

**SOOJUS- JA ELEKTRIENERGIA TARBIMINE
EMÜ TEHNIKAMAJAS, F. R. KREUTZWALDI 56, TARTU
ENNE JA PÄRAST RENOVEERIMIST**

Jaanus Uiga, Alo Allik

Tartu, 2012

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. ÜLEVAADE RENOVEERIMISE KÄIGUST.....	4
2. SOOJUS- JA ELEKTRIENERGIATARBE MUUTUMINE	5
3. RENOVEERIMISE TULEMUSTE RAHALISEST VÄÄRINGUST	10
KOKKUVÕTE	11
KIRJANDUS	12

SISSEJUHATUS

Euroopa Liidu pikaajaline energia- ja kliimapoliitika suunab kõiki liikmesriike mitte ainult suurendama taastuvenergia osakaalu tarbimises, vaid ka energiaefektiivsuse suurendamisele. Uuendatud määruses „Energiaõhususe miinimumnõuded“, mis hakkab kehtima alates 9. jaanuarist 2013, defineeritakse, et uute ehitiste energiaõhususarvud peavad olema seni määratletust kuni 47% madalamad. Samuti suurendati energiaõhususe miinimumnõudeid oluliselt rekonstrueeritavatele ehitistele. Aastast 2021 ehitatavad uued hooned peavad olema aga juba liginullenergiahooned.

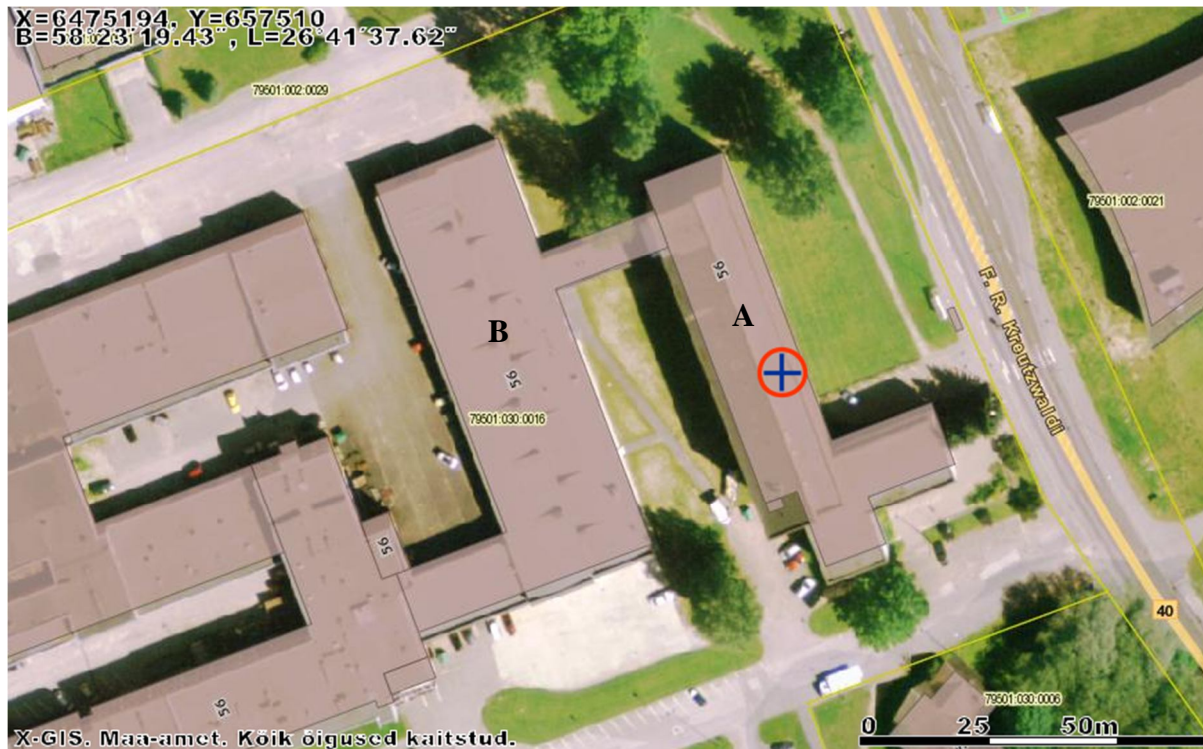
EMÜ Tehnikainstituudi Tehnikamaja renoveerimine lõppes siiski enne nende kõrgendatud nõuete kehtima hakkamist, kuid sellegipoolest oli renoveerimise eesmärgiks normidekohase sisekliima, valgustatuse ning ka energiaõhususe saavutamine.

