

ENERGIAAUDIT

TERMOÜLEVAATUSEGA



ARBU TN. 12, TALLINN

DETSEMBER 2007

S I S U K O R D

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



9.3. HOONE ENERGIABILANSS	29
10. TERMOÜLEVAATUS	30
11. TERMOPILDID	30
11.1. PROFILID.....	38

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

1. ÜLDANDMED

Ehitisregistri kood	101010797
Hoone aadress	Arbu tn. 12
Tellija	Masti Korterühistu
Tellija registrikood	80070977
Kontaktisik	Konstantin Grigorenko
Telefoni nr.:	5 289 821
Fax nr.:	-
Auditeerimise aeg	Detsember 2007
Raporti esitamise kuupäev	Veebruar 2008
Raporti nr.	EKH 67 /2007
Koostaja	OÜ Elamute Kommunaalhooldus
Reg.nr.	11010088; EK10194592-0001
Telefoni nr.:	6 003 666 / 50 82 423
Fax nr.	6 003 667
E-mail	info@ekh.ee

1.1. HOONE TEHNILISED ANDMED

Jrk.nr.	Nimetus	Mõõtühik	Näitaja
1	Hoone funktsioon		korterelamu
2	Ehitusaasta		1981
3	Korterite arv	korter	108
4	Korruste / trepikodade arv	tk.	9 / 3
5	Elanike arv	inimest	~
6	Kelder (jah / ei; köetav / mitteköetav)		jah / mitteköetav
7	Pööning (jah / ei; köetav / mitteköetav)		ei / mitteköetav
8	Ehitusalune pind	m ²	944,0
9	Elamispind	m ²	3648,6
10	Abiruumide pind	m ²	2431,1
11	Üldkasutatav pind	m ²	1640,0
12	Eluruumide arv	ruum	268
13	Eluruumide pind (9+10), köetav	m ²	6079,7
14	Suletud netopind (kasulik pind) (9+10+11)	m ²	7719,7
15	Eluruumide köetav sisekubatuur H_{keskm.} = 2,54	m ³	15412,2
16	Hoone köetav sisekubatuur H_{keskm.} = 2,31	m ³	17826,6
17	Hoone maht (kubatuur)	m ³	25106,0

1.2. HOONES LÄBI VIIDUD REKONSTRUEERIMIS / RENOVEERIMISTÖÖD

Renoveerimise aasta:	Tehtud tööd /konstruktsioonelement/	Tehtud töö väärtus (m ² , m ³ , jm.)	Maksumus kr.
2003	1. Veetorude vahetus 2. 3.		118814.-
2004	1. Katusetööd 2. 3.		129546.-
2005	1. Korterite el. kilpide renoveerimine 2. Küttesõlme renoveerimine 3. Peakilpide remont 4. Vuukide remont 5. Trepikoja akende vahetus		92781.- 76400.- 26267.- 131806.- 167626.-
2006	1. Trepikoja akende vahetus 2. Sisemised metalluksed 3.		718840.- 17936.-
2007	1. Otsaseinte soojustamine 2. 3.		259778.-

2. ENERGIA- JA VEEVARUSTUSE ÜLDISELOOMUSTUS

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

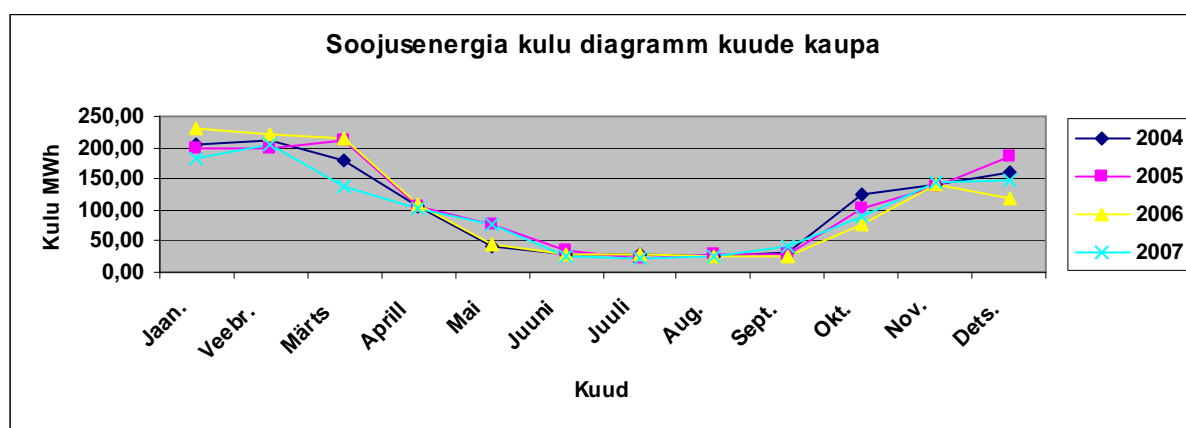
2.1. HOONE IGAASTASE ENERGIATARBIMISE KOKKUVÕTE

	2004	2005	2006	2007	Ühik
Soojustarbimine:					
Mõõdetud soojustarbimine	1201,0	1252,0	1186,0	1129,0	MWh / a
Kraadpäevade arv KPA (standardaasta)	4220	4220	4220	4220	KR _P
Kraadpäevade keskm. arv	4055	3977	3800	3761	KR _{PK}
Kraadpäevadega korigeeritud soojustarbimine	1255,5	1317,4	1278,0	1258,3	MWh / a
Eritarbimine köetava mahu ühiku kohta	70,4	73,9	71,7	70,6	kWh / m ³ .a
Eritarbimine köetava pinna ühiku kohta	206,5	216,7	210,2	207,0	kWh / m ² .a
Sooja tariif (hind) *	443,49	430,91	473,655	626,04	kr / MWh
Kütte maksumus	532 631	539 499	561 755	706 799	kr / a
Tarbevee tarbimine					
Tarbevesi	10424	10513	10078	9780	m ³ /a
Sellest, soe tarbevesi	3761	3640	3577	3603	m ³ /a
Soojuse kulu vee soojendamiseks	433,3	441,5	416,1	409,2	MWh / a
Vee soojendamise maksumus	192 151	190 234	197 088	256 201	kr / a
Elektrienergia tarbimine (üldelekter)					
Üldelektrienergia tarbimine	42040	44370	44907	45953	kWh / a
Elektrienergia ühiku kesk. hind *	1,01	0,98	0,98	1,18	kr / kWh
Elektrienergia maksumus	42 250	43 261	43 784	54 225	kr/a
Elektrienergia eritarbimine	5,45	5,75	5,82	5,95	kWh / m ²
Märkus: 1. * Hind antud koos käibemaksuga					

2.2. ENERGIAKULUD LIIKIDE KAUPA

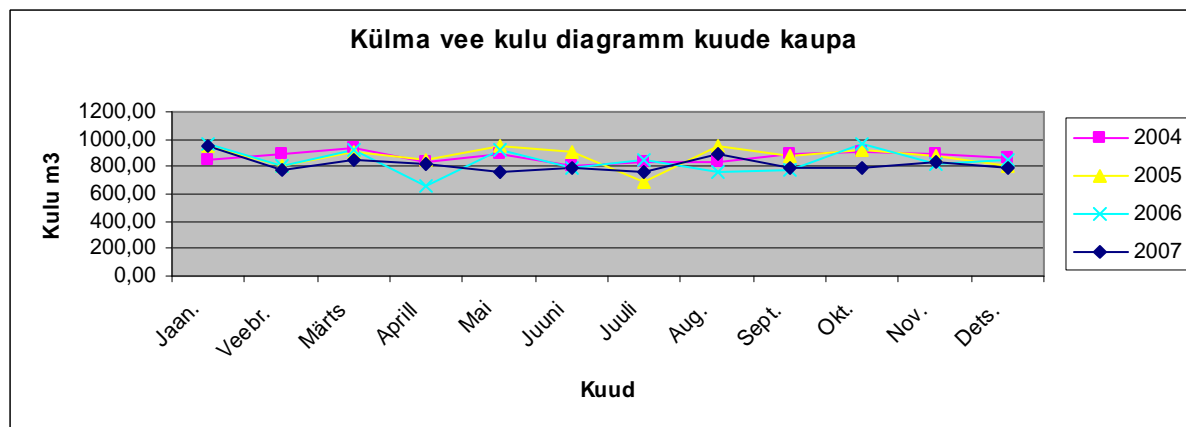
Soojusenergia kulu kuude kaupa, MWh

Aasta	Jaan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	205,00	211,00	179,00	105,00	43,00	30,00	28,00	27,00	31,00	125,00	142,00	160,00
2005	200,00	200,00	213,00	105,00	77,00	34,00	24,00	30,00	30,00	102,00	139,00	186,00
2006	230,00	222,00	216,00	108,00	46,00	29,00	28,00	25,00	25,00	78,00	141,00	120,00
2007	184,00	204,00	138,00	102,00	76,00	26,00	24,00	26,00	43,00	89,00	145,00	148,00



