

# **ENERGIAAUDIT**

## **TERMOÜLEVAATUSEGA**



**RAADIKU TN. 1, TALLINN**

**DETSEMBER 2007**

## S I S U K O R D

<b>1. ÜLDANDMED .....</b>	<b>4</b>
1.1. HOONE TEHNILISED ANDMED.....	4
1.2. HOONES LÄBI VIIDUD REKONSTRUEERIMIS / RENOVEERIMISTÖÖD .....	5
<b>2. ENERGIA- JA VEEVARUSTUSE ÜLDISELOOMUSTUS .....</b>	<b>6</b>
2.1. HOONE IGAASTASE ENERGIATARBIMISE KOKKUVÕTE.....	6
2.2. ENERGIAKULUD LIIKIDE KAUPA .....	7
<b>3. SOOJUSENERGIA TARBIMINE - KRAADPÄEVAARV.....</b>	<b>9</b>
<b>4. HOONE TEHNILINE HEAKORD JA ANALÜÜS .....</b>	<b>12</b>
<b>5. SOOVITATAVAD RENOVEERIMISE- JA REMONTTÖÖDEGA SEOTUD MEETMED, MAKSUMUSED JA TASUVUSAJAD .....</b>	<b>20</b>
5.1. KATUSLAE SOOJUSTAMINE.....	21
5.1. KELDRIKAE SOOJUSTAMINE.....	22
5.2. KELDRIAKNAD.....	22
5.3. TREPIKODADE AKNAD .....	23
5.4. VÄLISUKSED .....	23
5.5. VÄLISSEINTE JA – KONSTRUKTSIOONIDE SOOJUSTAMINE.....	24
5.6. SOKLI SOOJUSTAMINE.....	25
<b>6. PRIORITEETIDE MÄÄRATLEMINE .....</b>	<b>26</b>
<b>7. HOONE KÜTTE- JA SOOJAVEEVARUSTUS .....</b>	<b>27</b>
<b>8. HOONE VENTILATSIOONISÜSTEEM.....</b>	<b>27</b>
<b>9. HOONE ENERGIABILANSS .....</b>	<b>28</b>
9.1. PIIRETE ENERGIAKULUD .....	28
9.2. ÕHUVAHETUSE (VENTILATSIOONI) KULUD PIIRETEST .....	29



<b>9.3. HOONE ENERGIABILANSS .....</b>	<b>29</b>
<b>10. TERMOÜLEVAATUS .....</b>	<b>30</b>
<b>11. TERMOPILDID .....</b>	<b>31</b>
<b>11.1. PROFILID.....</b>	<b>38</b>

Energiaauditi teostamisel on lähtutud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeriumi poolt koostatud „Energiaauditite teostamise üldised nõuded” (2005.a.) soovitudest ja kasutatud väljatöötatud soovituslikke aruandevorme. Ehitise ülevaatusse aluseks on Majandus- ja Kommunikatsiooniministri 26.11.2002.a. määrus nr. 11.

## 1. ÜLDANDMED

Ehitisregistri kood	<b>101010806</b>
Hoone aadress	<b>Raadiku tn.1</b>
Tellija	<b>Masti Korteriühistu</b>
Tellija registrikood	<b>80070977</b>
Kontaktisik	<b>Konstantin Grigorenko</b>
Telefoni nr.:	<b>5 289 821</b>
Fax nr.:	-
Auditeerimise aeg	<b>Detsember 2007</b>
Raporti esitamise kuupäev	<b>Veebruar 2008</b>
Raporti nr.	<b>EKH 90 /2007</b>
Koostaja	<b>OÜ Elamute Kommunaalhooldus</b>
Reg.nr.	<b>11010088; EK10194592-0001</b>
Telefoni nr.:	<b>6 003 666 / 50 82 423</b>
Fax nr.	<b>6 003 667</b>
E-mail	<b>info@ekh.ee</b>

### 1.1. HOONE TEHNILISED ANDMED

Jrk.nr.	Nimetus	Mõõtühik	Näitaja
1	Hoone funktsioon		<b>korterelamu</b>
2	Ehitusaasta		<b>1983</b>
3	Korterite arv	korter	<b>72</b>
4	Korruste / trepikodade arv	tk.	<b>9 / 2</b>
5	Elanike arv	inimest	<b>~</b>
6	Kelder (jah / ei; köetav / mitteköetav)		<b>jah / mitteköetav</b>
7	Pööning (jah / ei; köetav / mitteköetav)		<b>ei / mitteköetav</b>
8	Ehitusalune pind	m <sup>2</sup>	<b>592,0</b>
9	Elamispind	m <sup>2</sup>	<b>2265,6</b>
10	Abiruumide pind	m <sup>2</sup>	<b>1537,5</b>
11	Üldkasutatav pind	m <sup>2</sup>	<b>1131,9</b>
12	Eluruumide arv	ruum	<b>162</b>
13	Eluruumide pind (9+10), köetav	m <sup>2</sup>	<b>3803,1</b>
14	Suletud netopind (kasulik pind) (9+10+11)	m <sup>2</sup>	<b>4935,0</b>
15	Eluruumide köetav sisekubatuur <b>H keskm.= 2,53</b>	m <sup>3</sup>	<b>9640,0</b>
16	Hoone köetav sisekubatuur <b>H keskm.= 2,32</b>	m <sup>3</sup>	<b>11434,0</b>
17	Hoone maht (kubatuur)	m <sup>3</sup>	<b>15899,0</b>

## 1.2. HOONES LÄBI VIIDUD REKONSTRUEERIMIS / RENOVEERIMISTÖÖD

Renoveerimise aasta:	Tehtud tööd /konstruktsioonelement/	Tehtud töö väärtus (m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup> , jm.)	Maksumus kr.
<b>2003</b>	1. Vuukide remont 2. 3.		<b>33512.-</b>
<b>2004</b>	1. Veetorustik keldris 2. Katuse remont 3. Korterite elektrikilbid 4. Küttesõlme remont, 2-toru süsteem		<b>93900.-</b> <b>69156.-</b> <b>61336.-</b> <b>55814.-</b>
<b>2005</b>	1. Peakilpide renoveerimine 2. Trepikoja akende vahetus 3. Välis- ja 0-korruse valgustus		<b>23552.-</b> <b>100200.-</b> <b>6372.-</b>
<b>2006</b>	1. Liftišahtide katmine plekiga 2. Külma veetrassi ehitus 3. Sama, 4. Trepikodade valgustus 5. Vuukide remont		<b>25733.-</b> <b>106547.-</b> <b>15583.-</b> <b>40651.-</b> <b>69100.-</b>
<b>2007</b>	1. Vuukide remont 2. Panduse renoveerimine 3.		<b>3640.-</b> <b>71370.-</b>

## 2. ENERGIA- JA VEEVARUSTUSE ÜLDISELOOMUSTUS

<b>Küttesüsteemi liik:</b>	kaugküte
<b>Kütte liik:</b>	küttegaas/masuut
<b>Elektri liik:</b>	220V/3*380V
<b>Veevarustuse liik:</b>	veevõrguvesi
<b>Pesemisvõimaluse liik:</b>	vann / dušš
<b>Sooja tarbevee ettevalmistamine:</b>	soojusvaheti
<b>Kas küttesüsteem on varustatud üldise soojakulu mõõturiga:</b>	jah
<b>Kas on kasutusel individuaalne soojuskulu mõõtmine korteri-omandites</b>	ei

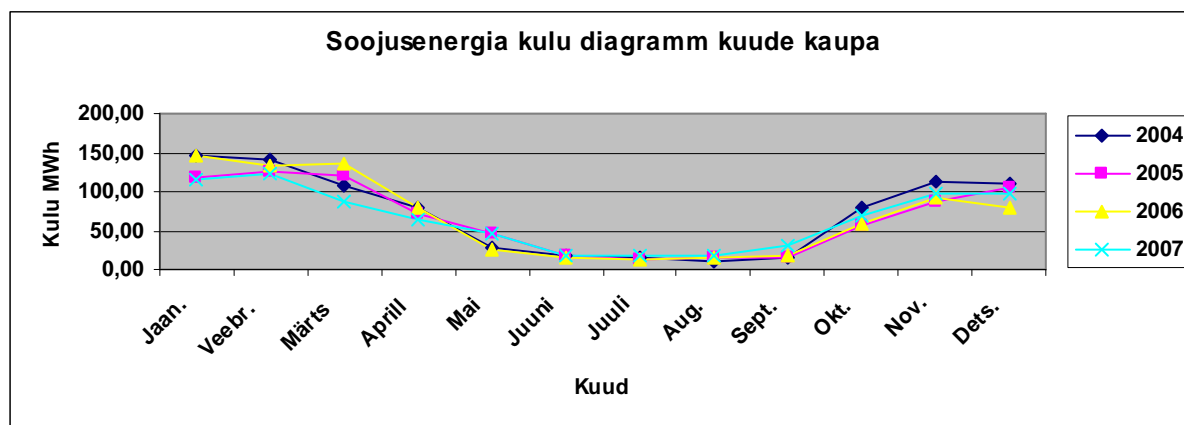
### 2.1. HOONE IGAASTASE ENERGIATARBIMISE KOKKUVÕTE

	2004	2005	2006	2007	Ühik
<b>Soojustarbimine:</b>					
Mõõdetud soojustarbimine	819,0	746,0	766,0	730,0	MWh / a
Kraadpäevade arv KPA (standardaasta)	4220	4220	4220	4220	KR <sub>P</sub>
Kraadpäevade keskm. arv	4055	3977	3800	3761	KR <sub>PK</sub>
Kraadpäevadega korigeeritud soojustarbimine	853,0	784,5	832,3	815,1	MWh / a
Eritarbimine köetava mahu ühiku kohta	74,6	68,6	72,8	71,3	kWh / m <sup>3</sup> .a
Eritarbimine köetava pinna ühiku kohta	224,3	206,3	218,8	214,3	kWh / m <sup>2</sup> .a
Sooja tariif (hind) *	430,91	430,91	473,655	626,04	kr / MWh
Kütte maksumus	352 915	321 459	362 820	457 009	kr / a
<b>Tarbevee tarbimine</b>					
Tarbevesi	7286	6486	6444	5943	m <sup>3</sup> /a
Sellest, soe tarbevesi	2445	2273	2229	2167	m <sup>3</sup> /a
Soojuse kulu vee soojendamiseks	272,1	247,6	255,8	254,7	MWh / a
Vee soojendamise maksumus	117 268	106 698	121 151	159 446	kr / a
<b>Elektrienergia tarbimine (üldelekter)</b>					
Üldelektrienergia tarbimine	19862	21192	20746	21953	kWh / a
Elektrienergia ühiku kesk. hind *	1,01	0,98	0,98	1,18	kr / kWh
Elektrienergia maksumus	19 961	20 662	20 227	25 905	kr/a
Elektrienergia eritarbimine	4,02	4,29	4,20	4,45	kWh / m <sup>2</sup>
<b>Märkus:</b> 1. * Hind antud koos käibemaksuga					

## 2.2. ENERGIAKULUD LIIKIDE KAUPA

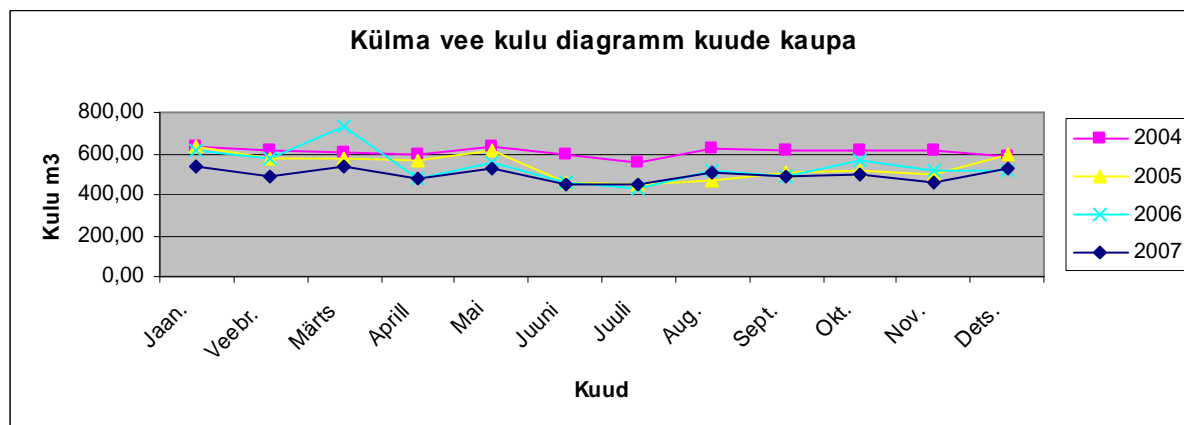
### Soojusenergia kulu kuude kaupa, MWh

Aasta	Jaan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	147,00	140,00	107,00	79,00	29,00	19,00	16,00	11,00	16,00	80,00	112,00	109,00
2005	117,00	126,00	121,00	72,00	47,00	18,00	12,00	16,00	15,00	56,00	86,00	106,00
2006	145,00	133,00	136,00	80,00	25,00	16,00	14,00	15,00	17,00	58,00	93,00	79,00
2007	115,00	122,00	86,00	64,00	47,00	17,00	17,00	17,00	31,00	69,00	98,00	98,00



