

EHITUSUURINGUD OÜ  
TALLINNA TEHNIKAKÕRGLKOOI SPIN-OFF

E. Vilde tee 52 korterelamu rekonstrueerimismeetmete  
rakendamise energiatõhususe analüüs ja  
ehitusfüüsikaline hinnang

Lauri Peetrimägi Ehitusuuringud OÜ vastutav spetsialist, tehnikateaduste  
magister

Anti Hamburg Ehitusuuringud OÜ töö teostaja, tehnikateaduse magister,  
TTK Ehitusteaduskonna lektor, TTÜ Ehitusteaduskonna  
doktorant

---

Ehitusuuringud OÜ  
registrikood 11332969  
Pärnu mnt 62  
10135 TALLINN  
Tel +372 666 4509  
e-post: info@ehitusuuringud.ee

## 1. Projektijärgne energiakokkuvõid

Energiakokkuvõidu arvutused põhinevad 18.01.2012 QP ARHITEKTID OÜ poolt koostatud E. Vilde tee 52 korterelamule koostatud põhiprojektis toodud Tehnosüsteemid OÜ poolt koostatud energiamärgise arvutustele. Kokkuvõidud energiakulu analüüs võrreldes varasema olukorraga tugineb 30.11.2010 valminud Ehitusuuringud OÜ poolt koostatud energiaauditile. Energiakulu analüüsis on hinnatud kütteenergia kokkuvõidu, projektis toodud lahenduste ehitustehniliste lahenduste realiseerumisel.

## 2. Algandmed kütteenergiakulu arvutamiseks

### 2.1 Välispiirded ja külmasillad

Tabel 1 Välispiirete projektijärgne erisoojuskadu

Välispiirded	Pindala, m <sup>2</sup>	U, W/(m <sup>2</sup> ·K)	U·A W/K
Välissein	5541	0,19	1052
Katuslagi	1564	0,14	219
Põrand pinnasel	1528	0,37	565
Aken	1865	1,1	2052
Välisuks	66	1,1	73
<b>Summa</b>	<b>10564</b>	<b>0,375</b>	<b>3961</b>

Tabel 2 Välispiirete külmasildade erisoojuskadu

Külmasillad	Joonkülmasild, W/(m·K)	pikkus, m	Ψ·l, W/K
Põrand-välissein	0,15	276	41,4
Välissen-välissein	0,08	224	17,9
Katus-välissein	0,09	276	24,8
Aknaraam-välissein	0,03	4394	132
<b>Summa</b>			<b>216</b>

Tabelis (Tabel 2) on arvestatud akende külmasildade joonkülmasilla soojusjuhtivuseks 0,03 W/(m·K), mis arvestab seda, et aknad tõstetakse soojustuskihti.

### 2.2 Infiltratsioon ja ventilatsioon

Arvutustes on arvestatud infiltratsiooni õhuhulgaks 1122 l/s, mis tähendab, et erisoojuskadu tulenevalt infiltratsioonist on 1353 W/K.

Lähtudes, et ventilatsiooni õhuvahetus on 0,42 l/(s·m<sup>2</sup>) (ventileeritava pindala kohta), on projektijärgselt erisoojuskadu ventilatsioonist 6650 W/K.

### 2.3 Projektijärgse ja olemasoleva kütte netoenergiavajaduse võrdlus

Projektijärgselt on saadud ruumide kütte netoenergiavajaduseks aastas 1082008 kWh. Energiaauditist lähtuvalt on olemasolevas olukorras kütte netoenergia tarbimine aastas 1732530

kWh ehk võrreldes renoveerimisega väheneb kütte netoenergiavajadus aastas normaalaastale taandatult 650522 kWh ehk 37,5%.