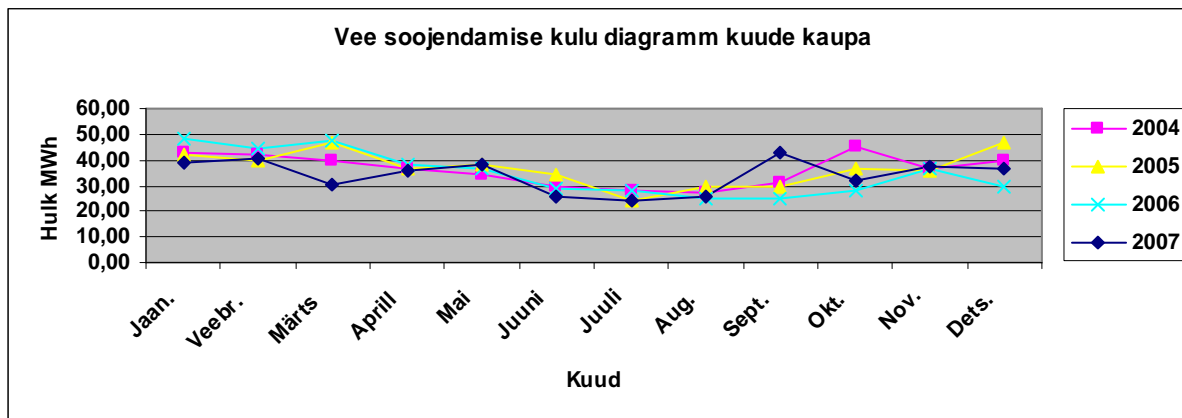
Külma vee kulu kuude kaupa, m3

Aasta	Jaan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	856,00	888,00	934,00	838,00	886,00	807,00	836,00	833,00	887,00	902,00	900,00	857,00
2005	954,00	803,00	910,00	854,00	953,00	901,00	692,00	949,00	885,00	920,00	880,00	812,00
2006	967,00	807,00	915,00	660,00	920,00	788,00	843,00	762,00	780,00	964,00	822,00	850,00
2007	945,00	771,00	854,00	817,00	766,00	787,00	767,00	886,00	790,00	783,00	827,00	787,00



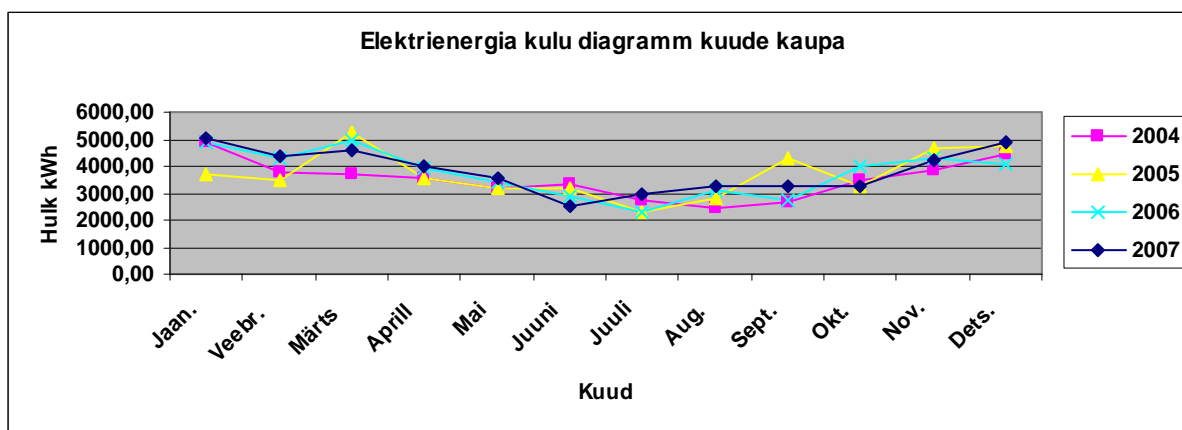
Vee soojendamise (arvutuslik) kuude kaupa, MWh

Aasta	Jan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	43,05	42,20	39,38	36,75	33,97	30,00	28,00	27,00	31,00	45,00	36,92	40,00
2005	42,00	40,00	46,86	36,75	38,50	34,00	24,00	30,00	30,00	36,72	36,14	46,50
2006	48,30	44,40	47,52	37,80	36,34	29,00	28,00	25,00	25,00	28,08	36,66	30,00
2007	38,64	40,80	30,36	35,70	38,00	26,00	24,00	26,00	43,00	32,04	37,70	37,00



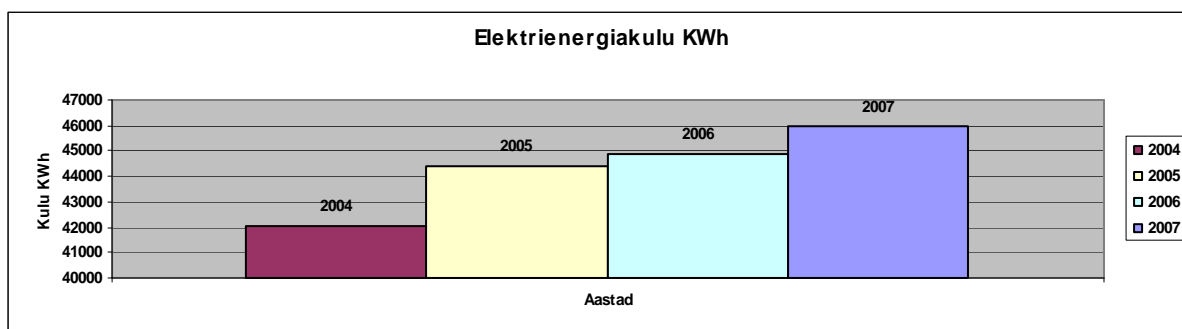
Elektrienergia kulu kuude kaupa, kWh

Aasta	Jan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	4900,00	3800,00	3690,00	3540,00	3220,00	3310,00	2710,00	2420,00	2650,00	3470,00	3870,00	4460,00
2005	3670,00	3470,00	5270,00	3590,00	3190,00	3200,00	2260,00	2840,00	4290,00	3230,00	4640,00	4720,00
2006	4890,00	4280,00	4950,00	3910,00	3440,00	2870,00	2320,00	3125,00	2760,00	3990,00	4320,00	4052,00
2007	5050,00	4400,00	4570,00	3995,00	3550,00	2550,00	2960,00	3230,00	3250,00	3268,00	4250,00	4880,00



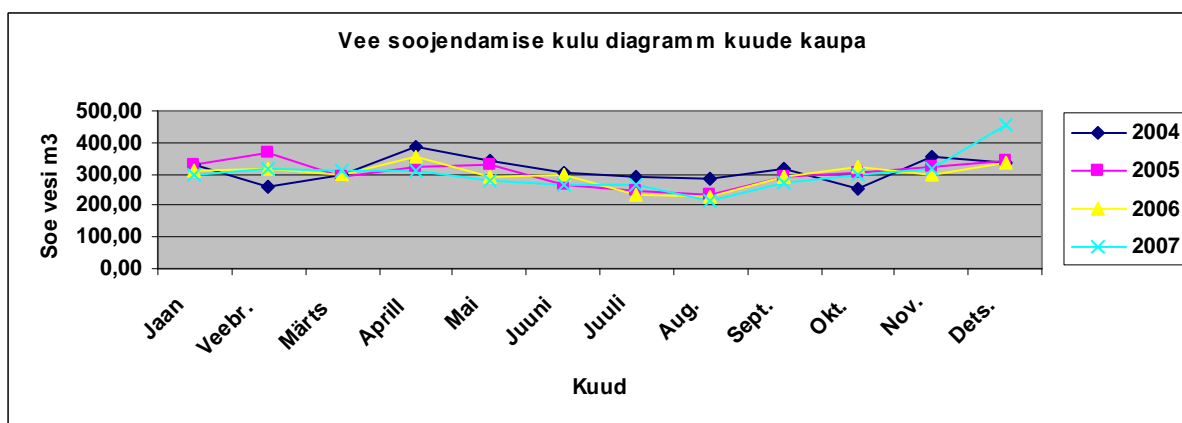
Elektrienergia kulu aastate kaupa, kWh

Aasta	2004	2005	2006	2007
KWh	42040	44370	44907	45953



Vee soojendamise (tegelik) kuude kaupa, m³

Aasta	Jaan	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	328,00	262,00	297,00	389,00	342,00	306,00	292,00	284,00	319,00	254,00	355,00	333,00
2005	331,00	368,00	290,00	320,00	330,00	265,00	244,00	235,00	289,00	306,00	322,00	340,00
2006	312,00	314,00	300,00	356,00	288,00	298,00	232,00	229,00	294,00	320,00	296,00	338,00
2007	297,00	318,00	309,00	310,00	278,00	266,00	265,00	218,00	275,00	298,00	316,00	453,00



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 vahega.

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).

Välitemperatuurist 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_p;

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 välitemperatuuride 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;

ΔT = 1 ööpäev;

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

t_v = ööpäeva keskmine välitemperatuur, °C.

