



KADRINA
VALLAMAJA- SPORDIHOONE
energiasäästmislahenduste audit

Sisukord

1	Auditi eesmärk ja ülesehitus	3
2	Objekti kaardistus ja ülevaade kompleksist	4
3	Kompleksi energiatarbimise analüüs	6
3.1	Elektrienergia.....	6
3.2	Soojusenergia.....	8
3.2.1	Vallamaja ja päevakeskus	8
3.2.2	Spordihoone	9
3.3	Kaalutud energiakasutus.....	10
4	Energiasäästislahenduste meetmete pakett.....	11
4.1	Energiasäästislahenduste kokkuvõte	13
4.2	CO ₂ jalajälje vähendamine DeltaE lahendustega	14
4.3	Kaalutud energiakasutuse energiamärgis	15
4.4	Kokkuvõte	16

1 Auditi eesmärk ja ülesehitus

DeltaE Inseneribüroo pakub energia-, ressursi- ja keskkonnatõhususe täislahendusi ärikliendile. Oleme orienteeritud valdkondadele ja lahendustele, kus tasuvusaeg jääb alla viie aasta ning on võimalik saavutada kuni 90% kokkuhoidu.

Energiasäästmislahenduste auditi esimene eesmärk on kaardistada kogu hoonekompleks ja hoone energiakastust puudutavad probleemid, mis vajavad konkreetseid tehnilisi lahendusi. Auditi koostamisega tagatakse nõuetekohane, optimaalne ja säästlik kasutus mistahes tehnosüsteemidele. Selleks, et tehnilised lahendused paika panna ja seeläbi säästa, tuleb viia läbi põhjalik ülevaatus, erinevad mõõtmised ja süsteemide inspeksioon. Mida korrektsemad lähteandmed, seda täpsem on lõppauditis arvatud tasuvusajad, energiakulude kalkulatsioonid ja lahenduste maksumused. Antud audit käsitleb ülevaatusel kaardistatud hetkeseisu ning hilisemad tehnosüsteemide seadistused ei pruugi olla auditis kajastatud.

Energiasäästmislahenduste auditi teiseks põhieesmärgiks on inspeksiooni ja kaardistuse põhjal panna paika kokkuhoiukohad koos parandusettepanekute **ja tehniliste lahendustega**. Tegemist ei ole klassikalise energiaauditiga, mis konstateerib suures osas fakte hoone tarbimise osas. Töö lõppeesmärk on kliendi jaoks panna paika reaalsed väljatöötatud lahendused koos investeeringute ja tasuvusarvutustega. Lõpptulemusena on kõikidest valdkondadest selge ülevaade, mida, millal tuleks ette võtta.



2 Objekti kaardistus ja ülevaade kompleksist

Energiasäästislahenduste auditi üks peamisi sisendeid on detailne tarbimisinfo. Analüüsisdes välja töötatud lahendused ning nende tasuvusajad sõltuvad tänasest tarbimisest ning energiakandjate hindadest. Kliendi poolt edastati auditi koostamiseks elektrienergia, soojusenergia ja vee tarbimisandmed ning kuludokumendid, mille alusel arvutati lahendustele tasuvusajad ning lahenduste realiseeritava energiasäästupaketi rahatootluse numbrid.

Järgnevalt on toodud ülevaatus ja vastava auditi osa koostajad.

Valdkond	Koostaja	Haridus	Kutsetunnistus
Elekter ja mõõtmine	Kristjan Hiob	TalTech, Energiamuundus- ja juhtimissüsteemid, MSc	Diplomeeritud elektriinsener, tase 7
	Riho Kiisler	Viljandi Kutseõppekeskus, Elektrieriala	Tase 4, B - pädevus
Valgustus			
KVJV (Küte, jahutus, ventilatsioon, vesi)	Mark Laas	TalTech, Ehitusinseneriõpe, MSc	Kütte-, ventilatsiooni- ja jahutuseinsener, tase 7
	Jaan Sirkel	Omandamisel	
	Stiina Ulmre	TalTech Soojusenergeetika, BSc	
Projektijuhid	Marti Arak	TalTech, Tootearendus- ja tootmistehnika, MSc	Mehaanikainsener
	Karl Kürsa	TalTech, Elektroenergeetika, MSc	Diplomeeritud elektriinsener, tase 7

Tabel 1. Hoone andmed ehitisregistrist

Ehitise nimetus	Hoone kasutusotstarve	EHR kood	Kasutuselevõtu aasta	Suletud netopind (m²)	Köetav pind (m²)
Vallamaja	Büroo	108003155	1957	1344	
Spordihoone	hostel/muu spordihoone			5131	
Kokku				6475	

