

# Tüüpiliste korterelamute senisest energiatarbest ja välispiirete soojustamise võimalikust mõjust.

## Sisukord.

Elamuehitus Rakveres .....	2
Rakvere korterelamute taustast.....	2
Tabel 1. Rakvere elamute valmimise ajavahemik ja hulk.....	2
Elamute tüübid Rakveres.....	3
Tüüp 1. MEK majad silikatsiitplokkidest, U arv 0,9 – 1,2. ....	3
Tüüp 2. EKE majad, Aravete või Narva plokist, U arv 0,9. ....	4
Tüüp 3. Silikaattelistest majad, U arv 1,2 – 1,3 .....	5
Tüüp 4. Tüüpmaja Narva plokkidest, U arv 0,8 – 0,9 ja (alumine foto) Tallinna Majaehituskombinaadi maja soojustatud paneelidest spetsiaalse vuugitäitega, U arv 0,9. ....	6
Hoonete energiatarbed ja energiasäästumeetmed.....	7
<b>Tüüp 1. MEK majad.....</b>	<b>7</b>
Üldine informatsioon Lennuki tn 2.....	8
Energiasääst Lennuki tn 2 .....	8
Fotod Lennuki tn 2.....	12
<b>Tüüp 2. EKE majad.....</b>	<b>14</b>
Üldine informatsioon Kaevu tn 8.....	15
Energiasääst Kaevu tn 8.....	15
Fotod Kaevu tn 8 elamust. ....	19
<b>Tüüp 3. Silikaattelistest majad .....</b>	<b>21</b>
Üldine informatsioon Tuleviku tn 5.....	22
Energiasääst Tuleviku tn 5.....	22
Fotod Tuleviku tn 5.....	26
<b>Tüüp 4. Tüüpmaja Narva plokkidest ja (alumine foto) Tallinna Majaehituskombinaadi     maja.....</b>	<b>28</b>
Üldine informatsioon Kungla 7.....	29
Energiasääst Kungla tn 7 .....	29
Kungla tn 7 elamu fotod. ....	33

põhjendus, miks valiti need aadressid LV

## Elamumajandus Rakveres

Nagu kõikjal mujalgi Eestis toimus elamute ehitus Rakveres vastavalt viisaastaku plaanidele ja mõnede ettevõtete või ametkondade (sõjavägi) kavadele. Vastavalt sellele tekkisid ka erinevad elamupiirkonnad ja elamute tüübid.

Elamuehitus hoogustus seoses majaehituskombinaatides valmistatud paneelkonstruktsioonidest elamute kiirema valmimisega. Samas jättis soovida paneelide kvaliteet ja ehituse kvaliteet. Odava energia tingimustes ei olnud ehituse kvaliteedist tingitud probleemid eriti teravad.

Kaasajal, kui 96% elamufondist on erastatud ja energia hinnad pole kunagi varem nii kõrged olnud, ilmnevad ehitusvead ja kvaliteedist tingitud probleemid eriti teravalt.

Oluline on ka asjaolu, et elamute ehituse perioodil olid väliskonstruktsioonidele esitatud soojusfüüsikalised nõuded olulisel määral erinevad kaasaegsetest. Näiteks välisseina soojusjuhtivustegur nn U arv oli kuni viis korda halvem, mis tähendab, et normiks oli, et seina pinnast kandub soojust viis korda rohkem läbi kui kaasaegsed soovituslikud normid ette näevad. Siit tuleneb kindlasti vajadus elamute välispiirdeid soojustada.

Enne elamu välispiirete soojustamise alustamist tuleks tellida projekt, milles on näidatud piirde konstruktsioon, et vältida konstruktsiooni riknemist näiteks niiskuse või valede materjalide paigalduse tõttu.

Küttesüsteemid tuleb peale hoone välispiirete soojustamist taas reguleerida, et saavutatav energiasääst küttesüsteemi kaasabil nn "kinni püüda", mitte ülekütmise tagajärjel ruumidest välja tuulutada.

Akende vahetusest tingitud energiasäästu pole siinkohal käsitletud, sest seda tehakse korterite kaupa erinevatel aegadel. Silmas tuleb pidada akende vahetuse puhul, et aken on olnud korteri ventilatsioonisüsteemi tähtsaim osa ja selle vahetusega muudetakse oluliselt õhuvahetust. Kui akendes ei nähta ette õhutusavasid, siis eluruumides vajalikku tervislikku õhuvahetust ei teki. Sellest võib küll tuleneda energiasääst, kuid ilmselt tervise arvelt ja tihti ka tagajärjena niiskunud ja energiat raiskav ehituskonstruktsioon.

Samas tuleb enne ükskõik millise meetme teostamisele asumist mõelda ka selle meetme majanduslikule tasuvusele. Tihti on plaanitud välispiirete energiasäästu meetme tasuvusaeg pikem, kui 15 aastat. Seega tuleb hoolikalt kaaluda, kas meetmega saavutatav energiasääst kaalub üles majanduslikud võimalused meedet ellu viia.

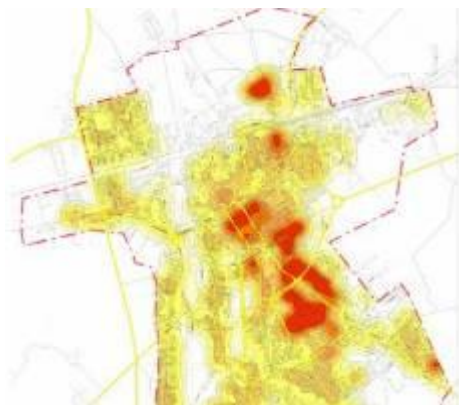
Mõnede Rakvere tüüpelamute välispiirete soojustamise osas annab käesolev uurimus sellest ülevaate.

### Rakvere korterelamute ehitusest.

Tabel 1. Rakvere elamute valmimise ajavahemik ja hulk.

Valmimise aeg	Eritarve kWh/m <sup>2</sup>	Valminud
		korruselamuid tk
<b>1960 - 1970</b>	271	<b>63</b>
<b>1971 - 1980</b>	279,5	<b>57</b>
<b>1981 - 1990</b>	294,5	<b>72</b>
1991 - 1994	267	3

Korruselamute asukoht Rakvere linnas on leitav muuhulgas ka rahvastikutiheduse kaardilt [www.rakvere.ee/index.php?main=711](http://www.rakvere.ee/index.php?main=711)



Alad, mis on kaardil punase taustaga, märgivad inimtihedust üle 100 elaniku hektari kohta. Sellise tihedusega alal asuvad põhiliselt korterelamud. Nimetatud alasid lähemalt jälgides leiame nende iseloomulike elamute tüübid.

## Elamute tüübid Rakveres.

Tüüp 1.MEK majad silikatsiitplokkidest, U arv 0,9 – 1,2.

Periood 1971-1980 – Väikepaneelidest korterelamud (Lennuki tn), renoveerimata.

- Välisseinad on valmistatud väikeplokkidest ja vahelaed betoonpaneelidest,
- Mittekandvad seinad on väikeplokkidest või tellistest
- Kaldkatused on pööninguga, mille põrand kaetud isolatsioonikihiga (tuhk, liiv)
- Hooned on ilma liftideta ja kuni 5 korruselised.



Periood 1981-1990 – 3- korruselised väikepaneeliamud (Kaevu, Kreutzwaldi tn). Väikepaneelidest elamud, renoveerimata.

- Välisseinad valmistatud väikepaneelidest või plokkidest, vahelaed paneelidest
- Mittekandvad siseseinad väikeplokkidest või tellistest
- Katused kas lame või pööninguga, millel mõnesentimeetrine isolatsioonikiht (tuhk, TEP-plaat, klaasvill, lamekatuse puhul kaetud hüdroisolatsiooniga).
- Elamud ilma liftita ja kuni kolme korruselised.



Periood 1960-1970 – Silikaattelistest elamud, (Koidula, Küti, Jaama tn.) Kortermajad renoveerimata.

- ❑ Välisseinad on silikaattelistest ja põrandad betoonkonstruktsioonist.
- ❑ Mittekandvad seinad on tellistest või betonelementidest
- ❑ Majadel on pööningud mingisuguse isolatsiooniga (5 cm liiva või tuhka, mõnedel ka klaasvill).
- ❑ Elamud ilma liftideta ja kuni 5 korruselised.



Tüüp 4. Tüüp maja Narva plokkidest,  $U$  arv 0,8 – 0,9 ja (alumine foto) Tallinna Majaehituskombinaadi maja soojustatud paneelidest spetsiaalse vuugitüübiga,  $U$  arv 0,9.

Period 1981-1990 – 5 korruselised suurpaneel elamud (Lembitu, Kungla, Laada, Võidu tn) Korterelemud suures enamuses renoveerimata

- ❑ Välisseinad ja katused on valmistatud paneelkonstruktsioonidest.
- ❑ Mittekandvad siseseinad valmistatud väikeplokkidest.
- ❑ Lamekatused kaetud 5 cm soojusisolatsiooniga ja hüdroisolatsiooniga.
- ❑ Elamud ilma liftideta ja enamasti 5 korruselised.



Viiekorruseliste elamute puhul on erinevused tingitud sellest, millisest elamuehituskombinaadist elamu detailid pärinevad

# Hoonete energiatarbed ja energiasäästumeetmed.

## Tüüp 1. MEK majad

Hoone aadress: Lennuki 2, Rakvere  
Sarnased elamud Lennuki tn, Küti 17, Jaama 19, Seminari 1;4.

