

Kraavi 5, Türi  
25-korteriga elamu

## ENERGIAAUDIT



Koostaja:  
Toomas Rähmonen  
TERMOPIILT OÜ

Veebruar 2007

TERMOPIILT OÜ on registreeritud Majandustegevuse registris, tegevusala:  
Ehitiste ekspertiiside teostamine: VK ja küte, piirete ja materjalide soojapidavus ning -juhtivus, energiaauditid  
Registreeringu number: EEK000228

## Sisukord

Sissejuhatus.....	3
Hoone iseloomustus .....	4
Üldiseloomustus.....	4
Energiakasutus .....	5
Hoone energiabilanss .....	7
Kanalisatsiooni juhitud energia.....	7
Hoone kütteks kulunud energiahulk .....	8
Tasandamine kraadpäevadega .....	8
Energiakulu läbi hoone välispiirete .....	10
Energiakulu ventilatsiooniga .....	11
Hoone energiabilanss kokkuvõte .....	12
Kokkuhoiu võimalused .....	13
Sokkel .....	13
Seinte soojuspidavus .....	13
Akende vahetus.....	13
Katuslagi .....	14
Välisüksed.....	14
Ventilatsioon .....	14
Reovesi.....	15
Keldrisein ja põrand .....	15
Kokkuhoiumeetmete kokkuvõte .....	15
Täiendavad tehnilised soovitused .....	17
Küttesüsteem.....	17
Keldri magistraalsete küttetorude välisjahtumine.....	17
Elektrisüsteem.....	17
Kokkuvõte.....	18
Kasutatud allikad .....	18

## **Sissejuhatus**

Käesoleva töö raames on koostatud energiaaudit Türil Kraavi 5 asuva viiekordse 25-korteriga hoone kohta.

Energiakasutuse analüüsimiseks on kasutatud korteriühistu juhatuse poolt kogutud ja edastatud andmeid hoone ekspluatatsiooni kohta aastail 2001 kuni 2005.

Hoone seisukorra täpsemaks määramiseks on teostatud jaanuaris 2007 hoone termograafilise ja visuaalne ülevaatus. Termograafilise ülevaatus koosta on koostatud ka eraldi termograafilise ülevaatus protokoll, mis on käesoleva energiaauditi lisaks.

## **Hoone iseloomustus**

### **Üldiseloomustus**

Ehitusaasta: 1988

Kandekonstruktsioon: vundament-paneelid; seinad-suurpaneel

Katus: lamekatus, rullmaterjal

Muud: 30 korteriline, 2 trepikojaga, 5 korruseline; täiskeldriga.

Suletud netopind 1761,1 m<sup>2</sup> ja maht 6072 m<sup>3</sup>

Küte: kaugküte, sõltumatu süsteem.

Soojasõlm: automaatne soojussõlm

Kogu tarbitav soojusenergia mõõdetakse soojasõlmes.

Küttesüsteem: altjaotusega ühetorusüsteem malmradiaatoritega.

Elekter: Elekter arveldatakse müüjaga läbi ühistu

Vesi: Kogu elamu veetarve fikseeritakse peamõõtjaga, kõigil korteritel on oma mõõtjad.

Ventilatsioon: Loomulik ventilatsioon.

## Energiakasutus

Analüüsimaaks hoone energiavajadust on vaadeldud aastate 2001-2005 tarbimisandmeid kuude kaupa.

Esitatud tarbimise andmed:

Elektrienergia kulu, kogu maja lõikes (MWh)

Tabel 1.

	2001	2002	2003	2004	2005
Jaanuar	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
Veebruar	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
Märts	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
Aprill	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
Mai	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
Juuni	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
Juuli	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
August	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
September	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
Oktoober	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
November	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
Detsember	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
Kokku	83,88	79,56	86,04	82,08	85,68

Soojusenergia kulu (MWh)

Tabel 2.

	2001	2002	2003	2004	2005
Jaanuar	32,8	38,3	43,1	36,0	28,9
Veebruar	38,6	33,7	37,4	36,7	34,0
Märts	31,7	32,1	28,3	27,6	31,4
Aprill	17,9	14,1	21,1	15,4	17,6
Mai	6,6	0,3	8,8	5,0	11,1
Juuni					1,5
Juuli					
August					
September	8,0	4,0	3,1	3,1	0,7
Oktoober	19,7	29,3	16,4	16,7	10,9
November	30,8	41,8	25,9	23,6	21,4
Detsember	50,0	40,0	28,8	28,4	27,9
Kokku	236,0	233,6	212,9	192,5	185,4