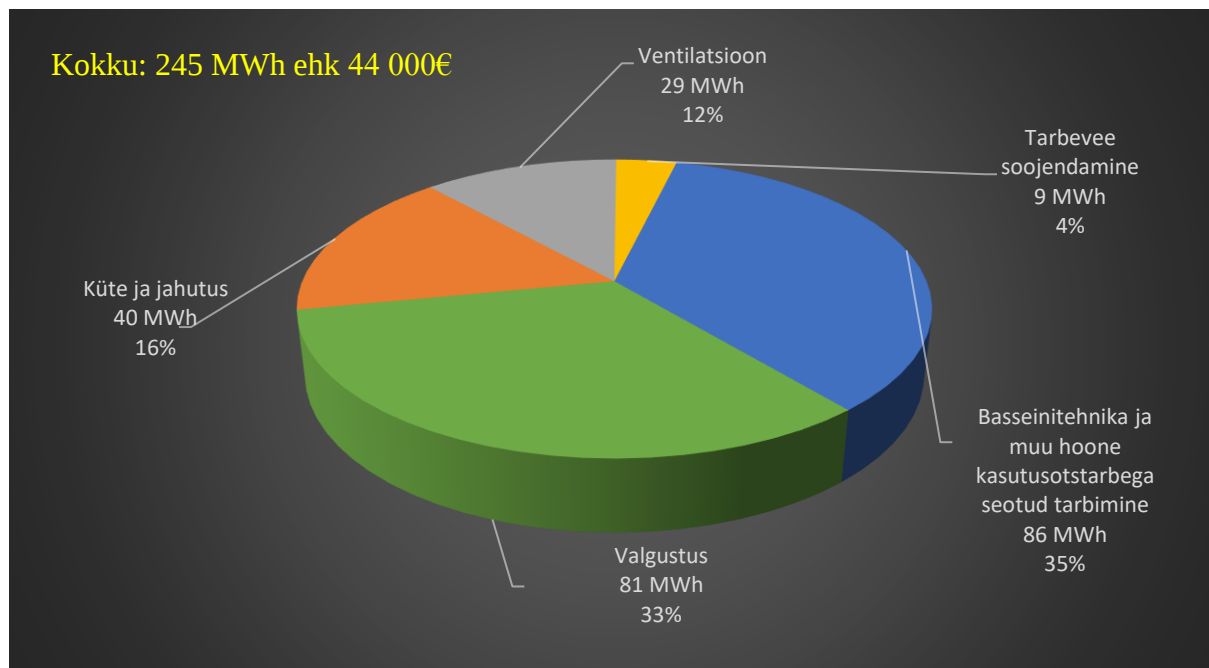
1. Objekti aadress: Rakvere tee 14, Kadrina
2. Tellija: Kadrina Vallavalitus
3. Töö tellitud: 2.05.2023
4. Objekti ülevaatus: 4.10.2023
5. Töö presenteeritud: 14.12.2023
6. Tarbimisandmete periood: juuli 2022- juuni 2023
7. Auditis esitatud investeeringutele lisandub käibemaks.



