



Kiriku 2

Kiriku 4

**Energiatõhususe parendamine
lähtudes „Total Concept“ meetodist**



Tellija:

Projekti „Total Concept“ raames Riigi Kinnisvara AS

Koostaja:

Projekti „Total Concept“ raames 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



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 EESSÕNA	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	10
4.3 SISEKLIIMA	10
4.4 HOONE PIIRDED	12
4.4.1 Vundament ja välisseinad	12
4.4.2 Katus ja pööning.....	13
4.4.3 Aknad.....	13
4.4.4 Uksed.....	14
4.4.5 Põrandad	14
4.5 TEHNOSÜSTEEMID	15
4.5.1 Ventilatsioon.....	15
4.5.2 Küttesüsteem	15
4.5.3 Jahutussüsteem	17
4.5.4 Valgustus	17
4.5.5 Veevarustus ja soe tarbevesi.....	18
4.5.6 Elektriseadmed	18
4.5.7 Hoone automaatika.....	18
5 ENERGIA- JA RESSURSIKASUTUS	19
5.1 SOOJUSE TARBIMINE	19
5.2 ELEKTRI TARBIMINE	20
5.3 ENERGIATARBE VÕRDLUS	21
5.4 VEE TARBIMINE	23
5.5 OLEMASOLEVA OLUKORRA ENERGIABILANSS.....	24
5.6 BAASTASE ENNE ENERGIATÕHUSUSE MEETMEID	25
6 ENERGIAÄÄSTU- JA SISEKLIIMA PARENDAMISE MEETMED.....	30
6.1 MEEDE 1 – KÜTTEGRAAFIKU SEADISTAMINE	30
6.2 MEEDE 2 – SAGEDUSMUUNDURIGA KÜTTESÜSTEEMI RINGLUSPUMP.....	30
6.3 MEEDE 3 – PÖÖNINGU SOOJUSTAMINE	31
6.4 MEEDE 4 – SOOJUSTAGASTUSEGA VENTILATSIOON	31
6.5 MEEDE 5 - VALGUSTUSE RENOVEERIMINE	32
6.6 MEEDE 6 – AKENDE VAHETUS.....	33
6.7 MEEDE 7 – PÕRANDA SOOJUSTAMINE	33
7 TEGEVUSPAKETT LÄHTUDES „TOTAL CONCEPT“ METOODIKAST	35
7.1 TASUVUSARVUTUSTE LÄHTEANDMED	35
7.2 TULEMUSED.....	35
7.2.1 Pakett I.....	35
7.2.2 Pakett II	38
8 MONITOORING	41
9 LISA 1. TELLIJAS ESITATUD ALGANDMED.....	42
9.1 KAUGKÜTTE TARBIMISANDMED	42

9.2	ELEKTRI TARBIMISANDMED	43
9.3	VEE TARBIMISANDMED	43
10	LISA 2. ENERGIAARVUTUSE SIMULATSIOONI LÄHTEANDMED	44
11	LISA 3. PAKETID	45
11.1	PAKETT I	45
11.2	PAKETT II	46

1 Eessõna

Kiriku 2 ja Kiriku 4 energiaaudit on koostatud Euroopa Liidu projekti „The Total Concept method for major reduction of energy use in non-residential buildings“ raames.¹ ja energiaauditi läbiviijaks on Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühendus (EKVÜ). Kuigi tegemist on ehtisregistris kahe eraldi hoonega, on käesolevas energiaauditis käsitletud neid kui ühte hoonet.

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).

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

2 Kokkuvõte

- Projekti eesmärgiks oli Kiriku 2/Kiriku 4 kontorihoone kohta läbi viia Total Concept meetodi I etapp, mille tulemuseks on käesolev aruanne.
- Kiriku 2/Kiriku 4 praegust energiatarbimist iseloomustab suhteliselt kõrge soojuse tarbimine ja suhteliselt madal elektri tarbimine köetava pinna kohta. Kuna hoone on muinsuskaitse all, siis ei ole võimalik välisseinasid väljast poolt täiendava soojusisolatsioonikihiga katta, hoones puudub soojustagastusega mehaaniline ventilatsioon ja jahutussüsteem.
- Energiatõhususe meetmete baasvariandiks valiti olukord, kus on tagatud hoone soovituslik sisekliima.
- Hinnanguline energiatarbimise kasv on 33%, et tagada hoones soovituslik sisekliima, mis näitab et seni ajani on energiat säästetud sisekliima arvelt.
- Kuna tänu hoone arhitektuursele omapärale (hoone on muinsuskaitse all) on välispiiretega seonduvad energiatõhususe meetmed piiratud, siis tuleb erilist rõhku panna erinevate tehnosüsteemide energiasäästlikkusele juba nende soetamise faasis ja nende talitluse optimeerimisele.
- Energiatõhususe meetmetest on majanduslikult tasuvad küttegaafiku reguleerimine, pööningu põrandate soojustamine, küttesüsteemi ringluspumba vahetamine sagedusmuunduriga pumba vastu ja soojustagastusega ventilatsioonisüsteemi väljaehitamine.
- Akende vahetus, põrandate soojustamine ja uue T5 valgustite paigaldamine ei ole majanduslikult tasuvad. Samas on aknad on kohati amortiseerunud ja ühise välisilme tagamiseks ning rakendatav tervikrekonstrueerimise põhimõttest lähtudes vahetatakse kõik olemasolevad aknad uute vastu. Valgustus vajab rekonstrueerimist, kuna paljud valgustid on amortiseerunud.

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 Kiriku2/kiriku4 kontorihoone energiatõhususe parendamiseks. Kiriku2/Kiriku4 peamine rekonstrueerimise eesmärk on ehitada välja kaasaegsed sisekliima tagamise süsteemid koos hoone piirete ja tehnosüsteemide uuendamisega.

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:

- Hoone projektdokumentatsioon.
- Kuupõhised tarbimisandmed kaugkütte kohta, 2009-2010.
- Kuupõhised tarbimisandmed elektri kohta, 2010.
- Kuupõhised tarbimisandmed tarbevee kohta, 2009-2010.

Täiendavalt kasutati töö teostamiseks ehtisregistri andmeid. Kaugkütteettevõtte poolt edastati soojuspunkti pass. Hoone energia ja vee tarbimisandmed on toodud Lisa 1-s.

Käesolevas töös on kõik hinnad ja maksumused arvestatud käibemaksuta.

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.

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

- 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

Vaadeldav hoone koosneb ehitisregistri põhjal juriidiliselt kahest eraldi hoonest, mis on omavahel füüsiliselt koos. Hooned paiknevad Toompeal, vanalinnas ja kuuluvad muinsuskaitse alla. Hoone asukohta iseloomustab Joonis 4.1.



Joonis 4.1 Hoone asukoht

Hoonet on viimaste aastakümnete jooksul osaliselt rekonstrueeritud.

Hoonete üldandmetest ehitisregistri järgi annab ülevaate Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hoonete üldandmed

	Kiriku 2	Kiriku 4	Kokku
Linn	Tallinn	Tallinn	-
Ehitisregistri nr:	101039109	120692168	-
Kultuurimälestiste registri nr:	2998	-	-
Esmase kasutuselevõtu aasta:	18-19. saj. (Kultuurimälestiste riiklik register)	-	-
Hoone kasutamise otstarve:	12201 Büroohoone		-

	Kiriku 2	Kiriku 4	Kokku
Korruste arv:	2	3	-
Suletud netopind:	1 149,5 m ² (EHR)	1 216 m ² (EHR)	2 365 m ²
Kasulik pind:	867,4 m ² (EHR)	664 m ² (EHR)	1 531,4 m ²
Kõetav pind:	912,2 m ² (arvutuslik)	965 m ² (EHR)	1 877,2 m ²
Hoone maht:	6 498 m ³ (EHR)	5 868 m ³ (EHR)	12 366 m ³
Katastri nr	78401:101:0850	78401:101:0830	-

Hoone (Kiriku 2 ja Kiriku 4) esimese korruse plaani illustreerib Joonis 4.2. Hoone pinnad ja mahud ei arvesta kontoriruumideks väljaehitatavat põõningukorrust.

4.2 Hoone kasutus

Hoone oli viimati kasutuses 2010 a teises pooles. Hoonet kasutati büroohoonena, va keldrikorru. Hoonet on kavas rekonstrueerida. Auditeerimise ajal ei olnud hoone kasutuses.

Hoonet on senini kasutanud büroona erinevad riigiasutused. Hoone kasutus langeb tööpäevadele esmaspäevast reedeni päevasele ajavahemikule 8:00-18:00.

4.3 Sisekliima

Hoone sisekliimat ei olnud võimalik monitoorida, kuna hoone ei olnud kasutuses. Varasemalt ei ole sisekliima mõõtmisi töö teostajatele teada olevalt antud hoone tööruumides läbi viidud.



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, kuid esineb ka tellistest laotud kohti. Seinte korral on läbi aegade kasutatud erinevaid materjale nagu tellis, paekivi. Kohati on välisseinad kaetud seest poolt pilliroomattidega, vt ka Joonis 4.3.



Joonis 4.3 Vundament ja välisseinad

Seinad on kaetud lubimördiga. Viimane fassaadide krohviparandused ja värvimine teostati 1996. aastal. Kõikide hoonete seintel on vundamentide ebaühtlasest vajumisest tingitud praod. Praod on nii välis- kui ka sisekandeseintes,⁴ vt Joonis 4.4.

⁴ Kiriku 2/4 hoone restaureerimine. Eelprojekt. Amhold AS, 2014.



Joonis 4.4 Praod seintes

Ümber hoonete puudub maapinnal sillutisriba. Hoonete kompleksil tervikuna puudub korralik sadevete äravoolusüsteem. Vundamentidel puudub väline hüdroisolatsioon. Sellest tingituna on keldriseintel niiskuskahjustused.⁵

Välisseinte hinnanguline $U=1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

4.4.2 Katus ja pööning

Katuse kandekonstruktsioon on puidust, kammitstaladega, eraldatud pööningutalastikust toetudes otse kandeseintele. Katusekatteks on kivi. Pööningu põrand on kaetud tselluvillaga, mille kihipakus varieerub, kuid hinnanguliselt on kihipaksus 200 mm, vt ka Joonis 4.5. Kohati esineb tallatud või kahjustatud piirkondi.



Joonis 4.5 Pööningu põrand

Hinnanguline pööningu põranda $U=0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

4.4.3 Aknad

Aknad on puitraamidega ja neid on regulaarselt hooldatud ja uuendatud. Esineb nii vanasid kahekordse klaasiga aknaid kui ka kolmekordse klaasiga aknaid, kus sisemine klaas on kahekordne klaaspakett, vt ka Joonis 4.6.

⁵ Kiriku 2/4 hoone restaureerimine. Eelprojekt. Amhold AS, 2014.