Käesolevas töös on vaadeldud Tehnikamaja energiatarbimise struktuuri enne ja pärast renoveerimist. Tuleb mainida, et renoveeritud hoonete puhul on suhteliselt tavaline olukord, kus saavutatakse küll soojusenergiatarve vähenemine, kuid elektrienergia kasutamine suureneb ventilatsioonisüsteemi, suurenenud automatiseerituse, normidekohase valgustatuse, ja muude süsteemide lisamise tõttu. Seega ei saa elektrienergia tarbe suurenemist alati võtta kui renoveerimise negatiivset kõrvalmõju, mis soojusenergiatarbe vähenemise mõju ära nullib.

Töö autorid tahavad tänada Rein Klaost, Kiur Lindmäed ja Kalju Koha't tõhusa kostöö eest tarbimisandmete väljastamisel.

1. ÜLEVAADE RENOVEERIMISE KÄIGUST

EMÜ Tehnikainstituudi Tehnikamaja paiknemine on nähtav alljärgnevalt jooniselt (joonis 1.1)



Joonis 1.1. EMÜ Tehnikamaja, F. R. Kreutzwaldi 56 [1]

Nagu näha, kirjeldatakse aadressiga F. R. Kreutzwaldi 56 tervet hoonetekompleksi. Tehnikamajana käsitletakse kaht parempoolset ehitist, mis on nimetatud vastavalt B- ja A-korpuseks.

A- ja B-korpuse renoveerimiskäik on kirjeldatud alljärgnevas tabelis (tabel 1.1)

Tabel 1.1. Tehnikamaja renoveerimine [2]

Hoone	Ehitustegevuse alustamiskuupäev	Kasutusloa väljastamiskuupäev
A-korpus	03.08.2010	18.10.2011
B-korpus	27.04.2009	03.11.2009

Seega oli B-korpus, milles paiknevad peamiselt tootmistehnika osakonna laborid, esimene mis valmis. Renoveerimise kogumaksumus oli Riigihangete Registri [3] andmetel ~3,5 mln EUR. Selle käigus teostati nii hoone välisfassaadide soojustamine ja viimistlus, akende vahetus kui ka mõlemasse hoonesse ventilatsioonisüsteemi paigaldamine. Samuti uuendati siseviimistlust.

2. SOOJUS- JA ELEKTRIENERGIATARBE MUUTUMINE

Tehnikainstituudi soojus- ja elektrienergiatarbe võrdlemiseks võeti vaatluse alla 2008. (kui renoveerimistöodele eelnenud täisaasta) ja 2012. aasta (kui renoveerimistöodele järgnenud täisaasta). Tuleb arvestada, et renoveerimise käigus toimunud muudatuste tõttu hakati soojendama mõningaid varasemalt kütmata ruume, mistõttu oleks mõõdetud soojusenergiatarvet suhteliselt keeruline võrrelda. Samuti ei ole määratud hoonetekompleksi sisetemperatuure enne renoveerimist. On teada, et kindlasti oli nii A- kui ka B-korpuses temperatuuride jagunemine ruumide kaupa ebahühtlane ning mõningatest ruumidest puhus puuduliku isolatsiooni tõttu tuul läbi.

Võrreldava tulemuse saavutamiseks leiti lisandunud köetava pinna (A-korpuse 5. korrus ja mõningad keldrikorruse ruumid; B-korpuse garaaž) suurus ning kasutati seda, iseloomustamaks energiatarvet ühikpindala kohta nii enne kui ka pärast renoveerimist. Energiatarbe muutus on nähtav tabelist 2.1.

