

ENERGIAAUDIT

TERMOÜLEVAATUSEGA



VIRBI TN. 20, TALLINN

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



| | |
|---------------------------------|-----------|
| 10. TERMOÜLEVAATUS | 29 |
| 11. TERMOPIILDID | 30 |
| 11.1. PROFILID | 38 |

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 | 101031346 |
| Hoone aadress | Virbi tn. 20 |
| Tellija | Elamuühistu Masti |
| Tellija registrikood | |
| Kontaktisik | Konstantin Grigorenko |
| Telefoni nr.: | 52 89 821 |
| Fax nr.: | - |
| Auditeerimise aeg | November 2007 |
| Raporti esitamise kuupäev | Veebruar 2008 |
| Raporti nr. | EKH 63 /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 | Möötüühik | Näitaja |
|---------|--|----------------|-------------------|
| 1 | Hoone funktsioon | | korterelamu |
| 2 | Ehitusaasta | | 1981 |
| 3 | Korterite arv | korter | 108 |
| 4 | Korruste arv | korrus | 9 |
| 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 | 981,0 |
| 9 | Elamispind | m ² | 3920,2 |
| 10 | Abiruumide pind | m ² | 2431,5 |
| 11 | Üldkasutatav pind | m ² | 1651,0 |
| 12 | Eluruumide arv | ruum | 286 |
| 13 | Eluruumide pind (9+10), köetav | m ² | 6351,7 |
| 14 | Suletud netopind (kasulik pind) (9+10+11) | m ² | 8002,7 |
| 15 | Eluruumide köetav sisekubatuur $H_{keskm.} =$ 2,54 | m ³ | 16104,1 |
| 16 | Hoone köetav sisekubatuur $H_{keskm.} =$ 2,31 | m ³ | 18486,2 |
| 17 | Hoone maht (kubatuur) | m ³ | 26254,0 |

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 | | 19883.- |
| | 2. Veetorud keldris | | 118814.- |
| | 3. | | |
| 2004 | 1. Küttesõlme rek. | | 71933.- |
| | 2. Vuugid | | 24027.- |
| | 3. | | |
| 2005 | 1. Aknad, koridori | | 29346.- |
| | 2. Korterite elektrikilbid | | 91655.- |
| | 3. Vuugid | | 79261.- |
| | 4. Peakilp | | 43802.- |
| 2006 | 1. Otsaseinte soojustamine | | 494382.- |
| | 2. Metalluksed | | 17936.- |
| | 3. | | |
| 2007 | 1. Trepikoja aknad | | 285866.- |
| | 2. | | |
| | 3. | | |

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 |

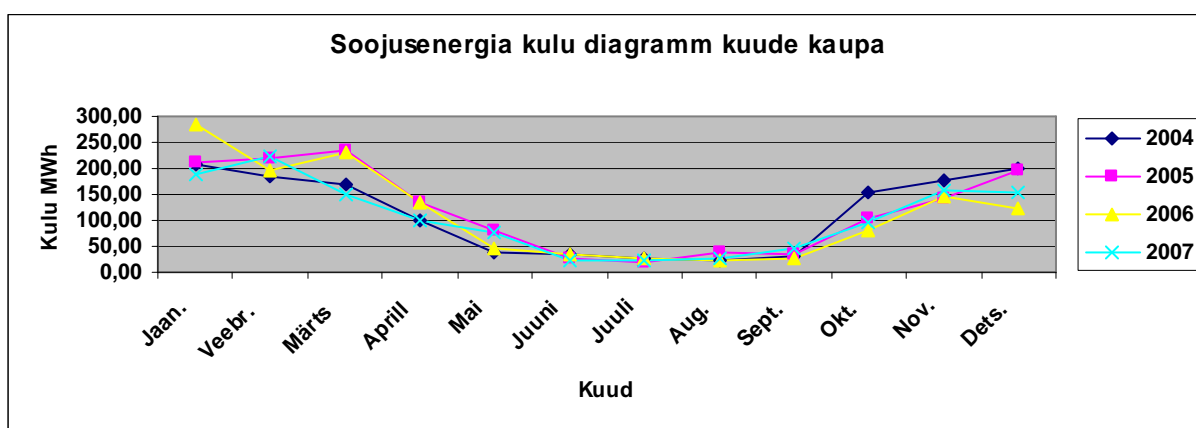
2.1. HOONE IGAASTASE ENERGIATARBIMISE KOKKUVÕTE

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Ühik |
|--|---------|---------|---------|---------|-------------------------|
| Soojustarbimine: | | | | | |
| Mõõdetud soojustarbimine | 1261,0 | 1354,0 | 1268,0 | 1191,0 | MWh / a |
| Kraadpäevade arv KPA (standardaasta) | 4220 | 4220 | 4220 | 4220 | KR _P |
| Kraadpäevade keskm. arv | 4055 | 3977 | 3800 | 3761 | KR _{PK} |
| Kraadpäevadega korrigeeritud soojustarbimine | 1323,4 | 1420,5 | 1367,1 | 1325,4 | MWh / a |
| Eritarbimine köetava mahu ühiku kohta | 71,6 | 76,8 | 74,0 | 71,7 | kWh / m ³ .a |
| Eritarbimine köetava pinna ühiku kohta | 208,3 | 223,6 | 215,2 | 208,7 | kWh / m ² .a |
| Sooja tariif (hind) * | 397,95 | 430,91 | 430,91 | 473,65 | kr / MWh |
| Kütte maksumus | 501 815 | 583 452 | 546 394 | 564 117 | kr / a |
| Tarbevee tarbimine | | | | | |
| Tarbevesi | 11662 | 11303 | 11317 | 10565 | m ³ /a |
| Sellest, soe tarbevesi | 4200 | 4030 | 3912 | 4035 | m ³ /a |
| Soojuse kulu vee soojendamiseks | 453,1 | 493,1 | 442,4 | 452,0 | MWh / a |
| Vee soojendamise maksumus | 180 323 | 212 469 | 190 643 | 214 076 | kr / a |
| Elektrienergia tarbimine (üldelekter) | | | | | |
| Üldelektrienergia tarbimine | 10702 | 12865 | 12115 | 11612 | kWh / a |
| Elektrienergia ühiku kesk. hind * | 0,89 | 0,89 | 1,15 | 1,15 | kr / kWh |
| Elektrienergia maksumus | 9 525 | 11 450 | 13 932 | 13 354 | kr/a |
| Elektrienergia eritarbimine | 1,34 | 1,61 | 1,51 | 1,45 | kWh / m ² |
| Märkus: 1. * Hind antud koos käibemaksuga | | | | | |

2.2. ENERGIAKULUD LIIKIDE KAUPA

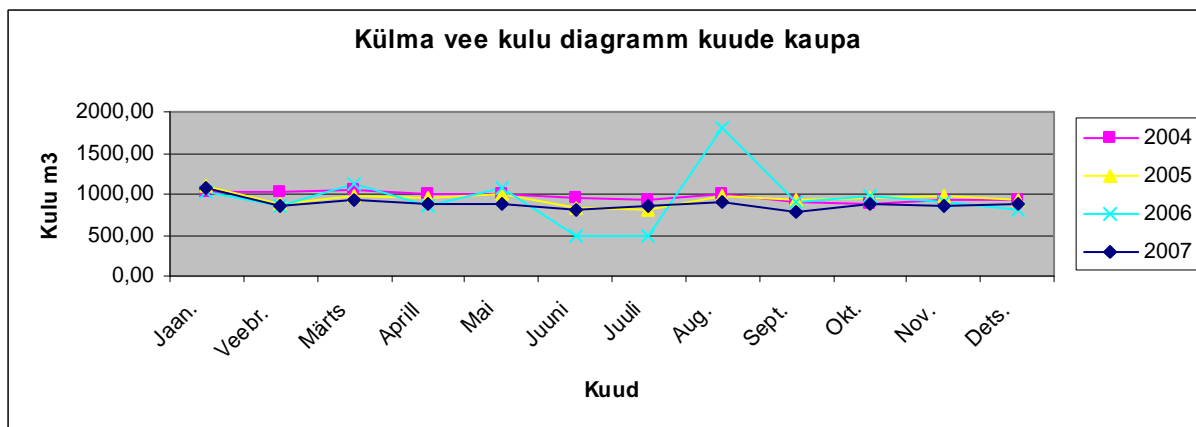
Soojusenergia kulu kuude kaupa, MWh

| Aasta | Jaan. | Veebr. | Märts | Aprill | Mai | Juuni | Juuli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dets. |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 2004 | 206,00 | 185,00 | 169,00 | 100,00 | 40,00 | 34,00 | 28,00 | 25,00 | 31,00 | 153,00 | 176,00 | 201,00 |
| 2005 | 210,00 | 219,00 | 235,00 | 133,00 | 82,00 | 28,00 | 21,00 | 37,00 | 33,00 | 102,00 | 142,00 | 198,00 |
| 2006 | 284,00 | 198,00 | 229,00 | 134,00 | 47,00 | 33,00 | 27,00 | 25,00 | 26,00 | 80,00 | 147,00 | 123,00 |
| 2007 | 190,00 | 222,00 | 149,00 | 99,00 | 78,00 | 25,00 | 25,00 | 28,00 | 47,00 | 96,00 | 156,00 | 154,00 |



