

WP 4 Energy Supply

Analysis on EE in typical buildings and of the state of the energy supply infrastructure

Energy Consumption of Typical Multi-storeyed Houses in Rakvere and Potential Influence Achievable on the Insulation of External Peripheries

February 2010

RAKVERE CITY GOVERNMENT



Table of Contents

Summary in English.....	3
Housing situation in Rakvere	3
Existing building stock in Rakvere	4
Eestikeelne versioon	6
Elamumajandus Rakveres	6
Rakvere koreterelamute ehitusest	7
Elamute tüübid Rakveres	8
Hoonete energiatarbed ja energiasäästumeetmed	12
Tüüp 1. MEK majad	12
Tüüp 2. EKE majad	21
Tüüp 3. Silikaattelistest majad	31
Tüüp 4. Tüüpmaja Narva plokkidest ja Tallinna Majaehituskombinaadi maja	39
Imprint	48

Summary in English

Housing situation in Rakvere

Research paper “Energy saving obtainable from the insulation of external peripheries in typical apartment houses of Rakvere” offers an overview of the possibilities and necessity of the reconstruction and insulation of the typical dwelling houses in Rakvere. During Soviet time, like everywhere else in Estonia, the building of the housing stock was done in five-year periods or according to the plans of some institutions (e.g. army) and Rakvere was no exception. Due to that different dwelling-house areas and types emerged. The housing construction got a kick start due to the panel constructions that were quickly manufactured in integrated housing plants. Nevertheless, the quality of the panels and building itself was far from satisfactory. Because of cheap energy, the quality problems were hardly of any importance.

Nowadays, when 96% of entire housing stock is privatized and energy prices have never been so high, the problems arising from the poor building quality are especially eminent.

Also, it is important to note that during the time the houses were built, the thermo physical regulations set forth for external constructions were very much different from the contemporary ones. For example, the factor of the thermal conductivity of the external wall (so called U) was five times inferior which means that the norm was that from the surface of the wall passed five times more heat than contemporary recommendations suggest. Therefore, the external peripheries of the buildings need certainly be isolated. Also, the prevention of frost bridges in the building constructions is not possible in any other way than by insulating external peripheries.

Before the insulation of the external peripheries, a building project should be ordered, where a peripheral construction is shown in order to avoid the deterioration of the construction due to the humidity or installation of wrong materials. The project should also include a possible colour solution for the reconstructed external peripheries, suggested by the city architect, so that the mostly gray panel houses of Rakvere would become colorful and cheerful. The heating systems should after the insulation of external peripheries be furnished with regulators and reregulate so that attainable energy saving could be „caught“ with the help of the heating system, instead of ventilating it out of the windows because of the overheating effect. The energy saving attainable from the change of windows is not focused on in the paper, since it is done by different apartments in different times. As far as the change of windows is concerned, an important fact to be paid attention to is that the window is the most important part of the ventilation system of the apartment and such change causes significant alteration in air ventilation. If the windows do not have any ventilation openings, no healthy air ventilation is provided in the apartments. Although energy saving is attained, it has been done so on the cost of health and often results in moistened and energy wasting building construction. When rearranging the windows, it should be born in mind that existing window constructions are easily altered into energy saving windows by using sealings, putty (silicon putty) and mounting foam. It is the energy saving means that is economically very rational.

At the same time, the economical profitability should always be taken account when implementing whatever means of energy saving. Very often the recoupment period of the planned insulation of exterior peripheries is longer than 15 years. Thus it should be carefully

considered if the attainable energy saving will weigh up the economical capabilities to implement the energy saving measure.

Existing building stock in Rakvere

There are 4 main types of buildings in Rakvere

1. Period 1971-1980 -Prefabricated small block apartment buildings (Lennuki str) not rehabilitated

- ❑ The exterior walls are prefabricated smaller blocks and the floors are concrete panels,
- ❑ Non-bearing walls are in concrete block or silicate bricks
- ❑ Buildings have mostly roofs terraces with kind of insulation (5 cm of stone dust, sand).
- ❑ Buildings are either of type "blocks" without elevator with a number of floor limited to 5,

2. Period 1981-1990 - 3floors small panel houses (Kaevu, Kreutzwaldi str). Prefabricated small blocks apartment buildings not rehabilitated

- ❑ The exterior walls and the floors are prefabricated smaller panels
- ❑ Non-bearing walls are small plocks and brick
- ❑ Buildings have flat roofs or roofs terraces with insulation (5 cms of glas fiber or flat roof covered with hydroinsulation).

Buildings are either of type "blocks" without elevator with a number of floor limited to 3.

3. Period 1960-1970 - Silicate bricks houses, (Koidula, Küti, Jaama str,) Apartment buildings not rehabilitated

- ❑ The exterior walls are silicate bricks and the floors are prefabricated concrete panels,
- ❑ Non-bearing walls are bricks with concrete elements
- ❑ Buildings have roofs terraces with kind of insulation (5 cm of sand or stone dust, sowdust some buildings covered with glass wool).
- ❑ Buildings are type "blocks" without elevator with a number of floor limited to 2 - 5.

4. Period 1981-1990 - 5 floors large panel houses (Lembitu, Kungla, Võidu str) Apartment buildings not rehabilitated

- ❑ The exterior walls and the floors are in prefabricated panels,
- ❑ Non-bearing wall are in smaller plocks
- ❑ Buildings have flat roofs covered with 5 cm insulation and hydroisolation.
- ❑ Buildings are type "blocks" without elevator with a number of floor limited to 5

Current state of the building

There is a need for large scale renovation.

Ownership structures

Apartments are owner occupied. Management of the buildings is organised by apartment associations.

Kind of energy used for the district heating/ your district heating company

100% of the fuel used in Rakvere DH boilerhouses is until 2010 natural gas.

Energy demand and consumption (heat and electricity) in kWh/m² of buildings

Generally in Rakvere specific space heat consumption for living area m² is about 170 – 180 kWh/m², electricity about 50 kWh/m².

District heating network/ pipeline system

DH system consist from 2 pipe network, total length 17 km, 6 km is pre-insulated renovated pipeline.

