



1918

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL**

KESKKONNATEHNIKA INSTITUUT

**Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi  
tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste  
muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele**

**Lõpparuanne**

TTÜ keskkonnatehnika instituudi direktor Enn Loigu.....31.10.2012

TTÜ kütte ja ventilatsiooni õppetooli juhataja Teet-Andrus Kõiv .....31.10.2012

**Tallinn 2012**

<b>1. Sisukord</b>	
<b>1. Sisukord</b>	<b>2</b>
<b>2. Sissejuhatus</b>	<b>4</b>
2.1 Objektide valimi kirjeldus	4
2.2 Uuringu kirjeldus	4
<b>3. Allokaatorite kasutamisest</b>	<b>5</b>
<b>4. Uuritavate objektide kirjeldused</b>	<b>6</b>
4.1 Hoonete kirjeldus	<b>6</b>
4.1.1 Sisekliima monitooring	6
4.1.2 Arvutusmodelite valideerimine	6
4.2 9-korruseline suurpaneel lamu	<b>7</b>
4.2.1 Energiatarbimine	8
4.2.2 Sisekliima monitooring	8
4.2.3 Arvutusmodeli kirjeldus	9
4.2.4 Tarbitud ja simuleeritud küttekulu võrdlus	11
4.3 4-korruseline telliselamu	<b>11</b>
4.3.1 Energiatarbimine	12
4.3.2 Sisekliima monitooring	12
4.3.3 Arvutusmodeli kirjeldus	14
4.3.4 Tarbitud ja simuleeritud küttekulu võrdlus	16
4.4 5-korruseline telliselamu	<b>16</b>
4.4.1 Energiatarbimine	17
4.4.2 Sisekliima monitooring	17
4.4.3 Arvutusmodeli kirjeldus	18
4.4.4 Tarbitud ja simuleeritud küttekulu võrdlus	20
4.5 5-korruseline suurpaneel lamu	<b>21</b>
4.5.1 Energiatarbimine	21
4.5.2 Arvutusmodeli kirjeldus	21
4.5.3 Tarbitud ja simuleeritud küttekulu võrdlus	23
4.6 3-korruseline telliselamu	<b>23</b>
4.6.1 Energiatarbimine	23
4.6.2 Sisekliima monitooring	24
4.6.3 Arvutusmodeli kirjeldus	24
4.6.4 Tarbitud ja simuleeritud küttekulu võrdlus	25
4.7 5-korruseline gaasbetoonist suurpaneel lamu	<b>25</b>
4.7.1 Energiatarbimine	26
4.7.2 Sisekliima monitooring	26
4.7.3 Arvutusmodeli kirjeldus	26
<b>5. Mõõdetud küttekulu andmete analüüs</b>	<b>28</b>
5.1 9-korruseline suurpaneel lamu	<b>28</b>
5.2 4-korruseline telliselamu	<b>31</b>
5.3 5-korruseline telliselamu	<b>33</b>
5.4 5-korruseline suurpaneel lamu	<b>35</b>
5.5 3-korruseline telliselamu	<b>37</b>
5.6 5-korruseline gaasbetoonist suurpaneel lamu	<b>39</b>
<b>6. Küsitlustulemuste analüüs</b>	<b>43</b>
6.1 9-korruseline suurpaneel lamu	<b>43</b>

<b>6.2</b>	<b>4-korruseline telliselamu</b>	<b>44</b>
<b>6.3</b>	<b>5-korruseline telliselamu</b>	<b>46</b>
<b>6.4</b>	<b>5-korruseline suurpaneelamu</b>	<b>47</b>
<b>6.5</b>	<b>3-korruseline telliselamu</b>	<b>48</b>
<b>7.</b>	<b>Energiasimulatsioonid</b>	<b>49</b>
<b>7.1</b>	<b>Dünaamilise energiasimulatsiooni variantide kirjeldused</b>	<b>49</b>
7.1.1	Renoveeritud olukord, kus energiatõhususklass on D	49
7.1.2	Renoveeritud olukord, kus energiatõhususklass on C	49
7.1.3	Renoveerimata olukord, kus 75% aknaid on vahetatud	49
<b>7.2</b>	<b>Hoonete arvutuslikud energiatarbimised</b>	<b>49</b>
<b>7.3</b>	<b>Korterite küttekulude erinevused</b>	<b>51</b>
<b>7.4</b>	<b>9-korruseline suurpaneelamu</b>	<b>54</b>
<b>7.5</b>	<b>4-korruseline telliselamu</b>	<b>58</b>
<b>7.6</b>	<b>5-korruseline telliselamu</b>	<b>59</b>
<b>7.7</b>	<b>5-korruseline paneelamu</b>	<b>62</b>
<b>7.8</b>	<b>3-korruseline telliselamu</b>	<b>63</b>
<b>7.9</b>	<b>5-korruseline gaasbetoonist suurpaneelamu</b>	<b>68</b>
<b>8.</b>	<b>Korterite vahelise soojusülekanne analüüs</b>	<b>72</b>
<b>8.1</b>	<b>9-korruseline suurpaneelamu</b>	<b>72</b>
8.1.1	Arvutusmudeli kirjeldus	72
8.1.2	Küttekulude analüüs	74
8.1.3	Korteri mõju hoone summaarsele küttekulule	87
<b>8.2</b>	<b>4-korruseline telliselamu</b>	<b>90</b>
8.2.1	Arvutusmudeli kirjeldus	90
8.2.2	Küttekulude analüüs	91
8.2.3	Korteri mõju hoone summaarsele küttekulule	103
8.2.4	Kütmata korterite sisetemperatuur	104
<b>8.3</b>	<b>5-korruseline telliselamu</b>	<b>106</b>
8.3.1	Arvutusmudeli kirjeldus	106
8.3.2	Küttekulude analüüs	108
8.3.3	Korteri mõju hoone summaarsele küttekulule	121
8.3.4	Kütmata korterite sisetemperatuur	122
<b>8.4</b>	<b>5-korruseline suurpaneelamu</b>	<b>123</b>
8.4.1	Arvutusmudeli kirjeldus	123
8.4.2	Küttekulude analüüs	124
8.4.3	Korteri mõju hoone summaarsele küttekulule	137
8.4.4	Kütmata korterite sisetemperatuur	138
<b>8.5</b>	<b>3-korruseline telliselamu</b>	<b>140</b>
8.5.1	Arvutusmudeli kirjeldus	140
8.5.2	Küttekulude analüüs	141
8.5.3	Korteri mõju hoone summaarsele küttekulule	154
8.5.4	Kütmata korterite sisetemperatuur	155
<b>8.6</b>	<b>5-korruseline gaasbetoonelamu</b>	<b>157</b>
8.6.1	Arvutusmudeli kirjeldus	157
8.6.2	Küttekulude analüüs	158
8.6.3	Korteri mõju hoone summaarsele küttekulule	171
8.6.4	Kütmata korterite sisetemperatuur	172
<b>9.</b>	<b>Kokkuvõte</b>	<b>174</b>
	LISA 1 176	

## 2. Sissejuhatus

### 2.1 Objektide valimi kirjeldus

Uurimistöösse valiti kuute tüüpi korterelamuid.

Suurpaneelilamutest

5-korruseline 121 tüüpi elamu

9-korruseline 464 tüüpi elamu

5-korruseline gaasbetoonist paneelilamu (nn Tartu maja).

Telliselamutest

5-korruseline 80-ndate tüüpelamu keraamilistest tellistest

4-korruseline 60-ndate tüüpkorterelamu I-317

3-korruseline EKE- tüüpi korterelamu.

Valimi aluseks oli TTÜ ja Kredexi vahel kokku lepitud hoonetüübid ning asjaolu, et hoonetes pidi olema individuaalne küttekulu mõõtmine.

### 2.2 Uuringu kirjeldus

Uuringu põhiülesandeks oli määrata küttekulu jaoturitega – allokaatoritega – kortermajadele sobiv muutuv- ja püsikulude suhe ja leida ka korteri asendist sõltuvad parandustegurid.

Allokaatorite muutuv- ja püsikulude suhte ning korteri asendist sõltuva parandusteguri leidmiseks analüüsiti korterite kaupa olemasolevate valimisse kuuluvate hoonete reaalseid küttekulu andmeid. Kolmes korterelamus mõõdeti ka sisekliimat.

Kõikides uuritavates majades viidi läbi elanike küsitlus. Eesmärgiks oli teada saada, kuidas tunnetavad elanikud allokaatoritest tulenevat kokkuhoidu ning kuidas on muutunud termostaatventiilide reguleerimise harjumused.

Kõikide elamute kohta tehti energiasimulatsioonid, kus iga korter moodustas eraldi tsooni. Dünaamilise simulatsiooni eesmärgiks oli analüüsida hoone tegelikku ning arvutuslikku energiatarbimist ning hinnata hoonete puhul erineva renoveerimisastme mõju parandustegurite kasutamisele ning püsi- ja muutuvkulude suhtele.

Uuritud on naabrikütte mõju ja sellega seonduvat küttekulu suurenemist väljalülitatud küttega korterinaabrite juures.

Lühihinnang on antud küttekehadele paigaldatud allokaatorite kasutamisele korterite küttekulude määramiseks.

Uuringus osalesid doktorandid Martin Thalfeldt, Anti Hamburg, Allan Hani, magistrandid Jevgeni Fadejev, Imre Hõrak, Marek Karja, konsuldandina Teet Tark. Uuringu juht oli Teet-Andrus Kõiv.

### 3. Allokaatorite kasutamisest

Allokaatorite kasutamist reguleerib standard EVS-EN 834 „Soojuse maksumuse jaoturid ruumide soojendusradiaatorite tarbimise määramiseks. Elektrienergiavarustusega seadmed“.

Standardi kohaselt võimaldab soojuse kulujaotur määrata ainult iga küttekeha osa hoone üldises soojustarbimises.

Allokaatorite kasutamisel peab soojussõlm (katlamaja) olema varustatud temperatuuri regulaatoriga, mis reguleerib vee temperatuuri vastavalt välisõhu temperatuurile.

Allokaatoreid ei kasutata aurküttekehadel, põrand- ja lagiküttel ja teistel juhtudel (täpsemalt vaata standard EVS-EN 834).

Allokaatorid sobivad kasutamiseks paneelradiaatoritel, ribiradiaatoritel, AI-radiaatoritel, konvektoritel, terastoru küttekehadel. Allokaatorite konkreetset paigaldusjuhised ja osakaalude määramiseks vajalikud empiirilised parandustegurid annavad allokaatorite tarnefirmad.

Purmo Air radiaatorite ja allokaatorite koostoime vajab täiendavat uurimist ning enne nende kasutamist tuleks konsulteerida nii radiaatori tootjate/müüjate kui ka allokaatorite paigaldajate/tootjatega.

On allokaatoreid, mille korpuses on 1 või 2 temperatuuriandurit. Kahe temperatuurianduri korral on üks pinnatemperatuuri ja teine õhutemperatuuri andur. Lisaks on ka seadmeid korpusest eemale viidud õhutemperatuuri anduriga. Nende täpsus on suurem. Eestis ei ole eemale viidud õhutemperatuuri anduriga allokaatoreid kasutusel leidnud.

Allokaatorite kasutamisel peavad olema määratud radiaatori tüüp, dimensioonid, võimsus, paigaldus- ja ühendusviis, samuti ruumiõhu arvutuslik temperatuur. Nende andmete järgi määratakse empiiriliste parandustegurite väärtused.

Küttekehade tarbimist iseloomustava osakaalu määramiseks kasutatakse lisaks allokaatori lugemile vastavaid empiirilisi parandustegureid.

Tuleb märkida, et probleemseks muutub allokaatorite kasutamine hoonetes, kus on erinevad küttekehad, aga ka olukorras, kus küttekehad on üle dimensioonitud. Näiteks olukorras, kus küttesüsteem on uuendatud enne piirdetarindite renoveerimist ja uuele küttegaafikule ei ole üle mindud.

Ka ühetoru küttesüsteemide korral on allokaatorite kasutamine problemaatiline.

Omaette küsimus on korterivaldajate käitumine allokaatoritega majades. Asi on selles, et sageli hakatakse küttekulude vähendamiseks alandama õhuvahetust. Niisugune elanike käitumine on tüüpiline, kui kasutatakse ventilatsiooni värskõhuklappe. Kui loomuliku ventilatsiooni ja mehaanilise väljatõmbeventilatsiooni korral värskõhuklappide sulgemine viib eeskätt õhu kvaliteedi halvenemisele, siis väljatõmbeõhu soojuspumba kasutamisel viib see soojustagastussüsteemi efektiivsuse olulisele langemisele, mis tähendab ühtlasi väljatõmbeõhu soojuspumba COP langust. Olulise languse korral muutub taoline soojustagastussüsteem mõttetuks. Niisugust õhuvahetuse vähendamist stimuleerib küttekehade allokaatorite muutuvkulude kõrge osakaal. Olulist infot allokaatorite võimaliku kasutamise kohta värskõhuklappidega korterites peaksid andma SA Kredexi poolt kavandatud uurimistööd renoveerimismeetmete tõhususe kontrolli kohta kortermajades.

Töö käigus toimus infovahetus allokaatoreid paigaldava ja teenidava firmaga AGR (esindaja Kalmer Kips). Firma määrab kaalumistegurid olenevalt ruumi asukohast elamus ja soovitab ühistul võtta muutuvkulude osaks (määratakse allokaatorite järgi) mitte rohkem kui 30%.

## 4. Uuritavate objektide kirjeldused

### 4.1 Hoonete kirjeldus

Uuringus raames analüüsiti kokku kuue kortermaja energiatarbimist nii korterite kaupa kui ka tervikuna. Hoonetest kolm olid paneelelamud ning kolm telliselamud. Paneelelamute hulgas olid 5- ja 9-korruselised suurpaneelelamud, Tartu maja ja telliselamutest olid valitud 4- ja 5-korruselised kortermajad, ning EKE-tüüpi 3-korruseline korterelamu, mille täpsemad kirjeldused on toodud allpool.

Kõigis korterelamutes on kasutusel korterite kaupa küttekulude jaotamise süsteem ning püsi- ja muutuvkulude osakaalud jäävad vahemikku 30/70% kuni 70/30%. Mõnes hoones on küttekulusid jaotatud juba aastaid, kuid mõne hoone puhul tehakse seda alles 2011. aasta detsembrist. Paraku oli sobivate uurimisobjektide valik piiratud, kuid valitud hooned rahuldasid projekti eesmärkide täitmiseks vajalikke tingimusi.

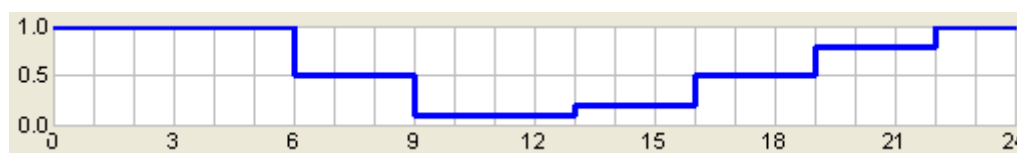
#### 4.1.1 Sisekliima monitooring

Uuringu käigus teostati sisekliima monitooring 9-korruselises suurpaneelelamus ja 4- ning 5-korruselistes telliselamutes. Monitooringul mõõdeti sisetemperatuure ja siseõhu suhtelist niiskust elu- ja magamistubades.

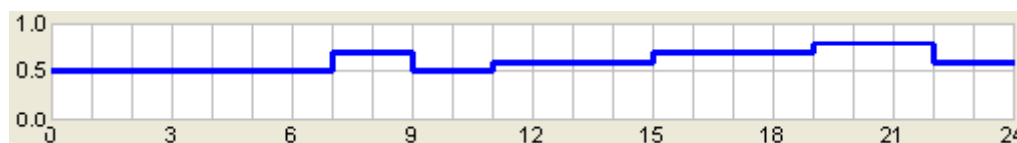
#### 4.1.2 Arvutusmudelite valideerimine

Iga hoone kohta koostati energiatarbe- ja sisekliimaprogrammi IDA ICE 4.0 abil arvutusmudel ning selleks, et viia mudel võimalikult täpselt vastavusse tegeliku olukorraga, valideeriti kõigi hoonete mudelid nii, et arvutuslikud soojuse ja elektrienergia tarbimised vastasid mõõdetud tarbimisele. Simulatsioonide tegemisel võeti väliskliimana aluseks Eesti energiaarvutuse baasaasta. Valideerimisel taandati mõõdetud energiatarbimine simulatsioonides kasutatud standardaastale ja korterite valgustuselt ning seadmetelt saadav vabasoojus tuletati hoonete kaupa mõõdetud korterite elektritarbimisest.

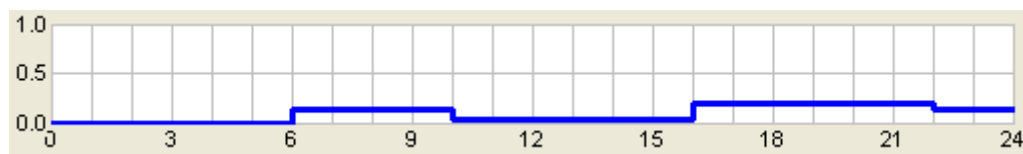
Vabasoojuse võimalikult täpselt arvesse võtmiseks kasutati valideerimise perioodil korterites tarbitud elektrienergia kogust. Vastavalt Vvm nr 258 „Energiatõhususe miinimumnõuded“ toodud vabasoojuse standardkasutusele moodustab 23,7% korterite elektritarbest valgustus ning 76,3% seadmed, millest omakorda 70% jõuab ruumidesse vabasoojusena. Eeldades, et kortermaja valgustuse kasutusaste on 0,1 ja seadmetel 0,6, tuletati nende suhtarvude põhjal iga hoone puhul valgustuse ja seadmete vabasoojuse arvutuslikud võimsused. Inimeste arvutuslikuks soojuseralduseks võeti 3 W/m<sup>2</sup> kasutusastmega 0,6. Vabasoojuse kasutusprofiilid võeti Vvm nr 258 lisast 6 (joonised 4.1, 4.2 ja 4.3).



Joonis 4.1. Elanike kohaloleku profiil



Joonis 4.2. Seadmete kasutusprofiil



**Joonis 4.3. Valgustuse kasutusprofiil**

Mitmes hoones on kinniehitatud kütmata rõdud ja kõigis kütmata kelder ning selleks, et leida antud perioodi tasakaalutemperatuuri teostati simulatsioonid hoone vabasoojustega olukorras, kus inimestelt, seadmetelt, valgustuselt ja päikeselt vabasoojust ei eraldunud. Tasakaalutemperatuuri saamiseks leiti valemi (1) abil hoone tasakaalutemperatuurile vastav kraadpäevade arv. Seejärel leiti arvutatud kraadpäevade arvule vastav Eesti kliima baasaasta tasakaalutemperatuur.

$$\frac{\text{Arvutuslik küttekulu vabasoojustega}}{\text{Arvutuslik küttekulu vabasoojusteta}} = \frac{\text{Kraadpäevade hulk tasakaalutemperatuuril}}{\text{Kraadpäevad arvutuslikul sisetemperatuuril}} \quad (1)$$

Mõõdetud küttekulu taandati kraadpäevade meetodil Eesti kliima baasaasta vastavale perioodile, kasutades simulatsioonide tulemusel leitud hoone tasakaalutemperatuuri.

Hooned jagati arvutusmodelites tsoonideks korterite, kinniehitatud rõdude, trepikodade ja keldrikorruste kaupa. Ruumide alusel arvutustsoonideks jagamine ei olnud otstarbekas, sest üldiselt on korterites siseüksed avatud ja õhk liigub korteris vabalt ning lisaks oleks see niigi keerulised mudelid veelgi keerukamaks muutnud ja ühe hoone simuleerimise aeg oleks pikenenud liiga suureks.

Arvutusmodelite täpsemad kirjeldused on toodud iga hoone kohta eraldi alapunktides.

## 4.2 9-korruseline suurpaneel lamu

Uuritav hoone on 1972. aastal ehitatud 9-korruseline ja 1 keldrikorrusega suurpaneel lamu, mille otsaseintele on lisatud 100 mm soojustust. Üks otsasein on pooles ulatuses vastu kõrvalasuvat hoonet. Ligikaudu 75% akendest on vahetatud. Kõetav pind on 4229,3 m<sup>2</sup> ja korterite pind 3934,2 m<sup>2</sup>. Rõdud on osaliselt kinni ehitatud. Küttesüsteem on renoveeritud 2004. aastal kahetorusüsteemiks, alates 2005. aastast on kasutusel individuaalse küttekulu hindamise süsteem. Sooja tarbevee tootmine toimub kaugküttega. 2009. aasta märtsikuus on väljastatud hoonele energiamärgis, mille järgi kuulub hoone D-energiaklassi, kaalutud energiakasutus oli 182,4 kWh/(m<sup>2</sup>·a).



**Joonis 4.4. 9-korruseline suurpaneel lamu**

#### 4.2.1 Energiatarbimine

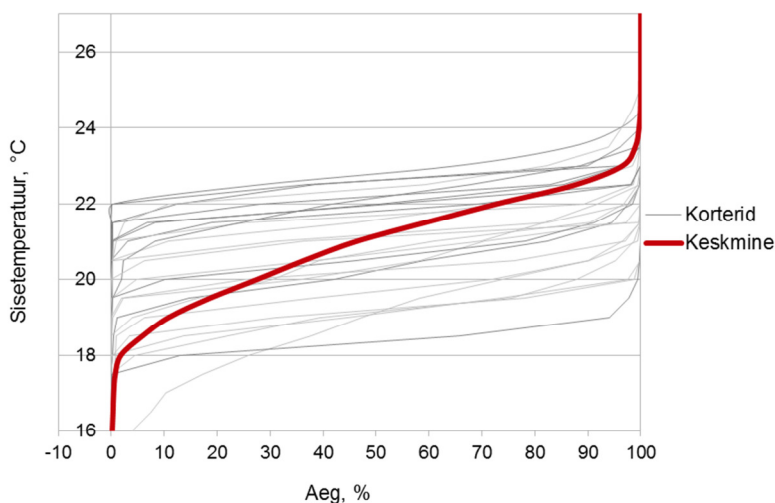
9-korruselise suurpaneelilamatu kütetarbimine oktoober 2010 kuni aprill 2011 oli 398,1 MWh, mis on 94,1 kWh/m<sup>2</sup> kõetava pinna kohta. Antud perioodi elektritarbimine oli kokku 77,4 MWh, millest 75,2 MWh moodustas korterites tarbitud elekter ning 2,2 MWh üledelekter. Kõetava pinna kohta moodustas elektritarbimine 18,3 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ning korterite pinna kohta tarbiti elektrit 19,7 kWh/(m<sup>2</sup>·a).

#### 4.2.2 Sisekliima monitooring

Antud hoones teostati sisekliima mõõtmisi 2. märtsist kuni 16. märtsini 2012 ning mõõdeti magamis- ja elutubade sisetemperatuure ja suhtelisi niiskusi kahekümne kahe korteris seitsmekümne kahest.

Mõõdetud perioodil jäid eluruumide sisetemperatuurid vahemikku +15,6 °C kuni +26,0 °C ning korterite keskmised temperatuurid vahemikku +18,4 °C kuni +22,9 °C. Hoone korterite keskmine sisetemperatuur mõõteperioodil oli +20,5 °C, mida kasutati ka hoone arvutusmudeli valideerimisel. Allpool on ära toodud mõõdetud temperatuuride kumulatiivsed jaotused (joonis 4.5). Vastavalt EVS-EN 15251 peaks olemasolevates hoonetes jääma eluruumide sisetemperatuur vahemikku +18,0 °C kuni +25 °C ning uutes ja renoveeritavates hoonete vahemikku +20 °C kuni +25 °C. Võttes neid nõudeid sisekliima hindamisel arvesse, jäi 98,2% ajast sisetemperatuur vahemikku +18,0 °C kuni +25 °C ning 72,5% ajast vahemikku +20 °C kuni +25 °C. +25 °C ületati alla 0,1% ajast. Seega võib öelda, et hoones ei toimu olulist ülekütmist.

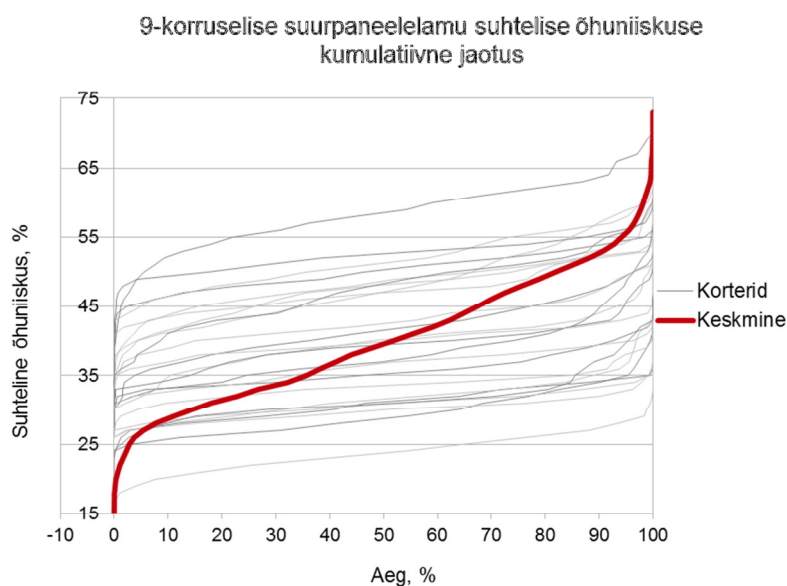
9-korruselise suurpaneelilamatu sisetemperatuuride kumulatiivne jaotus



Joonis 4.5. 9-korruselise suurpaneelilamatu sisetemperatuuride kumulatiivne jaotus

Mõõdetud perioodil jäid eluruumide õhu suhtelised niiskused vahemikku 16,5% kuni 72,2% ning korterite keskmised õhu suhtelised niiskused vahemikku 23,8% kuni 58,3%. Hoone korterite keskmine õhu suhteline niiskus mõõteperioodil oli 40,1%. Mõõdetud suhtelise õhuniiskuse kumulatiivne jaotus on joonisel 4.6.

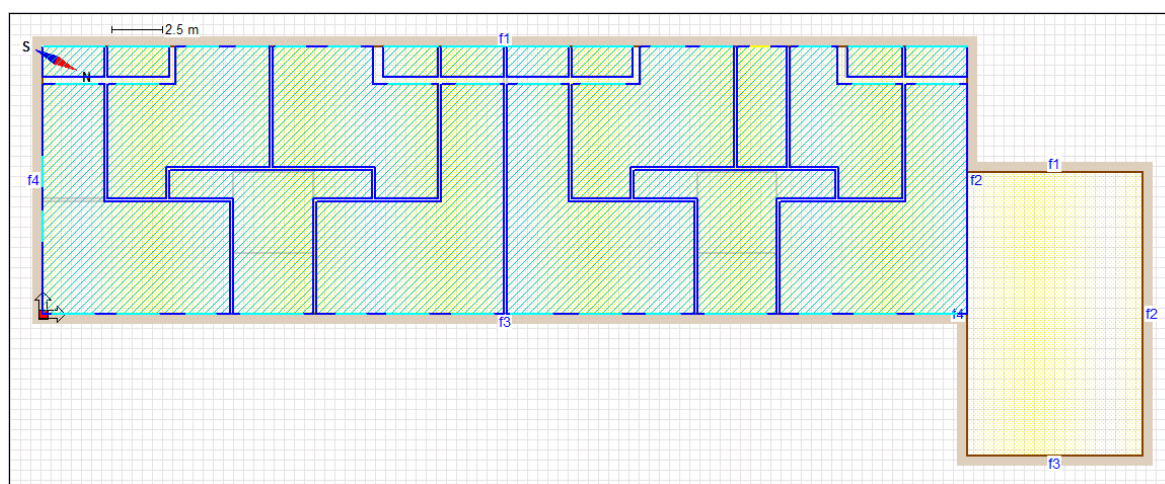




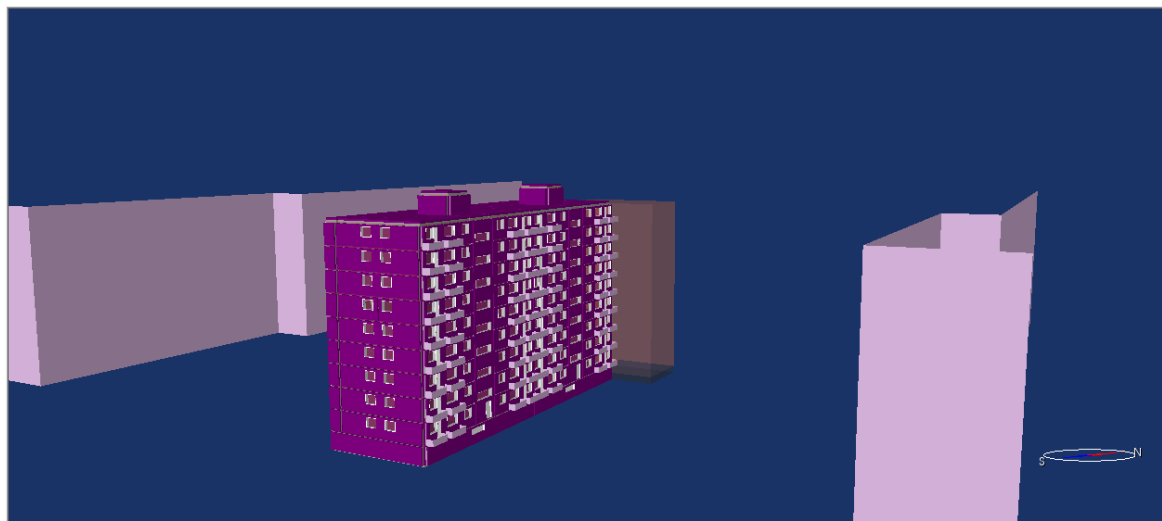
Joonis 4.6. 9-korruselise suurpaneelilamu suhtelise õhuniiskuse kumulatiivne jaotus

### 4.2.3 Arvutusmudeli kirjeldus

Antud hoone mudel koosneb 151 arvutussoonist: 72 korterit, 72 kütmata rõdu, millest osa olid kinni ehitatud ja osa mitte, 2 trepikoda, 2 tehnoruumi ning 2 kütmata keldritsooni. Tsoonide kogupindala on 5197,0 m<sup>2</sup> ja maht 14 429,0 m<sup>3</sup>. Kõetavate tsoonide pindala on 4244,9 m<sup>2</sup> ja mittekoetavatel 952,1 m<sup>2</sup>. Klaasi osakaal aknast on 85% ja klaasi kogu päikeseläbivustegur (SF) 0,68. Mudeli tüüpkorruse plaan ja kolmemõõtmeline pilt on joonistel (joonis 4.7 ja 4.8). Arvutusmudeli arvutuslik sisetemperatuur on hoone monitooringu põhjal +21 °C ning valideerimise käigus leitud õhuvahetuse kordarv 0,25 1/h (tabel 4.1). Arvutusmudeli välispiirete ning akende iseloomustus on tabelites 4.2 ja 4.3).



Joonis 4.7. 9-korruselise suurpaneelilamu simulatsioonimudeli plaan



Joonis 4.8. 9-korruselise suurpaneelramu simulatsioonimudeli kolmemõõtmeline joonis

Tabel 4.1. Arvutuslikud õhutemperatuurid ja õhuvahetus

Arvutuslik sisetemperatuur °C			Õhuvahetuse kordarv 1/h
Korterid	Trepikojad	Kelder, rõdud	
+21	+16,0	Kütmata	0,25

Tabel 4.2. Välispiirete U-arvud ja pindalad

Välispiire	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Pindala m <sup>2</sup>
Välissein	1,1	1591,1
Soojustatud otsasein (100 mm lisasoojustust)	0,3	391,1
Katuslagi	0,9	600,0
1. korruse põrand	3,5	600,0
Rõdu siseseinad	1,1	
Keldri põrand	2,9	600,0

**Tabel 4.3. 9-korruselise suurpaneelilamu akende iseloomustus**

	Pindala m <sup>2</sup>			
	Loe	Kagu	Kirre	Edel
Uued aknad	-	27	285,5	84,2
Vanad aknad	-	5,4	38,1	54
Aknad lahtistel rõdudel (rõdu ja toa vaheline sein)	-	-	-	132,1
Aknad kinniehitatud rõdudel (rõdu ja toa vaheline sein)	-	-	-	105,9
Kinniehitatud rõdud	-	-	-	159,8
Lahtiste rõdude avad	-	-	-	198,4

#### 4.2.4 Tarbitud ja simuleeritud küttekulu võrdlus

Hoone arvutusmudeli valideerimiseks võrreldi perioodil oktoober 2010 kuni aprill 2011 (kaasa arvatud) mõõdetud küttekulu sama perioodi arvutusliku küttekuluga. Hoone tasakaalutemperatuur on +15,0 °C. Tarbitud küttekulu oktoober 2010 kuni aprill 2011 oli 398,1 MWh, antud perioodi Tallinna kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril +15,0 °C oli 3471 °Cd ning baasaastal 3149 °Cd. Sellest tulenevalt on baasaastale taandatud hoone küttekulu 361,2 MWh. Simuleeritud küttekulu on 356,0 MWh.

Erinevus mõõdetud ja simuleeritud küttekulude vahel on  $100\% - 356,0/361,2 \cdot 100\% = 1,4\%$ .

### 4.3 4-korruseline telliselamu

Uuritav hoone on 4-korruseline kütmata keldriga, pööningukorrusega, viilkatusega ja rõdudeta soojustamata tellistest kortermaja (joonis 4.9). Hoone ehitati 1961. aastal projekti 1-317-9T põhjal. Hoone suletud netopind on 1804,5 m<sup>2</sup>. Köetav pind on 1148,0 m<sup>2</sup> ja korterite pind 1121,2 m<sup>2</sup>. Hoone välistarindid pole renoveeritud. Aknad on vahetatud 30 korteril 32st. See teeb vahetatud akende osakaaluks 94,5%. Kütmata keldri ja pööningu aknad on vahetamata. Seega on kogu hoones vahetatud akende osakaaluks 92%. Akende vahetamisega alustati 2002 ja planeeritakse lõpetada 2012. 2-toruküttesüsteem ehitati välja 2006. Sooja vett valmistatakse korterite gaasivesoojenditega. Küttekulu allokaatorid pandi hoonesse 2009. aasta novembris-detsembris. Kui esimesel aastal jagati küttekulusid püsi- ja muutuvkuludeks suhtega 40/60%, siis järgnevatel aastatel on kasutatud suhtarvusi 50/50%. Alguses katsetati ka suhtarvusi 30/70%, kuid selle alused küttekulusid realselt ei jaotatud.



Joonis 4.9. 4-korruseline tellistest kortermaja

### 4.3.1 Energiatarbimine

4-korruselise tellistest kortermaja küttestarbimine oktoober 2010 kuni aprill (*incl*) 2011 oli 167 MWh, mis on 148,9 kWh/m<sup>2</sup> köetava pinna kohta. Vee soojendamist see arv ei sisalda, kuna sooja vett valmistatakse korterite gaasiveesoojenditega. Gaasi tarbiti vaadeldaval perioodil 1934 m<sup>3</sup> sooja vee valmistamiseks ja gaasipliitide tarbeks. Antud perioodil oli elektritarbimine 32,1 MWh, millest 28,6 MWh moodustas korterites tarbitud elekter ning 1,40 MWh üdelekter. Köetava pinna kohta moodustas elektritarbimine 27,9 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ning korterite pinna kohta tarbiti elektrit 28,6 kWh/(m<sup>2</sup>·a).

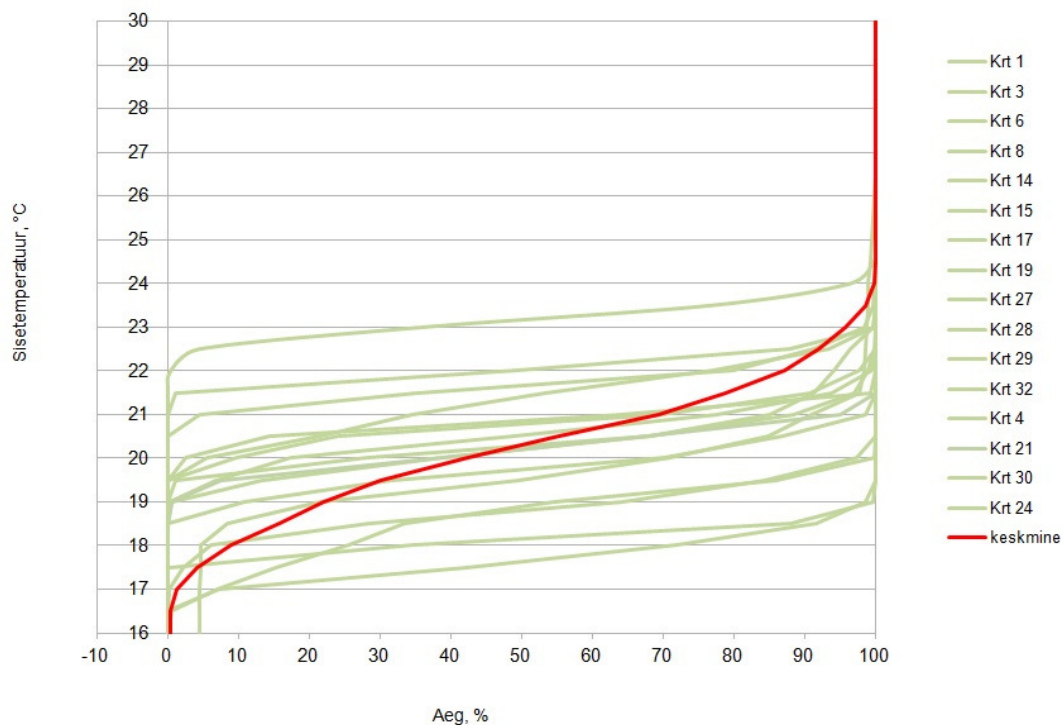
Hoones teostati sisekliima mõõtmisi 19. märtsist kuni 6. aprillini 2012. Mõõdeti elutubade sisetemperatuure ning suhtelisi niiskusi kuueteistkümnes korteris kolmekümne kahest (st 50% korteritest).

### 4.3.2 Sisekliima monitooring

Mõõdetud perioodil jäid eluruumide sisetemperatuurid vahemikku +13,2 °C kuni +27,1 °C ning korterite keskmised temperatuurid vahemikku +17,7 °C kuni +23,2 °C. Hoone korterite keskmine sisetemperatuur mõõteperioodil oli +20,4 °C, mida kasutati ka hoone arvutusmudeli valideerimisel. Joonis 4.10) on toodud mõõdetud temperatuuride kumulatiivsed jaotused. Vastavalt EVS-EN 15251 peaks olemasolevates hoonetes jääma eluruumide sisetemperatuur vahemikku +18,0 °C kuni +25 °C ning uutes ja renoveeritavates hoonetes vahemikku +20 °C kuni +25 °C. Kuna tegemist on renoveerimata hoonega, siis võiks sisekliima hindamisel rakendada leebemaid nõudeid. Vahemikku +18 °C kuni +25 °C jäid mõõdetud sisetemperatuurid 91,1% ajast, ainult 0,04% ajast ületati +25 °C ning 8,9%

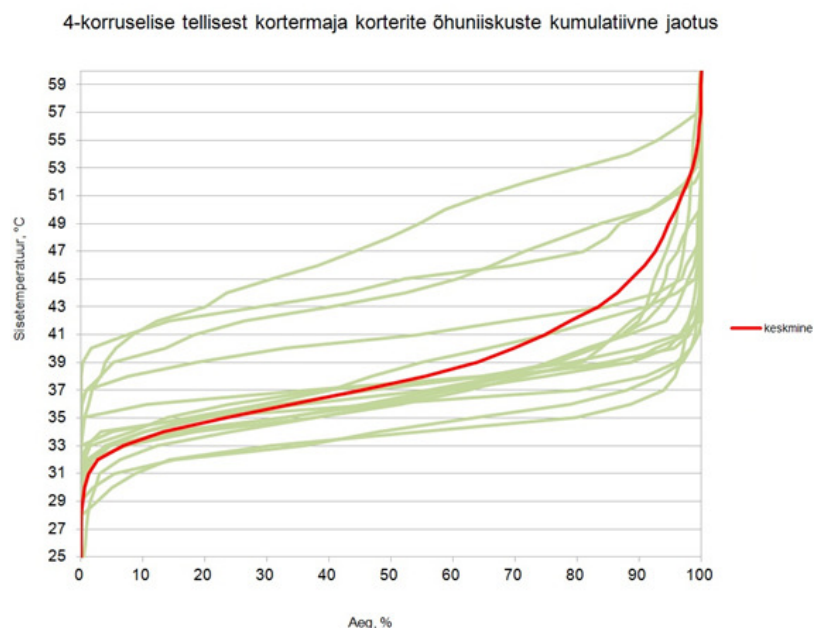
ajast oli õhutemperatuur alla +18 °C. Kogu mõõdetud aeg oli 418 h. Seega ei toimu hoones olulist ülekütmist. Antud juhul võib rääkida pigem alakütmisest.

4-korruselise tellisest kortermaja sisetemperatuuride kumulatiivne jaotus



**Joonis 4.10. 4-korruselise tellisest kortermaja sisetemperatuuride kumulatiivne jaotus**

Mõõdetud perioodil jäid eluruumide õhu suhtelised niiskused vahemikku 24,0% kuni 64,7% ning korterite keskmised õhu suhtelised niiskused vahemikku 34,3% kuni 48,0%. Hoone korterite keskmine õhu suhteline niiskus mõõteperioodil oli 38,6%.



Joonis 4.11. 4-korruselise tellisest kortermaja korterite õhuniiskuse kumulatiivne jaotus

4. korrus	15	14	31	30
	16	13	32	29
3. korrus	11	10	27	26
	12	9	28	25
2. korrus	7	6	23	22
	8	5	24	21
1. korrus	3	2	19	18
	4	1	20	17

Monitooringus osalenud korteri välistarindite (VS) arv:

1 VS	4 krt
2 VS	6 krt
3 VS	6 krt

\* - VS-ks on loetud ka kütmata ruumiga (pööning, kelder) kontaktis olev sein.

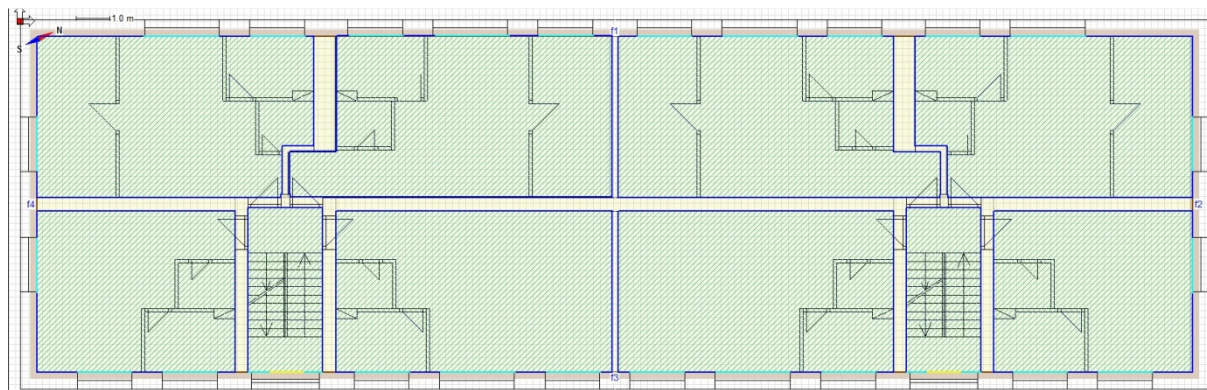
Legend:

x	- korter x osales sisekliima uuringus.
y	- korter y ei osalenud sisekliima uuringus.

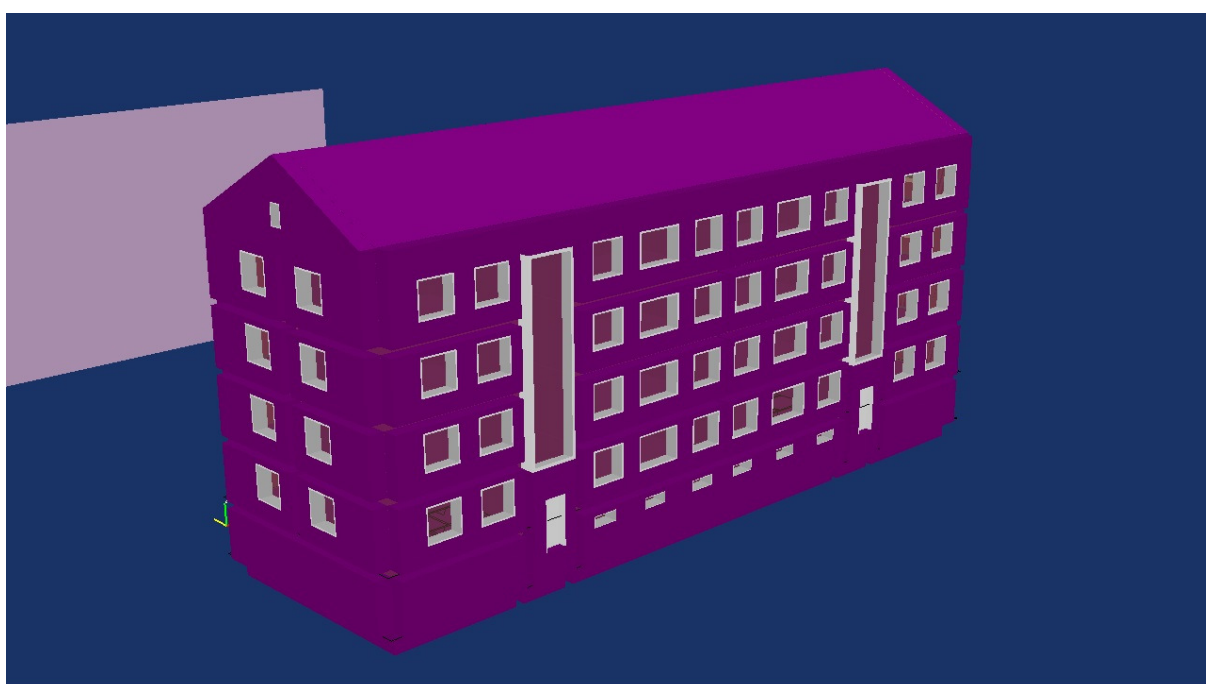
Joonis 4.12. 4-korruselise tellisest kortermaja sisekliima monitooringu skeem

### 4.3.3 Arvutusmudeli kirjeldus

Antud hoone mudel koosneb 36 arvutustsoonist: 32 korterit, 2 trepikoda, 1 pööning ja 1 kelder. Tsoonide kogupindala on 1855,8 m<sup>2</sup> ja maht 4713,5 m<sup>3</sup>. Kõetavate pindade tsooni pindala on 1199,8 m<sup>2</sup> ja mittekoetavatel 656,0 m<sup>2</sup>. Mudeli tüüpkoost näeb joonisel 4.13 ja arvutusmudeli kolmemõõtmelist pilti joonisel 4.14. Arvutusmudeli arvutuslik sisetemperatuur on hoone monitooringu põhjal +20,4 °C ning valideerimise käigus leitud õhuvahetuse kordarv 0,25 1/h (tabel 4.4). Arvutusmudeli välispiirete ning akende iseloomustus on toodud tabelites 4.5 ja 4.6. Varjud võeti arvesse ümbritsevate majade joonestamisega simulatsiooniprogrammi.



Joonis 4.13. 4-korruselise tellistest kortermaja tüüpkorruse plaan



Joonis 4.14. 4-korruselise tellistest kortermaja arvutusmudel

Tabel 4.4. 4-korruselise tellistest kortermaja mudeli sisekliima

Arvutuslik sisetemperatuur °C			Õhuvahetuse kordarv 1/h
Korterid	Trepikojad	Kelder, pööning	
+20,4	+16,0	Kütmata	0,25

**Tabel 4.5. 4-korruselise tellistest kortermaja välispiirete iseloomustus**

Välispiire	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Pindala m <sup>2</sup>
Välissein	1,2	826,3
Katuslagi	1,2	343,5
1. korruse põrand	2,6	312,5
Keldri põrand	1,2	343,5
Vana aken	2,7	24,9
Uus aken	1,7	280,4

**Tabel 4.6. 4-korruselise tellistest kortermaja akende iseloomustus**

		Loe	Kagu	Kirre	Edel
Uued aknad	Ava pindala m <sup>2</sup>	99,5	143,8	17,3	19,8
	Klaasi osakaal	0,85	0,85	0,85	0,85
	SF	0,68	0,68	0,68	0,68
Vanad aknad	Ava pindala m <sup>2</sup>	17,8	3,6	3,0	0,5
	Klaasi osakaal	0,85	0,85	0,85	0,85
	SF	0,86	0,68	0,68	0,68

#### 4.3.4 Tarbitud ja simuleeritud küttekulu võrdlus

Antud hoone arvutusmudeli valideerimiseks võrreldi perioodil oktoober 2010 kuni aprill 2011 (kaasa arvatud) mõõdetud küttekulu sama perioodi arvutusliku küttekuluga. Hoone tasakaalutemperatuur on +18,0 °C. Tarbitud küttekulu oktoober 2010 kuni aprill 2011 oli 167 MWh, Tallinna kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril +18,0 °C oli 4107 °Cd ning baasaastal 3843 °Cd. Sellest tulenevalt on antud perioodi baasaastale taandatud hoone küttekulu 159,4 MWh. Simuleeritud küttekulu on 161,6 MWh.

Erinevus mõõdetud ja simuleeritud küttekulude vahel on 100% - 161,6/159,4\*100%=-1,4%.

Kontrolli mõttes võrreldi simulatsiooni tulemust veel kütteperioodidega 2009–2010 ja 2011–2012. Elekritarbimine ja sealt tulenevad vabasoojused võeti 2010–2011 omad, kuna puudusid vastavate ajaperioodide andmed. Arvutusliku küttekulu erinevused võrreldes mõõdetud ja baasaastale korrigeeritud küttekuludega olid vastavalt 4,5% ja 0,5%. Seega jäi mudeli küttestarbimise erinevus mõõdetust kolme viimase aasta puhul alla 5%, mida võib lugeda heaks tulemuseks.

#### 4.4 5-korruseline telliselamu

Uuritav hoone on 5 elukorrusega ja 1 keldrikorrusega renoveeritud telliselamu. Hoone suletud netopind on 3146,6 m<sup>2</sup>, köetav pind 2689,0 m<sup>2</sup> ja korterite pind 2390,0 m<sup>2</sup>. Hoone välisseintele on lisatud enamasti 150 mm lisasoostust (mõned seinad 100 mm), katuslaele 300 mm soostust. Hoone kõik aknad on vahetatud ning kõik rõdud kinni ehitatud. Hoone põhiplaan on L-kujuline ning lisaks sellele on välisseinad liigendatud, mida on näha ka hoone pildilt (joonis 4.15). Hoone kütte- ja tarbevee soojendamise soojaallikaks on kaugküte ning välja on ehitatud uus 2-toruküttesüsteem. Individuaalset küttekulude hindamise süsteemi kasutatakse alles detsembrist 2011 ja püsi- ja muutuvkulude osakaalud on vastavalt 70/30%.





**Joonis 4.15. 5-korruseline telliselamu**

#### **4.4.1 Energiatarbimine**

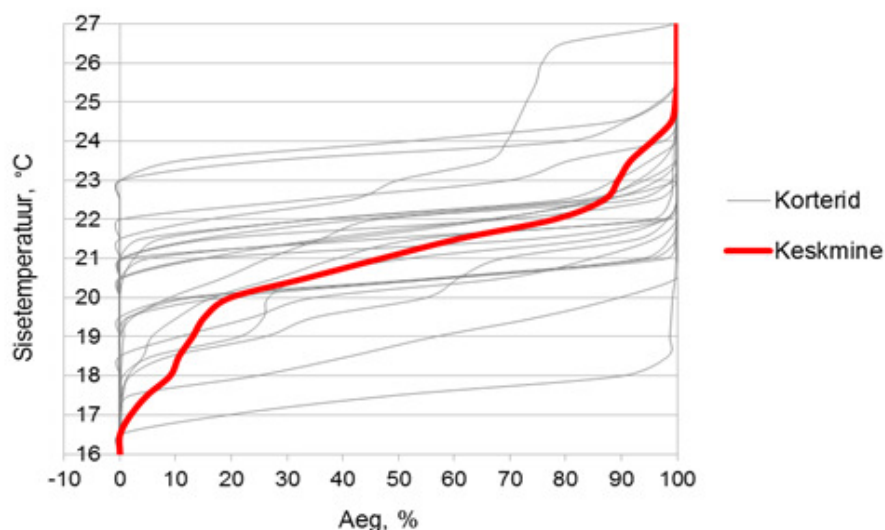
5-korruselise telliselamu kütetarbimine detsember 2011 kuni aprill 2012 oli 179,9 MWh, mis on 66,9 kWh/m<sup>2</sup> kõetava pinna kohta. 2011. aasta elektritarbimine oli kokku 102,7 MWh, millest 87,2 MWh moodustas korterites tarbitud elekter ning 15,5 MWh üldelekter. Kõetava pinna kohta moodustas elektritarbimine 38,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ning korterite pinna kohta tarbiti elektrit 36,5 kWh/(m<sup>2</sup>·a).

#### **4.4.2 Sisekliima monitooring**

Antud hoones teostati sisekliima mõõtmisi 20. jaanuarist kuni 6. veebruarini 2012 ning magamis- ja elutubade sisetemperatuure ning suhtelisi niiskusi mõõdeti kahekümne kolmes korteris neljakümnest.

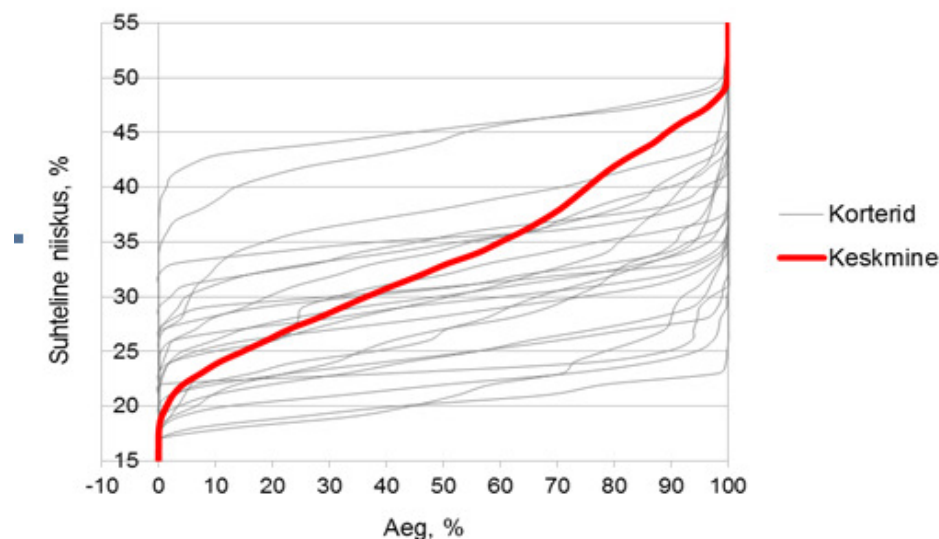
Mõõdetud perioodil jäid eluruumide sisetemperatuurid vahemikku +15,5 °C kuni +27 °C ning korterite keskmised temperatuurid vahemikku +17,5 °C kuni +24 °C. Hoone korterite keskmine sisetemperatuur mõõteperioodil oli +21,2 °C, mida kasutati ka hoone arvutusmudeli valideerimisel. Allpool on tabelis ära toodud mõõdetud temperatuuride kumulatiivsed jaotused. Vastavalt EVS-EN 15251 peaks olemasolevates hoonetes jääma eluruumide sisetemperatuur vahemikku +18,0 °C kuni +25 °C ning uutes ja renoveeritavates hoonetes vahemikku +20 °C kuni +25 °C. Kuna tegemist on renoveeritud hoonega, siis võiks sisekliima hindamisel rakendada karmimaid nõudeid. Vahemikku +20 °C kuni +25 °C jäid mõõdetud sisetemperatuurid 80,3% ajast, ainult 1,2% ajast ületati +25 °C ning 18,5% ajast oli õhutemperatuur alla +20 °C. Seega võib öelda, et hoones ei toimu olulist ülekütmist ja võrreldes 2010. aastal TTÜ poolt telliselamutes läbiviidud uuringuga vastavad

õhutemperatuurid märksa suuremal määral standardi nõuetel, mis on renoveeritud hoone puhul ootuspärane.



**Joonis 4.16. 5-korruselise telliselamu sisetemperatuuride kumulatiivne jaotus**

Mõõdetud perioodil jäid eluruumide õhu suhtelised niiskused vahemikku 14,3% kuni 53,6% ning korterite keskmised õhu suhtelised niiskused vahemikku 20,4% kuni 45,2%. Hoone korterite keskmine õhu suhteline niiskus mõõteperioodil oli 30%. Võrreldes TTÜ poolt läbiviidud telliselamute uuringuga on antud hoone eluruumides märgatavalt madalam suhtelise niiskuse tase. Eeldades, et hoones pole keskmisest oluliselt madalamaid niiskuseraldusi, võib järeldada, et loomuliku ventilatsiooni toimivus on suhteliselt hea.



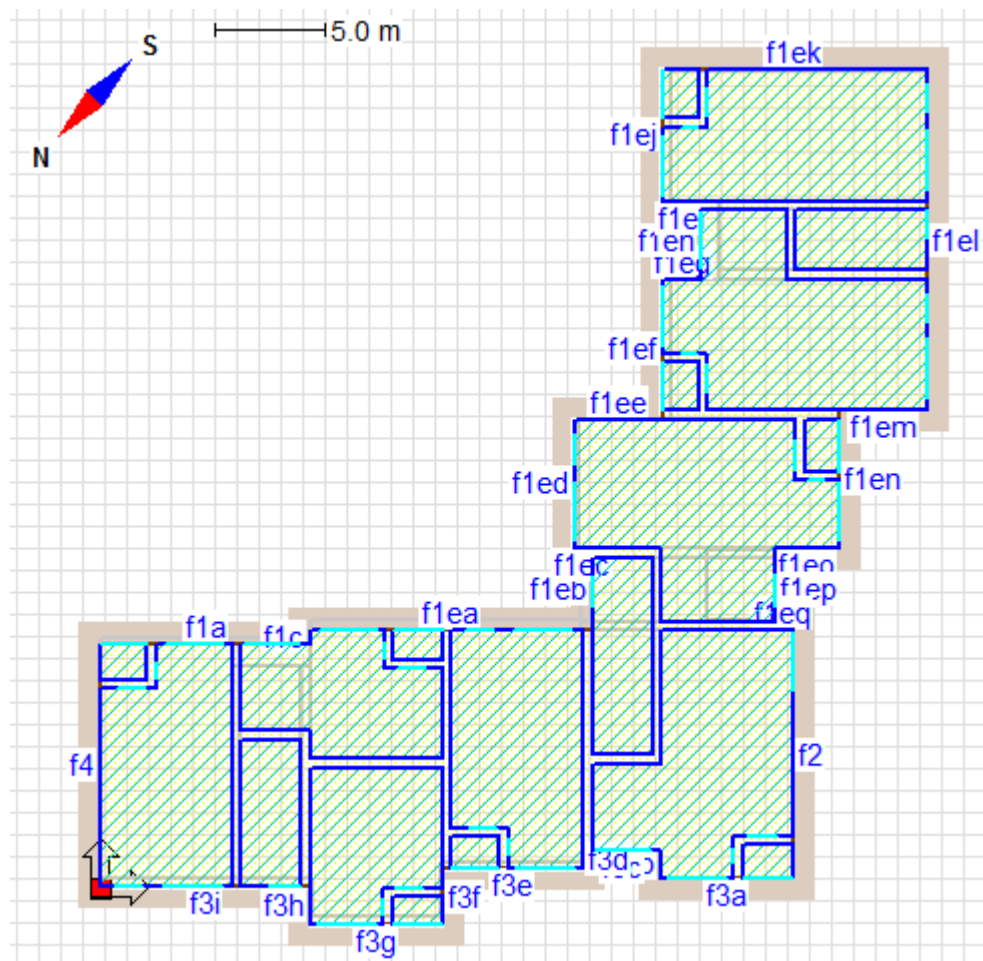
**Joonis 4.17. 5-korruselise telliselamu suhtelise niiskuse kumulatiivne jaotus**

#### 4.4.3 Arvutusmudeli kirjeldus

Antud hoone mudel koosneb kokku 87 arvutussoonist: 40 korterit, 40 kinniehitatud kütmata rõdu, 6 trepikoda ning keldrikorrus. Tsoonide kogupindala on 3399,7 m<sup>2</sup> ja maht 8996,5 m<sup>3</sup>. Kõetavate pindade tsooni pindala on 2631,7 m<sup>2</sup> ja mittekõetavatel 768,0 m<sup>2</sup>. Mudeli

tüüpkoruse plaan on toodud joonisel 4.18 ja arvutusmudeli kolmemõõtmeline pilt joonisel 4.19. Arvutusmudeli arvutuslik sisetemperatuur on hoone monitooringu põhjal +21,2 °C ning valideerimise käigus leitud õhuvahetuse kordarv 0,45 1/h (tabel 4.7).

Arvutusmudeli välispiirete ning akende iseloomustus on toodud tabelites 4.8 ja 4.9.



Joonis 4.18. 5-korruselise telliselamu tüüpkorruse plaan



Joonis 4.19. 5-korruselise telliselamu arvutusmudel

**Tabel 4.7. 5-korruselise telliselamu sisekliima iseloomustus**

Arvutuslik sisetemperatuur °C			Õhuvahetuse kordarv 1/h
Korterid	Trepikojad	Kelder, rõdud	
+21,2	+16,0	Kütmata	0,45

**Tabel 4.8. 5-korruselise telliselamu välispiirete iseloomustus**

Välispiire	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Pindala m <sup>2</sup>
Välissein (150 mm lisasoojustust)	0,25	1522,2
Välissein (100 mm lisasoojustust)	0,33	227,2
Katuslagi	0,17	616,4
1. korruse põrand	2,5	665,3
Rõdu siseseinad	0,56	495,2
Keldri põrand	1,15	665,3

**Tabel 4.9. 5-korruselise telliselamu akende iseloomustus**

Akna orientatsioon	Akende pindala m <sup>2</sup>	Klaasi osakaal	Päikesekiirguse läbivustegur
Kirre	88,0	0,85	0,68
Kagu	73,2	0,85	0,68
Edel	99,7	0,85	0,68
Loe	111,2	0,85	0,68
Kirre (rõdu taga)	32,3	0,85	0,68
Kagu (rõdu taga)	32,3	0,85	0,68
Edel (rõdu taga)	31,7	0,85	0,68
Loe (rõdu taga)	33,1	0,85	0,68

#### 4.4.4 Tarbitud ja simuleeritud küttekulu võrdlus

Hoone arvutusmudeli valideerimiseks võrreldi perioodil detsember 2011 kuni aprill 2012 (kaasa arvatud) mõõdetud küttekulu sama perioodi arvutusliku küttekuluga. Hoone tasakaalutemperatuur on +14,7 °C. Tarbitud küttekulu detsember 2011 kuni aprill 2012 oli 179,9 MWh, antud perioodi Tallinna kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril +14,7 °C oli 2499 °Cd ning baasaastal 3147 °Cd. Sellest tulenevalt on antud perioodi baasaastale taandatud hoone küttekulu 226,5 MWh. Simuleeritud küttekulu on 225,2 MWh. Erinevus mõõdetud ja simuleeritud küttekulude vahel on 100% - 225,2/226,5\*100%=0,6%.

## 4.5 5-korruseline suurpaneel lamu

Uuritav hoone on 1976. aastal ehitatud 5-korruseline 121 tüüpi nelja trepikojaga neljakümne korteriga suurpaneel lamu (joonis 4.20). Hoones on 85% akendest vahetatud uute pakettakende vastu ning otsaseinad ja katus on soojustatud 100 mm paksuse soojusisolatsioonikihiga. Korterelamus on altjaotusega 2-toruküttesüsteem. Hoone hinnanguline õhuvahetuse kordarv on 0,3 1/h.



Joonis 4.20. Hoone eestvaade

Arvutusmudeli valideerimiseks fikseeriti hoone võimalikult täpne reaalne olukord. Mudelisse kanti hoone välispiirete ja õhuvahetuse energiakulu mõjutavad suurused ning teostati energiasimulatsioon. Hoone vabasoojuskooormuste aluseks olid inimesed, samuti reaalsed elektrikulu andmed ning paigaldatud akende võimalikult täpne päikese läbivusteguri määramine.

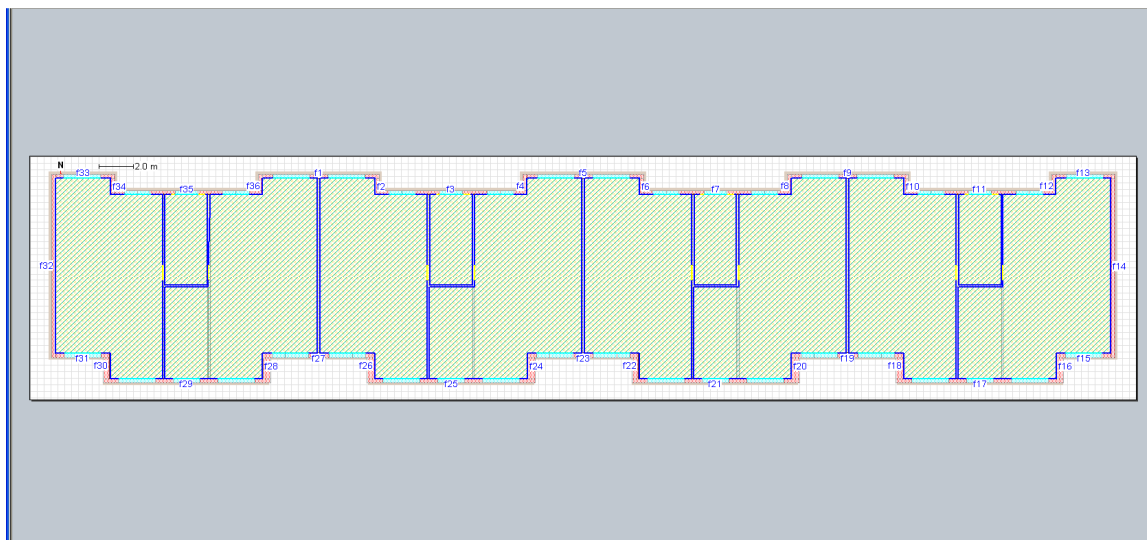
### 4.5.1 Energiatarbimine

5-korruselise suurpaneel lamu kütetarbimine oktoober 2011 kuni märts 2012 oli 267 MWh, mis on 84 kWh/m<sup>2</sup> köetava pinna kohta. 2011. aasta elektritarbimine oli kokku 95,1 MWh, millest 90,6 MWh moodustas korterites tarbitud elekter ning 4,5 MWh üldelekter. Köetava pinna kohta moodustas elektritarbimine 29,9 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ning korterite pinna kohta tarbiti elektrit 31,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a).

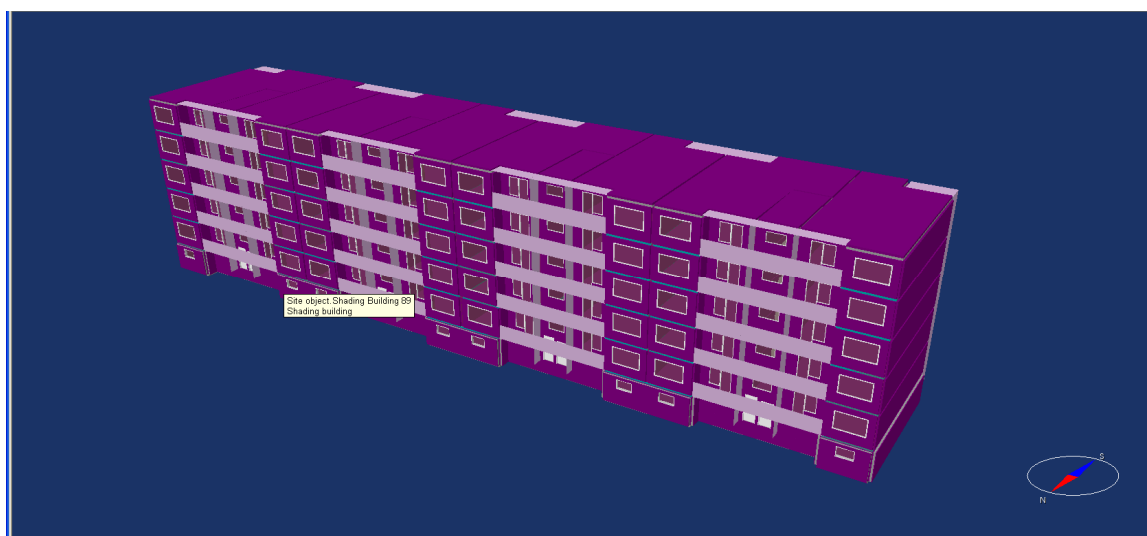
### 4.5.2 Arvutusmudeli kirjeldus

Hoone mudel koosneb 45 arvutussoonist: 40 korterit, 4 trepikoda ning keldrikorrus. Tsoonide kogupindala on 3794,7 m<sup>2</sup> ja maht 9951 m<sup>3</sup>. Köetavate pindade tsoon on 3057,2 m<sup>2</sup> ja mitteköetavate 737,5 m<sup>2</sup>. Mudeli tüüpkoruse plaan on joonisel 4.21 ja arvutusmudeli kolmemõõtmeline vaade joonisel 4.22. Arvutusmudeli arvutuslik sisetemperatuur on hoone

monitooringu põhjal  $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$  ning valideerimise käigus leitud õhuvahetuse kordarv  $0,3\text{ 1/h}$ . Arvutusmudeli välisseinte soojusjuhtivus soojustamata seintel on  $0,97\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  ning soojustatud seintel  $0,28\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  (tabel 4.10). Lisaks on energiaarvutustes arvestatud ka hoone konstruktiivsete külmasildadega, mille väärtused tuginevad „Energiaõhususe miinimumnõuete“ määrusele nr 258 lisa 10. Akende iseloomustus on tabelis 4.11.