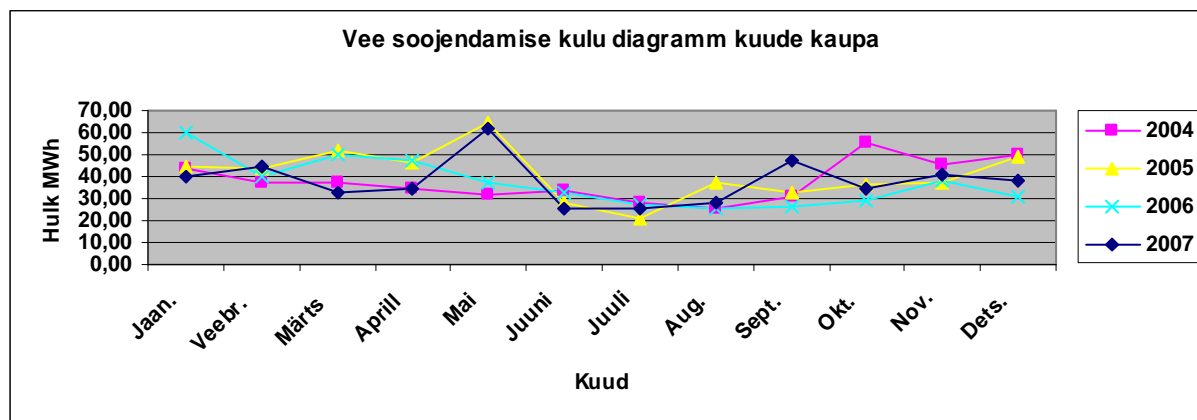
Külma vee kulu kuude kaupa, m3

| Aasta | Jaan. | Veebr. | Märts | Aprill | Mai | Juuni | Juuli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dets. |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 2004 | 1026,00 | 1024,00 | 1054,00 | 1008,00 | 1006,00 | 956,00 | 929,00 | 988,00 | 911,00 | 882,00 | 939,00 | 939,00 |
| 2005 | 1107,00 | 867,00 | 982,00 | 957,00 | 1000,00 | 827,00 | 814,00 | 975,00 | 937,00 | 940,00 | 966,00 | 931,00 |
| 2006 | 1019,00 | 860,00 | 1130,00 | 864,00 | 1063,00 | 485,00 | 485,00 | 1811,00 | 907,00 | 976,00 | 904,00 | 813,00 |
| 2007 | 1065,00 | 864,00 | 938,00 | 870,00 | 884,00 | 809,00 | 845,00 | 895,00 | 774,00 | 885,00 | 850,00 | 886,00 |



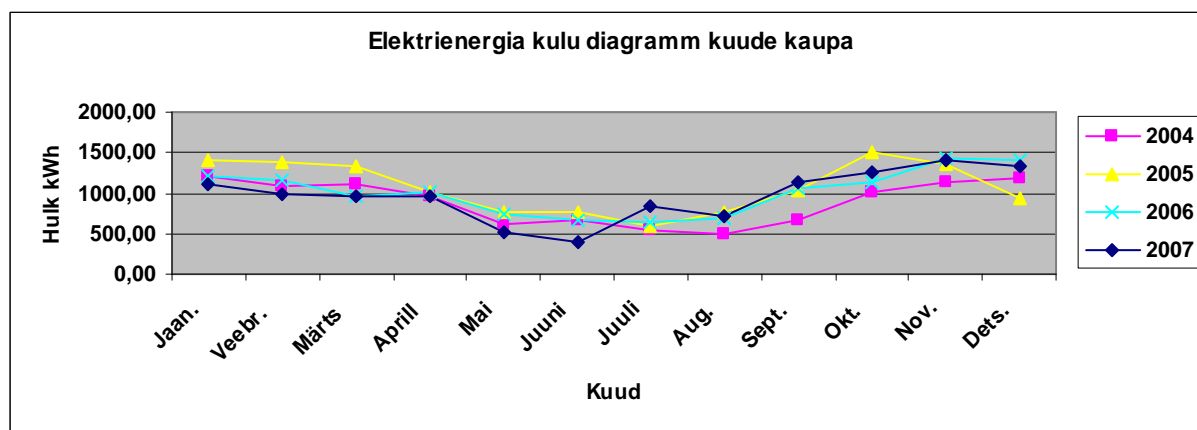
Vee soojendamise (arvutuslik) kuude kaupa, MWh

| Aasta | Jaan. | Veebr. | Märts | Aprill | Mai | Juuni | Juuli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dets. |
|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2004 | 43,26 | 37,00 | 37,18 | 35,00 | 31,60 | 34,00 | 28,00 | 25,00 | 31,00 | 55,08 | 45,76 | 50,25 |
| 2005 | 44,10 | 43,80 | 51,70 | 46,55 | 64,78 | 28,00 | 21,00 | 37,00 | 33,00 | 36,72 | 36,92 | 49,50 |
| 2006 | 59,64 | 39,60 | 50,38 | 46,90 | 37,13 | 33,00 | 27,00 | 25,00 | 26,00 | 28,80 | 38,22 | 30,75 |
| 2007 | 39,90 | 44,40 | 32,78 | 34,65 | 61,62 | 25,00 | 25,00 | 28,00 | 47,00 | 34,56 | 40,56 | 38,50 |



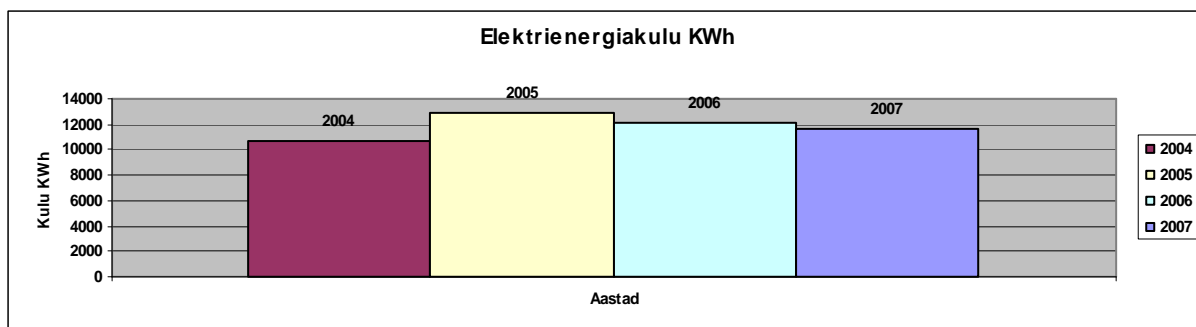
Elektrienergia kulu kuude kaupa, kWh

| Aasta | Jaan. | Veebr. | Märts | Aprill | Mai | Juuni | Juuli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dets. |
|-------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 2004 | 1218,00 | 1079,00 | 1120,00 | 973,00 | 623,00 | 669,00 | 548,00 | 498,00 | 657,00 | 1015,00 | 1128,00 | 1174,00 |
| 2005 | 1398,00 | 1392,00 | 1328,00 | 1014,00 | 759,00 | 759,00 | 603,00 | 768,00 | 1030,00 | 1518,00 | 1358,00 | 938,00 |
| 2006 | 1211,00 | 1158,00 | 951,00 | 1002,00 | 736,00 | 668,00 | 645,00 | 703,00 | 1055,00 | 1132,00 | 1437,00 | 1417,00 |
| 2007 | 1106,00 | 976,00 | 962,00 | 972,00 | 514,00 | 383,00 | 843,00 | 715,00 | 1134,00 | 1265,00 | 1406,00 | 1336,00 |



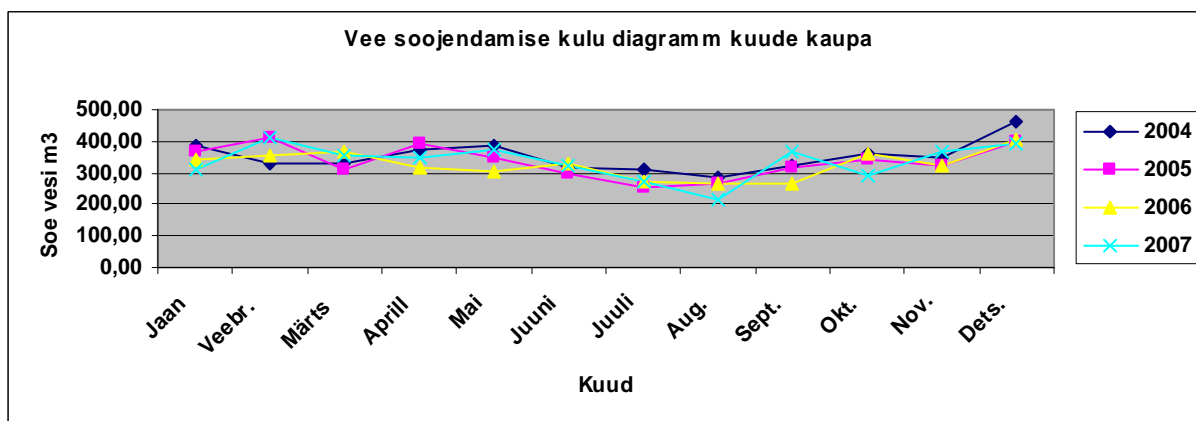
Elektrienergia kulu aastate kaupa, kWh

| Aasta | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| KWh | 10702 | 12865 | 12115 | 11612 |



Vee soojendamise (tegelik) kuude kaupa, m3

| Aasta | Jaan | Veebr. | Märts | Aprill | Mai | Juuni | Juuli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dets. |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2004 | 383,00 | 329,00 | 329,00 | 374,00 | 386,00 | 315,00 | 309,00 | 285,00 | 320,00 | 361,00 | 346,00 | 463,00 |
| 2005 | 370,00 | 414,00 | 307,00 | 391,00 | 346,00 | 299,00 | 253,00 | 268,00 | 319,00 | 341,00 | 324,00 | 398,00 |
| 2006 | 342,00 | 356,00 | 370,00 | 315,00 | 306,00 | 332,00 | 270,00 | 265,00 | 265,00 | 363,00 | 320,00 | 408,00 |
| 2007 | 310,00 | 412,00 | 355,00 | 347,00 | 376,00 | 325,00 | 274,00 | 217,00 | 367,00 | 294,00 | 365,00 | 393,00 |



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.

