

ENERGIAAUDIT

TERMOÜLEVAATUSEGA



KIVILA TN. 16, 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. KELDRIKATUSE SOOJUSTAMINE.....	22
5.2. KELDRIKATUSE	22
5.3. VÄLISUKSED	23
5.4. VÄLISSEINTE JA – KONSTRUKTSIOONIDE SOOJUSTAMINE.....	24
5.5. SOKLI SOOJUSTAMINE.....	25
6. PRIORITEETIDE MÄÄRATLEMINE	26
7. HOONE KÜTTE- JA SOOJAVEEVARUSTUS	26
8. HOONE VENTILATSIOONISÜSTEEM.....	27
9. HOONE ENERGIABILANSS	27
9.1. PIIRETE ENERGIAKULUD	28
9.2. ÕHUVAHETUSE (VENTILATSIOONI) KULUD PIIRETEST	28
9.3. HOONE ENERGIABILANSS.....	29



9. TERMOÜLEVAATUS.....	30
11. TERMOPILDID	30
11.1. PROFILID	36

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

1. ÜLDANDMED

Ehitisregistri kood	101011031
Hoone aadress	Kivila tn. 16
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 82 /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	Möötühik	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	m2	890,0
9	Elamispind	m2	3396,5
10	Abiruumide pind	m2	2306,4
11	Üldkasutatav pind	m2	1700,4
12	Eluruumide arv	ruum	243
13	Eluruumide pind (9+10), köetav	m2	5702,9
14	Suletud netopind (kasulik pind) (9+10+11)	m2	7403,3
15	Eluruumide köetav sisekubatuur H keskm.= 2,53	m3	14453,0
16	Hoone köetav sisekubatuur H keskm.= 2,30	m3	17024,0
17	Hoone maht (kubatuur)	m3	23929,0

1.2. HOONES LÄBI VIIDUD REKONSTRUEERIMIS / RENOVEERIMISTÖÖD

Renoveerimise aasta:	Tehtud tööd /konstruktsioonelement/	Tehtud töö väärtus (m ² , m ³ , jm.)	Maksumus kr.
2003	1. Vuukide remont		142756.-
	2.Fonolukk		30000.-
	3.		
2004	1. Veetorud keldris		118814.-
	2.Parapetid ja rõdude pealsed		81535.-
	3.Korterite elektrikilbid		90848.-
2005	1.Kütteautomaatika		119515.-
	2.Vuugid		53842.-
	3.Pandused		105824.-
2006	1.		
	2.		
	3.		
2007	1.Keldri kanalisatsiooni torude vahetus		55857.-
	2.Trepikoja aknad		162916.-
	3.Otsaseina soojustamine		318364.-

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

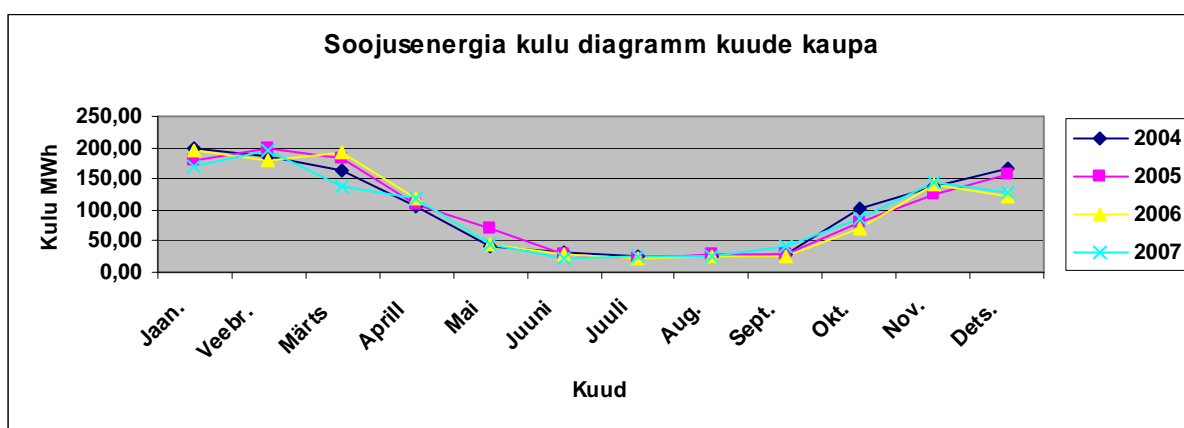
2.1. HOONE IGAASTASE ENERGIATARBIMISE KOKKUVÕTE

	2004	2005	2006	2007	Ühik
Soojustarbimine:					
Mõõdetud soojustarbimine	1136,0	1129,0	1087,0	1071,0	MWh / a
Kraadpäevade arv KPA (standardaasta)	4220	4220	4220	4220	KR _P
Kraadpäevade keskm. arv	4055	3977	3800	3761	KR _{PK}
Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine	1190,1	1188,0	1186,6	1189,9	MWh / a
Eritarbimine köetava mahu ühiku kohta	69,9	69,8	69,7	69,9	kWh / m ³ .a
Eritarbimine köetava pinna ühiku kohta	208,7	208,3	208,1	208,6	kWh / m ² .a
Sooja tariif (hind) *	443,49	430,91	473,655	626,04	kr / MWh
Kütte maksumus	503 805	486 497	514 863	670 489	kr / a
Tarbevee tarbimine					
Tarbevesi	11010	10702	11140	10507	m ³ /a
Sellest, soe tarbevesi	4100	4184	3885	3819	m ³ /a
Soojuse kulu vee soojendamiseks	412,6	401,3	392,3	396,5	MWh / a
Vee soojendamise maksumus	182 984	172 941	185 820	248 250	kr / a
Elektrienergia tarbimine (üldelekter)					
Üldelektrienergia tarbimine	45107	41202	43121	41182	kWh / a
Elektrienergia ühiku kesk. hind *	1,01	0,98	0,98	1,18	kr / kWh
Elektrienergia maksumus	45 333	40 172	42 043	48 595	kr/a
Elektrienergia eritarbimine	6,09	5,57	5,82	5,56	kWh / m ²
Märkus: 1. * Hind antud koos käibemaksuga					