Joonis 4.21. 5-korruselise suurpaneelilamu simulatsioonimudeli plaan



Joonis 4.22. 5-korruselise suurpaneelilamu simulatsioonimudeli kolmemõõtmeline joonis

Tabel 4.10. 5-korruselise suurpaneelilamu välispiirete iseloomustus

Välispiire	U-arv $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	Pindala $\text{m}^2$
Otsasein (100 mm lisasoojustust)	0,28	1522,2
Küljeseinad (soojustamata)	0,97	227,2
Katuslagi	0,23	616,4
1. korruse põrand	2,5	665,3
Vanad puitraamiga aknad	2,7	84,6
Uued pakettaknad	1,7	487,1
Keldri põrand	1,15	665,3

**Tabel 4.11. 5-korruselise suurpaneelilamu akende iseloomustus**

Akna orientatsioon	Akna pindala m <sup>2</sup>	Klaasi osakaal	Päikese läbivustegur
Põhi (uus aken)	217,1	0,85	0,68
Põhi (vana aken)	40,3	0,85	0,76
Lõuna (uus aken)	270,0	0,85	0,68
Lõuna (vana aken)	44,3	0,85	0,76

### 4.5.3 Tarbitud ja simuleeritud küttekulu võrdlus

Hoone arvutusmudeli valideerimiseks võrreldi perioodil oktoober 2011 kuni aprill 2012 (kaasa arvatud) mõõdetud küttekulu sama perioodi arvutusliku küttekuluga. Hoone tasakaalutemperatuur on 15 °C. Baasaastale taandatud kütteenergia kulu oktoobri algusest 2011 kuni märtsi lõpuni oli hoones 333,8 kWh. Mudeli järgi saadud tulemus oli 332,3 kWh ehk erines alla 0,5%.

## 4.6 3-korruseline telliselamu

Uuritav hoone on 3 elukorrusega ja 1 keldrikorrusega renoveeritud telliselamu. Hoone suletud netopind on 1499,5 m<sup>2</sup>, köetav pind 1141,3 m<sup>2</sup> ja korterite pindala 1024,3 m<sup>2</sup>. Hoone välisseintele on lisatud 150 mm, katuslaele 300 mm ja hoone soklile 100 mm soojustust. Kortertes on paigaldatud regeneratiivse soojustagastiga ruumipõhised ventilatsiooniseadmed. Hoone kõik aknad on vahetatud. Hoone põhiplaan on riskülikukujuline (joonis 4.23).



**Joonis 4.23. 3-korruseline telliselamu**

### 4.6.1 Energiatarbimine

3-korruselise telliselamu kütetarbimine detsember 2011 kuni märts 2012 oli 63,7 MWh, mis on 55,8 kWh/m<sup>2</sup> köetava pinna kohta. Elekritarbimine samal perioodil oli kokku 17,4 MWh, millest 16,8 MWh moodustas korterites tarbitud elekter ning 0,6 MWh üldelekter. Analüüsitava hoone osades korterites (38%) valmistati sooja tarbevett elektri abil kuni

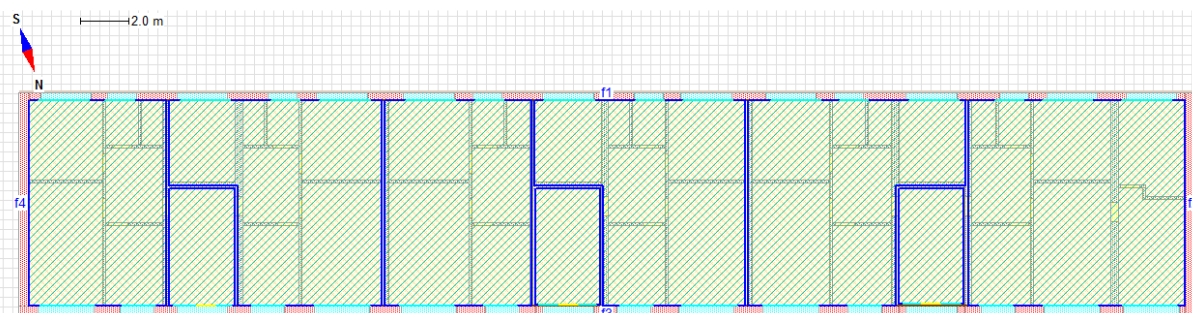
vebruarini 2012, edaspidi valmistati sooja tarbevett hoone soojussõlmes soojusvaheti abil. Arvestades sellega, et keskmiselt moodustab sooja vee tarbimine kogu veetarbimisest ca 45%, oli välja arvatud korterite elektritarbimine ilma sooja tarbevee valmistamiseks kulutatud elektrienergiata. Arvutuslikul teel leitud korterite elektritarbimine detsember 2011 kuni märts 2012 oli 12,8 MWh. Kõetava pinna kohta moodustas aastal 2011 elektritarbimine 36,4 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ning korterite pinna kohta tarbiti elektrit 40,6 kWh/(m<sup>2</sup>·a).

#### 4.6.2 Sisekliima monitooring

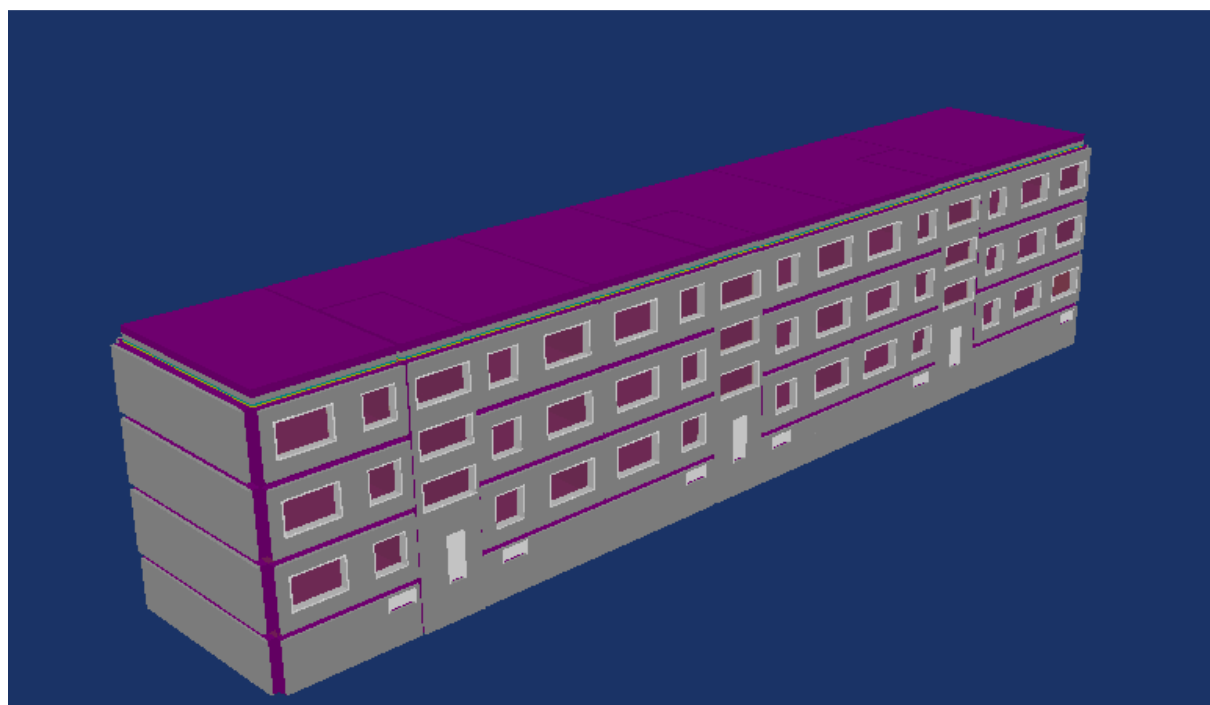
Antud hoones sisekliima mõõtmisi teostatud ei ole.

#### 4.6.3 Arvutusmudeli kirjeldus

Hoone mudel koosneb 22 arvutustsoonist: 18 korterit, 3 trepikoda ning keldrikorrus. Tsoonide kogupindala on 1480,2 m<sup>2</sup> ja maht 3904,7 m<sup>3</sup>. Kõetava tsooni pindala on 1117,1 m<sup>2</sup> ja mitteköetavatel 363,1 m<sup>2</sup>. Mudeli tüüpikorruse plaan on joonisel 4.24 ja arvutusmudeli kolmemõõtmeline pilt joonisel 4.25. Arvutusmudeli arvutuslikuks sisetemperatuuriks oli võetud +21,5 °C. Analüüsitava hoone ventilatsiooni õhuvooluhulgad olid saadud ventilatsiooniprojektist. Soojustagastuse temperatuuri suhtarvuks valideerimisel võeti  $\eta=0,5$  ja õhuvahetuse kordarvuks 0.57 1/h (tabel 4.12).



Joonis 4.24. 3-korruselise telliselamu tüüpikorruse plaan



Joonis 4.25. 3-korruselise telliselamu arvutusmudel



**Tabel 4.12. 3-korruselise telliselamu sisekliima iseloomustus**

Arvutuslik sisetemperatuur °C			Õhuvahetuse kordarv 1/h	Temperatuuri suhtarv
Korterid	Trepikojad	Kelder		
+21,5	+16,0	Kütmata	0,57	0,5

**Tabel 4.13. 3-korruselise telliselamu välispiirete iseloomustus**

Välispiire	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Pindala m <sup>2</sup>
Välissein (150 mm lisasoojustust)	0,22	619,5
Sokkel (100 mm lisasoojustust)	0,31	81,4
Katuslagi	0,11	398,4
Keldri lagi	3,0	402,1
Välisuks	1,7	14,6
Keldri sein (100 mm lisasoojustust)	0,31	146,0
Keldri põrand	4,3	402,1

**Tabel 4.14. 3-korruselise telliselamu akende iseloomustus**

Akna orientatsioon	Akna pindala m <sup>2</sup>	Klaasi osakaal	Päikesekiirguse läbivustegur
Kirre	128,8	0,85	0,68
Edel	120,6	0,85	0,68

#### 4.6.4 Tarbitud ja simuleeritud küttekulu võrdlus

Hoone arvutusmudeli valideerimiseks võrreldi perioodil detsember 2011 kuni märts 2012 (kaasa arvatud) mõõdetud küttekulu sama perioodi arvutusliku küttekuluga. Hoone tasakaalutemperatuur on 13,8 °C. Tarbitud küttekulu detsember 2011 kuni aprill 2012 oli 63,7 MWh, antud perioodi Tartu kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril +13,8 °C oli 2093 °Cd ning baasaastal 2145 °Cd. Sellest tulenevalt on baasaastale taandatud hoone küttekulu 65,3 MWh. Simuleeritud küttekulu on 64,4 MWh. Erinevus mõõdetud ja simuleeritud küttekulude vahel on 100% - 64,4/65,3\*100%=1,4%.

#### 4.7 5-korruseline gaasbetoonist suurpaneelilamu

Uuritav hoone on 5 elukorrusega ja 1 keldrikorrusega renoveeritud gaasbetoonist paneelilamu. Hoone suletud netopind on 4166,4 m<sup>2</sup>, köetav pind 3674,8 m<sup>2</sup> ja korterite pind 3356,2 m<sup>2</sup>. Hoone välisseintele on lisatud 200 mm, katuslaele 300 mm ja hoone soklile 100 mm soojustust. Hoonesse on paigaldatud väljatõmbeõhu ventilatsiooni soojuspump. Hoone kõik aknad on vahetatud. Hoone põhiplaan on ristkülikukujuline (joonis 4.26).



Joonis 4.26. 5-korruseline gaasbetoonist suurpaneelilamu

#### 4.7.1 Energiatarbimine

5-korruselise gaasbetoonist paneelilamu kütetarbimine september 2011 kuni detsember 2011 oli 116,3 MWh, mis on 31,6 kWh/m<sup>2</sup> kõetava pinna kohta. Elekritarbimine samal perioodil oli kokku 59,4 MWh, millest 38,3 MWh moodustas korterites tarbitud elekter ning 21,1 MWh üldelekter.

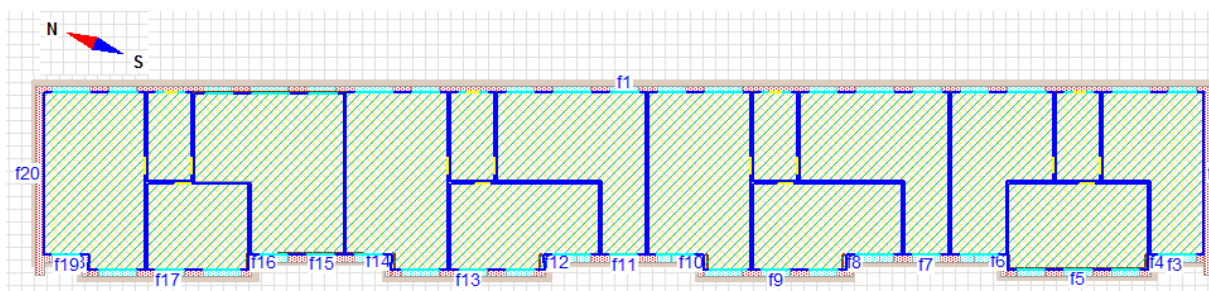
Kõetava pinna kohta oli aastal 2011 elekritarbimine 44,9 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ning korterite pinna kohta tarbiti elektrit 49,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a).

#### 4.7.2 Sisekliima monitooring

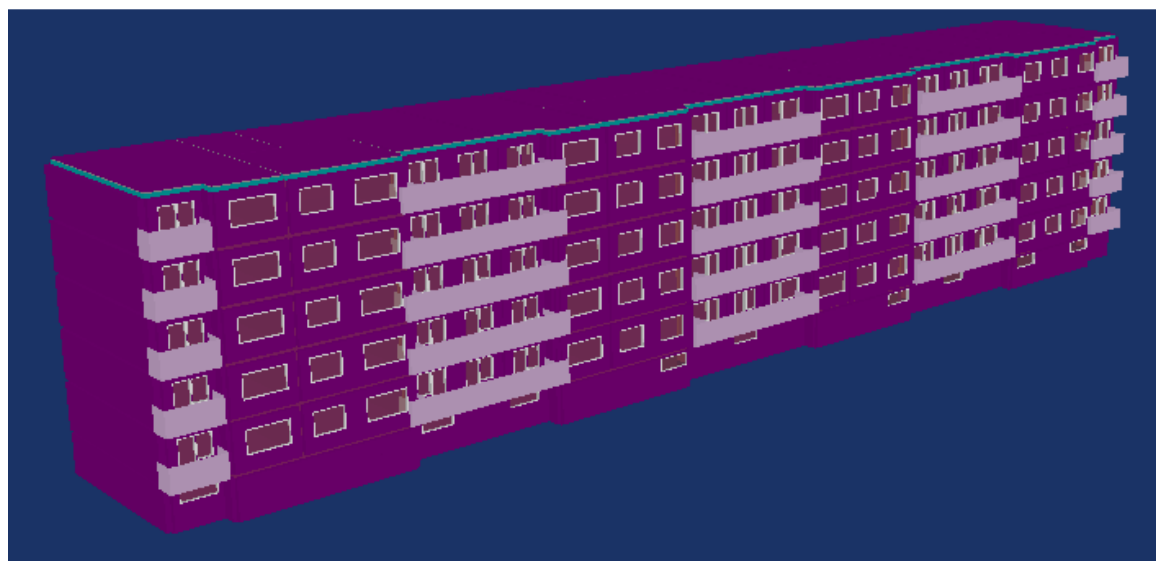
Antud hoones sisekliima mõõtmisi teostatud ei ole.

#### 4.7.3 Arvutusmudeli kirjeldus

Hoone mudel koosneb 22 arvustussoonest: 60 korterit, 3 trepikoda ning keldrikorru. Tsoonide kogupindala on 3399,7 m<sup>2</sup> ja maht 8996,5 m<sup>3</sup>. Kõetava tsooni pindala on 2631,7 m<sup>2</sup> ja mittekõetava 768,0 m<sup>2</sup>. Mudeli tpkkorruse plaan on joonisel 4.27 ja arvutusmudeli kolmemõõtmeline pilt joonisel 4.28. Tabelis 4.15 on ehitusaegses projektis toodud konstruktsioonide iseloomustused



Joonis 4.27. 5-korruselise suurpaneelilamu tpkkorruse plaan



**Joonis 4.28. 5-korruselise suurpaneelilamatu arvutusmudel**

**Tabel 4.15. 5-korruselise suurpaneelilamatu välispiirete iseloomustus**

Välispiire	U-arv W/(m <sup>2</sup> K)	Pindala m <sup>2</sup>
Põhisein	1,13	815,3
Külgsein	0,88	264,5
Sokkel 1	1,17	119,7
Sokkel 2	0,92	15,4
Katuslagi	0,68	764,5
Keldri lagi	3,48	776,8
Välisuks	1,67	6,4
Keldri sein 1	1,17	208,1
Keldri sein 2	0,92	30,2
Keldri põrand	4,37	776,8

**Tabel 4.16. 5-korruselise suurpaneelilamatu akende iseloomustus**

Akende orientatsioon	Akende pindala m <sup>2</sup>	Klaasi osakaal	Päikesekiirguse läbivustegur
Kirre	300	0,85	0,76
Edel	359,5	0,85	0,76

## 5. Mõõdetud küttekulu andmete analüüs

Töö käigus uuritud hoonete puhul analüüsiti küttekulude jaotamise süsteemi poolt registreeritud korterite küttekulusid ning võrreldi neid omavahel. Võimalusel kasutati kütteperioodi 2011/2012 andmeid, kuid kahel juhul olid küttekulu jaotamise seadmed paigaldatud pärast kütteperioodi algust ja seetõttu kasutati lühemat perioodi. Selgitati välja, millised oleksid hoonete kõigi korterite kütteperioodi keskmised küttekulud, kui püsi- ja muutuvkulude osakaalud oleks 70/30%, 75/25% ja 80/20%. Mõnes hoones kasutati kulude jaotamisel ka erinevaid osakaalusid, kuid nende puhul muutusid korteritevahelised küttearvete erinevused liiga suureks ning seetõttu peeti paremaks piirduda analüüsis antud suhtarvudega. Informatiivsel eesmärgil näidati tabelites ka korterite küttekulud reaalselt kasutusolevate püsi- ja muutuvkulude osakaalude puhul.

Analüüsi tulemusel selgus, et põhjuseid, miks ühe või teise korteri küttekulu erineb märgatavalt hoone keskmisest, võib olla mitu. Olulised korteri küttekulu mõjutajad on korteri asukoht, sisetemperatuur ja õhuvahetus, elanike käitumisharjumised, naaberkorterite sisetemperatuur, kasutatava küttekeha tüübist tulenev soojusväljastuse hindamise viga ja nende erinevad kombinatsioonid. Tihti on raske hinnata, miks on konkreetse korteri küttekulu väga suur või väga väike. Uuringu käigus teostati kolmes hoones sisekliima monitooring ja kui selle tulemusi võrreldi küttekuludega sai kohati selgeks, mis on ebakorrapärase küttekulu põhjus, kuid väga tihti selget põhjust välja ei koorunud. Suhteliselt robustne, kuid suhteliselt tõhus viis vähendamaks ebanormaalseid erinevusi korterite küttekulude vahel, on küttekulude jaotamisel püsikulude osakaalu suurendamine ja vastavalt muutuvkulude osakaalu vähendamine. Kasutades püsi- ja muutuvkulude osakaalusid 75/25%, on kõigi analüüsitud hoonete puhul korterite omavaheliste kütte erikulude erinevused jäänud väiksemaks kui kaks korda.

Iga uuringus osalenud hoone detailsem küttekulude analüüs on toodud järgnevates alapeatükkides.

### 5.1 9-korruseline suurpaneel lamu

Hoones jaotatakse kütte püsi- ja muutuvkulud osakaaluga 50/50%. Hoones on individuaalset küttekulude jaotamist kasutatud 2007. aastast Antud uuringu käigus analüüsiti mõõdetud küttekulusid oktoober 2010 kuni aprill 2011 (kaasa arvatud). Kasutatava püsi- ja muutuvkulude osakaalu puhul jäävad korterite mõõdetud kütte erikulud vahemikku 52,1 kWh/m<sup>2</sup> kuni 182,9 kWh/m<sup>2</sup>, mis moodustavad kütte keskmisest erikulust vastavalt 51,4% ja 180,4%, millest tulenevalt on suurima ja väikseima kütte erikulu erinevus 3,5 korda.

Nii mõnelgi korteril on arvel esitatav küttekulu ligilähedane püsikulude osakaaluga 50%, mis tähendab seda, et allokaatorite poolt registreeritud küttekulu on väga väike. Samal ajal püsisid korterite sisetemperatuurid suhteliselt mugaval tasemel, mis tähendab, et antud korterite küttevajadus rahuldati muudest allikatest.

Keskmisest palju kõrgemate ja madalamate kütte erikuludega korterid asuvad üle maja laiali, kõrgemad on erikulud pigem esimesel ja viimasel korrusel, otsakortritel ning korteritel, millel on aknad vahetamata, mis on ilmselt põhjustatud suurematest soojuskadudest läbi akende ning välisseinte. Samas madalama kütte erikuluga kortereid on nii hoone keskel kui ka otsas. 9-korruselise suurpaneel lamu küttekulude iseloomustus on toodud tabelis 5.1 ja joonisel 5.1 Antud tabelis ja joonisel on toodud ka küttekulude iseloomustus juhul, kui oleks kasutatud püsi- ja muutuvkulude suhteid 70/30%, 75/25% ja 80/20%.

Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

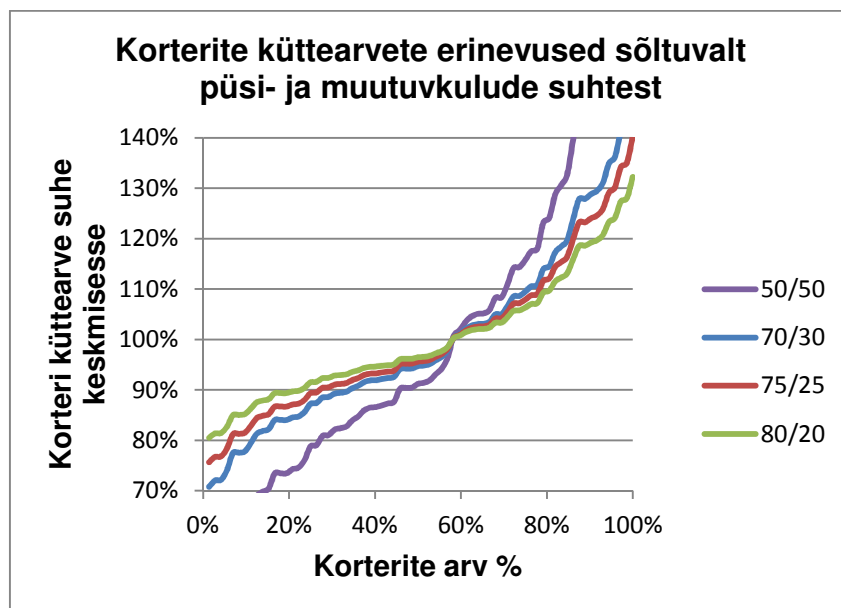
Lõpparuanne

31.10.2012

Tabel 5.1. 9-korruselise suurpaneelilamu küttekulude jaotus

Korteri nr	Kõetav pind m <sup>2</sup>	Korrus	50/50		70/30		75/25		80/20	
			Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %
1	66,6	1	103,2	101,8%	102,4	101,1	102,2	100,9	102,0	100,7
2	43,3		182,9	180,4	150,3	148,3	142,1	140,3	133,9	132,2
3	43,0		172,2	169,8	143,9	142,0	136,7	135,0	129,6	128,0
4	66,5		141,6	139,6	125,5	123,8	121,4	119,9	117,4	115,9
37	66,4		112,4	110,9	108,0	106,6	106,8	105,5	105,7	104,4
38	30,3		149,9	147,9	130,5	128,8	125,6	124,0	120,7	119,2
39	43,2		54,3	53,5	73,0	72,0	77,7	76,7	82,4	81,3
40	66,9		77,1	76,1	86,7	85,6	89,1	88,0	91,6	90,4
5	66,6		2	94,4	93,1	97,1	95,9	97,8	96,5	98,5
6	43,1	80,1		79,0	88,5	87,4	90,6	89,5	92,7	91,6
7	43,1	52,1		51,4	71,7	70,8	76,6	75,6	81,5	80,5
8	66,1	134,5		132,7	121,2	119,6	117,9	116,4	114,5	113,1
41	66,4	117,4		115,8	110,9	109,5	109,3	107,9	107,7	106,3
42	43,2	83,2		82,1	90,4	89,2	92,2	91,0	94,0	92,8
43	43,1	97,7		96,4	99,1	97,8	99,5	98,2	99,8	98,6
44	66,4	93,2		91,9	96,4	95,1	97,2	95,9	98,0	96,8
9	66,5	3	88,9	87,6	93,8	92,6	95,0	93,8	96,3	95,0
10	43,2		70,8	69,8	82,9	81,8	86,0	84,9	89,0	87,9
11	43,0		69,8	68,9	82,3	81,3	85,5	84,4	88,6	87,5
12	66,3		170,6	168,2	142,9	141,0	135,9	134,2	129,0	127,4
45	66,8		63,5	62,6	78,5	77,5	82,3	81,3%	86,1	85,0
46	43,2		153,8	151,7	132,8	131,1	127,5	125,9	122,3	120,7
47	43,0		88,5	87,3	93,6	92,4	94,8	93,6	96,1	94,9
48	67,5		82,0	80,9	89,6	88,5	91,6	90,4	93,5	92,3
13	66,4	4	119,6	118,0	112,3	110,8	110,4	109,0	108,6	107,2
14	43,1		107,3	105,8	104,9	103,5	104,3	102,9	103,6	102,3
15	43,2		71,4	70,4%	83,3	82,2	86,3	85,2	89,3	88,1
16	66,4		106,5	105,1	104,4	103,1	103,9	102,5	103,3	102,0
49	66,5		160,2	158,1	136,7	134,9	130,8	129,1	124,9	123,3
50	43,4		74,5	73,4	85,1	84,0	87,8	86,7	90,5	89,3
51	43,0		91,5	90,2	95,4	94,1	96,3	95,1	97,3	96,1
52	66,4		57,6	56,8	75,0	74,0	79,4	78,4	83,7	82,7
17	66,6	5	91,6	90,4	95,4	94,2	96,4	95,2	97,4	96,1
18	43,0		87,8	86,6	93,1	91,9	94,5	93,3	95,8	94,6
19	43,1		75,6	74,6	85,8	84,7	88,4	87,3	90,9	89,8
20	66,3		92,4	91,2	95,9	94,7	96,8	95,6	97,7	96,5

Korteri	Kõetav pind m <sup>2</sup>	Korrus	50/50		70/30		75/25		80/20	
			Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %
53	66,4	5	85,1	83,9	91,5	90,3	93,1	91,9	94,7	93,6
54	43,3		130,5	128,7	118,8	117,3	115,9	114,4	112,9	111,5
55	43,1		119,1	117,5	112,0	110,5	110,2	108,8	108,4	107,0
56	66,5		64,0	63,1	78,8	77,8	82,5	81,5	86,3	85,2
21	66,5	6	87,1	85,9	92,7	91,5	94,1	92,9	95,6	94,4
22	43,2		74,4	73,4	85,1	84,0	87,8	86,7	90,5	89,3
23	60,2		88,2	86,9	93,4	92,1	94,7	93,5	96,0	94,8
24	49,6		148,3	146,2	129,5	127,8	124,8	123,2	120,1	118,6
57	66,5		63,4	62,5	78,5	77,5	82,3	81,2	86,0	85,0
58	43,1		106,6	105,2	104,5	103,1	103,9	102,6	103,4	102,1%
59	42,9		75,3	74,3	85,6	84,5	88,2	87,1	90,8	89,7
60	66,5		109,8	108,3	106,4	105,0	105,5	104,2	104,7	103,3
25	66,4		7	91,7	90,4	95,5	94,3	96,4	95,2	97,4
26	43,1	87,7		86,5	93,1	91,9	94,4	93,2	95,8	94,6
27	43,2	132,4		130,6	120,0	118,4	116,8	115,3	113,7	112,3
28	66,2	102,1		100,7	101,8	100,4	101,7	100,4	101,6	100,3%
61	66,7	148,3		146,3	129,5	127,9	124,8	123,2	120,1	118,6
62	43,1	82,1		81,0	89,7	88,6	91,6	90,5	93,6	92,4
63	43,0	124,9		123,2	115,4	113,9	113,1	111,6	110,7	109,3
64	66,9	54,4		53,7	73,1	72,1	77,8	76,8	82,5	81,4
29	66,5	8	95,6	94,2	97,8	96,5	98,4	97,1	98,9	97,7
30	43,2		104,9	103,5	103,4	102,1	103,1	101,8	102,7	101,4
31	43,2		74,5	73,4	85,1	84,0	87,8	86,7	90,5	89,3
32	66,4		115,7	114,1	109,9	108,5	108,5	107,1	107,0	105,7
65	66,5		66,7	65,8	80,5	79,4	83,9	82,9	87,4	86,3
66	43,1		125,8	124,1	116,0	114,5	113,5	112,1	111,1	109,7%
67	42,9		83,5	82,4	90,6	89,4	92,3	91,2	94,1	92,9
68	66,5		79,9	78,8	88,4	87,2	90,5	89,4	92,6	91,5
33	66,5	9	83,9	82,7	90,8	89,6	92,5	91,3	94,3	93,1%
34	43,2		151,1	149,0	131,2	129,5	126,2	124,6	121,2	119,7
35	43,0		85,9	84,7	92,0	90,8	93,5	92,3	95,1	93,9
36	66,5		109,8	108,3	106,4	105,0	105,5	104,2	104,6	103,3
69	66,4		115,9	114,3	110,0	108,6	108,6	107,2	107,1	105,7
70	43,1		92,7	91,4	96,1	94,8	96,9	95,7	97,8	96,5
71	43,1		106,0	104,6	104,1	102,7	103,6	102,3	103,1	101,8
72	66,6		162,3	160,1	137,9	136,2	131,8	130,1	125,7	124,1
Minimaalne			51,4		70,8		75,6		80,5	
Maksimaalne			180,4		148,3		140,3		132,2%	



**Joonis 5.1. 9-korruselise suurpaneelilamatu küttekulude jaotus**

Mida väiksem on muutuvkulude osakaal, seda väiksem on muutuvkulu osakaal keskmisest, kuid antud tabeli põhjal võib väita, et ainuüksi püsi- ja muutuvkulude suhtarvuga individuaalsel küttekulu mõõtmisel pole võimalik elamus õiglaselt küttekulu jaotada. Seega tuleks kasutada korterite paiknemisest tulenevat parandustegurit, mida on võimalik määrata valideeritud mudeli põhjal. Naabrikütte mõju saab analüüsida alles peale asendist tulenevate parandustegurite määramist ning kõrvuti asetsevate korterite kütteenergia erikulu võrdlust.

## 5.2 4-korruseline telliselamatu

4-korruselise tellistest kortermaja püsi- ja muutuvkulude osakaalud on 50/50%. Hoones on individuaalset küttekulude jaotamist kasutatud alates oktoobrist 2009 ning antud uuringu raames analüüsiti mõõdetud küttekulusid kuni aprillini 2012 (kaasa arvatud). Arvutusmudeli valideerimine toimus kütteperioodil oktoober 2010 kuni aprill 2011 (kaasa arvatud). Kasutatava püsi- ja muutuvkulude osakaalu puhul jäävad korterite mõõdetud kütte erikulud vahemikku 78,0 kWh/m<sup>2</sup> kuni 215,7 kWh/m<sup>2</sup>, mis moodustavad korterite kütte erikulude aritmeetilisest keskmisest 51,7% ja 142,8%, millest tulenevalt erinesid korterite kütte erikulud kuni 2,8 korda. 4-korruselise tellistest kortermaja küttekulude iseloomustus on toodud tabelites 5.2, 5.3 ja joonisel 5.2. Antud tabelis ja joonisel on toodud ka küttekulude iseloomustus juhul, kui oleks kasutatud püsi- ja muutuvkulude suhteid 70/30%, 75/25% ja 80/20%.

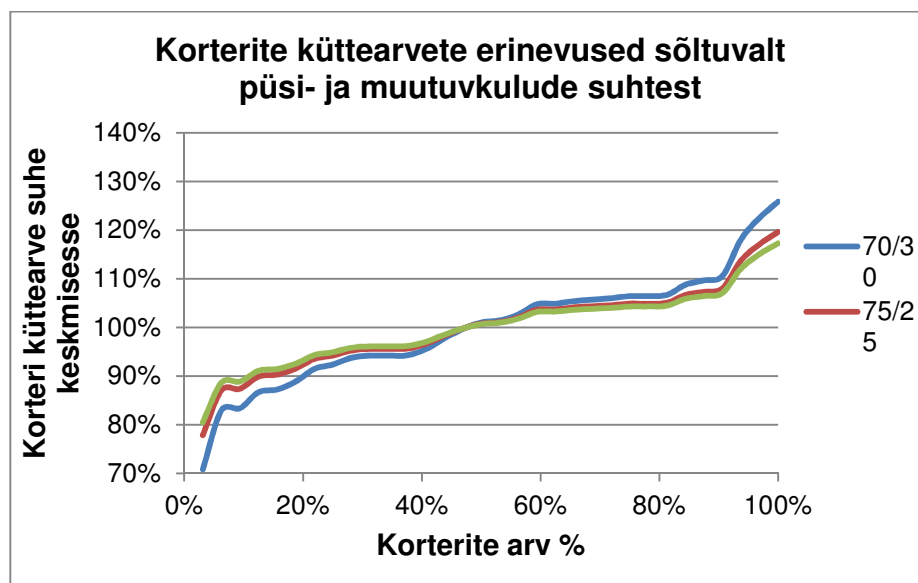
**Tabel 5.2. 4-korruselise tellistest kortermaja kütte erikulud**

Korter	Kõetav pind m <sup>2</sup>	Korrus	70/30		75/25		80/20	
			Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %
1	37,7	1	160,2	106,7	173,2	105,1	156,4	104,5
2	39,5		130,2	86,7	148,2	89,9	136,4	91,1
3	36,1		158,8	105,7	172,1	104,4	155,5	103,8
4	26,4		143,5	95,5	159,3	96,6	145,3	97,0
17	27,0		158,3	105,4	171,6	104,1	155,2	103,6
18	36,6		141,5	94,2	157,6	95,6	143,9	96,1
19	39,1		138,7	92,4	155,3	94,2	142,1	94,9
20	37,0		157,5	104,9	171,0	103,7	154,7	103,3
5	37,7		2	125,2	83,4	144,1	87,4	133,1
6	39,1	154,2		102,7	168,2	102,0	152,5	101,8
7	37,8	164,7		109,6%	176,9	107,3	159,4	106,4
8	26,7	189,0		125,9	197,2	119,6	175,7	117,3
21	27,2	159,9		106,4%	172,9	104,9	156,2	104,3
22	36,4	140,8		93,7	157,0	95,3	143,5	95,8
23	39,0	166,1		110,6	178,1	108,0	160,4	107,1
24	37,7	137,4		91,5	154,2	93,5	141,2	94,3
9	37,7	3		151,7	101,0%	166,1	100,8	150,8
10	39,2		141,5	94,2	157,6	95,6	144,0	96,1
11	35,7		157,3	104,8	170,8	103,6	154,5	103,2
12	26,7		159,2	106,0	172,4	104,6	155,8	104,0
25	27,3		177,4	118,1%	187,6	113,8	167,9	112,1
26	35,5		141,6	94,3	157,7	95,6	144,0	96,2
27	39,1		106,4	70,8%	128,4	77,9	120,6	80,5
28	38,3		146,8	97,7	162,0	98,3	147,5	98,5
13	38,2		4	131,0	87,2	148,9	90,3	137,0
14	39,5	159,8		106,4	172,9	104,9	156,2	104,3
15	35,6	163,4		108,8	175,8	106,7	158,6	105,9
16	26,7	184,0		122,5%	193,1	117,1	172,3	115,1
29	27,3	152,3		101,4	166,7	101,1	151,2	101,0
30	35,8	124,6		83,0%	143,5	87,1	132,7	88,6
31	39,4	149,7		99,7	164,5	99,8	149,5	99,8
32	38,2	133,4		88,8	150,9	91,5	138,6	92,5



**Tabel 5.3. 4-korruselise tellistest kortermaja maksimaalsete/minimaalsete küttekulude jaotus**

	70/30 kWh/m <sup>2</sup>	Erinevus keskmisest %	75/25 kWh/m <sup>2</sup>	Erinevus keskmisest %	80/20 kWh/m <sup>2</sup>	Erinevus keskmisest %
Minimaalne	106,4	71	128,4	78	120,6	81
Maksimaalne	189,0	126	197,2	120	175,7	117



**Joonis 5.2. 4-korruselise tellistest kortermaja küttekulude jaotus**

### 5.3 5-korruseline telliselamu

5-korruselises telliselamuses kasutatavad püsi- ja muutuvkulude osakaalud on 70/30%. Hoones on individuaalset küttekulude jaotamist kasutatud alates detsembrist 2011 ning antud uuringu raames analüüsiti mõõdetud küttekulusid kuni aprillini 2012 (kaasa arvatud). Kasutatava püsi- ja muutuvkulude osakaalu puhul jäävad korterite mõõdetud kütte erikulud vahemikku 43,4 kWh/m<sup>2</sup> kuni 83,6 kWh/m<sup>2</sup>, mis moodustavad korterite kütte erikulude aritmeetilisest keskmisest vastavalt 71,2% ja 137,1%, millest tulenevalt olid erinevused korterite kütte erikuludes kuni 1,9 korda.

Nii mõnelgi korteril on arvel esitatav küttekulu ligilähedane püsikulude osakaaluga 70%, mis tähendab seda, et allokaatorite poolt registreeritud küttekulu on väga väike. Samal ajal püsisid korterite sisetemperatuurid suhteliselt mugaval tasemel, mis tähendab, et antud korterite küttevajadus rahuldatakse muudest allikatest (nt käterätikuivatid/püstikud, naaberkorterid jm). Õnneks on antud hoones käterätikuivatid arvesse võetud nii, et kindel osa küttekuludest jaotatakse 100% korterite pinna alusel, mis mingil määral vähendab küttearvete erinevusi korterite vahel.

Antud hoones on kõrgete ja madalate mõõdetud küttekuludega korterid maja peale suhteliselt hästi ära jaotunud, mis on ilmselt tingitud sellest, et hoone on hästi soojustatud ning pigem sõltub korterite soojuskadu õhuvahetuse määrast ja ümbritsevate ruumide sisetemperatuuridest. 5-korruselise telliselamu küttekulude iseloomustus on toodud tabelis 5.4 ja joonisel 5.3, kus on toodud ka küttekulude iseloomustus juhul, kui oleks kasutatud püsi- ja muutuvkulude suhteid 75/25% ja 80/20%.

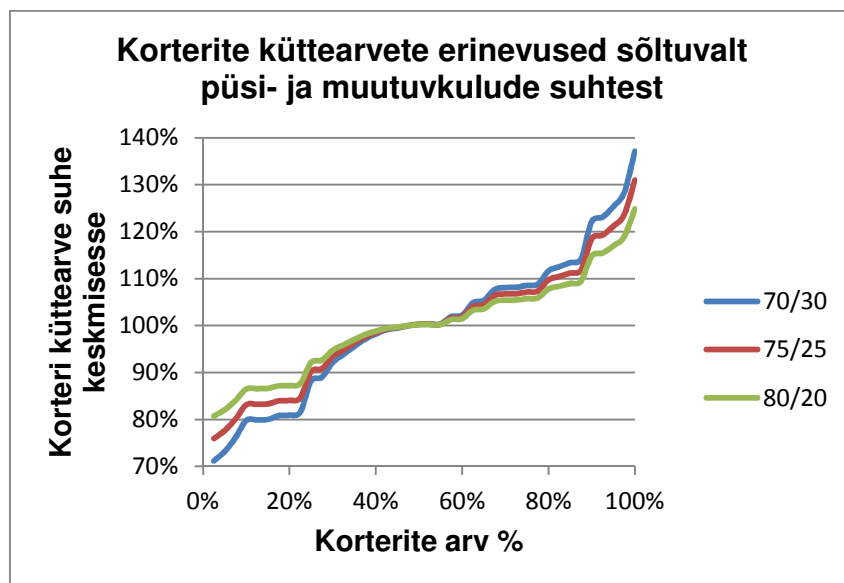
Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

**Tabel 5.4. 5-korruselise telliselamu kütte erikulud**

Korteri nr	Kõetav pind, m <sup>2</sup>	Korrus	70/30		75/25		80/20	
			Küttearvel esitatav erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse, %	Küttearvel esitatav erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse, %	Küttearvel esitatav erikulu, kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse, %
1	37,1	1	76,4	125,3	73,7	121,2	71,0	117,0
2	29,6		49,3	80,9	51,1	84,1	53,0	87,2
3	57,4		78,2	128,3	75,2	123,6	72,2	118,9
16	61,8		69,6	114,1	68,0	111,8	66,5	109,4
17	49,0		64,2	105,3	63,6	104,4	62,9	103,6
18	69,4		61,2	100,3	61,0	100,3	60,9	100,2
31	54,7		61,1	100,3	61,0	100,2	60,9	100,2
32	63,4		62,3	102,2	62,0	101,8	61,6	101,5
4	37,1	2	58,3	95,6	58,6	96,3	58,9	97,0
5	40,5		48,8	80,0	50,7	83,3	52,6	86,6
6	57,4		60,4	99,1	60,4	99,3	60,4	99,4
19	67,8		61,2	100,3	61,0	100,3	60,9	100,2
20	49,0		68,1	111,6	66,8	109,7	65,5	107,8
21	69,4		65,9	108,1	65,0	106,8	64,0	105,4
33	54,7		69,1	113,4	67,7	111,2	66,2	109,0
34	74,1		75,0	123,1	72,6	119,3	70,1	115,4
7	37,1	3	68,6	112,5	67,2	110,4	65,8	108,4
8	40,5		74,5	122,2	72,1	118,5	69,8	114,8
9	57,4		48,7	79,9	50,6	83,2	52,6	86,5
22	67,8		49,3	80,8	51,1	84,0	52,9	87,1
23	49,0		53,8	88,2	54,9	90,2	56,0	92,1
24	69,4		56,2	92,1	56,8	93,4	57,5	94,7
35	54,7		48,6	79,8	50,6	83,1	52,5	86,5
36	74,1		44,6	73,2	47,2	77,6	49,8	82,0
10	37,1	4	59,2	97,1	59,4	97,6	59,6	98,1
11	40,5		46,4	76,1	48,7	80,1	51,0	84,0
12	57,4		61,0	100,0	60,8	100,0	60,7	100,0
25	67,8		43,4	71,2	46,2	75,9	49,0	80,7
26	49,0		66,3	108,8	65,3	107,3	64,3	105,9
27	69,4		60,7	99,5	60,6	99,6	60,5	99,7
37	54,7		83,6	137,1	79,7	131,0	75,8	124,8
38	74,1		65,9	108,1	65,0	106,8	64,0	105,4
13	37,1	5	65,6	107,7	64,7	106,4	63,9	105,1
14	40,5		49,7	81,5	51,5	84,6	53,2	87,6
15	57,4		57,2	93,8	57,7	94,8	58,2	95,9
28	67,8		63,9	104,9	63,3	104,1	62,7	103,2
29	49,0		59,9	98,2	59,9	98,5	60,0	98,8
30	69,4		54,2	89,0	55,2	90,8	56,3	92,6
39	54,7		66,2	108,5	65,2	107,1	64,2	105,7
40	74,1		62,1	101,9	61,8	101,6	61,5	101,3
<b>Minimaalne</b>			<b>71,2</b>		<b>75,9</b>		<b>80,7</b>	
<b>Maksimaalne</b>			<b>137,1</b>		<b>131,0</b>		<b>124,8</b>	



Joonis 5.3. 5-korruselise telliselamu küttekulude jaotus

## 5.4 5-korruseline suurpaneelilamu

Hoones jaotatakse kütte püsi- ja muutuvkulud osakaaluga 40/60. Selle tulemusel erinevad 2011 aasta oktoobrist 2012 aasta märtsini (kuue kuu) korterite energiatarbimised ruutmeetri kohta 2,2 korda ehk numbriliselt 58 kWh/m<sup>2</sup> kuni 125 kWh/m<sup>2</sup>.

Andmeid analüüsid selgub, et enamik keskmisest suurema tarbimisega kortereid asub hoone nurkades või esimesel ning viimasel korrusel. Korterid 2 ja 31 esimese korruse nurkades. Korteri 23 keskmisest suurem kütteenergia erikulu võib olla seotud ülekütmisega või ka asjaoluga, et seal on võrreldes teiste korteritega teist tüüpi küttekehad, mida pole individuaalse mõõtmise juures arvesse võetud. Keskmisest madalama kütteenergia eritarbimisega korterid asuvad hoone keskosas, see on seotud väiksema välispiirete pinnaga, nii ka korterid 28, 7 ja 3. Püsi- ja muutuvkulude kütteenergia erikulud ning nende erinevus keskmisest on toodud tabelis 5.5.

Tabel 5.5. 5-korruselise suurpaneelilamu kütte erikulud

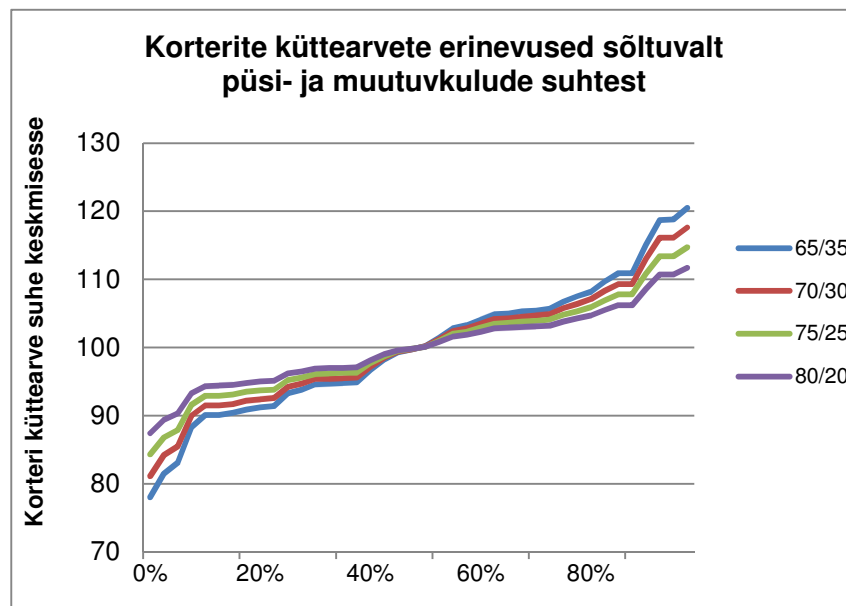
Korter	Kõetav pind m <sup>2</sup>	Korrus	60/40		70/30		75/25		80/20	
			Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %
1	65,1	1	108,2	117,3	104,2	113,0	102,2	110,8	100,2	108,6
2	78,7		113,9	123,5	108,5	117,6	105,8	114,7	103,1	111,7
11	65,0		97,4	105,6	96,1	104,2	95,5	103,5	94,8	102,8
12	85,9		81,8	88,7	84,4	91,5	85,7	92,9	87,0	94,3
21	65,2		103,7	112,5	100,9	109,3	99,4	107,8	98,0	106,2
22	79,0		99,4	107,7	97,6	105,8	96,7	104,8	95,8	103,8
31	65,0		112,1	121,5	107,1	116,1	104,6	113,4	102,2	110,7
32	79,3		102,4	111,0	99,9	108,3	98,6	106,9	97,3	105,5
3	64,9	2	74,4	80,6	78,9	85,5	81,1	87,9	83,3	90,3
4	78,9		92,5	100,2	92,4	100,2	92,4	100,1	92,4	100,1

Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Korteri nr	Kõetav pind, m <sup>2</sup>	Korrus	60/40		70/30		75/25		80/20	
			Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %
13	64,6	2	82,1	89,0	84,6	91,7	85,9	93,1	87,2	94,5
14	78,5		81,8	88,7	84,4	91,5	85,7	92,9	87,0	94,4
23	65,0		112,0	121,4	107,1	116,1	104,6	113,4	102,1	110,7
24	78,5		86,5	93,8	88,0	95,4	88,7	96,1	89,4	96,9
33	64,7		100,9	109,4	98,8	107,1	97,7	105,9	96,6	104,7
34	78,6		91,9	99,6	92,0	99,7	92,1	99,8	92,1	99,8
5	64,7	3	83,1	90,1	85,4	92,6	86,6	93,8	87,7	95,1
6	78,5		90,4	98,0	90,9	98,5	91,1	98,7	91,3	99,0
15	78,8		88,8	96,3	89,7	97,2	90,1	97,7	90,5	98,1
16	65,1		96,6	104,7	95,5	103,5	94,9	102,9	94,4	102,3
25	64,9		91,5	99,2	91,7	99,4	91,8	99,5	91,9	99,6
26	81,3		82,9	89,9	85,3	92,4	86,4	93,7	87,6	95,0
35	64,7		98,2	106,5	96,7	104,9	96,0	104,1	95,2	103,2
36	78,7		82,7	89,6	85,1	92,2	86,3	93,5	87,5	94,8
7	64,7	4	72,8	78,9	77,7	84,2	80,1	86,8	82,5	89,4
8	86,7		86,8	94,0	88,1	95,5	88,8	96,3	89,5	97,0
17	65,1		85,7	92,9	87,3	94,7	88,2	95,6	89,0	96,5
18	87,0		86,6	93,9	88,0	95,4	88,7	96,2	89,4	97,0
27	65,0		93,8	101,6	93,4	101,2	93,2	101,0	93,0	100,8
28	78,5		69,1	74,9	74,9	81,1	77,8	84,3	80,7	87,4
37	64,7		85,2	92,3	86,9	94,2	87,8	95,2	88,7	96,2
38	78,5		86,9	94,1	88,2	95,6	88,9	96,3	89,6	97,1
9	64,7	5	95,7	103,7	94,8	102,8	94,4	102,3	94,0	101,9
10	78,6		100,1	108,5	98,2	106,4	97,2	105,3	96,2	104,3
19	65,0		97,5	105,7	96,2	104,3	95,6	103,6	94,9	102,9
20	87,0		103,7	112,4	100,9	109,3	99,4	107,8	98,0	106,2
29	64,9		79,9	86,6	83,0	90,0	84,5	91,6	86,1	93,3
30	78,8		95,2	103,1	94,4	102,4	94,1	102,0	93,7	101,6
39	64,9		97,8	106,0	96,4	104,5	95,7	103,8	95,0	103,0
40	78,5		98,0	106,2	96,6	104,7	95,8	103,9	95,1	103,1
Maksimum			113,9	123,5	108,5	117,6	105,8	114,7	103,1	111,7
Miinimum			69,1	74,9	74,9	81,1	77,8	84,3	80,7	87,4



Joonis 5.4. 5-korruselise suurpaneelilamu küttekulude jaotus

Erinevused keskmistest väärtustest on toodud tabelis 5, kus on näha, et keskmiste korterite kütteenergia erikulu erineb nurgapealsete omadest suhtarvu 80/20 juures 24%.

Mida väiksem on muutuvkulude osakaal, seda väiksem on muutuvkulu osakaal keskmisest (joonis 5.4), kuid antud graafiku ja tabeli 5 põhjal võib väita, et ainuüksi püsi- ja muutuvkulude suhtarvuga individuaalsel küttekulu mõõtmisel pole võimalik elamus õiglaselt küttekulu jaotada ning kasutada tuleks korterite paiknemisest tulenevat parandustegurit, mida on võimalik määrata valideeritud mudeli põhjal.

## 5.5 3-korruseline telliselamu

Hoones jaotatakse kütte püsi- ja muutuvkulusid osakaaluga 40/60%. Hoones on individuaalset küttekulude jaotamist kasutatud alates detsembrist 2011 ning antud uuringu raames analüüsiti mõõdetud küttekulusid kuni märtsini 2012 (kaasa arvatud). Kasutatava püsi- ja muutuvkulude osakaalu puhul jäävad korterite mõõdetud kütte erikulud vahemikku 34,0 kWh/m<sup>2</sup> kuni 87,2 kWh/m<sup>2</sup>, mis moodustavad korterite kütte erikulude aritmeetilisest keskmisest 54,6% ja 140,0%, millest tulenevalt erinesid korterite kütte erikulud kuni 2,6 korda.

3-korruselise tellistest kortermaja küttekulude iseloomustus on toodud tabelis 5.6 ja joonisel 5.5, kus on toodud ka küttekulude iseloomustus juhul, kui kasutatud oleks püsi- ja muutuvkulude suhteid 70/30%, 75/25% ja 80/20%.

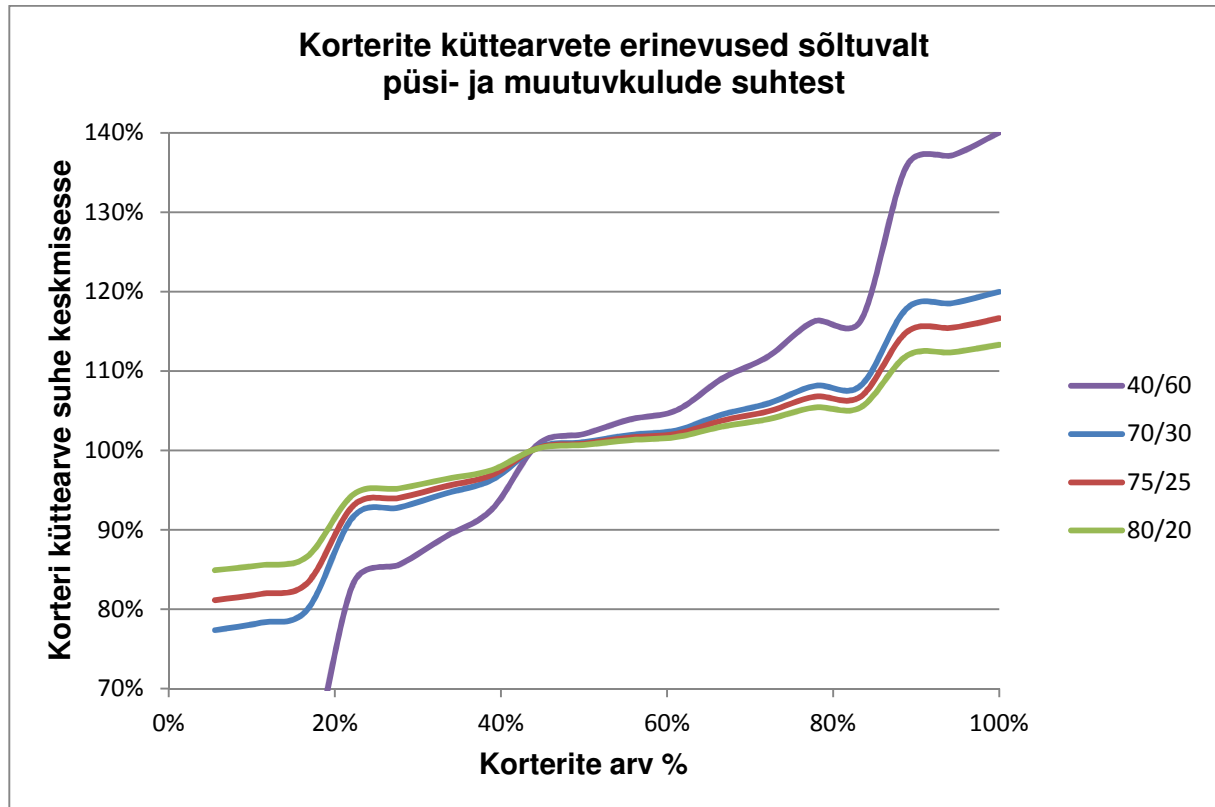
Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

**Tabel 5.6. 3-korruselise telliselamu mõõdetud kütte erikulud**

Korter	Kõetav pind m <sup>2</sup>	Korrus	40/60		70/30		72/25		80/20	
			Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %
1	47,6	1	85,4	137,2	74,0	118,6	72,1	115,5	70,1	112,4
2	58,7		72,5	116,4	67,5	108,2	66,7	106,8	65,8	105,4
7	48,3		64,7	103,9	63,6	101,9	63,4	101,6	63,2	101,3
8	58,4		37,2	59,8	49,9	79,9	52,0	83,3	54,1	86,6
13	58,2		87,2	140,0	74,8	120,0	72,8	116,6	70,7	113,3
14	70,5		84,6	135,9	73,6	117,9	71,7	114,9	69,9	111,9
3	47,6	2	67,9	109,1	65,2	104,5	64,8	103,8	64,3	103,0
4	58,4		35,2	56,5	48,8	78,3	51,1	81,9	53,4	85,5
9	48,5		34,0	54,6	48,3	77,4	50,6	81,1	53,0	84,9
10	58,2		72,4	116,3	67,5	108,1	66,6	106,8	65,8	105,4
15	58,3		51,8	83,3	57,2	91,7	58,1	93,0	59,0	94,4
16	70,8		62,7	100,8	62,6	100,4	62,6	100,3	62,6	100,3
5	47,4	3	53,3	85,6	57,9	92,8	58,7	94,0	59,4	95,2
6	58		55,5	89,1	59,0	94,6	59,6	95,5	60,2	96,4
11	48,5		69,7	111,9	66,1	105,9	65,5	104,9	64,9	103,9
12	58,1		65,4	105,0	64,0	102,5	63,7	102,1	63,5	101,7
17	58,1		57,6	92,6	60,1	96,3%	60,5	96,9	60,9	97,5
18	70,7		63,5	102,1	63,0	101,0	62,9	100,9	62,9	100,7
Minimaalne			54,6		77,4		81,1		84,9	
Maksimaalne			140,0		120,0		116,6		113,3	



Joonis 5.5. 3-korruselise telliselamu küttekulude erinevus keskmisest

Jooniselt 5.5 on näha, et püsi- ja muutuvkulude suhtarv 40/60 pole sobiv.

## 5.6 5-korruseline gaasbetoonist suurpaneelilamu

Hoones jaotatakse kütte püsi- ja muutuvkulud osakaaluga 50/50 (tabel 5.7). Antud uuringu raames analüüsiti mõõdetud küttekulusid septembrist 2011 kuni detsembrini 2011 (kaasa arvatud), kuna sellel perioodil töötas väljatõmbeõhu ventilatsiooni soojuspump. Kasutatava püsi- ja muutuvkulude osakaalu puhul jäävad korterite mõõdetud kütte erikulud vahemikku 34 kWh/m<sup>2</sup> kuni 87,2 kWh/m<sup>2</sup>, mis moodustavad korterite kütte erikulude aritmeetilisest keskmisest vastavalt 51,4% ja 175,6%. Suurimad tarbijad asuvad valdavalt esimesel korrusel. On ka erandeid. Hoone keskel asuvates korterites on suur tarbimine tõenäoliselt põhjustatud korteri ülekütmisest.

5-korruselise tellistest kortermaja küttekulude iseloomustus on tabelis 5.2 ja joonisel 5.5, kus on toodud ka küttekulude iseloomustus juhul, kui oleks kasutatud püsi- ja muutuvkulude suhteid 70/30%, 75/25% ja 80/20%.

Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

**Tabel 5.7. 5-korruselise gaasbetoonist suurpaneelilamu mõõdetud kütte erikulud**

Korteri nr	Kõetav pind m <sup>2</sup>	Korrus	50/50		70/30		72/25		80/20		
			Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	
1	49	1	104,6	164,3	87,9	138,7	83,8	132,3	79,6	125,9	
2	46,4		61,1	95,9	61,8	97,6	62,0	98,0	62,2	98,4	
3	49,4		47,7	74,9	53,8	84,9	55,3	87,4	56,8	89,9	
16	63,1		63,8	100,2	63,5	100,1	63,4	100,1	63,3	100,1	
17	46,7		77,7	122,1	71,8	113,3	70,3	111,1	68,8	108,9	
18	66,3		104,0	163,4	87,6	138,2	83,5	131,9	79,4	125,5	
31	63,2		75,8	119,1	70,7	111,5	69,4	109,6	68,1	107,7	
32	46,7		56,1	88,1	58,8	92,8	59,5	94,0	60,2	95,2	
33	66,2		90,1	141,5	79,2	125,0	76,5	120,9	73,8	116,7	
46	77		72,4	113,7	68,6	108,2	67,6	106,9	66,7	105,5	
47	34		111,8	175,6	92,3	145,6	87,4	138,0	82,5	130,5	
48	66,1		68,5	107,5	66,2	104,5	65,7	103,8	65,1	103,0	
4	48,8		2	69,6	109,3	66,9	105,6	66,2	104,7	65,6	103,7
5	46,1			71,0	111,5	67,8	106,9	66,9	105,8	66,1	104,6
6	48,7	93,4		146,7	81,2	128,2	78,2	123,5	75,1	118,8	
19	63,3	70,5		110,7	67,4	106,4	66,7	105,4	65,9	104,3	
20	46,4	47,1		73,9	53,4	84,3	55,0	86,9	56,6	89,5	
21	66,1	45,1		70,8	52,2	82,4	54,0	85,3	55,8	88,2	
34	63	38,9		61,1	48,5	76,6	50,9	80,5	53,3	84,3	
35	46,3	78,4		123,1	72,2	113,9	70,7	111,6	69,1	109,3	
36	65,8	73,8		116,0	69,5	109,6	68,4	108,0	67,3	106,4	
49	76,6	55,9		87,7	58,7	92,6	59,4	93,8	60,1	95,1	
50	33,6	63,9		100,3	63,5	100,2	63,4	100,2	63,3	100,1	
51	65,6	78,4		123,2	72,2	114,0	70,7	111,7	69,1	109,3	
7	64,5	65,4		102,7	64,4	101,6	64,1	101,3	63,9	101,1	
8	30	3		84,8	133,1	76,0	120,0	73,8	116,7	71,7	113,3
9	49,3		52,6	82,5	56,7	89,5	57,7	91,2	58,8	93,0	
22	62,9		33,0	51,9	45,0	71,0	48,0	75,8	51,0	80,6	
23	46,4		96,7	151,8	83,2	131,2	79,8	126,1	76,4	120,9	
24	65,8		62,0	97,4	62,4	98,5	62,5	98,7	62,6	99,0	
37	62,8		36,2	56,9	46,9	74,0	49,6	78,3	52,2	82,6	
38	46,4		35,0	55,0	46,2	72,9	49,0	77,4	51,8	81,9	
39	66		36,6	57,5	47,1	74,4	49,7	78,6	52,4	82,9	
52	76,5		41,8	65,7	50,3	79,3	52,4	82,8	54,5	86,2	
53	33,5		58,8	92,4	60,5	95,4	60,9	96,2	61,3	96,9	

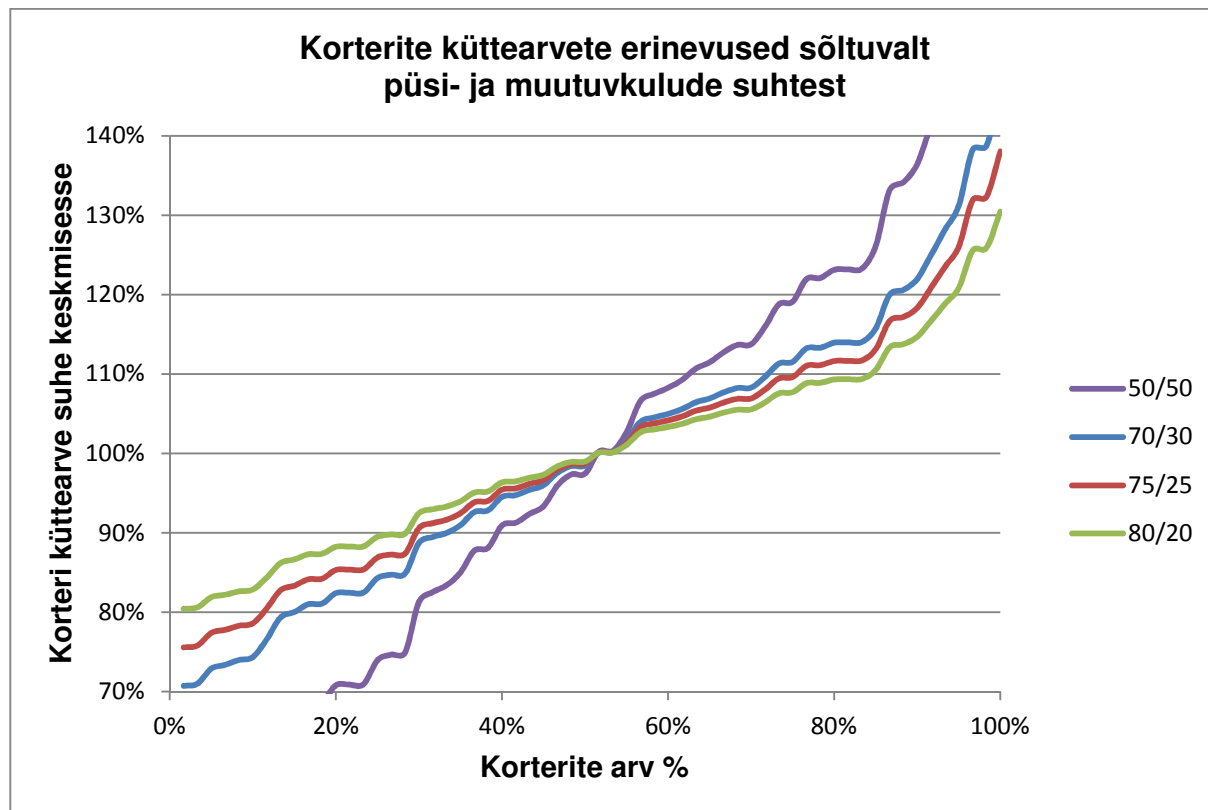


Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja  
käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Korter	Kõetav pind m <sup>2</sup>	Korrus	50/50		70/30		72/25		80/20	
			Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %	Küttearvel esitatav erikulu kWh/m <sup>2</sup>	Suhe keskmisesse erikulusse %
54	65,5	4	43,7	68,6	51,4	81,1	53,3	84,2	55,2	87,4
10	48,7		67,9	106,6	65,9	104,0	65,4	103,3	64,9	102,6
11	45,9		43,6	68,5	51,3	81,0	53,3	84,1	55,2	87,3
12	49,3		51,8	81,3	56,2	88,7	57,3	90,6	58,5	92,5
25	62,9		80,3	126,1	73,3	115,7	71,6	113,1	69,9	110,5
26	46,4		45,2	70,9	52,3	82,5	54,0	85,4	55,8	88,3
27	65,8		59,4	93,4	60,8	96,0	61,2	96,7	61,5	97,3
40	62,6		77,6	122,0	71,8	113,2	70,3	111,0	68,8	108,8
41	46,3		47,5	74,7	53,7	84,7	55,2	87,3	56,8	89,8
42	65,8		57,9	90,9	59,9	94,5	60,4	95,4	60,9	96,3
55	76,4		78,5	123,3	72,3	114,0	70,7	111,7	69,1	109,4
56	33,6		35,5	55,8	46,5	73,4	49,2	77,8	52,0	82,2
57	65,7		68,9	108,3	66,5	105,0	65,9	104,2	65,3	103,3
13	49,1		5	85,4	134,2	76,4	120,6	74,2	117,2	71,9
14	46,1	72,4		113,7	68,6	108,3	67,7	106,9	66,7	105,5
15	49,5	71,8		112,7	68,2	107,7	67,3	106,4	66,5	105,1
28	63,2	42,6		66,9	50,7	80,0	52,7	83,3	54,8	86,7
29	46,3	86,9		136,4	77,3	122,0	74,9	118,3	72,5	114,7
30	66	32,7		51,4	44,8	70,7	47,8	75,6	50,8	80,4
43	63,1	54,1		85,0	57,6	91,0	58,5	92,5	59,4	94,0
44	46,7	53,1		83,4	57,0	90,0%	58,0	91,6	59,0	93,3
45	66,4	62,0		97,3	62,4	98,4	62,4	98,7	62,5	98,9
58	76,7	45,1		70,9	52,2	82,4	54,0	85,4	55,8	88,3
59	33,8	75,6		118,8	70,5	111,3	69,3	109,4	68,0	107,6
60	65,9	58,1		91,3	60,0	94,7	60,5	95,6	61,0	96,5
Maksimaalne			175,6		145,6		138,0		130,5	
Minimaalne			51,4		70,7		75,6		80,4	



Joon.5.6. 5-korruselise gaasbetoonist suurpaneelilamu küttekulude erinevus keskmisest

## 6. Küsitlustulemuste analüüs

Uuringu raames küsitleti kõigis hoonetes elanikke hindamaks nende käitumisharjumusi termostaatventiilide kasutamisel, kui hoones on individuaalne soojuskulu jaotamine, ning saamaks teada inimeste arvamust selle süsteemi kohta. Küsitluslehed olid nii eesti kui ka vene keeles. Küsitluslehtede näited on toodud uuringu raporti lisas 1.

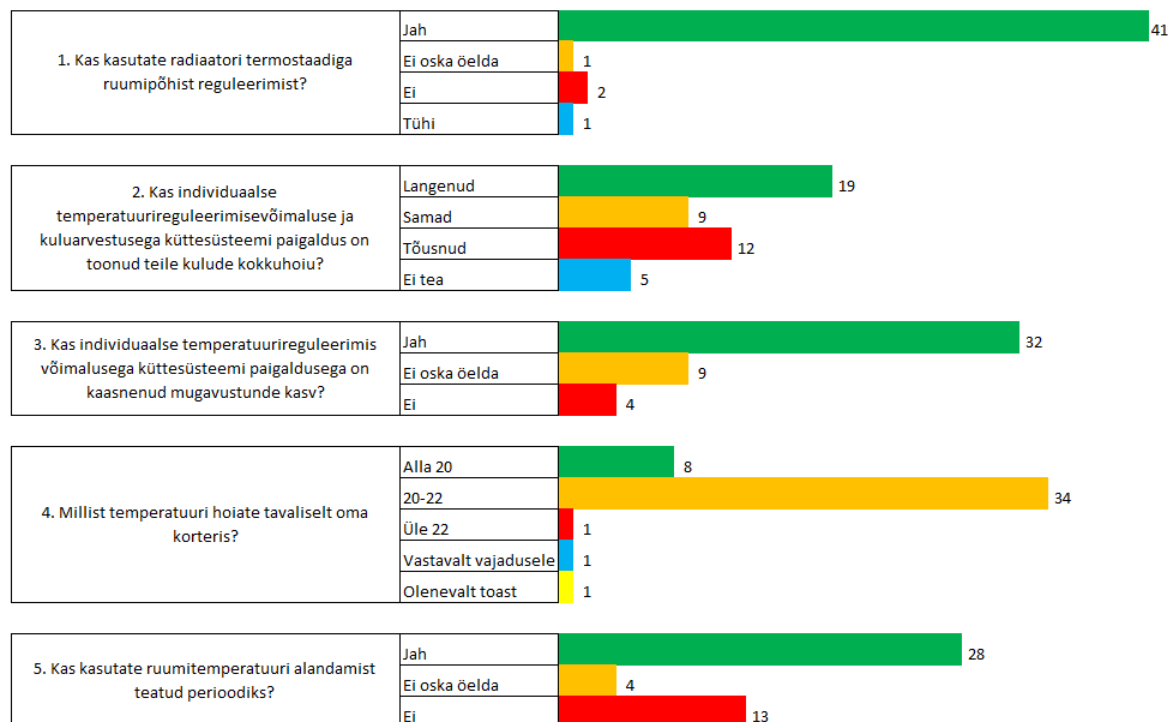
Peamine ja väga positiivne aspekt, mis küsitlustel välja tuli, oli see, et suur osa vastanutest kasutab termostaatventiile õhutemperatuuri reguleerimiseks. Ainult üksikud vastajad ei osanud öelda, kas nad seda teevad, mis näitab, et enamik on vähemalt termostaatventiilidele tähelepanu pööranud. Individuaalse küttekulude jaotamise süsteemi esmane eesmärk on tagada, et kütteperioodil reguleeritakse eelkõige toatemperatuuri ventiili asendi muutmisega. Antud juhul paistab, et sellega tegeletakse aktiivselt. Sealjuures ei esinenud märgatavaid erinevusi hoonete puhul, kus kasutatakse erinevaid püsi- ja muutuvkulude osakaalusid. Kahjuks puudub analoogne info selle kohta, milline on olukord termostaatventiilide kasutamisega hoonetes, kus pole küttekulu allokaatoreid.