Tabel 2.1. Muutused Tehnikamaja köetavas pinnas ning soojus- ja elektrienergia tarbimises

Parameeter	2008	2012	Muutus	Muutus, %
Köetav pind, m ²	7536	8862	1326	17,6%
Köetav kubatuur, m ³	31400	37062	5662	18,0%
Tarbitud soojusenergia, MW·h/a	749	673 ^a	-76,3	-10,2%
Tarbitud soojusenergia, kW·h/(m ² ·a)	99,4	75,9	-23,5	-23,6%
Tarbitud soojusenergia, kW·h/(m ³ ·a)	23,9	18,2	-5,70	-23,9%
Tarbitud elektrienergia, MW·h/a	176	282 ^a	106	60,4%
Tarbitud elektrienergia, kW·h/(m ² ·a)	23,4	31,9	8,50	36,4%
Tarbitud elektrienergia, kW·h/(m ³ ·a)	5,60	7,62	2,01	35,9%

^a Energiatarve 2012. aastal on leitud, kasutades reaalseid mõõtmisandmeid jaanuarist novembrini, detsembrikuu tarbimise iseloomustamiseks kasutati 2011. aasta detsembrikuu andmeid.

Tabelist nähtub, et mõõdetud soojusenergiatarve ühikpindala kohta on vähenenud 23,5 kW·h/(m²·a) võrra e. **23,6%**. Vaadeldes soojusenergiatarbe muutust köetava kubatuuri kohta, on näha sarnast trendi (siinjuhul 23,9%).

Elektrienergiatarve on seevastu suurenenud, mida saab põhjendada ventilatsioonisüsteemi kasutuselevõtu ning hoone uute automaatikasüsteemide pideva energiatarbega. Samuti on paranenud ruumide valgustus. Elektrienergiatarve köetava pindala ning mahu kohta on suurenenud vastavalt 8,5 kW·h/(m²·a) (**36,4%**) ja 2,01 kW·h/(m³·a) (35,9%).

Erinevate aastate soojusenergiatarbe võrdlemine tekitab alati küsitavusi. Elimineerimaks erinevate aastate temperatuurikõikumiste mõju soojusenergiatarbele, kasutatakse kraadpäevadega taandamist [4]. Sealjuures eemaldatakse kraadpäevadega töödeldavatest soojustarbimistest välistemperatuurist sõltumatu energiakogus (tavaliselt sooja vee tarve). Tehnikamaja puhul välistemperatuurist sõltumatut tarbimist ei tuvastatud. Samuti ei ole töö autorid hoone tasakaalutemperatuuri ise määranud, vaid kasutanud kirjanduses [4] toodud tüüpparameetreid. Seega tuleb tabelis 2.2 toodud andmetesse suhtuda kui indikatiivsetesse suurustesse, mis on ära mainitud, näitamaks, kui suure erinevuse võib tekitada välistemperatuuride mõju arvestamine.

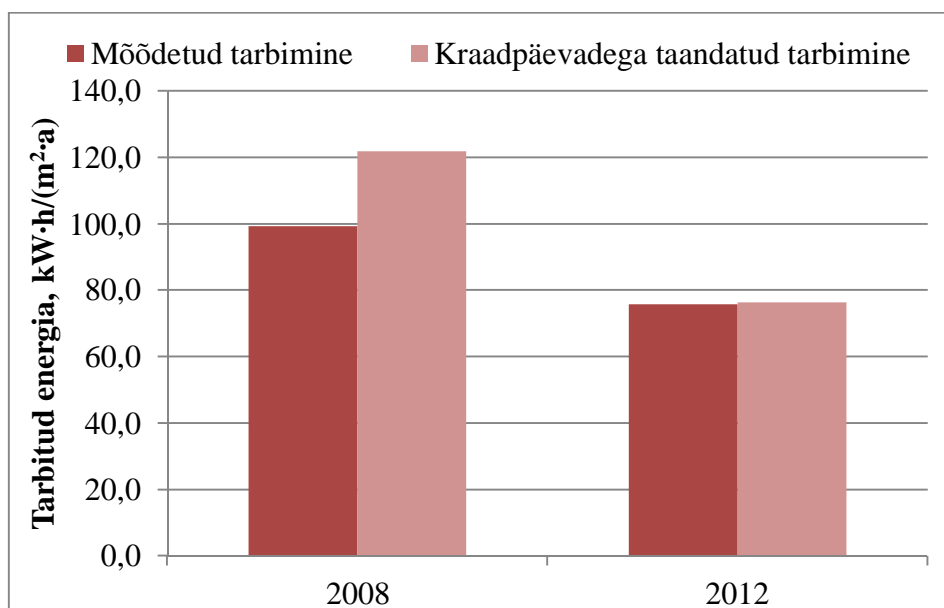
Tabel 2.2. Kraadpäevadega taandatud Tehnikamaja soojusenergiatarve