Which are your relevant stakeholders?

51% of the DH company shares are owned by Rakvere city government, 49% Fortum (private business company).

Status of Energy efficiency of typical buildings, how to raise EE??

Comprehensive energy efficient renovation needs to be implemented. Overall external walls need additional insulation (to “kill” cold thermal bridges) about 10 – 15 cm, internal heating system need reconstruction from 1 pipe to 2 pipe system and regulation possibilities on radiator level with thermostatic valves.

What are your ideas for the District heating in your target area, which kind of RES would you use/can be used?

Future plans on 2010 are to install during the PPP project wood based fuel boiler to cover up to 25% of DH heat demand.
Wood residues chips are the fuel foreseen.

Eestikeelne versioon

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 saavutata 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 akendesse 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.

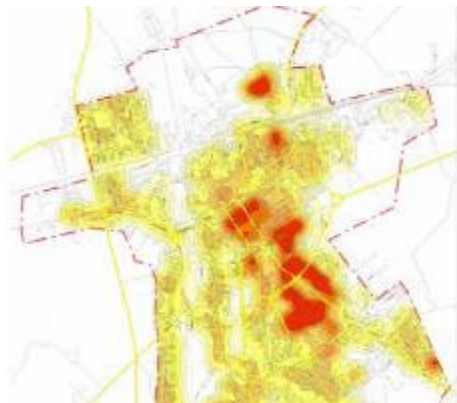
Mõnede Rakvere tüüpelamute välispiirete soojustamise osas annab käesolev uurimus sellest ülevaate.

Rakvere koreterelamute ehitusest

Tabel 1. Rakvere elamute valmimise ajavahemik ja hulk.

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

Korruselamute asukoht Rakvere linnas on leitav muuhulgas ka rahvastikutiheduse kaardilt 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 nendele 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 isolatsioonihiga (tuhk, liiv)
- ❑ Hooned on ilma liftideta ja kuni 5 korruselised.



Tüüp 2. EKE majad, Aravete või Narva plokist, U arv 0,9.

Periood 1981-1990 – 3- korruselised väikepaneelilamud (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 – Silikaattellistest elamud, (Koidula, Küti, Jaama tn.) Kortermajad renoveerimata.

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



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.

Period 1981-1990 – 5 korruselised suurpaneel elamud (Lembitu, Kungla, Laada, Võidu tn) Kortere lamud 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.

Tellijaja kontaktisik: Rakvere LV, Birgit Maasing
 Tel. nr: 32 25 883

post: birgit.maasing@rakvere.ee
 Auditeerimise kuupäev: 01.03.2007
 Aruande nr: 04/07

E-

Koostaja: Aare Vabamägi
 Tel. nr: 52 10 530

1. Energiaauditi põhitulemused – Energiasäästu meetmed

Objekti osad	Nr	Parendusmeetmed	Pindala	Meetmete maksumuse hinnang	Energiasäästu hinnang aastas	Aastase energiasäästu väärtus	Lihntasuvus - aeg,	Meetme eluiga,
		(a)	(b)	krooni m ² (c)	kWh (d)	krooni m ² (e)	aastates (f)	aastates (g)
Hoone väliskest	2.1	Pööningu soojustamine	1 m ²	350	62	39	8,9	20
	2.2	Elamu otsaseinte soojustamine	1 m ²	825	97	61	13,5	40
	2.3	Elamu külgliseinte soojustamine	1 m ²	900	83	51	14,7	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 suurusel lähtuvalt korrutada läbi tabeli 1. tulpades **c**, **d** ja **e** olevate väärtustega.

Pinnaühiku m² 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).

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 pööninguga: 4

Kelder: jah
ei

Köetavad ruumid pööningul:
keldris: jah

Köetav pind, (eluruumide üldpind):

2016 m²

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

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	Lõpptarbija energiakulu:
2004	(sooja tarbevee tegelikud tarbimisandmed
2005 386,6 MWh	puuduvad)
2006 353,8 MWh	
Lõpptarbija energiakulu aastas	
(kütteperioodil):	
2003	
2004	
2005	
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 ²	
2004 165 (171,9) kWh/m ²	
2005 163 (171,8) kWh/m ²	
2006 150 (162,5) kWh/m ²	
Perioodi keskmine 168 kWh/m ² (kp), peale välispiirete soojustamist 96 kWh/m ² (kp)	

<p><i>Energiasääst Lennuki tn 2</i> <i>18 MWh otsaseinast</i> <i>88 MWh külgliseintest</i> <i>40 MWh pööningult</i></p>	
--	--

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

1. Pööningu soojustamine ja elamu otsaseinte soojustamine - tasemele 139 kWh/m².
2. Pööningu soojustamine ja elamu välisseinte soojustamine - tasemele 96 kWh/m².

2. Hoone väliskest - Katus

Konstruksiooni kirjeldus:
Hoonel on viilkatus, juba vahetatud katuse kattmaterjaliks 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: $0,8 \text{ W/(m}^2\text{°C)}$	Konstruksiooni pindala Lennuki 2 : 650 m^2
---	--

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^2

Isolatsioonimaterjal, tüüp: puistevill	Paksus: 20 cm
--	---------------

Katuse U-väärtus, peale parendamist $0,17 \text{ W/(m}^2\text{°C)}$	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: $0,04 \text{ W/(m}^2\text{°C)}$
---	---

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 – Päärde arvutuslikud soojuskaod, MWh

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

24 -tundide arv ööpäevas

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

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

A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m^2

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) $0,062 * 624 = 39 \text{ kr/m}^2$

Lihne tasuvusaeg: (f) $350/39 = 8,9 \text{ a}$

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 W/(m²K).

Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub

Paksus:

Konstruksiooni U-väärtus, algne:

Konstruksiooni pindala Lennuki 2 puhul:
187 m²

Parendusmeetmed (a)

Konstruksiooni kirjeldus: Lisasoojustamine

Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtunud soojustussüsteemidest, kus isolatsioonmaterjalidest plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskroovi kihiga või fassadiplaadiga. Optimaalseks soojustuskihiki paksuseks võib lugeda 10 cm.