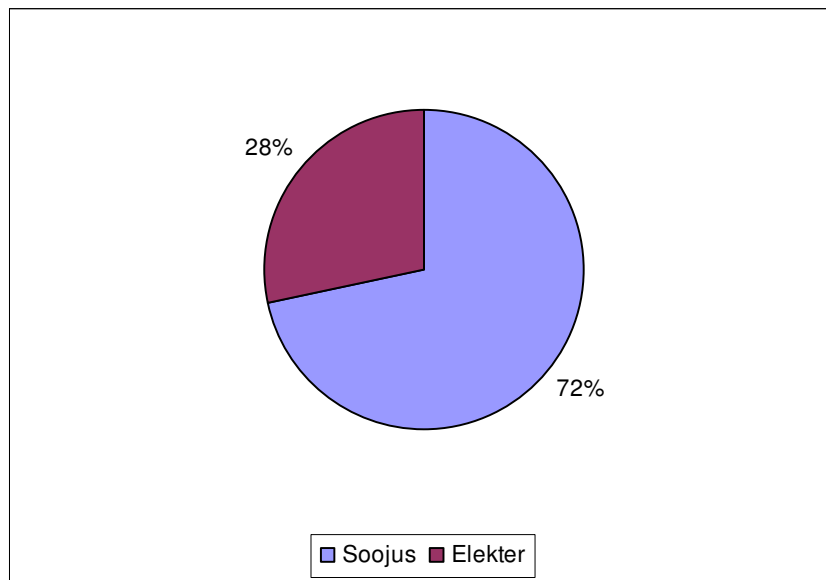
Summaarselt hoonesse antud energia (MWh)

Tabel 3.

	2001	2002	2003	2004	2005
Jaanuar	39,78	44,91	50,26	42,89	36,09
Veebruar	45,59	40,34	44,60	43,54	41,17
Märts	38,69	38,75	35,49	34,47	38,53
Aprill	24,90	20,77	28,25	22,20	24,69
Mai	13,56	6,96	15,93	11,80	18,21
Juuni	6,99	6,63	7,17	6,84	8,67
Juuli	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
August	6,99	6,63	7,17	6,84	7,14
September	14,97	10,64	10,28	9,94	7,79
Oktoober	26,69	35,94	23,58	23,49	18,08
November	37,81	48,38	33,05	30,47	28,52
Detsember	56,96	46,59	35,94	35,26	35,00
Kokku	319,89	313,17	298,90	274,58	271,04

Perioodil 2001 kuni 2005 summaarselt hoonesse antud energia 1477,57 MWh jaguneb liikide kaupa järgmiselt:

Graafik 1



Kuivõrd hoonesse antud energia lahtub sealt peamiselt kolmel viisil: jahtumisena läbi välispiirete, ventilatsiooniõhuga ning reoveega kanalisatsiooni, siis on järgmisena vajalik määrata nende kaoliikide osakaalud.

## Hoone energiabilanss

### Kanaliseerimise juhitud energia

Esmalt leiame reoveega kanalisatsiooni juhitud energiahulgad. Selleks vaatleme hoone veekasutuse ajalugu (m<sup>3</sup>):

Tabel 4.

	2001	2002	2003	2004	2005
Jaauar	165	150	148	155	123
Veebruar	167	153	149	151	130
Märts	168	149	149	145	109
Aprill	166	151	155	155	129
Mai	158	154	152	157	124
Juuni	159	147	157	149	112
Juuli	119	109	118	109	89
August	158	141	150	121	101
September	164	153	154	130	115
Oktoober	160	146	148	125	101
November	178	147	148	111	114
Detsember	165	145	146	120	128
	1927	1745	1774	1628	1375

Sooja tarbevee tootmise hinnangulised energiakulud reoveega (MWh) on järgmised:

Tabel 5

	2001	2002	2003	2004	2005	Keskmine
Jaauar	4,3	3,8	2,8	4,1	3,7	3,7
Veebruar	4,5	4,1	2,9	3,6	3,8	3,8
Märts	4,6	3,7	2,9	3,0	3,5	3,5
Aprill	4,4	3,9	3,4	4,1	3,9	3,9
Mai	3,6	4,2	3,2	4,3	3,8	3,8
Juuni	3,7	3,5	3,6	3,4	3,6	3,6
Juuli	1,5	1,5	1,5	3,7	3,7	2,4
August	3,6	3,0	3,0	3,2	3,2	3,2
September	4,2	4,1	3,3	3,9	3,9	3,9
Oktoober	3,8	3,4	2,8	3,3	3,3	3,3
November	5,5	3,5	2,8	3,9	3,9	3,9
Detsember	4,3	3,3	2,6	3,4	3,4	3,4
Kokku	47,9	42,1	34,8	44,0	43,8	42,5

Jälgitav veekasutuse vähenemine, mis viitab tarbijate teadlikkuse tõusule ja ökonoomsemate seadmete kasutuselevõtule.

