

**To: Hr. xxxxxxxx**  
 xxxxxxxxxxxxxx

<b>Aruanne:</b>	601105	10.Nov.2006
-----------------	--------	-------------

### Ühepereelamu välispiirete soojustuse kontroll

Käesolevas töös on kontrollitud hoone konstruktsioonide soojapidavust termograafilisel meetodil pinnatemperatuuride detailse mõõtmise teel.  
 Mõõdistused on läbi viidud nii normaalrõhul kui ka kunstlikult tekitatud alarõhul +50 Pa.

<b>Näidustused :</b>	Ülemistel korrustel külmade ilmadega jahe magamistoas ja sellega piirnevas garderoobis tuulise ilma korral tunda tuuletõmmet. Kahtlustus, et koridori sein soojustamata mis tingib soojuskaod eluruumidest.
----------------------	---

<b>Üldiseloostus:</b>	
<b>Hoone :</b> Ühepere-eramu , kolme korruseline ,keldrita vundament , garaaz Ehitusaasta : 1994-1996 Üldpind : 230 m <sup>2</sup> ,sellest 180 m <sup>2</sup> elamispiinda.	
<b>Kande- konstruktsioon :</b>	Vundament – valatud betoon, Seinad – tuhaplokk 250 mm ,kaetud Marmoroc plaadiga. Soojustus – kivivill 250 mm Katus – tsinkplekk PVDF kattega ,kiviprofiil Soojustus - 250 mm Aknad – kahekihiline pakettklaas, PVC
<b>Küte :</b>	Autonoomne katlamaja , puit , nafta , peamiselt köetakse puiduga Küttesüsteem : põhimõtteliselt kahetoru küttesüsteem alt jaotusega. Osad ruumid varustatud täiendava elektrilise põrandaküttega.
<b>Ventilatsioon :</b>	Loomulik ventilatsioon, väljatõmme köögis ja san. sõlmedes Kamin, lõõriga katlamaja korstnasse.

Mõõdistamisel kasutatud firma FLIR termokaamerat ThermaCam B2

Mõõtmise tulemused on töödeldud ning visualiseeritud kasutades firma FLIR tarkvara ThermaCAM Reporter 7 Basic

Õhu infiltratsiooni dedeksiooniks ja alarõhu tekitamiseks kasutatud firma Retrotec ~blowerdoori~ Retrotec 2000 ,

<b>Tegevus:</b>			
<b>Töö algus:</b>	14.30 05.Nov.2006	<b>Töö lõpp:</b>	17.30 05.Nov.2006
<b>Etapp I</b>	Teostatud seeria pildistusi välispiiretest hoone siseselt normaalarõhul.		
<b>Etapp II</b>	Teostatud maja väliseina termograafiline uuring		
<b>Etapp III</b>	Teostatud probleemsete kohtade termograafiline uuring alarõhu ( - 50 Pa ) tingimustel		
<b>Lisas 1:</b> lisatud pildimaterjal			

<b>Keskkonnatingimused mõõdistustööde perioodil</b>	
Välistingimused	<p>05.Nov.06 päeval oli vahelduva pilvisusega ilm, õhutemperatuur -10 kuni - 8 C° , puhus nõrk loodetuul 3 m/s , Allikas <a href="http://www.ilm.ee">www.ilm.ee</a></p> <p>Objekt asetseb paigutusega ida lääs , külgnedes ühelt küljelt metsatukaga mis varjas päikese otsese kiirguse objektile.</p> <p>Objekti päikesepoolse külje termograafilisel vaatlusel on võetud arvesse pontensiaalset viga. Kuid antud ülesande lahendamiseks see otsest mõju ei avalda.</p>
Sisetingimused	Eluruumid olid kütetud , temp. 22 – 24 C° , Vaid kolmanda korruse toa kütte oli välja lülitatud, eluruumides suhteline õhu niiskus - rh 35,0%, põrandakütte oli välja lülitatud.

<b>Mõõdistustööde tulemus</b>	
<b>Etapp I</b>	<p>Külmasild esineb kõõki nurkades , pilt 01 – punktide Sp1 ja Sp2 temperatuuride vahe 4,9 C° ja pilt 02 – Sp1 ja Ar 1 min temperatuuride vahe 6,3 C° kuid kuna esimesel juhul on tegemist maja välisnurgaga ja teisel juhul on tegu kõõgi väljatõmbe väljaviiguga ei ole antud ruumis täheldatud olulisi ehituslikke kõrvalekaldeid mis ohustaksid temperatuuri režiimi. (sovituskult võib täiendavalt soojustada pildil 02 olevat väljaviiku. Esimesel pildil nähtava külmasilla täiendav isolatsioon ei ole majanduslikult mõttekas.</p> <p>Külmasillad esinesid nii kolmanda korruse katusealuses toas kui ka teise korruse magamistoas ja sellega piirnevas garderoobis.</p> <p>Antud ruumid on oma eripäralt kas täielikult puitlaudis seintega (III korruse katusealune tuba) või siis osaliselt katusealused ruumid nagu II korruse magamistuba ja garderoob.</p>

