

LIGINULLENERGIA ELUHOONED

VÄIKE ERAMU

ENERGIATÕHUSUS

Koostas: TTÜ



Euroopa Liit  
Ühtekuuluvusfond



Eesti  
tuleviku heaks

**KRED**EX

## SISUKORD

1. Üldist .....	2
2. Alusdokumendid .....	2
2.1. Normid ja standardid .....	2
2.2. Hoone projektdokumentatsioon.....	2
3. Hoone kirjeldus .....	2
3.1. Üldandmed .....	2
3.2. Hoonekarbi kirjeldus .....	3
3.2.1. Tarindid .....	3
3.2.2. Külmasillad .....	3
3.2.3. Avatäited ja varjestuslahendused .....	3
3.2.4. Õhupidavus.....	3
3.3. Tehnosüsteemid.....	3
3.3.1. Soojus- ja külmavarustus.....	3
3.3.2. Küte ja jahutus.....	4
3.3.3. Ventilatsioon .....	4
3.4. Taastuvenergiasisüsteemid.....	4
4. Metoodika.....	4
4.1. Kasutatud tarkvara ja selle vastavus nõuetele .....	4
4.2. Väliskliima andmed.....	5
4.3. Hoone energiasimulatsioonid .....	5
4.3.1. Hoone simulatsioonimudel.....	5
4.3.2. Energiaarvutuse lähteandmed.....	5
4.3.3. Ruumide vabasoojused ja kasutusprofiilid .....	6
4.4. Suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutus .....	7
4.4.1. Hoone simulatsioonimudel.....	7
4.4.2. Akende kaudu tuulutus .....	7
5. Tulemused .....	8
5.1. Suvise ruumitemperatuuri kontroll.....	8
6. Kokkuvõte .....	9
7. Lisad	
Lisa 1: Energiatõhususarvutuse lähteandmed	
Lisa 2: Energiatõhususarvutuse tulemused	
Lisa 3: Integreeritud päikesepaneeli näidistoote tehnilised andmed	

## **1. ÜLDIST**

Käesoleva töö eesmärgiks on kontrollida kavandatava eramu vastavust energiatõhususe miinimumnõuetele. Energiaarvutused on teostatud simulatsioonitarkvaraga IDA-ICE, versioon 4.7.1, vastavalt majandus- ja taristuministri määrustele nr 55 'Energiaatõhususe miinimumnõuded' ja nr 58 'Hoonete energiaatõhususe arvutamise meetodika'.

Hoone arvutusmudel on koostatud vastavalt arhitektuuri, kütte, ventilatsiooni ja jahutuse, tugevoolu ja automaatika projekt-dokumentatsiooni andmetele. Juhul, kui järgnevas projekteerimisetappides tehakse muudatusi, mis mõjutavad hoone energiaatõhusust või suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutuse tulemusi, tuleb teostada uued arvutused miinimumnõuete täitmise tõendamiseks.

## **2. ALUSDOKUMENDID**

### **2.1. Normid ja standardid**

- EVS 932:2017 Ehitusprojekt;
- EVS-EN 15251:2007 Sisekeskkonna algandmed hoonete energiaatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast;
- Majandus- ja taristuministri määrus nr. 97, Nõuded ehitusprojektile (17.07.2015);
- Majandus- ja taristuministri määrus nr. 36, Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele (30.04.2015);
- Majandus- ja taristuministri määrus nr. 55, Hoone energiaatõhususe miinimumnõuded (03.06.2015);
- Majandus- ja taristuministri määrus nr. 58, Hoonete energiaatõhususe arvutamise meetodika (05.06.2015);
- Majandus- ja taristuministri määrus nr. 51, Ehitise kasutamise otstarvete loetelu (02.06.2015).

### **2.2. Hoone projektdokumentatsioon**

- Eramu arhitektuurne projekt
- Eramu kütte ja ventilatsiooni projekt
- Eramu tugevoolu projekt
- Eramu automaatika projekt

## **3. HOONE KIRJELDUS**

### **3.1. Üldandmed**

Kavandatav eramu on ühekorruseline, kandvas osas puitkonstruktsiooniga. Hoone üldandmed on toodud Tabelis 3.1.

Tabel 3.1. Hoone üldandmed.

Parameeter	Väärtus
Hoone kategooria	11101 Üksikelamu
Hoone kasutamise otstarve	Elamu
Korruselisus	1
Köetav pind m <sup>2</sup>	101,1
Kubatuur, m <sup>3</sup>	250
Soojusvarustus	Õhk-vesi soojuspump

## 3.2. Hoonekarbi kirjeldus

Üksikelamu on kavandatud ühekorruselisena, mille tingib Tellija Lähteülesanne.

### 3.2.1. Tarindid

Vundamendi moodustavad EPS 200 L kujuga plokid. Mittekandva osa all kolmes kihis EPS 100 soojustusplaat.

Seina põhisoojustus 200 mm on paigaldatud 195x45 kandva karkassi vahele. Karkassi peale on lisatud 100 mm jäik mineraalvillast tuuletõkke plaat ja seina sisemisele poole lisatakse mineraalvillast soojustus 50 mm.

### 3.2.2. Külmasillad

Tarindi liitekohtade ja avatäidete liitekohtade külmasillade joonsoojusläbivuste väärtused on arvutatud vastavalt arhitektuur-ehitusliku projekti osas esitatud sõlmede lahendustele. Arvutustulemused on esitatud arhitektuurses osas ja arvutuslikud väärtused on toodud pt 4.

