



**TAL
TECH**

MITTEELUHOONETE ENERGIATÕHUSUSE MAKSIMAALSETE PIIRMÄÄRADE VÄLJATÖÖTAMINE

Lõpparuanne

Juuni 2026

Uuringu autorid

- **Kalle Kuusk**, vanemteadur, Tallinna Tehnikaülikool
- **Raimo Simson**, vanemteadur, Tallinna Tehnikaülikool
- **Jevgeni Fadejev**, ekspert, Tallinna Tehnikaülikool
- **Helena Kuivjõgi**, ekspert, Tallinna Tehnikaülikool
- **Martin Thalfeldt**, hoonete tehnosüsteemide professor, Tallinna Tehnikaülikool
- **Marti Arak**, energeetikaekspert, DeltaE Insenerid OÜ
- **Jarek Kurnitski**, hoonete energiatõhususe ja sisekliima professor, Tallinna Tehnikaülikool

Uuringu autorid tänavad tööd rahastanud Kliimaministeeriumi ja kaasatud ehitussektori osapooli. Uuringu valmimisele aitasid kaasa Hannamary Seli, Karl-Villem Võsa ja Lauri Suu Kliimaministeeriumist.

Energiatõhususe tippkeskuse ENER raportid
Juuni 2026

Autoriõigus ©: Kalle Kuusk, Raimo Simson, Jevgeni Fadejev, Martin Thalfeldt,
Marti Arak, Jarek Kurnitski

ISBN 978-9916-80-520-6 (PDF)
ISSN 3059-8753 (PDF)

<https://ener.ee/heitevabad-hooned/>

Käesolevale raportile kohaldatakse Creative Commons'i litsentsi CC BY 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



digikogu.taltech.ee
2026

SISUKORD

Kokkuvõte	5
1. Uuringu taust ja eesmärk.....	11
2. Metoodika	13
3. Mitteeluhoonete KEK energiamärgised	16
3.1. Kontorihooned	18
3.2. Majutushooned	20
3.3. Ärihooned.....	21
3.4. Avalikud hooned.....	22
3.5. Kaubandushooned ja terminalid.....	24
3.6. Haridushooned.....	25
3.7. Lastehoiu- ja lasteaiahooned.....	27
3.8. Ravihooned	29
3.9. KEK märgiste kokkuvõte.....	30
4. Energiakasutuse modelleerimine ja piirmäärade määramine	33
4.1. Tulemused	33
4.1.1. Lasteaed.....	33
4.1.2. Kontorihooone.....	35
4.1.3. Majutushooone.....	37
4.1.4. Ärihooone.....	39
4.1.5. Avalik hooone	41
4.1.6. Haridushooone	42
4.1.7. Kaubandushooone	44
4.1.8. Laohooone.....	46
4.1.9. Ravihooone.....	47
4.2. Piirmäärade määramine	49
5. Renoveerimise mahud ja trajektoor 2033 ja 2050 eesmärkide saavutamiseks	53
5.1. Olemasolev mitteeluhoonete renoveerimise ja uusehituse maht.....	53
5.2. Mitteeluhoonete trajektoor kuni 2050. aastani	55
5.3. 2050. aasta eesmärgid ja heitevaba hoonefond	55
6. Energiatõhususe meetmed ja tasuvusanalüüs	57
6.1. Sissejuhatus	57
6.2. Tulemuste tõlgendamine	57

6.3. Baasväärtused	58
6.4. Meetmete kirjeldus	59
6.5. Tulemused	62
6.5.1. Kontorihooned	63
6.5.2. Majutushooned	64
6.5.3. Ärihooned	65
6.5.4. Avalikud hooned	66
6.5.5. Kaubandushooned.....	67
6.5.6. Haridushooned	68
6.5.7. Lastehoiu- ja lasteaiahooned	69
6.5.8. Ravihooned	70
6.5.9. Laohooned	71
6.6. Koondatud meetmed.....	72
6.7. Mõju turule.....	74
6.8. Järeldused	75
LISA 1 Energiasäästmislahenduste realiseerimise protsess	77
Kuidas tulemusteni jõuda?	77
Näide seiresüsteemist.....	79

KOKKUVÕTE

Käesolev uuring hõlmab mitteeluhooneid, millele on kehtestatud energiatõhususe miinimumnõuded: kontorihooned, majutushooned, ärihooned, avalikud hooned, kaubandushooned ja terminalid, haridushooned, lastehoiu- ja lasteaiahooned, ravihooned, laohooned. Kasutades olemasolevate hoonete tarbimisandmetel KEK märgiseid, halvima tõhususega hoonete tehniliste auditite andmeid ning vastavaid energiasimulatsioone on hinnatud, kas 16% halvima tõhususega hoonetest võiks praeguse energiamärgise skaala puhul langeda G klassi ning täiendavalt 10% F klassi. F ja G klassi piirmääradele lisaks on vaadeldud energiatõhususe meetmeid ja teostatud hoonete F ja G klassist väljaviimise tasuvusanalüüs.

KEK energiamärgiste statistika

Ehitisregistri andmetel on Eestis esmase kasutuselevõtu aastaga kuni 2020 kokku 23 098 mitteeluhoonet, kogupindalaga umbes 20 miljonit m². KEK energiamärgiseid on väljastatud 3327 hoonele (14% mitteeluhoonetest), mis moodustab 35% mitteeluhoonete pindalast. KEK energiamärgiste olemasolu on kõige suurem avaliku sektori omandis olevates hoonetes (koolid 77%, lasteaia 99%). Peamiselt erasektori omandis olevates hoonetes (majutus-, äri-, kaubandushooned) on KEK märgistega hoonete osakaal alla 10%.

Hoonetüüp	Hoonete arv	Suletud netopind, m ²	Märgiste arv	Märgistega hoonete osakaal	Märgistega hoonete pindala osakaal, %
Kaubandus ja terminalid	10 429	5 636 665	183	2%	19%
Kontorihooned	3 748	5 418 093	801	21%	26%
Ärihooned	2 640	1 368 168	97	4%	7%
Majutushooned	2 624	1 401 315	272	10%	38%
Avalikud hooned	1 848	2 025 249	619	33%	45%
Haridushooned	830	2 648 964	636	77%	77%
Lastehoid ja lasteaia	670	928 555	664	99%	87%
Ravihooned	309	557 343	55	18%	18%

Energiamärgise klasside jaotus:

- Kontorihoonetes on G klassi märgisega 22% hoonetest ja 21% pindalast.
- Majutushoonetes on 59% märgistest kolmes viimases klassis (E, F, G), G klassi märgisega 28% hoonetest.
- Ärihoonetes on enim C klassi märgiseid, G klassi märgisega 20% hoonetest.
- Avalikes hoonetes on 53% märgistest klass C või paremad, G klassi märgisega 7% hoonetest.
- Kaubandushoonetes domineerib G klass (38% hoonetest, 54% pindalast), tõenäoliselt põhjuseks tehnoloogiliste külmaseadmete suur energiatarve.
- Haridushoonetes ja lasteaedades on enamus märgiseid C, D ja E klassis, G klassi märgiste osakaal on väike.
- Ravihoonetes on valim üldistavateks järeldusteks liiga väike.



Energiamärgiste klasside jaotuse puhul tuleb arvestada, et praeguse praktika kohaselt peaarvestite näitude põhjal koostatud KEK märgised sisaldavad sisekliima tagamisega mitte seotud energiat, mida energiaarvutuses arvesse ei võeta ning mis tuleks ka KEK märgisest maha lahutada vastavate arvestite olemasolul. Kehtiv meetodika on arvestiga mõõtmise osas jäik ning enamikel juhtudel maha lahutamist ei ole võimalik teostada. Selle tõttu näiteks kaubandushoonetes domineerib G klass.

Tarbimisandmetel KEK koosneb:

Sisekliima tagamine

*küte · ventilatsioon · jahutus · valgustus · seadmed
→ KEK arvutuses arvesse võetav*

Eritarbijad

*külmletid · köögid · serverid · akulaadijad
→ peaks märgisest maha lahutama*

Mõju märgistele:

- Kaubandus- ja ärihooned: KEK liiga kõrge → vale klass
- Maha arvamine nõuab eraldi arvesteid
- Praegune meetodika seda enamikel juhtudel ei võimalda

Milliseid KEK märgiseid saab usaldada?

- ✓ Haridushooned
- ✓ Lastehoid ja lasteaiaid
- ✓ Avalikud hooned

Eritarbijate osakaal väike → KEK peegeldab sisekliima tagamise energiakasutust

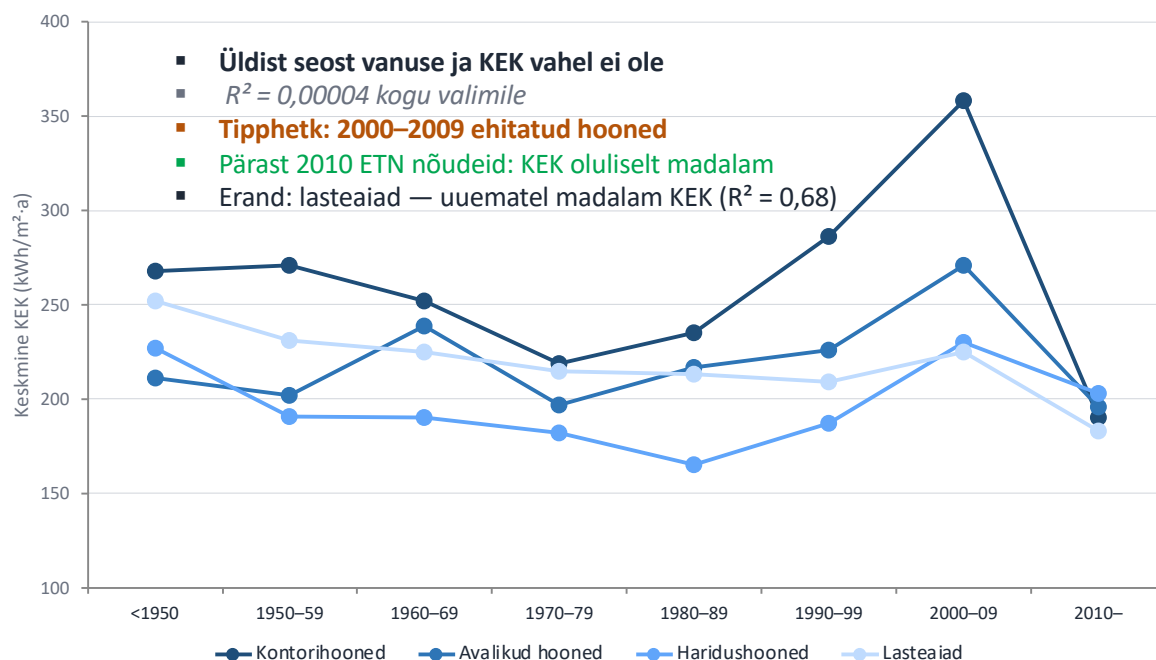
- ✗ Kaubandushooned
- ✗ Ärihooned
- ✗ Majutushooned
- ✗ Kontorihooned

Eritarbijad olulised → täpsem analüüs vajalik

Juhul kui energiamärgiste koostamisel võetakse arvesse ainult energia, mis on vajalik sisekliima tagamiseks, oleksid KEK väärtused paljudel juhtudel väiksemad ning märgiste klasside jaotus muutuks. Selline muutus tulevikus toimub, sest taristuministri eelnõu energiamärgise muutmiseks lubab edaspidi kasutada rentnike arvesteid ja teostada kasutusaegade normaliseerimist, mille tulemusel KEK märgistesse jääb oluliselt vähem sisekliima tagamisega mitte seotud energiat ning arvutuslike ja tarbimisandmetel põhinevate märgiste vastavus paraneb. Praeguste märgiste puhul võib eeldada, et enamus energiast on kasutatud sisekliima tagamiseks ainult haridushoonetes, lastehoiu hoonetes ja avalikes hoonetes, mille tõttu energiamärgise klasside jaotus võiks anda nendes hoone tüüpides tõese pildi. Muude hoonetüüpide puhul praeguseid märgiseid kasutada ei saa ning on vajalik täpsem analüüs energiaarvutuses mitte arvesse võetava energia hindamiseks.

Seos hoone vanuse ja energiakasutuse vahel

Üldiselt puudub korrelatsioon hoone vanuse ja energiakasutuse vahel, välja arvatud lasteaiahoonetes, kus uuematel hoonetel on väiksem energiakasutus. Vanuselise jaotuse alusel analüüsitud hoonetüüpidel on suurima keskmise energiakasutusega hooned, mis on ehitatud majandustõusu aastatel 2000–2009 ja enne energiatõhususe miinimumnõuete kehtestamist. Pärast energiatõhususe nõuete kehtestamist ehitatud hoonete (ehitusaasta 2010 ja hilisem) energiakasutus on oluliselt madalam, kui eelneva kümnendi hoonete keskmine.



Energiakasutuse modelleerimine F ja G klassi piirmäärade määramiseks

Töös teostati halvima tõhususega hoonete energiasimulatsioonid reaalsete hoonete tehniliste auditite lähteandmetega. Simulatsioonarvutuste peamiseks eesmärgiks oli määrata halvima tõhususega hoone (energiamärgise G klass) energiatõhususarv, mida on võimalik võrrelda energiamärgise kehtiva skaalaga. Energiasimulatsioonides loodi hoonete kalibreeritud simulatsioonimudelid, mille tulemused vastavad mõõdetud energiatarbimisele. Halvima tõhususega hoone KEK-i määramiseks muudeti kalibreeritud simulatsioonimudeli lähteandmeid nii, et tulemus esitaks energiakasutuse sisekliima tagamiseks ning see oleks võrreldav energiatõhususe spetsialisti poolt teostatavate tarbimisandmetel põhinevate arvutustega mille puhul vähendatakse sisekliima tagamisega mitte seotud tarbijad/süsteemid ning tehakse kasutusaegade normaliseerimine.

Arvestades halvimaid võimalikke lahendusi on välja pakutud põhimõtte uue G piiri määramisel kasutada $0,9 \times \text{KEK max}$ juhul kui on vajalik G klassi piiri nihutada. Lisaks kontrolliti, et $E \text{ piir} \geq \text{uus G} \times 0,7$, mille puhul pärast tüüpilise 30% energiasäästumeetmete paketi renoveerimist liiguks hoone G klassist E klassi. Tulemused näitavad, et neljal hoonetüübil üheksast oleks vaja G piiri tõsta (ravihoone, kaubandushoone, ärihoone ja laohoone). Ülejäänud viiel hoonetüübil (kontor, majutus, avalik, lasteaed, haridus) ei ole vaja muudatusi. Samuti ei ole vaja muuta E klassi piire. Seejuures on lasteaedade ja haridushoonete puhul eeldatud, et need on juba enamjaolt renoveeritud ning KEK märgiste statistika on usaldusväärne, mis lubab väita, et arvutatud halvima tõhususega hooneid praktikas enam ei esine.

Hoonetüüp	KEK max (halvim tõhusus)	G piir kehtiv	Erinevus G klassist	G piiri ettepanek	Märkus
Kontorihoone	262 (F)	320	✓ varu –58	320	✓ jääb
Majutushoone	330 (F)	350	✓ varu –20	350	✓ jääb
Avalik hoone	296 (F)	310	✓ varu –14	310	✓ jääb
Laohoone	248 (G)	210	X ületab +38	230	↑ G
Haridushoone	337 (G)	290	X ületab +47	290	✓ jääb
Ärihoone	372 (G)	320	X ületab +52	340	↑ G
Kaubandus- hoone	380 (G)	320	X ületab +60	340	↑ G
Lasteaed	381 (G)	290	X ületab +91	290	✓ jääb
Ravihoone	424 (G)	330	X ületab +94	380	↑ G

16% ja 26% halvima tõhususega hoonete klassifitseerimine

Kuigi KEK märgiste olemasolu ja klasside jaotus sõltub hoonetüübist ning sisaldab suurt määramatust, näitab kogu mitteeluhoonete valim 16% ja 10% lähedast jaotust G ja F klassidesse. Vastavalt märgiste koguarvule langeb 14% hoonetest G klassi ja 11% hoonetest F klassi. Kuna puuduva energiamärgisega hoonete energiatõhusus on tõenäoliselt halvem kui olemasoleva märgisega hoonetel on tegelikkuses G ja F klassi langevate hoonete arv mõnevõrra suurem, mis tähendab, et direktiivi nõuded on täidetud. Nii võib pidada 2025 aastal jõustunud energiamärgise skaala korrigeerimist vastavalt direktiivi põhimõtetele klasside jaotusest ja kuluoptimaalsuse arvutuste tulemustele üldiselt edukaks. Seega lubab kehtiv energiamärgise skaala koos välja pakutud G klassi piiri väikese nihutamisega osades hoonetüüpides klassifitseerida hooned piisava täpsusega direktiivi poolt nõutud 16% (G klass) ja 26% (G ja F klass kokku) halvima tõhususega hooneteks ning rakendada energiatõhususe miinimumstandardite piirmäärasid G ja F energiamärgise klassidega. Energiatõhususe miinimumstandardite kehtestamisel on soovitatav esimese sammuna viia sisse kehtiva energiamärgise nõue. Sellisel juhul energiamärgiste tekkimisel näiteks 2028 aasta lõpuks oleks võimalik veenduda, et välja pakutud, olemasolevate märgiste põhjal suure määramatusega, kuid energiasimulatsioonidega kontrollitud piirmäärad on korrektsed.

Energiatõhususe meetmeid ja tasuvusanalüüs hoonete F ja G klassist välja viimiseks

Halvima tõhususega hoonete tehniliste auditite põhjal analüüsiti energiatõhususe meetmete maksumust ning nendega saavutatavat energiasäästu. Hea tasuvusega tehnosüsteemide täiustamise, renoveerimise ja paigaldamise meetmeid rakendati F ja G

klassi hoonete hinnangulisele netopinnale et hinnata vajalikkude investeeringut, tasuvusaega ja kokkuhoidu. Tulemuste järgi enamuse Eesti hoonetest on võimalik F ja G klassist välja viia ilma suuri investeeringuid tegemata. Kuna kõikide hoonetüüpide puhul on tegemist majanduslikult tasuvate investeeringutega pole erandite kehtestamisele vajadust. Keskmine eriinvesteering on 56 €/m² kohta, mis on välispiirete renoveerimisest ca 10 korda madalam ning terviklikust renoveerimisest koos sisetöödega 20 korda madalam. Meetmete rakendamisel jõutakse vähemalt E klassi, osadel juhtudel ka D klassi. Tehnosüsteemide meetmete investeeringute tasuvusajaks kujunes 5,8 aastat, mis on väga madal ja peaks olema motiveeriv hoone omanikule arvestades kaasnevaid positiivseid mõjusid sisekliimale ja kinnisvara väärtusele. 26% mitteeluhoonete hoonefondi väljaviimine F ja G klassist maksaks järgneva 7,5 aasta jooksul kokku ca 290 miljonit eurot. See investeering tooks iga aastase kokkuhoiu ligikaudu 50 miljonit eurot aastas.

Uuringu tulemuste järgi on suurim probleem KEK märgiste puudumine, mis kuvaksid hoone sisekliima tagamiseks kasutatud energiat. Esiteks on märgiseid ainult vähestel hoonetel ning teiseks sisaldavad märgised suures koguses energiaarvutuses mitte arvesse võetavat energiat, mille tõttu pole võimalik võrrelda sarnaseid hooneid. Seega võiks olla MEPS nõuete rakendamise suurim mõju hoone sisekliima tagamise energiakasutust kirjeldavate energiamärgiste koostamisel kõikidele mitteeluhoonetele. Võrdluskõlbulike energiamärgiste turule tulek võiks lisada hoone omanike motivatsiooni teostada hea tasuvusega energiatõhususe meetmeid.

Renoveerimise mahud ja trajektoor 2033 ja 2050 eesmärkide saavutamiseks

2020. aasta seisuga on Eestis sisekliima tagamisega mitteeluhoonete netopindala ligikaudu 20 miljonit m². Selleks, et saavutada halvima tõhususega 26% mitteeluhoonete (~5,2 miljonit m²) välja viimine G- ja F-klassist aastaks 2033 on vajalik renoveerida keskmiselt 400 000 m² kõige madalama energiatõhususega hooneid aastas perioodil 2020–2033. See tempo tagab ka 2030 16% eesmärgi täitmise. Arvestades tänast mitteeluhoonete renoveerimise mahtu ligikaudu 900 000 m² aastas, eeldati analüüsis, et pool sellest, st 450 000 m² tehakse koos energiasäästumeetmetega, millega saavutatakse keskmiselt 30% energiasääst. See eeldus tugineb asjaolule, et EPBD ei nõua mitteeluhoonetele olulist rekonstrueerimist, vaid lähtub kulutõhusast energiatõhususe parandamisest, mis mitteeluhoonete kontekstis tähendab eelkõige tehnosüsteemide täiustamist.

Stsenaariumiarvutuste kohaselt saavutab Eesti mitteeluhoonete fond 2033. aasta renoveerimismahuga jätkates aastaks 2050 primaarenergia erikasutuse taseme 255 kWh/(m²·a), mis tähendab 42% vähenemist võrreldes 2020. aasta lähteväärtusega 440 kWh/(m²·a). Selle tempoga renoveerides kõik hooned aastaks 2050 D klassi ei jõua. Mitteeluhoonefondi netopindala kasvab ligi 25 miljoni m²-ni ning oluline osa kokkuhoiust tuleb elektri primaarenergia teguri langusest (1,9→1,4) ja soojusenergia tarbimise vähenemisest.

Kokkuvõtteks võib renoveerimise eesmärgiks 2050. aastaks pidada 2033. aasta renoveerimismahu jätkumisega saavutatavat 255 kWh/(m²·a) (vähenemine –42%), mis on realistlik ja kulutõhus eesmärk. Ambitsioonikama stsenaariumi korral, kus kõik hooned jõuavad D-klassi, saavutatakse 230 kWh/(m²·a) (–48%), kuid see nõuaks senisest märkimisväärselt suuremat renoveerimisintensiivsust ja täiendavaid meetmeid.

1. UURINGU TAUST JA EESMÄRK

Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi (EL) 2024/1275 hoonete energiatõhususe kohta (edaspidi EPBD) kohaselt kehtestavad riigid mitteeluhoonete energiatõhususe miinimumstandardid, millega tagatakse, et mitteeluhooned ei ületa kindlaksmääratud energiatõhususe maksimaalseid piirmäärasid aastateks 2030 ja 2033, lisaks tuleb riikidel kavandada järkjärguline üleminek rangematele nõuetele aastaks 2050. Energiatõhususe miinimumstandardid on reeglid, millega nõutakse olemasolevatelt hoonetelt energiatõhususe nõude täitmist hoonefondi ulatusliku rekonstrueerimise kava osana. Osana riiklikust hoonete renoveerimiskavast tuleb koostada ajakavad, mille jooksul peavad mitteeluhooned 2040. ja 2050. aastaks vastama madalamatele energiatõhususe maksimaalsetele piirmääradele vastavalt kavale, mille abil muuta riiklik hoonefond heitevabaks.

EPBD kohaselt tuleb riikidel kehtestada kaks maksimaalse energiatõhususe piirmäära: 16% piirmäär (ehk lävend, mille puhul 16% riigi mitteeluhoonefondist ületab kõnealust piirmäära) ning 26 % piirmäär (ehk lävend, mille puhul 26% riigi mitteeluhoonetest ületab seda piirmäära). Energiatõhususe maksimaalseid piirmäärasid võib kehtestada riigi mitteeluhoonefondi kui terviku või hoonetüüpide või -kategooriate kaupa. Riigid võivad kehtestada piirmäärad konkreetsele energiatõhususe klassile vastaval tasemel, tingimusel, et see vastab piirmäärade tasemele.

Energiatõhususe miinimumstandarditega tagatakse, et mitteeluhooned jäävad vähemalt alla järgmiseid piirmäärasid:

a) 16% piirmäär alates 2030. aastast; ning

b) 26% piirmäär alates 2033. aastast.

Üksikute hoonete vastavust nendele piirmääradele kontrollitakse energiamärgise alusel või asjakohasel juhul muul kättesaadaval viisil.

Mitteeluhoonete energiatõhususe maksimaalsed piirmäärad võib kehtestada konkreetsele energiatõhususe klassile vastaval tasemel, tingimusel, et see vastab direktiivis sätestatud piirmäärade tasemele. Kõnealused energiatõhususe maksimaalsed piirmäärad põhinevad kas primaar- või lõppenergiatarbimist väljendaval arvulisel näitajal ühikutes kWh/(m²·a) ning need piirmäärad kehtestatakse riigi mitteeluhoonefondi alusel 1. jaanuari 2020. aasta seisuga, tuginedes kättesaadavale teabele ja asjakohasel juhul statistilisele valimile. Sealjuures tuleb baasstsenaariumist välja jätta mitteeluhooned, mille osas kehtestatakse erand vastavalt artikli 9 lõikele 6.