Joonis 4.6 Aknad

Olemasolevate vahetatud akende hinnanguline soojuslähikandegur $U=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ja päikesefaktor $g=0,7$. Vahetamata akende hinnanguline $U=3,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ja $g=0,7$.

4.4.4 Uksed

Hoonel on puituksed. Sissekäikude uksed on hooldatud. Tehniliste ruumide ja garaažide uksed on amortiseerunud, vt ka Joonis 4.7.



Joonis 4.7 Uksed

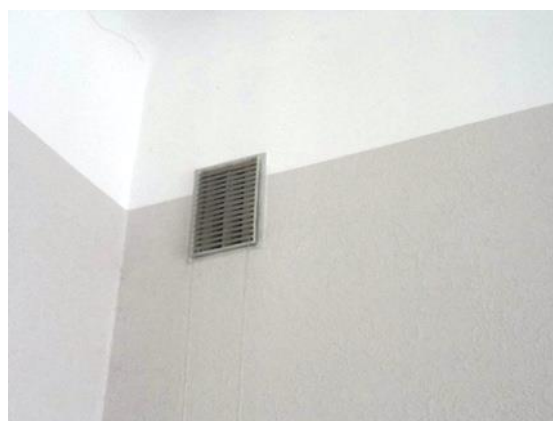
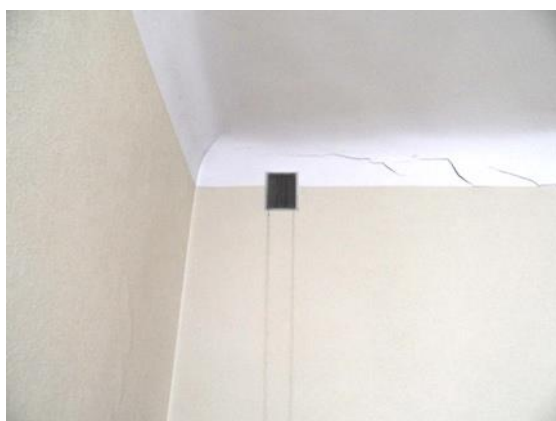
4.4.5 Põrandad

Keldripõrandad on enamasti valatud betoonist. Hooned on ehitatud eri aegadel, seetõttu on põrandate kõrgused Kiriku 2 ja Kiriku 4 keldritel erinevad – kuni 1,8 m. Keldri põrandate all ei ole ei hüdroisolatsiooni ega soojusisolatsiooni. Osaliselt on põrandad kaetud, kas keraamiliste- või betoonplaatidega. Põhiliselt on põrand valatud liivakihile. Kiriku tn 4 mõlema tiibhoone all ei ole keldrit, vaid on pinnasel põrandad. Hinnanguline põrand $U=2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

4.5 Tehnosüsteemid

4.5.1 Ventilatsioon

Hoones toimib nn loomulik ventilatsioon. Värske õhu juurdevool hoonesse toimub läbi ebatiheduste või akende avamisega. Õhu väljavool on ette nähtud läbi ventilatsioonilõõride katusele, vt ka Joonis 4.8.



Joonis 4.8 Ventilatsioonilõõride restid

Aastakeskmise õhuvooluhulk on hinnanguliselt $0,3 \text{ l/(s m}^2\text{)}$.

Hoones on soovitatav välja ehitada soojustagastusega mehaaniline ventilatsioonisüsteem ja tagada inimestele soovituslik sisekliima.

4.5.2 Küttesüsteem

Olemasolev hoone küttesüsteem on ülemise jaotusega kahetorusüsteem, vt ka Joonis 4.9. Radiaatorid (valdavalt malmribiradiaatorid) on osaliselt varustatud termostaatventiilidega, vt ka Joonis 4.10.





Joonis 4.9 Küttetorustik pööningul



Joonis 4.10 Olemasolev küttesüsteem

Hoone küttesüsteem on ühendatud linna kaugküttevõrguga plaatsoojusvahetiga soojussõlme kaudu, vt Joonis 4.11.



Joonis 4.11 Soojussõlm

Soojussõlmes on kaks soojusvahetit:

- Ruumide küttesüsteemi jaoks (arvestuslik soojuskoormus 230 kW)
- Tarbevee soojendamiseks (arvestuslik soojuskoormus 62 kW)

Küttesüsteem ei ole hüdrauliliselt tasakaalus.

4.5.3 Jahutussüsteem

Jahutussüsteem ei ole hoones välja ehitatud.

4.5.4 Valgustus

Bürooruumides on valdavalt kasutatud induktiivdrosseliga T8 tüüpi luminofoorvalgusteid, vt ka Joonis 4.12. Üldaladel on kasutatud ka disainvalgusteid. Valgustite lülitamine toimub käsitsi. Valgustuspaigaldis on tehniliselt amortiseerunud, osa valguspaigaldisest on demonteeritud.



Joonis 4.12 Kontoriruumide valgustid

4.5.5 Veevarustus ja soe tarbevesi

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

4.5.6 Elektriseadmed

Kontorihoonele omaselt leiavad elektriseadmetena kasutust arvutid, printerid, koopiamasina, serverid, kohvimasinad, veekeetjad, külmikud, mikrolaineahjud, nõudepesumasinad jne.

4.5.7 Hoone automaatika

Soojussõlm on varustatud lokaalse automaatika kontrolleriaga. Reguleeritakse küttesüsteemi pealevoolutemperatuuri vastavalt välisõhutemperatuurile. Sooja tarbevee temperatuuri hoitakse konstantsena. Hooneautomaatika süsteem hoones puudub.

5 Energia- ja ressursikasutus

5.1 Soojuse tarbimine

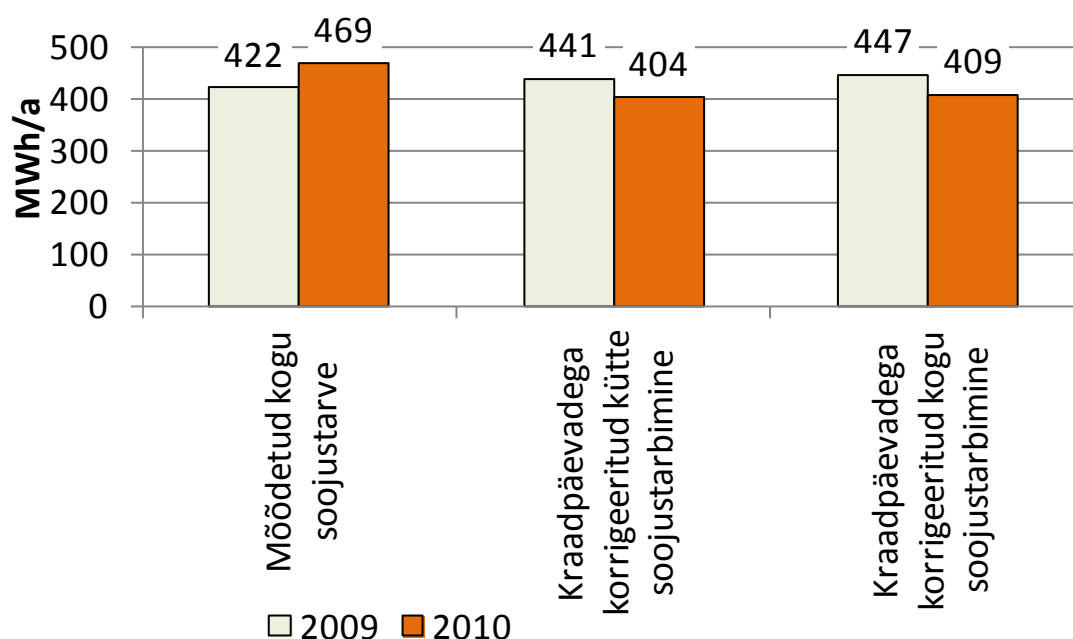
Hoone soojusvarustus baseerub kaugküttel. Kaugküttesoojuse tarbimist aastatel 2009 ja 2010 iseloomustab Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Soojuse tarbimine

Näitaja	2009	2010	Ühik
Mõõdetud kogu soojustarve	422	469	MWh/a
Soojuse kulu tarbevee soojendamiseks koos kadudega	6	5	MWh/a
Soojuse tarbimine kütteks	415	464	MWh/a
Tegeliku aasta kraadpäevad	2821	3442	°C d
Normaalaasta kraadpäevad	2994		°C d
Kraadpäevadega korrigeeritud kütte soojustarbimine	441	404	MWh/a
Kraadpäevadega korrigeeritud kogu soojustarbimine	447	409	MWh/a
Soojuse hind	52	52	eur/MWh
Kulutused soojusele	21 937	24 584	eur/a
Küttesoojuse eritarbimine köetava pinna kohta	235	215	kWh/(m ² a)

Kaugküttesoojuse tarbimist tarbevee soojendamiseks võib lugeda marginaalseks võrreldes ruumide kütmiseks tarbitud kaugküttesoojusega. Kraadpäevadega korrigeeritud küttesoojuse tarbimine köetava pinna kohta on olnud suurusjärgus 215-235 kWh/(m²a). Soojuse tarbimist võib lugeda suhteliselt kõrgeks. Samas tuleb arvestada sellega, millal hoone on ehitatud. Hoone välisseinasid ei ole arhitektuursetel ja muinsuskaitselistel põhjustel väljast poolt lubatud katta täiendava soojustusmaterjali kihiga. 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 reaali- ja normaalaastal illustreerib Joonis 5.1.



Joonis 5.1 Soojuse tarbimise võrdlus

5.2 Elektri tarbimine

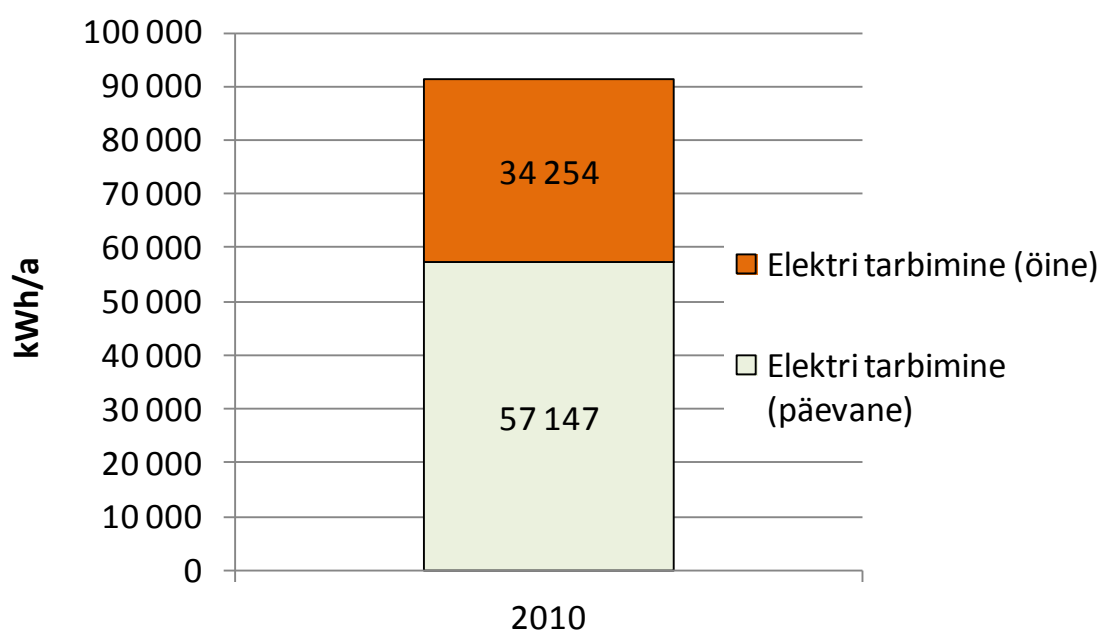
Hoone elektri tarbimist erinevate hoones tegutsevate asutuste vahel ei ole teadaolevalt mõõdetud. Elektri tarbimise moodustavad nii tehnosüsteemide seadmete tarbimine (nt ringluspumbad soojussõlmes) kui ka kontoriruumides tarbitud elekter.