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

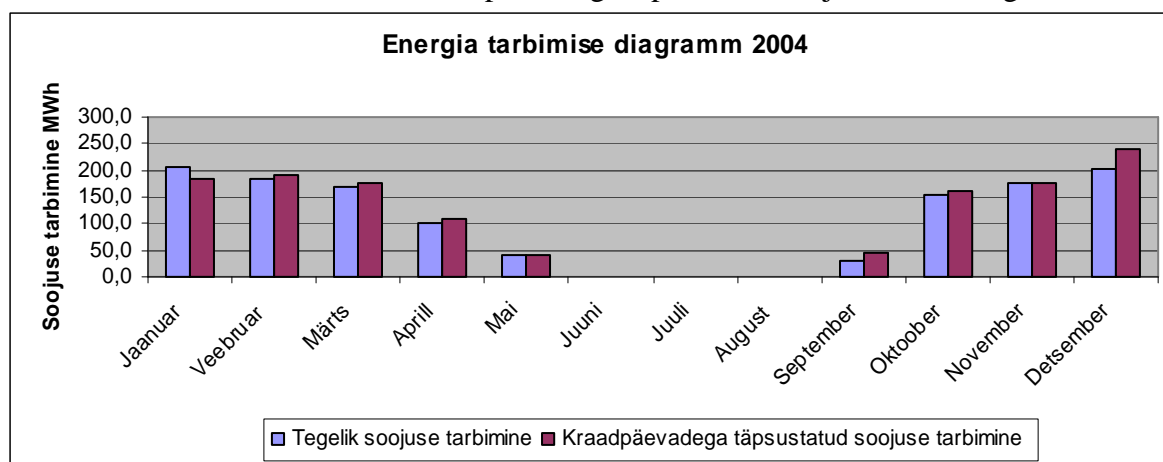
Arvutustemperatuuriks on võetud +17 ° C (tasakaalutemperatuur) .

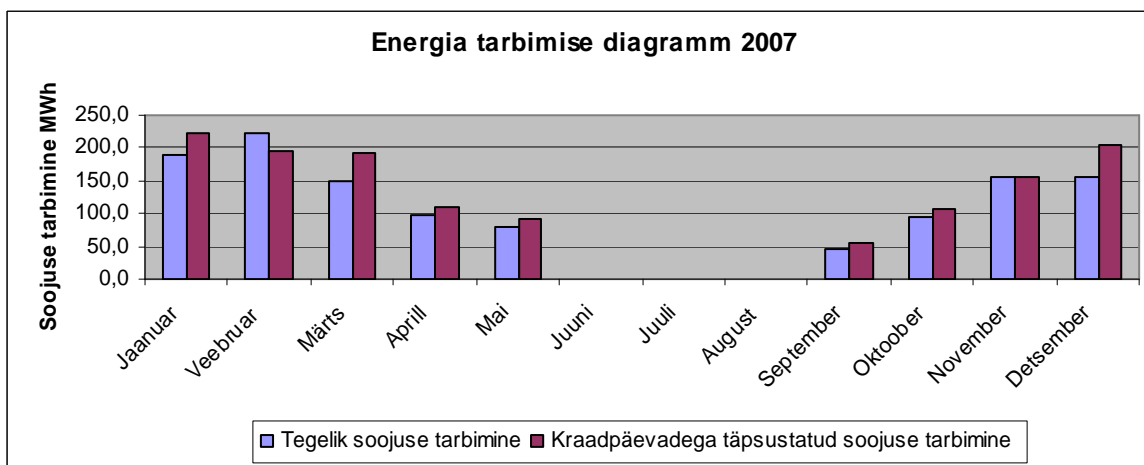
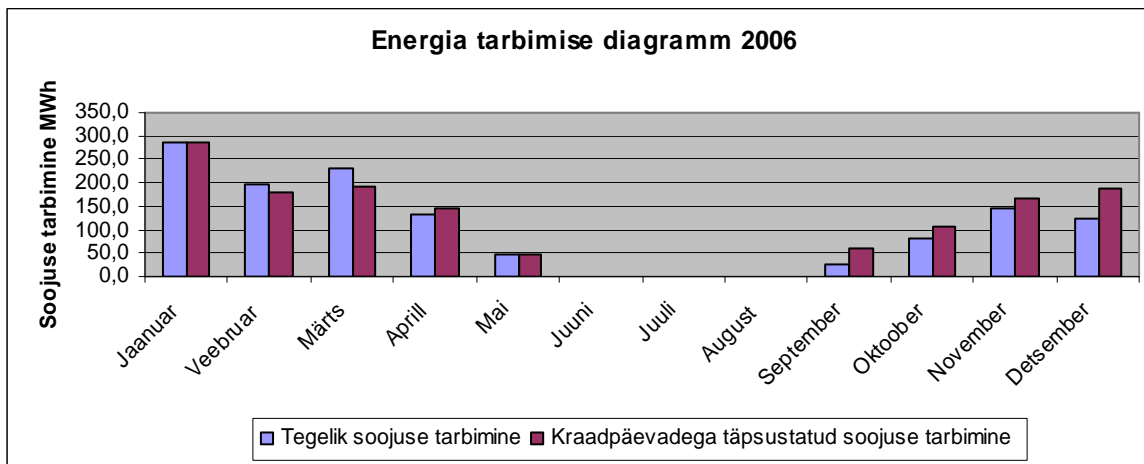
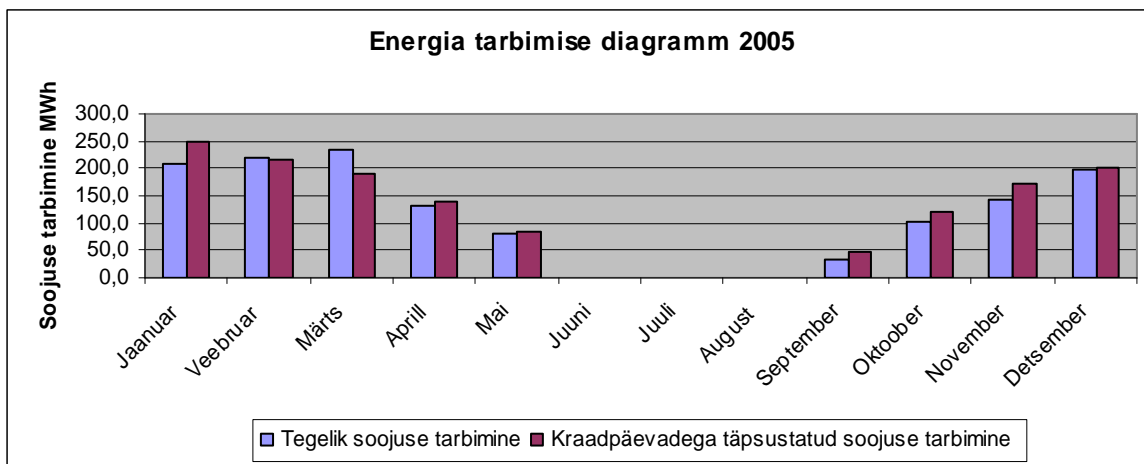
Kraadpäevad mitteköetavates ruumides (kelder jms.):

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 | -21,9 | -11,9 | 38,8 | 15,6 | 1,8 | 0,6 | 31,5 | 14,2 |
| Veebruar | 5,0 | 2,6 | -1,4 | -0,7 | -20,1 | -11,3 | -27,9 | -14,4 |
| Märts | 8,5 | 4,8 | -44,7 | -23,5 | -38,9 | -20,5 | 43,1 | 22,4 |
| Aprill | 10,2 | 9,3 | 6,5 | 4,6 | 11,6 | 8,0 | 9,5 | 8,7 |
| Mai | -0,4 | -0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 3,2 | 12,3 | 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 | 15,7 | 32,2 | 32,0 | 55,2 | 7,4 | 13,7 |
| Oktoober | 7,1 | 4,4 | 18,1 | 15,0 | 25,5 | 24,2 | 10,4 | 9,7 |
| November | 0,7 | 0,4 | 30,1 | 17,5 | 20,5 | 12,2 | -1,6 | -1,1 |
| Detsember | 40,1 | 16,6 | 2,3 | 1,2 | 65,1 | 34,6 | 49,9 | 24,5 |
| Kokku | 62,4 | 4,7 | 66,5 | 4,7 | 99,1 | 7,2 | 134,4 | 10,1 |