Kuivõrd Eestis ei ole energiatõhususe maksimaalseid piirmäärasid varasemalt rakendatud ja puudub vajalik ülevaade mitteeluhoonefondi energiatõhususe seisust ning piisav andmestik olemasolevate mitteeluhoonete energiakasutuse kohta, on energiatõhususe maksimaalsete piirmäärade määramine väga keerukas. Hea ülevaate hoone energiatõhususe kohta annab hoone energiamärgis, kuid paraku on kehtiv energiamärgis üksnes väga väiksel osal olemasolevatest mitteeluhoonetest, mistõttu tuleb välja töötada

metoodika, mis võimaldaks määrata mitteeluhoonefondi energiatõhusust ning vastavalt sellele töötada välja asjakohased energiatõhususe maksimaalsed piirmäärad.

Energiatõhususe maksimaalsete piirmäärade kehtestamine eeldab kehvema tõhususega mitteeluhoonete omanikelt investeeringuid hoone energiatõhususe tõstmiseks, mistõttu tuleb piirmäärade kehtestamisel lähtuda põhimõttest, et need oleksid tehniliselt teostatavad ja majanduslikult mõistlikud, vältides liigset finantskoormust hoone omanikele.

EPBD kohaselt on võimalik teatud hooneliikide suhtes rakendada erandeid, sealjuures tuleb piirmäärade kehtestamise baasstsenaariumist välja jätta need mitteeluhooned, mille suhtes erand kehtestatakse. Erandite kehtestamisele tuleks välja töötada selged ja ranged kriteeriumid, mille alusel oleks võimalik teatud mitteeluhooned energiatõhususe miinimumstandarditest vabastada, arvestades mitteeluhooone eeldatavat kasutust, hoone renoveerimise tasuvust ja renoveerimistööde tehnilist teostatavust. Erandite kehtestamisel tuleks tagada mitteeluhoonete võrdne kohtlemine ning vältida erandite liigset kohaldamist. Lisaks artikli 9 lõikele 6 on direktiivi kohaselt võimalik kehtestada ja avaldada üksikute mitteeluhoonete vabastamiseks erandeid, arvestades nimetatud hoonete eeldatavat tulevast kasutust, tõsiseid raskusi või ebasoodsat tasuvusanalüüsi.

Uuringu eesmärk on luua ühtne alus mitteeluhoonete energiatõhususe hindamiseks ja arendamiseks Eestis. Selleks määratletakse hooneliikide kaupa energiatõhususe maksimaalsed piirmäärad ning hinnatakse võimalike erandite vajadust. Uuringu detailsed eesmärgid on:

- töötada välja metoodika olemasolevate mitteeluhoonete energiakasutuse hindamiseks kasutamise otstarvete kaupa;
- määrata mitteeluhoonete energiatõhususe maksimaalsed piirmäärad hooneliikide kaupa (vastavalt mitteeluhoonete kasutamise otstarvetele nagu sätestatud EIM määruses nr 63);
- hinnata olemasolevates hoonetes vajalike renoveerimistööde maksumust ja tasuvust saavutamaks erinevat liiki kõige kehvema energiatõhususega mitteeluhoonete puhul energiatõhususe maksimaalsete piirmääradeni jõudmiseks tehtavate renoveerimistööde mõju ja tasuvust;
- määrata energia lõpptarbimise ja primaarenergia tarbimise eesmärgid aastatel 2030, 2040 ja 2050 lähtudes 16% piirmäärale alates 2030. aastast ja 26% piirmäärale alates 2033. aastast vastavast renoveerimismahust.

2. METOODIKA

Hoonete valim vastab määruises „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded¹” määratletud mitteeluhoonetele, millele on kehtestatud energiatõhususe miinimumnõuded.

Tabel 1. Mitteeluhoonete tüübid ja kasutusotstarbe koodid

Hoone tüüp	Kasutusotstarbe koodid
Kontorihooned	12201 Büroohoone 12623 Raamatukogu 12635 Teadus- ja metoodikaasutuse hoone 12639 Muu haridus- või teadushoone
Majutushooned	12111 Hotell, hotell, külalistemaja 12121 Puhkeküla või puhkelaagri majutushoone 12123 Hostel 12129 Muu lühiajalise majutuse hoone 11311 Päevakeskus 11312 Tugikodu 11313 Varjupaik 11314 Lastekodu 11315 Noortekodu 11316 Üldhooldekodu 11317 Koolkodu 11318 Sotsiaalse rehabilitatsiooni keskus 11319 Erihooldekodu
Ärihooned	12131 Restoran 12132 Kohvik, baar või söökla 12139 Muu toitlustushoone 12331 Ilu- ja isikuteenuste hoone 12332 Sõidukite teeninduse hoone 12339 Muu teenindushoone
Avalikud hooned	12611 Teater, kino, kontserdi- ja universaalsaalide hoone 12615 Klubi, rahvamaja 12616 Tantsusaal, diskoteek, ööklubi 12617 Kasiino 12619 Muu meelelahutushoone 12651 Spordihall, võimla 12656 Lasketiiru hoone 12659 Muu spordihoone 12621 Muuseum, kunstigalerii 12624 Arhiiv
Kaubandushooned ja terminalid	12311 Kaubandushoone 12314 Kiosk 12317 Oksjoni-, turu- või näitusehall 12319 Muu kaubandushoone 12411 Lennujaama hoone 12413 Raudteejaama hoone

¹ Ettevõtlus- ja infotehnoloogiainistri määrus „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded¹” RT I, 13.12.2018, 14
<https://www.riigiteataja.ee/akt/113122018014?leiaKehtiv>

		12415 Bussijaama hoone 12416 Sadama hoone 12419 Muu terminalihoone
Haridushooned		12632 Põhikooli või gümnaasiumi õppehoone 12633 Kutseõppeasutuse õppehoone 12634 Ülikooli, rakenduskõrgkooli õppehoone
Lastehoiu- ja lasteaiahooned		12631 Lastehoiu, lasteaia, lasteaed-algkooli õppehoone
Ravihooned		12644 Ambulatoorse arstiabi osutamise hoone 12645 Sanatoorium, spaa 12646 Veterinaarkliinik 12649 Muu tervishoiuhoone
Laohooned		Laohooned ei ole hoonete energiatõhususe direktiivi ² fookuses.
Tööstushooned		Tööstushooned ei ole hoonete energiatõhususe direktiivi fookuses.
Suure energiatarbega hooned		Tööstushooned, ujulad, jäähallid jms ei ole hoonete energiatõhususe direktiivi fookuses.
Korterelamu soe parkimismaja		Parkimismajad ei ole hoonete energiatõhususe direktiivi fookuses.

Hoonete andmed (hoonete arv, netopindala, esmase kasutuselevõtu aasta) ja kaalutud energiaerikasutuse (KEK) energiamärgiste andmed põhined Ehitisregistri avaandmetel³.

Tabel 2. Mitteeluhoonete arv ja netopindala.

			Hoonete arv	Netopind, m²
KOKKU			23 098	19 984 352
Kontorihooned			3748	5 418 093
	12201	Büroohoone	3255	4 857 553
	12623	Raamatukogu	112	114 236
	12635	Teadus- ja metoodikaasutuse hoone	36	124 318
	12639	Muu haridus- või teadushoone	345	321 986
Majutushooned			2624	1 401 315
	12111	Hotell, motell, külalistemaja	965	987 481
	12121	Puhkeküla või puhkelaagri majutushoone	532	61 001
	12123	Hostel	66	64 084
	12129	Muu lühiajalise majutuse hoone	1061	288 749
Ärihooned			2640	1 368 168
	12131	Restoran	133	93 317
	12132	Kohvik, baar või söökla	492	223 690
	12139	Muu toitlustushoone	304	86 309
	12331	Ilu- ja isikuteenuste hoone	323	66 572

² EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV (EL) 2024/1275, 24. aprill 2024, hoonete energiatõhususe kohta https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401275

³ Ehitisregister <https://livekluster.ehr.ee/ui/ehr/v1/>

	12332	Sõidukite teeninduse hoone	547	500 945
	12339	Muu teenindushoone	841	397 335
Avalikud hooned			1848	2 025 249
	12611	Teater, kino, kontserdi- ja universaalsaalide hoone	68	237 143
	12615	Klubi, rahvamaja	669	446 575
	12616	Tantsusaal, diskoteek, ööklubi	6	5 423
	12617	Kasiino	3	3 415
	12619	Muu meelelahutushoone	288	149 388
	12651	Spordihall, võimla	194	418 684
	12656	Lasketiiru hoone	32	23 789
	12659	Muu spordihoone	302	402 735
	12621	Muuseum, kunstigalerii	266	240 598
	12624	Arhiiv	20	97 499
Kaubandushooned ja terminalid			10 429	5 636 665
	12311	Kaubandushoone	815	1 281 895
	12314	Kiosk	183	4 279
	12317	Oksjoni-, turu- või näitusehall	55	37 631
	12319	Muu kaubandushoone	1673	2 235 036
	12411	Lennujaama hoone	8	43 650
	12413	Raudteejaama hoone	11	7 443
	12415	Bussijaama hoone	62	6 337
	12416	Sadamahoone	69	40 790
	12419	Muu terminalihoone	7553	1 979 604
Haridushooned			830	2 648 964
	12632	Põhikooli või gümnaasiumi õppehoone	664	1 933 450
	12633	Kutseõppeasutuse õppehoone	103	324 362
	12634	Ülikooli, rakenduskõrgkooli õppehoone	63	391 152
Lastehoiu- ja lasteaiahooned			670	928 555
	12631	Lastehoiu, lasteaia, lasteaed-alkooli õppehoone	670	928 555
Ravihooned			309	557 343
	12644	Ambulatoorse arstiabi osutamise hoone	165	243 798
	12645	Sanatoorium, spaa	26	203 819
	12646	Veterinaarkliinik	30	15 890
	12649	Muu tervishoiuhoone	88	93 836

Varasemalt väljastatud energiamärgise klass H märgised on analüüsis arvestatud G klassi hulka.

3. MITTEELUHOONETE KEK ENERGIAMÄRGISED

Ehitisregistri andmetel on esmase kasutuselevõtu aastaga kuni 2020 ja esmase kasutuselevõtu aeg märkimata mitteeluhooneid kokku 23 098, kogupindalaga ~20 miljonit ruutmeetrit. KEK energiamärgiseid on väljastatud mitteeluhoonetele, mille esmane kasutuselevõtu aasta on kuni 2020, kokku 3327 hoonele (14% mitteeluhoonetest) köetava pindalaga 7 miljonit ruutmeetrit (35% mitteeluhoonete pindalast).

Tabel 3. Mitteeluhoonete arv, pindala ja väljastatud KEK energiamärgised

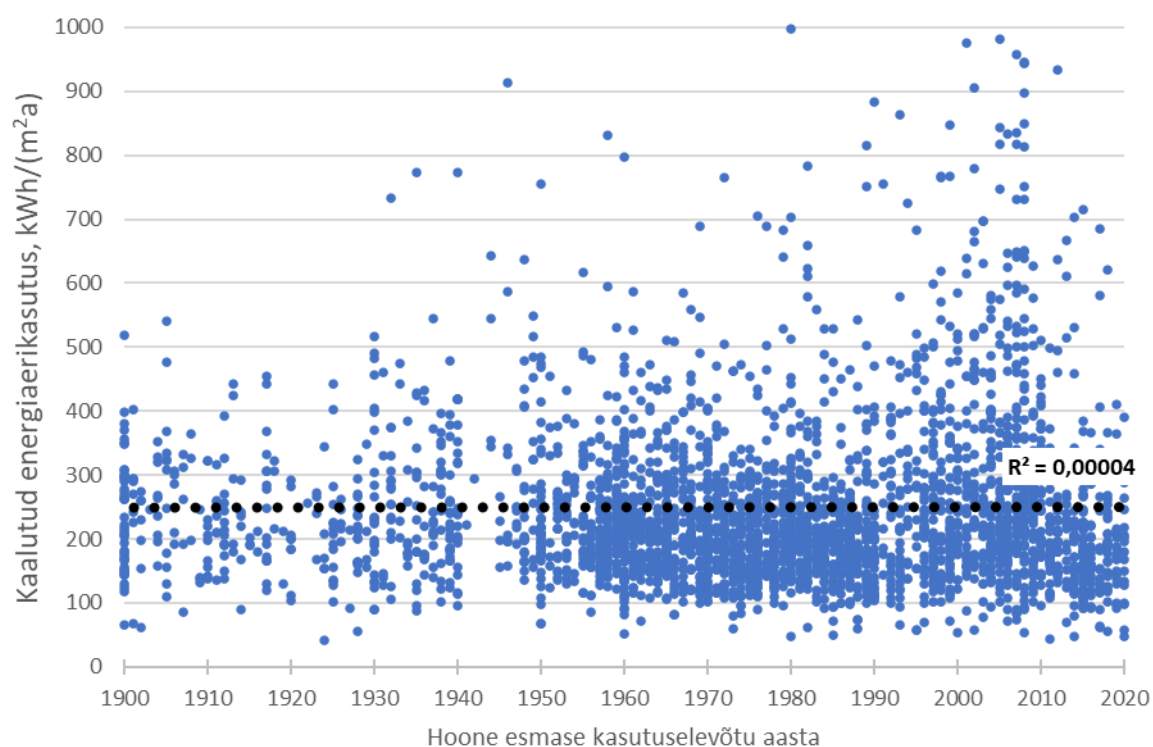
Hoone tüüp	Hoonete arv	Suletud netopind, m ²	KEK märgiste arv	KEK märgiste köetav pind, m ²	Märgistega hoonete osakaal, %	Märgistega hoonete pindala osakaal, %
Kontorihooned	3748	5 418 093	801	1 387 663	21%	26%
Majutushooned	2624	1 401 315	272	538 084	10%	38%
Ärihooned	2640	1 368 168	97	92 709	4%	7%
Avalikud hooned	1848	2 025 249	619	905 724	33%	45%
Kaubandushooned ja terminalid	10 429	5 636 665	183	1 090 796	2%	19%
Haridushooned	830	2 648 964	636	2 044 762	77%	77%
Lastehoiu- ja lasteaiahooned	670	928 555	664	810 830	99%	87%
Ravihooned	309	557 343	55	100 129	18%	18%
	23 098	19 984 352	3 327	6 970 696	14%	35%

KEK energiamärgiste olemasolu osas eristuvad peamiselt avalikule sektorile kuuluvad hoonetüübid (koolid ja lasteaia). Koolihoonetest on KEK energiamärgised 77% ja lasteaedadest 99% hoonetest. Suures osas erasektorile kuuluvatest hoonetüüpidest (majutus-, äri-, kaubandus ja laohooned) on KEK energiamärgised alla 10% hoonetest.

Tabel 4. Mitteeluhoonete KEK energiamärgiste jaotus märgise klassidesse.

Hoone tüüp	Klass A	Klass B	Klass C	Klass D	Klass E	Klass F	Klass G	Kokku
Kontorihooned	21	48	76	184	177	115	180	801
Majutushooned	22	24	31	34	49	40	72	272
Ärihooned	10	6	23	17	12	9	20	97
Avalikud hooned	66	84	171	140	80	33	45	619
Kaubandushooned ja terminalid	18	15	40	14	8	18	70	183
Haridushooned	16	45	149	191	116	72	47	636
Lastehoiu- ja lasteaiahooned	6	31	150	241	153	63	20	664
Ravihooned	10	3	7	11	8	6	10	55
	169	256	647	832	603	356	464	3327

Mitteeluhoonete esmase kasutuselevõtu aasta ja kaalutud energiaerikasutuse analüüs näitas, et üldist seost hoonete vanuse ja energiakasutuse vahel ei esine (korrelatsioonikordaja ruut $R^2=0,00004$). Hoone vanuse ja energiakasutuse vahelise seose puudumise põhjuseks on tõenäoliselt asjaolud, et vanemates hoonetes ei ole sageli sisekliima tagamise süsteeme (mehaaniline ventilatsioon, jahutus jms) ja üldiselt peaarvestite näitude alusel tehtavas KEK energiamärgises kajastub ka energiakasutus, mis ei ole otsest seotud hoone sisekliima tagamisega (kaupluste külmletid, restoranide kuumköögid, kontorihoonete serveripargid jms).



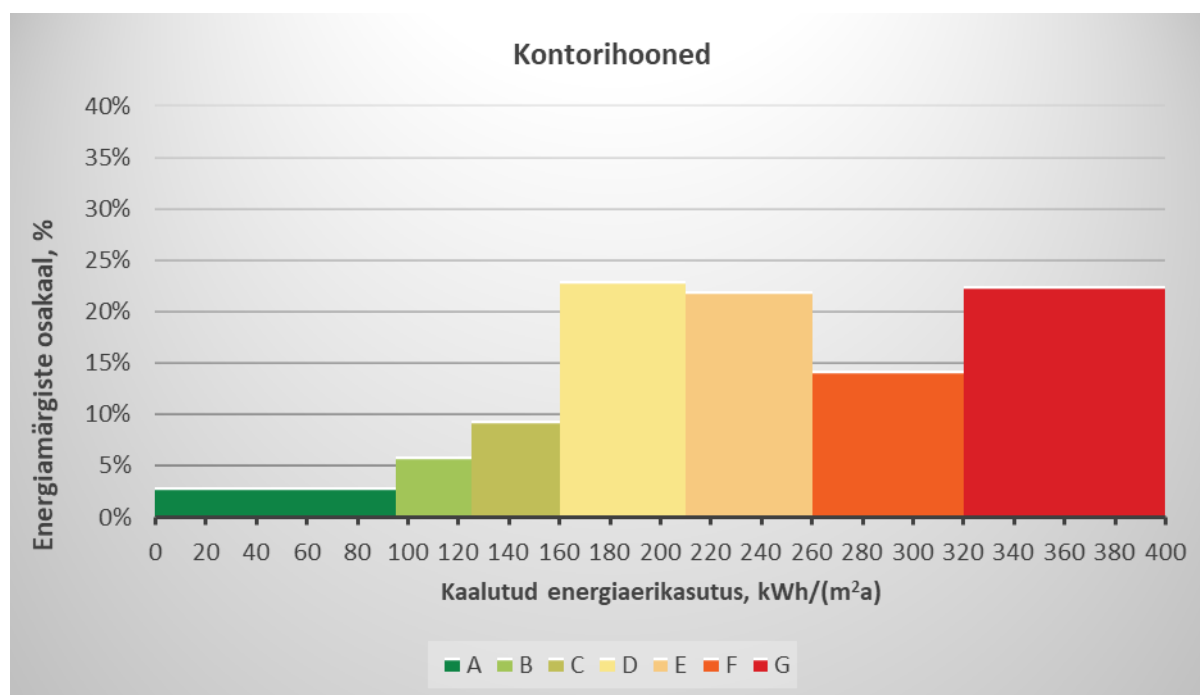
Joonis 1. Mitteeluhoonete ehitusaasta ja KEK energiamärgise väärtuse vaheline seos

3.1. KONTORIHOOINED

Kontorihoonete energiamärgiste jaotus klassidesse on suhteliselt ühtlane. G klassi märgisega on hoonete arvu alusel 22% ja pindala alusel 21% KEK energiamärgisega kontorihoonetest.

Tabel 5. Kontorihoonete KEK energiamärgised

Energiamärgise klass	KEK märgiste arv		Kõetav pind, m ²	
A	21	3%	63 908	5%
B	48	6%	171 864	12%
C	76	9%	189 303	14%
D	184	23%	249 520	18%
E	177	22%	273 019	20%
F	115	14%	144 494	10%
G	180	22%	295 554	21%
	801		1 387 663	



Joonis 2. Kontorihoonete KEK energiamärgiste jaotus

Kontorihoonete KEK energiamärgiste jaotus hoone ehitusaasta alusel korrelatsiooni ehitusaasta ja hoone energiakasutuse vahel ei näita.

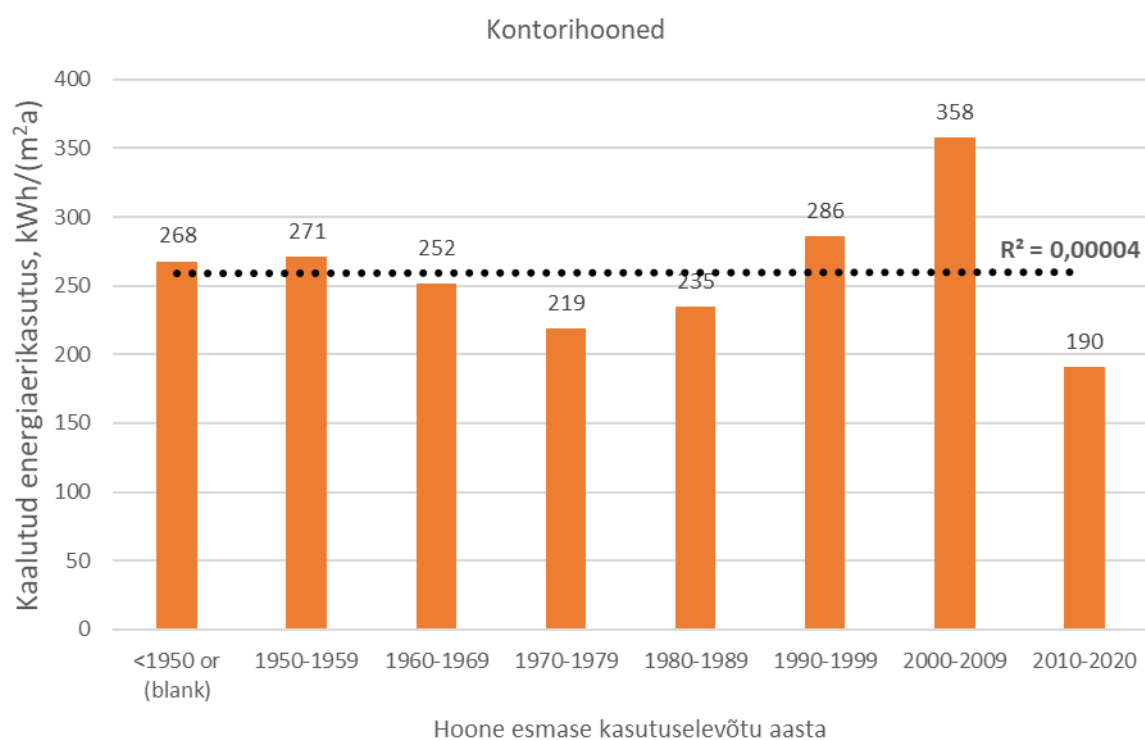
Suurima keskmise energiakasutusega on majandustõusu aastatel 2000-2009 ja enne hoonete energiatõhususe miinimumnõuete kehtestamist ehitatud kontorihooned. Peale hoonete energiatõhususe miinimumnõuete kehtestamist ehitatud kontorihoonete

keskmine energiakasutus on kolm energiamärgise klassi madalam (47%), kui eelneva kümnendi keskmine.

Kontorihoonete vanuse ja energiakasutuse analüüsi valimis on KEK energiamärgised, mille puhul on hoone esmase kasutuselevõtu aasta märgisel toodud (686 KEK märgist).

Tabel 6. Kontorihoonete KEK energiamärgised ehitusaasta alusel

Ehitusaasta	KEK märgiste arv	Keskmine KEK väärtus	Energiamärgise klass
<1950	161	268	F
1950-1959	75	271	F
1960-1969	67	252	E
1970-1979	95	219	E
1980-1989	54	235	E
1990-1999	77	286	F
2000-2009	90	358	G
2010-2020	67	190	D
KOKKU	686	263	



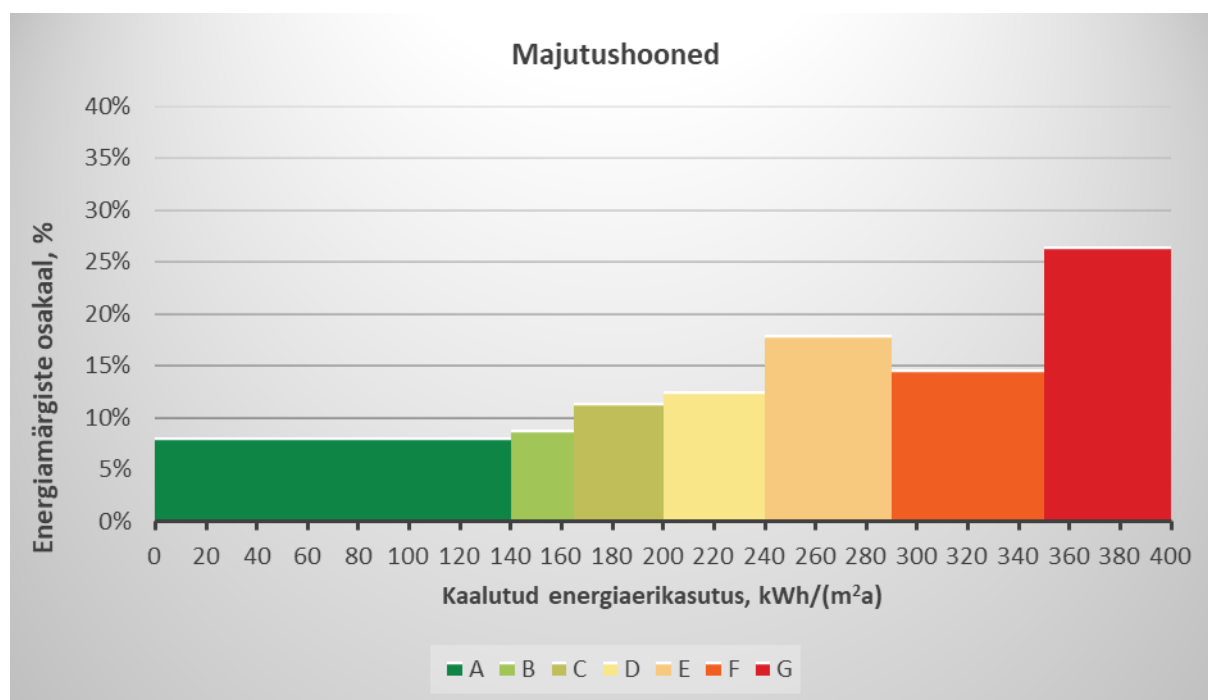
Joonis 3. Kontorihoonete ehitusaasta ja KEK energiamärgise väärtuse vaheline seos

3.2. MAJUTUSHOONED

Majutushoonete energiamärgiste jaotus klassidesse näitab, et 59% väljastatud KEK energiamärgistest on kolmes viimases klassis. G klassi märgisega on hoonete arvu alusel 26% ja pindala alusel 11% majutushoonetest.