2.2. ENERGIAKULUD LIIKIDE KAUPA

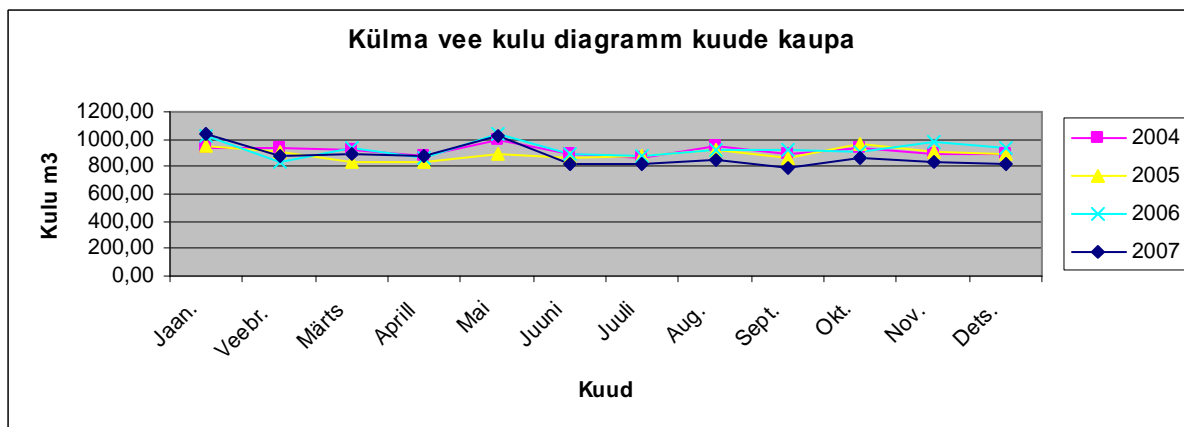
Soojusenergia kulu kuude kaupa, MWh

Aasta	Jaan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	199,00	185,00	163,00	107,00	42,00	31,00	26,00	25,00	30,00	104,00	138,00	168,00
2005	179,00	198,00	183,00	110,00	69,00	30,00	21,00	28,00	28,00	79,00	125,00	158,00
2006	197,00	178,00	191,00	118,00	45,00	30,00	23,00	26,00	25,00	71,00	141,00	121,00
2007	170,00	195,00	139,00	119,00	45,00	21,00	26,00	27,00	43,00	88,00	143,00	129,00



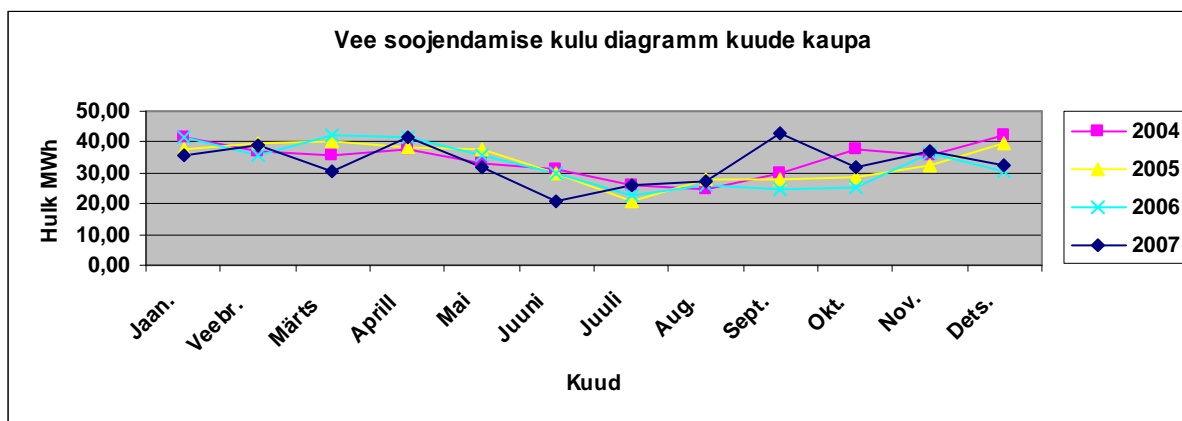
Külma vee kulu kuude kaupa, m3

Aasta	Jaan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	943,00	937,00	927,00	885,00	995,00	887,00	857,00	952,00	900,00	938,00	894,00	895,00
2005	955,00	905,00	841,00	828,00	887,00	869,00	883,00	916,00	859,00	964,00	906,00	889,00
2006	1027,00	827,00	931,00	867,00	1032,00	898,00	878,00	927,00	927,00	913,00	983,00	930,00
2007	1045,00	873,00	898,00	878,00	1028,00	814,00	814,00	844,00	790,00	870,00	840,00	813,00



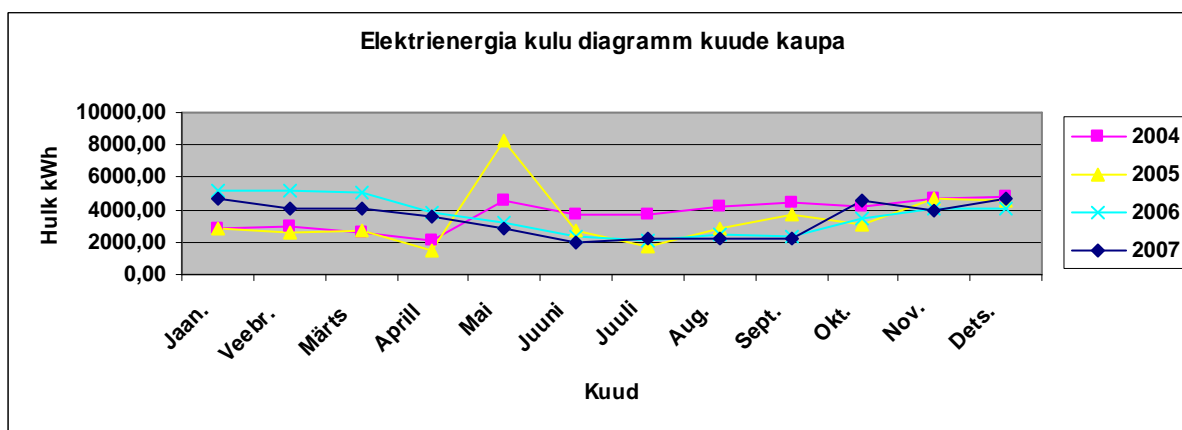
Vee soojendamise (arvutuslik) kuude kaupa, MWh

Aasta	Jan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	41,79	37,00	35,86	37,45	33,18	31,00	26,00	25,00	30,00	37,44	35,88	42,00
2005	37,59	39,60	40,26	38,50	37,95	30,00	21,00	28,00	28,00	28,44	32,50	39,50
2006	41,37	35,60	42,02	41,30	35,55	30,00	23,00	26,00	25,00	25,56	36,66	30,25
2007	35,70	39,00	30,58	41,65	31,50	21,00	26,00	27,00	43,00	31,68	37,18	32,25



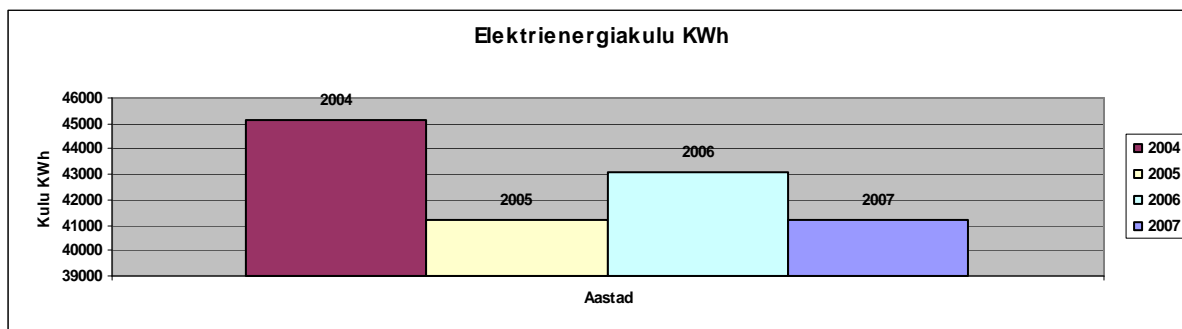
Elektrienergia kulu kuude kaupa, kWh

Aasta	Jan.	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	2872,00	2992,00	2649,00	2119,00	4617,00	3755,00	3755,00	4176,00	4504,00	4188,00	4660,00	4820,00
2005	2802,00	2611,00	2680,00	1536,00	8265,00	2743,00	1783,00	2793,00	3662,00	3034,00	4712,00	4581,00
2006	5125,00	5173,00	5013,00	3866,00	3214,00	2312,00	2111,00	2417,00	2294,00	3457,00	4087,00	4052,00
2007	4719,00	4084,00	4070,00	3603,00	2901,00	1955,00	2248,00	2226,00	2200,00	4531,00	4005,00	4640,00