Elektri tarbimist iseloomustavad Tabel 5.2 ja Joonis 5.2.

Tabel 5.2 Elektri tarbimine

Näitaja	2010	Ühik
Elektri tarbimine (päevane)	57 147	kWh/a
Elektri tarbimine (ööine)	34 254	kWh/a
Kogu elektri tarbimine kokku	91 402	kWh/a
Kogu elektri eritarbimine köetava pinna kohta	48,7	kWh/(m ² a)

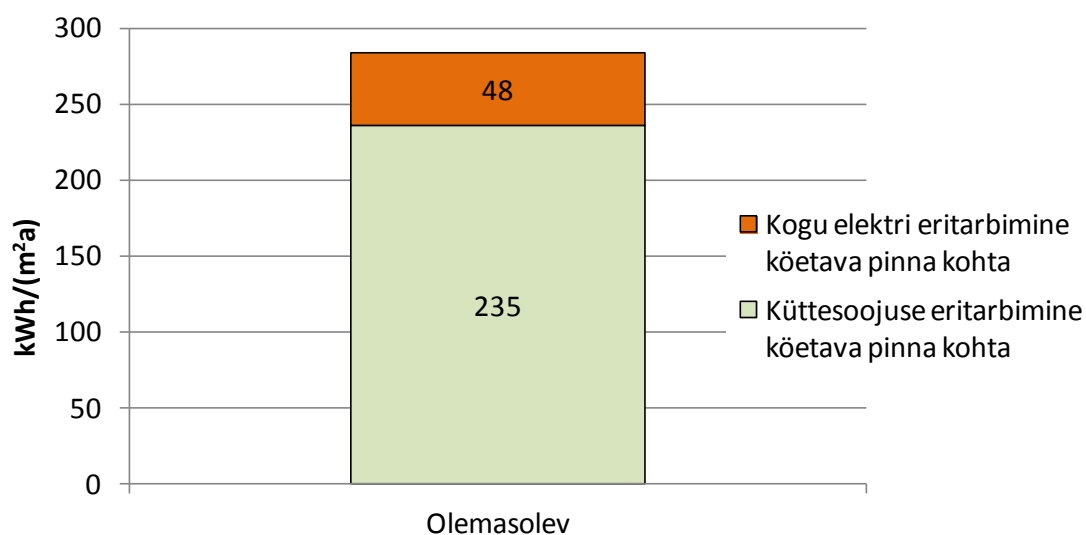
Päevase tariifi järgi tarbitud elekter moodustab kogu elektri tarbimisest hinnanguliselt 63% ja öise tariifi järgi tarbitud elekter 37%. Elektri eritarbimine köetava pinna kohta on 49 kWh/(m²a). Seda võib lugeda suhteliselt madalaks näitajaks. Uutes kontorihoonetes, kus on liftid ja välja on ehitatud ventilatsiooni- ja jahutussüsteem võib olla vastav näitaja kuni kaks korda kõrgem. Võrdlusena, nt kaasaegse büroohoonega (Lasnamäe 2), kus elektri eritarbimine köetava pinna kohta on suurusjärgus 110-120 kWh/(m²a).



Joonis 5.2 Elektri tarbimise võrdlus

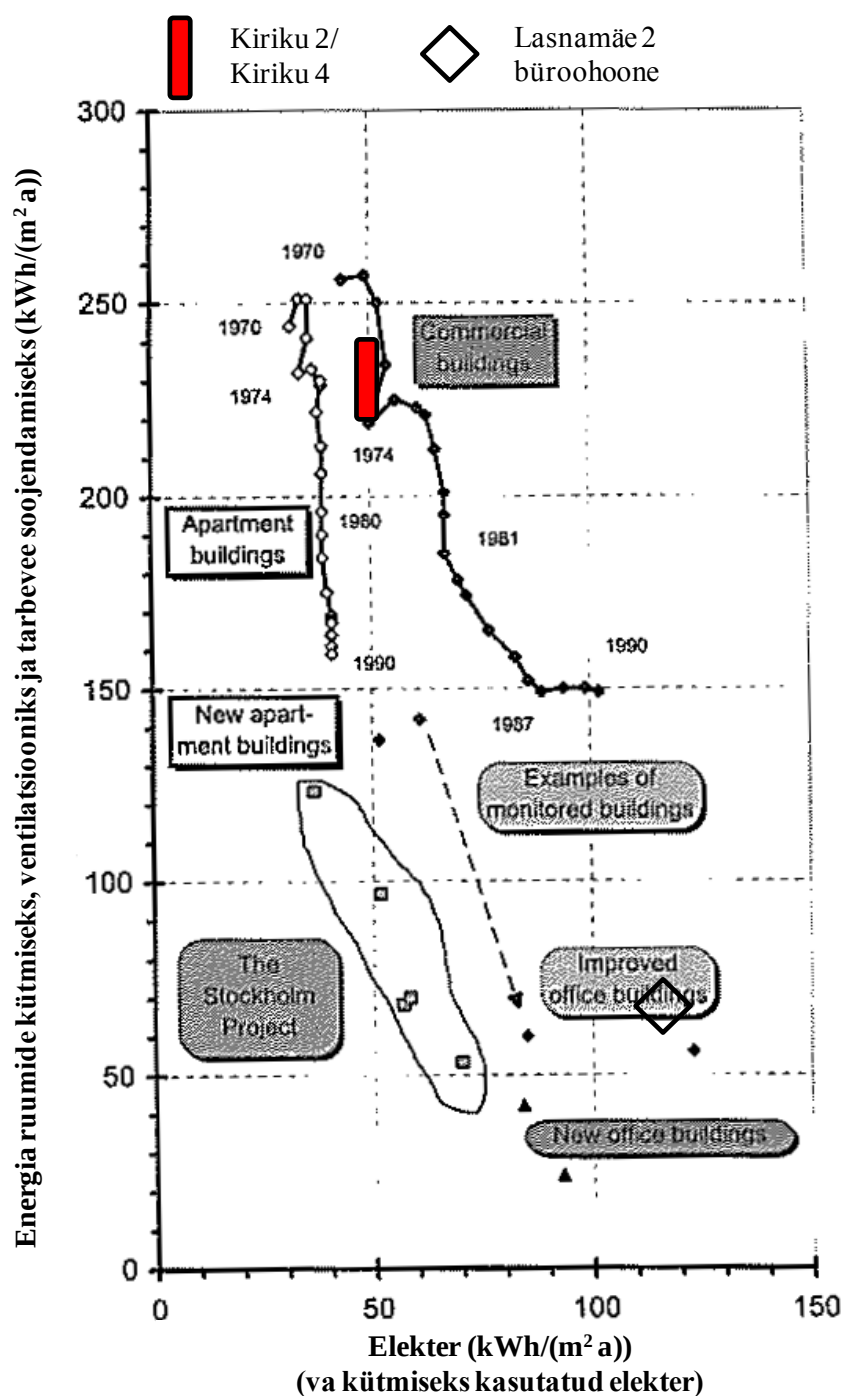
5.3 Energiatarbe võrdlus

Käesolevas peatükis vaadeldakse Kiriku2/Kiriku4 büroohoonete kogu energiatarbimist (Joonis 5.3) ja tehakse võrdlus teiste (sh Rootsi) hoonetega, vt ka Joonis 5.4.



Joonis 5.3 Energia eritarbimine

Kiriku2/Kiriku 4 kontorihoone kogu energia eritarbimine on normaalaasta järgi 284 kWh/(m²a).



Joonis 5.4 Kiriku2/Kiriku4 energiatarbe võrdlus Rootsi hoonete kogu energiatarbega⁶

Võib näha, et Kiriku 2/Kiriku 4 hoonete tarbimine langeb kokku vanade kontorihoonete tasemega. Võrdluseks on toodud ka Eesti kaasaegne kontorihoone (Lasnamäe 2), mille tarbimisandmed ühtivad Rootsi uute büroohoonete tarbimisestega. Antud võrdluses arvestab Rootsi kontorihoonete kogu elektritarbimisega, st koos rentnike elektriga.

⁶ A. Nilson, R. Uppström, C. Hjalmarsson. Energy Efficiency in Office Buildings. Lessons from Swedish Projects. 1997.

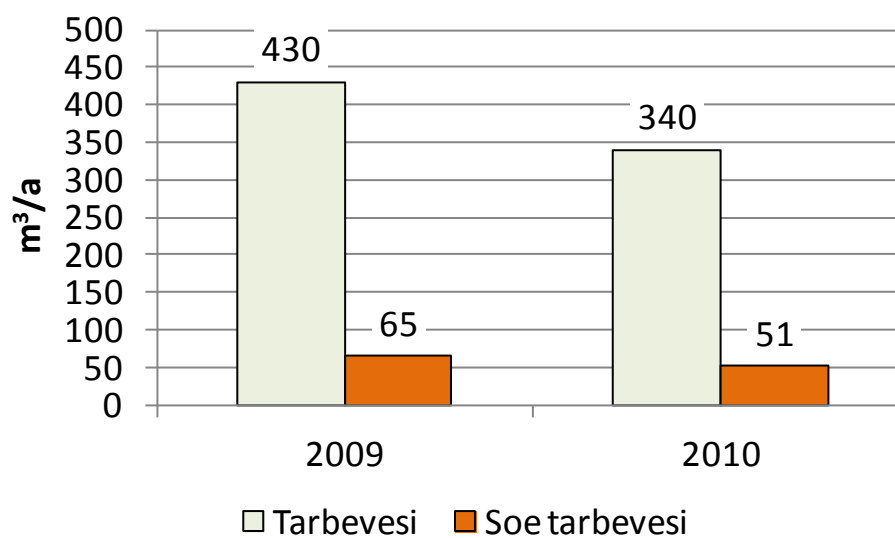
5.4 Vee tarbimine

Vee tarbimist iseloomustavad Tabel 5.3 ja Joonis 5.5.