Tellijä ja kontaktisik: Rakvere LV, Birgit Maasing

Tel. nr: 32 25 883

E-post: birgit.maasing@rakvere.ee

Auditeerimise kuupäev: 01.03.2007

Aruande nr: 04/07

Koostaja: Aare Vabamägi

Tel. nr: 52 10 530

## 1. Energiaauditi põhitulemused – Energiasäästu meetmed

Objekti osad	Nr	Parendus-meetmed	Pindala	Meetmete maksumuse hinnang	Energiasäästu hinnang aastast	Aastase energiasäästu väärtus	Lihtne tasuvusaeg, aastates	Meetme eluiga, aastates
		(a)	(b)	krooni m <sup>2</sup> (c)	kWh (d)	krooni m <sup>2</sup> (e)	(f)	(g)
Hoone väliskest	2.1	Pööningu soojustamine	1 m <sup>2</sup>	350	62	39	8,9	20
	2.2	Elamu otsaseinte soojustamine	1 m <sup>2</sup>	825	97	61	13,5	40
	2.3	Elamu külgeinte soojustamine	1 m <sup>2</sup>	900	83	51	14,7	40

### Selgitused.

Tabelis toodud pindalad on näitlikud ja ei vasta tegelikele pindadele, sest sarnaste tüüpmajade pinnad on erinevad.

Tabelit saab kasutada sarnaste tüüpmajade puhul asendades tabelis toodud pinnad tegelike pindadega ja pinna suurusest lähtuvalt korrutada läbi tabeli 1. tulpades **c, d** ja **e** olevate väärtustega.

Pinnaühiku m<sup>2</sup> all tuleb mõista soojustatava pinna ruutmeetrit.

Ehitustööde hinnad on 2007. aasta veebruarist ja ilma käibemaksuta.

Soojuse hinnaks on 624 kr/MWh..

### Märkused.

Akende vahetamine ei toimu kollektiivselt ja pole seetõttu asjakohane energiasäästu seisukohalt.

Vundamendi soojustamisega võib kaasneda vajadus vundamendi hüdroisolatsiooniks ja panduste kallete taastamiseks, mida ei saa täielikult lugeda energiasäästu tegevuseks.

Küttesüsteem on ühetorusüsteem möödaviiguga ja reguleerimine radiaatori tasandil puudub ning on olemasoleva süsteemi puhul keeruline. Soovitus küttesüsteemi uuendamise korral - paigaldada kahetorusüsteem koos radiaatori tasandil soojusväljastuse reguleerimisega (termoregulaatorventiil).

\*Sarnaseks võib pidada ehituskonstruksioonide osas.....

## Üldine informatsioon Lennuki tn 2.

Hoone kasutusala: Elamu

Elamu korral korterite arv:

Ehitusaasta: 1962/63

Rekonstruktsiooni / renoveerimise aasta: Fassaadi aknad jooksvalt

Korruste arv koos keldri ja kasutatava põõninguga: 4

Kelder: jah Kõetavad ruumid põõningul: ei keldris: jah

Kõetav pind, (eluruumide üldpind): 2016 m<sup>2</sup>

Korruste täiskõrgus (põõrandate vahel) 2,7 m

### Energiavarustus ja energia hinnad (lõpptarbija hind):

Kas küttesüsteem on varustatud üldise soojuskulu mõõturiga: JAH

Kas küttekehad on varustatud lokaalsete soojuskulu reguleatoritega: EI

Küte: Kaugküte / 624 kr/MWh

Soe tarbevesi: Individuaalne lahendus korterite kaupa

Energiakulu soojusvarustuseks Lennuki tn 2	
<u>Ruumide küte</u>	<u>Soe tarbevesi</u>
Mõõtur(id): Soojusenergia arvesti	Mõõtur(id): Veearvesti
Primaarenergia kütus: Maagaas	Primaarenergia kütus: Elekter
Primaarenergia kulu aastas (kütteperioodil):	Primaarenergia kulu:
2003 396,8 MWh	Lõpptarbija energiakulu:
2004 390,7 MWh	(sooja tarbevee tegelikud tarbimisandmed puuduvad)
2005 386,6 MWh	
2006 353,8 MWh	
Lõpptarbija energiakulu aastas (kütteperioodil):	
2003 339,2 (339,1) MWh (4519 kp)	
2004 334,0 (346,7) MWh (4352 kp)	
2005 330,4 (346,5) MWh (4308 kp)	
2006 302,4 (327,8) MWh (4167 kp)	
Perioodi keskmine 340 MWh (kp), peale välispiirete soojustamist 194 MWh (kp)	
Soojusenergia tegelik eritarbimine:	
2003 168 (168,2) kWh/m <sup>2</sup>	
2004 165 (171,9) kWh/m <sup>2</sup>	
2005 163 (171,8) kWh/m <sup>2</sup>	
2006 150 (162,5) kWh/m <sup>2</sup>	
Perioodi keskmine 168 kWh/m <sup>2</sup> (kp), peale välispiirete soojustamist 96 kWh/m <sup>2</sup> (kp)	
<b>Energiasääst Lennuki tn 2</b>	
<i>18 MWh otsaseinast</i>	
<i>88 MWh külgliseintest</i>	
<i>40 MWh põõningult</i>	

Tabelis 1. nimetatud energiasäästu meetmete rakendamisel ja küttesüsteemi reguleerimise võimalusel küttekeha tasandil on soojuse eritarbe näitaja võimalik viia normaalaastal järgmistele tasemetele;

1. Põõningu soojustamine ja elamu otsaseinte soojustamine - tasemele 139 kWh/m<sup>2</sup>.
2. Põõningu soojustamine ja elamu välisseinte soojustamine - tasemele 96 kWh/m<sup>2</sup>.



## 2. Hoone väliskest - Katus

Konstruksiooni kirjeldus:

Hoonel on viilkatus, juba vahetatud katuse katematerjaliks on plekk. Katuslae põhikonstruktsioon on raudbetoonist paneelid, mis on soojusisolatsiooniks kaetud ehitusliiva ja prahiga.

Isolatsioonimaterjali tüüp, kui on: puistematerjal (põlevkivituhk cm) ja praht

Paksus: 20 cm

Katuse U-väärtus, algne: 0,8 W/(m<sup>2</sup>°C)

Konstruksiooni pindala Lennuki 2 : 650 m<sup>2</sup>

### Rakendatavad parendusmeetmed (a)

Konstruksiooni kirjeldus: Katuslae lisasoojustamine

Katuslagi on soovitatav lisasoojustada ja eelnev ehituspraht eemaldada. Soojustatakse 20 cm paksuse puistevilla kihiga ja paigaldatakse käiguteed. Räästa äärde (välisseinte äärde) paigaldatakse tuuletõkkeplaadid.

Parendatava konstruktsiooni pindala Lennuki 2 puhul: b) 650 m<sup>2</sup>

Isolatsioonimaterjal, tüüp: puistevill

Paksus: 20 cm

Katuse U-väärtus, peale parendamist 0,17 W/(m<sup>2</sup>°C)

Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 W/(m°°C)

Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c)

$$1 \text{ m}^2 * 350 \text{ kr/m}^2 = 350 \text{ kr}$$

Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest

$$H = \sum A * U$$

ja

$$Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$$

kus;

$Q_k$  – Piirde arvutuslikud soojuskaod, MWh

S – hoone tasakaalutemperatuurile +17 C vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv

24 -tundide arv ööpäevas

H – erisoojuskaod, W/°C,

$U_i$  – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m<sup>2</sup> ×C)

$A_i$  – i - nda piirdetarindi pindala, m<sup>2</sup>

0,9 – pööningu koefitsent

$$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 0,9 * 10^{-6} \text{ MWh}$$

$$Q_k = 1 * (0,8 - 0,16) * 4518 * 0,9 * 24 * 10^{-6} = 0,062 \text{ MWh}$$

Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,062 \* 624 = 39 kr/m<sup>2</sup>

Lihtne tasuvusaeg: (f) 350/39 = 8,9 a

Meetmete eluiga (kestvus): (g) 20 aastat

### Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:

Pööningul asub ka ülaltjaotusega keskküttesüsteemi torustik. Soojustamise käigus arvestada vajadusega liikuda torustiku hoolduseks ja tasakaalustusventiilide reguleerimiseks ning selleks tarbeks näha ette laudteed.

## 2. Hoone väliskest – Välisseinad (otsaseinad)

Konstruksiooni kirjeldus (erinevad konstruktsioonid – põhiosas, küttekehade taga):  
Hoone välisseinte konstruktsiooni tüübiks on soojustuseta kergbetoon suurpaneelid ja väikeplokid paksusega 30 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur  $U$  on  $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus: x cm
Konstruksiooni $U$ -väärtus, algne: $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$	Konstruksiooni pindala Lennuki 2 puhul: $187 \text{ m}^2$

### Parendusmeetmed (a)

Konstruksiooni kirjeldus: Lisasoojustamine

Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtutud soojustussüsteemidest, kus isolatsioonmaterjalidest plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskrohvi kihiga või fassadiplaadiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm.

Renoveeritava konstruktsiooni pindala Lennuki 2 puhul (b)  $187 \text{ m}^2$

Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- ja/või vahtpolüstürool plaat	Paksus: 10 cm
$U$ -väärtus peale renoveerimist $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus : $0,04 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$

Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c)

$$825 \text{ kr}/\text{m}^2 * 1 \text{ m}^2 = 825 \text{ kr}$$

Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest

$$H = \sum A * U$$

ja

$$Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$$

kus,

$Q_k$  – Piirde arvutuslikud soojuskaod, MWh

$S$  – hoone tasakaalutemperatuurile  $+17 \text{ C}$  vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv

24 -tundide arv ööpäevas

$H$  – erisoojuskaod,  $\text{W}/\text{C}$ ,

$U_i$  –  $i$  - nda piirdetarindi  $U$ -arv,  $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{C})$

$A_i$  –  $i$  - nda piirdetarindi pindala,  $\text{m}^2$

$$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6} \text{ MWh}$$

$$Q_k = 1 * (1,2 - 0,3) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,097 \text{ MWh}$$

Aastase energiasäästu väärtus: (e)  $0,097 * 624 = 61 \text{ kr}$

Lihtne tasuvusaeg: (f)  $825/61 = 13,5 \text{ a}$

Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.

### Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:

Ventilatsiooniavad on vaja korda teha ja otsustada, kas muudetakse ventilatsioonisüsteemi või tuleb olemasolevad avad läbi soojustuse välja tuua.

## 2. Hoone väliskest – Välisseinad (külgliseinad)

Konstruksiooni kirjeldus (erinevad konstruktsioonid – põhiosas, küttekehade taga):  
Hoone välisseinte konstruktsiooni tüübiks on soojustuseta silikaattellismüüritis (väljastpoolt puhasvuugiga), paksusega vähemalt 51 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur  $U$  on  $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus: x cm
--	--------------

Konstruksiooni $U$ -väärtus, algne: $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$	Konstruksiooni pindala Lennuki 2: $914 \text{ m}^2$
--	---

### Parendusmeetmed (a)

Konstruksiooni kirjeldus: Lisasoojustamine

Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtunud vahtpolüstürooliga soojustussüsteemidest, kus vahtpolüstüroolist plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskrohvi kihiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm.

Renoveeritud konstruktsiooni pindala Lennuki 2 puhul (b)  $914 \text{ m}^2$

Isolatsioonimaterjali tüüp: vill ja/või vahtpolüstürool plaat	Paksus: 10 cm
---	---------------

$U$ -väärtus peale renoveerimist $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: $0,04 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$
---	---

Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c)

$$900 \text{ kr}/\text{m}^2 * 1 \text{ m}^2 = 900 \text{ kr}$$

Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest

$$H = \sum A * U$$

ja

$$Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$$

kus;

$Q_k$  – Piirde arvutuslikud soojuskaod, MWh

$S$  – hoone tasakaalutemperatuurile  $+17 \text{ C}$  vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv

24 -tundide arv ööpäevas

$H$  – erisoojuskaod,  $\text{W}/\text{C}$ ,

$U_i$  –  $i$  - nda piirdetarindi  $U$ -arv,  $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{C})$

$A_i$  –  $i$  - nda piirdetarindi pindala,  $\text{m}^2$

$$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6} \text{ MWh}$$

$$Q_k = 1 * (1,2 - 0,3) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,097 \text{ MWh}$$

Aastase energiasäästu väärtus: (e)  $0,097 * 624 = 61 \text{ kr}$

Lihtne tasuvusaeg: (f)  $900/61 = 14,7 \text{ a}$

Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.

### Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:

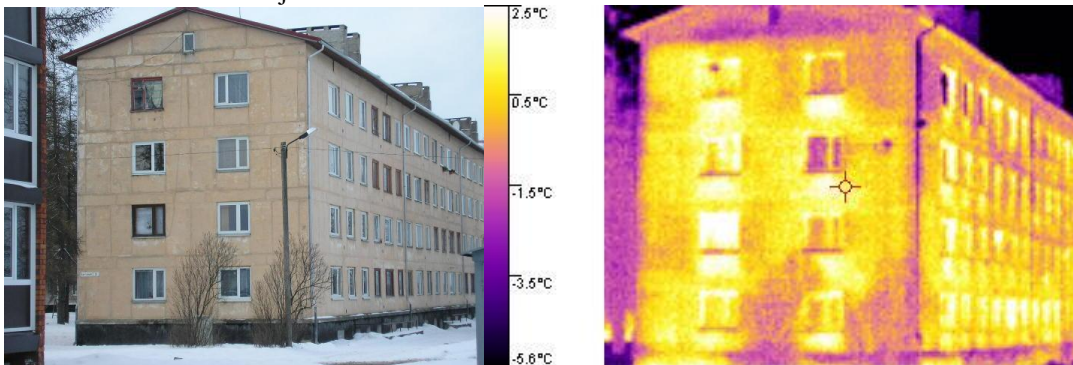
Ventilatsiooniavad on vaja korda teha ja otsustada, kas muudetakse ventilatsioonisüsteemi (akendesse ventilatsiooniavad) või tuleb olemasolevad avad läbi soojustuse välja tuua.

## Fotod Lennuki tn 2.

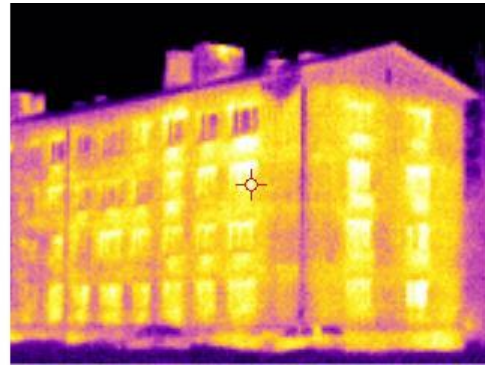


Pööningu põrand kaetud lisaks olemasolevale tuhast soojustuskihile eterniitkatuse vahetusest tekkinud ehitusprahiga. Näha on küttesüsteemi ülaltjaotuse magistraalitorud ka püstakut tasakaalustusventiil.

Piisavalt on ruumi lisasoojustuse kihile.



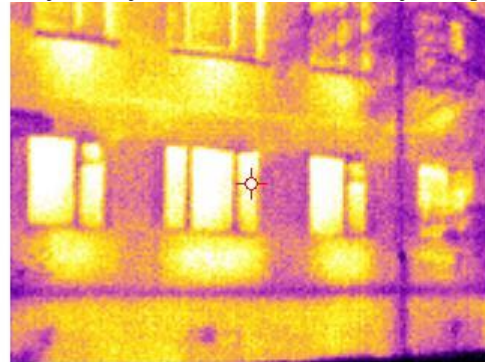
Seina pinnalt on näha, et küttekehad asuvad akende all.



Tuletõrje redeli ülaosas on katusest niiskus tunginud seinakonstruktsiooni.



Vundament tuleks kindlasti niiskustõkkega varustada ja soojustada juhul, kui seintele lisasoojustus paigaldatakse.



Seinte soojusjuhtivustegur on ehituse aegsel tasemel ja radiaatorite soojust on "tunda" ka välisseina pinnal.

## Tüüp 2. EKE majad

Hoone aadress: Tüüpelamu Kaevu 8, Rakveres

Sarnased elamud Kaevu tn, \*- Karja tn/Seminari tn, *Kreutzwaldi tn, Tartu tn.*

Tellija ja kontaktisik: Rakvere LV, Birgit Maasing

Tel. nr: 32 25 883

E-post: birgit.maasing@rakvere.ee

Auditeerimise kuupäev: 01.03.2007

Aruande nr: 01/07

Koostaja: Aare Vabamägi

Tel. nr: 52 10 530

### 1. Energiaauditi põhitulemused – Energiasäästu meetmed

Objekti osad	Nr	Parendus-meetmed	Pindala	Meetmete maksumuse hinnang	Energiasäästu hinnang aastas	Aastase energiasäästu väärtus	Lihtne tasuvusaeg, aastate	Meetme eluiga, aastate
		(a)	(b)	krooni m <sup>2</sup> (c)	kWh/m <sup>2</sup> (d)	krooni m <sup>2</sup> (e)	(f)	(g)
Hoone väliskest	2.1	Katuse soojustamine	1 m <sup>2</sup>	650	69	43	15,1	40
	2.1a	*Pööningu soojustamine* vt sarnased elamud	1 m <sup>2</sup>	350	72	45	6,6	20
	2.2	Elamu otsaseinte soojustamine	1 m <sup>2</sup>	750	67	42	17,8	40
	2.3	Elamu külgeinte soojustamine	1 m <sup>2</sup>	825	67	42	19,6	40

#### Selgitused.

Tabelis toodud pindalad on näitlikud ja ei vasta tegelikele pindadele, sest sarnaste tüüpmajade pinnad on erinevad.

Tabelit saab kasutada sarnaste tüüpmajade puhul asendades tabelis toodud pinnad tegelike pindadega ja pinna suuruselt lähtuvalt korrutada läbi tulpades c, d ja e olevate väärtustega.

Pinnaühiku m<sup>2</sup> all tuleb mõista soojustatava pinna ruutmeetrit.

Ehitustööde hinnad on 2007. aasta veebruarist ja ilma käibemaksuta.

Soojuse hinnaks on 624 kr/MWh.

\*Sarnased elamud all on mõeldud sarnasest materjalist välispiiretega aga erineva katuse tüübiga (viilkatus) elamuid.

#### Märkused Kaevu tn 8 osas.

Akende vahetamine on kollektiivselt tehtud ja pole enam asjakohane energiasäästu seisukohalt.

Vundamendi soojustamisega võib kaasneda vajadus vundamendi hüdroisolatsiooniks ja panduste kallete taastamiseks, mida ei saa täielikult lugeda energiasäästu tegevuseks.

Küttesüsteem on ühetorusüsteem ja reguleerimine radiaatori tasandil puudub ning on antud süsteemi puhul väga keeruline.

Soovitus küttesüsteemi uuendamise korral - paigaldada kahetorusüsteem koos radiaatori tasandil soojusväljastuse reguleerimisega (termoregulaatorventiil).