Renoveeritava konstruktsiooni pindala Lennuki 2 puhul (b) 187 m²

Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- ja/või
vahtpolüstürool plaat

Paksus: 10
cm

U-väärtus peale renoveerimist 0,3
W/(m²°C)

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

Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c)

825 kr/m² * 1 m² = 825 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/(m² ×C)

A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m²

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

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

Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,097 * 624 = 61 kr

Lihne tasuvusaeg: (f) 825/61 = 13,5 a

Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.

Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:

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

2. Hoone väliskest – Välisseinad (külgseinad)

Konstruksiooni kirjeldus (erinevad konstruksioonid – põhiosas, küttekehade taga):
Hoone välisseinte konstruksiooni tüübiks on soojustuseta silikaattellismüüritis (väljastpoolt puhasvuugiga), paksusega vähemalt 51 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur U on 1,2 W/(m²K).

Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus:
Konstruksiooni U-väärtus, algne:	Konstruksiooni pindala Lennuki 2: 914 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 konstruksiooni pindala Lennuki 2 puhul (b) 914 m²

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

Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c)

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

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 C vastav Jõhvi normaalaasta kraadpäevade arv

24 -tundide arv ööpäevas

H – erisoojuskaod, W/°C,

U_i – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m² ×C)

A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m²

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

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

Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,097 * 624 = 61 kr

Lihne tasuvusaeg: (f) 900/61 = 14,7 a

Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.

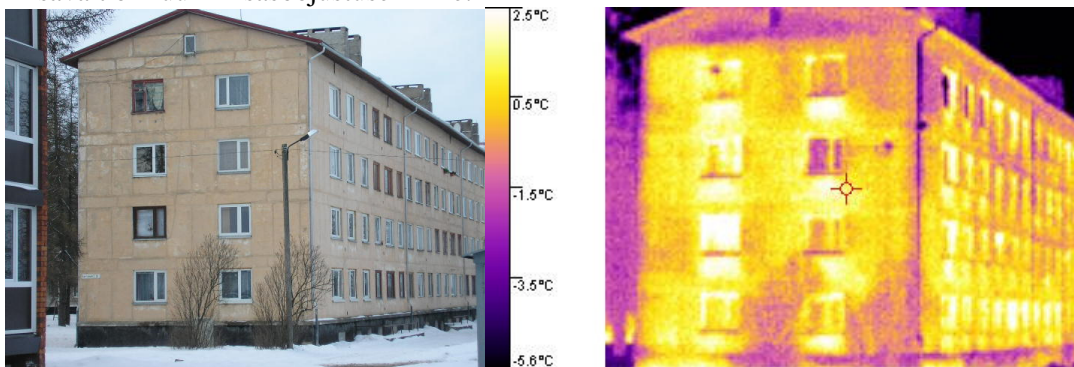
Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:

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

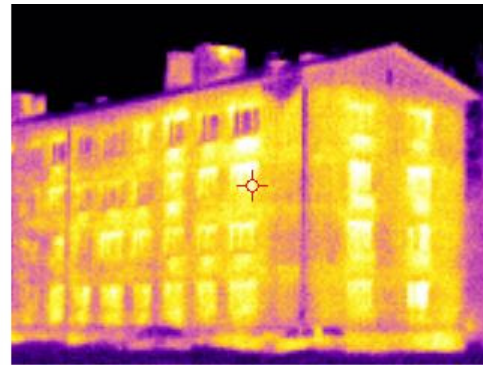
Fotod Lennuki tn 2.



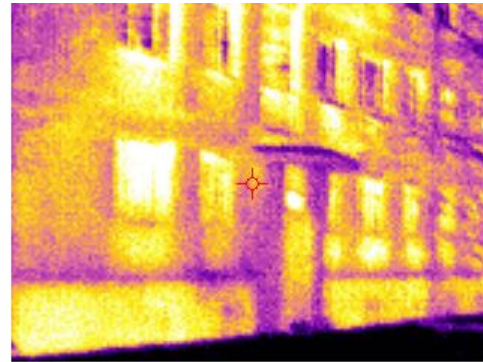
Pööningu põrand kaetud lisaks olemasolevale tuhast soojustuskihile eterniitkatuse vahetusest tekkinud ehitusprahiga. Näha on küttesüsteemi ülaltjaotuse magistraalitorud ka püstakut tasakaalustusventiil. Piisavalt on ruumi lisa-soojustuse kihile.



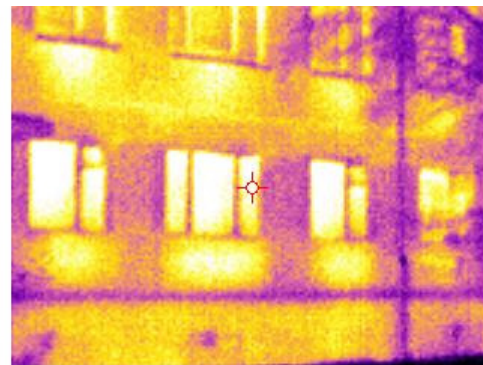
Seina pinnalt on näha, et küttekehad asuvad akende all.



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 (a)	Pindala (b)	Meetmete maksumuse hinnang krooni m ² (c)	Energiasäästu hinnang aastas kWh/m ² (d)	Aastase energiasäästu väärtus krooni m ² (e)	Lihtne tasuvusaeg, aastates (f)	Meetme eluiga, aastates (g)
Hoone väliskest	2.1	Katuse soojustamine	1 m ²	650	69	43	15,1	40
	2.1a	*Pööningu soojustamine* vt sarnased elamud	1 m ²	350	72	45	6,6	20
	2.2	Elamu otsaseinte soojustamine	1 m ²	750	67	42	17,8	40
	2.3	Elamu külgeinte soojustamine	1 m ²	825	67	42	19,6	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 suurusel lähtuvalt korrutada läbi tulpades c, d ja e olevate väärtustega.