Kraadpäevad köetavates ruumides:

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

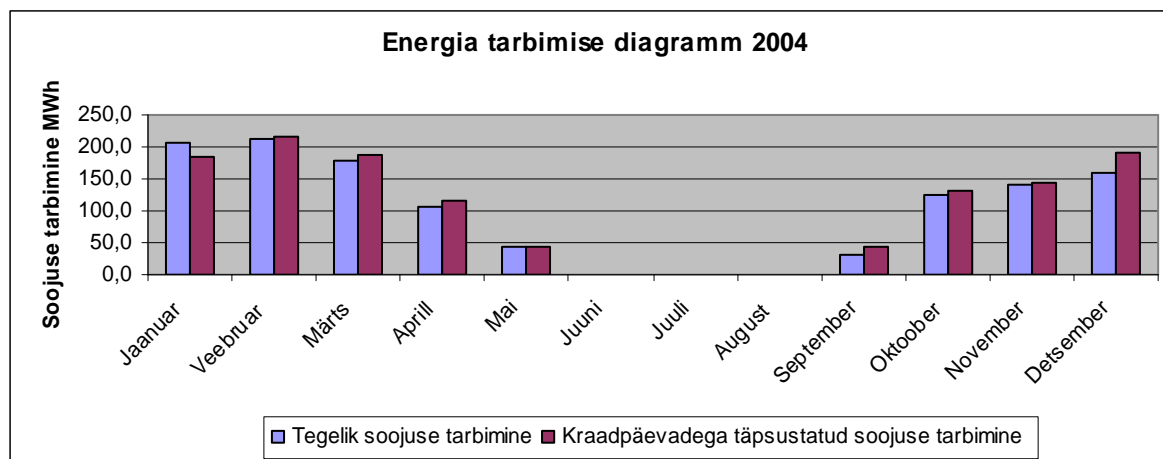
Arvutustemperatuuriks on võetud +17 °C (tasakaalutemperatuur) .

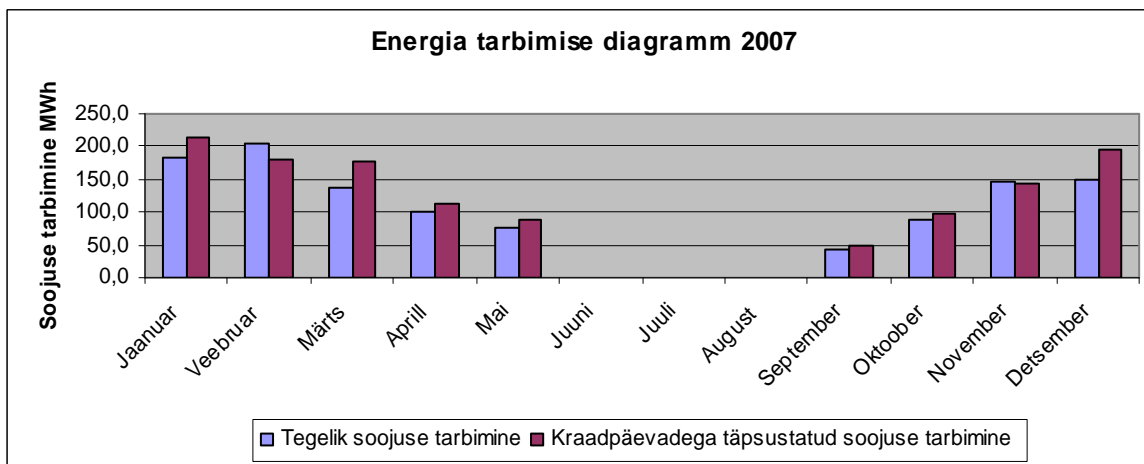
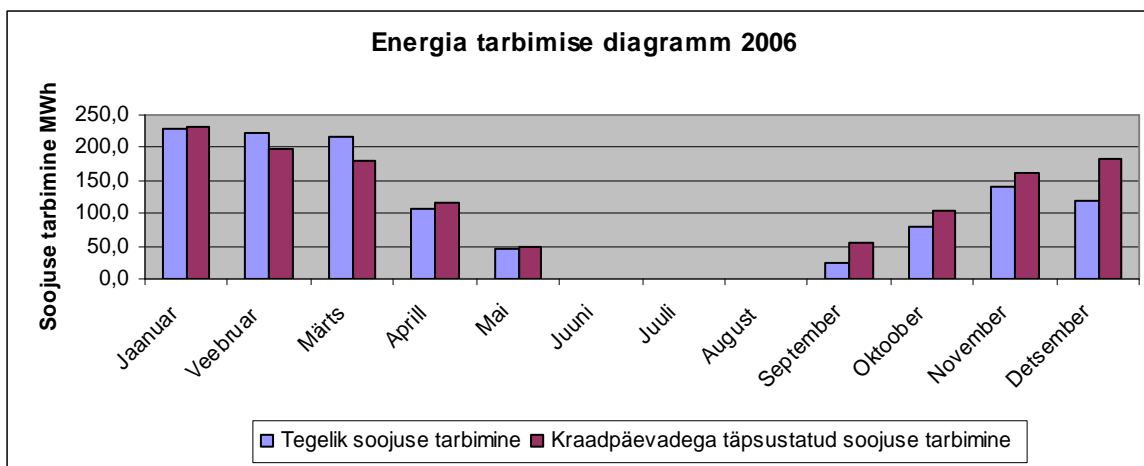
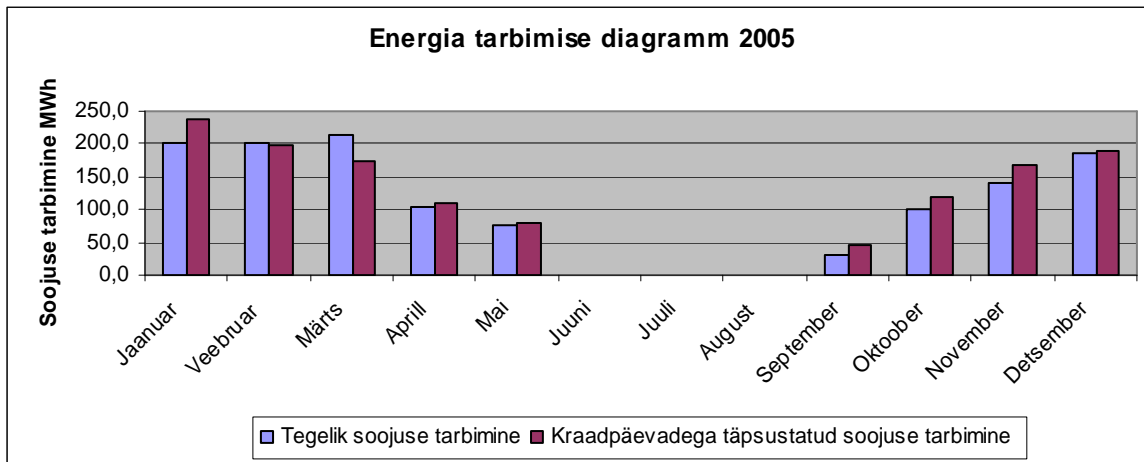
Kraadpäevad mitteköetavates ruumides (kelder jms.):

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	-21,8	-11,9	37,0	15,6	1,4	0,6	30,5	14,2
Veebruar	5,7	2,6	-1,3	-0,7	-22,5	-11,3	-25,6	-14,4
Märts	9,0	4,8	-40,5	-23,5	-36,7	-20,5	39,9	22,4
Aprill	10,7	9,3	5,1	4,6	9,4	8,0	9,8	8,7
Mai	-0,4	-0,9	1,1	1,4	1,5	3,2	11,9	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	13,0	29,5	14,3	32,2	30,8	55,2	6,8	13,7
Oktoober	5,8	4,4	18,1	15,0	24,9	24,2	9,6	9,7
November	0,6	0,4	29,5	17,5	19,7	12,2	-1,5	-1,1
Detsember	31,9	16,6	2,2	1,2	63,5	34,6	47,9	24,5
Kokku	54,5	4,3	65,4	5,0	92,0	7,2	129,3	10,3

Kraadpäevadega ei korrigeerita juuni, juuli ja augusti tarbimist

4. HOONE TEHNILINE HEAKORD JA ANALÜÜS

Hoone tehnilise ülevaatus 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
Konstruksiooni osad						
A1	Vundamendi konstruktsioon	r/b madalvundament	5	-	-	1
A2	Vundamendi hüdroisolatsioon	teadmata	0	-	-	2
A3	Pandus	asfalt	2	osaliselt lagunenu	renoveerida	2
A4	Keldri seinad	r/b plokid	3	märjad	katta niiskustõkkega	2
A5	Keldri põrand	betoon + killustik	3	radoonioht	katta graniitkillustikul betooniga	1
A6	Keldri aknad	puit	3	amortiseerunud	vahetada plastakendega	4
A7	Keldri uksed	puit	4	ebatihedad	tihendada	4
A8	Välisseinad	suurpaneel	5	osaliselt soojustatud, praod otsaseintes	soojustada välisseinad	1
A9	Välisseina vuugid	elastne vuuk+betoon	4	tükid väljas	-	2
A10	Varikatused	monteeritav r/b	5	-	-	1
A11	Välistrepid	betoon, plaadid	5	-	-	1
A12	Rõdude kandetarandid	-	3	metalloosad korrodeerunud	metalloosad katta korrosioonikaitse värviga	2
A13	Rõdude piirded	r/b plaat	3	plaatidel betoonikihi murenemised	parandada seguga, värvida	1
A14	Rõdude katteplekid	tsinkplekk	4	kaetud osaliselt	renoveerida	2