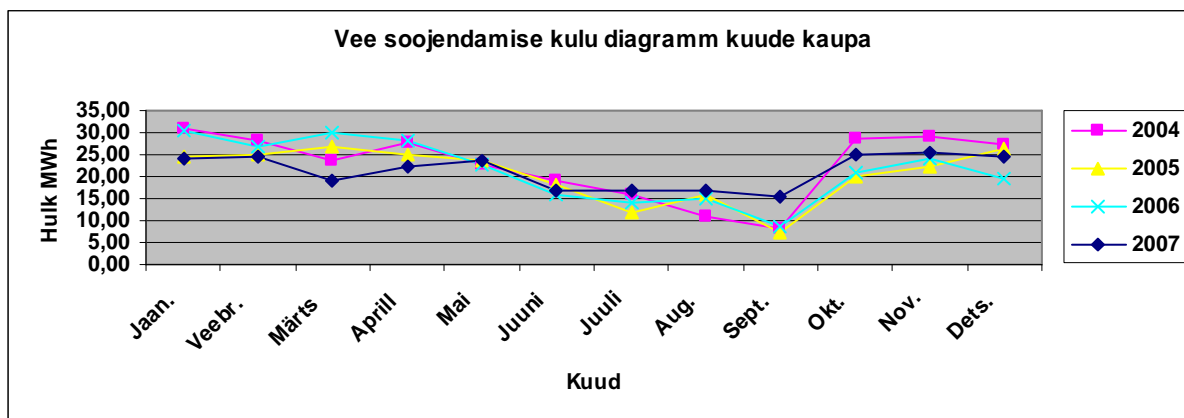
### Külma vee kulu kuude kaupa, m3

Aasta	Jaan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	637,00	614,00	604,00	592,00	634,00	599,00	559,00	622,00	612,00	612,00	617,00	584,00
2005	636,00	580,00	580,00	563,00	618,00	460,00	450,00	470,00	510,00	519,00	500,00	600,00
2006	619,00	573,00	731,00	479,00	553,00	457,00	428,00	518,00	485,00	570,00	513,00	518,00
2007	532,00	484,00	540,00	481,00	528,00	449,00	450,00	510,00	484,00	494,00	460,00	531,00



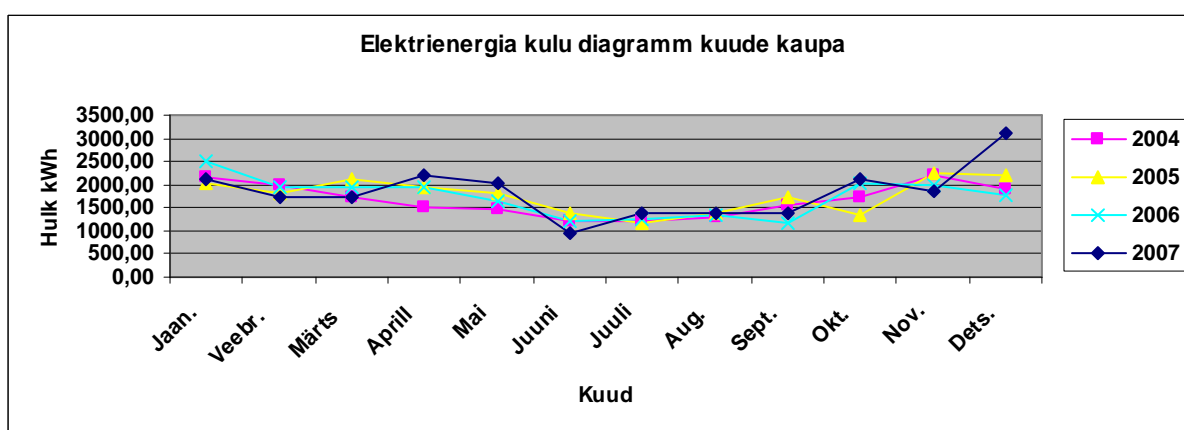
### Vee soojendamise (arvutuslik) kuude kaupa, MWh

Aasta	Jan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	30,87	28,00	23,54	27,65	22,91	19,00	16,00	11,00	8,00	28,80	29,12	27,25
2005	24,57	25,20	26,62	25,20	23,50	18,00	12,00	16,00	7,50	20,16	22,36	26,50
2006	30,45	26,60	29,92	28,00	22,50	16,00	14,00	15,00	8,50	20,88	24,18	19,75
2007	24,15	24,40	18,92	22,40	23,50	17,00	17,00	17,00	15,50	24,84	25,48	24,50



### Elektrienergia kulu kuude kaupa, kWh

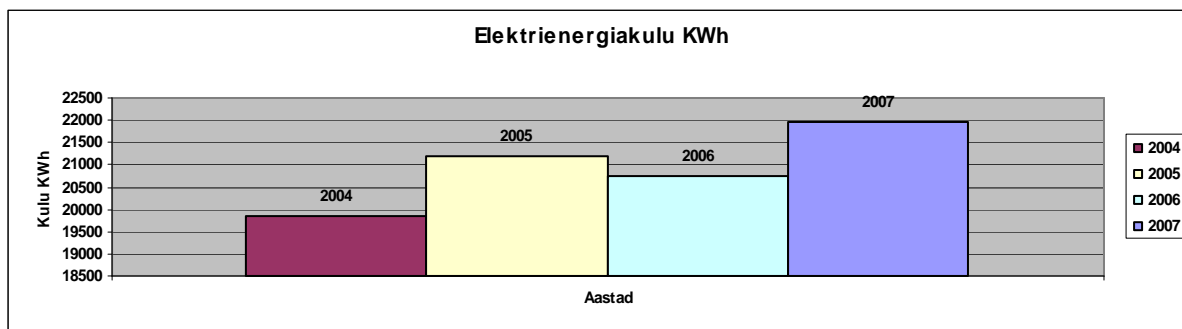
Aasta	Jan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	2148,00	1987,00	1719,00	1497,00	1475,00	1199,00	1199,00	1284,00	1559,00	1710,00	2205,00	1880,00
2005	2032,00	1811,00	2123,00	1931,00	1821,00	1387,00	1153,00	1394,00	1714,00	1358,00	2261,00	2207,00
2006	2505,00	1926,00	1948,00	1962,00	1625,00	1218,00	1254,00	1342,00	1183,00	2025,00	1982,00	1776,00
2007	2109,00	1749,00	1750,00	2188,00	2012,00	942,00	1388,00	1387,00	1370,00	2097,00	1851,00	3110,00



### Elektrienergia kulu aastate kaupa, kWh

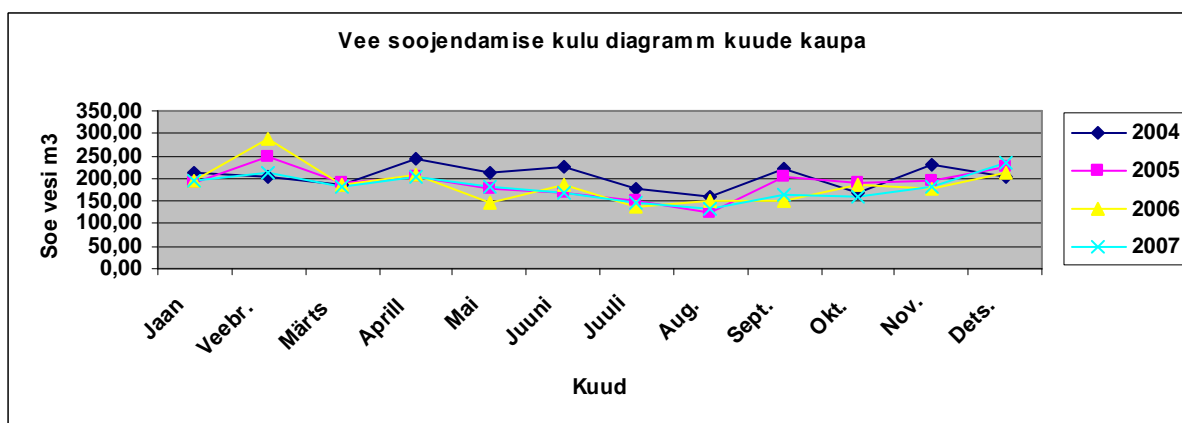
Aasta	2004	2005	2006	2007
KWh	19862	21192	20746	21953





### Vee soojendamise (tegelik) kuude kaupa, m<sup>3</sup>

Aasta	Jaani	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	211,00	203,00	185,00	243,00	214,00	228,00	176,00	160,00	220,00	170,00	230,00	205,00
2005	189,00	250,00	191,00	205,00	178,00	170,00	151,00	126,00	203,00	189,00	193,00	228,00
2006	197,00	286,00	187,00	208,00	147,00	186,00	139,00	150,00	150,00	188,00	179,00	212,00
2007	196,00	214,00	183,00	204,00	183,00	168,00	148,00	131,00	164,00	160,00	182,00	234,00



### 3. SOOJUSENERGIA TARBIMINE - KRAADPÄEVAARV

Kui hoone sisetemperatuur on kõrgem kui välistemperatuur, kaotab hoone soojust. Selle soojuskao kompenseerimiseks hooneid köetakse.

Soojuskao kaks mehhanismi:

- soojuse läbikanne hoone seinte, põrandate, lagede, katuse, uste ja akende pindade kaudu;
- kaod õhuga läbi maja akende, uste, pragude, vuukide ja ventilatsiooniavade.

Kaad läbi seinte või lagede tekivad soojuse läbikandest, kadude suurus on võrdeline välis- ja sisetemperatuuride vahel.

Sise- ja välistemperatuuri vahe ei ole konstantne suurus, sest isegi kui sisetemperatuur on muutumatu, muutub välistemperatuur kontrollimatult. Kraadpäevadega mõõdetakse kui palju ja kui kauaks jääb välistemperatuur allapoole kontrolltemperatuuri.

Kraadpäevade arvu abil saab võrrelda omavahel erinevate aegade soojusenergia tarbimist. Võrdlus toimub nii, et aasta soojuse tarbimine jagatakse välistemperatuuris sõltuvaks (lekked ja õhuvahetuse soojakulu) ja välistemperatuurist sõltumatuks osaks (sooja tarbevee soojakulu).

Välistemperatuurist sõltuv soojuse tarbimine muutub koos kraadpäevaarvuga nii, et energiakulude suhe ja kraadpäevade suhe jääb samaks.

$$Q_N / Q_a = S_N / S_{teg} \text{ ja } Q_N = S_n / S_{teg} \times Q_a, \text{ kus}$$

$Q_N$  = normaalaasta soojustarbimine, kWh;

$Q_a$  = tegeliku aasta soojustarbimine, kWh;

$S_N$  = normaalaasta kraadpäevaarv;

$S_{teg}$  = tegeliku aasta kraadpäevade arv, KR<sub>p</sub>;

Energiasäästuarvutused on tehtud lähtudes Harjumaa kliimatilistest tingimustest (Tallinna normaal-aasta kraadpäevade arv  $S_N = 4220$ ). Andmed on võetud TTÜ Keskkonnatehnika Instituudi uurimusest 2006.a., autorid professorid T.-A. Kõiv ja E. Loigo „Eesti kraadpäevad”. Kraadipäevade arvud on arvatud kütteperioodi keskmiste välistemperatuuride ja kütteperioodi kestvuse kaudu.

Üks kraadpäev väljendab 1 ° C erinevust arvestusliku sisetemperatuuri ja ööpäeva (24 tunnise perioodi) keskmise välisõhu temperatuuri vahel.

Kraadpäevaarvu arvutatakse :

$$KR_p = \sum (t_s - t_v) \times \Delta T, \text{ kus}$$

$KR_{Pk}$  = arvutusperioodi kraadpäevaarv;

$\Delta T$  = 1 ööpäev;

$t_s$  = sisetemperatuur ° C, nn. tasakaalutemperatuur (17 ° C);

$t_v$  = ööpäeva keskmine välistemperatuur, ° C .

#### Kraadpäevad köetavates ruumides:

Kraadpäevade arv  $KR_{kõ} = (17 \text{ ° C} - (-0,6 \text{ ° C})) \times 224 = 3942$  kraadpäeva .

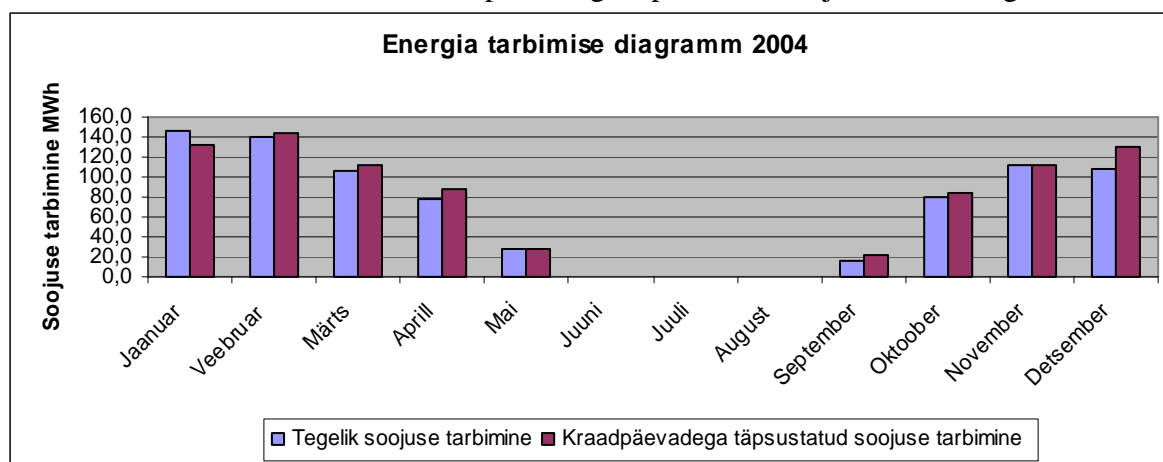
Arvutustemperatuuriks on võetud +17 ° C (tasakaalutemperatuur) .