Tabel 7. Majutushoonete KEK energiamärgised

Energiamärgise klass	Märgiste arv		Kõetav pind, m ²	
A	22	8%	103 847	19%
B	24	9%	99 502	18%
C	31	11%	52 811	10%
D	34	13%	69 844	13%
E	49	18%	119 833	22%
F	40	15%	32 470	6%
G	72	26%	59 777	11%
	272		538 084	



Joonis 4. Majutushoonete KEK energiamärgiste jaotus

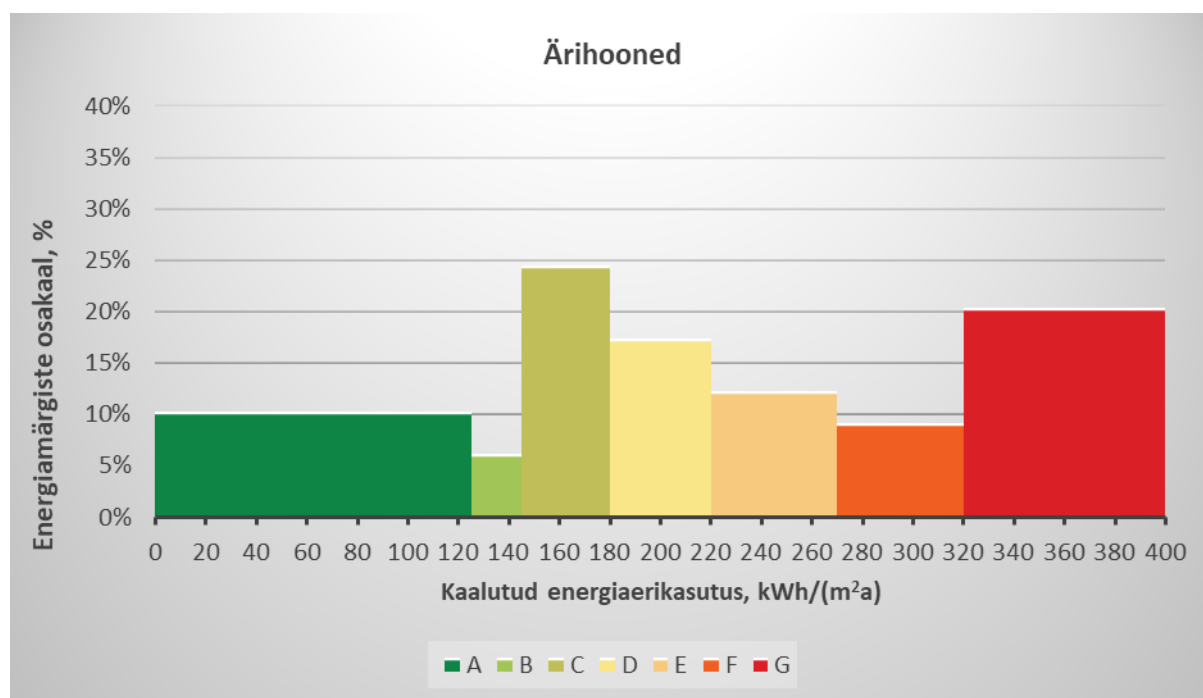
Majutushoonete ehitusaasta ja energiakasutuse vahelist analüüsi ei teostatud kuna KEK energiamärgisega majutushoonete valim on selleks liiga väike.

3.3. ÄRIHOONED

Ärihoonete energiamärgiste jaotus klassidesse näitab, et kõige rohkem ärihoonete KEK energiamärgiseid on C klassis. G klassi märgisega on hoonete arvu alusel 20% ja pindala alusel 22% ärihoonetest.

Tabel 8. Ärihoonete KEK energiamärgised

Energiamärgise klass	Märgiste arv		Kõetav pind, m ²	
A	10	10%	5 387	6%
B	6	6%	2 195	2%
C	23	24%	27 669	30%
D	17	17%	15 349	16%
E	12	12%	12 609	14%
F	9	9%	8 523	9%
G	20	20%	20 977	22%
	97		92 709	



Joonis 5. Ärihoonete KEK energiamärgiste jaotus

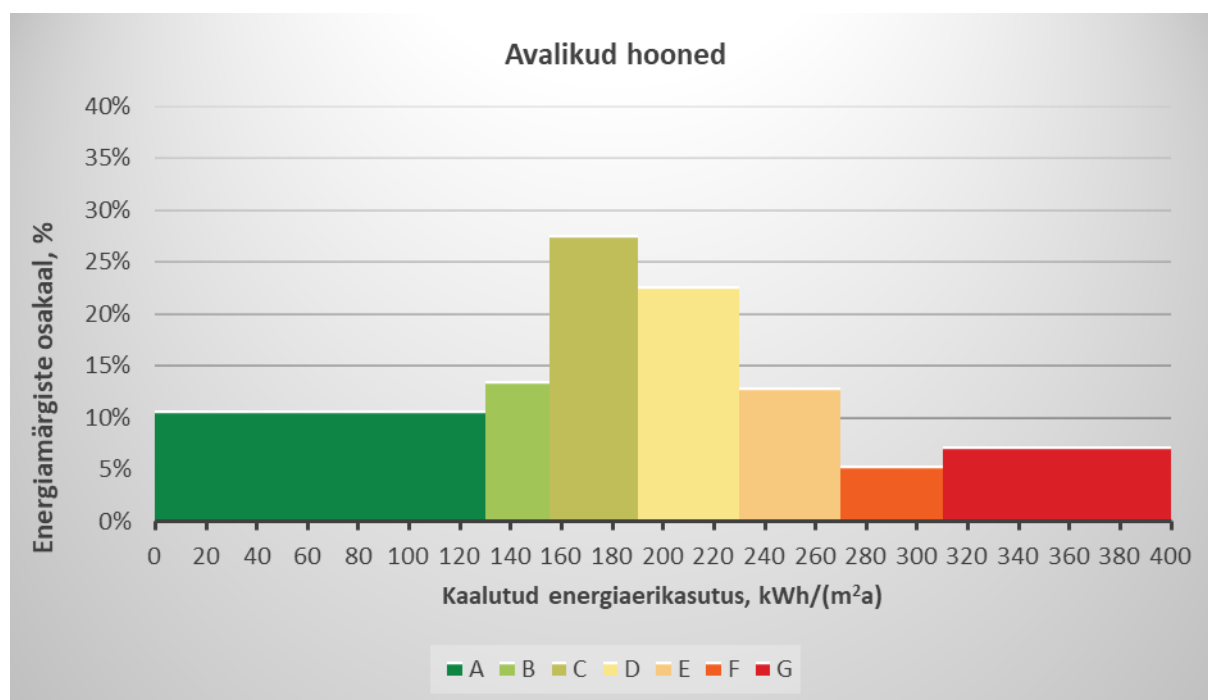
Ärihoonete ehitusaasta ja energiakasutuse vahelist analüüsi ei teostatud kuna KEK energiamärgisega ärihoonete valim on selleks liiga väike.

3.4. AVALIKUD HOONED

Avalike hoonete energiamärgiste jaotus klassidesse näitab, et 53% väljastatud KEK energiamärgistest on klass C või paremad. G klassi märgisega on hoonete arvu alusel 7% ja pindala alusel 10% KEK energiamärgisega avalikest hoonetest.

Tabel 9. Avalike hoonete KEK energiamärgised

Energiamärgise klass	Märgiste arv		Köetav pind, m ²	
A	66	11%	69 668	8%
B	84	14%	113 616	13%
C	171	28%	251 748	28%
D	140	23%	157 267	17%
E	80	13%	135 888	15%
F	33	5%	87 302	10%
G	45	7%	90 235	10%
	619		905 724	



Joonis 6. Avalike hoonete KEK energiamärgiste jaotus

Avalike hoonete KEK energiamärgiste jaotus hoone ehitusaasta alusel korrelatsiooni ehitusaasta ja hoone energiakasutuse vahel ei näita.

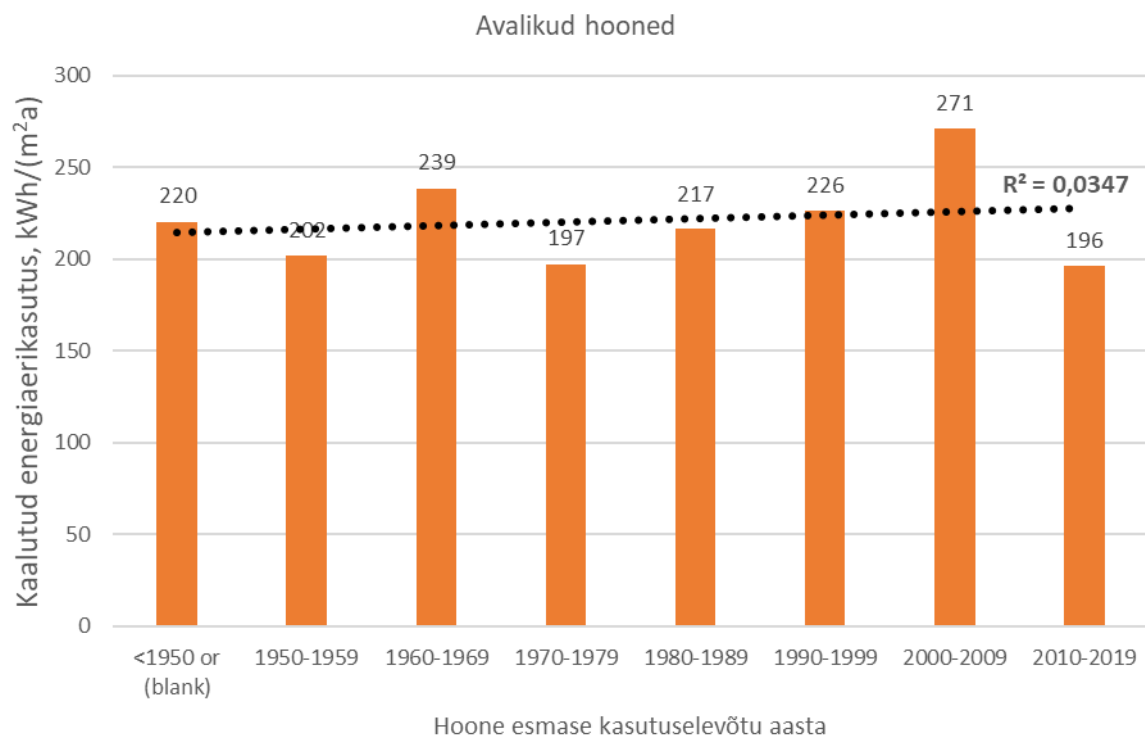
Nagu ka kontorihoonete puhul, on suurima keskmise energiakasutusega majandustõusu aastatel 2000-2009 ja enne hoonete energiatõhususe miinimumnõuete kehtestamist ehitatud avalikud hooned. Peale hoonete energiatõhususe miinimumnõuete kehtestamist

ehitatud avalike hoonete keskmine energiakasutus on kaks energiamärgise klassi madalam (28%), kui eelneva kümnendi keskmine.

Avalike hoonete vanuse ja energiakasutuse analüüsi valimis on KEK energiamärgised, mille puhul on hoone esmase kasutuselevõtu aasta märgisel toodud (552 KEK märgist).

Tabel 10. Avalike hoonete KEK energiamärgised ehitusaasta alusel

Ehitusaasta	KEK märgiste arv	Keskmine KEK väärtus	Energiamärgise klass
<1950	135	211	D
1950-1959	45	202	D
1960-1969	61	239	E
1970-1979	65	197	D
1980-1989	71	217	D
1990-1999	46	226	D
2000-2009	95	271	F
2010-2019	34	196	D
KOKKU	552	223	



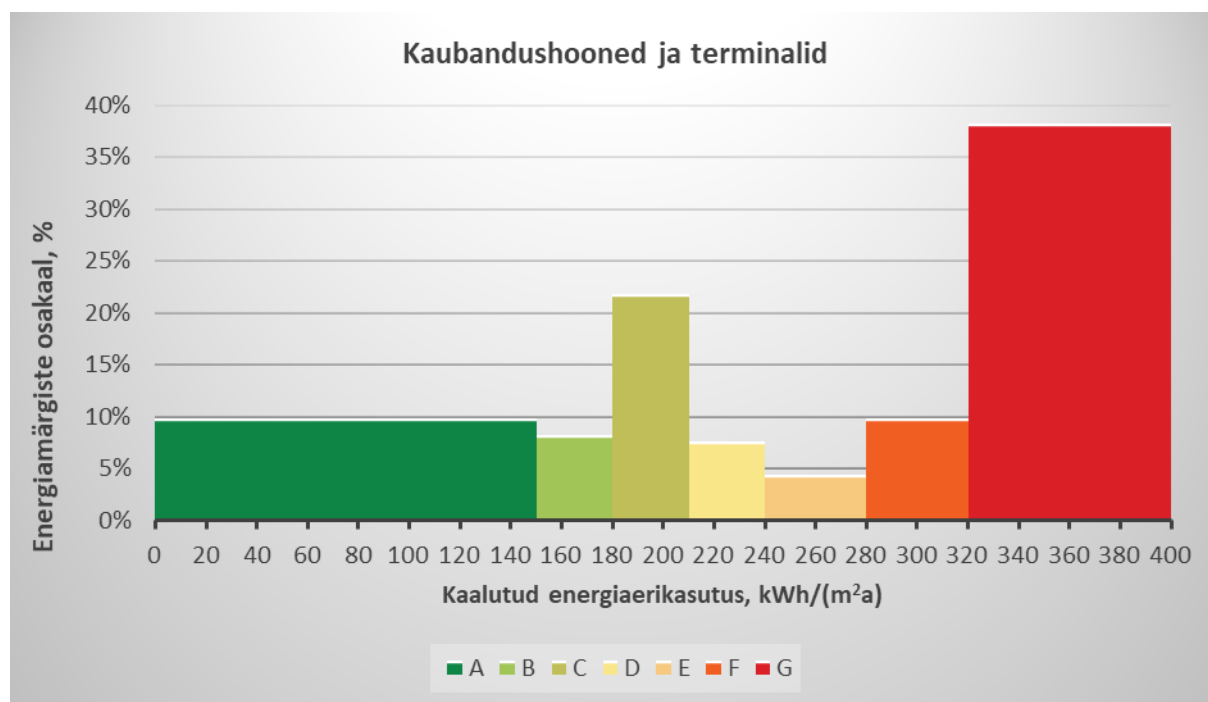
Joonis 7. Avalike hoonete ehitusaasta ja KEK energiamärgise väärtuse vaheline seos

3.5. KAUBANDUSHOONED JA TERMINALID

Kaubandushoonete energiamärgiste jaotus klassidesse näitab, et kõige rohkem KEK energiamärgiseid on G klassis. G klassi märgisega on hoonete arvu alusel 38% ja pindala alusel 54% kaubandushoonetest. Selle põhjuseks on tõenäoliselt kaubandushoonetes asuvad tehnoloogilised külmaseadmed, mille energiakasutus võib moodustada kuni 50% hoonetes kasutatavast energiast.

Tabel 11. Kaubandushoonete KEK energiamärgised

Energiamärgise klass	Märgiste arv		Kõetav pind, m ²	
A	18	10%	53 779	5%
B	15	8%	28 326	3%
C	40	22%	148 008	14%
D	14	8%	112 350	10%
E	8	4%	42 591	4%
F	18	10%	118 217	11%
G	70	38%	587 526	54%
	183		1 090 796	



Joonis 8. Kaubandushoonete KEK energiamärgiste jaotus

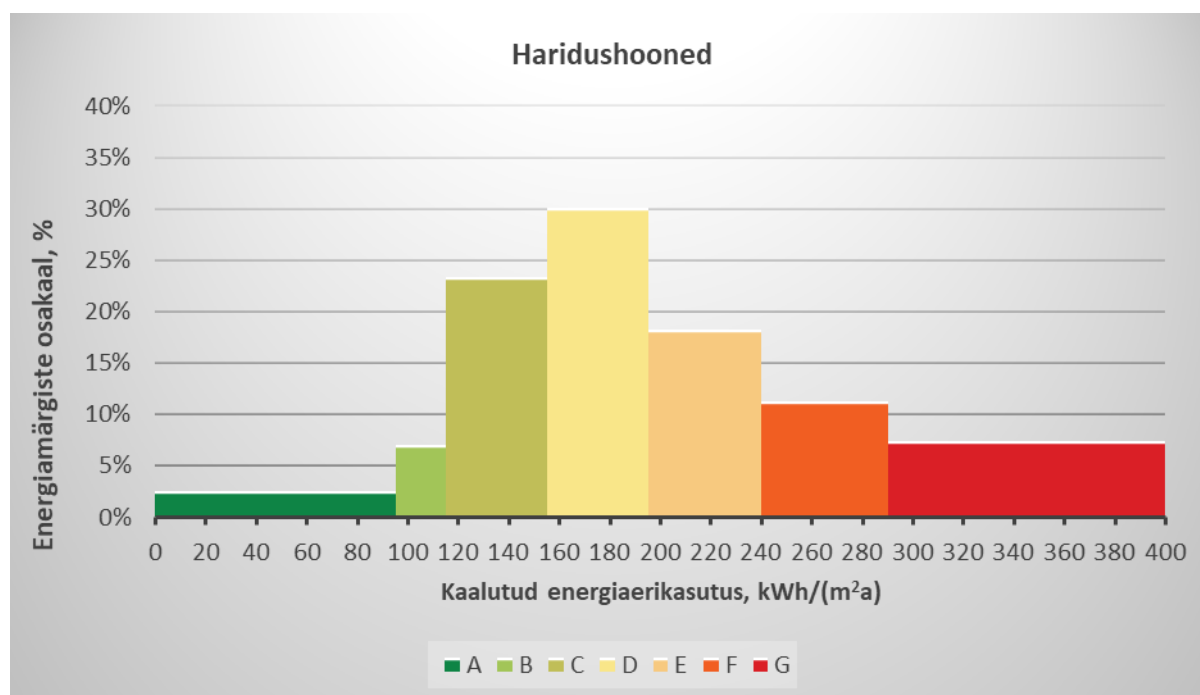
Kaubandushoonete ehitusaasta ja energiakasutuse vahelist analüüsi ei teostatud kuna KEK energiamärgisega kaubandushoonete valim on selleks liiga väike.

3.6. HARIDUSHOONED

Haridushoonete energiamärgiste jaotus klassidesse näitab, et peamiselt asuvad KEK energiamärgisega hooned klassides C, D ja E (71% märgistest). G klassi märgisega on hoonete arvu alusel 7% ja pindala alusel 4% KEK energiamärgisega haridushoonetest.

Tabel 12. Haridushoonete KEK energiamärgised

Energiamärgise klass	Märgiste arv		Kõetav pind, m ²	
A	16	3%	68 223	3%
B	45	7%	169 940	8%
C	149	23%	577 906	28%
D	191	30%	582 173	28%
E	116	18%	387 571	19%
F	72	11%	167 848	8%
G	47	7%	91 100	4%
	636		2 044 762	



Joonis 9. Haridushoonete KEK energiamärgiste jaotus

Haridushoonete KEK energiamärgiste jaotus hoone ehitusaasta alusel korrelatsiooni ehitusaasta ja hoone energiakasutuse vahel ei näita.

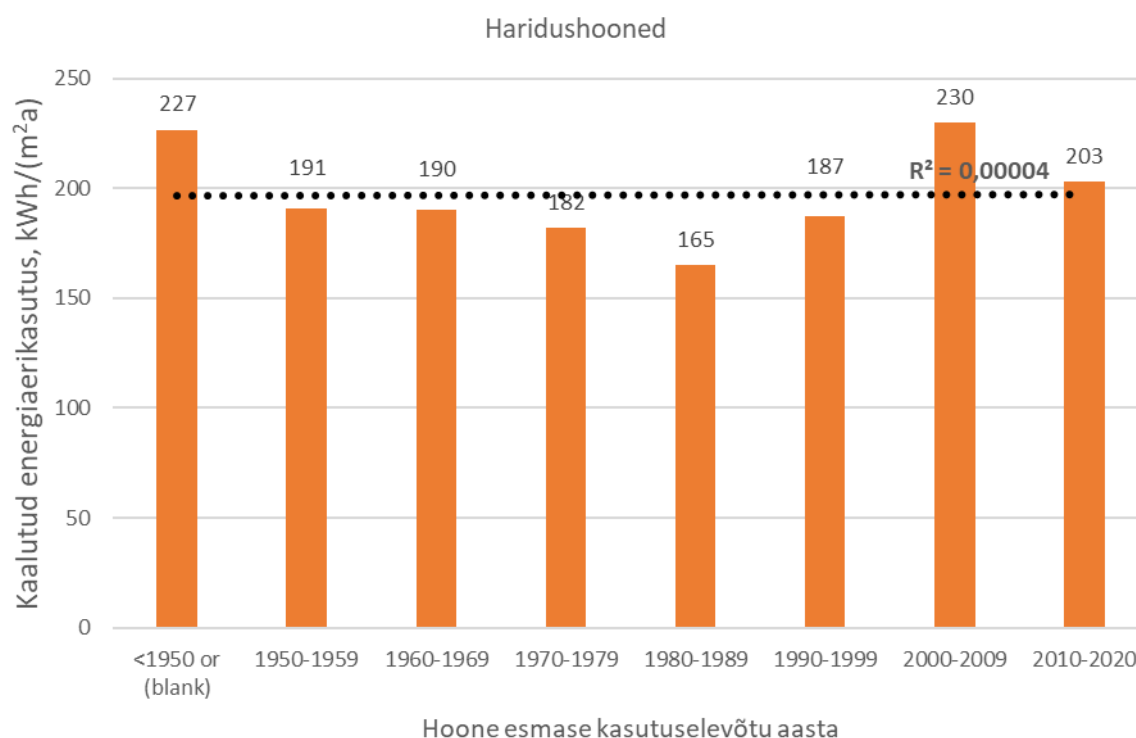
Suurima keskmise energiakasutusega on aastatel 2000-2009 ja ehitusaastaga enne 1950 ehitatud haridushooned. Haridushoonete puhul ei ole 2000-2009 ja alates 2010 ehitatud

hoonete keskmise energiakasutuse vahe nii suur, kui eelnevalt analüüsitud hoonetüüpide puhul.

Haridushoonete vanuse ja energiakasutuse analüüsi valimis on KEK energiamärgised, mille puhul on hoone esmase kasutuselevõtu aasta märgisel toodud (582 KEK märgist).