### Hoone kütteks kulunud energiahulk

Lahutades hoonesse summaarselt antud energiahulgast sealt reoveega kanalisatsiooni juhitud energiakogused, saame hoone küttele ja ventilatsioonile jääva energiahulga (MWh):

Tabel 6

	2001	2002	2003	2004	2005
Jaanuvar	35,50	41,10	47,47	38,82	32,35
Veebruar	41,13	36,25	41,72	39,89	37,41
Märts	34,13	35,03	32,61	31,47	34,99
Aprill	20,54	16,87	24,82	18,13	20,75
Mai	9,93	2,78	12,77	7,51	14,40
Juuni	3,27	3,10	3,55	3,41	5,09
Juuli	5,49	5,13	5,67	3,11	3,41
August	3,37	3,66	4,20	3,65	3,95
September	10,79	6,55	6,94	6,07	3,92
Oktoober	22,88	32,51	20,79	20,15	14,74
November	32,33	44,85	30,26	26,53	24,58
Detsember	52,68	43,24	33,34	31,86	31,59
Kokku	272,03	271,07	264,14	230,60	227,19

### Tasandamine kraadpäevadega

Saavutamaks eri aastate omavahelist võrreldavust, on järgmise etapina teostatud andmete ühtlustamine kraadpäevade abil. Kalkulatsioonides on kasutatud Eesti Hüdroloogia ja Meteoroloogia Instituudi poolt Türi linna kohta kogutud andmeid.

Kraadpäevade arvestuses on baastemperatuurina kasutatud 17°C, nii on kaudselt arvesse võetud ka muude energiaallikate poolt (inimesed, päikesekiirgus akendest) hoonesse antud energiahulk.

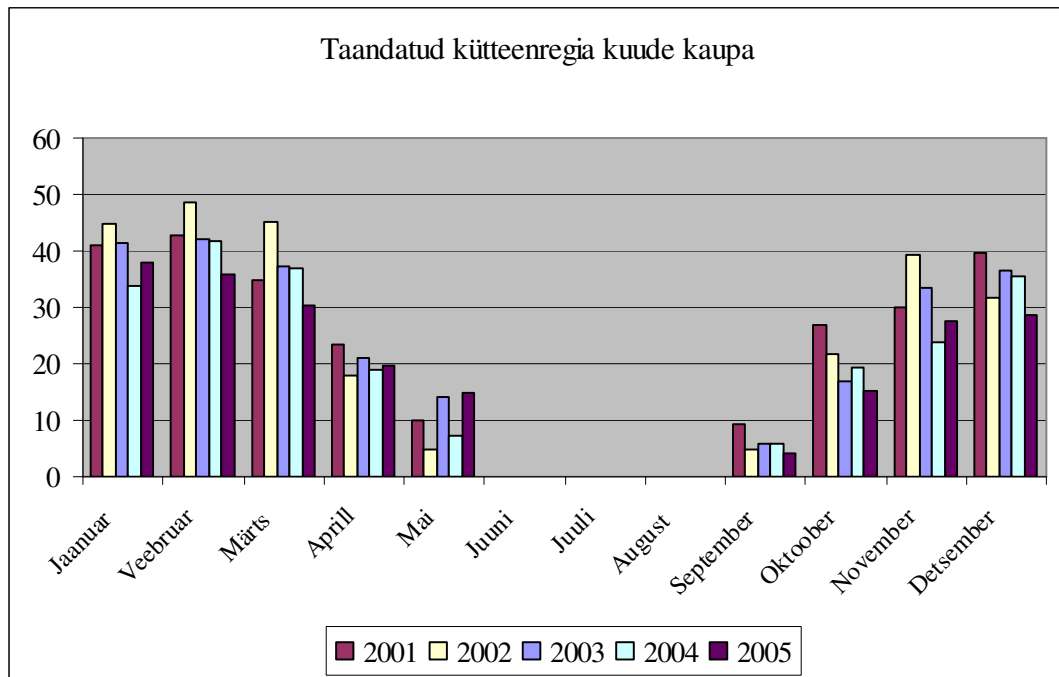
Keskmise kraadpäevade arvuga silutud hoone küttele kasutatud energiahulk (MWh), arvestades, et juunist augustini hoone kütmist ei toimu ja energia kulub soojavee süsteemi kadude kompenseerimiseks. Tulemused on ära toodud Tabelis 7:

Tabel 7

	2001	2002	2003	2004	2005	Keskmine	Osakaal
Jaanuvar	41,16	44,98	41,39	33,85	37,92	39,86	16,6%
Veebruar	42,85	48,47	41,96	41,83	35,75	42,17	17,5%
Märts	34,82	45,01	37,20	36,92	30,49	36,89	15,3%
Aprill	23,30	18,10	21,07	19,10	19,74	20,26	8,4%
Mai	9,86	4,85	13,97	7,23	14,98	10,18	4,2%
Juuni							
Juuli							
August							
September	9,19	4,78	5,80	5,82	4,10	5,94	2,5%
Oktoober	26,90	21,88	16,85	19,42	15,31	20,07	8,3%
November	29,88	39,18	33,41	23,83	27,72	30,81	12,8%
Detsember	39,78	31,63	36,65	35,44	28,69	34,44	14,3%
Kokku	258	259	248	223	215	241	100,0%

Paremaks jälgimiseks on andmed esitatud graafiliselt.

Graafik 2



Ehkki kraadpäevade abil on välistemperatuuri muutuste mõju elimineeritud, on tarbimine kuude ja aastate lõikes muutuv, olles peamiselt langev.