### 3.2.3. Avatäited ja varjestuslahendused

Hoone aknad ja klaasused on kavandatud puitraamidega. Klaasi tüüp on valitud kirkas kolme klaasiga klaaspakett, klaasikihtide vahekaugus 2x16mm, klaasikihtide vaheliistud maksimaalse soojakatkestusega. Klaaspaketis on 2 selektiivklaasi, klaaspaketi g=0,5.

Hoone välisüksed on kavandatud puidust ja soojustatud turvauksed.

Energiaarvutustes ja suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutustes kasutatud arvutuslikud väärtused on toodud pt 4. Akendele spetsiaalseid varjestuslahendusi ette nähtud ei ole. Hoone simulatsioonimudelil on arvestatud konstruktsiooniliste varjestuselementidega.

### 3.2.4. Õhupidavus

Energiaarvutustes on hoonepiirete õhulekkearvuks vastavalt arhitektuur-ehituslikus projektis toodud andmetele arvestatud  $q_{E50} \leq 1.5 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ . Kuna energiaarvutustes kasutatakse õhulekkearvu baasväärtusest väiksemat õhulekkearvu, tuleb seda tõendada kontrollmõõtmistega enne objekti Tellijale üleandmist. Kui mõõtmistel saadud tulemus on suurem energiaarvutustes kasutatud väärtusest, tuleb teostada uus energiaarvutus tõendamaks varasema arvutusega saadud energiaklassi nõude täitmist.

## 3.3. Tehnosüsteemid

### 3.3.1. Soojus- ja külmavarustus

Kavandatava hoone soojusallikaks on õhk-vesi soojuspump. Summaarne soojuskoormus hoone kütteks on 2,9 kW. Aktiivseid jahutussüsteeme hoonesse ette nähtud ei ole. Energiaarvutustes kasutatud

arvutuslikud soojusvarustuse efektiivsuse väärtused on toodud pt 4.

### 3.3.2. Küte ja jahutus

Hoonesse on kavandatud vesi-põrandküttega küttesüsteem. Küttesüsteemi arvutuslikud parameetrid on toodud tabelis (Tabel 3.2). Aktiivseid jahutussüsteeme hoonesse ette nähtud ei ole. Energiaarvutustes kasutatud arvutuslikud küttesüsteemide efektiivsuse väärtused on toodud pt 4.

Tabel 3.2. Küttesüsteemide arvutuslikud parameetrid.

Parameeter	Väärtus	Ühik
Põrandküte	2,9	kW
Põrandküte soojuskandja arvutuslikud temperatuurid	32/29	°C

### 3.3.3. Ventilatsioon

Hoonesse on ette nähtud soojustagastusega mehaaniline sissepuhke-väljatõmbe ventilatsioonisüsteem. Ventilatsiooniseade on varustatud rootorsoojustagastiga. Välisõhu järelkütteks kasutatakse elektrilist järelküttekalorifeeri. Energiaarvutustes kasutatud arvutuslikud ventilatsiooni parameetrid, sh soojustagastuse efektiivsuse väärtused on toodud pt 4.

## 3.4. Taastuenergia süsteemid

Lokaalseks elektrienergia tootmiseks varustatakse hoone päikesepaneelidega (PV-paneelid). Liginullenergia taseme saavutamiseks vajalik PV-paneelide süsteemi nominaalvõimsus on  $P_{nom} = 3.0$  kW, kui 1kW nominaalvõimsuse eritootlus on 860 kWh/a. PV-paneelid on ette nähtud paigaldada hoone katusele.

## 4. METOODIKA

Hoone energiakasutuse analüüs on teostatud vastavalt Eesti Vabariigi määrustele nr. 55 „Energiatõhususe miinimumnõuded“ ning nr. 58 „Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodika“. Energiaarvutused on teostatud hoone standardkasutusele, kasutatud on määruste ning projektijärgseid kütte- ja jahutuse seadeväärtusi ning ventilatsiooni välisõhu vooluhulki.

### 4.1. Kasutatud tarkvara ja selle vastavus nõuetele

Hoone aastase energiakasutuse arvutamiseks on kasutatud dünaamilist simulatsioonitarkvara IDA Indoor Climate and Energy (IDA-ICE) versiooni 4.7.1 (EQUA Simulations AB, Rootsi). Nimetatud tarkvara vastab MTM määruse nr. 55 nõuetele.

Kasutatud tarkvara IDA-ICE versioon 4.7.1 expert, vastavus nõuetele:

- võimaldab teha hoone soojuslevi dünaamilist arvutust;
- kasutab kliimaprotsessorit, millesse on võimalik lugeda Eesti energiaarvutuse baasaasta selle originaaldetailsusega ja mis arvutab tundide lõikes päikesekiirguse pindadele ja varju jäävad alad;
- võimaldab ventilatsioonisüsteemi soojustagastuse modelleerimist;
- võimaldab tõelist ruumitemperatuuri kasutamist arvutuses;
- võimaldab sisestada energiaarvutuse lähteandmeid vastavalt hoone energiatõhususe arvutamise meetodikale;
- võimaldab simuleerida temperatuuride erinevusest tingitud õhuvahetust avatavate akende korral.

- on valideeritud vastavalt Euroopa Liidu standardile EVS-EN ISO 13790:2008 „Thermal performance of buildings- Calculation of energy use for space heating and cooling“ (<https://www.equa.se/en/ida-ice/validation-certifications>).
- on valideeritud vastavalt Euroopa Liidu standardile CEN 15265 „Thermal performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods – General criteria and validation procedures“ ([http://www.equaonline.com/iceuser/validation/CEN\\_VALIDATION\\_EN\\_15255\\_AND\\_15265.pdf](http://www.equaonline.com/iceuser/validation/CEN_VALIDATION_EN_15255_AND_15265.pdf)).

