



Gonsiori 29

Energiatõhususe parendamine lähtudes „Total Concept“ meetodist



Tellija:

Energiaauditi koostaja: Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühendus

Kuupäev: 01.12.2014

This report template has been developed as part of the project “The Total Concept method for major reduction of energy use in non-residential buildings”, supported by Intelligent Energy Europe Programme. Contract number: IEE/13/613/SI2.675832
Project webpage: www.totalconcept.info

Version 1.1- August 2013



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Disclaimer

The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Sisukord

Sisukord	3
1 Eelsõna	5
2 Kokkuvõte	6
3 Projekti eesmärk ja metoodika	7
4 Hoone ja tehnosüsteemide olemasolev olukord.....	9
4.1 Hoone üldandmed.....	9
4.2 Hoone kasutus	12
4.3 Sisekliima	12
4.4 Hoone piirded	21
4.5 Tehnosüsteemid.....	23
5 Energia- ja ressursikasutus	34
5.1 Soojuse tarbimine	34
5.2 Elektri tarbimine.....	35
5.3 Energiatarbe võrdlus.....	43
5.4 Vee tarbimine	44
5.5 Olemasoleva olukorra energiabilanss.....	45
5.6 Baastase enne energiasäästumeetmete.....	46
6 Energiasäästu- ja sisekliima parendamise meetmed	47
6.1 Meede 1 – akende vahetus.....	47
6.2 Meede 2 – Kirdeseina soojustamine	47
6.3 Meede 3 – Valgustuse renoveerimine	48
6.4 Meede 4 – Hooneautomaatika	48
6.5 Meede 5 – Ruumi 125 ventilatsiooniagregaadi modifitseerimine.....	49
6.6 Meede 6 – küttesüsteem – torustik ja radiaatorid	49
6.7 Meede 7 – küttesüsteem – soojussõlm ja automaatika	50
6.8 Meede 8 – küttesüsteem – sagedusmuunduriga ringluspump	50
7 Tegevuspakett lähtudes „Total Concept“ metoodikast	52
7.1 Tasuvusarvutuste lähteandmed.....	52
7.2 Tulemused	52
8 Monitooring.....	62
9 LISA 1. Tellija esitatud algandmed	63
9.1 Kaugkütte tarbimisandmed.....	63
9.2 Elektri tarbimisandmed	64
9.3 Vee tarbimisandmed	66

10	LISA 2. Energiaarvutuse simulatsiooni lähteandmed	68
11	Lisa 3. Paketid.....	69

1 Eelsõna

Gonsiori 29 energiaaudit on koostatud Euroopa Liidu projekti „The Total Concept method for major reduction of energy use in non-residential buildings“ raames¹ ja energiaauditi läbiviijaks on Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühendus (EKVÜ).

Total Concept on meetod, mis on mõeldud peamiselt mitteeluhoonete energiatõhususe parendamiseks. Meetodi eesmärgiks on süsteemne lähenemine hoone energeetilist efektiivsust mõjutavatele süsteemidele saavutamaks maksimaalset energiatõhusust majanduslikult põhjendatud alustel. Total Concept meetodi tulemusena selgitatakse välja meetmete pakett või paketid, mille elluviimise majanduslikust aspektist vastab kinnisvara omaniku või haldaja poolt nõutavale tulukuse määrale.

Käesolev aruanne on Total Concept meetodi I etapiks, st selgitatakse välja rakendatavad energiatõhususe meetmed, arvutatakse meetmete rakendamisega kaasnev hinnanguline energiatarbe muutus, hinnatakse meetme rakendamise maksumust, leitakse majandusnäitajad ja sobiv meetmete pakett.

Töö koostamisel osalesid RKAS-e poolt MSc. Mikk Maivel ja PhD Allan Hani. EKVÜ poolt osalesid energiaauditi koostamisel volitatud energiatõhususe spetsialist (tase 8) ja volitatud soojustehnikainsener PhD Siim Link (kutsetunnistuse nr vastavalt 084902 ja 046584), MSc. Mihkel Korpen, MSc. Kalle Kuusk ja volitatud energiatõhususe spetsialist (tase 8) ja volitatud kütte-, ventilatsiooni- ja jahutuseinsener (tase 8) MSc. Aivar Uutar (kutsetunnistuse nr vastavalt 094329 ja 089312).

Töö teostamisel kasutati ehitisregistri andmeid, hoone projektdokumentatsioonis olevaid andmeid ja tarbimisandmetena oli kasutada 2011, 2012 ja 2013 a tarbimisandmed (elekter, kaugküte, vesi). Hoonet kasutatakse büroohoonena. Hoone tarbimisandmed esitavad töö koostajale Riigi Kinnisvara ASi poolt, vt Lisa 1.

Käesolevas töös on kõik hinnad ja maksumused arvestatud käibemaksuta.

¹ Supported by Intelligent Energy Europe Programme. Contract number: IEE/13/613/SI2.675832
Project webpage: www.totalconcept.info

2 Kokkuvõte

- Projekti eesmärgiks oli Gonsiori 29 kontorihoone kohta läbi viia Total Concept meetodi I etapp, mille tulemuseks on käesolev aruanne.
- Gonsiori 29 elektri eritarbimine on suurusjärgus, mis on omane uutele kontorihoonetele. Soojuse eritarbimine on tänapäevaste kontorihoonetega võrreldes kordades suurem.
- Sisekliima mõõtmised näitasid, et siseõhu temperatuur võib erinevates ruumides ja erinevatel aegadel erineda suhteliselt palju (kuni 11 °C). Ruumide, kus õhutemperatuur oli mõõteperioodil valdavalt vahemikus 22-23,5 °C, suhteline õhuniiskus alla 25% ei langenud. Süsihappegaasi sisaldused ruumides vastasid enamjaolt (95% ajast) sisekliima klassile I.
- Töös vaadeldud energiasäästu ja sisekliima parendamise meetmetest on majanduslikult otstarbekad meetmed, mis on seotud reguleerimise ja automaatikaga.

3 Projekti eesmärk ja metoodika

Töö eesmärgiks on kaardistada ära potentsiaalsed energiatõhususe meetmed, st viia läbi I etapp vastavalt „Total Concept“ metoodikale² ja koostada meetmete pakett Gonsiori 29 kontorihoone energiatõhususe parendamiseks.

Töö põhineb järgmistel Total Concept meetodi I etapi põhitegevustel:

- Hoone kohta andmete kogumine ja andmete töötlemine.
- Energeetiline auditeerimine ja energiatõhususe meetmete väljatöötamine.
- Energiaarvutused.
- Energiatõhususmeetmete maksumuste hindamine.
- Tasuvusarvutused ja meetmete paketi koostamine.

Hoone haldajalt, Riigi Kinnisvara AS-lt, saadi järgmised materjalid:

- Kuupõhised tarbimisandmed kaugkütte kohta, 2011-2013.
- Kuupõhised tarbimisandmed elektri kohta, 2011-2013.
- Elektri tunnipõhised tarbimisandmed 01.08.2011-4.11.2014
- Kuupõhised tarbimisandmed tarbevee kohta, 2011-2013.
- Gonsiori tn 29 mõõdistused. OÜ TLN TIB, 2010.
- Gonsiori 29 energiaaudit. ÄF-Estivo AS, 2010.
- E. Rösler. Hoone energiaauditi aruanne. Sotsiaalministeerium. 2014
- Ministeeriumi haldushoone renoveerimistööde ehitusprojekt. Töö nr 229-03. AS Kommunaalprojekt, Tallinn 2003.
- Tallinnas, Gonsiori 29 asuva administratiivhoone hoovipoolse ühekorruselise osa katuse soojustamise ehitusprojekt. Töö nr T-21-11. OÜ Kommunaalprojekt, 2011.
- Gonsiori 29 küttesüsteemi hinnang. OÜ Raksit, 2011.
- Elektriehitustööde üleandmis-vastuvõtu dokumentatsioon, lep nr 9.6-4/1739. Alter Elektritööd. 2006 a.

Täiendavalt kasutati töö teostamiseks ehtisregistri andmeid, arhiivimaterjale ja erinevaid kirjandusallikaid. Esineb erinevusi projektandmete ja tegeliku olukorra vahel. Hoone energia ja vee tarbimisandmed on toodud Lisa 1-s.

Käesolevas töös on kõik hinnad ja maksumused arvestatud käibemaksuta.

² Total Concept detailsem kirjeldus on toodud: "The Total Concept method. Guidebook for implementation and quality assurance". 2014, www.totalconcept.info

Total Concept meetodi I etapi käigus koostatavas, st käesolevas aruandes, kajastatud energiatõhususe meetmete majanduslikku tasuvust ja võimaliku meetmete paketi majandusliku koosmõju hinnatakse tarkvara Total Tool abil.

Meetmete energiaarvutused on teostatud dünaamilise hoonete energiaarvutuse tarkvaraga IDA-ICE.

Meetmete maksumused on hinnatud vastavalt RKASe eelarvestamisele.

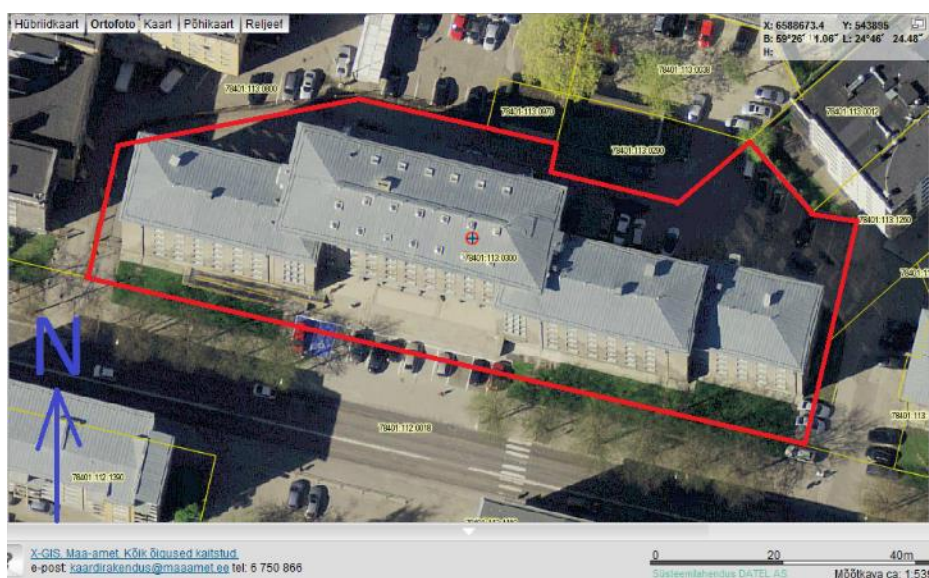
Aruanne sisaldab järgmisi osasid:

- Hoone olemasolev olukord ja tehnosüsteemid – kokkuvõtte olemasolevast olukorrast, hoone kasutusest, sisekliimast ja tehnosüsteemidest.
- Energia- ja ressursikasutus – ülevaade tarbitud energia ja vee hulkadest, hoone energiabilanss (kasutades simulatsioonitarkvara). Baasjoone määramine.
- Energiatõhususmeetmete väljatöötamine – energiatõhususe meetmed, energiatarbe muutuse ja majandusliku tasuvuse hindamine.
- Tegevuspakett vastavalt Total Concept metoodikale – tasuvusarvutuste tulemusena selgub energiatõhususmeetmete pakett, mis vastab tellija poolt soovitatavatele majanduslikele näitajatele; paketi hinnanguline maksumus ja rakendamise tulemusena saadav hinnangulise energiatarbe muutus.
- Järeldused – Total Concept metoodika I etapi koostamise tulemusena selgunud järeldused.

4 Hoone ja tehnosüsteemide olemasolev olukord

4.1 Hoone üldandmed

Hoone paikneb Tallinna Kesklinnas tiheasustusega alal. Hoone asukohta iseloomustab Joonis 4.1.



Joonis 4.1 Hoone asukoht

Hoone üldandmetest annab ülevaate Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hoone üldandmed

Aadress	Gonsiori 29
Linn	Tallinn
Ehitisregistri nr:	101020456
Esmase kasutuselevõtu aasta:	1950
Hoone kasutamise otstarve:	12201 Büroohoone
Korruste arv:	5
Suletud netopind:	6 797 m ² (EHR) ³ 6973,5 m ² (TLN TIB) ⁴
Köetav pind:	6 797 m ² (EHR) 6973,5 m ² (võrdsustatud suletud netopinnaga, TLN TIB töö alusel) ⁵
Hoone maht:	31 127 m ³ (EHR)
Katastri nr	78401:101:0850

³ EHR - ehitisregister

⁴ Gonsiori tn 29 mõõdistused. OÜ TLN TIB, 2010.

⁵ Gonsiori tn 29 mõõdistused. OÜ TLN TIB, 2010.

Hoone arhitektid on Peeter Tarvas ja Heiki Karro, projekt valmis 1945-1946 a ja hoone ise 1950 a.⁶ Hoone on kantud Kultuurimälestiste riiklikku registrisse, XX sajandi arhitektuur, nr 1354.

Kuna pindade osas on lahknevusi EHR-i ja 2010 a läbi viidud mõõdistuste vahel, siis lähtutakse mõõdistustest, mis arvestavad praegust olukorda.

Hoone esimese korruse plaani illustreerib Joonis 4.2.

⁶ E. Lankots. Tallinna Nõukogudeaegne ehituspärand. Välitööd ja hinnang objektidele. Tallinna Kultuuriväärtuste Amet, 2009.



11

4.2 Hoone kasutus

Hoonet kasutatakse büroohoonena. Hoonet on kavas rekonstrueerida.

4.3 Sisekliima

Eesti Vabariigis on soovitatav sisekliima parameetrite määramiseks kasutada standardit EVS-EN 15251:2007 „Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast“.

Sisekliima kvaliteedi tasemeid on erinevaid ning üks võimalikke klassifikatsioone koos lühikirjeldusega on toodud järgnevalt (vt Tabel 4.2):

Tabel 4.2 Sisekliima klasside kirjeldus

Sisekliima klass	Selgitus
I	Kõrged nõudmised sisekliima kvaliteedile. Soovitatav ruumides, kus viibivad väga tundlikud nõrga tervisega ja erinõuetega inimesed, nt puuetega inimesed, haiged, väga väikesed lapsed ning eakad inimesed.
II	Tavapärased nõudmised sisekliima kvaliteedile. Tuleks rakendada uutes ja renoveeritavates hoonetes.
III	Mõõdukad nõudmised sisekliima kvaliteedile. Võib rakendada olemasolevates hoonetes.

Standardis EVS-EN 15251:2007 on ära toodud erinevate sisekliimat mõjutavate tegurite ning soovituslike sisekliima parameetrite väärtused.

Ruumi operatiivseid temperatuure vastavalt sisekliima klassile iseloomustab Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Näited soovituslike ruumitemperatuuride projektväärtustest üksikkontoriruumi korral

Sisekliima klass	Operatiivne temperatuur, °C	
	Miinum kütteks (talvehooaeg)	Maksimum jahutuseks (suvehooaeg)
I	21,0	25,5
II	20,0	26,0
III	19,0	27,0

RKASe „Tehnilised nõuded kooli- ja büroohoonetele“ kohaselt on arvutuslik sisetemperatuur sisekliima tagamise süsteemide projekteerimiseks talveperioodile +21 °C ja suveperioodile +24 °C (välisõhu parameetritel +28 °C ja RH 50%).

CO₂ kontsentratsioone vastavalt sisekliima klassile iseloomustab Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Näited soovituslikest CO₂ kontsentratsioonidest esitatult üle välisõhu kontsentratsiooni

Sisekliima klass	Vastav CO ₂ kontsentratsioon üle välisõhu taseme, väljendatuna ppm-des (miljondikosades)
I	350
II	500
III	800

Süsihappegaas (CO₂) on üldtunnustatud inimtegevusest (metabolismist) tingitud saaste indikaatoriks. Soovituslikult⁸ võiks CO₂ kontsentratsioon jääda alla **1200 ppm**. Maailma tervishoiuorganisatsiooni (WHO) soovitusel ei tohi CO₂ tase ületada siseruumides **1000 ppm** taset.⁹ Üle 1500 ppm näitab, et ruumiõhk on inimtegevusest liigselt saastunud. Euroopa Liidu standardi EVS-EN 13779:2007 ja EVS-EN 15251:2007 kohaselt loetakse uute hoonete korral ruumiõhus lubatud maksimaalseks CO₂ väärtuseks välisõhu kontsentratsioonist minimaalselt kuni 800 ppm kõrgemat kontsentratsiooni. Välisõhu CO₂ kontsentratsioon on üldjuhul suurusjärgus 350...400 ppm. Vastavalt EL standarditele võiks lugeda aktsepteeritavaks CO₂ sisalduseks mitte üle 400+800= **1200 ppm**.

4.3.1 Sisekliima mõõtmised

Hoones viidi läbi sisekliima mõõtmised. Sisekliima parameetritest mõõdeti siseõhutemperatuuri, suhtelist õhuniiskust ja CO₂ sisaldust ruumiõhus.

Mõõteseadmetest annab ülevaate Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Mõõteseadmed

Mõõtesead	Tüüp	Seerianumber	Täpsus	Töövahemik
Temperatuuri ja õhuniiskuse logerid	Hobo	9681626	RH±2,5%	5-95% RH
	U12-012	9681628	±0,35°C	-20 - +70 °C
CO ₂ loger	Telair 7001	-	± 50ppm või ±5% lugemist	0 – 4000 ppm

Logerite asukohta hoones iseloomustavad Joonis 4.3 ja Joonis 4.4.

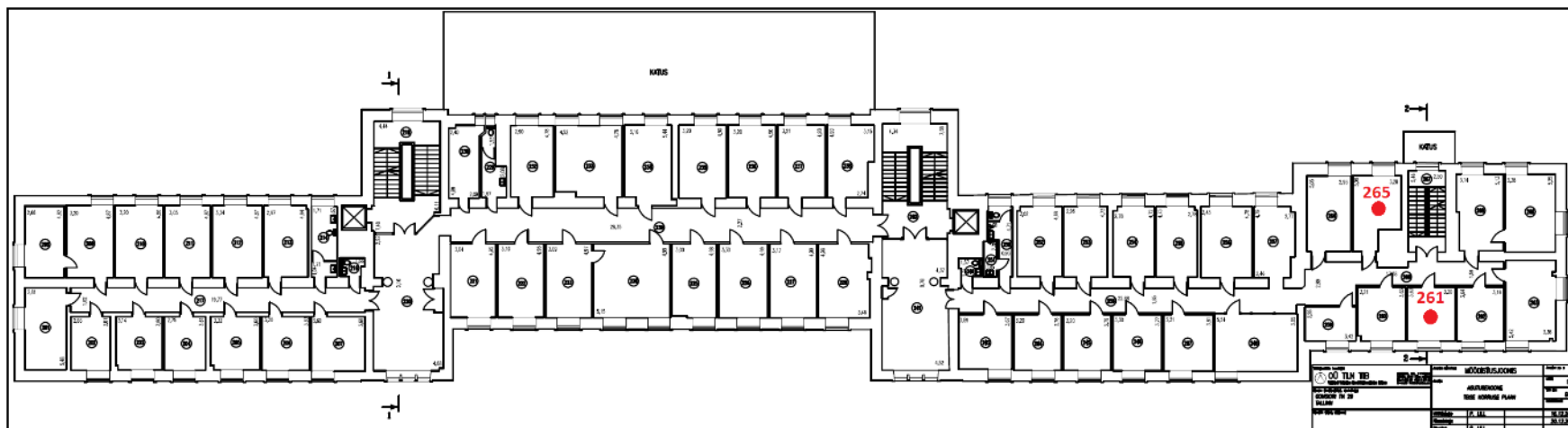
4.3.2 Sisetemperatuur

Ruumides mõõdetuid siseõhutemperatuure iseloomustab Joonis 4.5 ja sisetemperatuuride kumulatiivset jaotust tööpäevadel kl 8:00-18:00 iseloomustab Joonis 4.6.