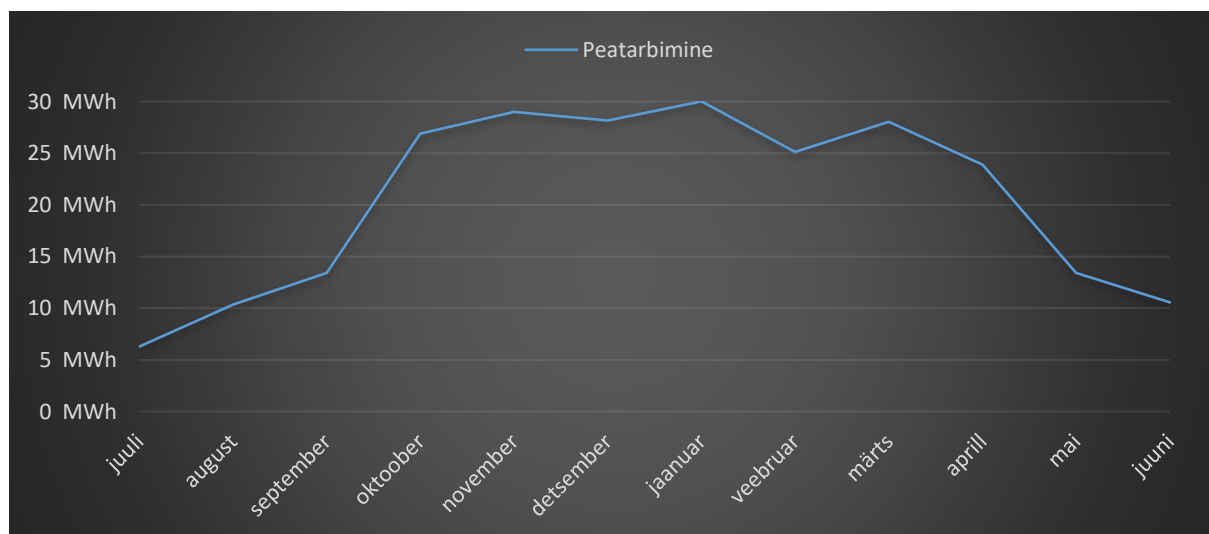
Joonis 1. Hoone aerofoto

3 Kompleksi energiatarbimise analüüs

3.1 Elektrienergia

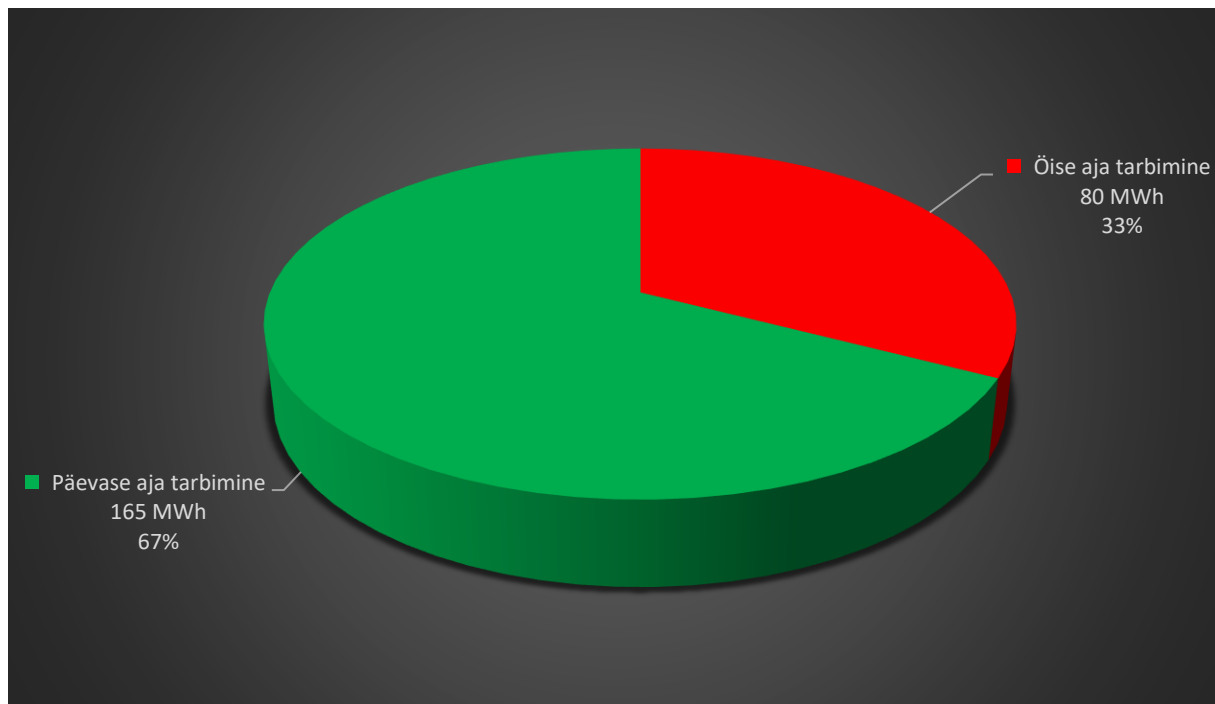


Joonis 1. Elektrienergia arvutuslik kasutus hoone tehnosüsteemide lõikes



Joonis 2. Elektrienergia tarbimine kuude lõikes

Tulemuste alusel võib järeldada, et kuude lõikes on elektrienergia tarbimine võrdlemisi varieeruv. Olulisemad kuutarbimise langused toimuvad suvisel perioodil. Madalaim elektrienergia kuutarbimine oli 6,3 MWh 2022. aasta juulis ja kõrgeim 30 MWh 2023. aasta jaanuaris.