## 4.2. Väliskliima andmed

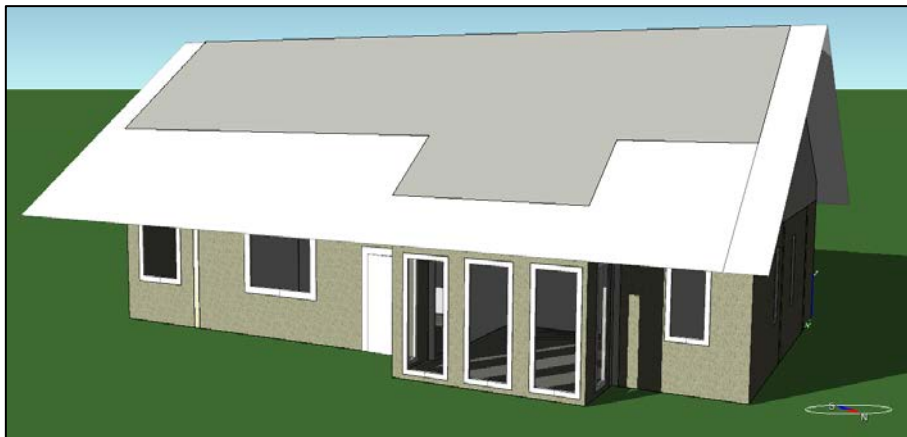
Energiasimulatsioonid on tehtud kasutades Eesti energiaarvutuste baasaastat TRY (Kalamees ja Kurnitski 2006), mis sisaldab tunnipõhiseid väliskliima andmeid: välisõhu temperatuur, välisõhu suhteline niiskus, tuule suund, tuule kiirus, otsene päikesekiirgus horisontaalpinnale ja päikese hajuskiirgus horisontaalpinnale.

Suvised ruumitemperatuuri kontrollarvutus on teostatud perioodile 1. juuni – 31. august kasutades Eesti energiaarvutuste baasaastat.

## 4.3. Hoone energiasimulatsioonid

### 4.3.1. Hoone simulatsioonimudel

Arvutustsoonide tegemisel on arvestatud võimalikult tõelähedase vabasoojuste kasutuse (valgustus, seadmed, inimesed) ja päikese mõjuga erinevates ruumides ning tehnosüsteemide toimivuse ja kasutusega. Arvutusmudeli tsoonierimine on tehtud ruumipõhiselt. Arvutusmudeli tsoonide arv on 12 (Joonis 4.1).



Joonis 4.1. Vaade hoone energiaarvutuse simulatsioonimudelist.

### 4.3.2. Energiaarvutuse lähteandmed

Energiaarvutustes on lähtutud järgnevatest parameetritest:

- |   |   |
|---|---|
| • Kõetav pind simulatsioonimudelis                  | 101 m <sup>2</sup>                      |
| • Projekti ja mudeli kõetavate pindade suhe         | 1 (101/101)                             |
| • Sooja tarbevee erikulu                            | 25 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)              |
| • Minimaalne ruumiõhu temperatuur (kütte seade)     | +21°C                                   |
| • Maksimaalne ruumiõhu temperatuur (jahutuse seade) | +27°C                                   |
| • Sissepuhkeõhu temperatuur                         | +18°C                                   |
| • Õhulekkearv, q <sub>50</sub>                      | 1.5 m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> ) |
| • Hoone välispiirete arvutuslikud soojusläbivused*: |   |

\*vastavalt arhitektuursele osale

o Välissein VS-1	0.12 W/(K·m <sup>2</sup> )
o Katuslagi KL-1	0.10 W/(K·m <sup>2</sup> )
o Põrand P-1	0.12 W/(K·m <sup>2</sup> )
o Välisuks VU-1	0.9 W/(K·m <sup>2</sup> )
o Aknad (klaaspakett koos raamiga):	
• Kõik fassaadid	≤0.90 W/(K·m <sup>2</sup> )
Klaaspaketi päikesefaktor	g=0,55

• Tarindite liitekohtade joonkülmasillad\*

\*vastavalt liginullenergia eluhoonete energiaarvutuste meetodikas esitatud tarindite liitekohtade joonsoojusläbivuste arvutustulemustele

o Välisseina välisnurk	0.040 W/(m·K)
o Välisseina ja siseseina liitekoht	0.010 W/(m·K)
o Välisseina ja vahelae liitekoht	0.010 W/(m·K)
o Välisseina ja katuslae liitekoht	0.010 W/(m·K)
o Välisseina ja põranda liitekoht	0.203 W/(m·K)
o Akna ja katuslae liitekoht	0.038 W/(m·K)
o Akna ja välisseina liitekoht (vertikaal)	0.092 W/(m·K)
o Akna ja välisseina liitekoht (horisontaal)	0.051 W/(m·K)
o Ukse seinakinnitus	0.050 W/(m·K)

Infiltratsioon on vastavalt MTM määruse nr 58 meetodikale (1-korruselise hoone) arvestatud 0.0119 l/(s·m<sup>2</sup>) välispiirete sisepindala kohta.