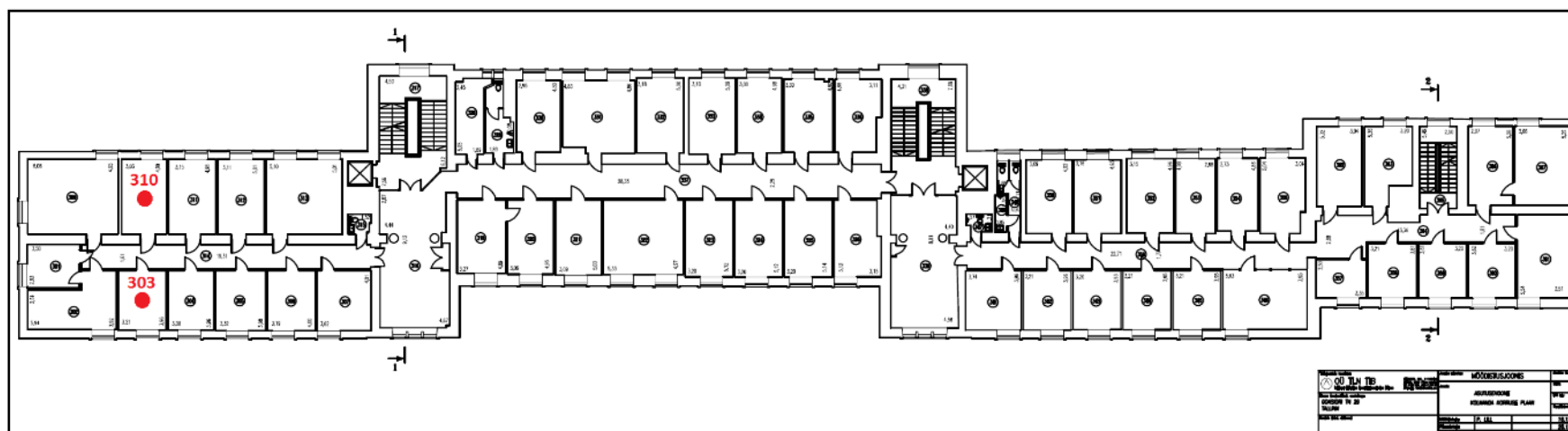
Võib täheldada, et kõige kõrgem on siseõhutemperatuur ruumis 261, kus see 70% tööajast vahemikus 23-25 °C ja 25% ajast kõrgem kui 25 °C. Maksimaalse ja minimaalse registreeritud temperatuuri vahe oli 10,5 °C.

⁸ Classification of Indoor Climate 2000. Target Values, Design Guidance and Product Requirements. FiSAQ publication 5 E. Espoo, Finland 2001

⁹ E. Abel, A. Elmroth. Buildings and Energy – a systematic approach. Formas, 2007.



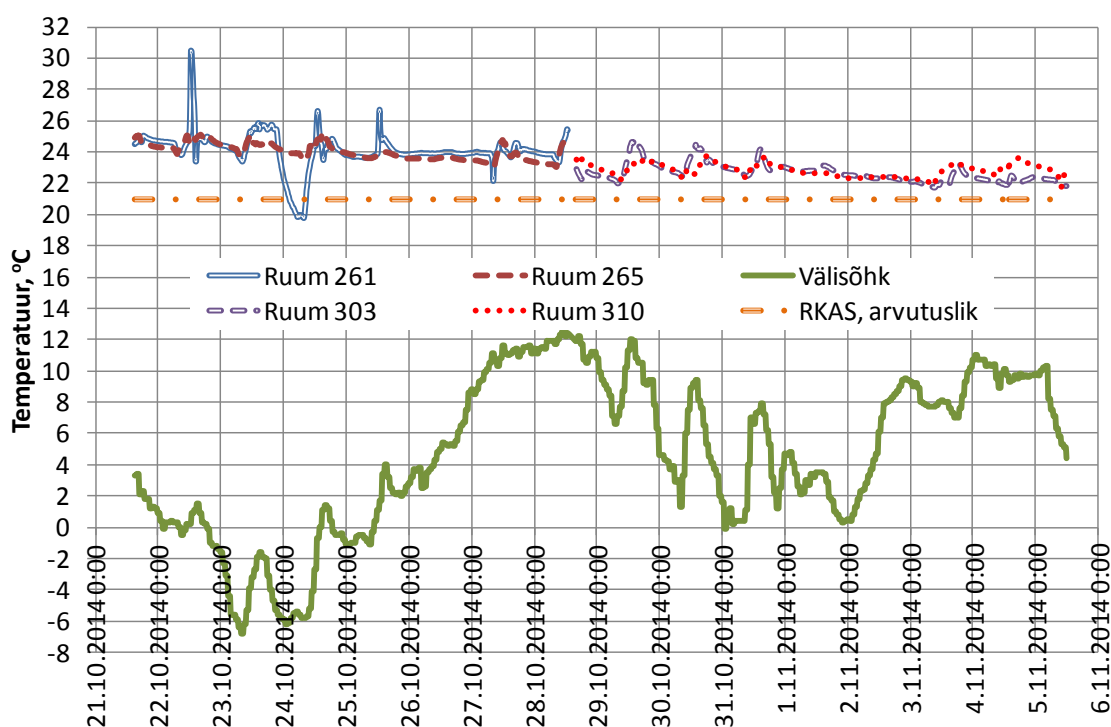
Joonis 4.3 Logerite paiknemine, II korrus



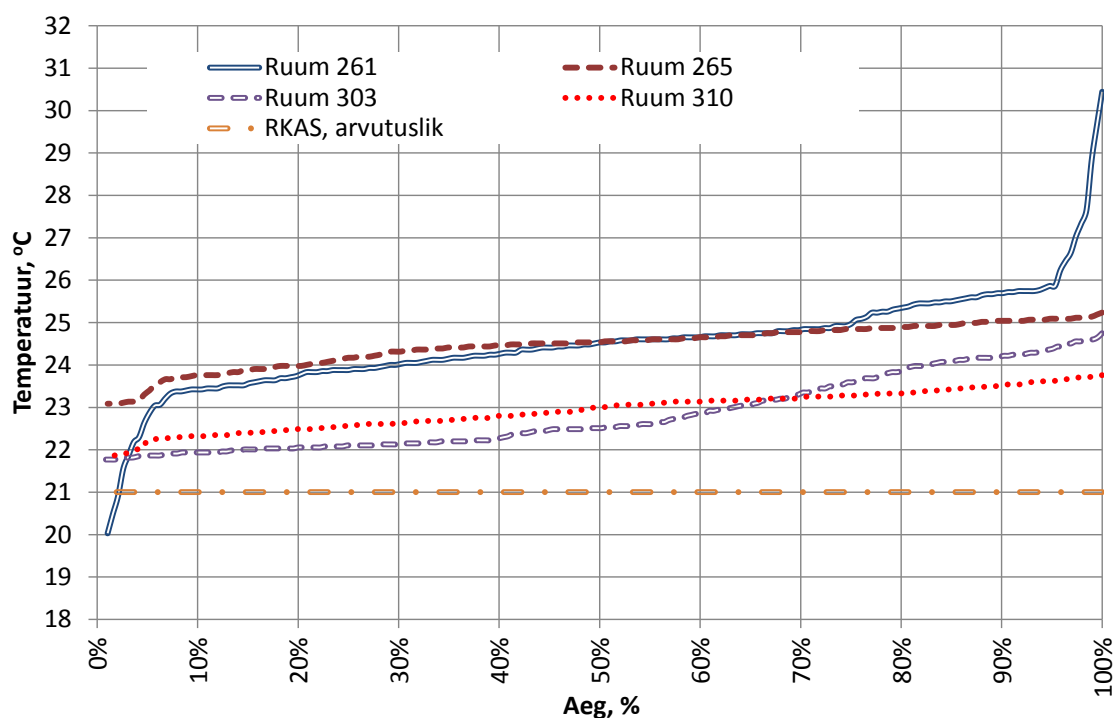
Joonis 4.4 Logerite paiknemine, III korrus

Ruumi 265 korral on temperatuuriprofiil 70% tööajast suhteliselt sarnane ruumiga 261, erinevus on ainult temperatuuritippude ja miinimumide osas, mis moodustab hinnanguliselt 30% tööajast. Võrreldes ruumiga 261 on temperatuur ruumis 265 mõnevõrra ühtlasem. Maksimaalse ja minimaalse registreeritud temperatuuri vahe oli 2,2 °C.

Ruumide 303 ja 310 temperatuuriprofiil on suhteliselt sarnane. Kuni 60% tööajast on temperatuurid 22-23 °C juures. Ruumide 303 ja 310 korral on siseõhutemperatuur üle 24 °C ligikaudu 40% tööajast. Ruumi 303 maksimumtemperatuurid (üle 25 °C) on võrreldes ruumiga 310 mõnevõrra kõrgemad. Ruumide 303 ja 310 temperatuur on valdavas osas ajast (vahemikus 10%-90% tööajast) keskmiselt kuni 1,5 °C võrra madalam kui ruumide 261 ja 265 temperatuur. Maksimaalse ja minimaalse temperatuuri erinevus ruumi 303 korral oli 3,0 °C ja ruumi 310 korral 2,0 °C.



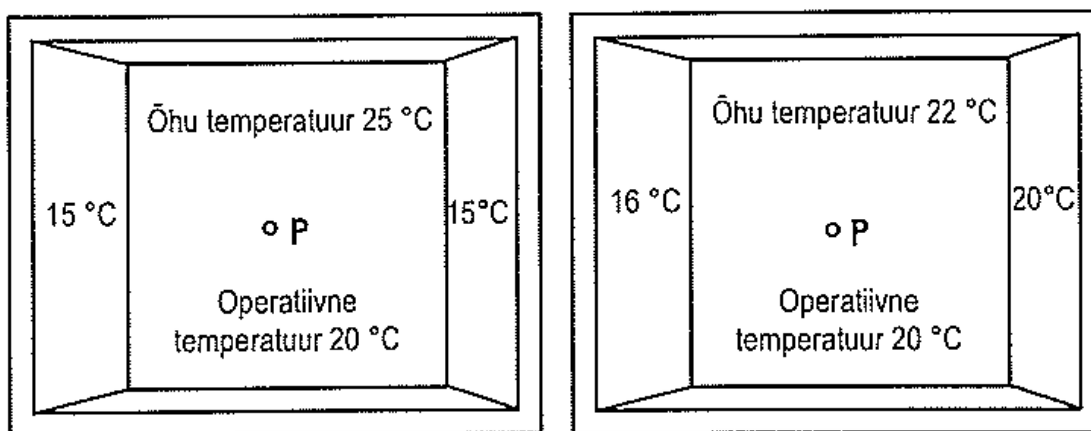
Joonis 4.5 Sisetemperatuurid



Joonis 4.6 Sisetemperatuuride kumulatiivne jaotus tööaegadel

Kõrgendatud sisetemperatuur (üle 21-22 °C) võib olla osaliselt tingitud töötajate nn soojalembusest kui ka tulenevalt võimalikust infiltratsioonist akna avatäite liitekohtade kaudu, mille tõttu kasutatakse ruumides lisakütteallikaid ruumitemperatuuri tõstmiseks. Varasemate uuringute põhjal on töötajate poolt kurdetud välisõhu infiltratsiooni üle, mis põhjustab külmatunde.¹⁰ Seda kinnitasid ka vestlused mõne kontoritöötajaga.

Inimene tajub operatiivset temperatuuri. Operatiivne temperatuur arvestab soojusvahetust/ülekannet ümbritsevate pindadega ja ruumis liikuva õhuga (õhu liikumiskiirusest tulenev konvektiivne soojusülekanne ja õhu temperatuur), vt ka Joonis 4.7.



¹⁰ Gonsiori 29 energiaaudit. ÄF-Estivo AS, 2010.

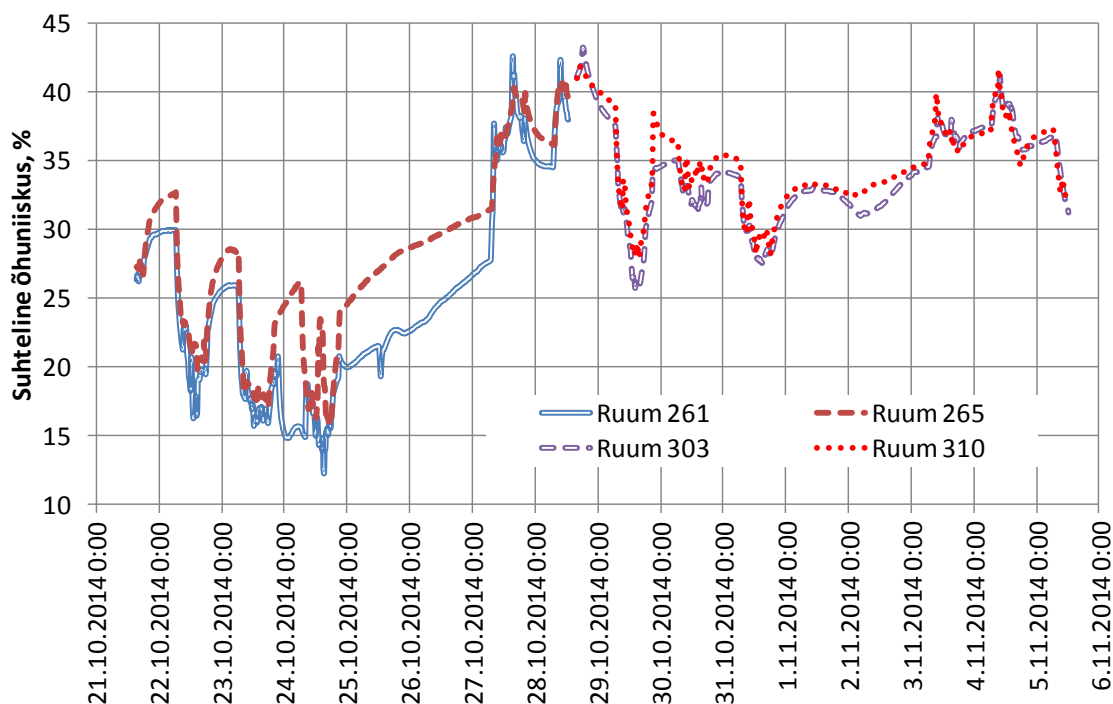
Joonis 4.7 Operatiivne temperatuur¹¹

Seega, mida madalamad on piirete temperatuurid ja mida intensiivsem on (külma) välisõhu infiltratsioon, seda kõrgem peab olema sisetemperatuur, et tagada soovitatavat operatiivset temperatuuri töötajatele. Kõrgema sisetemperatuuriga kaasnevad omakorda suuremad soojuskaod. Seetõttu on oluline uute avatäidete paigaldamisel pöörata tähelepanu nii avatäite erinevate liitekohtade kvaliteedile kui nt aken-sein liitekohade kvaliteedile (õhutihedusele).

4.3.3 Suhteline õhuniiskuse

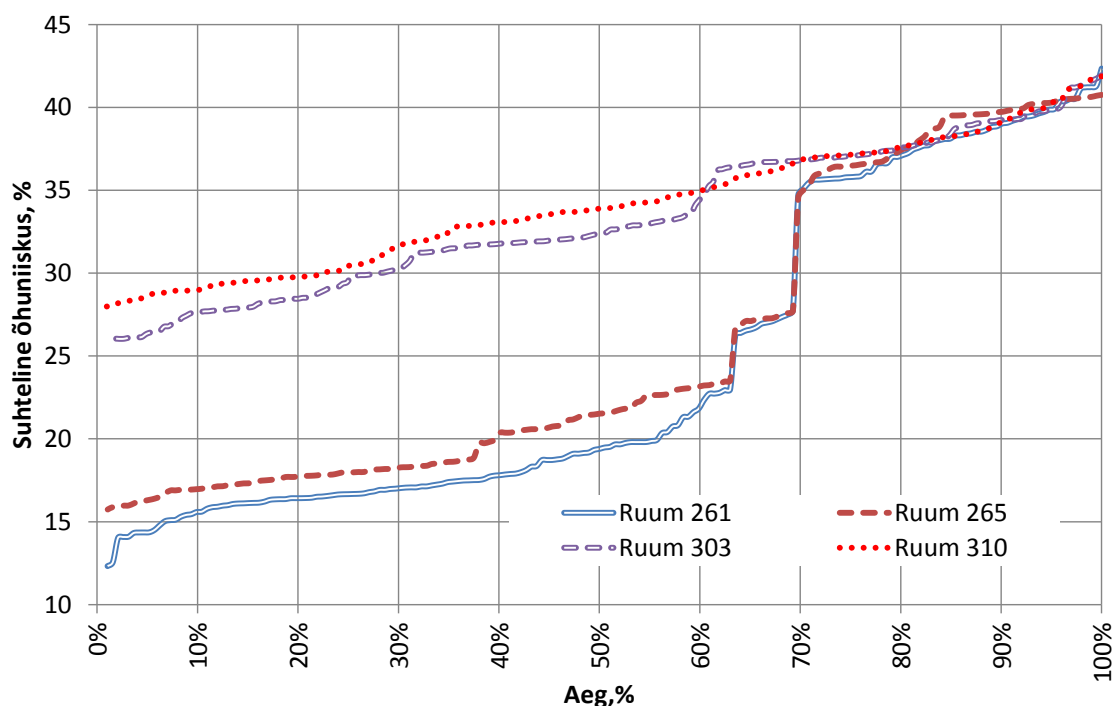
Mõõdetuid suhtelise õhuniiskuse väärtusi iseloomustab Joonis 4.8 ja suhteliste õhuniiskuste väärtuste kumulatiivset jaotust tööajal Joonis 4.9.

Suhteline õhuniiskuse ei ületa mõõteperioodil vaadeldud ruumides 45%. Kõige madalam on suhteline õhuniiskuse ruumides 261 ja 265. See on tingitud sellest, et nendes ruumides oli temperatuur võrreldes teiste ruumidega nagu 303 ja 310 kõrgem. Kui ruumides 303 ja 310 suhteline õhuniiskuse alla 25% ei langenud, siis ruumides 261 ja 265 oli suhteline õhuniiskuse 63% tööajast alla 25%.



Joonis 4.8 Suhteline õhuniiskuse

¹¹ O. Seppänen, M. Seppänen. Hoone sisekliima kujundamine. Tallinn, Koolibri, 1998.



Joonis 4.9 Suhtelise õhuniiskuse kumulatiivne jaotus tööaegadel

Liiga madalad suhtelise õhuniiskuse väärtused võivad põhjustada ebamugavustunnet:^{12,13}

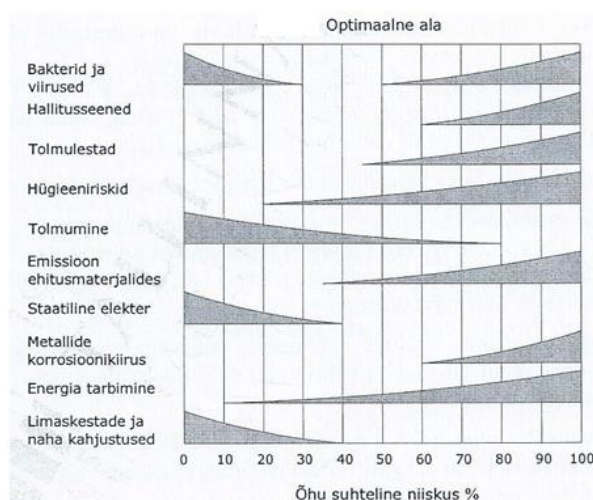
- Suhteliselt madal õhuniiskus (alla 20%) suhteline õhuniiskus võib põhjustada limaskestade kuivamist ja sellega kaasnevaid ärritusilminguid (nt silmade ärritus).
- Hingamisteede allergia soodumusega inimeses reageerivad suhteliselt madalale õhuniiskusele tugevasti.

Soovituslik suhtelise õhuniiskuse väärtuseks, minimeerimaks erinevaid terviseriske, peetakse 40-60%,¹⁴ vt ka Joonis 4.10.

¹² A.V. Arundel, E. M. Sterling, J.H.Biggin, T.D. Sterling. Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments. Environmental Health Perspectives 65(1986) 351-361

¹³ O. Seppänen, M. Seppänen. Hoone sisekliima kujundamine. Tallinn, Koolibri, 1998.