Küsitlustulemuste põhjal võib väita, et enamik elanikke hoiab sisetemperatuuri vahemikus +20 kuni +22 °C. Suhteliselt palju kasutatakse ka ruumitemperatuuri alandamist teatud perioodideks. Samuti on täheldatud ruumitemperatuuri reguleerimisvõimaluse tulekuga mugavustunde kasvu. Märgatavat küttekulude langust on esinenud ainult küttekulude jaotamise süsteemi paigaldusega samaaegselt teostatud hoone välispiirete renoveerimise puhul. Kui hoonet pole soojapidavamaks muudetud, siis on esinenud nii küttekulude tõusu kui langust ning ka samal tasemel püsimist. Üldiselt on renoveerimata majades esinenud küttekulude langemist rohkem, sest vähem kütteenergiat tarbivaid hoone keskel asuvaid kortereid on rohkem kui palju tarbivaid nurga- ja otsakortereid.

Küsitlustulemused hoonete kaupa on toodud järgnevas alapeatükkides. Esitatud pole vaid 5-korruselise gaasbetoonist suurpaneelilamu küsitlustulemusi, kus vastanute osakaal oli väike.

### 6.1 9-korruseline suurpaneelilamu

9-korruselises suurpaneelilamus vastati ning tagastati küsitlusankeet 45 korteri poolt 72st ehk 62,5%, mida võib lugeda heaks tulemuseks. Enamik vastanutest kasutab korteris ruumipõhist temperatuuri reguleerimist termostaadiga, 42% leiab, et individuaalse temperatuuri reguleerimise võimalusega on nende küttekulud langenud, 20% sõnul on küttekulud samad, 27% vastanutest leidis, et küttekulud on tõusnud ning 11% vastanutest ei osanud öelda, kas uus süsteem on neile kulude kokkuhoidu toonud või mitte. 2 vastanut märkis ka, et rahalised kulud on suurenenud, kuid energiakulu kohta ei osanud nad midagi öelda, viidates kütte üldisele kallinemisele. Mugavustunde kasvu tunnistas 71% vastanutest, ligi 10% aga mugavustunde kasvu ei tundnud. Enamasti hoiti korteri temperatuuri vahemikus +20 °C kuni +22 °C, kuid 8 korterit hoiavad temperatuuri ka alla +20 kraadi ning üks korter hoiab üle +22 °C. Seejuures tasub mainida, et nendest 8-st vastanust 4 märkisid, et nende mugavustunne on kasvanud ning üks korter, kus temperatuuri hoitakse üle +22 °C, ei ole täheldatud mugavustunde kasvu. Vastanud korteritest 14 osalesid ka temperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse monitooringus ning võib öelda, et enamasti ankeetide vastused ning mõõdetud olukord klappisid. Kes olid märkinud, et nende ruumitemperatuur on alla +20 °C, neil oligi keskmine temperatuur monitooringu ajal madalam +20 kraadist. Samas hindasid kahe korteri elanikud oma korteri õhutemperatuuri madalamaks, kui näitas monitooring. Ruumitemperatuuri alandamist teatud perioodiks kasutab samuti enamik vastanutest, kuid endiselt pea 30% seda ei tee. Küsitlustulemusi iseloomustab joonis Joonis 6.1.



Joonis 6.1. 9-korruselise suurpaneelramu küsitluste vastused

## 6.2 4-korruseline telliselamu

4-korruselises tellistest kortermajas teostati küsitlus ning tagastati 13 ankeeti 32st korterist ehk vastanute osakaal oli 41%, mida võib lugeda heaks tulemuseks (tavaliselt on sarnaste küsitluste tagastajate osakaaluks 15–30%).

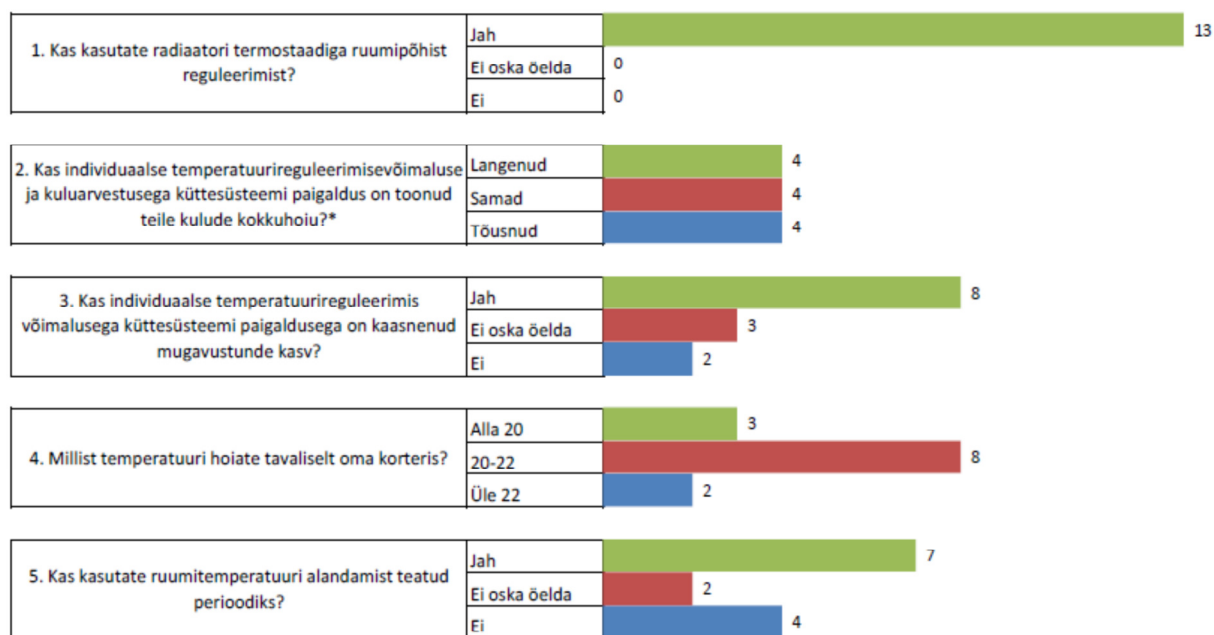
Kõik vastanud väitsid, et kasutavad termostaadiga ruumipõhist temperatuuri reguleerimist. Seoses sellega, et koos küttesüsteemi renoveerimisega ei renoveeritud välistarindeid, muutusid küttekulud oluliselt. 2 ja 3 välistarindiga korterites küttekulud tõusid või jäid samaks. 1 välistarindiga korterites küttekulud langesid või jäid samaks.

Enamikul vastanud elanikest suurenes mugavustunne. Selle põhjus võib olla võimalusega vastavalt elaniku soovile reguleerida küttekehade soojust.

Üldiselt väideti, et korteris hoitakse sisetemperatuuri vahemikus +20 – +22 °C. Võrreldes vastuseid sisetemperatuuri monitooringuga, kui arvestada ka seda, et inimene suudab tunde järgi määrata temperatuuri 1–2 °C täpsusega, olid kõik vastused vastavuses mõõtmistulemustega. Ilmnes, et valdavalt hoitakse sisetemperatuuri 20–21 °C.

Küsitluse andmetel alandab arvestatav osa inimesi teatud perioodideks ruumitemperatuuri, mis viitab sellele, et termostaatventiilide tööpõhimõttest on aru saadud ja neid rakendatakse vastavalt.

Ankeetidele olid kantud ka mõned kommentaarid ning üldiselt sooviti kulude jaotamise põhimõtete kohta paremat selgitustööd. Ühe korteri esindaja oli korteri ise seestpoolt soojusisoleerinud 5 cm paksuse kivivillaga. Mitmes korteris kurdeti, et küttekehad ei suuda korterit enam soojaks kütta. Selle põhjuseks võib olla, et soojuskadusid arvutati nii, nagu oleks maja juba soojustatud. Maja soojustamine toimub aga plaani järgi alles 2012. aasta suvel, kuna tõenäoliselt polnud piisavalt raha, et korruga küttesüsteem renoveerida ja maja soojustada. Oli ka kortereid, kus keelduti sisekliima monitooringust. Põhjus võib olla see, et seal hoiti termostaatventiile teadlikult kõige madalamal astmel, mis põhjustab ümbritsevate korterite küttekulude kasvu. 4-korruselise tellistest kortermaja küsitluste vastuste jagunemine on toodud joonisel 6.2.

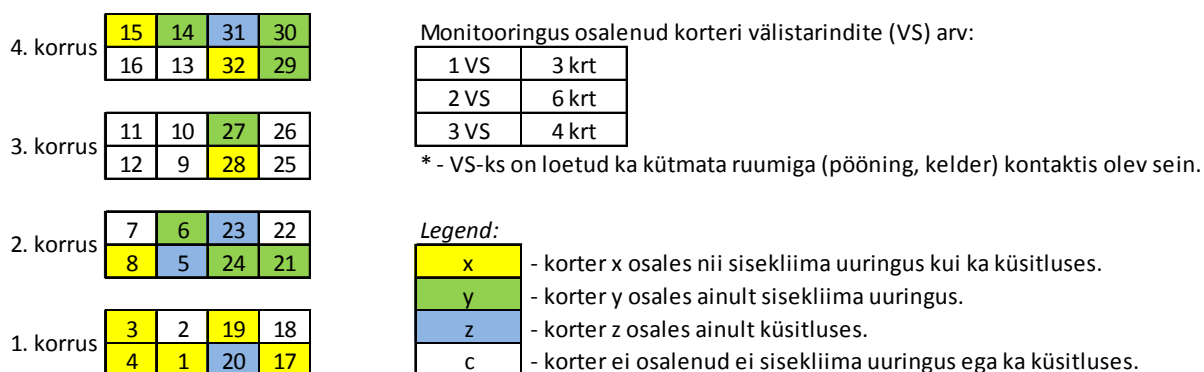


Küsitluses osales 13 korterit 32st. (st. 40,6%)

\* - üks korter jättis küsimusele 2 vastamata.

**Joonis 6.2. 4-korruselise tellistest kortermaja elanike küsitluse tulemused**

4-korruse tellistest kortermaja põhjal, kus kortereid on oluliselt vähem kui 9-korruselises, tuleb selgelt välja ebavõrdsus korterite vahel, kus nurgapealsed korterid maksavad kütteenergia eest enam kui hoone keskosas asuvate korterite elanikud. Kõik neli küsitluses osalenud otsakorterit (3 VS) hoidsid sisetemperatuuri alla +20 °C. Joonisel 6.3 on näidatud, mis korterid osalesid sisekliima uuringus ja/või küsitluses või ei osalenud kummaski ning sisekliima monitooringu/küsitluse (kui monitooringut polnud läbi viidud, siis kasutati küsitluse tulemust) keskmiste sisetemperatuuride jaotust üle terve kortermaja.

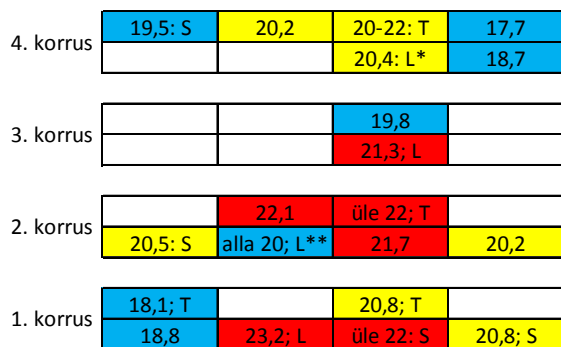


**Joonis 6.3. 4-korruselise soojustamata tellisest kortermaja sisekliima ja küsitluse skeem**

# Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012



Legend:

19,5: L
---------

- sisekliima uuringu käigus selgunud korteri keskmine sisetemperatuur: küttekulude muutus pärast allokaatorite panekut (T - tõus; S - sama; L - langus)

Märkus:

\* - pani korterisse lisasoojustuse 50mm kivivilla.

\*\* - küsitluse põhjal saadud tulemus.

**Joonis 6.4. 4-korruselise soojustamata tellisest kortermaja sisetemperatuuride jaotus**

Jooniselt 6.4 on näha, et madalamaid temperatuure hoitakse maja otstes ja äärtes tõenäoliselt selleks, et küttekulusid kontrolli all hoida. Kelder on küll kütmata, kuid kuna seal asub hoone soojasõlm, siis on sealne temperatuur kõrgem kui lihtsalt kütmata ruumi omal. Kõrgemaid temperatuure hoitakse üldiselt maja keskel.

Küttekuludega on sarnane lugu. Valdavalt on maja äärtes ja otstes küttekulud samaks jäänud või tõusnud (v.a mõni erand põhjendusega) ja maja keskel on kas langenud või samaks jäänud.

Sisekliima uuringu käigus koguti andmeid 16 korteri kohta, kus andur oli ühes korteris minimaalselt 1 nädal põrandast vähemalt 1 m, kuid mitte üle 1,5 m kõrgusel põrandast. Mõõteperioodi ajal hoiti temperatuure vastavalt tabelile 6.1.

**Tabel 6.1. 4-korruselise tellisest kortermaja sisetemperatuuride kumulatiivne jaotus**

alla 24 °C	99,7%
alla 23 °C	95,8%
alla 22 °C	87,2%
alla 21 °C	69,2%
alla 20 °C	42,4%
alla 19 °C	21,9%
alla 18 °C	8,9%
alla 17 °C	1,2%
alla 16 °C	0,3%

Näide:

99,7% mõõtmisperioodist hoiti mõõdetud

korterites sisetemperatuuri alla 24 °C.

95,8% mõõtmisperioodist hoiti mõõdetud

korterites sisetemperatuuri alla 23 °C.

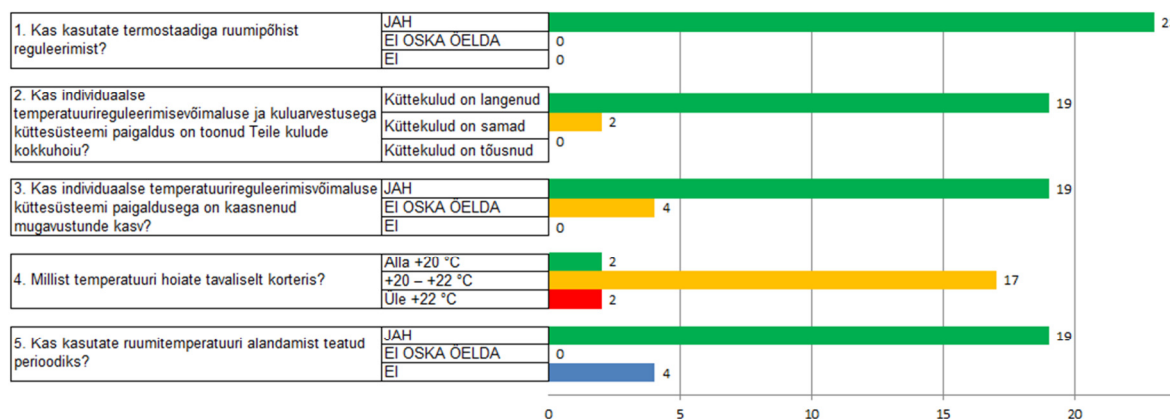
jne...

Tabelist saab järeldada, et allokaatorite paigutamine kortermajasse on viinud inimesed langetama sisetemperatuure. Kogu mõõtmisperioodi (märts 2012 – aprill 2012) keskmine temperatuur oli +20,4 °C.

## 6.3 5-korruseline telliselamu

5-korruselises telliselamus vastati küsitlusele ning tagastati ankeet 23st korterist 40st ehk vastanute osakaal oli 58%, mida võib lugeda heaks tulemuseks. Kõik vastanud väitsid, et kasutavad termostaadiga ruumipõhist temperatuuri reguleerimist. Seoses sellega, et koos küttesüsteemi renoveerimisega soojustati ka välispiirded, ei suurenenud kellelgi küttekulud, kuid paaril vastanul jäid need samaks. Samuti suurenes enamikul vastanud elanikest mugavustunne ning sedagi võib seostada hoone soojapidavamaks muutmisega. Üldiselt väideti, et korteris hoitakse sisetemperatuuri vahemikus +20 – +22 °C. Võrreldes vastuseid temperatuurimonitooringuga, esines ainult ühel juhul vastuses ja mõõtmistulemustes vastuolu. Küsitluse kohaselt alandab suur osa inimesi teatud perioodideks ruumitemperatuuri, mis viitab sellele, et termostaatventiilide tööpõhimõttest on aru saadud. Ankeetidele olid kantud ka mõned kommentaarid ning üldiselt sooviti kulude jaotamise põhimõtete kohta paremat selgitustööd. Ühe korteri esindaja soovis muutuvkulude osakaalu

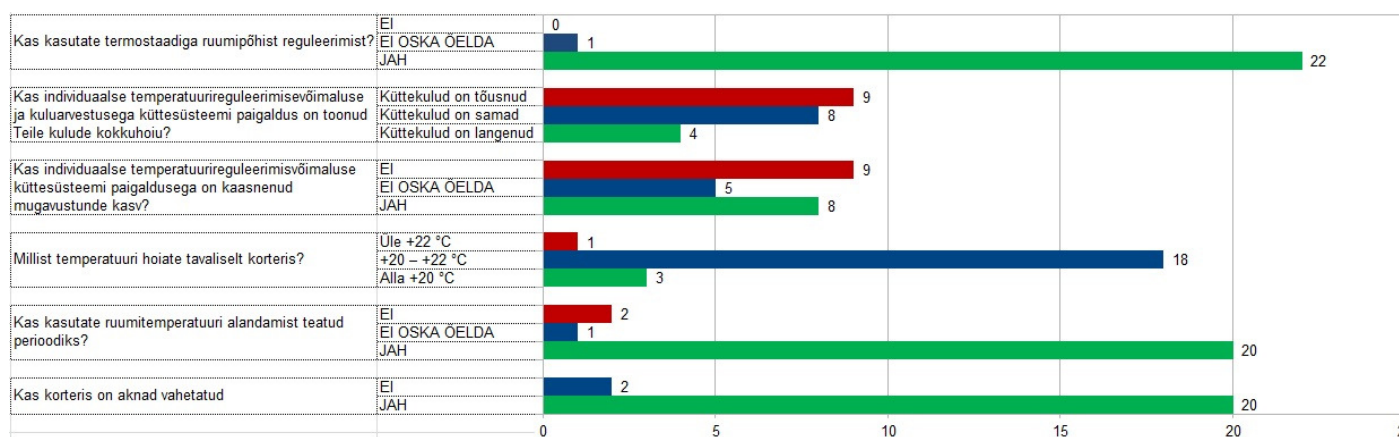
suurendamist ning ära peaks mainima, et antud korteri mõõdetud küttekulu on oluliselt väiksem hoone keskmisest. 5-korruselise telliselamu küsitluste vastuste jagunemine on toodud joonisel 6.5.



Joonis 6.5. 5-korruselise telliselamu küsitluste vastused

## 6.4 5-korruselise suurpaneelilamu

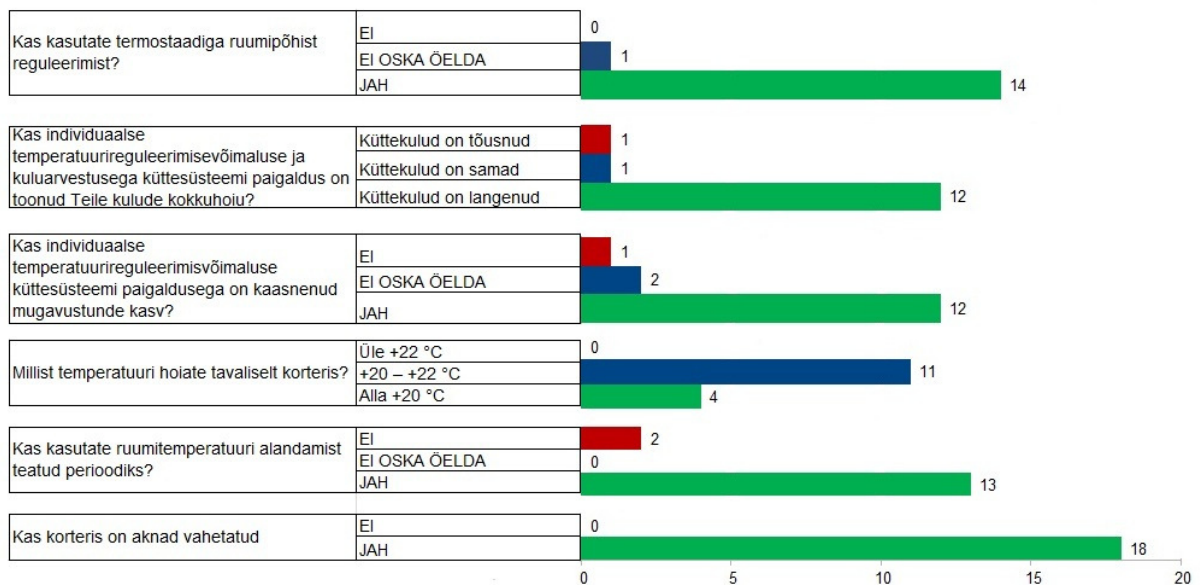
5-korruselises paneelilamuse vastati küsitlusele ning tagastati ankeet 40-st korterist 23s ehk vastanute osakaal oli 58%, mida võib lugeda heaks tulemuseks. Antud küsimustik näitab selgelt inimeste hoiakuid individuaalse kütteenegiakulu mõõtmisel. Vastanud kasutavad temperatuuri reguleerimist termostaatventiilidega ning alandavad teatud perioodiks ruumiõhu temperatuuri, kuid samas hoitakse kodus olles temperatuuri piirides +20 kuni +22 °C. Küsimusele, kas individuaalsest küttekulu mõõtmisest on ka küttekulud vähenenud, on arvamuste erisus kõige suurem. Põhjus, miks leitakse, et küttekulud on suurenenud, on osaliselt seotud ka viimaste küttekulu hindade tõusuga ning seda pandi ka kommentaariks ankeetidesse. Samas on märgata, et osade korterite (sh 4) küttekulud on langenud. Antud kortermajas kasutatakse püsi- ja muutuvkulude suhtarvused vastavalt 40% ja 60%, kuid asukohast tingitud parandustegureid (suurema arvu välispiirete mõju) arvesse pole võetud. Olukord annab küttekulult säästmise eelise hoone keskel asuvatele korteritele, mis tuli selgelt välja ka ankeetidest. 5-korruselise paneelilamu küsitluste vastuste jagunemine on toodud joonisel 6.6.



Joonis 6.6. 5-korruselise paneelilamu küsitlustulemuste analüüs

## 6.5 3-korruseline telliselamu

3-korruselises telliselamus vastasid ning tagastasid küsitlusankeed 15 korterit 18st ehk 83%. Enamik vastanutest kasutab korteris ruumipõhist temperatuuri reguleerimist termostaadiga. Suurem osa vastanutest väitis, et kasutavad termostaadiga ruumipõhist temperatuuri reguleerimist. Küttekulud on suurenenud ainult ühel vastanul ja ühel jäid need samaks, ülejäänud 80% väidavad, et küttekulud on vähenenud, mida saab põhjendada hoone renoveerimisega. Samuti suurenes enamikul mugavustunne ning sedagi võib seostada hoone soojapidavamaks muutmisega. Selgus, et korteris hoiavad sisetemperatuuri vahemikus +20 – +22 °C 73% ning alla +20 °C 27% vastanutest. Küsitluse kohaselt alandab suur osa inimesi teatud perioodideks ruumitemperatuuri, mis viitab sellele, et termostaatventiilide tööpõhimõttest on aru saadud. 3-korruselise telliselamu küsitluste vastuste jagunemine on toodud joonisel 6.7.



**Joonis 6.7. 3-korruselise telliselamu küsitluste vastused**



## 7. Energiasimulatsioonid

Uuringu käigus hoonele tehtud energiasimulatsioonid võimaldavad hinnata korterite küttekulu osakaalu hoone summaarses küttekulus, eeldades, et kõigis korterites valitseb ühesugune sisekliima. Energiasimulatsiooni teostati hoonete puhul korterite kaupa kolmes erinevas variandis:

- 1) renoveerimata olukorras (piirdetarindid lisasoojustamata, akendest  $\frac{3}{4}$  vahetatud)
- 2) renoveeritud olukorras, kui energiatõhususklass on D (kuni 200 kWh/m<sup>2</sup>·a)
- 3) renoveeritud olukorras, kui energiatõhususklass on C (kuni 150 kWh/m<sup>2</sup>·a).

Erinevate hoonete ja renoveerimisastmete kohta tehtud energiasimulatsioonide alusel määrati korterite majas asukohast tulenevad parandustegurid. Parandustegurid määrati nii, et nende kasutamisel on kõigi korterite küttekulud pinna suhtes võrdsed. Sel juhul tuleb tähele panna, et kõigis korterites eeldati ühetaolist sisekliimat.

### 7.1 Dünaamilise energiasimulatsiooni variantide kirjeldused

#### 7.1.1 Renoveeritud olukord, kus energiatõhususklass on D

Välisseintele on võrreldes esialgse ehitusjärgse olukorraga lisatud soojustust 150 mm ja katuslaele 300 mm. Kõik aknad on vahetatud ning nende soojusläbivus on 1,7 W/(m<sup>2</sup>·K). Hoones on soojustagastuseta mehaaniline väljatõmbeventilatsioon (SFP=1,0 W/(l/s)) ja õhuvahetus on sisekliimaklassis III. Energiatõhususe miinimumnõuete määruse kohaselt pole infiltratsiooni juurde vaja arvestada.

#### 7.1.2 Renoveeritud olukord, kus energiatõhususklass on C

Välisseintele on võrreldes esialgse ehitusjärgse olukorraga lisatud soojustust 150 mm ja katuslaele 300 mm. Kõik aknad on vahetatud ning nende soojusläbivus on 1,4 W/(m<sup>2</sup>·K). Ventilatsioon on lahendatud korteripõhiste soojustagastusega sissepuhke-väljatõmbe ventilatsiooniseadmetega (SFP=2,0 W/(l/s)), soojustagasti temperatuuri suhtarv 0,8 ja õhuvahetuse sisekliimaklass on III. Infiltratsioon vastab energiatõhususe miinimumnõuetele.

#### 7.1.3 Renoveerimata olukord, kus 75% aknaid on vahetatud

Välispiiretele lisasoojustust pole paigaldatud ning vahetatud on  $\frac{3}{4}$  hoone akendest, sealjuures on jälgitud, et korterite kaupa oleks vahetatud/vahetamata kõik korteri aknad ja vahetamata aknaid satuks nii hoone nurkadesse kui ka keskele. Vahetatud akende soojusläbivus on 1,7 W/(m<sup>2</sup>·K) ja vahetamata akendel 2,7 W/(m<sup>2</sup>·K). Hoones on loomulik ventilatsioon, mis vastab aasta keskmiselt sisekliimaklassile III. Energiatõhususe miinimumnõuete määruse kohaselt pole infiltratsiooni juurde vaja arvestada.

### 7.2 Hoonete arvutuslikud energiatarbimised

Simulatsioonide tulemused on hoonete kaupa toodud tabelis 7.1, kust saab näha hoonete arvutuslikku energiakulu erinevate süsteemide kaupa.

Kütteenenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

**Tabel 7.1. Uuritavate hoonete energiasimulatsioonide tulemused vastavalt hoone renoveerimisastmele**

Hoone	Renoveerimisaste	Kütte netoenergia kWh/m <sup>2</sup>	Vent- soojus kWh/m <sup>2</sup>	STV netoenergia kWh/m <sup>2</sup>	Vent- elekter kWh/m <sup>2</sup>	Elekter- valgustus kWh/m <sup>2</sup>	Elektri seadmed kWh/m <sup>2</sup>	Kokku kWh/m <sup>2</sup>	ETA, kWh/m <sup>2</sup>
5-korruseline telliselamu	Energiatõhususklass D	84,8	0,0	34,2	3,1	7,0	22,5	155,1	159,7
	Energiatõhususklass C	36,2	2,4	34,2	6,1	7,0	22,5	110,4	121,2
	Renoveerimata	180,0	0,0	34,2	0,0	7,0	22,5	250,1	243,4
9-korruseline 464 tüüpi suurpaneel elamu	Energiatõhususklass D	71,8	0,0	40,9	3,1	7,0	22,5	145,2	151,6
	Energiatõhususklass C	23,2	1,9	40,9	6,1	7,0	22,5	101,6	123,8
	Renoveerimata	117,0	0,0	40,9	0,0	7,0	22,5	187,4	191,0
5-korruseline 121 tüüpi suurpaneel elamu	Energiatõhususklass D	77,3	0,0	33,8	3,6	7,0	22,5	144,2	149,7
	Energiatõhususklass C	44,4	0,3	33,8	6,8	7,0	22,5	114,8	124,9
	Renoveerimata	162,4	0,0	33,8	0,0	7,0	22,5	225,7	220,9
4-korruseline telliselamu	Energiatõhususklass D	119,4	0,0	40,0	3,1	7,0	22,5	180,0	186,1
	Energiatõhususklass C	41,9	5,5	40,0	6,1	7,0	22,5	111,0	137,0
	Renoveerimata	156,6	0,0	40,0	0,0	7,0	22,5	213,2	211,3
5-korruseline Tartu Maja suurpaneel elamu	Energiatõhususklass D	65,4	0,0	31,9	2,9	7,0	21,1	128,3	134,0
	Energiatõhususklass C	39,1	2,0	31,9	5,7	7,0	21,1	104,8	114,6
	Renoveerimata	132,2	0,0	32,5	0,0	7,3	21,5	193,4	191,3
3-korruseline EKE-tüüpi elamu	Energiatõhususklass D	57,3	0,0	32,5	3,0	7,3	21,5	121,5	128,4
	Energiatõhususklass C	28,9	1,9	32,5	5,8	7,3	21,5	95,9	107,0
	Renoveerimata	146,2	0,0	32,5	0,0	7,3	21,5	207,4	203,9

### 7.3 Korterite küttekulude erinevused

Peatükis tuuakse simulatsioonide tulemusel leitud erinevate hoonete korterite parandustegurid ning analüüsitakse, kuidas nende kasutamine oleks uuritud kortermajades mõjutanud ebavõrdusust kütteperioodil 2011/2012. Analüüs tehti nelja erineva püsi- ja muutuvkulude suhte puhul: 65/35%, 70/30%, 75/25% ja 80/20%. Arvutustulemuste iseloomustus on tabelis 7.2 ja detailsemad tulemused on hoonete kaupa järgnevatel alapunktides.

Hoonete arvutusmudelis olid korterid kujutatud ühe tsoonina, sest ruumide kaupa arvutussoonide moodustamine polnud otstarbekas. Seega on ka parandustegurid antud korterite kaupa. Reaalses olukorras on korterites siseüksed üldiselt avatud ja õhk liigub korteris vabalt ringi. Küttekehade kaupa parandustegurite kasutamisel ja üledimensioonitud küttekehade puhul võib tekkida olukord, kus korterit köetakse peamiselt radiaatoritega, mille parandustegur erineb korteri keskmisest ja mis vähendaks täpsust individuaalsel küttekulude jaotamisel.

Ühtlustamiseks korterite küttekulusid peab parandustegureid kasutama järgmiselt:

1. Iga korteri allokaatoriga määratud küttekulu korrutatakse läbi korterile vastava parandusteguriga.
2. Leitakse parandatud küttekulude summa ning missuguse osa sellest moodustas iga korteri parandatud küttekulu.
3. Hoone soojussõlmes soojusarvestiga mõõdetud küttekulu jaotatakse korterite vahel punktis 2 leitud osakaalude järgi.

Üldiselt olid individuaalse küttekulude jaotamise süsteemi abil leitud küttekulude erinevused korterite vahel märgatavalt suuremad, kui need peaks olema arvutustulemuste järgi. Sealjuures võis suuremaid erinevusi mõõdetud ja arvutuslike küttekulude vahel märgata pigem renoveeritud hoonete puhul, kus välispiirded on oluliselt väiksema soojusjuhtivusega kui sisepiirded. Korteritevaheliste temperatuurierinevuste puhul liigub soojus oluliselt lihtsamini teise korterisse kui läbi välispiirete. Lisaks moodustab värske õhu soojendamiseks vajamineva soojuse hulk suurema osa soojuskadudest ning seetõttu mõjutab õhuvahetus renoveeritud hoonetes korteri küttekulu rohkem kui renoveerimata kortermajades.

Analüüsis korrigeeriti allokaatorite abil leitud küttekulusid hoone valideerimisel kasutatud arvutusmudeliga leitud parandustegureid. Ka valideerimisel eeldati, et kõigis korterites on sarnane sisekliima. Kui kahe hoone puhul vähenes suurima küttestarvuga korteri küttestarve keskmisest, siis ühel juhul ebavõrdus ei vähenenud ning lausa kolmel juhul see isegi suurenes. See näitab, et korteri küttekulu sõltub suhteliselt vähe selle asukohast hoonest ning pigem mõjutavad korteri küttestarvet selle ning seda ümbritsevate korterite elanike käitumisharjumused.

Tabelis 7.2 toodud parandustegurite vahemike puhul on näha, et väikseim erinevus hoone korterite parandustegurite vahel on renoveeritud olukorras, kus energiatõhususklass on D. See on tingitud sellest, et soojustatud välispiirete ning külma välisõhu juhtimisel ruumi kulub suur osa soojust õhu soojendamiseks ja kõigis korterites on sarnane õhuvahetus. Renoveerimata variandi puhul on välispiirete soojusjuhtivus suhteliselt suur ning see tõstab ka nende mõju soojuskadudele. Variandi puhul, kus ventilatsiooni sissepuhkeõhk on eelsojendatud (energiatõhususklass C), ei mõjuta see olulisel määral küttesüsteemi soojustarvet ning jällegi muutub oluliseks korterit ümbritsevate välispiirete suurus ja arv.

Parandustegurite vahemikud on märgatavalt väiksemad kahe hoone puhul – 5-korruselisel telliselamul ning 9-korruselisel suurpaneelilamul. Suurpaneelilamul on hoone keskel asuvaid väikeste soojuskadudega korterite hulk suhteliselt suur võrreldes hoone nurkades asuvate suurte soojuskadudega korteritega. Suurte soojuskadudega

## **Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele**

Lõpparuanne

31.10.2012

korterite soojusarve jaguneb suure hulga hoone keskel asuvate korterite vahel ning seetõttu püsivad suurimad parandustegurid suhteliselt väikesed. Samas, vaadates järgnevas alapunktis toodud 5-korruselise telliselamu plaani, on näha, et enamikul korteritel on suhteliselt palju välispiirdeid, mis tingibki selle, et erinevused korterite kütetarvete puhul püsivad suhteliselt väikesed.

Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

**Tabel 7.2. Hoonete mõõdetud ja arvutuslike küttekulude ning parandustegurite iseloomustus**

	Suurima mõõdetud kütte erikulu suhe keskmisesse			Arvutuslike kütte erikulude erinevus keskmisest			Parandustegurite vahemik			
	Püsikulude osakaal %	Ilma parandusteguriteta %	Koos parandusteguritega %	D %	C %	Renoveerimata %	D	C	Renoveerimata	Tegelik
5-korruseline telliselamu (renoveeritud)	65	143	141	92 kuni 110	88 kuni 117	87 kuni 124	0,8 kuni 1,3	0,7 kuni 1,5	0,6 kuni 1,5	0,6 kuni 1,5
	70	137	135	93 kuni 109	90 kuni 115	89 kuni 121				
	75	131	129	94 kuni 107	92 kuni 112	91 kuni 117				
	80	125	124	95 kuni 106	93 kuni 110	93 kuni 114				
9-korruseline 464 tüüpi suurpaneelilamu (renoveerimata)	65	156	151	94 kuni 117	85 kuni 146	90 kuni 137	0,7 kuni 1,2	0,4 kuni 1,5	0,4 kuni 1,3	0,5 kuni 1,3
	70	148	144	97 kuni 115	87 kuni 139	92 kuni 132				
	75	140	137	96 kuni 112	89 kuni 133	93 kuni 126				
	80	132	129	96 kuni 110	91 kuni 126	94 kuni 121				
5-korruseline 121 tüüpi suurpaneelilamu (renoveerimata)	65	121	137	85 kuni 134	82 kuni 139	82 kuni 145	0,5 kuni 1,8	0,5 kuni 2,0	0,4 kuni 2,0	0,5 kuni 1,9
	70	118	132	87 kuni 129	85 kuni 133	85 kuni 139				
	75	115	126	89 kuni 124	87 kuni 128	87 kuni 132				
	80	112	121	91 kuni 119	90 kuni 122	90 kuni 126				
4-korruseline telliselamu (renoveerimata)	65	130	157	89 kuni 121	84 kuni 118	77 kuni 150	0,6 kuni 1,5	0,7 kuni 1,8	0,4 kuni 2,9	0,5 kuni 2,3
	70	126	149	90 kuni 118	86 kuni 116	80 kuni 143				
	75	122	142	92 kuni 115	89 kuni 113	83 kuni 136				
	80	117	134	94 kuni 112	91 kuni 111	87 kuni 128				
5-korruseline Tartu Maja suurpaneelilamu (renoveeritud)	65	153	170	83 kuni 143	86 kuni 132	84 kuni 153	0,4 kuni 1,9	0,5 kuni 1,7	0,4 kuni 1,9	0,4 kuni 1,9
	70	146	160	85 kuni 137	88 kuni 128	86 kuni 145				
	75	138	151	88 kuni 131	90 kuni 123	88 kuni 138				
	80	130	141	90% kuni 125	92 kuni 118	91 kuni 130				
3-korruseline EKE-tüüpi elamu (renoveeritud)	65	123	123	95 kuni 107	87 kuni 120	85 kuni 127	0,8 kuni 1,2	0,6 kuni 1,6	0,6 kuni 1,8	0,8 kuni 1,4
	70	120	120	95 kuni 106	89 kuni 117	87 kuni 123				
	75	117	117	96 kuni 105	91 kuni 114	89 kuni 119				
	80	113	113	97 kuni 104	93 kuni 111	91 kuni 116				

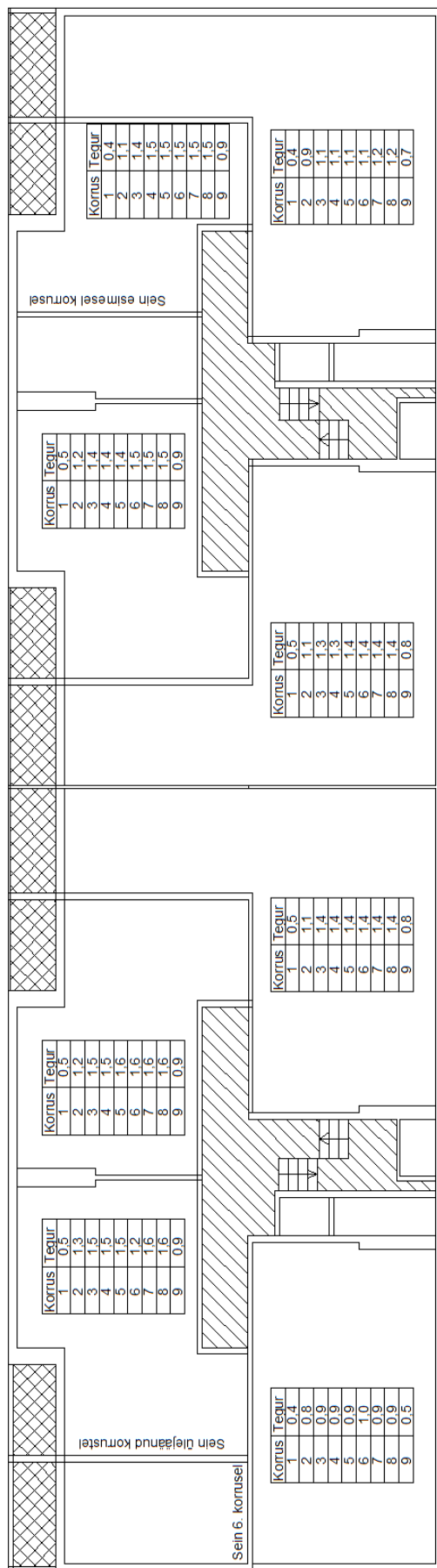
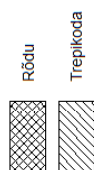
## 7.4 9-korruseline suurpaneel lamu

9-korruselises suurpaneel lamu kasutatakse küttekulude jaotamisel püsi- ja muutuvkulude osakaalu 50/50%. Olemasoleva olukorra mudeli küttekulude simuleerimisel selgus, et antud kulude osakaalude puhul ei tohiks ühe korteri küttearve erineda keskmisest üle +17,5%. Selline olukord peaks valitsema eeldusel, et kõigis korterites on sisetemperatuur +21 °C ja õhuvahetus ühesugune.

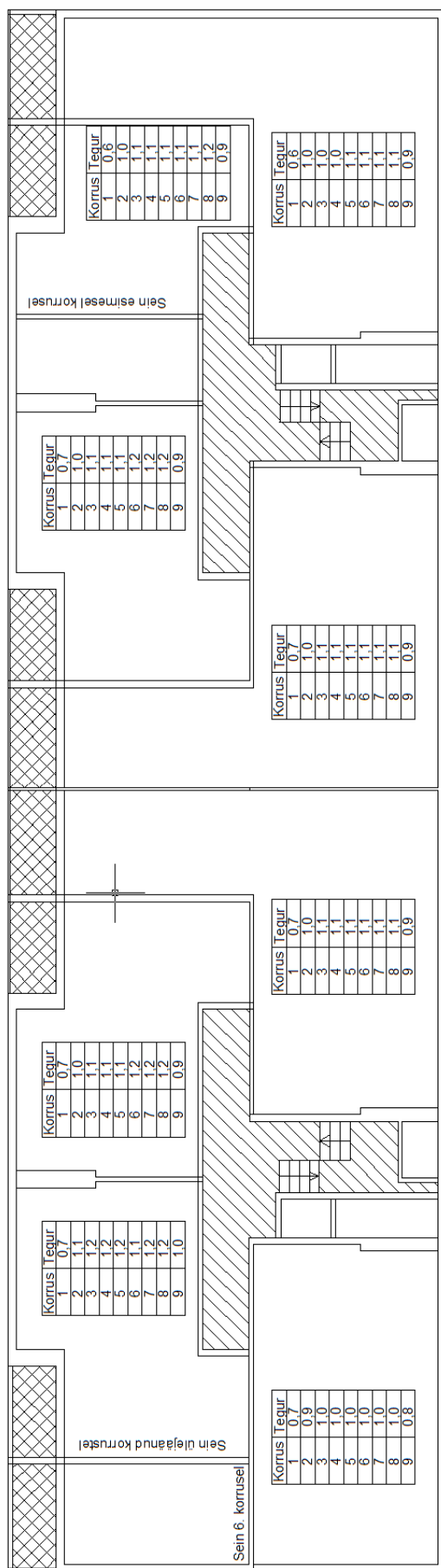
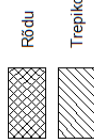
Simuleeritud korterite soojatarbe põhjal leitud parandustegurid tegeliku olukorra puhul jäävad vahemikku 0,5 kuni 1,4, olles suhtelised sarnased renoveerimata olukorraga. Erinevus tekib soojustatud otsaseinte tõttu, mis vähendab tunduvalt maja otsas paiknevate korterite küttekulu. Samas on reaalsel tarbimisel otsakorterite energiatarve endiselt kõrgem, mis võib tähendada nii kõrgema sisetemperatuuri hoidmist (kuigi monitooringu ajal see välja ei tulnud) või kehvast soojustuse kvaliteeti. Energiatõhususklassi C, D ning renoveerimata olukorra puhul on parandustegurite vahemikud vastavalt 0,4 kuni 1,6, 0,6 kuni 1,2 ning 0,5 kuni 1,4. Arvutustulemuste iseloomustus on toodud tabelis 7.2. Korteri kaupa on arvutusvariantide parandustegurid toodud hoone plaanidel (joonis 7.1, 7.2 ja 7.3).

Antud hoone näitel uuriti ka seda, millised oleksid parandustegurid, kui hoones asuks 144 korterit ehk see oleks 2 korda pikem. Teoreetiliselt peaks kõigi korterite parandustegurid vähenema, sest nurga- ja otsakorterid tarbivad suurema hoone puhul rohkem energiat võrreldes keskmiste korteritega ja samal ajal jaguneb tarbitud soojusenergia ka suurema arvu korterite vahel. Seetõttu peab iga keskmine korter kinni maksma väiksema osa ebasoodsama paigutusega korterite küttekulust. Arvutusvariantide D ja Renoveerimata puhul ei täheldatud olulist parandustegurite muutust korterite arvu suurendamise järel. Arvutusvariandi C puhul esines suurema kortermaja korral võrreldes väiksemaga erinevusi keskmiste korterite parandustegurites, mille väärtused tulid keskmiselt 0,1 ühiku võrra väiksemad ehk jäid vahemikku 1,3 kuni 1,5. Nurga- ja otsakorterite parandustegurites olulisi erinevusi ei esinenud.

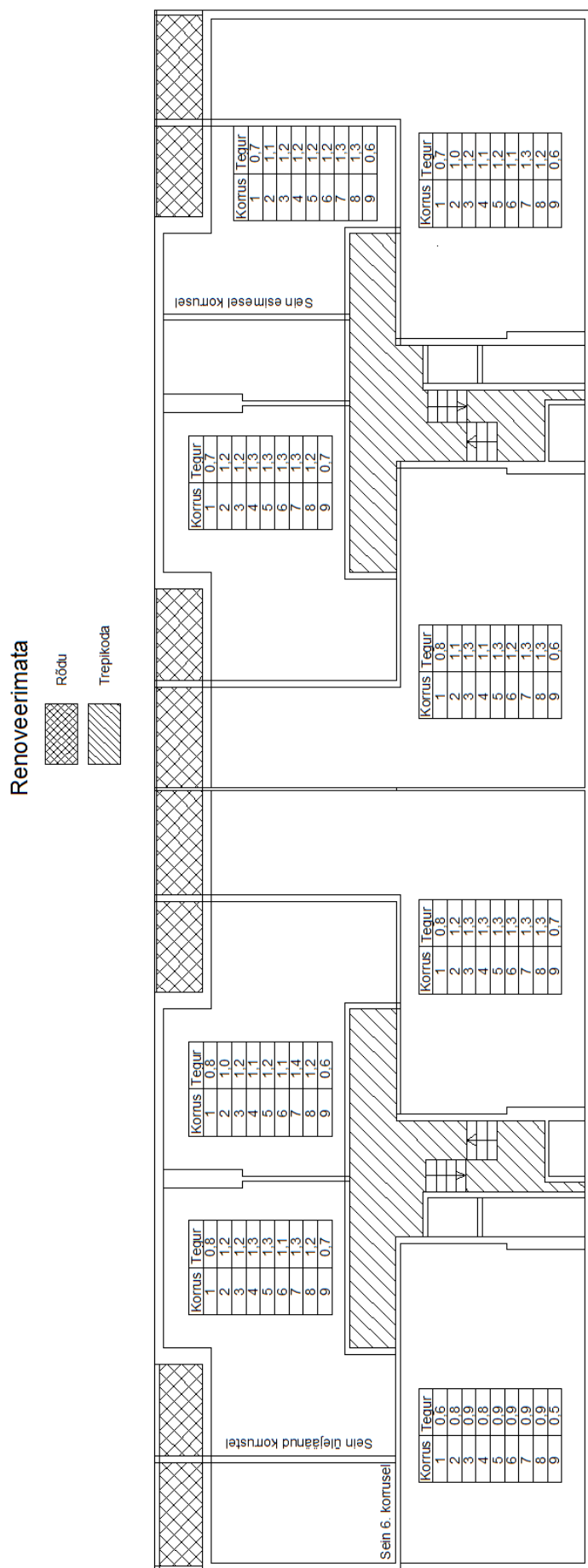
Renoveeritud, energiatõhususklass C



Renoveeritud, energiatõhususklass D



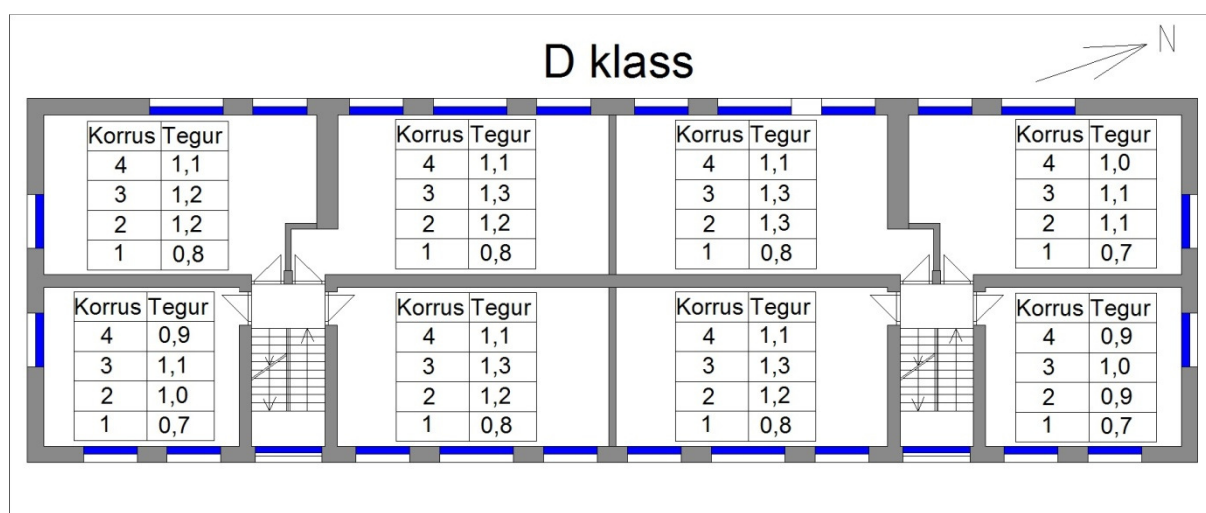




## 7.5 4-korruseline telliselamu

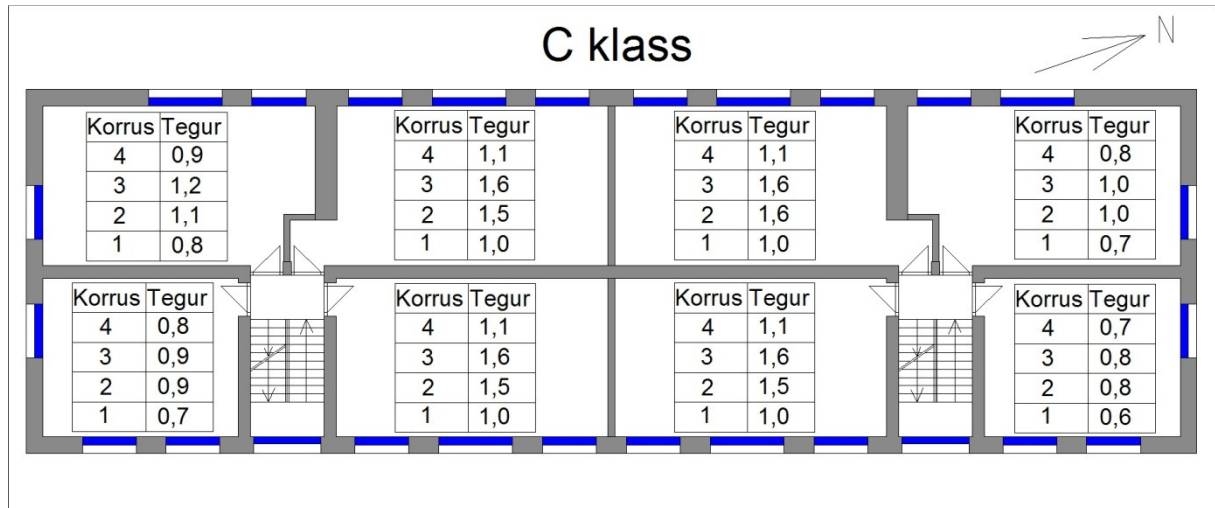
4-korruselises tellisest kortermajas kasutatakse küttekulude jaotamisel püsi- ja muutuvkuludeks osakaalu 50/50. Hoone tegelikule olukorrale vastab simulatsioonides kõige paremini variant, kus hoone on renoveerimata. Kuigi tegelikult on üle 90% akendest välja vahetatud ja renoveerimata majas ainult 75%, omab see vahe väikest mõju. Vahet pole märgata otsa- ja nurgakorterites, kuid hoone keskmistes korterites võib vahetamata ja vahetatud akende korral tegur erineda umbes 30%.

Hoone küttekulude simuleerimisel selgus, et antud kulude osakaalude puhul ei tohiks ühe korteri kütte erikulu erineda keskmisest üle 23%. Selline olukord peaks valitsema eeldusel, et kõigis korterites on sisetemperatuur +21 °C ja õhuvahetus ühesugune. Mõõtmistulemustest selgus aga, et maksimaalne kütte erikulu erinevus keskmisest oli 42,8%. Siit võib järeldada, et hoones toimub kohati ülekütmine ja ka alakütmine, mis põhjustab naaberkorterite küttekulude kasvu, samuti on ilmselt erinev korterite õhuvahetus. Mõõtmistulemustest tuleb välja suurem eritarbimine otsa- ja äärekorterites (suurema välistarindite pindalaga korteri suuruse kohta) ning väiksem keskmiste korterite puhul (väiksema välistarindite pindalaga korteri suuruse kohta).



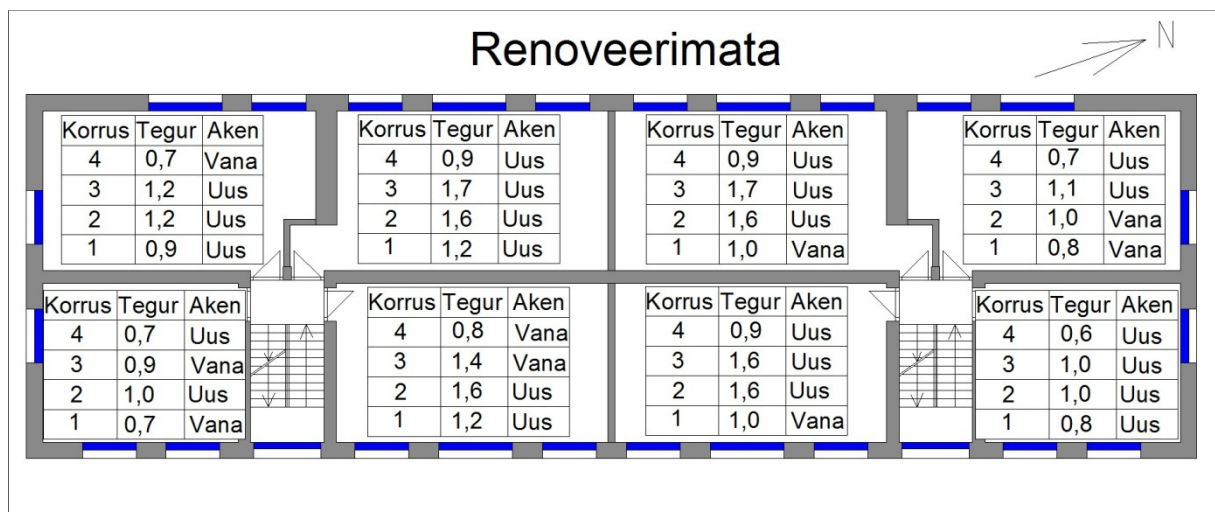
**Joonis 7.4. Rrenoveeritud (energiatõhususklass D) 4-korruselise tellisest kortermaja parandustegurite jaotus**

Antud hoone on 4-korruseline ja 32 korteriga. Analoogse 5-korruselise ja poole pikema ehk 80 korteriga hoone puhul jääks nurgakorterite parandustegurid samaks, kuid keskmiste korterite arvu suurenemise tõttu jaguneks nurgakorterite poolt rohkem tarbitav kütteenergia enamate korterite vahel. Võrreldes joonisega 7.4 väheneks 80 korteriga elamu keskmiste korterite parandustegurid keskmiselt 0,1 ühiku võrra ehk oleks vahemikus 1,1 kuni 1,2.



**Joonis 7.5. Renoveeritud (energiatõhususklass C) 4-korruselise tellistest kortermaja parandustegurite jaotus**

Kui suurendada antud arvutusvariandi puhul korterite arvu 32lt 80ni, siis nurga- ja otsakorterite puhul võiks parandustegureid vähendada 0,1 ühiku võrra ning keskmiste korterite parandustegureid 0,2 kuni 0,3 ühiku võrra nii, et see oleks 1,3.



**Joonis 7.6. Renoveerimata 4-korruselise tellistest kortermaja parandustegurite jaotus**

Antud arvutusvariandi puhul, suurendades korterite arvu 80ni, tuleks nurga- ja otsakorterite parandustegureid sarnaselt variandiga C vähendada 0,1 ühiku võrra. Samas keskmiste korterite parandustegureid tuleks renoveerimata hoone puhul vähendada lausa 0,3 kuni 0,4 ühiku võrra.

## 7.6 5-korruseline telliselamu

5-korruselises telliselamus kasutatakse küttekulude jaotamisel püsi- ja muutuvkulude osakaalu 70/30%. Hoone tegelikule olukorrale vastab kõige paremini simulatsioonivariant, mille energiatõhususklass on D. Hoone küttekulude simuleerimisel selgus, et antud kulude osakaalude puhul ei tohiks ühe korteri küttearve erineda keskmisest üle 9%. Selline olukord peaks valitsema eeldusel, et kõigis korterites on sisetemperatuur +21 °C ja õhuvahetus ühesugune.

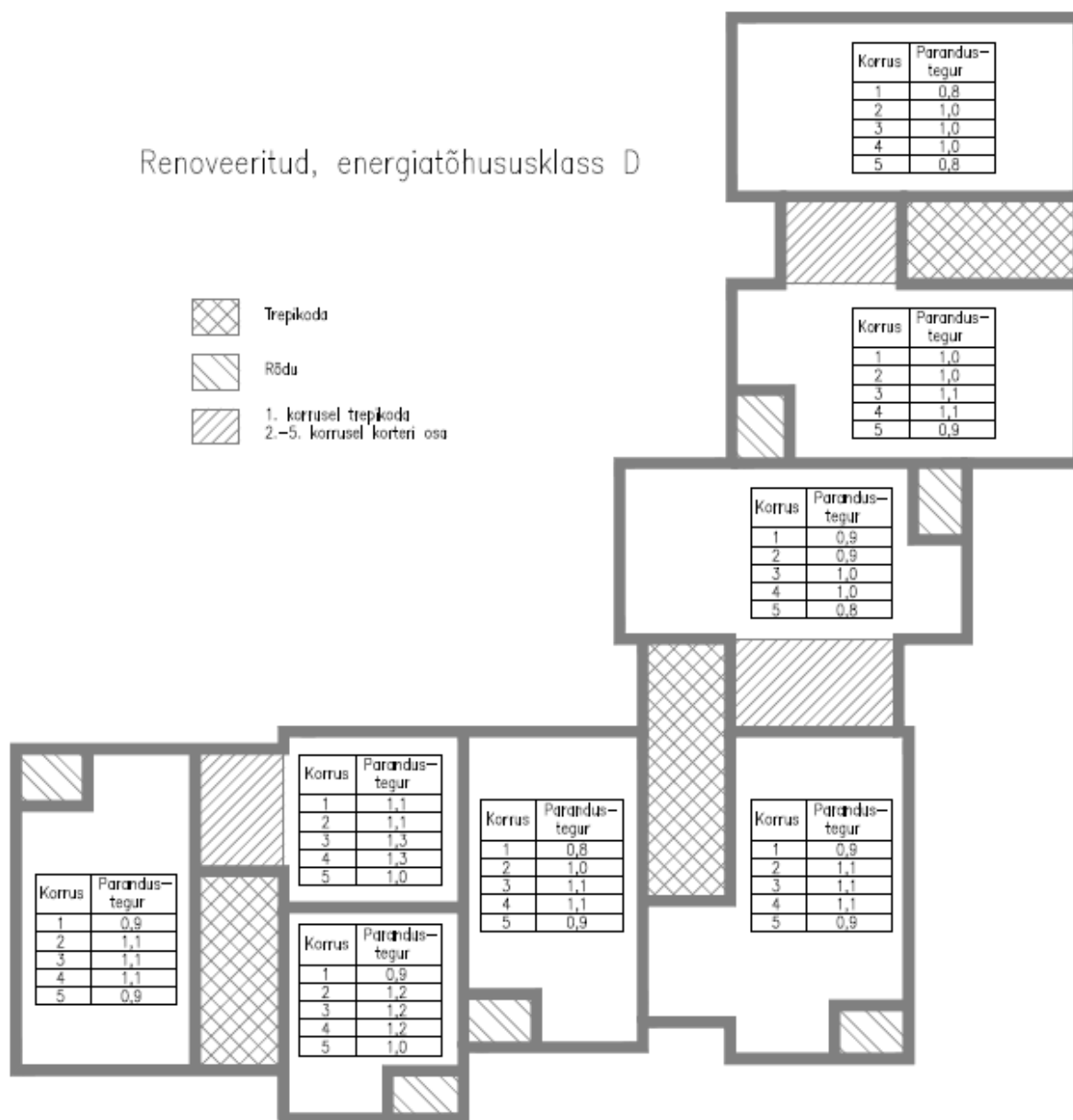
## Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

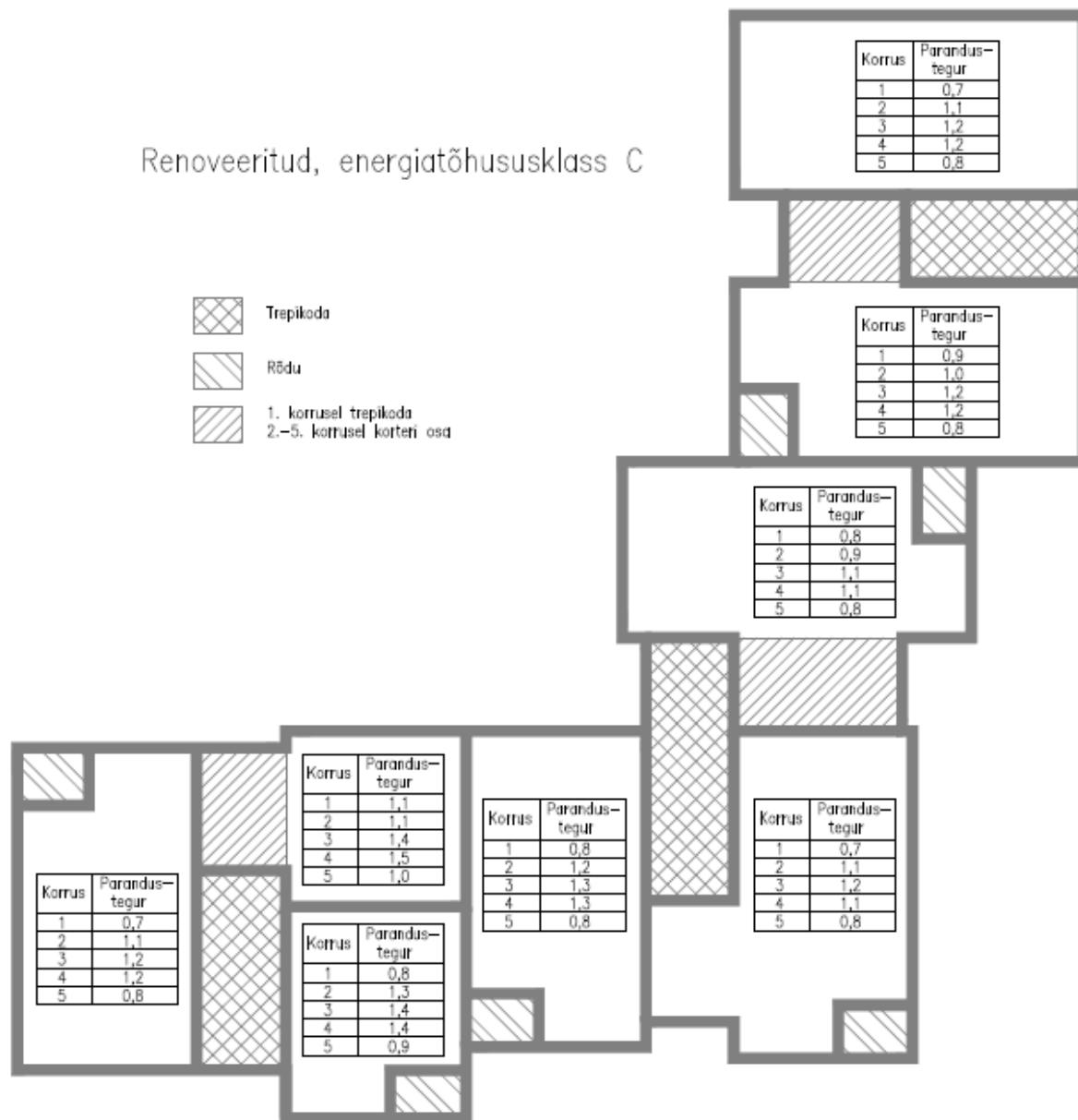
Simuleeritud korterite soojatarbe põhjal leitud parandustegurid jäävad tegeliku olukorra puhul vahemikku 0,6 kuni 1,5. Energiatõhususklassi C, D ning renoveerimata olukorra puhul on parandustegurite vahemikud vastavalt 0,8 kuni 1,3, 0,7 kuni 1,5 ning 0,6 kuni 1,5. Arvutustulemuste iseloomustus on tabelis 7.2. Korterite kaupa on arvutusvariantide parandustegurid toodud hoone plaanidel (joonis 7.7, joonis 7.8 ja Joonis 7.9).

Perioodil detsember 2011 kuni mai 2012 oli suurima kütte erikuluga korteri küttearve 37% suurem hoone keskmisest, erinedes suurel määral arvutustulemustest. Ilmselt oli see põhjustatud sellest, et korterites hoitakse erinevaid sisetemperatuure ning eeldatavasti esines ka suuri erinevusi korterite ventilatsiooni toimivuses. Korrigeerides korterite mõõdetud küttekulusid parandusteguritega oli suurima kütte erikuluga korteri küttearve 35% suurem hoone keskmisest ehk erinevus vähenes ainult 2% võrra, mis viitab sellele, et hoone elanike käitumine mõjutab märkimisväärselt mõõdetud küttekulusid.