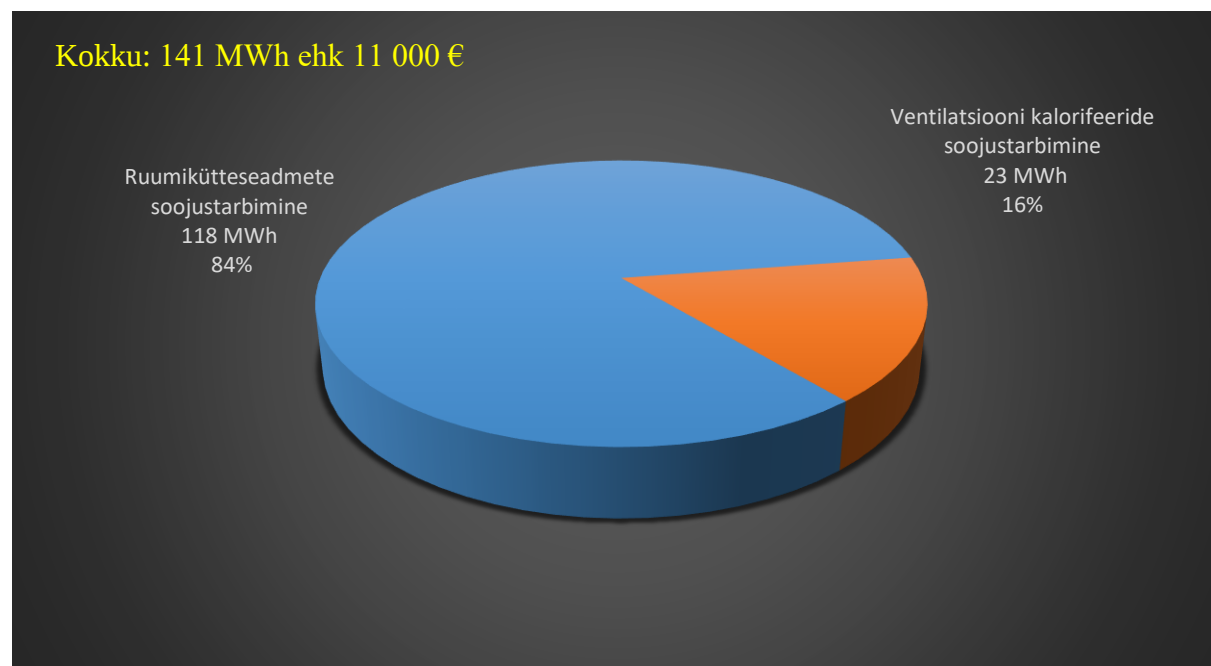


Joonis 3. Töövälise perioodi tarbimise osakaal tarbitud elektrienergiast

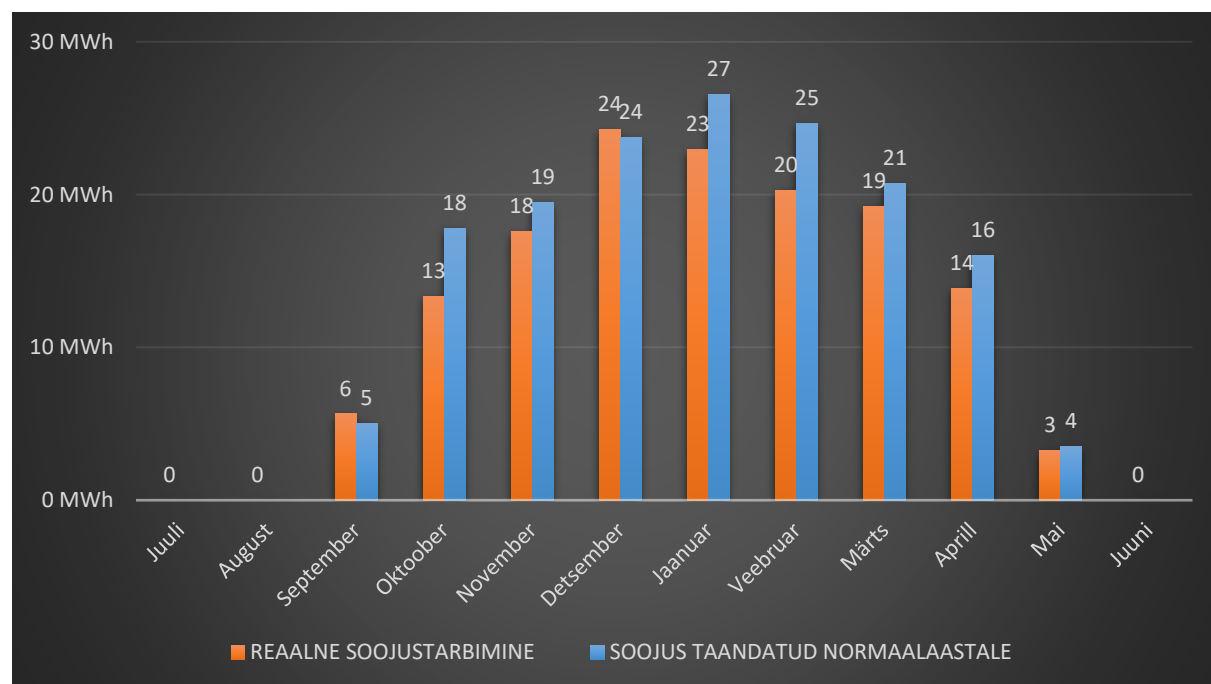
Analüüsi tulemustest selgus, et hoone üldise töövälise perioodi (E-P 21-7) elektrienergia tarbimise osakaal on võrdlemisi kõrge. Antud perioodil tarbitud elektrienergiast **67%** kulus tööajal. Ülejäänud **33%** kogutarbimisest kulus perioodil, mil hoonet ei kasutata eesmärgipäraselt. Ideaalis võiks töövälise perioodi elektrienergia tarbimine olla sõltuvalt hoone kasutuseesmärkidest kuni 20% kogutarbimisest. **Töövälise perioodi elektrienergia tarbimist on võimalik optimeerida, kui on teada, kuhu ja kui palju elektrienergiat kulub. Mida ei mõõda, seda ei tea. Optimeerimiseks vajaliku sisendinformatsiooni võimaldab ühtne mõõtmis- ja seiresüsteem hõlpsasti koguda.**

