_ved). Hämtad 22.4.2014.



Kiinteistölehti (2014). Kiinteistön ylläpito-isännöintiyritys realco oy panostaa energiatehokkuuteen. Tillgänglig: <http://www.kiinteistolehti.fi/kiinteiston-yllapito/kiinteiston-yllapito/isannointiyritys-realco-oy-panostaa-energiatehokkuuteen>. Hämtad: 29.4.2014.

Mumoić, D. & Santamouris, M. (2009). *A handbook of sustainable building design and engineering*. Earthscan.

Motiva Oy (2013): Millainen on energiatehokas pientalo. Tillgänglig: [http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen\\_on\\_energiatehokas\\_pientalo](http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen_on_energiatehokas_pientalo). Hämtad 15.4.2014.

Motiva Oy (2013): Byggande och val av uppvärmningssystem. Tillgänglig: ([http://www.motiva.fi/sv/byggande/val\\_av\\_uppvarmningssystem/olika\\_uppvarmningsformer](http://www.motiva.fi/sv/byggande/val_av_uppvarmningssystem/olika_uppvarmningsformer)). Hämtad: 19.2.2014.

Nieminen, J. & Lylykangas, K. Passiivitalon määritelmä. Tillgänglig: ([http://www.passiivi.info/download/passiivitalon\\_maaritelma.pdf](http://www.passiivi.info/download/passiivitalon_maaritelma.pdf)). Hämtad 24.4.2014.

Passivhuscentrum. Detta är ett passivhus. Tillgänglig: (<http://www.passivhuscentrum.se/om-passivhus/det-har-ar-ett-passivhus>). Hämtad 24.4.2014.

Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL Ry (2009.) *Matalaenergiarakentaminen – asuinrakennukset*. Suomen Rakennusinsinöörien liitto Ry.

Suomen Tietotoimisto (STT), Suomen ympäristökeskus (SYKE), Benviroc Oy & GWP Oy (2014): co2-raportti. Tillgänglig: (<http://www.co2-raportti.fi/?page=ilmastonmuutos>). Hämtad 22.4.2014.

Talouselämä (2013) Artikel. Tillgänglig: <http://www.talouselama.fi/uutiset/nyt+se+on+tutkittu+tahan+neliomaaraan+asti+omakotitaloon+kannattaa+aina+valita+sahkolammitys/a2212204> (www.talouselama.fi). Hämtad 16.2.2014.

Yle (2013) Maalämmön suosio kasvaa kovaa vauhtia . Tillgänglig: ([http://yle.fi/uutiset/maalammon\\_suosio\\_kasvaa\\_kovaa\\_vauhtia/6828722](http://yle.fi/uutiset/maalammon_suosio_kasvaa_kovaa_vauhtia/6828722)).



## YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup>	145.6
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	?
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	Nilan Comfort CT300 (30-115 L/s)

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Sähkö	6864	47	1.70	80.1
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3317	22.8		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				81

### Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluaasteikko Erilliset pientalot

Luokkien rajat asteikolla

A: ...81	B: 82 ... 130	C: 131 ... 168
D: 169 ... 248	E: 249 ... 378	F: 379 ... 448
G: 449 ...		

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

A

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

## ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

## E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka Exempelhus 146,5m2 (Erilliset pientalot)

Rakennuksen valmistumisvuosi Lämmitetty nettoala 145.6 m<sup>2</sup>

Rakennusvaippa

Ilmanvuotoluku q50	2	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )			Osuus lämpöhäviöstä %
		A m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> K)	UxA W/K	
Ulkoseinät		136.70	0.17	23.24	27.44
Yläpohja		96.60	0.06	5.80	6.84
Alapohja		96.60	0.10	9.66	11.40
Ikkunat		29.50	0.80	23.60	27.86
Ulko-ovet		6.40	1.00	6.40	7.56
Kylmäsiillat		-	-	16.01	18.90

Ikkunat ilmansuunnittain

	A m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> K)	g <sub>kohtisuora</sub> -arvo
Pohjoinen	-	-	-
Itä	-	-	-
Etelä	29.50	0.80	0.56
Länsi	-	-	-
Vaakataso	-	-	-
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-

Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Nilan Comfort CT300 (30-115 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m <sup>3</sup> /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.058 / 0.058	1.23	>85.0	-1.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.058 / 0.058	1.23	-	

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 85.0 %

Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
	-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	4.65	2.50
LKV:n valmistus		100 %	2.79	0.00

(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle

(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen

	Määrä kpl	Tuotto kWh
Varaava tulisija		
Ilmalämpöpumppu		

Jäähdytysjärjestelmä

	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin
Jäähdytysjärjestelmä	-

Lämmin käyttövesi

	Ominaiskulutus dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmin käyttövesi	600.00	35

Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla

	Käyttöaste	Henkilöt W/m <sup>2</sup>	Kuluttajalaitteet W/m <sup>2</sup>	Valaistus W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	2.00	3.00	
Valaistus	60 % 10 %			8.00