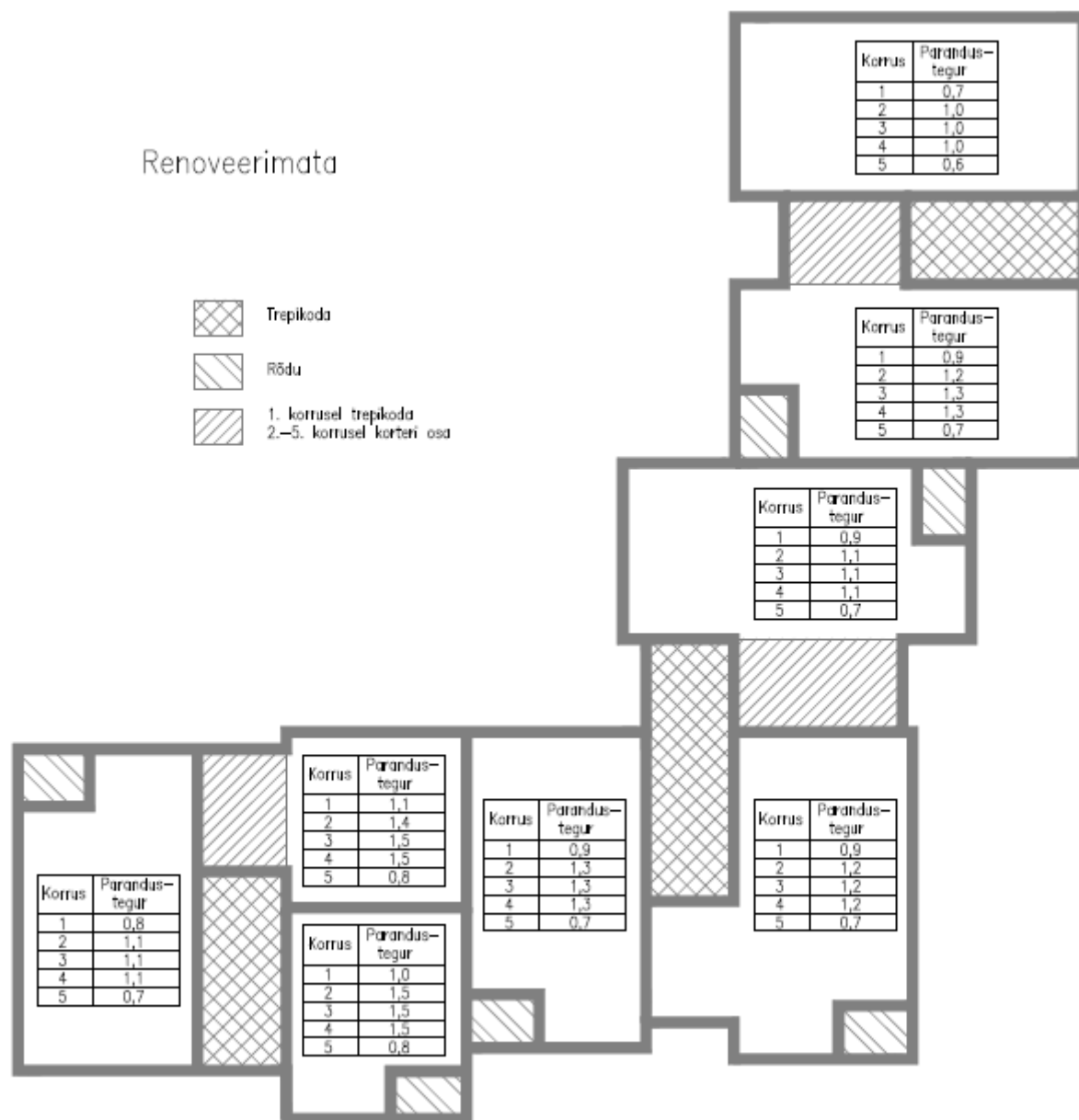


Joonis 7.7. 5-korruselise telliselamu parandustegurid (energiatõhususklass D)

Renoveeritud, energiatõhususklass C



Joonis 7.8. 5-korruselise telliselamu parandustegurid (energiatõhususklass C)

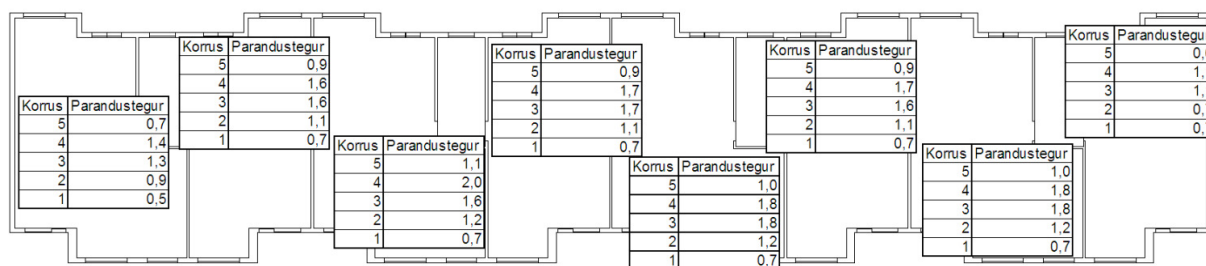


Joonis 7.9. 5-korruselise telliselamu parandustegurid (renoveerimata)

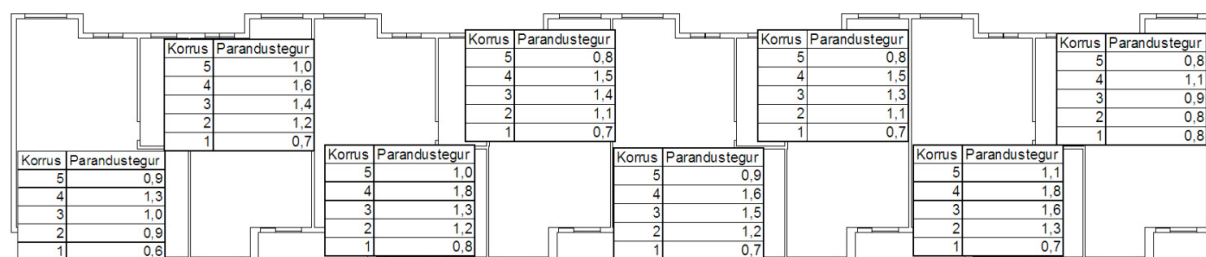
## 7.7 5-korruseline paneelilamu

5-korruselises paneelilamus kasutatakse küttekulude jaotamisel püsi- ja muutuvkulude osakaalu 40/60%. Hoone tegelikule olukorrale vastab kõige paremini simulatsioonivariant, mille energiatõhususklass on D. Antud olukorras erinevad korteritevahelised kütteenenergia kulud keskmisest kuni 58%. See olukord kehtib eeldusel, et kõikides korterites on sama õhuvahetus ning ühesugune temperatuur +21 °C. Juhul kui püsi- ja muutuvkulude osakaal oleks 75/25%, oleks suurim kütteenenergia kulude erinevus 24%.

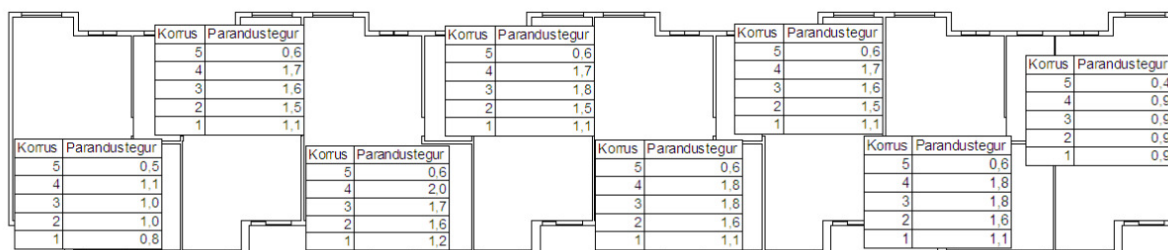
Simuleeritud korterite soojatarbe põhjal leitud parandustegurid tegeliku olukorra puhul jäävad vahemikku 0,5 kuni 1,9. Energiatõhususklassi C, D ning renoveerimata olukorra puhul on parandustegurite vahemikud vastavalt 0,5 kuni 2,0, 0,5 kuni 1,8 ning 0,4 kuni 2,0. Arvutustulemuste iseloomustus on tabelis 7.2. Kortrite kaupa on arvutusvariantide parandustegurid toodud hoone plaanidel (joonis 7.10, 7.11, 7.12).



Joonis 7.10. C-klassi renoveeritud hoone korterite parandustegurid



Joonis 7.11. D-klassi renoveeritud hoone korterite parandustegurid



Joonis 7.12. Ehitusaegse hoone korterite parandustegurid

Perioodil oktoober 2011 kuni märts 2012 oli suurima kütte erikuluga korteri küttearve 86% suurem hoone keskmisest, erinedes väga suurel määral arvutustulemustest. Ilmselt oli see põhjustatud sellest, et korterites hoiti erinevaid sisetemperatuure ning eeldatavasti esines ka suuri erinevusi korterite ventilatsiooni toimivuses. Korrigeerides korterite mõõdetud küttekulusid parandusteguritega, oli suurima kütte erikuluga korteri küttearve 57% suurem hoone keskmisest.

## 7.8 3-korruseline telliselamu

3-korruselises telliselamus kasutatakse küttekulude jaotamisel püsi- ja muutuvkulude osakaalu 40/60%. Olemasoleva olukorra mudeli küttekulude simuleerimisel selgus, et antud kulude osakaalude puhul ei tohiks ühe korteri küttearve erineda keskmisest üle +41%. Selline olukord peaks valitsema eeldusel, et kõigis korterites on sisetemperatuur +21 °C ja õhuvahetus ühesugune.

Simuleeritud korterite soojatarbe põhjal leitud parandustegurid jäävad tegeliku olukorra puhul vahemikku 0,6 kuni 1,5, olles suhtelised sarnased energiatõhususklassile C renoveeritud olukorras. Energiatõhususklassi C, D ning renoveerimata olukorra puhul on parandustegurite vahemikud vastavalt 0,6 kuni 1,6, 0,8 kuni 1,2 ning 0,6 kuni 1,8.

## Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

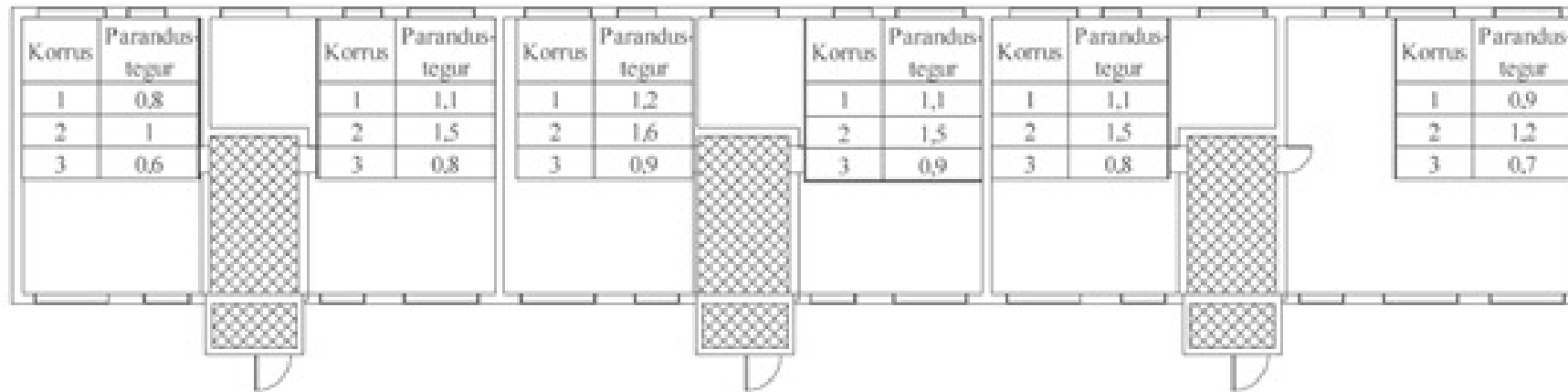
Arvutustulemuste iseloomustus on tabelis 7.2 (üldine). Korterite kaupa on arvutusvariantide parandustegurid toodud hoone plaanidel (joonis 7.13, 7.14 ja 7.15).

Perioodil detsember 2011 kuni märts 2012 oli suurima kütte erikuluga korteri küttearve 40% kõrgem hoone keskmisest. Korrigeerides korterite mõõdetud küttekulusid parandusteguritega, suureneb suurima kütte erikuluga korteri küttearve 2,8% võrra. See viitab ilmselt ülekütmisele ning sellele, et hoone elanike käitumine mõjutab märkimisväärselt küttekulusid. Samas suurenevad parandustegurite tõttu küttekulud korteritel, mis paiknevad hoone keskel.



## Renoveeritud, energiatõhususklass C

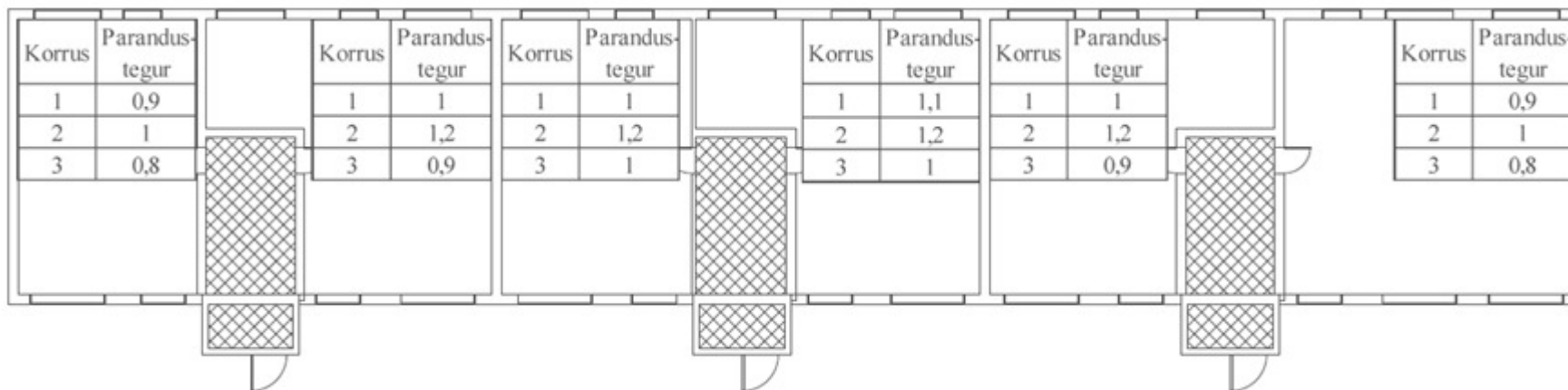
 Trepikoda



Joonis 7.13. Energiatõhususklassi C parandustegurid

## Renoveeritud, energiatõhususklass D

 Trepikoda

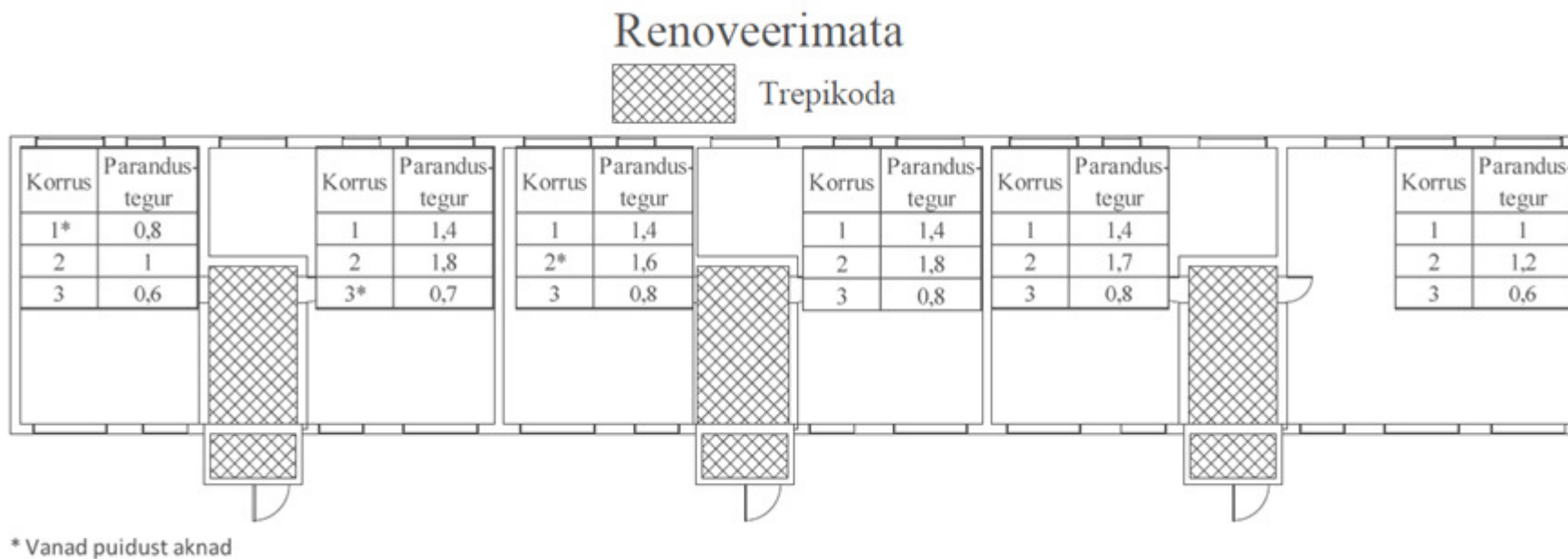


Joonis 7.14. Energiatõhususklassi D parandustegurid

Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012



**Joonis 7.15. Renoveerimata parandustegurid**

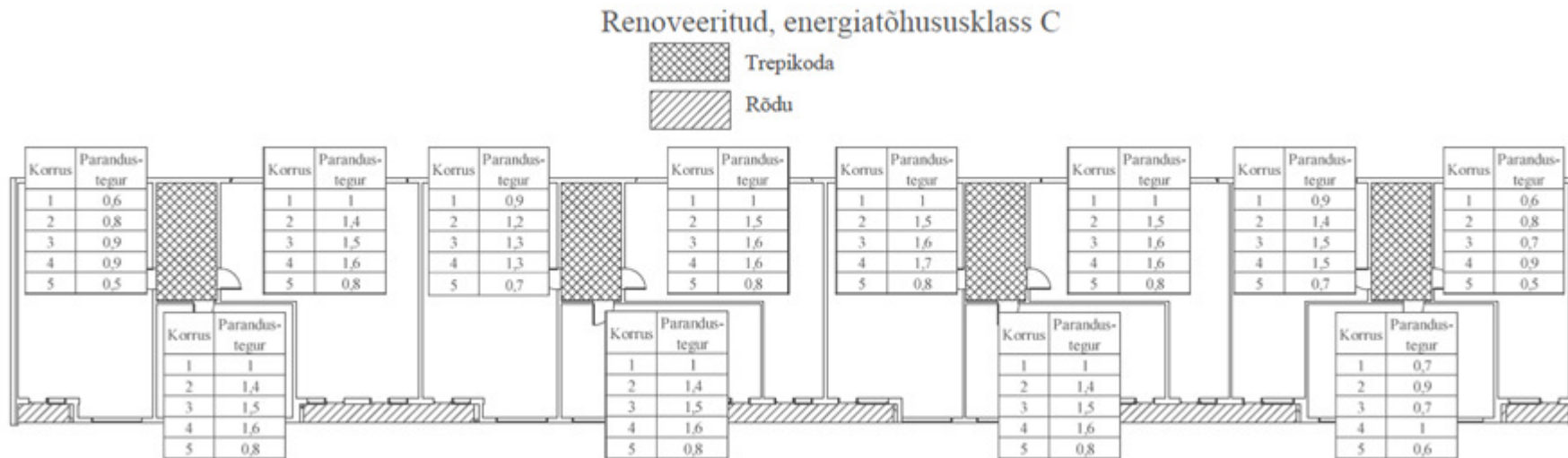
## **7.9 5-korruseline gaasbetoonist suurpaneelilamu**

Energiatõhususklassi C, D ning renoveerimata olukorra puhul on parandustegurite vahemik vastavalt 0,5 kuni 1,7, 0,4 kuni 1,9 ning 0,4 kuni 1,9. Arvutustulemuste iseloomustus on tabelis 7.2 (üldine). Korterite kaupa on arvutusvariantide parandustegurid toodud hoone plaanidel (joonis 7.16, 7.17 ja 7.18).

Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012



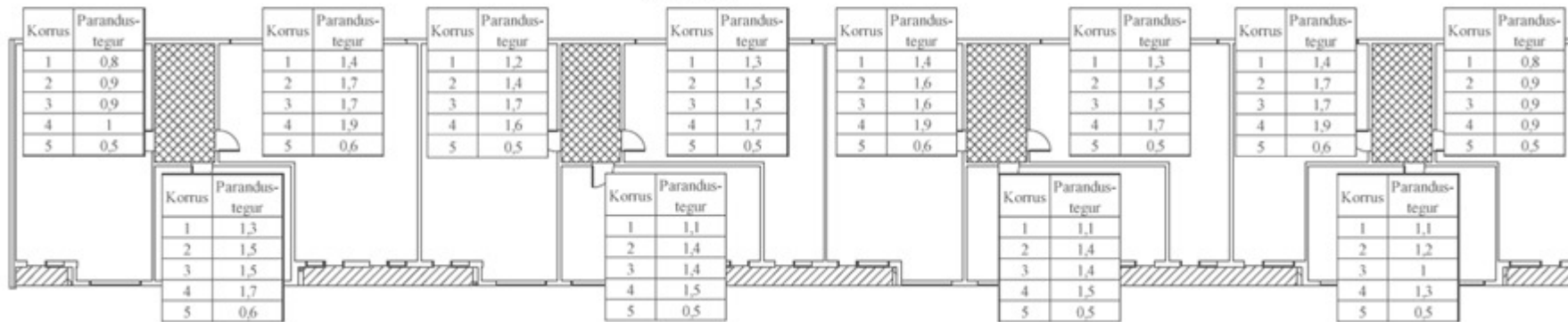
Joonis 7.16. Energiatõhususklassi C parandustegurid

Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Renoveeritud, energiatõhususklass D

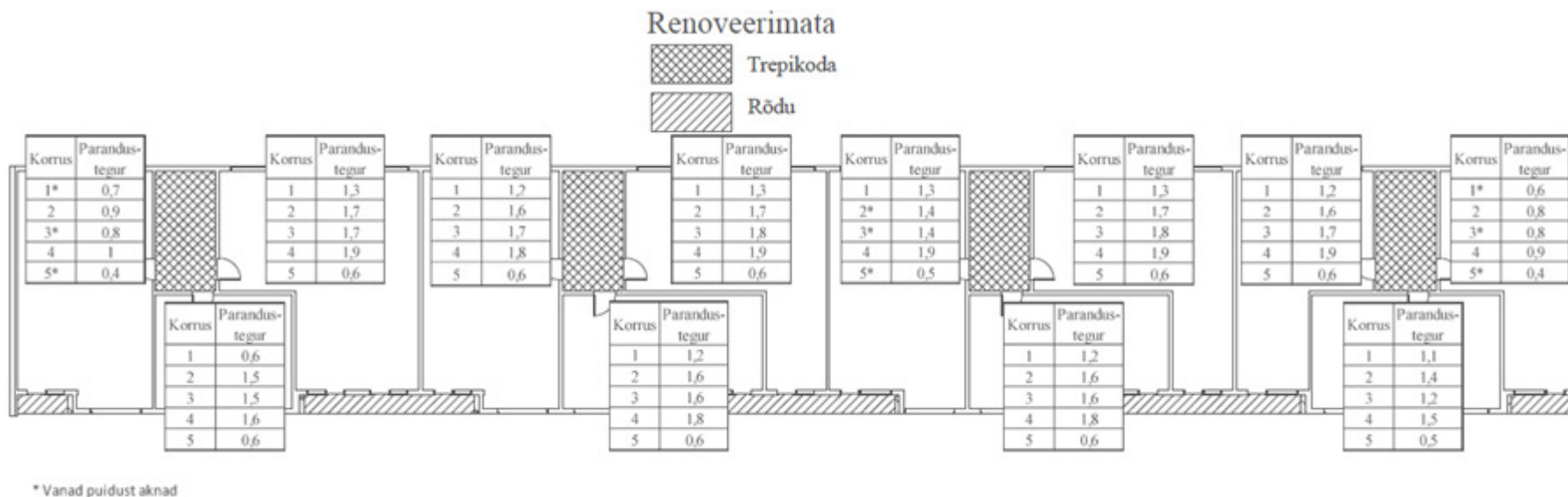


Joonis 7.17. Energiatõhususklassi D parandustegurid

Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012



Joonis 7.18. Renoveerimata hoone parandusteguri

## 8. Korterite vahelise soojusülekanne analüüs

Hindamaks seda, kuidas ühe korteri ala- või üleülemine mõjutab ülejäänud korterite energiatarvet, tehti käesolevas uuringus energiasimulatsioonide abil naabrikütte analüüs. Lisaks energiatarbele uuriti ka kütmata korterite sisetemperatuure. Iga hoone puhul tehti uuring kahe variandi puhul – renoveerimata hoone ja arvutuslikule energiatõhususklassile D vastav hoone – ning kahe korteri puhul – hoone keskel asuv suhteliselt väikeste soojuskadudega korter ja ülemise korruse nurgas suhteliselt suurte soojuskadudega korter. Iga korteri puhul leiti korteri enda ja seda ümbritsevate korterite energiatarbed, kui radiaatorite termostaatventiilid on suletud ja korteris hoitakse temperatuuri +19 °C või +23 °C. Kütmata korterites leiti ka sisetemperatuurid kütteperioodil. Eeldati, et kõigis korterites peale uuritava hoitakse sisetemperatuure +21 °C.

Analüüsi tulemustena võib välja tuua, et temperatuuride erinevused üksteisega külgnevate korterite vahel mõjutavad oluliselt korterite kütetarbimist. Hoone keskel asuv küttega korter võib ümbritsevate korterite küttekulusid suurendada kuni 30% ja hoone ülemises nurgas asuv korter võib selle all oleva korteri küttekulu suurendada lausa kuni 75%. Sealjuures tuleb tähelepanna seda, et mida soojapidavamad on hoonete välispiirded, seda rohkem mõjutavad korterid üksteise kütetarbimisi. Kui renoveerimata majas võivad hoone nurkades asuvate korterite temperatuurid langeda lausa nii madalale kui +5 °C ja enamikul kütteperioodist on elamisväärsete tingimuste saavutamiseks vajalik ruumide kütmine, siis hoonete keskel ja renoveeritud majade puhul, tagatakse suurel osal kütteperioodist elamisväärne sisetemperatuur. Soojustatud hoone puhul tekib ainult otsakorterite puhul olukord, kus umbes poolel kütteperioodist on elamisväärsete tingimuste tagamiseks vaja kasutada ka ruumide kütet.

Ala- või üleülemine üksiku korteri mõju kogu hoone soojustarbimisele on suhteliselt väike. Hoone keskel asuva korteri puhul suurenes või vähenes hoone soojustarbimine ainult kuni 30%, võrreldes selle korteri küttekulu muutusega, ja soojustatud hoones polnud nurgakorteri mõju summaarsele küttekulule märkimisväärselt suurem. Ainult renoveerimata hoones asuvas nurgakorteri oli korteri küttekulu muutus võrreldav kogu hoone küttekulu muutusega, kuid selgi juhul ei ulatunud muutuste suhe märkimisväärselt üle 60%. Soojustatud majas liigub soojus hoonesisiselt lihtsamalt kui hoonest välja ning seetõttu on soojapidavas hoones üksiku korteri mõju kogu kütetarbele suhteliselt väike.

### 8.1 9-korruseline suurpaneelilamu

#### 8.1.1 Arvutusmudeli kirjeldus

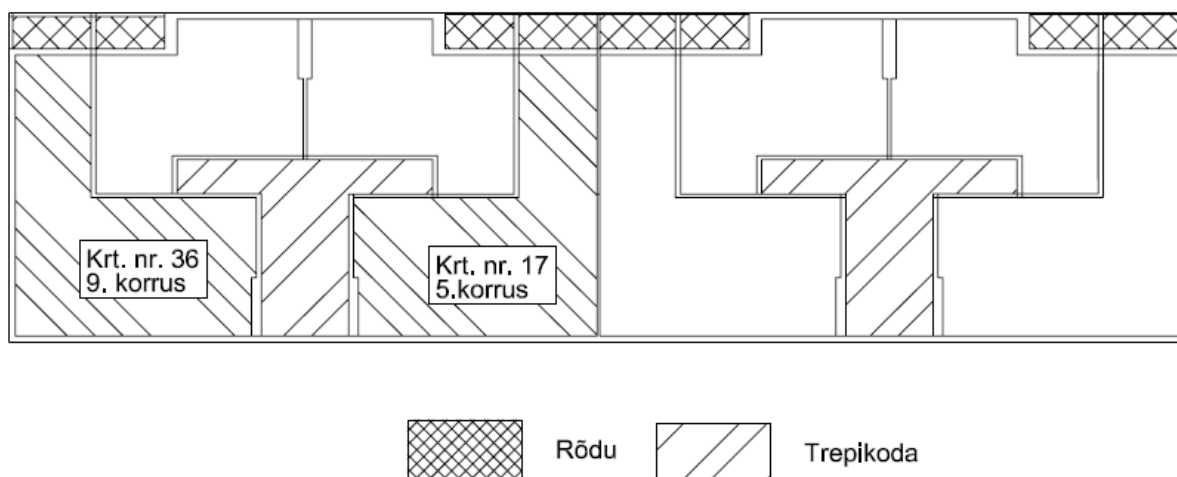
9-korruselises suurpaneelilamus valiti analüüsiks välja korter 17 hoone 5. korrusel ning korter 36 hoone 9. ehk viimasel korrusel (joonis 8.1). Korterite piirete iseloomustus erinevate renoveerimisastmete korral on tabelis 8.1 ja 8.2.



Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012



Joonis 8.1. 9-korruselise suurpaneelilamu naabrikütte analüüsi korterid

Tabel 8.1. 9-korruselise suurpaneelilamu korterite piirete iseloomustus renoveerimata hoone puhul

Renoveerimata						
Korter 17			Korter 36			
Välispiired	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu W/K	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu W/K
Välissein	15,7	1,046	16,42	40,75	1,046	42,62
Rõdu ja korteri sein	4,45	1,046	4,65	4,42	1,046	4,62
Katuslagi	0	0	0	69,08	0,902	62,31
Aknad	10,9	1,7	18,53	14,5	1,7	24,65
<b>Kokku</b>	<b>31,05</b>	<b>1,28</b>	<b>39,61</b>	<b>128,75</b>	<b>1,04</b>	<b>134,21</b>
<b>Sisepiired</b>						
Siseseinad	72,87	3,034	221,09	44,25	3,034	134,25
Vahelaed	138,28	3,476	480,66	69,08	3,476	240,12
<b>Kokku</b>	<b>211,15</b>	<b>3,32</b>	<b>701,74</b>	<b>113,33</b>	<b>3,30</b>	<b>374,38</b>

**Tabel 8.2. 9-korruselise suurpaneelilamatu korterite piirete iseloomustus energiatõhusus klassi D puhul**

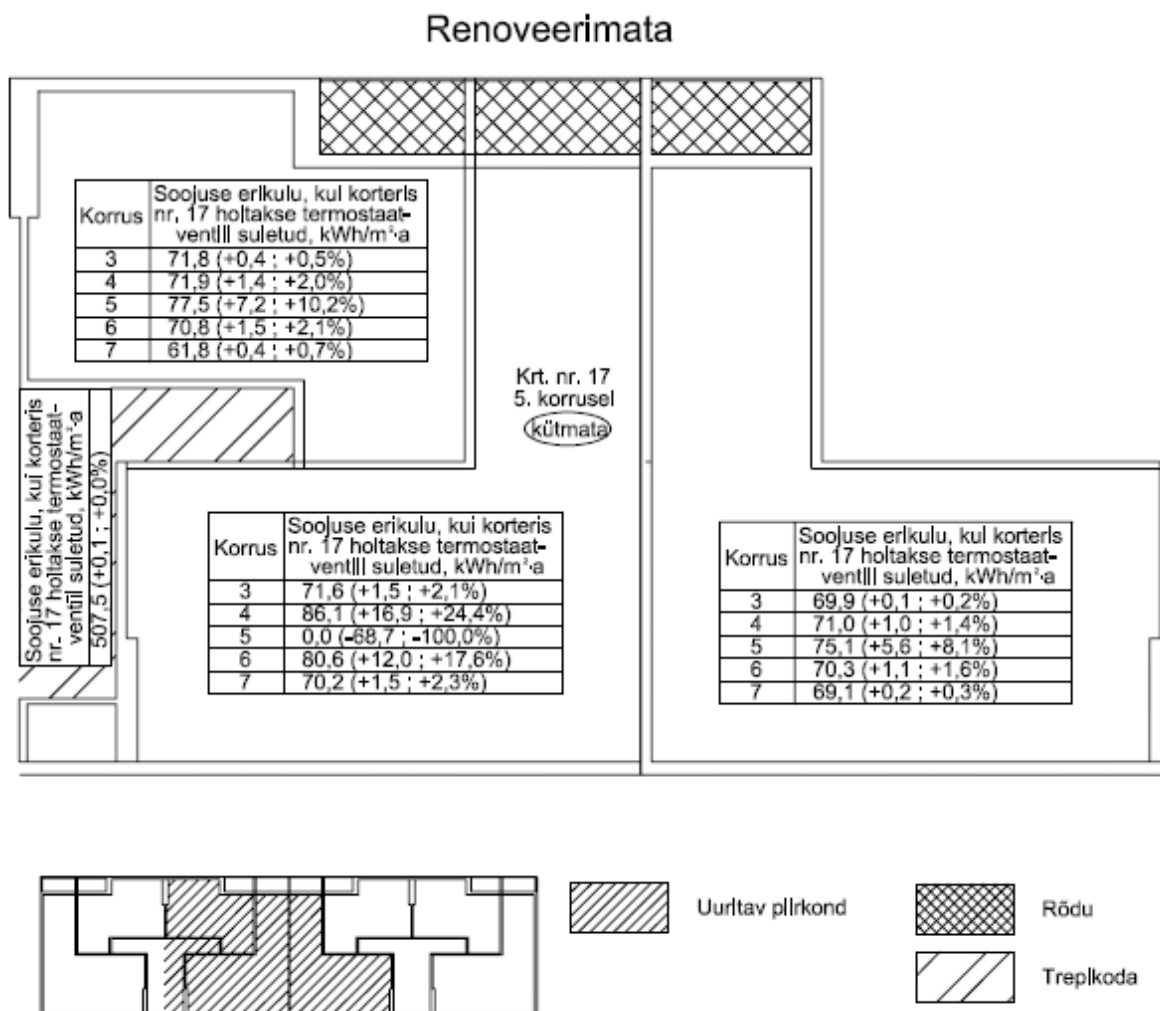
Energiatõhususe klass D						
Korter 17			Korter 36			
Välispiirded	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu, W/K	Pindala, m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu, W/K
Välissein	15,7	0,1952	3,06	40,75	0,1952	7,95
Rõdu ja korteri sein	4,45	0,1952	0,87	4,42	0,1952	0,86
Katuslagi	0	0	0	69,08	0,902	62,31
Aknad	10,9	1,7	18,53	14,5	1,7	24,65
<b>Kokku</b>	<b>31,05</b>	<b>0,72</b>	<b>22,46</b>	<b>128,75</b>	<b>0,74</b>	<b>95,78</b>
Sisepiirded						
Siseseinad	72,87	3,034	221,09	44,25	3,034	134,25
Vahelaed	138,28	3,476	480,66	69,08	3,476	240,12
<b>Kokku</b>	<b>211,15</b>	<b>3,32</b>	<b>701,74</b>	<b>113,33</b>	<b>3,30</b>	<b>374,38</b>

### 8.1.2 Küttekulude analüüs

Kõik 9-korruselise suurpaneelilamatu korterid ei ole hoone korrust läbivad ja seetõttu on küttekulude analüüsi tulemused korteri kaupa esitatud plaanina. Erinevate arvutusvariantide plaanidel on toodud uuritavate korterite ning nende poolt mõjutatavate korterite kütte erikulud ja sulgudes kütte erikulude muutused võrreldes olukorraga, kui kõigis korterites hoitakse sisetemperatuuri +21 °C.

### 8.1.2.1 Renoveerimata hoone, termostaatventiilid kinni

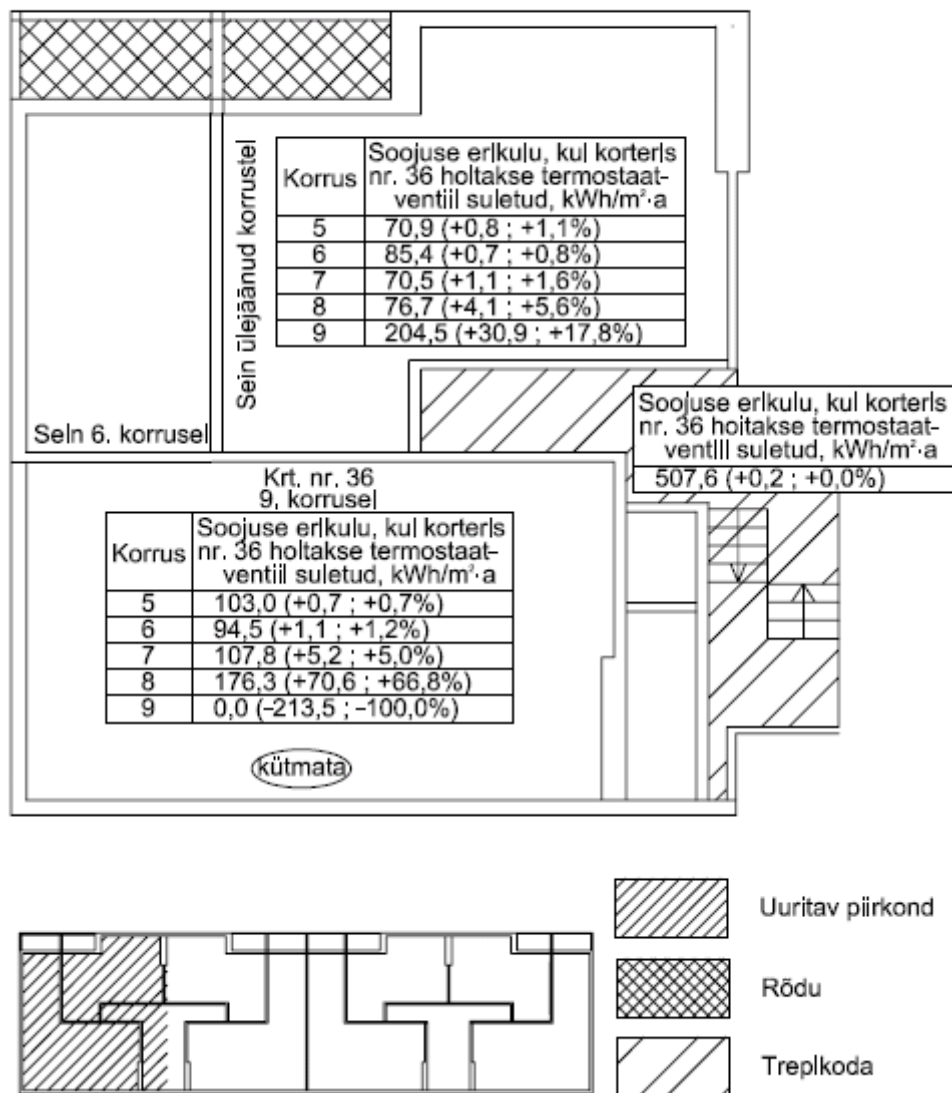
Kui korteris 17 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 24,4% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju olemas ka korteri 17 kõrval asuvate korterite küttekulule.



**Joonis 8.2. Renoveerimata kortermaja keskel asuva kütmata korteri mõju ümbritsevatele korteritele**

Kui korteris 36 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 66,8% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele.

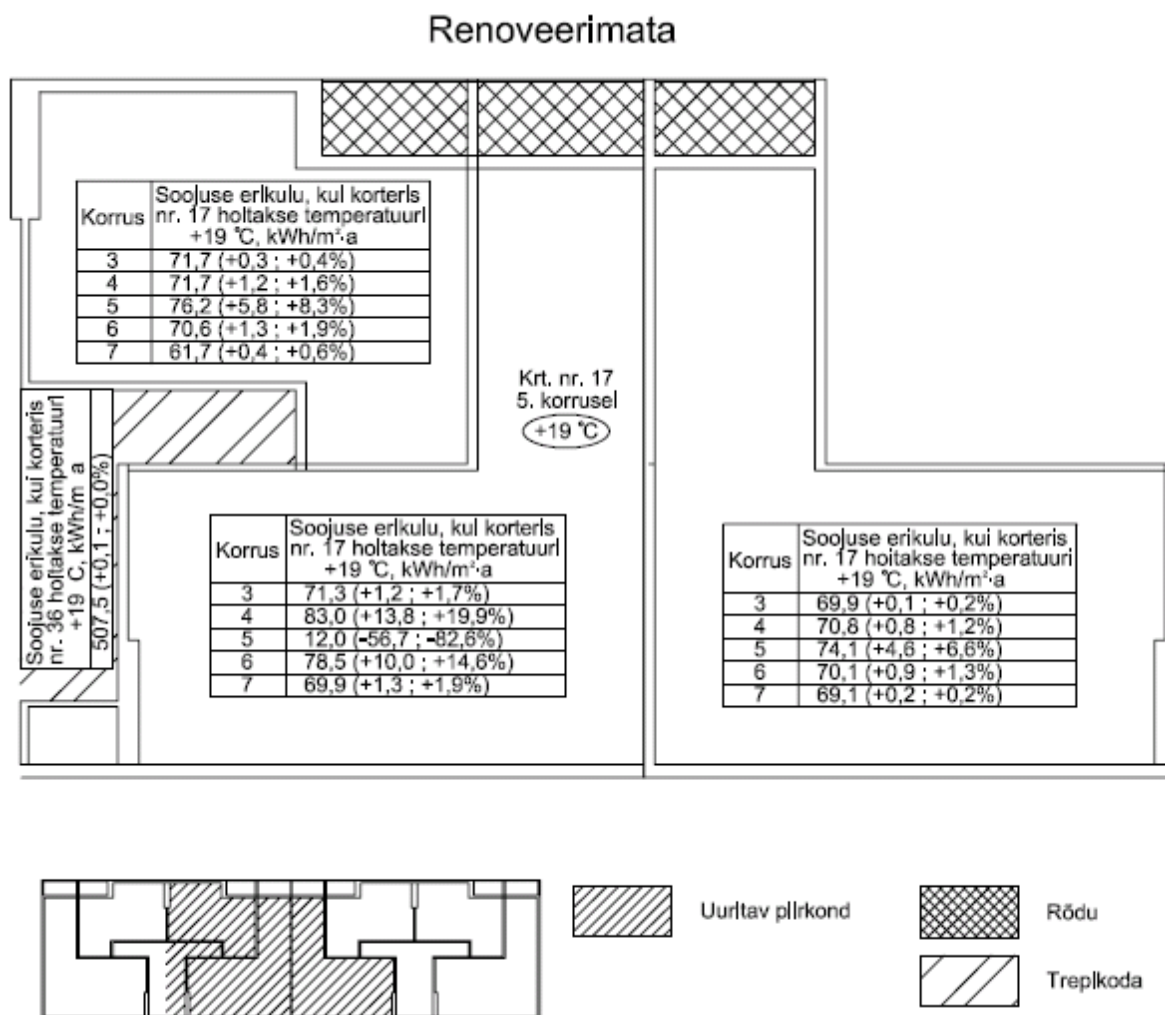
### Renoveerimata



Joonis 8.3. Renoveerimata kortermaja nurgas asuva kütmata korteri mõju ümbritsevatele korteritele

### 8.1.2.2 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 17 hoitakse temperatuuri +19°C, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 19,9% ja kõige rohkem on mõjutatud +19 °C hoidva korteri all ja kohal asuvad korterid. Märgatav mõju on olemas ka korteri 17 kõrval asuvate korterite küttekuludele. Korteri 17 küttekulu väheneb seejuures 82,6%.



**Joonis 8.4. Renoveerimata kortermaja keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui seal hoitakse temperatuuri +19 °C**

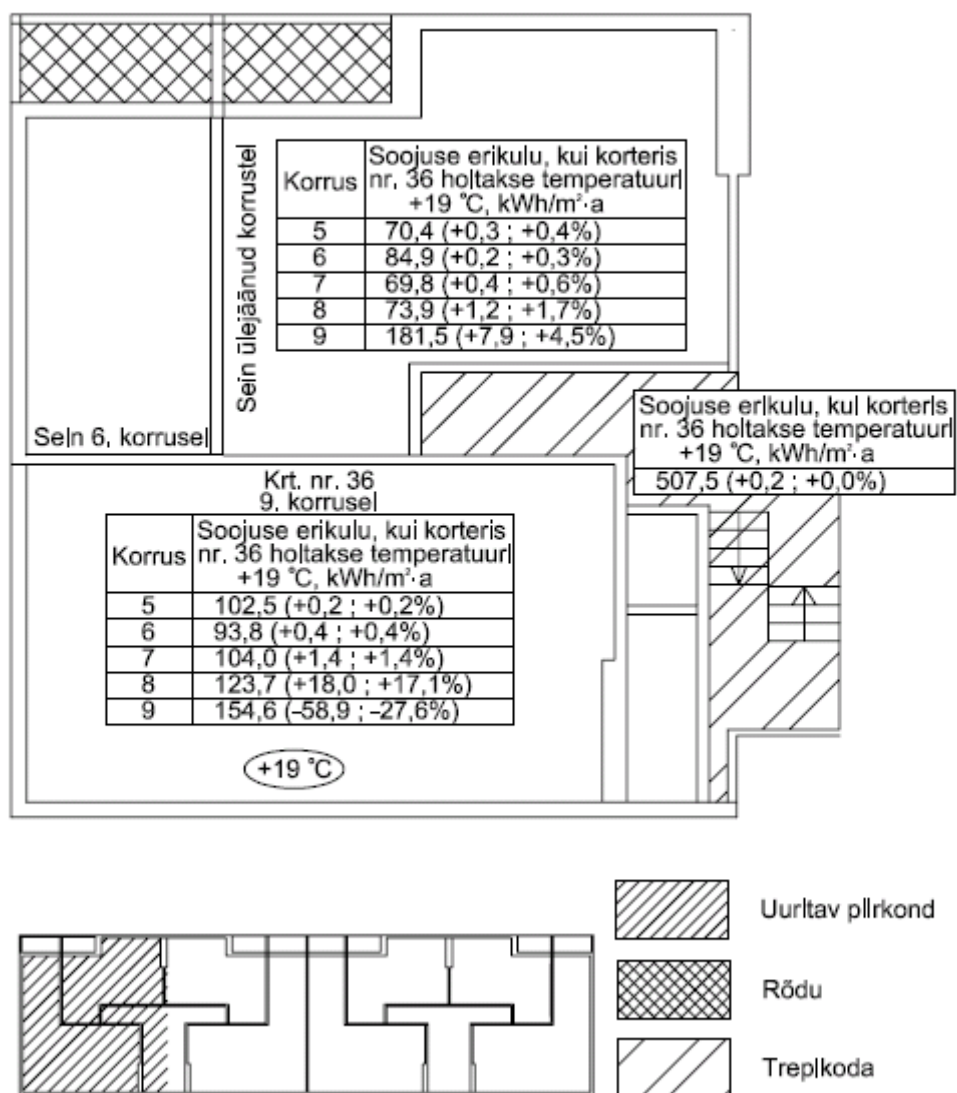
## Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Kui korteris 36 hoitakse temperatuuri +19°C, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 17,1% ja kõige rohkem on mõjutatud +19 °C hoidva korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele. Korteri 36 küttekulu väheneb kuni 27,6%.

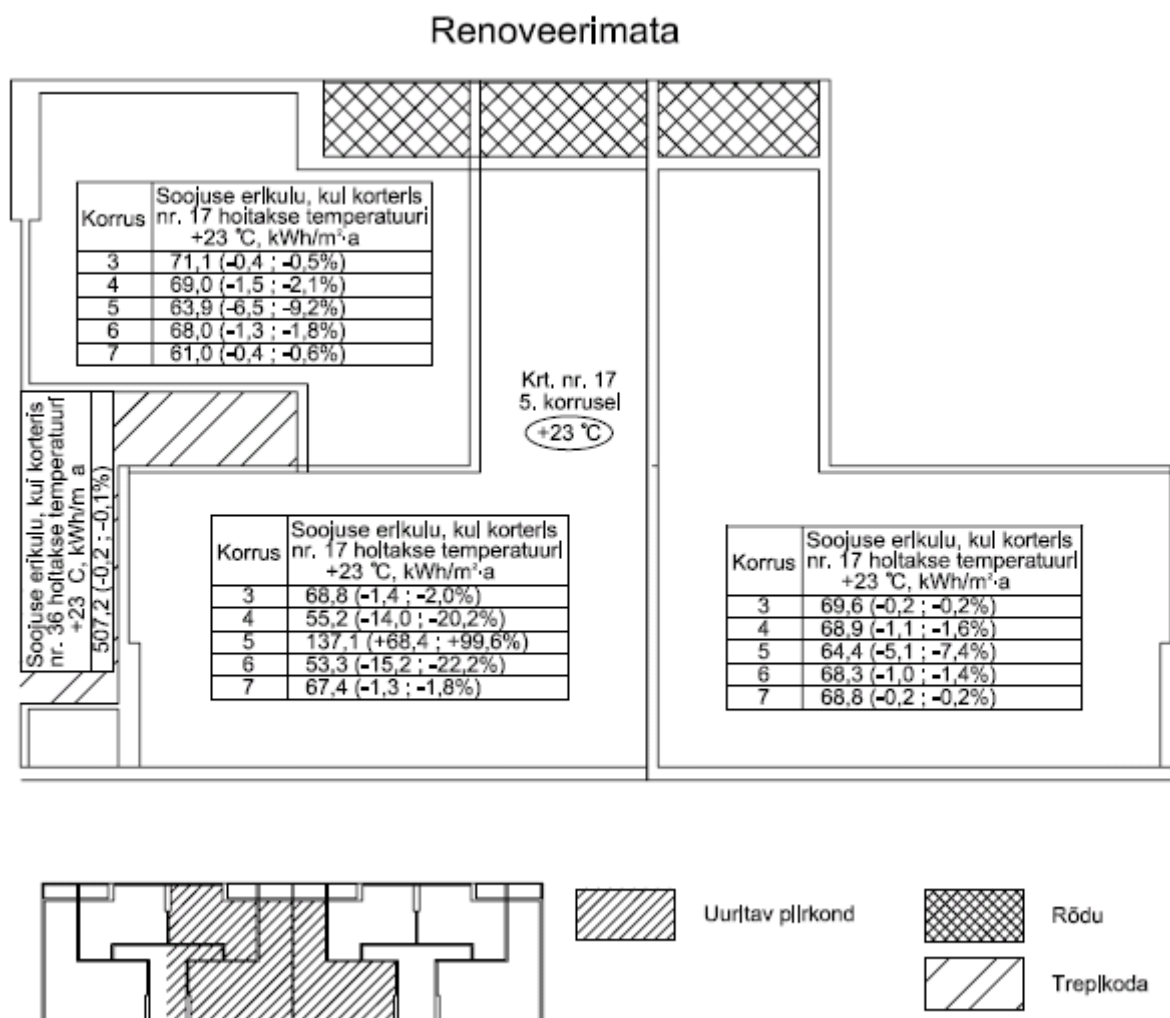
### Renoveerimata



**Joonis 8.5. Renoveerimata kortermaja nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui seal hoitakse temperatuuri +19 °C**

### 8.1.2.3 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +23 °C

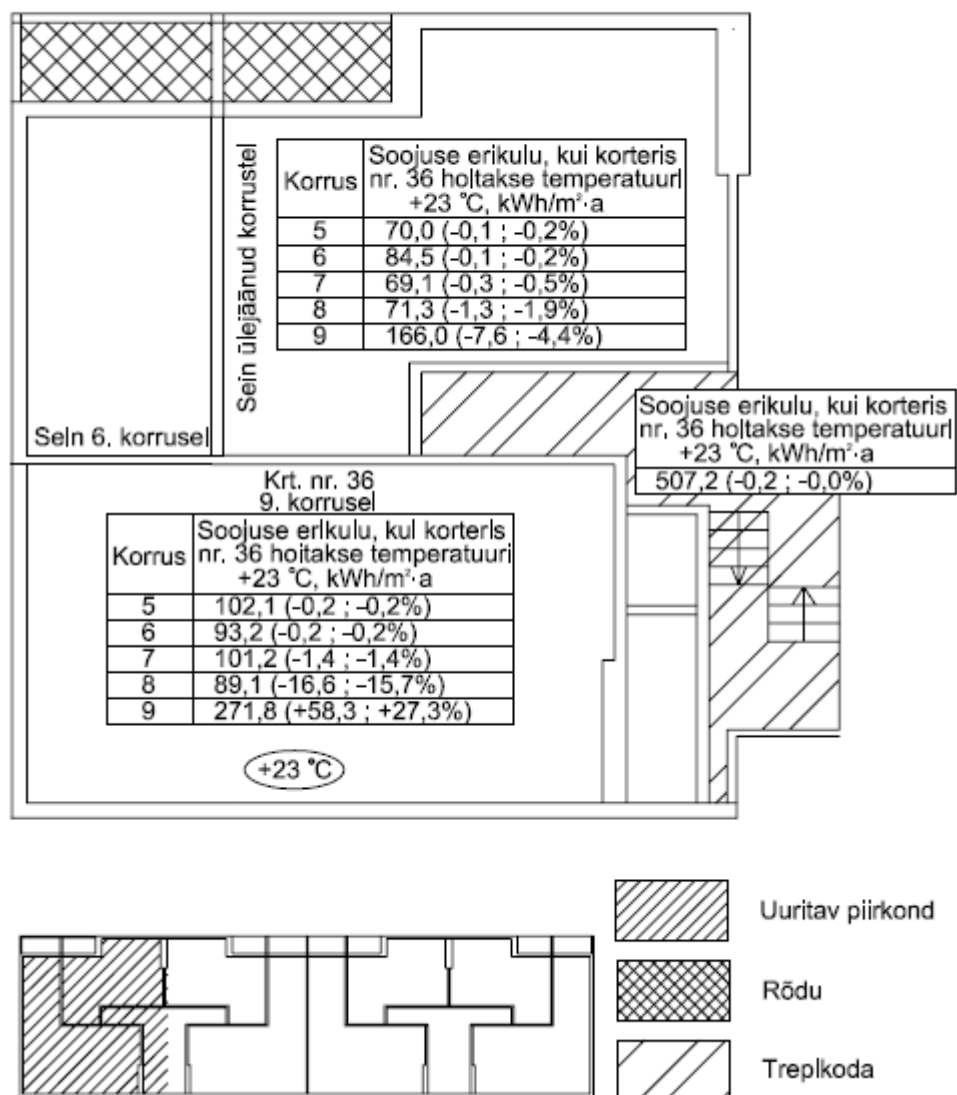
Kui korteris 17 hoitakse temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 22,2% ja kõige rohkem on mõjutatud +23 °C hoidva korteri all ja kohal asuvad korterid. Märgatav mõju on olemas ka korteri 17 kõrval asuvate korterite küttekuludele. Korteri 17 küttekulu kasvab sealjuures 99,6% peaaegu kahekordseks



**Joonis 8.6. Renoveerimata kortermaja keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui seal hoitakse temperatuuri +23 °C**

Kui korteris 36 hoitakse temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 15,7% ja kõige rohkem on mõjutatud +23 °C hoidva korteri all asuv korter. On olemas märgatav mõju ka kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekulule. Korteri 36 küttekulu kasvab 27,3%.

## Renoveerimata



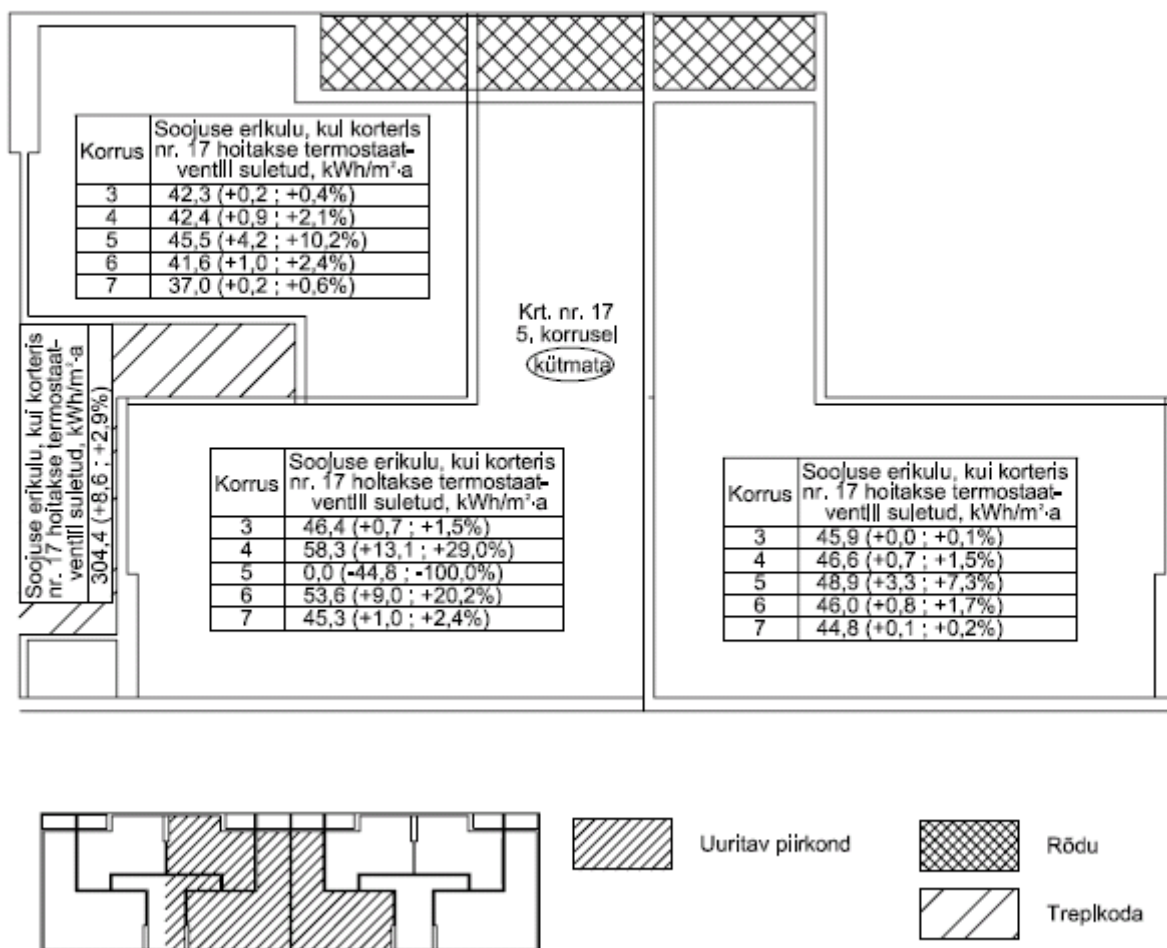
Joonis 8.7. Renoveerimata kortermaja nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui seal hoitakse temperatuuri +23 °C



### 8.1.2.4 Renoveeritud hoone, kütmata korterid

Kui korteris 17 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 29,0% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju olemas ka korteri 17 kõrval asuvate korterite küttekulule.

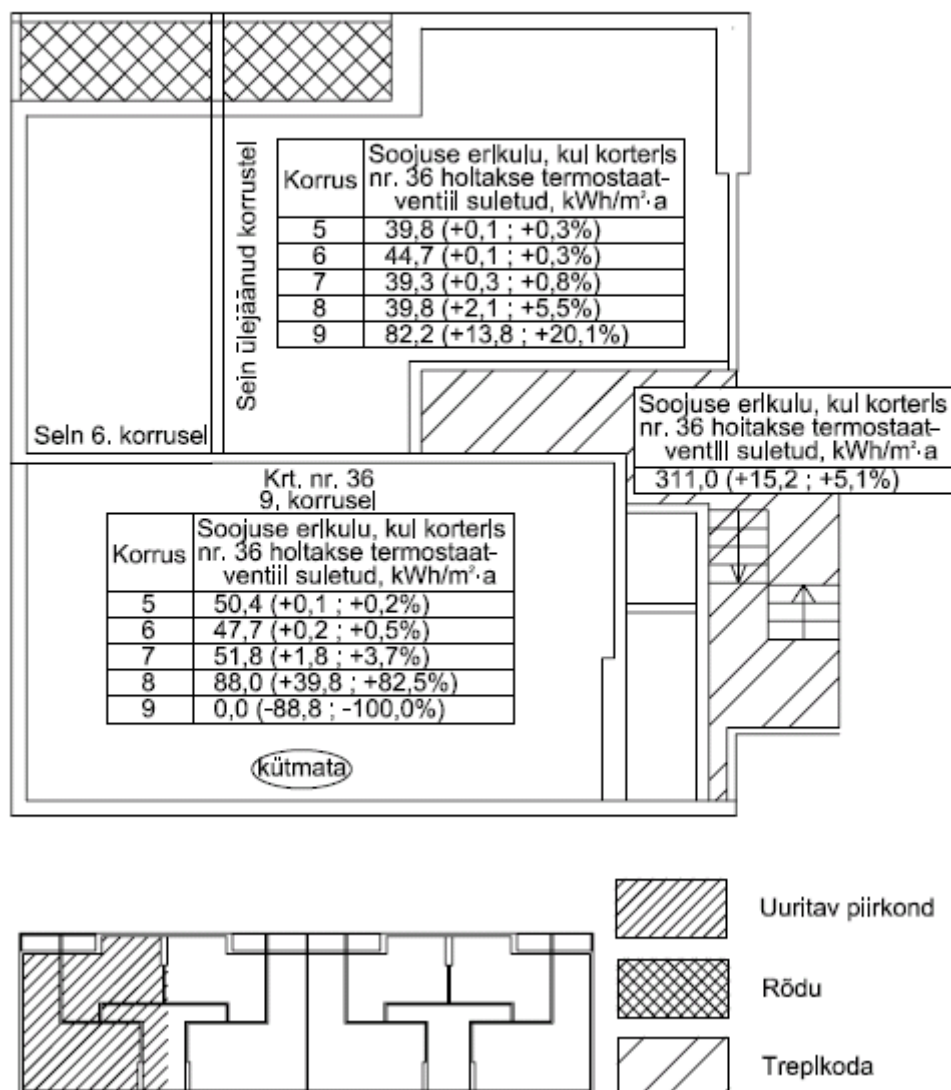
#### Energlatõhususklass D



Joonis 8.8. Renoveeritud kortermaja keskel asuva kütmata korteri mõju ümbritsevatele korteritele

Kui korteris 36 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 82,5% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele.

## Energiatõhususklass D

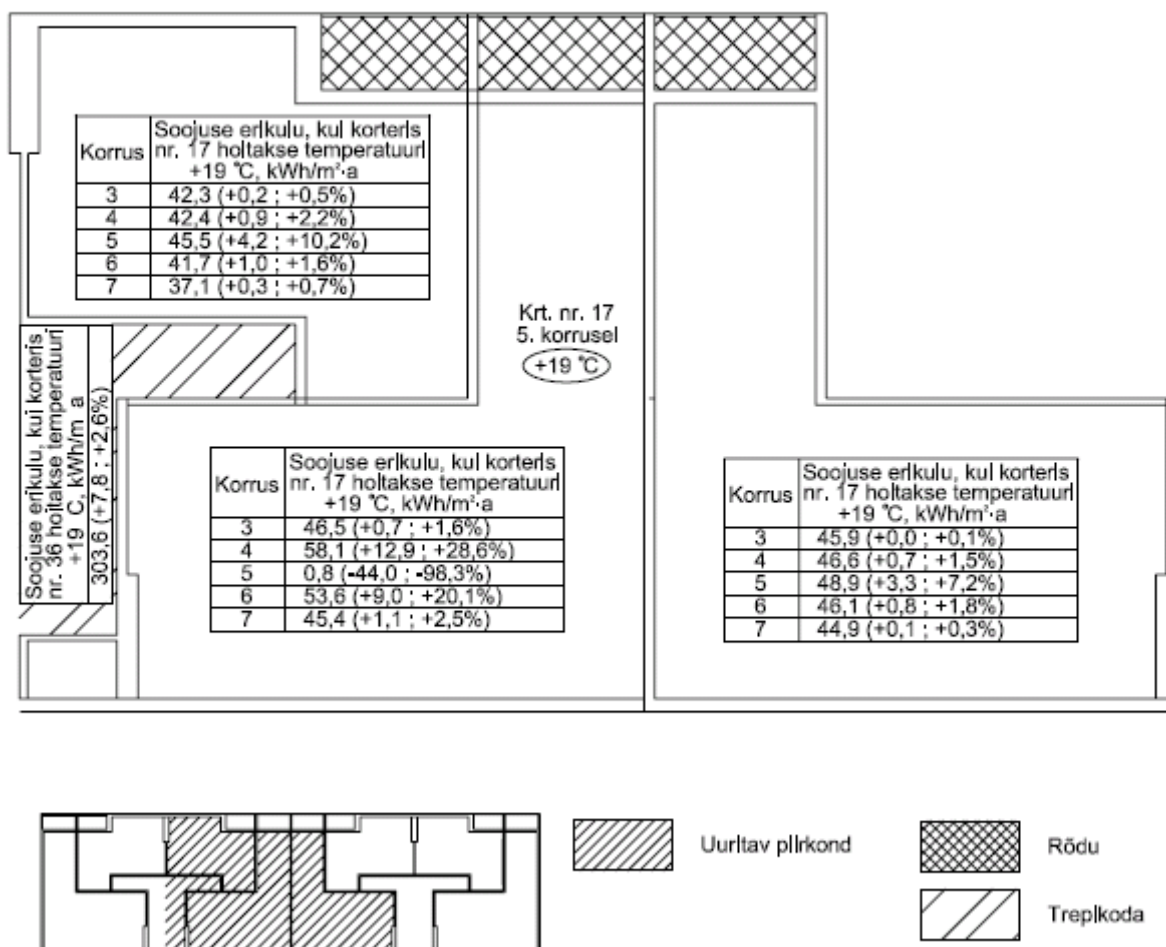


Joonis 8.9. Renoveeritud kortermaja nurgas asuva kütmata korteri mõju ümbritsevatele korteritele

### 8.1.2.5 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 17 hoitakse temperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 28,6% ja kõige rohkem on mõjutatud +19 °C hoidva korteri all ja kohal asuvad korterid. Märgatav mõju on olemas ka korteri 17 kõrval asuvate korterite küttekuludele. Korteri 17 küttekulu väheneb seejuures 98,3%, mis tähendab, et enamjagu kütteperioodist on korteri õhutemperatuur vähemalt +19 °C.

#### Energiatõhususklass D



Joonis 8.10. Renoveeritud kortermaja keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui seal hoitakse temperatuuri +19 °C

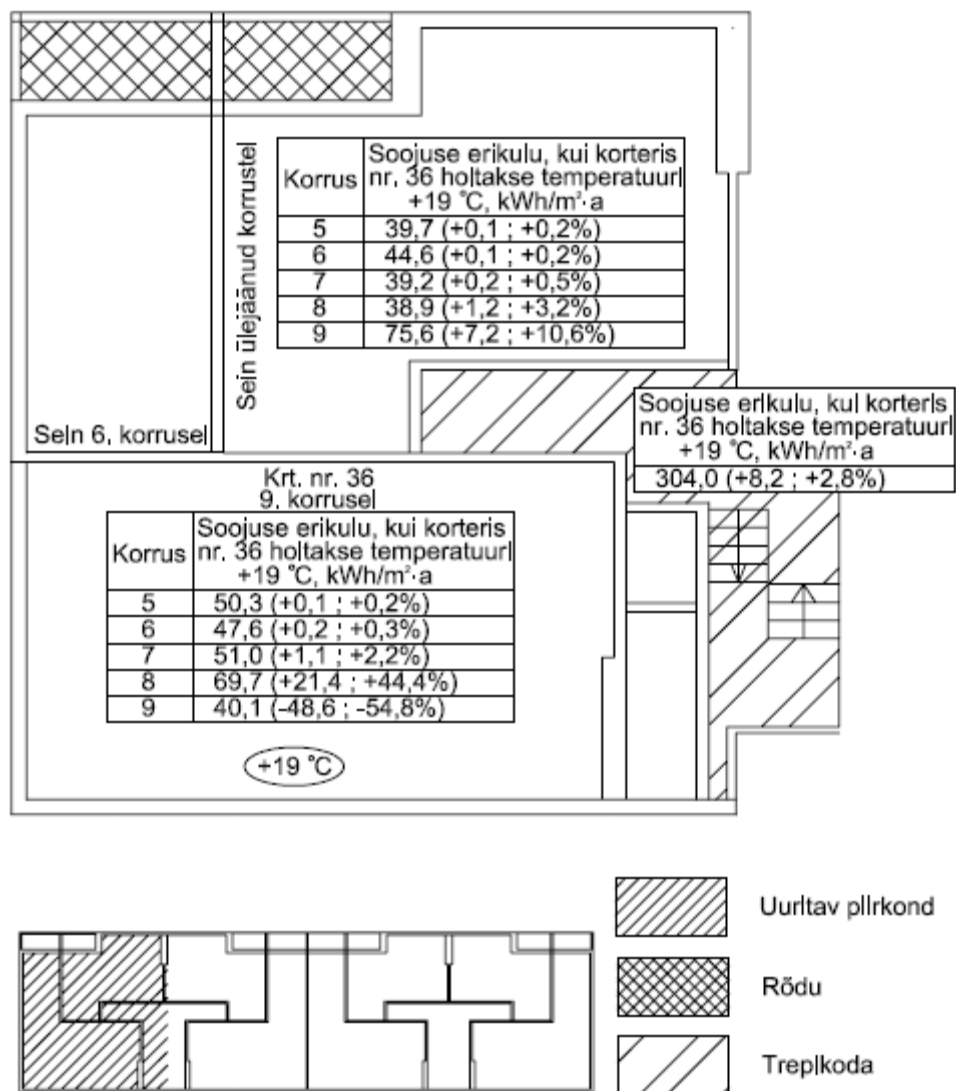
## Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Kui korteris 36 hoitakse temperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 44,4% ja kõige rohkem on mõjutatud +19 °C hoidva korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuvale korteri küttekuludele. Korteri 36 küttekulu väheneb 54,8%.

### Energiatõhususklass D

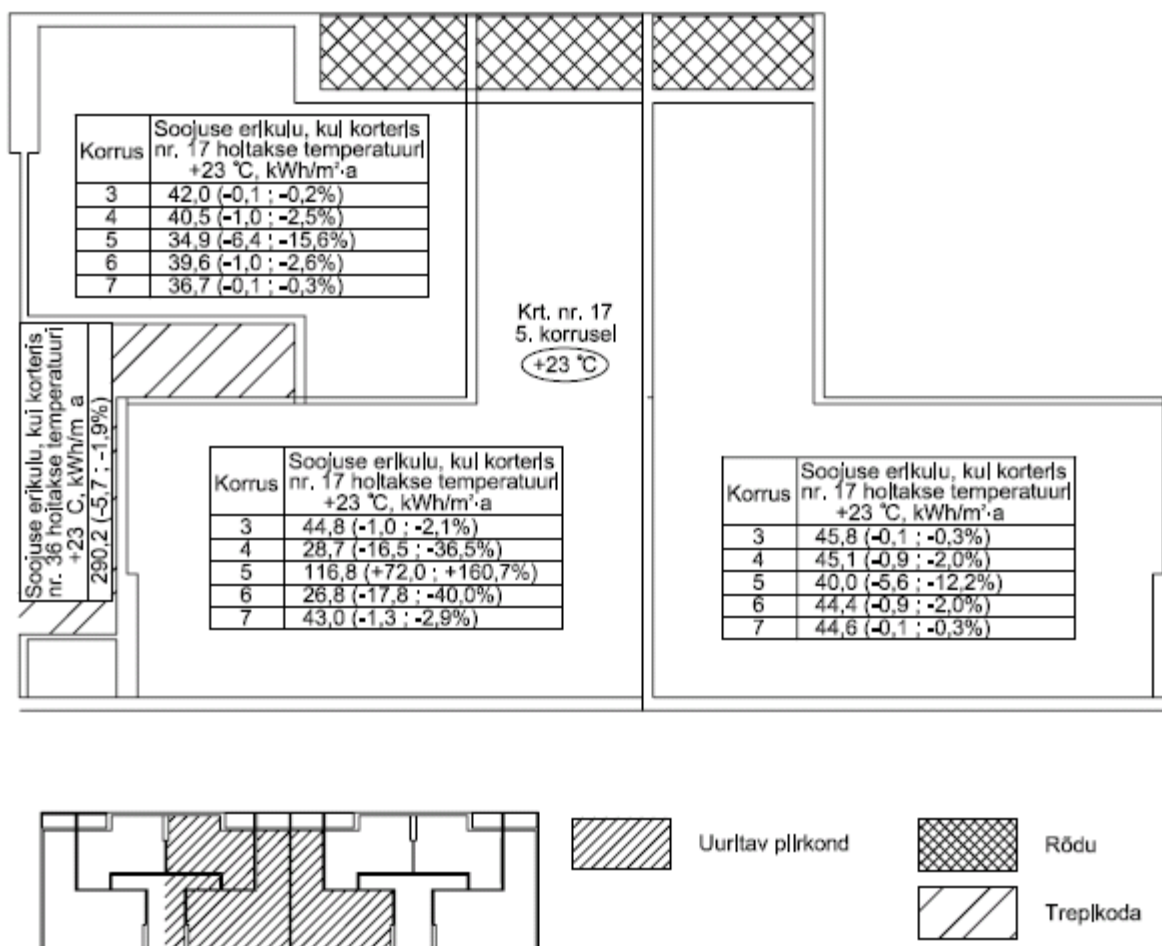


Joonis 8.11. Renoveeritud kortermaja nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui seal hoitakse temperatuuri +19 °C

### 8.1.2.6 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +23 °C

Kui korteris 17 hoitakse temperatuuri +23 °C, siis renoveeritud hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 40% ja kõige rohkem on mõjutatud +23 °C hoidva korteri all ja kohal asuvad korterid. Märgatav mõju on olemas ka korteri 17 kõrval asuvate korterite küttekulule. Korteri 17 küttekulu kasvab sealjuures 160,7%.