Pinnaühiku m² 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

renoveerimise aasta: Fassaadi aknad 2004

Rekonstruktsiooni /

Korruste arv koos keldri ja kasutatava pööninguga: 3

Kelder: jah
ei

Köetavad ruumid pööningul:
keldris: jah

Köetav pind, eluruumide üldpind):

1033 m²

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

Energiakulu soojusvarustuseks Kaevu tn 8.	
<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	Lõpptarbija energiakulu:
2004	(sooja tarbevee tegelikud tarbimisandmed
2005 195,8 MWh	puuduvad)
2006 195,5 MWh	
Lõpptarbija energiakulu aastas	
(kütteperioodil):	
2003	
2004	
2005	
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 ²	
2004 187 (193,8) kWh/m ²	
2005 160 (168,9) kWh/m ²	
2006 161 (175,3) kWh/m ²	
Perioodi keskmine 184 kWh/m ² (kp), peale välispiirete soojustamist 102 kWh/m ² (kp)	

<p><i>Energiasääst Kaevu tn 8</i> <i>11 MWh otsaseinast</i> <i>43 MWh külgliseintest</i> <i>32 MWh katusest</i></p>	
--	--

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/m².

Katuse soojustamine (*Pööningu soojustamine*) ja elamu välisseinte soojustamine - tasemele 102 kWh/m².

2. Hoone väliskest - Katus	
<p>Konstruksiooni 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 .</p>	
Isolatsioonimaterjali tüüp, kui on: TEP matid	Paksus: 5 cm
Katuse U-väärtus, algne: $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ 0,8	Konstruksiooni pindala: 461 m ²
<p>Rakendatavad parendusmeetmed Kaevu tn 8 osas (a) Konstruktsiooni kirjeldus: Katuse lisasoojustamine Katuslagi on soovitatav lisasoojustada koos amortiseerunud katusekattega vahetusega. Soojustatakse 20 cm paksuse soojustus kihiga ja paigaldatakse hüdroisolatsioon. Parendatava konstruktsiooni pindala: b) 461 m²</p>	
Isolatsioonimaterjal, tüüp: Soojustusmaterjal lamekatusele	Paksus: 20 cm
Katuse U-väärtus, peale parendamist $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ 0,16	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 $W/(m \cdot ^\circ C)$
<p>Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) $1 m^2 * 650 kr/m^2 = 650 kr$ Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest $H = \sum A * U$ ja $Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$ 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, $W/^\circ C$, U_i – i - nda piirdetarindi U-arv, $W/(m^2 \times C)$ A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m² 0,9 – pööningu koefitsent</p> <p>$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6}$ MWh</p> <p>$Q_k = 1 * (0,8 - 0,16) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,069$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) $0,069 * 624 = 43 kr/m^2$ Lihtne tasuvusaeg: (f) $650/39 = 15,1$ a Meetmete eluiga (kestvus): (g) 40 aastat</p>	

Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:

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)

$$1 \text{ m}^2 * 300 \text{ kr/m}^2 = 300 \text{ kr}$$

$$Q_k = 1 * (0,9 - 0,16) * 4518 * 0,9 * 24 * 10^{-6} = 0,072 \text{ MWh}$$

$$\text{Aastase energiasäästu väärtus: (e) } 0,072 * 624 = 45 \text{ kr/m}^2$$

$$\text{Lihtne tasuvusaeg: (f) } 300/45 = 6,6 \text{ a}$$

Meetmete eluiga (kestvus): (g) 20 aastat

2. Hoone väliskest – Välisseinad (otsaseinad)	
<p>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 W/(m²K).</p>	
Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus:
Konstruksiooni U-väärtus, algne:	Konstruksiooni pindala: 160 m ²
<p>Parendusmeetmed (a) Konstruktsiooni 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 m²</p>	
Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- ja/või vahtpolüstürool plaat	Paksus: 10 cm
U-väärtus peale renoveerimist W/(m ² °C) 0,28	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 W/(m ² °C)
<p>Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) 750 kr/m² * 1 m² = 750 kr Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest $H = \sum A * U$ ja $Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$ kus; Q_k –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_i – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m² xC) A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m² $Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6}$ MWh $Q_k = 1 * (0,9 - 0,28) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,067$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,067 * 624 = 42 kr/m² Lihtne tasuvusaeg: (f) 750/42 = 17,8 a Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.</p>	
<p>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.</p>	

2. Hoone väliskest – Välisseinad (külgseinad)	
<p>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 W/(m²K).</p>	
Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus:
Konstruksiooni U-väärtus, algne:	Konstruksiooni pindala: 649 m ²
<p>Parendusmeetmed (a) Konstruktsiooni kirjeldus: Lisasoojustamine Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtunud soojustussüsteemidest, kus isolatsioonmaterjalidest plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskrohvi kihiga või fassaadiplaadiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm. Renoveeritava konstruktsiooni pindala (b) 649 m²</p>	
Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- ja/või vahtpolüstürool plaat	Paksus: 10 cm
U-väärtus peale renoveerimist W/(m ² °C) 0,28	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus : 0,04 W/(m ² °C)
<p>Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) 825 kr/m² * 1 m² = 825 kr Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest $H = \sum A * U$ ja $Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$ 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/(m² ×C) A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m²</p> <p>$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6}$ MWh</p> <p>$Q_k = 1 * (0,9 - 0,28) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,067$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,067 * 624 = 42 kr/m² Lihtne tasuvusaeg: (f) 825/42 = 19,6 a Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.</p>	
<p>Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused: Hoone põhiosa seintes on hulgaliselt pragusid. Enne välisseinte soojustamist on vajalik pragude tekkepõhjus kõrvaldada ja seinad remontida.</p>	

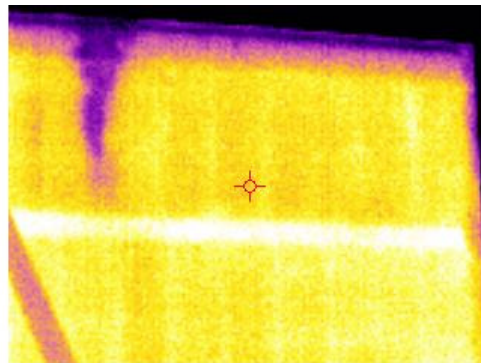
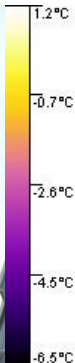
Fotod Kaevu tn 8 elamust.