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Prioriteet
A15	Kandvad siseseinad	-	0	-	-	1
A16	Trepid	monteeritav r/b	5	-	-	1
A17	Trepi piirded	metall + plastik	5	-	-	1
A18	Vahelaed	monteeritav r/b	0	-	-	1
A19	Katuslagi	monteeritav r/b	0	-	-	1
A20	Pööningu ukсед / luugid	puit + metall	4	ebatihedad	paigaldada tihendid või asendada uutega	4
A21	Katuse soojustus	teadmata	2	mitteküllaldane soojuspidavus	paigaldada soojustuskiht	2
A22	Katuse kandetarindid	-	0	-	-	1
A23	Katusekate	SBS rullkate	5	-	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
A28	Korstnad	tellis, r/b plaat	5	-	-	3

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Prioriteet
A29	Eluruumide aknad	puit ja plast	4	puitaknad amortiseerunud osaliselt	võimalusel vahetada tuulutatavate plastakendega	4
A30	Trepikodade aknad	plast	6	tihendada	paigaldada tihendid või asendada plastakendega	4
A31	Aknaplekid ja ümborus	tsinkplekk	5	trellitud akendel puuduvad, uued aknad nurgad avatud	katta seguga seinaga ühenduskohad	2
A32	Välisüksed ja vaheüksed	metall	5	tihendid puudu	paigaldada kummitihendid	4
A33	Korterite uksed	metall ja puit	5	-	-	4
A34	Trepikoja viimistlus	krohv+värv	5	trepikoja akende ümbruses krohvikahjustused	parandada seguga, värvida	5
A35	Prügišaht	suletud	-	-	-	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
B6	Trepikodade valgustus	vana	4	-	paigaldada relee süsteem(fotosilm)	3

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Priori-teet
B7	Keldri valgustus	vana	3	-	renoveerida	3
B8	Fonolukusüsteem	olemas	6	-	-	3
Küttesüsteem						
C1	Soojussõlm	kompaktsoojussõlm	5	-	-	3
C2	Keldritorustik	terastorustik	4	-	-	3
C3	Pööningutorustik	-	-	-	-	3
C4	Isolatsioon	olemas	3	isolatsioon katki ja puudub osaliselt	renoveerida	5
C5	Püstikud	terastorustik	3	-	renoveerida	3
C6	Sulgarmatuurid	kuulventiilid ja kraa-nid	6	-	-	3
C7	Radiaatorid	-	-	-	-	3
C8	Soojusvahetid	olemas	6	-	-	3
C9	Automaatika	olemas	5	-	-	3
Ventilatsioon						
D1	Õhu sissepääs	vaba sissepääs akendest	4	-	-	3
D2	Õhu väljapääs	ventkorstnad	3	-	puhastada kanalid	3

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Prioriteet
D3	Ventilaatorid	-	-	-	-	3
Gaas						
E1	Gaasi sisend, mõõtjad	-	0	-	-	-
E2	Gaasiseadmed	-	0	-	-	-
Vesi						
F1	Vee sisend, mõõtjad	veemõõdusõlm	6	-	-	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
Kanalisatsioon						
G1	Majast väljaviigid	malm	4	-	-	4
G2	Keldripõranda alune torustik	malm	4	-	võimalusel vahetada	4
G3	Püstikud	malm, osaliselt plast	4	kohati lekivad	korrastada	4
G4	Vihmavee sisemine torustik	malm	4	-	-	2

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Prioriteet
---------	---------	------	-------	--	------------	------------

Muud süsteemid

H1	Tuletõrjesüsteem	-	-	-	-	4
H2	Liftid ja tõstesüsteemid	-	-	-	-	3
H3	Nõrkvoolusüsteemid	TV	6	-	-	3
H4	Turva- ja valgussüsteemid	-	-	-	-	3

Tulbakood	Statistika		
	Hinnete keskmine	Väljakoodide vahemik	Väljade aritmeetiline keskmine
K1	Konstruksioonid	A1 - A37	3,3
K2	Elektrisüsteem	B1 - B7	4,9
K3	Küttesüsteem	C1 - C8	4,6
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	6,0
K9	Kogu keskmine	A1 - H5	4,0

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/m², analoogse kliimaga arenenud tööstusriikides aga alla 150 kWh/m². Sejuures on nendes maades keskmine elamispinna temperatuur kõrgem kui meil.

Seega tarbime (ja maksame) energia 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 toasoe 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 m² kohta;
- välisseinte lisasoojustamine annab aastas säästu 0,07 MWh/seina m² kohta;
- katuslagede soojustamine annab aastas säästu 0,08 MWh/katuse m² kohta;
- väga efektiivne võimalus soojuse säästmiseks on kolmekordsete klaasidega akende kasutamine;
- maja renoveerimisega saavutatav soojuse kokkuvõtte on umbes 20%

Soojusülekandekoeffitsiendiga U (ühik W/ (m²° C)) iseloomustatakse piirdetarindi soojajuhtivust. **U**-väärtus näitab, kui suur soojushulk (**W**) läbib 1 m² 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	81,8	15,0	66,8	41 821	855	616 028	14,7
Välisseinte ja konstruktsioonide soojustamine	241,1	65,5	175,5	109 885	1 014	2 508 332	22,8

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
Sokli soojustamine	11,8	3,0	8,8	5 508	811	143 953	26,1
K O K K U	334,7	83,6	251,1	157 214		3268312	20,8
Kehtiv soojusenergia hind arvutustel:				626,04	kr/MWh		

5.1. KATUSLAE SOOJUSTAMINE

Paljudel meie (eriti viimastel aastakümnetel ehitatud) paneel- ja kivikorrushoonetel on rullmaterjalist (ruberoidist) katusekattega tasakatuse või katuslagi. Sel ajal ehitatud katuselagedel puudub reeglina aurutõke, siis olmeniiskus ruumidest tungib katusekonstruktsiooni ja külmade ilmadega kondenseerub seal ning hakkab kogunemisel laest tilkuma või lausa nirisedes jooksuma. 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 lamekatuse, kuid katta see lisasoojustuse (penoplast ja vill) ja nüüdisaegsest rullmaterjalist (näit. SBS kummibituumenist, APP-plastbituumenist, Sarnafilist) hüdroisolatsiooniga;
- teha viilkatuse 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 ² :	721	Konstruktsiooni pindala, m ² :	721
Isolatsioonimaterjali tüüp:	teadmata	Lisa isolatsioonimaterjal, mm :	2*100 penoplast+ 50 ISOVER (vill) + SBS bituumenrullkate
		Paksus kokku, mm:	250
U-väärtus, alg:	1,20 (m ² °C)	U-väärtus, uus:	0,22 (m ² °C)

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 1,2 \times 721 \times 3942 \times 24 / 1000 = 81,80 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,22 \times 721 \times 3942 \times 24 / 1000 = 15,00 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 66,80 \text{ MWh / a}$$

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 ² :	734	Konstruksiooni pindala, m ² :	734
Isolatsioonimaterjali tüüp:	puudub	Lisa isolatsioonimaterjal, mm	klaasvilliplaat
		Isolatsiooni paksus, mm:	150
U-väärtus, alg:	0,45 (m ² °C)	U-väärtus, uus:	0,25 (m ² °C)

Soojusjuhtivuskao enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 0,5 \times 734 \times 2374 \times 24 / 1000 = 18,82 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskao peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,25 \times 734 \times 2374 \times 24 / 1000 = 10,46 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 8,36 \text{ MWh / a}$$

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 m³ 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 m³/h, siis kuluks sellise õhuhulga soojendamiseks 33,7 kWh soojus-energiat. Näiteks vähendades ruumis ruumalaga 50 m³ (tuba 20 m²) õhuvahetust kahelt korralt 1 korran 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 ² :		45,0	Konstruktsiooni pindala, m ² :		45,0
Klaaside arv :	2		Klaaside arv:	2	PVC pakettaknad
Õhuvahetuse kor- dus:	0,65		Õhuvahetuse kordus:		0,5
U-väärtus, alg:	3,0	W/ (m ² °C)	U-väärtus, uus:	1,9	W/ (m ² °C)

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 3,0 \times 45,0 \times 2374 \times 24 / 1000 = 7,69 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 1,9 \times 45,0 \times 2374 \times 24 / 1000 = 4,87 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 2,82 \text{ MWh / a}$$

5.3. TREPIKODADE AKNAD

Hoone soojuskadude vähendamisel annab suurima säästu akende tihendamine. Selle abil on võimalik kokku hoida kuni **1 MWh** energiat iga akna **m²** 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. Soojuskiht 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 Wm²/K** ning metallukse korral kuni **1,4 Wm²/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. **Alumiinium** 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.

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 lubisementkrohviga (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 betoonseinte puhul, mille välispinna betooniga on probleeme, sest isolatsioon koos viimistluskihiga kaitseb betooni.