¹⁴ A.V. Arundel, E. M. Sterling, J.H.Biggin, T.D. Sterling. Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments. Environmental Health Perspectives 65(1986) 351-361

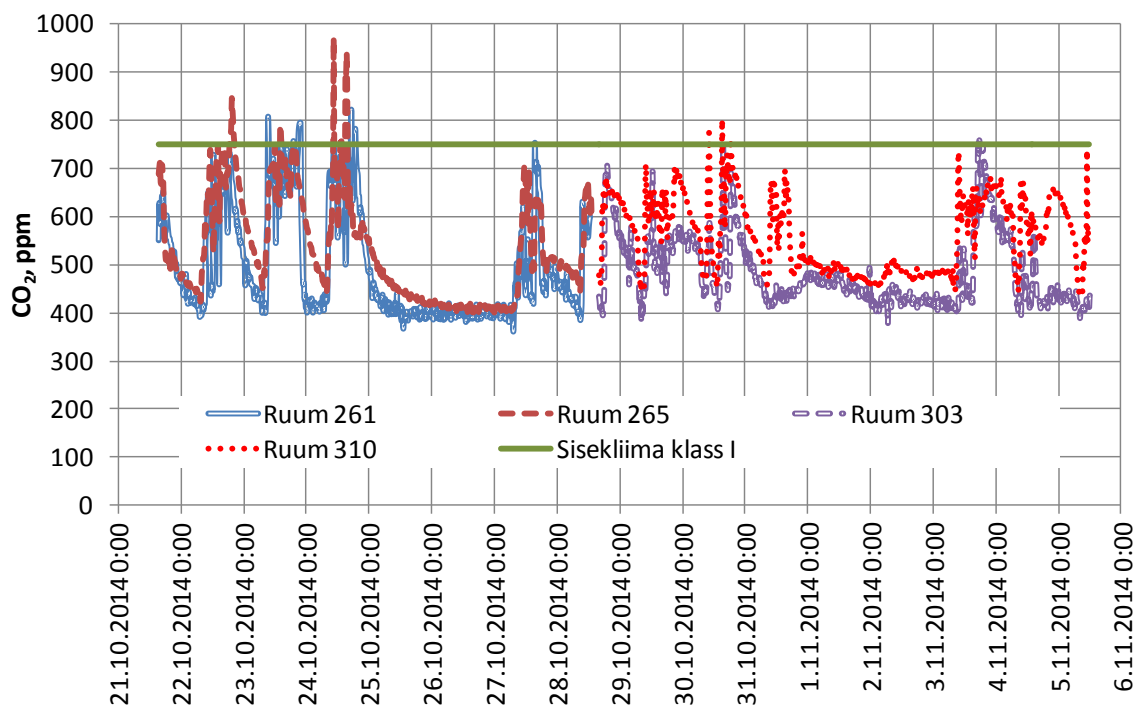


Joonis 4.10 Suhtelise õhuniiskuse ja ohutegurid (mida paksem on joone laius, seda suurem on oht)¹⁵

4.3.4 Süsihappegaas

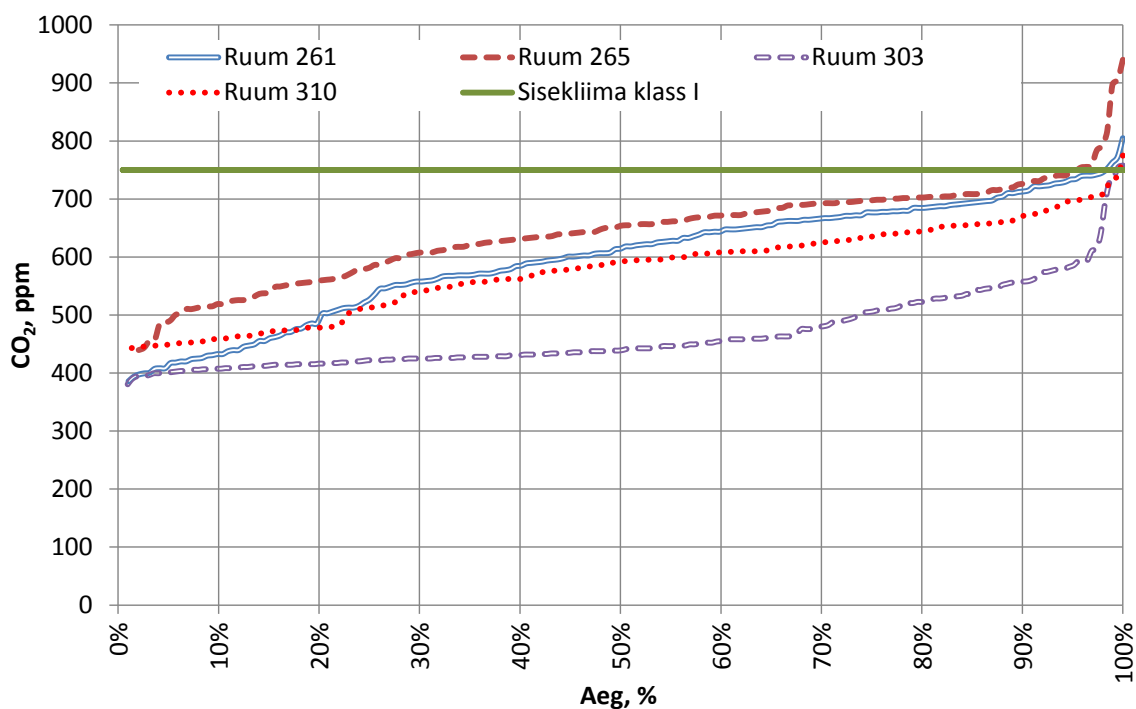
Mõõdetuid süsihappegaas (CO_2) väärtusi iseloomustab Joonis 4.11 ja suhteliste õhuniiskuste väärtuste kumulatiivset jaotust tööaegadel Joonis 4.12.

Võib näha, et töövälisel ajal langeb CO_2 tase välisõhu tasemele või sinna lähedale (mõned inimesed teevad nt nädalavahetusel tööd). Mõõteperioodi jooksul ei ületanud mitte üheski ruumid CO_2 tase 1000 ppm-i. Süsihappegaasi sisaldus ruumides vastas hinnanguliselt 95% tööajast sisekliima klassile I.



Joonis 4.11 CO_2 sisaldus ruumiõhus

¹⁵ Hoone energiaaudiitorite koolitus. Tallinna Tehnikaülikool, 2008.



Joonis 4.12 CO₂ sisalduse kumulatiivne jaotus ruumiõhus

4.3.5 Kokkuvõte

- Mõõdetud ruumidest oli kõige ebaühtlasema temperatuuriga ruum 261, kus maksimaalse (30,5 °C) ja minimaalse (19,8 °C) registreeritud temperatuuri vahe oli 10,7 °C.
- Ruumi 265 korral on temperatuuriprofiil 70% tööajast suhteliselt sarnane ruumiga 261 olles vahemikus 23-25 °C.
- Ruumid 303 ja 310 oli temperatuuriprofiilides omavahel sarnased ja kuni 1,5 °C madalama temperatuuriga võrreldes ruumidega 261 ja 265.
- Ruumide 303 ja 310 temperatuurid olid 60% tööajast vahemikus 22-23 °C ja ligikaudu 40% tööajast üle 24 °C.
- Infiltratsiooni vähendamisega kvaliteetsete avatäidete nn õhutiheda paigaldamisega on võimalik tagada töötajatele soovitatavat operatiivset temperatuuri madalama sisetemperatuuriga ja seeläbi vähendada soojuse tarbimist.
- Ruumide 261 ja 265 korral võib üle 60% tööajast kütteperioodil olla suhteline õhuniiskus suhteliselt madal, st alla 25%. Sedavõrd madal õhuniiskus võib põhjustada limaskestade kuivamist ja silmade ärritust (sõltuvalt inimesest). Suhtelist õhuniiskust on võimalik tõsta ruumiõhutemperatuuri alandamisega.
- Ruumides, kus õhutemperatuur oli mõõteperioodil valdavalt vahemikus 22-23,5 °C, suhteline õhuniiskus alla 25% ei langenud.

- Süsihappegaasi sisaldused ruumides vastasid enamjaolt (95% tööajast) sisekliima klassile I.

4.4 Hoone piirded

Energiaarvutuste dünaamilise simulatsiooni lähteandmetena kasutatud külmasildade ja piirete soojuslähikandegurite väärtused (U-väärtused) on toodud Lisa 2-s.

4.4.1 Vundament ja välisseinad

Hoonel on paekivivundament. Hoone vundamenti on osaliselt ehitatud uuesti kasutades selleks betooni. I ja IV korpuse otstes on keldriseina paksus 1,1 m, mujal 0,8 m.

Hoone välisseinad on esialgse projekti järgi järgmise konstruktsiooniga: kakskivi tellismüüritis + õhuvahe + silikaatkivi välisvooder krohvikattega.¹⁶ Välisseinte paksused on erinevad:

- I-III korrus – seinad (piki- ja otsaseinad, va eenduvate osade küljed) 0,8 m, eenduvate osade otsad 0,6 m.
- Alates IV korrus - kõik seinad 0,6 m.

Hoone otsaseinad ja Gonsiori tänava poolne sein on kaetud terrasiitkrohviga, hoovipoolne sein tavalise tsementkrohviga, vt ka Joonis 4.13.



Joonis 4.13 Välisseinad

Hoovipoolne ühekordse ehituse välisseina paksus on laotud silikaattellistest kogupaksusega 42 cm. Isolatsioonimaterjalina on seinakonstruktsioonis kasutatud 50 mm paksust mineraalvatti.¹⁷

¹⁶ Põlevkivi ja Keemiatööstuse Rahvakomissariaadi BÜROOHOONE – EELKAVAND. Lomonosovi tän. № 29. Eesti NSV Kohalik ja põlevkivi-keemiatööstuse Ministeeriumi Projekteerimise ja Teadusliku Uurimise Instituut.

¹⁷ Lomonosovi tn 29 hoone rekonstrueerimine. Tehniline tööprojekt, I köide. Seletuskiri ja joonised. ENSV Kohaliku Tööstuse Ministeerium. Projekteerimise, tehnoloogia ja kujunduse instituut. Töö Nr E 730. Tallinn, 1978.

II korpuse pööningukorrus on välja ehitatud tööruumideks. Pööningukorruse välisseinad on laotud silikaattellistest ja hinnanguline seinapaksus on ~36 cm.¹⁸ Kuna väliselt ei ole seinu võimalik soojustada, siis on pööningule ehitatud tööruumid soojustatud seest poolt mineraalvillaga 100+13 mm. Projekti järgne hinnanguline pööningukorruse välisseinte soojuslähikandegur on 0,32 W/(m²K).

Liftišehtide seinad on 6. korruse pööningul soojustatud 100 mm paksuse mineraalvillaga.

4.4.2 Katus ja pööning

II korpuse pööningukorrus on välja ehitatud tööruumideks. Projekti järgne hinnanguline pööningukorruse katuslae soojuslähikandegur on 0,2 W/(m²K).

Liftišehtide laed on 6. korruse pööningul soojustatud 150+30 mm paksuse mineraalvillaga.

Vastavalt uuringutele on pööningu põrand monoliitsest raudbetoonist (alumise korruse suhtes ribilagi).¹⁹

Pööningu põrand on soojustatud ~400mm (pärast vajumist 350 mm) paksuse puistevilla kihiga (2005-2006,²⁰ 2010²¹), vt ka Joonis 4.14.



Joonis 4.14 Pööningu põrand

Hoovipoolne ühekordse ehituse katuslagi on 220mm paksusest r/b õõnespaneelist. Esialgne katuse konstruktsioon on ümber ehitatud koos soojustuse uuendamisega – 190 mm gaaskukermiitplaat on asendatud 300 mm (pärast vajumist 260mm) paksuse puistevilla kihiga.²²

¹⁸ Ministeeriumi haldushoone renoveerimistööde ehitusprojekt. Töö nr 229-03. AS Kommunaalprojekt, Tallinn 2003.

¹⁹ Ministeeriumi haldushoone renoveerimistööde ehitusprojekt. Töö nr 229-03. AS Kommunaalprojekt, Tallinn 2003.

²⁰ E. Rösler. Hoone energiaauditi aruanne. Sotsiaalministeerium. 2014

²¹ Hoone energiaaudit. Gonsiori 29. ÄF- Estivo AS, 2010.

²² Tallinnas, Gonsiori 29 asuva administratiivhoone hoovipoolse ühekorruselise osa katuse soojustamise ehitusprojekt. Töö nr T-21-11. OÜ Kommunaalprojekt, 2011.

4.4.3 Aknad

Hoone aknad on plastikraamidega kahekordse klaaspaketiga aknad. Akende vahetus toimus aastatel 2005-2006.²³ Hinnanguline akna U-väärtus on 1,7 W/(m²K).

4.4.4 Uksed

Peasissekäigu uksed on metallraamiga klaaspakettuksed. Hoovi poolse sissepääsu välisüksed on metalluksed, vt ka Joonis 4.15.



Peasissekäik



Hoovi poolne sissepääs

Joonis 4.15 Uksed

Uste vahetus toimus aastatel 2005-2006.²⁴

4.4.5 Kelder – lagi ja põrandad

Vastavalt uuringutele keldrilagi monoliitsest raudbetoonist ribilagi.²⁵

Keldripõrand on valatud betoonist. Projekti järgi on ette nähtud soojustada need keldripõrandad, kuhu on ette nähtud põrandaküte.²⁶

4.5 Tehnosüsteemid

4.5.1 Ventilatsioon

Erinevate andmetel on ventilatsioonisüsteemi rekonstrueeritud aastatel 2004-2006 ventilatsioonisüsteemi rekonstrueeritud.^{27,28}

Hoones toimib rootorsoojusvahetitega soojustagastusega sissepuhke-väljatõmbe ventilatsioon, va UPS-i²⁹ ja serveri ruum. Kokku on 9 ventilatsiooniagregaati, vt ka Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Soojustagastusega ventilatsioonisüsteemid ja ventilaatorite andmed

²³ E. Rösler. Hoone energiaauditi aruanne. Sotsiaalministeerium. 2014

²⁴ E. Rösler. Hoone energiaauditi aruanne. Sotsiaalministeerium. 2014

²⁵ Ministeeriumi haldushoone renoveerimistöde ehitusprojekt. Töö nr 229-03. AS Kommunaalprojekt, Tallinn 2003.

²⁶ Ministeeriumi haldushoone renoveerimistöde ehitusprojekt. Töö nr 229-03. AS Kommunaalprojekt, Tallinn 2003.

²⁷ Hoone energiaaudit. Gonsiori 29. ÄF- Estivo AS, 2010.

²⁸ E. Rösler. Hoone energiaauditi aruanne. Sotsiaalministeerium. 2014

²⁹ uninterruptible power supply - puhvertoiteallikas ehk katkematu toite allikas

Süsteem	Teenindab	SP/VT	Soojus-vaheti	Õhuvooluhulk
				m³/h
SV1	I korpus, 0-5 korrus	SP	R	5 321
		VT		5 951
SV2	II korpus, 0-1 korrus	SP	R	4 061
		VT		4 263
SV3	II korpus, 2 korrus	SP	R	1 440
		VT		1 368
SV4	II korpus, 3 korrus	SP	R	1 512
		VT		1 368
SV5	II korpus, 4 korrus	SP	R	1 476
		VT		1 332
SV6	II korpus, 5 korrus	SP	R	2 697
		VT		2 625
SV7	II korpus, 7 korrus	SP	R	1 469
		VT		1 613
SV8	III korpus, 0-5 korrus	SP	R	8 078
		VT		7 215
SV9	IV korpus, 1-4 korrus	SP	R	2 563
		VT		2 563
SV10	IV korpus, 0 korrus	SP	RV-P	-
		VT		-
Sissepuhe kokku				28 617
Väljatõmme kokku				28 298
Koguvõimsus				

SP – sissepähe

VT – väljatõmme

R – rootorsoojusvaheti

RV-P – ristivoolu plaatsoojusvaheti

Tüüpilisi ventilatsiooniagregate (SV1....SV9) iseloomustab Joonis 4.16.



SV 3



SV 8

Joonis 4.16 Ventilatsiooniagregaadid

UPS-i ja serveriruumi ventilatsioon (SV10) toimib eraldi väikese ventilatsiooniagregaadiga Vallox Digit SE, vt ka Joonis 4.17.



Joonis 4.17 Vallox ventilatsiooniagregaat

Ventilatsiooniagregaadid töötavad tööpäeviti ajavahemikul 6:00-17:30. Puhkepäevadel ventilatsiooniagregaadid ei tööta. Kõik rootorid on varustatud sagedusmuunduritega. Õhuhulkade reguleerimine toimub siibritega. Ventilaatoritel sagedusmuundureid ei ole. SV10 töötab kogu aeg.

Hoone keldris asuva toitlustusasutuse ventilatsioon on lahendatud sissepuhkeventilatsiooniga S2, vt ka Joonis 4.18. Väljatõmme on lahendatud väljatõmbeventilaatoritega ja köögikubudega.



Joonis 4.18 Söökla ventilatsiooniagregaat

Söökla ventilatsiooniagregaadi poolt tarbitud elekter on mõõdetud söökla elektriarvestiga. Vesikalarifeeri soojustarve ei ole eraldi mõõdetud. Söökla ventilatsiooniagregaat lülitatakse söökla personali poolt tööpäeva alguses sisse ja tööpäeva lõpus välja.

Ruumi 125 jaoks on täiendavalt paigaldatud ventilatsiooniagregaat, mis on paigaldatud ripplae taha ja mille kombineeritud õhuvõtu-väljaviskerest on paigaldatud seinalle, vt Joonis 4.19.



Joonis 4.19 Ruumi 521

Ruumi 125 ventilatsiooniagregaat töötab kogu aeg.

4.5.2 Küttesüsteem

Olemasolev hoone küttesüsteem on ülemise jaotusega kahetorusüsteem. Radiaatorid (valdavalt malmribiradiaatorid) on osaliselt varustatud termostaatventiilidega. Küttesüsteemi illustreerivad Joonis 4.20 ja Joonis 4.21.



Joonis 4.20 Küttetorustik pööningul



Joonis 4.21 Olemasolev küttesüsteem

Hoone küttesüsteem on ühendatud linna kaugküttevõrguga plaatsoojusvahetiga soojussõlme kaudu, vt Joonis 4.22.



Joonis 4.22 Soojussõlm

Varasemalt tehtud uuringu põhjal töötab küttesüsteem kella 6.00 kuni 16.30–ni tööpäeviti põhirežiimil, ülejäänud ajal on temperatuuri alandus 5 °C võrra.³⁰ **Käesoleva töö raames läbi**

³⁰ Hoone energiaaudit. Gonsiori 29. ÄF- Estivo AS, 2010.

viidud sisekliima mõõtmised ei näidanud, et pealevoolutemperatuuri alandus (kui see ikka toimub töövälisel ajal) avaldaks mõju sisetemperatuurile, vt ka Joonis 4.5.

Soojussõlme soojusvahetitest, ringluspumpadest ja automaatikaplokkidest annab ülevaate Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Soojussõlme andmed

Seade	Mark
Soojusmõõtja	Kamstrup Multical 66 C
Küttesüsteemi ja sooja tarbevee automaatika	TAC 2222
Ventilatsioonisüsteemi automaatika	Siemens/Landis&Staefa RVD 110
Küttesüsteem	
Soojusvaheti	Eesti Termotehnika, ETSS 650, 650 kW
Ringluspump	Oy Tekno-Montan Ab, LP 65-140
Ventilatsioonisüsteem	
Soojusvaheti	SWEP, IC35-50, 301 kW
Ringluspump	Grundfos, UPS 50-120 F
Sooja tarbevee süsteem	
Soojusvaheti	Eesti Termotehnika, ETSS 120, 120 kW
Ringluspump	Wilo, StarRS 25/6

Küttesüsteemile teostatud ekspertiis³¹ tõi välja küttesüsteemi kohta järgmised aspektid ja puudused:

- Vana küttesüsteem on rekonstrueeritud osaliselt.
- Kohati säilitatakse vanad torud ja vanad küttekehad.
- Osa püstikuid on lahendatud 1-toruküttesüsteemi põhimõttel, teine osa 2-torusüsteemina, jaotustorustik kulgeb nii vertikaalselt kui horisontaalselt.
- Osadel püstikutel puudusid projektijärgsed tasakaalustusventiilid, osades kohtades paiknesid need raskesti ligipääsetavates kohtades (kinniehitatud seinad, šahtid), teiste kommunikatsioonide vahel, nii et ei olnud võimalik tuvastada seadearvu, mõõtmiste teostamine ei ole võimalik jne.
- Süsteem on tasakaalustamata ja mõõtmata ja puudub tasakaalustusprotokoll.
- Radiaatoritele on paigaldatud erinevat tüüpi radiaatorventiilid, millede seadistuse olemasolu ja õigsust ei ole kontrollitud.
- Küttesüsteemi komplitseeritus eeldab detailse ja korrektse projektdokumentatsiooni koostamist ja tasakaalustada süsteem hüdrauliliselt.

³¹ Gonsiori 29 küttesüsteemi hinnang. OÜ Raksit, 2011.

Kokkuvõttes on tegemist küttesüsteemiga, mida on erinevatel aegadel muudetud ja ümber ehitatud ja mida võib lugeda amortiseerunuks. Seetõttu on soovitatav olemasolev küttesüsteem reguleeritavuse ja soovitatavate sisekliima parameetrite tagamise seisukohalt asendada uue kaasaegse küttesüsteemiga, mis võimaldab ruumitemperatuuri reguleerida ruumipõhiselt. Küttesüsteemiga koos on soovitatav välja vahetada soojussõlm koos automaatikaga ja paigaldada sagedusmuunduriga küttevee ringluspump.

4.5.3 Jahutussüsteem

Kõikidele ventilatsiooniagregaatidesse (SV1...SV9) on integreeritud otseaurustusega jahutusseade, vt ka Joonis 4.23.