	<p>Iseloomulik antud külmasildadele on see , et nad kulgevad piki katuse sarikaid. Mida on näha piltidel 04 , 10 , 11, 12 ja 14.</p> <p>Ka esineb olulisi külmasildu kolmanda korruse toa nurkades ja antud toa lõunapoolsesse külge ehitatud seinasüvendis.</p> <p>Vaata pilt 04 , 05 , 06, 07 . Eriti intevsiine temperatuuride erinevus joonistub välja pildil 05 mis on tehtud seinasüvendist mis on ehitatud maja katuse serva alla, temperatuuride vahe Sp1 ja Ar1 min vahel on 8,9 C° mille juures külmim punkt on 3,4 C° .</p> <p>Ka pildil 07 paiknev külmasild lähtub katusealuse seinapoolsest küljest. Nii piltidel 08,07 ja 09 on näha puitlaudise vahelt inteesiivset külma emissiooni mis tõestab kas siis puuduliku või puuduva soojustuse antud seinaga taga mis võimaldab välisõhul maijja tungida.</p> <p>Samuti on näha intensiivsed külmasillad piltidel 13, 14 (garderoob) mis viitab puudulikule soojustusele antud punktides.</p> <p>II korruse muud ruumid mis ei piirne otseselt katusega ja mille seinad moodustuvad kogu ulatuses laotud kivist mis on soojustatud ja kaetud hoone väliselt ~Marmoroc~ plaadiga ei oma väga intensiivseid külmakoldeid kui mitte arvesse võtta nn. Väikese kabineti välisnurka , pilt 15 ja kabineti töölauda kohal olevat valgustoru mis oma olemuselt on avaus katusesse ja mis tingib mõningase külma emissiooni ruumi.</p> <p>Probleemsed kohad on keskkoridori puit laes mis jälle piirneb katusega Koridori lae lõunapoolses seinas on näha anomaalia mille on põhjustanud ebapiisav soojustus või soojustuse vale paigutus. Vt. Pilt 17 Ar1 ja Ar2 Ja pilt nr 18 , Sp1 ja Sp2 vahe on 7.7 C° .</p>
<b>Etapp II</b>	<p>Välispidisel vaatlusel ei saa võtta kindlat seisukohta piirete soojuslekete kohta kuna mõõdistused toimusid olukorras kus oli olnud võimalik päikese otsene kiirgus mõõdetavale objektile ( kuigi mõõtmise ajal otsest päikesekiirgust objektile ei olnud )</p> <p>Välis-sein on kaetud ~Marmoroc~ pladiga ja otseseid lekkeid seinas ei täheldatud.</p> <p>Külmasild esines hoone läänepoolse külje rõdu alumises servas, antud rõdu toetub prussidele mis on seinaga läbivad ja jätkuvad esimese ja teise korruse vahelaes.</p> <p>Nagu enamuse Eestis ehitatud eramutel oli ka siin välisel vaatlusel näha maja vundamendi ebapiisav soojustus vt . pilt nr 22, 24.</p> <p>Lähtuvalt termograafilise ülevaatus põhjal teostatud kaudsetest arvutustest on hoone vundamendiosa keskmine soojusjuhtivus <math>U=1,89W/m^2C^{\circ}</math> mis ületab EPN 11.1 soovitatud väärtust <math>U_{max}=0,28W/m^2C^{\circ}</math></p> <p>Vundamendiosa soojuspidavuse suurendamiseks on vaja täiendada seda 150 - 200 mm lisasoojustusega mis tagaks ligikaudse uue U arvu <math>\sim 0,3 W/m^2C^{\circ}</math> .</p> <p>Hoone valdaja poolt esitatud kahtlustus , et koridori lõunapoolne külg on ebapiisavalt soojustatud ei leidnud kinnitust kuna piltidelt 24 on näha , et piirkondade Ar1 ja Ar2 keskmised ja minimaalsed väärtused ei erine oluliselt.</p>
<b>Etapp III</b>	<p>Maja sundhõrendusel , - 50 Pa , ilmnes oluline erinevus normaalrõhul teostatud vaatlustulemustest.</p> <p>Kui normaalrõhul oli näha intensiivseis külmasildu hoone katuse ja katusega piirnevate seintes, sarikate kohal, siis alarõhul ilmnes intensiivne külma välisõhu infiltratsioon. Antud külmasild levis piki sarikaid mis kinnitab ebapiisavat või lohakalt paigutatud soojustust. Osades punktides langes temperatuur kiiresti ja oluliselt alla 0 C° pilt 26, Sp1 -3.3 C°</p> <p>Mis eeldab soojustuse puudumist antud kohtades. Intensiivne külma õhu sissevoog toimus kõikjalt katusega piirnevates alades.</p> <p>Antud probleemi põhjuseks võib olla tuulekasti ebapiisav isoleeritus. Või sarikate sarika otste ebapiisav isolatsioon.</p> <p>Pilt 27, 28 , 29, 30 - 33</p>

Peamine probleem seisnes katuse ja sarikate ebapiisavas isolerituses mis tingis alarõhul mille käigus immiteeriti looduslikke tingimusi, välistuul 22-25 m/s, intensiivse välisõhu infiltratsiooni hoonesse mis näitab antud kohtade ebapiisavat soojustust ja isoleeritust.

Ka oli täheldatud vundamendi osa suurt soojusjuhtivust mis on põhjustatud ebapiisavast soojustusest.

Teised avastatud soojalekked ei oma antud hoone energia bilanssis olulist rolli.

Soovituslikult tuleb soojustada sarikate otsad ja tihendada maja tuulekasti vältimaks välisõhu intensiivset sissevoolu.

Koridori lõunapoolse seina lisasoojustamine ei ole antud kontekstis otstarbekas kuna peamised soojuskao toimuvad läbi katusekonstruktsioonide.

Ka maja energiabilansi parendamiseks on vajalik võtta ette vundamendi soojustus.

TALLINN 2006

Lugupidamisega  
Soojuspilt OÜ

Möödistas	Analüüsis	Allakirjutanud
Imre Annilo	Imre Annilo	Imre Annilo
Indrek Viirpalu		

Soojuspilt OÜ  
Reg. Nr: 11257251  
EE101053095

A/a: 22 103 169 5014  
Hansapank

Vikerlase 15  
Tallinn, 13616  
Tel: 50 11 695,  
53 855 161