Seinte **seestpoolt** soojustamisega tuleks olla ettevaatlik, sest talvel, kui väljas on -20°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 ² :	2474	Konstruktsiooni pindala, m ² :	2474
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 ² °C)	U-väärtus, uus:	0,28 (m ² °C)

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 1,0 \times 2474 \times 3942 \times 24 / 1000 = 241,05 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,28 \times 2474 \times 3942 \times 24 / 1000 = 65,53 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojuss\aa}st: Q_{er} - Q_{pr} = 175,52 \text{ MWh / a}$$

5.6. SOKLI SOOJUSTAMINE

Hoone sokli soojustamisega v\alldime keldrite liigset jahtumist ja seoses sellega t\ostame esimese korruse p\orandate temperatuuri. Sokli soojustamine v\aljastpoolt aitab kaasa ka hoone v\alilisilme pa-renderamisele ja on alternatiiv keldrilae soojustamisele.

Enne rekonstrueerimist		Peale rekonstrueerimist	
Konstruksiooni pindala, m ²	178	Konstruksiooni pindala, m ²	178
Isolatsioonimaterjali t\uuip:	puudub	Lisa isolatsioonimaterjal :	EPS 60 F plaat+
		mineraalne krohv ja v\arv	
Konstruksiooni paksus, mm :		Paksus kokku, mm:	50
U-v\aaertus, alg:	1,17 (m ² °C)	U-v\aaertus, uus:	0,30 (m ² °C)

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 1,2 \times 178 \times 2374 \times 24 / 1000 = 11,83 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,30 \times 178 \times 2374 \times 24 / 1000 = 3,03 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojuss\aa}st: Q_{er} - Q_{pr} = 8,80 \text{ MWh / a}$$

6. PRIORITEETIDE M\AAARATLEMINE

Energias\aa}stuks elamutes ja hoonetes on erinevad meetmeid v\aga erineva kasuteguriga. Milliseid meetmeid peaks rakendama, s\oltub v\aga palju hoone olukorrast ja kasutamisest ning elanike rahalistest v\oimalustest ja vajadustest. Iga plaanitud meetme puhul tasub kaaluda j\argmisi aspekte:

- maksumus (suhteliselt odav v\oi kallis – oleneb omaniku rahalistest v\oimalustest);
- teostatavus (vajab v\oi ei vaja spetsialiseeritud firmat);
- mugavus (parandab oluliselt v\oi ei paranda);
- tasuvusaeg (suhteliselt l\uhike (kuni 2 aastat) v\oi pikk (\u00fble 7 aasta)).

Kust ja kui palju annab soojust kokku hoida?

- hooned kaotavad soojust **välisseinte, katuse, akende, välisuste, esimese korruse põranda ja keldrikorruse**, samuti mittevajaliku **ventilatsiooni** kaudu. Just neis kohtades peaks maja soojustama (arvutused näitavad, et maja soojuskao on järgmised: katus - 15%, aknad - 37%, välisseinad - 35%, keldri välisseinad - 13%)
- soojuse kokkuhoiduks peaks kogu majarahvas tegema koostööd, sest kokkuhoid avaldub **soojusmõõtja** kaudu, mis on reeglina kogu majal ühine
- soojuse kulu hoone või korteri kütmiseks sõltub selle suurusel, tehnilisest seisukorrast, temperatuuride vahel ruumis ja õues ning hoone küttesüsteemist;
- korteri aknaid tihendades säästate aastas umbes **0,1 MWh** / akna m² kohta;
- välisseinte lisasoojustamine annab aastas säästu **0,07 MWh** / seinaga m² kohta;
- katuslagede soojustamine annab aastas säästu **0,08 MWh** / katuse m² kohta;
- väga efektiivne võimalus soojuse säästmiseks on kolmekordsete klaasidega akende kasutamine;
- maja renoveerimisega saavutatav soojuse kokkuhoid on umbes **20%**.

Kallimad tööd on maja välisseinte, katuse, trepikoja ja soklikorruse soojapidavamaks muutmine, küttesüsteemi tasakaalustamine ja torude soojustamine.

Soovituslik tööde järjekord renoveerimisel:

- **katuse soojustamine;**
- **seinte ja konstruktsioonide soojustamine;**
- **keldriakende vahetamine ning avatäidete tihendamine (keldriuksed ja katuse uksed);**
- **ventilatsioonisüsteemi 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 otsuseinte soojustamise järgselt tuleks tellida küttesüsteemi tasakaalustuse projekt ja tasakaalustusventiilide abil küttesüsteem reguleerida. Sellega tagatakse soojuse õige jaotumine hoones, nii et ükski hooneosa ei oleks ülemäärane ega puudulikult kütetud. 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. Hallitussentest 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 CO₂ 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 rikutud. Pärast akende vahetamist suureneb korteri õhutihedus märgatavalt ja õhuvahetuse vähenemise tõttu korteri sisekliima muutub. Eluruumides tekkiva veeauru hulgast 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 kuumal 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 lihtsustaud 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, ehtisregistri ja tellija poolt antud andmetest.

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

Piirde nimetus	Pindala, A	U- arv	Q
	m ²	W/ (m ² °C)	MWh/a
Sokkel (- avatäited)	177,5	1,17	11,83
Keldri lagi	734,0	0,70	29,27
Keldri aknad	45,0	3,00	7,69
Välisseinad (- aknad, rõdud)	2150,7	1,03	209,58
Otsaseinad	323,0	1,03	31,48
Otsaseinad (soojust.)	323,0	0,28	8,56
Trepikoja aknad	94,5	1,90	16,99
Korterite aknad, vanad	406,2	2,50	96,07
Korterite aknad, uued	634,7	1,60	96,08
Hoone välisüksed	22,0	1,40	2,91
Katuslagi	720,5	1,20	81,80

Soojuhtivuskaod piiretes aastas :

592,26

9.2. ÕHUVAHETUSE (VENTILATSIOONI) KULUD PIIRETEST

Määrame õhuvahetuse tõttu läbi piirete toimuvad soojuskaod:

Piirde nimetus	Ruumala, V	Õhuvahetuse kordus	Q
	m ³	n=	MWh/a
Kelder (- aknad)	1732,2	0,65	21,81
Trepikoda (- aknad)	2414,4	1,00	77,66
Korterid (- aknad ja rõdu-üksed, vanad)	6014,4	0,60	116,08
Korterid (- aknad ja rõdu-üksed, uued)	9397,7	0,35	105,80

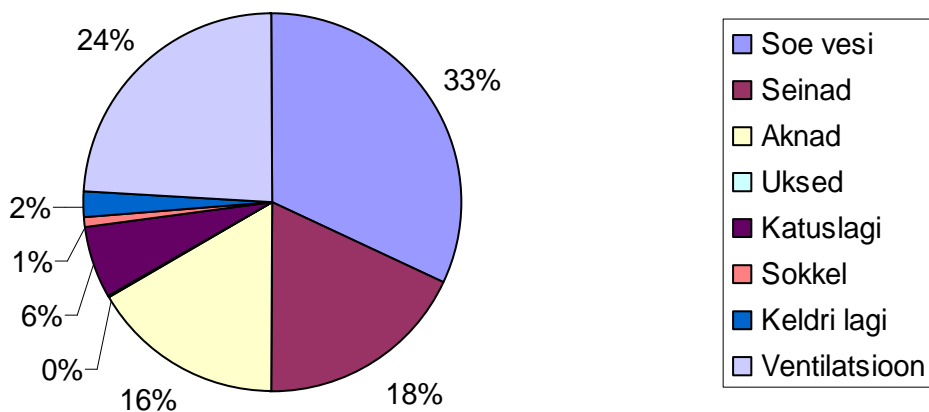
Soojuhtivuskaod seoses õhuvahetusega :

321,36

9.3. HOONE ENERGIABILANSS

Hoonesse antud energia = Soojuse kogukulu arvestite järgi		MWh
-soojusenergia *	$Q_{\text{küte}}$	= 1274,75
- elektrienergia *	Q_{elekter}	= 44,32
		$Q_{\text{kogukulu (arvestid)}}$ = 1319,07
* Q-d arvatatud 4 aasta kaalutud keskmisena		
Hoonest väljunud energia = Soojuskadude kogukulu		MWh
- piirete kaod	Q_{piirded}	= 592,26
- õhuvahetuse kaod	$Q_{\text{õhuvahetus}}$	= 321,36
- sooja vee kaod	$Q_{\text{soe vesi}}$	= 425,02
		$Q_{\text{kogukulu (kaod)}}$ = 1338,63
		Soojusbilansi tulem ± -19,57

Soojusenergia kadude diagramm %



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- lalle 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.