\*Sarnaseks võib pidada ehituskonstruksioonide osas Kreutzwaldi tn, Tartu tn, Karja tn/Seminari tn elamuid. Katuse soojustamise osas on odavam viilkatustega elamute pööningute soojustus puistevilladega (Kreutzwaldi tn, Tartu tn).

**Üldine informatsioon Kaevu tn 8.**

Hoone kasutusala: Elamu

Elamu korral korterite arv: 18

Ehitusaasta: 1982

Rekonstruktsiooni / renoveerimise aasta: Fassaadi aknad 2004

Korruste arv koos keldri ja kasutatava pööninguga: 3

Kelder: jah Kõetavad ruumid pööningul: ei keldris: jahKõetav pind, eluruumide üldpind): 1033 m<sup>2</sup>

Korruste täiskõrgus (põrandate vahel) 2,7 m

**Energiavarustus ja energia hinnad (lõpptarbija hind):**

Kas küttesüsteem on varustatud üldise soojuskulu mõõturiga: JAH

Kas küttekehad on varustatud lokaalsete soojuskulu regulaatoritega: EI

Küte: Kaugküte / 624 kr/MWh

Soe tarbevesi: Individuaalne lahendus korterite kaupa

<b>Energiakulu soojusvarustuseks Kaevu tn 8.</b>	
<u>Ruumide küte</u>	<u>Soe tarbevesi</u>
Mõõtur(id): Soojusenergia arvesti	Mõõtur(id): Veearvesti
Primaarenergia kütus: Maagaas	Primaarenergia kütus: Elekter
Primaarenergia kulu aastas (kütteperioodil):	Primaarenergia kulu:
2003 246,7 MWh	Lõpptarbija energiakulu:
2004 226,8 MWh	(sooja tarbevee tegelikud tarbimisandmed puuduvad)
2005 195,8 MWh	
2006 195,5 MWh	
Lõpptarbija energiakulu aastas (kütteperioodil):	
2003 209,67 (209,62) MWh (4519 kp)	
2004 192,84 (200,19) MWh (4352 kp)	
2005 166,42 (174,53) MWh (4308 kp)	
2006 167,07 (181,14) MWh (4167 kp)	
Perioodi keskmine 191 MWh (kp) ja peale välispiirete soojustamist 105 MWh (kp)	
Soojusenergia tegelik eritarbimine:	
2003 203 (202,9) kWh/m <sup>2</sup>	
2004 187 (193,8) kWh/m <sup>2</sup>	
2005 160 (168,9) kWh/m <sup>2</sup>	
2006 161 (175,3) kWh/m <sup>2</sup>	
Perioodi keskmine 184 kWh/m <sup>2</sup> (kp), peale välispiirete soojustamist 102 kWh/m <sup>2</sup> (kp)	
<b>Energiasääst Kaevu tn 8</b>	
11 MWh otsaseinast	
43 MWh külgeseinest	
32 MWh katusest	

Tabelis 1. nimetatud energiasäästu meetmete rakendamisel ja küttesüsteemi reguleerimise võimalusel küttekeha tasandil on soojuse eritarbe näitaja võimalik viia normaalaastal järgmistele tasemetele;

Katuse soojustamine (*Pööningu soojustamine*) ja elamu otsaseinte soojustamine - tasemele 145 kWh/m<sup>2</sup>.

Katuse soojustamine (*Pööningu soojustamine*) ja elamu välisseinte soojustamine - tasemele 102 kWh/m<sup>2</sup>.

<b>2. Hoone väliskest - Katus</b>	
Konstruktsiooni kirjeldus: Hoonel on lamekatus. Vihmavee läbijooksude tõttu on katusekatet remonditud. Katuslae põhikonstruktsioon on raudbetoonist paneelid, mis on soojusisolatsiooniks kaetud TEP mattidega. Isolatsioonikihi paksus on teadaolevalt 5 cm. Isolatsioonikihi olukorda ja tegelikku paksust polnud võimalik hoone ülevaatuse ajal kontrollida .	
Isolatsioonimaterjali tüüp, kui on: TEP matid	Paksus: 5 cm
Katuse U-väärtus, algne: 0,8 W/(m <sup>2</sup> °C)	Konstruktsiooni pindala: 461 m <sup>2</sup>
<b>Rakendatavad parendusmeetmed</b> Kaevu tn 8 osas (a) Konstruktsiooni kirjeldus: Katuse lisasoojustamine Katuslagi on soovitatav lisasoojustada koos amortiseerunud katusekatttega vahetusega. Soojustatakse 20 cm paksuse soojustus kihiga ja paigaldatakse hüdroisolatsioon. Parendatava konstruktsiooni pindala: b) 461 m <sup>2</sup>	
Isolatsioonimaterjal, tüüp: Soojustusmaterjal lamekatusele	Paksus: 20 cm
Katuse U-väärtus, peale parendamist 0,16 W/(m <sup>2</sup> °C)	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 W/(m <sup>2</sup> °C)
Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) $1 \text{ m}^2 * 650 \text{ kr/m}^2 = 650 \text{ kr}$ Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest $H = \sum A * U$ ja $Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$ kus; $Q_k$ –Piiirde arvutuslikud soojuskaod, MWh S – hoone tasakaalutemperatuurile +17 C vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv 4518 kp 24 -tundide arv ööpäevas H – erisoojuskaod, W/°C, $U_i - i$ - nda piirdetarindi U-arv, W/(m <sup>2</sup> ×C) $A_i - i$ - nda piirdetarindi pindala, m <sup>2</sup> 0,9 – pööningu koefitsent  $Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6}$ MWh  $Q_k = 1 * (0,8 - 0,16) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,069$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) $0,069 * 624 = 43 \text{ kr/m}^2$ Lihtne tasuvusaeg: (f) $650 / 39 = 15,1$ a Meetmete eluiga (kestvus): (g) 40 aastat	
<b>Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:</b> Sarnase elamu pööningu soojustamise arvutus Olemasolev 10 cm klaasvill matt tõstetakse hiljem 10 cm paksuse puistevilla kihi peale, kihi paksus kokku 20 cm. Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) $1 \text{ m}^2 * 300 \text{ kr/m}^2 = 300 \text{ kr}$ $Q_k = 1 * (0,9 - 0,16) * 4518 * 0,9 * 24 * 10^{-6} = 0,072$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) $0,072 * 624 = 45 \text{ kr/m}^2$ Lihtne tasuvusaeg: (f) $300 / 45 = 6,6$ a Meetmete eluiga (kestvus): (g) 20 aastat	



## 2. Hoone väliskest – Välisseinad (otsaseinad)

Konstruksiooni kirjeldus (erinevad konstruktsioonid – põhiosas, küttekehade taga):  
Hoone välisseinte konstruktsiooni tüübiks on soojustuseta nn Aravete või Narva suurpaneelid ja väikeplokid paksusega 30 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur  $U$  on  $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus: x cm
--	--------------

Konstruksiooni $U$ -väärtus, algne: $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$	Konstruksiooni pindala: $160 \text{ m}^2$
--	---

### Parendusmeetmed (a)

Konstruksiooni kirjeldus: Lisasoojustamine

Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtunud soojustusüsteemidest, kus isolatsioonmaterjalidest plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskrohvi kihiga või fassaadiplaadiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm.

Renoveeritava konstruktsiooni pindala (b)  $160 \text{ m}^2$

Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- ja/või vahtpolüstürool plaat	Paksus: 10 cm
--	---------------

$U$ -väärtus peale renoveerimist $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: $0,04 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$
--	---

Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c)

$$750 \text{ kr}/\text{m}^2 * 1 \text{ m}^2 = 750 \text{ kr}$$

Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest

$$H = \sum A * U$$

ja

$$Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$$

kus;

$Q_k$  – Piirde arvutuslikud soojuskaod, MWh

$S$  – hoone tasakaalutemperatuurile  $+17 \text{ C}$  vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv 4518 kp

24 -tundide arv ööpäevas

$H$  – erisoojuskaod,  $\text{W}/\text{C}$ ,

$U_i$  –  $i$  - nda piirdetarindi  $U$ -arv,  $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{C})$

$A_i$  –  $i$  - nda piirdetarindi pindala,  $\text{m}^2$

$$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6} \text{ MWh}$$

$$Q_k = 1 * (0,9 - 0,28) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,067 \text{ MWh}$$

Aastase energiasäästu väärtus: (e)  $0,067 * 624 = 42 \text{ kr}/\text{m}^2$

Lihtne tasuvusaeg: (f)  $750/42 = 17,8 \text{ a}$

Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.

### Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:

Kaevu tn 8 hoone seintes on hulgaliselt pragusid. Tõenäoliselt tegemist on hoone ebaühtlasest vajumisest tingitud pragudega. Enne välisseinte soojustamist on vajalik pragude tekkepõhjus kõrvaldada ja seinad remontida.