Edaspidistes arvutustes on kasutatud hoone aastase energiavajadusena küttele ja ventilatsioonile Tabel 7. toodud keskmistatud energiavajadust 241 MWh/aastas.

### **Energiakulu läbi hoone välispiirete**

Hindamaks iga piirde osa hoone välisjahtumises, määrame eraldi iga piirde soojusjuhtivuse ning võttes arvesse antud piirde pinna suurust, saame arvutada iga piirde kaudu aastas eralduva energiahulga.

Tuginedes hoone projektdokumentatsioonile, ehitisregistrile ja korteriühistu poolt esitatud andmetele:

Majaalune pindala	360 m <sup>2</sup>
Maja ümbermõõt	84 m
Maja kubatuur	6 072 m <sup>3</sup>
Akende pindala kokku	218 m <sup>2</sup>
neist vahetatud	91 m <sup>2</sup>
Välisuste pindala	16 m <sup>2</sup>
Seina pindala kokku	1 178 m <sup>2</sup>
Sokliosa pindala	79 m <sup>2</sup>
Keldrisein	92 m <sup>2</sup>
Katuslae pindala	360 m <sup>2</sup>

Piirete soojusjuhtivused on arvutatud termograafilise ülevaatus käigus saadud andmete põhjal.

Põranda soojusjuhtivus on arvutatud vastavalt EPN 12.1 metoodikale.

Akende soojusjuhtivused on võetud vastavalt praktilisele kogemusele samatüübiliste avatäidete põhjal.

Lähtuvalt antud andmetest on teostatud piirete soojuskadude arvutused ning lähtudes keskmise aasta kraadtundidest on arvutatud erinevate kaoliikide kaudu hoonest eralduvad aastased soojushulgad. Tulemused on toodud Tabel 8.

Tabel 8.

Piirde nimetus	Pindala m <sup>2</sup>	U-arv W/m <sup>2</sup> °C	q W/°C	Q MWh
Seinad	1178	0,80	942,6	91
Katuslagi	360	0,40	144,0	14
Aknad	218	2,12	463,8	45
Välisüksed	16	1,80	28,9	3
Sokkel	79	1,80	141,7	8
Keldrisein	92	0,41	37,9	2
Keldri põrand	360	0,41	147,6	9
			Kokku	172

### Energiakulu ventilatsiooniga

Summaarne soojuskadu keskmisel aastal läbi piirete on seega 172 MWh. Arvestades, et keskmise aasta kogu hoone küttele ja ventilatsioonile kuluv energiahulk (Tabel 7) on 241 MWh, võib järeldada, et energiakulu ventilatsiooniga on nende väärtuste vahe.

Seega keskmisel aastal hoonest väljaveetav energiahulk on 69 MWh

Andmaks hinnangut hoone ventileeritusele, arvutame keskmise kraadpäevade arvu kaudu õhukoguse, mis on vajalik saadud energiahulga väljakandmiseks. Tulemuseks on, et hoonest ventileeritakse välja keskmiselt 2109 m<sup>3</sup>/h. Lähtudes hoone mahust 6072 m<sup>3</sup>, saame keskmiseks õhuvahetuseks 0,347 korda tunnis.

Arvestades, et normaalseks loetaksegi hoone ventileeritust eluruumide korral vähemalt kord 2 tunni jooksul e. 0,5 korda tunnis, võib hoonet pidada oluliselt alaventileerituks.

Ülevaatusel hetkeks oli hoone akendest ~42% vahetatud kaasaegsete ja suurema õhupidavusega akende vastu. Nii võib eeldada, et akende jätkuva vahetamise tulemusena õhuvahetus väheneb veelgi.

Tuleb silmas pidada, et ka pärast tihedamate akende vahetust oleks korterite õhuvahetus siiski piisaval määral tagatud. Selleks tuleb aknad varustada õhutusklaappidega ning neid ka otstarbekohaselt kasutada.

Ebapiisava õhuvahetuse esmaseks indikaatoriks on kõrgenenud toaõhu niiskus, mis soodsate tingimuste korral tekitab niiskuskahjustusi ja hallitust. Vähemtajutav on toaõhku kontsentreeruvad CO<sub>2</sub> ja muud elutegevusega kaasnevad jääkained, millises keskkonnas pideval viibimisel on oht tervisekahjustuste tekkeks.

Täiendavat käsitlust leiab temaatika ventilatsioonisüsteemi käsitluses edaspidi.