Simulatsiooniarvutuses kasutatud ventilatsioonisüsteemide parameetrid:

• Sissepuhkeõhu temperatuur	+18°C
• Välisõhu vooluhulk	0.42 l/(m <sup>2</sup> ·s)
• Soojustagasti tüüp	rootorsoojustagasti
o Soojustagasti temp. suhtarv	80%
• Väljaviske minimaalne temperatuur	0° C
• Ventilatsiooniseadmete SFP	1.5 kW/(m <sup>3</sup> ·s)
• Süsteemi tööaeg	24h/7 päeva nädalas, 8760h aastas

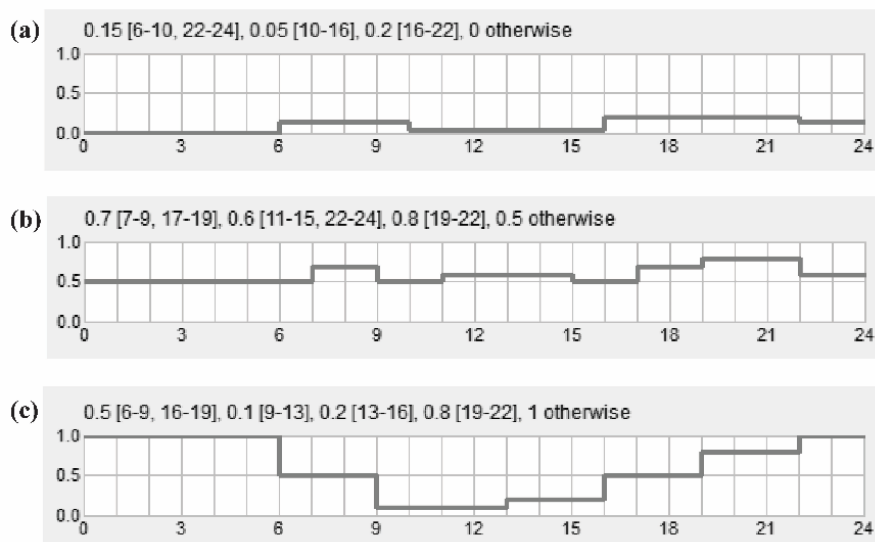
Energiaarvutuses kasutatud soojusallika ja küttesüsteemi parameetrid:

• Õhk-vesi soojuspump soojustegur küttele	2.4
• Õhk-vesi soojuspump soojustegur tarbeveele	2.0
• Põrandkütte soojuse jaotamise kasutegur	0.85

### 4.3.3. Ruumide vabasoojused ja kasutusprofiilid

Inimestest, seadmetest ja valgustusest tingitud soojuseraldused eluruumides on võetud arvesse vastavalt standardkasutusest tuleneva tunnipõhiste väärtustena:

• Inimesed	3.0 W/m <sup>2</sup> , s.o.40 m <sup>2</sup> /inim. (1.2 met; 0.85±0.25clo)
• Valgustus	8 W/m <sup>2</sup>
• Seadmed	3.0 W/m <sup>2</sup>
• Kasutusprofiilid	vastavalt MTM määrus 58, §6, tabel 2 (Joonis 4.2)



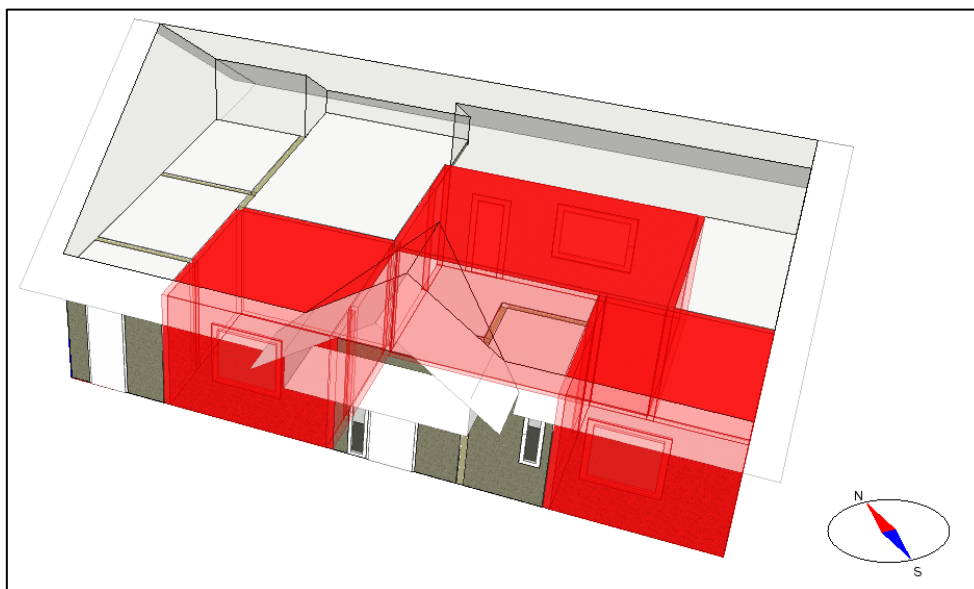
Joonis 4.2 Ruumide vabasoojuste kasutusprofiilid: valgustus (a), seadmed (b) ja inimesed (c).

#### 4.4. Suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutus

Hoonele on teostatud suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutus vastavalt MTM määruste nr 55 ja 58 nõuetele. Hoone simulatsioonimodeli koostamiseks on kasutatud pt 4.3.2 ja 4.3.3 toodud lähteandmeid. Analüüsitud on 11 eluruumi.

##### 4.4.1. Hoone simulatsioonimudel

Hoone simulatsioonimudel suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutuseks valitud ruumidega on näidatud Joonis 4.3.



Joonis 4.3 Suvise ruumitemperatuuri kontrollis analüüsitud ruumid (punasega).