<b>2. Hoone väliskest – Välisseinad (külgseinad)</b>	
Konstruktsiooni kirjeldus (erinevad konstruktsioonid – põhiosas, küttekehade taga): Hoone välisseinte konstruktsiooni tüübiks on soojustuseta nn Aravete või Narva suurpaneelid ja väikeplokid paksusega 30 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur $U$ on $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .	
Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus: x cm
Konstruktsiooni $U$ -väärtus, algne: $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$	Konstruktsiooni pindala: $649 \text{ m}^2$
<b>Parendusmeetmed (a)</b> Konstruktsiooni kirjeldus: Lisasoojustamine Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtutud soojustusüsteemidest, kus isolatsioonimaterjalidest plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskroovi kihiga või fassaadiplaadiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm. Renoveeritava konstruktsiooni pindala (b) $649 \text{ m}^2$	
Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- ja/või vahtpolüstürool plaat	Paksus: 10 cm
$U$ -väärtus peale renoveerimist $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus : $0,04 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$
Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) $825 \text{ kr}/\text{m}^2 * 1 \text{ m}^2 = 825 \text{ kr}$ Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest $H = \sum A * U$ ja $Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$ kus; $Q_k$ –Piiirde arvutuslikud soojuskaod, MWh $S$ – hoone tasakaalutemperatuurile $+17 \text{ C}$ vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv $4518 \text{ kp}$ $24$ -tundide arv ööpäevas $H$ – erisoojuskaod, $\text{W}/\text{C}$ , $U_i$ – $i$ - nda piirdetarindi $U$ -arv, $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{C})$ $A_i$ – $i$ - nda piirdetarindi pindala, $\text{m}^2$  $Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6} \text{ MWh}$  $Q_k = 1 * (0,9 - 0,28) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,067 \text{ MWh}$ Aastase energiasäästu väärtus: (e) $0,067 * 624 = 42 \text{ kr}/\text{m}^2$ Lihtne tasuvusaeg: (f) $825/42 = 19,6 \text{ a}$ Meetme eluiga/kestvus: (g) $40 \text{ a}$ .	
<b>Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:</b> Hoone põhiosa seintes on hulgaliselt pragusid. Enne välisseinte soojustamist on vajalik pragude tekkepõhjus kõrvaldada ja seinad remontida.	

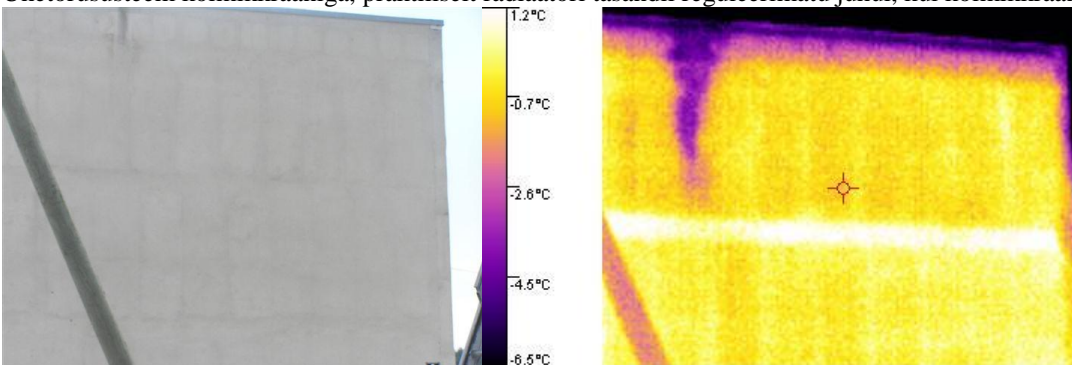
Fotod Kaevu tn 8 elamust.



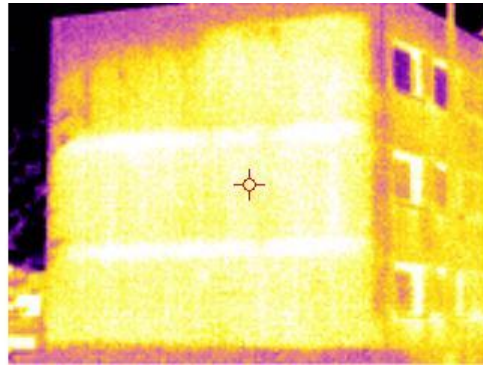
Paneeli vuukide ebatihedused.



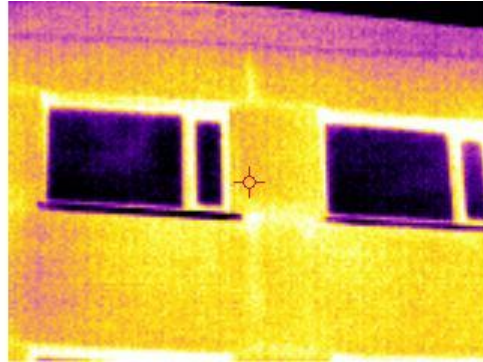
Ühetorusüsteem kolmikraaniga, praktiliselt radiaatori tasandil reguleerimatu juhul, kui kolmikraan ei ole töökorras.



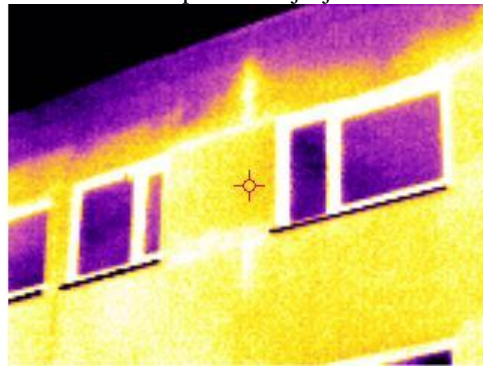
Sissetunginud niiskusest tekib külmasild ja korteri sein võib hakata seestpoolt kondensaati koguma.



Külmasillad paneelide ühenduskohtades, vasakpoolne otsakorter võib olla alaköetud või piisavalt ventileerimata (seest niiskunud sein)



Paneelide ühenduskohad juhivad soojust paremini, sest tsementmört on parem soojusjuht.



### Tüüp 3. Silikaattelistest majad

Hoone aadress: Tuleviku 5, Rakvere.

Tellija ja kontaktisik: Rakvere LV, Birgit Maasing

Tel. nr: 32 25 883

E-post: birgit.maasing@rakvere.ee

Auditeerimise kuupäev: 01.03.2007

Aruande nr: 03/07

Koostaja: Aare Vabamägi

Tel. nr: 52 10 530

#### 1. Energiaauditi põhitulemused – Energiasäästu meetmed

Objekti osad	Nr	Parendus-meetmed	Pindala	Meetmete maksumuse hinnang	Energiasäästu hinnang aastas	Aastase energiasäästu väärtus	Lihtne tasuvusaeg,	Meetme eluiga,
				krooni m <sup>2</sup>	kWh	krooni m <sup>2</sup>	aastates	aastates
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
Hoone väliskest	2.1	Pööningu soojustamine	1 m <sup>2</sup>	350	72	45	7,7	20
	2.2	Elamu otsaseinte soojustamine	1 m <sup>2</sup>	800	97	60	13,3	40
	2.3	Elamu külgliseinte soojustamine	1 m <sup>2</sup>	850	97	60	14,2	40

#### Selgitused.

Tabelis toodud pindalad on näitlikud ja ei vasta tegelikele pindadele, sest sarnaste tüüpmajade pinnad on erinevad.

Tabelit saab kasutada sarnaste tüüpmajade puhul asendades tabelis toodud pinnad tegelike pindadega ja pinna suurusest lähtuvalt korrutada läbi tabeli 1. tulpades **c**, **d** ja **e** olevate väärtustega.

Pinnaühiku m<sup>2</sup> all tuleb mõista soojustatava pinna ruutmeetrit.

Ehitustööde hinnad on 2007. aasta veebruarist ja ilma käibemaksuta.

Soojuse hinnaks on 624 kr/MWh.

#### Märkused.

Akende vahetamine on kollektiivselt tehtud ja pole enam asjakohane energiasäästu seisukohalt.

Vundamendi soojustamisega võib kaasneda vajadus vundamendi hüdroisolatsiooniks ja panduste kallete taastamiseks, mida ei saa täielikult lugeda energiasäästu tegevuseks.

Küttesüsteem on ülaltjaotusega ühetorusüsteem ja reguleerimine radiaatori tasandil puudub ning on antud süsteemi puhul väga keeruline. Soovitus küttesüsteemi uuendamise korral - paigaldada kahetorusüsteem koos radiaatori tasandil soojusväljastuse reguleerimisega (termoregulaatorventiil).

\*Sarnaseks võib pidada ehituskonstruksioonide osas.....

## Üldine informatsioon Tuleviku tn 5.

Hoone kasutusala: Elamu

Elamu korral korterite arv: 32

Ehitusaasta: 1961

Rekonstruktsiooni / renoveerimise aasta: Fassaadi aknad jooksvalt

Korruste arv koos keldri ja kasutatava pööninguga: 3

Kelder: jah Kõetavad ruumid pööningul: ei keldris: jah

Kõetav pind, (eluruumide üldpind): 1182 m<sup>2</sup>

Korruste täiskõrgus (põrandate vahel): 2,7 m

### Energiavarustus ja energia hinnad (lõpptarbija hind):

Kas küttesüsteem on varustatud üldise soojuskulu mõõturiga: JAH

Kas küttekehad on varustatud lokaalsete soojuskulu regulaatoritega: EI

Küte: Kaugküte / 624 kr/MWh

Soe tarbevesi: soojussõlmes, võimalik et osaliselt individuaalne lahendus korterite kaupa