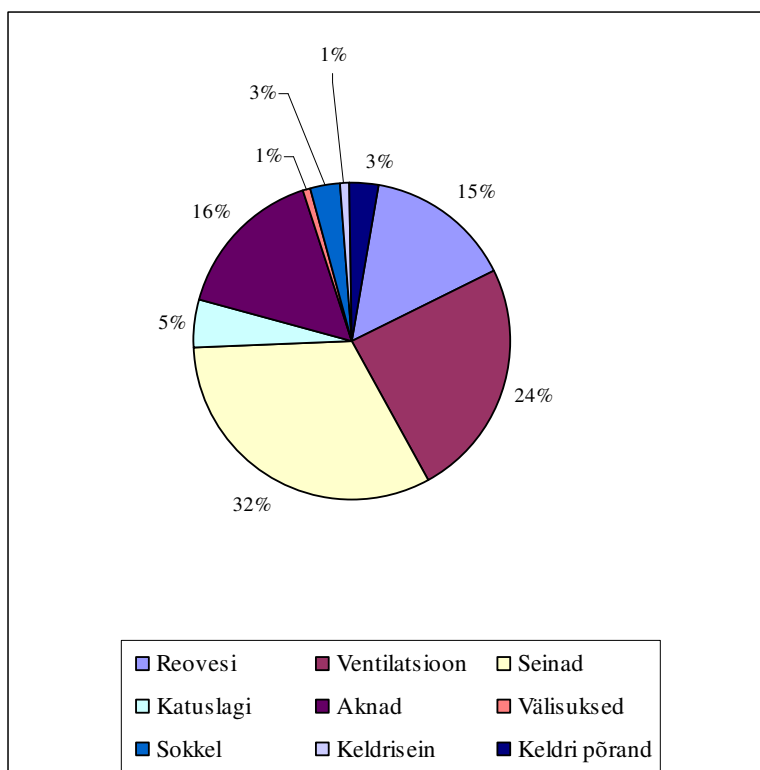
## Hoone energiabilanss kokkuvõte

Lähtuvalt olemasolevast situatsioonist, võib keskmise aasta energiakogused välja tuua järgmiselt:

Tabel 9

Kao allikas	Q MWh
<b>Kokku</b>	<b>283</b>
Reovesi	43
Ventilatsioon	69
Seinad	91
Katuslagi	14
Aknad	45
Välisüksed	3
Sokkel	8
Keldrisein	2
Keldri põrand	9

Paremaks olukorra visualiseerimiseks toome jaotuse välja ka graafiliselt  
Graafik 3



## Kokkuhoiu võimalused

Hindamaks kokkuhoiuvõimalusi, tuleb vaadelda millisel määral on kokkuhoiumeetmed rakendatavad iga kaoallika kohta eraldi.

Vaatleme kadude vähendamist nende tasuvusaegade järjekorras, alustades lühimast.

## Sokkel

Lähtuvalt termograafilise ülevaatus põhjal teostatud kaudsetest arvutustest on hoone soojustamata sokliosa soojusjuhtivus vahemikus  $U=1,74...1,85 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . Lähtudes keldri sisetemperatuurist  $10\text{°C}$ , on otstarbekas sokliosa soojusjuhtivus  $U_{\text{max}}=0,45 \text{ W/m}^2\text{°C}$

Sokliosa soojuspidavuse suurendamiseks on vajalik täiendada seda 80 mm lisasoojustusega. Sellisel moel teostatud soojustustööde tulemusena on uus  $U$ -arv  $\sim 0,46 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . Soojustustööde hinnanguline maksumus on 50 000 krooni.

Lähtudes soojusenergia lähiaastate hinnataseme prognoosist 700 kr/MWh saab sokli soojustustööde otseseks lihttasuvusajaks 11 aastat.

NB! Antud kalkulatsioonid lähtuvad üksnes sokliosa soojuslikust režiimist. Kuivõrd hoone vundament ja sokkel on pinnaseniiskuse seisukohalt kriitilises piirkonnas asuv konstruktsiooniosa, on mõttekas sokliosa soojustamine kindlasti läbi analüüsida koos projekteerijaga, et vältida soojustamisest tuleneda võivaid, niiskusrežiimi muutumisest tingitud, probleeme.

## Seinte soojuspidavus

Lähtuvalt termograafilise ülevaatus põhjal teostatud kaudsetest arvutustest jääb hoone seinte soojusjuhtivus vahemikku  $U=0,84...1,36 \text{ W/m}^2\text{°C}$  otsaseinte puhul ja  $U=0,54...0,89 \text{ W/m}^2\text{°C}$  küljeseinte puhul, mis ületab „EVS 837-1:2003 Piirdetarindid. Osa 1: Üldnõuded” soovitatud väärtust  $U_{\text{max}}=0,28 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . Soojusjuhtivuse suurtes piirides varieerumine on põhjustatud tõenäoliselt konstruktsioonilistest eripärades, olles oluliselt kõrgem paneelide liitekohtades ja madalam paneelide keskosas.

Seinte soojuspidavuse suurendamiseks on vajalik need täiendada otsaseinte puhul 140mm ja küljeseinte puhul 120 mm välise lisasoojustusega. Sellisel moel teostatud soojustustööde tulemusena on seina uus  $U$ -arv  $\sim 0,26 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . Soojustustööde hinnanguline maksumus koos välisviimistlusega on 1 100 000 krooni.

Lähtudes soojusenergia lähiaastate hinnataseme prognoosist 700 kr/MWh saab seinte soojustustööde otseseks lihttasuvusajaks 26 aastat.