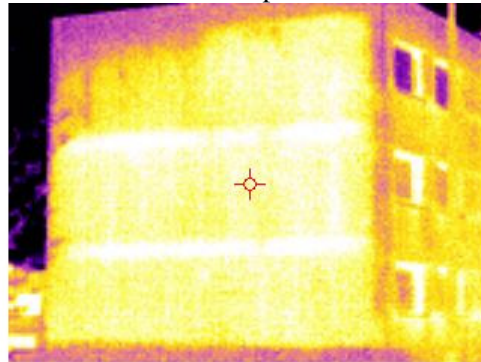
Paneeli vuukide ebatihedused.



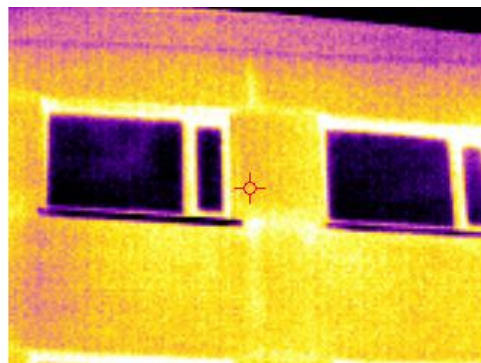
Ühetorusüsteem kolmikraaniga, praktiliselt radiaatori tasandil reguleerimatu juhul, kui kolmikraan ei ole töökorras.



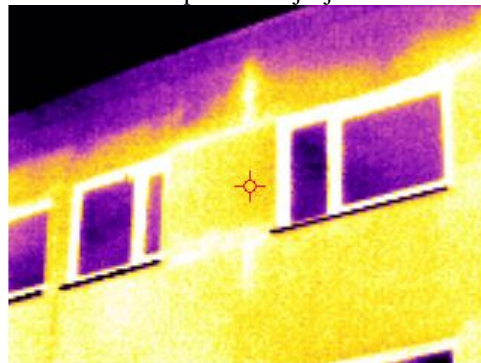
Sissetunginud niiskusest tekib külmasild ja korteri sein võib hakata seestpoolt kondensaati koguma.



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 address: 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 tasuvus - aeg,	Meetme eluiga,
		(a)	(b)	krooni m ² (c)	kWh (d)	krooni m ² (e)	aastate s (f)	aastate s (g)
Hoone väliskest	2.1	Pööningu soojustamine	1 m ²	350	72	45	7,7	20
	2.2	Elamu otsaseinte soojustamine	1 m ²	800	97	60	13,3	40
	2.3	Elamu külgliseinte soojustamine	1 m ²	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 suuruselt lähtuvalt korrutada läbi tabeli 1. tulpades **c**, **d** ja **e** olevate väärtustega. Pinnaühiku m² 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).

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 põõninguga: 3

Kelder: jah
ei

Kõetavad ruumid põõningul:
keldris: jah

Kõetav pind, (eluruumide üldpind): 1182 m²
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 regulaatoritega: EI
Küte: Kaugküte / 624 kr/MWh
Soe tarbevesi: sojussõlmes, võimalik et osaliselt individuaalne lahendus korterite kaupa

Energiakulu soojusvarustuseks	
<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	kaugküttesoojuse kulust, pole välistatud, et
2004	osaliselt on kasutusel gaasiga töötavad sooja
2005 305,7 MWh	tarbevee valmistamise seadmed.
2006 345,8 MWh	(sooja tarbevee tegelikud tarbimisandmed
Lõpptarbija energiakulu aastas	puuduvad)
(kütteperioodil):	
2003	
2004	
2005	
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 ²	
2004 168 (174,7) kWh/m ²	

2005	165 (173,6) kWh/m ²	
2006	187 (203,0) kWh/m ²	
Perioodi keskmine 182,3 kWh/m ² (kp), peale välispiirete soojustamist 92 kWh/m ² (kp)		
<i>Energiasääst Tuleviku tn 5</i>		
17 MWh otsaseinast 52 MWh külgseintest 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/m².
4. Pööningu soojustamine ja elamu välisseinte soojustamine - tasemele 92 kWh/m².

2. Hoone väliskest - Katus	
Konstruktsiooni kirjeldus: Hoonel on viilkatus. Katuslae põhikonstruktsioon on raudbetoonist paneelid, mis on soojusisolatsiooniks kaetud põlevkivituhha, liiva ja ehitusprahiga.	
Isolatsioonimaterjali tüüp, kui on: põlevkivituhk, praht	Paksus: 20 cm
Katuse U-väärtus, algne: 0,9 W/(m ² °C)	Konstruktsiooni pindala Tuleviku 5: 540 m ²
Rakendatavad parendusmeetmed (a) 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 ²	
Isolatsioonimaterjal, tüüp: Puistevill	Paksus: 20 cm
Katuse U-väärtus, peale parendamist 0,16 W/(m ² °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 4518 kp 24 -tundide arv ööpäevas H – erisoojuskaod, W/°C, U_i – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m ² xC) A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m ² 0,9 – pööningu koefitsent $Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 0,9 * 10^{-6} \text{ MWh}$ $Q_k = 1 * (0,9 - 0,16) * 4518 * 0,9 * 24 * 10^{-6} = 0,072 \text{ MWh}$ Aastase energiasäästu väärtus: (e) $0,072 * 624 = 45 \text{ kr}$ Lihtne tasuvusaeg: (f) $350 / 45 = 7,7 \text{ a}$ 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 paigaldamiseks ning selleks tarbeks näha ette laudteed.	