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 |
|----------------------------|-----------------------------|--------------------|-------|--|---|------------|
| Konstruksiooni osad | | | | | | |
| A1 | Vundamendi konstruktsioon | r/b madalvundament | 5 | - | - | 1 |
| A2 | Vundamendi hüdroisolatsioon | - | 3 | puudub | võimalusel katta niiskustõkkega ja mastiksiga | 2 |
| A3 | Pandus | asfalt | 1 | amortiseerunud | renoveerida | 2 |
| A4 | Keldri seinad | r/b plokid | 5 | - | katta niiskustõkkega | 2 |
| A5 | Keldri põrand | betoon + killustik | 3 | radoonioht!!! | võimalusel kontrollida tase ja katta graniitkillustikul betooniga | 1 |
| A6 | Keldri aknad | plast | 6 | - | - | 4 |
| A7 | Keldri uksed | puit | 5 | ebahermeetilised | tihendada | 4 |
| A8 | Välisseinad | suurpaneel | 5 | kaks otsaseina soojustatud | soojustada kõik välisseinad | 1 |
| A9 | Välisseina vuugid | tsement | 2 | pragunenud ja osaliselt avanenud | - | 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, sarrus väljas | parandada seguga, värvida | 1 |

| Reakood | Nimetus | Tüüp | Hinne | Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus | Soovitused | Priori-teet |
|---------|--------------------------|-------------------------------------|-------|--|--|-------------|
| A14 | Rõdude katteplekid | - | - | - | - | 2 |
| A15 | Kandvad siseseinad | - | - | - | - | 1 |
| A16 | Trepid | monteeritav r/b | 5 | - | - | 1 |
| A17 | Trepi piirded | metall | 5 | - | - | 1 |
| A18 | Vahelaed | monteeritav r/b | - | - | - | 1 |
| A19 | Katuslagi | monteeritav r/b | - | - | - | 1 |
| A20 | Pööningu ukсед / luugid | tulekindlad | 3 | ebahermeetilised | tihendada | 4 |
| A21 | Katuse soojustus | teadmata | 2 | mitteküllaldane soojuspidavus | paigaldada uus soojus- ja kattekiht | 2 |
| A22 | Katuse kandetarindid | - | - | - | - | 1 |
| A23 | Katusekate | SBS rullkate | 5 | - | paigaldada koos soojustusega uus kate | 2 |
| A24 | Katusekatte tuulutus | ventkorstnad ja tuulutusavad seinas | 4 | - | uue soojustusega paigaldada tuulutusüsteem | 3 |
| A25 | Räästakastid | - | - | - | - | 2 |
| A26 | Vihmaveerennid- ja torud | - | - | - | - | 2 |
| A27 | Katteplekid katusel | tsinkplekk | 4 | - | - | 2 |

| Reakood | Nimetus | Tüüp | Hinne | Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus | Soovitused | Prioriteet |
|---------|--------------------------|-------------------|-------|---|---|------------|
| A28 | Korstnad | tellis, r/b plaat | 3 | plaatide katted kohalt ära ja žalusiirestid katki osaliselt | remontida | 3 |
| A29 | Eluruumide aknad | puit ja plast | 4 | puitaknad amortiseerunud osaliselt | võimalusel vahetada tuulutatavate plastakendega | 4 |
| A30 | Trepikodade aknad | plast | 5 | aknapleki seinaga ühendused tihendamata, nurgad avatud | tihendada seguga | 4 |
| A31 | Aknaplekid ja ümb-rus | tsinkplekk | 5 | uutel akendel kohati nurgad avatud | katta seguga seinaga ühenduskohad | 2 |
| A32 | Välisüksed ja vahe-üksed | metall+ puit | 5 | kohati ebahermeetilised | paigaldada kummitihendid | 4 |
| A33 | Korterite uksed | metall ja puit | 5 | - | - | 4 |
| A34 | Trepikoja viimistlus | krohv+värv | 5 | - | - | 5 |
| A35 | Prügišaht | - | 6 | suletud | - | 3 |
| A36 | Lodžad | - | - | - | - | 1 |

Elektrisüsteem

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

| Reakood | Nimetus | Tüüp | Hinne | Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus | Soovitused | Prioriteet |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|-------|--|---|------------|
| B6 | Trepikodade valgustus | korrastatud | 5 | paigaldatud relee, osaliselt jaotuskarbid avatud | korrastada | 3 |
| B7 | Keldri valgustus | olemas | 4 | juhtmed ja valgustid osaliselt amortiseerunud | renoveerida | 3 |
| B8 | Fonolukusüsteem | paigaldatud | 6 | - | - | 3 |
| Küttesüsteem | | | | | | |
| C1 | Soojussõlm | kompaktsoojussõlm | 5 | - | - | 3 |
| C2 | Keldriorustik | terastorustik | 3 | - | renoveerida | 3 |
| C3 | Pööningutorustik | - | - | - | - | 3 |
| C4 | Isolatsioon | vatt + Al ruberoid | 3 | - | koos torude vahetusega paigaldada uus soojustus | 5 |
| C5 | Püstikud | terastorustik | 3 | - | renoveerida | 3 |
| C6 | Sulgarmatuurid | kuulventiilid ja kraanid | 6 | - | - | 3 |
| C7 | Radiaatorid | - | - | - | - | 3 |
| C8 | Soojusvahetid | olemas | 5 | - | - | 3 |
| C9 | Automaatika | olemas | 5 | - | - | 3 |
| Ventilatsioon | | | | | | |
| D1 | Õhu sissepääs | vaba sissepääs akendest | 3 | - | - | 3 |

| Reakood | Nimetus | Tüüp | Hinne | Puudused ning taastatud/ kaasajastatud osade kirjeldus | Soovitused | Prioriteet |
|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------|--|-----------------------------------|------------|
| D2 | Õhu väljapääs | ventkorstnad | 5 | - | puhastada perioodiliselt kanaleid | 3 |
| 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 | - | - | 4 |
| G2 | Keldripõranda alune torustik | malm | 3 | - | võimalusel vahetada | 4 |
| G3 | Püstikud | malm, osaliselt plast | 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 | 6 | - | - | 3 |
| H4 | Turva- ja valgussüsteemid | - | - | - | - | 3 |

| Tulbakood | Statistika | | |
|-----------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| | Hinnete keskmine | Väljakoodide vahemik | Väljade aritmeetiline keskmine |
| K1 | Konstruksioonid | A1 - A37 | 4,2 |
| K2 | Elektrisüsteem | B1 - B7 | 5,1 |
| K3 | Küttesüsteem | C1 - C8 | 4,3 |
| K4 | Ventilatsioon | D1 - D4 | 4,0 |
| K5 | Gaas | E1 - E2 | 0,0 |
| K6 | Vesi | F1 - F6 | 5,8 |
| K7 | Kanaliseatsioon | G1 - G4 | 3,8 |
| K8 | Muud süsteemid | H1 - H4 | 6,0 |
| K9 | Kogu keskmine | A1 - H5 | 4,7 |

| 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) 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 | Hinnangu-line konstr. ühiku hind, kr | Investee-ringumaksumus, kr (konstr. pind x ühiku hind) | Lihttasuvusaeg, aastat |
|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|--|--------------------------------------|--|------------------------|
| Katuslae soojustamine | 89,1 | 16,3 | 72,8 | 31 366 | 855 | 671 261 | 21,4 |
| Keldrilae soojustamine | 30,5 | 10,9 | 19,6 | 8 447 | 350 | 267 610 | 31,7 |

| Piire või selle osa | Soojuskaod enne, MWh/a | Soojuskaod pärast, MWh/a | Soojussääst 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 | 239,4 | 65,1 | 174,3 | 75 109 | 1 014 | 2 490 891 | 33,2 |
| Sokli soojustamine | 8,2 | 2,1 | 6,1 | 2 634 | 741 | 91 365 | 34,7 |
| K O K K U | 367,2 | 94,4 | 272,8 | 117 557 | | 3 521 127 | 30,0 |
| Kehtiv soojusenergia hind arvutustel: | | | | 430,91 | 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 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 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 ² : | 785 | Konstruktsiooni pindala, m ² : | 785 |
| 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:

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

$$Q_{er} = 1,2 \times 785 \times 3942 \times 24 / 1000 = 89,13 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,22 \times 785 \times 3942 \times 24 / 1000 = 16,34 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 72,79 \text{ MWh / a}$$

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 : | 765 | Konstruktiooni pindala, m ² : | 765 |
| Isolatsioonimaterjali tüüp: | puudub | Lisa isolatsioonimat. | klaasvillplaat |
| | | Isolatsiooni paksus, mm: | 150 |
| U-väärtus, alg: | 0,70 (m ² °C) | U-väärtus, uus: | 0,25 (m ² °C) |

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 0,7 \times 765 \times 2374 \times 24 / 1000 = 30,49 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,25 \times 765 \times 2374 \times 24 / 1000 = 10,89 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 19,60 \text{ MWh / a}$$

5.2. VÄLISUKSED

Üheks olulisemaks kriteeriumiks uue välisukse valikul on kindlasti soojapidavus. Soojustuskihit 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 meeles 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 ukسلeng 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.