Tabel 5.3 Vee tarbimine

Näitaja	2009	2010	Ühik
Tarbevesi	430	340	m ³ /a
Tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	0,23	0,18	m ³ /(m ² a)
Soojuse kulu vee soojendamiseks koos kadudega	6	5	MWh/a
Soe tarbevesi	65	51	m ³ /a
Soojuse kulu tarbitud vee soojendamiseks ringluskadudeta	4	3	MWh/a
Sooja tarbevee eritarbimine köetava pinna kohta	0,03	0,03	m ³ /(m ² a)
Energia erikulu vee soojendamiseks köetava pinna kohta	3,4	2,8	kWh/(m ² a)

Sooja tarbevett eraldi ei mõõdeta. Sooja tarbevee osakaaluks kogu vee tarbimisest on hinnatud büroohoonetele omane 15%.

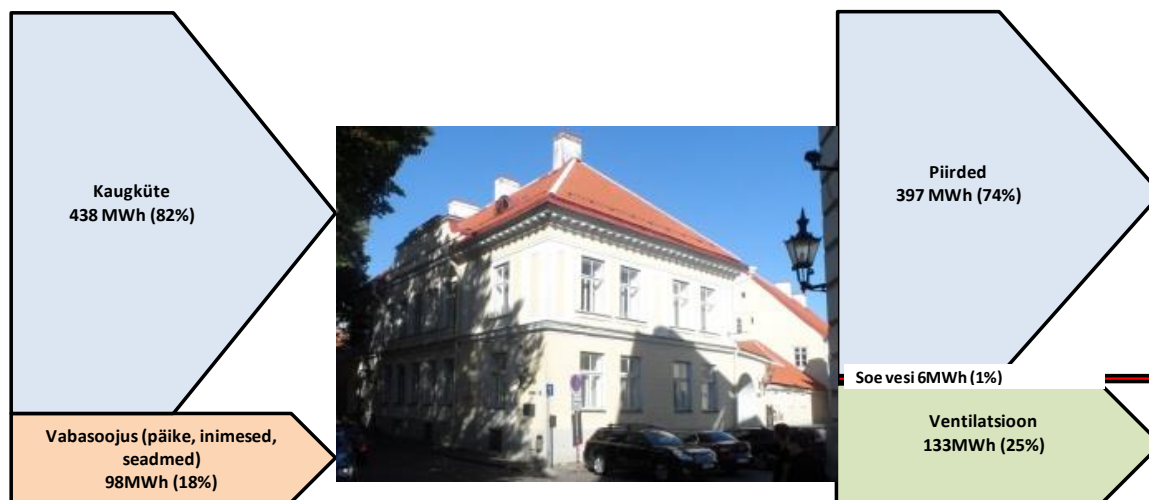


Joonis 5.5 Vee tarbimise võrdlus

Tarbevee tarbimine aastas on suurusjärgus 350-400 m³.

5.5 Olemasoleva olukorra energiabilanss

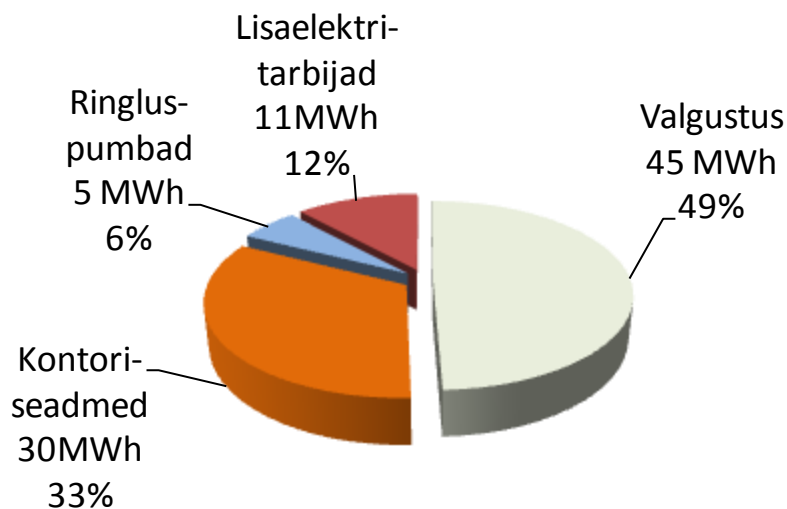
Hoone soojusbilanssi normaalaasta kohta illustreerib Joonis 5.6.



Joonis 5.6 Olemasoleva olukorra soojusbilanss

Hoonesse sisseantavast soojusest hinnanguliselt 18% on vabasoojus ja ülejäänud on kaugküte. Hoone soojuskadudest enamuse (74%) moodustab soojuskadu läbi piirete. Sooja vee osakaal kogu hoone soojustarbimisest on marginaalne (1%).

Olemasoleva olukorra elektritarbimise jaotusest annab ülevaate Joonis 5.7.



Joonis 5.7 Olemasoleva olukorra elektritarbimise jaotus

Kontoriseadmete ja valgustuse tarbimine on hinnatud vastavalt hoonete energiatõhususe arvutamise metoodikale. Lisaelektritarbijad moodustavad hoone keldris asunud tootlustus- ja seadmete elektriseadmed, välised jääsulatuse elektrikaablid, serverid jne.

Olemasolevas hoones puudub ventilatsiooni- ja jahutussüsteem. Valgustus moodustab hinnanguliselt ligikaudu pool hoone olemasoleva olukorra elektri tarbimisest.

5.6 Baastase enne energiatõhususe meetmeid

Võrreldes olemasoleva olukorraga, on baastaseme jaoks eeldatud, et tagatakse soovituslik õhuvahetus ja sisekliima kontoriruumides vastavalt Riigi Kinnisvara ASi juhendile „Tehnilised nõuded kooli- ja büroohoonetele.“ Siinjuures on eeldatud soojustagastuseta mehaanilise väljatõmbeventilatsiooniga ja baasvariant arvestab väljatõmbeventilaatorite elektrikuluga.

Baastasemesse on sisse toodud ruumide jahutus, mis on vajalik tagamaks ruumides nõutav sisekliima. Jahutusseadmeid ei arvestata enam energiatõhususe investeeringute juures.

Valgustuse ja seadmete elektritarbimine on leitud nii olemasoleva kui baasolukorra jaoks vastavalt hoonete energiatõhususe arvutamise metoodikale (ET metoodika).⁷

Kuna küttesüsteem on amortiseerunud, siis tuleb rajada uus küttesüsteem. Baastaseme jaoks eeldatakse, et küttesüsteemi ei ehitada energiatõhususe seisukohalt, vaid seda on vaja teha selleks, et hoonet saaks kasutada.

Sooja tarbevee kasutust hinnatakse baastaseme korral samaväärseks olemasoleva olukorraga.

Osa pööningust on plaanis välja ehitada tööruumideks. Seda ei arvestata energiatõhususe osas, kuna tegemist on juurdeehitusega.

Olemasoleva olukorra ja baastaseme võrdlust iseloomustab Tabel 5.4.

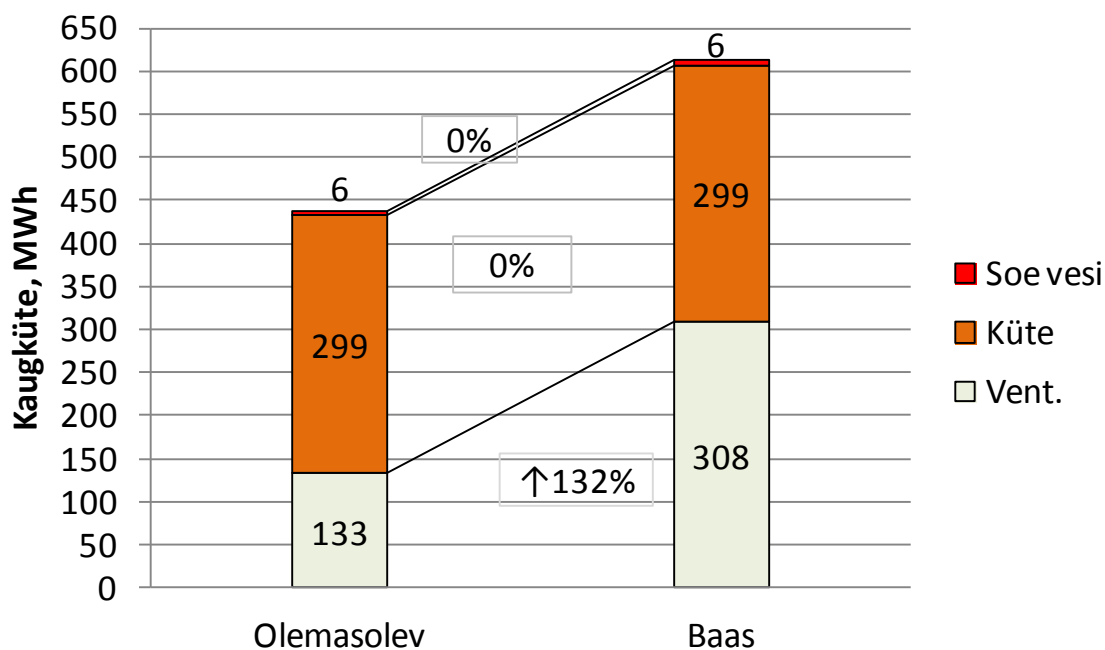
Tabel 5.4 Olemasoleva olukorra ja baastaseme situatsiooni võrdlus

Näitaja	Olemasolev olukord	Baastase
Hoone ja tehnosüsteemide kasutusprofiil	Vastavalt ET metoodikale	Vastavalt ET metoodikale
Küttesüsteem	Termostaatventiilidega kahetorusüsteem	Termostaatventiilidega kahetorusüsteem
Ventilatsioon	Loomulik ventilatsioon (0,3 l/(m ² s))	Mehaaniline väljatõmbeventilatsioon (2 l/(m ² s), SFP=1,5 kW/(m ³ /s))
Tarbevee soojendamine	Kaugküte	Kaugküte
Jahutus	Ei ole	On
Kontoriseadmed	Vastavalt ET metoodikale	Vastavalt ET metoodikale
Valgustus	Vastavalt ET metoodikale	Vastavalt ET metoodikale

⁷ Majandus- ja Kommunikatsiooniministri määrus nr 63 „Hoonete energiatõhususe arvutamise metoodika“, vastu võetud 08.10.2012.