Parameeter	Mõõdetud		Kraadpäevadega taandatud		Muutus	Muutus, %
	2008	2012	2008 ^b	2012 ^c		
Tarbitud soojusenergia, MWh/a	749	673	919	677	-242	-26,3%
Tarbitud soojusenergia, kWh/(m ² ·a)	99,4	75,9	122	76,4	-45,6	-37,4%
Tarbitud soojusenergia, kWh/(m ³ ·a)	23,9	18,2	29,3	18,3	-11,0	-37,6%

^b 2008. aasta jaoks kasutati tasakaalutemperatuurile 15 °C [4, lk 33] vastavaid kraadpäevi

^c 2012. aasta jaoks kasutati tasakaalutemperatuurile 13 °C [4, lk 33] vastavaid kraadpäevi

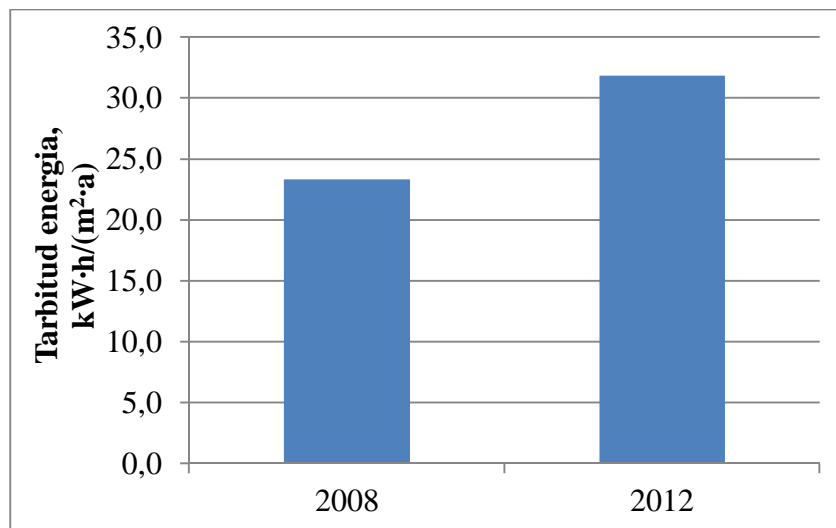
Soojusenergiatarbe muutus nii mõõdetud kui ka kraadpäevadega taandatud suuruseid kasutades on näidatud alljärgneval joonisel (joonis 2.1).



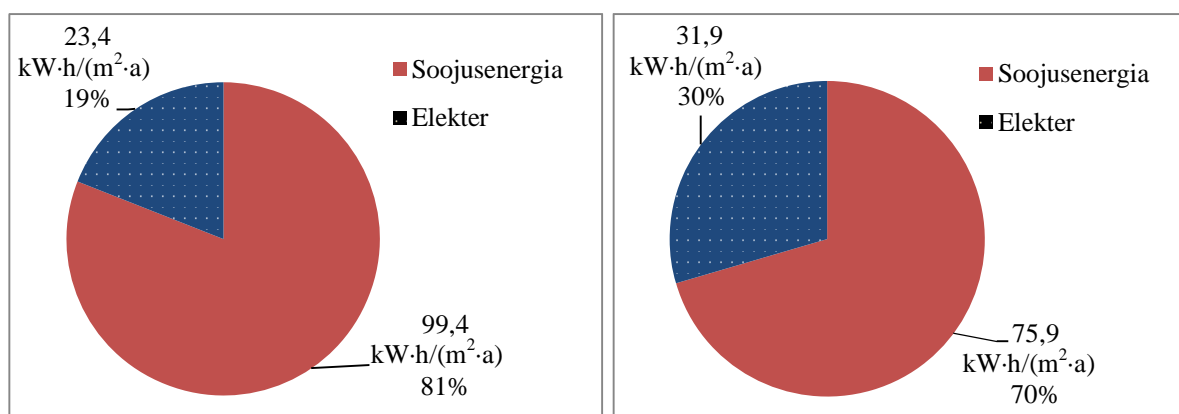
Joonis 2.1. Tehnikamaja soojusenergiatarbe muutus.