## E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

### Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka Exempelhus 146,5m<sup>2</sup> (Erilliset pientalot)

Rakennuksen valmistumisvuosi  
Lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup> 145.6  
E-luku, kWhE/(m<sup>2</sup>vuosi) 81 (< raja=168)

### E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWhE/vuosi	kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)
Sähkö	6864	1.70	11668	80.1
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>6864</b>		<b>11668</b>	<b>80.1</b>

### Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Aurinkokennot/tuulivoima	1000	6.87
Maalämpö	8639	59.33

### Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus

	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.5	47.5	
Tuloilman lämmitys		36.3	
Lämpimän käyttöveden valmistus			
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiakulutus	4.3		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.8		
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>29.6</b>	<b>83.8</b>	<b>0</b>

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

### Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	5532	38
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	0	0
Lämpimän käyttöveden valmistus	5096	35
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

### Lämpökuormat

	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinko	7904	54.29
Ihmiset	1531	10.52
Kuluttajalaitteet	2296	15.77
Valaistus	1020	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	92	0.63

### Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)

## TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

### Toteutunut ostoenergiankulutus

#### Ostettu energia

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

#### Ostetut polttoaineet (1)

polttoaineen  
määrä  
vuodessa

yksikkö

muunnos-  
kerroin  
kWh:ksi

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"

#### Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä  
Kaukolämpö yhteensä  
Polttoaineet yhteensä  
Kaukojäähdytys  
**YHTEENSÄ**

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näidensyiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

## TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoenergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoenergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoenergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoenergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

#### Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

#### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoennergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoennergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoennergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

#### Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

#### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoennergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoennergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoennergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

#### Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

#### Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä [www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)



## LISÄMERKINTÖJÄ

<b>Rakennuskohde</b> Rakennuslupatunnus	Pientalo esimerkki, Osoite,
Rakennustyyppi	Exempelhus 146,5m2
Pääsuunnittelija	
Tasauslaskelman tekijä	Niklas Backlund, Yritys = ?
Päiväys	1.4.2014
Tulos: Suunnitteluratkaisu	<b>TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET</b>

**Rakennuksen laajuustiedot**
**Laskentatuloksia**

Rakennustilavuus	436.8	rak-m³
Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä	145.6	m²
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	145.6	m²
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0	m²
Rakennusluokka (1-9)	1	
Rakennuksen kerrosmäärä	2	kerrosta

- Julkisivujen pinta-ala on 173 m2
- Ikkunapinta-ala on 20 % maanpäällisestä kerrostasoalasta
- Ikkunapinta-ala on 17 % julkisivujen pinta-alasta
- Lämpöhäviö on 71 % vertailutasosta (lämpimät tilat)
- Lämpöhäviö on 0 % vertailutasosta (puoliämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-alat, m² [A]		U-arvot, W/(m² K) [U]			Lämpöhäviöiden tasaus Ominaislämpöhäviö, W/K [Hjoht = A*U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>RAKENNUSOSAT</b>							
<i>Lämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä	144.36	136.70	0.17	0.60	0.17	24.54	23.24
Hirsiseinä	0.00	0.00	0.40	0.60	0.40	0.00	0.00
Yläpohja	96.60	96.60	0.09	0.60	0.06	8.69	5.80
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0.00		0.09	0.60	0.09	0.00	0.00
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)	0.00		0.17	0.60	0.16	0.00	0.00
Alapohja (maanvastainen) 2)	96.60		0.16	0.60	0.10	15.46	9.66
Muu maanvastainen rakennusosa 2)	0.00		0.16	0.60	0.16	0.00	0.00
Ikkunat	21.84	29.50	1.00	1.80	0.80	21.84	23.60
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 3)	6.40		1.00	-	1.00	6.40	6.40
Kattoikkunat / -kuvut	0.00	0.00	1.00	1.80 / 2.00	1.00	0.00	0.00
<b>Lämpimät tilat yhteensä</b>	<b>365.80</b>	<b>365.80</b>				<b>76.93</b>	<b>68.70</b>
<i>Puoliämpimät tilat tai määräaikaiset rakennukset</i>							
Ulkoseinät			0.26	0.60			
Hirsiseinä			0.60	0.60			
Yläpohja			0.14	0.60			
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0.14	0.60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)			0.26	0.60			
Alapohja (maanvastainen) 2)			0.24	0.60			
Muu maanvastainen rakennusosa 2)			0.24	0.60			
Ikkunat			1.40	2.80			
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 3)			1.40	-			
Kattoikkunat / -kuvut			1.40	2.80			
<b>Puoliämpimät tilat yhteensä</b>							
<b>VAIPAN ILMAVUODOT</b>							
	Ilmanvuotoluku m³/(h m²) [q50]		Vuotoilmavirta, m³/s [qv,v = q50/24 x A/3600]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H vuotoilma = 1200* q v,v]		
<b>Vuotoilma</b>	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimät tilat	2.0	2.00	0.0085	0.0085	10.16	10.16	
Puoliämpimät tilat	2.0						
<b>ILMANVAIHTO</b>							
	Poistoilmavirta, m³/s [q v, p]		LTO:n vuosihyötysuhde, % [na]		Ominaislämpöhäviö, W/K [Hiv = 1200* q v,p * (1-na)]		
<b>Hallittu ilmanvaihto</b>	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Lämpimät tilat	0.058		45	85.00	38.28	10.44	
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0		0.00	0.00	
Puoliämpimät tilat			45				
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta			0				
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>							
	Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H joht + H vuotoilma + Hiv]					Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä						125.37	89.30
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä							

**Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)**

**Pinta-alat**

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

kyllä	ei
x	

Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisussa

- lämpimissä tiloissa

x	
x	

- Puolilämpimissä tiloissa

**Rakennusosien U-arvot**

U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia

kyllä	ei
x	

**Rakennusvaipan ilmanpitävyys**

Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnittelu-arvo on enintään enimmäisarvon suuruinen

kyllä	ei	Enimmäisarvo	Suunnittelu-arvo
x		4.00	2.00 W/K
x		4.00	2.00 W/K

- lämpimissä tiloissa

- Ipuolilämpimissä tiloissa

**Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus**

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen

kyllä	ei	Vertailuarvo	Suunnittelu-arvo
x		125.37 W/K	89.30 W/K
x		0.00 W/K	0.00 W/K

- lämpimissä tiloissa

- puolilämpimissä tiloissa

**Tarkistuslistan yhteenveto**

**Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset**

kyllä	ei
x	

**Lisäselvitykset**

**Rakennuksen vuotoilma**

Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnittelu-arvoa. Suunnittelu-arvon valinnasta on esitettävä selvitys. Alle 100m<sup>2</sup> loma-asunnon rakennusvaipan ilmanvuotoluvulle q50 ei ole vaatimusta eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnittelu-arvona rakennusvaipan ilmanvuotoluvun vertailuarvoa.

**Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde**

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Alle 100 m<sup>2</sup> loma-asunnon ilmanvaihdon LTO:lle ei ole vaatimuksia eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää LTO:n vuosihyötysuhteen suunnittelu-arvona LTO:n vuosihyötysuhteen vertailuarvoa.

- 1) Ryömintätilaan rajoittuvan alapohjan lämmönläpäisykerroimen laskennassa voidaan ottaa huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila, jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta. Tällön osan C4 ohjeen mukaan yksityiskohtaisesti lasketun U-arvon sijaan voidaan käyttää rakenteen U-arvoa kerrottuna kertoimella 0,9. Jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on yli 8 promillea alapohjan pinta-alasta, alapohja lasketaan ulkoilmaan rajoittuvana.
- 2) Maanvastaisen lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan osan C4 mukaisesti laskea yksinkertaistetusti kertomalla pelkän lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9. Kerroin ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Yksinkertaistettu menetelmä ei ota huomioon rakennuksen geometrian vaikutusta.
- 3) Ulko-oviin ja tuuletusluukkuihin sisältyvät myös savunpoisto-, uloskäynti- ja huoltoluukut sekä muut vastaavat luukut.

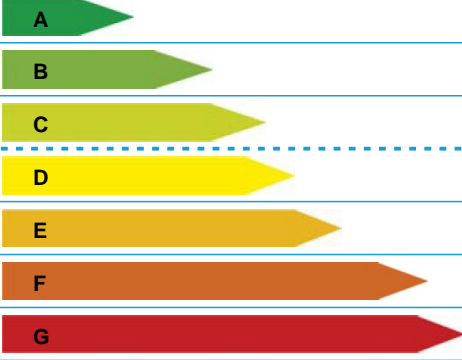
# ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo esimerkki**  
**Osoite**

Rakennustunnus:  
Rakennuksen valmistumisvuosi:

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Exempelhus 146,5m2 (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
	<b>B</b>
	Uudisrakennusten määräystaso 2012

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

98

kWh<sub>E</sub>/m<sup>2</sup>vuosi

Todistuksen laatija:  
**Niklas Backlund**

Yritys:  
Yritys = ?

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

1.4.2014

Viimeinen voimassaolopäivä:

01.01.2021

## YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup> 145.6  
Lämmitysjärjestelmän kuvaus ?  
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus Nilan Comfort CT300 (30-115 L/s)

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Sähkö	8375	58	1.70	97.8
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3317	22.8		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				98

### Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokitteluasteikko Erilliset pientalot

Luokkien rajat asteikolla

A: ...81 B: 82 ... 130 C: 131 ... 168  
D: 169 ... 248 E: 249 ... 378 F: 379 ... 448  
G: 449 ...