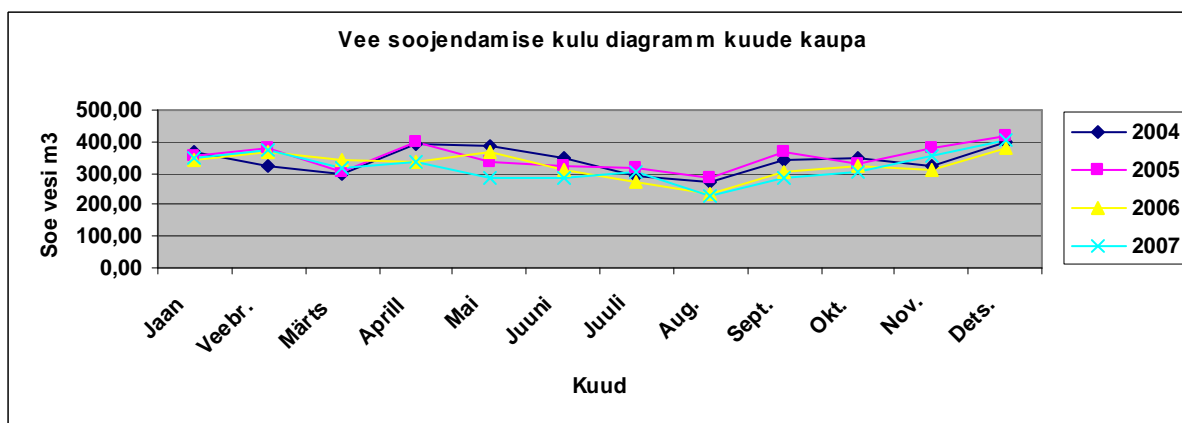
Elektrienergia kulu aastate kaupa, kWh

Aasta	2004	2005	2006	2007
KWh	45107	41202	43121	41182



Vee soojendamine (tegelik) kuude kaupa, m3

Aasta	Jaan	Veebr.	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dets.
2004	367,00	323,00	297,00	391,00	388,00	351,00	292,00	274,00	342,00	351,00	323,00	401,00
2005	356,00	382,00	302,00	398,00	336,00	323,00	315,00	282,00	367,00	327,00	380,00	416,00
2006	342,00	367,00	340,00	334,00	369,00	312,00	274,00	235,00	301,00	322,00	312,00	377,00
2007	345,00	373,00	317,00	334,00	286,00	284,00	302,00	230,00	285,00	304,00	355,00	404,00



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).

Välistemperatuurist sõltuv soojuse tarbimine muutub koos kraadpäevade arvuga 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 kliimaalilistest tingimustest (Tallinna normaalaasta 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;

ΔT = 1 ööpäev;

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

t_v = ööpäeva keskmine välistemperatuur, ° C .

Kraadpäevad köetavates ruumides:

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

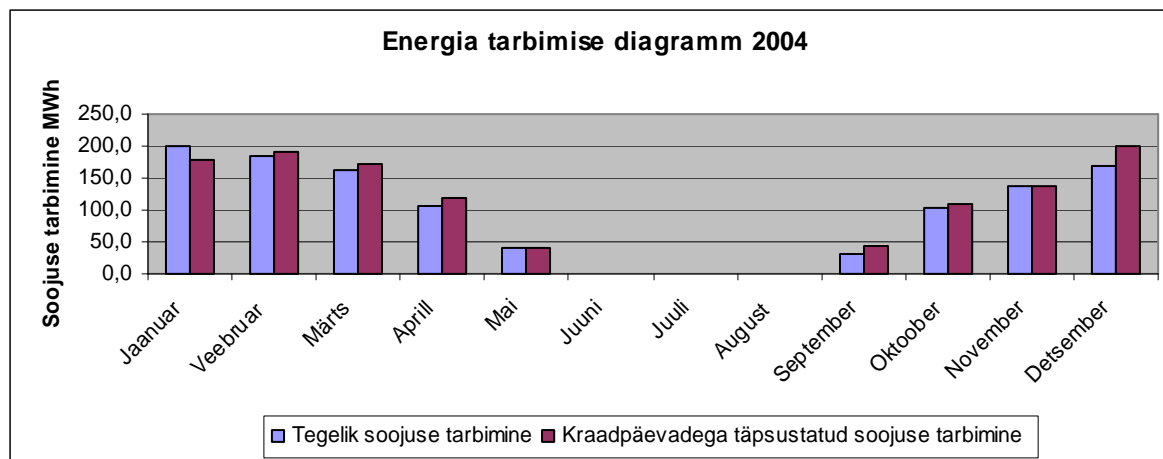
Arvutustemperatuuriks on võetud +17 ° C (tasakaalutemperatuur) .