Tabel 13. Haridushoonete KEK energiamärgised ehitusaasta alusel

Ehitusaasta	KEK märgiste arv	Keskmine KEK väärtus	Energiamärgise klass
<1950	136	227	E
1950-1959	51	191	D
1960-1969	116	190	D
1970-1979	75	182	D
1980-1989	87	165	D
1990-1999	51	187	D
2000-2009	35	230	E
2010-2020	31	203	E
KOKKU	582	197	



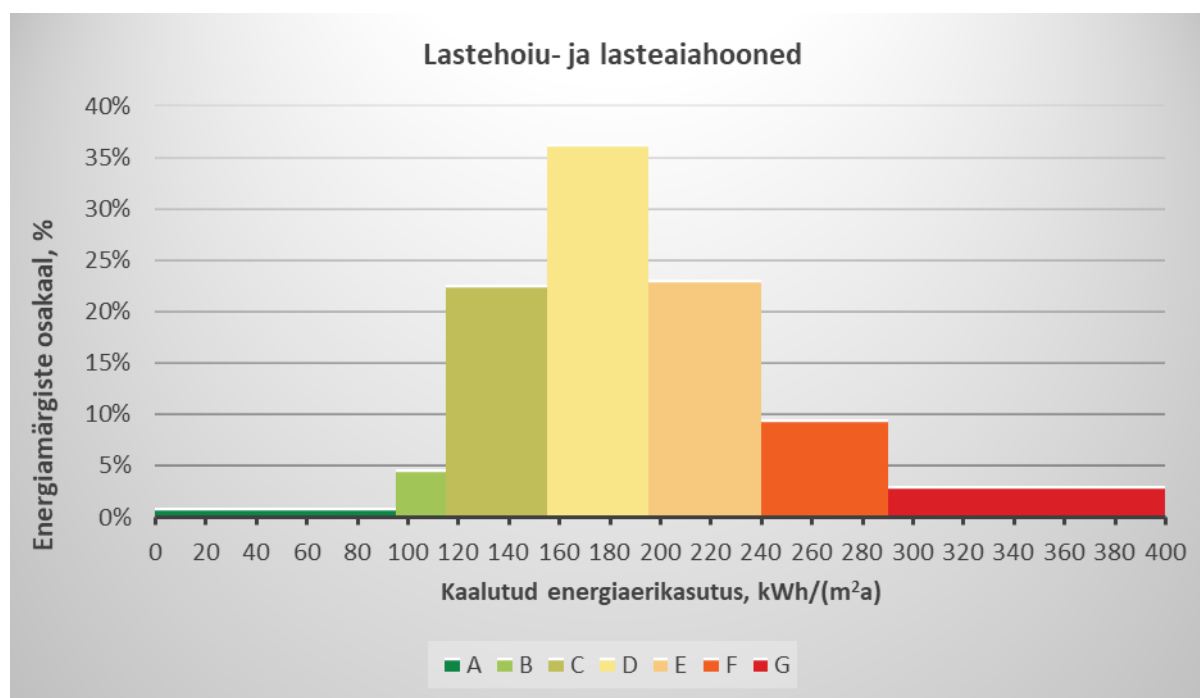
Joonis 10. Haridushoonete ehitusaasta ja KEK energiamärgise väärtuse vaheline seos

3.7. LASTEHOIU- JA LASTEAIAHOONED

Lasteaiahoonete energiamärgiste jaotus klassidesse näitab, et peamiselt asuvad KEK energiamärgisega hooned klassides C, D ja E (82% märgistest). G klassi märgisega on hoonete arvu alusel 3% ja pindala alusel 3% KEK energiamärgisega lasteaiahoonetest.

Tabel 14. Lasteaiahoonete KEK energiamärgised

Energiamärgise klass	Märgiste arv		Kõetav pind, m ²	
A	6	1%	6 690	1%
B	31	5%	46 748	6%
C	150	23%	226 253	28%
D	241	36%	310 353	38%
E	153	23%	154 840	19%
F	63	9%	43 819	5%
G	20	3%	22 128	3%
	664		810 830	



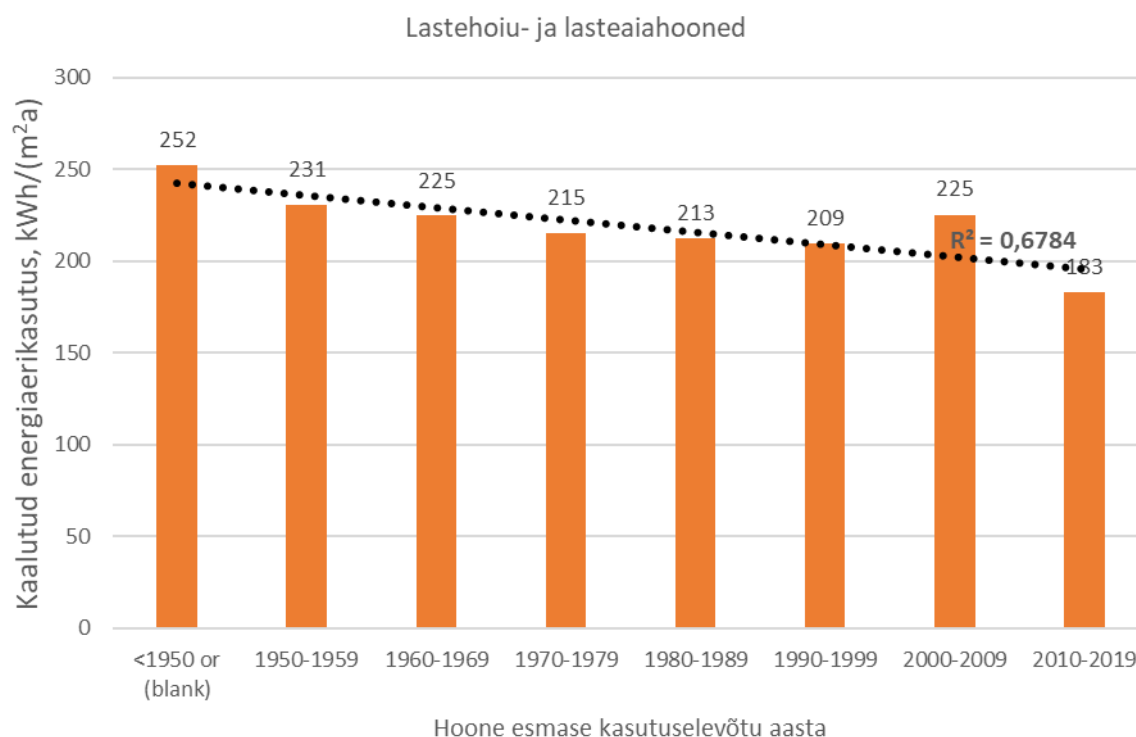
Joonis 11. Lasteaiahoonete KEK energiamärgiste jaotus

Lasteaiahoonete KEK energiamärgiste jaotus hoone ehitusaasta alusel näitas ainsana analüüsitud hoonetüüpidest korrelatsiooni ehitusaasta ja hoone energiakasutuse vahel ($R^2=0,68$). Lasteaiahoonete keskmine energiakasutus on uuematel hoonetel väiksem, aga muutus on nii väike, et energiamärgise klassi see ei muuda. Keskmiselt on lasteaiahooned energiamärgise klassis E.

Lasteaiahoonete vanuse ja energiakasutuse analüüsi valimis on KEK energiamärgised, mille puhul on hoone esmase kasutuselevõtu aasta märgisel toodud (631 KEK märgist).

Tabel 15. Lasteaiahoonete KEK energiamärgised ehitusaasta alusel

Ehitusaasta	KEK märgiste arv	Keskmine KEK väärtus	Energiamärgise klass
<1950	34	252	F
1950-1959	44	231	E
1960-1969	141	225	E
1970-1979	131	215	E
1980-1989	171	213	E
1990-1999	22	209	E
2000-2009	58	225	E
2010-2019	30	183	D
KOKKU	631	219	



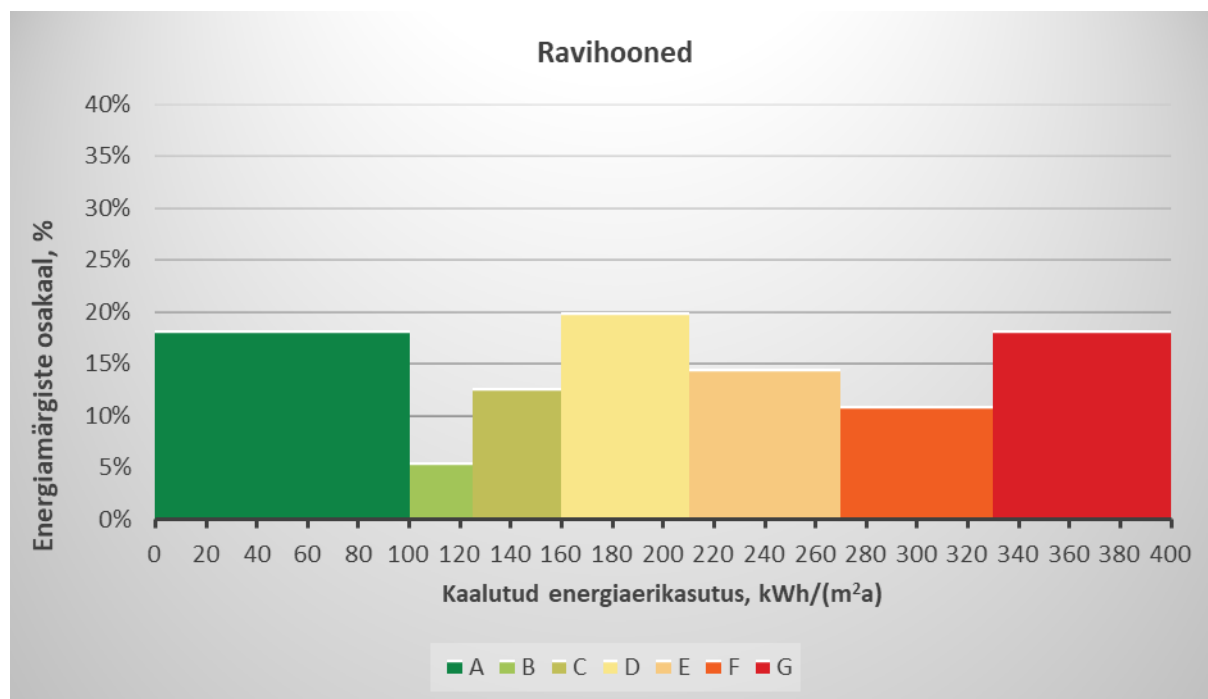
Joonis 12. Lasteaiahoonete ehitusaasta ja KEK energiamärgise väärtuse vaheline seos

3.8. RAVIHOONED

Ravihoonete energiamärgiste jaotus klassidesse näitab erinevalt teistest hoonetüüpidest ühtlasemat energiamärgise klassidesse jaotust. G klassi märgisega on hoonete arvu alusel 18% ravihoonetest. Samas on KEK energiamärgisega ravihoonete valim nii väike, et selle alusel ei saa lõplikke järeldusi teha.

Tabel 16. Ravihoonete KEK energiamärgised

Energiamärgise klass	Märgiste arv		Kõetav pind, m ²	
A	10	18%	6 532	7%
B	3	5%	9 630	10%
C	7	13%	4 700	5%
D	11	20%	31 230	31%
E	8	15%	4 042	4%
F	6	11%	32 621	33%
G	10	18%	11 374	11%
	55		100 129	



Joonis 13. Ravihoonete KEK energiamärgiste jaotus

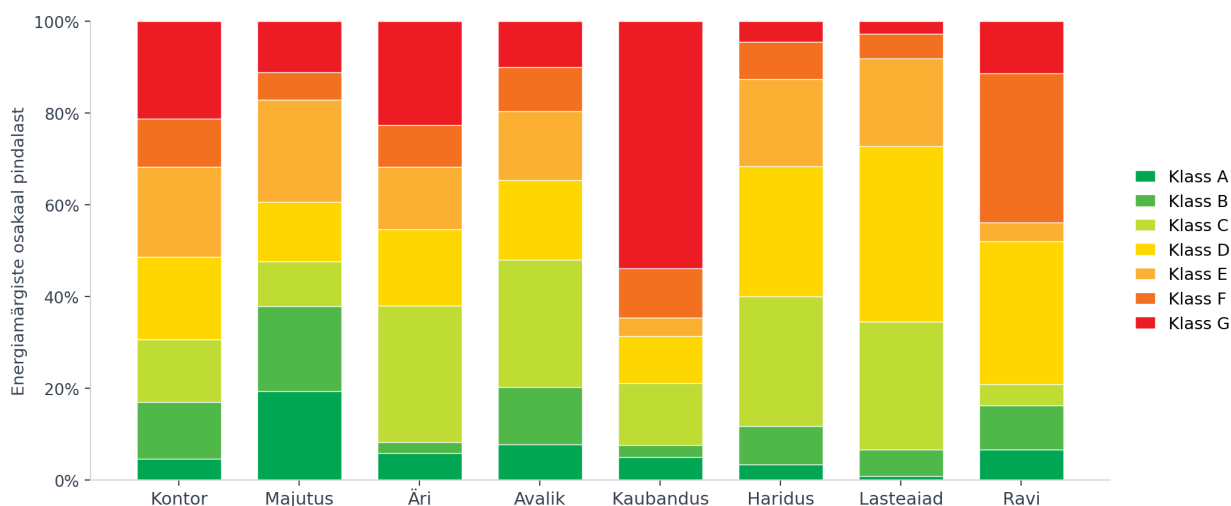
Ravihoonete ehitusaasta ja energiakasutuse vahelist analüüsi ei teostatud kuna KEK energiamärgisega ravihoonete valim on selleks liiga väike.

3.9. KEK MÄRGISTE KOKKUVÕTE

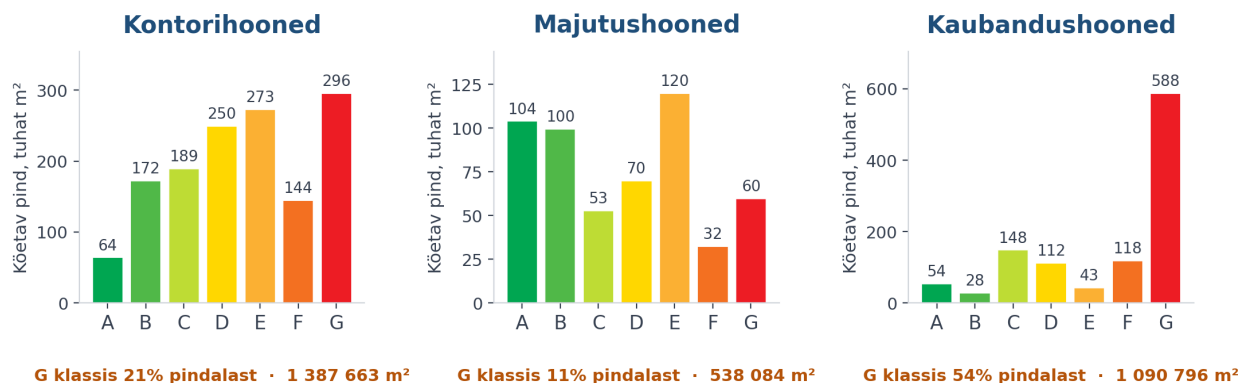
Mitteeluhoonete KEK energiamärgiste analüüs näitab kahte peamist järeldust: märgiste katvus hoonefondis on madal ja ebaühtlane ning väljastatud märgiste klassijaotus on tugevalt mõjutatud sisekliima tagamisega mitte seotud energiakasutusest (eritarbijatest). Mõlemad asjaolud tuleb arvesse võtta energiamärgiste põhjal tehtavate järelduste tõlgendamisel ja piirmäärade määramisel.

Eesti mitteeluhoonefondis on kokku ligikaudu 23 100 hoonet köetava kogupinnaga ca 20 miljonit ruutmeetrit, kuid KEK energiamärgis on väljastatud vaid 14%-le hoonetest (35% pindala alusel). Märgiste katvus erineb hoonetüüpide vahel märkimisväärselt. Avaliku sektori hoonetel on katvus kõrge – lasteaedadel 99% ja haridushoonetel 77% – samas kui erasektori hoonetüüpidel jääb katvus tüüpiliselt alla 10% (kaubandushooned 2%, ärihooned 4%, majutushooned 10%). Madala katvuse tõttu põhinevad erasektori hoonetüüpide kohta tehtavad järeldused valikvalimil, mis ei pruugi olla kogu fondi suhtes esinduslik.

Energiamärgise klasside jaotus erineb hoonetüüpide vahel oluliselt (Joonis 14). Erasektori hoonetüüpidel on jaotus halvemate klasside poole nihkunud: kaubandushoonetel domineerib G klass, mis hõlmab 54% köetavast pindalast (Joonis 15). Kontorihoonetel on jaotus suhteliselt ühtlane, G klassis on 21% pindalast, majutushoonetel jaguneb pindala paremate klasside vahel (G klassis 11%, sest suuremad hotellid on tüüpiliselt energiatõhusamad). Avaliku sektori hoonetel (avalikud hooned, haridushooned, lasteaiad) domineerivad seevastu paremad klassid C, D ja E ning G klassi osakaal on pindala alusel madal, 3–10% (Joonis 16).



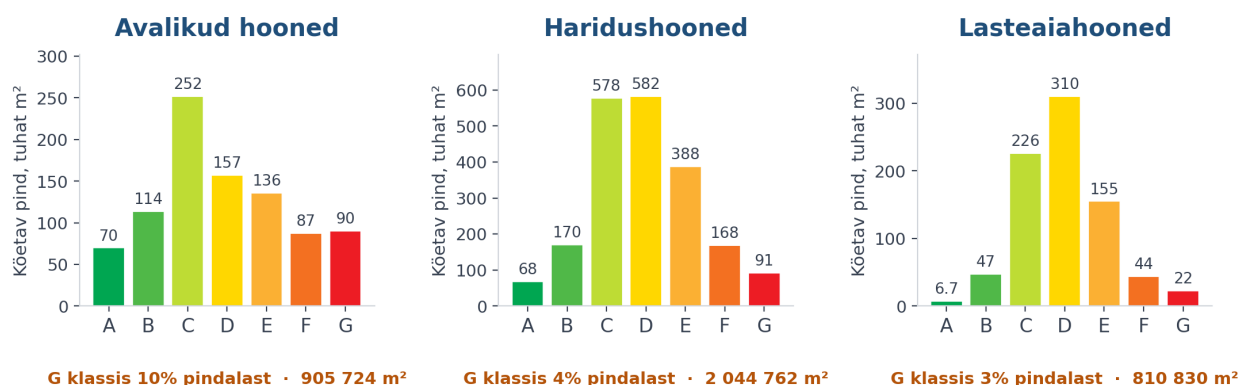
Joonis 14. Mitteeluhoonete KEK energiamärgiste klasside jaotus hoonetüübi (pindala alusel)



Joonis 15. Kontori-, majutus- ja kaubandushoonete KEK energiamärgiste jaotus kütava pinna alusel

Kaubandushoonete G klassi domineerimine ei viita tingimata kehvale ehituslikule kvaliteedile. Tarbimisandmetel põhinev KEK märgis sisaldab praktikas ka sisekliima tagamisega mitte seotud energiakasutust – kaubandushoonete tehnoloogilisi külmaseadmeid, restoranide kuumkööke ja kontorihoonete serveriparke – mille energiakasutus võib moodustada kuni 50% hoone koguenergiast. Kuna eritarbijate energiakasutus ei ole sageli eraldi arvestatud, jääb see peaarvesti näidu kaudu KEK märgisesse, mistõttu hoone võib näida halvema energiatõhususega, kui see sisekliima tagamise mõttes tegelikult on. See selgitab ka asjaolu, miks hoone vanuse ja KEK väärtuse vahel üldist seost ei esine ($R^2 = 0,00004$): erasektori hoonetes varjab eritarbijate ja kasutusmustrite varieeruvus ehituslikust kvaliteedist tuleneva seose. Erandina ilmneb seos lasteaiahoonetel ($R^2 = 0,68$), kus eritarbijate osakaal on väike ja KEK märgis peegeldab valdavalt sisekliima energiakasutust.

Avaliku sektori hoonetes (avalikud hooned, haridushooned ja lasteaiad) on energiamärgiste jaotus selgelt paremate klasside poole nihkunud ja G klassi osakaal kütavast pinnast madal (Joonis 16). Põhjuseks on ühelt poolt nendes hoonetes eritarbijate väike osakaal, mis tähendab, et KEK märgis peegeldab valdavalt sisekliima tagamise energiakasutust, ja teiselt poolt viimase kümnendi ulatuslikud renoveerimised avaliku sektori hoonefondis.



Joonis 16. Avalike-, haridus- ja lasteaiahoonete KEK energiamärgiste jaotus kütava pinna alusel

Kokkuvõttes on KEK energiamärgiste usaldusväärsus hoonetüübiti erinev. Haridushoonete, lasteaedade ja avalike hoonete märgised peegeldavad valdavalt

sisekliima energiakasutust ja on seetõttu usaldusväärsem alus järeldusteks. Kaubandus-, äri-, majutus- ja kontorihoonete märgistes on eritarbijate mõju oluline, mistõttu nende tõlgendamisel tuleb olla ettevaatlik. Usaldusväärseima pildi halvima tõhususega hoone energiakasutusest annavad järgnevas peatükis esitatud kalibreeritud energiasimulatsioonid, milles eritarbijad on sisekliima energiakasutusest eraldatud.

Kuigi KEK märgiste olemasolu ja klasside jaotus sõltub hoonetüübist ning sisaldab suurt määramatust, näitab kogu mitteeluhoonete valim 16% ja 10% lähedast jaotust G ja F klassidesse. Vastavalt märgiste koguarvule langeb 14% hoonetest G klassi ja 11% hoonetest F klassi. Kuna puuduva energiamärgisega hoonete energiatõhusus on tõenäoliselt halvem kui olemasoleva märgisega hoonetel on tegelikkuses G ja F klassi langevate hoonete arv mõnevõrra suurem, mis tähendab, et direktiivi nõuded on täidetud. Nii võib pidada 2025 aastal jõustunud energiamärgise skaala korrigeerimist vastavalt direktiivi põhimõtetele klasside jaotusest ja kuluoptimaalsuse arvutuste tulemustele üldiselt edukaks. Seega lubab kehtiv energiamärgise skaala klassifitseerida hooned piisava täpsusega direktiivi poolt nõutud 16% (G klass) ja 26% (G ja F klass kokku) halvima tõhususega hooneteks ning rakendada energiatõhususe miinimumstandardite piirmäärasid G ja F energiamärgise klassidega. Energiatõhususe miinimumstandardite kehtestamisel on soovitatav esimese sammuna viia sisse kehtiva energiamärgise nõue. Sellisel juhul energiamärgiste tekkimisel näiteks 2028 aasta lõpuks oleks võimalik veenduda, et välja pakutud, olemasolevate märgiste põhjal suure määramatusega, kuid energiasimulatsioonidega kontrollitud piirmäärad on korrektsed.

4. ENERGIAKASUTUSE MODELLEERIMINE JA PIIRMÄÄRADE MÄÄRAMINE

Selles osas modelleeritakse halvima tõhususega hooneid peatükis 5 kasutatud reaalsete hoonete tehniliste auditite lähteandmetega. Simulatsioonarvutuste eesmärgiks on määrata halvima tõhususega hoone (energiamärgise G klass) energiatõhususarv, mida on võimalik võrrelda energiamärgise kehtiva skaalaga. Energiasimulatsioonide teostamine sisaldab kolme etappi:

- Lähtudes olemasoleva olukorra tarbimisandmetest kalibreeritakse simulatsioonimudel, st arvutuslikult saadakse mõõdetud energiatarbimisega võrdne tulemus.
- Kalibreeritud simulatsioonimudeli lähteandmeid muudetakse nii, et tulemuseks on energiakasutus sisekliima tagamiseks. See etapp käsitleb arvutuslikult neid tarbijaid/süsteeme, mille energiatõhususe spetsialist vähendab KEK märgisest kuna nende energiakasutus ei ole seotud sisekliima tagamisega. Lisaks teostatakse vajadusel kasutusaegade normaliseerimine, mis vastab energiatõhususe spetsialisti poolt teostatud normaliseerimisele peaarvestite tunniandmete põhjal.
- Juhul kui kasutatud hooned olid osaliselt renoveeritud, halvendatakse välispiirete ja tehnosüsteemide omadusi nii, et need vastaksid halvima võimaliku tõhususega hoonele.

4.1. TULEMUSED

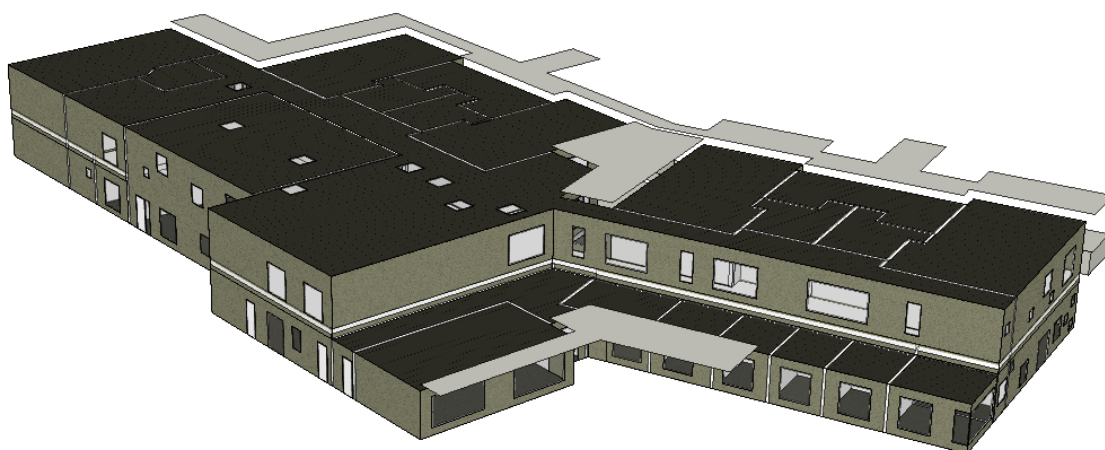
4.1.1. LASTEAED

Kasutatud lasteaia lähteandmed on toodud järgnevas tabelis. Kuna 1964 a ehitatud hoone on renoveeritud 2008 aastal, teostatakse energiasimulatsioonid täiendavalt ilma soojustatud välispiireteta.