3.2 Soojusenergia

3.2.1 Vallamaja ja päevakeskus

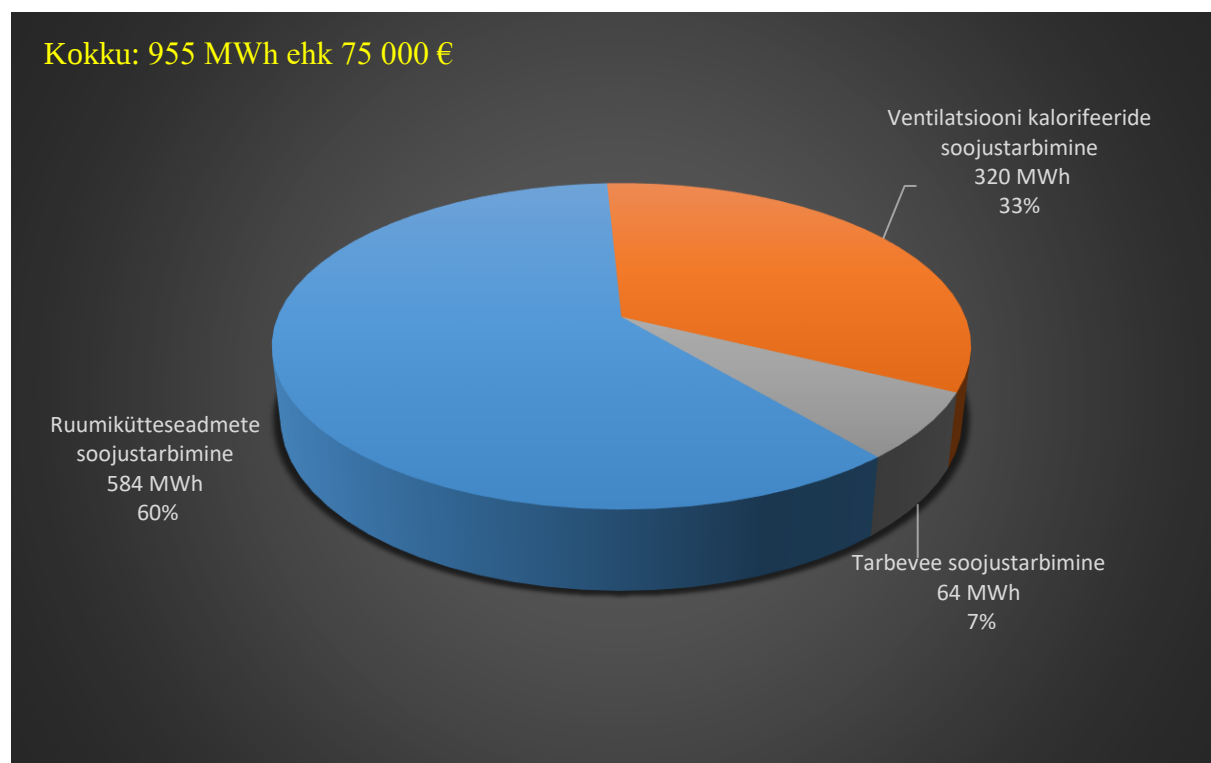


Joonis 4. Soojusenergia arvutuslik kasutus

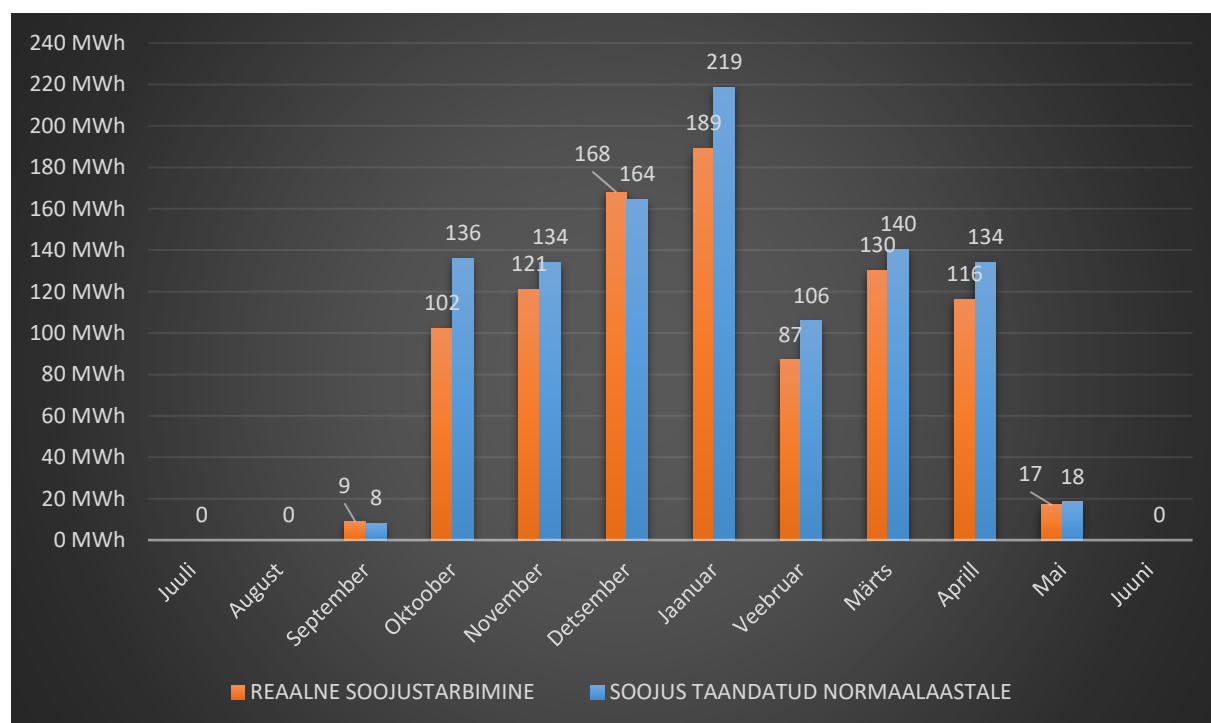


Joonis 5. Reaalne soojusenergia tarbimine võrreldes normaalaastaga (ilma tarbevee soojendamiseta)

3.2.2 Spordihoone



Joonis 6. Soojusenergia arvutuslik kasutus



Joonis 7. Reaalne soojusenergia tarbimine võrreldes normaalaastaga (ilma tarbevee soojendamiset)

3.3 Kaalutud energiakasutus

Kaalutud energiaerikasutuse (KEK) arvutust kasutatakse **olemasolevate hoonete energiatõhususe tõendamisel** ja energiamärgiste koostamisel ning see tugineb hoone tegelikule ja mõõdetud energiabilansile. Hoone aastane energiakasutus kilovatt-tundides köetava pinna ruutmeetri kohta ($\text{kWh/m}^2\text{a}$) korrutatakse läbi energiakandjate kaalumisteguritega, milleks võetakse arvesse tarnitud energia tootmiseks vajalik primaarenergia kasutus ja selle keskkonnamõju. Energiakandjate kaalumistegurite arväärtused on sätestatud määrusega „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“.