##### 4.4.2. Akende kaudu tuulutus

Kuna arhitektuurne projekt ei kajasta akende täpsemaid parameetreid avatavuse (tuulutusasendi) osas, on arvutustel lähtutud avatavate akende korral **tuulutuse aktiivpinnaks 10% kogu lahtikäiva akna pinnast**. Kontroller akna tuulutusasendisse viimiseks on defineeritud järgmiste seadesuurustega:

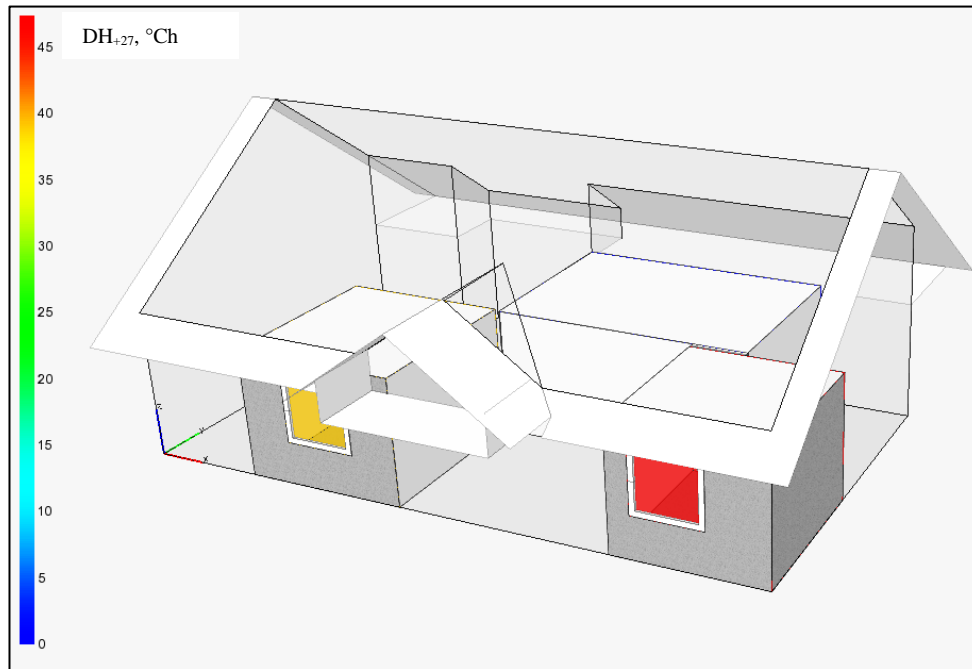


- ruumiõhu temperatuur, maksimaalne (alates millest aken avatakse) +25°C
- ruumiõhu temperatuur, minimaalne (alla mille aken suletakse) +22°C
- välisõhu temperatuur, maksimaalne (üle mille aken suletakse) +27°C

## 5. TULEMUSED

### 5.1. Suvise ruumitemperatuuri kontroll

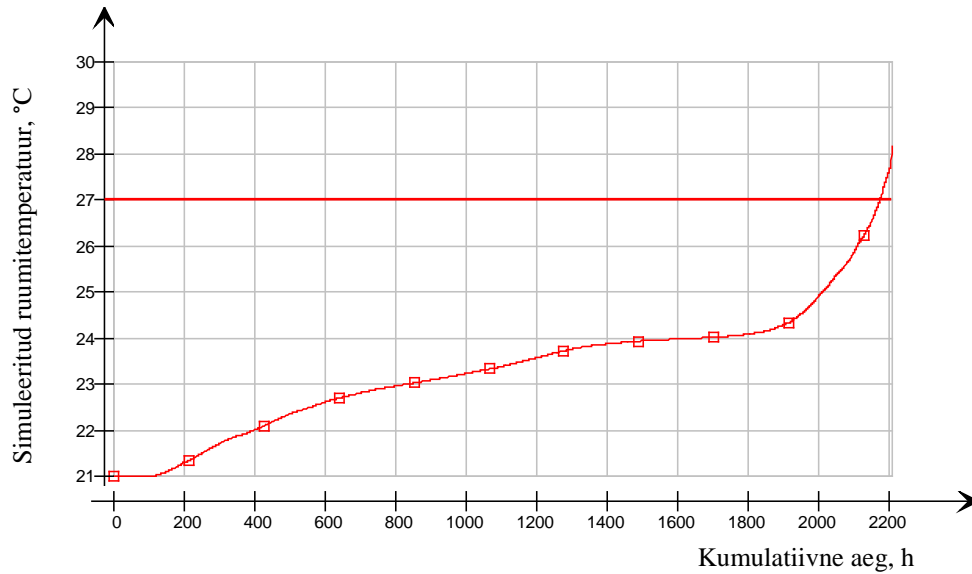
Korterelamu valitud korterite ruumide simulatsioonarvutuste tulemused on visualiseeritud Joonis 5.1 ja ületatud kraadtunnid on toodud Tabel 5.1.