Joonis 4.23 Ventilatsiooniagregaati integreeritud otseaurustusega jahutusseade

Ventilatsiooniagregaatide tsentraalne jahutus lülitatakse sisse mai lõpus ja väljalülitamine toimub septembri alguses. Seega on jahutussüsteem sisse lülitatud maksimaalselt 4 kuud aastas. Ruumipõhine jahutuse reguleerimine puudub. Töötajate väitel esineb suvisel perioodil ebasoovitavat kõrget sisetemperatuuri.

Keldrikorrusel paikneva serveriruumi jahutamiseks on paigaldatud kaks täppiskonditsioneer STULZ ASD 241 A (vt ka Joonis 4.24), mille jahutusvõimsus on tootja andmetel á 25,8 kW.



Joonis 4.24 Serveriruumi täppiskonditsioneerid

Serveriruumi täppiskonditsioneerid töötavad kogu aeg paralleelselt.

Keldrikorrusel UPS-i ruumi jahutamiseks on paigaldatud konditsioneer York (vt ka Joonis 4.25) jahutusvõimsusega 12,4 kW.



Joonis 4.25 UPS-i ruumi jahutusseade

Erinevatesse ruumidesse on paigaldatud ruumipõhised konditsioneerid:

- Ruumis 521 (saal) on paigaldatud kaks konditsioneerit York jahutusvõimsusega á 8,6 kW. Seadmeid kasutatakse vastavalt vajadusele.
- Ruumis 603 (nõupidamisterruum) on paigaldatud konditsioneer AlpicAir jahutusvõimsusega 2,64 kW. Seadet kasutatakse vastavalt vajadusele.
- IT osakonnas on 4 konditsioneerit AlpicAir jahutusvõimsusega á 10,55 kW ja soojusvõimsusega á 11,72 kW. Jahutust kasutatakse üldiselt suvel. Sügisel kasutatakse osaliselt ka ruumi kütmiseks, kui kaugküttesoojust kaugküttevõrgust veel ei tarbita.

4.5.4 Valgustus

Hoonele on projekteeritud kõikidesse ruumidesse üldvalgustus ning turvavalgustus evakuatsiooniks.³²

Kontoriruumides valgustus on lahendatud torukujuliste luminofoorlampidega (T8 tüüpi valgustid), vt ka Joonis 4.26.

³² Ministeeriumi haldushoone renoveerimistööde ehitusprojekt. Töö nr 229-03. AS Kommunaalprojekt, Tallinn 2003.



Joonis 4.26 Kontoriruumide valgustus

Koridorides kasutatakse süvistatud valgusteid ja lampidena on kasutusel kompaktluminofoorlambid, vt ka Joonis 4.27.



Joonis 4.27 Koridori valgustus

Saali ja konverentsiruumide valgustus on lahendatud ripplakke süvistatud valgustitega ja lampidena kasutatakse kompaktluminofoorlampe, vt ka Joonis 4.28.



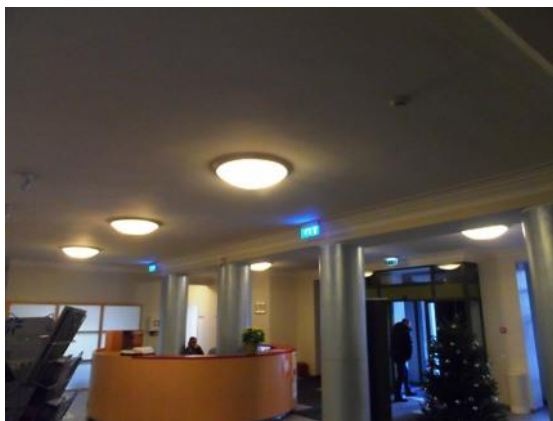
Ruum 521 (saal)



Ruum 125 (konverentsiruum)

Joonis 4.28 Saali ja konverentsiruumi valgustus

Fuajees kasutatakse nn disainvalgusteid ja lampidena on kasutusel kompaktluminofoorlambid, vt ka Joonis 4.29.



Joonis 4.29 Fuajee valgustus

Ruumide valgustus on juhitud ruumipõhiselt tavaliste lülititega. Koridoride valgustus kustutatakse töövälisel ajal ära.

4.5.5 Veevarustus ja soe tarbevesi

Külm vesi saadakse linna võrgust. Tarbevett soojendaks soojussõlmes kaugküttesoojusega vastava plaatsoojusvaheti kaudu. Sooja tarbevett kasutatakse olmevajadusteks, nt käte pesemiseks.

Toitlustusasutuse poolt tarbitav külm ja soe tarbevesi on eraldi mõõdetud.

4.5.6 Elektrisüsteem

Hoone elektrivarustus toimub läbi keldris asuvate peakilpide.

Hoone elektritarbijad võib grupeerida järgmiselt:

- Toitlustusasutus
- Serverid
- Serverite jahutus
- UPS-id
- UPS-ide jahutus
- Ventilatsiooniagregaatide ventilaatorid
- Ringluspumbad (küte, soe vesi, ventilatsiooniagregaatide kaloriofeerid)
- Valgustus
- Muud tarbijad (rootor, elektrikeris, valvesüsteem, ruumide kohtjahutus, liftid)

Serveriruumi elektrivarustus on kilbist PJK2-st.³³ Serverite elektritarbimist eraldi ei mõõdata.

³³ Elektriehitustööde üleandmis-vastuvõtu dokumentatsioon, lep nr 9.6-4/1739. Alter Elektritööd. 2006 a.

Toitlustuskoha elektrivarustus on kilbist OJK-5. Toitlustusasutuse elektri tarbimine on mõõdetud kilbis OJK5, vt ka Joonis 4.30. Mõõtmine toimub ühetariifelt.



Joonis 4.30 Söökla elektriarvesti

4.5.7 Hoone automaatika

Soojussõlm on varustatud kahe automaatikablokiga. Üks automaatikablok (TAC 2222) on sooja tarbevee süsteemi ja küttesüsteemi temperatuuri reguleerimiseks. Teine automaatikablok (Siemens/Landis&Staefa RVD 110) on ventilatsiooni kalorifeeride küttevee temperatuuri reguleerimiseks, vt ka Joonis 4.31.



TAC 2222



Siemens/Landis&Staefa RVD 110

Joonis 4.31 Soojussõlme automaatikablokid

Kõik ventilatsiooniseadmed on varustatud oma automaatikablokiga.

Tsentraalne hooneautomaatikasüsteem puudub.

5 Energia- ja ressursikasutus

5.1 Soojuse tarbimine

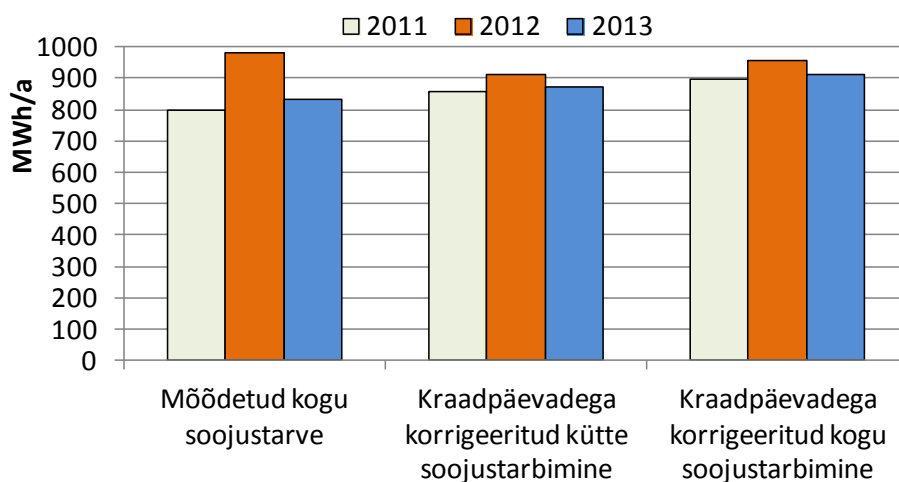
Soojuse tarbimist aastatel 2011-2013 iseloomustab Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Soojuse tarbimine

Näitaja	2011	2012	2013	Ühik
Mõõdetud kogu soojustarve	798	981	834	MWh/a
Soojuse kulu tarbevee soojendamiseks koos kadudega	40	44	43	MWh/a
Soojuse tarbimine kütteks	758	937	791	MWh/a
Tegeliku aasta kraadpäevad	2649	3076	2722	°C d
Normaalaasta kraadpäevad	2994			°C d
Kraadpäevadega korrigeeritud kütte soojustarbimine	857	912	870	MWh/a
Kraadpäevadega korrigeeritud kogu soojustarbimine	897	956	913	MWh/a
Soojuse hind	54,2	63,2	63,0	eur/MWh
Kulutused soojusele	10 519	62 057	52 564	eur/a
Küttesoojuse eritarbimine köetava pinna kohta	123	131	125	kWh/(m ² a)

Küttesoojuse tarbimine köetava pinna kohta on olnud suurusjärgus 123-131 kWh/(m²a). Soojuse tarbimist võib lugeda suhteliselt kõrgeks, st on hinnanguliselt üle kahe korra suurem võrreldes tänapäevaste kontorihoonetega. Võrdlusena, nt kaasaegse büroohoonega (Lasnamäe 2), kus küttesoojuse eritarbimine köetava pinna kohta on normaalaasta järgi suurusjärgus 50-60 kWh/(m²a).

Erinevate aastate soojuse tarbimise võrdlust reaal-ja normaalaasta illustreerib Joonis 5.1.



Joonis 5.1 Soojuse tarbimise võrdlus

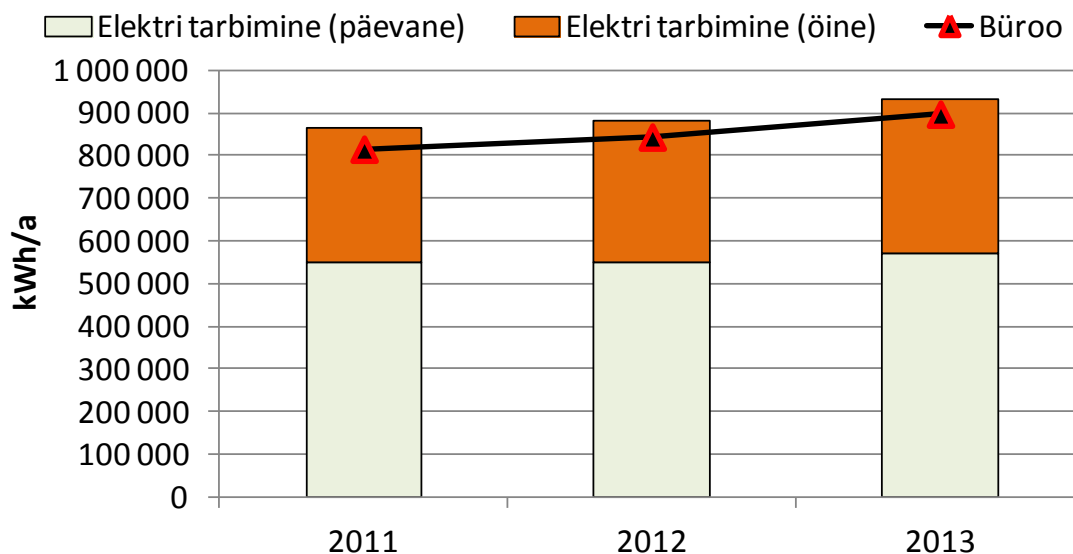
5.2 Elektri tarbimine

Elektri tarbimist iseloomustavad Tabel 5.2 ja Joonis 5.2.

Tabel 5.2 Elektri tarbimine

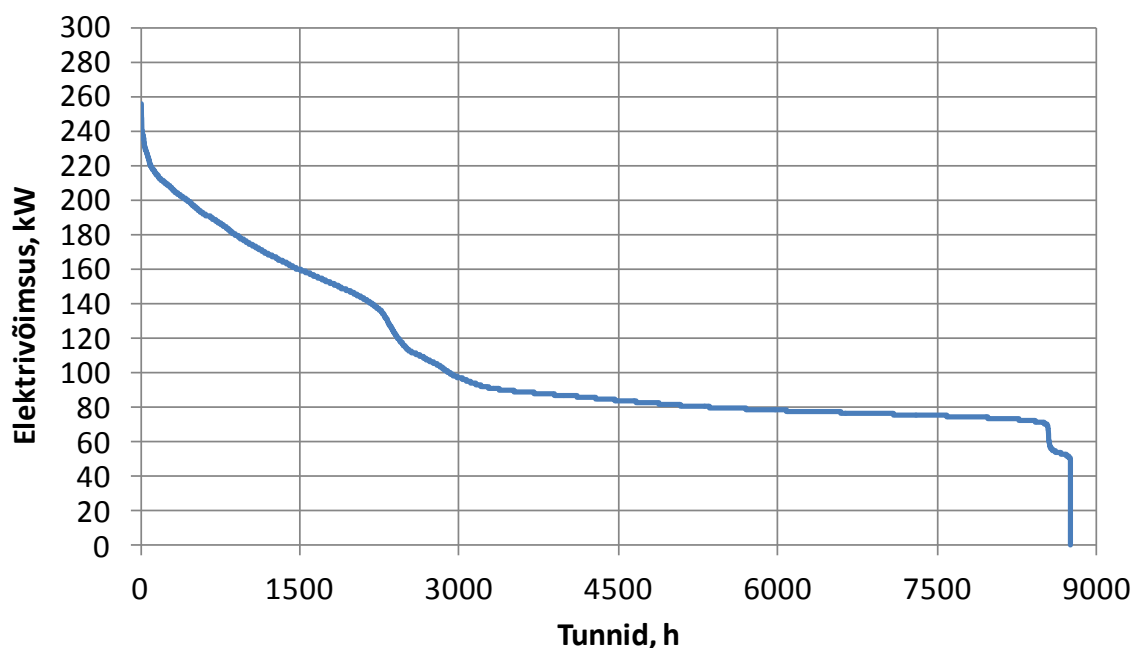
Näitaja	2011	2012	2013	Ühik
Elektri tarbimine (päevane)	547 705	550 546	571 658	kWh/a
Elektri tarbimine (ööine)	317 654	332 267	361 403	kWh/a
Kogu elektri tarbimine kokku	865 359	882 813	933 061	kWh/a
sh tootlustusasutus	49 446	38 403	34 910	kWh/a
sh büroo	815 913	844 410	898 151	kWh/a
Büroo elektri eritarbimine köetava pinna kohta	117	121	129	kWh/(m ² a)

Päevase tariifi järgi tarbitud elekter moodustab kogu elektri tarbimisest hinnanguliselt 61-63% ja öise tariifi järgi tarbitud elekter 37-39%. Büroo elektri eritarbimine köetava pinna kohta on 117-129 kWh/(m²a). Seda võib lugeda sarnaseks võrreldes kaasaegsete büroohoonetega. Võrdlus, nt kaasaegse büroohoonetega (Lasnamäe 2), kus elektri eritarbimine köetava pinna kohta on suurusjärgus 110-120 kWh/(m²a).



Joonis 5.2 Elektri tarbimise võrdlus

Elektri tunniandmete põhjal on koostatud Gonsiori 29 hoonele 2013 a põhjal elektrikoormusgraafik, vt ka Joonis 5.3.



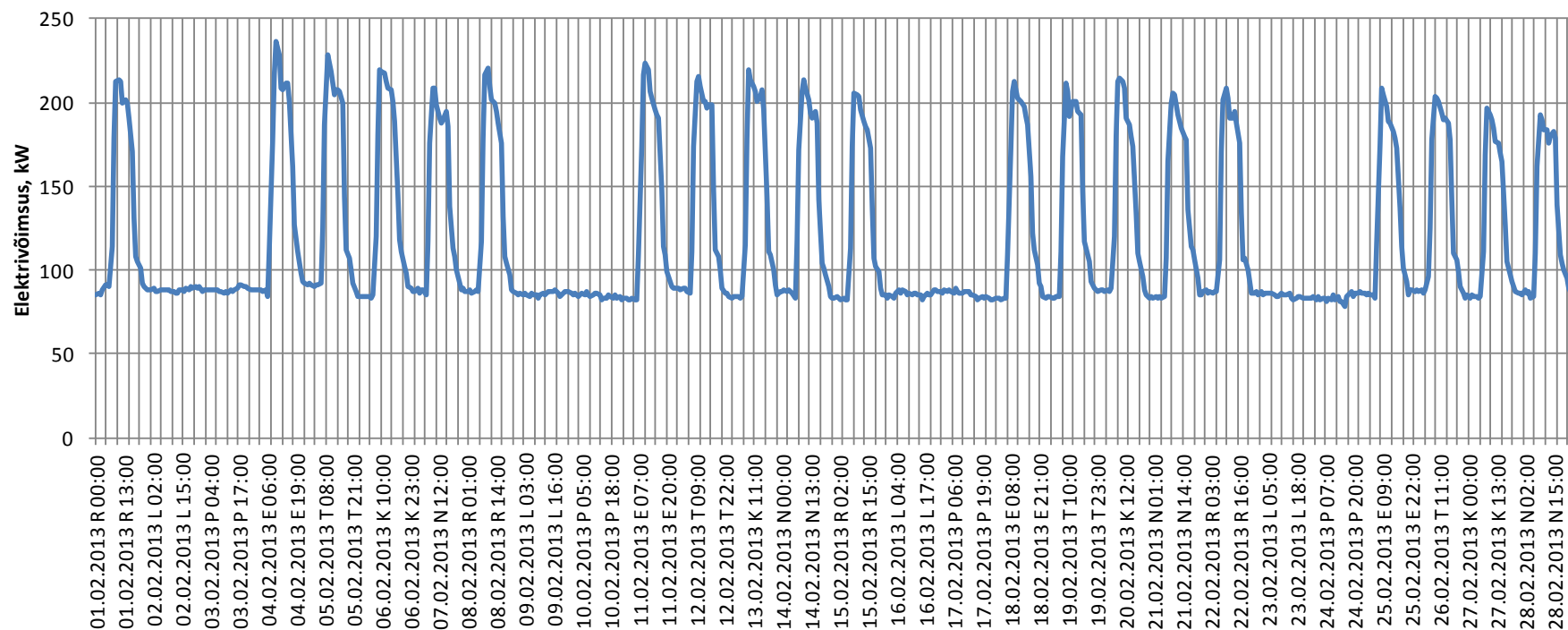
Joonis 5.3 Elektri koormusgraafik

Elektrikoormusgraafiku põhja on näha, et hoone baaskoormuseks võib lugeda 70 kW, muutuvkoormuseks 70-140 kW ja tipukoormuseks 140-255 kW.

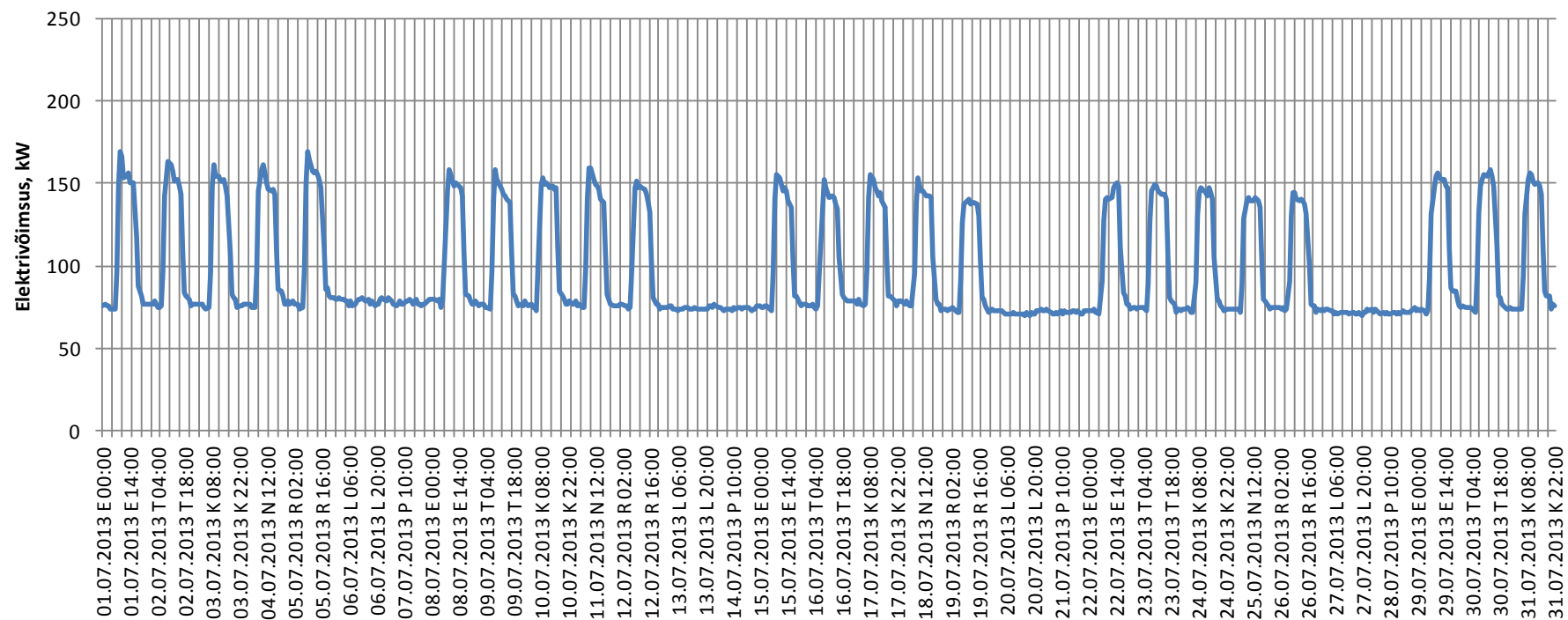
Nii kuudepõhised kui nädala kohta koostatud tunnikoormuste graafikud näitavad, et töövälisel ajal on olemas nn baaskoormus, millest allapoole tarbimine ei lange, vt ka Joonis 5.4-Joonis 5.9. Veebruaris on baaskoormus 85-90 kW ja tipukoormus on üle 200 kW, ulatudes kohati kuni 236 kW-ni. Juulis on baaskoormus 75-77 kW ja tipukoormus üle 150 kW, ulatudes kuni 168 kW-ni. Nii veebruari kui juuli päevase tunnipõhise koormusgraafiku põhjal võib näha, et elektrikoormus hakkab tõusma baastasemelt üles poole pärast kella 6:00 hommikul, saavutab maksimumi kell 9:00-10:00, pärast mida on suhteliselt stabiilne kuni kell 16:00-ni ja sealt edasi hakkab elektrikoormus langema, stabiliseerudes baastasemeni tagasi ajavahemikul 18:00-21:00.