Kraadpäevadega korrigeeritud soojusenergiatarbe kasutamisel on näha palju suuremat säästu (37,4%, arvestades köetava pinna suurenemist).

Jooniselt 2.2 on nähtav elektrienergiatarbe muutus köetava (kasutatava) pinna kohta.



Joonis 2.2. Tehnikamaja elektrienergiatarbe muutus.

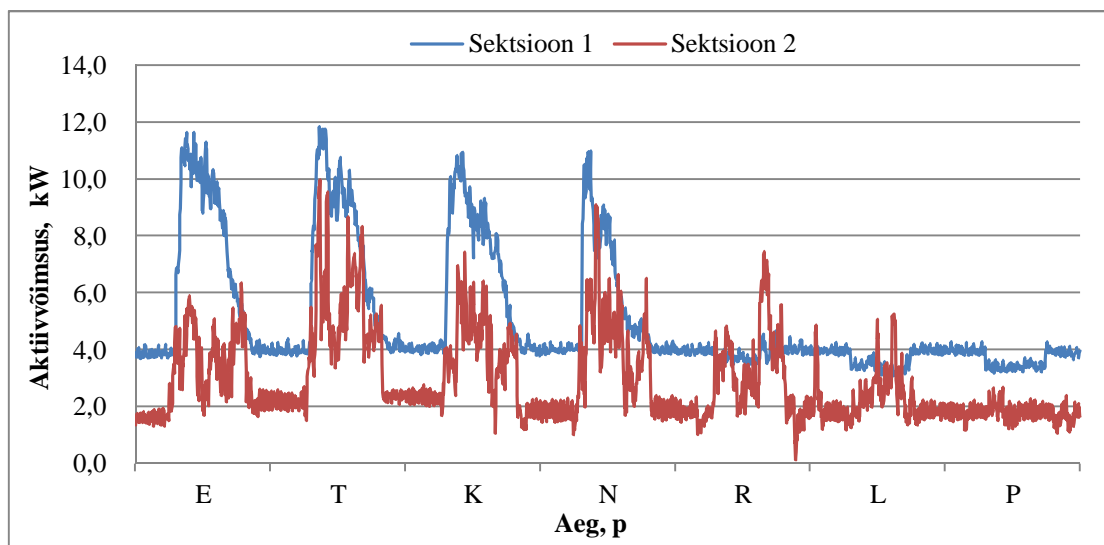


Joonis 2.3. Tehnikamaja soojus- ja elektrienergiatarbe osakaalud energiatarbest tervikuna (vasakul – 2008; paremal – 2012).

Jooniselt 2.3 nähtub, et kui varem moodustas elektrienergiatarve köetava pinnauhiku kohta 19%, siis soojusenergiatarbe vähenemise ning elektritarbimise suurenemise tõttu on see osakaal renoveerimisjärgselt suurenenud 30%-ni.