| Enne rekonstrueerimist | | Peale rekonstrueerimist | |
|--|--------------------------|--|----------------------------|
| Konstruktsooni pindala, m ² | 22,8 | Konstruktsooni pindala, m ² | 22,8 |
| Ukse tüüp: | puit | Ukse tüüp: | soojustatud turvametalluks |
| Õhuvahetuse kordus: | 0,65 | Õhuvahetuse kordus: | 0,50 |
| U-väärtus, alg: | 1,8 W/(m ² C) | U-väärtus, uus: | 1,4 W/(m ² C) |

Soojusjuhtivuskaod enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 1,8 \times 22,8 \times 3942 \times 24 / 1000 = 3,88 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 1,4 \times 22,8 \times 3942 \times 24 / 1000 = 3,02 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 0,86 \text{ MWh / a}$$

5.3. 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 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 : | 2457 | Konstruktsiooni pindala, m ² : | 2457 |
| Isolatsioonimaterjali tüüp: | puudub | Lisa isolatsioonimaterjal, mm : | 2*50 peno-plast + 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) |

Soojusjuhtivuskao enne renoveerimist:

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

$$Q_{er} = 1,0 \times 2457 \times 3942 \times 24 / 1000 = 239,38 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskao peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,28 \times 2457 \times 3942 \times 24 / 1000 = 65,07 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 174,30 \text{ MWh / a}$$

5.4. 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 ² | 123 | Konstruktsiooni pindala, m ² | 123 |
| Isolatsioonimaterjali tüüp: | puudub | Lisa isolatsioonimaterjal : | 50 penoplast + mineraalne krohv ja värv |
| Konstruktsiooni 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:

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

$$Q_{er} = 1,2 \times 123 \times 2374 \times 24 / 1000 = 8,22 \text{ MWh / a}$$

Soojusjuhtivuskaod peale rekonstrueerimist:

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

$$Q_{pr} = 0,30 \times 123 \times 2374 \times 24 / 1000 = 2,11 \text{ MWh / a}$$

$$\text{Soojussääst: } Q_{er} - Q_{pr} = 6,11 \text{ MWh / a}$$

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 kokkuhoiuks 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 lisasojustamine 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;**
- **seinte ja konstruktsioonide soojustamine;**

- **keldri- ja koridoriuste 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 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 köetud. 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 soovitav 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 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 ² | W/ (m ² °C) | MWh/a |
| Sokkel (- avatäited) | 123,3 | 1,17 | 8,22 |
| Keldri lagi | 764,6 | 0,70 | 30,49 |
| Keldri aknad | 40,6 | 1,90 | 4,40 |
| Välisseinad (- aknad, rõdud) | 2102,5 | 1,03 | 204,88 |
| Otsaseinad | 354,0 | 1,03 | 34,50 |
| Otsaseinad (soojust.) | 708,0 | 0,28 | 18,76 |
| Trepikoja aknad | 129,6 | 1,90 | 23,30 |
| Korterite aknad, vanad | 480,6 | 2,80 | 127,31 |
| Korterite aknad, uued | 729,3 | 1,60 | 110,40 |
| Hoone välisüksed | 22,8 | 1,80 | 3,88 |
| Katuslagi | 785,1 | 1,20 | 89,13 |

Soojusjuhtivuskaod piiretes aastas :

655,26

9.2. ÕHUVAHETUSE (VENTILATSIOONI) KULUD PIIRETEST

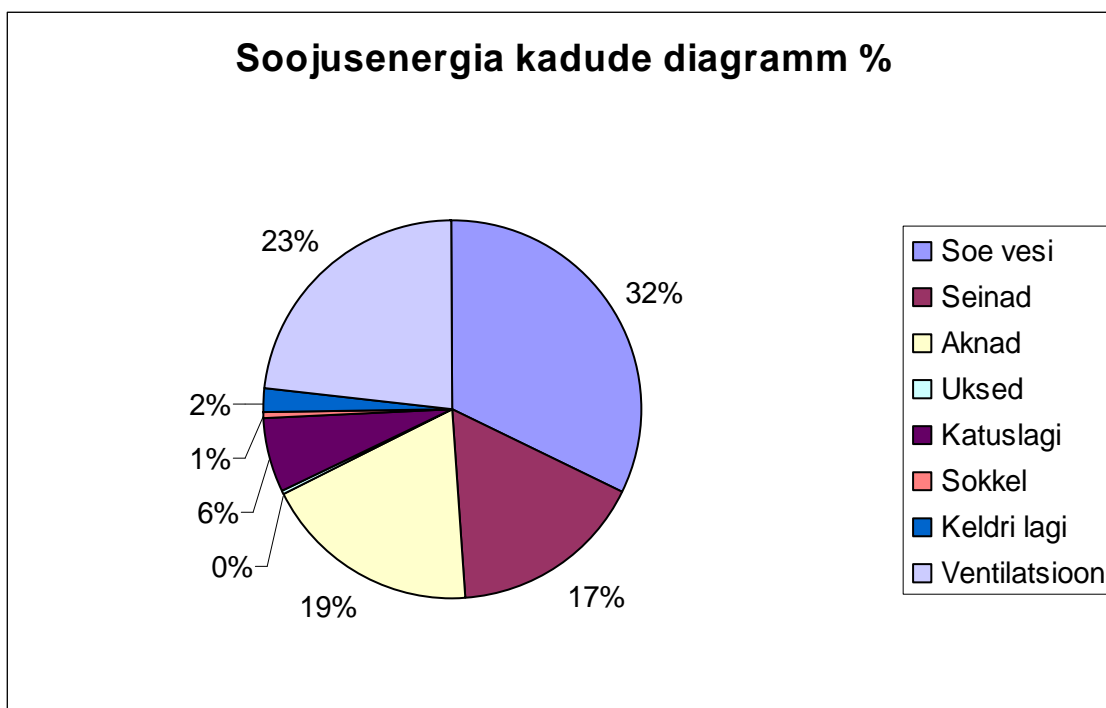
Määrame õhuvahetuse tõttu läbi piirete toimuvad soojuskaod:

| Piirde nimetus | Ruumala, V | Õhuvahetuse kordus | Q |
|---|----------------|-----------------------|--------|
| | m ³ | n= | MWh/a |
| Kelder (- aknad) | 1804,5 | 0,65 | 22,72 |
| Trepikoda (- aknad) | 2378,6 | 1,00 | 76,51 |
| Korterid (- aknad ja rõdu-uksed, vanad) | 6396,9 | 0,60 | 123,46 |
| Korterid (- aknad ja rõdu-uksed, uued) | 9707,2 | 0,35 | 109,29 |

Soojusjuhtivuskaod seoses õhuvahetusega : 331,98

9.3. HOONE ENERGIABILANSS

| | | |
|--|--|------------------|
| Hoonesse antud energia = Soojuse kogukulu arvestite järgi | | MWh |
| -soojusenergia * | $Q_{\text{küte}}$ | = 1352,50 |
| - elektrienergia * | Q_{elekter} | = 11,82 |
| | $Q_{\text{kogukulu (arvestid)}}$ | = 1364,32 |
| * Q-d arvatud 4 aasta kaalutud keskmisena | | |
| Hoonest väljunud energia = Soojuskadude kogukulu | | MWh |
| - piirete kaod | Q_{piired} | = 655,26 |
| - õhuvahetuse kaod | $Q_{\text{õhuvahetus}}$ | = 331,98 |
| - sooja vee kaod | $Q_{\text{soe vesi}}$ | = 460,15 |
| | $Q_{\text{kogukulu (kaod)}}$ | = 1447,39 |
| | Soojusbilansi tulem ± | -83,07 |



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- 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 InsideIR tarkvara abil töödeldud. Ülevaatuse eesmär- giks oli leida soojuslekked hoone piiretes (konstruktsioonides) ning anda tehniline hinnang nende- le.