## 2.4 Hoone sooja tarbevee valmistamine

Projekti järgselt on arvutuslikult leitud sooja tarbevee valmistamise kuluks aastas 319800 kWh. Energiaauditist lähtuvalt on reaalne sooja tarbevee valmistamise kulu 262000 kWh, mis on oluliselt madalam arvutuslikust olukorrast. Vahe tuleneb VV. määrusest 258 tulenevast arvutusmetoodikast, kus sooja tarbevee valmistamise kulu inimese kohta on 45 liitrit ööpäevas, korterelamu inimeste arvuks on võetud 340 inimest. Arvutuslikus olukorras on soojale tarbeveele kuluv energiakulu 22% suurem.

Tänases olukorras toimub hoone kütmine ja sooja tarbevee valmistamine gaasikatlaga. Renoveerimisjärgses olukorras toimub hoone kütmine ja sooja tarbevee valmistamine väljatõmbe soojuspumba vahendusel, millega toodetakse aastas kütteenergiat 438908 kWh ja sooja tarbevee energiat 134636 kWh. Soojuspumba arvestuslik soojustegur (COP) on 4,0, mis tähendab, et soojusenergia tootmiseks kulub neli korda vähem elektrienergiat ehk vastavalt küttele 109727 kWh/a ja tarbeveele 33659 kWh/a ehk kokku 143386 kWh/a elektrienergiat, mille tulemusena toodetakse 573544 kWh/a soojusenergiat. Soojusenergia kogu tarbimine (küte+ soe tarbevesi) on hoones 1401808 kWh/a, energiaauditis tooduna on see tänases olukorras 1995000 kWh/a ehk 30% suurem, tulenevalt just sooja tarbevee valmistamise energiakulu erinevusest.

## 2.5 Hoone soojusvarustuse energiakulu analüüs

Auditeerimisel kaardistatud olukorras lähtuti katla kasutegurist 97%, projekteeritud olukorras on katla kasuteguriks võetud 85% (ehk 15% läheb kaduma). Sellest tulenevalt on hoone soojusvarustusele kuluvas energiaarvutustest lähtuvalt küttele ja soojale tarbeveele kuluv reaalne energiakulu suurem. Arvestades, et renoveeritud olukorras on katla kasutegur 85% ja kogu hoone soojusvarustus (sh küte ja soe tarbevesi) saavad energiat antud katlast on brutoenergiatarbimine 1688555 kWh/a (sh küttele on arvestatud radiaatorite kasuteguriga 97%). Juhul kui arvestada, et katla kasutegur jääb 97% on antud tulemus 1479662 kWh/a.

Võrdlus seisneb selles, et projekteeritud olukorras kaetakse soojusvarustusest 573544 kWh/a soojuspumbaga, mille tulemusel 185164 kWh/a on vaja soojendada katlaga tarbevett ning 643100 kWh/a kütta hoonet ehk 828264 kWh/a neto soojusenergiat, millest katla kasuteguriga 85% ja radiaatorite kasuteguriga 97% saame brutoenergia koguseks (reaalselt toodetud soojusenergia) 997828 kWh/a.

Arvestades soojuspumba soojusteguri (COP) 4,0-ga, saame kogu soojusenergia tarbeks projektijärgselt 143386 kWh/a ja katla poolt toodetud energia 997828 kWh/a kokku 1141214 kWh/a. Antud tulemuse põhjal väheneb soojusenergiatarbimine olemasoleva olukorraga 43 %.

Kui arvestada, et soojusvarustuses gaasikatla kasutegur on 97% saame katla poolt toodetud energia hulgaks 874385 kWh/a ehk kokku koos soojuspumba elektrienergiatarbega 1017771 kWh/a. Sellisel juhul on soojusenergia kokkuhoid 49%. Kui arvestame sellega, et tarbevee soojenemine ei suurene

energiamärgises toodud mahus ja soojuspumba poolt toodetud soojuste tootmist ei muuda, on soojuste kogu tarbimine 958184 kWh/a ehk **väheneb 52%**.

## 2.6 Kütteenergia kokkuhoid

Kütteks kulunud energia tarbimine katla kasuteguri juures 85% ja radiaatori kasutegur 97% puhul on 889715 kWh/a. Sellest 109727 kWh/a on soojuspumba elektrienergia kulu. Kokkuhoid võrreldes olemasoleva olukorraga on 49%. Kui katla kasutegur on 97%, on küttele kuluv energiatarbimine sama soojuspumba elektrienergia tarbimisega koos **793222 kWh/a** ehk **kokkuhoid** võrreldes olemasoleva olukorraga **939308 kWh/a** ehk **54%**.