Baaskoormuse moodustavad elektritarbijad nagu serverid, serverite jahutus, ringluspumbad, serveruumivantilatsioon, ööseks „stand-by“ režiimis olnud seadmed jne.

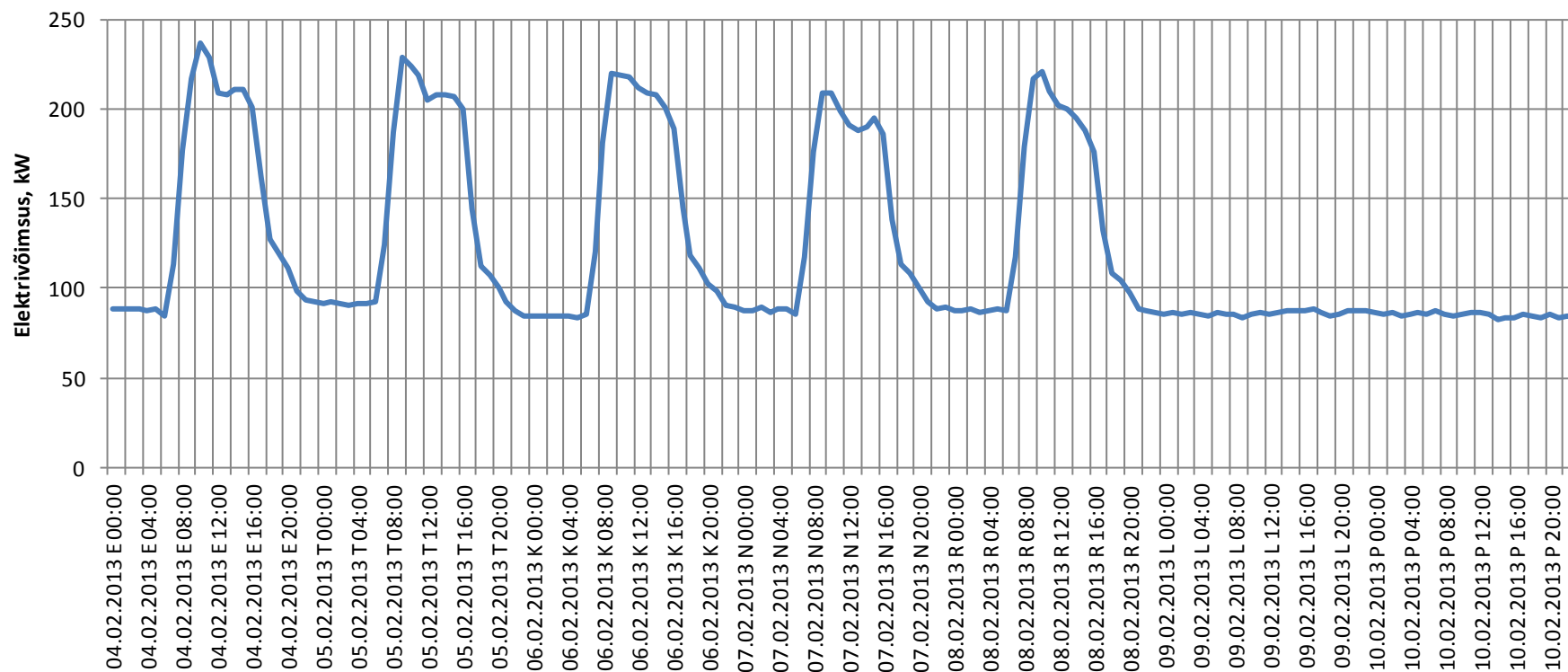
Päevane koormuse suurenemine ja langemine kattub tööajaga, mil lülitatakse sisse ventilatsiooniagregaadid, kontorideadmed, köögiseadmed jne.



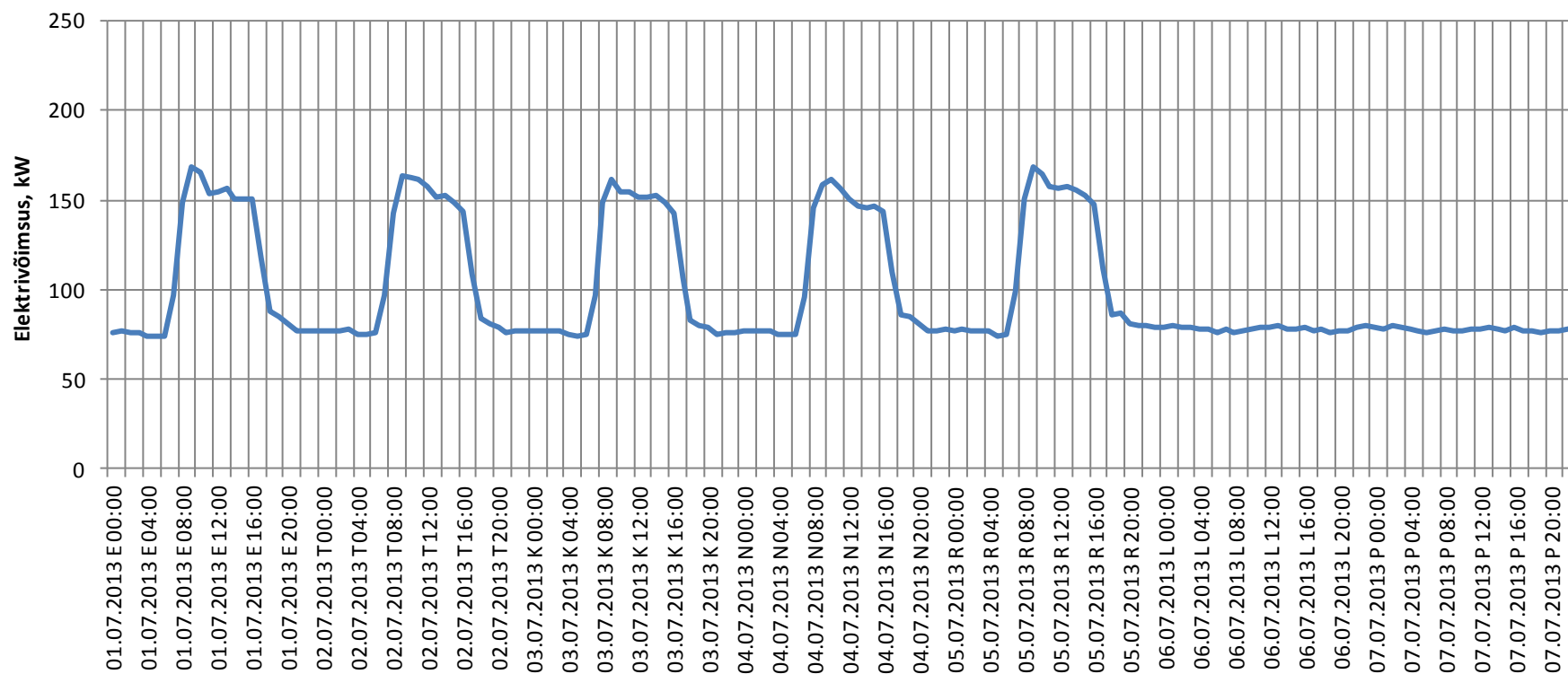
Joonis 5.4 Veebruari tunnikoormused



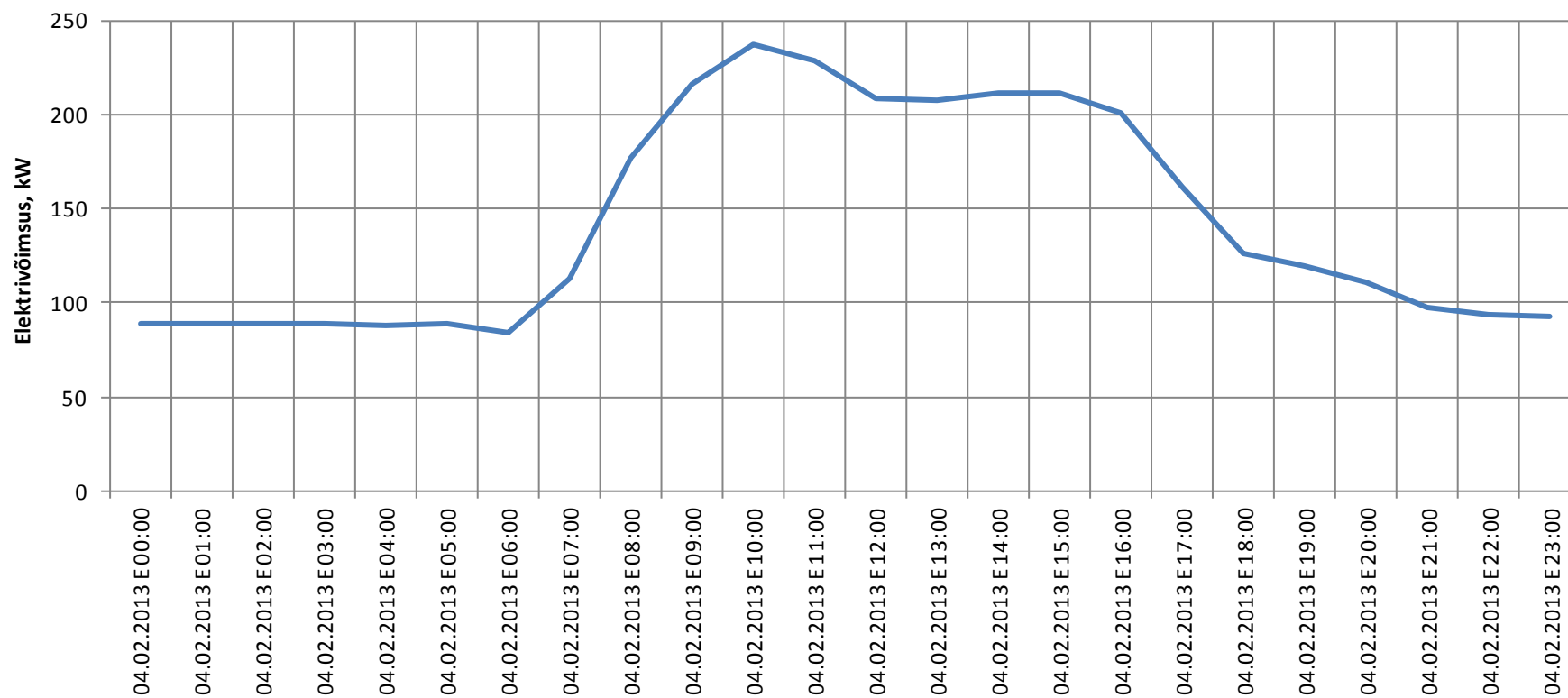
Joonis 5.5 Juuli tunnikoormused



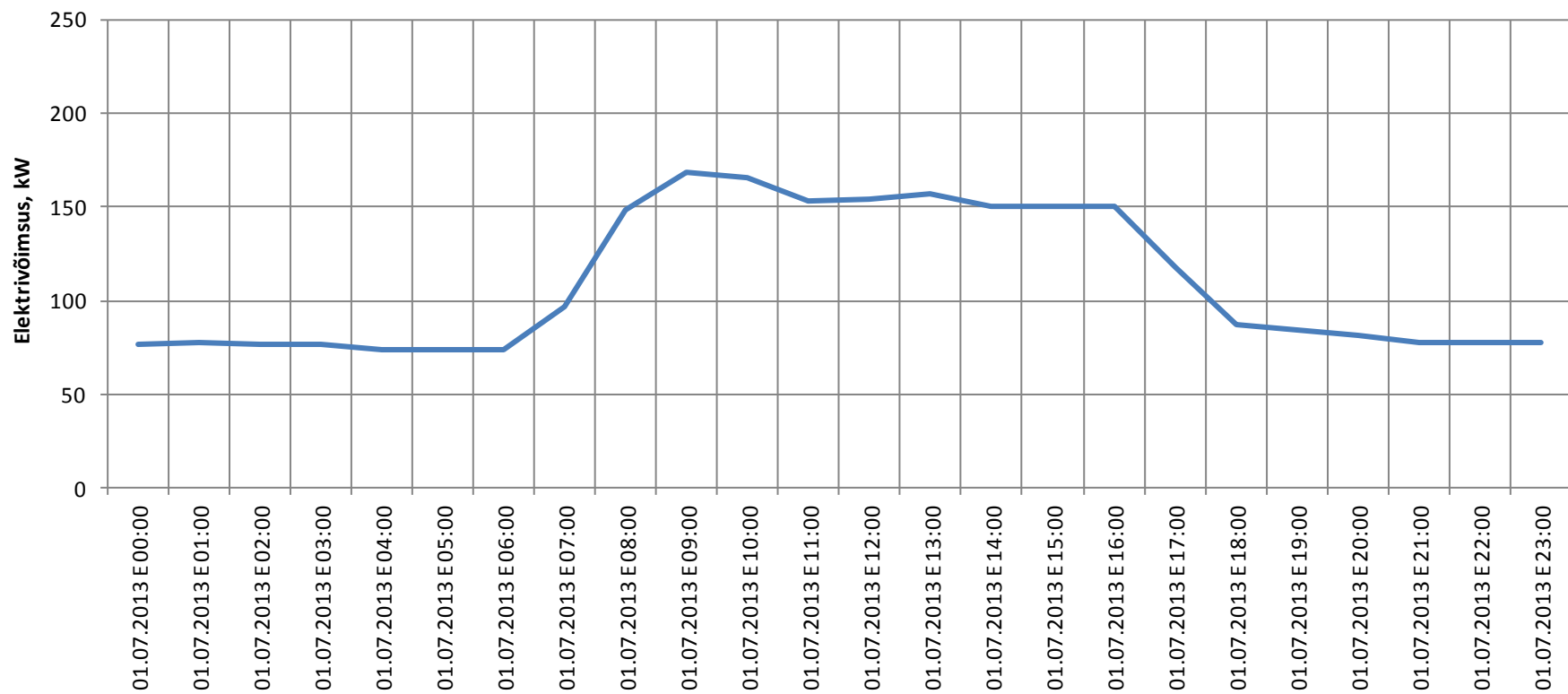
Joonis 5.6 Veebruari ühe nädala tunnikoormused



Joonis 5.7 Juuli ühe nädala tunnikoormused



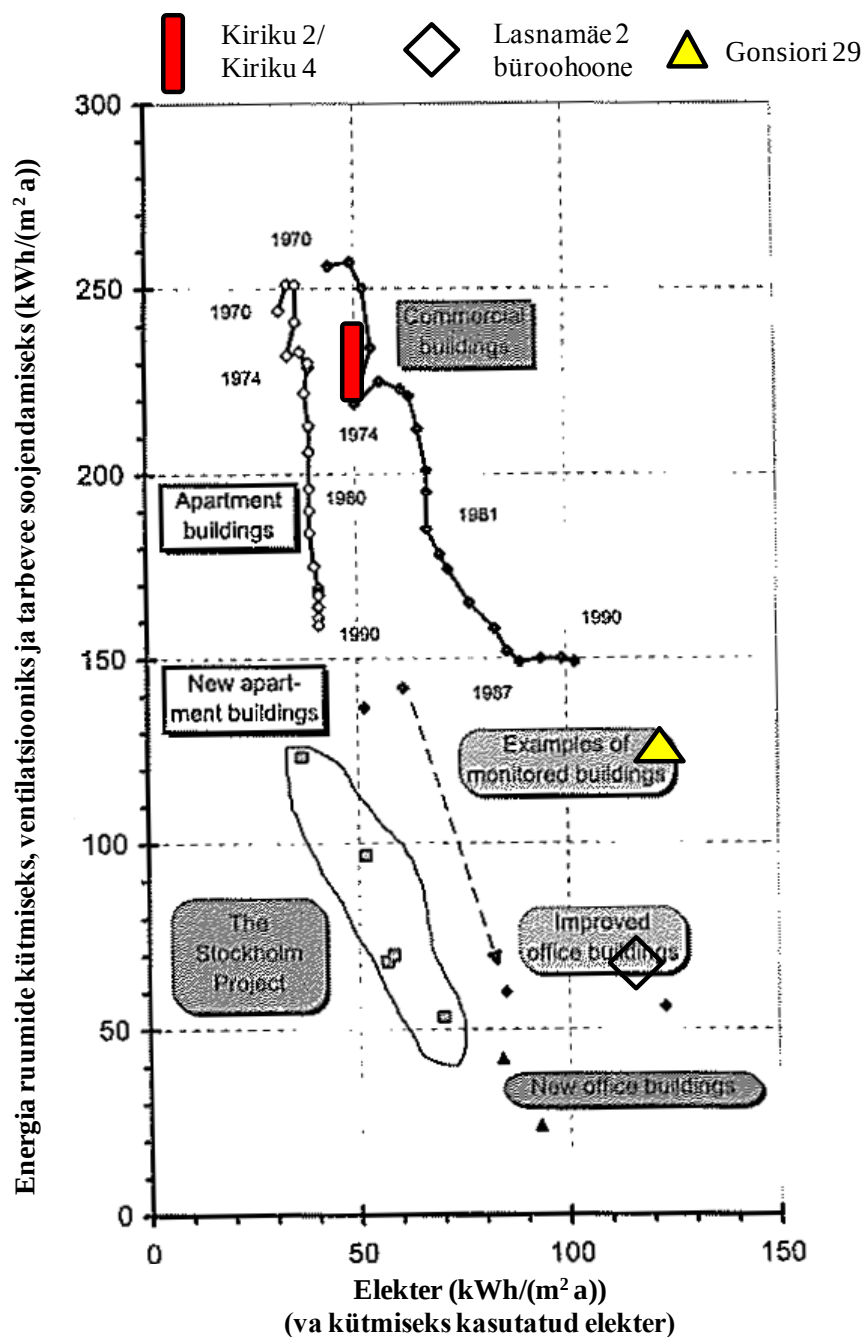
Joonis 5.8 Veebruar ühe päeva tunnikoormused



Joonis 5.9 Juuli ühe päeva tunnikoormused

5.3 Energiatarbe võrdlus

Käesolevas peatükis vaadeldakse Gonsiori 29 büroohoone energiatarbe paigutust võrreldes Rootsi hoonetega ja kahe teis Riigi Kinnisvara Asi hallata oleva hoonega, vt ka Joonis 5.10.



Joonis 5.10 Gonsiori 29 energiatarbe võrdlus Eesti ja Rootsi büroohoonetega³⁴

³⁴ A. Nilson, R. Uppström, C. Hjalmarsson. Energy Efficiency in Office Buildings. Lessons from Swedish Projects. 1997.

Võib näha, et Gonsiori 29 büroohoone elektritarbimine langeb kokku uuendatud kontorihoonete tarbimisega, kuna seal on kasutusel sisekliima tagamise süsteemid. Soojuse tarbimine on vanade büroohoonete ja uuemate büroohoonete tarbimise vahepeal.