<b>Energiakulu soojusvarustuseks</b>	<b>Soe tarbevesi</b>
<u>Ruumide küte</u>	<u>Soe tarbevesi</u>
Mõõtur(id): Soojusenergia arvesti	Mõõtur(id): Veearvesti
Primaarenergia kütus: Maagaas	Primaarenergia kütus: Maagaas
Primaarenergia kulu aastas (kütteperioodil):	Lõpptarbija energiakulu: osaliselt 20 %
2003 329,1 MWh	kaugküttesoojuse kulust, pole välistatud, et osaliselt on
2004 310,8 MWh	kasutusel gaasiga töötavad sooja tarbevee
2005 305,7 MWh	valmistamise seadmed.
2006 345,8 MWh	(sooja tarbevee tegelikud tarbimisandmed puuduvad)
Lõpptarbija energiakulu aastas (kütteperioodil):	
2003 263,23 (263,17) MWh (4519 kp)	
2004 248,66 (258,14) MWh (4352 kp)	
2005 244,56 (256,48) MWh (4308 kp)	
2006 276,65 (299,95) MWh (4167 kp)	
Perioodi keskmine 269,4 MWh (kp.) ilma sooja tarbeveeta ja peale välispiirete soojustamist 109 MWh (kp)	
Soojusenergia tegelik eritarbimine ilma STV-ta:	
2003 178 (178,1) kWh/m <sup>2</sup>	
2004 168 (174,7) kWh/m <sup>2</sup>	
2005 165 (173,6) kWh/m <sup>2</sup>	
2006 187 (203,0) kWh/m <sup>2</sup>	
Perioodi keskmine 182,3 kWh/m <sup>2</sup> (kp), peale välispiirete soojustamist 92 kWh/m <sup>2</sup> (kp)	
<b>Energiasääst Tuleviku tn 5</b>	
17 MWh otsaseinast	
52 MWh külgliseintest	
38 MWh pööningult	

Tabelis 1. nimetatud energiasäästu meetmete rakendamisel ja küttesüsteemi reguleerimise võimalusel küttekeha tasandil on soojuse eritarbe näitaja võimalik viia normaalaastal järgmistele tasemetele;

3. Pööningu soojustamine ja elamu otsaseinte soojustamine - tasemele 135 kWh/m<sup>2</sup>.
4. Pööningu soojustamine ja elamu välisseinte soojustamine - tasemele 92 kWh/m<sup>2</sup>.

<b>2. Hoone väliskest - Katus</b>	
Konstruktsiooni kirjeldus: Hoonel on viilkatus. Katuslae põhikonstruktsioon on raudbetoonist paneelid, mis on soojusisolatsiooniks kaetud põlevkivituhaga, liiva ja ehitusprahiga.	
Isolatsioonimaterjali tüüp, kui on: põlevkivituhk, praht	Paksus: 20 cm
Katuse U-väärtus, algne: 0,9 W/(m <sup>2</sup> °C)	Konstruktsiooni pindala Tuleviku 5: 540 m <sup>2</sup>
<b>Rakendatavad parendusmeetmed (a)</b> Konstruktsiooni kirjeldus: Katuse lisasoojustamine Katuslagi on soovitatav lisasoojustada ja eelnev ehitusprah eemaldada. Soojustatakse 20 cm paksuse puistevilla kihiga ja paigaldatakse käiguteed. Räästa äärde (välisseinte äärde) paigaldatakse tuuletõkkeplaadid. Parendatava konstruktsiooni pindala Tuleviku 5 osas : b) 540 m <sup>2</sup>	
Isolatsioonimaterjal, tüüp: Puistevill	Paksus: 20 cm
Katuse U-väärtus, peale parendamist 0,16 W/(m <sup>2</sup> °C)	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 W/(m°°C)
Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) 1 m <sup>2</sup> * 350 kr/m <sup>2</sup> = 350 kr Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest $H = \sum A \cdot U$ ja $Q_k = H \cdot S \cdot 24 \cdot 10^{-3}$ kus; Q <sub>k</sub> –Pirde arvutuslikud soojuskaod, MWh S – hoone tasakaalutemperatuurile +17 C vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv 4518 kp 24 -tundide arv ööpäevas H – erisoojuskaod, W/°C, U <sub>i</sub> – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m <sup>2</sup> ×C) A <sub>i</sub> – i - nda piirdetarindi pindala, m <sup>2</sup> 0,9 – pööningu koefitsent  $Q_k = A \cdot (U_1 - U_2) \cdot S \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 10^{-6}$ MWh  $Q_k = 1 \cdot (0,9 - 0,16) \cdot 4518 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 0,072$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,072 * 624 = 45 kr Lihtne tasuvusaeg: (f) 350/45 = 7,7 a Meetmete eluiga (kestvus): (g) 20 aastat	
<b>Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:</b> Pööningul asub ka ülaltjaotusega keskküttesüsteemi torustik. Soojustamise käigus arvestada vajadusega liikuda torustiku hoolduseks ja tasakaalustusventiilide paigaldamiseks ning selleks tarbeks näha ette laudteed.	

<b>2. Hoone väliskest – Välisseinad (otsaseinad)</b>	
Konstruktsiooni kirjeldus (erinevad konstruktsioonid – põhiosas, küttekehade taga): Hoone välisseinte konstruktsiooni tüübiks on soojustuseta silikaattellismüüritis (väljastpoolt puhasvuugiga), paksusega vähemalt 43 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur U on 1 W/(m <sup>2</sup> K)	
Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus: x cm
Konstruktsiooni U-väärtus, algne: 1,0 W/(m <sup>2</sup> °C)	Konstruktsiooni pindala Tuleviku 5: 174 m <sup>2</sup>
<b>Parendusmeetmed (a)</b> Konstruktsiooni kirjeldus: Lisasoojustamine Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtunud soojustusüsteemidest, kus isolatsioonmaterjalidest plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskrohvi kihiga või fassadiplaadiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm. Renoveeritud konstruktsiooni pindala (b) 174 m <sup>2</sup>	
Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- ja/või vahtpolüstüroolplaat	Paksus: 10 cm
U-väärtus peale renoveerimist 0,3 W/(m <sup>2</sup> °C)	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 W/(m <sup>2</sup> °C)
Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) 800 kr/m <sup>2</sup> * 1 m <sup>2</sup> = 800 kr Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest $H = \sum A \cdot U$ ja $Q_k = H \cdot S \cdot 24 \cdot 10^{-3}$ kus; $Q_k$ –Päärde arvutuslikud soojuskaod, MWh $S$ – hoone tasakaalutemperatuurile +17 C vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv 4518 kp 24 -tundide arv ööpäevas $H$ – erisoojuskaod, W/°C, $U_i$ – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m <sup>2</sup> ×C) $A_i$ – i - nda piirdetarindi pindala, m <sup>2</sup>  $Q_k = A \cdot (U_1 - U_2) \cdot S \cdot 24 \cdot 10^{-6}$ MWh  $Q_k = 1 \cdot (1,2 - 0,3) \cdot 4518 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 0,097$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,097 * 624 = 60 kr Lihtne tasuvusaeg: (f) 800/60 = 13,3 a Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.	



## 2. Hoone väliskest – Välisseinad (külgeseinad)

Konstruksiooni kirjeldus (erinevad konstruktsioonid – põhiosas, küttekehade taga):  
Hoone välisseinte konstruktsiooni tüübiks on soojustuseta silikaattellismüüritis (väljastpoolt puhasvuugiga), paksusega vähemalt 43 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur U on  $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub

Paksus: x cm

Konstruksiooni U-väärtus, algne:  $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$

Konstruksiooni pindala:  $533 \text{ m}^2$

### Parendusmeetmed (a)

Konstruksiooni kirjeldus: Lisasoojustamine

Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtunud vahtpolüstürooliga soojustussüsteemidest, kus vahtpolüstüroolist plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskrohvi kihiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm.

Renoveeritud konstruktsiooni pindala (b)  $533 \text{ m}^2$

Isolatsioonimaterjali tüüp: vill ja/või vahtpolüstürool plaat

Paksus: 10 cm

U-väärtus peale renoveerimist  $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$

Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus:  $0,04 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$

Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c)

$$850 \text{ kr}/\text{m}^2 * 1 \text{ m}^2 = 850 \text{ kr}$$

Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest

$$H = \sum A * U$$

ja

$$Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$$

kus;

$Q_k$  – Piirde arvutuslikud soojuskaod, MWh

S – hoone tasakaalutemperatuurile +17 C vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv 4518 kp

24 -tundide arv ööpäevas

H – erisoojuskaod,  $\text{W}/\text{C}$ ,

$U_i$  – i - nda piirdetarindi U-arv,  $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{C})$

$A_i$  – i - nda piirdetarindi pindala,  $\text{m}^2$

$$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6} \text{ MWh}$$

$$Q_k = 1 * (1,2 - 0,3) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,097 \text{ MWh}$$

Aastase energiasäästu väärtus: (e)  $0,097 * 624 = 60 \text{ kr}$

Lihtne tasuvusaeg: (f)  $850/60 = 14,1 \text{ a.}$

Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.

### Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:

Hoone seintes olevad ventilatsiooni avad on vaja korda teha juhul kui kasutatakse gaasipliite või seinte lisasoojustamisel jätta ventilatsiooni avad gaasipliidile vajaliku põlemisõhu tarbeks ning uute akende paigaldamisel akendesse ventilatsiooni avad.

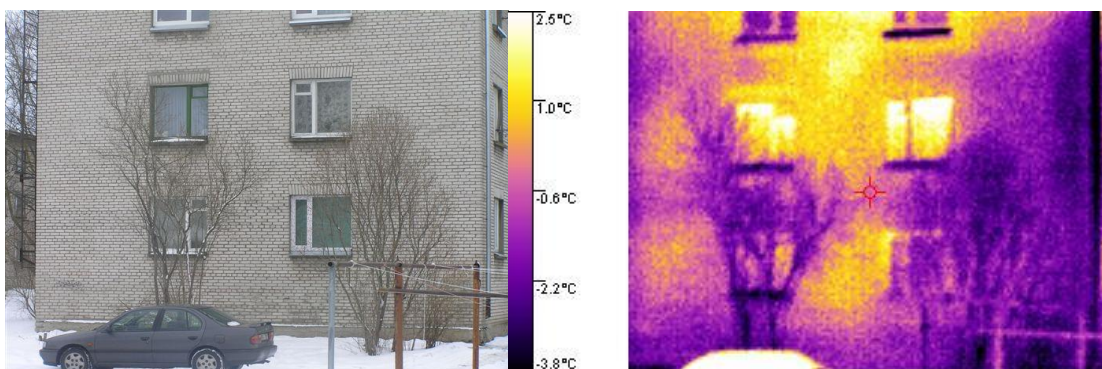
Fotod Tuleviku tn 5.