Tabel 17. Lasteaia lähteandmed

Hoone tüüp	Lasteaed
Kõetav pind	2220 m ²
Ehitus/rek. aasta	1964(2008)
Välisseinad	$U = 0.26 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kaalutud keskmine)
Katus	$U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kaalutud keskmine)
Põrand pinnasel	Soojustamata plaat ($U = 2.5 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Aknad	U = 1.3 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Välisüksed	U = 1.65 W/m ² K
Külmasillad	Vanast määrusest (2008, rekonstrueerimine)
Ventilatsioonisüsteemid	Mehaaniline SP/VT soojustagastusega + VT ilma
Ventilatsiooni SFP (vastavalt ehitatule)	1.8 kW/(m ³ /s)
Soojustagasti tüübid	plaat/rootor
Soojustagastite kaalutud keskmine temperatuurisuhe	0.8
Soojusallikas	kaugküte (mitte tõhus piirkond)
Küttesüsteem	radiaatorküte
Jahutussüsteem	puudub
STV	elektriboileriga



Lasteaia energiasimulatsiooni tulemused on koodatud järgnevasse tabelisse. Mõõdetud tarbimisandmetel vastav KEK = 252 kWh/(m² a). Esimeses simulatsioonis tehnilise auditi lähteandmetega (V1) on saadud oluliselt madalam KEK = 187. V2 lisab elektritarbimist vastavalt tegelikule tarbimisele, mis on suurem metoodika tüüpilisest kasutusest ning sisaldab KEK märgisest maha lahutatavaid, sisekliima tagamisega mitte seotud tarbimisi. V3 on lisatud eraldi väljatõmmete õhuvooluhulgad, mille ei ole soojustagastust, millega on mudel on kalibreeritud (KEK = 255). V4 esitab sisekliima tagamiseks kasutatava energia, st täiendav elektritarbimine on vähendatud lähteandmetest ning nii jõutakse E klassi tulemuseni KEK = 236. Arvestades, et halvima tõhususega lasteaial ei pruugi välispiirded olla soojustatud on teostatud täiendav V5 halvima tõhususega lasteaia KEK-i hindamiseks mis on esitatud peatükis „**Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.**“ märgistusega iga hoone tüübi kohta „MAX“.

Tabel 18. Lasteaia energiasimulatsiooni tulemused

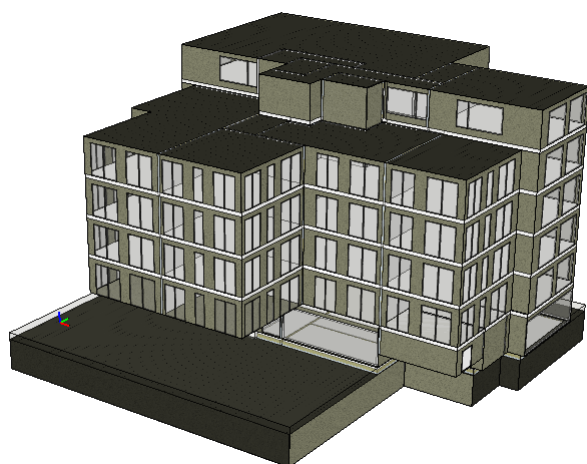
Variandid	Kirjeldus	Soojus	Elektr	Küte	Vent. Soojus	STV elekter	Vent. elekter	Valgustus	Seadmed	Abi-seadmed	KEK
		kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Möödetud	Olemasolev olukord	143.2	61.7	-	-	-	-	-	-	-	252 (F)
V1	Ennustatud konstruktsioonide soojusläbivused, vent.seadmete SFP ja η projektist, tehnosüsteemid projektist, valgustus tegelik, õhulekke 3 m ³ /m ² h, külma-sillad vanast määrust	110.7	43.5	105.9	4.8	5.9	12.9	18.8	5.0	1.0	187
V2	Elekter vastavalt tarbimisele (liigtarbimise profiiliga)	76.3	61.7	72.0	4.3	5.9	12.9	18.8	23.2	1.0	192
V3	Mehaaniline väljatõmme WCdes ja köögis	146.7	61.6	142.6	4.1	5.9	12.8	18.8	23.2	1.0	255
V4	V1 koos mehaanilise väljatõmbega	165.5	43.4	161.4	4.1	5.9	12.8	18.8	5.0	1.0	236 (E)

4.1.2. KONTORIHOONE

Kasutatud 2008 a ehitatud kontorihoone on nõrgalt soojustatud välispiiretega ning tagasihoidliku tõhususega tehnosüsteemidega. Simulatsioonimudeli kalibreerimiseks oli vajalik lisada elektritarbimist vastavalt tarbimisandmetele (V2). Juhul kui sisekliima tagamisega mitte seotud energiakasutus on võimalik vähendada, saavutab hoone D klassi. Vastasel juhul (arvestite puudumisel) jääb hoone E klassi, mis näitab, et kehtiva märgise skaala G klass (KEK >320) on suhteliselt suure varuga. Halvima tõhususega kontorihoone KEK-i hindamiseks on peatükis „4.2 Piirmäärade määramine“ esitatud variant märgistusega KEK MAX.

Tabel 19. Kontorihooned lähteandmed

Hoone tüüp	Kontorihooned
Kõnetav pind	27351 m ²
Ehitus/rek. aasta	2008
Välisseinad	U = 1.18 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Katus	U = 0.24 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Põrand pinnasel	Soojustamata plaat (U = 2.5 W/m ² K)
Klaasfassaadid/aknad	U = 1.46 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Välisukse	U = 1.5 W/m ² K
Külmasillad	Vanast määrusest (rekonstrueerivat)
Ventilatsioonisüsteemid	Mehaaniline SP/VT soojustagastusega
Ventilatsiooni SFP (vastavalt ehitatule)	1.8 kW/(m ³ /s)
Soojustagasti tüübid	rootor
Soojustagastite kaalutud keskmine temperatuurisuhe	0.7
Soojusallikas	tõhus kaugküte
Küttesüsteem	radiaatorküte/põrandküte
Jahutussüsteem	tsentraalne
STV	soojussõlmest
Valgustuse erivõimsus	15 W/m ²



Tabel 20. Kontorihoonete energiasimulatsiooni tulemused

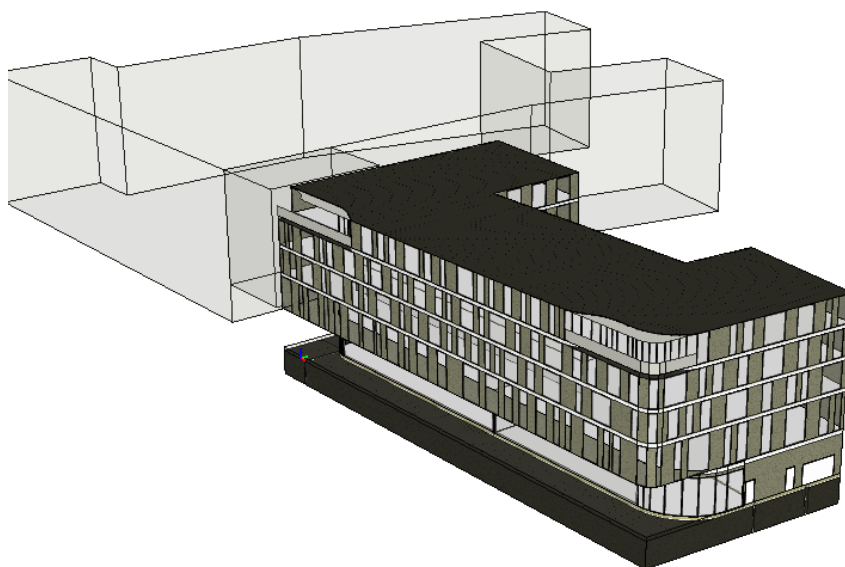
Variandid	Kirjeldus	Soojus	Elekter	Küte	Vent. Soojus	STV soojus	Vent. elekter	Valgustus	Seadmed	Abis-eadmed	KEK
		kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Möödetud	Olemasolev olukord	91.5	95.1	-	-	-	-	-	-	-	250 (E)
V1	Ennustatud konstruktsioonide soojusläbivused, vent.seadmete SFP ja η projektist, tehnosüsteemid projektist, valgustus tegelik, õhulekke 3 m ³ /m ² h, külma-sillad vanast määrusest	151.9	63.5	128	17.2	6.7	20.6	23.6	18.8	0.5	226
V2	Elekter vastavalt tarbimisele (liigtarbimise profiiliga), konstruktsioonide ja akende soojusläbivuste korrektuur	91.6	95.3	73.9	11.0	6.7	20.5	23.6	50.7	0.5	250
V3	V1 korrigeeritud konstruktsioonidega ja määrusekohase seadmetega	112.7	63.5	94.6	11.4	6.7	20.5	23.6	18.9	0.5	200 (D)

4.1.3. MAJUTUSHOONE

1963 ehitatud majutushoone on renoveeritud 2009, mille tõttu hoone välisseinad ja katus on soojustatud. Antud hoones asub SPA, mille soojustarbimine pole eraldi mõõdetud. Samuti hoones polnud eraldi mõõdetud sooja tarbevee kulu. Olemasolevale olukorrale vastav tarbimisandmetel KEK jääb D klassi. Simulatsioonimudeli kalibreerimisel kasutati olemasolevate ventilatsiooni seadmete parameetrid nagu soojustagasti tüüp ning SFP. Paigaldatud valgustite võimsus oli samuti teada. Kalibreerimismudelil saavutati sarnane mõõdetudega elektritarbimine ning erinevus soojustarbimises võib olla põhjustatud hoone SPA soojustarbimisega. Majutushoone halvima tõhususega KEK-i hindamiseks on peatükis „4.2 Piirmäärade määramine“ esitatud variant märgistusega KEK MAX.

Tabel 21. Majutushoone lähteandmed

Hoone tüüp	Majutushoone
Kõetav pind	30794 m ²
Ehitus/rek. aasta	1963 (2009)
Välisseinad	$U = 0.27 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kaalutud keskmine)
Katus	$U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kaalutud keskmine)
Põrand pinnasel	Soojustamata plaat ($U = 2.5 \text{ W/m}^2\text{K}$)
Aknad	$U = 1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kaalutud keskmine), $g = 0.5$
Välisukused	$U = 1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Külmasillad	Vanast määrusest (rekonstrueerivat)
Ventilatsioonisüsteemid	Mehaaniline SP/VT soojustagastusega
Ventilatsiooni SFP (vastavalt ehitatule)	1.8 kW/(m ³ /s)
Soojustagasti tüübid	plaat/vahesoojuskandja
Soojustagastite kaalutud keskmine temperatuurisuhe	0.499
Soojusallikas	maagaas
Küttesüsteem	radiaatorküte
Jahutussüsteem	tsentraalne
STV	soojussõlmes
Valgustuse erivõimsus	9.2 W/m ²



Tabel 22. Majutushoone energiasimulatsiooni tulemused

Variandid	Kirjeldus	Soojus	Elekter	Küte	Vent. Soojus	STV soojus	Vent. elekter	Valgustus	Seadmed	Abi-seadmed	KEK
		kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Mõõdetud	Olemasolev olukord	193.7	53.6	-	-	-	-	-	-	-	301 (F)
V1	Kalibreeritud koos määruse kohaste lähteandmetega	138.7	53.4	64.6	40.8	33.3	19.5	29.8	3.6	0.5	246 (E)

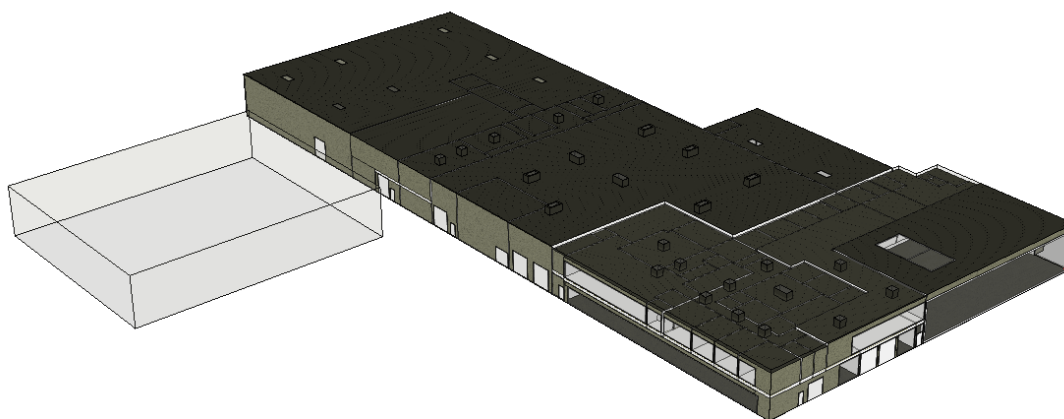
4.1.4. ÄRIHOONE

Ärihoone oli ehitatud aastal 2008. Olemasolevale olukorrale vastav tarbimisandmetel KEK jääb G klassi. Hoone kohta oli saadav üsna täpne ventilatsiooni süsteemide kirjeldus, sooja tarbevee kulu olid mõõdetud ning oli ca kaks korda väiksem kui määruse standartkasutuses. Hoones võrreldes standartkasutusega oli eriliselt kõrge elektritarbimine. Määruse kohaste lähteandmetega kalibreeritud mudeli KEK jäi E klassi. Ärihoone halvima tõhususega KEK-i hindamiseks on peatükis „4.2 Piirmäärade määramine“ esitatud variant märgistusega KEK MAX.

Tabel 23. Ärihoone lähteandmed

Hoone tüüp	Ärihoone
Kõetav pind	16128 m ²
Ehitusaasta	2008
Välisseinad	U = 0.34 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Katus	U = 0.22 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Põrand pinnasel	Soojustamata plaat (U = 3.2 W/m ² K)
Aknad	U = 1.73 W/m ² K (kaalutud keskmine), g = 0.4
Välisuksed	U = 2.0 W/m ² K
Külmasillad	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ventilatsioonisüsteemid	Mehaaniline SP/VT soojustagastusega + VT ilma

Ventilatsiooni SFP (vastavalt ehitatule)	2.36 kW/(m ³ /s)
Soojustagasti tüübid	rootor/plaat/vahesoojuskandja
Soojustagastite kaalutud keskmine temperatuurisuhe	0.685
Soojusallikas	tõhus kaugkütte
Küttesüsteem	radiaatorküte
Jahutussüsteem	tsentraalne
STV	soojussõlmes
Valgustuse erivõimsus	14.0 W/m ²



Tabel 24. Ärihoone energiasimulatsiooni tulemused

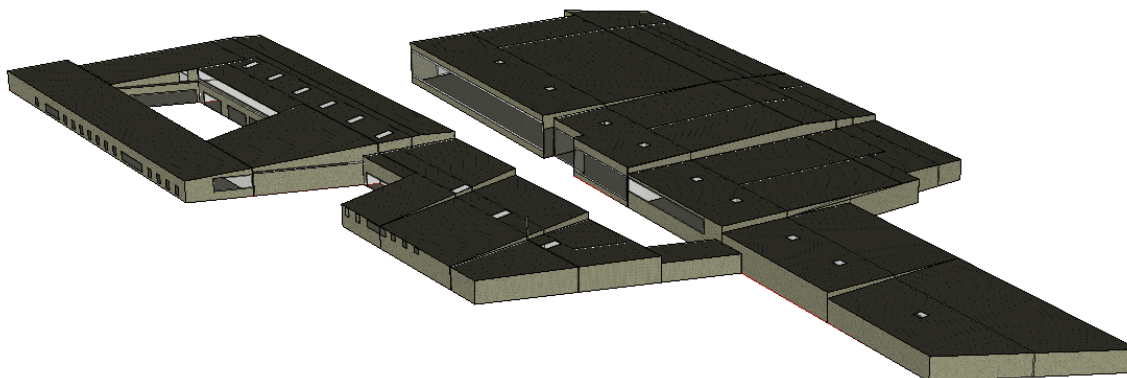
Variandid	Kirjeldus	Soojus	Elekter	Küte	Vent. Soojus	STV soojus	Vent. elekter	Valgustus	Seadmed	Abis-seadmed	KEK
		kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Mõõdetud	Olemasolev olukord	46.5	154.7	-	-	-	-	-	-	-	340 (G)
V1	Kalibreeritud	47	154.6	21.3	13.3	12.2	20.3	20.4	101.7	0.5	340 (G)
V2	V1 korrigeeritud määruse lähteandmetega	175	56.8	146.8	15.5	12.2	25.8	20.4	5.8	0.5	227 (E)

4.1.5. AVALIK HOONE

Avalik hoone oli ehitatud aastal 2010. Mõõdetud olukorras vastab hoone KEK klassile E. Hoones esineb anomaalselt väike soojustarbimine. Põhjuseks on tõenäoliselt oluliselt madalam veetarbimine, hoone on alaköetud (ehk liiga madal siseõhutemperatuur hoones) ning hoone soojustehnilised parameetrid ehitusaastaks 2010 on väga head. Täiendavalt hoones on paigaldatud VAV ventilatsiooni süsteemid. Võrreldes määruse variandiga V2 on elektritarbimine oluliselt madalam (ca 2 korda) kui mõõdetud ning KEK klassiks osutus C. Avalik hoone halvima tõhususega KEK-i hindamiseks on peatükis „4.2 Piirmäärade määramine“ esitatud variant märgistusega KEK MAX.

Tabel 25. Avaliku hoone lähteandmed

Hoone tüüp	Avalik hoone
Köetav pind	8539 m ²
Ehitusaasta	2010
Välisseinad	$U = 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kaalutud keskmine)
Katus	$U = 0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kaalutud keskmine)
Põrand pinnasel	Soojustamata plaat ($U = 2.2 \text{ W/m}^2\text{K}$)
Aknad	$U = 1.46 \text{ W/m}^2\text{K}$ (kaalutud keskmine), $g = 0.5$
Välisuksed	$U = 1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$
Külmasillad	Uuest määrusest (rekonstrueeritav)
Ventilatsiooni süsteemid	CAV+VAV Mehaaniline SP/VT soojustagastusega
Ventilatsiooni SFP (vastavalt ehitatule)	2.23 kW/(m ³ /s)
Soojustagasti tüübid	rootor/plaat/vahesoojuskandja
Soojustagastite kaalutud keskmine temperatuurisuhe	0.745
Soojusallikas	tõhus kaugkütte
Küttesüsteem	radiaatorküte
Jahutussüsteem	tsentraalne
STV	soojussõlmes
Valgustuse erivõimsus	12 W/m ²



Tabel 26. Avaliku hoone energiasimulatsiooni tulemused

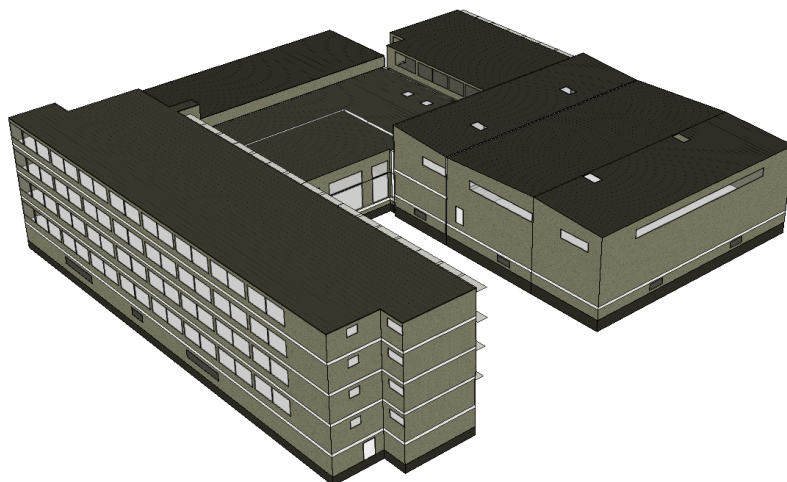
Variandid	Kirjeldus	Soojus	Elekter	Küte	Vent. Soojus	STV soojus	Vent. elekter	Valgustus	Seadmed	Abis-seadmed	KEK
		kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Möödetud	Olemasolev olukord	58.0	109.1	-	-	-	-	-	-	-	256 (E)
V1	Kalibreeritud	62	109.0	48.3	11.4	1.9	23.1	21.4	59.0	0.5	258 (E)
V2	V1 korrigeeritud määruse lähteandmetega	116	48.8	102.9	11.5	1.9	23.1	21.4	0.0	0.5	173 (C)

4.1.6. HARIDUSHOONE

Haridushoone ehitati aastal 1988 ning osaliselt laiendati 2017. Hoones on osaliselt mehaaniline soojustagastusega ventilatsioon ning ventilatsioon ilma soojustagastuseta. Täiendavalt oli saadav ka info paigaldatud valgustite võimsuse kohta, mida rakendati simulatsiooni mudeli kalibreerimisel. Olemasolevate tarbimisandmete järgi osutus hoone KEK 294 mis vastab klassile G. Määruse kohaste valgustuse ja seadmete lähteandmetega osutus aga KEK klass F. Haridushoone halvima tõhususega KEK-i hindamiseks on peatükis „4.2 Piirmäärade määramine“ esitatud variant märgistusega KEK MAX.