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

B

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

## ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suosituksien esittely yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

## E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka Exempelhus 146,5m<sup>2</sup> (Erilliset pientalot)

Rakennuksen valmistumisvuosi Lämmitetty nettoala 145.6 m<sup>2</sup>

Rakennusvaippa

Ilmanvuotoluku q50	2	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )			Osuus lämpöhäviöstä %
		A m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> K)	UxA W/K	
Ulkoseinät		136.70	0.17	23.24	23.40
Yläpohja		96.60	0.09	8.69	8.76
Alapohja		96.60	0.16	15.46	15.57
Ikkunat		29.50	1.00	29.50	29.71
Ulko-ovet		6.40	1.00	6.40	6.45
Kylmäsiillat		-	-	16.01	16.12

Ikkunat ilmansuunnittain

	A m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> K)	g <sub>kohtisuora</sub> -arvo
Pohjoinen	-	-	-
Itä	-	-	-
Etelä	29.50	1.00	0.56
Länsi	-	-	-
Vaakataso	-	-	-
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-

Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Nilan Comfort CT300 (30-115 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m <sup>3</sup> /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.058 / 0.058	1.23	>85.0	-1.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.058 / 0.058	1.23	-	

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 85.0 %

Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?			
	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerron (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys	-	80 %	4.65	2.50
LKV:n valmistus	-	100 %	2.79	0.00

(1) vuoden keskimääräinen lämpökerron lämpöpumpulle

(2) lämpöpumpputjärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen

	Määrä kpl	Tuotto kWh
Varaava tulisija		
Ilmalämpöpumppu		

Jäähdytysjärjestelmä

Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerron

Jäähdytysjärjestelmä

Lämmin käyttövesi

	Ominaiskulutus dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmin käyttövesi	600.00	35

Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla

	Käyttöaste	Henkilöt W/m <sup>2</sup>	Kuluttajalaitteet W/m <sup>2</sup>	Valaistus W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	2.00	3.00	
Valaistus	60 %			8.00
	10 %			

## E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

### Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka Exempelhus 146,5m<sup>2</sup> (Erilliset pientalot)

Rakennuksen valmistumisvuosi  
Lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup> 145.6  
E-luku, kWhE/(m<sup>2</sup>vuosi) 98 (< raja=168)

### E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWhE/vuosi	kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)
Sähkö	8375	1.70	14237	97.8
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>8375</b>		<b>14237</b>	<b>97.8</b>

### Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Maalämpö	9776	67.14

### Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus

	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.5	56.5	
Tuloilman lämmitys	0.9		
Lämpimän käyttöveden valmistus		37.6	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	4.3		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.8		
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>30.5</b>	<b>94.1</b>	<b>0</b>

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

### Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	6583	45
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	134	1
Lämpimän käyttöveden valmistus	5096	35
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

### Lämpökuormat

	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinko	7904	54.29
Ihmiset	1531	10.52
Kuluttajalaitteet	2296	15.77
Valaistus	1020	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	193	1.33

### Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)

## TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

### Toteutunut ostoenergiankulutus

#### Ostettu energia

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

#### Ostetut polttoaineet (1)

polttoaineen  
määrä  
vuodessa

yksikkö

muunnos-  
kerroin  
kWh:ksi

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"

#### Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä  
Kaukolämpö yhteensä  
Polttoaineet yhteensä  
Kaukojäähdytys  
**YHTEENSÄ**

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näidensyiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.



## TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1

2

3

	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1

2

3

	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1

2

3

	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

#### Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

#### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenegian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoenegian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoenegian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

#### Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

#### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoenegian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoenegian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoenegian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

#### Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

#### Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä [www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)

## LISÄMERKINTÖJÄ

<b>Rakennuskohde</b> Rakennuslupatunnus	Pientalo esimerkki, Osoite,
Rakennustyyppi	Exempelhus 146,5m2
Pääsuunnittelija	
Tasauslaskelman tekijä	Niklas Backlund, Yritys = ?
Päiväys	1.4.2014
Tulos: Suunnitteluratkaisu	<b>TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET</b>

**Rakennuksen laajuustiedot**

Rakennustilavuus	436.8	rak-m³
Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä	145.6	m²
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	145.6	m²
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0	m²
Rakennusluokka (1-9)	1	
Rakennuksen kerrosmäärä	2	kerrosta