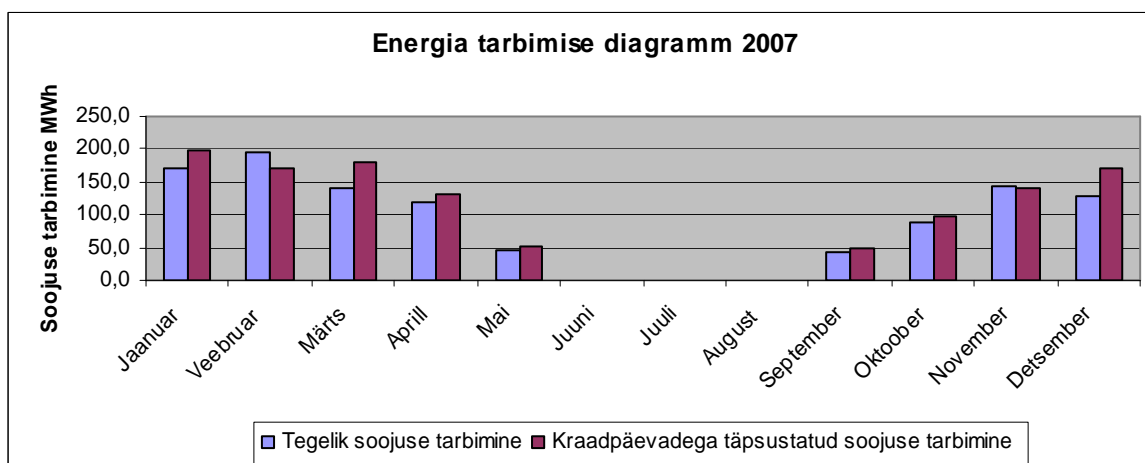
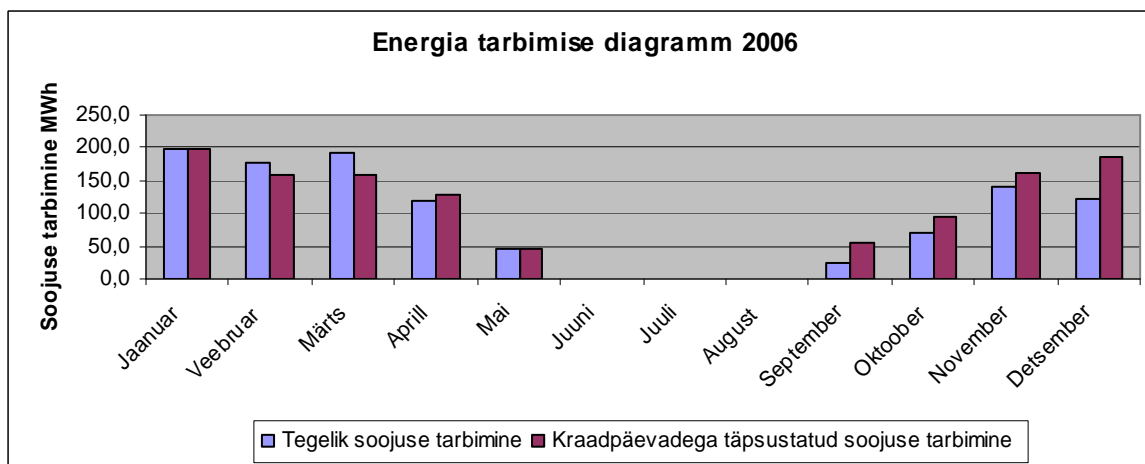
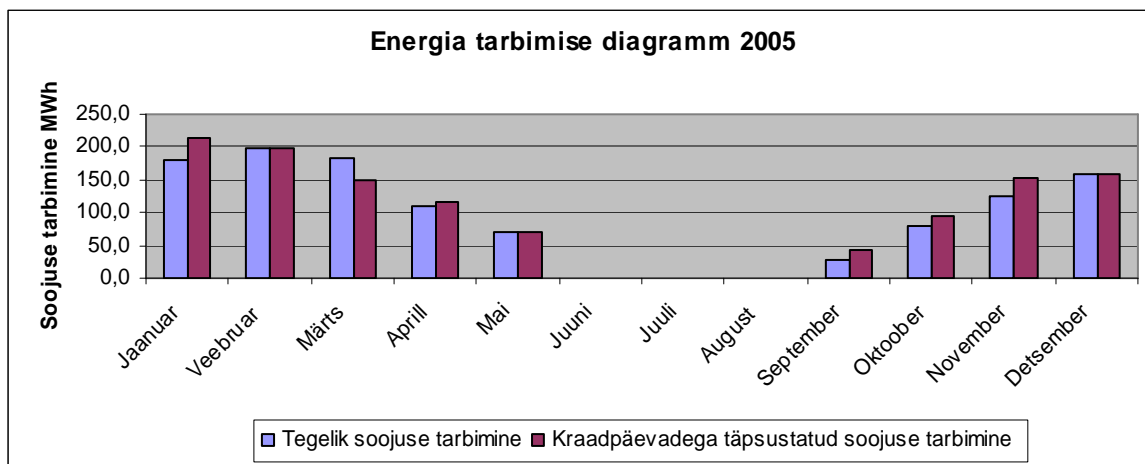
Kraadpäevad mitteköetavates ruumides (kelder jms.):

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

Arvutustemperatuuriks on võetud + 10 ° C.

Järgnevalt on toodud hoone energiatarbimise diagrammid aastate lõikes, kus on näha tegelik soojustarbimine MWh - s võrreldes kraadpäevadega täpsustatud soojustarbimisega 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	%
Jaauar	-21,2	-11,9	33,1	15,6	1,2	0,6	28,2	14,2
Veebruar	5,0	2,6	-1,3	-0,7	-18,0	-11,3	-24,5	-14,4
Märts	8,2	4,8	-34,8	-23,5	-32,4	-20,5	40,2	22,4
Aprill	10,9	9,3	5,3	4,6	10,2	8,0	11,4	8,7
Mai	-0,4	-0,9	0,9	1,4	1,5	3,2	7,1	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	12,6	29,5	13,3	32,2	30,8	55,2	6,8	13,7
Oktoober	4,8	4,4	14,0	15,0	22,7	24,2	9,5	9,7
November	0,6	0,4	26,5	17,5	19,7	12,2	-1,5	-1,1
Detsember	33,5	16,6	1,9	1,2	64,0	34,6	41,8	24,5
Kokku	54,1	4,5	59,0	5,0	99,6	8,4	118,9	10,0

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 $\pm 10\%$.

Ülevaatusel 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.

Ülevaatusel 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	-	3	puudub	-	2
A3	Pandus	betoon	6	-	-	2
A4	Keldri seinad	r/b plokid	5	-	-	2
A5	Keldri põrand	betoon	5	-	-	1
A6	Keldri aknad	puit	3	amortiseerunud	vahetada plastakendega	4
A7	Keldri ukсед	puit	4	ebatihedad	tihendada	4
A8	Välisseinad	suurpaneel	5	osaliselt soojustatud	soojustada välisseinad	1
A9	Välisseina vuugid	elastne vuuk+betoon	4	-	-	2
A10	Varikatused	monteeritav r/b	6	-	-	1
A11	Välisrepid	betoon, plaadid	5	osaliselt tükid väljas	parandada seguga	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	3	osaliselt paigaldatud	-	2

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Prioriteet
A15	Kandvad siseseinad	-	-	-	-	1
A16	Trepid	monteeritav r/b	5	-	-	1
A17	Trepi piirded	metall+plast	4	käsi- ja puu katted kohati puudu	paigaldada katted	1
A18	Vahelaed	monteeritav r/b	-	-	-	1
A19	Katuslagi	monteeritav r/b	-	-	-	1
A20	Pööningu ukse- / luugid	puu+plekk	4	ebatihedad	tihendada	4
A21	Katuse soojustus	teadmata	3	mitteküllaldane soojuspidavus	paigaldada soojustuskiht	2
A22	Katuse kandetarindid	-	-	-	-	1
A23	Katusekate	SBS rullkate	5	vee ärajooks puudulik, vale kalle.	paigaldada koos soojustusega uus kate	2
A24	Katusekatte tuulutus	ventkavad	5	-	uue soojustusega paigaldada tuulutusüsteem	3
A25	Räästakastid	-	-	-	-	2
A26	Vihmaveerennid- ja torud	-	-	-	-	2
A27	Katteplekid katusel	tsinkplekk	5	-	-	2
A28	Korstnad	r/b plaat	5	-	-	3

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Priori- teet
A29	Eluruumide aknad	puit ja plast	4	puitaknad amortiseerunud osaliselt	võimalusel vahetada tuulutatavate plastakendega	4
A30	Trepikodade aknad	plast	6	-	-	4
A31	Aknaplekid ja ümb- rus	tsinkplekk	5	-	katta seguga seinaga ühenduskohad	2
A32	Välisuksed ja vahe- uksed	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	-	-	-	-	1