Seinte soojustamisel on lisaks energia kokkuhoiule ka täiendavaid efekte, millised omavad olulist väärtust küll maja kasutusmugavuse tõstmisel, kuid millele on raske tasuvust arvutada. Nimelt pärast soojustamist tõuseb seinte sisepinna temperatuur, mille tulemusena suureneb oluliselt hoone kasutusmugavus.

## Akende vahetus.

Vanemat tüüpi akende kogemuslik soojuspidavus on suurusjärgus  $U= 2,5 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . Akende vahetamisel kaasaegsete pakettakende vastu aitab nende soojusjuhtivuse vähendada väärtusele  $U=1,6 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . Ülevaatus ajaks oli akendest  $\sim 42\%$  juba vahetatud. Ülejäänud akende vahetuse kogumaksumus on hinnanguliselt 300 000 krooni.

Lähtudes soojusenergia lähiaastate hinnataseme prognoosist 700 kr/MWh saab akende vahetuse otseseks lihttasuvusajaks 39 aastat. Alternatiivina väljavahetamisele tasub kaaluda akende põhjaliku korrastamist (klaaside hermetiseerimist silikoonimise teel, tihendite paigaldamist ja aknapiida ja seinavaaheliste vahede tihendamist vahuga). Sellised tööd ette võtta, kui akna puitosa on alles korralik. Nii tuleb tööde maksumus oluliselt odavam, kuid võimalik on saavutada olulist soojuspidavuse tõusu. Sõltumata sellest, kas aknad vahetatakse välja või korrastatakse, tuleb jälgida, et ei väheneks õhuvahetus, mis on juba täna alla soovitusliku väärtuse.

### **Katuslagi**

Lähtuvalt termograafilise ülevaatus põhjal teostatud kaudsetest arvutustest on hoone katuslae keskmine soojusjuhtivus  $U=0,32...0,53 \text{ W/m}^2\text{C}$ . Tulemused ületavad „EVS 837-1:2003 Piirdetarindid. Osa 1: Üldnõuded” soovitatud väärtust  $U_{\max}=0,18 \text{ W/m}^2\text{C}$ . Soojuspidavuse suurendamiseks oleks vajalik piiret täiendada 140mm lisasoojustusega. Sellisel moel teostatud soojustustööde tulemusena on piirde uus  $U$ -arv  $\sim 0,18 \text{ W/m}^2\text{C}$ . Soojustustööde hinnanguline maksumus koos uue katusekatttega on 220 000 krooni. Lähtudes soojusenergia lähiaastate hinnataseme prognoosist 700 kr/MWh saab soojustustööde otseseks lihttasuvusajaks 41 aastat, nii et lae soojustamise majanduslik põhjendus on küsitav.

### **Välisüksed.**

Lähtuvalt termograafilise ülevaatus põhjal teostatud kaudsetest arvutustest on hoone trepikoja välisuste keskmine soojusjuhtivus  $U=1,8 \text{ W/m}^2\text{C}$ . Antud soojuskadu on võimalik vähendada, vahetades ukсед soojuspidavamate vastu ( $U=1,6 \text{ W/m}^2\text{C}$ ). Sellise investeeringu hinnanguline maksumus on 45 000 krooni ja lähtudes soojusenergia lähiaastate hinnataseme prognoosist 700 kr/MWh oleks tööde otseseks lihttasuvusajaks 207 aastat. Teadaolevalt on trepikojauksed vahetatud aastal 2001. Seega ustevahetusel majanduslik põhjendus puudub. Kindlasti peab jälgima ukse sulgurite ja tihendite korrasolekut, et soojuskaod ei suureneks tänu uste ülemäärasele lahtiolekule.

### **Ventilatsioon**

Ventilatsiooni kaudu lahku hoonest keskmiselt 24% energiast ja hoone õhuvahetuskordaja põhjal võib hoonet pidada keskmiselt alaventileerituks. Kuivõrd omaaegsed aknad olid osaks ventilatsioonisüsteemist, siis edasise akende vahetamise või renoveerimise käigus õhuvahetus võib väheneda veelgi. Esmaseks alaventileerituse indikaatoriks on suurenenud õhuniiskus ruumides, mida küll ülevaatus käigus korterites tuvastada ei õnnestunud (korterite suhteline õhuniiskus vaadeldud korterites jäi vahemikku 28-33%, mis on igati normaalne).

Korterites tuleb õhuvahetuse intensiivistamiseks tähelepanu pöörata värske õhu sissepääsu tagamisele. Ühistu peab tagama ventilatsioonikorstende töövõime. Juhul, kui puudub piisav loomulik väljatõmme, on vajalik paigaldada väljatõmbe ventilaatorid.

Nii on vajalik hoone ventileeritust suurendada, hoolimata sellest, et see toob enesega kaasa 21 000 krooni eest aastas lisa soojusenergiakulu. See on vajalik hoonesisese

elukvaliteedi parandamiseks.