Näitaja	Olemasolev olukord	Baastase
Väljatõmbeventilaatorid	Ei ole	On
Lisaelektritarbija	On	Ei ole

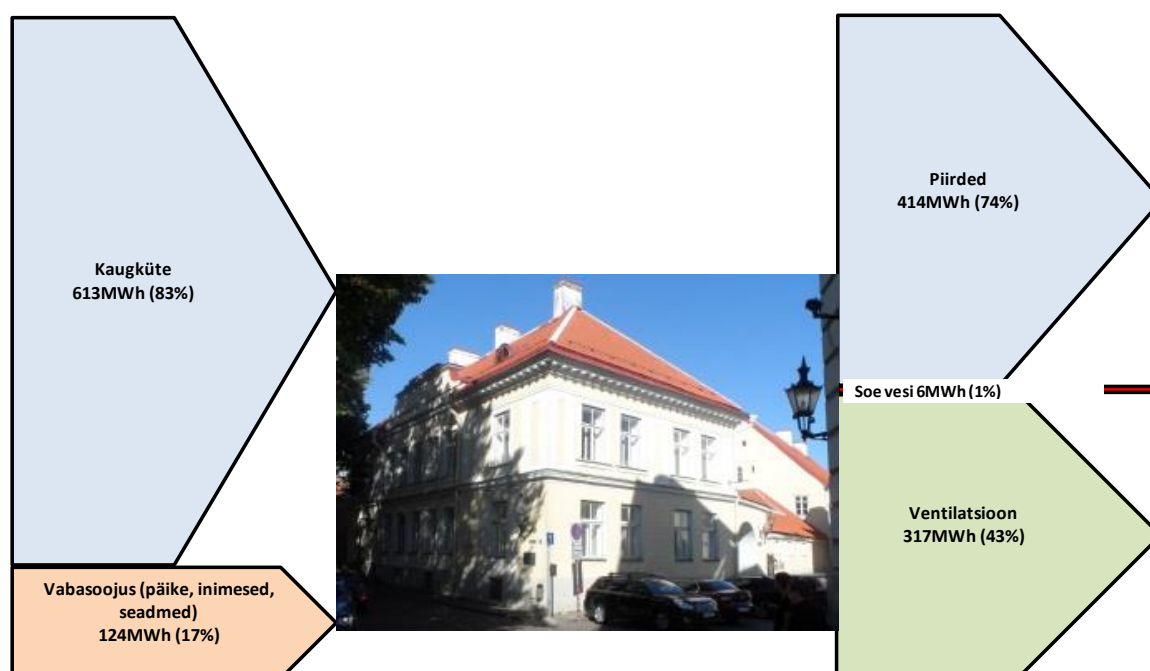
Olemasoleva olukorra ja baastaseme vahelist soojuse tarbimise võrdlust iseloomustab Joonis 5.8.



Joonis 5.8 Olemasoleva olukorra ja baastaseme vaheline soojustarbimise võrdlus

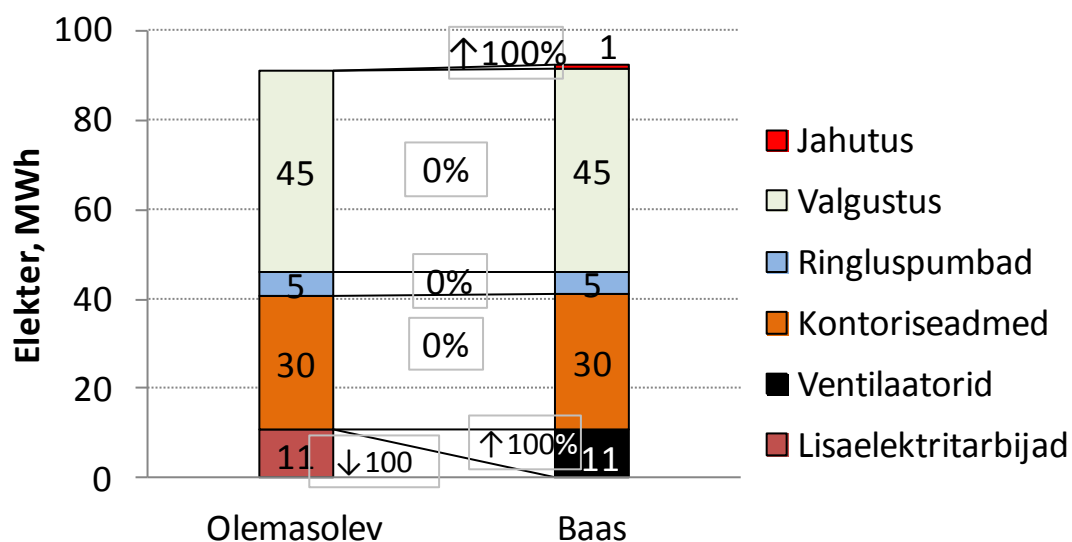
Olemasoleva olukorra ja baastaseme vahelist soojustarbimise erinevuse määrab ära suurenenud õhuvahetusest tulenev soojuse tarbimise kasv.

Hoone baastaseme soojusbilansist annab ülevaate Joonis 5.9.



Joonis 5.9 Baastaseme soojusbilans

Olemasoleva olukorra ja baastaseme vahelist soojuste tarbimise võrdlust iseloomustab Joonis 5.10.



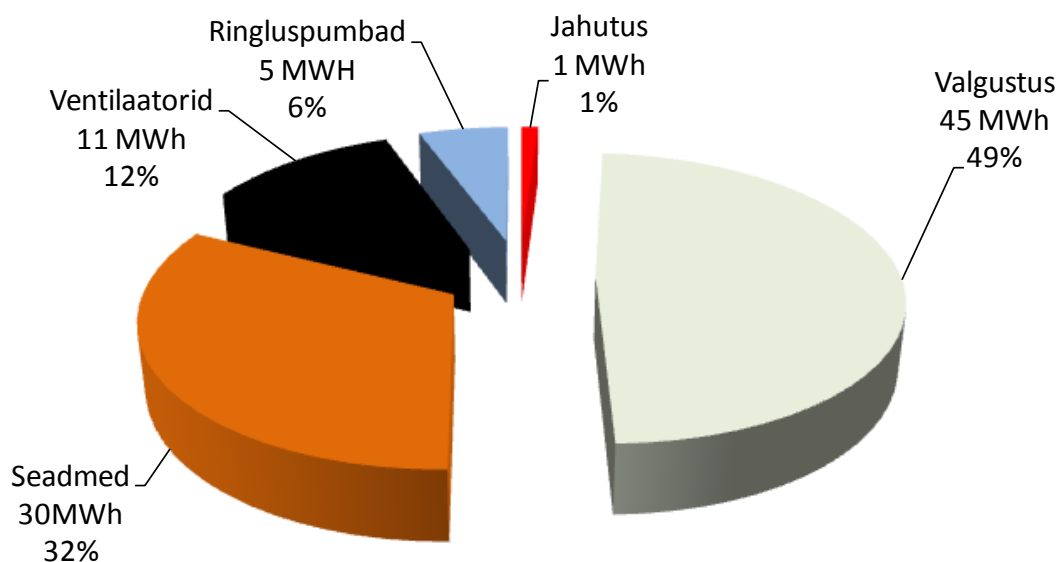
Joonis 5.10 Olemasoleva olukorra ja baastaseme vaheline elektritarbimise võrdlus

Baastasemes ei ole elektri tarbimise poole pealt arvestatud olemasolev olukorra lisaelektritarbijatega. Samuti ei nähta hoone rekonstrueerimisel ette söögikoha säilitamist hoones. Võrreldes olemasoleva olukorraga lisandub baastaseme korral ventilaatorite ja jahutusüsteemi elektritarbimine. Jahutuse vajadus on suhteliselt väike. Jahutuse vajaduse määrab ära lisaks hoone konstruktsioonile, energiatõhususe arvutamise meetodika ja

aluseks võetud energiaarvutuse baasaasta. Siiski, on projekteerijal vaja teha ruumipõhised arvutused, et hinnata jahutussüsteemi väljaehitamise vajalikkust.

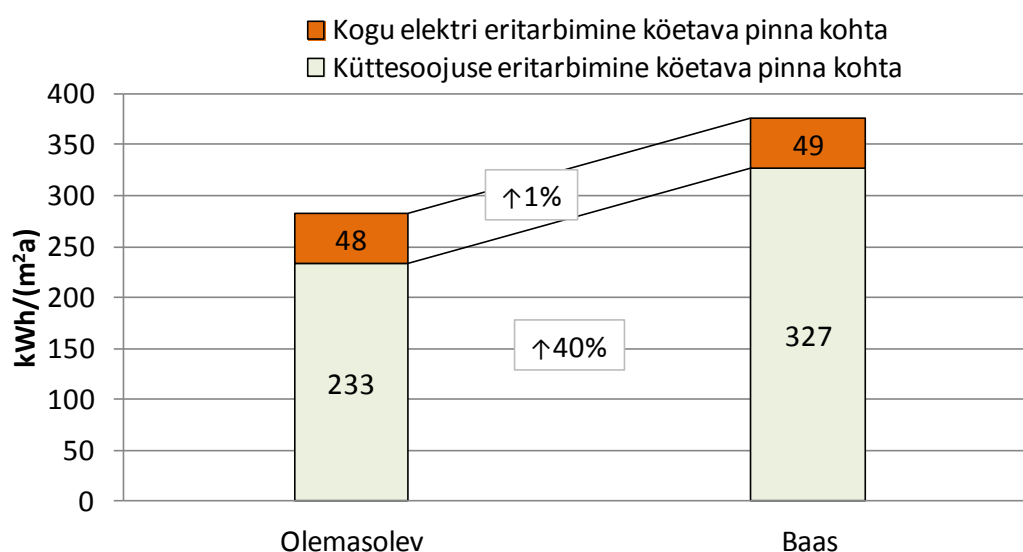
Baastaseme elektritarbimises võib reaalselt sisalduda ka serverite ja serverite jahutuse elektritarbimine, mis on soovitatav eraldi mõõta ja hilisemas monitooringus eraldi välja tuua.

Baastaseme elektritarbimise jaotusest annab ülevaate Joonis 5.11.



Joonis 5.11 Baastaseme elektritarbimise jaotus

Olemasoleva olukorra ja baastaseme vahelisest kogu energia eritarbe võrdlust iseloomustab Joonis 5.12.



Joonis 5.12 Olemasoleva olukorra ja baastaseme energiatarve

Baasolukorras on kaugküttesoojuse tarbimine 40% suurem võrreldes hoone olemasoleva olukorraga, mis tuleneb soovituslike ventilatsiooni õhu vooluhulkade tagamisel, arvestades et soojustagastus baasolukorras puudub. Õhu vooluhulk suureneb väärtuselt 0,3 l/(m²s) väärtusele 2 l/(m²s).

Olemasoleva olukorra elektri tarbimises kajastub eelpoolmainitud lisaelektritarbijate tarbimine, mida baastaseme korral hoone elektritarbimise hulka ei arvata. Baastaseme korral lisandub sisekliima tagamiseks vajalike tehnosüsteemide (jahutus ja ventilatsioon) elektritarbimine. Baastaseme elektri tarbimine suureneb võrreldes olemasoleva olukorraga 1%.

Baastaseme kogu energia eritarve köetava pinna kohta on 376 kWh/(m²a), mis on võrreldes olemasoleva olukorraga 33% suurem.