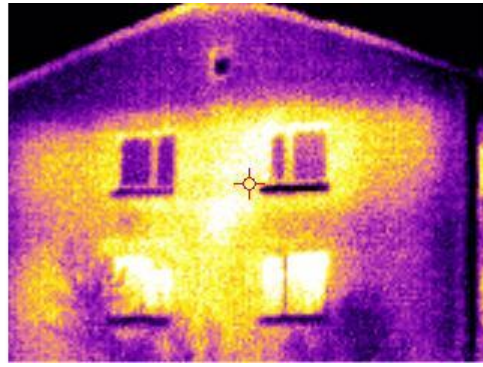


Elamus on gaaspliigid ja seetõttu ka omapärane ventilatsioonisüsteem. Ventilatsioonivad.

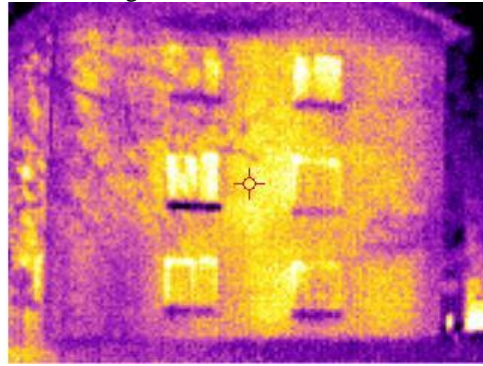


Elamus on ülaltjaotusega ühetorusüsteem, radiaatori tasandil reguleerimatu.





Elamu välispiirded on ühtlase soojusjuhtivusega, vastavalt ehitusaegsele normile.



**Tüüp 4. Tüüp maja Narva plokkidest ja (alumise foto) Tallinna Majaehituskombinaadi maja**  
Hoone aadress: Kungla 7, Rakveres

Tellija ja kontaktisik: Rakvere LV, Birgit Maasing  
Tel. nr: 32 25 883  
Auditeerimise kuupäev: 01.03.2007  
Aruande nr: 02/07  
Koostaja: Aare Vabamägi  
Tel. nr: 52 10 530

E-post: birgit.maasing@rakvere.ee

**1. Energiaauditi põhitulemused – Energiasäästu meetmed**

Objekti osad	Nr	Parendus-meetmed	Pindala	Meetmete maksumuse hinnang	Energiasäästu hinnang aastas	Aastase energiasäästu väärtus	Lihtne tasuvusaeg,	Meetme eluiga,
				krooni m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	krooni m <sup>2</sup>	aastates	aastates
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
Hoone väliskest	2.1	Katuse soojustamine	1 m <sup>2</sup>	650	80	50	13	40
	2.2	Elamu otsaseinte soojustamine	1 m <sup>2</sup>	750	68	42	17,8	40
	2.3	Elamu külgeinte soojustamine	1 m <sup>2</sup>	900	70,5	43	20,6	40

**Selgitused.**

Tabelis toodud pindalad on näitlikud ja ei vasta tegelikele pindadele, sest sarnaste tüüpimajade pinnad on erinevad. Tabelit saab kasutada sarnaste tüüpimajade puhul asendades tabelis toodud pinnad tegelike pindadega ja pinna suurusest lähtuvalt korrutada läbi tulpades c, d ja e olevate väärtustega. Pinnauhiku m<sup>2</sup> all tuleb mõista soojustatava pinna ruutmeetrit. Ehitustööde hinnad on 2007. aasta veebruarist ja ilma käibemaksuta. Soojuse hinnaks on 624 kr/MWh.

**Märkused Kungla tn 7 osas.**

Akende vahetamine käib individuaalselt korterite kaupa ja pole asjakohane ühise energiasäästu seisukohalt. Vundamendi osas on suured akna pinnad ja seda akende vahetust tuleks teha koos. Vundamendi soojustamisega võib kaasneda vajadus vundamendi hüdroisolatsiooniks ja panduste kallete taastamiseks, mida ei saa täielikult lugeda energiasäästu tegevuseks. Küttesüsteem on ühetorusüsteem ja reguleerimine radiaatori tasandil puudub ning on antud süsteemi puhul väga keeruline. Soovitus küttesüsteemi uuendamise korral - paigaldada kahetorusüsteem koos radiaatori tasandil soojusväljastuse reguleerimisega (termoregulaatorventiil).

\*Sarnaseks võib pidada ehituskonstruksioonide osas.....

## Üldine informatsioon Kungla 7.

Hoone kasutusala: Elamu

Elamu korral korterite arv: 60

Ehitusaasta: 1977

Rekonstruktsiooni / renoveerimise aasta: Fassaadi aknad jooksvalt, välisüksed 2006

Korruste arv koos keldri ja kasutatava pööninguga: 5

Kelder: jah Kõetavad ruumid pööningul: ei keldris: jah

Kõetav pind, (eluruumide pind) 3302 m<sup>2</sup>

Korruste täiskõrgus (põrandate vahel) 2,7 m

### Energiavarustus ja energia hinnad (lõpptarbija hind):

Kas küttesüsteem on varustatud üldise soojuskulu mõõturiga: JAH

Kas küttekehad on varustatud lokaalsete soojuskulu regulaatoritega: EI

Küte: Kaugküte / 624 kr/MWh

Soe tarbevesi: kaugküttesoojuse baasil.

Energiakulu soojusvarustuseks Kungla 7.	
<u>Ruumide küte</u> Mõõtur: Soojusenergia arvesti  Primaarenergia kütus: Maagaas <b>Katus eelnevalt soojustatud!</b> Primaarenergia kulu aastas (kütteperioodil): 2003 854,1 MWh 2004 768,0 MWh 2005 785,0 MWh 2006 761,0 MWh  Lõpptarbija energiakulu aastas (kütteperioodil): 2003 683,25 (683,1) MWh (4519 kp) 2004 614,42 (637,8) MWh (4352 kp) 2005 628,37 (659,0) MWh (4308 kp) 2006 608,83 (660,1) MWh (4167 kp)  Perioodi keskmine 659 MWh (kp), ilma STV-ta 527 MWh. <u>Kui katus poleks juba eelnevalt soojustatud (+ 72 MWh) 731 MWh (kp), ilma STV-ta 599 MWh.</u>  Soojusenergia tegelik eritarbimine ilma STV-ta: 2003 165 (165,5) kWh/m <sup>2</sup> 2004 149 (154,5) kWh/m <sup>2</sup> 2005 152 (159,6) kWh/m <sup>2</sup> 2006 147 (159,9) kWh/m <sup>2</sup>  <b>Perioodi keskmine (ilma sooja tarbevee valmistamiseta) 181 kWh/m<sup>2</sup> (kp) juhul kui katus poleks juba eelnevalt soojustatud, peale välispiirete soojustamist aga 119 kWh/m<sup>2</sup> (kp)</b>  <b>Energiasääst Kungla tn 7</b> 24 MWh otsaseinast 110 MWh külkseintest 72 MWh katusest.	<u>Soe tarbevesi</u>  Mõõtur(id): Veearvesti  Primaarenergia kütus: Maagaas  20% kogu elamu soojatarbest kulub sooja tarbevee valmistamiseks.

Tabelis 1. nimetatud energiasäästu meetmete rakendamisel ja küttesüsteemi reguleerimise võimalusel küttekeha tasandil on soojuse eritarbe näitaja võimalik viia sarnastes elamutes normaalaastal järgmistele tasemetele;

5. Kütuse soojustamine ja elamu otsaseinte soojustamine - tasemele 152 kWh/m<sup>2</sup>.
6. Kütuse soojustamine ja elamu välisseinte soojustamine - tasemele 119 kWh/m<sup>2</sup>.

**2. Hoone väliskest – Katus** (*Kungla 7 elamul katus juba soojustatud, alljärgnev kehtib sarnaste elamute osas juhul, kui katus ei oleks juba eelnevalt lisasoojustatud*)

Konstruksiooni kirjeldus:  
Hoonel on lamekatus. Katuslae põhikonstruktsioon on raudbetoonist paneelid, mis on soojusisolatsiooniks kaetud ehitusel ettenähtud soojustusega.

Isolatsioonimaterjali tüüp, kui on:	Paksus kokku:	cm
-------------------------------------	---------------	----

Katuse U-väärtus, algne:	0,9 W/(m <sup>2</sup> °C)	Konstruksiooni pindala:	900 m <sup>2</sup>
--------------------------	---------------------------	-------------------------	--------------------

**Rakendatavad parendusmeetmed (a)**

Konstruksiooni kirjeldus: Katuse lisasoojustamine  
Katuslagi on soovitatav lisasoojustada koos amortiseerunud katusekattega vahetusega. Soojustatakse 20 cm paksuse villa kihiga ja paigaldatakse hüdroisolatsioon.  
Parendatava konstruktsiooni pindala: b) 900 m<sup>2</sup>

Isolatsioonimaterjal, tüüp: Villmatid (klass- või kivivill)	Paksus:	20 cm
---	---------	-------

Katuse U-väärtus, peale parendamist W/(m <sup>2</sup> °C)	0,16	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 W/(m°°C)
--	------	--

Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c)

$$1 \text{ m}^2 * 650 \text{ kr/m}^2 = 650 \text{ kr}$$

Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest

$$H = \sum A * U$$

ja

$$Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$$

kus;

$Q_k$  – Piirde arvutuslikud soojuskaod, MWh

S – hoone tasakaalutemperatuurile +17 C vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv 4518 kp

24 -tundide arv ööpäevas

H – erisoojuskaod, W/°C,

$U_i$  – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m<sup>2</sup> ×C)

$A_i$  – i - nda piirdetarindi pindala, m<sup>2</sup>

$$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6} \text{ MWh}$$

$$Q_k = 1 * (0,9 - 0,16) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,080 \text{ MWh}$$

Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,080 \* 624 = 50 kr/m<sup>2</sup>

Lihtne tasuvusaeg: (f) 650/50 = 13,0 a

Meetmete eluiga (kestvus): (g) 40 aastat

**Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:**

Amortiseerunud katusekatte vahetuse puhul paigaldage kindlasti ka soojustus.