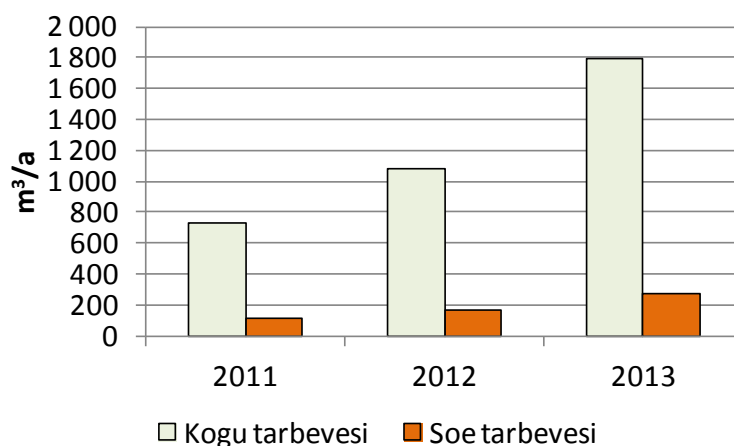
5.4 Vee tarbimine

Vee tarbimist iseloomustavad Tabel 5.3 ja Joonis 5.11.

Tabel 5.3 Vee tarbimine

Näitaja	2011	2012	2013	Ühik
Võrgust tarbitud tarbevesi	1 154	1 340	2 019	m ³ /a
sh büroo	727	1 081	1 792	m ³ /a
sh köök	427	259	227	m ³ /a
Soe tarbevesi	322	315	405	m ³ /a
sh büroo	109	162	269	m ³ /a
sh köök	213	153	136	m ³ /a
Soojuse kulu vee soojendamiseks koos kadudega	40	44	43	MWh/a
Soojuse kulu tarbitud vee soojendamiseks ringluskadudeta	19	18	24	MWh/a
Sooja vee süsteemi suhtelised kaod	53	59	45	%
Büroo				
Kogu tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	0,10	0,16	0,26	m ³ /(m ² a)
Sooja tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	0,02	0,02	0,04	m ³ /(m ² a)
Energia erikulu vee soojendamiseks köetava pinna kohta	1,9	3,3	4,1	kWh/(m ² a)

Toitlustusasutuse poolt tarbitud külm ja soe vesi on eraldi mõõdetud. Büroosa sooja tarbevett eraldi ei mõõdetata. Sooja tarbevee osakaaluks kogu vee tarbimisest on hinnatud büroohoonetele omane 15%.

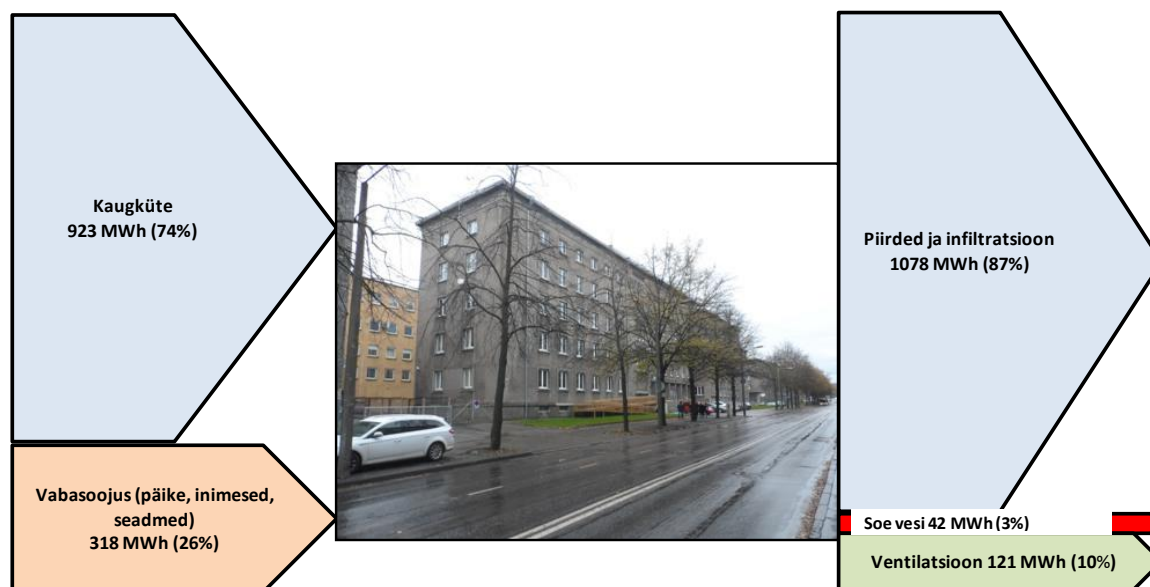


Joonis 5.11 Büroosa vee tarbimise võrdlus

Bürooosa tarbevee tarbimine on viimastel aastatel kasvanud ja viimasel aastal oli see aastast on suurusjärgus 1 800 m³, millest ~270 m³ tarbiti sooja veena.

5.5 Olemasoleva olukorra energiabilanss

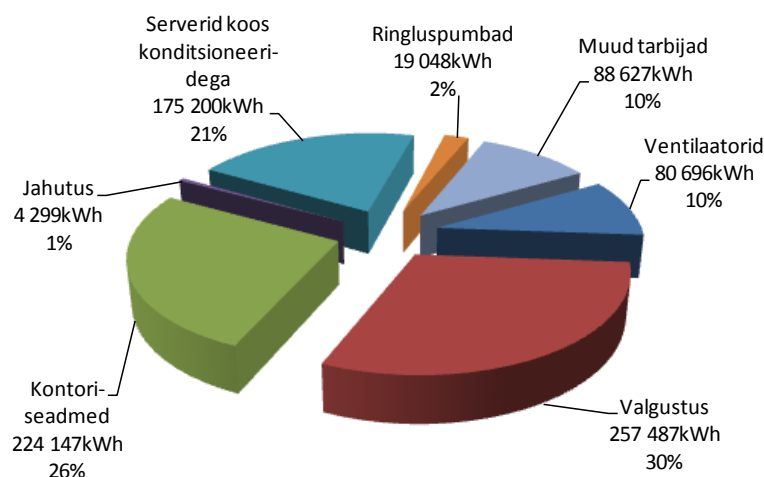
Hoone soojusbilanssi normaalaasta kohta illustreerib Joonis 5.12.



Joonis 5.12 Olemasoleva olukorra soojusbilanss

Hoonesse sisseantavast soojusest hinnanguliselt 26% on vabasoojus ja ülejäänud on kaugküte. Hoone soojuskadudest enamuse (87%) moodustab soojuskadu läbi piirete ja infiltratsiooniga. Sooja vee osakaal kogu hoone soojustarbimisest on suhteliselt väike (3%).

Olemasoleva olukorra bürooosa elektritarbimise jaotusest annab ülevaate Joonis 5.13.



Joonis 5.13 Olemasoleva olukorra elektritarbimise jaotus

Kõige suurema osa elektri tarbimisest moodustavad valgustuse (30%), kontoriseadmed (26%) ja serverid koos konditsioneeridega (21%). Viimase kolme mainitud tarbijagrupi poolt tarbitakse 77% kogu elektrist.

5.6 Baastase enne energiasäästumeetmete

Baastase enne energiasäästumeetmeid on olemasolev olukord.

6 Energiasäästu- ja sisekliima parendamise meetmed

6.1 Meede 1 – akende vahetus

Antud meetme raames on ette nähtud kõikide akende vahetus kolmekordse klaasiga puitraamidega akende vastu, mille akna soojuslähikandegur $U=1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Uute akende paigaldamise maksumust ja hinnangulist energiasäästu iseloomustab Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Uued aknad

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	186	kEUR
Aastane soojuse sääst	164	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid soojus säästust	10,1	kEUR/a
Aastane elektri sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid elektri säästust	0	kEUR/a
Aastane energiasääst	164	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	10	kEUR/a
Eluiga	30	a

Investeering arvestab uute akende maksumust koos paigaldamiskuludega.

6.2 Meede 2 – Kirdeseina soojustamine

Antud meetme raames on ette nähtud soojustada kirdesein (hoovipoolne sein) 150 mm paksuse soojusisolatsioonimaterjaliga. Sein soojuslähikandegur pärast soojustamist on $U=0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Kirdeseina soojustamise maksumust ja hinnangulist energiasäästu iseloomustab Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Kirdeseina soojustamine

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	158	kEUR
Aastane soojuse sääst	108	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid soojus säästust	6,6	kEUR/a
Aastane elektri sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid elektri säästust	0	kEUR/a
Aastane energiasääst	108	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	6,6	kEUR/a
Eluiga	30	a

6.3 Meede 3 – Valgustuse renoveerimine

Bürooruumide valgustuspaigaldisena soovitame kasutada olemasoleva T8 tüüpi valgutite asemel tuntud tootjate T5 tüüpi luminofoorvalgusteid koos elektroonse liiteseadeldisega (kõrgsagedusmuunduritega), millede energiaklass ei ole halvem kui A2. Üldalade valgustuspaigaldis tuleb lahendada koos sisekujundajaga.

Valgustite LOR³⁵ väärtus peab olema $\geq 80\%$. Hoone valgustuse LENI³⁶ väärtus peab olema vastavalt EVS-EN 15193 „**Hoonete energiatõhusus. Energianõuded valgustusele**” põhitase.

Valgustuspaigaldamise väljavahetamiseks on vajalik teostada detailsed valgussimulatsioonid kindlustamaks, et ruumides tagatakse nõutav valgustihedus, valgusühtlus jm olulised parameetrid kvaliteetse töökeskkonna tagamiseks ning valgustuspaigaldise energiatõhusus.

Valgustuse renoveerimise maksumust ja hinnangulist energiasäästu iseloomustab Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Valgustuse renoveerimine

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	164	kEUR
Aastane soojuse sääst	-67	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid soojus säästust	-4,1	kEUR/a
Aastane elektri sääst	91	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid elektri säästust	7,8	kEUR/a
Aastane energiasääst	24	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid	3,7	kEUR/a
Eluiga	15	a

Valgustuse uuendamise investeeringu juures on arvestatud ainult valgustite ja lampide vahetamise kuluga.

6.4 Meede 4 – Hooneautomaatika

Praegu on igal seadmel oma automaatika. Soovitav on kõik hoone tehnosüsteemid (9 ventilatsiooniagregaati ja soojussõlm) integreerida ühisesse hooneautomaatikasüsteemi, mis võimaldaks süsteeme seadistada distantsilt ja teostada ka kaugjälgimist. Süsteemide

³⁵ LOR - Light Output Ratio, on talitluskasutegur ehk suurus millega iseloomustatakse luminofoorlampide efektiivsust. LOR näitab optika tõhusust koostöös lambiga.

³⁶ LENI - The Lighting Energy Numeric Indicator, valgusener gia kulu ruutmeetri kohta aastas

töö selline jälgimine võimaldab avariide kiiret avastamist ja minimeerida seadme ebakorrapärasest tööst tulenevat energia liigtarbimist.

Hooneautomaatika maksumust ja hinnangulist energiasäästu iseloomustab Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Hooneautomaatika paigaldamine

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	60	kEUR
Aastane soojuse sääst	65	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid soojus säästust	4,0	kEUR/a
Aastane elektri sääst	8	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid elektri säästust	0,7	kEUR/a
Aastane energiasääst	73	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	4,7	kEUR/a
Eluiga	10	a

6.5 Meede 5 – Ruumi 125 ventilatsiooniagregaadi modifitseerimine

Ruumi 125 teenindav agregaat töötab ööpäev läbi. Lisatakse õhuvõtu ja väljaviske sulgklapid koos ajamiga ja automaatikaplokk. Agregaat seadistatakse töötama tööpäeviti ajavahemikul 6:00-17:30.

Meetme maksumust ja hinnangulist energiasäästu iseloomustab Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Ruumi 125 ventilatsiooniagregaadi modifitseerimine

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	4	kEUR
Aastane soojuse sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid soojus säästust	0	kEUR/a
Aastane elektri sääst (ventil. ja kalorif.)	4	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid elektri säästust	0,3	kEUR/a
Aastane energiasääst	4	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	0,3	kEUR/a
Eluiga	10	a

6.6 Meede 6 – küttesüsteem – torustik ja radiaatorid

Antud meetme raames on ette nähtud paigaldada uus kahetoruküttesüsteem, uued radiaatorid ja termostaatventiilid. Saavutatavast energiasäästust ja rahalisest kokkuvõiest annab ülevaate Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Uus küttesüsteem

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	280	kEUR
Aastane soojuse sääst	44	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid soojus säästust	2,7	kEUR/a
Aastane elektri sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid elektri säästust	0	kEUR/a
Aastane energiasääst	44	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	2,7	kEUR/a
Eluiga	30	a

6.7 Meede 7 – küttesüsteem – soojussõlm ja automaatika

Antud meetme raames on ette nähtud uus soojussõlm koos automaatikaga. Sagedusmuunduriga pumpa on vaadeldud tulenevalt elueast eraldi meetmena, kuigi see paigaldatakse koos soojussõlmega. Antud meetme raames on ette nähtud küttegaafiku seadistamine (nn õige kõvera tõusu ja murdepunkti valik) ja sisetemperatuuri alandamine kuni 18 °C-ni töövälisel ajal, st esmaspäevast reedeni kl 19.00-6.00 ja laupäeval ning pühapäeval. Saavutatavast energiasäästust ja rahalisest kokkuvõidust annab ülevaate Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Soojussõlm ja küttegaafiku reguleerimine

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	20	kEUR
Aastane soojuse sääst	229	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid soojus säästust	14,1	kEUR/a
Aastane elektri sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid elektri säästust	0	kEUR/a
Aastane energiasääst	229	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	14,1	kEUR/a
Eluiga	15	a

6.8 Meede 8 – küttesüsteem – sagedusmuunduriga ringluspump

Antud meetme raames on ette nähtud paigaldada sagedusmuunduriga kütteevee ringluspump. Saavutatavast energiasäästust ja rahalisest kokkuvõidust annab ülevaate Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Sagedusmuunduriga ringluspump

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	2	kEUR
Aastane soojuse sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid soojus säästust	0	kEUR/a
Aastane elektri sääst	3	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid elektri säästust	0,3	kEUR/a
Aastane energiasääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	0,3	kEUR/a
Eluiga	7	a

7 Tegevuspakett lähtudes „Total Concept“ metoodikast

7.1 Tasuvusarvutuste lähteandmed

Tellijaga kokku lepitud majandusarvutuste lähteandmed on toodud Tabel 7.1-s.

Tabel 7.1 Tasuvusarvutuste lähteandmed

Näitaja	Väärtus	Ühik
Arvutustes kasutatav intressimäär	5,5	%
Energiahinna suhteline muut üle inflatsiooni	0	%
Soojuse hind	61,53	EUR/MWh
Elektri hind	81,12	EUR/MWh

Investeeringu eluea pikkus vastab iga meetme juures toodud konkreetse meetme elueale. Kaugkütte hinna korral on aluseks võetud praegune AS Tallinna Küte kaugkütte MWh maksumus. Elektri maksumus on leitud ostetava elektri maksumuse, võrgutasude ja võimsustasu põhjal, vastavalt tarbimisprofiilile.

7.2 Tulemused

Kõik vaadeldavad meetmed ei ole Total Concept metoodikast lähtuvalt majanduslikult tasuvad. Paketid on koostatud koostöös Tellijaga. Teatud tegevused on kavas ellu viia esimeses järjekorras, teiste meetmete üle otsustatakse tulevikus.

Sellest lähtuvalt on pakutud välja 3 paketti. Pakett I arvestab neid töid, mis viiakse ellu esmajärjekorras. Teine pakett vaatlleb kõiki töid, mis on soovitatav majanduslikult ellu viia. Kolmas pakett annab ülevaate, kui ellu viidaks kõik vaadeldud meetmed.

7.2.1 Pakett I

Käesolev pakett sisaldab järgmisi meetmeid (vt ka Lisa 3):

1. Akende vahetus, kolmekordse klaasiga klaaspaketiga aknad ($U=1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$).
2. Kirdeseina soojustamine, 150 mm ($U=0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$).

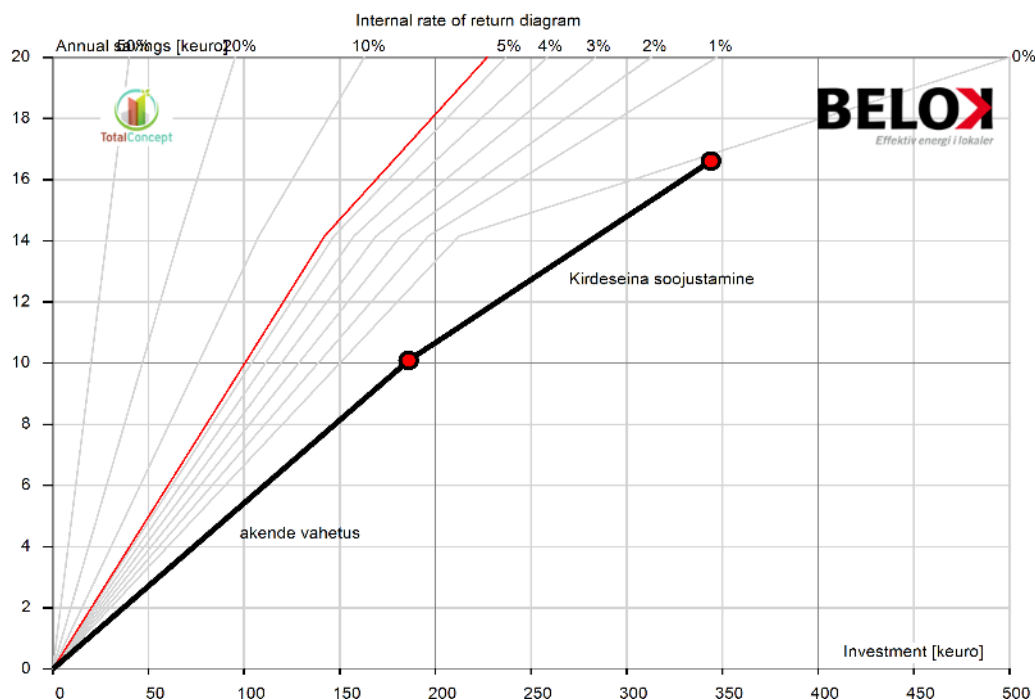
Paketi majanduslikud ja saavutatavad energiatõhususnäitajaid iseloomustab Tabel 7.2.

Tabel 7.2 Pakett I majanduslikud ja energiatõhususe näitajad

Näitaja	Väärtus	Ühik
Paketi maksumus	344	kEUR
Aastane rahaline sääst	16,6	kEUR/a
Paketi IRR	2,6	%

Näitaja	Väärtus	Ühik
Nõutav IRR	5,5	%
Kaugkütte sääst	270	MWh/a
Elektri sääst	0	MWh/a
Energia sääst	270	MWh/a

Paketi sisemine tulukus (IRR) on hinnanguliselt 2,57, mis on madalam nõutavast 5,5%-st, vt ka Joonis 7.1.



Joonis 7.1 Pakett I - IRR diagramm

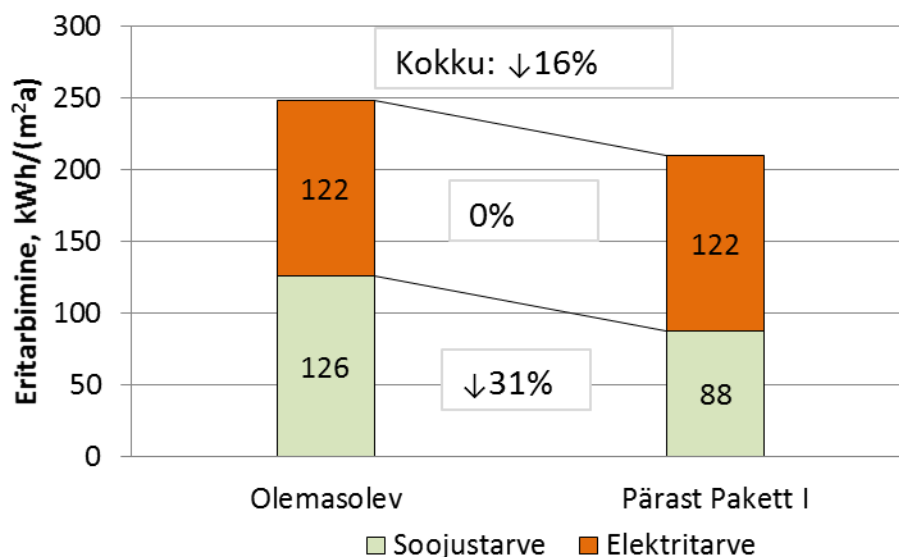
Paketi rakendamisest tulenev energiatarbe muutus on toodud Tabel 7.3-s.