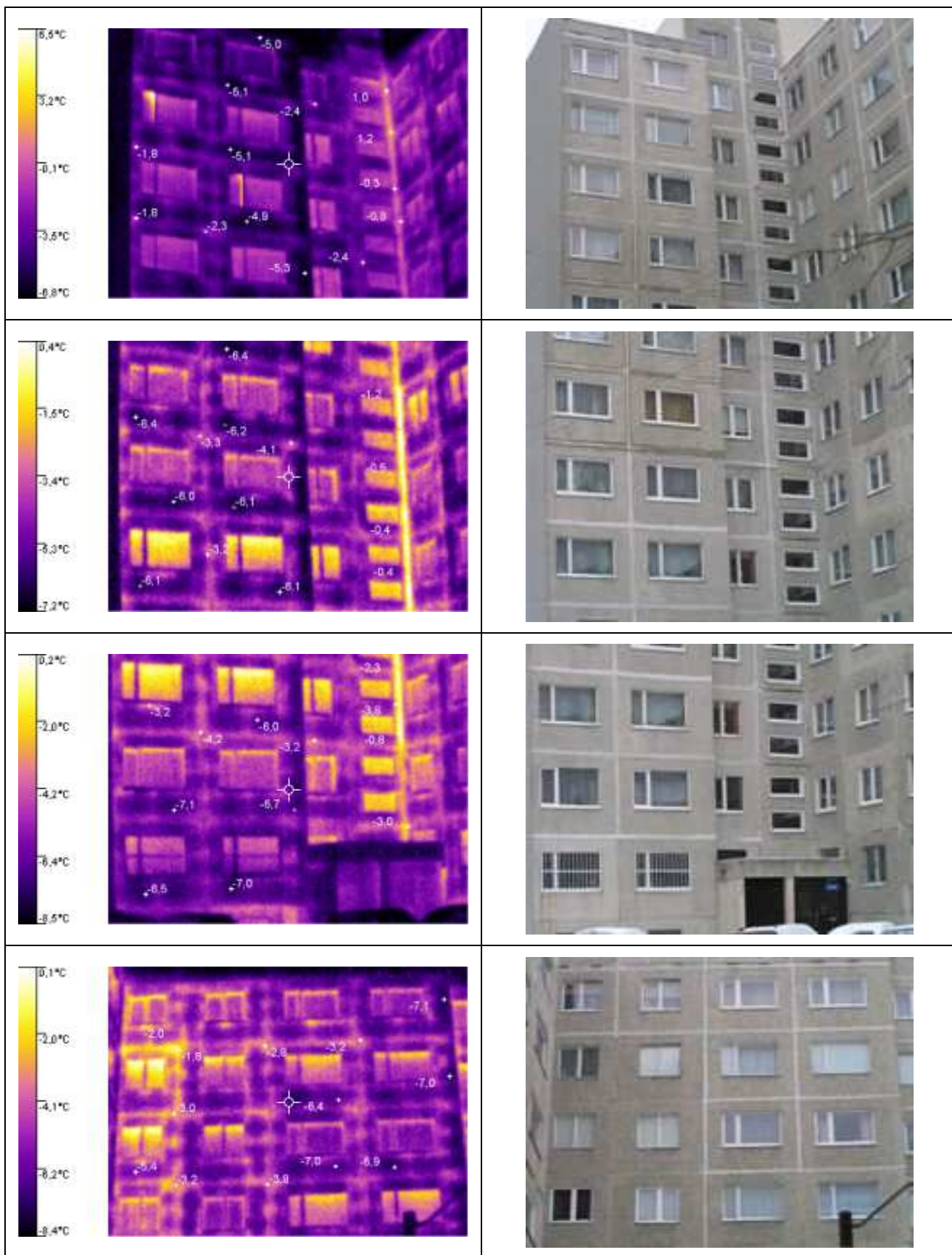
Käesolev termopildistus (ülevaatus) on tehtud Raytek® firma termokaameraga ThermoView™ Ti30, milline mõõdab soojuskiirgust ja pildid InsidelR tarkvara abil töödeldud. Ülevaatuse eesmär- giks oli leida soojuslekked hoone piiretes (konstruktsioonides) ning anda tehniline hinnang nende- le.

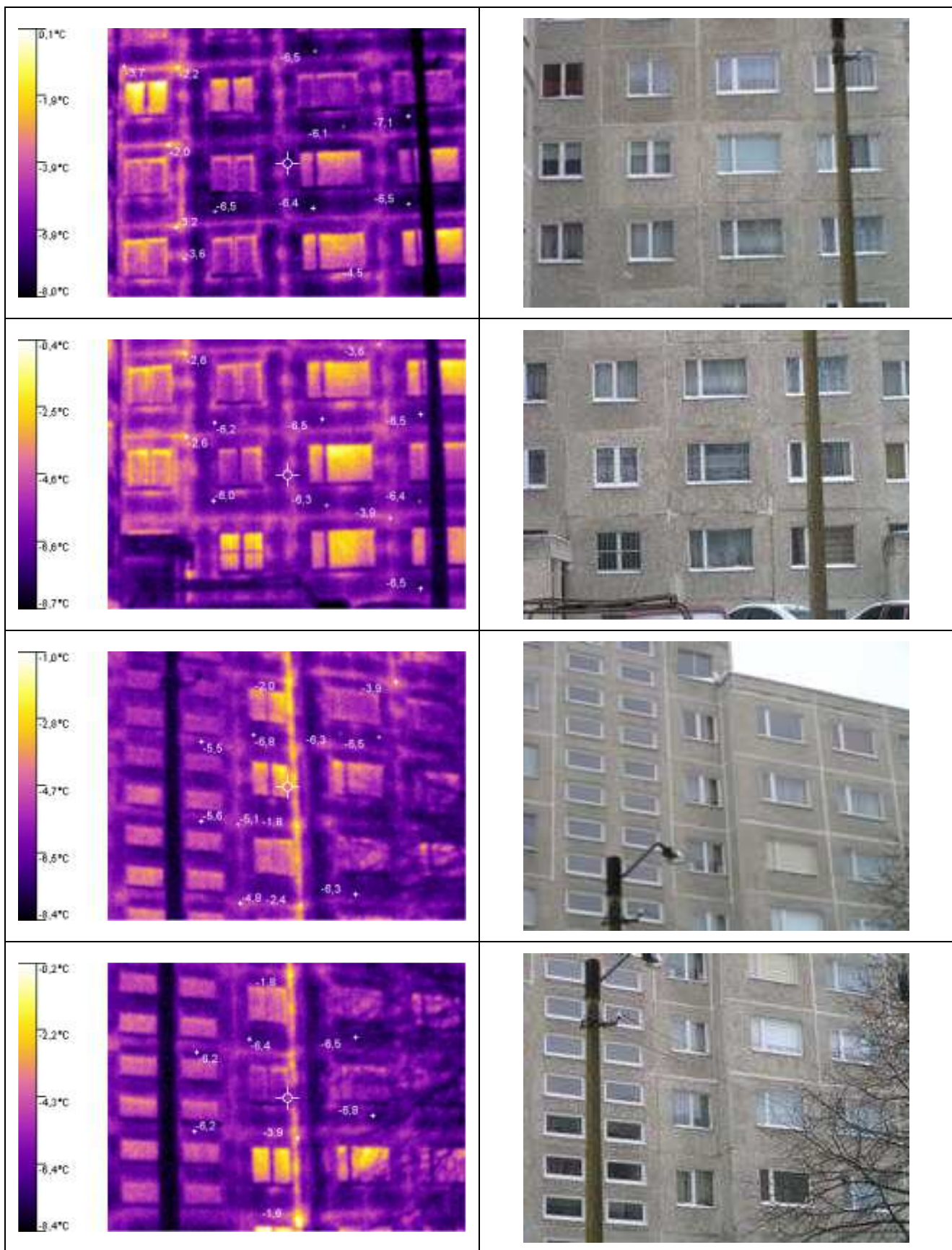
Iga termopilti dubleerib ka digi-fotoaparaadiga tehtud pilt objektist, et paremini aru saada termo- kaameraga mõõdetud objektist. Termopildi vasakus ääres on skaala, mis näitab, milline värvigam- ma vastavat mõõdetud temperatuuri iseloomustab. Välistingimustes tehtud pildidel, mida heledam on värvigamma seda suurem on soojusleke. Sisetingimustes on aga vastupidi, mida tumedam on värvigamma, seda madalam on temperatuur, seega halvem konstruktsiooni soojuspidavus. Erineva- te materjalide termopildistusel on arvestatud ka nende emissiooni tegurit, sest iga materjal peegel- dab erinevalt kiiri. Peale termokaamera oli kasutusel ka digitaaltermomeeter TH 3050 sise- ja väli- temperatuuride määramiseks ning õhu niiskusemõõtja Fluke 971.