2. Hoone väliskest – Välisseinad (otsaseinad)	
<p>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 W/(m²K)</p>	
Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus:
Konstruksiooni U-väärtus, algne:	Konstruksiooni pindala Tuleviku 5: 174 m ²
<p>Parendusmeetmed (a) Konstruktsiooni kirjeldus: Lisasoojustamine Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtunud soojustussüsteemidest, kus isolatsioonmaterjalidest plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskrohvi kihiga või fassadiplaadiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm. Renoveeritud konstruktsiooni pindala (b) 174 m²</p>	
Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- ja/või vahtpolüstüroolplaat	Paksus: 10 cm
U-väärtus peale renoveerimist W/(m ² °C)	0,3 Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 W/(m ² °C)
<p>Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) 800 kr/m² * 1 m² = 800 kr Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest $H = \sum A * U$ ja $Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$ kus; Q_k –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_i – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m² ×C) A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m²</p> <p>$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6}$ MWh</p> <p>$Q_k = 1 * (1,2 - 0,3) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,097$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,097 * 624 = 60 kr Lihtne tasuvusaeg: (f) 800/60 = 13,3 a Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.</p>	

2. Hoone väliskest – Välisseinad (külgeinad)	
<p>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 W/(m²K).</p>	
Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus:
Konstruksiooni U-väärtus, algne:	Konstruksiooni pindala: 533 m ²
<p>Parendusmeetmed (a) Konstruktsiooni kirjeldus: Lisasoojustamine Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtutud vahtpolüstürooliga soojustussüsteemidest, kus vahtpolüstüroolist plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskrohvi kihiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm. Renoveeritud konstruktsiooni pindala (b) 533 m²</p>	
Isolatsioonimaterjali tüüp: vill ja/või vahtpolüstürool plaat	Paksus: 10 cm
U-väärtus peale renoveerimist W/(m ² °C) 0,3	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 W/(m°C)
<p>Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) 850 kr/m² * 1 m² = 850 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/(m² ×C) A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m²</p> <p>$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6}$ MWh</p> <p>$Q_k = 1 * (1,2 - 0,3) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,097$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,097 * 624 = 60 kr Lihtne tasuvusaeg: (f) 850/60 = 14,1 a. Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.</p>	
<p>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.</p>	

Fotod Tuleviku tn 5.



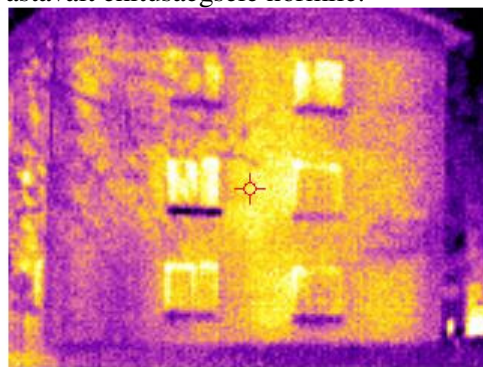
Elamus on gaaspliidid ja seetõttu ka omapärane ventilatsioonisüsteem. Ventilatsiooniavad.



Elamus on ülaltjaotusega ühetorusüsteem, radiaatori tasandil reguleerimatu.



Elamu välispiirded on ühtlase soojusjuhtivusega, vastavalt ehitusaegsele normile.



Tüüp 4. Tüüpmaja Narva plokiidest ja Tallinna Majaehituskombinaadi maja

Hoone aadress: Kungla 7, Rakveres

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: 02/07

Koostaja: Aare Vabamägi
Tel. nr: 52 10 530

1. Energiaauditi põhitulemused – Energiasäästu meetmed

Objekti osad	Nr	Parendusmeetmed	Pindala	Meetmete maksumuse hinnang	Energiasäästu hinnang aastas	Aastase energiasäästu väärtus	Lihtne tasuvusaeg,	Meetme eluiga,
		(a)	(b)	krooni m ² (c)	kWh/m ² (d)	krooni m ² (e)	aastate s (f)	aastate s (g)
Hoone väliskest	2.1	Katuse soojustamine	1 m ²	650	80	50	13	40
	2.2	Elamu otsaseinte soojustamine	1 m ²	750	68	42	17,8	40
	2.3	Elamu külgliseinte soojustamine	1 m ²	900	70,5	43	20,6	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 suurusest lähtuvalt korrutada läbi tulpades c, d ja e olevate väärtustega. Pinnauhiku m² 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 kaasnedes 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).

Üldine informatsioon Kungla 7.

Hoone kasutusala: Elamu

Elamu korral korterite arv: 60

Ehitusaasta: 1977

renoveerimise aasta: Fassaadi aknad jooksvalt, välisüksed 2006

Rekonstruktsiooni /

Korruste arv koos keldri ja kasutatava pööninguga: 5

Kelder: jah

ei

Köetavad ruumid pööningul:

keldris: jah

Köetav pind, (eluruumide pind)

3302

m²

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.																									
<p><u>Ruumide küte</u> Mõõtur: Soojusenergia arvesti</p> <p>Primaarenergia kütus: Maagaas Katus eelnevalt soojustatud! Primaarenergia kulu aastas (kütteperioodil):</p> <table> <tr><td>2003</td><td></td></tr> <tr><td>2004</td><td></td></tr> <tr><td>2005</td><td>785,0 MWh</td></tr> <tr><td>2006</td><td>761,0 MWh</td></tr> </table> <p>Lõpptarbija energiakulu aastas (kütteperioodil):</p> <table> <tr><td>2003</td><td></td></tr> <tr><td>2004</td><td></td></tr> <tr><td>2005</td><td></td></tr> <tr><td>2006</td><td>608,83 (660,1) MWh (4167 kp)</td></tr> </table> <p>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></p> <p>Soojusenergia tegelik eritarbimine ilma STV-ta:</p> <table> <tr><td>2003</td><td>165 (165,5) kWh/m²</td></tr> <tr><td>2004</td><td>149 (154,5) kWh/m²</td></tr> <tr><td>2005</td><td>152 (159,6) kWh/m²</td></tr> <tr><td>2006</td><td>147 (159,9) kWh/m²</td></tr> </table>	2003		2004		2005	785,0 MWh	2006	761,0 MWh	2003		2004		2005		2006	608,83 (660,1) MWh (4167 kp)	2003	165 (165,5) kWh/m ²	2004	149 (154,5) kWh/m ²	2005	152 (159,6) kWh/m ²	2006	147 (159,9) kWh/m ²	<p><u>Soe tarbevesi</u> Mõõtur(id): Veearvesti</p> <p>Primaarenergia kütus: Maagaas</p> <p>20% kogu elamu soojatarbest kulub sooja tarbevee valmistamiseks.</p>
2003																									
2004																									
2005	785,0 MWh																								
2006	761,0 MWh																								
2003																									
2004																									
2005																									
2006	608,83 (660,1) MWh (4167 kp)																								
2003	165 (165,5) kWh/m ²																								
2004	149 (154,5) kWh/m ²																								
2005	152 (159,6) kWh/m ²																								
2006	147 (159,9) kWh/m ²																								