## 3. Külmasildade ja akende vahetamata jätmise mõju analüüs

### 3.1 Juhul kui aknaid soojustuse kihti ei tõsteta

Analüüsitava olukorras, kus aknaid soojustuse kihti ei tõsteta, muutub arvutuslikus olukorras akende ja välisseinte vahelise külmasilla soojusjuhtivus võrreldes projektlahendusega suuremaks (Tabel 2) 0,03 W/(m·K) asemel keskmiselt 0,36 W/(m·K) juurde, siin on arvestatud, et ilma soojustamata st. pooli aknapalesid ei ole võimalik 25 mm soojusisolatsiooniga katta (sellisel juhul on joonkülmasilla soojusjuhtivus 0,51 W/(m·K)).

Selle tulemusel on aknaümbruse joonkülmasilla soojuserikadu 1582 W/K, see suurendab külmasildadest tulenevat soojusteenergia erikadu 1666 W/K juurde. Antud **tulemusel suureneb hoone kütteenergia netoenergiavajadus** 1082008 kWh/a pealt 1210846 kWh/a peale, **ehk suureneb 12% võrreldes projektlahendusega**.

### 3.2 Juhul kui aknaid soojustuse kihti ei tõsteta ning pooli aknaid välja ei vahetata

Kui projektlahendusega võrreldes jäätakse pooled akanad välja vahetamata 1865 m<sup>2</sup>-st (vt. Tabel 1) ning otsustatakse aknaid mitte soojustuse kihti tõsta, jääb poolte (932,5 m<sup>2</sup>) akende soojuslähikandegur orienteeruvalt 1,7 W/(m<sup>2</sup>·K) juurde (ehk jäävad juba viimase 15 aasta jooksul vahetatud aknad mille soojuslähikandegur on 1,7 W/(m<sup>2</sup>·K)). Projektikohaselt on uute akende soojuste lähikandegur (U-arv) arvestuslikult 1,1 W/(m<sup>2</sup>·K). Sellest tulenevalt võrreldes projekteeritud olukorraga, on arvutuslik soojuserikadu akendest 2611 W/K projektikohase 2052 W/K asemel ehk 559 W/K suurem. Antud variantlahenduse ja akende mitte tõstmisega soojustuskihti, on hoone (neto) kütteenergia vajadus 1260515 kWh/a ehk **võrreldes projektlahenduses** (1082008 kWh/a) **tooduga** 178507 kWh **aastas suurem (16,5%)**.

Juhul kui otsustatakse aknaid mitte vahetada, kaasneb sellega võrreldes teiste korteritega (vahetatud korterite tubade akendega 1,1 W/(m<sup>2</sup>·K)) temperatuuri lang, mis on orienteeruvalt üks kuni kaks kraadi välistemperatuuril 0 °C. Ehk kui soojussõlmes tagatakse **vahetatud akendega korterites 22 °C**, siis korterites, kus **otsustatakse aknaid mitte uuemate vastu vahetada, 20 °C**.