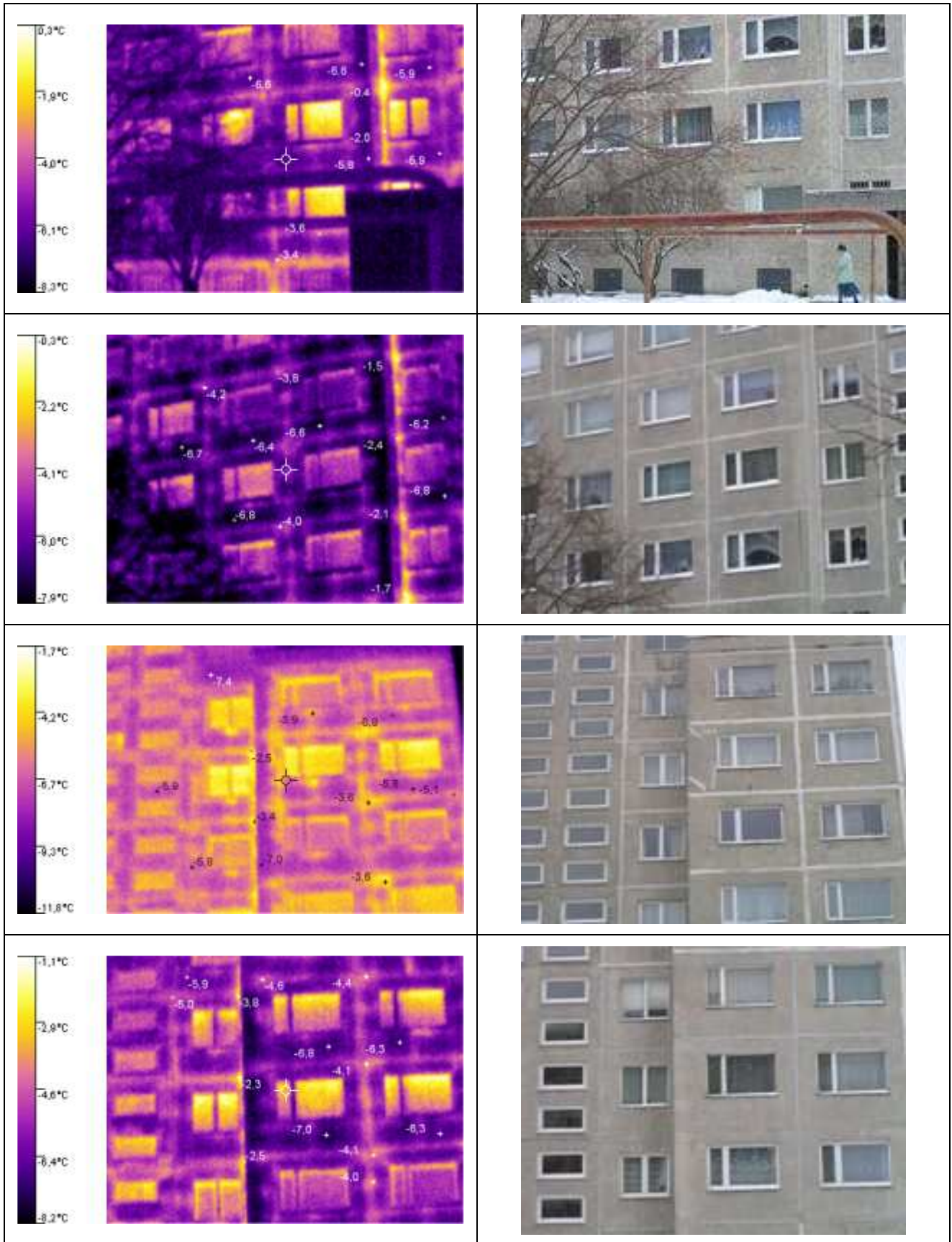
Termokaameraga mõõtmispäeval 08. 01. 2008 oli:

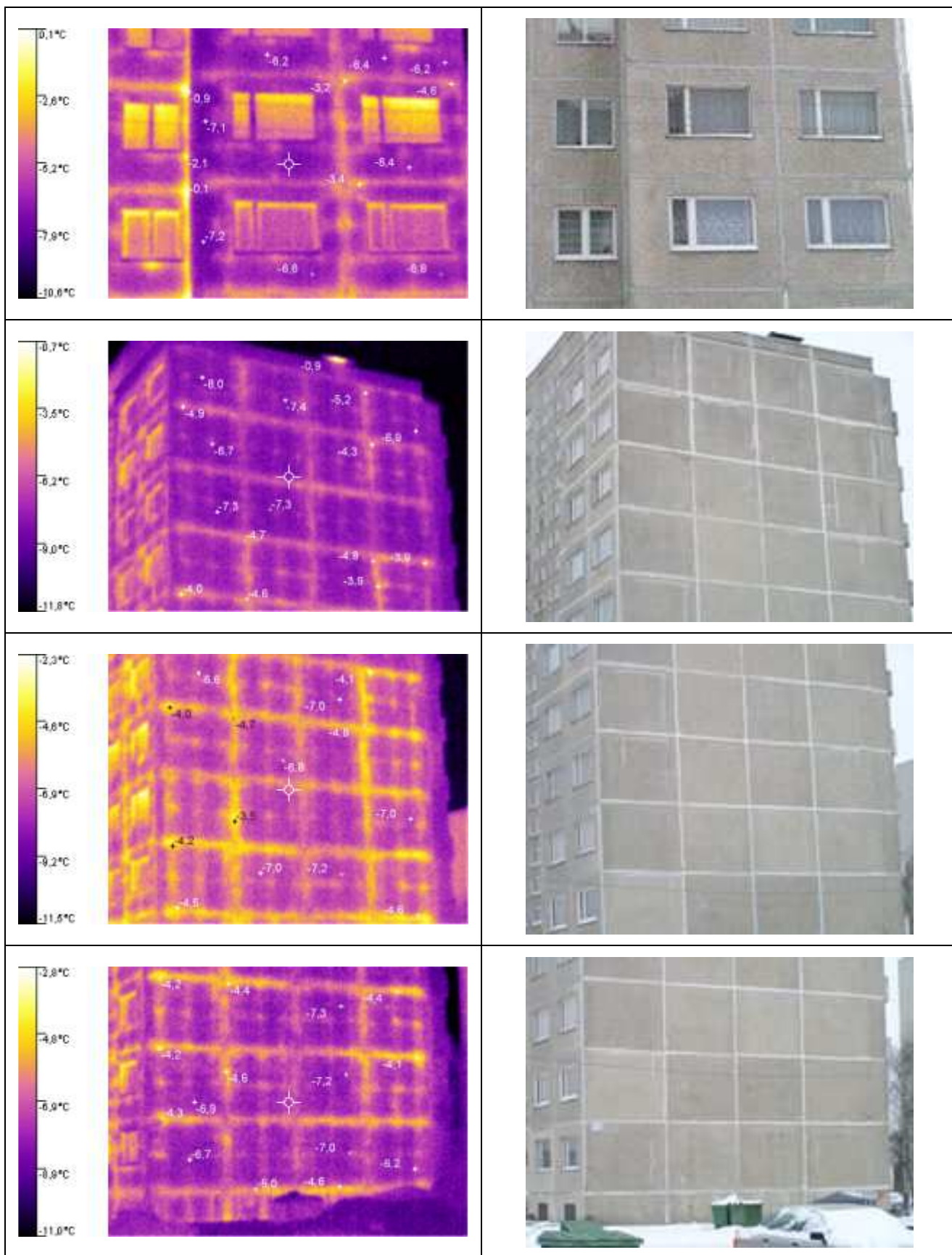
Välitemperatuur	- 5,3 ° C
Ilm	pilves
Sisetemperatuurid:	
- korter	° C
- koridor	20,1 ° C
- kelder	16,0 ° C
Õhuniiskus	93,0 %
Õhu kiirus	3,0 m/s