Elektrisüsteem

B1	Peakilp	korrastatud	6	-	-	3
B2	Maanduskontuur	olemas	6	-	-	3
B3	Jaotuskilbid	korrastatud	6	-	renoveerida	3
B4	Juhtmed	vanad	2	-	renoveerida	3
B5	Välisvalgustus	korrastatud	6	numbrimärgi valgustus puudub	korrastada	3
B6	Trepikodade valgus- tus	vana	3	-	paigaldada relee süsteem(fotosilm)	3

Reakood	Nimetus	Tüüp	Hinne	Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus	Soovitused	Priori-teet
B7	Keldri valgustus	vana	2		renoveerida	3
B8	Fonolukustusüsteem	olemas	6	-	-	3
Küttesüsteem						
C1	Soojussõlm	kompaktsoojussõlm	5	-	-	3
C2	Keldritorustik	terastorustik	3	-	-	3
C3	Pööningutorustik	-	-	-	-	3
C4	Isolatsioon	olemas	3	-	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	keldris avad ummistunud	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	-	-	-	-	-
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	-	võimalusel vahetada	4
G2	Keldripõranda alune torustik	malm+plast	5	osaliselt vahetatud	võimalusel vahetada kõik	4
G3	Püstikud	malm	4	-	-	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	5	-	-	3
H4	Turva- ja valgussüsteemid	-	-	-	-	3

Tulbakood	Statistika		
	Hinnete keskmine	Väljakoodide vahemik	Väljade aritmeetiline keskmine
K1	Konstruksioonid	A1 - A37	4,6
K2	Elektrisüsteem	B1 - B7	4,6
K3	Küttesüsteem	C1 - C8	4,4
K4	Ventilatsioon	D1 - D4	3,5
K5	Gaas	E1 - E2	0,0
K6	Vesi	F1 - F6	5,8
K7	Kanaliseatsioon	G1 - G4	4,3
K8	Muud süsteemid	H1 - H4	5,0
K9	Kogu keskmine	A1 - H5	4,6

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"	- värskest 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. Keskmise 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) 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 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	Hinnangu-line konstr. ühiku hind, kr	Investee-ringumaksu-mus, kr (konstr. pind x ühiku hind)	Lihttasu-vus-aeg, aastat
Katuslae soojustamine	121,2	22,2	99,0	61 991	855	913 140	14,7
Välisseinte ja konstruktsioonide soojustamine	193,6	52,6	140,9	88 234	1 014	2 014 108	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	9,0	2,3	6,7	4 189	811	109 485	26,1
K O K K U	323,8	77,2	246,7	154 414		3 036 733	19,7

Kehtiv soojusenergia hind arvutustel: **626,04** kr/MWh

5.1. KATUSLAE SOOJUSTAMINE

Paljudel meie (eriti viimastel aastakümnetel ehitatud) paneel- ja kivekorrushoonetel 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 jooksma. Ka nende soojapidavus ei vasta nüüdisnõuetele (kasutati TEP-plaate ja gaaskukermiiti või bituumenperliiti), hüdrolatsioon 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) hüdrolatsiooniga;
- teha viilkatus ja ka mansardkatus (puidust toolvärgil), kui muu konstruktsioon seda võimaldab. Viilkatuse võib katta profileeritud plekiga, tsementbetoonkividega vm. sobiva materjaliga. Mansardkatus võimaldab saada lisaalamispinda ning sobib näit. ateljeeruumide jms. jaoks. Viilkatuse maksumus on lamekatuse renoveerimisest kordades kallim.

Enne rekonstrueerimist		Peale rekonstrueerimist	
Konstruktsiooni pindala, m ² :	1068	Konstruktsiooni pindala, m ² :	1068
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:

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

$$Q_{er} = 1,2 \times 1068 \times 3942 \times 24 / 1000 = 121,25 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,22 \times 1068 \times 3942 \times 24 / 1000 = 22,23 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 99,02 \text{ MWh / a}$$

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 keldrilagi 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	
Konstruktiooni pindala, m ² :	708	Konstruktiooni pindala, m ² :	708
Isolatsioonimaterjali tüüp:	puudub	Lisa isolatsioonimaterjal, mm	klaasvillplaat
		Isolatsiooni paksus, mm:	150
U-väärtus, alg:	0,70 (m ² °C)	U-väärtus, uus:	0,25 (m ² °C)

Soojusjuhtivuskad enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 0,7 \times 708 \times 2374 \times 24 / 1000 = 28,24 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskad peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,25 \times 708 \times 2374 \times 24 / 1000 = 10,09 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 18,16 \text{ MWh / a}$$

5.2. KELDRIAKNAD

Asendage keldri akende katkised klaasid, tihendage kõik pilud. Keldrikorraldusel tuleb kontrollida aknaid, mis pahatihti on veepritsmetest ja lumega kokkupuutumisest 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

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 ² :			Konstruktsiooni pindala, m ² :		
42,0			42,0		
Klaaside arv :	2		Klaaside arv:	2	PVC pakettaknad
Õhuvahetuse kor-	0,65		Õhuvahetuse kordus:		0,5
dus:					
U-väärtus, alg:	3,0	W/ (m ² °C)	U-väärtus, uus:	1,9	W/ (m ² °C)

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 3,0 \times 42,0 \times 2374 \times 24 / 1000 = 7,18 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 1,9 \times 42,0 \times 2374 \times 24 / 1000 = 4,55 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 2,63 \text{ MWh / a}$$

5.3. 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 Wm²/K** ning metallukse korral kuni **1,4 Wm²/K**. Puitukse puhul oluline meele pidada, et kui see jääb kasvõi osaliselt ilmastiku meelevald, 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 kinniõlemise 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 sein. Tuulepiduriga sulgurid peavad reeglina kauem vastu ka väga käidavates kohtades.

Enne rekonstrueerimist		Peale rekonstrueerimist	
Konstruksiooni pindala, m ²	26,0	Konstruksiooni pindala, m ²	26,0
Ukse tüüp:	puut	Ukse tüüp:	soojustatud turvametal- uks
Õhuvahetuse kordus:	0,65	Õhuvahetuse kordus:	0,50
U-väärtus, alg:	2,5 W/ (m ² °C)	U-väärtus, uus:	1,4 W/ (m ² °C)

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 2,5 \times 26,0 \times 3942 \times 24 / 1000 = 6,15 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 1,4 \times 26,0 \times 3942 \times 24 / 1000 = 3,44 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 2,71 \text{ MWh / a}$$

5.4. 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 aaruläbilaskvus 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	
Konstruksiooni pindala, m2 :	1986	Konstruksiooni pindala, m2 :	1986
Isolatsioonimaterjali tüüp:	puudub	Lisa isolatsioonimaterjal, mm :	EPS 60 F plaat+
			segu+ võrk + segu+ mineraalne krohv ja värv
Konstruksiooni 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:

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

$$Q_{er} = 1,0 \times 1986 \times 3942 \times 24 / 1000 = 193,56 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,28 \times 1986 \times 3942 \times 24 / 1000 = 52,62 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 140,94 \text{ MWh / a}$$