Tabel 27. Haridushoone lähteandmed

Hoone tüüp	Haridushoone
Kõetav pind	2211.4 m ²
Ehituse/rek. aasta	1988 (2017)
Välisseinad	U = 0.47 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Katus	U = 0.33 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Põrand pinnasel	Soojustamata plaat (U = 1.6 W/m ² K)
Aknad	U = 1.8 W/m ² K (kaalutud keskmine), g = 0.5
Välisukused	U = 2.0 W/m ² K
Külmasillad	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ventilatsiooni süsteemid	Mehaaniline SP/VT soojustagastusega + VT ilma
Ventilatsiooni SFP (vastavalt ehitatule)	2.25 kW/(m ³ /s)
Soojustagasti tüübid	plaat
Soojustagastite kaalutud keskmine temperatuurisuhe	0.7
Soojusallikas	gaasikatlamaaja (vedelgaas)
Küttesüsteem	radiaatorküte
Jahutussüsteem	split (administratiiv kabinetides)
STV	soojussõlmes
Valgustuse erivõimsus	12.6 W/m ²



Tabel 28. Haridushoone energiasimulatsiooni tulemused

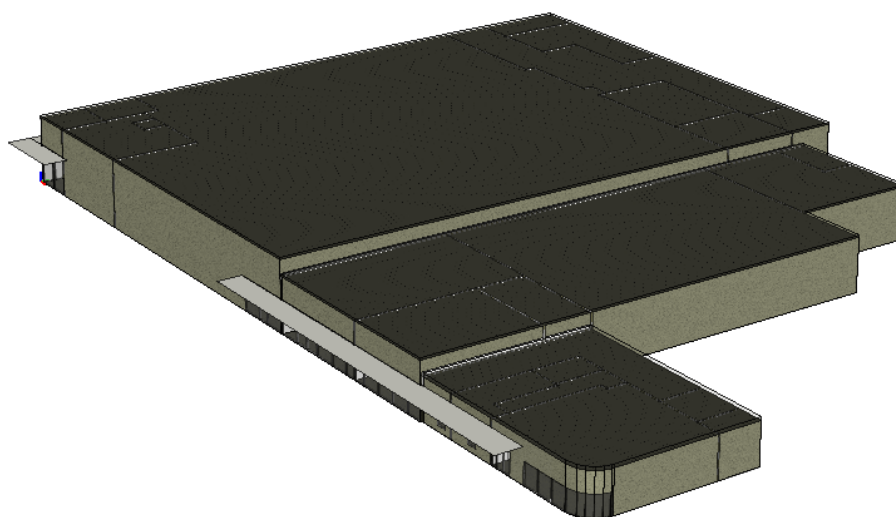
Variandid	Kirjeldus	Soojus	Elekter	Küte	Vent. Soojus	STV soojus	Vent. elekter	Valgustus	Seadmed	Abis-seadmed	KEK
		kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Mõõdetud	Olemasolev olukord	206.2	43.9	-	-	-	-	-	-	-	294 (G)
V1	Kalibreeritud	203	43.9	169.7	7.7	25.6	13.0	11.3	19.0	0.5	291 (G)
V2	V1 korrigeeritud määruse lähteandmetega	219.7	29.1	186.4	7.7	25.6	13.0	8.2	7.3	0.5	278 (F)

4.1.7. KAUBANDUSHOONE

Referents hoonena kalibreerimiseks oli kasutatud 1998 aastal ehitatud kaubandushoone, mille KEK on 342 kWh/m²a, mis vastab KEK klassile G. Antud referents hoones oli suur hall kauba vastuvõtmiseks suurte tõsteustega, ning lähtuvalt ventilatsiooni seadmete seadistuste parameetritest sissepuhke temperatuur ning ka ennustatud soojavee tarbimine oli oluliselt kõrgem kui määruse standart kasutuses. Samuti valgustuse vüimsus oli ka kõrgem kui määruse väärtus. Määruse kohaste valgustuse ja seadmete parameetritega osutus KEK väärtuseks 261 kWh/m²a, mis vastab KEK klassile E. Kaubandushoone halvima tõhususega KEK-i hindamiseks on peatükis „4.2 Piirmäärade määramine“ esitatud variant märgistusega KEK MAX. Tabel 29. Kaubandushoone lähteandmed

Hoone tüüp	Kaubandushoone ja terminal
Kõetav pind	1940.6 m ²
Ehitusaasta	1998
Välisseinad	U = 0.6 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Katus	U = 0.33 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Põrand pinnasel	Soojustamata plaat (U = 3.4 W/m ² K)
Aknad	U = 1.8 W/m ² K (kaalutud keskmine), g = 0.4
Välisukused	U = 2.0 W/m ² K
Külmasillad	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ventilatsioonisüsteemid	Mehaaniline SP/VT soojustagastusega + VT ilma

Ventilatsiooni SFP (vastavalt ehitatule)	1.91 kW/(m ³ /s)
Soojustagasti tüübid	rootor/vahesoojuskandja
Soojustagastite kaalutud keskmine temperatuurisuhe	0.57
Soojusallikas	tõhus kaugkütte
Küttesüsteem	radiaatorküte
Jahutussüsteem	split (administratiiv kabinetides)
STV	enamus soojussõlmes (97%)
Valgustuse erivõimsus	19.1 W/m ²


Tabel 30. Kaubandushoone energiasimulatsiooni tulemused

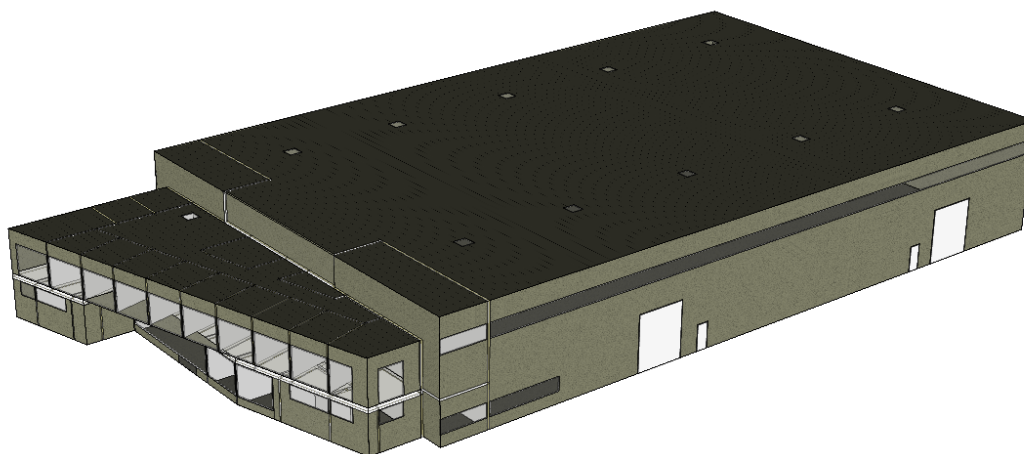
Variandid	Kirjeldus	Soojus	Elekter	Küte	Vent. Soojus	STV soojus	Vent. elekter	Valgustus	Seadmed	Abis-seadmed	KEK
		kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Möödetud	Olemasolev olukord	168.0	116.5	-	-	-	-	-	-	-	342 (G)
V1	Kalibreeritud	168	115.0	16.3	118.6	33.3	21.9	53.5	36.6	0.5	339 (G)
V2	V1 korrigeeritud määruse lähteandmetega	192	67.8	30.7	128.3	33.3	21.9	42.0	2.8	0.5	261 (E)

4.1.8. LAOHOONE

Laohoone koos kontori osaga oli ehitatud aastal 2016, millega on põhjendatud sooja vee tarbimine, hoones esines ka külmladu jahutusega ning jahutus oli ka kontori osas. Sellega saab põhjendada oluliselt kõrgem elektritarbimine kui määruse kohaste lähteandmetega variandis V2, kus KEK klassiks on E. Mõõdetud KEK väärtuseks esines 342 kWh/m²a, mis vastab KEK klassile G. Laohoone halvima tõhususega KEK-i hindamiseks on peatükis „4.2 Piirmäärade määramine“ esitatud variant märgistusega KEK MAX.

Tabel 31. Laohoone lähteandmed

Hoone tüüp	Laohoone
Köetav pind	33534 m ²
Ehitusaasta	2016
Välisseinad	U = 0.18 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Katus	U = 0.18 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Põrand pinnasel	Soojustatud põrand (U = 0.27 W/m ² K)
Aknad	U = 1.0 W/m ² K (kaalutud keskmine), g = 0.3
Välisuksed	U = 1.4 W/m ² K
Külmasillad	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ventilatsiooni süsteemid	Mehaaniline SP/VT soojustagastusega + ilma
Ventilatsiooni SFP (vastavalt ehitatule)	2.03 kW/(m ³ /s)
Soojustagasti tüübid	rootor/plaat
Soojustagastite kaalutud keskmine temperatuurisuhe	0.584322
Soojusallikas	gaasikatel (maagaas)
Küttesüsteem	radiaatorküte
Jahutussüsteem	split kontoriosas
STV	soojussõlmes
Valgustuse erivõimsus	5.82 W/m ²



Tabel 32. Laohoone energiasimulatsiooni tulemused

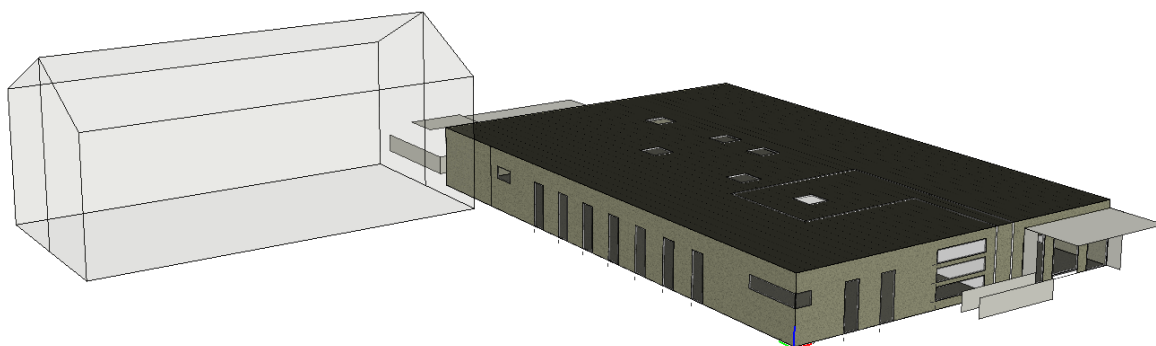
Variandid	Kirjeldus	Soojus	Elekter	Küte	Vent. Soojus	STV soojus	Vent. elekter	Valgustus	Seadmed	Abis-seadmed	KEK
		kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Mõõdetud	Olemasolev olukord	66.5	83.2	-	-	-	-	-	-	-	233 (G)
V1	Kalibreeritud	66	81.9	35.7	19.5	11.1	7.2	9.5	50.4	0.5	230 (G)
V2	V1 korrigeeritud määruse lähteandmetega	85	22.9	52.6	21.2	11.1	7.2	10.4	3.5	0.5	131 (E)

4.1.9. RAVIHOONE

Ravihoone oli ehitatud aastal 1985 ning osaliselt renoveeritud aastal 2022. Kalibreerimiseks olid saadavad andmed valgustuse võimsuse kohta ning ka ventilatsiooni seadmete kohta. Mõõdetud KEK väärtuseks esines 333 kWh/m²a, mis vastab KEK klassile G. Variandis V2 määruse kohaste seadmete ja valgustuse lähteandmetega aga vastab ravihoone KEK klassile E. Ravihoone halvima tõhususega KEK-i hindamiseks on peatükis „4.2 Piirmäärade määramine” esitatud variant märgistusega KEK MAX.

Tabel 33. Ravihoone lähteandmed

Hoone tüüp	Ravihoone
Kõetav pind	6422 m ²
Ehitus/rek. aasta	1985 (2022)
Välisseinad	U = 0.4 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Katus	U = 0.3 W/m ² K (kaalutud keskmine)
Põrand pinnasel	Soojustamata plaat (U = 2.5 W/m ² K)
Aknad	U = 1.8 W/m ² K (kaalutud keskmine), g = 0.55
Välisukused	U = 2.0 W/m ² K
Külmasillad	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ventilatsioonisüsteemid	Mehaaniline SP/VT soojustagastusega + VT ilma
Ventilatsiooni SFP (vastavalt ehitatule)	2.11 kW/(m ³ /s)
Soojustagasti tüübid	rootor/plaat
Soojustagastite kaalutud keskmine temperatuurisuhe	0.735
Soojusallikas	tõhus kaugkütte
Küttesüsteem	radiaatorküte
Jahutussüsteem	tsentraalne
STV	soojussõlmes
Valgustuse erivõimsus	13.1 W/m ²

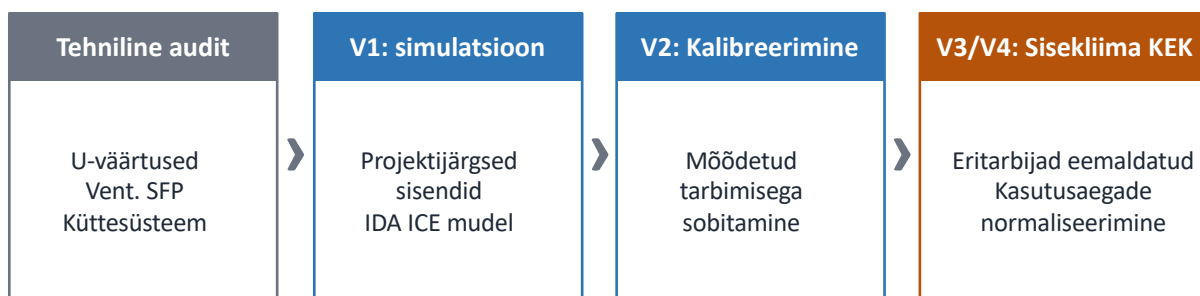


Tabel 34. Ravihoone energiasimulatsiooni tulemused

Variandid	Kirjeldus	Soojus	Elekter	Küte	Vent. Soojus	STV soojus	Vent. elekter	Valgustus	Seadmed	Abis-seadmed	KEK
		kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a
Mõõdetud	Olemasolev olukord	177.2	108.8	-	-	-	-	-	-	-	333 (G)
V1	Kalibreeritud	176	108.2	156.1	9.8	9.9	15.6	26.6	62.4	0.5	331 (G)
V2	V1 korrigeeritud määruse lähteandmetega	238	47.5	218.2	9.8	9.9	15.6	20.3	9.0	0.5	250 (E)

4.2. PIIRMÄÄRADE MÄÄRAMINE

Energiatõhususe G klassi tegeliku tähenduse hindamiseks on kasutatud kalibreeritud energiasimulatsioonide tulemusi vastavalt joonisel 17 toodud töövoole. Eesmärgiks oli saada halvima tõhususega hoone KEK, mis kajastab AINULT sisekliima tagamiseks kasutatud energiat ja võrrelda seda kehtiva energiamärgise skaalaga.


Joonis 17. Mitteeluhoonete ehitusaasta ja KEK energiamärgise väärtuse vaheline seos

Energiasimulatsioonide koondtulemused halvima tõhususega hoonete energiatõhususe klassi ja energiatõhususarvude hindamiseks on toodud tabelis 35.

Tabel 35. Energiasimulatsioonide koondtulemused halvima tõhususega hoonete energiatõhususe klassi ja energiatõhususarvude hindamiseks

Hoonetüüp	Simuleeritud soojuse eritarbimine	Simuleeritud elektri eritarbimine	Kaalumistegur soojus	Kaalumistegur elekter	KEK	Klass	VS (W/m²K)	KL (W/m²K)	PP (W/m²K)	Aknad ja välisüksed (W/m²K)	SFP	Õhulekkearv (m³/(h·m²))	Külmasillad
Lasteaed kalibreeritud	143	62	0.9	2	252	F	0.26	0.17	2.5	1.3/1.65	1.8	3	Vanast määrusest (oluliselt rekonstrueeritud)
Lasteaed kalibreeritud määrus	172	37	0.9	2	229	E	0.26	0.17	2.5	1.3/1.65	1.8	3	Vanast määrusest (oluliselt rekonstrueeritud)
Lasteaed KEK max	275	67	0.9	2	381	G	1.2	0.8	2.5	2.1	2.5	4	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Kontorihoone kalibreeritud	91	95	0.65	2	250	E	1.18	0.24	2.5	1.46/1.5	1.8	3	Vanast määrusest (uus hoone)
Kontorihoone kalibreeritud määrus	121	64	0.65	2	207	D	1.18	0.24	2.5	1.46/1.5	1.8	3	Vanast määrusest (uus hoone)
Kontorihoone KEK max	95	100	0.65	2	262	F	1.2	0.6	2.5	2.1	3	4	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Majutushoone kalibreeritud	194	54	1	2	301	F	0.27	0.21	2.5	1.8/1.8	1.8	3	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Majutushoone kalibreeritud määrus	139	53	1	2	246	E	0.27	0.21	2.5	1.8/1.8	1.8	3	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Majutushoone KEK max	203	64	1	2	330	F	1.2	0.8	2.5	2.1	3	4	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Avalikhoone kalibreeritud	62	109	0.65	2	258	E	0.15	0.19	2.2	1.46/1.6	2.23	3	Uuest määrusest (oluliselt rekonstrueeritav)
Avalikhoone kalibreeritud määrus	116	49	0.65	2	173	C	0.15	0.19	2.2	1.46/1.6	2.23	3	Uuest määrusest (oluliselt rekonstrueeritav)
Avalikhoone KEK max	118	110	0.65	2	296	F	1.2	0.8	2.5	2.1	3	4	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Haridushoone kalibreeritud	203	44	1	2	291	G	0.47	0.33	1.6	1.8/2.0	2.25	3	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Haridushoone kalibreeritud määrus	220	29	1	2	277	F	0.47	0.33	1.6	1.8/2.0	2.25	3	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Haridushoone KEK max	255	41	1	2	337	G	1.2	0.8	2.5	2.1	2.5	4	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Kaubandushoone kalibreeritud	168	116	0.65	2	342	G	0.6	0.33	3.4	1.8/2.0	1.91	3	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)

Hoonetüüp	Simuleeritud soojuse eritarbimine	Simuleeritud elektri eritarbimine	Kaalumistegur soojus	Kaalumistegur elekter	KEK	Klass	VS (W/m²K)	KL (W/m²K)	PP (W/m²K)	Aknad ja välisüksed (W/m²K)	SFP	Õhulekkearv (m³/(h·m²))	Külmasillad
Kaubandushoone kalibreeritud määrus	192	68	0.65	2	261	E	0.6	0.33	3.4	1.8/2.0	1.91	3	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Kaubandushoone KEK max	193	127	0.65	2	380	G	0.6	0.6	2.5	2.1	3	4	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ravihoone kalibreeritud	177	109	0.65	2	333	G	0.4	0.3	2.5	1.8/2.0	2.11	3	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ravihoone kalibreeritud määrus	238	48	0.65	2	250	E	0.4	0.3	2.5	1.8/2.0	2.11	3	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ravihoone KEK max	301	114	0.65	2	424	G	1.2	0.8	2.5	2.1	3	4	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ärihoone kalibreeritud	47	155	0.65	2	340	G	0.34	0.22	3.2	1.73/2.0	2.36	3	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ärihoone kalibreeritud määrus	175	57	0.65	2	227	E	0.34	0.22	3.2	1.73/2.0	2.36	3	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Ärihoone KEK max	97	155	0.65	2	372	G	0.6	0.8	2.5	1.7	3	4	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)
Laohoone kalibreeritud	66	83	1	2	233	G	0.18	0.18	0.27	1.0/1.4	2.03	3	Vanast määrusest (oluliselt rekonstrueeritav)
Laohoone kalibreeritud määrus	85	23	1	2	131	E	0.18	0.18	0.27	1.0/1.4	2.03	3	Vanast määrusest (oluliselt rekonstrueeritav)
Laohoone KEK max	91	78	1	2	248	G	0.6	0.8	2.5	2.1	2	4	Vanast määrusest (rekonstrueeritav)

Tabelis 35 toodud „KEK max“ tulemused esindavad halvima tõhususega juhtumihoonete sisekliima tagamise KEK-i maksimaalseid väärtusi, millest suuremad KEK-d ei ole tõenäolised. Kuna KEK max arvutustes kasutatud tehnilised lahendused olid halvimal võimalikul, siis tegelikkuses esinevate hoonete tehniline seisukord võib olla mõnevõrra parem. Näiteks lasteaia puhul arvutati G klassi piiri 290 ületav KEK max 381, kuid energiamärgiste andmetel saab väita, et selliseid hooneid enam ei esine, sest 99% lasteaedadest on energiamärgisega ja nendest vaid 3% G klassis. Arvestades halvima võimalikke lahendusi on välja pakutud põhimõtte uue G piiri määramisel kasutada $0,9 \times \text{KEK max}$ juhul kui on vajalik G klassi piiri nihutada, tabel 36. Lisaks tuleks kontrollida, et uus E piir = uus G $\times 0,7$, mille puhul pärast tüüpilise 30% energiasäästumeetmete paketi renoveerimist liiguks hoone G klassist E klassi. Tulemused näitavad, et neljal hoonetüübil üheksast oleks vaja G piiri tõsta (ravihoone, kaubandushoone, ärihoone ja laohoone). Ülejäänud viiel hoonetüübil (kontor, majutus, avalik, lasteaed, haridus) ei ole vaja muudatusi. Seejuures on lasteaedade ja haridushoonete puhul eeldatud, et need on juba enamjaolt renoveeritud ning KEK märgiste statistika on usaldusväärne, mis lubab väita, et arvutatud halvima tõhususega hooneid praktikas enam ei esine.

Tabel 36. Ettepanek G piiri nihutamiseks põhimõttel $G \text{ piir} = 0,9 \text{ KEK max}$ ning $E \text{ piir} = \text{uus } G \times 0,7$, mille puhul nelja hoonetüübi G piir vajab tõstmist ja E piirid jäävad paika

Hoonetüüp	KEK max (halvim tõhusus)	G piir kehtiv	Erinevus G klassist	G piiri ettepanek	E piir kehtiv	E piiri ettepanek	Märkus
Kontorihoone	262 (F)	320	✓ varu -58	320	260	260	✓ jääb
Majutushoone	330 (F)	350	✓ varu -20	350	290	290	✓ jääb
Avalik hoone	296 (F)	310	✓ varu -14	310	270	270	✓ jääb
Laohoone	248 (G)	210	X ületab +38	230	160	160	↑ G
Haridushoone	337 (G)	290	X ületab +47	290	240	240	✓ jääb
Ärihoone	372 (G)	320	X ületab +52	340	270	270	↑ G
Kaubandushoone	380 (G)	320	X ületab +60	340	280	280	↑ G
Lasteaed	381 (G)	290	X ületab +91	290	240	240	✓ jääb
Ravihoone	424 (G)	330	X ületab +94	380	270	270	↑ G

5. RENOVEERIMISE MAHUD JA TRAJEKTOOR 2033 JA 2050 EESMÄRKIDE SAAVUTAMISEKS

2020. aasta seisuga on Eestis sisekliima tagamisega mitteeluhoonete netopindala ligikaudu 20 miljonit m². Aastaks 2033 peaksid kõige madalama energiatõhususega hooned olema renoveeritud – täpsemalt halvima tõhususega 26% mitteeluhoonete pindalast (~5,2 miljonit m²) peaks olema G- ja F-klassist väljaviidud hooned. Selle eesmärgi saavutamiseks on vajalik renoveerida keskmiselt 400 000 m² aastas perioodil 2020–2033.

Tabel 37. Mitteeluhoonete 2033. aasta renoveerimismahud

Hoone kasutusotstarve	Netopind (m ²)	2030 G→F (16%)	2033 F→E (10%)	2033 G→E kokku
Kontorihooned	5 418 093	866 900	542 000	1 400 000
Majutushooned	1 401 315	224 200	140 000	400 000
Ärihooned	1 368 168	218 900	137 000	400 000
Avalikud hooned	2 025 249	324 000	203 000	500 000
Kaubandushooned ja terminalid	5 636 665	901 900	564 000	1 500 000
Haridushooned	2 648 964	423 800	265 000	700 000
Lastehoiu- ja lasteaiahooned	821 479	131 400	82 000	200 000
Ravihooned	557 343	89 200	56 000	100 000
Kokku	19 877 276	3 180 300	1 989 000	5 200 000

5.1. OLEMASOLEV MITTEELUHOONETE RENOVEERIMISE JA UUSEHITUSE MAHT

Statistikaameti⁴ andmetel on aastatel 2015–2025 välja antud mitteeluhoonete renoveerimise kasutuslubasid keskmiselt ligikaudu 900 000 m² aastas. Mitteeluhoonete renoveerimise kasutuslubade alusel on pindalaliselt vajalik renoveerimismaht olemas. Samas puudub täpne info, kui suure osa kogu renoveerimisest moodustavad energiasäästu eesmärgil tehtud tööd.

Tabel 38. Mitteeluhoonete renoveerimise kasutusload

Hoone kasutusotstarve	Keskmine 2015–2025 (m ² /a)
Majutushooned	55 000

⁴ EH046: EHITUSLOA SAANUD JA KASUTUSSE LUBATUD MITTEELAMUD EHITUSE LIIGI, MAAKONNA JA HOONE TÜÜBI JÄRGI https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus_ehitus_ehitus-ja-kasutusload/EH046

Toitlustushooned	6 000
Kaubandushooned	198 000
Teenindushooned	25 000
Haiglad ja muud ravihooned	170 000
Haridus- ja teadushooned	237 000
Meelelahutus-, muuseumi- ja raamatukoguhooned	71 000
Spordihooned	35 000
Büroohooned	122 000
Kokku	919 000

Analüüsis on eeldatud, et pool aastasest renoveerimismahust (ligikaudu 450 000 m²) tehakse koos energiasäästumeetmetega, millega saavutatakse keskmiselt 30% energiasääst. See eeldus tugineb asjaolule, et EPBD ei nõua mitteeluhoonetele olulist rekonstrueerimist, vaid lähtub kulutõhusast energiatõhususe parandamisest – st eelkõige tehnosüsteemide täiustamisest.

Mitteeluhoonete netopindala kasvab tänu uusehitusele ja väheneb kasutusest välja langemise tõttu. Aastatel 2015–2025 on välja antud uusehituse kasutuslubasid keskmiselt ligikaudu 350 000 m² aastas⁵.

Tabel 39. Mitteeluhoonete uusehituse kasutusload

Hoone kasutusotstarve	Keskmine 2015–2025 (m²/a)
Majutushooned	15 000
Toitlustushooned	2 000
Kaubandushooned	104 000
Teenindushooned	21 000
Haiglad ja muud ravihooned	23 000
Haridus- ja teadushooned	40 000
Meelelahutus-, muuseumi- ja raamatukoguhooned	6 000
Spordihooned	32 000
Büroohooned	113 000
Kokku	356 000

Mitteeluhoonete aastane väljalangevus on hinnanguliselt 180 000 m² (REKS 2020). Uusehitise mahu ja kasutusest välja langemise prognoosi alusel on hinnanguline sisekliima tagamisega mitteeluhoonete netopindala aastal 2050 ligikaudu 25 miljonit m².

⁵ EH046: EHITUSLOA SAANUD JA KASUTUSSE LUBATUD MITTEELAMUD EHITUSE LIIGI, MAAKONNA JA HOONE TÜÜBI JÄRGI https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus_ehitus_ehitus-ja-kasutusload/EH046

5.2. MITTEELUHOONETE TRAJEKTOOR KUNI 2050. AASTANI

Primaarenergia arvutustes on Euroopa keskmisi summaarseid primaarenergia tegureid⁶. CO₂ eriheite arvutustes on kasutatud Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt koostatud prognoose⁷.