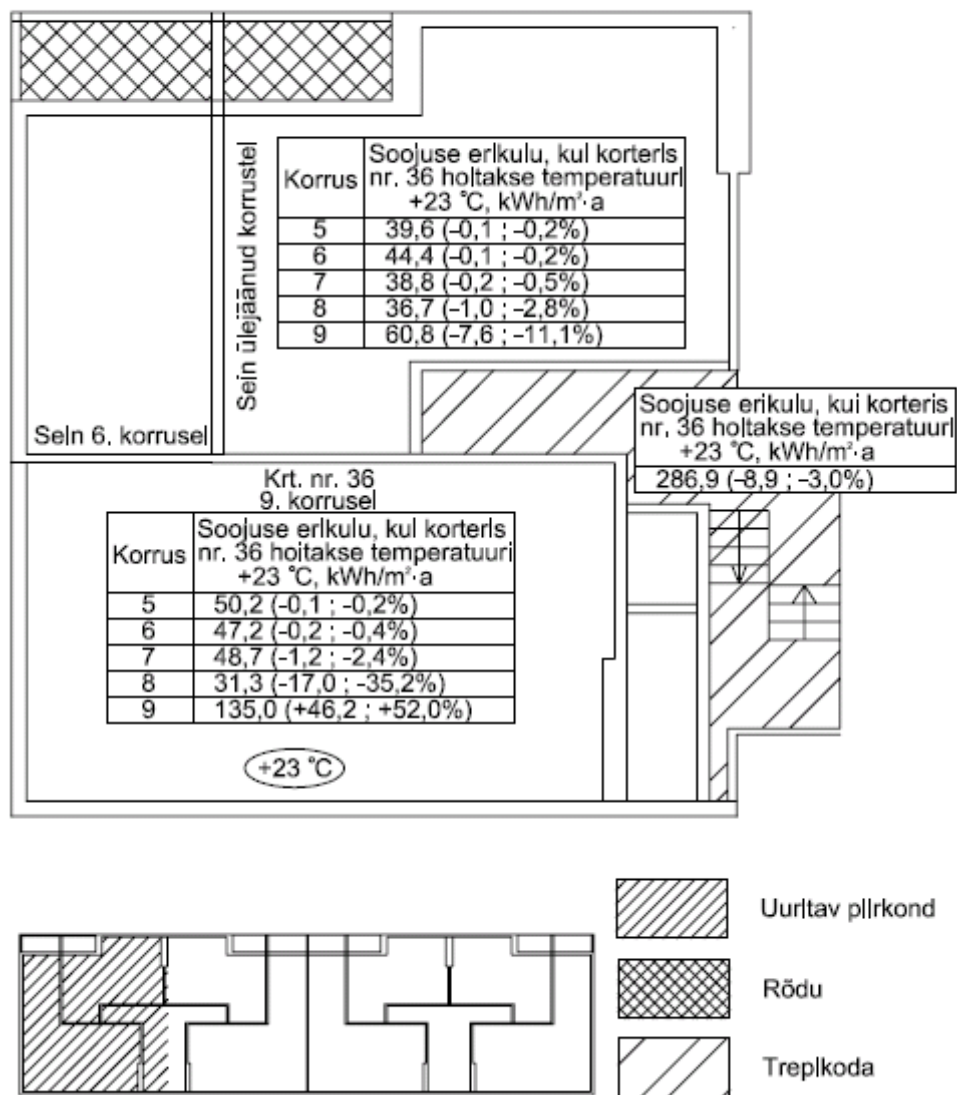
#### Energiatõhususklass D



Joonis 8.12. Renoveeritud kortermaja keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui seal hoitakse temperatuuri +23 °C

Kui korteris 36 hoitakse temperatuuri +23 °C, siis renoveeritud hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 35,2% ja kõige rohkem on mõjutatud +23 °C hoidva korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele. Korteri 36 küttekulu suureneb samas 52,0%.

## Energiatõhususklass D



Joonis 8.13. Renoveeritud kortermaja nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui seal hoitakse temperatuuri +23 °C

### 8.1.3 Korterite mõju hoone summaarsele küttekulule

9-korruselise suurpaneelilamatu korterite küttekulu muutus võrreldes hoone summaarse küttekulu muutusega, kui ühe korteri sisetemperatuuri muudetakse, on toodud tabelis 8.3 ja 8.4 Renoveerimata hoone puhul moodustab hoone summaarne küttekulu muutus keskel asuva korteri küttekulu muutusest umbes 23–25% ja nurgakorteri puhul on osakaaluks umbes 46–52%. Renoveeritud hoonetes moodustab hoone summaarne küttekulu muutus keskel asuva korteri küttekulu muutusest 13,6–31% ja nurgakorteris on osakaaluks umbes 28–33%.

**Tabel 8.3. Renoveerimata 9-korruselise suurpaneelilamatu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

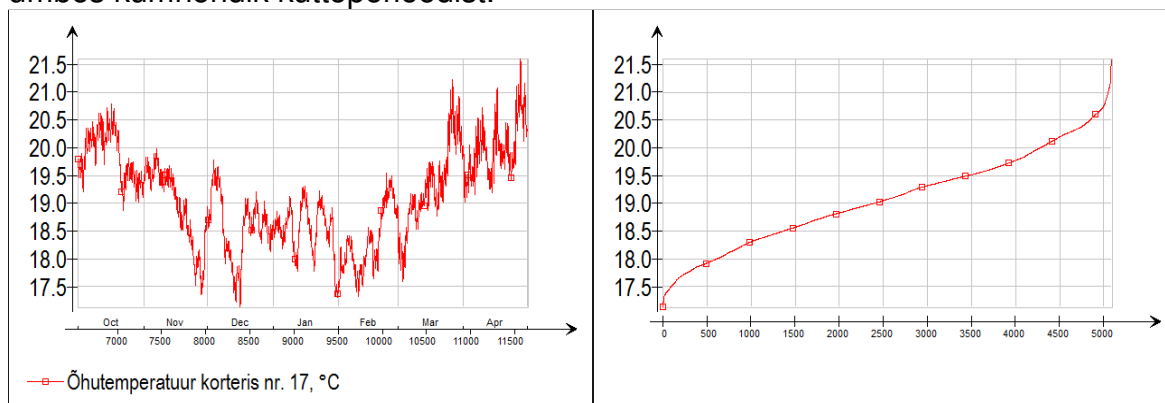
Renoveerimata						
Õhutemperatuur uuritavas korteris °C	Korteri 17 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{kortr}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{kortr}}}$ , %	Korteri 36 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{kortr}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{kortr}}}$ , %
Kütmata	-4575	-1080	23,6	-14200	-6633	46,7
+19	-3778,9	-883	23,4	-3916,7	-2030	51,8
+23	4555,6	1162	25,5	3877,8	1804	46,5

**Tabel 8.4. Renoveeritud 9-korruselise suurpaneelilamatu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveeritud						
Õhutemperatuur uuritavas korteris °C	Korteri 17 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{kortr}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{kortr}}}$ , %	Korteri 36 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{kortr}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{kortr}}}$ , %
Kütmata	-2983,3	-934	31,3	-5902,8	-1661	28,1
+19	-2932,4	-822	28,0	-3233,9	-939	29,0
+23	4794,5	652	13,6	3072,2	1035	33,7

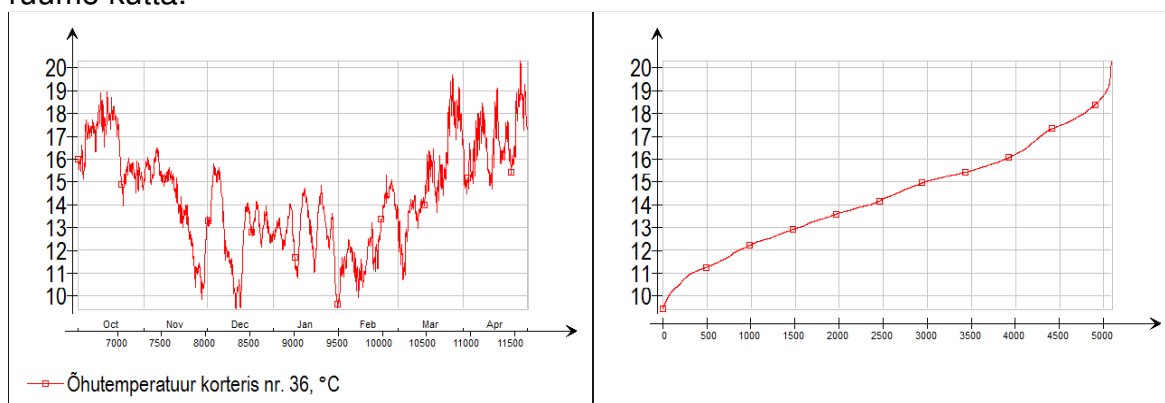
### 8.1.3.1 Renoveerimata hoone

9-korruselises renoveerimata suurpaneelilamuse jääd kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku  $+17,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  kuni  $+21,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (joonis 8.14). Alla  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$  langes õhutemperatuur korteris umbes 550 tunni jooksul aastas ehk umbes kümnendik kütteperioodist.



**Joonis 8.14. Keskmise korteri õhutemperatuur renoveerimata hoone puhul**

Nurgakorteri õhutemperatuurid kütteperioodil vahemikku  $+9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  kuni  $+20,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (joonis 8.16). Alla  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$  langes õhutemperatuur korteris ligi 4800 tunni jooksul aastas ehk enamiku ajast kütteperioodil on hoone otsakorterites vaja ruume kütta.

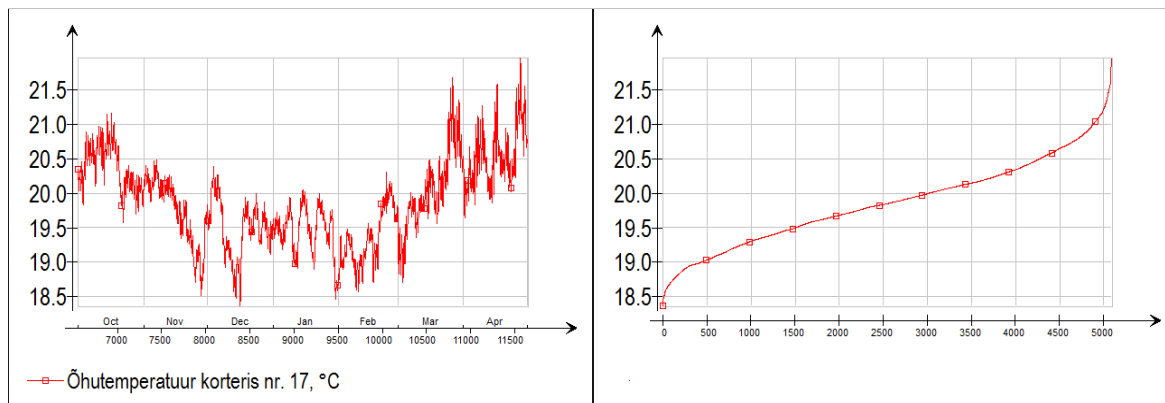


**Joonis 8.15. Nurgakorteri õhutemperatuur renoveerimata hoone puhul**



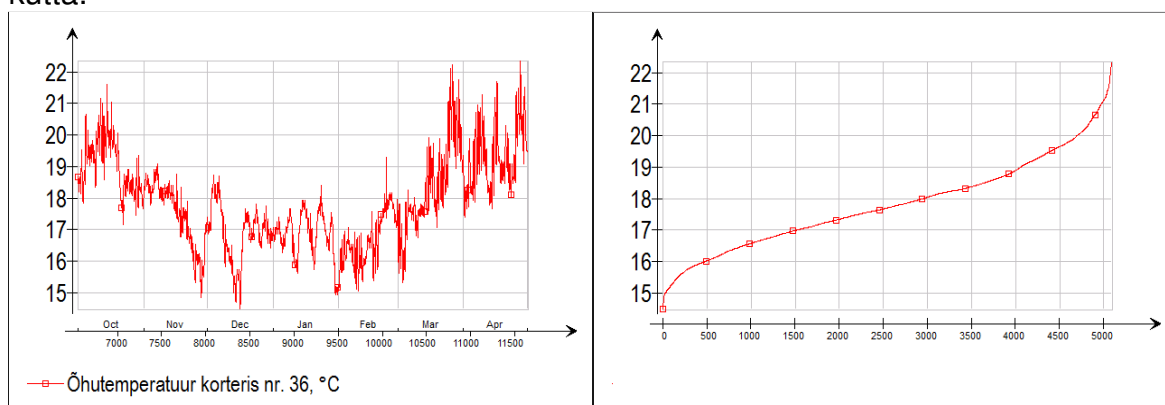
### 8.1.3.2 Renoveeritud hoone

9-korruselises renoveeritud suurpaneelilamuse jäid kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku +18,3 °C kuni +21,9 °C (joonis 8.16). Alla +18 °C õhutemperatuur kogu kütteperioodi vältel korteris ei langenudki.



**Joonis 8.16. Keskmise korteri õhutemperatuur renoveeritud hoone puhul**

Nurgakorteris jäid õhutemperatuurid kütteperioodil vahemikku +14,5 °C kuni +22,4 °C (joonis 8.17). Alla +18 °C langes õhutemperatuur korteris peaaegu 3000 tunni jooksul aastas ehk üle poole kütteperioodist on hoone otsakorterites vaja ruume kütta.

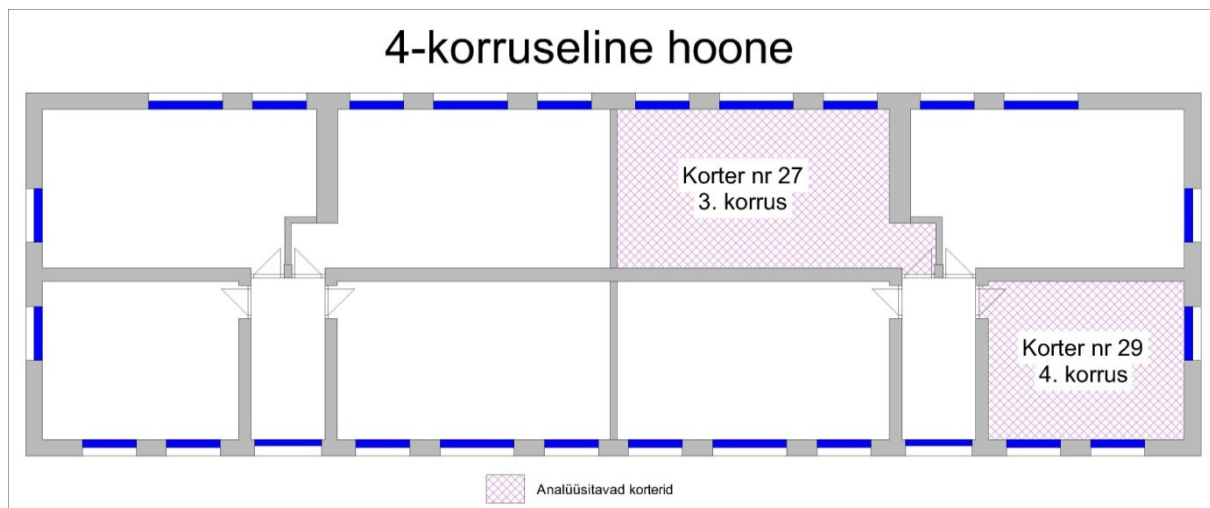


**Joonis 8.17. Nurgakorteri õhutemperatuur renoveeritud hoone puhul**

## 8.2 4-korruseline telliselamu

### 8.2.1 Arvutusmudeli kirjeldus

4-korruselise telliselamu puhul valiti analüüsiks välja korter 27 hoone 3. korrusel ning korter 29 hoone 4. ehk viimasel korrusel (joonis 8.18). Korterite piirete iseloomustus erinevate renoveerimisastmete korral on tabelis 8.5 ja 8.6.



Joonis 8.18. 4-korruselise telliselamu naabrikütte analüüsi korterid

Tabel 8.5. 4-korruselise telliselamu korterite piirete iseloomustus renoveerimata hoone puhul

Renoveerimata						
Korter 27			Korter 29			
Välispiirded	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu W/K	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu W/K
Välissein	12,2	1,2	14,6	19,3	1,2	23,2
Katuslagi	-	-	0,0	28,3	1,2	34,0
Aknad	8,3	1,7	14,1	7,4	1,7	12,6
<b>Kokku</b>			<b>28,7</b>			<b>69,8</b>
<b>Sisepiirded</b>						
Siseseinad	51,6	2,1	108,4	26,8	2,1	56,3
Vahelaed	82,8	2,6	215,3	28,3	2,6	73,6
<b>Kokku</b>			<b>352,3</b>			<b>129,9</b>

**Tabel 8.6. 4-korruselise telliselamu korterite piirete iseloomustus energiatõhususe klassi D puhul**

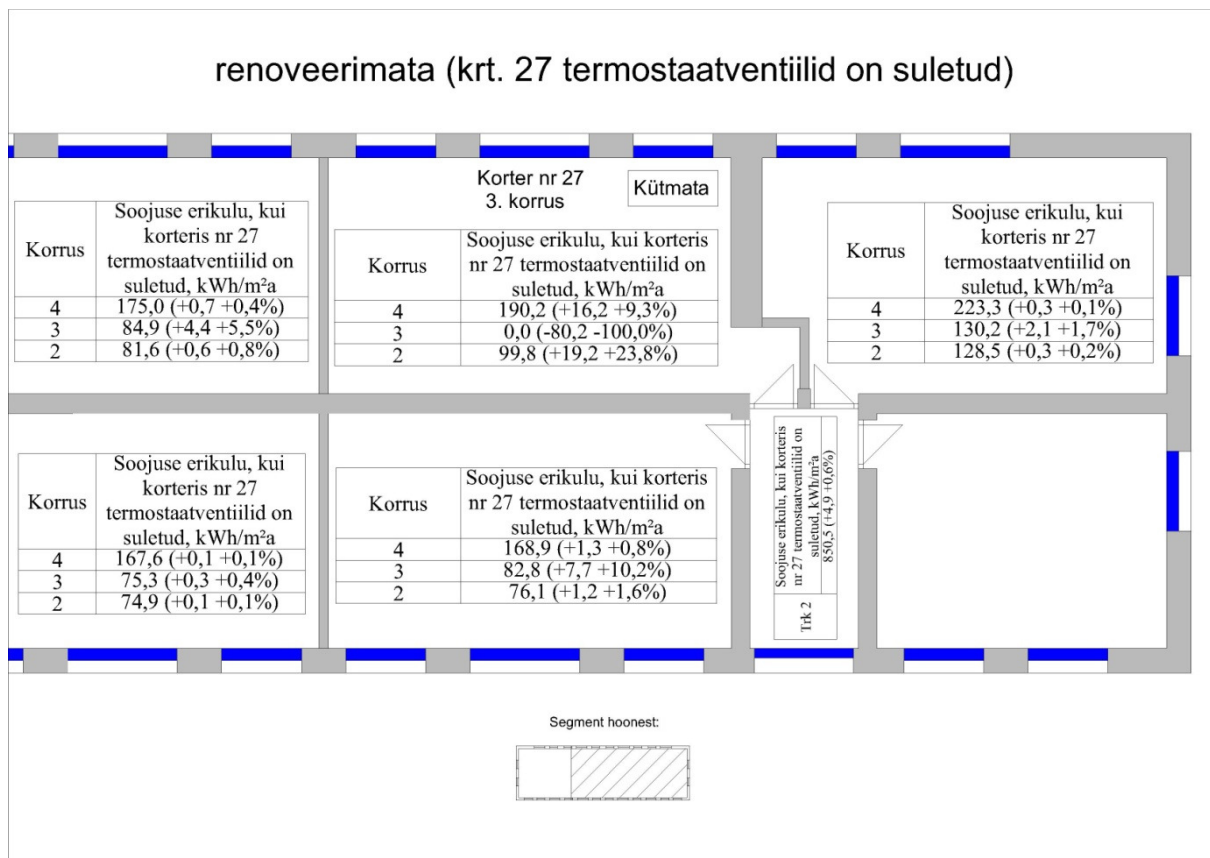
Energiatõhususe klass D						
Korter 27			Korter 39			
Välispiirded	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv, W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu W/K	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu W/K
Välissein	12,2	0,2	2,4	19,3	0,2	3,9
Katuslagi	-		0	28,3	0,1	2,8
Aknad	8,3	1,7	14,1	7,4	1,7	12,6
<b>Kokku</b>			<b>16,6</b>			<b>19,3</b>
Sisepiirded						
Siseseinad	51,6	2,1	108,4	26,8	2,1	56,3
Vahelaed	82,8	2,6	215,3	28,3	2,6	73,6
<b>Kokku</b>			<b>352,3</b>			<b>129,9</b>

## 8.2.2 Küttekulude analüüs

4-korruselise telliselamu küttekulude analüüsi tulemused korteri kaupa on esitatud plaanina. Erinevate arvutusvariantide plaanidel on uuritavate korterite ning nende poolt mõjutavate korterite kütte erikulud ja sulgudes küttekulude muutused võrreldes olukorraga, kui kõigis siseruumides (korterid ja trepikojad) hoitakse õhutemperatuuri +21 °C.

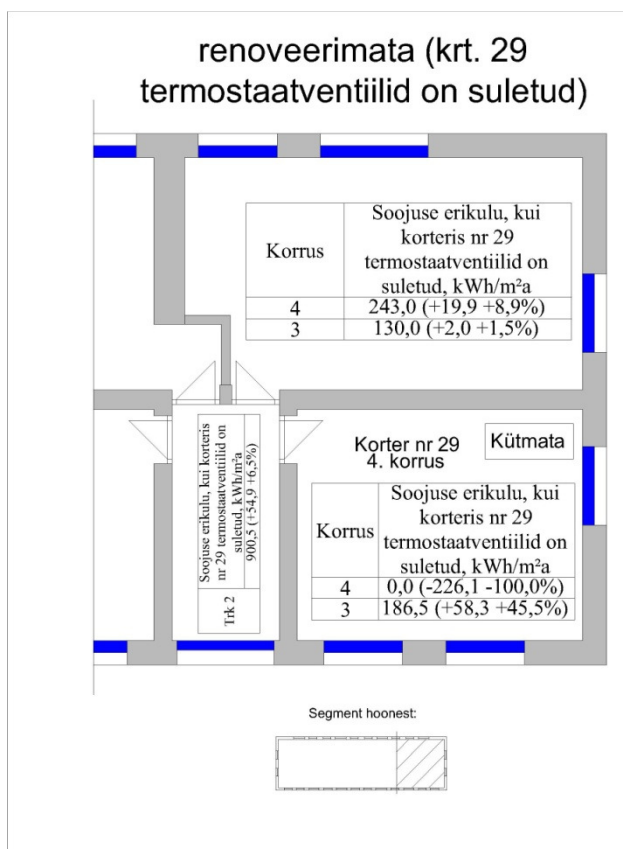
### 8.2.2.1 Renoveerimata hoone, termostaatventiilid kinni

Kui korteris 27 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 24% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju kuni 11%. olemas ka korteri 27 kõrval asuvate korterite küttekulule



**Joonis 8.19. Renoveerimata hoone keskel asuva korter, mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud**

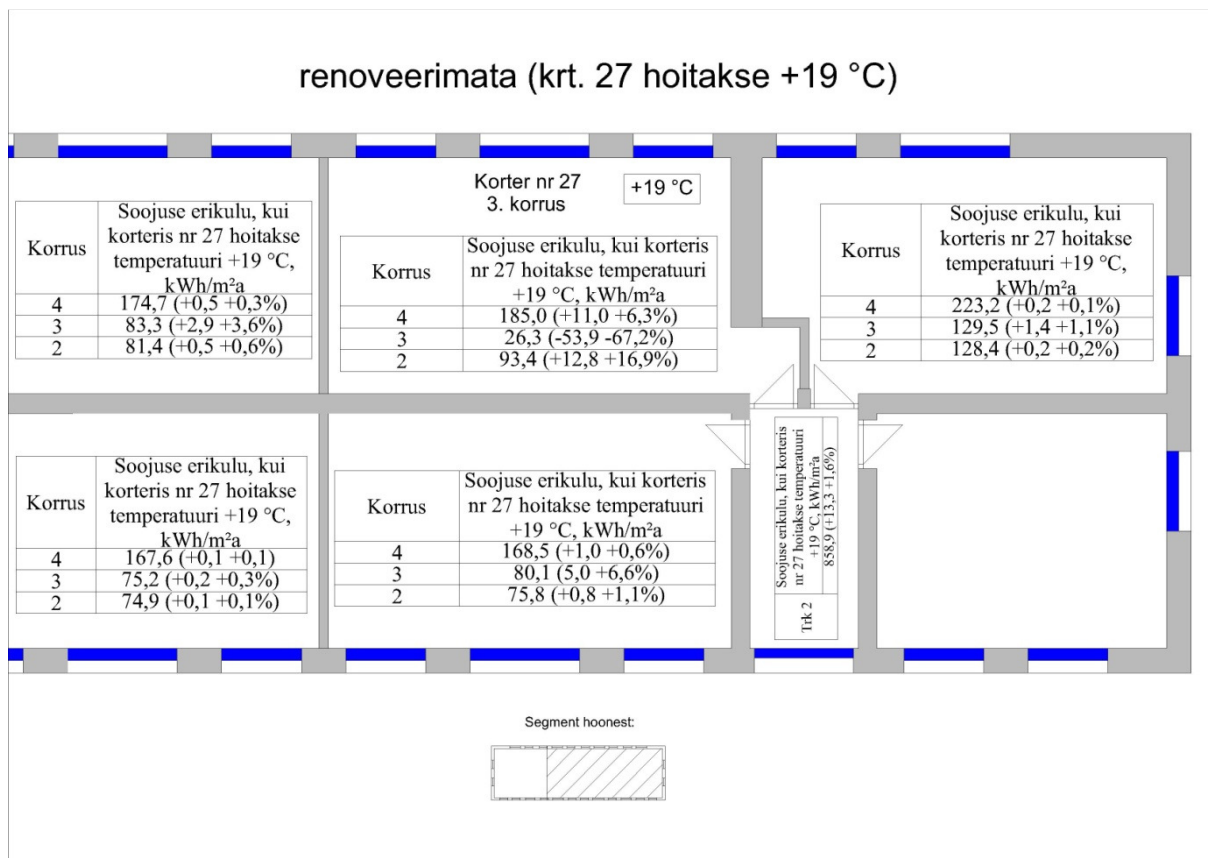
Kui korteris 29 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 46% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kuni 10% kütmata korteri kõrval asuva korteri küttekuludele.



**Joonis 8.20. Renoveerimata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud**

### 8.2.2.2 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 27 hoitakse õhutemperatuuri +19 °C, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 17% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju kuni 7% olemas ka korteri 27 kõrval asuvate korterite küttekulule.



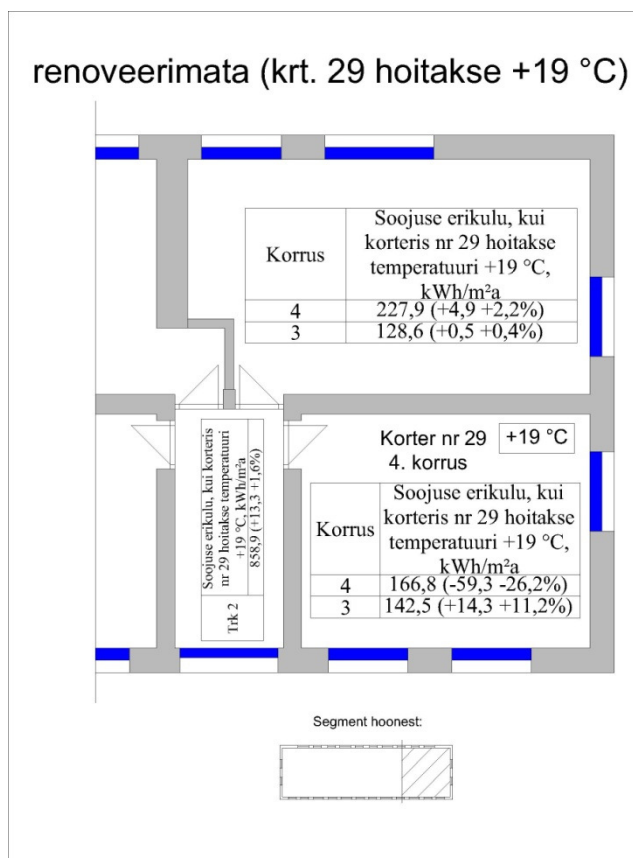
**Joonis 8.21. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C**

Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

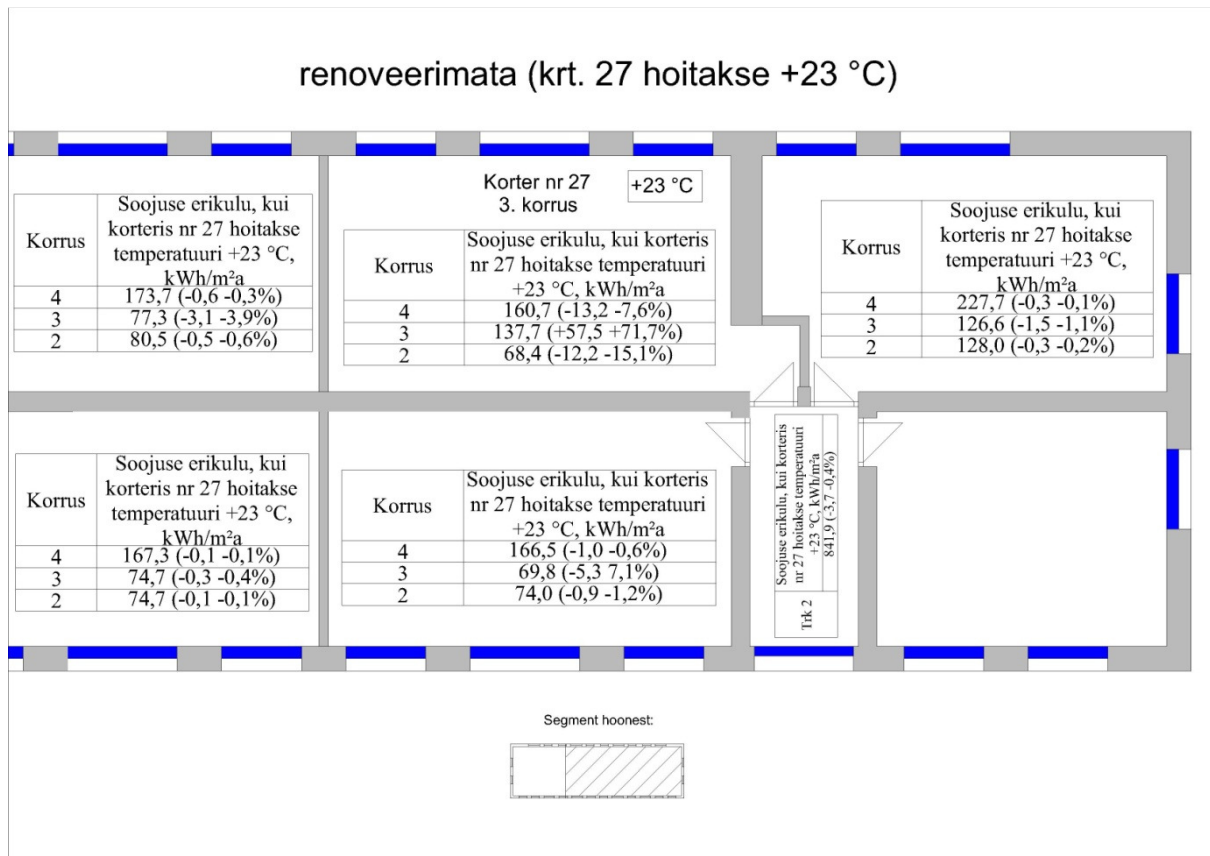
Kui korteris 29 hoitakse õhutemperatuuri +19 °C, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 12% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kuni 3% kütmata korteri kõrval asuva korteri küttekuludele.



Joonis 8.22 Renoveerimata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

### 8.2.2.3 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +23 °C

Kui korteris 27 hoitakse õhutemperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 16% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju kuni 8% olemas ka korteri 27 kõrval asuvate korterite küttekuludele



Joonis 8.23. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

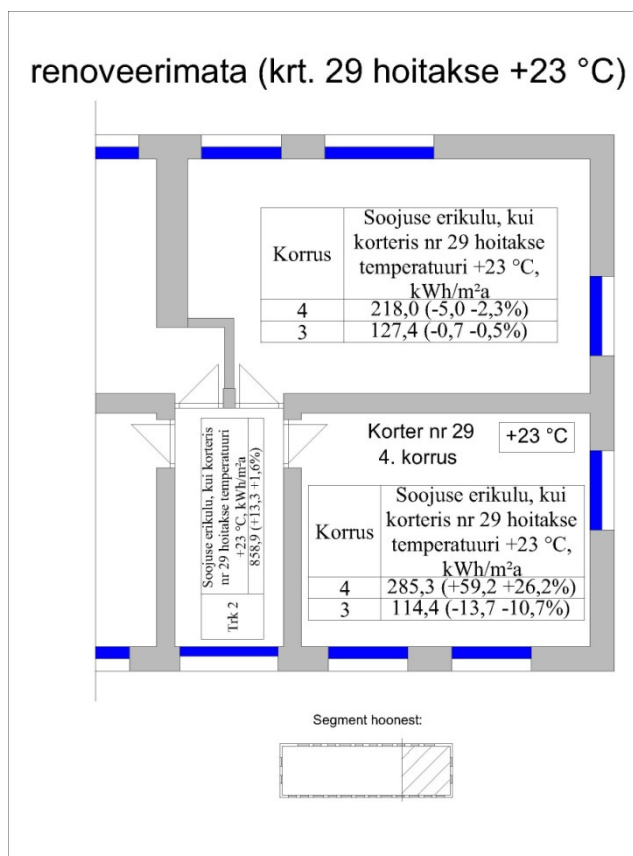


**Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele**

Lõpparuanne

31.10.2012

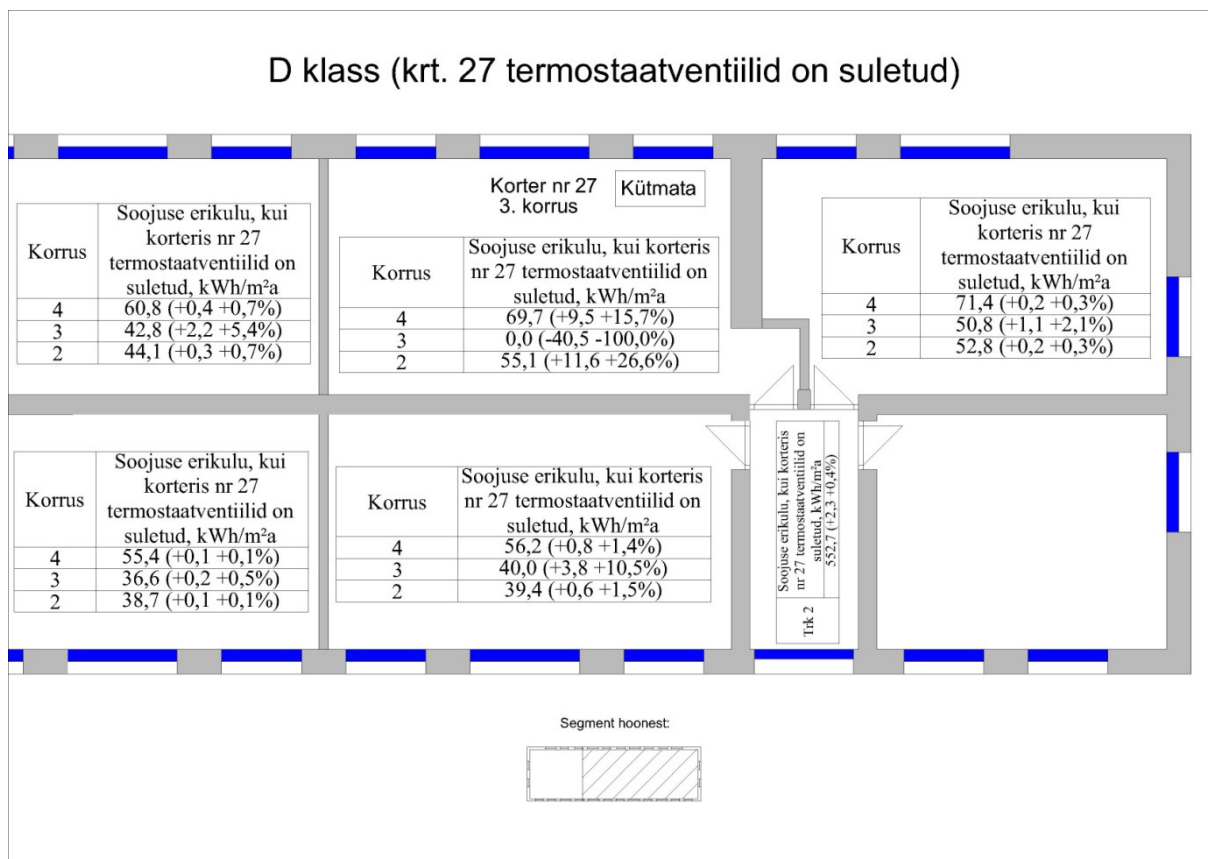
Kui korteris 29 hoitakse õhutemperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 11% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kuni 3% kütmata korteri kõrval asuva korteri küttekuludele.



**Joonis 8.24. Renoveerimata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C**

### 8.2.2.4 Renoveeritud hoone, kütmata korterid

Kui korteris 27 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 27% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju kuni 11% olemas ka korteri 27 kõrval asuvate korterite küttekulule.



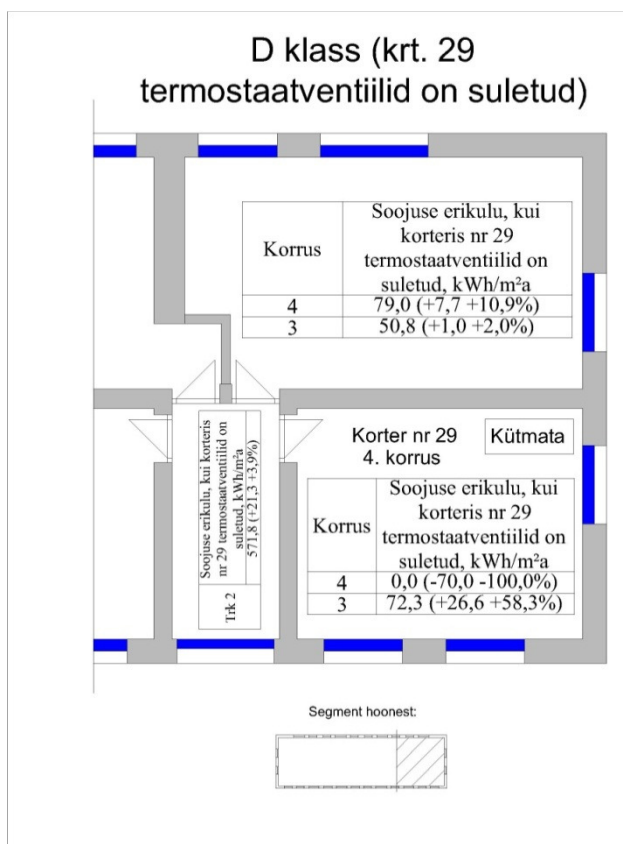
**Joonis 8.25. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud**

**Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele**

Lõpparuanne

31.10.2012

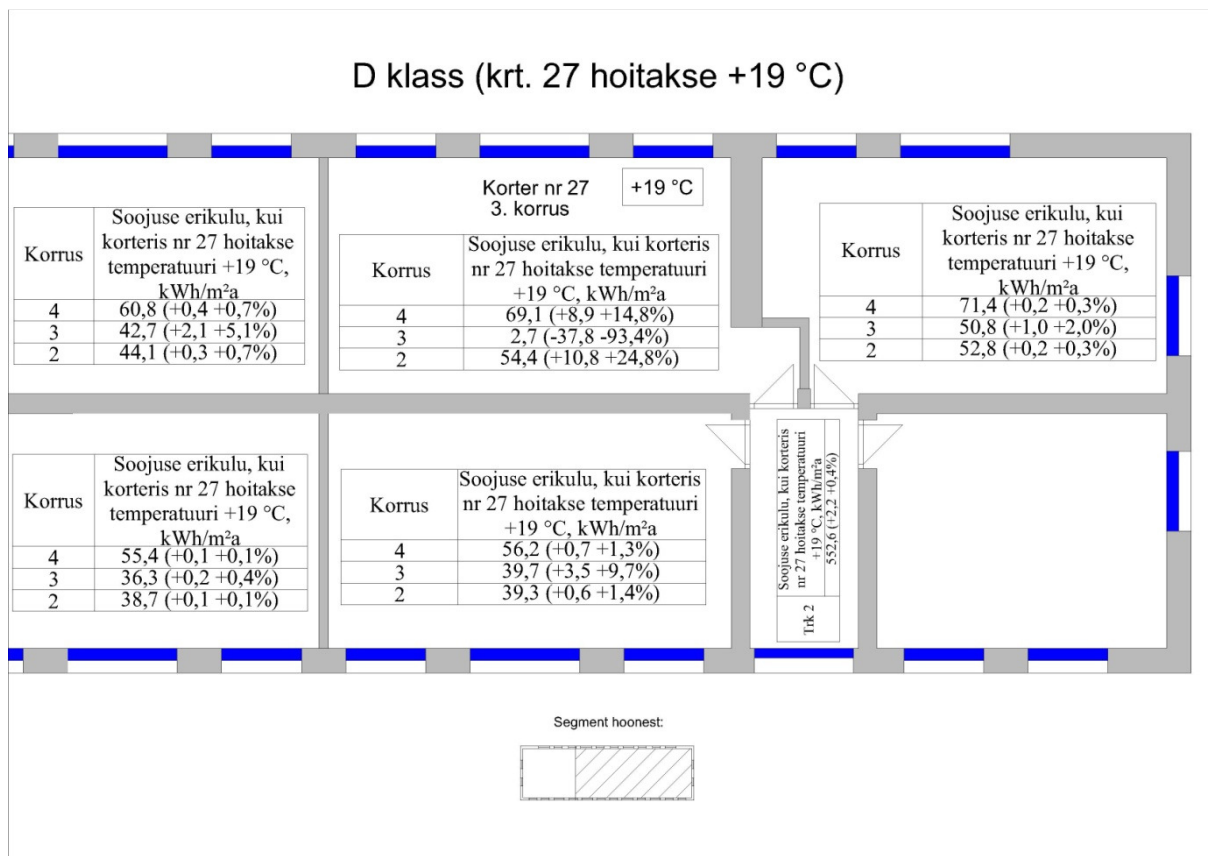
Kui korteris 29 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 60% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kuni 11% kütmata korteri kõrval asuva korteri küttekuludele.



**Joonis 8.26. Renoveeritud hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud**

### 8.2.2.5 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 27 hoitakse õhutemperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 25% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju kuni 10% olemas ka korteri 27 kõrval asuvate korterite küttekuludele



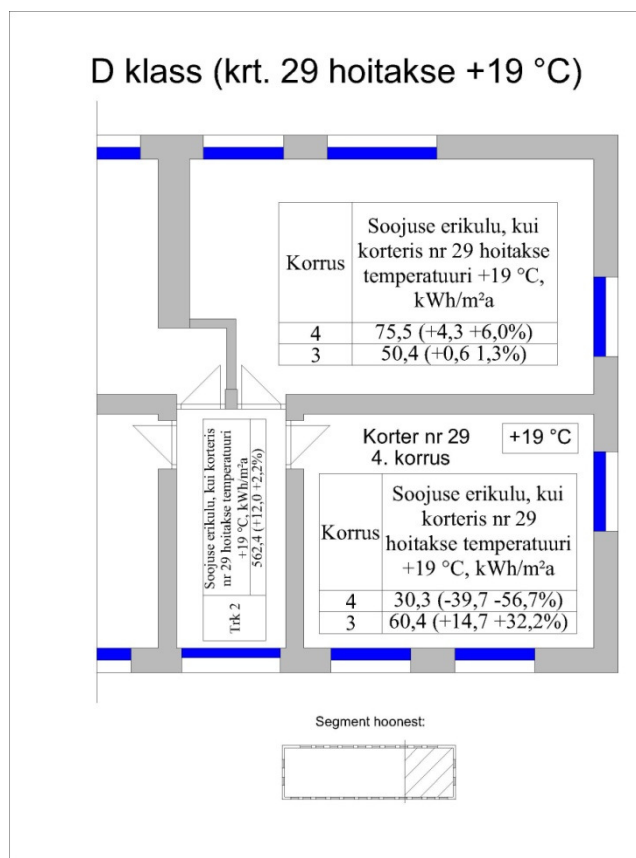
**Joonis 8.27. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C**

## Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

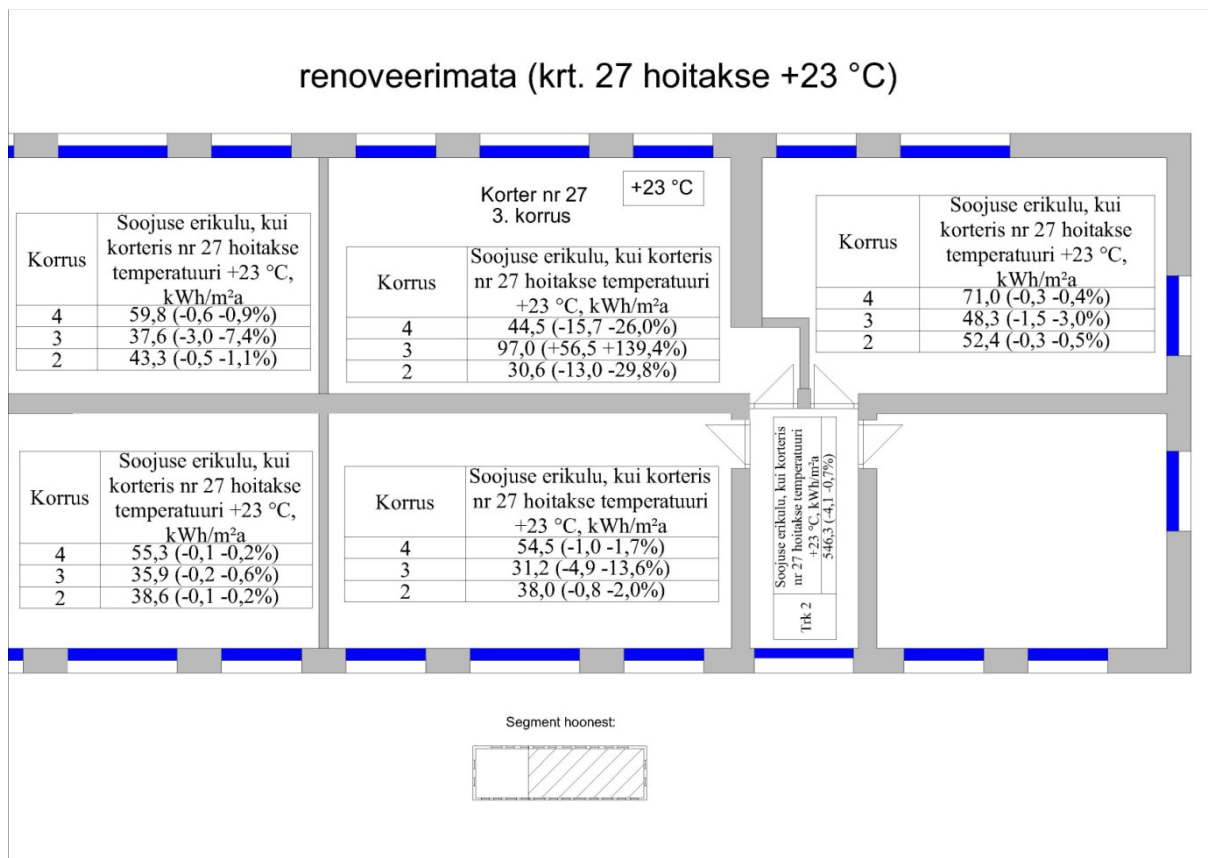
Kui korteris 29 hoitakse õhutemperatuuri  $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$ , siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 33% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kuni 6% kütmata korteri kõrval asuvale korteri küttekulule.



**Joonis 8.28. Renoveeritud hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse  $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$**

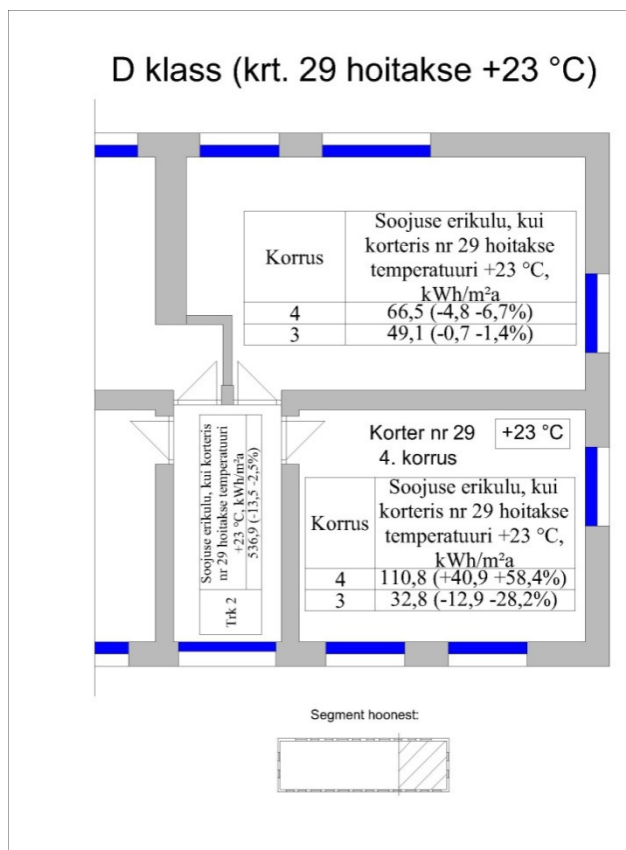
### 8.2.2.6 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +23 °C

Kui korteris 27 hoitakse õhutemperatuuri +23 °C, siis renoveeritud hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 30% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekoetud korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju kuni 14% olemas ka korteri 27 kõrval asuvate korterite küttekulule.



**Joonis 8.29. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C**

Kui korteris 29 hoitakse õhutemperatuuri +23 °C, siis renoveeritud hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 29% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekoetud korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kuni 7% kütmata korteri kõrval asuva korteri küttekuludele.



Joonis 8.30. Renoveeritud hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

### 8.2.3 Korteri mõju hoone summaarsele küttekulule

4-korruselise telliselamu korterite küttekulu muutus võrreldes hoone summaarse küttekulu muutusega, kui ühe korteri sisetemperatuuri muudetakse, on tabelis 8.7 ja 8.8. Renoveerimata hoones moodustab hoone summaarne küttekulu muutus keskel asuva korteri küttekulu muutusest umbes 30% ja nurgakorteris on osakaaluks umbes 50%. Renoveeritud hoonetes mõjutab korteris hoitav temperatuur terve hoone küttekulu veelgi vähem ning vastavad osakaalud on keskel asuva korteri puhul umbes 20% ja nurgakorteris umbes 30%.

**Tabel 8.7. Renoveerimata 4-korruselise telliselamu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveerimata						
Õhutemperatuur uuritavas korteris °C	Korteri 27 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korter}}$ kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ kWh	$\Delta Q_{\text{hoone}} / \Delta Q_{\text{korter}}$ %	Korteri 29 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korter}}$ kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ kWh	$\Delta Q_{\text{hoone}} / \Delta Q_{\text{korter}}$ %
Kütmata	-3319	-963	29%	-6401	-2974	46
+19	-2231	-645	29%	-1680	-850	51
+23	2381	662	28%	1677	792	47

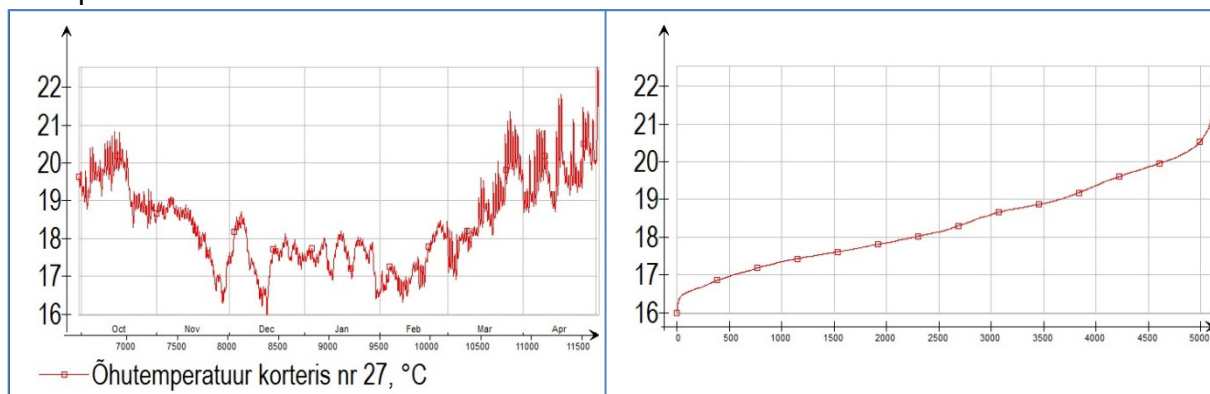
**Tabel 8.8. Renoveeritud 4-korruselise telliselamu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveeritud						
Õhutemperatuur uuritavas korteris °C	Korteri 27 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korter}}$ kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\Delta Q_{\text{hoone}} / \Delta Q_{\text{korter}}$ %	Korteri 29 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korter}}$ kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ kWh	$\Delta Q_{\text{hoone}} / \Delta Q_{\text{korter}}$ %
Kütmata	-1676	-373	22%	-1981	-612	31
+19	-1565	-342	22%	-1123	-365	33
+23	2337	500	21%	1157	366	32

## 8.2.4 Kütmata korterite sisetemperatuur

### 8.2.4.1 Renoveerimata hoone

4-korruselises renoveerimata telliselamus jäid kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku +16,0 °C kuni +22,5 °C (joonis 8.31). Alla +18 °C langes õhutemperatuur korteris umbes 2260 tunni jooksul aastas ehk 44% aasta kütteperioodist.

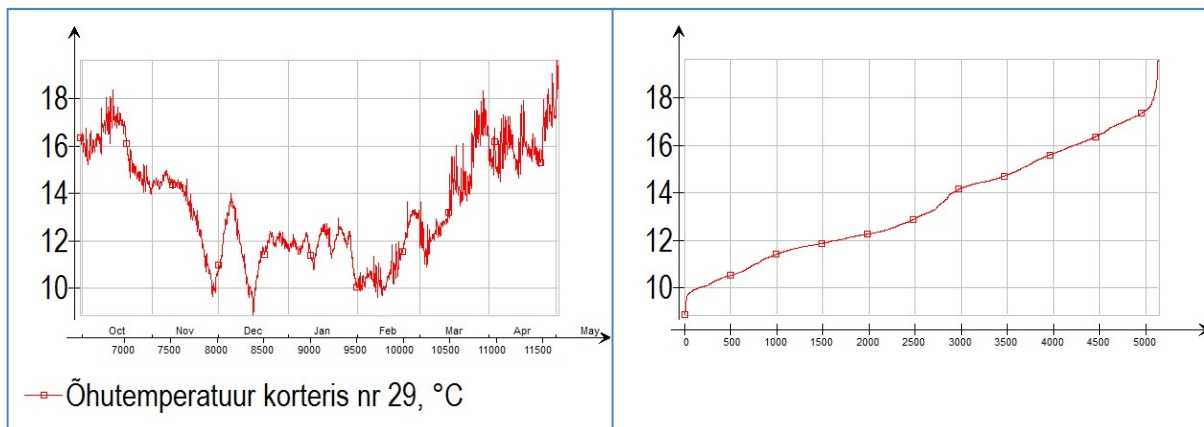


**Joonis 8.31. Keskmise korteri õhutemperatuur ja kestvusgraafik renoveerimata hoone puhul**



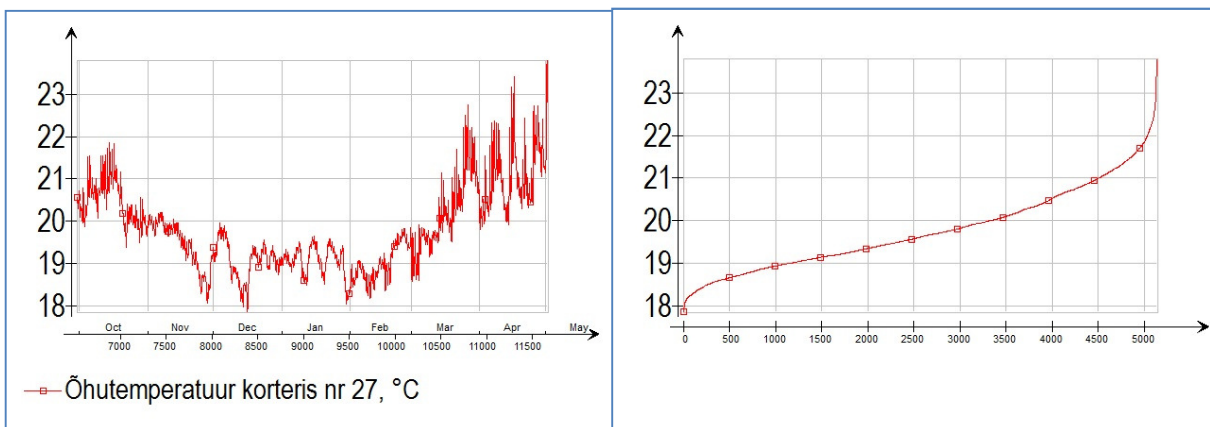
Nurgakorteris jäid kütteperioodil õhutemperatuurid vahemikku  $+8,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  kuni  $+19,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (joonis 8.32). Alla  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$  langes õhutemperatuur korteris 5085 tunni jooksul aastas ehk 99% aasta kütteperioodist.

#### 8.2.4.2 Renoveeritud hoone



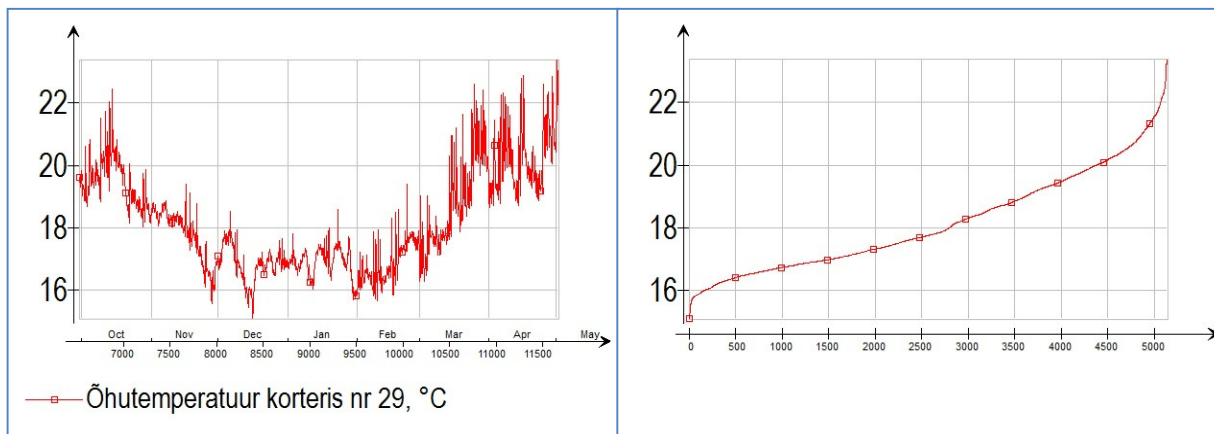
Joonis 8.32. Nurgakorteri õhutemperatuur ja kestvusgraafik renoveerimata hoone puhul

5-korruselises renoveeritud telliselamuses jäid kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku  $+17,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  kuni  $+23,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (joonis 8.33). Alla  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$  õhutemperatuur korteris peaaegu ei langenud (8 tundi) ehk sellistel tingimustel on võimalik renoveeritud hoone keskmistes korterites elada nii, et termostaatventiilid on suletud.



Joonis 8.33. Keskmise korteri õhutemperatuur ja kestvusgraafik renoveeritud hoone puhul

Nurgakorteris . jäid kütteperioodil õhutemperatuurid vahemikku +15,1 °C kuni +23,4 °C (joonis 8.34). Alla +18 °C langes õhutemperatuur korteris 2797 tunni jooksul aastas ehk 45% kütteperioodist on hoone otsakorterites vaja ruume kütta.

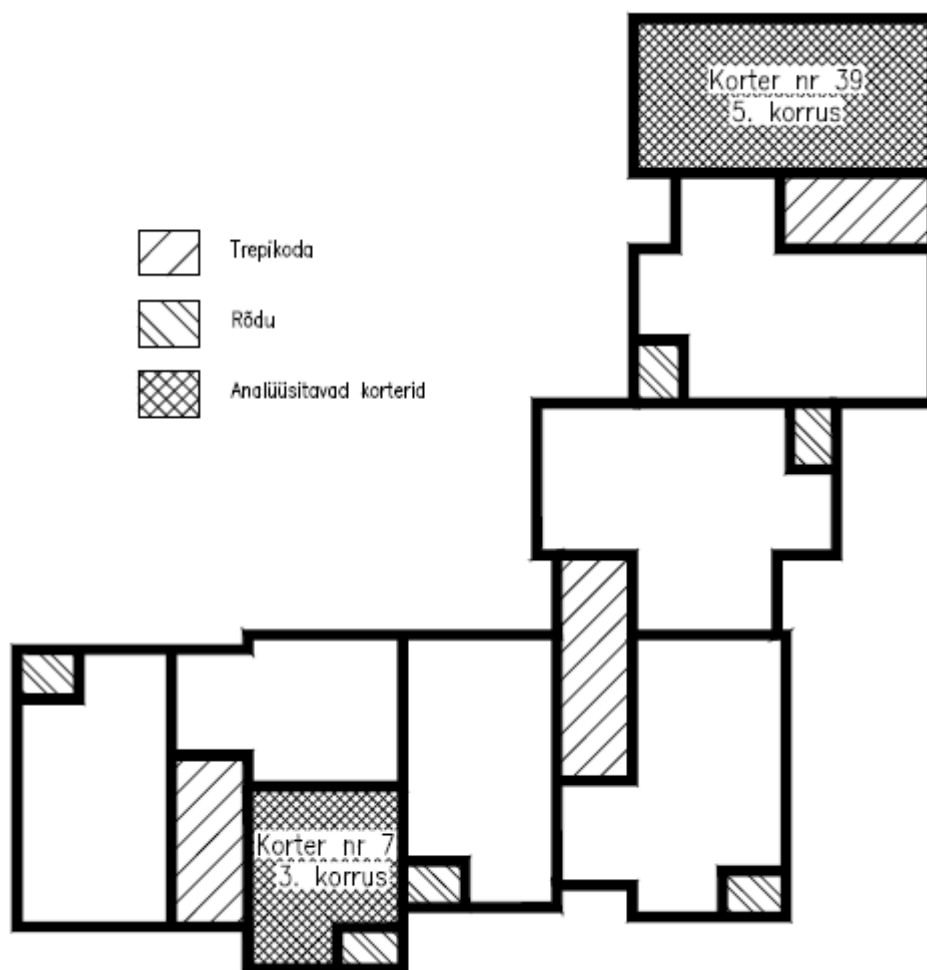


Joonis 8.34. Nurgakorteri õhutemperatuur ja kestvusgraafik renoveeritud hoone puhul

## 8.3 5-korruseline telliselamu

### 8.3.1 Arvutusmudeli kirjeldus

5-korruselises telliselamus valiti analüüsiks korter 7 hoone 3. korrusel ning korter 39 hoone 5. ehk viimasel korrusel (joonis 8.35). Korterite piirete iseloomustus erinevate renoveerimisastmete korral on tabelis 8.9 ja 8.10.



Joonis 8.35. 5 korruselise telliselamu naabrikütte analüüsi korterid

Tabel 8.9. 5-korruselise telliselamu korterite piirete iseloomustus renoveerimata hoone puhul

Renoveerimata						
Korter 7			Korter 39			
Välispiirded	Pindala, m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus-erikadu W/K	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus-erikadu W/K
Välissein	11,1	1,1	12,2	29,8	1,1	32,8
Rõdu ja korteri sein	7,8	1,1	8,6	8,4	1,1	9,2
Katuslagi	-	1,1	0	66,4	1,1	73,0
Aknad välisseinas	3,5	1,7	6,0	8,7	1,7	14,5
Aknad rõdule	3,2	1,7	5,4	3,2	1,7	5,4
<b>Kokku</b>	<b>25,6</b>	<b>1,3</b>	<b>32,2</b>	<b>116,5</b>	<b>1,2</b>	<b>135,3</b>
<b>Sisepiirded</b>						
Siseseinad	40,4	2,5	101,1	25,8	2,5	64,5
Vahelaed	76,6	2,5	191,5	66,4	2,5	166,0
<b>Kokku</b>	<b>142,6</b>	<b>2,5</b>	<b>324,7</b>	<b>208,7</b>	<b>2,5</b>	<b>365,8</b>

**Tabel 8.10. 5-korruselise telliselamu korterite piirete iseloomustus energiatõhususe klassi D puhul**

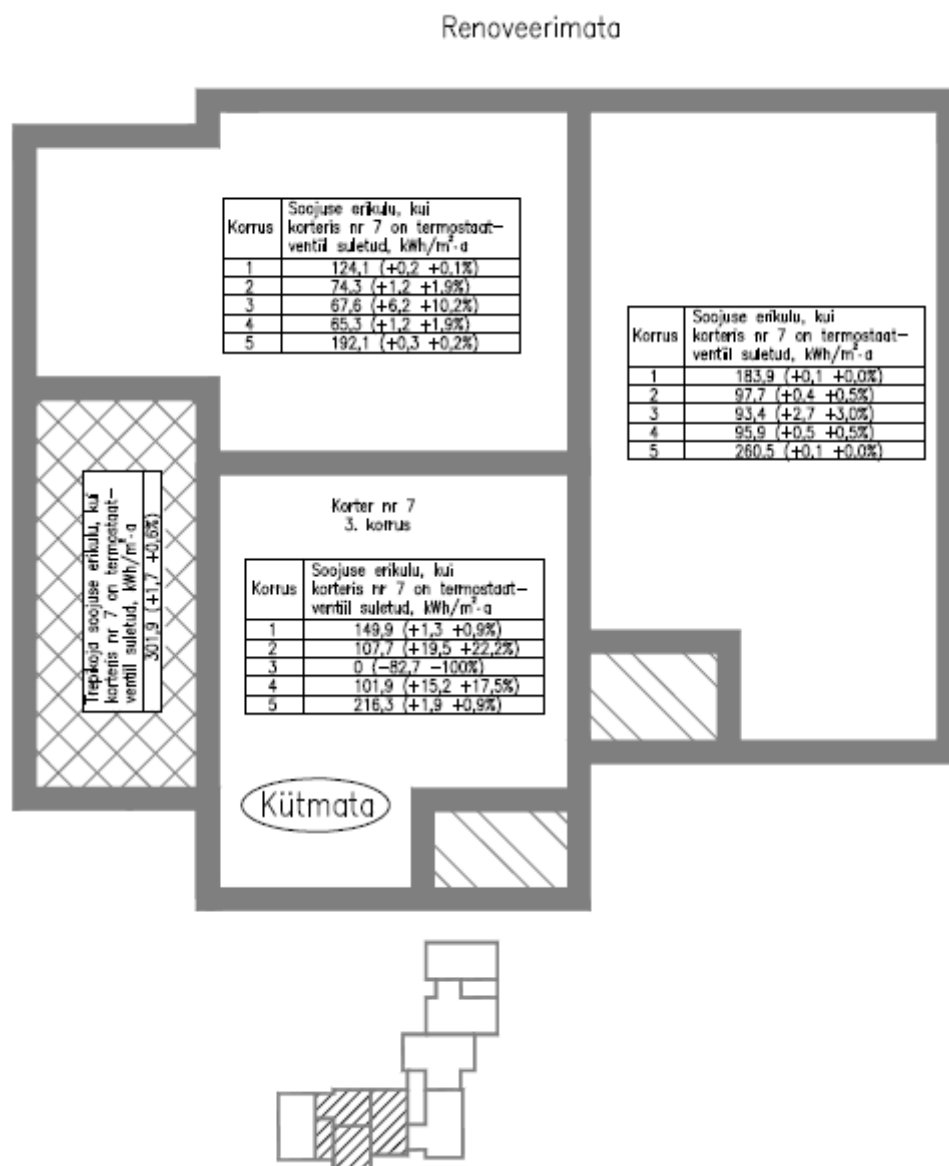
Energiatõhususe klass D						
Korter 7			Korter 39			
Välispiirded	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu W/K	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu W/K
Välissein	11,1	0,25	2,8	29,8	0,25	7,5
Rõdu ja korteri sein	7,8	0,5	3,9	8,4	0,5	4,2
Katuslagi	-	-	0	66,4	0,17	11,3
Aknad	3,5	1,7	6,0	8,7	1,7	14,8
	3,2	1,7	5,4	3,2	1,7	5,4
<b>Kokku</b>	<b>25,6</b>	<b>1,3</b>	<b>0</b>	<b>116,5</b>	<b>1,2</b>	<b>0</b>
Sisepiirded						
Siseseinad	40,4	2,5	101,1	25,8	2,5	64,5
Vahelaed	76,6	2,5	191,5	66,4	2,5	166,0
<b>Kokku</b>	<b>142,6</b>	<b>2,5</b>	<b>324,7</b>	<b>208,7</b>	<b>2,5</b>	<b>365,8</b>

### 8.3.2 Küttekulude analüüs

5-korruselise telliselamu korterid ei ole kõik hoone korrust läbivad ja seetõttu on küttekulude analüüsi tulemused korteri kaupa esitatud plaanina. Erinevate arvutusvariantide plaanidel on uuritavate korterite ning nende poolt mõjutavate korterite kütte erikulud ja sulgudes küttekulude muutused võrreldes olukorraga, kui kõikides korterites hoitakse sisetemperatuuri +21 °C.