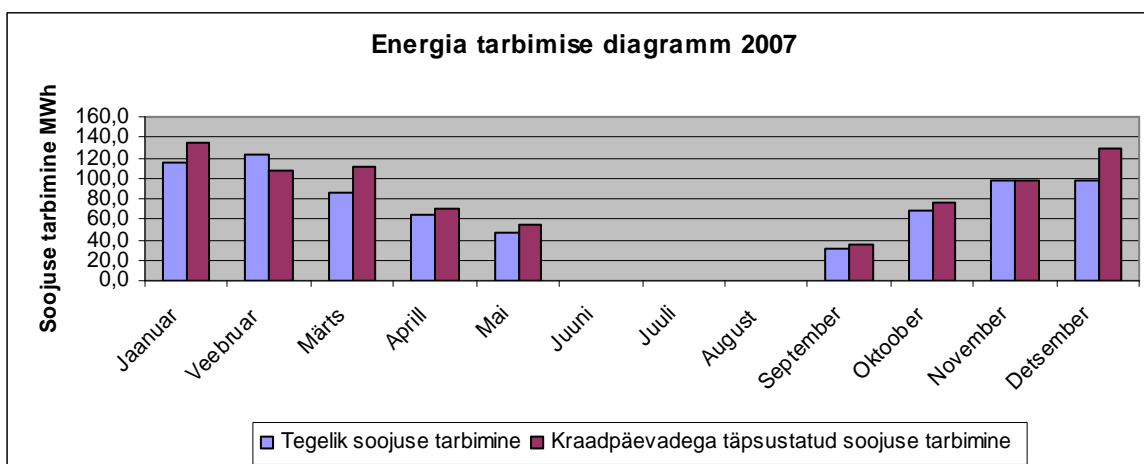
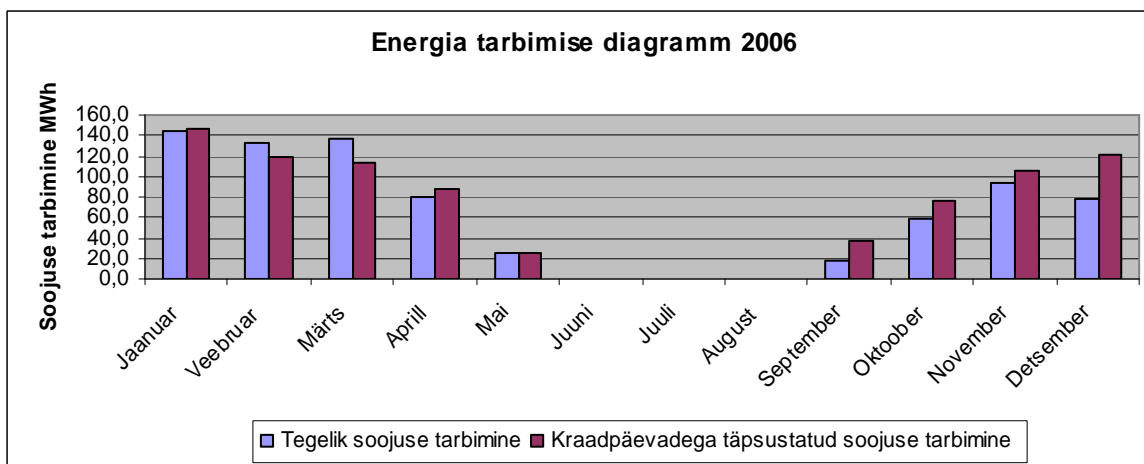
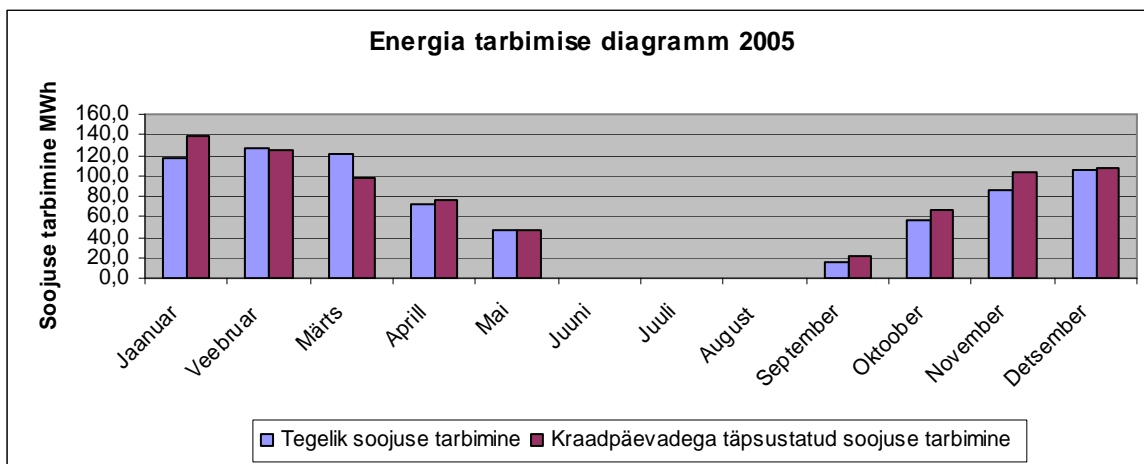
#### Kraadpäevad mitteköetavates ruumides (kelder jms.):

Kraadpäevade arv  $KR_{mk} = (10 \text{ ° C} - (-0,6 \text{ ° C})) \times 224 = 2374$  kraadpäeva .

Arvutustemperatuuriks on võetud + 10 ° C.

Järgnevalt on toodud hoone energiatarbimise diagrammid aastate lõikes, kus on näha tegelik soojuse tarbimine MWh - s võrreldes kraadpäevadega täpsustatud soojuse tarbimisega MWh – s.





SOOJUSTARBIMISE DÜNAAMIKA TÄPSUSTATUD KRAADPÄEVADEGA								
Aasta	2004		2005		2006		2007	
Kuu	Sääst (tegeliku- ga võrrel- des)	Sääst %	Sääst (tegeliku- ga võrrel- des)	Sääst %	Sääst (tegeliku- ga võrrel- des)	Sääst %	Sääst (tegeliku- ga võrrel- des)	Sääst %
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Jaanuar	-15,6	-11,9	21,6	15,6	0,9	0,6	19,1	14,2
Veebruar	3,8	2,6	-0,8	-0,7	-13,5	-11,3	-15,3	-14,4
Märts	5,4	4,8	-23,0	-23,5	-23,1	-20,5	24,9	22,4
Aprill	8,1	9,3	3,5	4,6	6,9	8,0	6,1	8,7
Mai	-0,3	-0,9	0,6	1,4	0,8	3,2	7,4	13,6
Juuni	0	0	0	0	0	0	0	0
Juuli	0	0	0	0	0	0	0	0
August	0	0	0	0	0	0	0	0
September	6,7	29,5	7,1	32,2	20,9	55,2	4,9	13,7
Oktoober	3,7	4,4	9,9	15,0	18,5	24,2	7,4	9,7
November	0,5	0,4	18,3	17,5	13,0	12,2	-1,0	-1,1
Detsember	21,8	16,6	1,2	1,2	41,8	34,6	31,7	24,5
<b>Kokku</b>	<b>34,0</b>	<b>4,0</b>	<b>38,5</b>	<b>4,9</b>	<b>66,3</b>	<b>8,0</b>	<b>85,1</b>	<b>10,4</b>

Kraadpäevadega ei korrigeerita juuni, juuli ja augusti tarbimist

#### 4. HOONE TEHNILINE HEAKORD JA ANALÜÜS

Hoone tehnilise ülevaatus läbiviimise eesmärgiks on anda hoone omanikule (tellijale) alus rekonstrueerimistööde ratsionaalseks planeerimiseks ning tööde tehniliselt ja majanduslikult põhjendatud teostamise järjekorrale, samuti KredEX poolt finantseeritava renoveerimistoetuse taotlemiseks.

Ülevaatus on teostatud visuaalselt, tuginedes olemasolevale dokumentatsioonile ja joonistele ning hoone valdajate esindaja poolt küsitlusel saadud andmetele. Hoone tehniliste arvandmete täpsus on  $\pm 10\%$ .

Ülevaatluse teel saadud tulemuste alusel prognoositavad tööde maksumused (maksumused on võetud tehtud tööde kaalutud keskmised) peavad võimaldama tellijal langetada otsuse – millised prioriteetsed tööd on teostatavad rahaliste vahendite piires.

Ülevaatus tulemusel kirjeldatakse põhiliste ehituse osade tüüp ja hinnatakse nende seisukorda „6” (kuue) palli süsteemis.

Tabeli tulbas „soovitused” kirjeldatakse puuduste kõrvaldamiseks vajalikke tegevusi. Osas „statistika” on arvatud vastava osa hinnete aritmeetiline keskmised.

Alljärgnevalt hoone tehnilise ülevaatus tabel ja statistilised näitajad:

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Prioriteet
<b>Konstruksiooni osad</b>						
A1	Vundamendi konstruktsioon	r/b madalvundament	5	-	-	1
A2	Vundamendi hüdroisolatsioon	-	3	puudub	-	2
A3	Pandus	betoon	5	-	-	2
A4	Keldri seinad	r/b plokid	5		katta niiskustõkkega	2
A5	Keldri põrand	betoon+ killustik	3	<b>radoonioht!!</b>	võimalusel katta põrand graniitkillustikul betooniga	1
A6	Keldri aknad	puit	3	amortiseerunud	vahetada plastakendega	4
A7	Keldri uksed	metall	4	ebatihedad	tihendada	4
A8	Välisseinad	suurpaneel	5	seintel kasvud	kõrvaldada kasvud, soojustada välisseinad	1
A9	Välisseina vuugid	betoon+ plast	3	-	-	2
A10	Varikatused	monteeritav r/b	5	-	-	1
A11	Välisrepid	betoon, plaadid	5	-	-	1
A12	Rõdude kandetarindid	-	3	metalloosad korrodeerunud	metalloosad katta korrosioonikaitse värviga	2

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Priori- teet
A13	Rõdude piirded	r/b plaat	3	plaatidel betoonikihi murenemised	parandada seguga, värvida	1
A14	Rõdude katteplekid	-	2	puudub	-	2
A15	Kandvad siseseinad	-	0	-	-	1
A16	Trepid	monteeritav r/b	5	-	-	1
A17	Trepi piirded	metall + plastkate	3	käsi- ja puu katted	paigaldada katted	1
A18	Vahelaed	monteeritav r/b	0	-	-	1
A19	Katuslagi	monteeritav r/b	0	-	-	1
A20	Pööningu ukсед / luugid	puu + metall	4	ebatihedad	tihendada	4
A21	Katuse soojustus	teadmata	2	mitteküllaldane soojuspidavus	paigaldada soojustuskiht	2
A22	Katuse kandetarindid	-	0	-	-	1
A23	Katusekate	SBS rullkate	5	vee ärajooks puudulik, vale kalle.	paigaldada koos soojustusega uus kate	2
A24	Katusekatte tuulutus	ventavad	5	-	uue soojustusega paigaldada tuulutusüsteem	3
A25	Räästakastid	-	0	-	-	2
A26	Vihmaveerennid- ja torud	-	0	-	-	2
A27	Katteplekid katusel	tsinkplekk	5	-	-	2

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Prioriiteet
A28	Korstnad	tellis, r/b plaat	5	paigaldatud žalusiirestid	-	3
A29	Eluruumide aknad	puit ja plast	4	puitaknad amortiseerunud osaliselt	võimalusel vahetada tuulutavate plastakendega	4
A30	Trepikodade aknad	plast	6	-	-	4
A31	Aknaplekid ja ümb-rus	tsinkplekk	5	-	-	2
A32	Välisüksed ja vahe-üksed	metall	5	tihendid puudu	paigaldada kummitihendid	4
A33	Korterite uksed	metall ja puit	5	-	-	4
A34	Trepikoja viimistlus	krohv+värv	5	-	-	5
A35	Prügišaht	suletud	6	-	-	3
A36	Lodžad	-	0	-	-	1

**Elektrisüsteem**

B1	Peakilp	korrastatud	6	-	-	3
B2	Maanduskontuur	olemas	6	-	-	3
B3	Jaotuskilbid	korrastatud	6	-	-	3
B4	Juhtmed	vanad	2	-	renoveerida	3
B5	Välisvalgustus	korrastatud	6	numbrimärgi valgustus puudub	korrastada	3

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Priori-teet
B6	Trepikodade valgustus	korrastatud	5	-	-	3
B7	Keldri valgustus	vanad	2	juhtmed avatud	renoveerida	3
B8	Fonolukustusüsteem	puudub	6	-	-	3
<b>Küttesüsteem</b>						
C1	Soojussõlm	kompaktsoojussõlm	5	-	-	3
C2	Keldriorustik	terastorustik	4	-	-	3
C3	Pööningutorustik	-	-	-	-	3
C4	Isolatsioon	olemas	3	isolatsioon puudulik	renoveerida	5
C5	Püstikud	terastorustik	4	-	renoveerida	3
C6	Sulgarmatuurid	kuulventiilid ja kraanid	6	-	-	3
C7	Radiaatorid	-	-	-	-	3
C8	Soojusvahetid					3
C9	Automaatika	olemas	6	-	-	3
<b>Ventilatsioon</b>						
D1	Õhu sissepääs	vaba sissepääs akendest	4	-	-	3



Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Priori-teet
D2	Õhu väljapääs	ventkorstnad	3	-	puhastada kanalid	3
D3	Ventilaatorid	-	-	-	-	3
<b>Gaas</b>						
E1	Gaasi sisend, mõõtjad	-	0	-	-	-
E2	Gaasiseadmed	-	0	-	-	-
<b>Vesi</b>						
F1	Vee sisend, mõõtjad	veemõõdusõlm	6	paigaldatud filter	-	4
F2	Keldri jaotustorustik	plast	6	-	-	4
F3	Isolatsioon	olemas	5	-	-	5
F4	Püstikud	plast	6	-	-	4
F5	Sulgarmatuurid	kuulkraanid	6	-	-	4
F6	Tuletõrje vesi	-	-	-	-	4
<b>Kanalisatsioon</b>						
G1	Majast väljaviigid	malm	4	-	-	4
G2	Keldripõranda alune torustik	malm	4	-	võimalusel vahetada	4
G3	Püstikud	malm	4	-	-	4

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Prioriteet
G4	Vihmavee sisemine torustik	malm	4	-	-	2

**Muud süsteemid**

H1	Tuletõrjesüsteem	-	-	-	-	4
H2	Liftid ja tõstesüsteemid	-	-	-	-	3
H3	Nõrkvoolusüsteemid	TV	5	-	-	3
H4	Turva- ja valgussüsteemid	-	-	-	-	3

Tulbakood	Statistika		
	Hinnete keskmine	Väljakoodide vahemik	Väljade aritmeetiline keskmine
K1	Konstruksioonid	A1 - A37	3,4
K2	Elektrisüsteem	B1 - B7	4,9
K3	Küttesüsteem	C1 - C8	4,7
K4	Ventilatsioon	D1 - D4	3,5
K5	Gaas	E1 - E2	0,0
K6	Vesi	F1 - F6	5,8
K7	Kanaliseatsioon	G1 - G4	4,0
K8	Muud süsteemid	H1 - H4	5,0
K9	<b>Kogu keskmine</b>	A1 - H5	<b>3,9</b>

Hinne	Hinnete seletused	Prioriteetide tasemed
"1"	- täiesti amortiseerunud	- terviseriskide ning kandekonstruktsioonide ja püsivuse probleemid
"2"	- halvas seisukorras, kohest remonti / vahetamise planeerimist vajav ehitise osa	- kandekonstruktsioonide kaitseelementide ning fassaadi, sademete- ja katusesüsteemi ilmastikukindluse või töökorra probleemid
"3"	- remonti vajav, kuid veel kestav ehitise osa	- elektritoite, küttesüsteemi, korstnate ja ventilatsiooni töö- või seisukorra ning varariskide probleemid
"4"	- tehniliselt korras, kuid moraalselt vananenud ehitise osa	- veevarustuse, kanalisatsiooni, akende ja uste probleemid, kuid ei ole tegu kõrgemate prioriteetsustasemetega
"5"	- väheamortiseerunud või uus väikeste vigadega ehitise osa	- viimistlustööd, territooriumitööd jms. tööd
"6"	- värskelt korrastatud ehitise osa, mis vastab heale ehitustavale ja -normidele ning ei tekita ohtu keskkonnale ega inimese elule, tervisele või varale	

## 5. SOOVITATAVAD RENOVEERIMISE- JA REMONTTÖÖDEGA SEOTUD MEETMED, MAKSUMUSED JA TASUVUSAJAD

Eestis on valdavalt energeetiliselt ebaefektiivsed hooned. Keskmine aastane soojustarve meie elamutes on 200-400 kWh/m<sup>2</sup>, analoogse kliimaga arenenud tööstusriikides aga alla 150 kWh/m<sup>2</sup>. Sejuures on nendes maades keskmine elamispinna temperatuur kõrgem kui meil.

Seega tarbime (ja maksame) energiat eest vastavalt rohkem. See on põhiliselt halva soojustuse tagajärg.

Soojust kaotab hoone põhiliselt ehitise karbi ehk piirdetarindite – välisseinte, akende, katuse, välisuste ja keldri-põrandate kaudu. Oma sisult on need kas soojusjuhtivus- või kiirguskaod.

Kiire ja odav ehitus tähendab pahatihti kordi ja kordi suuremaid küttekulusid – algne näiline kokkuvõtte tähendab lõpp-kokkuvõttes suurt rahalist kaotust.

Märkimisväärne soojuskadu esineb ka ventilatsiooni ja soojavee trasside kaudu. Suur hulk soojust kulub ja läheb kaotsi ventilatsiooniõhu soojendamisega (majast läheb välja toasoo õhk, majja tuleb sisse jahe välisõhk). Omajagu soojust lahkub majast kanalisatsiooni lastava sooja veega.

Tavaliselt nõuavad lisasoojustusega hooned vähem hooldust ning konstruktsioonide eluiga muutub oluliselt pikemaks.

### Soojustamismeetmete säästupotentsiaalid:

- korteri aknaid tihendades säästate aastas umbes 0,1 MWh/akna m<sup>2</sup> kohta;
- välisseinte lisasoojustamine annab aastas säästu 0,07 MWh/seina m<sup>2</sup> kohta;
- katuslagede soojustamine annab aastas säästu 0,08 MWh/katuse m<sup>2</sup> kohta;
- väga efektiivne võimalus soojuse säästmiseks on kolmekordsete klaasidega akende kasutamine;
- maja renoveerimisega saavutatav soojuse kokkuvõtte on umbes 20%

**Soojusülekandekoeffitsiendiga U** (ühik W/ (m<sup>2</sup>° C)) iseloomustatakse piirdetarindi soojajuhtivust. **U**-väärtus näitab, kui suur soojushulk (**W**) läbib 1 m<sup>2</sup> suuruse piirdetarindi, kui temperatuuride vahel vastastikutel pindade vahel on 1 kraad. **Mida väiksem on soojusülekandekoeffitsient, seda paremini konstruktsioon soojust isoleerib.**

### Energiasäästumeetmete tulemid

Piire või selle osa	Soojuskaod enne, MWh/a	Soojuskaod pärast, MWh/a	Soojus-sääst MWh/a	Energia-sääst kr / a  sääst * soojuse hind	Hinnanguline konstr. ühiku hind, kr	Investeeringu maksumus, kr (konstr. pind x ühiku hind)	Lihttasuvusaeg, aastat
Katuslae soojustamine	81,2	14,9	66,3	41 501	855	611 325	14,7
Keldrilae soojustamine	18,8	6,7	12,1	7 558	350	164 815	21,8

Piire või selle osa	Soojuskaod enne, MWh/a	Soojuskaod pärast, MWh/a	Soojuskaod sääst MWh/a	Energiasääst kr / a  sääst * soojuse hind	Hinnanguline konstr. ühiku hind, kr	Investeeringu maksumus, kr (konstr. pind x ühiku hind)	Lihttasuvusaeg, aastat
Välisseinte ja konstruktsioonide soojustamine	179,8	48,9	130,9	81 944	1 014	1 870 526	22,8
<b>K O K K U</b>	<b>279,7</b>	<b>70,5</b>	<b>209,3</b>	<b>131 004</b>		<b>2 646 666</b>	<b>20,2</b>
<b>Kehtiv soojusenergia hind arvutustel:</b>				<b>626,04</b>	kr/MWh		

## 5.1. KATUSLAE SOOJUSTAMINE

Paljudel meie (eriti viimastel aastakümnetel ehitatud) paneel- ja kivikorrushoonetel on rullmaterjalist (ruberoidist) katusekattega tasakatus või katuslagi. Sel ajal ehitatud katuslagedel puudub reeglina aurutõke, siis olmeniiskus ruumidest tungib katusekonstruktsiooni ja külmade ilmadega kondenseerub seal ning hakkab kogunemisel laest tilkuma või lausa nirisedes jooksmas. Ka nende soojapidavus ei vasta nüüdisnõuetele (kasutati TEP-plaate ja gaaskukermiiti või bituumenperliiti), hüdroisolatsioon on kohati ebakvaliteetne eriti parapettide, ventilatsioonikorstnate ja äravoolulehtrite juures. Selliseid katuseid võib uuendada kahte moodi:

- jätta lamekatus, kuid katta see lisasoojustuse (penoplast ja vill) ja nüüdisaegsest rullmaterjalist (näit. SBS kummibituumenist, APP-plastbituumenist, Sarnafilist) hüdroisolatsiooniga;
- teha viilkatus ja ka mansardkorrus (puidust toolvärgil), kui muu konstruktsioon seda võimaldab. Viilkatuse võib katta profileeritud plekiga, tsementbetoonkividega vm. sobiva materjaliga. Mansardkorrus võimaldab saada lisaalamispinda ning sobib näit. ateljeeruumide jms. jaoks. Viilkatuse maksumus on lamekatuse renoveerimisest kordades kallim.

Enne rekonstrueerimist		Peale rekonstrueerimist	
Konstruktsiooni pindala, m <sup>2</sup> :	715	Konstruktsiooni pindala, m <sup>2</sup> :	715
Isolatsioonimaterjali tüüp:	teadmata	Lisa isolatsioonimaterjal, mm :	2*100 penoplast+ 50 ISOVER (vill) + SBS bituumenrullkate
		Paksus kokku, mm:	250
U-väärtus, alg:	1,20 (m <sup>2</sup> °C)	U-väärtus, uus:	0,22 (m <sup>2</sup> °C)

**Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:**

$$Q_{er} = U \times A \times KRk \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{er} = 1,2 \times 715 \times 3942 \times 24 / 1000 = 81,17 \text{ MWh / a}$$

**Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:**

$$Q_{pr} = U \times A \times KR_{kö} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{pr} = 0,22 \times 715 \times 3942 \times 24 / 1000 = 14,88 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 66,29 \text{ MWh / a}$$

## 5.1. KELDRILAE SOOJUSTAMINE

Sageli on keldrite sisetemperatuur 18-20°C. Keldrite normaalne sisetemperatuur oleks ca 10°C. Kui keldriruumide temperatuuri on taotluslikult vähendatud kuni 10°C-ni, siis tuleb soojustada keldrilaagi altpoolt, välistades olukorra, kus esimese korruse korterid jahtuvad jaheda põranda tõttu. Soojustatud peaksid olema nii sokkel kui ka pinnasele toetuv põrand. Selleks, et vähendada soojuskadusid keldri lae kaudu ja saavutada korterites keldri kohal normaalne temperatuur, tuleks soojustada keldri lagi minimaalselt 5 cm isolatsioonimaterjaliga (mineraalvillaga).

Keldrilae soojustuse saab kinnitada vahetult keldrilae alla ja katta alt kas paberi või laudisega. Soojustuse soojemale küljele tuleb teha niiskustõke.

Enne rekonstrueerimist		Peale rekonstrueerimist	
Konstruksiooni pindala, m <sup>2</sup> :	471	Konstruksiooni pindala, m <sup>2</sup> :	471
Isolatsioonimaterjali tüüp:	puudub	Lisa isolatsioonimaterjal	klaasvillplaat
		Isolatsiooni paksus, mm:	150
U-väärtus, alg:	0,70 (m <sup>2</sup> °C)	U-väärtus, uus:	0,25 (m <sup>2</sup> °C)

Soojusjuhtivuskao enne renoveerimist:

$$Q_{er} = U \times A \times KR_{mk} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{er} = 0,7 \times 471 \times 2374 \times 24 / 1000 = 18,78 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskao peale rekonstrueerimist:

$$Q_{pr} = U \times A \times KR_{mk} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{pr} = 0,25 \times 471 \times 2374 \times 24 / 1000 = 6,71 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 12,07 \text{ MWh / a}$$

## 5.2. KELDRIAKNAD

Asendage keldri akende katkised klaasid, tihendage kõik pilud. Keldrikorraldusel tuleb kontrollida aknaid, mis pahatihti on veepritsmetest ja lumega kokkupuutumise läbi pehkinud ja katki. Keldriaknad tasub asendada mitteavatavate uute PVC akendega, mille välisklaas on traatvõrguga armeeritud. Ruumi tunginud 1 m<sup>3</sup> välisõhu soojendamiseks kütteperioodil keskmise sise- ja välis-temperatuuri vahe puhul 19,5 °C, kulub energiat umbes 6,5 Wh. Kui kütteperioodi vältel oleks ruumi tungiva välisõhu hulk 1 m<sup>3</sup>/h, siis kuluks sellise õhuhulga soojendamiseks 33,7 kWh soojus-energiat. Näiteks vähendades ruumis ruumalaga 50 m<sup>3</sup> (tuba 20 m<sup>2</sup>) õhuvahetust kahelt korralt 1

korrani tunnis, on sääst kütteperioodi jooksul 1,7 MWh soojusenergiat. Õhu vahetust vähem kui 0,5 korda tunnis ei ole soovitatav kasutada, keldriruumid muutuvad umbseteks ja tekivad niiskusega seotud probleemid.