5.5. 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	
Konstruksiooni pindala, m2	135	Konstruksiooni pindala, m2	135
Isolatsioonimaterjali tüüp:	puudub	Lisa isolatsioonimaterjal :	EPS 60 F plaat+
			mineraalne krohv ja värv
Konstruksiooni paksus, mm :		Paksus kokku, mm:	50
U-väärtus, alg:	1,17 (m ² °C)	U-väärtus, uus:	0,30 (m ² °C)

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 1,2 \times 135 \times 2374 \times 24 / 1000 = 9,00 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,30 \times 135 \times 2374 \times 24 / 1000 = 2,31 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 6,69 \text{ MWh / a}$$

6. PRIORITEETIDE MÄÄRATLEMINE

Energiasäästuks elamutes ja hoonetes on erinevad meetmeid väga erineva kasuteguriga. Milliseid meetmeid peaks rakendama, sõltub väga palju hoone olukorrast ja kasutamisest ning elanike rahalistest võimalustest ja vajadustest. Iga plaanitud meetme puhul tasub kaaluda järgmisi aspekte:

- maksumus (suhteliselt odav või kallis – oleneb omaniku rahalistest võimalustest);
- teostatavus (vajab või ei vaja spetsialiseeritud firmat);
- mugavus (parandab oluliselt või ei paranda);
- tasuvusaeg (suhteliselt lühike (kuni 2 aastat) või pikk (üle 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 soojuskaod 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 suurusest, tehnilisest seisukorrast, temperatuuride vahest 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** / seinä 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;**
- **otsaseinte 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**, **vastavalt koostatud projektile**. 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 otsa-seinte 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 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. 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 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 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 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 lahkuab 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 ²	W/ (m ² °C)	MWh/a
Sokkel (- avatäited)	135,0	1,17	9,00
Keldri lagi	708,1	0,70	28,24
Keldri aknad	42,0	3,00	7,18
Välisseinad (- aknad, rõdud)	1660,4	1,03	161,80
Otsaseinad	325,9	1,03	31,76
Otsaseinad (soojust.)	325,9	0,28	8,63
Trepikoja aknad	77,8	1,90	13,98
Korterite aknad, vanad	539,6	2,50	127,63
Korterite aknad, uued	566,5	1,60	85,75
Hoone välisüksed	26,0	2,50	6,15
Katuslagi	1068,0	1,20	121,25

Soojusjuhtivuskaod piiretes aastas :

601,37

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)	1699,4	0,65	21,40
Trepikoda (- aknad)	2571,1	1,00	82,70
Korterid (- aknad ja rõdu-üksed, vanad)	7050,7	0,60	136,08
Korterid (- aknad ja rõdu-üksed, uued)	7402,2	0,35	83,34

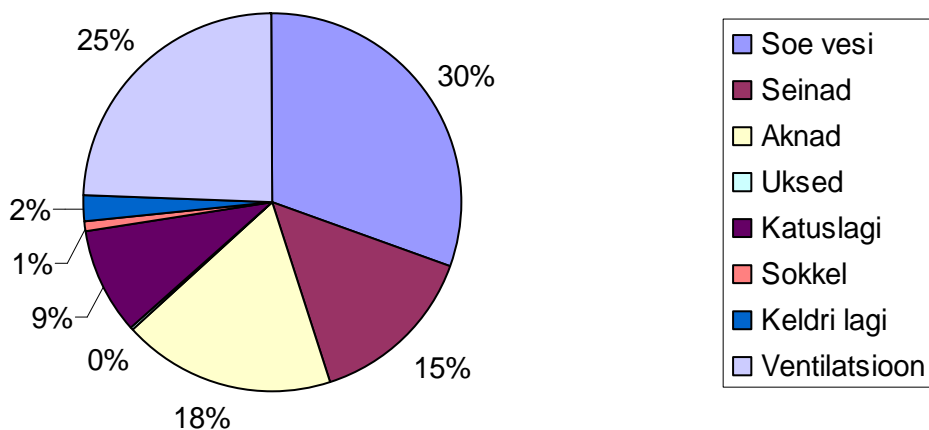
Soojusjuhtivuskaod seoses õhuvahetusega :

323,52

9.3. HOONE ENERGIABILANSS

Hoonesse antud energia = Soojuse kogukulu arvestite järgi		MWh
-soojusenergia *	$Q_{\text{küte}}$	= 1184,25
- elektrienergia *	Q_{elekter}	= 42,65
		$Q_{\text{kogukulu (arvestid)}}$ = 1226,90
* Q-d arvutatud 4 aasta kaalutud keskmisena		
Hoonest väljunud energia = Soojuskadude kogukulu		MWh
- piirete kaod	Q_{piirded}	= 601,37
- õhuvahetuse kaod	$Q_{\text{õhuvahetus}}$	= 323,52
- sooja vee kaod	$Q_{\text{soe vesi}}$	= 400,70
		$Q_{\text{kogukulu (kaod)}}$ = 1325,59
		Soojusbilansi tulem ± -98,69

Soojusenergia kadude diagramm %



9. TERMOÜLEVAATUS

Ehitusnormides või kirjanduses toodud soovitused 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 geometriast: 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 punkt külmasillad. 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- lale 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.