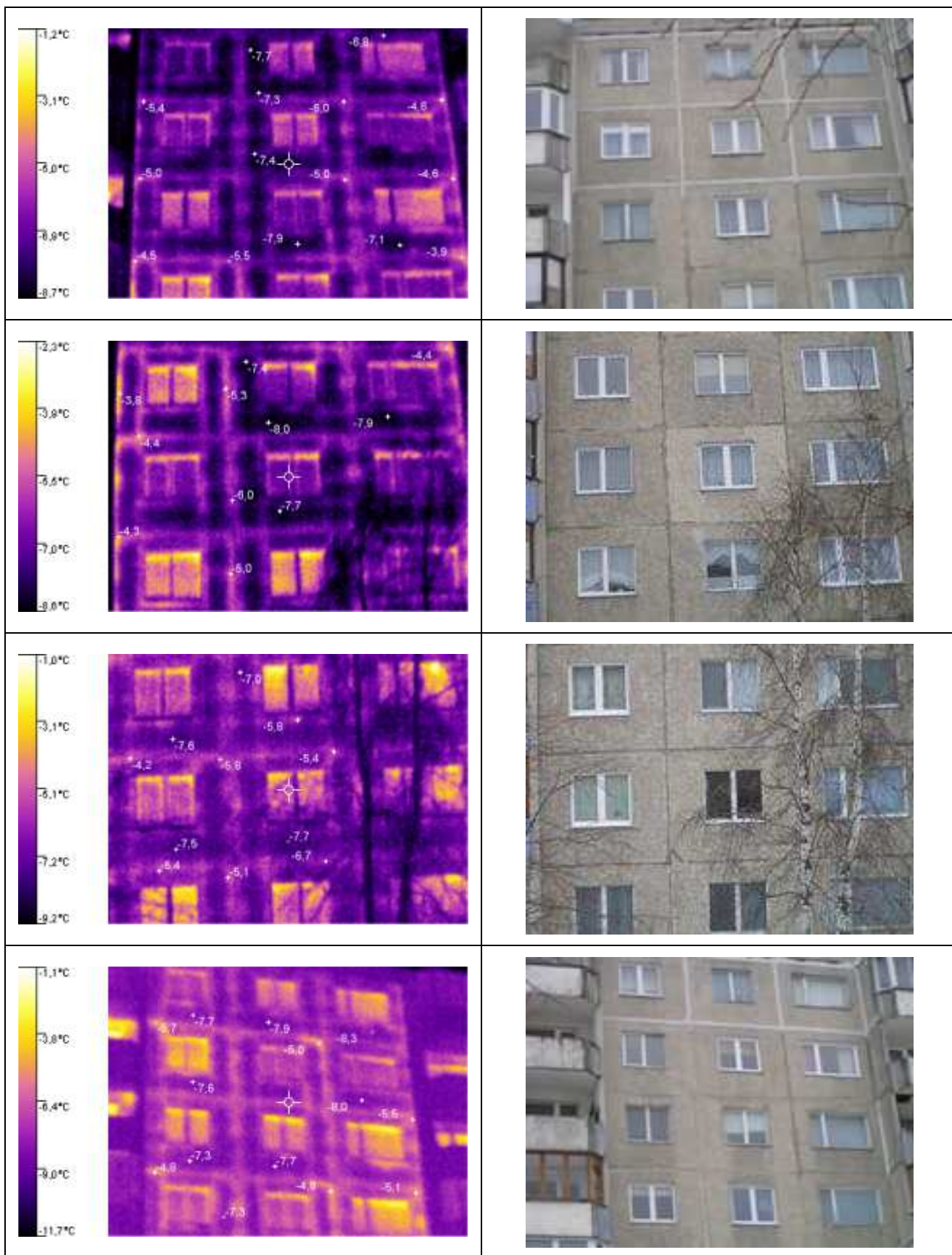
11. TERMOPILDID

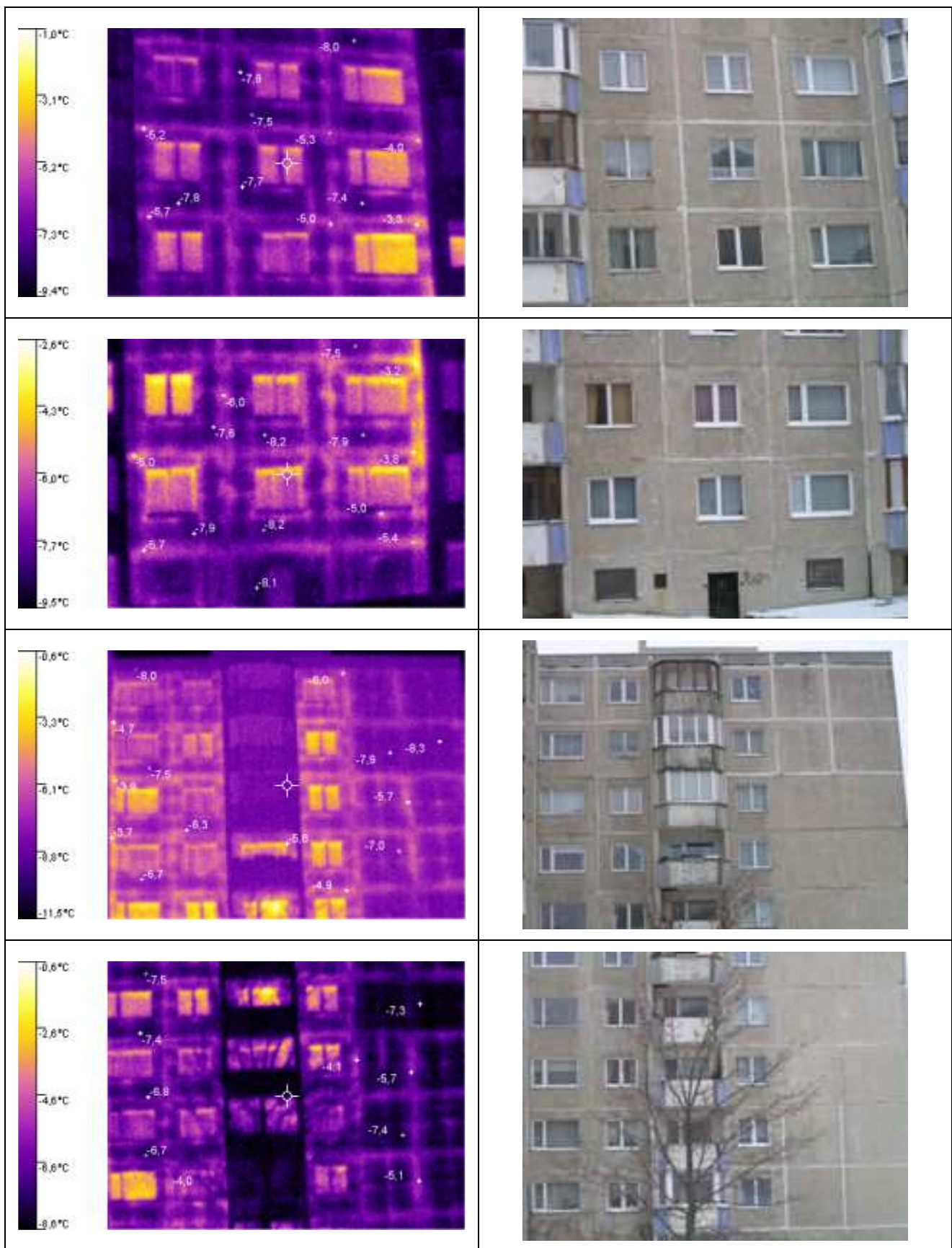


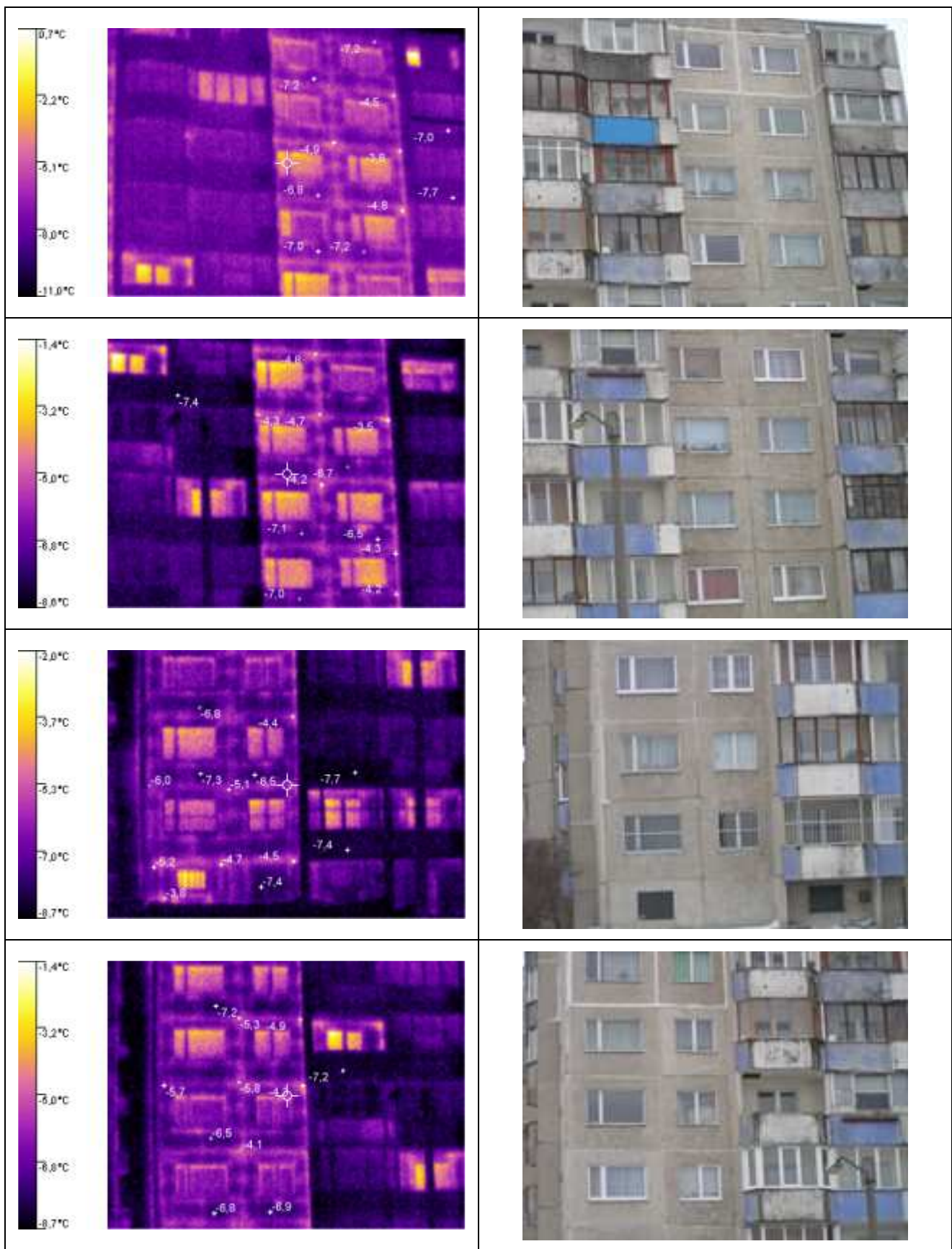












11.1. PROFILID