### 8.3.2.1 Renoveerimata hoone, kütmata korterid

Kui korteris 7 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 22% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju olemas ka korteri 7 kõrval asuvate korterite küttekuludele.



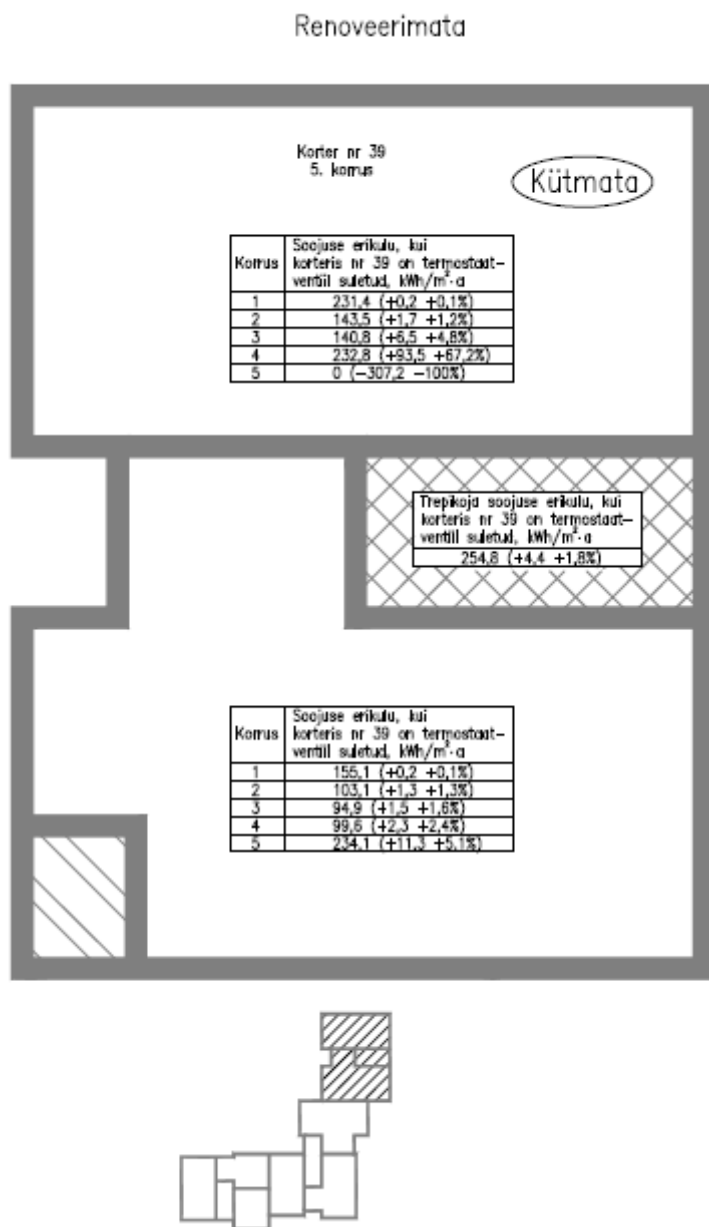
Joonis 8.36. Kütmata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele

# Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

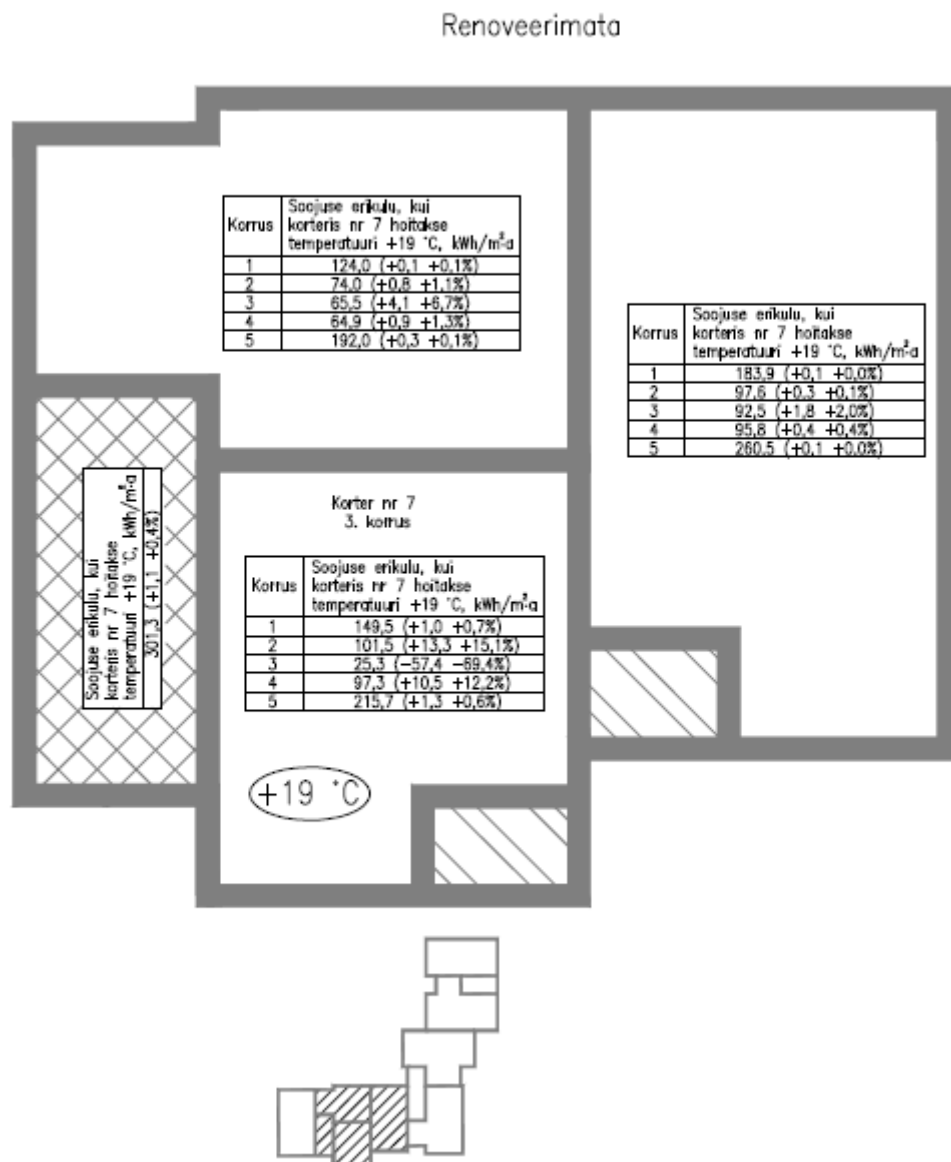
Kui korteris 39 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 67% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele.



**Joonis 8.37. Kütmata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele**

### 8.3.2.2 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 7 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 17% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju olemas ka korteri 7 kõrval asuvate korterite küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 7 küttekulu 69%.



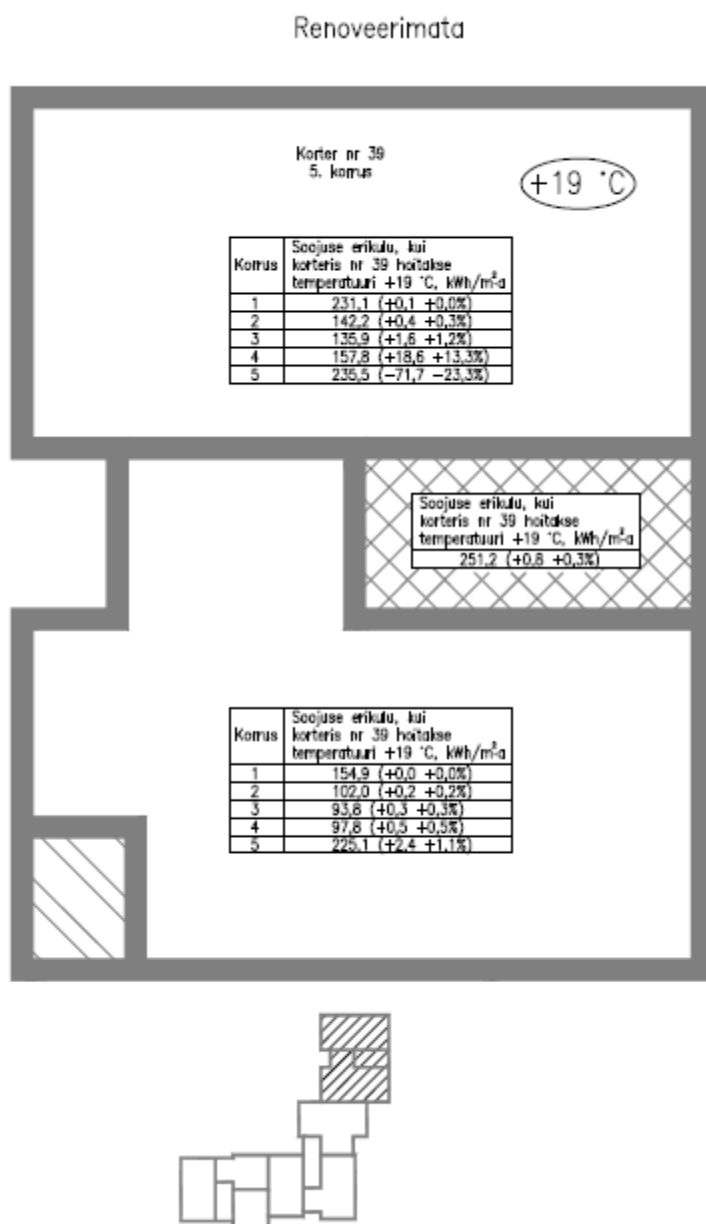
Joonis 8.38. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

## Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Kui korteris 39 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveerimata hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 13% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 39 küttekulu 23%.



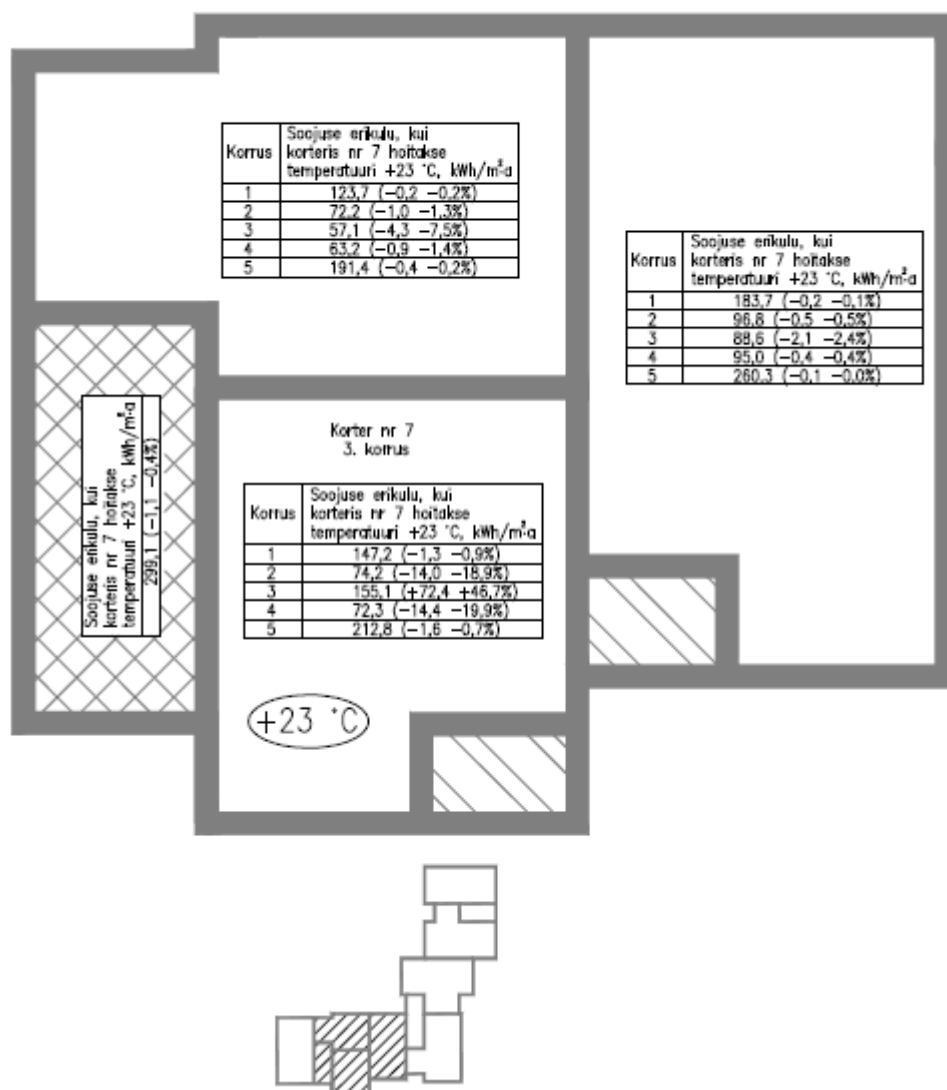
**Joonis 8.39. Renoveerimata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C**



**Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +23 °C**

Kui korteris 7 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 20% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvate korterite küttekulud. Samal ajal suureneb korteri 7 küttekulu 47%.

Renoveerimata



**Joonis 8.40. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C**

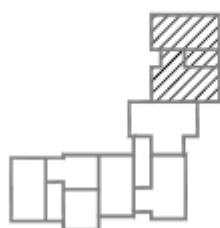
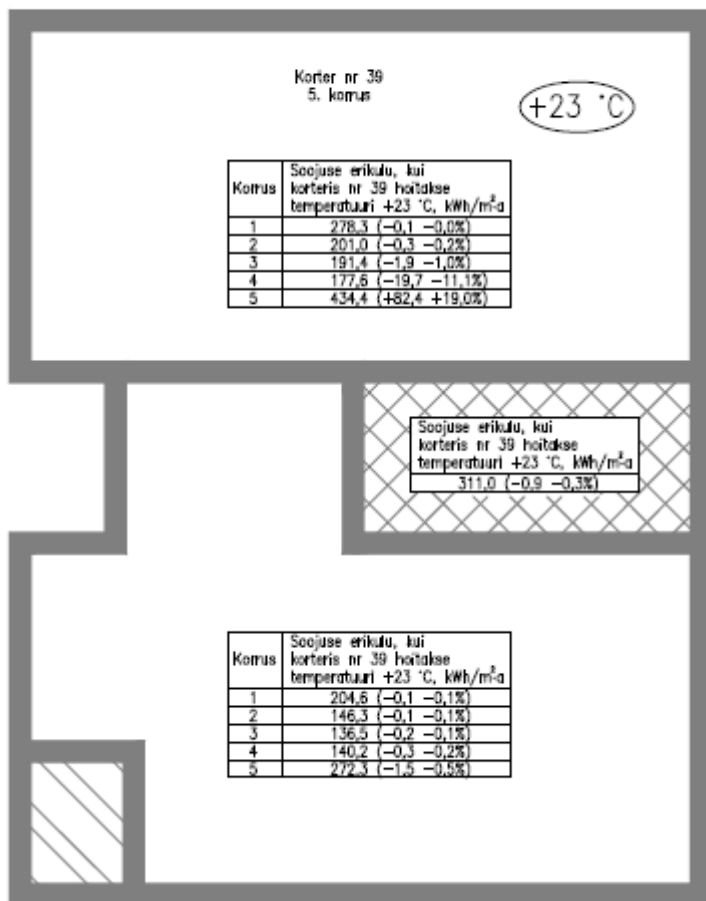
Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Kui korteris 39 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 11% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Samal ajal suureneb korteri 39 küttekulu 19%.

Renoveerimata

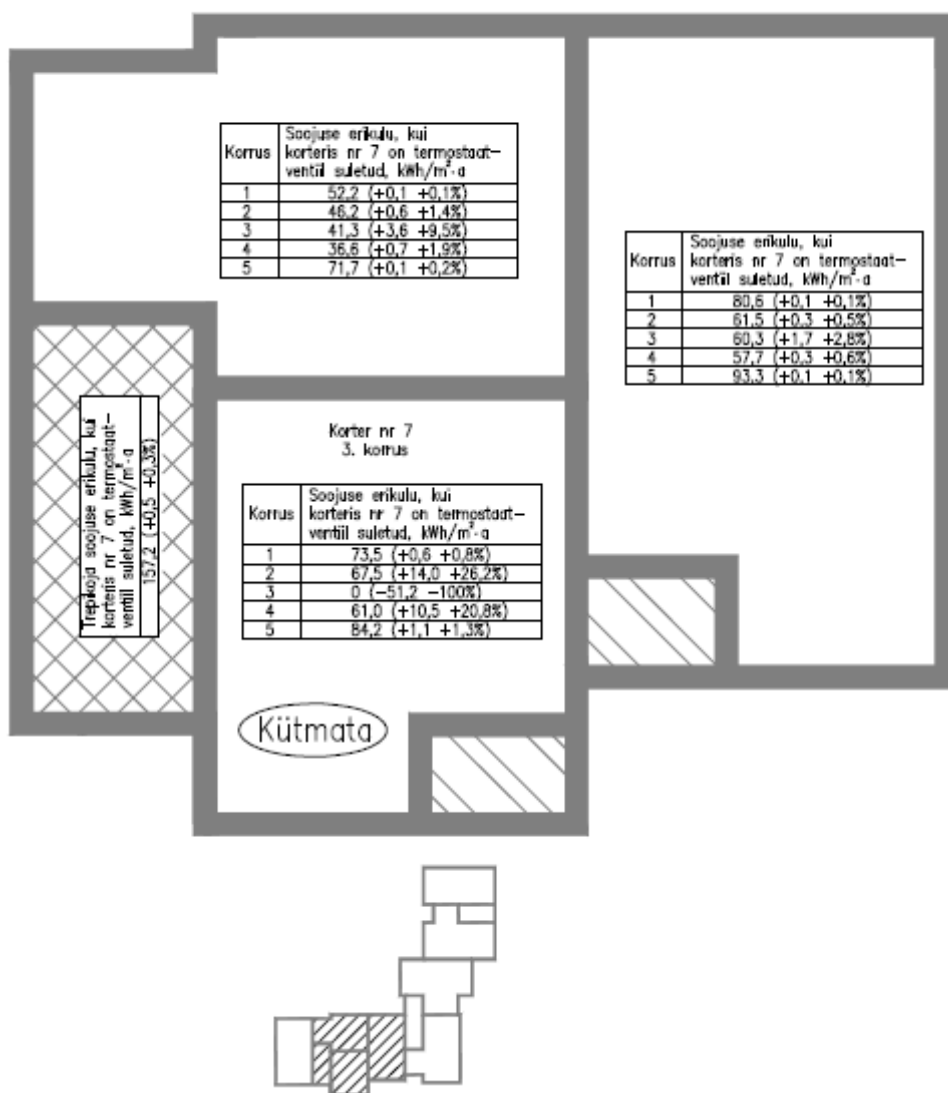


Joonis 8.41. Renoveerimata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

### 8.3.2.3 Renoveeritud hoone, kütmata korterid

Kui korteris 7 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 26% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju olemas ka korteri 7 kõrval asuvate korterite küttekuludele.

Energiaühendusklass D



Joonis 8.42. Kütmata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele

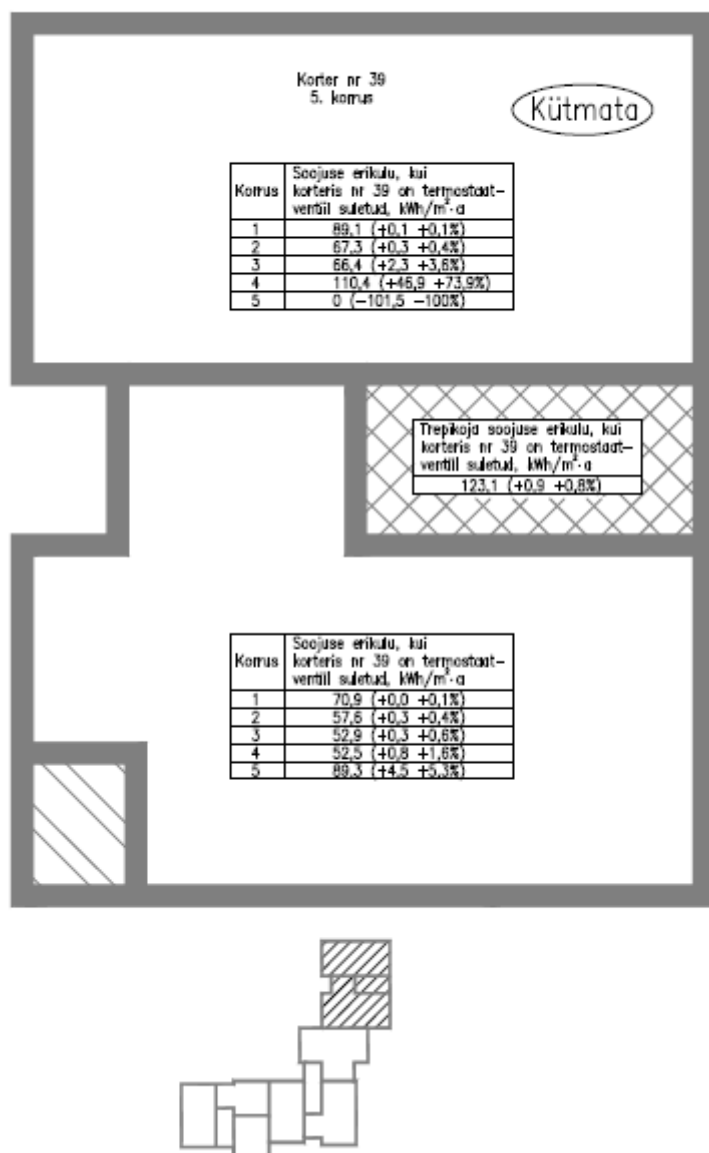
## Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Kui korteris 39 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 74% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele.

### Energiaühikuklass D

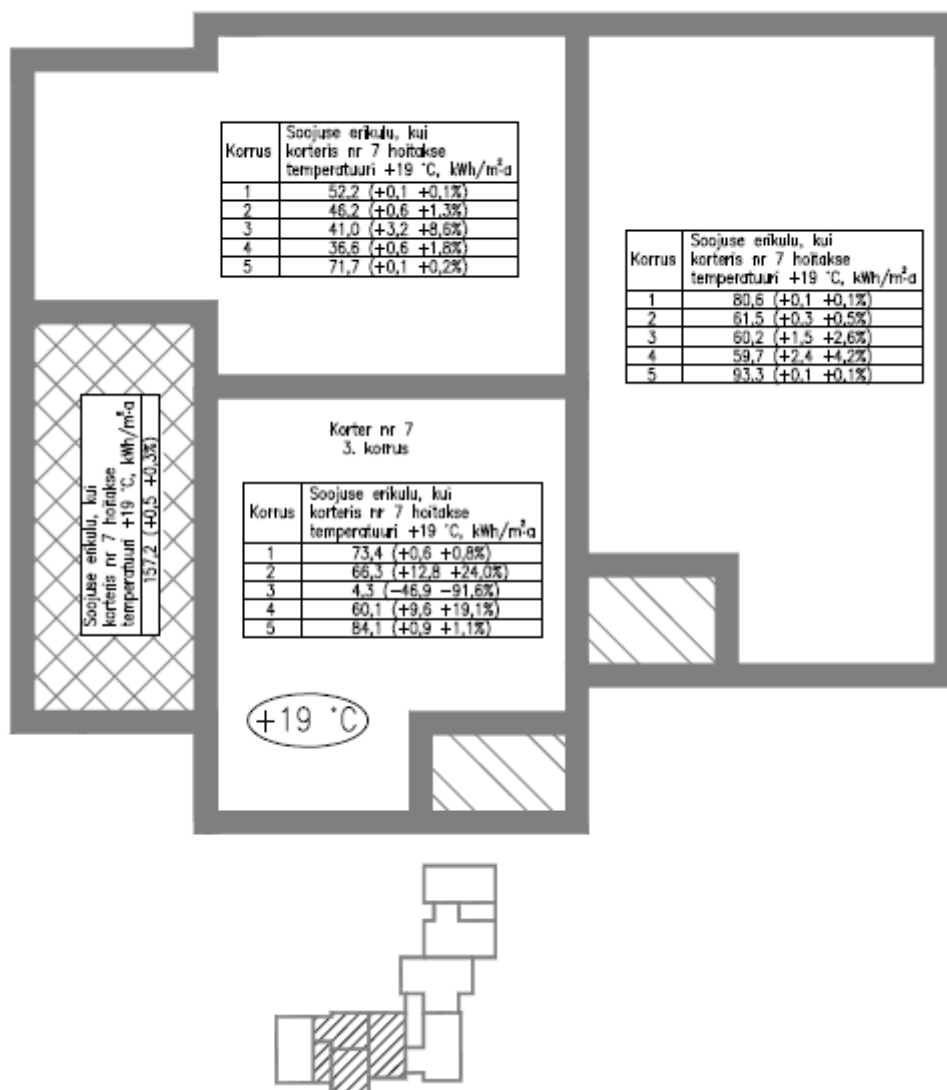


Joonis 8.43. Kütmata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele

### 8.3.2.4 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 7 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 24% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju olemas ka korteri 7 kõrval asuvate korterite küttekulule. Samal ajal väheneb korteri 7 küttekulu 92%.

Energiaõhususklass D



Joonis 8.44. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

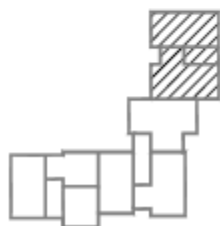
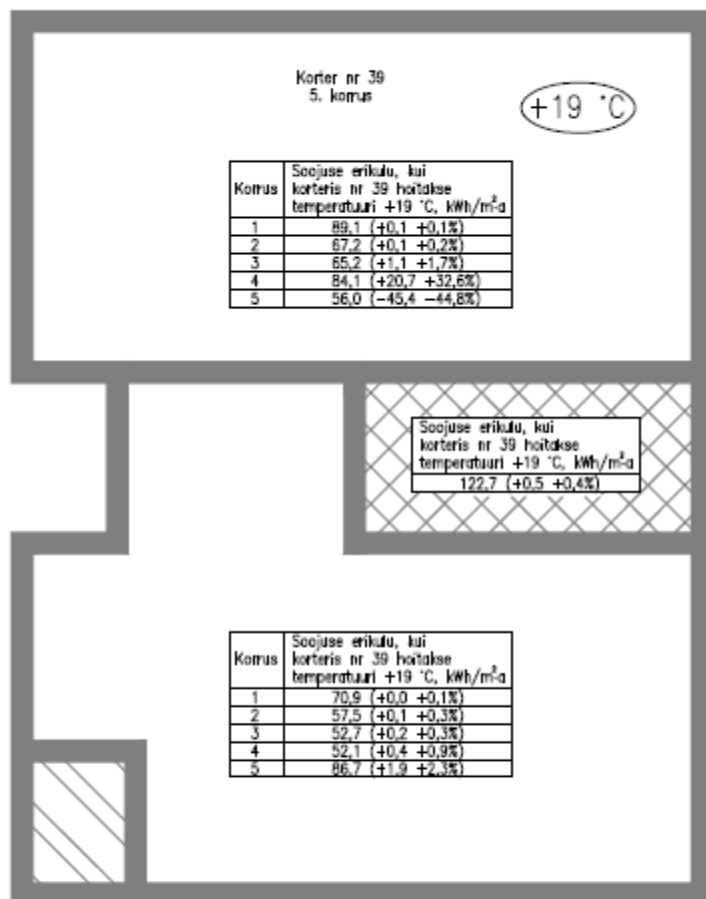
Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Kui korteris 39 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoone puhul suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 33% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 39 küttekulu 3%.

Energiatõhususklass D

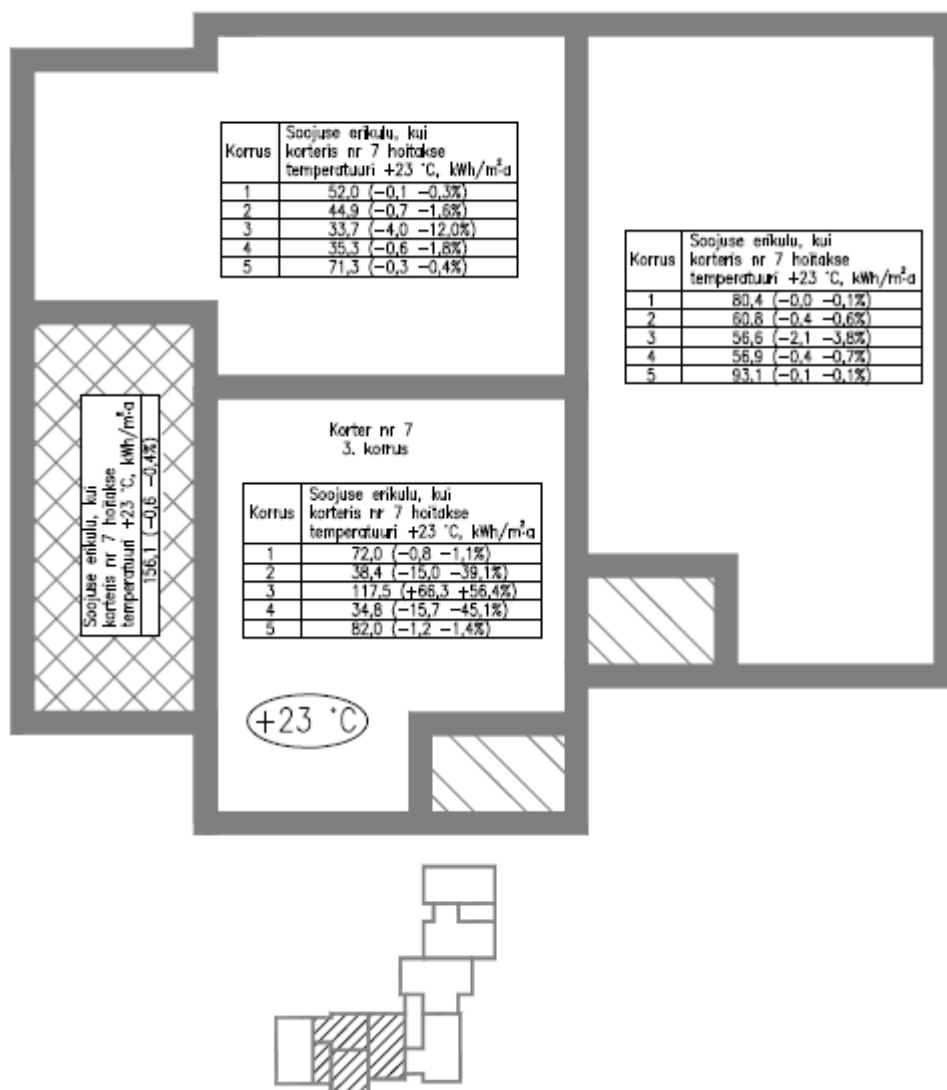


Joonis 8.45. Renoveeritud hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

### 8.3.2.5 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +23 °C

Kui korteris 7 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveeritud hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 45% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvate korterite küttekulud. Samal ajal suureneb korteri 7 küttekulu 56%.

Energiaõhususklass D



Joonis 8.46. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

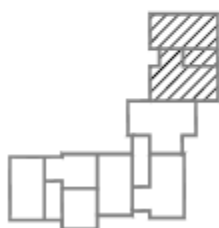
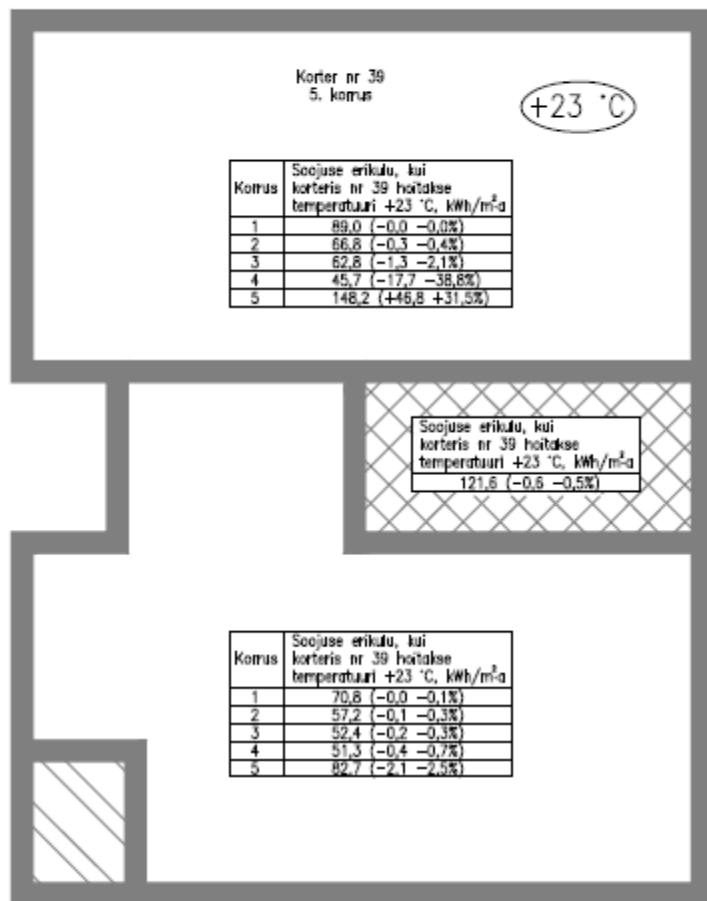
Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Kui korteris 39 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoone puhul vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 38% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Samal ajal suureneb korteri 39 küttekulu 32%.

Energiaühikuklass D



Joonis 8.47. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C



### 8.3.3 Korterite mõju hoone summaarsele küttekulule

5-korruselise telliselamu korterite küttekulu muutus võrreldes hoone summaarse küttekulu muutusega, kui ühe korteri sisetemperatuuri muudetakse, on tabelis 8.11 ja 8.12. Renoveerimata hoones moodustab hoone summaarne küttekulu muutus keskel asuva korteri küttekulu muutusest umbes 30% ja nurgakorteris on osakaaluks umbes 60%. Renoveeritud hoonetes mõjutab korteris hoitav temperatuur terve hoone küttekulu veelgi vähem ning vastavad osakaalud on keskel asuva korteri puhul 21–25% ja nurgakorteri puhul 35–42%.

**Tabel 8.11. Renoveerimata 5-korruselise telliselamu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveerimata						
Õhutemperatuur uuritavas korteris °C	Korteri 7 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korteri}}}$ %	Korteri 39 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korteri}}}$ %
Kütmata	-3069	-952	31,0	-16803	-9618	57,2
+19	-2130	-653	30,7	-3922	-2425	61,8
+23	2687	862	32,1	4297	2707	63,0

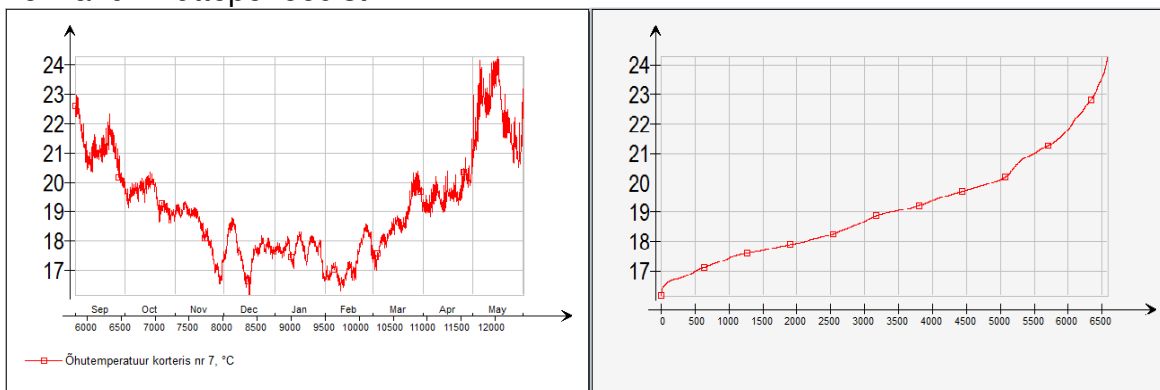
**Tabel 8.12. Renoveeritud 5-korruselise telliselamu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveeritud						
Õhutemperatuur uuritavas korteris, °C	Korteri 7 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korteri}}}$ %	Korteri nr 39 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korteri}}}$ %
Kütmata	-1899	-421	22,2	-5550	-1938	34,9
+19	-1740	-380	21,8	-2486	-892	35,9
+23	2459	620	25,2	2558	1084	42,4

## 8.3.4 Kütmata korterite sisetemperatuur

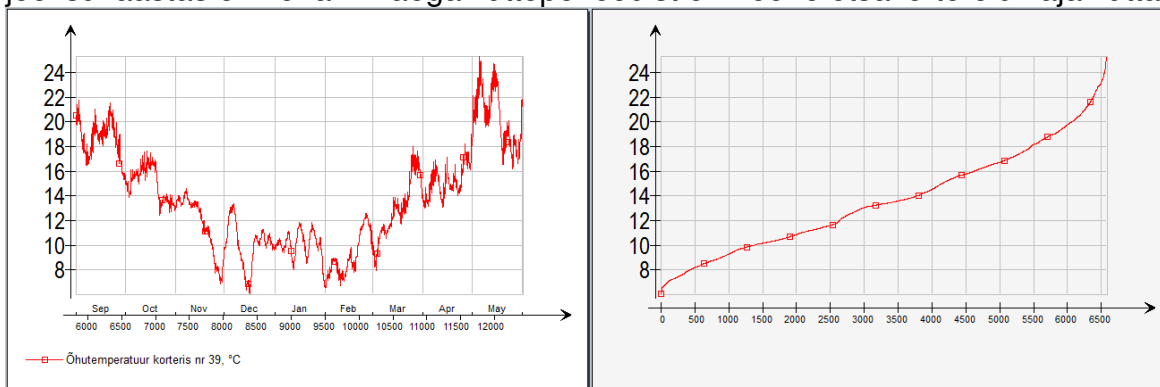
### 8.3.4.1 Renoveerimata hoone

5-korruselise renoveerimata telliselamu puhul jäid kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku  $+16,3\text{ °C}$  kuni  $+24,3\text{ °C}$  (joonis 8.48). Alla  $+18\text{ °C}$  langes õhutemperatuur korteris umbes 2000 tunni jooksul aastas ehk ligi kolmandik kütteperioodist.



Joonis 8.48. Keskmise korteri õhutemperatuur renoveerimata hoone puhul

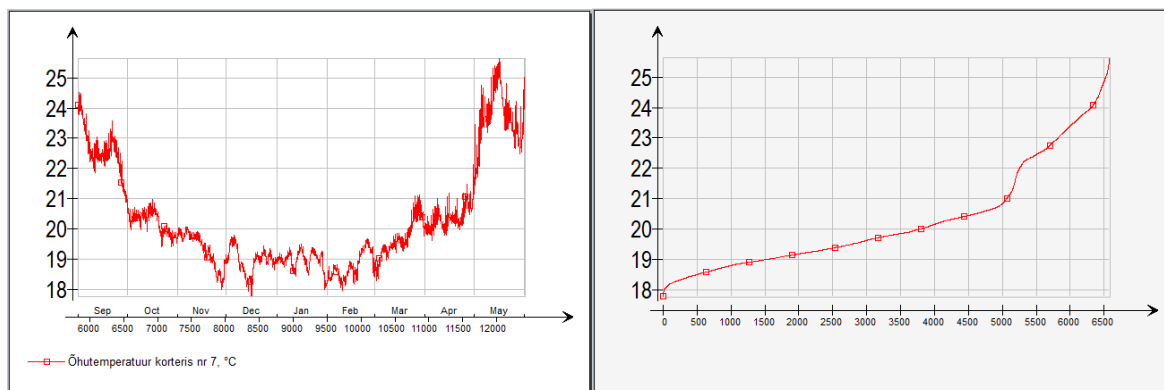
Nurgakorteris jäid õhutemperatuurid kütteperioodil vahemikku  $+6,1\text{ °C}$  kuni  $+25,3\text{ °C}$  (joonis 6.49). Alla  $+18\text{ °C}$  langes õhutemperatuur korteris umbes 5500 tunni jooksul aastas ehk enamik aega kütteperioodist on hoone otsakortereid vaja kütta.



Joonis 8.49. Nurgakorteri õhutemperatuur renoveerimata hoone puhul

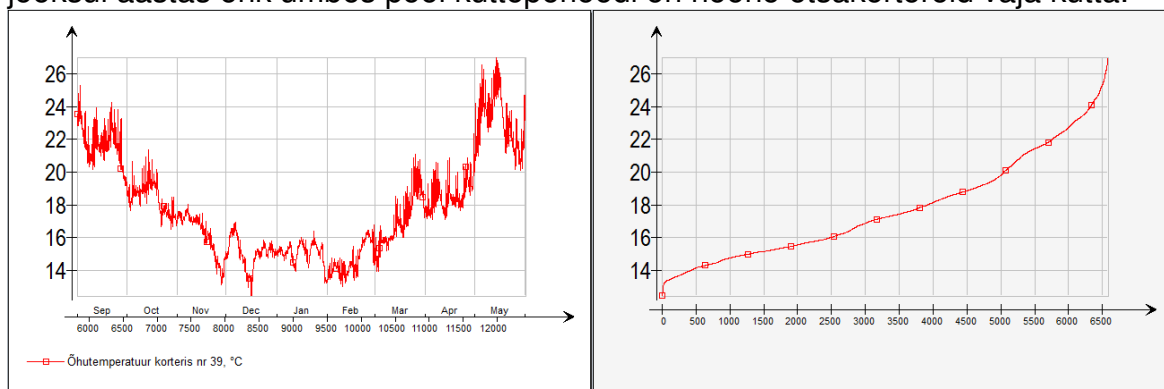
### 8.3.4.2 Renoveeritud hoone

5-korruselises renoveeritud telliselamus jäid keskmise korteri õhutemperatuurid kütteperioodil vahemikku  $+17,8\text{ °C}$  kuni  $+25,7\text{ °C}$  (joonis 8.50). Alla  $+18\text{ °C}$  õhutemperatuur korteris praktiliselt ei langenud ehk sellistes tingimustes on võimalik renoveeritud hoone keskmistes korterites elada nii, et termostaatventiilid on suletud.



Joonis 8.50. Keskmise korteri õhutemperatuur renoveeritud hoone puhul

Nurgakorteris jäid õhutemperatuurid kütteperioodil vahemikku  $+12,5$  °C kuni  $+27,0$  °C (joonis 4.9). Alla  $+18$  °C langes õhutemperatuur korteris umbes 3800 tundi jooksul aastas ehk umbes pool kütteperioodi on hoone otsakortereid vaja kütta.





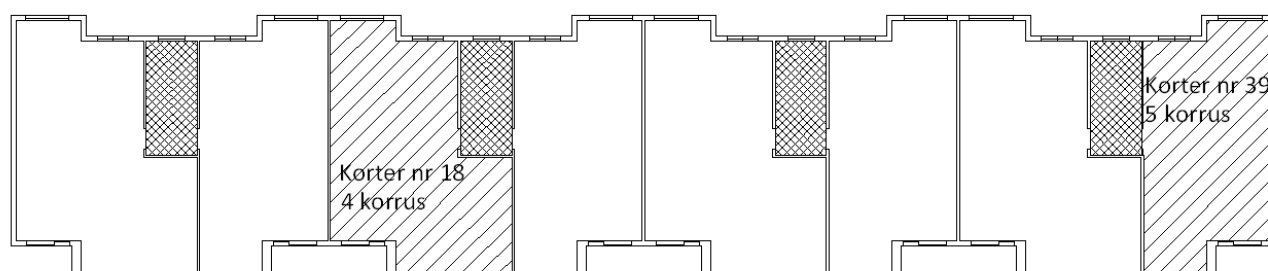
Joonis 8.51. Nurgakorteri õhutemperatuur renoveeritud hoone puhul

## 8.4 5-korruseline suurpaneel lamu

### 8.4.1 Arvutusmudeli kirjeldus

5-korruselises suurpaneel lamus valiti analüüsiks välja korter 39 hoone 5. korrusel ning korteri 18 hoone 4. ehk eelviimasel korrusel (joonis 8.52). Kortrite piirete iseloomustus erinevate renoveerimisastmete korral on tabelis 8.13 ja 8.14.

-  Analüüsitav korter
-  Trepikoda



Joonis 8.52. 5- korruselise suurpaneel lamu naabrikütte analüüsi korterid

**Tabel 8.13. 5-korruselise suurpaneelilamatu korterite piirete iseloomustus renoveerimata hoone puhul**

Renoveerimata						
Korter 38			Korter 18			
Välispiirded	Pindala, m <sup>2</sup>	U-arv, W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus-erikadu W/K	Pindala, m <sup>2</sup>	U-arv, W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus-erikadu W/K
Välissein	52,4	0,97	50,8	29,6	0,97	28,7
Katuslagi	69,3	0,84	58,2	0		0
Aknad	12,3	1,70	20,9	14,5	1,70	24,7
<b>Kokku</b>			<b>129,9</b>			<b>53,4</b>
Sisepiirded						
Siseseinad	28,3	4,00	113,2	61,8	4,00	669,6
Vahelaed	69,3	1,70	117,8	167,4	1,70	284,6
<b>Kokku</b>			<b>231,0</b>			<b>954,2</b>

**Tabel 8.14. 5-korruselise suurpaneelilamatu korterite piirete iseloomustus energiatõhususklassi D puhul**

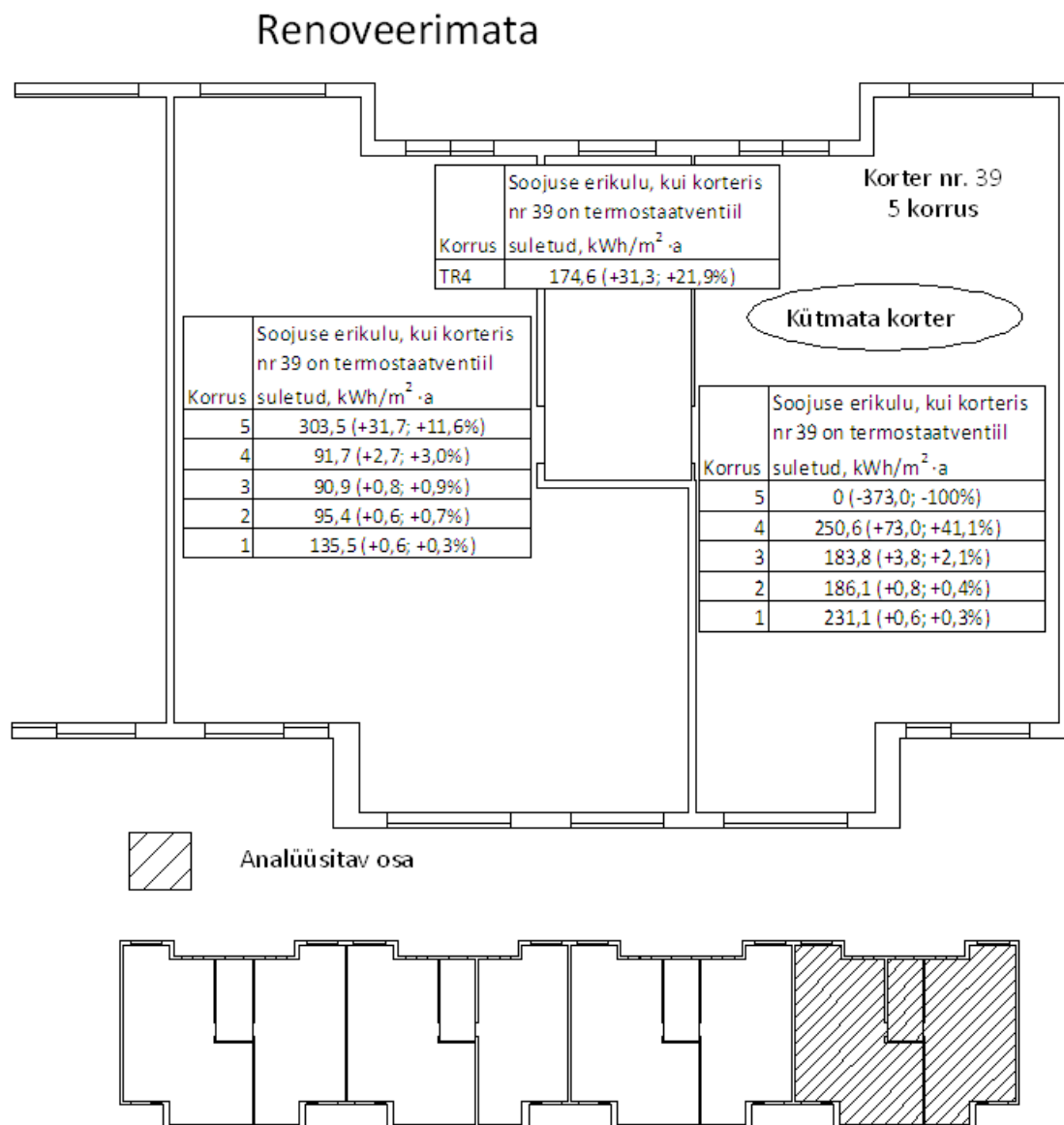
Energiatõhususklass D						
Korter 38			Korter 18			
Välispiirded	Pindala, m <sup>2</sup>	U-arv, W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus-erikadu W/K	Pindala, m <sup>2</sup>	U-arv, W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus-erikadu W/K
Välissein	52,4	0,21	11,0	29,6	0,21	6,216
Katuslagi	69,3	0,20	13,9	0		0
Aknad	12,3	1,70	20,9	14,5	1,70	24,65
<b>Kokku</b>			<b>45,8</b>			<b>30,866</b>
Sisepiirded						
Siseseinad	28,3	4,00	113,2	61,8	4,00	669,6
Vahelaed	69,3	1,70	117,8	167,4	1,70	284,58
<b>Kokku</b>			<b>231,0</b>			<b>954,18</b>

#### 8.4.2 Küttekulude analüüs

5-korruselise suurpaneelilamatu korterite küttekulude analüüsi tulemused korteri kaupa on esitatud plaanina. Erinevate arvutusvariantide plaanidel on toodud uuritavate korterite ning nende poolt mõjutavate korterite kütte erikulud ja sulgudes küttekulude muutused võrreldes olukorraga, kui kõigis korterites hoitakse sisetemperatuuri +21 °C.



Kui korteris 39 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 41% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele.

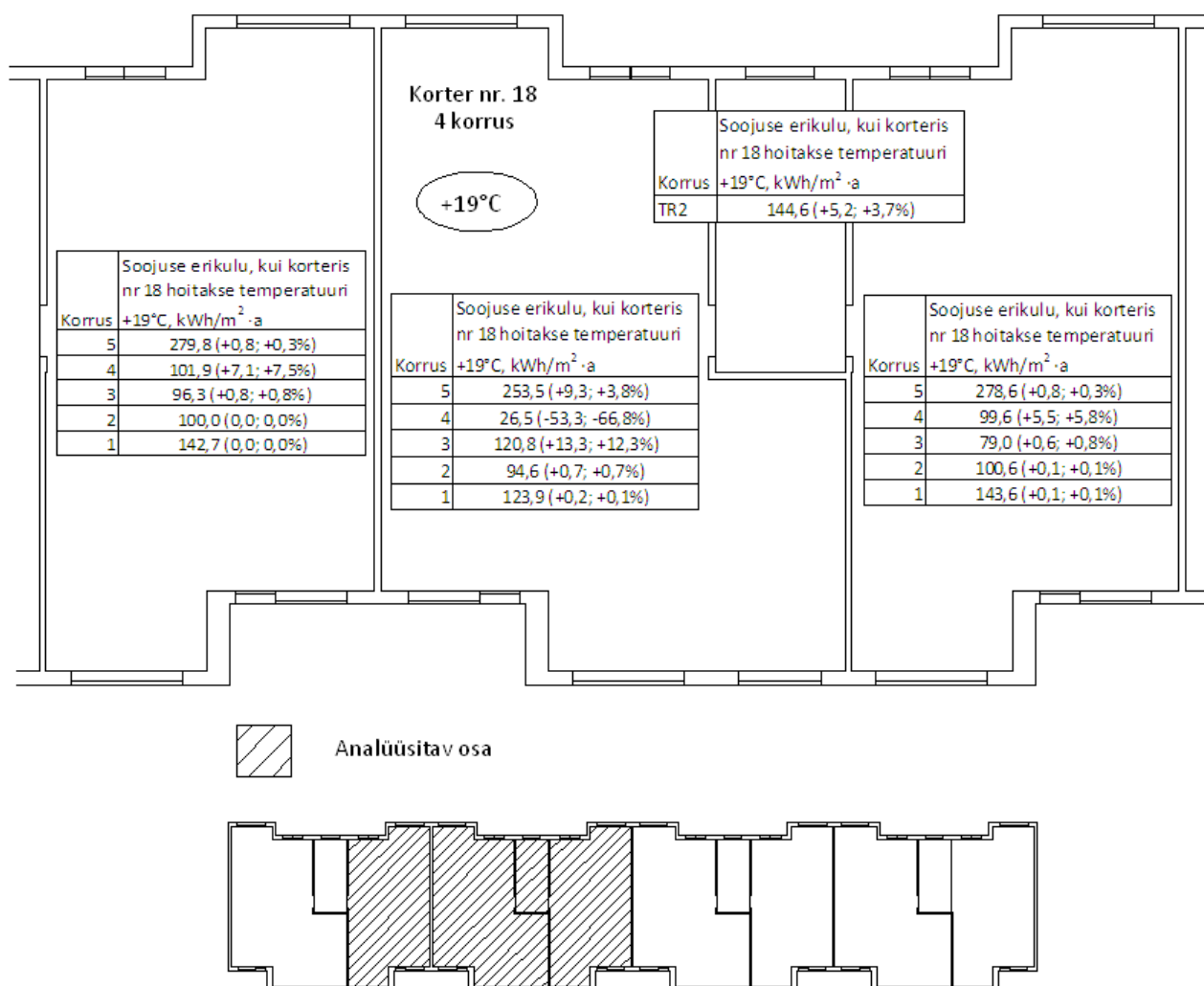


**Joonis 8.54. Renoveerimata hoone otsaseinaga piirneva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud**

### 8.4.2.2 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 18 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 12% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju olemas ka korteri 18 kõrval asuvate korterite küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 18 küttekulu 67%.

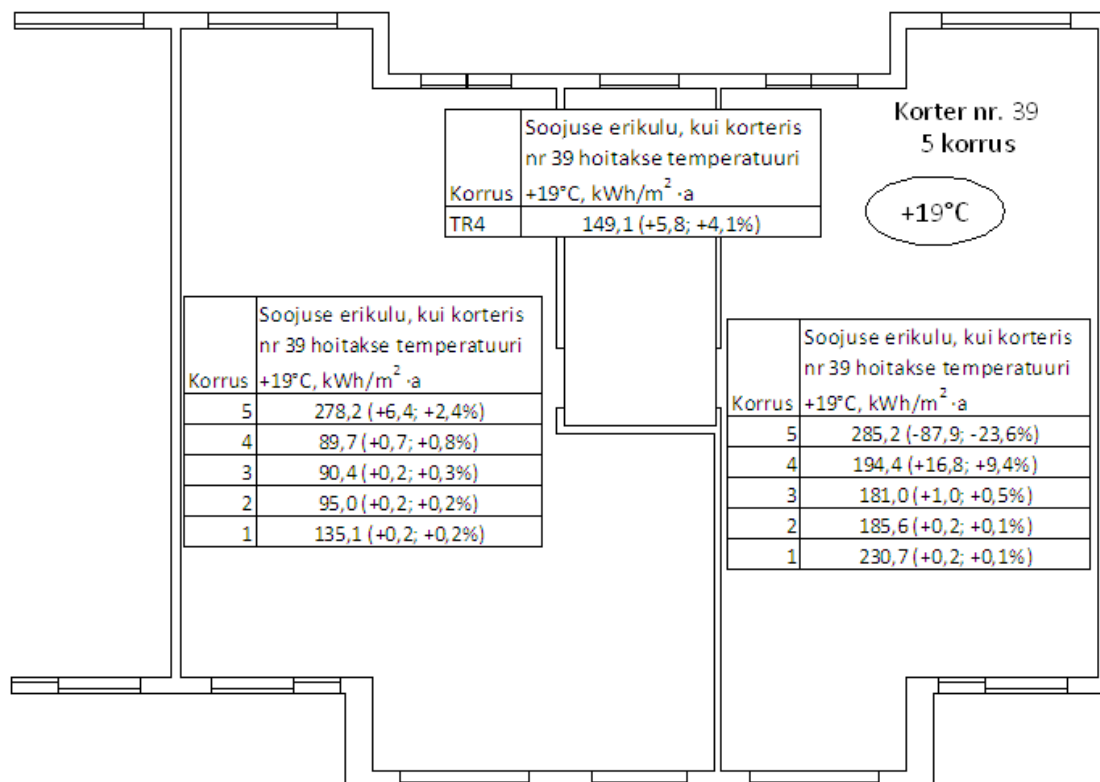
#### Renoveerimata




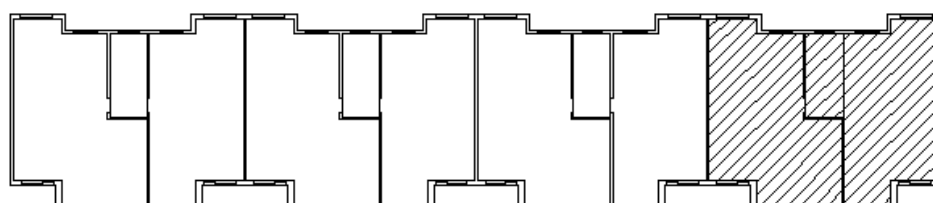
Joonis 8.55. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

Kui korteris 39 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 10% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 39 küttekulu 24%.

### Renoveerimata



 Analüüsiv osa



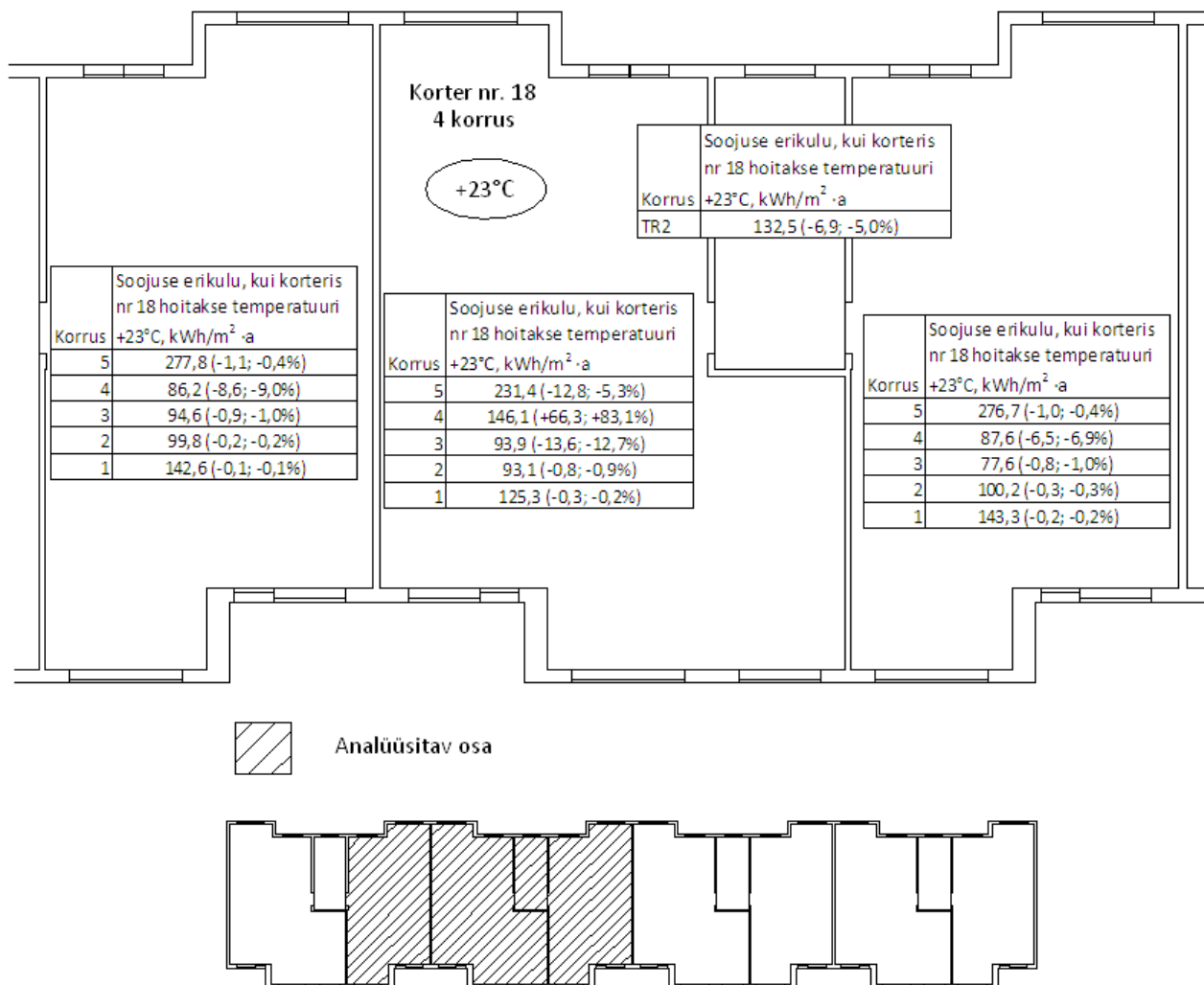
**Joonis 8.56. Renoveerimata hoone otsaseinaga piirneva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C**



### 8.4.2.3 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +23 °C

Kui korteris 18 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 13% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all ja kohal asuvad korterite küttekulud. Samal ajal suureneb korteri 18 küttekulu 83%.

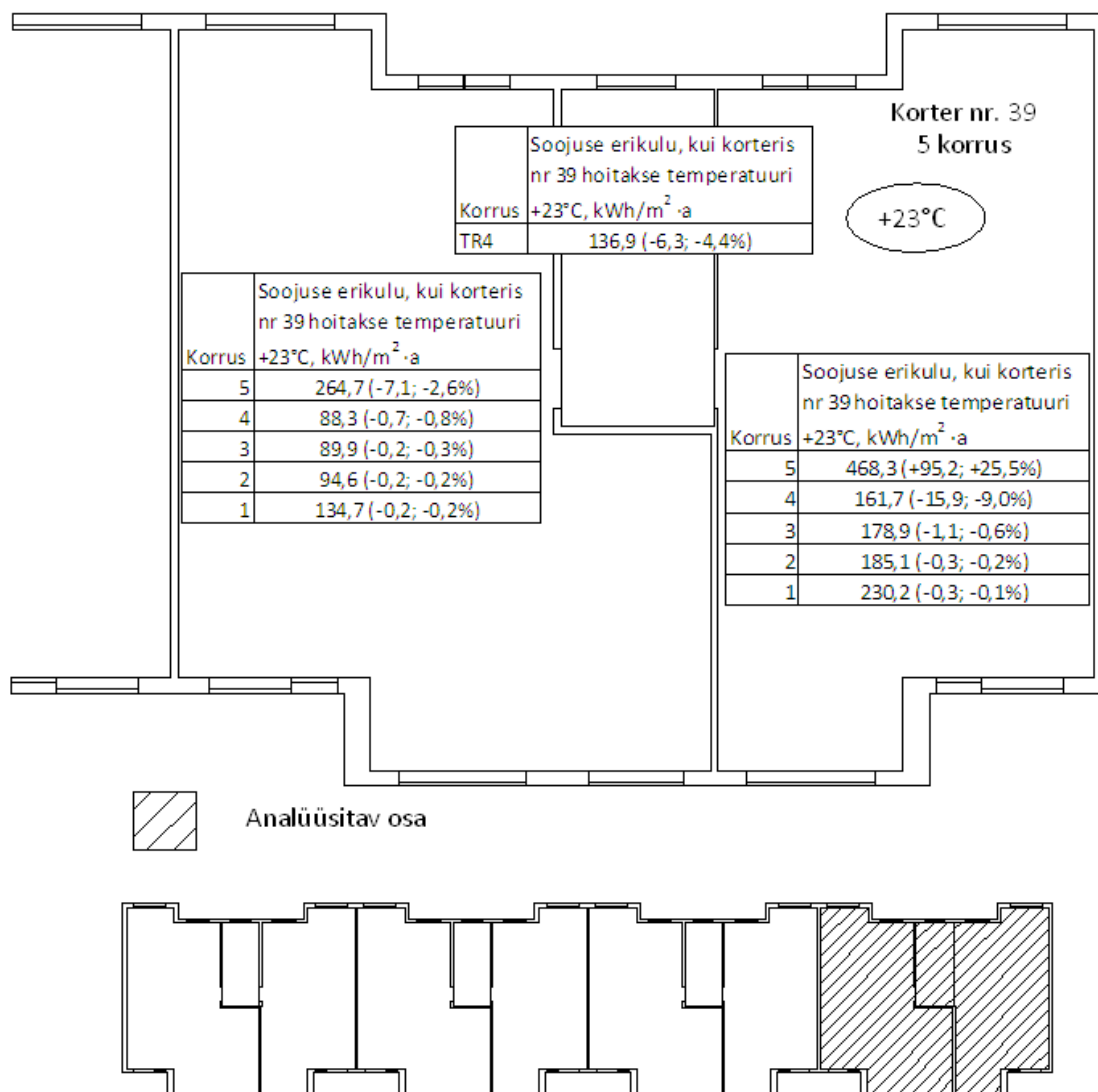
#### Renoveerimata



**Joonis 8.57. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C**

Kui korteris 39 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 9% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all asuv korter. Samal ajal suureneb korteri 39 küttekulu 26%.

## Renoveerimata

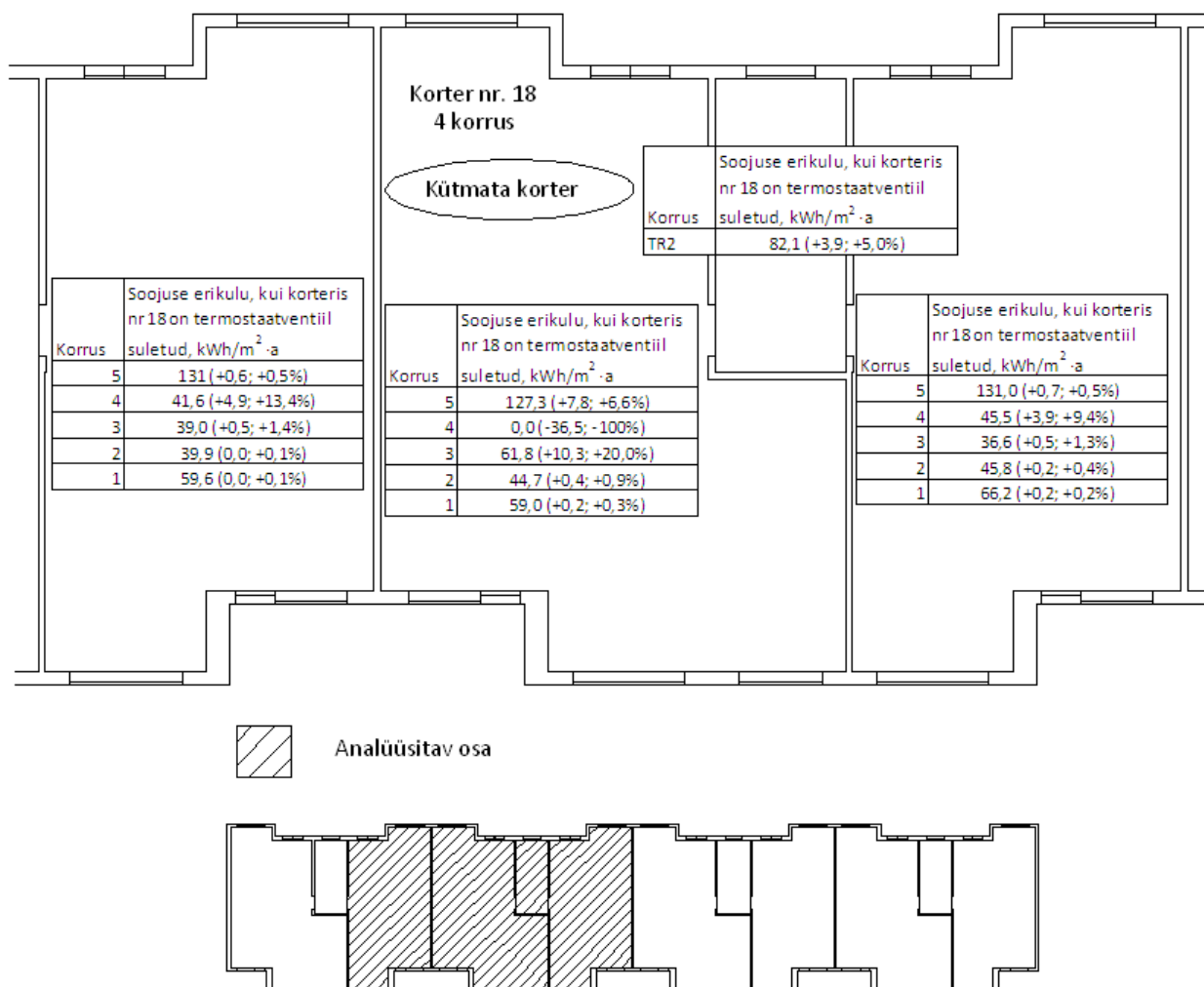


Joonis 8.58. Renoveerimata hoone otsaseinaga piirneva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

### 8.4.2.4 Renoveeritud hoone, kütmata korterid

Kui korteris 18 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 20% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju olemas ka korteri 18 kõrval asuvate korterite küttekuludele.