Enne rekonstrueerimist			Peale rekonstrueerimist		
Konstruktsiooni pindala, m <sup>2</sup> :		28,0	Konstruktsiooni pindala, m <sup>2</sup> :		28,0
Klaaside arv :	2		Klaaside arv:	2	PVC pakettaknad
Õhuvahetuse kor- dus:	0,65		Õhuvahetuse kordus:		0,5
U-väärtus, alg:	3,0	W/(m <sup>2</sup> °C)	U-väärtus, uus:	1,9	W/(m <sup>2</sup> °C)

**Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:**

$$Q_{er} = U \times A \times KR_{mk} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{er} = 3,0 \times 28,0 \times 2374 \times 24 / 1000 = 4,79 \text{ MWh / a}$$

**Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:**

$$Q_{pr} = U \times A \times KR_{mk} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{pr} = 1,9 \times 28,0 \times 2374 \times 24 / 1000 = 3,03 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 1,75 \text{ MWh / a}$$

### 5.3. TREPIKODADE AKNAD

Hoone soojuskadude vähendamisel annab suurima säästu akende tihendamine. Selle abil on võimalik kokku hoida kuni **1 MWh** energiat iga akna **m<sup>2</sup>** kohta aastas.

Tingimusel, et uued aknad paigaldatakse tehnoloogiliselt õigesti, on võimalik vähendada akende kaudu hoonest väljuvat soojuskadu 35% võrra, toatemperatuur aga võib tõusta kuni nelja kraadi võrra. Seega tasub maja tasakaalustatud ja reguleeritud küttesüsteemi korral trepikoja- ja korteriakende väljavahetamine ennast ära.

### 5.4. VÄLISUKSED

**Üheks olulisemaks kriteeriumiks uue välisukse valikul on kindlasti soojapidavus.** Soojustuskiht ukse sees võib olla küll paks, kuid kui uks tihedalt vastu lengi ei sulgu või teeb seda vaid esimese talveni, siis on sellest vähe abi. Seepärast tuleb ukse soetamisel küsida ukse soojapidavust tõendavaid, tehase-poolseid sertifitseeritud andmeid. Soojapidavustegur **U** on korraliku puitukse korral kuni **1,0 Wm<sup>2</sup>/K** ning metallukse korral kuni **1,4 Wm<sup>2</sup>/K**. **Puitukse** puhul oluline meele pidada, et kui see jääb kasvõi osaliselt ilmastiku meelevalda, siis vajab ta aja jooksul kindlasti hooldamist. Puit on poorne ning seetõttu igaveses muutumises olev materjal. Muutlikud ilmad ainult intensiivistavad puidus toimuvaid protsesse. **Metalluste** soojapidavus on üldjuhul kehvem kui puituksel. Metalluste puhul tuleb jälgida, kas ukselehe välis- ja sisepinna plekk ning ukseleht on termiliselt või täielikult katkestatud. See on vajalik selleks, et suurte temperatuuri kõikumiste korral ei

tekiks ukse sisepinnal õhuniiskuse kondenseerumist ja suuri soojakadusid. **Alumiinum** on uksematerjalina väga vastupidav ning praktiline materjal – ei korrodeeru ega vaja ka mingit hooldamist. **Ukse sulgur** garanteerib ukse kinniolemise ka kõige hajameelsemate elanikega majas. Samuti hoiab õigesti paigaldatud ja reguleeritud ukse sulgur ära ukse ebameeldivalt paukuva sulgumise hooletu kasutaja või tõmbetuule korral. Ukse sulguri mudeli valikul tuleb lähtuda ukse mõõtmetest, raskusest ja kasutusrežiimist. Koridori välisukse sulguril peab olema kindlasti nn. **tuulepidur**, mis takistaks ukse liigset avanemist. Vastasel juhul võib tuul ukse tagurpidi lüüa, lõhkudes nii ukse, sulguri kui halvemal juhul ka tükikese seina. Tuulepiduriga sulgurid peavad reeglina kauem vastu ka väga käidavates kohtades.

Enne rekonstrueerimist		Peale rekonstrueerimist	
Konstruksiooni pindala, m <sup>2</sup>	23,8	Konstruksiooni pindala, m <sup>2</sup>	23,8
Ukse tüüp:	puit	Ukse tüüp:	soojustatud turvametalluks
Õhuvahetuse kordus:	0,65	Õhuvahetuse kordus:	0,50
U-väärtus, alg:	2,5 W/ (m <sup>2</sup> °C)	U-väärtus, uus:	1,6 W/ (m <sup>2</sup> °C)

**Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:**

$$Q_{er} = U \times A \times KR_{kõ} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{er} = 2,5 \times 23,8 \times 3942 \times 24 / 1000 = 5,63 \text{ MWh / a}$$

**Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:**

$$Q_{pr} = U \times A \times KR_{kõ} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{pr} = 1,6 \times 23,8 \times 3942 \times 24 / 1000 = 3,60 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 2,03 \text{ MWh / a}$$

## 5.5. VÄLISSEINTE JA – KONSTRUKTSIOONIDE SOOJUSTAMINE

Seinte soojustamine peaks toimuma reeglina väljast, s.o külmalt poolt. Kui vana fassaad kaetakse konstruktsiooniga, mille uue katte tagapinda ei tuulutata, peab uue konstruktsiooni auruläbilaskvus olema nii suur, et selle sisse ei kondenseeruks ohtlikul hulgal siseruumidest tulevat niiskust. Seetõttu sobivad vaid lisasoojusisolatsiooni peale tehtud erilised krohvipinnad (soojustuskrohvid). Sageli tuleb paneeli vana välisplaat kinnitada lisapoltidega, misjärel vana fassaadi peale pannakse lisasoojusisolatsioon. Euroopas on juba 30 aastat kasutatud soojusisoleerimiseks EPS-plaati (parandatud omadustega vahtpolüstürool). Isolatsiooni peale paigaldatakse võrk, mis kaetakse õhukese krohvikihiga või tavalise kolmekihilise lubitsementkrohviga (selletüübilised on näit. SERPOROC, DRYVIT, Tex-Colori fassaadikatte soojustussüsteemid). Väga hea on soojustussüsteem **Ceresit VWS**, mida on soovitatav kasutada. Vana fassaadi peale pandud soojusisolatsioon tõstab temperatuuri ja samas saab betoonplaat nii palju kuivada, et sarruse roostetamine peatub. Lahendus eeldab siiski eriti hoolikat projekteerimist ja teostust, nagu muudki vana fassaadi peale tehtavad variandid. Kui vesi pääseb lisasoojusisolatsiooni taga olevasse fassaadi, kiireneb sarruse pidurdunud korrosioon lausa plahvatuslikult. Korrosioon kestab konstruktsiooni kuivamiseni. Kuna konstruktsioon ei ole tuulutatav, on väljakuivamine aeglane, eriti sügisel. Väline lisasoojustus on hea lahendus be-



toonseinte puhul, mille välispinna betooniga on probleeme, sest isolatsioon koos viimistluskihiga kaitseb betooni.

Seinte **seestpoolt** soojustamisega tuleks olla ettevaatlik, sest talvel, kui väljas on  $-20^{\circ}\text{C}$  ja ruumis  $+20^{\circ}\text{C}$ , on kusagil välisseinas kastepunkt, kus õhus olev veeaur hakkab veeks kondenseeruma. Kui väljastpoolt soojustades on kastepunkt üsna seina välispinna lähedal, siis seestpoolt soojustades nihutame kastepunkti lähemale seina sisepinnale. Kuna veeaur liigub soojusega samas suunas – seest väljapoole –, tekib reaalne oht, et niiskus kondenseerub seina sees, seina konstruktsioonid märguvad, põhjustades hallitust ning kõdunemist.

Enne rekonstrueerimist		Peale rekonstrueerimist	
Konstruktsiooni pindala, m <sup>2</sup> :	1845	Konstruktsiooni pindala, m <sup>2</sup> :	1845
Isolatsioonimaterjali tüüp:	puudub	Lisa isolatsioonimaterjal, mm :	EPS 60 F plaat+
			segu+ võrk + segu+ mineraalne krohv ja värv
Konstruktsiooni paksus, mm :		Paksus kokku, mm:	100
U-väärtus, alg:	1,03 (m <sup>2</sup> °C)	U-väärtus, uus:	0,28 (m <sup>2</sup> °C)

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

$$Q_{er} = U \times A \times KR_{kö} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{er} = 1,0 \times 1845 \times 3942 \times 4^2 / 1000 = 179,76 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

$$Q_{pr} = U \times A \times KR_{kö} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{pr} = 0,28 \times 1845 \times 3942 \times 4^2 / 1000 = 48,87 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 130,89 \text{ MWh / a}$$

## 5.6. SOKLI SOOJUSTAMINE

Hoone sokli soojustamisega väldime keldrite liigset jahtumist ja seoses sellega tõstame esimese korruse põrandate temperatuuri. Sokli soojustamine väljastpoolt aitab kaasa ka hoone välisilme parandamisele ja on alternatiiv keldrilae soojustamisele.

Enne rekonstrueerimist		Peale rekonstrueerimist	
Konstruktsiooni pindala, m <sup>2</sup>	148	Konstruktsiooni pindala, m <sup>2</sup>	148
Isolatsioonimaterjali tüüp:	puudub	Lisa isolatsioonimaterjal :	EPS 60 F plaat+
			mineraalne krohv ja värv
Konstruktsiooni paksus, mm :		Paksus kokku, mm:	50
U-väärtus, alg:	1,17 (m <sup>2</sup> °C)	U-väärtus, uus:	0,30 (m <sup>2</sup> °C)

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

$$Q_{er} = U \times A \times K_{Rk\ddot{o}} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{er} = 1,2 \times 148 \times 2374 \times 24 / 1000 = 9,84 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

$$Q_{pr} = U \times A \times K_{Rk\ddot{o}} \times 24/1000 \text{ kWh}$$

$$Q_{pr} = 0,30 \times 148 \times 2374 \times 24 / 1000 = 2,52 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojuss\aa}st: Q_{er} - Q_{pr} = 7,32 \text{ MWh / a}$$

## 6. PRIORITEETIDE M\AA{RATLEMINE

Energias\aa{stuks elamutes ja hoonetes on erinevad meetmeid v\aa{g}a erineva kasuteguriga. Milliseid meetmeid peaks rakendama, s\ddot{o}ltub v\aa{g}a palju hoone olukorrast ja kasutamisest ning elanike rahalistest v\ddot{o}imalustest ja vajadustest. Iga plaanitud meetme puhul tasub kaaluda j\aa{r}gmisi aspekte:

- maksumus (suhteliselt odav v\ddot{o}i kallis – oleneb omaniku rahalistest v\ddot{o}imalustest);
- teostatavus (vajab v\ddot{o}i ei vaja spetsialiseeritud firmat);
- mugavus (parandab oluliselt v\ddot{o}i ei paranda);
- tasuvusaeg (suhteliselt l\ddot{u}hike (kuni 2 aastat) v\ddot{o}i pikk (\ddot{u}le 7 aasta)).

**Kust ja kui palju annab soojust kokku hoida?**

- hooned kaotavad soojust **v\aa{l}isseinte, katuse, akende, v\aa{l}isuste, esimese korruse p\ddot{o}randa ja keldrikorruse**, samuti mittevajaliku **ventilatsiooni** kaudu. Just neis kohtades peaks maja soojustama (arvutused n\aa{it}avad, et maja soojuskaod on j\aa{r}gmised: katus - 15%, aknad - 37%, v\aa{l}isseinad - 35%, keldri v\aa{l}isseinad - 13%)
- soojuse kokkuhoiduks peaks kogu majarahvas tegema koost\ddot{o}d, sest kokkuhoid avaldub **soojusm\ddot{o}\ddot{o}tja** kaudu, mis on reeglina kogu majal \ddot{u}hine
- soojuse kulu hoone v\ddot{o}i korteri k\ddot{u}tmiseks s\ddot{o}ltub selle suuruselt, tehniliselt seisukorrast, temperatuuride vahet ruumis ja \ddot{o}ues ning hoone k\ddot{u}ttes\ddot{u}steemist;
- korteri aknaid tihendades s\aa{st}ate aastas umbes **0,1 MWh / akna m<sup>2</sup> kohta**;
- v\aa{l}isseinte lisasoojustamine annab aastas s\aa{st}u **0,07 MWh / seinaga m<sup>2</sup> kohta**;
- katuslagede soojustamine annab aastas s\aa{st}u **0,08 MWh / katuse m<sup>2</sup> kohta**;
- v\aa{g}a efektiivne v\ddot{o}imalus soojuse s\aa{st}miseks on kolmekordsete klaasidega akende kasutamine;
- maja renoveerimisega saavutatav soojuse kokkuhoid on umbes **20%**.

Kallimad t\ddot{o}d on maja v\aa{l}isseinte, katuse, trepikoja ja soklikorruse soojapidavamaks muutmine, k\ddot{u}ttes\ddot{u}steemi tasakaalustamine ja torude soojustamine.

**Soovituslik t\ddot{o}de j\aa{r}jekord renoveerimisel:**

- **katuse soojustamine;**
- **seinte- ja konstruktsioonide soojustamine;**
- **keldriakende vahetamine ning avat\aa{d}ide tihendamine (keldriuksed ja katuse uksed);**
- **ventilatsioonis\ddot{u}steemi parendamine.**

**NB!**

**Eelloetletud meetmete rakendamine annab ainult siis soovitud tulemuse, kui see toimub koos küttesüsteemi tasakaalustamisega.**

**Ainuüksi püstikute tasakaalustamine annab säästu kuni 6 %.**

## **7. HOONE KÜTTE- JA SOOJAVEEVARUSTUS**

Hoones on automaatne soojussõlm koos plaat-soojusvahetitega eraldi küttele ja soojale tarbevee tootmiseks ja tarbevee mõõtja. (Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2002/91/EÜ energiatõhususe kohta (ELT L 1, 4.1.2003, lk 65–71)).