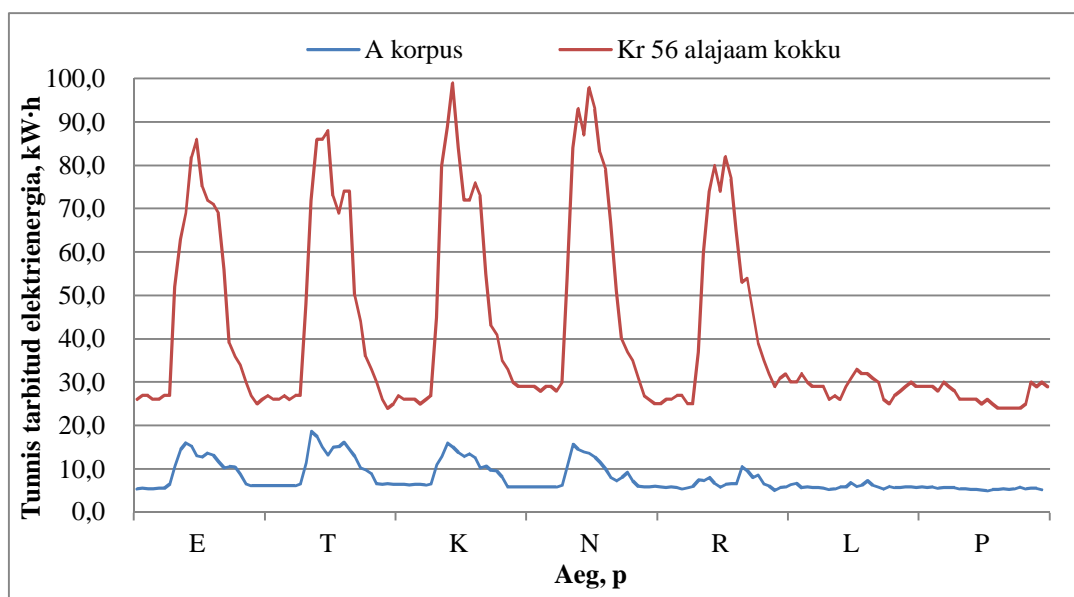
Tehnikamaja A korpust varustatakse elektrienergiaga läbi kaheseksioonilise peakilbi. Kahte sektsiooni tuli mõõta tehnilistel põhjustel eraldi nädalatel. Elektrienergia mõõtmisi teostati 1. sektsioonis ajavahemikul 20...26 veebruar 2012 ning teises sektsioonis ajavahemikul 26. märts 2012...1. Aprill 2012. Mõõtmiste sellise iseloomu tingis ainult ühe sobiliku mõõtmis- ja logimisseadme kasutamisevõimalus ning sellegi vahepealne kaasatus õppetöösse.

Mõõtmistulemused keskmistati ja salvestati mõõteseadme poolt automaatselt 5 minutiliste ajaperioodide tagant. Mõlemad mõõteseeriad on toodud joonisel 2.4.



Joonis 2.4. Tehnikamaja A korpuse elektrienergia tarbimise ajalist jaotust iseloomustav graafik peakilbi sektsioonide kaupa.

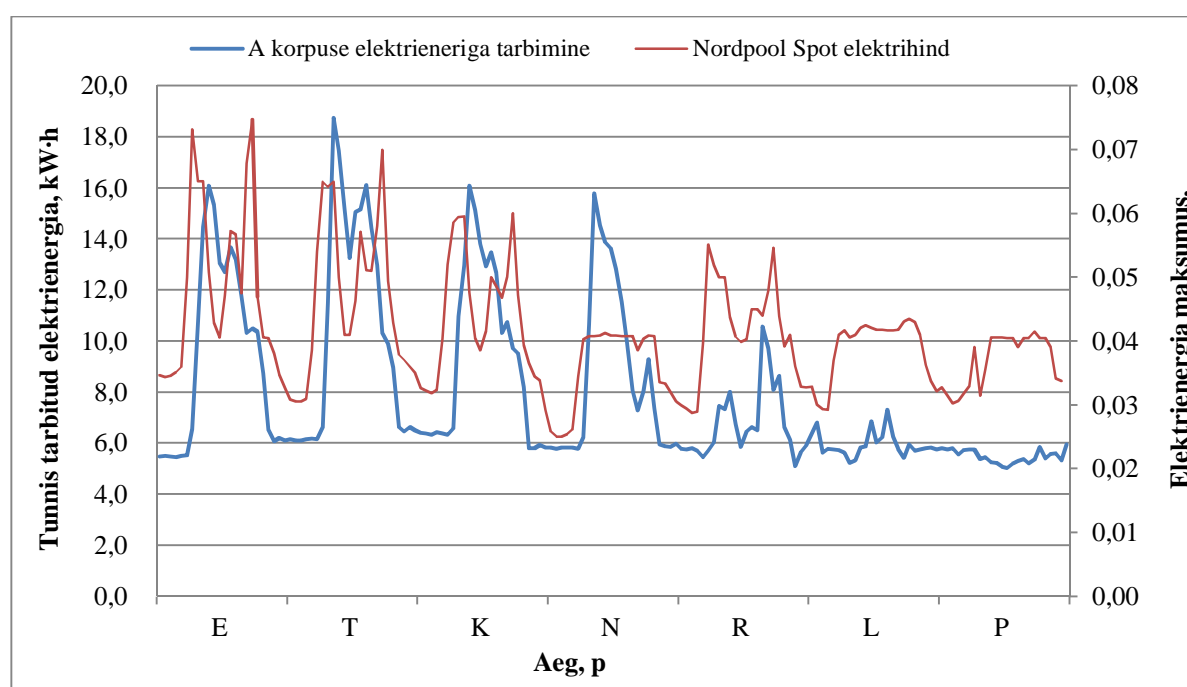
Jooniselt 2.4. on näha, et Tehnikainstituudi A korpus on ülikoolihoonele tüüpilise elektrienergia tarbimise iseloomuga, kus põhiline elektritarbimine on ajavahemikus esmaspäevast-reedeni 07:00...19:00. Kahe sektsiooni graafiku liitmise teel prooviti hinnata, millise jaotusega võiks olla kogu Kr 56 A korpuse elektritarbimise graafik. Võrdlemaks saadud graafikut alajaama mõõtepunktist saadud andmetega ja tunnipõhise elektrihinnaga kõrvutamiseks keskmistati tarbimisandmed tunnipõhiselt. Tulemus on toodud joonisel 2.5.