**Laskentatuloksia**

- Julkisivujen pinta-ala on 173 m2
- Ikkunapinta-ala on 20 % maanpäällisestä kerrostasoalasta
- Ikkunapinta-ala on 17 % julkisivujen pinta-alasta
- Lämpöhäviö on 83 % vertailutasosta (lämpimät tilat)
- Lämpöhäviö on 0 % vertailutasosta (puoliämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-alat, m² [A]		U-arvot, W/(m² K) [U]			Lämpöhäviöiden tasaus Ominaislämpöhäviö, W/K [Hjoht = A*U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>RAKENNUSOSAT</b>							
<i>Lämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä	144.36	136.70	0.17	0.60	0.17	24.54	23.24
Hirsiseinä	0.00	0.00	0.40	0.60	0.40	0.00	0.00
Yläpohja	96.60	96.60	0.09	0.60	0.09	8.69	8.69
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)		0.00	0.09	0.60	0.09	0.00	0.00
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)		0.00	0.17	0.60	0.16	0.00	0.00
Alapohja (maanvastainen) 2)		96.60	0.16	0.60	0.16	15.46	15.46
Muu maanvastainen rakennusosa 2)		0.00	0.16	0.60	0.16	0.00	0.00
Ikkunat	21.84	29.50	1.00	1.80	1.00	21.84	29.50
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 3)		6.40	1.00	-	1.00	6.40	6.40
Kattoikkunat / -kuvut	0.00	0.00	1.00	1.80 / 2.00	1.00	0.00	0.00
<b>Lämpimät tilat yhteensä</b>	<b>365.80</b>	<b>365.80</b>				<b>76.93</b>	<b>83.29</b>
<i>Puoliämpimät tilat tai määräaikaiset rakennukset</i>							
Ulkoseinät			0.26	0.60			
Hirsiseinä			0.60	0.60			
Yläpohja			0.14	0.60			
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0.14	0.60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)			0.26	0.60			
Alapohja (maanvastainen) 2)			0.24	0.60			
Muu maanvastainen rakennusosa 2)			0.24	0.60			
Ikkunat			1.40	2.80			
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 3)			1.40	-			
Kattoikkunat / -kuvut			1.40	2.80			
<b>Puoliämpimät tilat yhteensä</b>							
<b>VAIPAN ILMAVUODOT</b>							
		<b>Ilmanvuotoluku m³/(h m²) [q50]</b>		<b>Vuotoilmavirta, m³/s [qv,v = q50/24 x A/3600]</b>		<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [H vuotoilma = 1200* q v,v]</b>	
<b>Vuotoilma</b>		Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat		2.0	2.00	0.0085	0.0085	10.16	10.16
Puoliämpimät tilat		2.0					
<b>ILMANVAIHTO</b>							
			<b>Poistoilmavirta, m³/s [q v, p]</b>		<b>LTO:n vuosihyötysuhde, % [na]</b>	<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [Hiv = 1200* q v,p * (1-na)]</b>	
<b>Hallittu ilmanvaihto</b>		Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat			0.058	45	85.00	38.28	10.44
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta					0	0.00	0.00
Puoliämpimät tilat				45			
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta					0		
						<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H joht + H vuotoilma + Hiv]</b>	
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>						<b>Vertailu- ratkaisu</b>	<b>Suunnittelu- ratkaisu</b>
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä						125.37	103.89
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä							

**Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)**

**Pinta-alat**

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

kyllä	ei
x	

Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuisa

- lämpimissä tiloissa
- Puolilämpimissä tiloissa

x	
x	

**Rakennusosien U-arvot**

U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia

kyllä	ei
x	

**Rakennusvaipan ilmanpitävyys**

Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnitteluvarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen

- lämpimissä tiloissa
- Ipuolilämpimissä tiloissa

kyllä	ei	Enimmäisarvo	Suunnitteluvarvo
x		4.00	2.00 W/K
x		4.00	2.00 W/K

**Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus**

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen

- lämpimissä tiloissa
- puolilämpimissä tiloissa

kyllä	ei	Vertailuarvo	Suunnitteluvarvo
x		125.37 W/K	103.89 W/K
x		0.00 W/K	0.00 W/K

**Tarkistuslistan yhteenveto**

**Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset**

kyllä	ei
x	

**Lisäselvitykset**

**Rakennuksen vuotoilma**

Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnitteluvarvoa. Suunnitteluvarvon valinnasta on esitettävä selvitys. Alle 100m<sup>2</sup> loma-asunnon rakennusvaipan ilmanvuotoluvulle q50 ei ole vaatimusta eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluvarvona rakennusvaipan ilmanvuotoluvun vertailuarvoa.

**Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde**

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Alle 100 m<sup>2</sup> loma-asunnon ilmanvaihdon LTO:lle ei ole vaatimuksia eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää LTO:n vuosihyötysuhteen suunnitteluvarvona LTO:n vuosihyötysuhteen vertailuarvoa.

- 1) Ryömintätilaan rajoittuvan alapohjan lämmönläpäisykerroimen laskennassa voidaan ottaa huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila, jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta. Tällön osan C4 ohjeen mukaan yksityiskohtaisesti lasketun U-arvon sijaan voidaan käyttää rakenteen U-arvoa kerrottuna kertoimella 0,9. Jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on yli 8 promillea alapohjan pinta-alasta, alapohja lasketaan ulkoilmaan rajoittuvana.
- 2) Maanvastaisen lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan osan C4 mukaisesti laskea yksinkertaistetusti kertomalla pelkän lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9. Kerroin ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Yksinkertaistettu menetelmä ei ota huomioon rakennuksen geometrian vaikutusta.
- 3) Ulko-oviin ja tuuletusluukkuihin sisältyvät myös savunpoisto-, uloskäynti- ja huoltoluukut sekä muut vastaavat luukut.

# ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: **Pientalo esimerkki**  
**Osoite**

Rakennustunnus:  
Rakennuksen valmistumisvuosi:

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Småhus (Erilliset pientalot)**

Todistustunnus:

	Energiatohokkuusluokka
<b>A</b>	
<b>B</b>	
<b>C</b>	<b>C</b>
<b>D</b>	
<b>E</b>	
<b>F</b>	
<b>G</b>	

Uudisrakennusten määräystaso 2012

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)

132

kWh<sub>E</sub>/m<sup>2</sup>vuosi

Todistuksen laatija:  
**Niklas Backlund**

Yritys:  
Yritys = ?

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:

1.4.2014

Viimeinen voimassaolopäivä:

01.01.2021

## YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUDESTA

Laskettu kokonaisenergiankulutus ja ostoenergiankulutus

Lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup> 145.6  
Lämmitysjärjestelmän kuvaus ?  
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus ?

Käytettävä energiamuoto	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energia
	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)		
Sähkö	11275	77	1.70	131.6
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kuluttajalaitesähkö	3317	22.8		
Kokonaisenergiankulutus (E-luku)				132

### Rakennuksen energiatehokkuusluokka

Käytetty E-luvun luokittelusteikko Erilliset pientalot

Luokkien rajat asteikolla

A: ...81	B: 82 ... 130	C: 131 ... 168
D: 169 ... 248	E: 249 ... 378	F: 379 ... 448
G: 449 ...		

Tämän rakennuksen energiatehokkuusluokka

C

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto-, jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiakulutus. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun.

## ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

## E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka Småhus (Erilliset pientalot)

Rakennuksen valmistumisvuosi Lämmitetty nettoala 145.6 m<sup>2</sup>

Rakennusvaippa

Ilmanvuotoluku q50	2	m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )			Osuus lämpöhäviöstä %
	A m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> K)	UxA W/K		
Ulkoseinät	136.70	0.17	23.24	23.40	
Yläpohja	96.60	0.09	8.69	8.76	
Alapohja	96.60	0.16	15.46	15.57	
Ikkunat	29.50	1.00	29.50	29.71	
Ulko-ovet	6.40	1.00	6.40	6.45	
Kylmäsiillat	-	-	16.01	16.12	

Ikkunat ilmansuunnittain

	A m <sup>2</sup>	U W/(m <sup>2</sup> K)	g <sub>kohtisuora</sub> -arvo	
Pohjoinen	29.50	1.00	0.56	
Itä	-	-	-	
Etelä	-	-	-	
Länsi	-	-	-	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	

Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	?	Ilmavirta tulo/poisto (m <sup>3</sup> /s) / (m <sup>3</sup> /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m <sup>3</sup> /s)	LTO:n lämpötilasuhde	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet		0.058 / 0.058	1.5	> 75	5.00
Erillispoistot				-	
Ilmanvaihtojärjestelmä		0.058 / 0.058	1.5	-	

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde: 75 %

Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	?	Tuoton hyötysuhde	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
		-	-		
Tilojen ja iv:n lämmitys			80 %	3.10	2.50
LKV:n valmistus			100 %	2.30	0.00

(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle

(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen

	Määrä kpl	Tuotto kWh	
Varaava tulisija			
Ilmalämpöpumppu			

Jäähdytysjärjestelmä

Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin

Jäähdytysjärjestelmä

Lämmin käyttövesi

	Ominaiskulutus dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	
Lämmin käyttövesi	600.00	35	

Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla

	Käyttöaste	Henkilöt W/m <sup>2</sup>	Kuluttajalaitteet W/m <sup>2</sup>	Valaistus W/m <sup>2</sup>
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	-	2.00	3.00	
Valaistus	60 % 10 %			8.00



## E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

### Rakennuskohde

Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka Smähus (Erilliset pientalot)

Rakennuksen valmistumisvuosi  
Lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup> 145.6  
E-luku, kWhE/(m<sup>2</sup>vuosi) 132 (< raja=168)

### E-luvun erittely

Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWhE/vuosi	kWhE/(m <sup>2</sup> vuosi)
Sähkö	11275	1.70	19168	131.6
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>11275</b>		<b>19168</b>	<b>131.6</b>

### Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Maalämpö	9960	68.41

### Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus

	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Lämpö kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)	2.5	69.7	
Tuloilman lämmitys	5.7		
Lämpimän käyttöveden valmistus		40.0	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiakulutus	5.3		
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.8		
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>36.2</b>	<b>109.7</b>	<b>0</b>

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

### Energian nettotarve

	kWh/vuosi	kWh/(m <sup>2</sup> vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	8114	56
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	823	6
Lämpimän käyttöveden valmistus	5096	35
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

### Lämpökuormat

	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinko	4202	28.86
Ihmiset	1531	10.52
Kuluttajalaitteet	2296	15.77
Valaistus	1020	7.01
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	364	2.50

### Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (15.12.2013)

## TOTEUTUNUT ENERGIANKULUTUS

Saatavilla olevat ostoenergian määrät ilmoitetaan sellaisenaan ilman lämmöntarvelukukorjausta.