Korterites puuduvad radiaatoritel termostaatventiilid. Kui radiaatoritel oleks termostaatventiilid, siis ei ole vaja liigse soojuse eemaldamiseks (intensiivsel päikesekiirgusel) aknaid avada. Hoone otsaseinte soojustamise järgselt tuleks tellida küttesüsteemi tasakaalustuse projekt ja tasakaalustusventiilide abil küttesüsteem reguleerida. Sellega tagatakse soojuse õige jaotumine hoones, nii et ükski hooneosa ei oleks ülemäära ega puudulikult kõetud. Küttesüsteemi torustikud keldris tuleks isoleerida soojuskadude vältimiseks ISOVER koorikutega, samuti sooja tarbevee torustikud.

## **8. HOONE VENTILATSIOONISÜSTEEM**

Hoones on loomulik ventilatsioon, mis peaks tagama piisava õhuvahetuse. Kontrollimisel selgus, et korterite õhuvahetuse klapid on reeglina suletud või kinni topitud nii WC-st kui ka köögist. Kogemus on, et korterivaldajad kipuvad külmematel päevadel ventilatsiooniklapid sulgema ja kinni unustamagi. Selle tõttu on korterites suur niiskusetase. Aknanurkade hallitamine ei ole alati põhjustatud ebapiisavast ventilatsioonist, vaid ka välispiirde vähesest soojapidavusest. Hallitusseentest kahjustatud pinnad tuleb töödelda naatriumhüpokloriidiga s.o. pesuvalgendajaga (lahjendatud lahus 1:4 kanda käsna või harja abil hallitanud pinnale, lasta seista ca 15 min., siis pind pesta ja lasta kuivada) või Boracol 10-2Bd. Sisepindade viimistlemiseks on soovitatav kasutada hallitusvastaseid värve Indeko-W või Malerit-W.

Ventileerimata ruumis muutub õhk umbseks ning saastub CO<sub>2</sub> ja muude hingamisel vabanenud gaasidega. Niisuguses õhus tunneb inimene end ebamugavalt - tekib väsimus ja muutume loiuks. Seepärast omab ventilatsioon suurt tähtsust. Kui hõredad aknad tihedate vastu vahetada, on hoone tuulutussüsteem rikunud. Pärast akende vahetamist suureneb korteri õhutihedus märgatavalt ja õhuvahetuse vähenemise tõttu korteri sisekliima muutub. Eluruumides tekkiva veeauru hulgest ja ventilatsiooni vähenemisest olenevalt suureneb uute akende korral vähem või rohkem ka siseõhu niiskus. Selle tagajärjel võib piirete jahedamatel pindadel tekkida kondensaati või hallitust.

Loomulik ventilatsioon sõltub väga palju ilmastikust, aastaajast, hoone asukohast, hoone kõrgusest, õhurõhust, tuulest ja veel paljust muust. Loomulikku ventilatsiooni on üldiselt raske kontrollida ja juhtida. Kui talvel külma ilmaga võib väljatõmbelõõr töötada liigagi hästi, siis kuuma suvepäeval tekib sageli olukord, kus jahe õhk lõõris hakkab allapoole liikuma, lükates WC musta õhu elu- ja magamistubadesse. Ventilatsiooni kaasajastamiseks kaaluda sundventilatsiooni s.o. ventilaatorite paigaldamist sanitaarsõlmedes (eriti ülemistel korrustel) või maja sundventilatsiooni projekteerimist ja ehitamist.

## 9. HOONE ENERGIABILANSS

Hoone lihtsustatud soojuse bilansivalem :

$$Q_{\text{kogukulu}} = Q_{\text{piirete kulu}} + Q_{\text{õhuvahetuse kulu}} + Q_{\text{sooja vee valmistamine}}$$

$$Q_{\text{kogukulu (arvesti järgi)}} = Q_{\text{kogukulu (kaod)}}$$

Hoonesse antud energia kogukulu on hoonesse antud soojus- ja elektrienergia summa MWh-es.

Hoonesse antud energia lahkub sealt kolmel viisil:

1. jahtumisena läbi välispiirete – piirete kulu;
2. ventilatsiooni kaudu - õhuvahetuse kulu ;
3. reoveega kanalisatsiooni – sooja vee valmistamise kulu.

### 9.1. PIIRETE ENERGIAKULUD

Üksikpindalad on leitud täpsusega  $\pm 5\%$ , lähtuvalt projektdokumentatsioonist, ehitisregistri ja tellija poolt antud andmetest.

Määratud on iga piirde osale soojusjuhtivuse U-arv ning arvestades antud piirde pinna suurust on arvutatud iga piirde kaudu eralduva energiahulga:

Piirde nimetus	Pindala, A	U- arv	Q
	m <sup>2</sup>	W/ (m <sup>2</sup> °C)	MWh/a
Sokkel (- avatäited)	147,6	1,17	9,84
Keldri lagi	470,9	0,70	18,78
Keldri aknad	28,0	3,00	4,79
Välisseinad (- aknad, rõdud)	1213,6	1,03	118,26
Otsaseinad	631,1	1,03	61,50
Otsaseinad (soojust.)	0,0	0,28	0,00
Trepikoja aknad	43,2	1,90	7,77
Korterite aknad, vanad	347,4	2,50	82,17
Korterite aknad, uued	391,2	1,60	59,22
Hoone välisüksed	23,8	2,50	5,63
Katuslagi	715,0	1,20	81,17

Soojusjuhtivuskaod piiretes aastas :

**449,12**

## 9.2. ÕHUVAHETUSE (VENTILATSIOONI) KULUD PIIRETEST

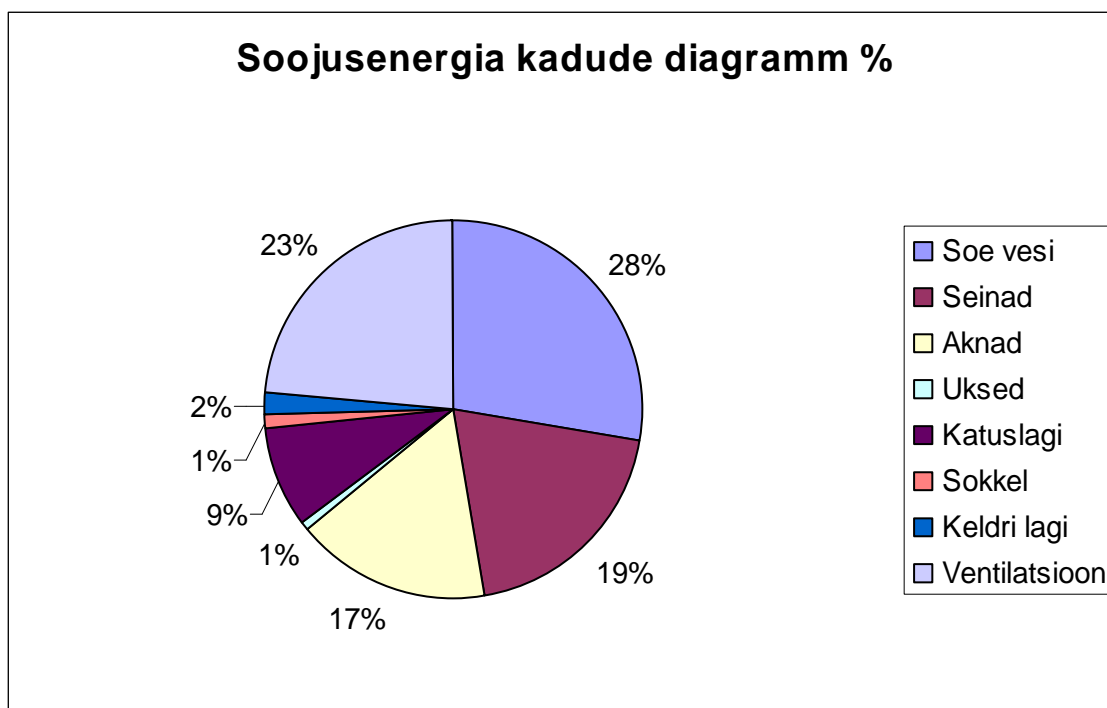
Määrame õhuvahetuse tõttu läbi piirete toimuvad soojuskaod:

Piirde nimetus	Ruumala, V	Õhuvahetuse kordus	Q
	m <sup>3</sup>	n=	MWh/a
Kelder (- aknad)	1130,2	0,65	14,23
Trepikoda (- aknad)	1794,0	1,00	57,71
Korterid (- aknad ja rõdu-uksed, <b>vanad</b> )	4534,2	0,60	87,51
Korterid (- aknad ja rõdu-uksed, <b>uued</b> )	5105,8	0,35	57,48

Soojusjuhtivuskaod seoses õhuvahetusega : 216,93

## 9.3. HOONE ENERGIABILANSS

<b>Hoonesse antud energia = Soojuse kogukulu arvestite järgi</b>		<b>MWh</b>
-soojusenergia *	$Q_{\text{küte}}$	= 812,25
- elektrienergia *	$Q_{\text{elekter}}$	= 20,94
	<b><math>Q_{\text{kogukulu (arvestid)}}</math></b>	<b>= 833,19</b>
* Q-d arvatud 4 aasta kaalutud keskmisena		
<b>Hoonest väljunud energia = Soojuskadude kogukulu</b>		<b>MWh</b>
- piirete kaod	$Q_{\text{piirded}}$	= 449,12
- õhuvahetuse kaod	$Q_{\text{õhuvahetus}}$	= 216,93
- sooja vee kaod	$Q_{\text{soe vesi}}$	= 257,56
	<b><math>Q_{\text{kogukulu (kaod)}}</math></b>	<b>= 923,60</b>
	<b>Soojusbilansi tulem ±</b>	<b>-90,41</b>



## 10. TERMOÜLEVAATUS

Ehitusnormides või kirjanduses toodud soovitusel piirete soojusjuhtivuse kohta vattides ruutmeetri ja kraadi kohta võivad jätta ettekujutuse, et välissein on ühe ühtlase soojusjuhtivusega pind, aken teise, katuslagi kolmanda soojusjuhtivusega jne. Tegelikkus on aga midagi muud. Piiretes esinevad külmasillad (inglisekeelne termin **thermal bridge** on küll õigem), mis muudavad soojusjuhtivust tarindis. Ka piirete läbipuhuvus muudab soojusjuhtivuse ebahütlaseks. Paratamatud on soojuse lek- ked, mis on tingitud hoone geomeetriast: nurga ja aknaava ümbrused jahtuvad enam võrreldes piir- de tasapinnalise osaga. Enam soojust juhtivad elemendid piirdes, näiteks raudbetoonist vahelae toe- tus välisseinale, ankrud seinas, moodustuvad nn joon- ja punktkülmasillad. Külmasildade kohal on piirde sisepinna temperatuur madalam ja samal kohal välispinnal kõrgem, võrreldes naaberpinnaga. Hoonest termopildi tegemise põhieesmärk on tuvastada soojalekkeid ja kontrollida hoone seina, akende ning kõikvõimalike liitekohtade kvaliteeti. Samuti on termokaamera abil võimalik tuvastada seinasiseseid külmasildu. Peale selle, et külmasillad põhjustavad küttesoojuse lisakulu, tänu mada- lal sisepinna võib nendel tekkida veeauru kondenseerumine ja hallitus. Hoonete termografeerimine näitab väga tundlikult ära soojuslekked kohad piirdes ja temperatuuri muutuse külmasilla kohal. Piir- de soojuspidavust kaamera ei hinda, kuid kaudselt on see arvutatav nagu on arvutatav ka soojusjuh- tivuse kasv külmasilla kohal.

Käesolev termopildistus (ülevaatus) on tehtud Raytek® firma termokaameraga ThermoView™ Ti30, milline mõõdab soojuskiirgust ja pildid InsideIR tarkvara abil töödeldud. Ülevaatuse eesmär- giks oli leida soojuslekked hoone piiretes (konstruktsioonides) ning anda tehniline hinnang nende- le.