Tabel 7.3 Pakett I energiatarbe ja -maksumuse muutus

	Olemasolev	Pärast Pakett I	Ühik
Absoluuttarbimine			
Soojustarve	881	611	MWh
Elektritarve	849	849	MWh
Energiatarve	1730	1460	MWh
Eritarbimine			
Soojustarve	126	88	kWh/(m ² a)
Elektritarve	122	122	kWh/(m ² a)
Energiatarve	248	209	kWh/(m ² a)
Maksumus			
Soojuse maksumus	54 208	37 595	EUR/a

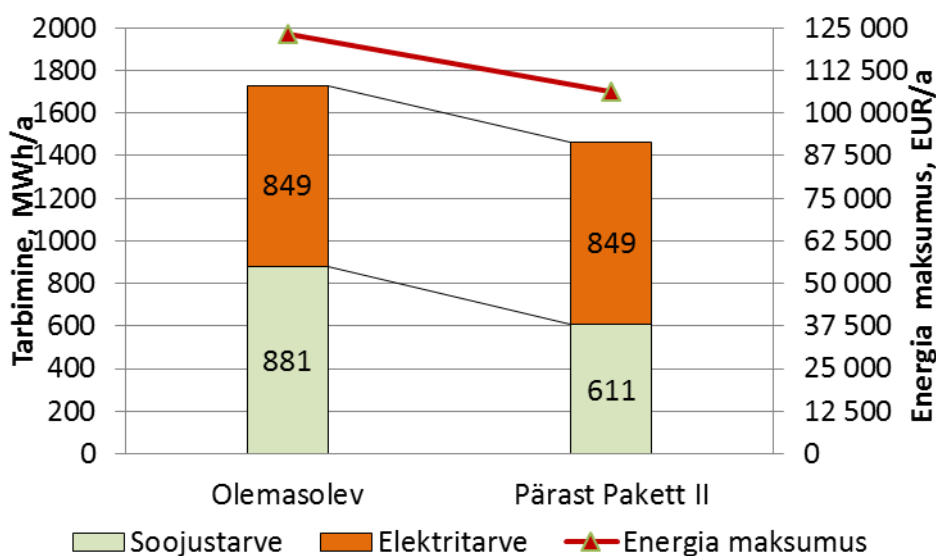
	Olemasolev	Pärast Pakett I	Ühik
Elektri maksumus	68 871	68 871	EUR/a
Energia maksumus	123 079	106 466	EUR/a

Paketi rakendamise tulemusena väheneb hoone soojuse tarbimine 31% võrreldes olemasoleva olukorraga. Elektri tarbimine ei muutu. Kokkuvõttes kogu energia tarbimine võrreldes olemasoleva olukorraga väheneb 16%, vt ka Joonis 7.2.



Joonis 7.2 Pakett I energia eritarbe võrdlus

Pakett I energia absoluuttarbimise ja aastaste energiakulutuste võrdlust olemasoleva olukorraga iseloomustab Joonis 7.3.



Joonis 7.3 Pakett I energiatarbe ja energiakulude võrdlus

7.2.2 Pakett II

Käesolev pakett sisaldab järgmisi meetmeid (vt ka Lisa 3):

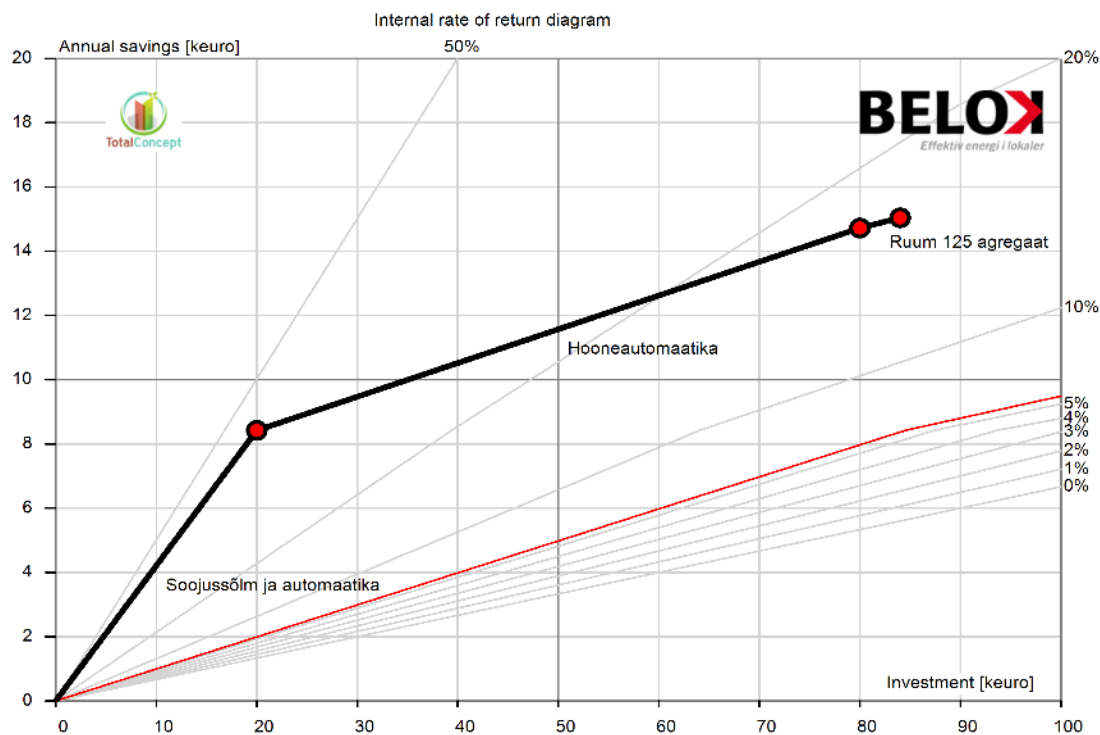
1. Soojussõlme uuendamine koos automaatikaga.
2. Hooneautomaatika
3. Ruumi 125 ventilatsiooniagregaadi modifitseerimine.

Paketi majanduslikud ja saavutatavad energiatõhususnäitajaid iseloomustab Tabel 7.4.

Tabel 7.4 Pakett II majanduslikud ja energiatõhususe näitajad

Näitaja	Väärtus	Ühik
Paketi maksumus	84	kEUR
Aastane rahaline sääst	15,1	kEUR/a
Paketi IRR	14,6	%
Nõutav IRR	5,5	%
Kaugkütte sääst	230	MWh/a
Elektri sääst	12	MWh/a
Energia sääst	242	MWh/a

Paketi sisemine tulukus (IRR) on 14,6%, mis on suurem nõutud 5,5%-st, vt ka Joonis 7.4.



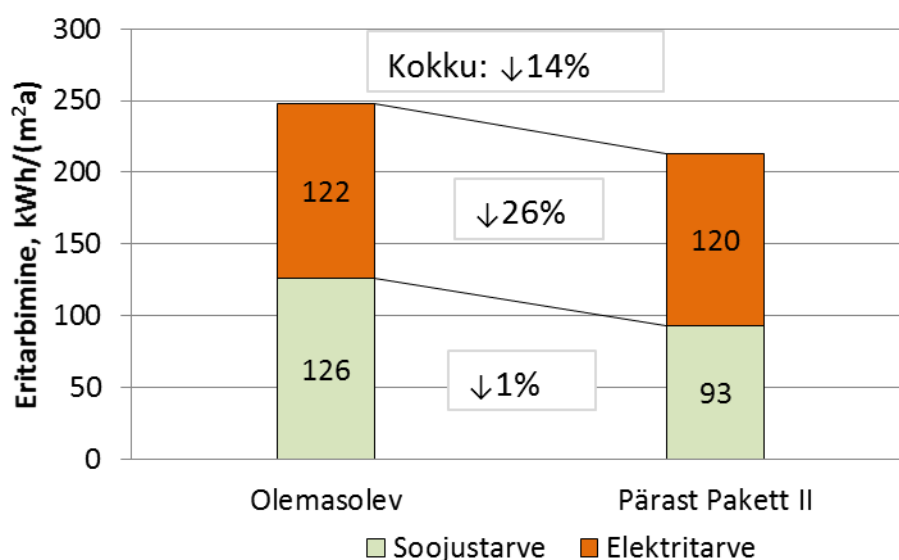
Joonis 7.4 Pakett II - IRR diagramm

Paketi rakendamise tulenev energiatarbe muutus on toodud Tabel 7.5-s.

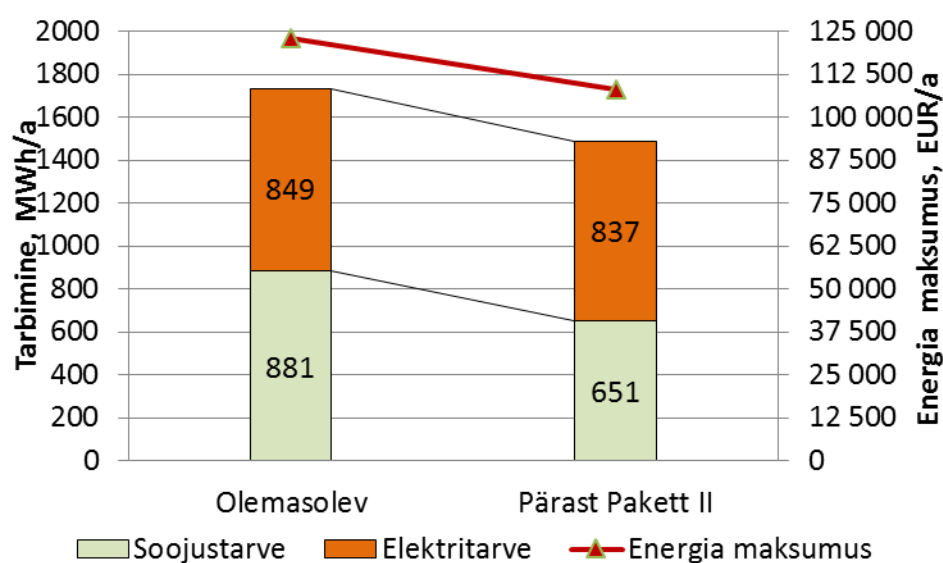
Tabel 7.5 Pakett II energiatarbe muutus

	Olemasolev	Pärast Pakett II	Ühik
Absoluuttarbimine			
Soojustarve	881	651	MWh
Elektritarve	849	837	MWh
Energiatarve	1730	1488	MWh
Eritarbimine			
Soojustarve	126	93	kWh/(m ² a)
Elektritarve	122	120	kWh/(m ² a)
Energiatarve	248	213	kWh/(m ² a)
Maksumus			
Soojuse maksumus	54 208	40 056	EUR/a
Elektri maksumus	68 871	67 897	EUR/a
Energia maksumus	123 079	107 953	EUR/a

Paketi rakendamise tulemusena väheneb hoone soojuse tarbimine 26% ja elektri tarbimine 1% võrreldes olemasoleva olukorraga. Kogu energiatarbimine langeb võrreldes olemasoleva olukorraga 14%, vt ka Joonis 7.5.


Joonis 7.5 Pakett II energia eritarbe võrdlus

Pakett II energia absoluuttarbimise ja aastaste energiakulutuste võrdlust olemasoleva olukorraga iseloomustab Joonis 7.6.



Joonis 7.6 Pakett II energiatarbe ja energiakulude võrdlus

7.2.3 Pakett III

Käesolev pakett sisaldab järgmisi meetmeid (vt ka Lisa 3):

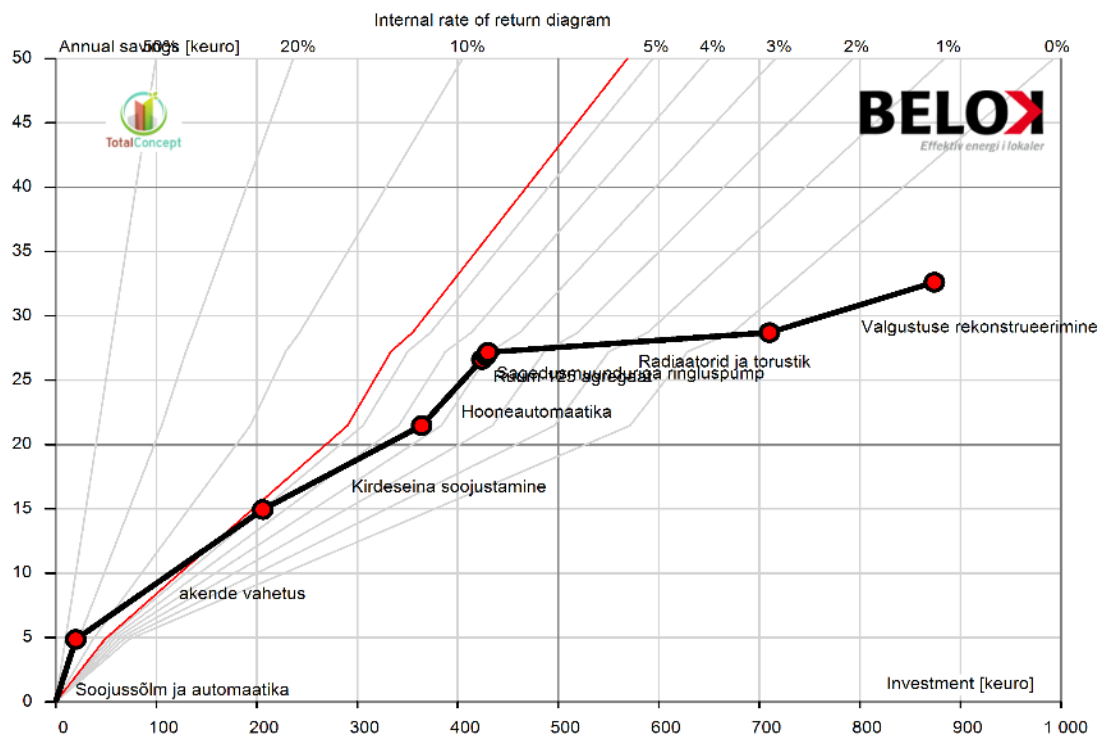
1. Akende vahetus, kolmekordse klaasiga klaaspaketiga aknad ($U=1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).
2. Kirdeseina soojustamine, 150 mm ($U=0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).
3. Soojussõlme uuendamine koos automaatikaga.
4. Valgustuse renoveerimine (T5 valgustid).
5. Hooneautomaatika.
6. Ruumi 125 ventilatsiooniagregaadi modifitseerimine.
7. Küttesüsteem – torustik ja radiaatorid.
8. Küttesüsteem – sagedusmuunduriga ringluspump.

Paketi majanduslikud ja saavutatavad energiatõhususnäitajaid iseloomustab Tabel 7.6.

Tabel 7.6 Pakett III majanduslikud ja energiatõhususe näitajad

Näitaja	Väärtus	Ühik
Paketi maksumus	874	kEUR
Aastane rahaline sääst	32,6	kEUR/a
Paketi IRR	-	%
Nõutav IRR	5,5	%
Kaugkütte sääst	392	MWh/a
Elektri sääst	105	MWh/a
Energia sääst	497	MWh/a

Paketi sisemine tulukus (IRR) puudub, vt ka Joonis 7.7.



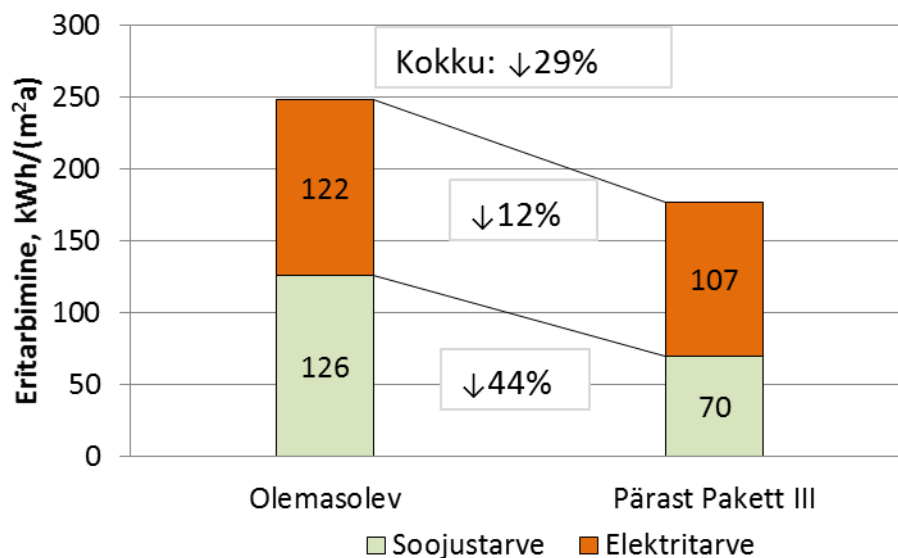
Joonis 7.7 Pakett III - IRR diagramm

Paketi rakendamise tulenev energiatarbe muutus on toodud Tabel 7.7-s.

Tabel 7.7 Pakett III energiatarbe muutus

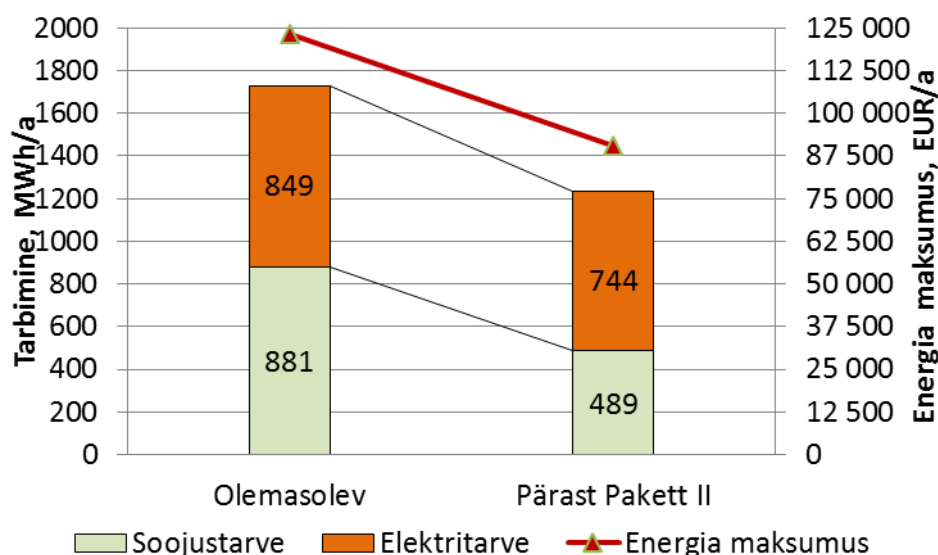
	Olemasolev	Pärast Pakett III	Ühik
Absoluuttarbimine			
Soojustarve	881	489	MWh
Elektritarve	849	744	MWh
Energiatarve	1730	1233	MWh
Eritarbimine			
Soojustarve	126	70	kWh/(m ² a)
Elektritarve	122	107	kWh/(m ² a)
Energiatarve	248	177	kWh/(m ² a)
Maksumus			
Soojuse maksumus	54 208	30 088	EUR/a
Elektri maksumus	68 871	60 353	EUR/a
Energia maksumus	123 079	90 441	EUR/a

Paketi rakendamise tulemusena väheneb hoone soojuse tarbimine 44%ja elektri tarbimine 12% võrreldes olemasoleva olukorraga. Kogu energiatarbimine langeb võrreldes olemasoleva olukorraga 29%, vt ka Joonis 7.8.



Joonis 7.8 Pakett III energia eritarbe võrdlus

Pakett III energia absoluuttarbimise ja aastaste energiakulutuste võrdlust olemasoleva olukorraga iseloomustab Joonis 7.9.