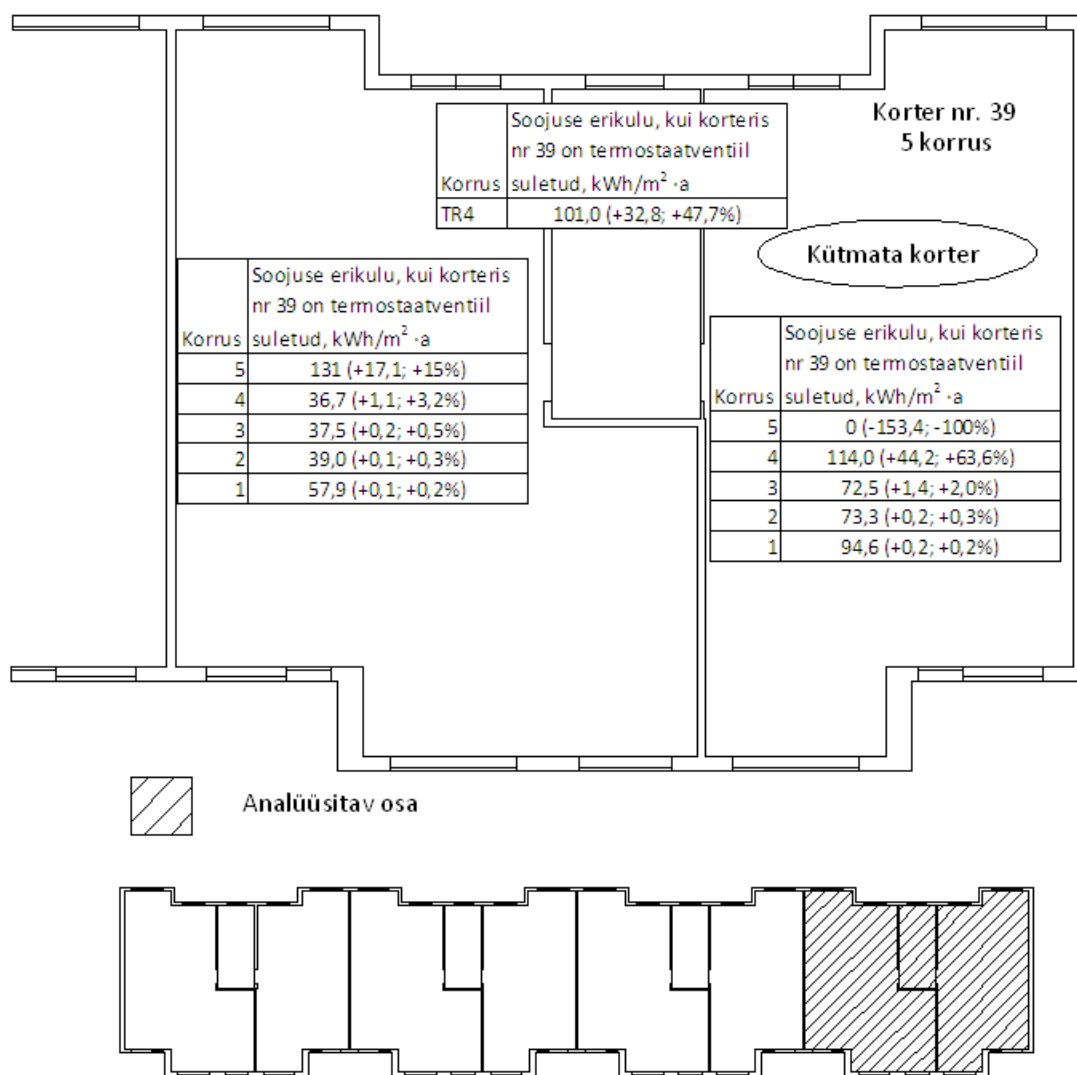
#### Energiatõhususklass D



Joonis 8.59. Kütmata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele

Kui korteris 39 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 64% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning kõrval asuva korteri küttekuludele.

### Energiatõhususklass D

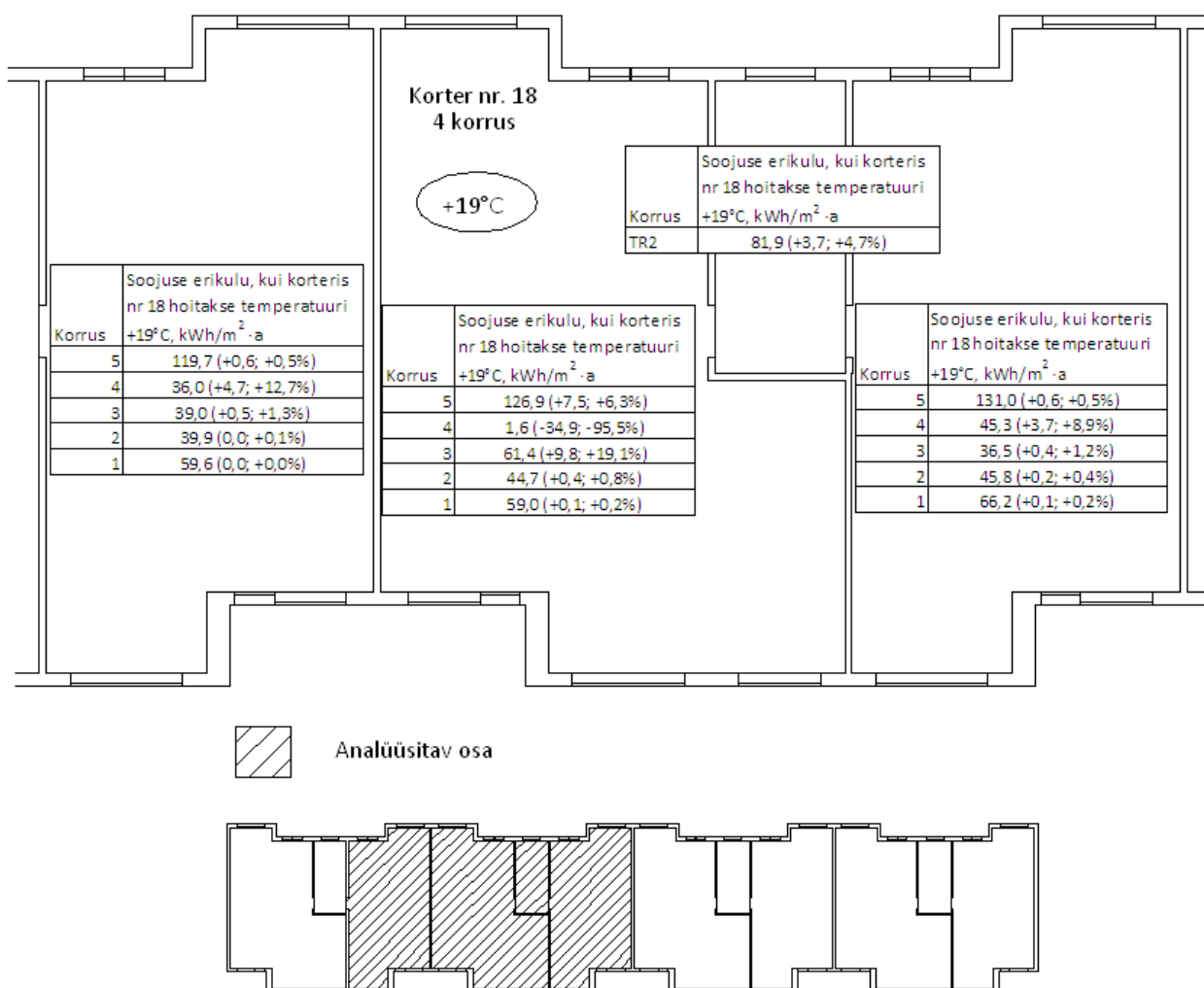


Joonis 8.60. Kütmata hoone otsaseinaga piirneva korteri mõju ümbritsevatele korteritele

### 8.4.2.5 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 18 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 19% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju olemas ka korteri 18 kõrval asuvate korterite küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 18 küttekulu 93%.

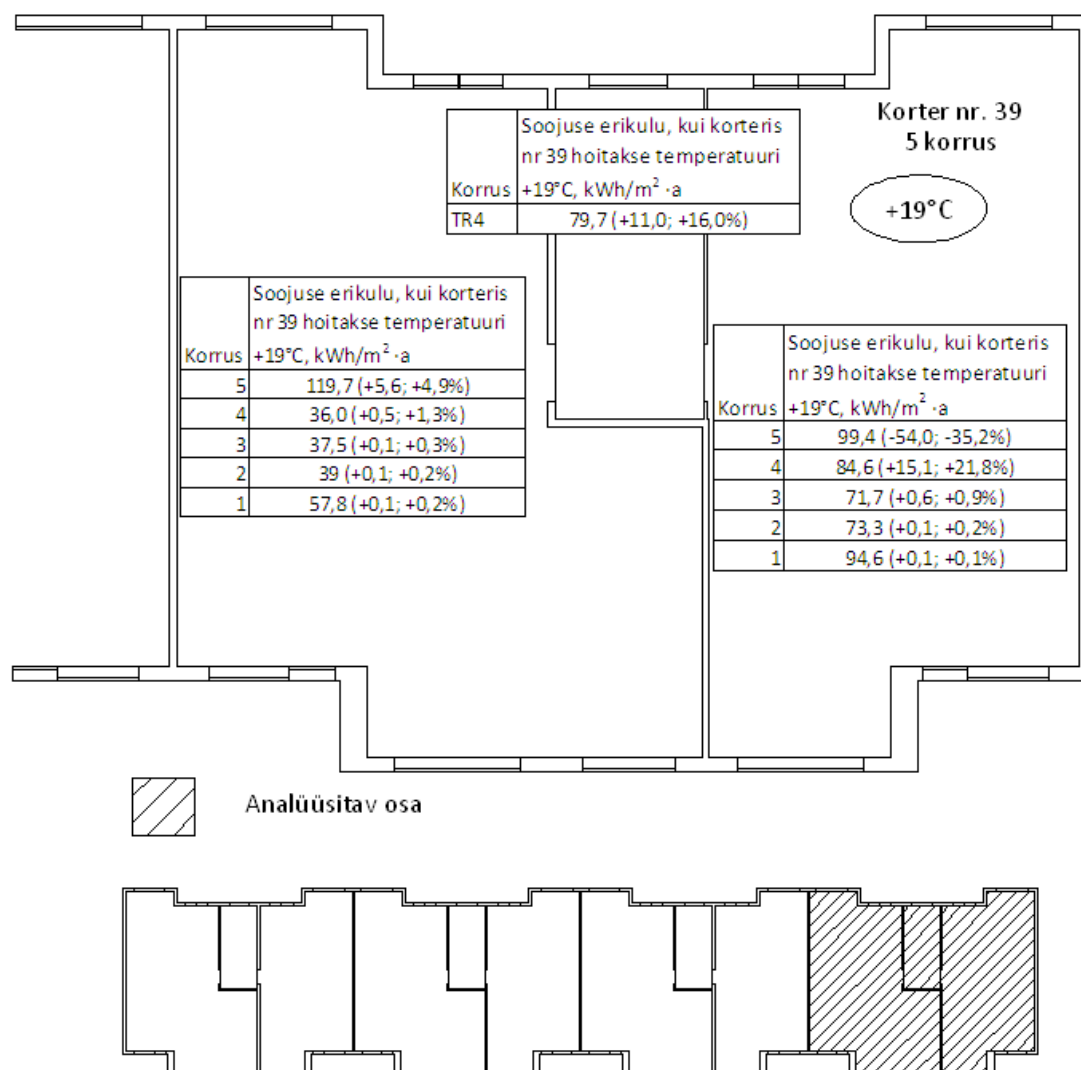
#### Energiatõhususklass D



Joonis 8.61. Kütmata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele

Kui korteris 39 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 22% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning samuti kõrval asuva korteri küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 39 küttekulu 35%.

## Energiatõhususklass D

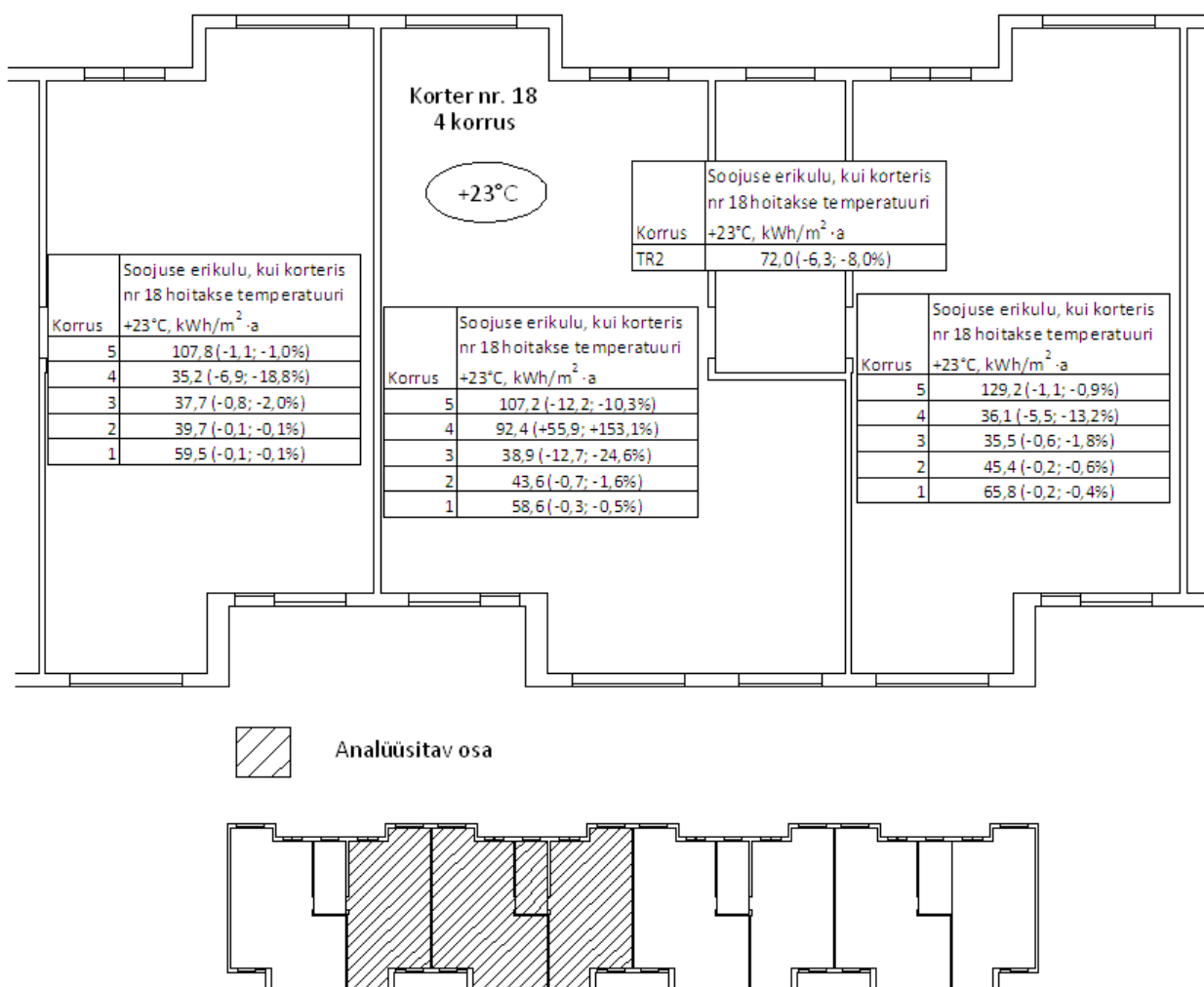


Joonis 8.62. Kütmata hoone otsaseinaga piirneva korteri mõju ümbritsevatele korteritele

### 8.4.2.6 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +23 °C

Kui korteris 18 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveeritud hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 24% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all ja kohal asuvate korterite küttekulud. Samal ajal suurenevad korteri 18 küttekulud 153%.

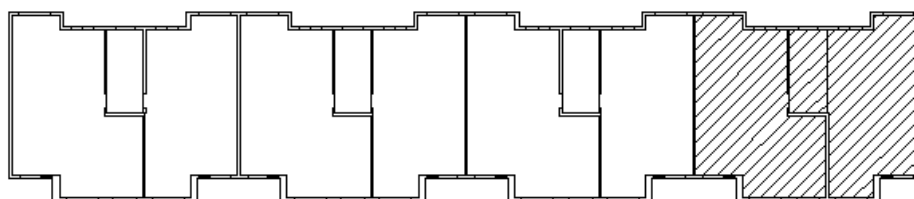
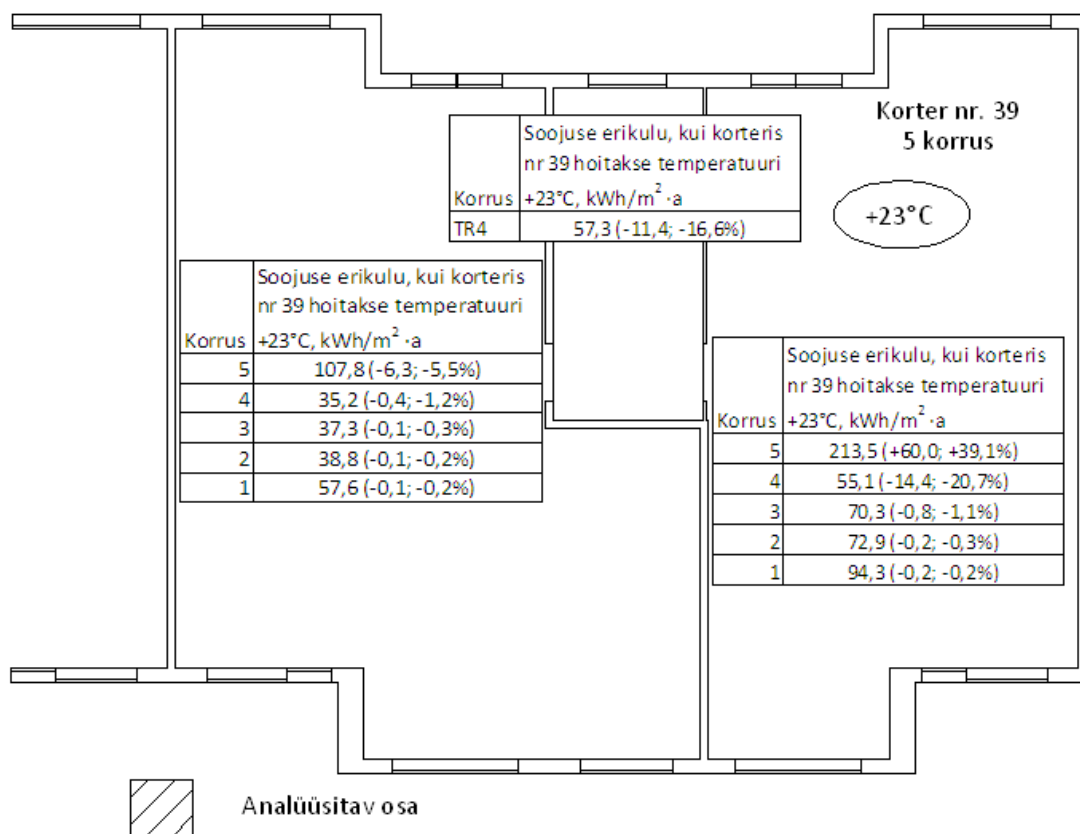
#### Energiatõhususklass D



Joonis 8.63. Kütmata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele

Kui korteris 39 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 21% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all asuv korter. Samal ajal suureneb korteri 39 küttekulu 39%.

### Energiatõhususklass D



Joonis 8.64. Kütmata hoone otsaseinaga piirneva korteri mõju ümbritsevatele korteritele



### 8.4.3 Korterite mõju hoone summaarsele küttekulule

5-korruselise suurpaneelilamatu korterite küttekulu muutus võrreldes hoone summaarse küttekulu muutusega, kui ühe korteri sisetemperatuuri muudetakse, on tabelis 8.15 ja 8.16. Renoveerimata hoones moodustab hoone summaarne küttekulu muutus keskel asuva korteri küttekulu muutusest umbes 30% ja nurgakorteris on osakaaluks umbes 60%. Renoveeritud hoonetes mõjutab korteris hoitav temperatuur terve hoone küttekulu veelgi vähem ning vastavad osakaalud on keskel asuva korteris 22 - 25% ja nurgakorteris 33 - 37%.

**Tabel 8.15. Renoveerimata 5-korruselise suurpaneelilamatu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveerimata						
Õhutemperatuur uuritavas korteris, °C	Korteri 39 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\Delta Q_{\text{hoone}} / \Delta Q_{\text{korteri}}$ %	Korteri 18 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\Delta Q_{\text{hoone}} / \Delta Q_{\text{korteri}}$ %
Kütmata	-24210	-14166	58,5	-6940	-2058	29,6
+19	-5703	-3519	61,7	-4634	-1589	34,3
+23	6180	3792	61,4	5769	1760	30,5

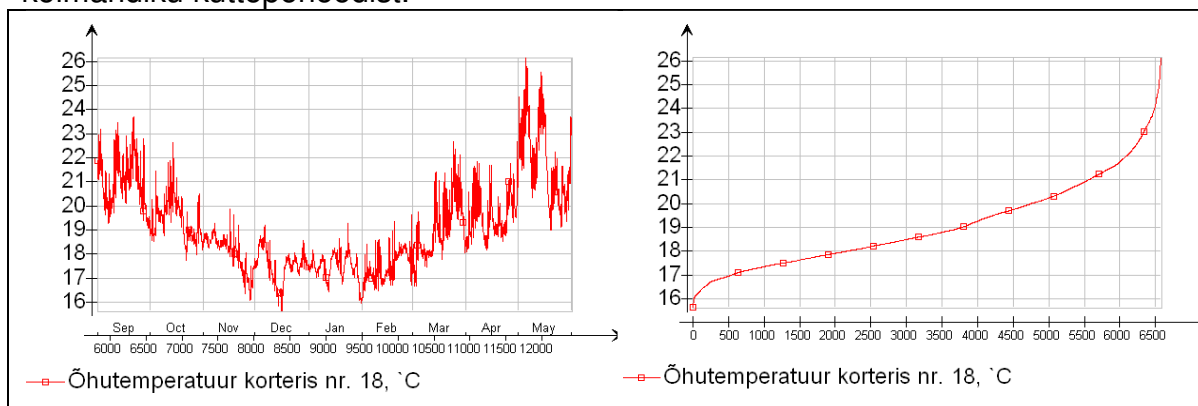
**Tabel 8.16. Renoveeritud 5-korruselise suurpaneelilamatu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveeritud						
Õhutemperatuur uuritavas korteris, °C	Korteri 39 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\Delta Q_{\text{hoone}} / \Delta Q_{\text{korteri}}$ %	Korteri 18 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\Delta Q_{\text{hoone}} / \Delta Q_{\text{korteri}}$ %
Kütmata	-9958	-3314	33,3	-3178	-707	22,2
+19	-3505	-1170	33,4	-3035	-725	23,9
+23	3896	1423	36,5	4864	1219	25,1

## 8.4.4 Kütmata korterite sisetemperatuur

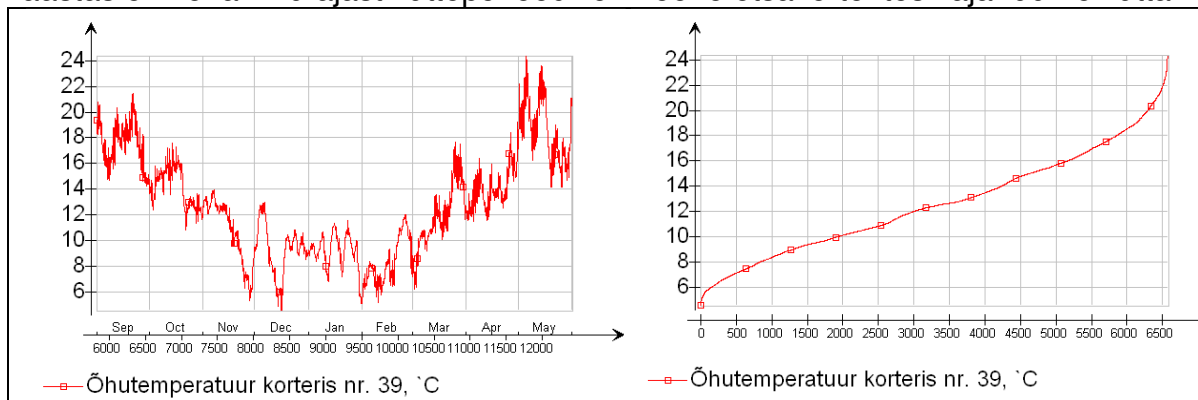
### 8.4.4.1 Renoveerimata hoone

5-korruselises renoveerimata suurpaneelilamuse jäid kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku  $+16,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  kuni  $+26,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (joonis 8.65). Alla  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$  langes õhutemperatuur korteris umbes 2000 tunni jooksul aastas ehk pisut alla kolmandiku kütteperioodist.



**Joonis 8.65. Keskmise korteri õhutemperatuur renoveerimata hoones**

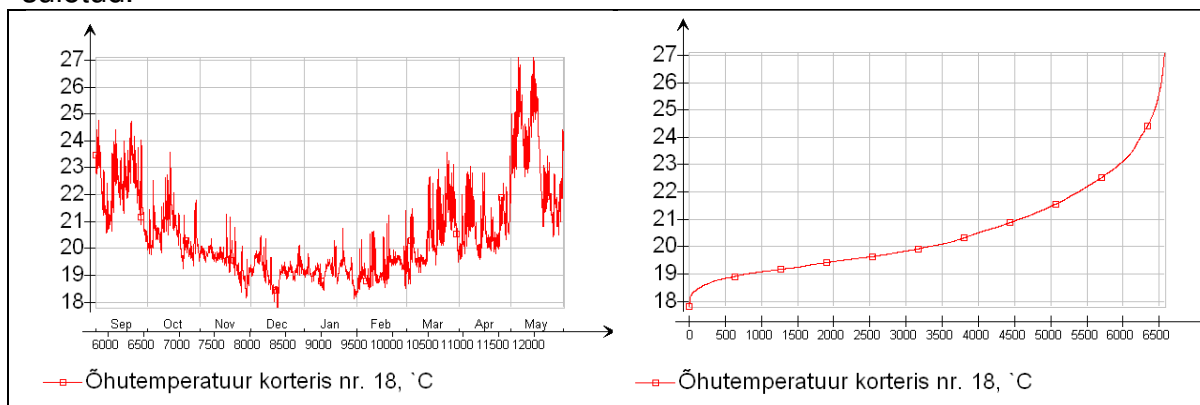
Nurgakorteris jäid õhutemperatuurid vahemikku  $+5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  kuni  $+24,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (joonis 8.66). Alla  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$  langes õhutemperatuur korteris umbes 5700 tunni jooksul aastas ehk enamiku ajast kütteperioodil on hoone otsakorterites vaja ruume kütta.



**Joonis 8.66. Nurgakorteri õhutemperatuur renoveerimata hoones**

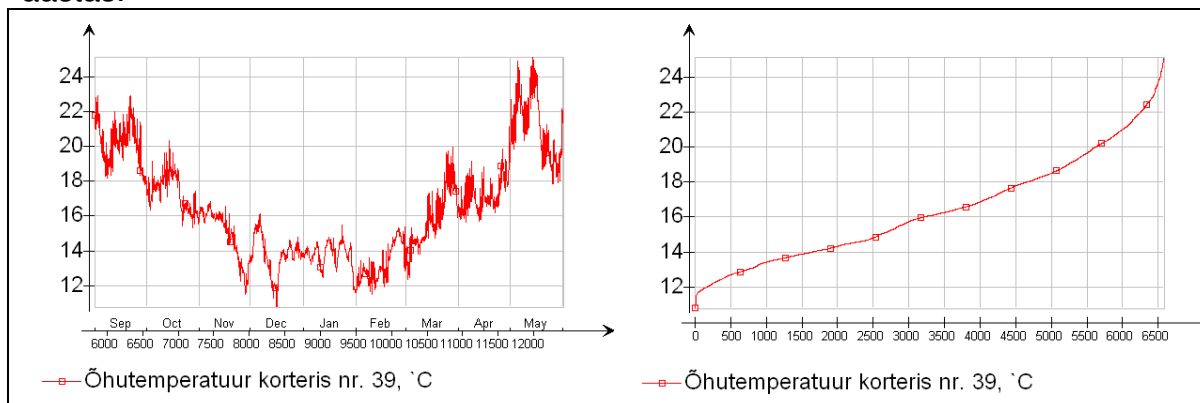
#### 8.4.4.2 Renoveeritud hoone

5-korruselises renoveeritud suurpaneelilamuse jäid kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku +18,0 °C kuni +27,0 °C (joonis 8.67). Alla +18 °C õhutemperatuur korteris ei langenud ehk sellistel tingimustel on võimalik renoveeritud hoone keskmistes korterites elada nii, et termostaatventiilid on suletud.



**Joonis 8.67. Keskmise korteri õhutemperatuur renoveeritud hoones**

Nurgakorteri õhutemperatuurid vahemikku +11,7 °C kuni +24,5 °C (joonis 8.68). Alla +18 °C langes õhutemperatuur korteris umbes 4600 tunni jooksul aastas.

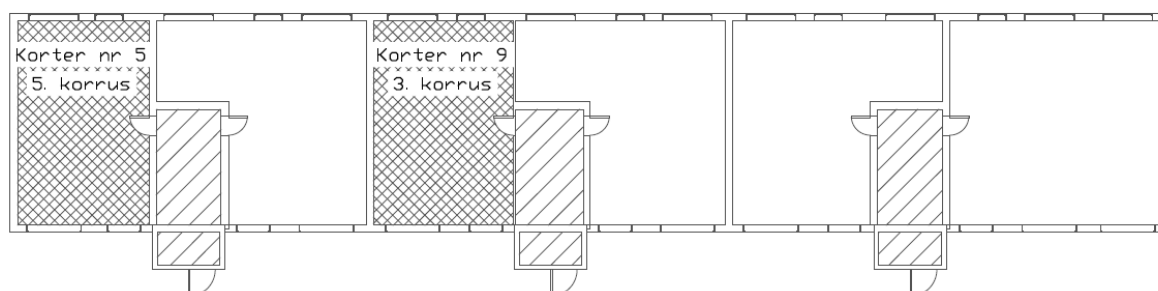
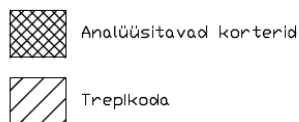


**Joonis 8.68. Nurgakorteri õhutemperatuur renoveeritud hoones**

## 8.5 3-korruseline telliselamu

### 8.5.1 Arvutusmudeli kirjeldus

3-korruselise telliselamuse valiti analüüsiks välja korter 9 hoone 2. korrusel ning korter 5 hoone 3. ehk viimasel korrusel (joonis 8.69). Korterite piirete iseloomustus erinevate renoveerimisastmete korral on tabelis 8.17 ja 8.18.



Joonis 8.69. 3- korruselise telliselamuse naabrikütte analüüsi korterid

Tabel 8.17. 5-korruselise telliselamuse korterite piirete iseloomustus renoveerimata hoones

		Renoveerimata			
		Korter 5		Korter 9	
		Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>Välispiired</b>					
Välissein		40,4	1,4	21,1	1,4
Katuslagi		48,2	0,68	-	-
Aknad		9,8	2,7	9,8	2,7
<b>Kokku</b>		<b>98,4</b>	<b>1,2</b>	<b>30,9</b>	<b>1,8</b>
<b>Sisepiired</b>					
Siseseinad		21,5	4,2	43,1	4,2
Vahelaed		48,2	3,0	52,0	3,0
<b>Kokku</b>		<b>69,7</b>	<b>3,4</b>	<b>95,1</b>	<b>3,5</b>

**Tabel 8.18. 5-korruselise telliselamu korterite piirete iseloomustus energiatõhususklassi D puhul**

Energiatõhususklass D						
Korter 5			Korter 9			
Välispiirded	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu W/K	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus- erikadu W/K
Välissein	40,4	0,22	8,9	21,1	0,22	4,6
Katuslagi	48,2	0,11	53,0	-	-	-
Aknad	9,8	1,7	16,7	9,8	1,7	16,7
<b>Kokku</b>	<b>98,4</b>	<b>0,8</b>	<b>78,6</b>	<b>30,9</b>	<b>0,7</b>	<b>21,3</b>
Sisepiirded						
Siseseinad	21,5	4,2	90,3	43,1	4,2	180,9
Vahelaed	48,2	3,0	144,6	52,0	3,0	156,0
<b>Kokku</b>	<b>69,7</b>	<b>3,4</b>	<b>234,9</b>	<b>95,1</b>	<b>3,5</b>	<b>336,9</b>

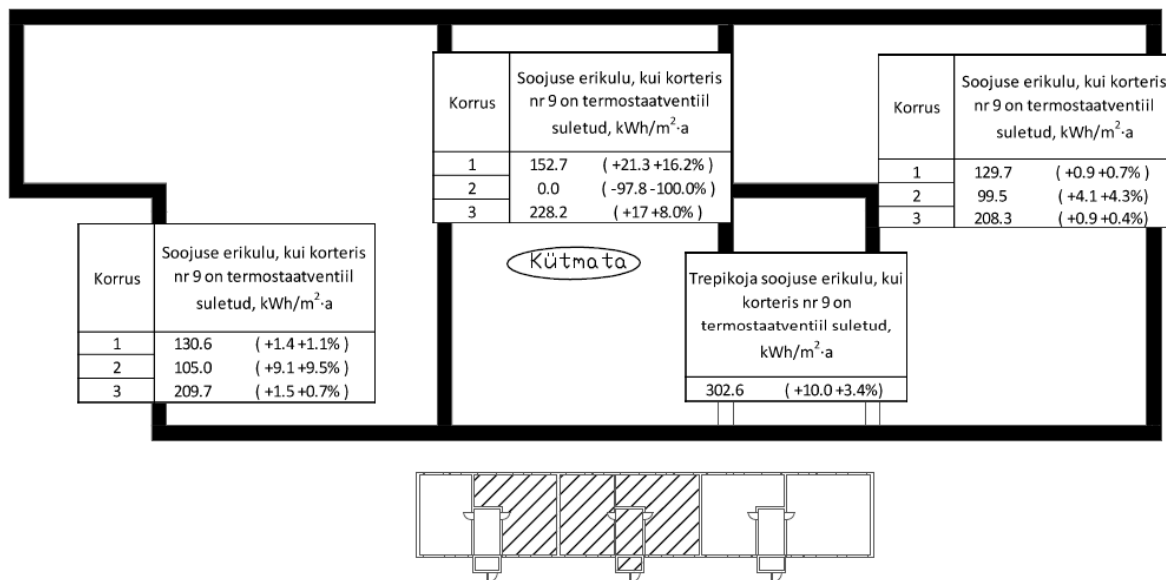
### 8.5.2 Küttekulude analüüs

3-korruselise telliselamu küttekulude analüüsi tulemused korteri kaupa on esitatud plaanina. Erinevate arvutusvariantide plaanidel on uuritavate korterite ning nende poolt mõjutavate korterite kütte erikulud ja sulgudes küttekulude muutused võrreldes olukorraga, kui kõigis siseruumides (korterid ja trepikojad) hoitakse õhutemperatuuri +21 °C.

### 8.5.2.1 Renoveerimata hoone, termostaatventiilid kinni

Kui korteris 9 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 16% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju olemas ka korteri 9 kõrval asuvate korterite küttekulule.

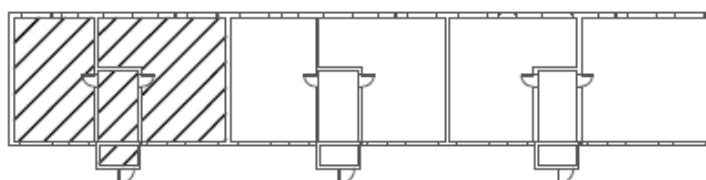
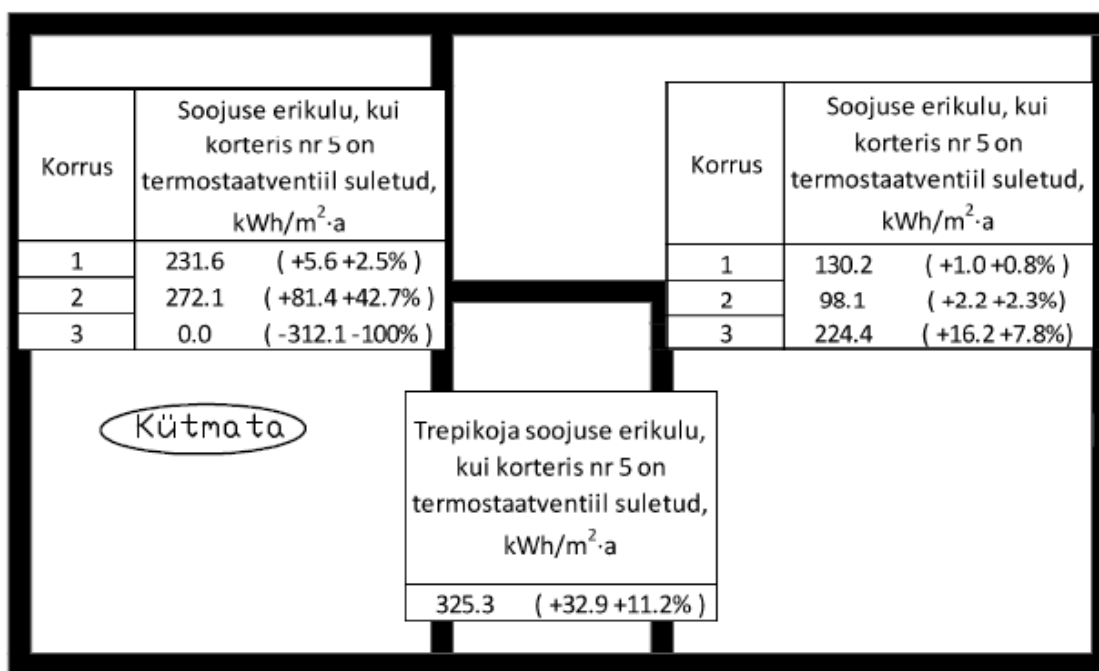
#### Renoveerimata



**Joonis 8.70. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud**

Kui korteris 5 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 43% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning samuti kõrval asuva korteri küttekuludele.

## Renoveerimata

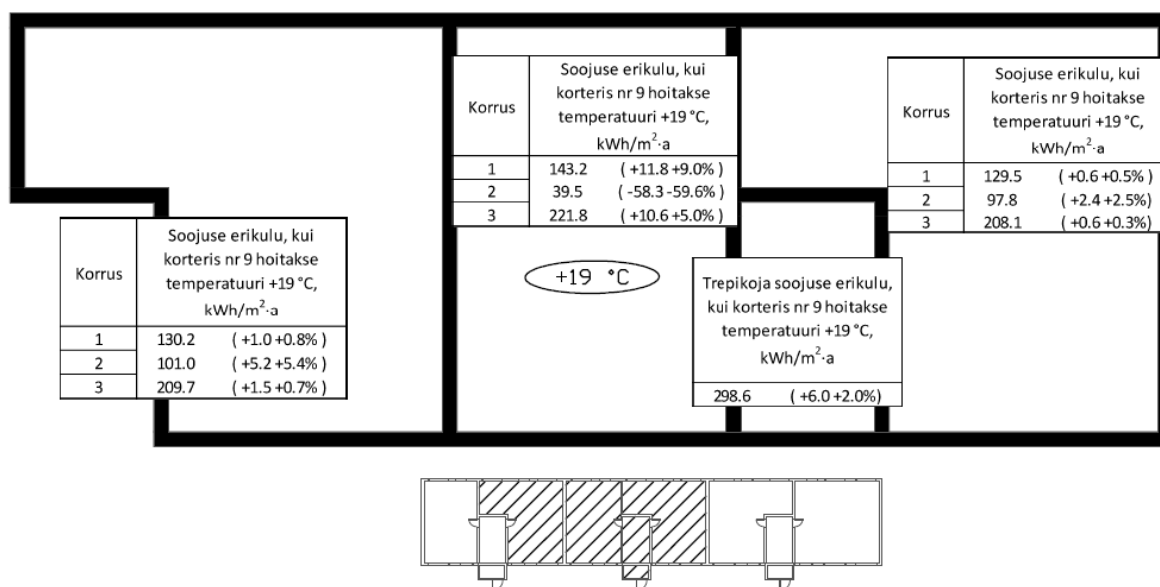


**Joonis 8.71. Renoveerimata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud**

### 8.5.2.2 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 9 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 9% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele on märgatav mõju olemas ka korteri 9 kõrval asuvate korterite küttekulule. Samal ajal väheneb korteri 9 küttekulu 59%.

#### Renoveerimata

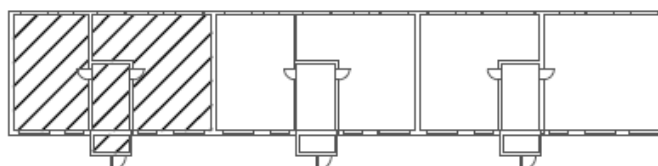
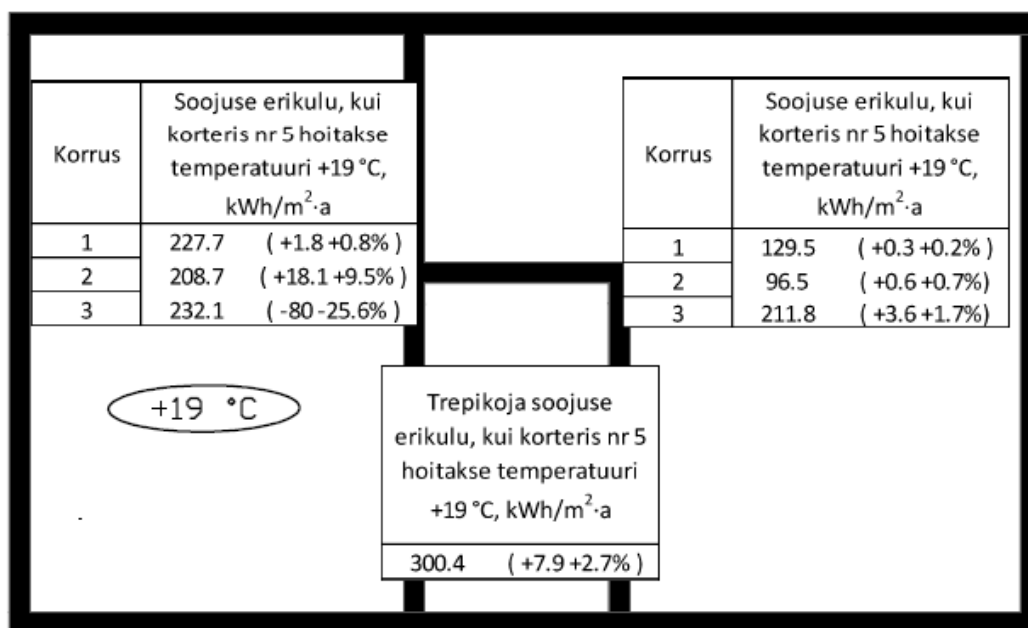


Joonis 8.72. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C



Kui korteris 5 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 9% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju alakõetud korterist kaks korrust allpool asuva ning samuti kõrval asuvale korteri küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 5 küttekulu 26%.

## Renoveerimata

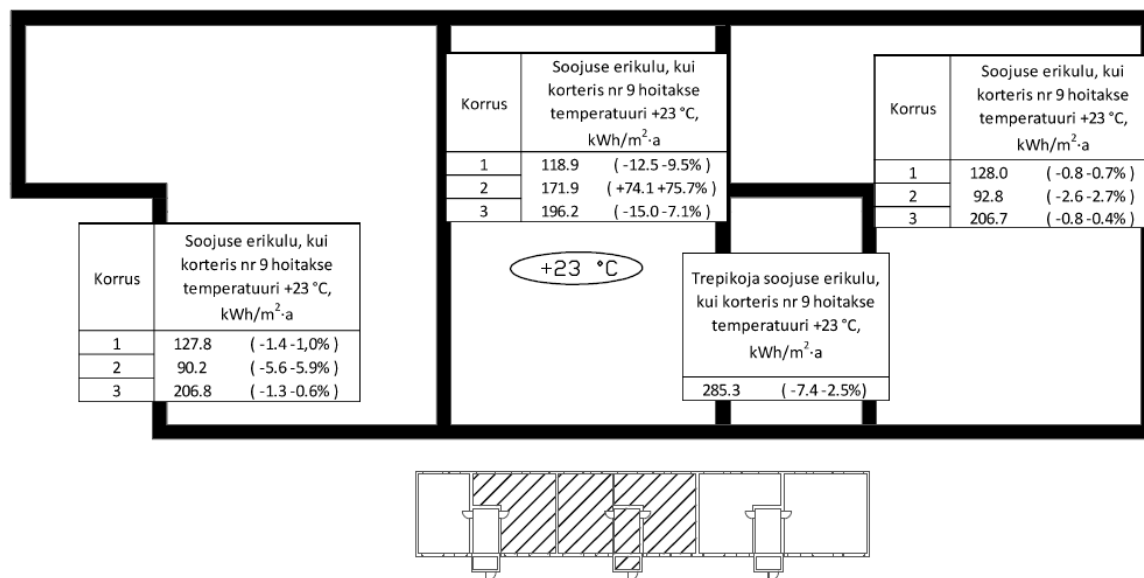


Joonis 8.73. Renoveerimata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

### 8.5.2.3 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +23 °C

Kui korteris 9 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 10% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all ja kohal asuvad korterite küttekulud. Samal ajal suureneb korteri 9 küttekulu 76%.

#### Renoveerimata



Joonis 8.74. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

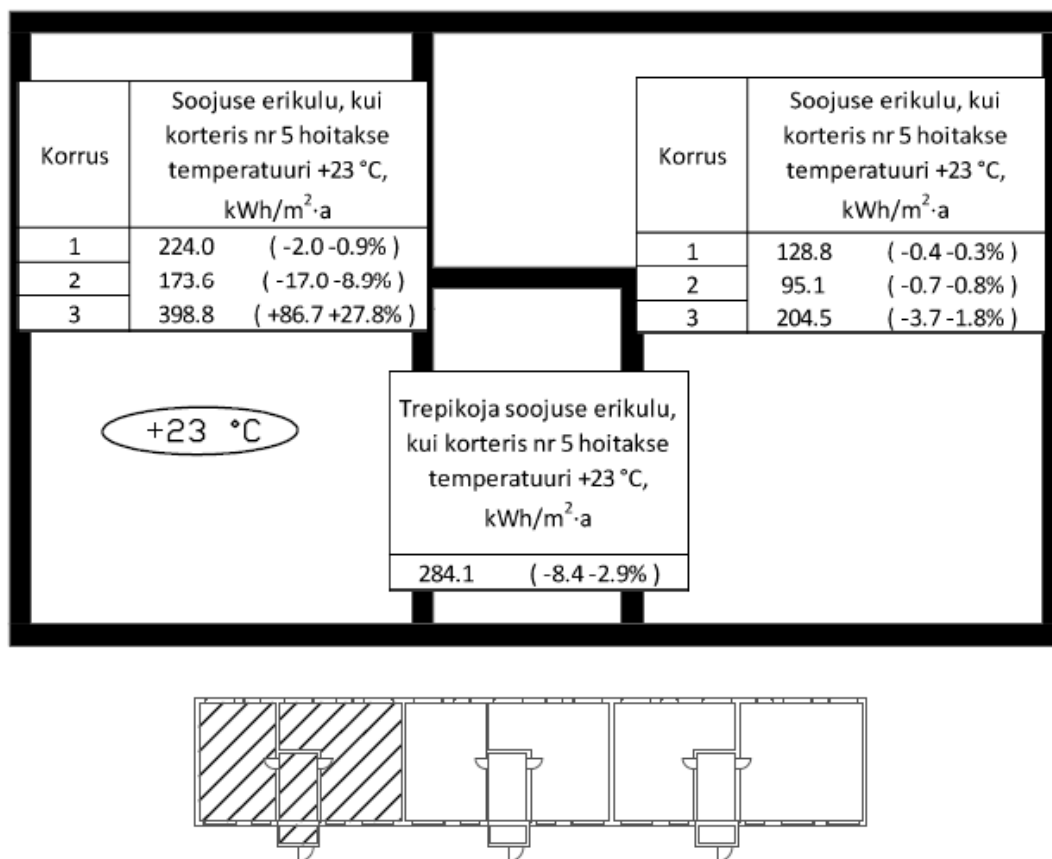
## Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele

Lõpparuanne

31.10.2012

Kui korteris 5 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 9% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all asuv korter. Samal ajal suureneb korteri 5 küttekulu 28%.

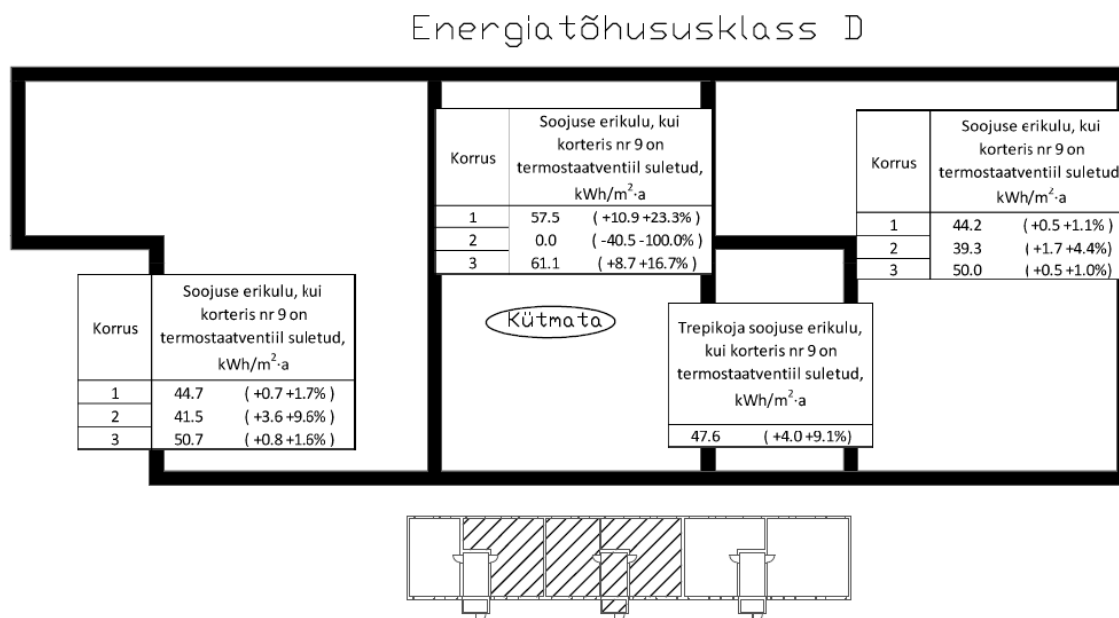
### Renoveerimata



**Joonis 8.75. Renoveerimata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C**

### 8.5.2.4 Renoveeritud hoone, kütmata korterid

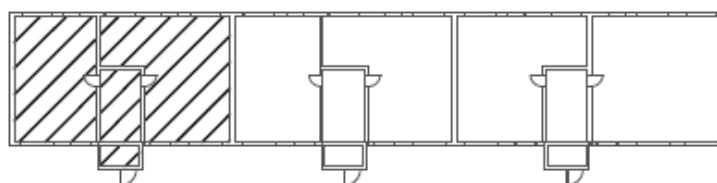
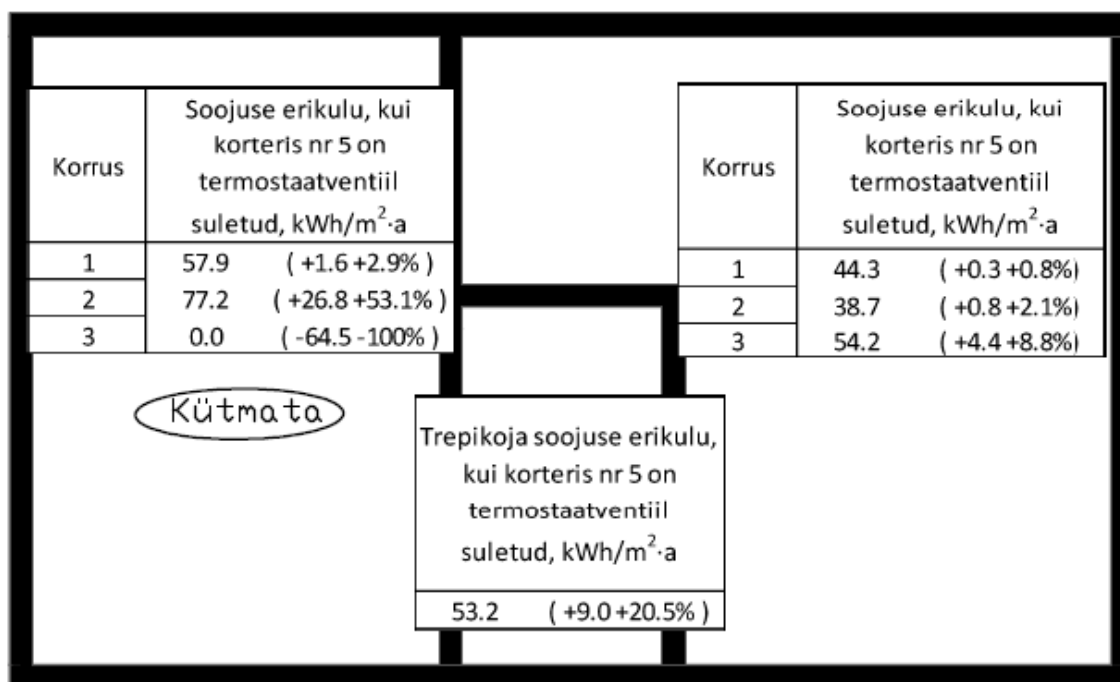
Kui korteris 9 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 23% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju olemas ka korteri 9 kõrval asuvate korterite küttekulule.



**Joonis 8.76. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud**

Kui korteris 5 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 53% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kaks korrust allpool asuva ning samuti kõrval asuvale korteri küttekuludele.

## Energia tõhususklass D

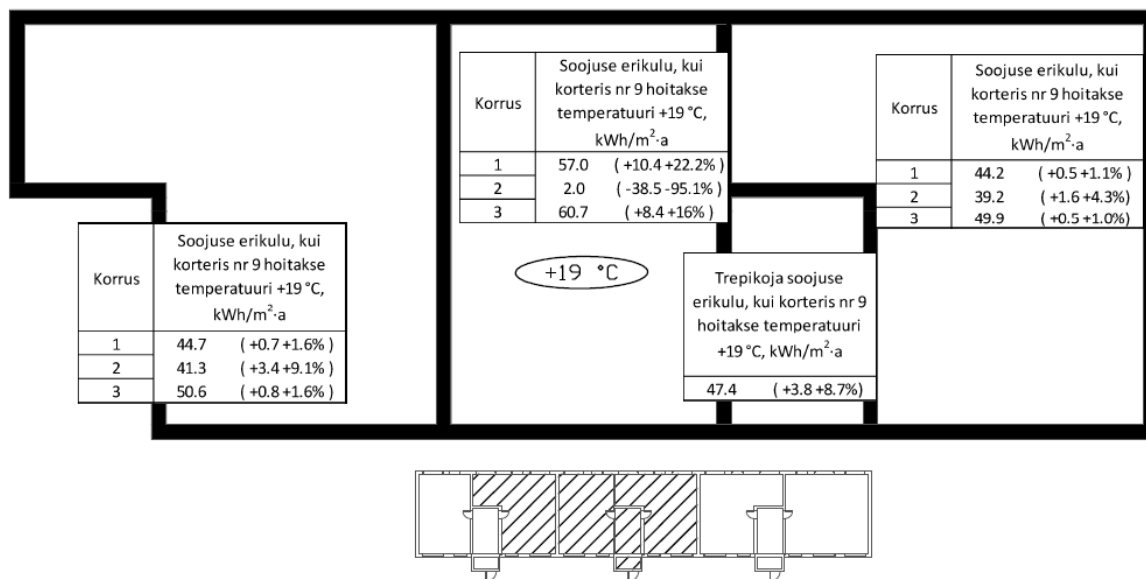


Joonis 8.77. Renoveeritud hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud

### 8.5.2.5 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 9 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoonessuurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 22% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju olemas ka korteri 9 kõrval asuvate korterite küttekulule. Samal ajal väheneb korteri 9 küttekulu 95%.

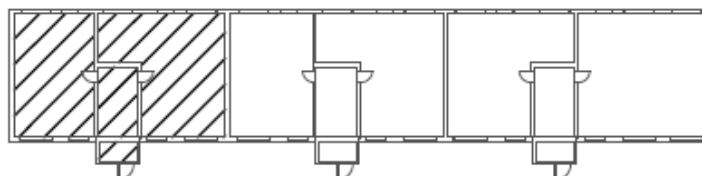
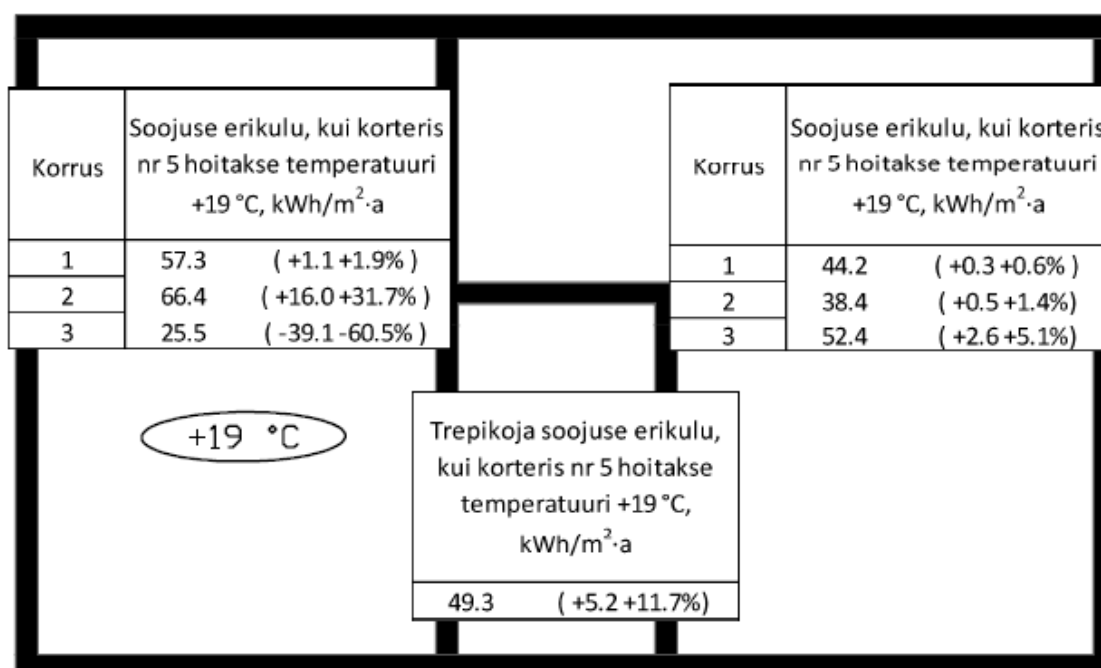
#### Energia tõhususklass D



Joonis 8.78. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritel, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

Kui korteris 5 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 32% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju alakõetud korterist kaks korrust allpool asuva ning samuti kõrval asuvale korteri küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 5 küttekulu 60%.

## Energia tõhususklass D

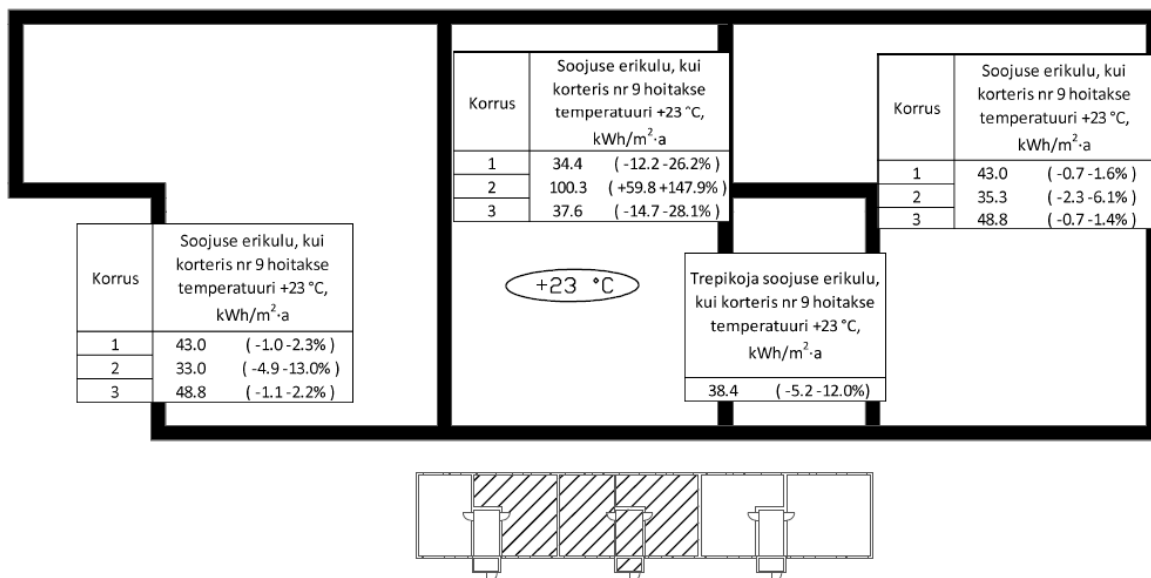


Joonis 8.79. Renoveeritud hoone nurgasasuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

### 8.5.2.6 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +23 °C

Kui korteris 9 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveeritud hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 28% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all ja kohal asuvad korterite küttekulud. Samal ajal suureneb korteri 9 küttekulu 148%.

Energiaefiitsusklass D

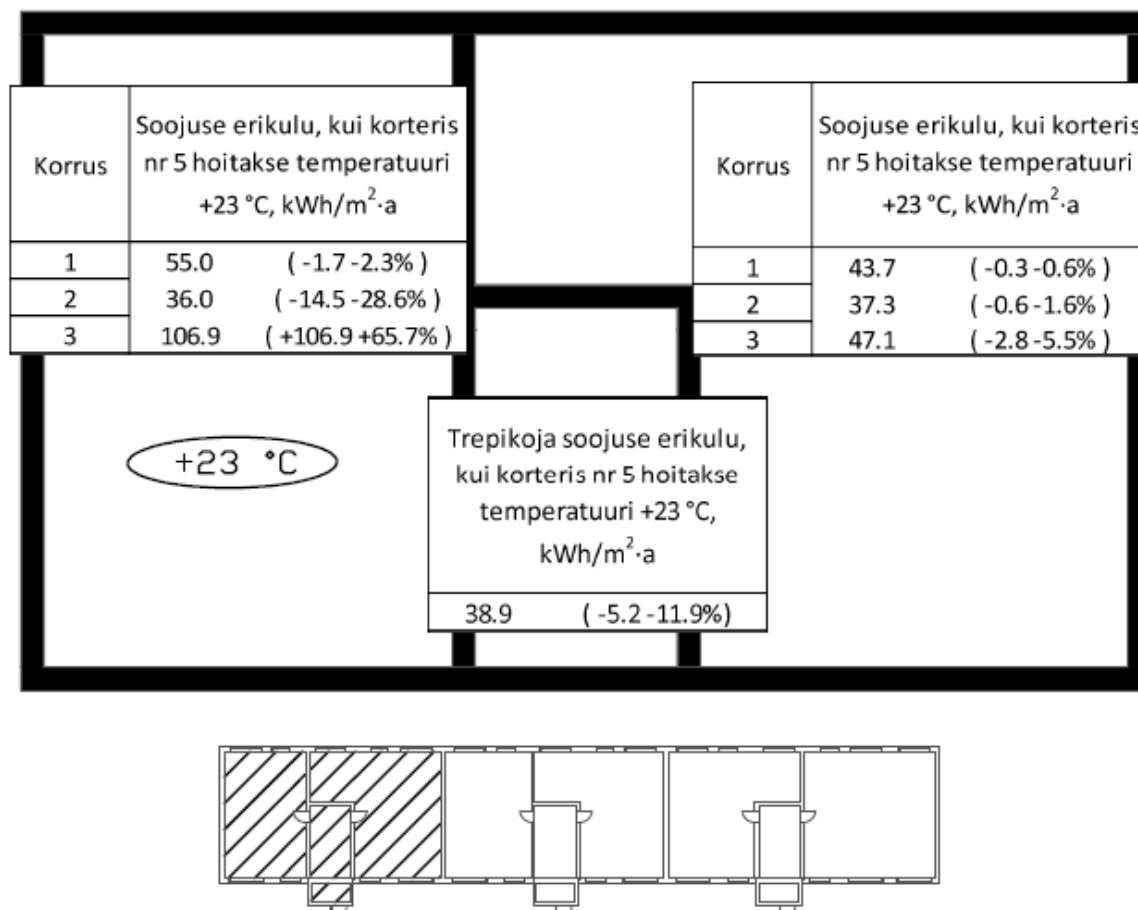


Joonis 8.80. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C



Kui korteris 5 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 29% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all asuv korter. Samal ajal suureneb korteri 5 küttekulu 66%.

## Energia tõhususklass D



Joonis 8.81. Renoveeritud hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

### 8.5.3 Korterite mõju hoone summaarsele küttekulule

3-korruselise telliselamu korterite küttekulu muutus võrreldes hoone summaarse küttekulu muutusega, kui ühe korteri sisetemperatuuri muudetakse, on tabelis 8.19 ja 8.20. Renoveerimata hoones moodustab hoone summaarne küttekulu muutus keskel asuva korteri küttekulu muutusest umbes 30% ja nurgakorteris on osakaaluks umbes 60%. Renoveeritud hoonetes mõjutab korteris hoitav temperatuur terve hoone küttekulu veelgi vähem ning vastavad osakaalud on keskel asuva korteris 16 - 24% ja nurgakorteris 31 - 42%.

**Tabel 8.19. Renoveerimata 3-korruselise telliselamu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveerimata						
Õhutemperatuur uuritavas korteris, °C	Korteri 5 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korter}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korter}}}$ , %	Korteri n9 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korter}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korter}}}$ , %
Kütmata	-15047	-8388	55.7	-5082	-1576	31.0
+19	-3858.8	-2281	59.1	-3031	-894	29.5
+23	4181.1	2541	60.8	3847.8	1254	32.6

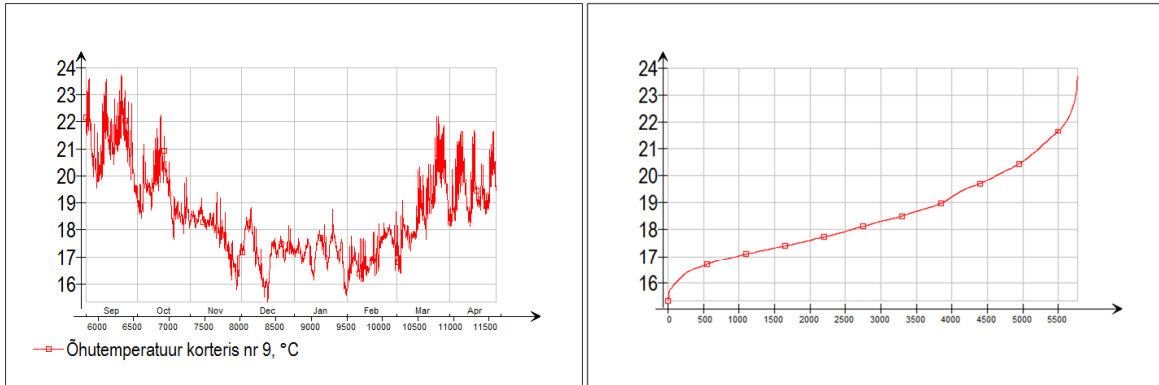
**Tabel 8.20. Renoveeritud 5-korruselise telliselamu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveeritud						
Õhutemperatuur uuritavas korteris, °C	Korteri 5 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korter}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korter}}}$ , %	Korteri 9 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korter}}$ , kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ , kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korter}}}$ , %
Kütmata	-3109.9	-989	31.8	-2101.5	-377	17.9
+19	-1882.8	-584	31.0	-1999	-326	16.3
+23	2042.6	862	42.2	3107.6	755	24.3

## 8.5.4 Kütmata korterite sisetemperatuur

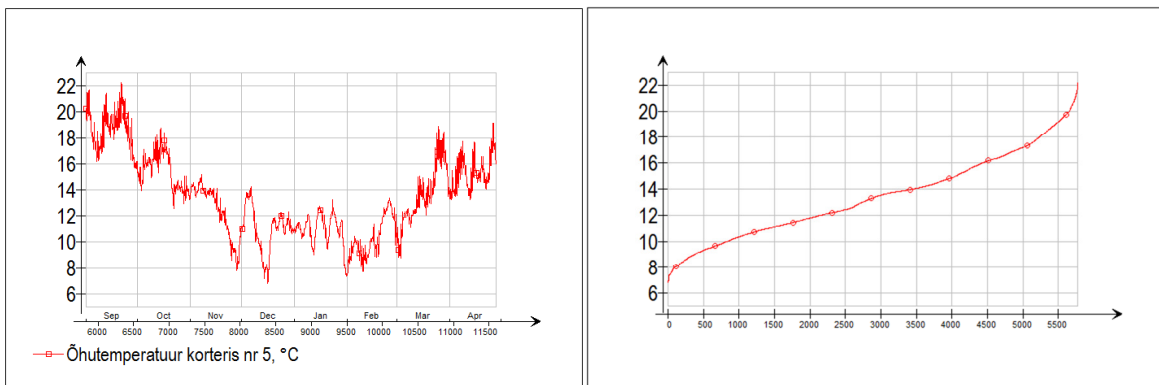
### 8.5.4.1 Renoveerimata hoone

3-korruselise renoveerimata telliselamus jäid kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku  $+15,3\text{ °C}$  kuni  $+23,8\text{ °C}$  (joonis 8.82). Alla  $+18\text{ °C}$  langes õhutemperatuur korteris umbes 2500 tunni jooksul aastas ehk pisut üle kolmandikul kütteperioodist.



Joonis 8.82. Keskmise korteri õhutemperatuur renoveerimata hoones

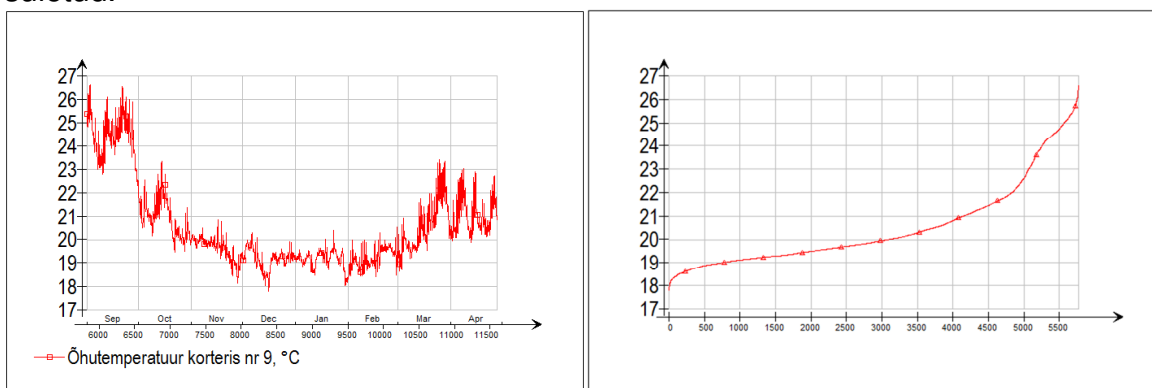
Nurgakorteri jäid kütteperioodil õhutemperatuurid vahemikku  $+6,8\text{ °C}$  kuni  $+22,3\text{ °C}$  (joonis 8.83). Alla  $+18\text{ °C}$  langes õhutemperatuur korteris umbes 5500 tunni jooksul aastas ehk enamikul kütteperioodist on hoone otsakorterites vaja ruume kütta.