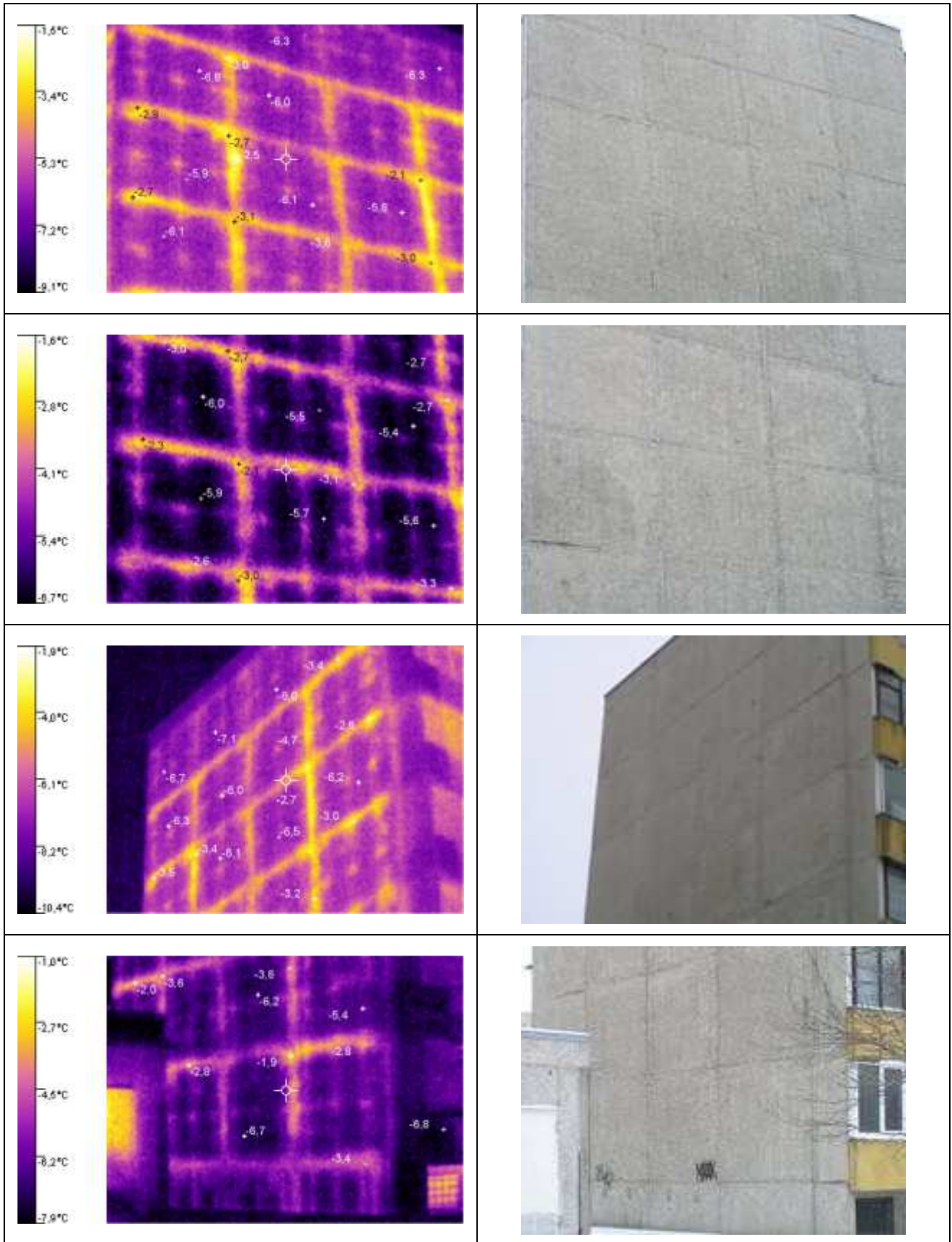
Iga termopilti dubleerib ka digi-fotoaparaadiga tehtud pilt objektist, et paremini aru saada termo- kaameraga mõõdetud objektist. Termopildi vasakus ääres on skaala, mis näitab, milline värvigam- ma vastavat mõõdetud temperatuuri iseloomustab. Välistingimustes tehtud piltidel, mida heledam on värvigamma seda suurem on soojusleke. Sisetingimustes on aga vastupidi, mida tumedam on

värvigamma, seda madalam on temperatuur, seega halvem konstruktsiooni soojuspidavus. Erinevate materjalide termopildistusel on arvestatud ka nende emissiooni tegurit, sest iga materjal peegeldab erinevalt kiiri. Peale termokaamera oli kasutusel ka digitaaltermomeeter TH 3050 sise- ja väli-temperatuuride määramiseks ning õhu niiskusemõõtja Fluke 971.

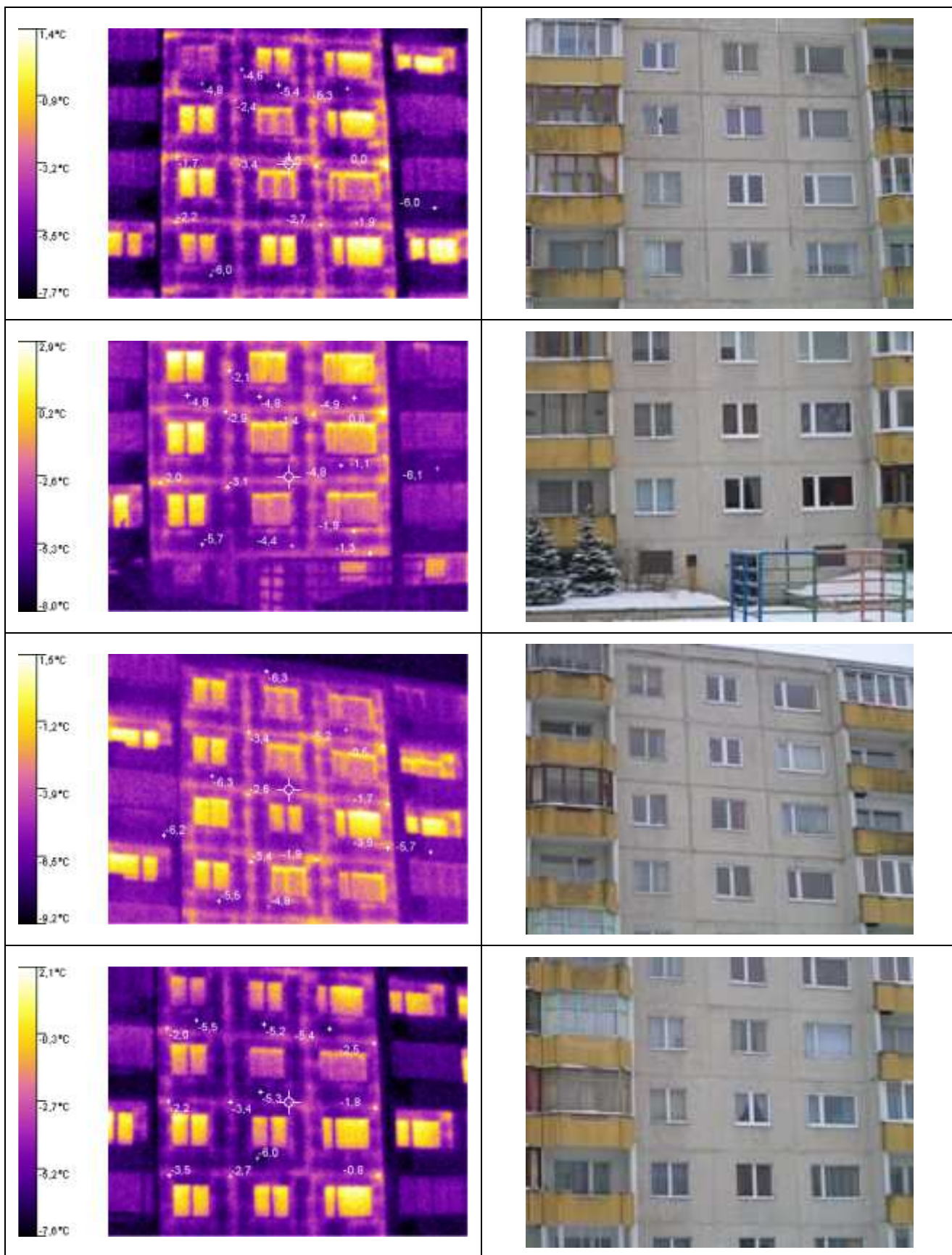
**Termokaameraga mõõtmispäeval 09. 01. 2008 oli:**

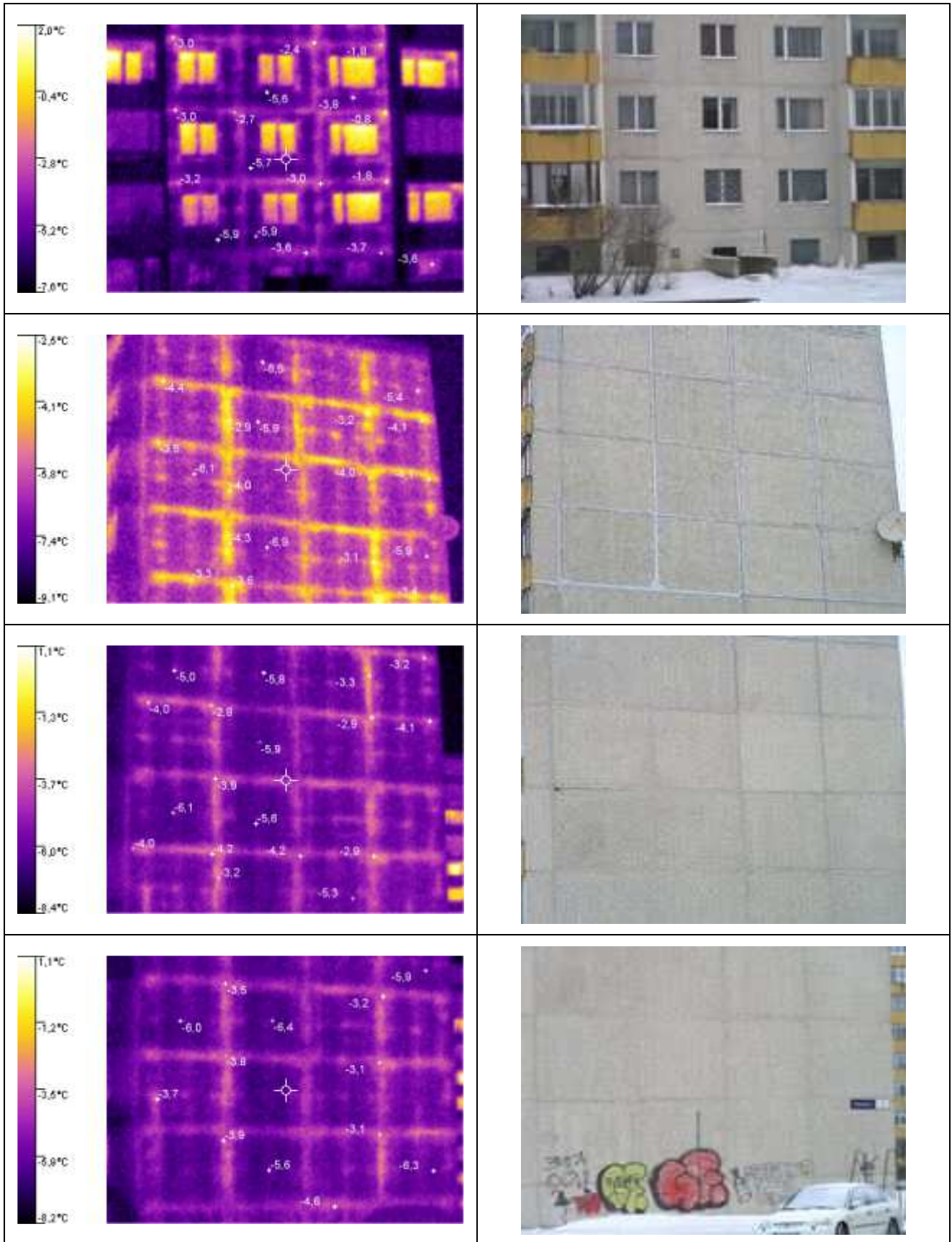
<b>Välitemperatuur</b>	<b>-3,5</b>	<b>° C</b>
<b>Õhuniiskus</b>	<b>97,0</b>	<b>%</b>
<b>Õhu kiirus</b>	<b>2,5</b>	<b>m/s</b>
<b>Ilm</b>	<b>pilves</b>	
<b>Sisetemperatuurid:</b>		
- korter	<b>21,2</b>	<b>° C</b>
- koridor	<b>16,0</b>	<b>° C</b>
- kelder	<b>13,7</b>	<b>° C</b>