Joonis 7.9 Pakett III energiatarbe ja energiakulude võrdlus

7.2.4 Pakett IV

Käesolev pakett sisaldab järgmisi meetmeid (vt ka Lisa 3):

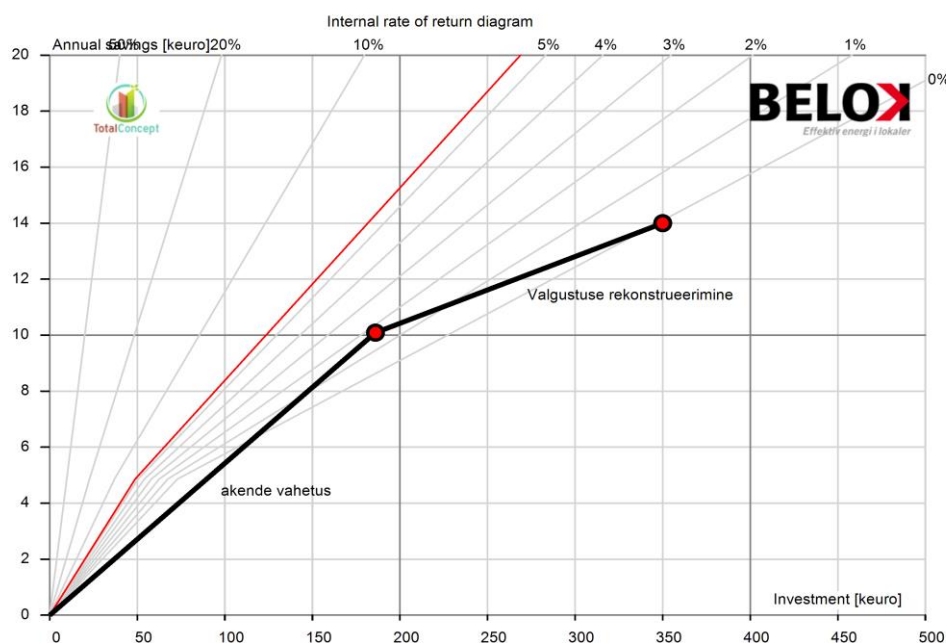
1. Akende vahetus, kolmekordse klaasiga klaaspaketiga aknad ($U=1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$).
2. Valgustuse renoveerimine (T5 valgustid).

Paketi majanduslikud ja saavutatavad energiatõhususnäitajaid iseloomustab Tabel 7.8.

Tabel 7.8 Pakett IV majanduslikud ja energiatõhususe näitajad

Näitaja	Väärtus	Ühik
Paketi maksumus	350	kEUR
Aastane rahaline sääst	14,0	kEUR/a
Paketi IRR	0,2	%
Nõutav IRR	5,5	%
Kaugkütte sääst	109	MWh/a
Elektri sääst	90	MWh/a
Energia sääst	199	MWh/a

Paketi sisemine tulukus (IRR) on hinnanguliselt 0,2, mis on madalam nõutavast 5,5%-st, vt ka Joonis 7.10.



Joonis 7.10 Pakett IV - IRR diagramm

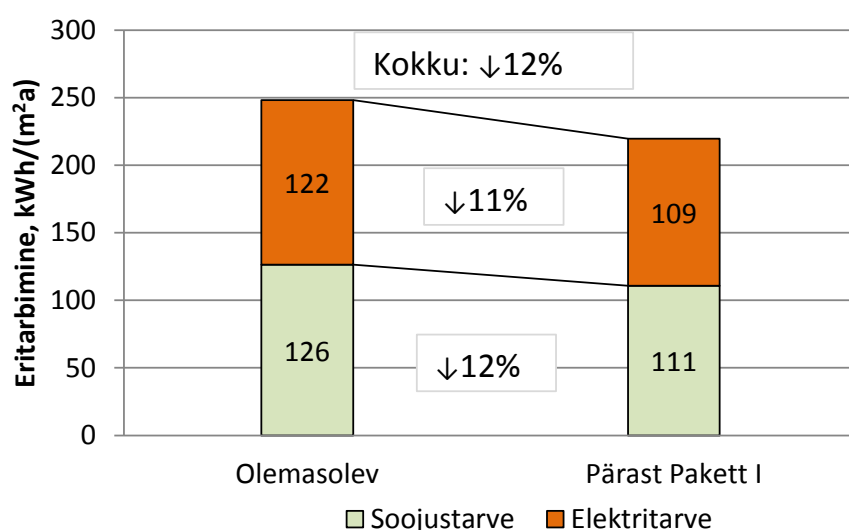
Paketi rakendamise tulenev energiatarbe muutus on toodud Tabel 7.9-s.

Tabel 7.9 Pakett IV energiatarbe ja -maksumuse muutus

	Olemaolev	Pärast Pakett IV	Ühik
Absoluuttarbimine			
Soojustarve	881	772	MWh
Elektritarve	849	759	MWh
Energia tarve	1730	1531	MWh
Eritarbimine			
Soojustarve	126	111	kWh/(m ² a)

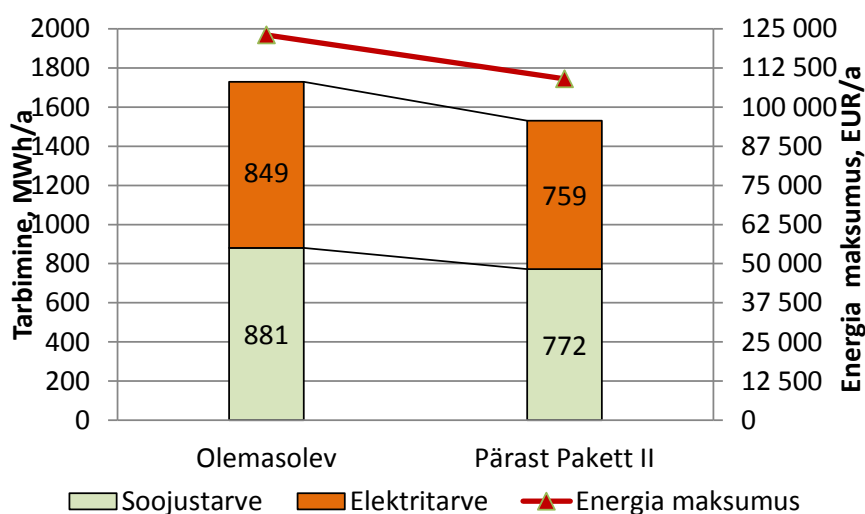
	Olemasolev	Pärast Pakett IV	Ühik
Elektritarve	122	109	kWh/(m ² a)
Energiatarve	248	220	kWh/(m ² a)
Maksumus			
Soojuse maksumus	54 208	47 501	EUR/a
Elektri maksumus	68 871	61 570	EUR/a
Energia maksumus	123 079	109 071	EUR/a

Paketi rakendamise tulemusena väheneb hoone soojuse tarbimine 12% ja elektri tarbimine 11% võrreldes olemasoleva olukorraga. Kokkuvõttes kogu energia tarbimine võrreldes olemasoleva olukorraga väheneb 12%, vt ka Joonis 7.11.



Joonis 7.11 Pakett IV energia eritarbe võrdlus

Pakett IV energia absoluuttarbimise ja aastaste energiakulutuste võrdlust olemasoleva olukorraga iseloomustab Joonis 7.12.



Joonis 7.12 Pakett IV energiatarbe ja energiakulude võrdlus

8 Monitoring

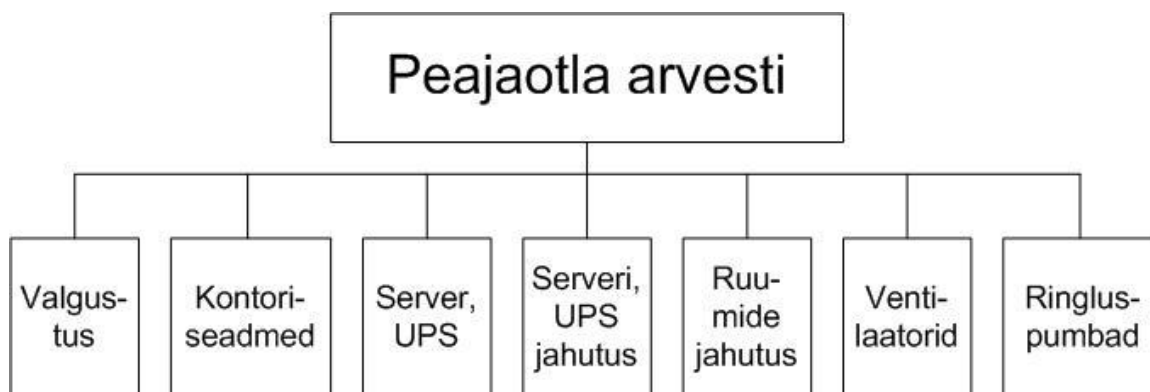
Selleks, et paremini hinnata sisekliima ja energiasäästu meetmete mõju hoone energiakasutusele, on soovitatav erinevaid energiavooge mõõta ja monitoorida. Selliselt on võimalik saada täpsem ülevaade konkreetse tehnosüsteemi tarbimisest. Andmed on soovitatav salvestada minimaalselt iga 1h järel ja salvestada vähemalt viimase 3 a andmed.

Üks võimalik soojuse tarbimise mõõtepunktide skeem on kujutatud Joonis 8.1-l.



Joonis 8.1 Soojuse monitooringu põhimõtteskeem

Üks võimalik elektri tarbimise mõõtepunktide skeem on kujutatud Joonis 8.2-l.



Joonis 8.2 Elektri monitooringu põhimõtteskeem

Lisaks soojusele ja elektrile on soovitatav mõõta ka eraldi sooja tarbevee tarbimist.

Võimalikele allrentnikele on soovitatav ette näha eraldi arvestid soojuse, elektri ja vee tarbimise mõõtmiseks.

9 LISA 1. Tellija esitatud algandmed

9.1 Kaugkütte tarbimisandmed

2011	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Küte	MWh	142,4	174,5	121,1	58,6	24,5	0,0	0,0	0,0	0,0	44,9	85,7	106,5	758,3
Soe vesi	MWh	3,6	3,5	3,9	2,4	2,5	4,0	4,0	5,0	3,0	2,1	2,3	3,5	39,8
Kokku	MWh	146,0	178,0	125,0	61,0	27,0	4,0	4,0	5,0	3,0	47,0	88,0	110,0	798,0
Soojuse tariif	EUR/MWh	52,69	52,07	52,15	52,16	53,55	55,40	56,32	56,72	58,20	57,51	57,50	58,95	54,2
Kütte maksumus	EUR	7 503	9 085	6 318	3 056	1 311	0	0	0	0	2 583	4 930	6 280	41 066
Sooja vee soojendamine	EUR	190	183	201	125	135	222	228	284	175	120	130	205	2 197
Kokku	EUR	7 693	9 268	6 519	3 182	1 446	222	228	284	175	2 703	5 060	6 485	43 263

2012	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Küte	MWh	155,0	177,5	117,4	88,0	37,0	19,7	0,0	0,0	14,1	65,6	99,9	162,7	936,9
Soe vesi	MWh	4,0	3,5	3,6	3,0	3,0	2,3	5,0	7,0	3,9	2,4	3,3	3,3	44,3
Kokku	MWh	159,0	181,0	121,0	91,0	40,0	22,0	5,0	7,0	18,0	68,0	103,1	166,0	981,1
Soojuse tariif	EUR/MWh	61,94	61,94	61,94	61,94	63,82	63,82	64,99	65,83	66,66	68,82	65,20	63,37	63,2
Kütte maksumus	EUR	9 603	10 995	7 270	5 452	2 360	1 257	0	0	938	4 513	6 512	10 312	59 211
Sooja vee soojendamine	EUR	246	216	225	185	193	147	325	461	262	167	213	207	2 846
Kokku	EUR	9 848	11 211	7 495	5 637	2 553	1 404	325	461	1 200	4 680	6 725	10 519	62 057

2013	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Küte	MWh	163,4	128,5	129,5	90,0	15,6	0,0	0,0	0,0	10,2	65,1	78,4	110,5	791,1
Soe vesi	MWh	3,6	3,5	3,5	4,0	3,8	2,6	3,0	4,0	3,8	3,9	3,6	3,5	42,9
Kokku	MWh	167,0	132,0	133,0	94,0	19,4	2,6	3,0	4,0	14,0	69,0	82,0	114,0	834,0
Soojuse tariif	EUR/MWh	62,50	64,60	64,50	63,50	63,20	62,50	61,30	64,60	64,10	63,30	61,00	61,00	63
Kütte maksumus	EUR	10 212	8 300	8 351	5 713	984	0	0	0	653	4 120	4 782	6 742	49 856
Sooja vee soojendamine	EUR	225	228	227	256	243	163	184	258	244	248	220	212	2 708
Kokku	EUR	10 438	8 527	8 579	5 969	1 226	163	184	258	897	4 368	5 002	6 954	52 564

9.2 Elektri tarbimisandmed

2011	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Päev	MWh	58,98	52,95	55,76	42,50	39,64	38,99	37,49	40,87	42,91	42,72	47,91	46,98	547,7
Öö	MWh	34,21	30,71	32,34	30,20	23,77	22,13	24,29	22,19	22,42	25,73	24,06	25,61	317,7
Kokku	MWh	93,2	83,7	88,1	72,7	63,4	61,1	61,8	63,1	65,3	68,5	72,0	72,6	865,4

2012	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Päev	MWh	60,54	55,61	50,81	40,08	39,67	35,44	37,20	38,46	37,09	47,69	55,68	52,29	550,5
Öö	MWh	35,80	33,94	35,01	26,93	22,03	22,12	21,14	20,45	22,44	23,97	32,20	36,25	332,3
Kokku	MWh	96,3	89,5	85,8	67,0	61,7	57,6	58,3	58,9	59,5	71,7	87,9	88,5	882,8

2013	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Päev	MWh	61,07	50,40	48,90	47,08	44,15	39,72	43,64	42,97	44,58	52,06	50,97	46,13	571,7
Öö	MWh	32,92	30,37	34,97	30,03	28,85	30,54	28,61	29,34	29,60	29,57	29,94	26,67	361,4
Kokku	MWh	94,0	80,8	83,9	77,1	73,0	70,3	72,2	72,3	74,2	81,6	80,9	72,8	933,1

9.2.1 Toitlustusasutus

2011	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Kokku	MWh	4,0	4,0	4,5	4,0	4,3	4,3	3,9	4,2	4,4	4,3	3,8	3,8	49,4

2012	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Kokku	MWh	3,8	3,1	3,2	2,8	3,3	3,1	3,0	2,8	3,8	3,6	4,8	1,2	38,4

2013	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Kokku	MWh	3,4	3,3	2,8	3,2	3,2	2,8	2,2	2,2	2,9	3,4	3,0	2,7	34,9

9.3 Vee tarbimisandmed

2011	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Büroo, külm vesi	m ³	130	121	154	13	24	37	36	9	-1	-18	-2	116	618
Büroo, soe vesi	m ³	23	21	27	2	4	6	6	2	0	-3	0	21	109
Köök, külm vesi	m ³	18	17	21	19	20	21	14	22	23	21	11	7	214
Köök, soe vesi	m ³	21	21	24	18	20	16	12	17	18	19	15	12	213
Büroo kokku	m³	153	142	181	15	28	43	42	10	-1	-21	-2	137	727
Köök kokku	m³	39	38	45	37	40	37	26	39	41	40	26	19	427
Kokku	m³	192	180	226	52	68	80	68	49	40	19	24	156	1 154
Vee tariif	EUR/m ³	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	-
Vee maksumus	EUR	331	311	390	90	117	138	119	86	70	33	42	273	2 000

2012	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Büroo, külm vesi	m ³	165	118	132	69	73	3	0	-9	162	14	96	97	919
Büroo, soe vesi	m ³	29	21	23	12	13	0	0	-2	29	3	17	17	162
Köök, külm vesi	m ³	8	9	10	8	10	8	6	8	16	8	8	7	106
Köök, soe vesi	m ³	13	13	15	13	14	13	10	10	14	15	14	9	153
Büroo kokku	m³	194	139	155	81	86	3	0	-11	190	17	113	114	1 081
Köök kokku	m³	21	22	25	21	24	21	16	18	30	23	22	16	259
Kokku	m³	215	161	180	102	110	24	16	7	220	40	135	130	1 340
Vee tariif	EUR/m ³	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	-
Vee maksumus	EUR	372	279	311	176	190	42	28	12	381	69	234	225	2 318

2013	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Büroo, külm vesi	m ³	129	122	122	172	152	103	100	67	150	160	130	117	1 523
Büroo, soe vesi	m ³	23	21	21	30	27	18	18	12	26	28	23	21	269
Köök, külm vesi	m ³	7	8	7	8	9	5	5	7	9	12	9	5	91
Köök, soe vesi	m ³	12	12	12	13	15	7	6	7	11	15	14	12	136
Büroo kokku	m ³	152	143	143	202	179	121	118	79	176	188	153	138	1 792
Köök kokku	m ³	19	20	19	21	24	12	11	14	20	27	23	17	227
Kokku	m ³	171	163	162	223	203	133	129	93	196	215	176	155	2 019
Vee tariif	EUR/m ³	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	-
Vee maksumus	EUR	296	282	280	386	351	230	223	161	339	372	304	268	3 493

10 LISA 2. Energiaarvutuse simulatsiooni lähteandmed

Hoone energiaarvutuste simulatsioon viidi läbi programmiga IDA-ICE.

Energiaarvutuste simulatsiooni lähteandmetest annab ülevaate Tabel 10.1.

Tabel 10.1 Energiaarvutuse simulatsiooni lähteandmed

Näitaja	Väärtus	Märkused
Külmasillad	1,0 W/m	Välisseina välisnurk
	0,8 W/m	Välissein vahelagi
	0,4 W/m	Välissein katus
	0,4 W/m	Välissein põrandpinna
	0,9 W/m	Välisseinsisesein
	0,5 W/m	Akna liitumine välisseinaga
Välispiirded	$U=0.63 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Välissein
	$U=0.12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Katus
	$U=2.672 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) + 1\text{m pinnast } 7^\circ\text{C}$	Põrand pinnasel
	$U=1.7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}); g=0.7$	Aken
Õhulekkearv	$6 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	ET ³⁷ määruse järgi
Ventilatsioon	$1,3 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$	
Valgustus	$20,6 \text{ W}/\text{m}^2$	
Seadmed	$6,1 \text{ W}/\text{m}^2$	
Inimeste arv	$0,1 \text{ inim}/\text{m}^2$	

³⁷ Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrusest nr 63 „Hoonete energiatõhususe arvutamise metoodika“, vastu võetud 08.10.2012

11 Lisa 3. Paketid

Tabel 11.1 Pakett I meetmete koondtabel

Meetme nr	Meetme kirjeldus	Soojuse sääst		Elektri sääst		Kogu sääst		Inves-teering	Investeeringu eluiga
		MWh/a	kEUR/a	MWh/a	kEUR/a	MWh/a	kEUR/a	kEUR	a
1	Akende vahetamine (akna U=1.0)	164	10,1	0	0	164	10,1	186	30
2	Kirdeseina soojustamine (U=0.20)	106	6,5	0	0	106	6,5	158	30
Kokku		270	17	0	0,0	270	17	344	-

Tabel 11.2 Pakett II meetmete koondtabel

Meetme nr	Meetme kirjeldus	Soojuse sääst		Elektri sääst		Kogu sääst		Inves-teering	Investeeringu eluiga
		MWh/a	kEUR/a	MWh/a	kEUR/a	MWh/a	kEUR/a	kEUR	a
1	Küttesüsteem soojussõlm ja automaatika, temperatuuri alandamine töövälisel ajal	138	8	0	0	138	8,5	20	15
2	Hooneautomaatika	92	6	8	1	100	6,3	60	10
3	Ruum 125 vent. agregaadile klappide ja juhtimise paigaldamine, tööaja vähendamine	0	0	4	0	4	0	4	10
Kokku		230	14	12	1	242	15	84	-

Tabel 11.3 Pakett III meetmete koondtabel

Meetme nr	Meetme kirjeldus	Soojuse sääst		Elektri sääst		Kogu sääst		Inves-teering	Investeeringu eluiga
		MWh/a	kEUR/a	MWh/a	kEUR/a	MWh/a	kEUR/a	kEUR	a
1	Akende vahetamine (akna U=1.0)	164	10,1	0	0	164	10,1	186	30
2	Kirdeseina soojustamine (U=0.2033)	106	6,5	0	0	106	6,5	158	30
3	Küttesüsteem soojussõlm ja automaatika, temperatuuri alandamine töövälisel ajal	79	4,9	0	0	79	4,9	20	15
4	Valgustuse renoveerimine	-55	-3,4	90	7	35	3,9	164	15
5	Hooneautomaatika	73	4,5	8	1	81	5,1	60	10
6	Ruum 125 vent. agregaadile klappide ja juhtimise paigaldamine, tööaja vähendamine	0	0,0	4	0	4	0,3	4	10
7	Küttesüsteem	25	1,5	0	0	25	1,5	280	30
8	Sagedusmuunduriga pump	0	0,0	3	0	3	0,2	2	7
Kokku		392	24	105	8,5	497	33	874	-

Tabel 11.4 Pakett IV meetmete koondtabel

Meetme nr	Meetme kirjeldus	Soojuse sääst		Elektri sääst		Kogu sääst		Inves-teering	Investeeringu eluiga
		MWh/a	kEUR/a	MWh/a	kEUR/a	MWh/a	kEUR/a	kEUR	a
1	Akende vahetamine (akna U=1.0)	164	10,1	0	0	164	10,1	186	30
2	Valgustuse renoveerimine	-55	-3,4	90	7	35	3,9	164	15
Kokku		109	7	90	7	199	14	350	-