Et ventilatsioonenergia arvelt kokku hoida, on vajalik ventilatsioonenergia tagastussüsteemi väljaehitus, kuid kuna selline lahendus eeldab nii sisse- kui väljatõmbe täielikku ümberehitust, siis sellel majanduslik otstarbekus täna olemasolevate tehniliste lahenduste juures puudub.

### Reovesi

Reoveega majast välja juhitud soojushulk ei ole lihtviisil vähendatav, kuivõrd hoonest välja juhitud energia taaskasutus läbi energiautilisaatori (soojuspump) antud hoone puhul otstarbekas ei ole.

### Keldrisein ja põrand

Läbi hoone keldriosa sein ja põranda pinnasesse juhitud soojusvoo suurus tuleneb keskmisest arvutuslikust soojusjuhtivusest  $U=0,41 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . Olemasoleva hoone puhul antud väärtust tõhusalt vähendada ei õnnestu.

### Kokkuhoiumeetmete kokkuvõte

Tabel 10

Kao allikas	Pind m <sup>2</sup>	Utänane W/m <sup>2</sup> °C	Qtänane MWh/aasta	Uuus W/m <sup>2</sup> °C	Quus MWh/aasta	Investeering kr	Sääst kr/aasta	Lihttasuvusaeg aastat
<b>Kokku</b>			<b>283</b>		<b>226</b>	<b>1 715 000</b>	<b>39 639</b>	<b>43,27</b>
Ventilatsioon			69		99		-21098	
Sokkel	79	1,80	8	0,46	2	50 000	4403	11
Seinad	1178	0,80	91	0,26	30	1 100 000	43027	26
Aknad	218	2,12	45	1,6	34	300 000	7733	39
Katuslagi	360	0,40	14	0,18	6	220 000	5356	41
Välisüksed	16	1,80	3	1,6	2	45 000	217	207
Reovesi			43		43			
Keldrisein	92	0,41	2	0,41	2			
Keldri põrand	360	0,41	9	0,41	9			

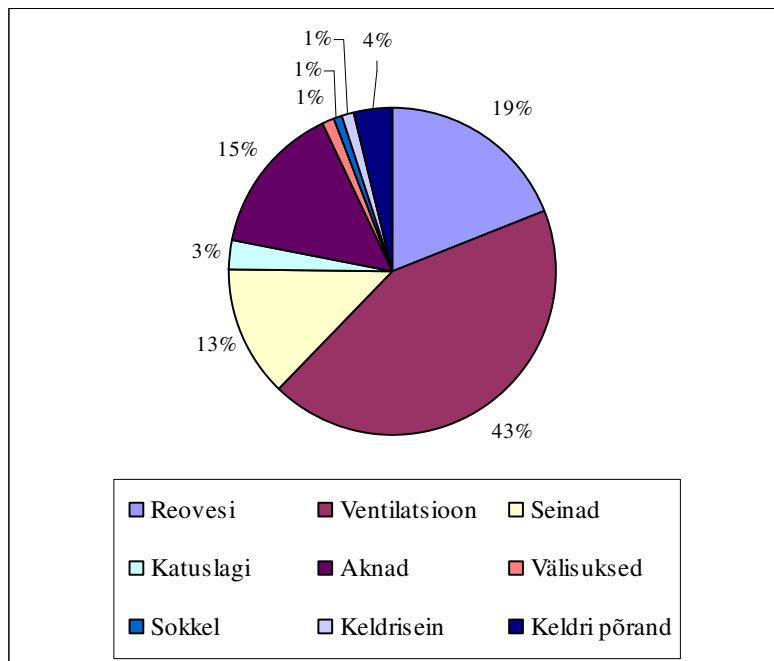
Kõigi hoone konstruktsiooni tõhustamisest tulenevate kokkuhoiumeetmete rakendamine läheb hinnanguliselt maksma, tänastes hindades, 1 715 000 krooni ja tööde keskmine lihttasuvusaeg on 43 aastat.

Tööde teostamise järjekorra määramisel on mõttekas need teostada vastavalt lihttasuvusaegadele, alustades lühimast.

Pärast kõigi meetmete rakendamist on hoone energiabilanss muutunud. Keskmise aasta energiatarve on 226 MWh ja allikate kaupa on kaod jaotunud:

Kao	Q
allikas	MWh
Kokku	226
Reovesi	43
Ventilatsioon	99
Seinad	30
Katuslagi	6
Aknad	34
Välisüksed	2
Sokkel	2
Keldrisein	2
Keldri põrand	9

Graafik 3



Lähtuvalt hoone suletud netopinnast 1761,1 m<sup>2</sup> on keskmise aasta tänane energiakulu pinnäühikule **161 kWh/m<sup>2</sup>**.

Pärast kõigi soovitatud parendustööde teostamist, kuid samas ventilatsioonienenergia suurendamist, langeb energiakulu pinnäühikule väärtusele **129 kWh/m<sup>2</sup>**.