6 Energiasäästu- ja sisekliima parendamise meetmed

Hoone küttesüsteem vajab rekonstrueerimist, st tuleb paigaldada kogu süsteem uuesti. Sisekliima tagamiseks on vaja paigaldada ka jahutussüsteem. Kütte- ja jahutussüsteemiga seotud investeeringuid ei vaadelda kui energiasäästumeetmeid, vaid meetmeid tagamaks töötajatele sobiva sisekliima. Seetõttu ei ole vastavaid investeeringuid allpool toodud energiasäästumeetmetes arvesse võetud. Teisiti öeldes, eeldatakse et need süsteemid peavad olema hoones igal juhul tagamaks sisekliimat ja kuna need on vaja täiekuul uued teha, siis ei saa ka nende süsteemide korral parendusmeetmeid välja pakkuda.

6.1 Meede 1 – küttegaafiku seadistamine

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 kokkuhoiust annab ülevaate Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Küttegaafiku reguleerimine

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	1	kEUR
Aastane soojuse sääst	59	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid soojus säästust	3,63	kEUR/a
Aastane elektri sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid elektri säästust	0	kEUR/a
Aastane energiasääst	59	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid	3,63	kEUR/a
Eluiga	10	a

Investeeringukuluks hinnatakse seadistaja tööjõukulu automaatika ümberprogrammeerimiseks.

6.2 Meede 2 – sagedusmuunduriga küttesüsteemi ringluspump

Antud meetme raames on ette nähtud asendada astmeliselt reguleeritav ringluspump nt sagedusmuunduriga pumba vastu. Sagedusmuunduriga pumba paigaldamise maksumust ja hinnangulist energiasäästu iseloomustab Tabel 6.3.

Tabel 6.2 Sagedusmuunduriga pumba paigaldamine

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	1	kEUR
Aastane soojuse sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid soojus säästust	0	kEUR/a
Aastane elektri sääst	2,2	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid elektri säästust	1,98	kEUR/a
Aastane energiasääst	2,2	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	1,98	kEUR/a
Eluiga	7	a

Investeeringukulu arvestab uue pumba paigaldamise maksumust 100% ulatuses.

6.3 Meede 3 – pööningu soojustamine

Antud meetme raames on ette nähtud lisada pööningu põrandale täiendav 200 mm paksune soojusisolatsioonimaterjalikiht (puistevill), mille tulemusena saavutatakse pööningu põranda soojuslähikandeteguri hinnanguliseks väärtuseks $U=0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Pööningu põrandale täiendava soojusisolatsioonimaterjalikihi paigaldamise maksumust ja hinnangulist energiasäästu iseloomustab Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Pööningu põranda soojusisolatsioonimaterjalikihi paksuse suurendamine

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	6	kEUR
Aastane soojuse sääst	11	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid soojus säästust	0,67	kEUR
Aastane elektri sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid elektri säästust	0	kEUR
Aastane energiasääst	11	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	0,67	kEUR
Eluiga	40	a

Investeeringukulu arvestab pööningu põranda soojustamise kulusid 100% ulatuses.

6.4 Meede 4 – soojustagastusega ventilatsioon

Antud meetme raames on ette nähtud lisada soojustagastusega ventilatsioon võrrelduna mehaanilise soojustagastusega väljatõmbeventilatsiooniga. Soojusvahetitena kasutatakse ventilatsiooniagregaatides rootorsoojusvahetit, temperatuuriteguriga 0,8. Soojustagastusega ventilatsiooni paigaldamise maksumust ja hinnangulist energiasäästu iseloomustab Tabel 6.4 Soojustagastusega ventilatsioon.

Tabel 6.4 Soojustagastusega ventilatsioon

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	128	kEUR
Aastane soojuse sääst	197	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid soojus säästust	12,12	EUR/a
Aastane elektri sääst	-19	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid elektri säästust	-1,62	EUR/a
Aastane energiasääst	178	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	10,49	EUR/a
Eluiga	20	a

Ventilatsioonisüsteemi investeering arvestab ventilatsiooniagregaadi ruumide ehitamise maksumust, ventilatsiooniagregaati koos soojusvaheti, järelküttekalorifeeriga, sissepuhke ventilaatoriga ning sissepuhke ventilatsioonitorustiku väljaehitamist. Väljatõmbesüsteemi investeeringuid ei arvestata, kuna see on osa ventilatsioonisüsteemi maksumusest, mis on vaja teha hoones soovitava sisekliima tagamiseks igal juhul.

6.5 Meede 5 - 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 LOR⁸ väärtus peab olema $\geq 80\%$. Hoone valgustuse LENI⁹ väärtus peab olema vastavalt EVS-EN 15193 „Hoonete energiatõhusus. Energianõuded valgustusele” põhitase.

Valgustuspaigaldamise väljavahetamiseks on vajalik teostada detailed 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 6.5.

Tabel 6.5 Valgustuse renoveerimine

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	44	kEUR
Aastane soojuse sääst	-10	MWh/a

⁸ LOR - Light Output Ratio, on talitluskasutegur ehk suurus millega iseloomustatakse luminofoorlampide efektiivsust. LOR näitab optika tõhusust koostöös lambiga.

⁹ LENI - The Lighting Energy Numeric Indicator, valgusener gia kulu ruutmeetri kohta aastas

Näitaja	Väärtus	Ühik
Aastane rahaline kokkuhoid soojus säästust	-0,61	kEUR/a
Aastane elektri sääst	15	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid elektri säästust	1,28	kEUR/a
Aastane energiasääst	5	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid	0,67	kEUR/a
Eluiga	15	a

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

6.6 Meede 6 – akende vahetus

Antud meetme raames on ette nähtud kõikide akende vahetus kolmekordse klaaspaketiga puitraamidega akende vastu, mille akna soojuslähikandetegur $U=1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Uute akende paigaldamise maksumust ja hinnangulist energiasäästu iseloomustab Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Uued aknad

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	125	kEUR
Aastane soojuse sääst	28	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid soojus säästust	1,72	kEUR/a
Aastane elektri sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid elektri säästust	0	kEUR/a
Aastane energiasääst	28	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid	1,72	kEUR/a
Eluiga	30	a

Investeering arvestab uute akende maksumust koos paigaldamiskuludega.

6.7 Meede 7 – pörandade soojustamine

Antud meetme raames on ette nähtud lisada maapinna peal olevate pörandate korral täiendav 200 mm paksune soojusisolatsioonimaterjalikiht (nt vahtpolüstüreen), mille tulemusena saavutatakse pörandade soojuslähikandeteguri hinnanguliseks väärtuseks $U=0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Pörandale täiendava soojusisolatsioonimaterjalikihi paigaldamise maksumust ja hinnangulist energiasäästu iseloomustab Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Pörandade soojusisolatsioonimaterjalikihi paksuse suurendamine

Näitaja	Väärtus	Ühik
Investeering	55	kEUR
Aastane soojuse sääst	3	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid soojus säästust	0,18	kEUR/a
Aastane elektri sääst	0	MWh/a
Aastane rahaline kokkuhoid elektri säästust	0	kEUR/a

Näitaja	Väärtus	Ühik
Aastane energiasääst	3	MWh/a
Aastane rahaline kokkuvõid	0,18	kEUR/a
Eluiga	40	a

Investeeringu maksumusse ei arvestata põrandakatte taastamist, mida on vaja teha olenemata põrandate täiendavast soojustamisest. Maksumus arvestab põranda soojustamisega seotud kulutusi, mis on vaja teha taastamiseks olemasolevat olukorda põranda põhikonstruktsiooni osas.

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	85,77	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 ampritasude põhjal, vastavalt tarbimisprofiilile.

7.2 Tulemused

Kõik vaadeldavad meetmed ei ole Total Concept metoodikast lähtuvalt majanduslikult tasuvad, kuid plaanitakse viia Tellija poolt siiski ellu hoone tervikrekonstrueerimise käigus. Sellest lähtuvalt on pakutud välja 2 paketti, kus osad on majanduslikult tasuvad ja üks arvestab kõiki töid, mida planeeritakse tervikrekonstrueerimise käigus ellu viia.

7.2.1 Pakett I

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

1. Küttegaafiku seadistamine.
2. Pööningu põranda soojustamine, 200mm.
3. Kütte ringluspumba asendamine.
4. Soojustagastusega ventilatsioon.

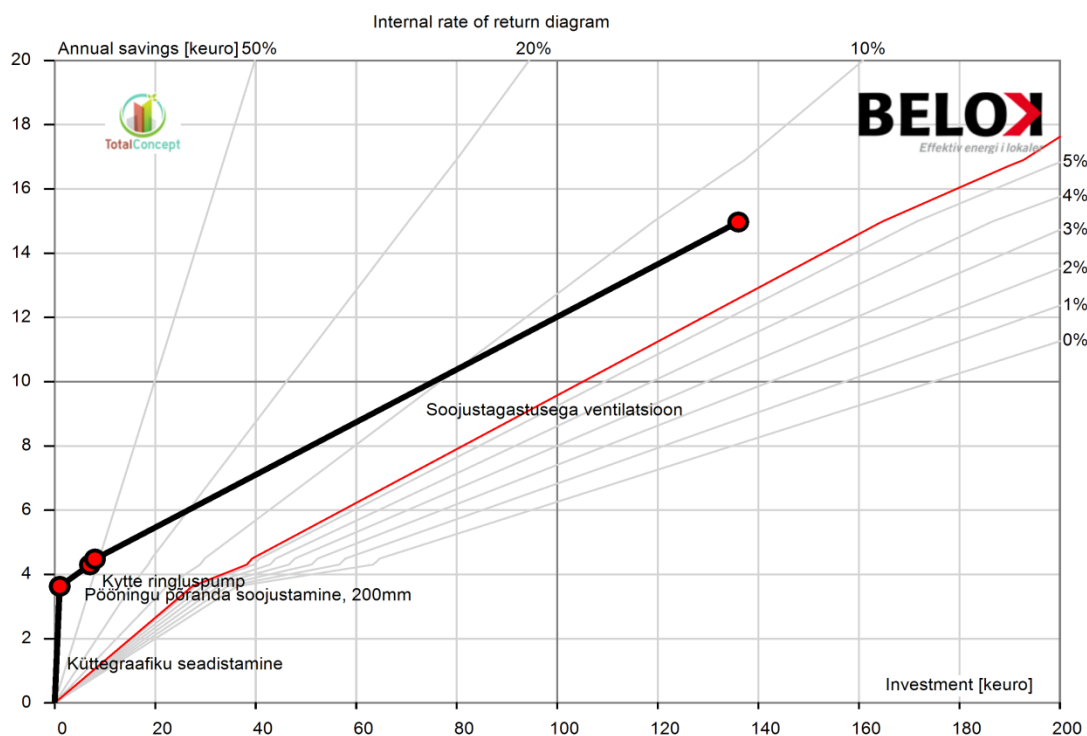
Paketi majanduslikud ja saavutatavad energiatõhususnäitajaid iseloomustab Tabel 7.2.