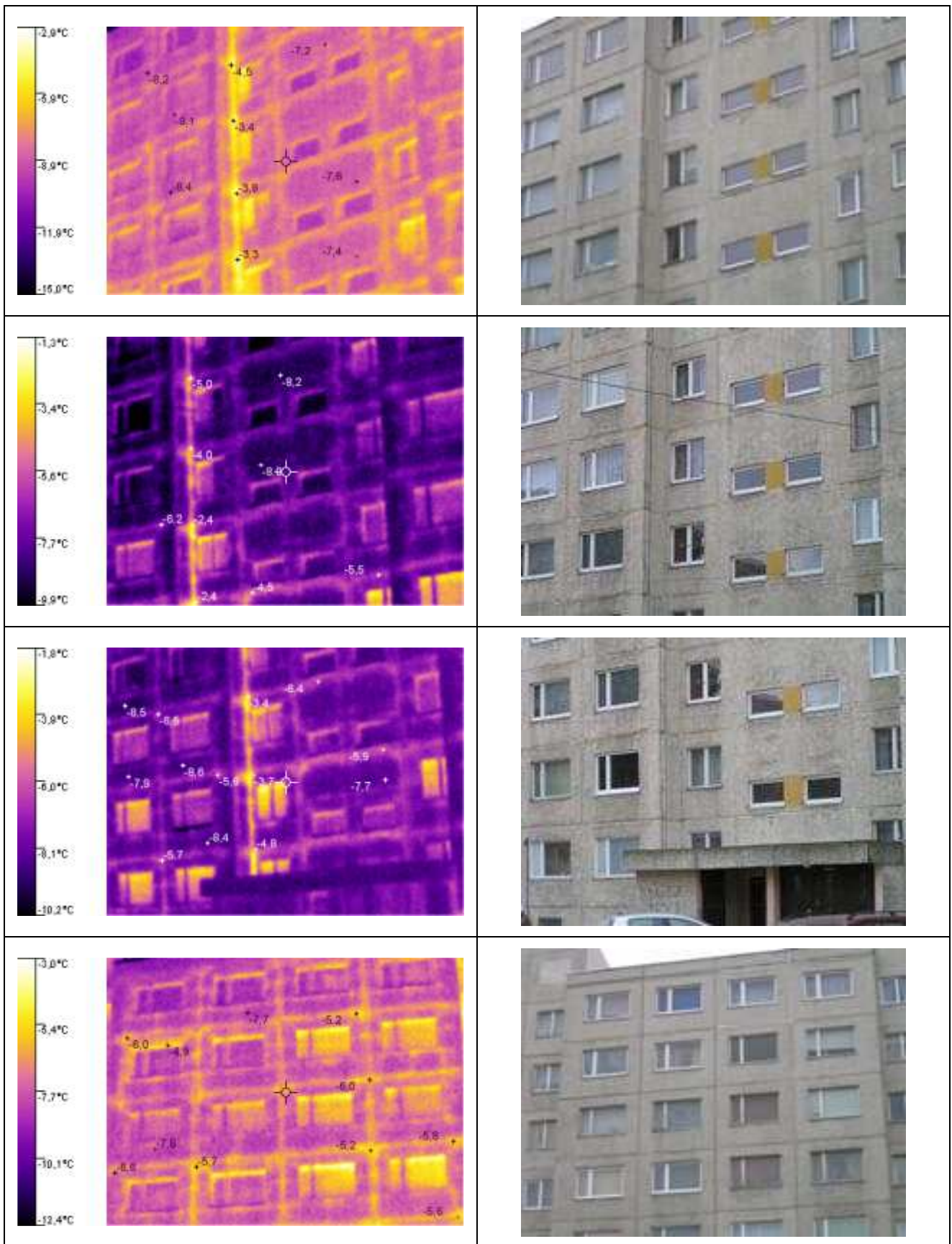
Käesolev termopildistus (ülevaatus) on tehtud Raytek® firma termokaameraga ThermoView™ Ti30, milline mõõdab soojuskiirgust ja pildid InsidelR tarkvara abil töödeldud. Ülevaatuse eesmär- giks oli leida soojuslekked hoone piiretes (konstruktsioonides) ning anda tehniline hinnang nende- le.

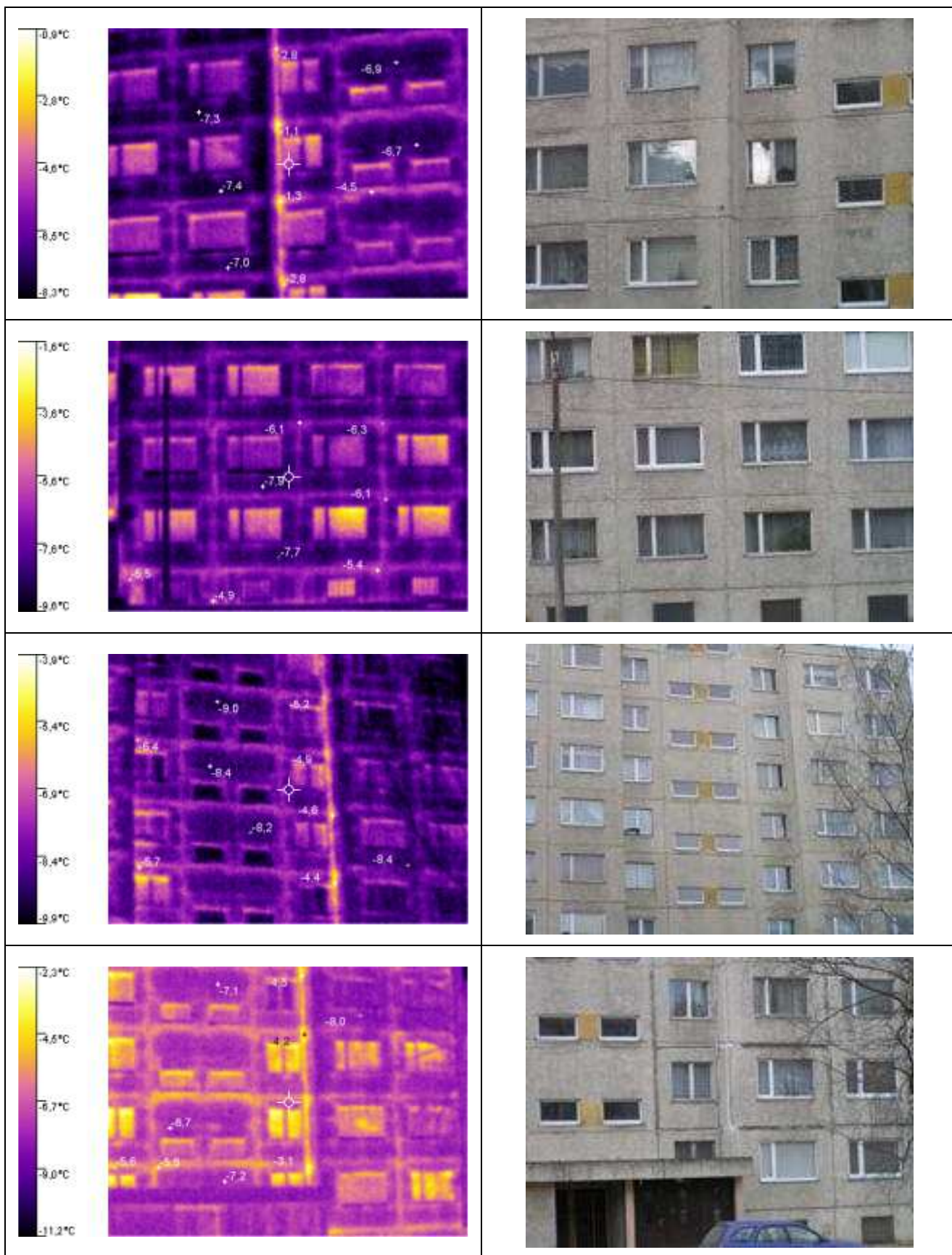
Iga termopilti dubleerib ka digi-fotoaparaadiga tehtud pilt objektist, et paremini aru saada termo- kaameraga mõõdetud objektist. Termopildi vasakus ääres on skaala, mis näitab, milline värvigam- ma vastavat mõõdetud temperatuuri iseloomustab. Välistingimustes tehtud pildidel, mida heledam on värvigamma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