Tabel 40. Primaarenergia ja eriheitetegurid

Näitaja	2020	2030	2040	2050
Elektri primaarenergia tegur	1,9	1,6	1,4	1,4
Soojuse primaarenergia tegur	1,1	1,1	1,1	1,1
Elektri eriheitetegur kt CO₂ ekv /GWh	0,559	0,129	0,052	0,018
Soojuse eriheitetegur kt CO₂ ekv /GWh	0,135	0,120	0,096	0,030

Stsenaariumiarvutused näitavad järgmist energiakasutuse ja CO₂ heitmete trajektoori:

Tabel 41. Mitteeluhoonete energiakasutuse ja CO₂ heitmete trajektoori

Näitaja	2020	2030	2040	2050	Muutus 2020→2050
Netopindala (mln m²)	19,9	21,6	23,3	25,0	+26%
Soojusenergia (TWh)	2,97	2,3	2,0	1,8	-39%
Elektrienergia (TWh)	2,89	3,0	3,1	3,2	+11%
Tarnitud energia (TWh)	5,86	5,3	5,1	5,0	-15%
Primaarenergia (TWh)	8,8	7,3	6,6	6,4	-27%
Primaarenergia (kWh/m²·a)	440	340	280	255	-42%
CO₂ heitmed, ktCO₂	2016	663	353	112	-94%

5.3. 2050. AASTA EESMÄRGID JA HEITEVABA HOONEFOND

Heitevaba mitteeluhoonete fondi primaarenergia erikasutuse määratlemisel on lähtutud D-energiaklassist, mitte C-klassist (oluline rekonstrueerimine), kuna EPBD sätestab kulutõhusale lähenemisele tugineva nõude. Teostatud energiatõhususe meetmete analüüs näitab, et mitteeluhooned on võimelised jõudma D klassi peamiselt tehnosüsteemide renoveerimisega. Juhul kui kõik mitteeluhooned jõuaksid aastaks 2050 D-klassi, oleks heitevaba mitteeluhoonefondi primaarenergia erikasutus 230 kWh/(m²·a) ehk 48%

⁶ European Commission, Directorate-General for Energy, Amann, C., Torres, P., Boldizsár, G. et al., Support to primary energy factors review (PEF) – Final report, Publications Office of the European Union, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/404077>

⁷ <https://kasvuhoonegaasid.ee/#/emission-factors/projections-emission-factors>

madalam kui 2020. aastal. See piirväärtus tugineb kontorihoone, kaubandushoone ja haridushoone D- ja A-klassi piirmääradele koos 2050. aasta primaarenergia teguritega.

Stsenaariumiarvutuste kohaselt saavutab Eesti mitteeluhoonete fond 2033. aasta renoveerimismahuga jätkates aastaks 2050 primaarenergia erikasutuse taseme 255 kWh/(m²·a), mis tähendab 42% vähenemist võrreldes 2020. aasta lähteväärtusega 440 kWh/(m²·a). Seejuures kasvab netopindala ligi 25 miljoni m²-ni, mistõttu oluline osa kokkuhoiust tuleb elektri primaarenergia teguri langusest (1,9→1,4) ning soojusenergia tarbimise vähenemisest.

Kokkuvõtteks võib renoveerimise eesmärgiks 2050. aastaks pidada 2033. aasta renoveerimismahu jätkumisega saavutatavat 255 kWh/(m²·a) (vähenemine –42%), mis on realistlik ja kulutõhus eesmärk. Ambitsioonikama stsenaariumi korral, kus kõik hooned jõuavad D-klassi, saavutatakse 230 kWh/(m²·a) (–48%), kuid see nõuaks senisest märkimisväärselt suuremat renoveerimisintensiivsust ja täiendavaid meetmeid.

6. ENERGIATÕHUSUSE MEETMED JA TASUVUSANALÜÜS

6.1. SISSEJUHATUS

Energiatõhususe meetmete pärinevad DeltaE Inseneribüroo poolt tehtud tehnilistel audititel. Igast hoonete grupist valiti vähemalt kaks detailset energiasäästmislahenduste auditit. Tööd on teostatud valdavalt viimase kolme aasta jooksul. Auditi koostamise eesmärgid on:

- auditeerida hoone tehnosüsteemid põhjalikult, tehniliselt ja detailselt;
- töötada välja energiasäästmislahendused, mille keskmine tasuvusaeg jääb alla 10 aasta;
- arvutada välja hoonete energiamärgised enne meetmete elluviimist ja peale nende rakendamist;
- anda ette strateegiline plaan meetmetest koos investeeringute maksumuse, tasuvusarvutuste, KEKi ja CO₂ mõjuga;
- auditi koostamise eesmärgiks ei ole olnud hooned konkreetselt F ja G klassist välja viia, kuid enamus juhtudel oli tulemuseks 2-4 klassi parem hoone.

Käesoleva uuringu koostamisel kasutati 26 auditi andmeid sh hoone põhiparameetrid, elektri, soojuse ja vee tarbimine, energiahinnad, meetmed ja nende mõju. Konfidentsiaalsuse tõttu pole auditeeritavad hooned avalikud ja tulemused on esitatud üldistatult.

6.2. TULEMUSTE TÕLGENDAMINE

Uuringu tulemusi tuleb võtta keskmiste näitajatena, mis on töötatud välja hoonetel, kelle omanikud on eelnevalt tellinud tehnilise auditi. Sellest võib eeldada, et hooned on olnud pigem kehvas klassis (enamasti F või G klass) ja selle omanikul on olnud selge vajadus või põhjus protsessiga alustamiseks. Uuringus tulemusena tuuakse gruppide lõikes välja:

- tasuvate meetmete nimekiri;
- eriinvesteering;
- konkreetse meetme lihttasuvusaeg aastates;
- KEKi kWh/m²*a ühikuline muutus meetme rakendamisel.

Lisaks tasub meeles pidada järgnevaid nüansse tulemuste tõlgendamisel:

- **tulemused ei ole üle kantavad mingile teisele konkreetsele hoonele** – see, millised meetmed konkreetsele hoonele sobivad ja mis on nende energeetiline mõju tuleb selgitada välja objektispetsiifilise tehnilise auditeerimise teel;
- uuringu aluseks olevad objektid on kõik erinevad ja seeläbi ka erinevate energiakandjate ning hindadega ehk investeeringud on konkreetse objekti põhised – uuring toob välja sarnaste objektide keskmised, mida saab usaldusväärselt arvestada;
- sama kategooria hoonete samad meetmed keskmistatakse ruutmeetri peale, mis annab adekvaatse parameetri, mida saab taandada suuremale hulgale hoonetele;
- uuring ei ole kuidagi keskendunud hoonete tegeliku tarbimise ja selle sõltuvuse leidmisele sisekliima parameetritest – tulemused keskmistatakse mitme auditi baasil, mis annab ülevaate vastava kategooria kehvematest hoonetest ning meetmetest, mida tuleb rakendada, et hooned G ja F klassist välja viia;
- uuringu aluseks olevatel hoonetel on erinevad kütteliigid, millel võivad olla erinevad kaalumistegurid ehk keskmised peegeldavad ka nende sisu;
- mõõtmisüsteemid kui meetmena toovad tihtipeale vähe säästu energeetiliselt kui üldse, kuid omavad arvestatavat mõju KEKi väärtusele – seda seeläbi, et suudetakse süsteemi rajamisel mõõta ära suur hulk eritarbijaid, mida saab KEKi arvutustest välja jätta;
- iga hoonegrupi kohta koostati spetsiaalne meetmete pakett, mis oleks tasuvaim ja minimaalne eesmärkide täitmiseks, mistõttu kõik meetmed ei leidnud rakendamist kõikidel gruppidel.

6.3. BAASVÄÄRTUSED

Uuringu tulemusel arvutatakse välja konkreetsete meetmete keskmistatud mõju vastavas hoonete rühmas. Selleks, et näidata parimate ja tasuvaimate meetmete pakettide mõju defineeriti KEKi baasväärtused. Seejuures on oluline, et meetmetega saavutatav sääst ei sõltu KEKi algsest väärtusest, st KEKi muutus püsib konstantne sõltumata sellest kas algne KEK on suurem või väiksem. Kuna ehitusregistris olevad andmed sh energiamärgised ning nende hulk pole usaldusväärne ega piisav järelduste tegemiseks leiti uuringu grupi autorite ja Kliimaministeeriumi ekspertide pool konsensus kasutada baasväärtusteks F ja G klassi alumiste piirväärtuste vahe jagamist kahega $(G_{\min} - F_{\min})/2$, mille arvuline väärtus liideti G klassi alumisele piirmäärale. Lihtsustatult ütleb baasväärtus seda, et keskmine hoone, mis on G klassis, asub poole klassi kaugusel F klassist. Eelnevalt hinnati ka EHRis olevate märgiste keskmiseid ja mediaanväärtusi, kuid tõdeti, et märgiste hulk ei ole piisav valimi moodustamiseks ning need hooned, millel olid märgised olemas ja juhtusid olema G klassis peegeldasid liiga kehva seisu, mis pole realistlik. Põhjus peitub eritarbijates ja märgise

väärtuse tegelikkuses oluliselt paremas seisus olekus kui EHRI üles laetud märgis (sisuliselt valede andmetega) seda näitab. Ilma baasväärtusi rakendamata oleksid tulemused olnud nihkes, mis oleks teatud juhtudel omakorda suurendanud oluliselt investeeringu vajadust.

Tabel 42 Baasväärtuste tabel

KASUTUS	F klassi piir	G klassi piir	Baasväärtus
KONTOR	260	320	350
MAJUTUS	290	350	380
ARI	270	320	345
AVALIK	270	310	330
KAUBANDUS	280	320	340
HARIDUS	240	290	315
LASTEHOIU	240	290	315
RAVI	270	330	360
LAO	160	210	235

6.4. MEETMETE KIRJELDUS

Kuna energiasäästmislahenduste auditid keskenduvad enamasti tehnosüsteemidele ja nende optimeerimise ning renoveerimisega seotud investeeringutele, siis pole paketid hoone kui terviku mõistes täielikud. DeltaE ei käsitle oma auditites ehituskonstruksioonilisi investeeringuid (kuigi harva seda ka tehakse) kuna nende meetmete tasuvusaeg ületab amortisatsiooniperioodi. Arvestades, et hoone välispiirete renoveerimise maksumus on vahemikus 300 ... >1000 €/m² kujuneb lihttasuvusajaks 50 – 250 aastat. Sellised investeeringud teostatakse vastavalt tehnilisest ja esteetilisest kasutuseast tulenevatele vajadustele ning nende puhul on energiatõhususe parandamine üks osa suuremast tervikust, mille tõttu renoveerimine käivitub muudel kui energiasäästu põhustel.

Kokku leidsid auditites oma käsitleluse 22 erinevat meetet, mida ärikinnisvaras rakendada. Olgu mainitud, et pealkirjad meetmetel on hoonete lõikes samad, kuid sisu võib olla üsnagi erinev. Kõik sõltub konkreetse hoone eripärast, ehituslikust geometriast, süsteemidest, seadmete arvust, tehnoloogiast jne. Uuringu eesmärk on anda ette keskmised. Meetmed, mida auditites on käsitletud:

Tabel 43 Energiasäästmislahenduste meetmed

Meetme nr	Meetmed
1	Tehnosüsteemide automaatika ehitus/renoveerimine
2	Ruumikliima automaatika ehitus/renoveerimine
3	Tervikliku automaatika ehitus/renoveerimine
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine
5	Elektritööd
6	Ventilatsioonisüsteemi renoveerimine/ehitamine

7	Ventilaatorite vahetus
8	Laeventilaatorite paigaldus
9	Küttesüsteemi renoveerimine
10	Jahutussüsteemi renoveerimine/ehitamine
11	Veesäästupaketi realiseerimine
12	Mõõtmisüsteemi ehitus
13	Seiresüsteemi rakendamine
14	Päikeseenergia jaama ehitus
15	Kaugküttele üleminek
16	Kaugjahutusele üleminek
17	Maasoojuspumplahenduse teostamine
18	Õhk-vesi soojuspumplahenduse teostamine
19	Jääksoojuse taaskasutamine
20	Soojatarbevee tootmise muutus
21	Reaktiivenergia kompenseerimine
22	Vesikütte väljaehitamine automaatikaga

Siinkohal on oluline mainida, et kõik meetmed ei leidnud valimisse sattunud auditites kajastust. Sellegipoolest on üleval toodud tabelisse need jäetud, et illustreerida terviklikku paketti võimalustest.

1. **Tehnosüsteemide automaatika ehitus/renoveerimine** – ventilatsioonisüsteemide, soojussõlmede, jahutussüsteemide ja katelde automaatikalahendused, mis harvamtel juhtudel võivad endast hõlmata ka KVJ alaseid ehitustöid. Investeeringud on kalkuleeritud „võtmed kätte” põhimõttel. Tegemist on ühe põhilise meetmega, mis vähendab oluliselt ülekulu ja raiskamist hoonetes.
2. **Ruumikliima automaatika ehitus/renoveerimine** – ruumides asuvate kliimaseadmete automatiseerimine sh radiaatorid, pörandaküttes, fancoilid, muud jahutuse siseosad. Lisaks hõlmab investeering paigaldust, kaabeldus, tööd, programmeerimist ja muid seadmeid nagu täiturseadmed ja termostaadid.
3. **Tervikliku automaatika ehitus/renoveerimine** – meetmena eraldi välja toodud kui auditi käigus said ruumikliima ja tehnosüsteemide automaatikalahendus tasuvusliku optimeerimise tõttu üheks meetmeks liidetud. Sama grupi põhiseis ei saa rakendada hoonetes antud meetet ja näiteks eelmainitud tehnosüsteemide automaatika ehitust.
4. **Valgustuspaigaldise renoveerimine** – meetme alla kuuluvad mistahes valgustuspaigaldisega seonduvad tööd ja lahendus. Enamasti on tegemist vananenud luminofoorpaigaldise renoveerimisega leedilahenduse vastu. Üldjoontes ei hõlma lahendus kogu hoonet, kuna osaline 1-1 vahetus on toimunud valgustite osas juba aastaid. Seega peegeldab meede väga realistlikku pilti valgustuspaigaldiste hetkeseisust ärikinnisvaras. Paljudel juhtudel hõlmab uus lahendus endast juhtimissüsteemi, mis toon energiakulu märgatavalt allapoole võrreldes mittejuhitava lahendusega. Juhitav lahendus kulutab kuni 50% vähem

energiat kui mittejuhitav lahendus. Üks põhilisi lahendusi energiaklassi alandamisel, millel on mõistlik tasuvus ja hea mõju sisekliimale.

5. **Elektritööd** – siia alla kuuluvad mitmesugused elektritööd, mis otseselt tasuvuslikku mõju läbi energiakulude vähendamise ei oma. Küll aga võivad olla hea rahalise tasuvusega keskpingele üleminekud, mis informatiivses mõttes on analüüsi sisse jäätud.
6. **Ventilatsioonisüsteemi renoveerimine/ehitamine** – hõlmab täielikku ventilatsioonisüsteemi renoveerimist või ehitust hoonesse või selle osasse, kus sundventilatsioon täielikult puudub. Enamast meetmel tasuvusaeg puudub ja kulud võivad suurened. Harvemal juhul saab hoones piirduda sagedusmuundurite lisamise, mis toob küllaltki hea tasuvuse ja säästu energiakuludelt.
7. **Ventilaatorite vahetus** – eraldi väljatoodud meede ventilatsiooniagregaatide täiendamiseks energiasäästu eesmärgil.
8. **Laeventilaatorite paigaldus** – eesmärk on laealune soe õhk tuua töösooni, et vähendada soojuskulu, sisekliimaatilist ebamugavust suvel ning panna õhk liikuma. Eeskätt rakendatav suure kubatuuriga hoonetes nagu laod, hallid, tööstused.
9. **Küttesüsteemi renoveerimine** – osaline või täielik süsteemi renoveerimine sh radiaatorküttesüsteemid ja/või soojussõlmed. Enamasti tasuvus puudub.
10. **Jahutussüsteemi renoveerimine/ehitamine** – osaline või täielik süsteemi renoveerimine sh külmajaamad ja kompressorid. Enamasti tasuvus puudub.
11. **Veesäästupaketi realiseerimine** – hõlmab endast säästlike dušši peade kasutuselevõttu ning segistite otsikute vahetust. Eeskätt hoiavad kokku vett, kuid ka läbi sooja veekulu vähenemise soojusenergiat.
12. **Mõõtmissüsteemi ehitus** – põhiline meede KEKi väärtuse optimeerimiseks ja alla toomiseks. Vastavalt määrusele on luba eritarbijad hoone energiamärgisest maha lahutada siis kui need on energiaarvestiga varustatud. Mõõtmissüsteemi ehituse eesmärk ongi süsteemid korrektselt kaardistada, paigaldada arvestid, teostada kaabeldus ning pakkuda tarkvara lahenduse püsivaks seireks. Tihtipeale saab läbi mõõtmissüsteemide ehituse ka energeetilist kokkuhoidu, kuna on võimalik tuvastada liigset tarbimist ja ülekulu ning sellele reageerida.
13. **Seiresüsteemi rakendamine** – süsteemi eesmärk on hoone või portfelli energeetiline haldamine. Tihtipeale tasub süsteem ennast ära vähem kui ühe aastaga. Süsteemi kasulikkust, mõju ja funktsionaalsust kirjeldatakse uuringi lõpu faasis.
14. **Päikeseenergia jaama ehitus** – lahendused on tavapäraselt optimeeritud konkreetse hoone tarbimist silmas pidades, et maksimaalselt kompenseerida omatarbimist ja mitte võrku müüa. Võrku müümisel energial puudub hind ning mida aeg edasi, seda rohkem peab hoone omanik energia võrku müümisel sellele peale maksma. Päikesejaamadel puudub nüüdseks mõistlik tasuvusaeg, kuna energiahind hetkel kui jaam toodab, on väga madal. Tasuvusaeg alla 10 aasta on juba väga hea.

15. **Kaugküttele üleminek** – eesmärk vabaneda gaasikateldest või amortiseerunud tehnika vahetuse investeeringust loobuda ja minna üle kaugküttele. Lisaks on tegemist mõistliku lahendusega KEKi optimeerimiseks, kuid rahaliselt on tegemist negatiivse tasuvusega projektiga, kuna kaugküte on enamasti gaasist kallim.
16. **Kaugjahutusele üleminek** – eesmärk loobuda amortiseerunud tehnika vahetuse investeeringust ja minna üle kaugjahutusele. Tegemist mõistliku lahendusega KEKi optimeerimiseks ja rahaliselt võib olla tegemist mõistliku lahenduse, kuna CAPEX investeeringuid ei pea teostama. Varjukülg on võimsustasud, mis ei sõltu tarbimisest ega suuna hooneomanikku kokku hoidma. Lisaks ei ole kaugjahutuse hind veel konkurentsiameti poolt reguleeritud.
17. **Maasoojuspump lahenduse teostamine** – alternatiivne primaarenergialahendus eeskätt asukohtades, kus puudub mõistlik kaugküttega liitumise võimalus. Lahendus investeering pigem kallis ja tasuvuslikult pole tegemist parima lahendusega.
18. **Õhk-vesi soojuspumplahenduse teostamine** – alternatiivne primaarenergialahendus eeskätt asukohtades, kus puudub mõistlik kaugküttega liitumise võimalus.
19. **Jääksoojuse taaskasutamine** – eeskätt võimalik rakendada kaubanduskeskustes ja üksikutes muudes ärikinnisvara objektides. Samuti tööstustest, mis pole antud uuringu sihtgrupis. Lahendus võimaldab parandada sisekliima, tõsta süsteemide efektiivsust ja oluliselt vähendada tarnitud energia osakaalu.
20. **Soojatarbevee tootmise muutus** – eeskätt kuuluvad siia lahendused, kus elektriboileritega sooja vee tootmine asendatakse soojuspumplahenduse/kaugküttele lahenduse ning vesiküttesüsteemiga.
21. **Reaktiivenergia kompenseerimine** – meede, mis kuidagi aktiivenergiat ei vähenda, aga tasub mainimist, kus keskmine tasuvusaeg on 3-8 aastat olenevalt süsteemist.
22. **Vesiküttele väljaehitamine automaatikaga** – lahendust töötatakse välja üsna harva, kuna see kehtib vaid elektriküttega hoonetele, mida täna on jäänud alles üsna vähe. Kui lahendus on olnud vajalik välja töötada, on see tehtud juba koos automaatikaga.

6.5. TULEMUSED

Tulemused esitatakse hoonete kategooriate järgi ning välja toodud informatsioon hõlmab endast:

- valitud meetmete paketti koos KEKi mõju ja tasuvusajaga meetmete lõikes;
- energiaklassi skaala ja visuaalne vaade, kuhu klassi jõutakse;

- kokkuvõttev tabel, mis kirjeldab hoonegrupi suurt pilti sh pindala, investeerimise vajadust, säästu, tasuvusaega ja KEKi muutusi.

6.5.1. KONTORIHOONED

Meetme nr	Meede	KEK muutus	Sääst kokku	Maksumus	Tasuvusaeg
1	Tehnosüsteemide automaatika ehitus/renoveerimine	64 kWh/m ²	4,1 €/m ²	14,0 €/m ²	3,4 a
12	Möötmisüsteemi ehitus	16 kWh/m ²	2,0 €/m ²	5,0 €/m ²	2,4 a
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine	21 kWh/m ²	3,9 €/m ²	24,7 €/m ²	6,4 a
14	Päikeseenergia jaama ehitus	27 kWh/m ²	1,8 €/m ²	13,2 €/m ²	7,5 a
11	Veesäästupaketi realiseerimine ¹	0 kWh/m ²	0,0 €/m ²	0,0 €/m ²	0,5 a
13	Seiresüsteemi implementeerimine	0 kWh/m ²	0,1 €/m ²	0,1 €/m ²	1,0 a
Total		127 kWh/m²	11,8 €/m²	57,0 €/m²	4,8 a

¹ veesäästupaketi investeering on vahemikus 500 - 1500 €, mis on pindala ühiku kohta nii väike, et kajastub teises komakohas.