Joonis 8.83. Nurgakorteri õhutemperatuur renoveerimata hoones

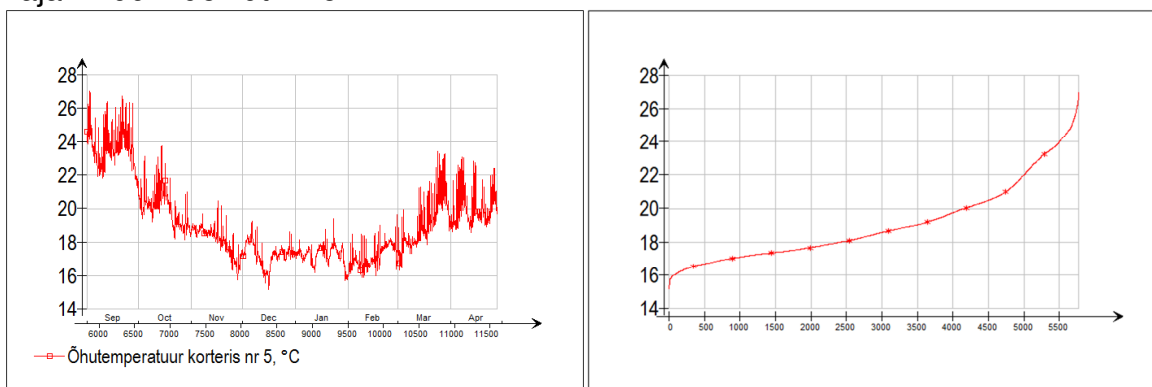
### 8.5.4.2 Renoveeritud hoone

3-korruselise renoveeritud telliselamustl jäid kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku  $+17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  kuni  $+26,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (joonis 8.84). Alla  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$  õhutemperatuur korteris praktiliselt ei langenud ehk sellistel tingimustel on võimalik renoveeritud hoone keskmistes korterites elada nii, et termostaatventiilid on suletud.



Joonis 8.84. Keskmise korteri õhutemperatuur renoveeritud hoones

Nurgakorteris jäid kütteperioodil õhutemperatuurid vahemikku  $+15,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  kuni  $+26,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (joonis 8.85). Alla  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$  langes õhutemperatuur korteris umbes 2500 tunni jooksul aastas ehk umbes kolmandik kütteperioodist on hoone otsakorterites vajalik ruumide kütmine.

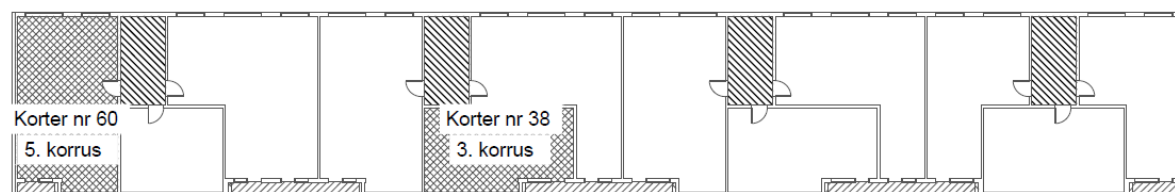
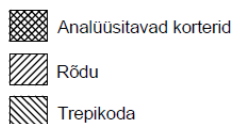


Joonis 8.85. Nurgakorteri õhutemperatuur renoveeritud hoones

## 8.6 5-korruseline gaasbetoonelamu

### 8.6.1 Arvutusmudeli kirjeldus

5-korruselise põlevkivituhk-gaasbetoonist suurpaneel korterelamus valiti analüüsiks välja kaks korterit – korter 38 hoone 3. korrusel ning korteri 60 hoone 5. ehk viimasel korrusel (joonis 8.86). Korterite piirete iseloomustus erinevate renoveerimisastmete korral on tabelis 8.21 ja 8.22.



Joonis 8.86. 5- korruselise gaasbetoonelamu naabrikütte analüüsi korterid

Tabel 8.21. 5-korruselise gaasbetoonelamu korterite piirete iseloomustus renoveerimata hoones

Renoveerimata						
Korter 38			Korter 60			
Välispiirded	Pindala, m <sup>2</sup>	U-arv, W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus-erikadu W/K	Pindala, m <sup>2</sup>	U-arv, W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus-erikadu W/K
Välissein	13,2	1,1	14,5	50,2	1,1	55,2
Katuslagi	-	-	-	68,8	0,68	46,8
Aknad	8,6	2,7	23,2	11,7	2,7	31,6
<b>Kokku</b>	<b>21,8</b>	<b>1,7</b>	<b>37,7</b>	<b>130,7</b>	<b>1,0</b>	<b>133,6</b>
<b>Sisepiirded</b>						
Siseseinad	49,9	3,8	101,1	28,9	4,2	64,5
Vahelaed	47,6	3,5	191,5	68,8	3,5	166,0
<b>Kokku</b>	<b>97,5</b>	<b>3,0</b>	<b>292,6</b>	<b>97,7</b>	<b>2,4</b>	<b>230,5</b>

**Tabel 8.22. 5-korruselise gaasbetoonelamu korterite piirete iseloomustus energiatõhususklassi D puhul**

		Energiatõhususklass D					
		Korter 38			Korter 60		
<b>Välispiirded</b>		Pindala, m <sup>2</sup>	U-arv, W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus-erikadu W/K	Pindala, m <sup>2</sup>	U-arv, W/(m <sup>2</sup> ·K)	Soojus-erikadu W/K
	Välissein	13,2	0,25	3,3	50,2	0,22	11,0
	Katuslagi	-	-	-	68,8	0,11	7,6
	Aknad	8,6	1,7	14,6	11,7	1,7	19,9
	<b>Kokku</b>	<b>21,8</b>	<b>0,8</b>	<b>17,9</b>	<b>130,7</b>	<b>0,3</b>	<b>38,5</b>
<b>Sisepiirded</b>							
	Siseseinad	49,9	3,5	101,1	28,9	4,2	64,5
	Vahelaed	47,6	3,8	191,5	68,8	3,5	166,0
	<b>Kokku</b>	<b>97,5</b>	<b>3,0</b>	<b>292,6</b>	<b>97,7</b>	<b>2,4</b>	<b>230,5</b>

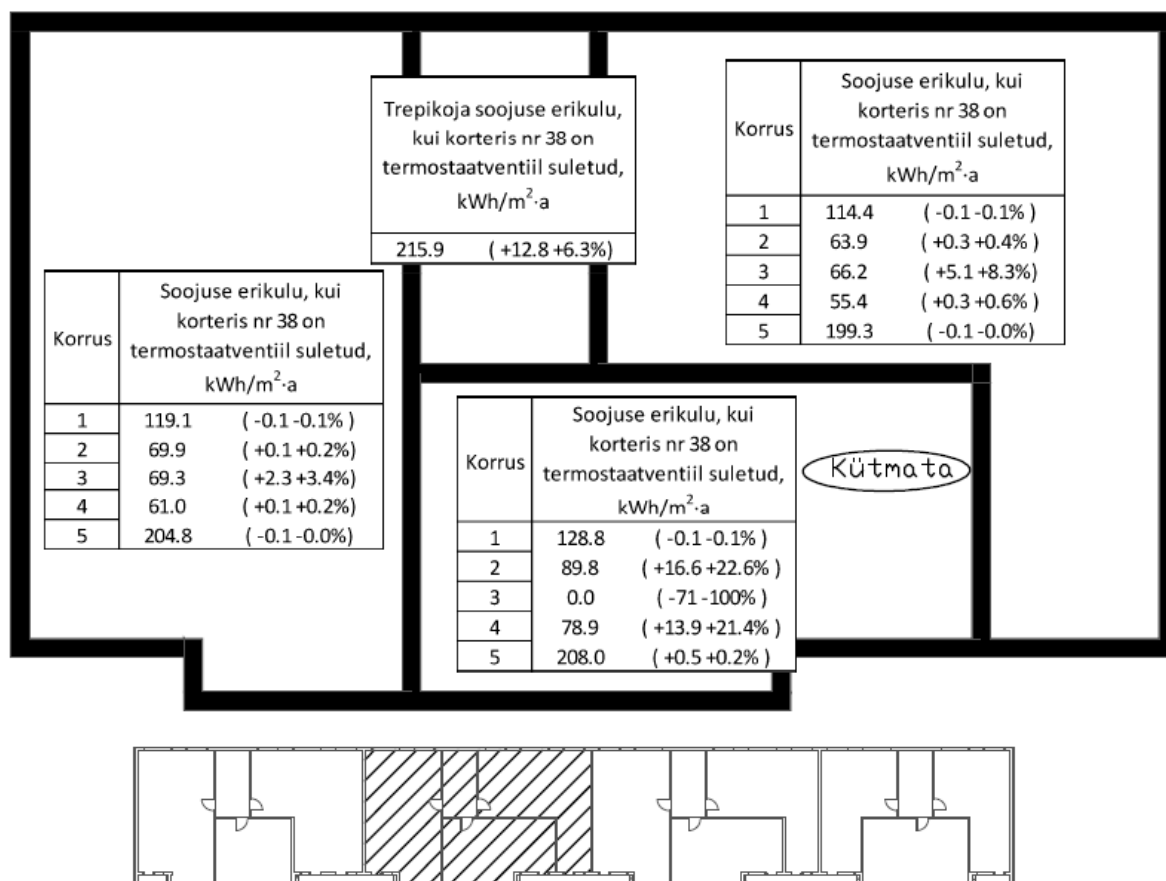
### 8.6.2 Küttekulude analüüs

5-korruselise gaasbetoonelamu korterid ei ole kõik hoone korrust läbivad ja seetõttu on küttekulude analüüsi tulemused korteri kaupa esitatud plaanina. Erinevate arvutusvariantide plaanidel on uuritavate korterite ning nende poolt mõjutavate korterite kütte erikulud ja sulgudes küttekulude muutused võrreldes olukorraga, kui kõikides korterites hoitakse sisetemperatuuri +21 °C.

### 8.6.2.1 Renoveerimata hoone, termostaatventiilid kinni

Kui korteris 38 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 23% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju olemas ka korteri 38 kõrval asuvate korterite küttekuludele.

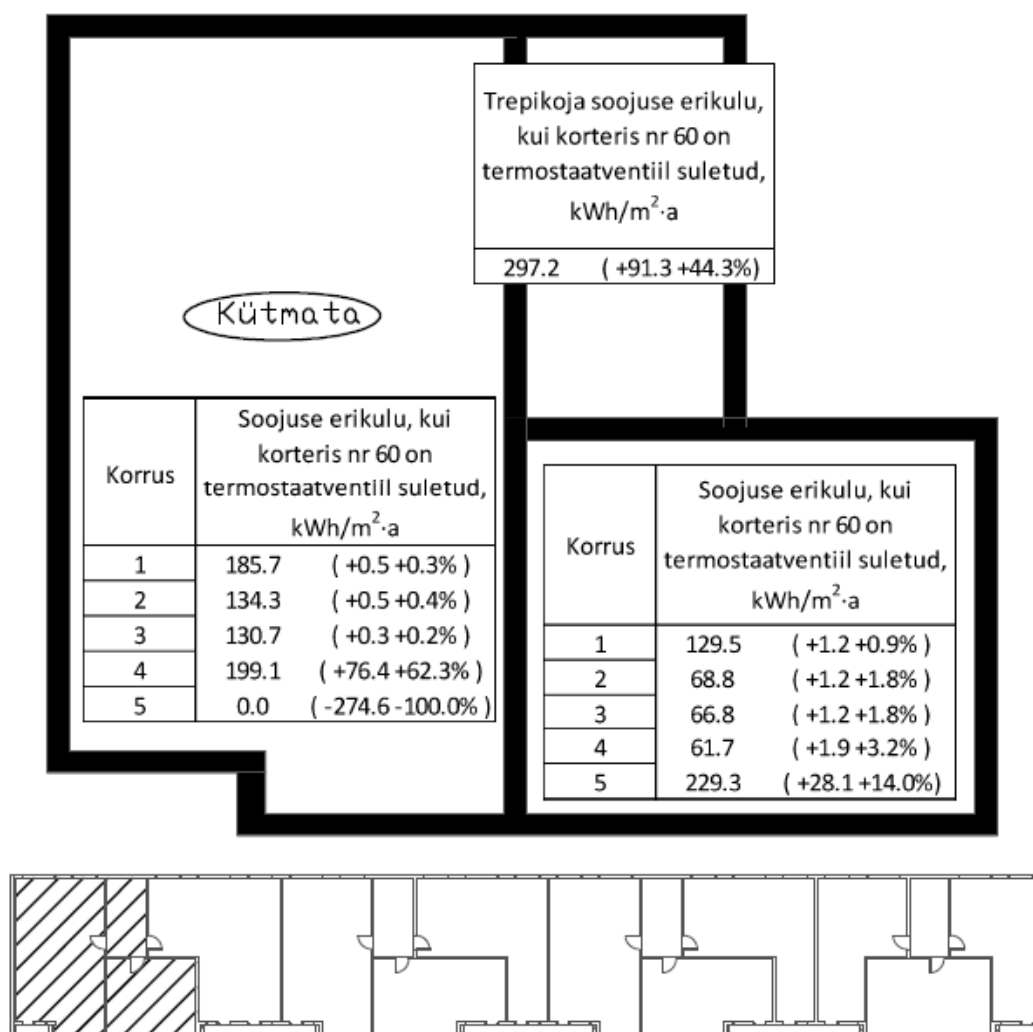
#### Renoveerimata



Joonis 8.87. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud

Kui korteris 60 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 62% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter.

## Renoveerimata



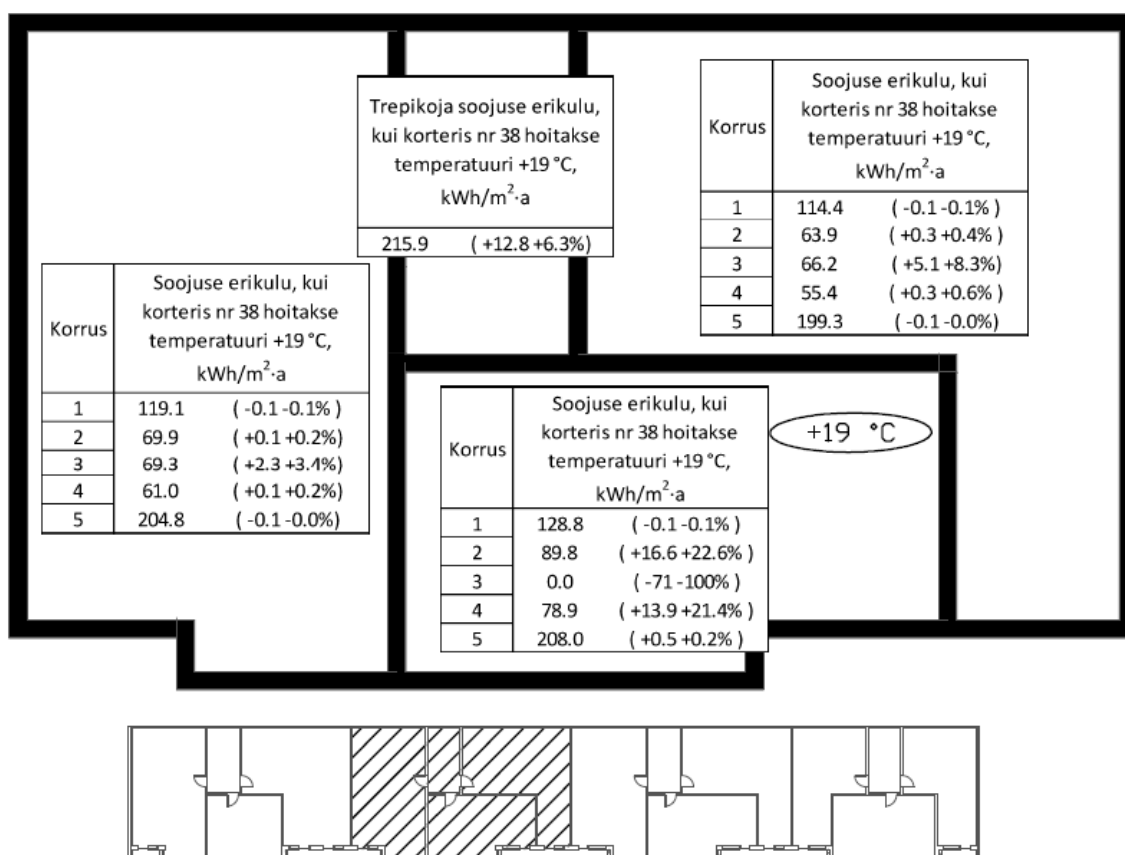
**Joonis 8.88. Renoveerimata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud**



### 8.6.2.2 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 38 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 23% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju olemas ka korteri 7 kõrval asuvate korterite küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 38 küttekulu 100%, sest õhutemperatuur ei lange kordagi alla +19 °C.

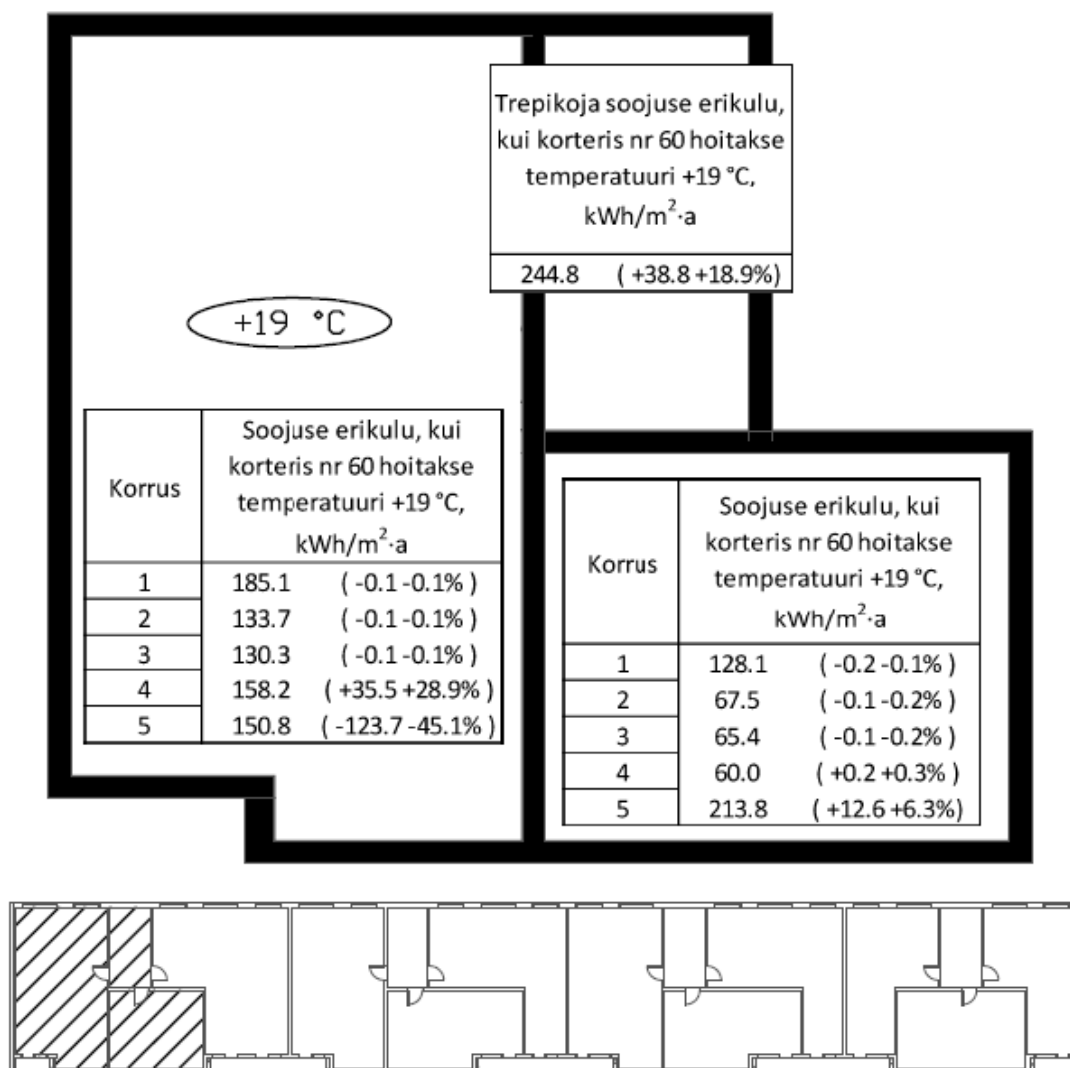
#### Renoveerimata



Joonis 8.89. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

Kui korteris 60 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveerimata hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 29% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kütmata korterist kõrval asuva korteri küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 60 küttekulu 45%.

## Renoveerimata

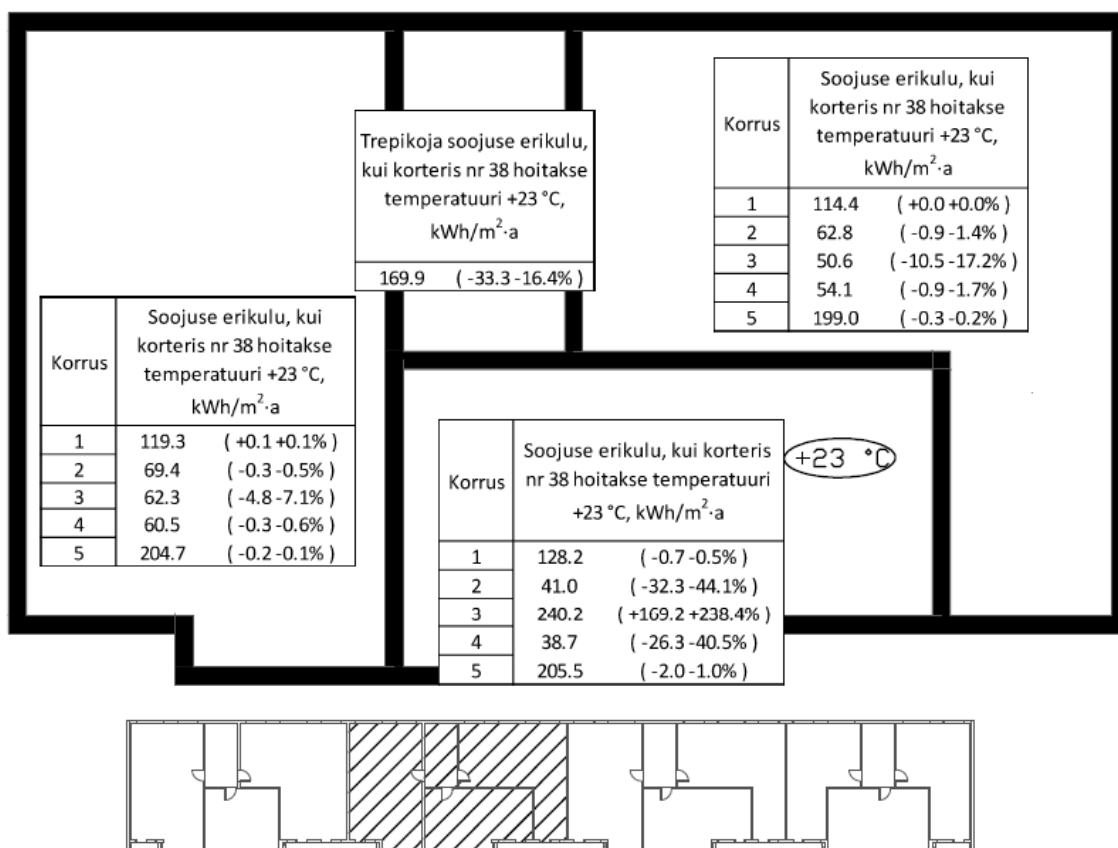


Joonis 8.90. Renoveerimata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

### 8.6.2.3 Renoveerimata hoone, korteri temperatuur +23 °C

Kui korteris 38 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 44% ja kõige rohkem on mõjutatud ülekõetud korteri all ja kohal asuvate korterite küttekulud. Samal ajal suureneb korteri 9 küttekulu 238%.

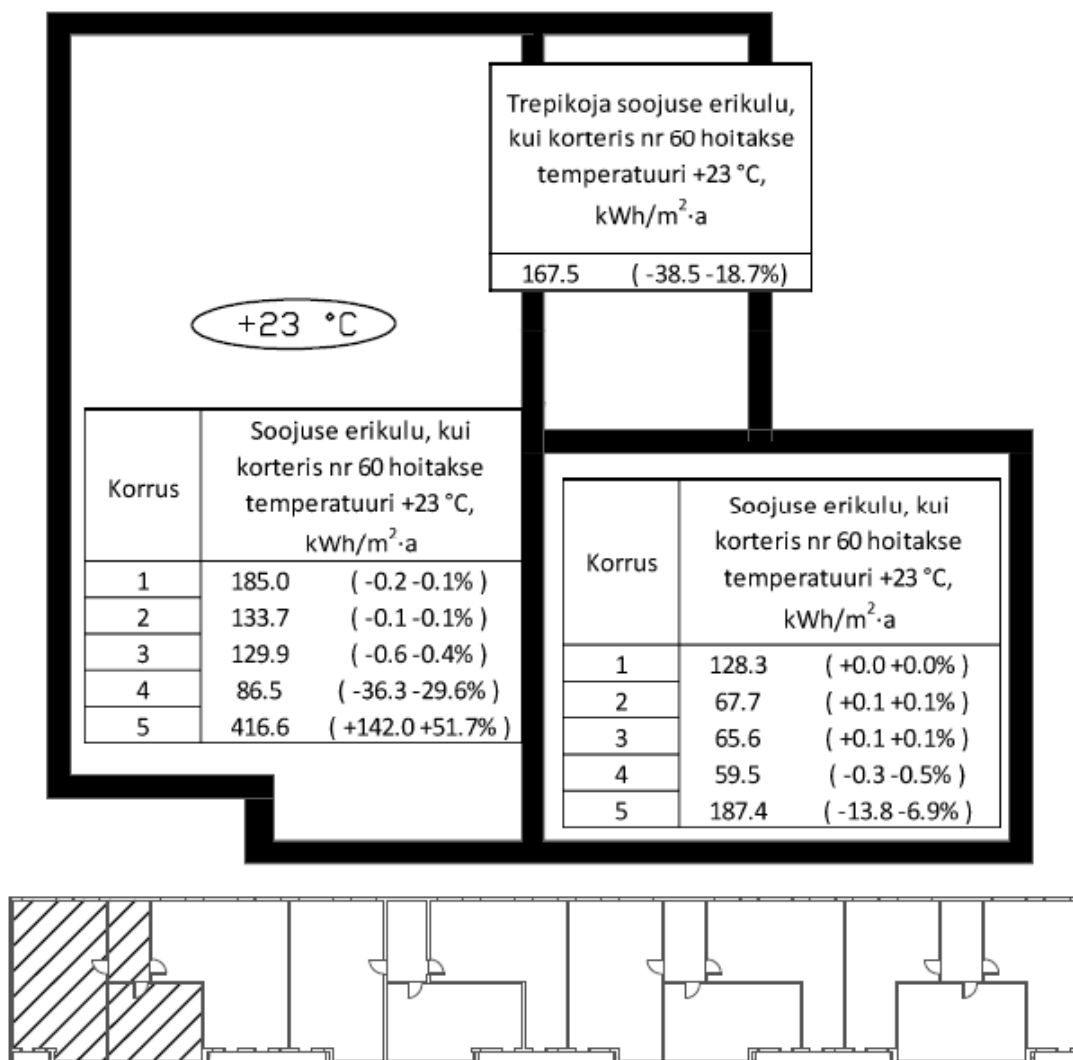
#### Renoveerimata



Joonis 8.91. Renoveerimata hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

Kui korteris 60 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 30% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Samal ajal suureneb korteri 60 küttekulu 51.7%.

## Renoveerimata

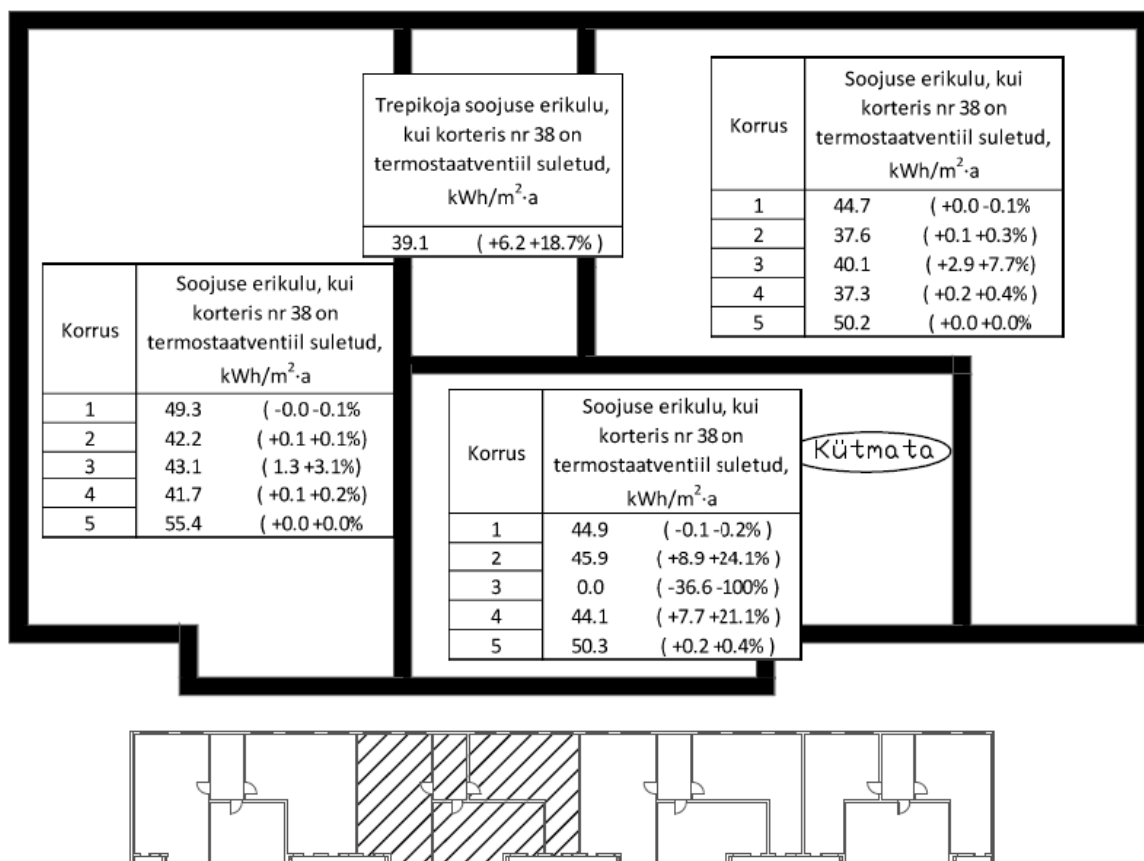


Joonis 8.92. Kütmata hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

### 8.6.2.4 Renoveeritud hoone, kütmata korterid

Kui korteris 38 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 24% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju olemas ka korteri 38 kõrval asuvate korterite küttekulule.

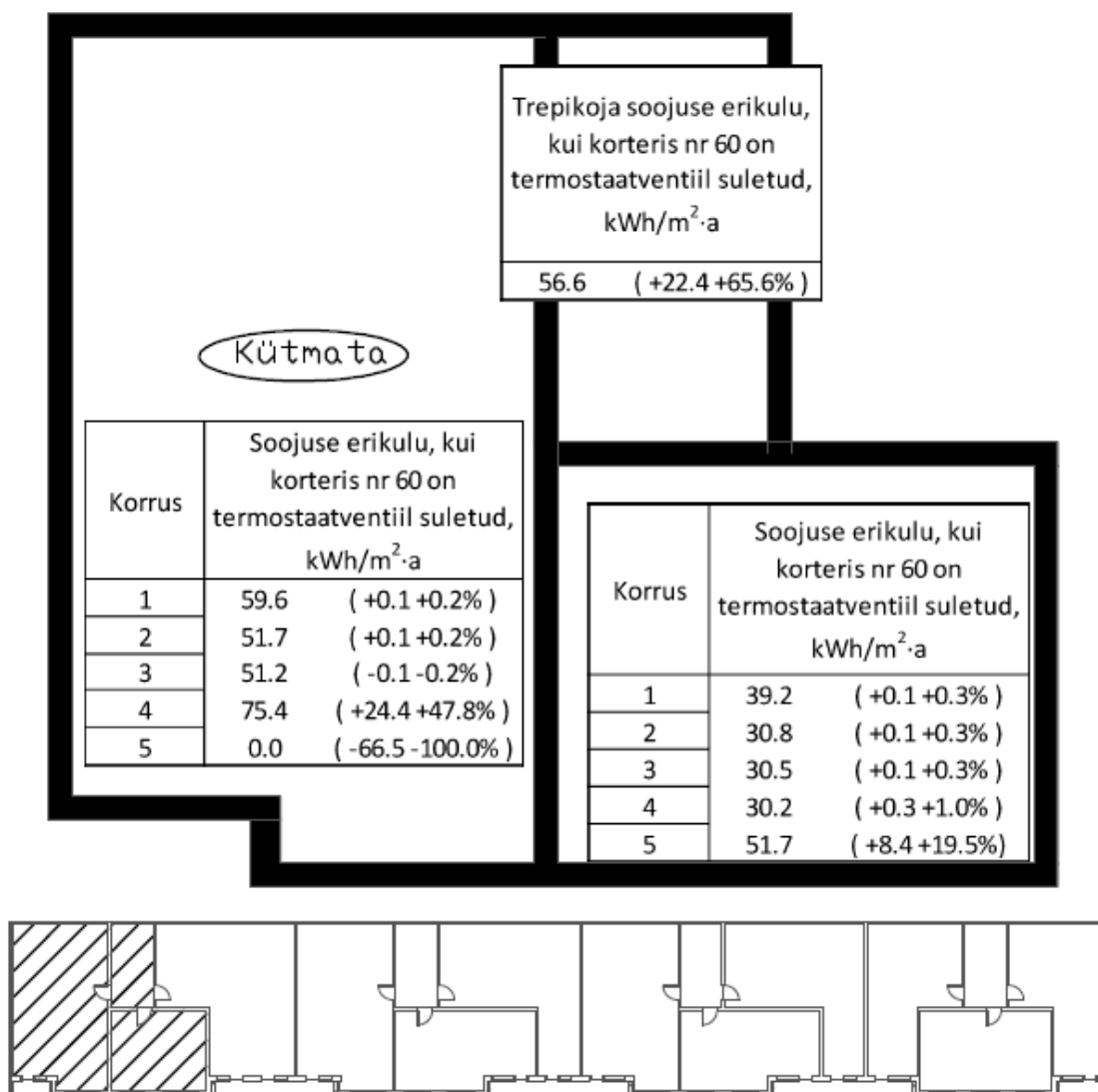
## Energia tõhususklass D



Joonis 8.93. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud

Kui korteris 60 on termostaatventiilid kinni keeratud, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 48% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju kõrval asuva korteri küttekuludele.

## Energia tõhususklass D

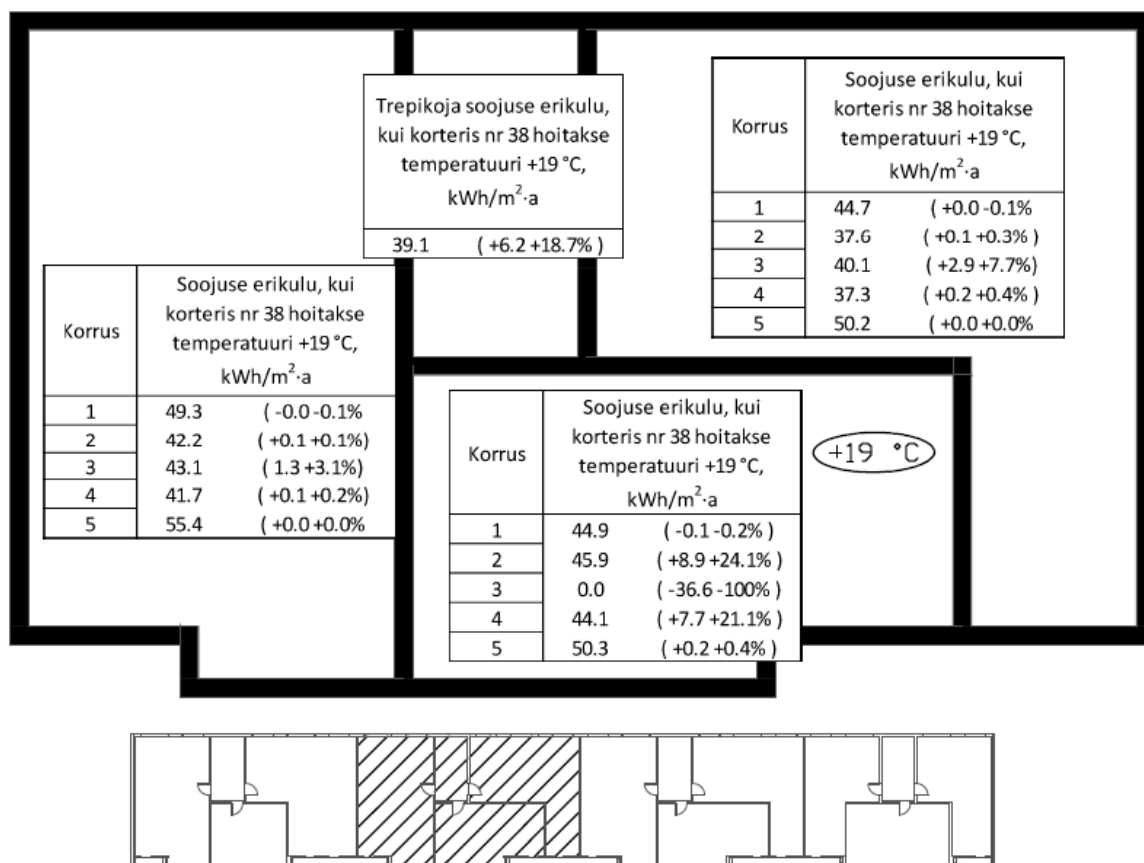


Joonis 8.94. Renoveeritud hoone nurgas asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui termostaatventiilid on kinni keeratud

### 8.6.2.5 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +19 °C

Kui korteris 38 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 24% ja kõige rohkem on mõjutatud alakõetud korteri all ja kohal asuvad korterid. Lisaks nendele korteritele on märgatav mõju olemas ka korteri 38 kõrval asuva korterite küttekulule. Samal ajal väheneb korteri 38 küttekulu 100%.

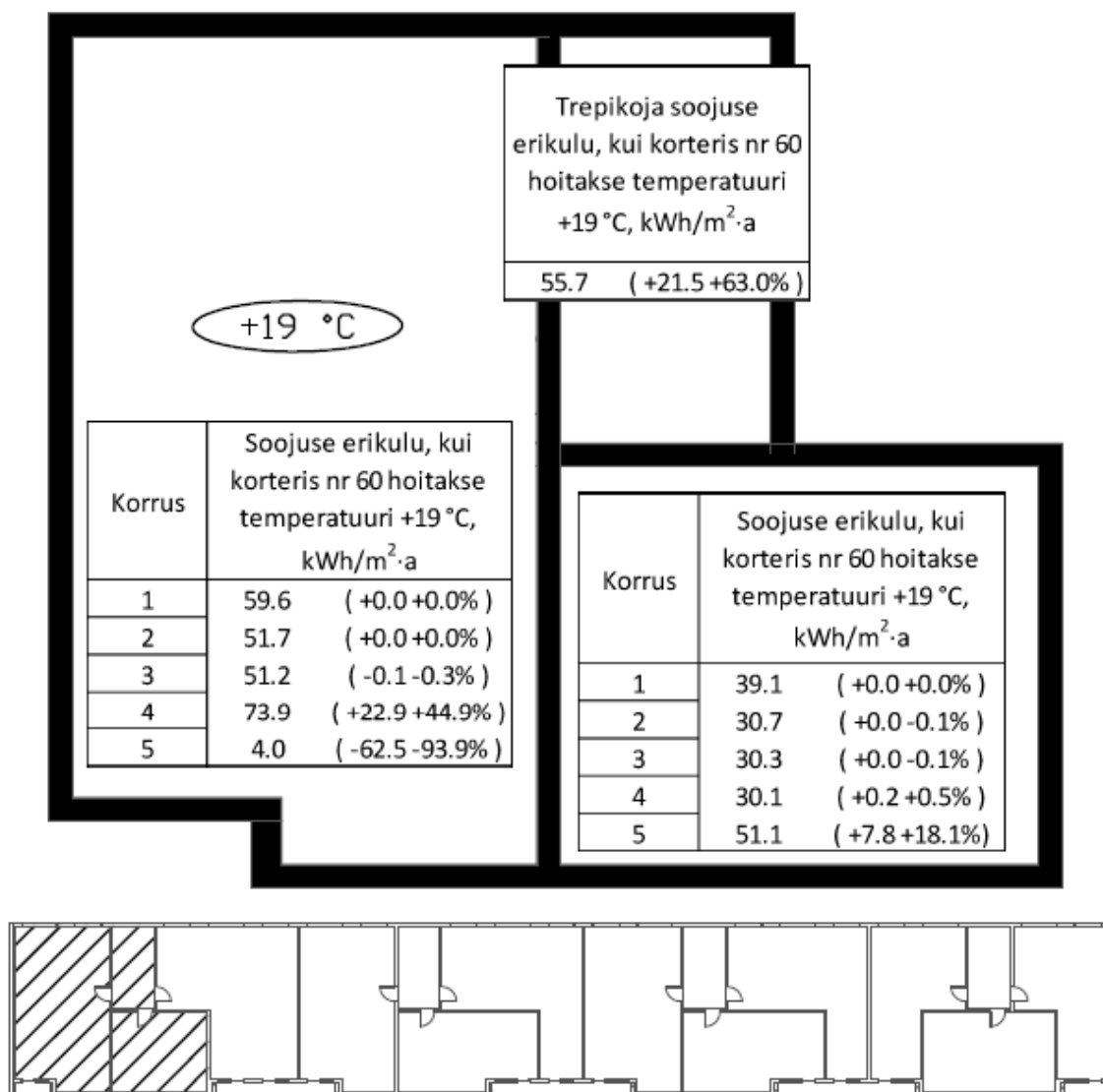
## Energiaatõhususklass D



Joonis 8.95. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C

Kui korteris 60 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +19 °C, siis renoveeritud hoones suurenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 45% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Sealjuures on olemas ka märgatav mõju alakõetud korterist kaks korrust allpool asuva ning samuti kõrval asuva korteri küttekuludele. Samal ajal väheneb korteri 60 küttekulu 94%.

## Energia tõhususklass D



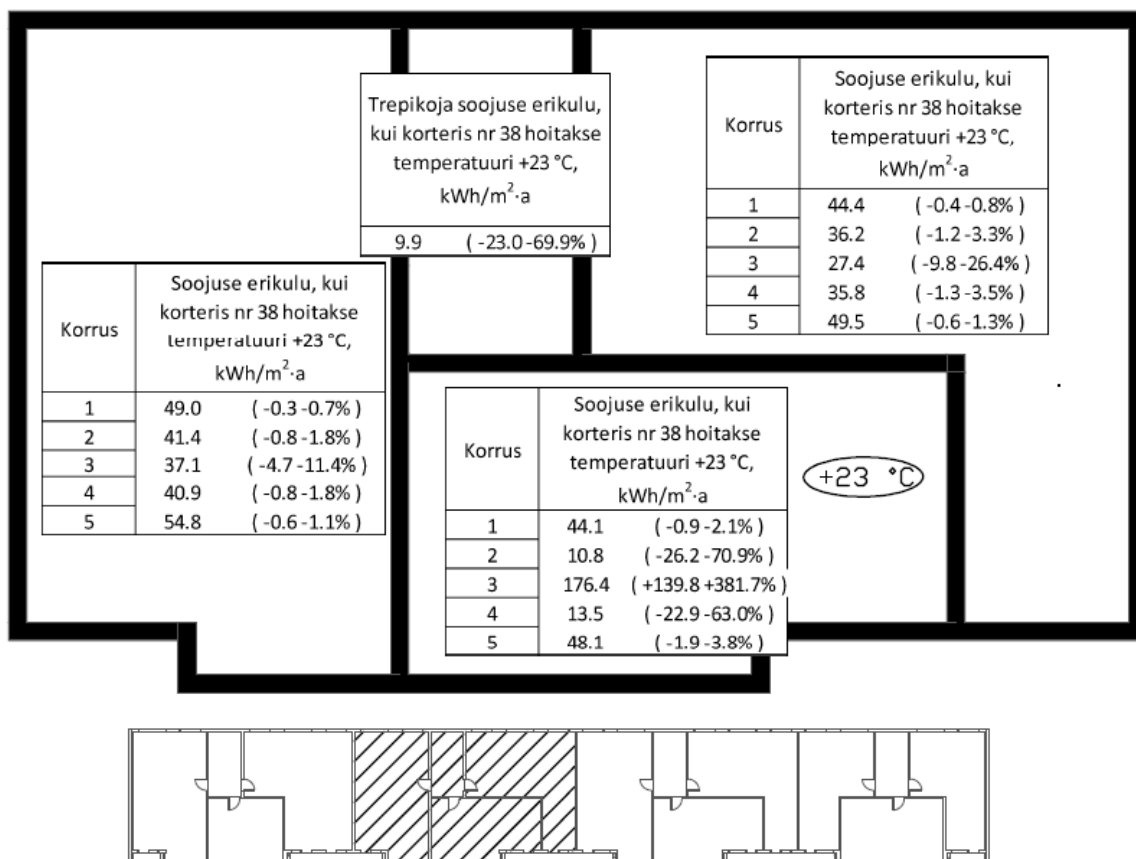
Joonis 8.96. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +19 °C



### 8.6.2.6 Renoveeritud hoone, korteri temperatuur +23 °C

Kui korteris 38 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveeritud hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 71% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all ja kohal asuvate korterite küttekulud. Samal ajal suureneb korteri 38 küttekulu 382%.

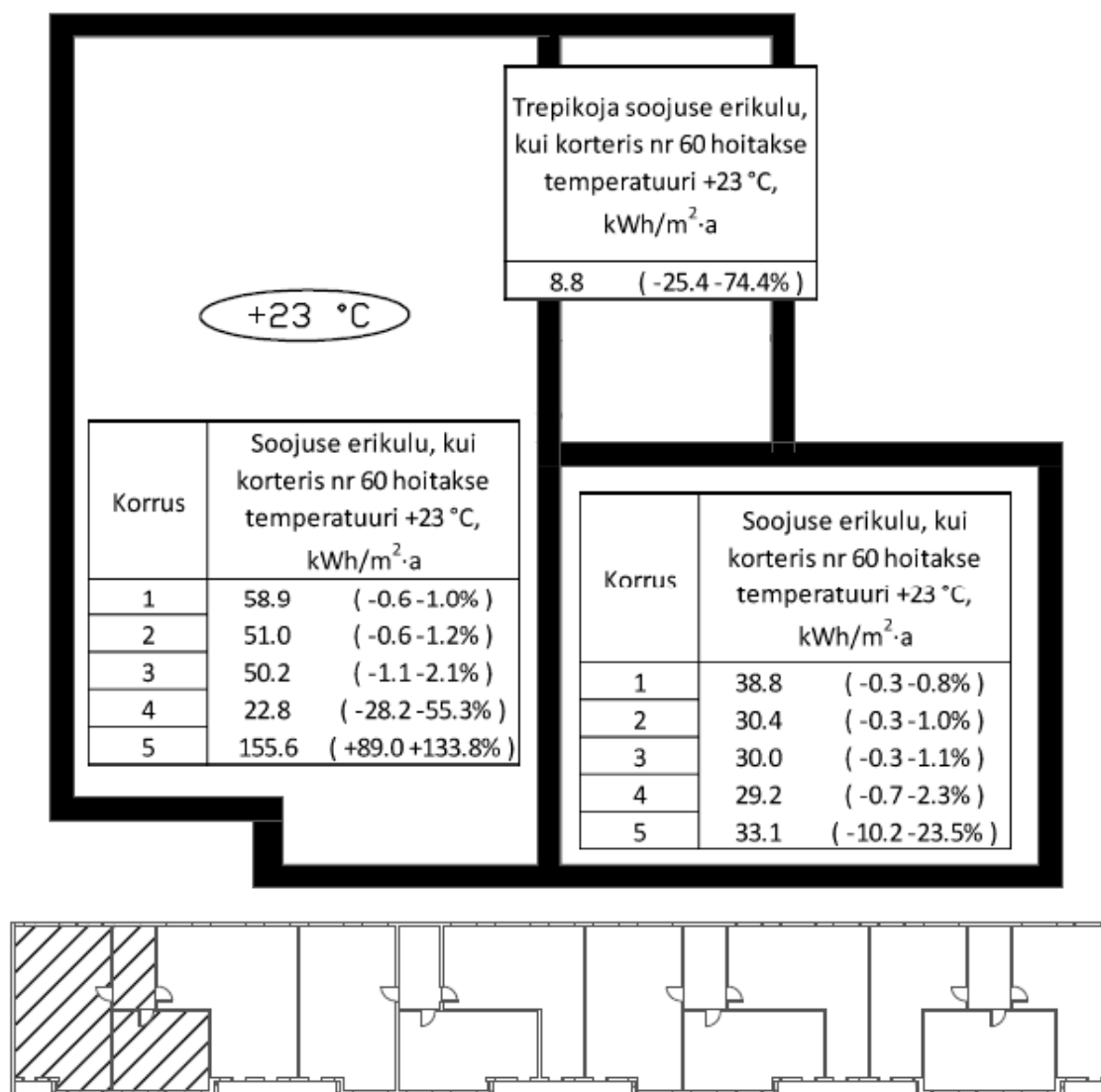
#### Energia tõhususklass D



Joonis 8.97. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

Kui korteris 60 hoitakse kütteperioodil temperatuuri +23 °C, siis renoveerimata hoones vähenevad ümbritsevate korterite küttekulud kuni 55% ja kõige rohkem on mõjutatud kütmata korteri all asuv korter. Samal ajal suureneb korteri 60 küttekulu 134%.

## Energia tõhususklass D



Joonis 8.98. Renoveeritud hoone keskel asuva korteri mõju ümbritsevatele korteritele, kui õhutemperatuuri hoitakse +23 °C

### 8.6.3 Korterite mõju hoone summaarsele küttekulule

5-korruselise põlevkivituhk-gaasbetoonist suurpaneel korterelamu korterite küttekulu muutus võrreldes hoone summaarse küttekulu muutusega, kui ühe korteri sisetemperatuuri muudetakse, on tabelis 8.23 ja 8.24. Renoveerimata hoones moodustab hoone summaarne küttekulu muutus keskel asuva korteri küttekulu muutusest 9 - 16% ja nurgakorteris 26 - 39%. Renoveeritud hoonetes mõjutab korteris hoitav temperatuur terve hoone küttekulu veelgi vähem ning vastavad osakaalud on keskel asuva korteris 11 - 16% ja nurgakorteris 14 - 25%.

**Tabel 8.23. Renoveerimata 5-korruselise gaasbetoonelamu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveerimata						
Õhutemperatuur uuritavas korteri, °C	Korteri 38 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korteri}}}$ %	Korteri 60 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korteri}}}$ %
Kütmata	-3376.8	-321	9.5	-18891	-4901	25.9
+19	-3376.8	-321	9.5	-8513	-2643	31.0
+23	8045.7	1325	16.5	9770.1	3783	38.7

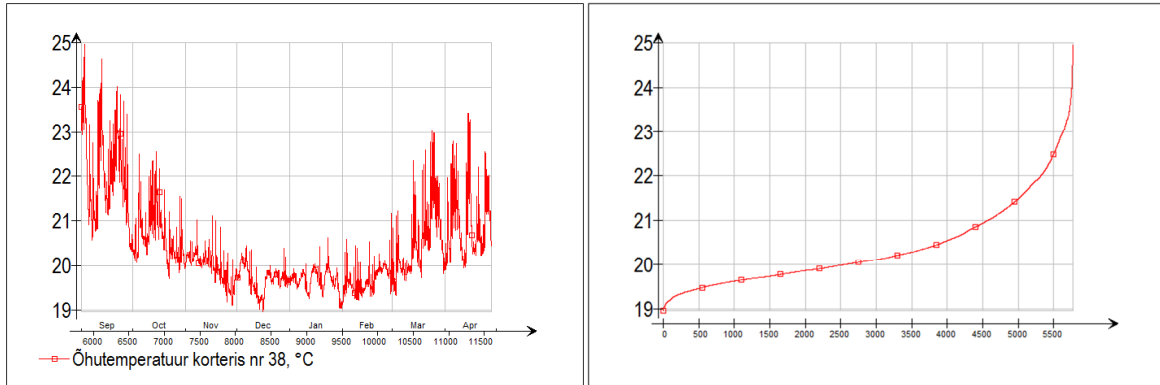
**Tabel 8.24. Renoveeritud 5-korruselise telliselamu küttekulude muutus sõltuvalt korteri sisetemperatuurist**

Renoveeritud						
Õhutemperatuur uuritavas korteri, °C	Korteri 38 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korteri}}}$ %	Korteri 60 küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{korteri}}$ kWh	Hoone kogu küttekulu muutus $\Delta Q_{\text{hoone}}$ kWh	$\frac{\Delta Q_{\text{hoone}}}{\Delta Q_{\text{korteri}}}$ %
Kütmata	-1741.6	-104	6.0	-4577	-654	14.3
+19	-1741.6	-104	6.0	-4299.7	-678	15.8
+23	6648	958.5	14.4	6125.9	1530	25.0

## 8.6.4 Kütmata korterite sisetemperatuur

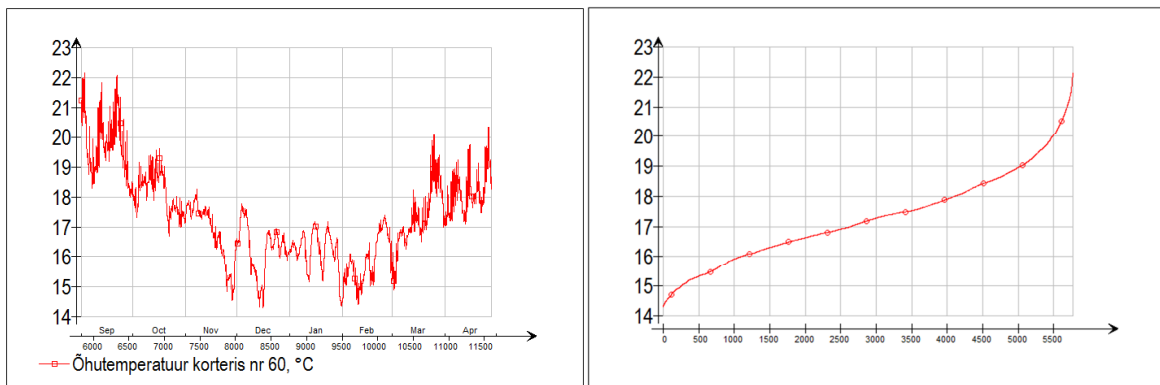
### 8.6.4.1 Renoveerimata hoone

5-korruselise renoveerimata põlevkivituhk-gaasbetoonist suurpaneel korterelamus jäid kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku  $+19,0\text{ °C}$  kuni  $+25,1\text{ °C}$  (joonis 8.99). Kütteperioodi vältel ei langenud korteris õhutemperatuur alla  $+18\text{ °C}$ .



Joonis 8.99. Keskmise korteri õhutemperatuur renoveerimata hoones

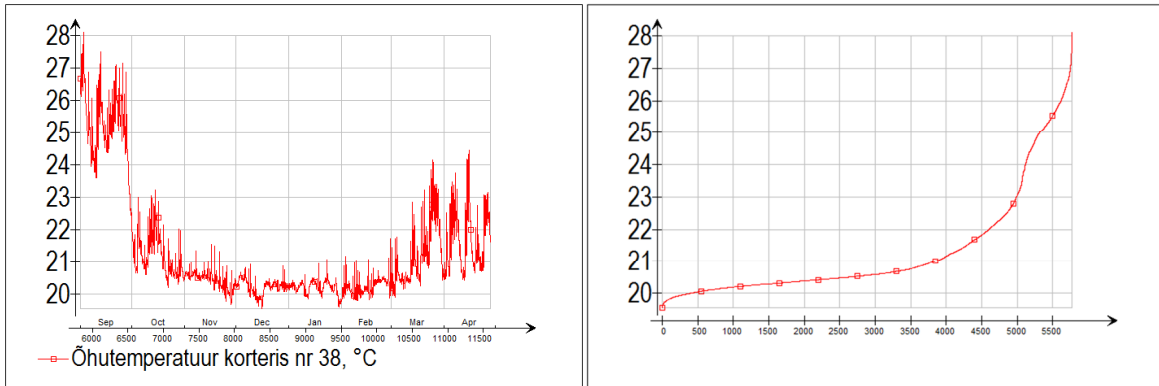
Nurgakorteri jäid kütteperioodil õhutemperatuurid vahemikku  $+14,4\text{ °C}$  kuni  $+25,3\text{ °C}$  (joonis 8.100). Alla  $+18\text{ °C}$  langes õhutemperatuur korteris umbes 4000 tunni jooksul aastas ehk enamikul kütteperioodist on hoone otsakorterites vaja ruume kütta.



Joonis 8.100. Nurgakorteri õhutemperatuur renoveerimata hoones

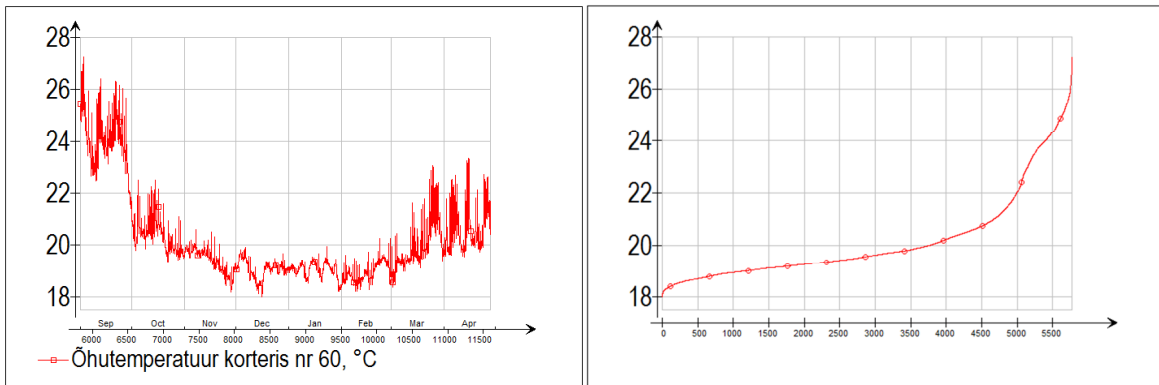
### 8.6.4.2 Renoveeritud hoone

5-korruselise renoveeritud gaasbetoonelamus jäid kütteperioodil keskmise korteri õhutemperatuurid vahemikku  $+19,7\text{ °C}$  kuni  $+28,2\text{ °C}$  (joonis 8.101). Alla  $+18\text{ °C}$  õhutemperatuur korteris ei langenud ehk sellistel tingimustel on võimalik renoveeritud hoone keskmistes korterites elada nii, et termostaatventiilid on suletud.



**Joonis 8.101. Keskmise korteri õhutemperatuur renoveeritud hoones**

Nurgakorteris jäid kütteperioodil õhutemperatuurid vahemikku  $+18,0\text{ °C}$  kuni  $+27,3\text{ °C}$  (joonis 8.102). Alla  $+18\text{ °C}$  õhutemperatuur korteris ei langenud ehk sellistel tingimustel on võimalik renoveeritud hoone keskmistes korterites elada nii, et termostaatventiilid on suletud.



**Joonis 8.102. Nurgakorteri õhutemperatuur renoveeritud hoones**

## 9. Kokkuvõte

Uuringus „Kütteenergia tarbimise vähendamine korterelamutes läbi tarbijate teadlikkuse tõstmise ja käitumisharjumuste muutmise, tuginedes individuaalse küttekulu mõõtmisele“ on vaadeldud kuue erinevat tüüpi korterelamu küttekulusid ja analüüsitud energiasimulatsioonide abil nende korterite küttekulusid erinevate renoveerimisastmete puhul. Analüüsis kasutatud hoonete tüübid olid 5- ja 9-korruselised raudbetoonist suurpaneelilamud, 5-korruseline gaasbetoonpaneelidest Tartu maja, 4- ja 5-korruselised telliselamud ning EKE-tüüpi 3-korruseline gaasbetoonist korterelamu.

Analüüsi peamine eesmärk oli leida sobivad püsi- ja muutuvkulude suhtarvud, mille puhul oleks tagatud elanike motivatsioon hoida küttekulud kontrolli all ja samal ajal ei valitseks liiga suuri erinevusi korterite kütte erikulude vahel. Analüüsides korterelamute küttekulusid ning võrreldes neid kolmes hoones tehtud sisekliima monitooringu andmetega, selgus, et korterite kütte erikulude vahel valitsevad suhteliselt suured erinevused. Mõnikord võis suhteliselt suure tõenäosusega küttekulu erinevuse põhjuse kindlaks määrata, kuid tihti oli konkreetset korteri küttekulu suurendavat või vähendavat põhjust raske välja selgitada. Selleks et kõigis hoonetes jääks erinevused allokaatoritega määratud kütte erikulude vahel alla kahe korra ning suurimad kütte erikulud ei läheks oluliselt üle 1,3 korra suuremaks hoone keskmisest, oleks vaja kasutada püsi- ja muutuvkulude suhet 75/25%.

Kõigis hoonetes tehti energiasimulatsioonid kolme hoonevariandi puhul: renoveerimata hoone, soojustatud hoone arvutusliku energiatõhususe klassiga D ning komplekselt renoveeritud hoone arvutusliku energiatõhususe klassiga C. Viimase variandi puhul eeldati, et hoones on soojustagastusega sissepuhke-väljatõmbeventilatsioon. Simulatsioonide abil leiti kõigile korteritele nende asukohast sõltuvad parandustegurid. Arvutusvariandi puhul, kus energiatõhususe klass oli D, olid erinevused parandustegurite vahel väiksemad kui ülejäänud kahe variandi puhul. Põhjuseks on see, et antud variandis moodustab soojuskaost suhteliselt suure osa külma välisõhu ülessoojendamine ja arvutuslik õhuvahetus pindala kohta oli kõigis korterites sama. Teiste variantide puhul moodustasid soojuskaod läbi välispiirete suurema osa ja seetõttu sõltus küttekulu rohkem korteri asukohast. Kõigis hoonetes korrigeeriti allokaatorite abil leitud küttekulusid valideerimismudeli abil leitud parandusteguritega, kuid väga olulist küttekulude erinevuse vähenemist ei esinenud ja teinekord ebavõrdsus isegi suurenes. See näitab, et lisaks korteri asukohale sõltub korteri küttekulu paljudest muudest olulistest teguritest.

Kõigis hoonetes tehti küsitlused hindamaks inimeste käitumisharjumusi ning suhtumist individuaalsesse küttekulude jaotamise süsteemi. Väga suur osa vastanutest väitis, et kasutab ruumipõhist temperatuuri reguleerimist. Inimesed pööravad tähelepanu renoveerimise käigus paigaldatud termostaatventiilidele ja üritavad neid sihtotstarbeliselt kasutada, mis on väga positiivne. Seejuures oli selliste inimeste hulk vastanute seas kõrge sõltumata sellest, millised olid majas kasutatavad püsi- ja muutuvkulude suhtarvud. Suhteliselt suur osa küsitletutest kasutab teatud perioodidel temperatuuri alandamist. Soojustamata majades olid elanikud täheldanud nii küttekulude tõusu, langust kui ka samaks jäämist. Renoveerimise käigus soojustatud hoones iseenesestmõistetavalt küttekulud üldjuhul langesid. Peamiselt väitsid elanikud, et hoiavad korterites sisetemperatuuri +20 kuni +22 °C, mis vastas hästi ka sisekliima monitooringu tulemustele.

Energiasimulatsioonide abil leiti, kui palju mõjutab kinnikeeratud termostaatventiilidega korter ümbritsevate korterite küttekulusid ning kui madalale langevad selles korteris sisetemperatuurid kütteperioodi jooksul. Lisaks uuriti olukordi, kus üksikutes korterites hoiti sisetemperatuure +19 °C ja +23 °C. Analüüsiti renoveeritud ja renoveerimata varianti, kusjuures nende puhul tehti omakorda analüüs hoone keskel ja nurgas asetsevate korterite kohta. Kõigil juhtudel suurendas ühe korteri kütmata jätmise märkimisväärselt ümbritsevate ruumide küttekulusid. Kui hoone keskel asuv korter suutis mõjutada

Ümbritsevate korterite küttekulusid kuni 25–30%, siis nurgakorteri mõju ulatus lausa 75%-ni. Kõige suurem mõju oli korterite vahel, mis asusid üksteise kohal. Soojustatud hoonetes sõltusid korterite küttekulud üksteisest rohkem kui renoveerimata hoonetes.

Ala- või ülekoetud üksiku korteri mõju kogu hoone soojustarbimisele on suhteliselt väike. Hoone keskel asuva korteri puhul suurenes või vähenes hoone soojustarbimine ainult kuni 30%, võrreldes selle korteri küttekulu muutusega, ja soojustatud hoones polnud nurgakorteri mõju summaarsele küttekulule märkimisväärselt suurem. Ainult renoveerimata hoones asuvas nurgakorteris oli korteri küttekulu muutus võrreldav kogu hoone küttekulu muutusega, kuid selgi juhul ei ulatunud muutuste suhe märkimisväärselt üle 60%. Soojustatud majas liigub soojus hoonesisiselt lihtsamalt kui hoonest välja ning seetõttu on soojapidavas hoones üksiku korteri mõju kogu küttestarbele suhteliselt väike.

Ümbritsevatest korteritest tuleva soojuse tõttu ei langenud simulatsioonide käigus renoveeritud maja küteta korterites õhutemperatuur märkimisväärselt alla +18 °C, mis mõnele inimesele sobib täiesti eluruumide õhutemperatuuriks. Renoveerimata hoones langes õhutemperatuur siiski oluliselt suhteliselt pikal perioodil alla +18 °C, mis näitab, et sel juhul on vajalikud kütteallikad õhutemperatuuri tõstmiseks.

Arvestades seda, et küsitluste tulemuste kohaselt on inimesed motiveeritud küttekulusid kontrolli all hoidma sõltumata püsi- ja muutuvkulude suhtarvust ja et korterite küttekulu mõjutavad oluliselt mitmed tegurid, võiks soovitada individuaalse küttekulude jaotamise süsteemi puhul kasutada võimalikult väikseid muutuvkulude osakaalusid. Analüüsinud kortermajade dünaamiliste simulatsioonidega tehtud energiakuluarvutusi, mõõdetud küttekulu andmeid, küttekulu makseid, püsi- ja muutuvkulude suhtarve ning naabrikütte mõju, jõudsid töö autorid järeldusele, et vanade kortermajade püsi- ja muutuvkulude optimaalne suhtarv on 75/25.

## LISA 1

### Individuaalse reguleerimise ja kuluarvestusega küttesüsteemi uuring

Hea ..... elanik,

anname teada, et Tallinna Tehnikaülikool viib SA Kredex'i tellimusel erinevat tüüpi individuaalse reguleerimisvõimalusega küttesüsteemide ja kuluarvestusega kortermajades läbi täpsustava uuringu.

Sellega seoses palume Teil täita alljärgnev küsitlusleht:

1) Kas kasutate radiaatori termostaadiga ruumipõhist reguleerimist?

JAH	EI OSKA ÕELDA	EI
-----	---------------	----

2) Kas individuaalse temperatuuri reguleerimise võimalusega ja kuluarvestusega küttesüsteemi paigaldus on toonud Teile kulude kokkuhoidu?

Küttekulud on langenud	Küttekulud on samad	Küttekulud on tõusnud
------------------------	---------------------	-----------------------

3) Kas individuaalse temperatuuri reguleerimise võimalusega küttesüsteemi paigaldusega on kaasnenud mugavustunde kasv?

JAH	EI OSKA ÕELDA	EI
-----	---------------	----

4) Millist temperatuuri hoiate tavaliselt oma korteris?

all 20 °C	20 – 22 °C	üle 22 °C
-----------	------------	-----------

5) Kas kasutate ruumitemperatuuri alandamist teatud perioodiks?

JAH	EI OSKA ÕELDA	EI
-----	---------------	----

Kas korteris on aknad vahetatud?

JAH / EI

Muud

kommentaariid

.....  
.....  
.....

**NB! Kogu saadud informatsioon on konfidentsiaalne ning kasutatakse ainult antud uuringu eesmärkidel.**

Küsimuste või probleemide korral palun võtke ühendust tel +372 56647035.

**Palume täidetud lehed panna ühistu (esimehe) postkasti hiljemalt ..... aprilliks 2012.**

Ette tänades,  
TTÜ Keskkonnatehnika Instituut



### Исследование индивидуально регулируемой системы отопления

Ув. член квартирного товарищества,

Извещаем Вас о том, что Таллиннский технический университет проводит исследование разных типов зданий с индивидуально регулируемой системой отопления по заказу AS Kredex.

В связи с этим, просим Вас заполнить данный опрос:

1) Используете ли вы радиаторные термостаты для регулировки температуры в комнатах?

Да	Не могу ответить	Нет
----	------------------	-----

2) После установки системы отопления с индивидуальным регулированием понизились ли расходы на отопление ?

Расходы снизились	Расходы те же	Расходы выросли
-------------------	---------------	-----------------

3) После установки системы отопления с индивидуальным регулированием стали Вы чувствовать себя комфортнее ?

Да	Не могу ответить	Нет
----	------------------	-----

4) Какую температуру Вы предпочитаете выставлять в комнатах?

ниже 20 °C	20 – 22 °C	выше 22 °C
------------	------------	------------

5) Понижаете ли Вы выше отмеченную температуру в комнатах на определённый период ?

Да	Не могу ответить	Нет
----	------------------	-----

Комментарии .....

NB! Вся полученная информация конфиденциальна и будет использоваться только для данного исследования.

В случае возникновения вопросов просим Вас обратиться по тел. +372 55517784

**Просим Вас заполненную анкету поместить в ящик показателей водомеров не позже XX. Апреля**

Заранее Спасибо,  
ТТУ