Joonis 2.5. A korpuse summaarne graafik ja Kreutzwaldi 56 alajaama summaarne graafik

Võrreldes A korpuse elektritarbimise iseloomu Kreutzwaldi 56 alajaamas paiknevast mõõtepunktist saadud tunnipõhiste andmetega on näha, et A korpus moodustab alajaamast toidetava hoonetekompleksi elektritarbimisest suhteliselt väikese osa, selle tõttu ei saa alajaamast edastatavaid mõõteandmeid kahjuks täpsemaks analüüsiks kasutada, kuigi andmerida on ajaliselt palju pikem kui A korpuse peakilbist mõõdetu.

Järgnevast aastast tuleb elektrienergia eest tunnipõhise hinna alusel tasuda. Selle tõttu võrreldi eelnevalt kirjeldatud A korpuse andmeid Nordpool Spot-i [5] elektrienergia maksumusega ajavahemikus 26. märts 2012...1. Aprill 2012, mis kattus 2. sektsiooni mõõtmise ajaga.



Joonis 2.6. A korpuse tarbimise summaarse graafiku ja Nordpool Spot-i elektrihinna kokkulangevus [5]

Jooniselt 2.6 on näha, et A korpuse elektritarbimise ning tunnipõhise elektrihinna tipud kipuvad olema üheaegselt, ning sellest tarbimise ja hinnatippude kokkulangevusest tuleneb tulevikus tõenäoliselt suurem rahaline kulu, kui see mida võiks börsi keskmisest elektrihinnast eeldada.

3. RENOVEERIMISE TULEMUSTE RAHALISEST VÄÄRINGUST

Kui eelnevalt kirjeldati energiatarbe muutuste energeetilist poolt, siis järgnevalt antakse ülevaade energiaühikute rahalisest vääringust.

Tehnikainstituut paikneb AS Erakütte kaugküttevõrgus. Alates 1.11.2012 on Erakütte poolt müüdava soojusenergia müügihind 60,76 €(MW·h) (koos käibemaksuga) [6].

Elektrienergia hinna suurenemisest 2013. aasta alguses seoses Elektrituru avanemisega on viimasel ajal üsna palju räägitud. Eesti Maaülikool on otsustanud börsihinnaga elektri ostmise kasuks ning seetõttu eeldame siinjuhul elektri hinna kallinemist ~20%. Seega oleks võimalikuks aastakeskmiseks elektrienergia hinnaks koos võrgutasudega uuel aastal ~140 €(MW·h).

Eelnevalt kirjeldatud eeldustel baseerudes, koostati tabel 3.1.