Tabel 2. Arvutus

KEK	Kaalumis- tegur	Kaalutud energiakasutus
Normaalaastale taandatud küttekulu MWh/a	0,65	791
Tarbevee soojusenergia kulu MWh/a	0,65	42
Elektri peatarbimine MWh/a	2	490
Kaalutud energiakasutus MWh	-	1323
Köetav pindala m^2		6 475
Hoone tüüp		Muu spordihoone
Kaalutud energiakasutus kWh/m^2		204
Klass		C

ETA või KEK, $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Klass
$\text{ETA või KEK} \leq 135$	A
$136 \leq \text{ETA või KEK} \leq 160$	B
$161 \leq \text{ETA või KEK} \leq 220$	C
$221 \leq \text{ETA või KEK} \leq 270$	D
$271 \leq \text{ETA või KEK} \leq 330$	E
$331 \leq \text{ETA või KEK} \leq 410$	F
$411 \leq \text{ETA või KEK} \leq 510$	G
$\text{ETA või KEK} \geq 511$	H

Joonis 8. Avaliku hoone kaalutud energiakasutus (KEK) klassi skaala

4 Energiasäästmislahenduste meetmete pakett

Jrk	Vald-kond	Tegevus	Projekti maksumus	Maksumus	Kokkuhoid aastas	Tasuvusaeg	Pakkumine
1	KVJ	Spordihoone soojussõlme rekonstrueerimine	18 300 €	65 000 €	21 300 €	8,7 aastat	Lisa 1/ Lisa 2
2		Basseini ruumi ventilatsiooni süsteemi rekonstrueerimine		67 400 €			
3		Spordisaalide ventilatsiooni seadme rekonstrueerimine		43 500 €			
4		Spordihoone tehnosüsteemide automaatika süsteem		15 500 €			
5		Spordihoone ruumikliima juhtimine koos virtuaalse elektriijaama režiimidega		20 200 €			
6		Õpilaskodu ruumikliima juhtimine		29 200 €	1 600 €	Optimaalse sisekliima tagamine.	
7		Vallamaja hooneautomaatika ja ruumikliima juhtimine		54 000 €	1 000 €		
8			Tehnohooldus ja käit	NA	2 450 €/kuus	Liigse energiatarbimise vältimine, riketele reageerimine, optimaalsete töörežiimide kontroll, seadmete eluea pikenemine, ühtne haldustarkvara ja digitaalne hoolduspäevik.	
9	Vesi	Veesäästupakett	NA	1 190 €	1 500 €	0,8 aastat	Lisa 4
10	Mõõtmine	Püsiv mõõtmisüsteem	4 620 €	33 000 €	5 600 €	5,9 aastat	Lisa 5/ Lisa 6
11		Elektri kilbiskeemide ja struktuurskeemi koostamine	4 800 €				

12	Valgus	Vallamaja	3 960 €	24 500 €	3 318 €	6,7 aastat	Lisa 7
13		Spordihoone		16 400 €	2 991 €	4,8 aastat	
14		Hostel-õpilaskodu		16 000 €	1 618 €	8,7 aastat	
15		Valgustus koos		56 900 €	7 927 €	6,6 aastat	
16		Evakuatsioon		16 300 €	Tagada nõetele vastav evakuatsioonivalgustus		
Lahendus 1 (read 1-5, 9-14)			31 680 €	299 890 €	37 227 €	8,1 aastat	
Lahendus 2 (va rida 8, 15)			31 680 €	399 390 €	39 827 €	10,0 aastat	