### Toteutunut ostoenergiankulutus

#### Ostettu energia

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

#### Ostetut polttoaineet (1)

polttoaineen  
määrä  
vuodessa

yksikkö

muunnos-  
kerroin  
kWh:ksi

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

(1) Selostus ostettujen polttoaineiden määrään arvioinnista (yksikköä vuodessa) tulee esittää kohdassa "Lisämerkintöjä"

#### Toteutunut ostoenergia yhteensä

Sähkö yhteensä  
Kaukolämpö yhteensä  
Polttoaineet yhteensä  
Kaukojäähdytys  
**YHTEENSÄ**

kWh/vuosi

kWh/(m<sup>2</sup>vuosi)

Toteutunut energiankulutus riippuu mm. rakennuksen käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista, käyttöajoista, sisäisistä kuormista, rakennuksen sijainnista ja vuotuisista sääolosuhteista. Laskennallisessa tarkastelussa nämä asiat on vakioitu. Taulukossa ilmoitetut luvut saattavat sisältää kulutusta, joka ei sisälly laskennalliseen ostoenergiankulutukseen. Taulukosta voi myös puuttua energiankulutuksia, joiden kulutustietoja ei ollut saatavilla todistusta laadittaessa. Näidensyiden vuoksi toteutunut ostoenergiankulutus ei ole verrattavissa laskennalliseen ostoenergian kulutukseen.

## TOIMENPIDE-EHDOTUKSET ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEKSI

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Huomiot - ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1

2

3

	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - ylä- ja alapohja

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1

2

3

	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

Huomiot - tilojen ja käyttöveden lämmitysjärjestelmät

Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1

2

3

	Lämpö, ostoenergian säästö	Sähkö, ostoenergian säästö	Jäähdytys, ostoenergian säästö	E-luvun muutos
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

#### Huomiot - ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät

#### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoennergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoennergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoennergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

#### Huomiot - valaistus, jäähdytysjärjestelmät, sähköiset erillislämmitykset ja muut järjestelmät

#### Toimenpide-ehdotukset ja arvioidut säästöt

1				
2				
3				
	<b>Lämpö, ostoennergian säästö</b>	<b>Sähkö, ostoennergian säästö</b>	<b>Jäähdytys, ostoennergian säästö</b>	<b>E-luvun muutos</b>
	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWh/vuosi	kWhE/m <sup>2</sup> vuosi
1				
2				
3				

#### Suosituksia rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon

#### Lisätietoja energiatehokkuudesta

Motiva Oy - Asiantuntija energian ja materiaalien tehokkaassa käytössä [www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)

## LISÄMERKINTÖJÄ

Rakennuskohde Rakennuslupatunnus	Pientalo esimerkki, Osoite,
Rakennustyyppi	Småhus
Pääsuunnittelija	
Tasauslaskelman tekijä	Niklas Backlund, Yritys = ?
Päiväys	1.4.2014
Tulos: Suunnitteluratkaisu	<b>TÄYTTÄÄ VAATIMUKSET</b>

**Rakennuksen laajuustiedot**

Rakennustilavuus	436.8	rak-m <sup>3</sup>
Maanpäälliset kerrostasoalat yhteensä	145.6	m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	145.6	m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, puoliämpimät tilat	0	m <sup>2</sup>
Rakennusluokka (1-9)	1	
Rakennuksen kerrosmäärä	2	kerrosta

**Laskentatuloksia**

- Julkisivujen pinta-ala on 173 m<sup>2</sup>
- Ikkunapinta-ala on 20 % maanpäällisestä kerrostasoalasta
- Ikkunapinta-ala on 17 % julkisivujen pinta-alasta
- Lämpöhäviö on 88 % vertailutasosta (lämpimät tilat)
- Lämpöhäviö on 0 % vertailutasosta (puoliämpimät tilat)