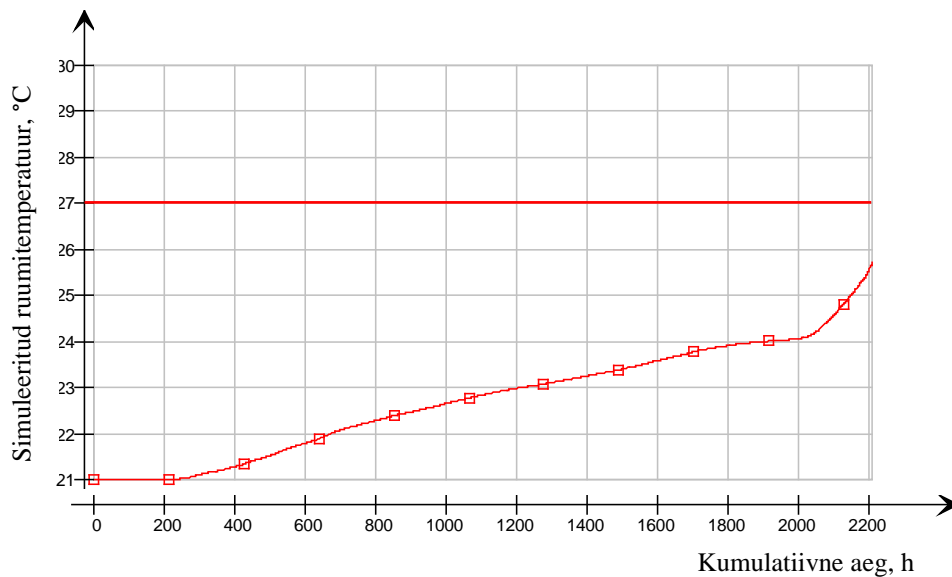
Joonis 5.1. Analüüsitud ruumide suvise ruumitemperatuuri kontrolli visualiseering.

Tabel 5.1. Ruumide simulatsiooni arvutustulemused.

Nr	Ruum	DH <sub>+27</sub> , °Ch
1	Elutuba	0
2	Magamistuba 1	37
3	Magamistuba 2	29



Joonis 5.2. Magamistoa nr 1 ruumitemperatuuri kestuskõver:  $t_B = +27^\circ\text{C}$  ületatud kraadtundide arv  $37^\circ\text{Ch}$ .



Joonis 5.3. Elutoa ruumitemperatuuri kestuskõver:  $t_B = +27^\circ\text{C}$  ületatud kraadtundide arv  $0^\circ\text{Ch}$ .

## 6. KOKKUVÕTE

- Hoone arvutuslik energiatõhususarv (ETA) on  $95 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ .
- Hoone vastab Eesti Vabariigi MTM määruse nr 55 nõuetele ja klassifitseerub liginullenergiahoone klassi ning täidab energiatõhususe miinimumnõude  $\text{ETA} \leq 100 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ .
- Hoone kriitilistele eluruumidele on teostatud suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutus, mille tulemuste alusel vastab hoone Eesti Vabariigi MTM määruse nr 55 nõuetele  $\text{DH}_{+27^\circ\text{C}} \leq 150^\circ\text{Ch}$ .

Hoone kohta täidetud MTM määruse nr 55 lisad „Energiarvutuse lähteandmete esitamine“ (määruse lisa 2) ja „Energiarvutuse tulemuste esitamine“ (määruse lisa 4) on toodud käesoleva töö lisades.

## Energiarvutuse lähteandmete esitamine

### Energiarvutuse lähteandmed

Arvustusoonide arv	12
Küttesüsteemi tüüp	
-soojuse tootmine ja kütus	õhk-vesisoojuspump, elekter
-soojuse jaotamine	põrandküte
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	soojustagastusega mehaaniline sissepuhke-väljatõmbe ventilatsioonisüsteem
Jahutussüsteem (on/ei ole)	ei ole

Soojuskaod läbi piirdetarindite				Soojuskaod läbi külmasildade				Soojuskaod läbi õhulekkekohtade			
Piirdetarind	$g$	$U_{i,i}$	$A_{i,i}$	$H_{juhtivus}$	Külmasild	$\Psi_j$	$l_j$	$H_{külmasild}$	Omadus	Suurus	
	-	W/(m <sup>2</sup> ·K)	m <sup>2</sup>	W/K		W/(m·K)	m	W/K			
Välissein		0.12	137.19	16.46	välissein/vahelagi	0.01	78.67	0.39	Õhulekke-arv $q_{50}$	1.50	
Välissein pinnases					välissein/vahesein	0.01	54.00	0.27	m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )		
Katuslagi		0.10	129.96	13.00	välissein/välissein	0.04	24.99	1.00	$A_{v,p}$ (välispiirded), m <sup>2</sup>	392.43	
Põrand pinnasel		0.10	100.17	10.02	akna perimeeter	0.20	67.50	13.50	Korruste arv (täisarv)	1.00	
					välisukse perimeeter	0.02	18.20	0.36	$\dot{V}_{inr}$ , m <sup>3</sup> /s	0.0047	
Välisuks		0.12	5.88	0.71	katus/välissein	0.04	28.53	1.03			
Aken (ilmakaar)					põrand/välissein	0.23	43.44	9.77			
NE*	0.50	0.90	11.19	10.07	rõdu/välissein	0.00	0.00	0.00			
SE*	0.50	0.90	1.32	1.19	põrand/vahesein	0.01	87.21	0.44			
SW*	0.50	0.90	5.60	5.04	katus/sisesein	0.00	0.00	0.00			
NW*	0.50	0.90	1.12	1.01	välisseina sisenurk	-0.06	2.40	-0.14			
*-kaalutud keskmine soojusläbivus											
Kokku:				$H_{juhtivus}$ , W/K	$H_{külmasild}$ , W/K				26.63	$H_{õhulekke}$ , W/K	5.63
Välispiirete summaarne soojuserikadu					$\sum H$ , W/K			89.75			
Välispiirete keskmine soojusläbivus					$\sum H / A_{v,p}$			0.23			
Hoone kōetav pind					$A_{kōetav}$ , m <sup>2</sup>			101.1			
Välispiirete summaarne soojuserikadu kōetava pinna kohta					$\sum H / A_{kōetav}$			0.89			