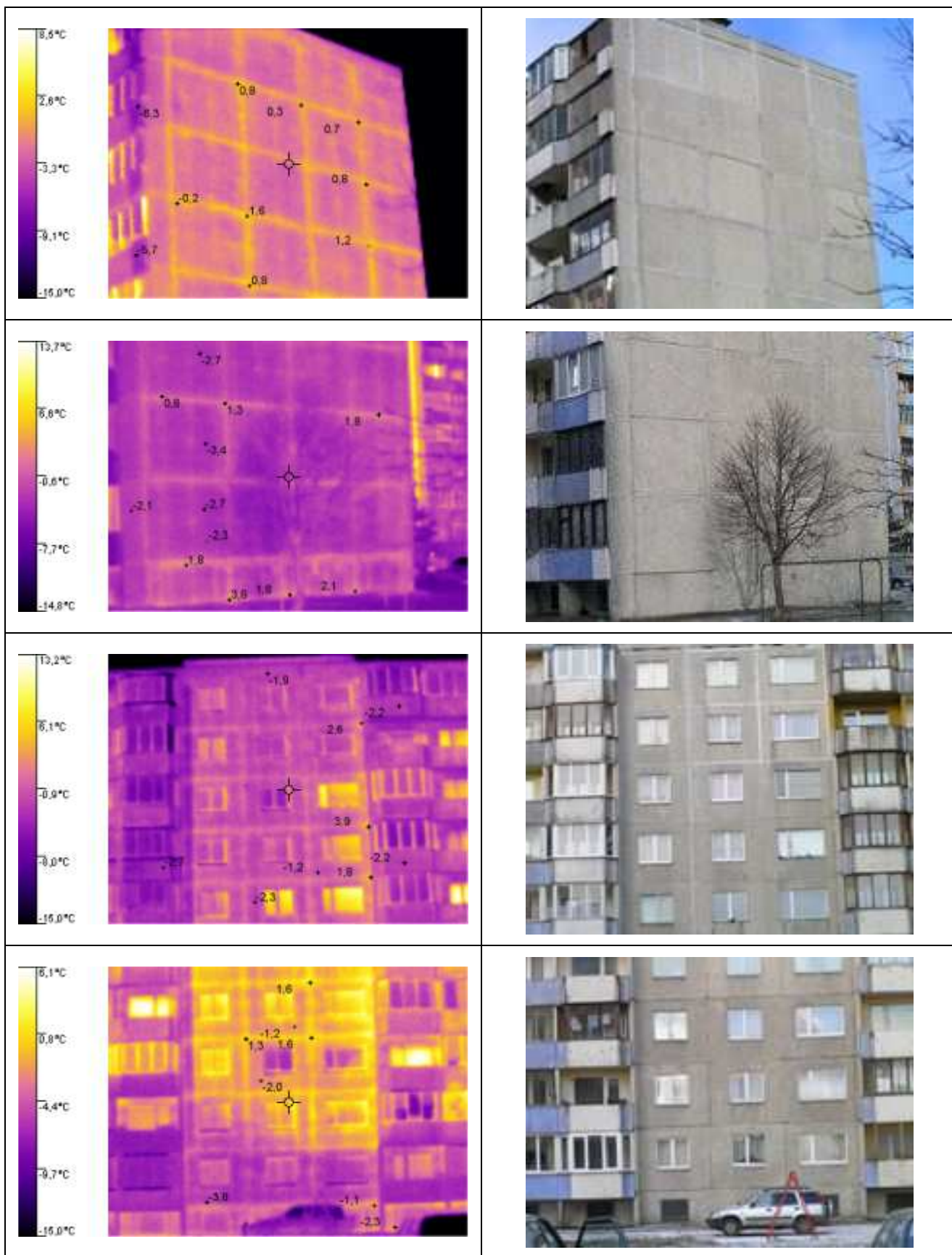
Iga termopilti dubleerib ka digi-fotoaparaadiga tehtud pilt objektist, et paremini aru saada termo- kaameraga mõõdetud objektist. Termopildi vasakus ääres on skaala, mis näitab, milline värvigam- ma vastavat mõõdetud temperatuuri iseloomustab. Välistingimustes tehtud pildidel, mida heledam on värvigamma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

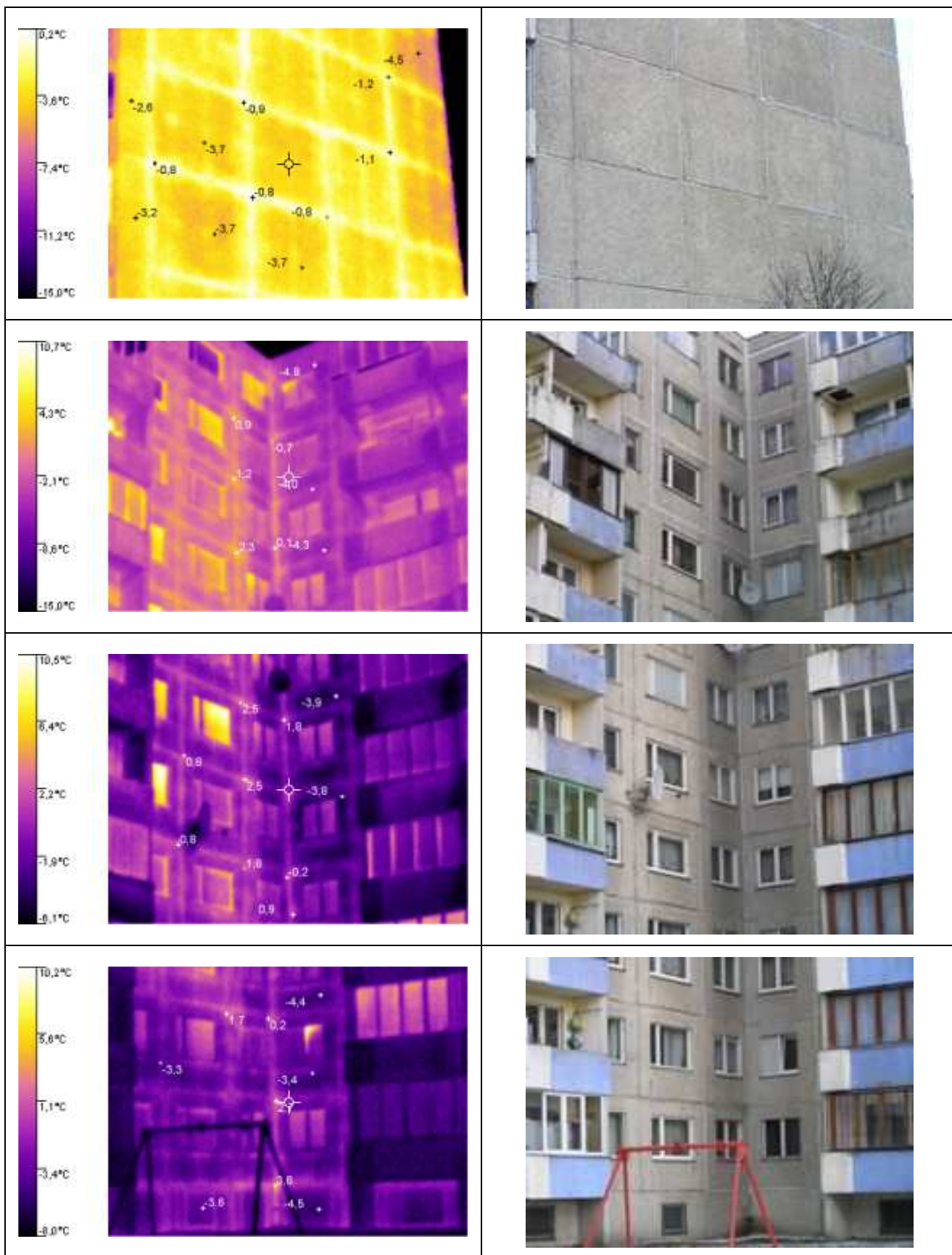
värvigamma, seda madalam on temperatuur, seega halvem konstruktsiooni soojuspidavus. Erinevate materjalide termopildistusel on arvestatud ka nende emissiooni tegurit, sest iga materjal peegeldab erinevalt kiiri. Peale termokaamera oli kasutusel ka digitaaltermomeeter TH 3050 sise- ja väli-temperatuuride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

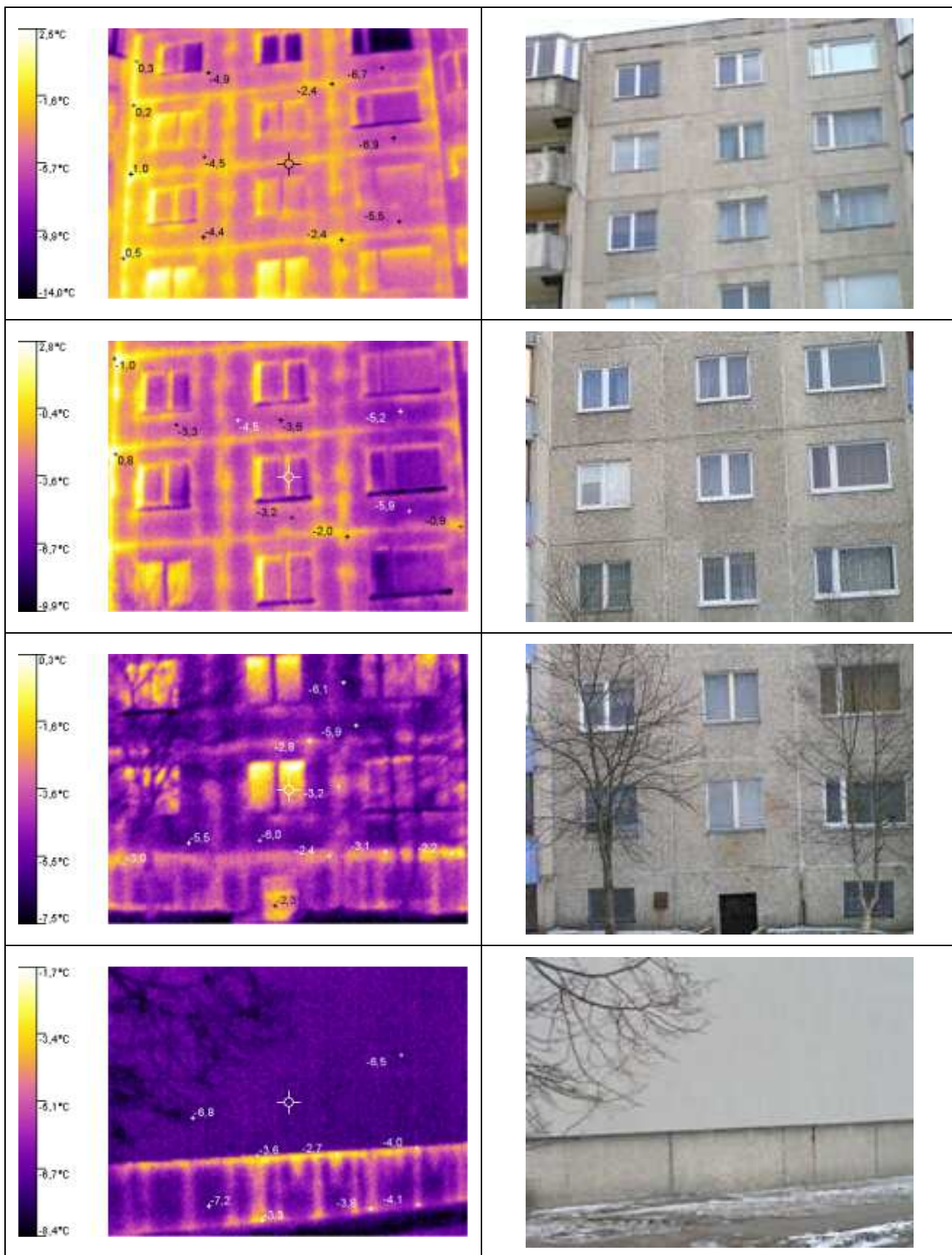
Termokaameraga mõõtmispäeval 15. 02. 2008 oli:

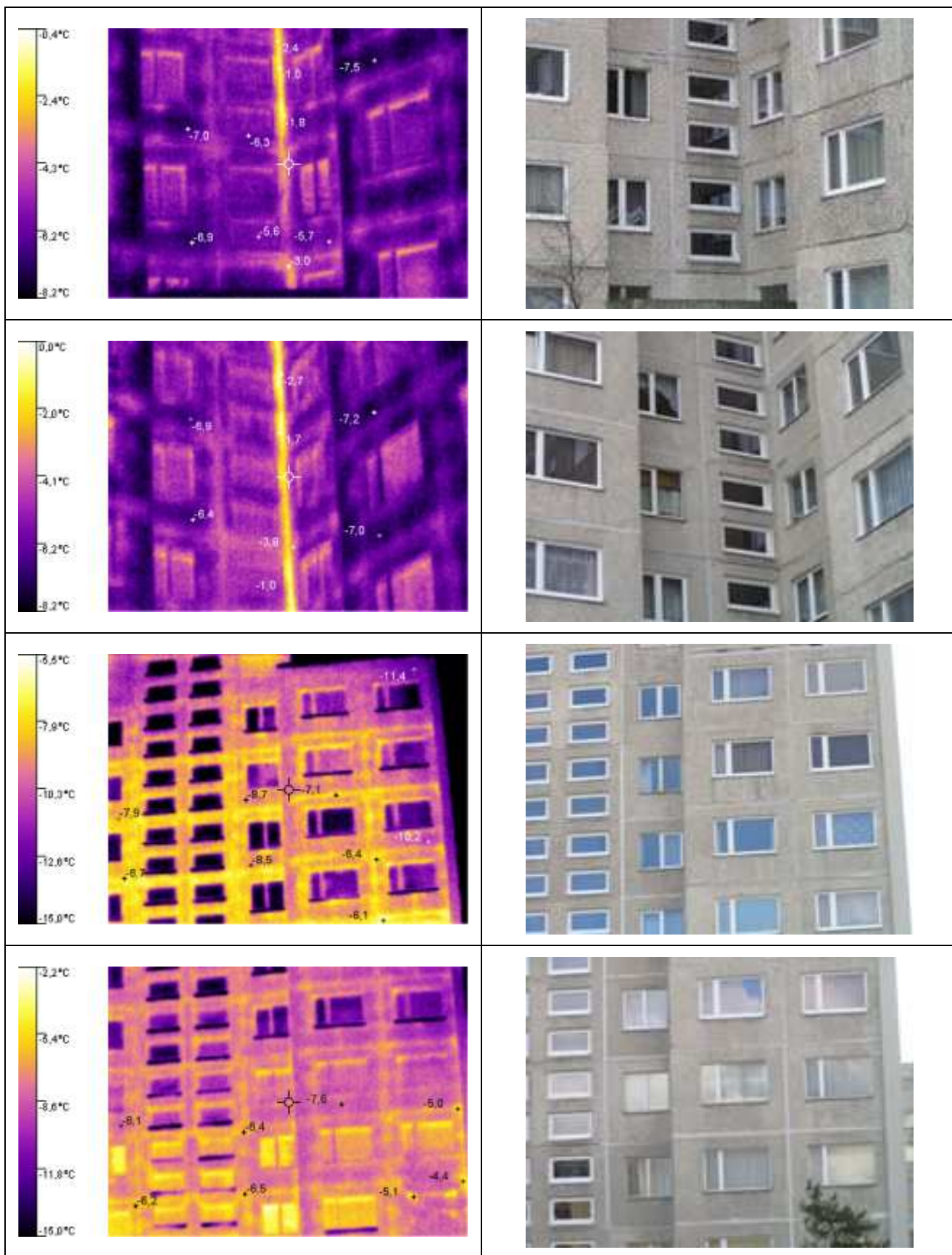
| | |
|--------------------|----------|
| Välistemperatuur | -5,3 ° C |
| Sisetemperatuurid: | |
| - koridor | 14,6 ° C |
| - kelder | 13,1 ° C |
| Õhuniiskus | 58,0 % |
| Õhu kiirus | 14,0 m/s |