### **Täiendavad tehnilised soovitused**

Kuivõrd kirjeldatud meetmed hoone piirete soojuspidavuse parendamiseks toovad kaasa energiavajaduste muutumise hoonetes, on kõigi meetmete rakendamiseks vajalik ka energiavarustuse süsteemide ümberreguleerimine. Lisaks on võimalik leida kokkuhoiuvõimalusi ka tehnosüsteemide kadude vähendamisest.

### **Küttesüsteem**

Vastavalt ülevaatus käigus laekunud informatsioonile esineb mõningast korteritevahelist toatemperatuuri ebahütlust, mis viitab küttesüsteemi mittetäielikule tasakaalustatusele.

Osadele püstikutele on paigaldatud seadeventiilid, kuid tarbimisvõimsustel põhinevat häälestust teostatud ei ole. Nii on soovitatav paigaldada seadeventiilid kõigile püstikutele, peale mida tellida hoone küttesüsteemi tasakaalustusprojekt, mille raames määratakse ära vajalikud vooluhulgad igas püstikus ning lähtuvalt küttesüsteemi hüdraulilisest arvutusest määratletakse iga seadeventiili eelseadearv. Kuivõrd eelseadearvud ei võta arvesse torustike ehituslikke iseärasusi, siis täpsema tulemuse saab, kui vooluhulgad püstikutes ka üle mõõta ning saadud tulemuste põhjal teostada seadeventiilide täppishäälestus.

Antud tööde teostamise tulemusena võib hinnanguliselt saavutada ~10% kokkuhoidu küttekuludelt. Viimaste seadeventiilide paigaldamise, tasakaalustusprojekti ja häälestustööde hinnanguliseks maksumuseks on 24500 krooni ning selle tulemusena on võimalik kokku hoida hinnanguliselt kuni 19 MWh aastas, mis lähtudes soojusenergia lähiaastate hinnataseme prognoosist 700 kr/MWh teeb häälestustööde otseseks lihttasuvusajaks 1,8 aastat

Täiendava 5% on võimalik kokku hoida, lisades kõikidele radiaatoritele termostaat jaoturventiilid. Antud töö maksumuseks kujuneb hinnanguliselt 120 000 krooni ja tööde lihttasuvusajaks 18 aastat. Samas annavad termostaatventiilid olulise mugavustõusu, võimaldades igas toas välja häälestada elanikele enim meeldiva temperatuuri.

### **Keldri magistraalsete küttestorude välisjahtumine**

Hinnanguline kadu läbi keldris asuvate magistraalsete küttestorustike isolatsiooni on 61 MWh/aastas. Pärast isolatsiooni asendamist villkoorikutega (soojustuse paksus vähemalt 30mm) väheneb soojusvoog väärtusele 35 MWh/aastas. Nii on võimalik soojusvoogu vähendada hinnanguliselt 26 MWh võrra. Hinnanguline tööde maksumus on 45 000 krooni. Lähtudes soojusenergia lähiaastate hinnataseme prognoosist 700 kr/MWh saab isolatsiooniparenduse lihttasuvusajaks 2,4 aastat. Samas, arvestades, et antud torustiku kaudu toimub keldriruumide välisjahtumise kompenseerimine, võib soojustuse asendamine tingida keldriruumide temperatuuri olulise languse (ka pärast sokli lisasoojustamist), mille tulemusena jahtuvad maha I korruse põrandad. Nii võib jätkutööna vajalikuks osutada ka keldrilae lisasoojustamine, millise töö hinnanguline maksumus on 72 000 krooni ja mis kalkuleerituna koos torustiku isoleerimisega annab koosmõjulise tasuvusaja 6,4 aastat.

### **Elektrisüsteem**

Hoone elektrisüsteemis olulisi optimeerimisvõimalusi ülevaatus käigus ei selgunud.

## **Kokkuvõte**

Käesolevas töös on analüüsitud Türi Kraavi 5 asuva hoone tänast energiakasutust ning uuritud võimalusi kokkuhoiuks.

Töö tulemusena selgus, et hoone tänast keskmist aastast energiakasutust 283 MWh on võimalik vähendada kuni 226 MWh-ni.

Sellise kokkuhoiu saavutamiseks on vajalik koguinvesteering suurusjärgus 1 715 000 krooni.

Tänaste energiahindade juures on tööde keskmiseks lihttasuvusajaks 43 aastat. Pikk tasuvusaeg lähtub eelkõige asjaolust, et hoone on täna alaventileeritud ning suurema õhuvahetuse tagamine toob enesega kaasa täiendava energiakulu, kuid on vajalik elukvaliteedi tagamiseks.

Lisaks otsesele rahalisele säästule pakuvad kokkuhoiumeetmed lisaks hoone kasutusmugavuse tõusu ning hoone kasutusea pikenemist.

## **Kasutatud allikad**

1. Hoonete energiaauditite juhend. Tallinn, 2001
2. Hoone piirdetarindi soojajuhtivuse arvutusjuhised EPN 12.1 ET-1 0404-0129
3. Hoonete kütte projekteerimine EPN 18 ET-1 0903-0240
4. Soovitusi energia säästmiseks EV Majandusministeerium 1998