Perustiedot	Pinta-alat, m <sup>2</sup> [A]		U-arvot, W/(m <sup>2</sup> K) [U]			Lämpöhäviöiden tasaus Ominaislämpöhäviö, W/K [Hjoht = A*U]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>RAKENNUSOSAT</b>							
<i>Lämpimät tilat</i>							
Ulkoseinä	144.36	136.70	0.17	0.60	0.17	24.54	23.24
Hirsiseinä	0.00	0.00	0.40	0.60	0.40	0.00	0.00
Yläpohja	96.60	96.60	0.09	0.60	0.09	8.69	8.69
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)		0.00	0.09	0.60	0.09	0.00	0.00
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)		0.00	0.17	0.60	0.16	0.00	0.00
Alapohja (maanvastainen) 2)		96.60	0.16	0.60	0.16	15.46	15.46
Muu maanvastainen rakennusosa 2)		0.00	0.16	0.60	0.16	0.00	0.00
Ikkunat	21.84	29.50	1.00	1.80	1.00	21.84	29.50
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 3)		6.40	1.00	-	1.00	6.40	6.40
Kattoikkunat / -kuvut	0.00	0.00	1.00	1.80 / 2.00	1.00	0.00	0.00
<b>Lämpimät tilat yhteensä</b>	<b>365.80</b>	<b>365.80</b>				<b>76.93</b>	<b>83.29</b>
<i>Puoliämpimät tilat tai määräaikaiset rakennukset</i>							
Ulkoseinät			0.26	0.60			
Hirsiseinä			0.60	0.60			
Yläpohja			0.14	0.60			
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0.14	0.60			
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva) 1)			0.26	0.60			
Alapohja (maanvastainen) 2)			0.24	0.60			
Muu maanvastainen rakennusosa 2)			0.24	0.60			
Ikkunat			1.40	2.80			
Ulko-ovet ja tuuletusluukut 3)			1.40	-			
Kattoikkunat / -kuvut			1.40	2.80			
<b>Puoliämpimät tilat yhteensä</b>							
<b>VAIPAN ILMAVUODOT</b>							
		<b>Ilmanvuotoluku m<sup>3</sup>/(h m<sup>2</sup>) [q50]</b>		<b>Vuotoilmavirta, m<sup>3</sup>/s [qv,v = q50/24 x A/3600]</b>		<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [H vuotoilma = 1200* q v,v]</b>	
<b>Vuotoilma</b>		Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat		2.0	2.00	0.0085	0.0085	10.16	10.16
Puoliämpimät tilat		2.0					
<b>ILMANVAIHTO</b>							
			<b>Poistoilmavirta, m<sup>3</sup>/s [q v, p]</b>		<b>LTO:n vuosihyötysuhde, % [na]</b>	<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [Hiv = 1200* q v,p * (1-na)]</b>	
<b>Hallittu ilmanvaihto</b>		Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimät tilat			0.058	45	75.00	38.28	17.40
Lämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta					0	0.00	0.00
Puoliämpimät tilat				45			
Puoliämpimät tilat, ei LTO-vaatimusta					0		
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>						<b>Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H joht + H vuotoilma + Hiv]</b>	
<b>Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>						<b>Vertailu- ratkaisu</b>	<b>Suunnittelu- ratkaisu</b>
<b>Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä</b>						125.37	110.85

**Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista (osa D3)**

**Pinta-alat**

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

kyllä	ei
x	

Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa

- lämpimissä tiloissa
- Puolilämpimissä tiloissa

x	
x	

**Rakennusosien U-arvot**

U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia

kyllä	ei
x	

**Rakennusvaipan ilmanpitävyys**

Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnittelu-arvo on enintään enimmäisarvon suuruinen

- lämpimissä tiloissa
- Ipuolilämpimissä tiloissa

kyllä	ei	Enimmäisarvo	Suunnittelu-arvo
x		4.00	2.00 W/K
x		4.00	2.00 W/K

**Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus**

Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen

- lämpimissä tiloissa
- puolilämpimissä tiloissa

kyllä	ei	Vertailuarvo	Suunnittelu-arvo
x		125.37 W/K	110.85 W/K
x		0.00 W/K	0.00 W/K

**Tarkistuslistan yhteenveto**

Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset

kyllä	ei
x	

**Lisäselvitykset**

**Rakennuksen vuotoilma**

Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun q50 suunnittelu-arvoa. Suunnittelu-arvon valinnasta on esitettävä selvitys. Alle 100m<sup>2</sup> loma-asunnon rakennusvaipan ilmanvuotoluvulle q50 ei ole vaatimusta eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnittelu-arvona rakennusvaipan ilmanvuotoluvun vertailuarvoa.

**Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) hyötysuhde**

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Alle 100 m<sup>2</sup> loma-asunnon ilmanvaihdon LTO:lle ei ole vaatimuksia eikä selvitystä tarvita. Näille rakennuksille voidaan tasauslaskennassa käyttää LTO:n vuosihyötysuhteen suunnittelu-arvona LTO:n vuosihyötysuhteen vertailuarvoa.

- 1) Ryömintätilaan rajoittuvan alapohjan lämmönläpäisykerroimen laskennassa voidaan ottaa huomioon ryömintätilan ilman ulkoilmaa korkeampi vuotuinen keskilämpötila, jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta. Tällön osan C4 ohjeen mukaan yksityiskohtaisesti lasketun U-arvon sijaan voidaan käyttää rakenteen U-arvoa kerrottuna kertoimella 0,9. Jos ryömintätilan tuuletusaukkojen määrä on yli 8 promillea alapohjan pinta-alasta, alapohja lasketaan ulkoilmaan rajoittuvana.
- 2) Maanvastaisen lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin voidaan osan C4 mukaisesti laskea yksinkertaistetusti kertomalla pelkän lattia- tai seinärakenteen lämmönläpäisykerroin kertoimella 0,9. Kerroin ottaa huomioon maan lämmönvastuksen. Yksinkertaistettu menetelmä ei ota huomioon rakennuksen geometrian vaikutusta.
- 3) Ulko-oviin ja tuuletusluukkuihin sisältyvät myös savunpoisto-, uloskäynti- ja huoltoluukut sekä muut vastaavat luukut.