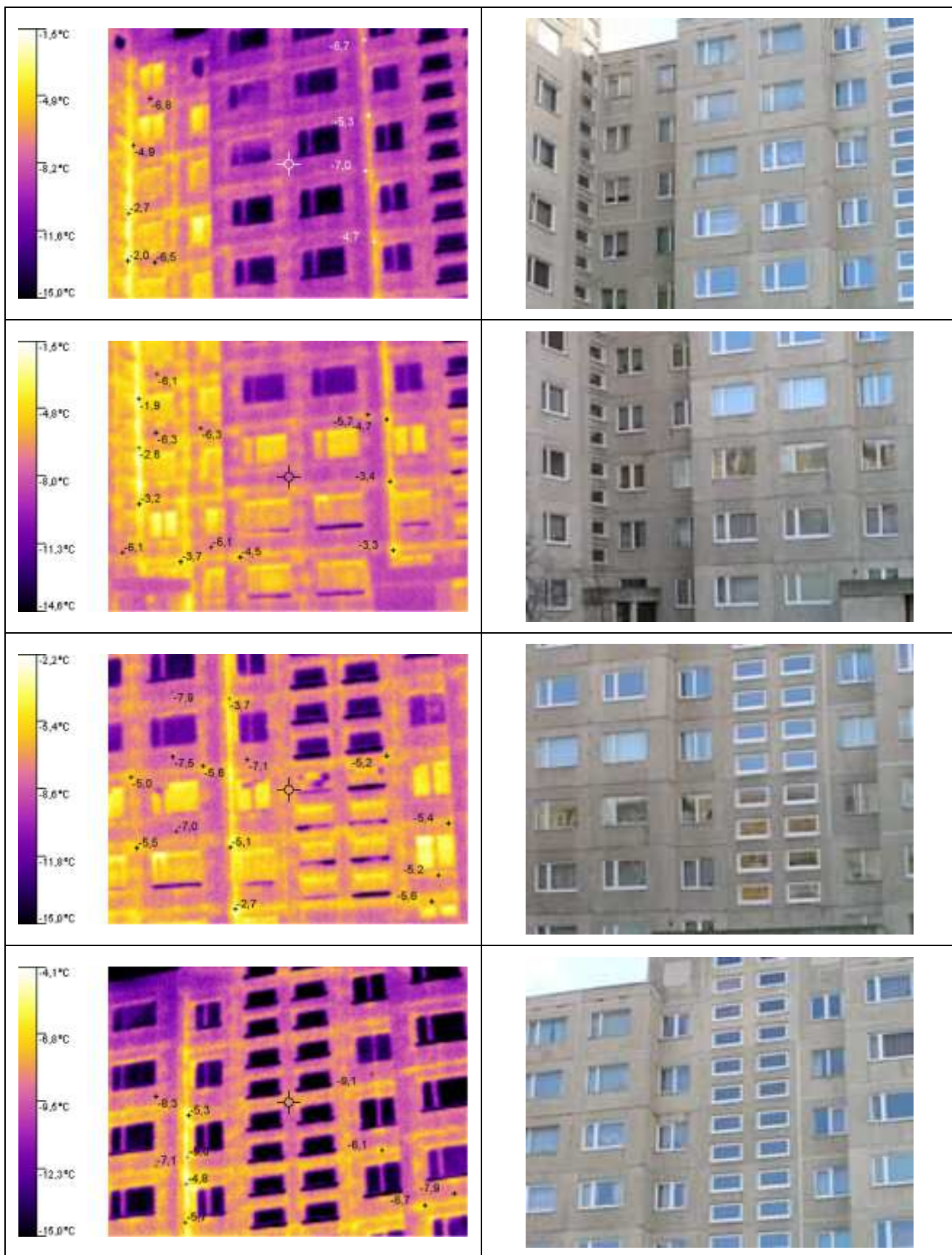
11. TERMOPILDID

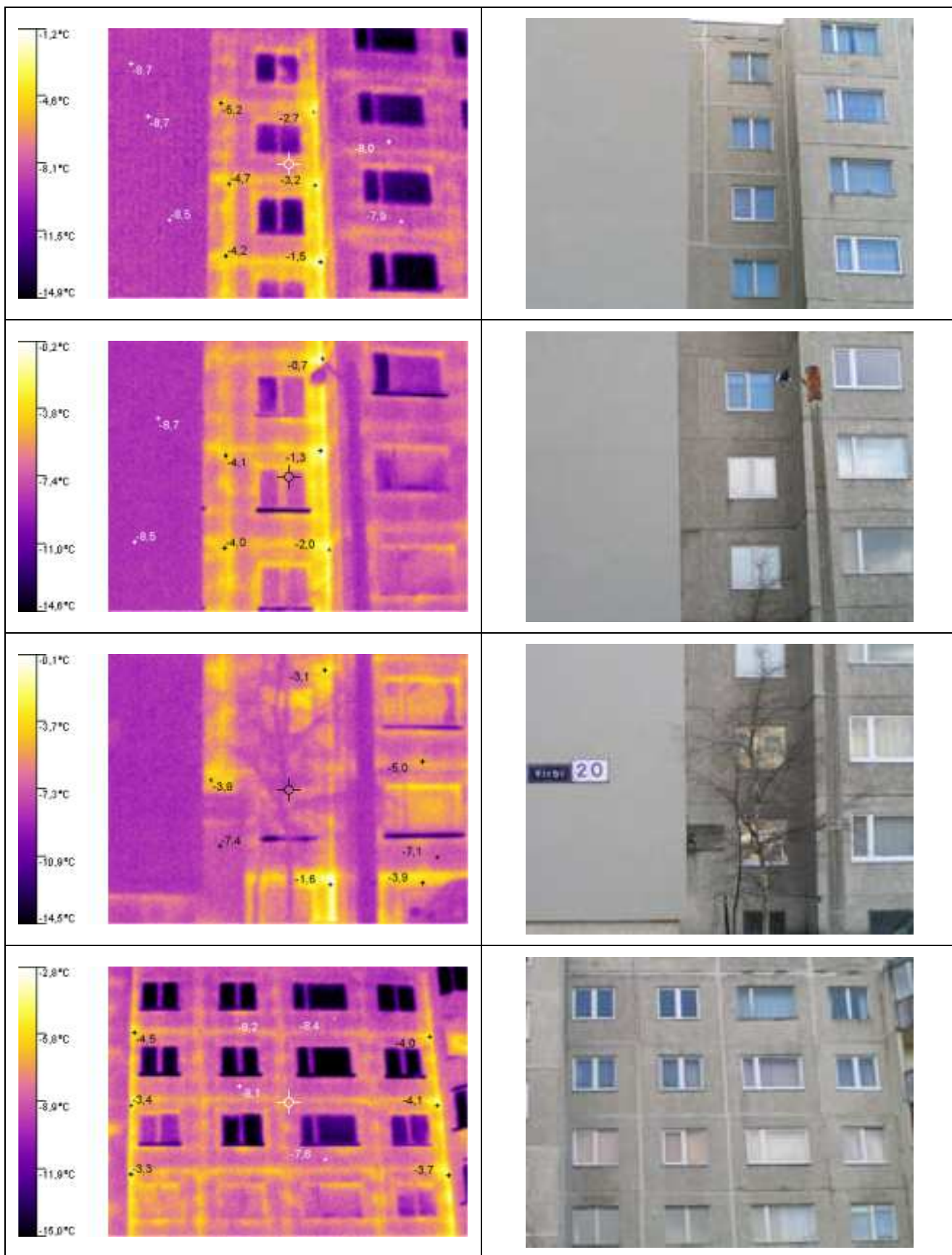


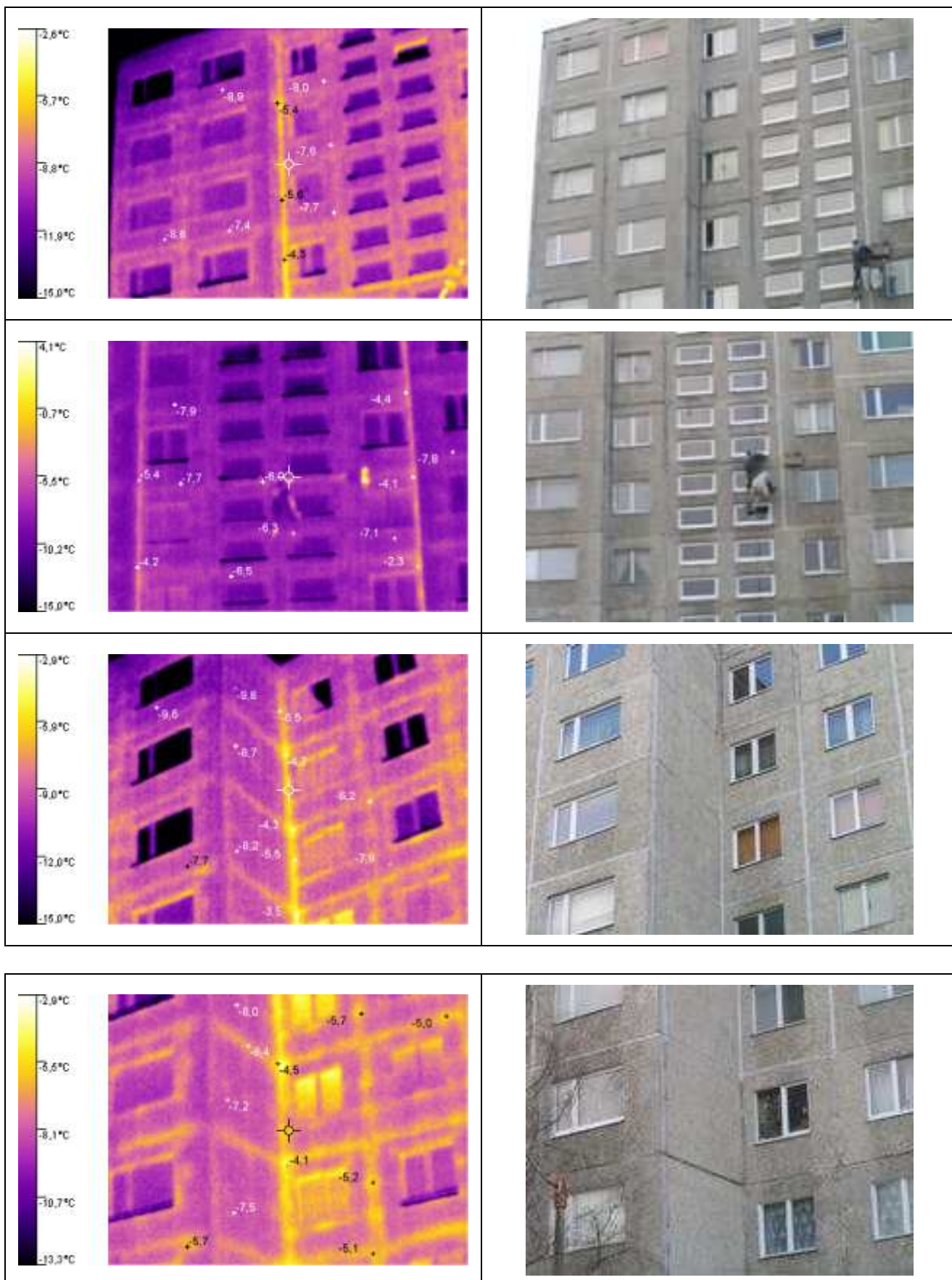


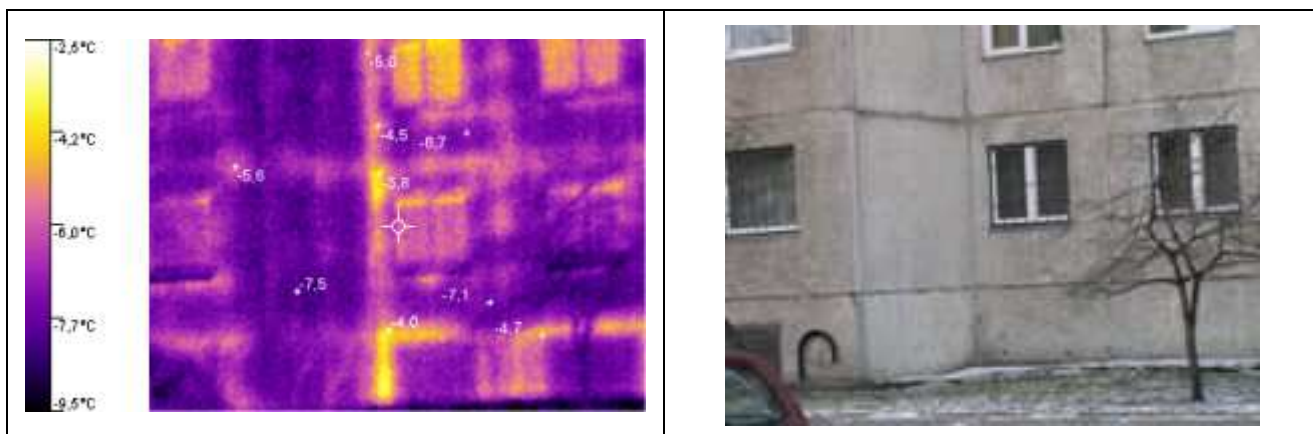












11.1. PROFILID