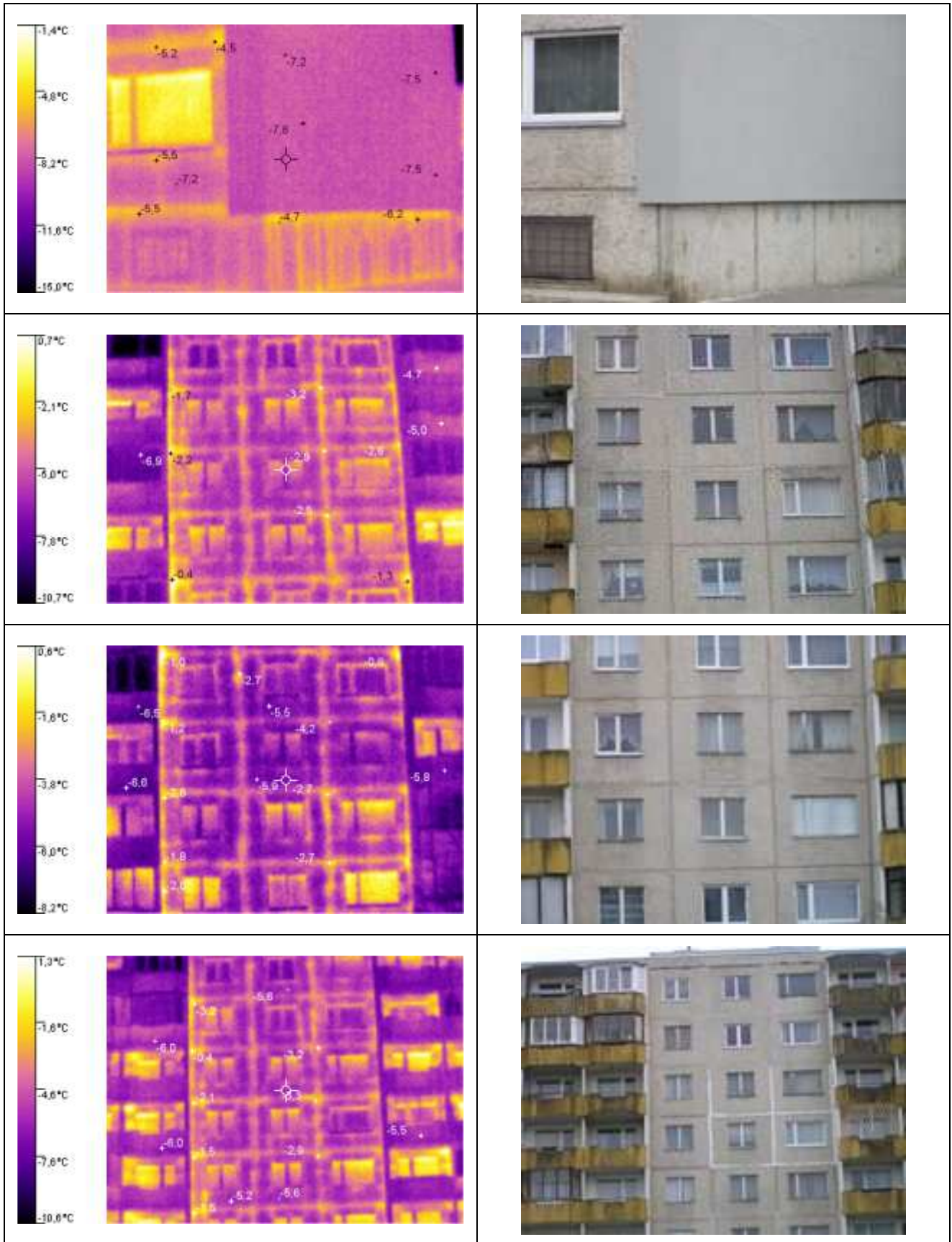
Termokaameraga mõõtmispäeval 15. 02. 2008 oli:

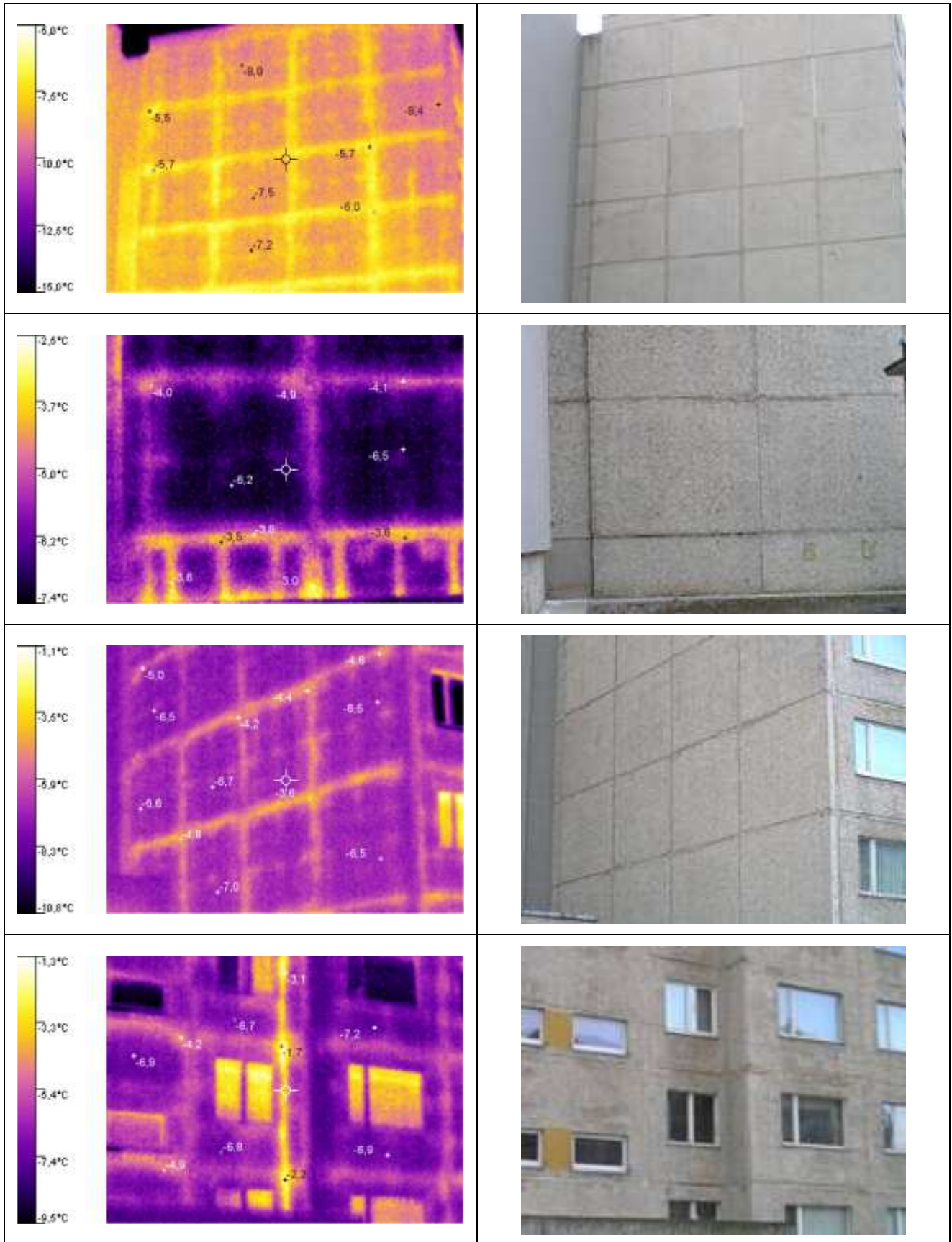
Välitemperatuur :	- 5,4	° C
Õhuniiskus :	59,0	%
Õhu kiirus :	14,0	m/s
Ilm :	Pilves	
Sisetemperatuurid:		° C
- korter :	÷	° C
- koridor :	19,4	° C
- kelder :	16,8	° C

11. TERMOPILDID









11.1. PROFILID