Ventilatsioonisüsteem	Rõhutõste sissep./väljat.	Ventilaatori kasutegur sissep./väljat.	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagastus temperatuuri- väljaviske suhe	min. temp. <sup>1</sup>
	Pa / Pa	% / %	m <sup>3</sup> /s / m <sup>3</sup> /s	kW/(m <sup>3</sup> /s)	%	°C
1 vent.agregaat	160.00/140.00	0.20/0.20	0.042 / 0.042	0.75/0.75	80.00	0.00

<sup>1</sup> soojustagasti külmumise vältimine

Küttesüsteem	Soojusallika kasutegur	Jaotamise ja väljastamise kasutegur, -	Kütteperioodi <sup>2</sup> keskmine soojustegur, -	Abiseadmete <sup>3</sup> elekter kWh/(m <sup>2</sup> a)
1 ruumide kōite		0.85	2.40	0.00
2 vent. seade	1.00			
3 soe vesi	2.00			

<sup>2</sup> esitatakse soojuspumpsüsteemide puhul

<sup>3</sup> puudub, kui esitatakse soojuspumpsüsteemi koosseisus

Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur

Lokaalse taastuenergia süsteemid	Päikese-kollektori aktiiv-paneelide pindala, m <sup>2</sup>	Päikese-paneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimivõimsus, kW
PV-paneelid <sup>2</sup>		3.0	

<sup>2</sup>Liginullenergiataseme saavutamiseks vajalik PV-paneelide nominaalvõimsus, kui 1kW nominaalvõimsuse eritootlus on 860kWh/a

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas tundi päevas	
	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	%	d	h
	3.00	3.00	8.00	0.60	7	24

Kuupäev	Nimi	Allikri

## Energiarvutuse tulemuste esitamine

<b>Andmed hoone kohta</b>							
Hoone kasutusotstarve	11101 Üksikelamu			x Uusehitus			
Aadress	<b>Väike eramu</b>			<input type="checkbox"/> Oluline rekonstrueerimine			
Ehitusaasta	2020			<input type="checkbox"/> Rekonstrueerimine			
Köetav pind	101.1 m <sup>2</sup>			<input type="checkbox"/> Olemasolev hoone			
Netopind	101.1 m <sup>2</sup>						
<b>Energiatõhususarv</b>	<b>95 kWh/(m<sup>2</sup>·a)</b> (kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)						
Energiakasutuse kokkuvõte	Hangitud kütused massi või kogus/a	Tarnitud energia kWh/a	Tarnitud energia kWh/(a m <sup>2</sup> )	Eksporditud energia kWh/a	Eksporditud energia kWh/(a m <sup>2</sup> )	Kaalumis- tegur -	Kaalutud energiakasutus kWh/(a m <sup>2</sup> )
Elekter		6 271	62.0	1 466	14.50	2.0	95.0
<b>Summa</b>							
Summaarne energiakasutus		Elekter kWh/a	Soojus kWh/a	Elekter kWh/(a m <sup>2</sup> )	Soojus kWh/(a m <sup>2</sup> )		
Küttesüsteem		-	-	-	-		
Ruumide küte		2 046	-	20.2	-		
Ventilatsiooniõhu soojendamine		294	-	2.9	-		
Tarbevee soojendamine		1 517	-	15.0	-		
Ventilatsioonisüsteem <sup>1</sup>		533	-	5.3	-		
Jahutussüsteem		0	-	0.0	-		
Valgustus		702	-	6.9	-		
Seadmed		2 241	-	22.2	-		
Summa (tehnosüsteemide)		7 332	0	72.5	0.0		
summaarne energiakasutus)							
<sup>1</sup> ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks							
Lokaalne taastuv- ja eksporditud energia		Lokaalne taastuv kWh/a kWh/(a m <sup>2</sup> )		Eksporditud kWh/a kWh/(a m <sup>2</sup> )			
Soojusenergia päikesest		-	-	-	-		
Elekter päikesest		1 062	10.5	1 466	14.5		
...							
Netoenergiavajadus		kWh/a	kWh/(a m <sup>2</sup> )				
Ruumide küte <sup>2</sup>		4 173	41				
Ventilatsiooniõhu soojendamine <sup>3</sup>		294	3				
Tarbevee soojendamine		3 034	30				
Jahutus							
<sup>2</sup> sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis							
<sup>3</sup> arvatud koos soojustagastusega							
Energia vabasoojustest		kWh/a	kWh/(a m <sup>2</sup> )				
Päikesekiirgus		799	8				
Inimesed		1 380	14				
Valgustus		702	7				
Seadmed		1 569	16				
Tehnosüsteemide võimsused		Elekter kW	Soojus kW				
Küttesüsteem							
Jahutussüsteem							
Arvutusprogrammi nimi ja versioon	IDA Indoor Climate and Energy, Expert edition, Version:4.7.1						
Arvutusprogrammi litsentsi number	ICE40X:ICE40XAFI						
Kuupäev	Nimi		Allikri				

### Lisa 3. Integreeritud päikesepaneeli näidistoote tehniline andmeleht

#### ROOFIT 3x12/140-150W/RR33/S/B

### Electrical Characteristics

**Standard Test Conditions (irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, cell temperature 25 °C, spectrum AM1.5)**

Nominal Power	P <sub>mpp</sub> (W)	140	145	150
Power Tolerance		0...+3 W		
MPP Voltage	V <sub>mpp</sub> (V)	19.2	19.4	19.5
MPP Current	I <sub>mpp</sub> (A)	7.29	7.45	7.7
Open Circuit Voltage	V <sub>oc</sub> (V)	22.9	23.1	23.2
Short Circuit Current	I <sub>sc</sub> (A)	7.57	7.77	8.1