4.1 Energiasäästmislahenduste kokkuvõte

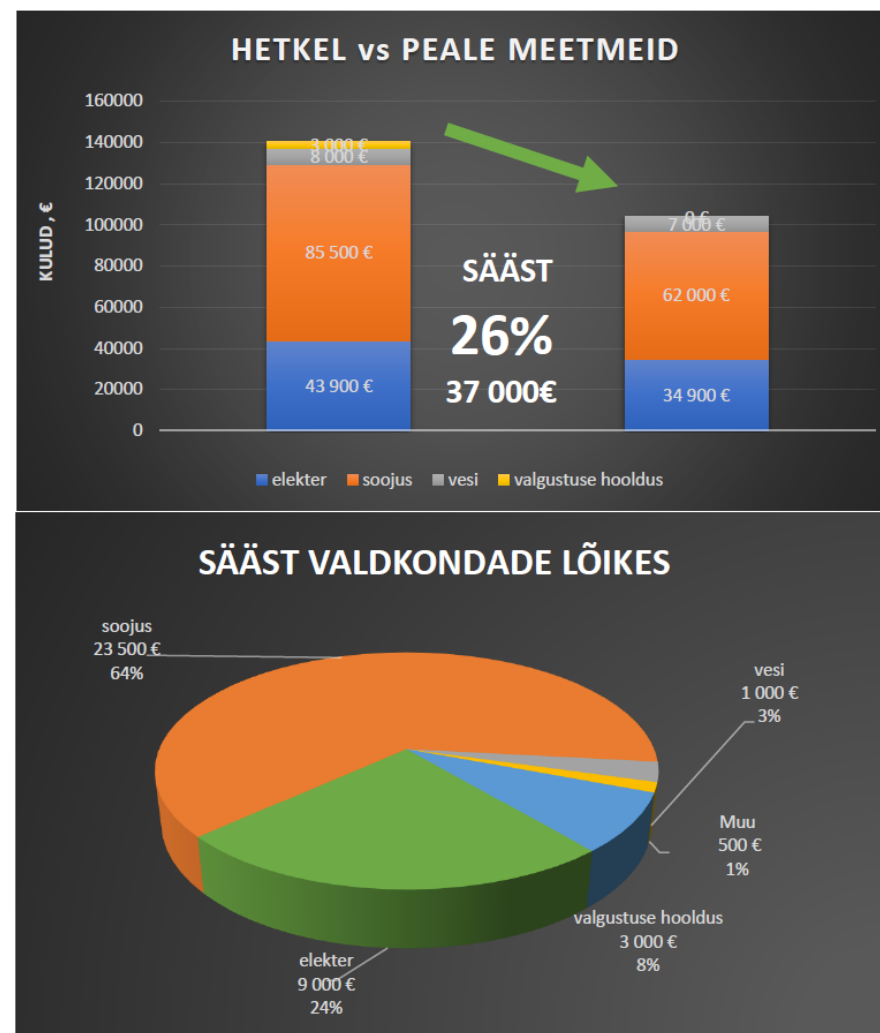
TARBIMINE	HETKEL	PEALE MEETMEID ¹
△ elekter	43 900 €	34 900 €
△ soojus	85 500 €	62 000 €
△ vesi	8 000 €	7 000 €
△ valgustuse hooldus	3 000 €	0 €
△ virtuaalne el. jaam	0 €	-500 €
Kokku	140 400 €	103 400 €

SÄÄST MEETMEID RAKENDADES

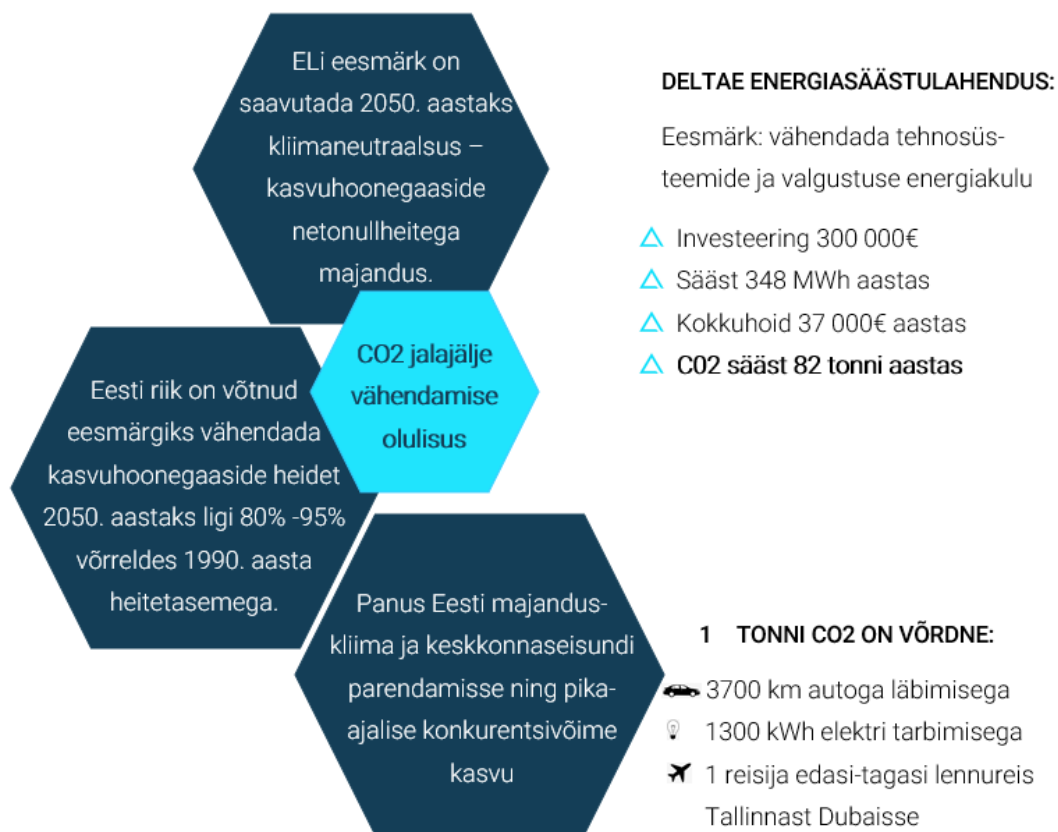
△ elekter	47 MWh	=	9 000 €
△ soojus	301 MWh	=	23 500 €
△ vesi	250 m ³	=	1 000 €
△ virtuaalne el. jaam		=	500 €
△ valgustuse hooldus		=	3 000 €
Kokku			37 000 €
			26%

TASUVUS

△ Investeering	300	k€
△ Tasuvusaeg	8,1	a
△ Kogutootlus	122	%
△ Sisemine tootlus	10	%
△ CO2 kokkuhoid	82	t/a



4.2 CO₂ jalajälje vähendamine DeltaE lahendustega



TEE OMA ÄRI JÄTKUSUUTLIKUKS JA ALUSTA OMA CO₂ JALAJÄLJE VÄHENDAMIST DELTAE ENERGIASÄÄSTMISLAHENDUSTEGA!