Tabel 7.2 Pakett I majanduslikud ja energiatõhususe näitajad

Näitaja	Väärtus	Ühik
Paketi maksumus	136	kEUR
Aastane rahaline sääst	15	kEUR/a
Paketi IRR	8,0	%
Nõutav IRR	5,5	%

Näitaja	Väärtus	Ühik
Kaugkütte sääst	267	MWh/a
Elektri sääst	-17	MWh/a
Energia sääst	250	MWh/a

Paketi sisemine tulukus (IRR) on hinnanguliselt 8,0, mis on suurem nõutavast 5,5%-st, vt ka Joonis 7.1.



Joonis 7.1 Pakett I - IRR diagramm

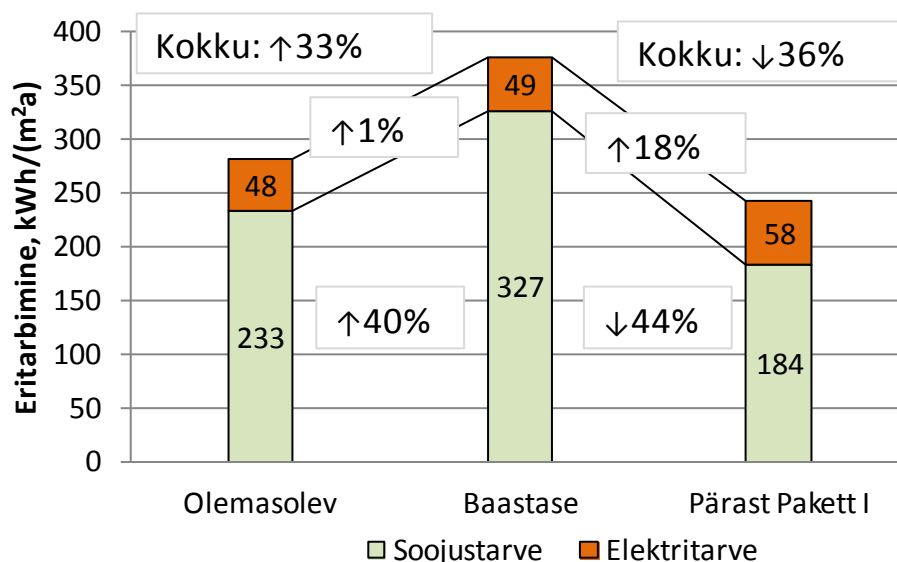
Paketi rakendamise tulenev energiatarbe muutus on toodud Tabel 7.3-s.

Tabel 7.3 Pakett I energiatarbe ja -maksumuse muutus

	Olemasolev	Baastase	Pärast Pakett I	Ühik
Absoluutarbimine				
Soojustarve	442	613	345	MWh
Elektritarve	91	92	109	MWh
Energia tarve	533	705	454	MWh
Eritarbimine				
Soojustarve	235	327	184	kWh/(m ² a)
Elektritarve	48	49	58	kWh/(m ² a)
Energia tarve	284	376	242	kWh/(m ² a)
Maksumus				
Soojuse maksumus	27 196	37 718	21 239	EUR/a

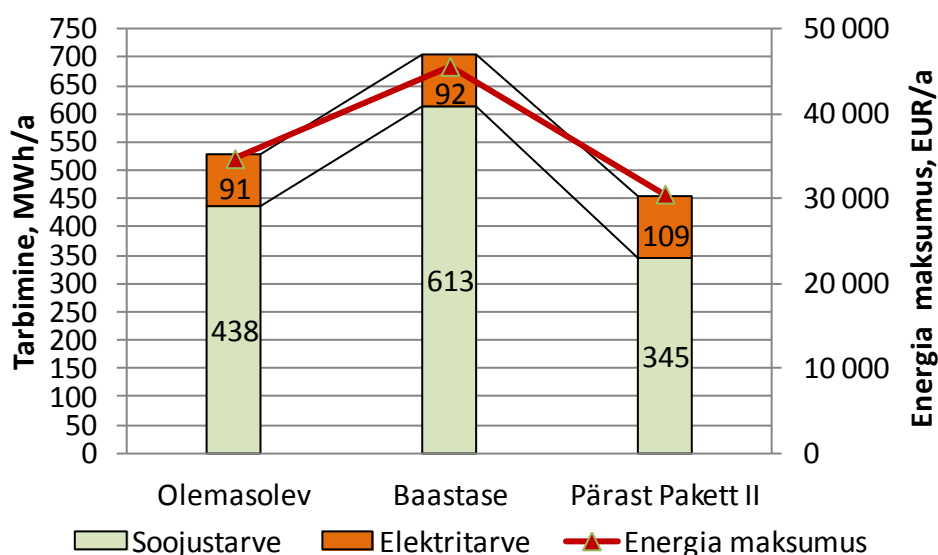
	Olemasolev	Baastase	Pärast Pakett I	Ühik
Elektri maksumus	7 805	7 921	9 343	EUR/a
Energia maksumus	35 001	45 639	30 582	EUR/a

Paketi rakendamise tulemusena väheneb hoone soojuse tarbimine 44% ja elektri tarbimine suureneb 18% võrreldes nn baastasemega. Kokkuvõttes kogu energia tarbimine võrreldes baastasemega väheneb 36%, vt ka Joonis 7.2.



Joonis 7.2 Pakett I energia eritarbe võrdlus

Pakett I energia absoluuttarbimise ja aastaste energiakulutuste võrdlust olemasoleva olukorraga ja nn baastasemega 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):

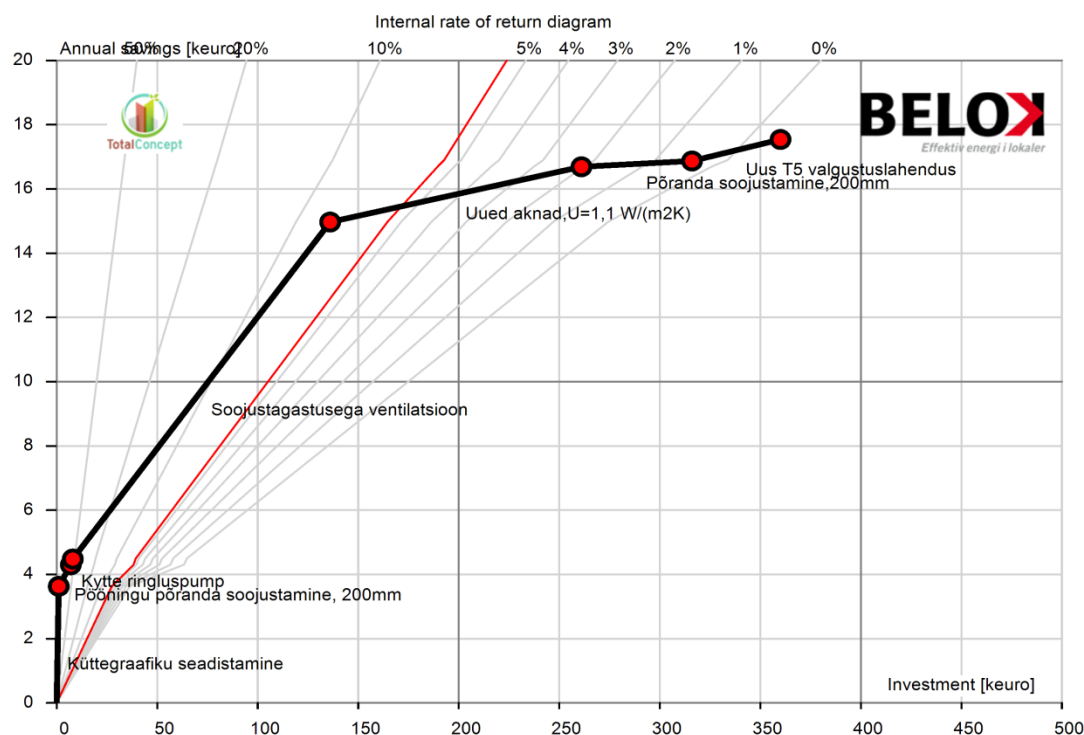
1. Küttegaafiku seadistamine.
2. Kütte ringluspumba asendamine.
3. Pööningu põranda soojustamine, 200mm.
4. Soojustagastusega ventilatsioon.
5. Uued aknad, $U=1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
6. Pööningu põranda soojustamine, 200mm.
7. Uus T5 valgustuslahendus.

Paketi majanduslikud ja saavutatavad energiatõhususnäitajaid iseloomustab Tabel 7.4.

Tabel 7.4 Pakett II majanduslikud ja energiatõhususe näitajad

Näitaja	Väärtus	Ühik
Paketi maksumus	360	kEUR
Aastane rahaline sääst	18	kEUR/a
Paketi IRR	-	%
Nõutav IRR	5,5	%
Kaugkütte rahaline kokkuvõide	288	MWh/a
Elektri rahaline kokkuvõide	-2	MWh/a
Energia rahaline kokkuvõide	286	MWh/a

Paketi sisemine tulukus (IRR) puudub, vt ka Joonis 7.4.