<p>Perioodi keskmine (ilma sooja tarbevee valmistamiseta) 181 kWh/m² (kp) juhul kui katus poleks juba eelnevalt soojustatud, peale välispiirete soojustamist aga 119 kWh/m² (kp)</p> <p><i>Energiasääst Kungla tn 7</i></p> <p>24 MWh otsaseinast 110 MWh külgeseinest 72 MWh katuselt.</p>	
--	--

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

5. Katuse soojustamine ja elamu otsaseinte soojustamine - tasemele 152 kWh/m².
6. Katuse soojustamine ja elamu välisseinte soojustamine - tasemele 119 kWh/m².

<p>2. Hoone väliskest – Katus (<i>Kungla 7 elamul katus juba soojustatud, alljärgnev kehtib sarnaste elamute osas juhul, kui katus ei oleks juba eelnevalt lisasoojustatud</i>)</p>			
<p>Konstruksiooni kirjeldus: Hoonel on lamekatus. Katuslae põhikonstruktsioon on raudbetoonist paneelid, mis on soojusisolatsiooniks kaetud ehitusel ettenähtud soojustusega.</p>			
Isolatsioonimaterjali tüüp, kui on:		Paksus cm	kokku:
Katuse U-väärtus, algne: W/(m ² °C)	0,9	Konstruksiooni 900 m ²	pindala:
<p>Rakendatavad parendusmeetmed (a) Konstruktsiooni kirjeldus: Katuse lisasoojustamine Katuslagi on soovitatav lisasoojustada koos amortiseerunud katusekatttega vahetusega. Soojustatakse 20 cm paksuse villa kihiga ja paigaldatakse hüdroisolatsioon. Parendatava konstruktsiooni pindala: b) 900 m²</p>			
Isolatsioonimaterjal, tüüp: Villmatid (klass- või kivivill)		Paksus: cm	20
Katuse U-väärtus, peale parendamist W/(m ² °C)	0,16	Isolatsioonimaterjali väärtus: 0,04 W/(m ² °C)	erisoojusjuhtivuse
<p>Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) 1 m² * 650 kr/m² = 650 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/(m² x C)</p>			

$A_i - i$ - nda piirdetarindi pindala, m^2

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

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

Aastase energiasäästu väärtus: (e) $0,080 \cdot 624 = 50 \text{ kr/m}^2$

Lihne tasuvusaeg: (f) $650/50 = 13,0 \text{ a}$

Meetmete eluiga (kestvus): (g) 40 aastat

Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused:

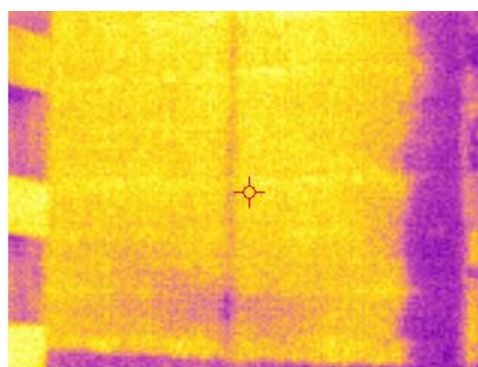
Amortiseerunud katusekatte vahetuse puhul paigaldage kindlasti ka soojustus.

2. Hoone väliskest – Välisseinad (otsaseinad)	
Konstruktsiooni kirjeldus (erinevad konstruktsioonid – põhiosas, küttekehade taga): Hoone välisseinte konstruktsiooni tüübiks on soojustusega gaaskukeroon suurpaneelid ja väikeplokid paksusega 30 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur U on 0,9 W/(m ² K).	
Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus:
Konstruktsiooni U-väärtus, algne:	Konstruktsiooni pindala: 350 m ²
<p>Parendusmeetmed (a) 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 m²</p>	
Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- või vahtpolüstüroolplaat	Paksus: 10 cm
U-väärtus peale renoveerimist W/(m ² °C) 0,27	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivuse väärtus: 0,04 W/(m°°C)
<p>Parendusmeetmete hinnanguline maksumus: (c) 750 kr/m² * 1 m² = 750 kr Aastane energiasääst: (d) leitakse seostest $H = \sum A * U$ ja $Q_k = H * S * 24 * 10^{-3}$ kus; Q_k –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_i – i - nda piirdetarindi U-arv, W/(m² ×C) A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m²</p> <p>$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6}$ MWh</p> <p>$Q_k = 1 * (0,9 - 0,27) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,068$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) 0,068 * 624 = 42 kr/m² Lihtne tasuvusaeg: (f) 750/42 = 17,8 a Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.</p>	
<p>Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused: Hoone seintes on pragusid ja vuugi paljandeid. Enne välisseinte soojustamist on vajalik pragude tekkepõhjus kõrvaldada ja vuugid remontida.</p>	