Tabel 3.1. Arvutuslikud kulutused soojus- ja elektrienergiale

Parameeter	Renoveerimis-eelselt	Renoveerimis-järgselt	Muutus
Kulutused soojusenergiale, €/m ²	6,04	4,61	-1,43
Kulutused elektrienergiale, €/m ²	3,27	4,46	1,19

Tabelist nähtub, et kuigi elektrienergiatarve on suurenenud, ületab soojusenergiatarbe vähenemisest saadud sääst ruutmeetri kohta ka uue aasta prognoositud elektrienergiatarbe maksumust. Arvutamiseks kasutati kraadpäevadega korrigeerimata soojusenergiatarvet, mis annab põhjust, eeldamaks, et tegelik sääst on siiski suurem. Tuleb märkida, et kogukulud kindlasti kasvavad suurenenud kasutatava pinna tõttu.

KOKKUVÕTE

Renoveerimistöõde tagajärjel toimunud Tehnikamaja energiatarbe muutuste analüüsist on näha, et renoveerimiseelse ning praeguse olukorra võrdlemine ei ole lihtsasti teostatav. Lisaks uutele laborites kasutatavatele elektriseadmetele toimus Tehnikamaja automaatikasüsteemide täiendamine ning toimiva ja kasutatava ventilatsioonisüsteemi paigaldus. Seega, võrreldes vaid mõõdetud suurusi, võib uuest olukorrast jääda vale mulje.

Võrreldes mõõdetud soojusenergiatarvet köetava pinnauhiku kohta, on näha, et soojusenergiatarve on vähenenud ligi 24%. Võttes kasutusele kraadpäevadega korrigeeritud soojusenergiatarbe, ulatub tarbimise langus juba 37%-ni. Samas ei saa ilma hoonele põhjalikku energiaauditit tegemata väita, et töös eeldatud kraadpäevade arv tegelikule olukorrale vastab. Tasakaalutemperatuuri (ning seeläbi ka soojuskadusid läbi välispiirete) mõjutab lisaks kadudele välispiiretest ka siseruumide temperatuuri seadearv, mis praegu veel ületab mõnes ruumis 21 °C.

Elektrienergiatarve Tehnikamajas on küll märkimisväärselt suurenenud (36,4%), kuid asjaolu tõttu, et enne renoveerimist hoones kasutatav sundventilatsioon praktiliselt puudus, ei ole alust arvata, et elektrienergiatarve on asjatult suurenenud. Kulutused elektrienergiale suurenevad edaspidi ka tunnipõhise elektrihinna arvestuse tõttu, sest Tehnikainstituudi põhiline tarbimine on aegadel mil elektri börsihind on kõrgem.

Üldjoontes võib öelda, et soojusenergiatarbe vähenemine köetava pinna kohta: 23,5 kW·h/(m²·a) (kraadpäevadega taandatult 45,6 kW·h/(m²·a)) ületab elektrienergia tarbimise kasvu köetava pinna kohta (8,5 kW·h/(m²·a)) nii absoluutväärtuselt kui ka rahalises vääringus. Kuivõrd ventilatsioonisüsteemi lisamine pärast hoone soojustamist on vältimatu, tagamaks normidekohast õhuvahetust, ei tohiks elektrienergia tarbe kasvu käsitleda kui negatiivset kaasnähtust.

Energiatarbe absoluutväärtusi (MW·h/a) ei saa antud hoone puhul adekvaatselt omavahel võrrelda ning täpsemate järelduste tegemiseks on vajalik üksikute süsteemide tööd üksikasjalikumalt analüüsida.

KIRJANDUS

1. Maa-amet. X-GIS kaardirakendus Kättesaadav: <http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis> (05.12.2012).
2. Ehitisregister. Kättesaadav: <http://www.ehr.ee/> (05.12.2012).
3. Riigihangete Register. Kättesaadav: <https://riigihanked.riik.ee> (18.12.2012).
4. Loigu, E., Kõiv, A. 2006. Eesti kraadpäevad. TTÜ Keskkonnatehnika instituut, Tallinn, 69 lk.
5. Nordpool Spot Elektri hind. Kättesaadav: <http://www.nordpoolspot.com/> (19.12.2012).
6. AS Eraküte. Tartu soojahind. Kättesaadav: http://www.erakyte.ee/hind_7 (18.12.2012).