## 4. Kokkuvõtte energiatarbimise analüüsist

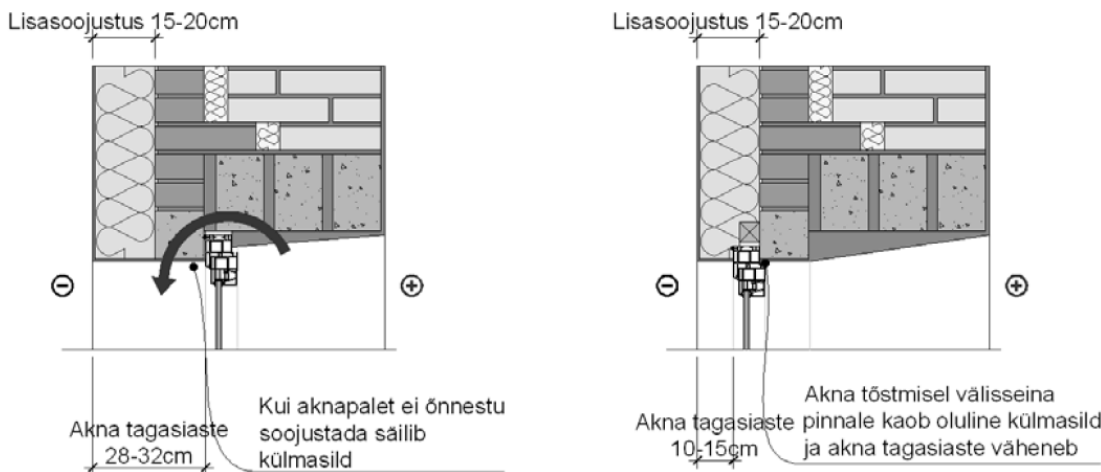
**Kütteenergiatarbimise analüüsi tulemusel võib väita, et hoone projektlahenduse järgne kütteenergia kokkuhoid annab kütteks kuulva energia** (brutoenergia ehk arvestatud katla kasuteguri 97% ja

soojuspumba COP-ga 4.0) säästu võrreldes olemasoleva olukorraga (1732530 kWh/a) **54%, langedes 793222 kWh/a peale.**

## 5. Akendest tuleneva külmasilla analüüs

Juhul kui aknaid soojustuskihti ei tõsteta ning aknapalesid pole võimalik soojustada, jääb akende ümbrustesse külmasild (Joonis 1; Joonis 2) vastavalt „Eesti eluasemefondi telliskorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga“ uuringu aruande järgi. **Joonkülmasilla juhtivus on 0,51 W/(m·K) ning temperatuuriindeks 0,66** (Joonis 2). Külmasilla mõju kütteenergia kulule on hinnatud peatükis 3.1. Olenevalt hoone niiskuskooormusest on külmasilla temperatuuriindeksi mõju erinev, olemasolev korterelamu kuulub kõrge niiskuskooormusega hoonete rühma ning **kriitiliseks külmasilla temperatuuri indeksi väärtuseks on alla 0,8**. Väärtus alla selle on kõrge niiskuskooormusega hoonetes soodus keskkond niiskuse kondenseerumiseks ja hallituse kasvuks. Juhul kui korterelamu projektijärgselt renoveeritakse, millega tagatakse ka nõuetekohane ventilatsioon, võib pidada antud hoonet juba **madala niiskuskooormusega** elamuks ning **kriitiliseks külmasilla indeksiks loetakse väärtust alla 0,65**. Analüüsitav väärtus 0,66 on aga kriitilise piiri peal ning võib tähendada olenevas olukorras ohtu niiskuse kondenseerumiseks ja hallituse tekkeks niiskunud pinnal (Joonis 2). Juhul kui aknad tõstetakse soojustuse kihti, hallituse ja niiskuse kondenseerumise risk kaob, kuna temperatuuriindeks jääb üle 0,8 ehk on 0,9.

Joonis 1 Külmasilla paiknemine akna ümber



Joonis 2 Lisasoostuse variantide mõju akna soojus- ja niiskustehnilisele toimivusele

	Lisa-soojustamata	15 cm paksune lisasoostus soojustamata palega	15 cm paksune lisasoostus soojustatud palega	15 cm paksune lisasoostus ja aken soojustuse tasapinnas
Temperatuuriindeks $f_{Rsi}$	0,57	0,66	0,85	0,90
Külmasilla soojuse lisajuhtivus $\Psi$ , W/(m·K)	0,49	0,51	0,11	0,03

Tulenevalt külmasildade suurest mõjust hoone energiatõhususele ning riskist niiskuse kondenseerumisele ja hallituse tekkele, on rangelt soovituslik tõsta hoone renoveerimisel aknad soojustuse kihti.