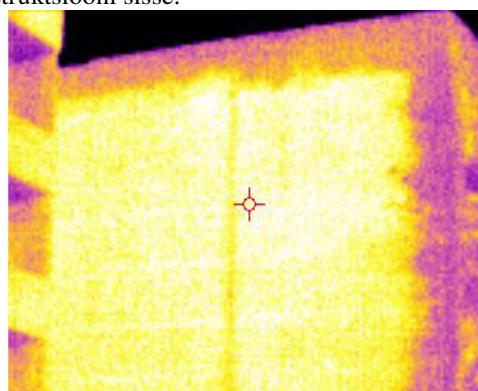
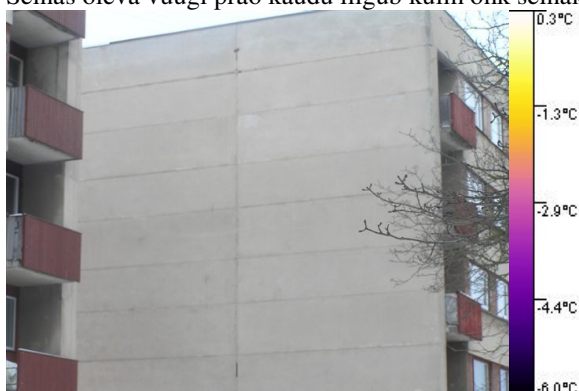
2. Hoone väliskest – Välisseinad (kõlgseinad)	
<p>Konstruksiooni kirjeldus (erinevad konstruktsioonid – põhiosas, küttekehade taga): Hoone välisseinte konstruktsiooni tüübiks on soojustuseta gaaskukeroon suurpaneelid ja väikeplakid paksusega 30 cm, millele lisandub sisemine viimistluskiht. Sellise seina soojusjuhtivustegur U on $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.</p>	
Isolatsioonimaterjali, kui on : puudub	Paksus:
Konstruksiooni U -väärtus, algne: Akendevahelised kandevseinad, $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$	Konstruksiooni pindala: 1333 m^2 Akendevahelise seina pind 232 m^2
<p>Parendusmeetmed (a) Konstruktsiooni kirjeldus: Lisasoojustamine Hoone põhiosa välisseinte lisasoojustamisel on lähtunud soojustussüsteemidest, kus isolatsioonimaterjalist plaatidega kaetud seinad viimistletakse viimistluskroovi kihiga või fassaadiplaadiga. Optimaalseks soojustuskihi paksuseks võib lugeda 10 cm. Renoveeritud konstruktsiooni pindala (b) 1333 ja 232 m^2</p>	
Isolatsioonimaterjali tüüp: vill- või vahtpolüstüroolplaat	Paksus: 10 cm, akendevahelisel pinnal 15 cm.
U -väärtus peale renoveerimist $0,27 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$, akendevahelisel pinnal $0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$,	Isolatsioonimaterjali erisoojusjuhtivusväärtus: $0,04 \text{ W}/(\text{m}^2\text{C})$
<p>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 4518 kp 24 -tundide arv ööpäevas H – erisoojuskaod, W/C, U_i – i - nda piirdetarindi U-arv, $\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{C})$ A_i – i - nda piirdetarindi pindala, m^2</p> <p>$Q_k = A * (U_1 - U_2) * S * 24 * 10^{-6}$ MWh</p> <p>$Q_k = 1 * (0,9 - 0,27) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,068$ MWh $Q_k = 1 * (1,0 - 0,21) * 4518 * 24 * 10^{-6} = 0,085$ MWh Aastase energiasäästu väärtus: (e) $0,068 * 624 = 42 \text{ kr}/\text{m}^2$ Aastase energiasäästu väärtus akendevahelisel pinnal: (e) $0,085 * 624 = 53 \text{ kr}/\text{m}^2$ Lihtne tasuvusaeg: (f) $900/43,6 = 20,6$ a Meetme eluiga/kestvus: (g) 40 a.</p>	
<p>Märkused hoolduse/kestvuse, meetmete jt. eriküsimused: Hoone seintes on pragusid ja vuugi paljandeid. Enne välisseinte soojustamist on vajalik pragude tekkepõhjus kõrvaldada ja vuugid remontida.</p>	

Kungla tn 7 elamu fotod.

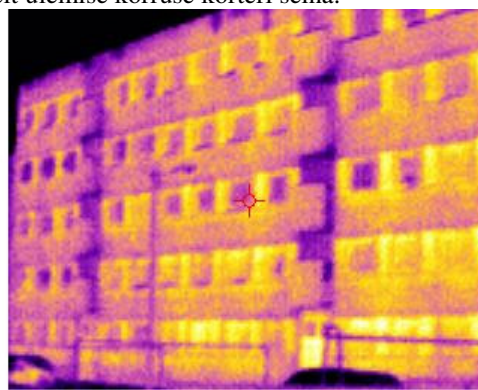




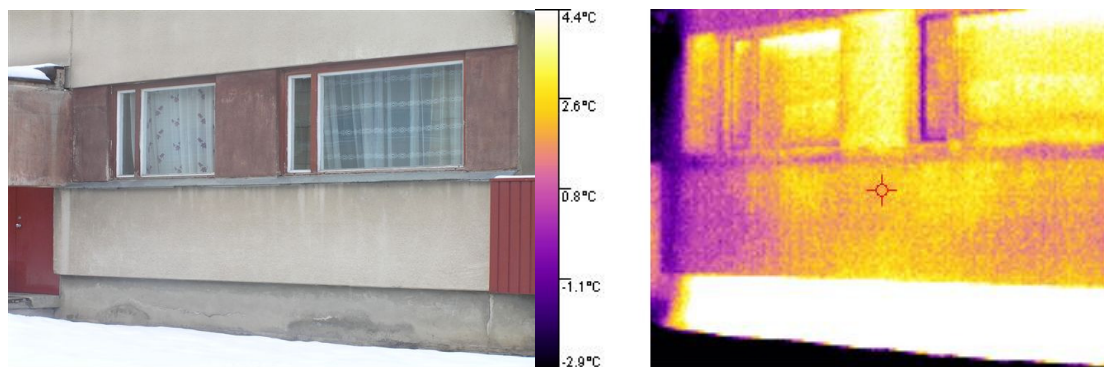
Seinas oleva vuugi praod kaudu liigub külm õhk seinakonstruktsiooni sisse.



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



Akende vaheseinad juhivad soojust paremini, kui ülejäanud 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)

Imprint

Aare Vabamägi
Raul Järg
Anu Oja

Rakvere City Government

Tallinna 5
44306 Rakvere
Estonia

Ph +(372) 322 5870

Fax +(372) 322 5871

<http://www.rakvere.ee>

<http://www.urbenergy.eu>