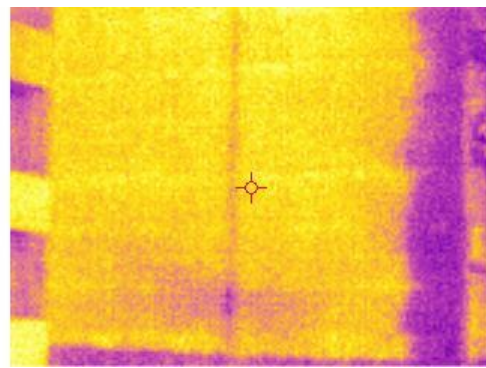
<b>2. Hoone väliskest – Välisseinad (otsaseinad)</b>	
<p>Konstruksiooni kirjeldus (erinevad konstruktsioonid – põhiosas, küttekehade taga):  Hoone välisseinte konstruktsiooni tüübiks on soojustuseta gaaskukeroon suurpaneelid ja väikeplokid paksusega 30 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur U on 0,9 W/(m<sup>2</sup>K).</p>	
Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus: x cm
Konstruksiooni U-väärtus, algne: 0,9 W/(m <sup>2</sup> °C)	Konstruksiooni pindala: 350 m <sup>2</sup>
<p><b>Parendusmeetmed (a)</b>  Konstruktsiooni kirjeldus: Lisasoojustamine  Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtunud soojustussüsteemidest, kus isolatsioonimaterjalist plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskrohvi kihiga või fassadiplaadiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm.</p> <p>Renoveeritud konstruktsiooni pindala (b) 350 m<sup>2</sup></p>	
Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- või vahtpolüstüroolplaat	Paksus: 10 cm
U-väärtus peale renoveerimist 0,27 W/(m <sup>2</sup> °C)	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 W/(m <sup>2</sup> °C)
<p>Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c)  750 kr/m<sup>2</sup> * 1 m<sup>2</sup> = 750 kr  Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest  <math>H = \sum A \cdot U</math>  ja  <math>Q_k = H \cdot S \cdot 24 \cdot 10^{-3}</math>  kus;  Q<sub>k</sub> – Piirde arvutuslikud soojuskaod, MWh  S – hoone tasakaalutemperatuurile +17 C vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv 4518 kp  24 -tundide arv ööpäevas  H – erisoojuskaod, W/°C,  U<sub>i</sub> – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m<sup>2</sup> ×C)  A<sub>i</sub> – i - nda piirdetarindi pindala, m<sup>2</sup></p> <p><math>Q_k = A \cdot (U_1 - U_2) \cdot S \cdot 24 \cdot 10^{-6}</math> MWh</p> <p><math>Q_k = 1 \cdot (0,9 - 0,27) \cdot 4518 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 0,068</math> MWh  Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,068 * 624 = 42 kr/m<sup>2</sup>  Lihtne tasuvusaeg: (f) 750/42 = 17,8 a  Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.</p>	
<p><b>Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:</b>  Hoone seintes on pragusid ja vuugi paljandeid. Enne välisseinte soojustamist on vajalik pragude tekkepõhjus kõrvaldada ja vuugid remontida.</p>	

<b>2. Hoone väliskest – Välisseinad (külgseinad)</b>	
<p>Konstruksiooni kirjeldus (erinevad konstruktsioonid – põhiosas, küttekehade taga):  Hoone välisseinte konstruktsiooni tüübiks on soojustuseta gaaskukeroon suurpaneelid ja väikeplokid paksusega 30 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur U on 0,9 W/(m<sup>2</sup>K).</p>	
Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus: x cm
Konstruksiooni U-väärtus, algne: 0,9 W/(m <sup>2</sup> °C) Akendevahelised kandevseinad, 1,0 W/(m <sup>2</sup> °C)	Konstruksiooni pindala: 1333 m <sup>2</sup> Akendevahelise seina pind 232 m <sup>2</sup>
<p><b>Parendusmeetmed (a)</b>  Konstruktsiooni kirjeldus: Lisasoojustamine  Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtunud soojustussüsteemidest, kus isolatsioonimaterjalist plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskrohvi kihiga või fassaadiplaadiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm.  Renoveeritud konstruktsiooni pindala (b) 1333 ja 232 m<sup>2</sup></p>	
Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- või vahtpolüstüroolplaat	Paksus: 10 cm, akendevahelisel pinnal 15 cm.
U-väärtus peale renoveerimist 0,27 W/(m <sup>2</sup> °C), akendevahelisel pinnal 0,21 W/(m <sup>2</sup> °C),	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivusväärtus: 0,04 W/(m <sup>2</sup> °C)
<p>Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c)  900 kr/m<sup>2</sup> * 1 m<sup>2</sup> = 900 kr  Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest  <math>H = \sum A \cdot U</math>  ja  <math>Q_k = H \cdot S \cdot 24 \cdot 10^{-3}</math>  kus;  Q<sub>k</sub> – Piirde arvutuslikud soojuskaod, MWh  S – hoone tasakaalutemperatuurile +17 C vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv 4518 kp  24 -tundide arv ööpäevas  H – erisoojuskaod, W/°C,  U<sub>i</sub> – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m<sup>2</sup> ×C)  A<sub>i</sub> – i - nda piirdetarindi pindala, m<sup>2</sup></p> <p><math>Q_k = A \cdot (U_1 - U_2) \cdot S \cdot 24 \cdot 10^{-6}</math> MWh</p> <p><math>Q_k = 1 \cdot (0,9 - 0,27) \cdot 4518 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 0,068</math> MWh  <math>Q_k = 1 \cdot (1,0 - 0,21) \cdot 4518 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 0,085</math> MWh  Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,068 * 624 = 42 kr/m<sup>2</sup>  Aastase energiasäästu väärtus akendevahelisel pinnal: (e) 0,085 * 624 = 53 kr/m<sup>2</sup>  Lihtne tasuvusaeg: (f) 900/43,6 = 20,6 a  Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.</p>	
<p><b>Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:</b>  Hoone seintes on pragusid ja vuugi paljandeid. Enne välisseinte soojustamist on vajalik pragude tekkepõhjus kõrvaldada ja vuugid remontida.</p>	

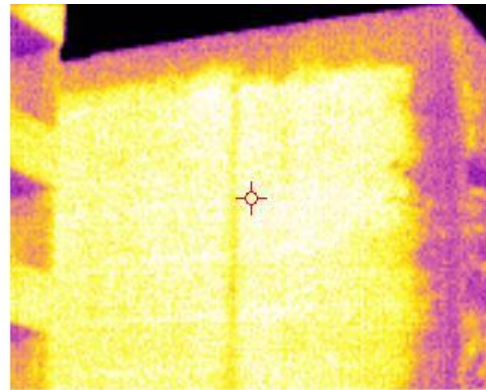


Kungla tn 7 elamu fotod.

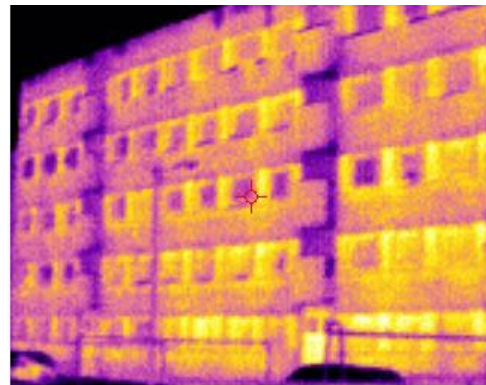




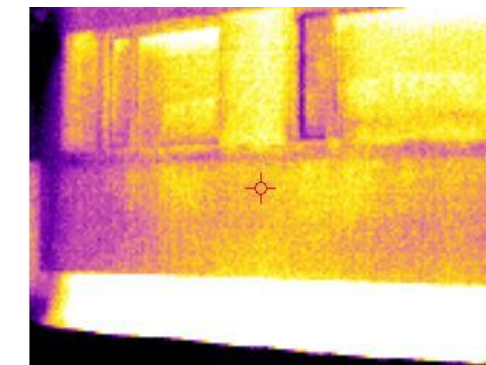
Seinas oleva vuugi prao kaudu liigub külm õhk seinakonstruktsiooni sisse.



Rõdu seinad ja katuse äär moodustavad külmasilla osaliselt ülemise korruse korteri sein.



Akende vaheseinad juhivad soojust paremini, kui ülejäänud sein. Pakettaknad juhivad soojust halvemini, kui elamu ehitusel paigaldatud aknad.



Soojustamata, niiskunud vundament ja kõrge temperatuur keldriruumides põhjustavad vundamendi pinnalt suured soojuskaod. (Hele toon vundamendil viitab suhteliselt kõrgele pinna temperatuurile)