**Normal Operating Conditions (irradiance 800 W/m<sup>2</sup>, air temperature 20 °C, wind 1 m/s, spectrum AM1.5)**

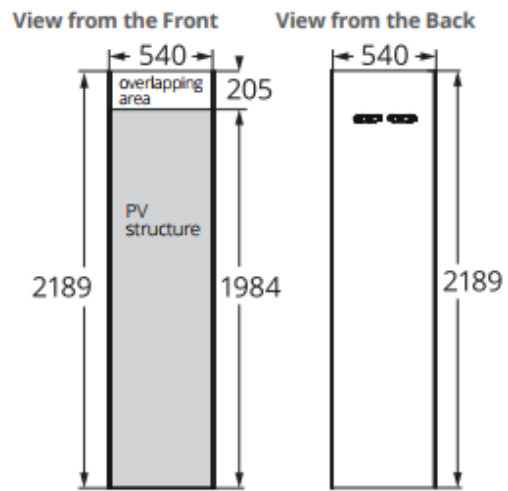
Power	P <sub>mpp</sub> (W)	103	106	110
MPP Voltage	V <sub>mpp</sub> (V)	17.7	18.0	18.0
MPP Current	I <sub>mpp</sub> (A)	5.78	5.91	6.11
Open Circuit Voltage	V <sub>oc</sub> (V)	21.2	21.4	21.5
Short Circuit Current	I <sub>sc</sub> (A)	6.08	6.24	6.51

Power Measurement Tolerances ±3 %  
Other Parameter Tolerances ±5 %

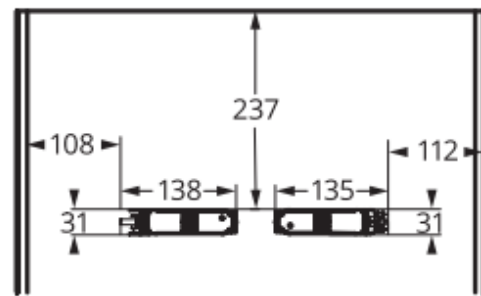
### Thermal Characteristics

Normal Operating Cell Temperature	NOCT	45 °C
Temperature Coefficient of P <sub>mpp</sub>	γ	-0.40 %/K
Temperature Coefficient of V <sub>oc</sub>	β	-0.30 %/K
Temperature Coefficient of I <sub>sc</sub>	α	0.04 %/K

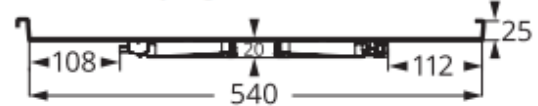
### Engineering Drawings (units mm)



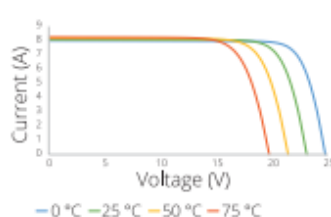
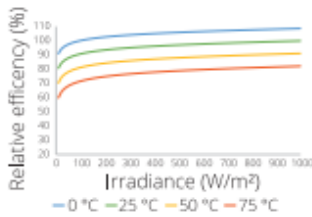
Details from the Back



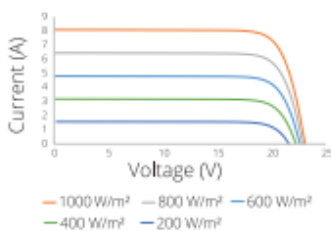
View from the Top Edge



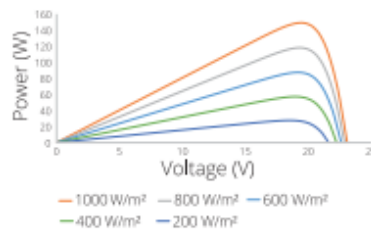
Relative Efficiency vs Irradiance Current vs Voltage Curves @1000 W/m<sup>2</sup>



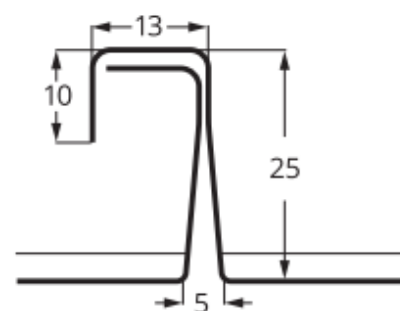
Current vs Voltage Curves



Power vs Voltage Curves



Standing Seam Joint



## Mechanical Specifications

<b>Cells</b>	3 x 12 monocrystalline 156 mm x 156 mm cells
<b>Junction box</b>	decentralized TE junction box two bypass diodes protection class IP67 MC4 connections
<b>Effective roof coverage</b>	1989 mm x 545 mm
<b>Mounting method</b>	standing seam technology
<b>Weight</b>	16.4 kg
<b>Front glass</b>	3.2 mm tempered low-iron glass with anti-reflective technology
<b>Back sheet</b>	0.5 mm metal sheet with highly durable PUR coating
<b>Impact resistance</b>	d = 35 mm hailstone 46 m/s = 165.5 km/h

<b>Minimum roof slope</b>	10 degrees
<b>Maximum distance between roof rafters</b>	1200 mm
<b>Purlins</b>	32 mm x 100 mm max. spacing 350 mm
<b>Minimum ventilation below</b>	50 mm
<b>Minimum distance between standing seam clips</b>	600 mm (center) 500 mm (edge) 350 mm (corners)

## Working Conditions

<b>Maximum System Voltage</b>	1000 VDC
<b>Operating Temperature</b>	-40 °C ... +85 °C
<b>Maximum Series Fuse Rating</b>	15 A