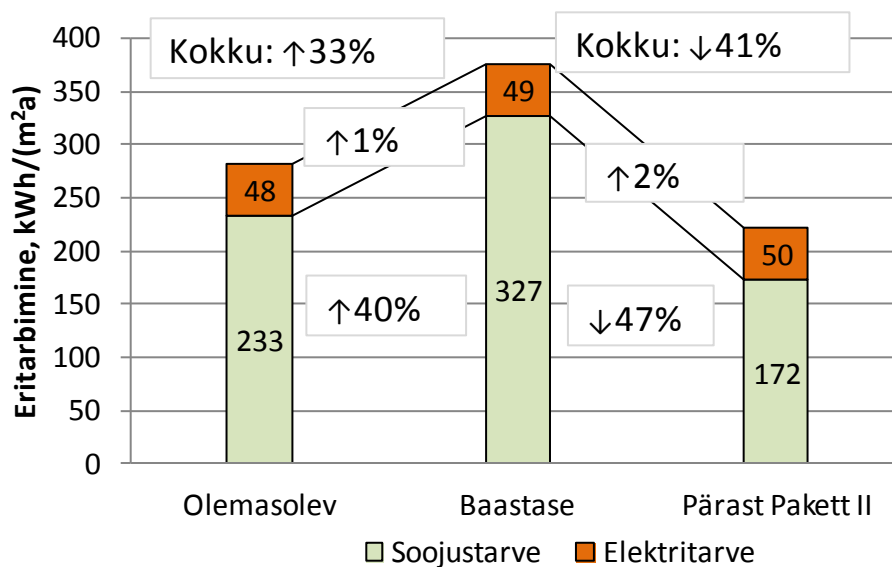
Joonis 7.4 Pakett II - IRR diagramm

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

Tabel 7.5 Pakett II energiatarbe muutus

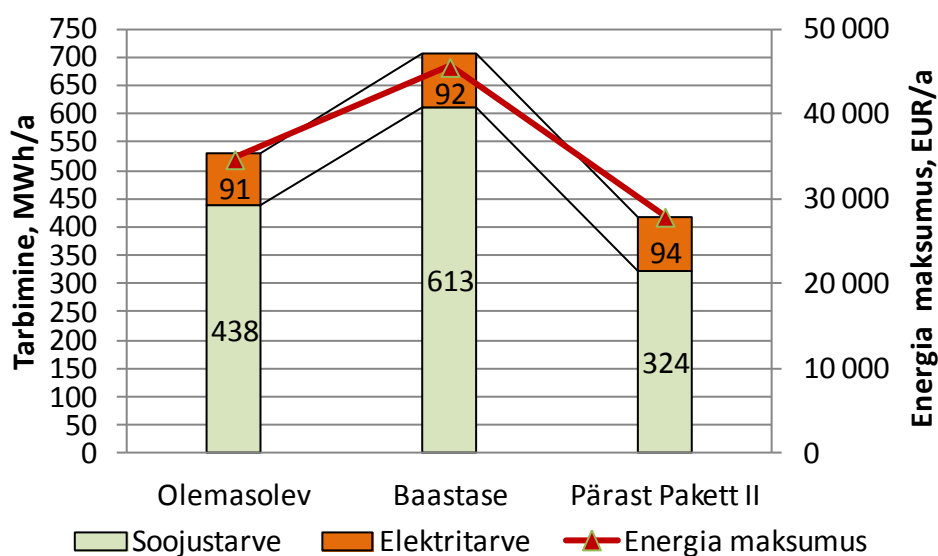
	Olemasolev	Baastase	Pärast Pakett II	Ühik
Absoluuttarbimine				
Soojustarve	442	613	324	MWh
Elektritarve	91	92	94	MWh
Energiatarve	533	705	418	MWh
Eritarbimine				
Soojustarve	235	327	172	kWh/(m ² a)
Elektritarve	48	49	50	kWh/(m ² a)
Energiatarve	284	376	223	kWh/(m ² a)
Maksumus				
Soojuse maksumus	27 196	37 718	19 919	EUR/a
Elektri maksumus	7 805	7 921	8 062	EUR/a
Energia maksumus	35 001	45 639	27 981	EUR/a

Paketi rakendamise tulemusena väheneb hoone soojuse tarbimine 47% ja elektri tarbimine kasvab 2% võrreldes nn baastasemega. Kogu energiatarbimine langeb võrreldes baastasemega 41%, vt ka Joonis 7.5.



Joonis 7.5 Pakett II energia eritarbe võrdlus

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



Joonis 7.6 Pakett II energiatarbe ja energiakulude võrdlus

8 Monitoring

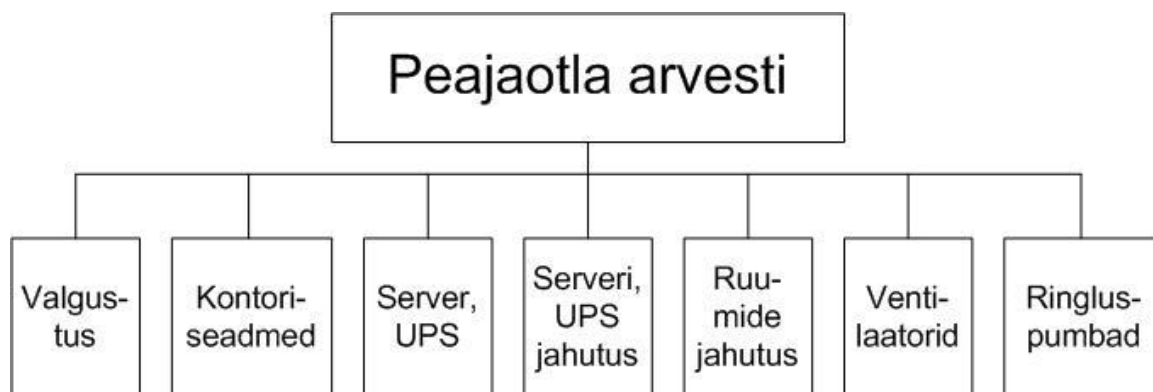
Selleks, et paremini hinnata sisekliima ja energiasäästu meetmete mõju hoone energiakasutusele, on soovitatav erinevaid energiavooge mõõta ja monitoorida. Selliselt on võimalik saada täpsem ülevaade konkreetse tehnosüsteemi tarbimisest. Andmed on soovitatav salvestada minimaalselt iga 1h järel ja salvestada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

2009	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Küte	MWh	72,8	64,1	55,2	32,1	12,9	7,3	0,0	0,0	11,5	55,0	39,1	65,4	415,4
Soe vesi	MWh	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	6,4
Kokku	MWh	73,4	64,7	55,8	32,7	13,5	7,9	0,4	0,5	12,0	55,6	39,6	65,9	421,8
Soojuse tariif	EUR/MWh	59,50	55,22	49,08	46,14	44,16	42,88	45,82	47,36	48,96	50,87	50,87	50,87	52,0
Kütte maksumus	EUR	4 332	3 541	2 709	1 483	569	312	0	0	561	2 798	1 989	3 328	21 622
Sooja vee soojendamise	EUR	36	29	27	24	25	28	18	22	26	30	23	26	315
Kokku	EUR	4 368	3 571	2 736	1 507	594	340	18	22	587	2 828	2 012	3 354	21 937

2010	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Küte	MWh	92,3	77,3	58,9	39,8	10,5	1,2	0,0	0,0	14,3	44,0	52,7	73,3	464,3
Soe vesi	MWh	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	5,2
Kokku	MWh	92,8	77,8	59,4	40,4	11,0	1,7	0,1	0,4	14,7	44,3	53,1	73,7	469,5
Soojuse tariif	EUR/MWh	50,34	50,34	53,17	54,41	54,41	54,41	54,41	54,41	54,41	53,86	53,64	52,69	52,4
Kütte maksumus	EUR	4 644	3 892	3 132	2 165	570	64	0	0	780	2 367	2 829	3 864	24 309
Sooja vee soojendamise	EUR	28	27	29	32	28	27	7	21	19	20	20	19	276
Kokku	EUR	4 672	3 918	3 161	2 197	598	91	7	21	799	2 387	2 849	3 883	24 584

9.2 Elektri tarbimisandmed

2010	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Päev	MWh	6,12	5,81	4,89	4,61	4,08	3,78	2,88	3,24	3,99	5,39	6,32	6,06	57,1
Õö	MWh	3,45	3,08	2,84	3,13	2,40	2,52	1,96	2,28	2,71	3,13	3,34	3,41	34,3
Kokku	MWh	9,6	8,9	7,7	7,7	6,5	6,3	4,8	5,5	6,7	8,5	9,7	9,5	91,4

9.3 Vee tarbimisandmed

2009	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Külm vesi	m ³	39	31	34	31	35	44	6	22	31	37	25	30	366
Soe vesi	m ³	7	6	6	6	6	8	1	4	6	6	4	5	65
Kokku	m³	46	37	40	37	41	52	7	26	37	43	29	35	430
Vee tariif	EUR/m ³	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	-
Vee maksumus	EUR	79	64	69	64	71	90	12	46	65	75	51	61	745

2010	Ühik	Jaan	Veebr	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dets	Kokku
Külm vesi	m ³	33	31	32	37	30	28	16	20	14	16	16	14	289
Soe vesi	m ³	6	6	6	6	5	5	3	4	3	3	3	3	51
Kokku	m³	39	37	38	43	35	33	19	24	17	19	19	17	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	68	64	66	75	61	57	33	42	29	33	33	29	590

10 Lisa 2. Energiaarvutuse simulatsiooni lähteandmed

Hoone energiaarvutuste simulatsioon viidi läbi programmiga IDA-ICE.

Hoone kasutusprofiilina kasutati nn büroohoone standardkasutust vastavalt Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrusest nr 63 „Hoonete energiatõhususe arvutamise metoodika“, vastu võetud 08.10.2012 (ET määrus).

Energiaarvutuste simulatsiooni lähteandmetest annab ülevaate Tabel 10.1.

Tabel 10.1 Energiaarvutuse simulatsiooni lähteandmed

Näitaja	Väärtus	Märkused
Külmasillad	0,26 W/m	Välisseina välisnurk
	0,005 W/m	Välissein vahelagi
	0,5 W/m	Välissein katus
	0,4 W/m	Välissein põrandpinnas
	0,42 W/m	Akna liitumine välisseinaga
Välispiirded	$U=1.713 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Välissein
	$U=0.4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Katus
	$U=2.672 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) + 1\text{m}$ pinnast 7°C	Põrand pinnasel
	$U=3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}); g=0.7$	Vana aken
	$U=1.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}); g=0.7$	Uus aken
Õhulekkearv	$3 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	ET määruse järgi
Ventilatsioon	$0.3 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ VT: $\text{SFP}=1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3\text{s})$ SP/VT: $\text{SFP}=2,5 \text{ kW}/(\text{m}^3\text{s})$	SFP: ET määruse järgi
Valgustus	$18 \text{ W}/\text{m}^2$	Kasutusgraafik ET määruse järgi
Seadmed	$12 \text{ W}/\text{m}^2$	Kasutusgraafik ET määruse järgi
Inimeste arv	$0.0588 \text{ inim}/\text{m}^2$	Arv ja kasutusgraafik ET määruse järgi

11 Lisa 3. Paketid

11.1 Pakett I

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	Küttegaafiku seadistamine ja ruumitemperatuuri alandamine	59	4	0	0	59	4	1	10
2	Pööningu põranda soojustamine, 200mm puistevill	11	1	0	0	11	1	6	40
3	Sagedusmuunduriga ringluspump	0	0	2,2	0,2	2	0	1	7
4	Soojustagastusega ventilatsioon	197	12	-19	-1,6	178	11	128	20
Kokku		267	16	-17	-1,4	72	15	136	-

11.2 Pakett II

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	Küttegaafiku seadistamine ja ruumitemperatuuri alandamine	59,0	4	0,00	0,0	59,0	4	1	10
2	Pööningu põranda soojustamine, 200mm puistevill	11,0	1	0,0	0	11,0	1	6	40
3	Sagedusmuunduriga ringluspump	0,0	0	2,200	0,2	2,2	0	1	7
4	Soojustagastusega ventilatsioon	197,0	12	-19,0	-2	178,0	11	128	20
5	Kõik aknad $U=1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	28,0	2	0,000	0,0	28,0	2	125	30
6	Põranda soojustamine, 200mm polüstüreen	3,0	0	0,000	0,0	3,0	0	55	40
7	Uus valgustus	-10,0	-1	15,000	1,3	5,0	1	44	15
Kokku		288	18	-2	0	286	18	360	-