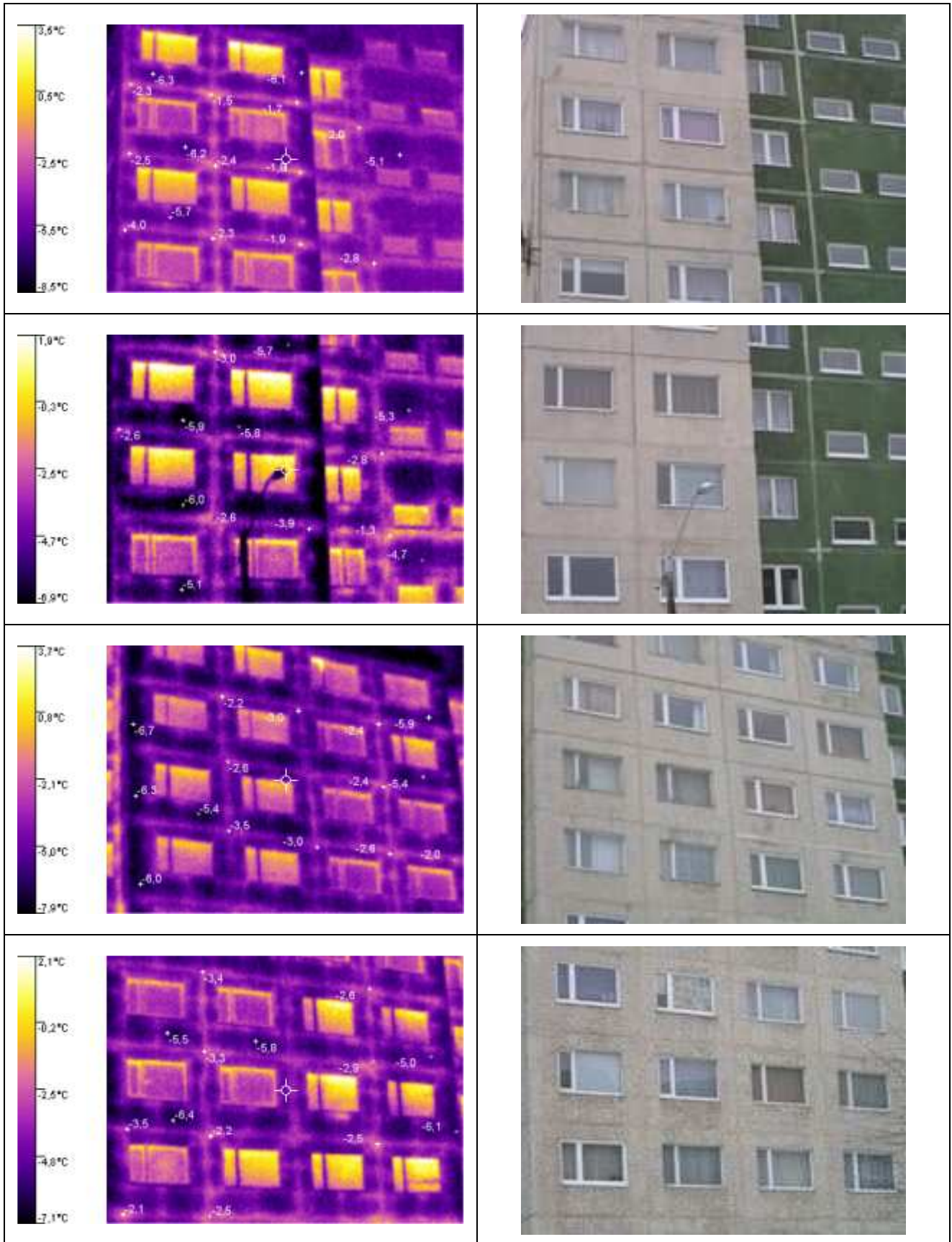
**11. TERMOPILDID**

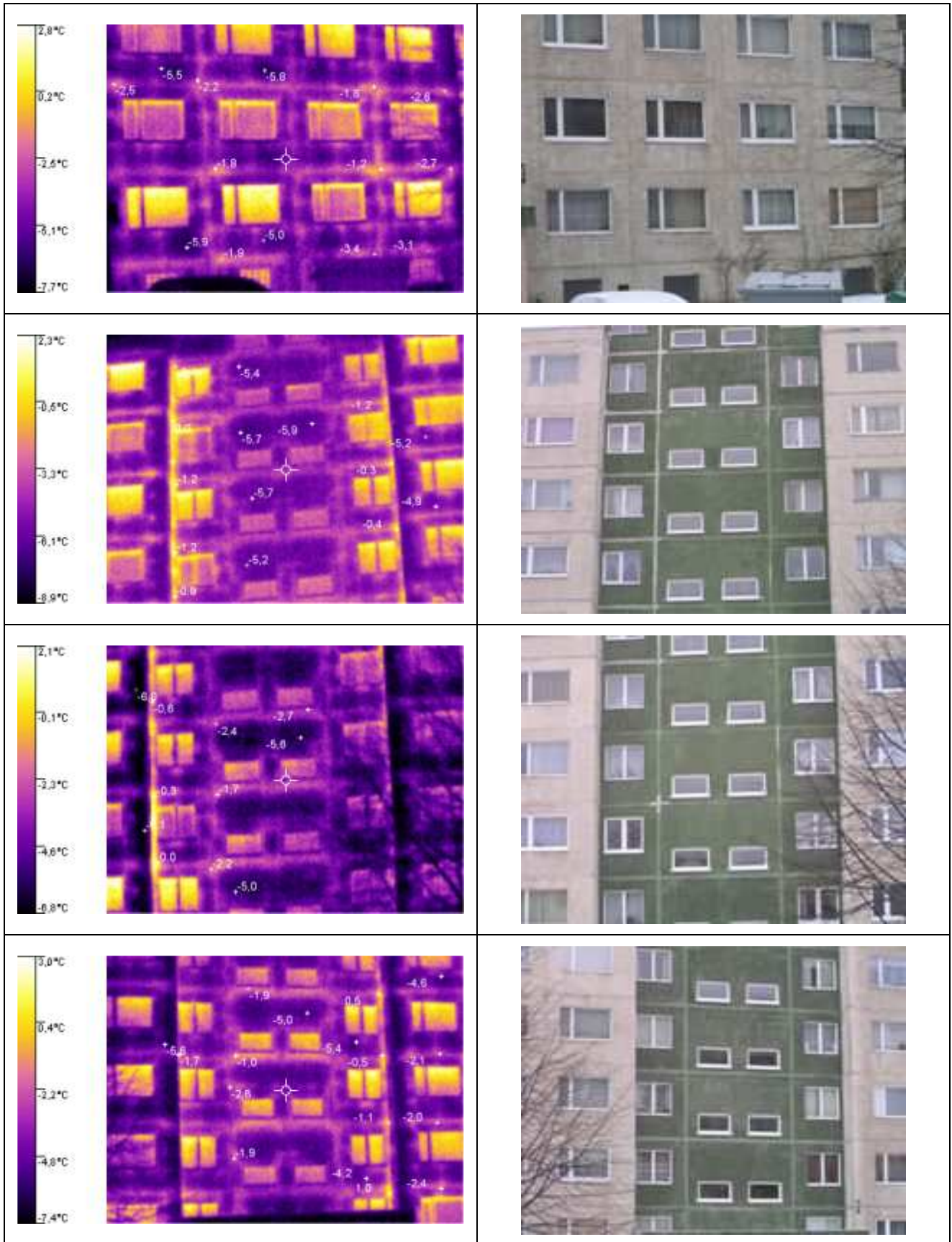


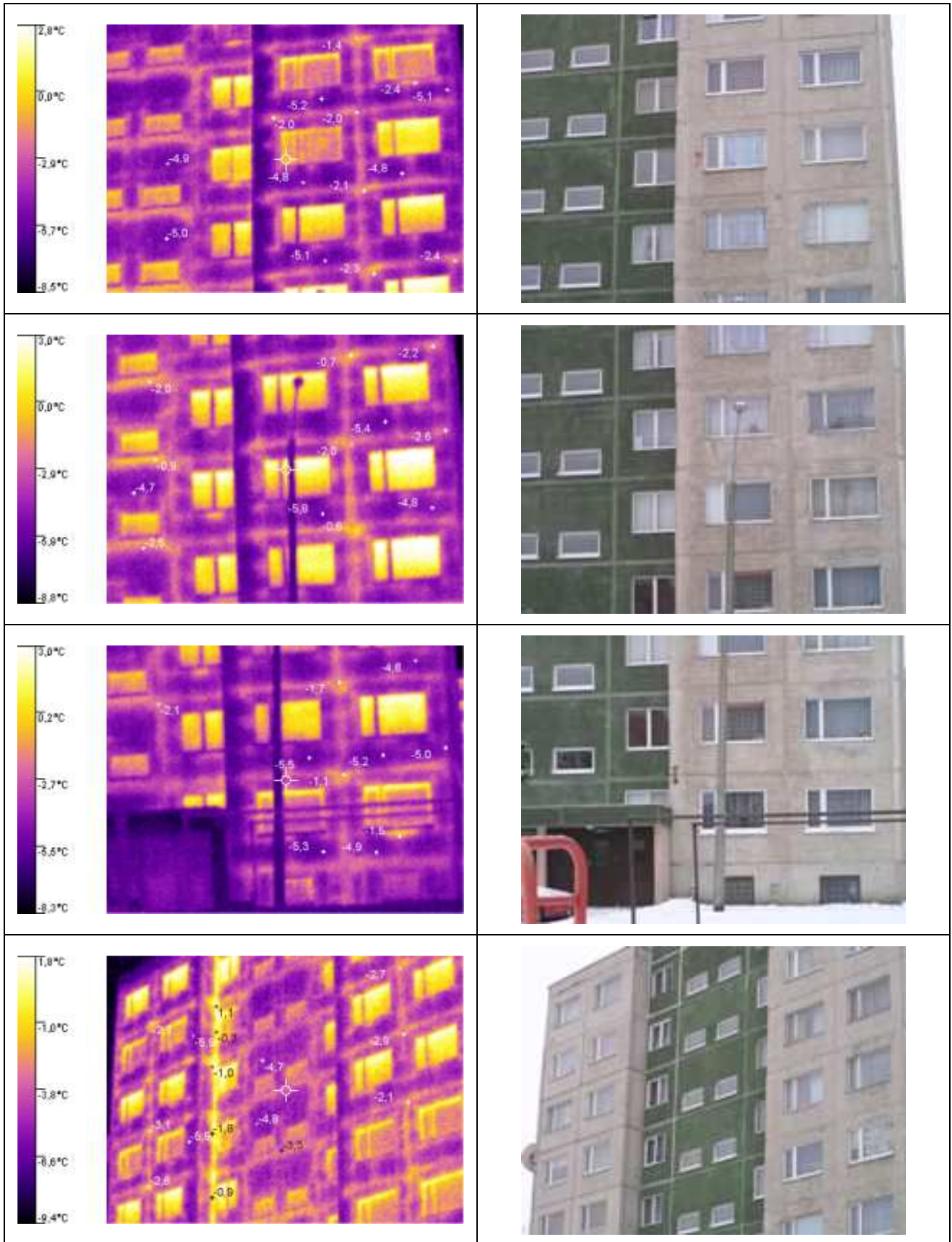


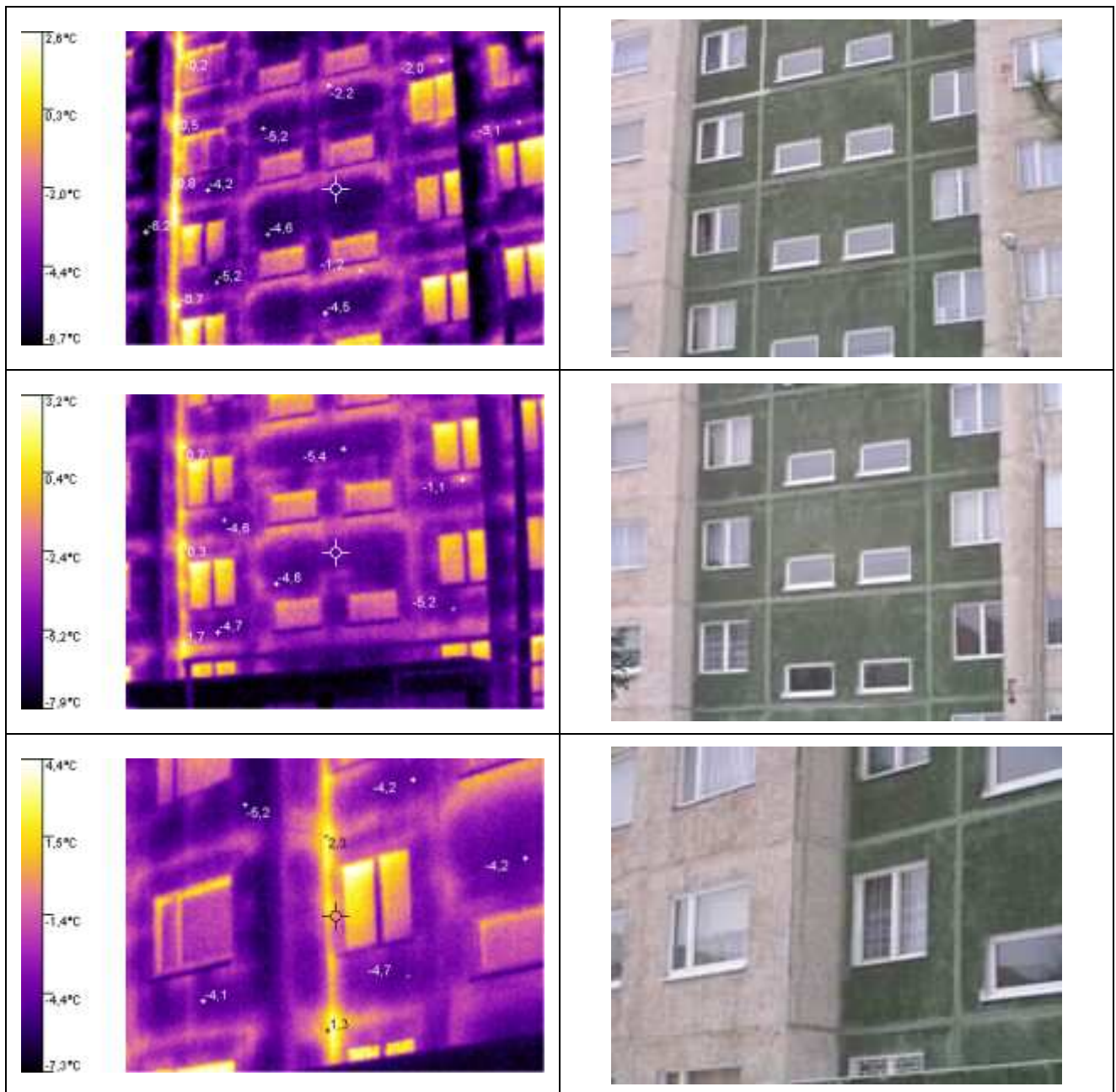












## 11.1. PROFILID