			
2100 kg	1250	348 MWh	300 000 km
Lambaliha tootmine	Puu istutamine	Elektrienergia tootmine	Autoga läbimine

 **Delta E**
Inseneribüroo

4.3 Kaalutud energiakasutuse energiamärgis

Kaalutud energiaerikasutuse (KEK) arvutust kasutatakse **olemasolevate hoonete energiatõhususe tõendamisel** ja energiamärgiste koostamisel ning see tugineb hoone tegelikule ja mõõdetud energiabilansile. Hoone aastane energiakasutus kilovatt-tundides köetava pinna ruutmeetri kohta ($\text{kWh/m}^2\text{a}$) korrutatakse läbi energiakandjate kaalumisteguritega, milleks võetakse arvesse tarnitud energia tootmiseks vajalik primaarenergia kasutus ja selle keskkonnamõju. Energiakandjate kaalumistegurite arväärtused on sätestatud määрусega „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“.

Tabel 3. KEK arvutus

KEK	Kaalumistegur	Enne meetmeid	Peale meetmeid ¹
Normaalaastale taandatud kulu kütteks MWh/a	0,65	791	574
Tarbevee soojusenergia kulu MWh/a	0,65	42	39
Elektri peatarbimine MWh/a	2	490	396
Kaalutud energiakasutus MWh	-	1323	1 009
Köetav pindala m^2		6 475	
Hoone tüüp		Muu spordihoone	
Kaalutud energiakasutus kWh/m^2		204	156
Klass		C	B

¹Arvestatud Lahendus 1 käsitletud meetmetega.

ETA või KEK, $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Klass
ETA või KEK ≤ 135	A
$136 \leq \text{ETA või KEK} \leq 160$	B
$161 \leq \text{ETA või KEK} \leq 220$	C
$221 \leq \text{ETA või KEK} \leq 270$	D
$271 \leq \text{ETA või KEK} \leq 330$	E
$331 \leq \text{ETA või KEK} \leq 410$	F
$411 \leq \text{ETA või KEK} \leq 510$	G
ETA või KEK ≥ 511	H

Joonis 9. Avaliku hoone kaalutud energiakasutus (KEK) klassi skaala

4.4 Kokkuvõte

Koostöös Tellijaga on koostatud auditi raames lähenetud väga komplekssele ja keerulisele valdkonnale nagu energiasääst strateegiliselt ja eesmärgipõhiselt, tehes seda väga põhjalikult. Auditis käsitleti erinevate valdkondade energiatarbimise ja -säästmise seotud probleeme, lahendusi töös käsitletud valdkondadest. Keskkonna ja loodusvarade ressursitõhusa kasutamine on meie jaoks väga olulisel kohal. Usume, et vastutustundlikult ökoloogilisel käitumisel on pikaajalised majanduslikud hüved. Hoone ülevaatuse põhjal oli võimalik auditi alusel hinnata erinevate tehnosüsteemide seisukorda ja seeläbi kaardistada energiakuluga seotud probleemid ning nende võimalikud lahendused.

Tulenevalt valdkonna kompleksisusest ja keerukusest ei ole võimalik läheneda säästmisele ja tõhususele pelgalt teemade kaupa, vaid on vaja vaadelda kogu energiasäästu valdkonda terviklikult. Hinnates iga tehnosüsteemi olukorda, osatähtsust, kokkuhoiupotentsiaali ning seeläbi neid ühe tervikuna võrreldes on võimalik prioritseerida tegevused ja koostada strateegia kogu valdkonnale. Strateegia abil on koostatud ka esialgne tegevuskava järgnevateks aastateks. Strateegiliselt läbimõeldud kava ja selle tegevused kindlustavad pikas perspektiivis parima lõpptulemuse, seda nii finantsiliselt kui ka tehniliselt. Kõiki küsimusi ja probleeme korraga lahendada ei ole võimalik ja otstarbekas, seetõttu pannaksegi tegevused tähtsuse järgi järjekorda.

Auditi ja selle tegevuste õnnestumise üheks aluseks on ka tulemuste hindamine ja analüüs. Tulemuste hindamine toimub iga valdkonna kaupa eraldi, vastavalt teostatud töödele, analüüsidele ja parendustele. Sealt saadavate tarbimisandmete põhjal on võimalik koostada põhjalik võrdlus võrreldes eelneva perioodiga.

Kokkuvõtvalt on auditi eesmärgiks vähendada kogu hoone kulu (sh energiat ja aega), tehes seda süsteemide parenduste ja uute tehnoloogiate paigaldamise ja realiseerimise teel. Samuti on eesmärgiks võimaldada Tellijal suunata kulude juhtimist. Selle aluseks on reaalajas tarbimise, kulude ning indikatsioonide jälgimine ning nende analüüs – selleks, et säästa, on vaja mõõta!