ETA või KEK, kWh/(m ² a)	Klass
ETA või KEK ≤ 95	A
96 ≤ ETA või KEK ≤ 125	B
126 ≤ ETA või KEK ≤ 160	C
161 ≤ ETA või KEK ≤ 210	D
211 ≤ ETA või KEK ≤ 260	E
261 ≤ ETA või KEK ≤ 320	F
ETA või KEK > 320	G

Kriteerium	Väärtus
Pindala	1408900 m ²
Eriinvesteering	57,0 €/m ²
Investeering	80 240 925 €
Sääst	16 649 882 €
Tasuvusaeg	4,8 a
KEK enne	350 kWh/m ²
KEKi muutus	127 kWh/m ²
KEK pärast	223 kWh/m ²

6.5.2. MAJUTUSHOONED

Meetme nr	Meede	KEK muutus	Sääst kokku	Maksumus	Tasuvusaeg
11	Veesäästupaketi realiseerimine	1 kWh/m ²	0,3 €/m ²	0,2 €/m ²	0,71 a
13	Seiresüsteemi implementeerimine	0 kWh/m ²	0,1 €/m ²	0,1 €/m ²	1,00 a
12	Möötmisüsteemi ehitus	26 kWh/m ²	1,7 €/m ²	2,2 €/m ²	1,30 a
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine	37 kWh/m ²	8,0 €/m ²	15,9 €/m ²	1,98 a
21	Reaktiivenergia kompenseerimine	0 kWh/m ²	0,2 €/m ²	0,5 €/m ²	3,00 a
3	Tervikliku automaatika ehitus/renoveerimine	64 kWh/m ²	2,3 €/m ²	32,4 €/m ²	13,89 a
14	Päikeseenergia jaama ehitus	16 kWh/m ²	1,0 €/m ²	7,7 €/m ²	7,47 a
Total		143 kWh/m²	13,6 €/m²	58,9 €/m²	4,3 a

ETA või KEK, kWh/(m ² a)	Klass
ETA või KEK ≤ 140	A
141 ≤ ETA või KEK ≤ 165	B
166 ≤ ETA või KEK ≤ 200	C
201 ≤ ETA või KEK ≤ 240	D
241 ≤ ETA või KEK ≤ 290	E
291 ≤ ETA või KEK ≤ 350	F
ETA või KEK > 350	G

Kriteerium	Väärtus
Pindala	364200 m ²
Eriinvesteering	58,9 €/m ²
Investeering	21 451 216 €
Sääst	4 943 907 €
Tasuvusaeg	4,3 a
KEK enne	380 kWh/m ²
KEKi muutus	143 kWh/m ²
KEK pärast	237 kWh/m ²

6.5.3. ÄRIHOONED

Meetme nr	Meede	KEK muutus	Sääst kokku	Maksumus	Tasuvusaeg
13	Seiresüsteemi implementeerimine	0 kWh/m ²	0,1 €/m ²	0,1 €/m ²	1,00 a
11	Veesäästupaketi realiseerimine	0 kWh/m ²	0,1 €/m ²	0,1 €/m ²	1,09 a
1	Tehnosüsteemide automaatika ehitus/renoveerimine	32 kWh/m ²	4,3 €/m ²	9,4 €/m ²	2,20 a
12	Möötmisüsteemi ehitus	9 kWh/m ²	0,8 €/m ²	2,7 €/m ²	3,21 a
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine	16 kWh/m ²	2,3 €/m ²	13,1 €/m ²	5,69 a
14	Päikeseenergia jaama ehitus	19 kWh/m ²	1,0 €/m ²	7,6 €/m ²	7,83 a
6	Ventilatsioonisüsteemi renoveerimine/ehitamine	9 kWh/m ²	0,8 €/m ²	7,2 €/m ²	8,62 a
Total		86 kWh/m²	9,4 €/m²	40,1 €/m²	4,3 a

ETA või KEK, kWh/(m ² a)	Klass
ETA või KEK ≤ 125	A
126 ≤ ETA või KEK ≤ 145	B
146 ≤ ETA või KEK ≤ 180	C
181 ≤ ETA või KEK ≤ 220	D
221 ≤ ETA või KEK ≤ 270	E
271 ≤ ETA või KEK ≤ 320	F
ETA või KEK > 320	G

Kriteerium	Väärtus
Pindala	355900 m ²
Eriinvesteering	40,1 €/m ²
Investeering	14 288 830 €
Sääst	3 343 923 €
Tasuvusaeg	4,3 a
KEK enne	345 kWh/m ²
KEKi muutus	86 kWh/m ²
KEK pärast	259 kWh/m ²

6.5.4. AVALIKUD HOONED

Meetme nr	Meede	KEK muutus	Sääst kokku	Maksumus	Tasuvusaeg
13	Seiresüsteemi implementeerimine	0 kWh/m ²	0,5 €/m ²	0,5 €/m ²	1,00 a
11	Veesäästupaketi realiseerimine	0 kWh/m ²	0,2 €/m ²	0,3 €/m ²	2,08 a
12	Möötmisüsteemi ehitus	9 kWh/m ²	0,8 €/m ²	3,2 €/m ²	4,15 a
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine	22 kWh/m ²	3,2 €/m ²	22,8 €/m ²	7,20 a
3	Tervikliku automaatika ehitus/renoveerimine	30 kWh/m ²	3,0 €/m ²	37,5 €/m ²	12,41 a
14	Päikeseenergia jaama ehitus	16 kWh/m ²	0,6 €/m ²	10,4 €/m ²	16,54 a
Total		77 kWh/m²	8,3 €/m²	74,8 €/m²	9,0 a

ETA või KEK, kWh/(m ² a)	Klass
ETA või KEK ≤ 130	A
131 ≤ ETA või KEK ≤ 155	B
156 ≤ ETA või KEK ≤ 190	C
191 ≤ ETA või KEK ≤ 230	D
231 ≤ ETA või KEK ≤ 270	E
271 ≤ ETA või KEK ≤ 310	F
ETA või KEK > 310	G

Kriteerium	Väärtus
Pindala	527000 m ²
Eriinvesteering	74,8 €/m ²
Investeering	39 396 045 €
Sääst	4 386 696 €
Tasuvusaeg	9,0 a
KEK enne	330 kWh/m ²
KEKi muutus	77 kWh/m ²
KEK pärast	253 kWh/m ²

6.5.5. KAUBANDUSHOONED

Meetme nr	Meede	KEK muutus	Sääst kokku	Maksumus	Tasuvusaeg
5	Elektritööd	0 kWh/m ²	0,1 €/m ²	0,1 €/m ²	0,71 a
13	Seiresüsteemi implementeerimine	0 kWh/m ²	0,9 €/m ²	0,9 €/m ²	1,00 a
11	Veesäästupaketi realiseerimine	0 kWh/m ²	0,1 €/m ²	0,1 €/m ²	2,04 a
19	Jääsoojuse taaskasutamine	3 kWh/m ²	0,3 €/m ²	1,0 €/m ²	3,85 a
14	Päikeseenergia jaama ehitus	30 kWh/m ²	2,2 €/m ²	10,8 €/m ²	4,96 a
3	Tervikliku automaatika ehitus/renoveerimine	41 kWh/m ²	3,6 €/m ²	18,6 €/m ²	5,19 a
21	Reaktiivenergia kompenseerimine	0 kWh/m ²	0,1 €/m ²	0,6 €/m ²	5,35 a
12	Möötmisüsteemi ehitus	15 kWh/m ²	0,2 €/m ²	2,4 €/m ²	11,23 a
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine	16 kWh/m ²	0,7 €/m ²	7,8 €/m ²	11,04 a
Total		105 kWh/m²	8,1 €/m²	42,3 €/m²	5,2 a

ETA või KEK, kWh/(m ² a)	Klass
ETA või KEK ≤ 150	A
151 ≤ ETA või KEK ≤ 180	B
181 ≤ ETA või KEK ≤ 210	C
211 ≤ ETA või KEK ≤ 240	D
241 ≤ ETA või KEK ≤ 280	E
281 ≤ ETA või KEK ≤ 320	F
ETA või KEK > 320	G

Kriteerium	Väärtus
Pindala	1465900 m ²
Eriinvesteering	42,3 €/m ²
Investeering	61 959 432 €
Sääst	11 885 749 €
Tasuvusaeg	5,2 a
KEK enne	340 kWh/m ²
KEKi muutus	105 kWh/m ²
KEK pärast	235 kWh/m ²

6.5.6. HARIDUSHOONED

Meetme nr	Meede	KEK muutus	Sääst kokku	Maksumus	Tasuvusaeg
5	Elektritööd	0 kWh/m ²	0,1 €/m ²	0,0 €/m ²	0,59 a
13	Seiresüsteemi implementeerimine	0 kWh/m ²	0,2 €/m ²	0,2 €/m ²	1,00 a
11	Veesäästupaketi realiseerimine	0 kWh/m ²	0,0 €/m ²	0,1 €/m ²	3,58 a
21	Reaktiivenergia kompenseerimine	0 kWh/m ²	0,1 €/m ²	0,4 €/m ²	4,29 a
12	Möötmisüsteemi ehitus	5 kWh/m ²	0,3 €/m ²	1,4 €/m ²	5,24 a
3	Tervikliku automaatika ehitus/renoveerimine	56 kWh/m ²	2,5 €/m ²	25,2 €/m ²	10,07 a
14	Päikeseenergia jaama ehitus	11 kWh/m ²	0,5 €/m ²	4,3 €/m ²	8,52 a
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine	30 kWh/m ²	3,4 €/m ²	30,1 €/m ²	8,91 a
Total		102 kWh/m²	7,0 €/m²	61,7 €/m²	8,8 a

ETA või KEK, kWh/(m ² a)	Klass
ETA või KEK ≤ 95	A
96 ≤ ETA või KEK ≤ 115	B
116 ≤ ETA või KEK ≤ 155	C
156 ≤ ETA või KEK ≤ 195	D
196 ≤ ETA või KEK ≤ 240	E
241 ≤ ETA või KEK ≤ 290	F
ETA või KEK > 290	G

Kriteerium	Väärtus
Pindala	688800 m ²
Eriinvesteering	61,7 €/m ²
Investeering	42 512 120 €
Sääst	4 841 376 €
Tasuvusaeg	8,8 a
KEK enne	315 kWh/m ²
KEKi muutus	102 kWh/m ²
KEK pärast	213 kWh/m ²

6.5.7. LASTEHOIU- JA LASTEAIAHOONED

Meetme nr	Meede	KEK muutus	Sääst kokku	Maksumus	Tasuvusaeg
13	Seiresüsteemi implementeerimine	0 kWh/m ²	0,8 €/m ²	0,8 €/m ²	1,0 a
11	Veesäästupaketi realiseerimine	0 kWh/m ²	0,0 €/m ²	0,3 €/m ²	1,4 a
12	Möötmisüsteemi ehitus	6 kWh/m ²	0,6 €/m ²	1,5 €/m ²	2,7 a
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine	43 kWh/m ²	4,9 €/m ²	30,5 €/m ²	6,2 a
14	Päikeseenergia jaama ehitus	19 kWh/m ²	1,0 €/m ²	9,7 €/m ²	9,4 a
1	Tehnosüsteemide automaatika ehitus/renoveerimine	49 kWh/m ²	3,6 €/m ²	47,6 €/m ²	13,33 a
Total		118 kWh/m²	10,9 €/m²	90,5 €/m²	8,3 a

ETA või KEK, kWh/(m ² a)	Klass
ETA või KEK ≤ 95	A
96 ≤ ETA või KEK ≤ 115	B
116 ≤ ETA või KEK ≤ 155	C
156 ≤ ETA või KEK ≤ 195	D
196 ≤ ETA või KEK ≤ 240	E
241 ≤ ETA või KEK ≤ 290	F
ETA või KEK > 290	G

Kriteerium	Väärtus
Pindala	213400 m ²
Eriinvesteering	90,5 €/m ²
Investeering	19 307 254 €
Sääst	2 330 988 €
Tasuvusaeg	8,3 a
KEK enne	315 kWh/m ²
KEKi muutus	118 kWh/m ²
KEK pärast	197 kWh/m ²

6.5.8. RAVIHOONED

Meetme nr	Meede	KEK muutus	Sääst kokku	Maksumus	Tasuvusaeg
13	Seiresüsteemi implementeerimine	0 kWh/m ²	0,2 €/m ²	0,2 €/m ²	1,00 a
11	Veesäästupaketi realiseerimine	0 kWh/m ²	0,0 €/m ²	0,3 €/m ²	1,55 a
12	Möötmisüsteemi ehitus	22 kWh/m ²	2,1 €/m ²	3,8 €/m ²	1,86 a
1	Tehnosüsteemide automaatika ehitus/renoveerimine	30 kWh/m ²	2,6 €/m ²	17,3 €/m ²	6,56 a
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine	45 kWh/m ²	5,6 €/m ²	41,0 €/m ²	7,34 a
14	Päikeseenergia jaama ehitus	12 kWh/m ²	0,8 €/m ²	6,3 €/m ²	8,30 a
Total		110 kWh/m²	11,3 €/m²	69,0 €/m²	6,1 a

ETA või KEK, kWh/(m ² a)	Klass
ETA või KEK ≤ 100	A
101 ≤ ETA või KEK ≤ 125	B
126 ≤ ETA või KEK ≤ 160	C
161 ≤ ETA või KEK ≤ 210	D
211 ≤ ETA või KEK ≤ 270	E
271 ≤ ETA või KEK ≤ 330	F
ETA või KEK > 330	G

Kriteerium	Väärtus
Pindala	145200 m ²
Eriinvesteering	69,0 €/m ²
Investeering	10 013 578 €
Sääst	1 640 014 €
Tasuvusaeg	6,1 a
KEK enne	360 kWh/m ²
KEKi muutus	110 kWh/m ²
KEK pärast	250 kWh/m ²

6.5.9. LAOHOONED

Meetme nr	Meede	KEK muutus	Sääst kokku	Maksumus	Tasuvusaeg
11	Veesäästupaketi realiseerimine	0 kWh/m ²	0,0 €/m ²	0,0 €/m ²	0,50 a
13	Seiresüsteemi implementeerimine	0 kWh/m ²	0,1 €/m ²	0,1 €/m ²	1,00 a
1	Tehnosüsteemide automaatika ehitus/renoveerimine	17 kWh/m ²	1,3 €/m ²	3,9 €/m ²	3,07 a
8	Laeventilaatorite paigaldus	9 kWh/m ²	0,6 €/m ²	4,5 €/m ²	7,53 a
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine	22 kWh/m ²	1,6 €/m ²	15,7 €/m ²	9,55 a
12	Möötmisüsteemi ehitus	28 kWh/m ²	0,1 €/m ²	1,3 €/m ²	12,35 a
Total		76 kWh/m²	3,7 €/m²	25,5 €/m²	6,9 a

ETA või KEK, kWh/(m ² a)	Klass
ETA või KEK ≤ 60	A
61 ≤ ETA või KEK ≤ 75	B
76 ≤ ETA või KEK ≤ 100	C
101 ≤ ETA või KEK ≤ 130	D
131 ≤ ETA või KEK ≤ 160	E
161 ≤ ETA või KEK ≤ 210	F
ETA või KEK > 210	G

Kriteerium	Väärtus
Pindala	1404600 m ²
Eriinvesteering	25,5 €/m ²
Investeering	35 814 205 €
Sääst	5 228 296 €
Tasuvusaeg	6,9 a
KEK enne	235 kWh/m ²
KEKi muutus	76 kWh/m ²
KEK pärast	159 kWh/m ²

6.6. KOONDATUD MEETMED

Koondatud meetmete tabelisse on toodud kõikide kajastust leidnud meetmete keskmised tulemused olenemata hoonetüübist. Kõik näitajad on keskmistatud, mis näitab konkreetse meetme mõju keskmisele kinnisvara objektile sh maksumus, tasuvusaeg ja KEKi mõju.

- **Hooneautomaatikasüsteemide** renoveerimine või väljaehitus on **üks parima tasuvuse ja mõjuga meetmeid üldse**. Meetme eesmärk on panna olemasolevad tehnosüsteemid võimalikult efektiivselt tööle. Vaid ruumikliima automaatika ehitus on maksumuselt liiga kallis, et seda eraldiseisvalt teha.
- Ärikinnisvaras laiemalt on **väga oluline renoveerida valgustuspaigaldised**, mille põhiline kasu seisneb paremates valgustustingimustes, madalas tasuvusajas, väga suures elektrienergia kokkuhoius ning positiivses mõjus töökeskkonnale.
- Tehnosüsteemide terviklikuma renoveerimisega seotud investeeringute tasuvus ületab 10 aastat või puudub sootuks (näiteks jahutussüsteemide väljaehitamine) ega oleme esimene variant tasuvatest meetmetest. Aga võib olla vajalik hoone sisekliimaatilise olukorra säilitamiseks või nõuetekohaseks viimisel.
- Kinnisvaras üleüldse alahinnatakse mõõtmis- ja seiresüsteemide mõju, mille kombineeritud tasuvusaeg jääb alla kolme aasta ning saadav informatsioon väärtuslik õigete otsuste teostamisel. **Tehnosüsteeme ei ole võimalikult ära optimeerida kui pole pilti ees hoone terviklikust energeetikast ega tehnosüsteemide tarbimisest.**
- Päikeseelektrijaamade tasuvus ajas langeb ja nende ehitamine on **mõistlik vaid omatarbimise katmiseks**. Ka uuringus kasutatud auditites dimensioneeritud jaamad on nii planeeritud, et võrku müüki ei toimu. Vastasel juhul tasuvusaeg puudub. Ja käesolevas uuringus on päikesejaamad auditites olnud kajastatud vaid siis kui meetmel on olnud majanduslikult positiivne mõju. Enamus kinnisvara objektidel päikesejaamade ehitus ei ole majanduslikult tasuv.
- Suures pildis tasub hoonetes tegeleda kulude kokkuhoiu eesmärgil ka muude toetavate teemadega nagu **reaktiivenergia kompenseerimine, peakaitsme optimeerimine, korrektne tehnohooldus ja elektrikäit**. Need on seotud rahaliselt väga hea tasuvuse ja tehnosüsteemide pikema elueaga, mis võimaldab tulevikus investeeringuid edasi lükata ja võtta olemasolevatest süsteemidest rohkem välja.
- Meetmete nimekiri pole kindlasti ammendav ja palju leidub energiatõhususe meetmeid, mida käesolevas uuringus pole käsitletud. See nimekiri ei ole pikk ega laialtlevinud. Käesolevas uuringus kaardistatud ja arvutatud keskmised tulemused meetmetele peegeldavad kenasti turu keskmiseid ja nende tasuvusaegu.

Tabel 44. Kõikide hoonetele rakendatud meetmete keskmistatud tulemused olenemata hoonetüübist

Meetme nr	Meetmed	Maksumus	Tasuvusaeg	KEKi muutus
1	Tehnosüsteemide automaatika ehitus/renoveerimine	15,9 €/m2	6,1	33,6
2	Ruumikliima automaatika ehitus/renoveerimine	22,0 €/m2	34,6	5,7
3	Tervikliku automaatika ehitus/renoveerimine	26,7 €/m2	10,0	42,4
4	Valgustuspaigaldise renoveerimine	22,4 €/m2	6,0	27,9
5	Elektritööd	4,4 €/m2	6,8	0,0
6	Ventilatsioonisüsteemi renoveerimine/ehitamine	25,5 €/m2	12,2	19,6
8	Laeventilaatorite paigaldus	4,5 €/m2	7,5	8,7
9	Küttesüsteemi renoveerimine	93,3 €/m2	158,9	7,5
10	Jahutussüsteemi renoveerimine/ehitamine	28,8 €/m2	Puudub	-0,5
11	Veesäästupaketi realiseerimine	0,2 €/m2	2,0	0,2
12	Mõõtmisüsteemi ehitus	2,6 €/m2	2,8	14,9
13	Seiresüsteemi implementeerimine	0,3 €/m2	1,0	0,0
14	Päikeseenergia jaama ehitus	8,1 €/m2	8,0	17,4
15	Kaugküttele üleminek	7,7 €/m2	Puudub	32,0
18	Õhk-vesi soojuspumplahenduse implementeerimine	11,5 €/m2	13,0	26,0
19	Jääksoojuse taaskasutamine	1,0 €/m2	3,8	3,4
21	Reaktiivenergia kompenseerimine	0,5 €/m2	5,8	0,0
22	Vesikütte väljaehitamine automaatikaga	81,5 €/m2	7,6	146,4

6.7. MÕJU TURULE

F ja G klassi hoonete hinnangulisele netopinnale rakendatud meetmete maksumus, tasuvusaeg ja kokkuvõtte on toodud tabelis 45. Tulemuste järgi enamus Eesti hoonetest on võimalik F ja G klassist viia välja ilma suuri investeeringuid tegemata. Kuna kõikide hoonetüüpide puhul on tegemist majanduslikult tasuvate investeeringutega pole erandite kehtestamisele vajadust. Keskmine eriinvesteering on ca 56 €/m² kohta, mis on välispiirete renoveerimisest ca 10 korda madalam ning terviklikust renoveerimisest koos sisetöödega 20 korda madalam. Meetmete rakendamisel jõutakse vähemalt E klassi, osadel juhtudel ka D klassi. Mõistliku tasuvusajaga investeeringutega saavutatud kokkuvõtte on ligikaudu 50 miljonit eurot aastas.

Tabel 45. Meetmete rakendamise maht ja tasuvus hoonete F ja G klassist väljaviimiseks

KASUTUS	Pindala	Eriinvesteering	Investeering	Kokkuvõtte	Tasuvusaeg	KEK enne	KEKi muutus	KEK pärast	Energiaklass
KONTOR	1408900 m ²	57,0 €/m ²	80 240 925 €	16 649 882 €	4,8 a	350 kWh/m ²	127 kWh/m ²	223 kWh/m ²	E
MAJUTUS	364200 m ²	58,9 €/m ²	21 451 216 €	4 943 907 €	4,3 a	380 kWh/m ²	143 kWh/m ²	237 kWh/m ²	D
ARI	355900 m ²	40,1 €/m ²	14 288 830 €	3 343 923 €	4,3 a	345 kWh/m ²	86 kWh/m ²	259 kWh/m ²	E
AVALIK	527000 m ²	74,8 €/m ²	39 396 045 €	4 386 696 €	9,0 a	330 kWh/m ²	77 kWh/m ²	253 kWh/m ²	E
KAUBANDUS	1465900 m ²	42,3 €/m ²	61 959 432 €	11 885 749 €	5,2 a	340 kWh/m ²	105 kWh/m ²	235 kWh/m ²	D
HARIDUS	688800 m ²	61,7 €/m ²	42 512 120 €	4 841 376 €	8,8 a	315 kWh/m ²	102 kWh/m ²	213 kWh/m ²	E
LASTEHOIU	213400 m ²	90,5 €/m ²	19 307 254 €	2 330 988 €	8,3 a	315 kWh/m ²	118 kWh/m ²	197 kWh/m ²	E
RAVI	145200 m ²	69,0 €/m ²	10 013 578 €	1 640 014 €	6,1 a	360 kWh/m ²	110 kWh/m ²	250 kWh/m ²	E
Total	5169300 m²	55,9 €/m²	289 169 400 €	50 022 535 €	5,8 a	342 kWh/m²	108 kWh/m²	234 kWh/m²	

6.8. JÄRELDUSED

- Ehitusregistri andmestik on puudulik ning enamus hoonete kategooriatel puudus piisav valim vajalikest energiamärgistest, et teostada turu laiapõhjalistel andmetel analüüs. **Energiamärgiste koostamine peaks olema iga kinnisvara omaniku kohustus, mida riik peaks selgelt kohustama, kontrollima ja soosima.**
- Enamus Eesti hoonetest on võimalik F ja G klassist viia välja ilma suuri investeeringuid tegemata. Keskmine eriinvesteering on ca 56 €/m² kohta, mis on väiksemamahulisest renoveerimisest ca 10 korda madalam ning terviklikust renoveerimisest 20 korda madalam.
- Hoone viimine E ja teatud juhtudel ka D või isegi C klassi **ei ole üle jõu käiv ülesanne turu osalistele ega kinnisvara omanikele.** Alati on erandeid ja uuringu tulemused peegeldavad võimalusi keskmistele hoonetele, mis asuvad G klassis ning mille KEK väärtus on poole klassi võrra üle G klassi alumise piirmäära.
- Tehnosüsteemide optimeerimise ja renoveerimisega seonduvate investeeringute **tasuvusaeg on 5,8 aastat, mis on väga madal** ja peaks olema motiveeriv mistahes hoone omanikele eesmärgiga: parandada sisekliimat; hoida kokku energiakuludelt; vähendada kõrvalkulusid; pikendada tehnosüsteemide eluiga; tagada haldus- ja hooldussuutlikkus; muuta kinnisvara rahastajate jaoks atraktiivsemaks ja üleüldiselt likviidsemaks.
- **MEPSide rakendamisel on mõju turule ca 290 milj. €,** mis tuleks investeerida kinnisvarasse järgneva 7,5 aasta jooksul. Investeeringule lisanduvad täiendavad kulud analüüsile ja teatud ulatuses projekteerimisele, mis ei üle 5% kogu investeeringu maksumusest.
- **MEPSide rakendamise meetmetesse sisalduvad päikeseenergia jaamad** kogupinnaga 304 000 m² päikesepaneeli kõikide hoonete katustel (v.a. laohooned) keskmise maksumusega 9,9 €/m², mis moodustavad eeltoodud ca 290 milj. € maksumusest 51,4 mln eur. Need päikeseenergia jaamad toodavad 50,5 GWh elektrit aastas ning aitavad täita EPBD päikeseenergia kohustusi: 31.12.2027 olemasolevad avalikud hooned, suletud netopind suurem kui 2000 m²; olemasolevad rekonstrueeritavad mitteeluhooned, suletud netopind suurem kui 500 m²; 31.12.2028 olemasolevad avalikud hooned, suletud netopind suurem kui 750 m²; 31.12.2030 olemasolevad avalikud hooned, suletud netopind suurem kui 250 m².
- Uuring ei vaadelnud laohooneid, kus **eriinvesteering on ca 25 €/m²** kohta ning **tasuvusaeg 6,9 a** ja saavutatakse E klass. Olenemata asjaolust, et vastav grupp jääb kohustuse alt välja, on kinnisvara omanikel mõistlik teemaga tegeleda.

Õigete meetmete väljatöötamine konkreetse hoone tarvis eeldab põhjalikku tehnilist auditeerimist, lahenduste projekteerimist, lahenduste ehitust ning seiresüsteemide rajamist. **Terviklähenedamine võimaldab selekteerida välja tasuvad meetmed**

mittetasuvatest ning teostada vastavad analüüsid ning tasuvuskalkulatsioonid eesmärgiga võtta vastu parimad otsused nõuete täitmiseks. Energiasäästmislahenduste realiseerimise protsessi on kirjeldatud lisa 1.

LISA 1

ENERGIASÄÄSTMISLAHENDUSTE REALISEERIMISE PROTSESS

KUIDAS TULEMUSTENI JÕUDA?

Energiasäästmlahenduste realiseerimisel ja eesmärgistatult viia hoone F ja G klassist välja nõuab konkreetset **terviklähennemist**. Esmalt on vaja hoone energeetiline pilt teha selgeks ning analüüsida, **kas piisab vaid tehnosüsteemidega seonduvatest investeeringutest või on vajalik sekkuda ka ehitustehniliselt**. Tehnosüsteemidega teostatavate investeeringute suurusjärg jääb vahemikku 25 - 90 €/m² ja tasuvusaeg 4-9 aasta vahele. Kõik oleneb muidugi, mis klassis hoone enne protsessiga alustamist on ja kui madalale on vaja tarbimine viia. Ehituskonstruksiooniliste investeeringute maksumus on tavaliselt 600 – 1200 €/m². Kusjuures säästu potentsiaal on sarnases suurusjärgus, mis oleks vaid tehnosüsteemidega tegelemisel. Aga tasuvusaeg algab 50 aastat. Keskeltläbi on olemasoleva hoone tervikrenoveerimise tasuvusaeg 150 – 250 aastat, mis ületab kordades amortisatsiooniperioodi.

Kui esialgne analüüs lubab vaid tehnosüsteemide renoveerimise/optimeerimise kaudu teemale läheneda ehk G klassis alumisest piirist ei olda väljas rohkem kui 25%, siis tuleb alustada tehnilisest energiasäästmlahenduste auditist. Tegevuskava on järgmine:

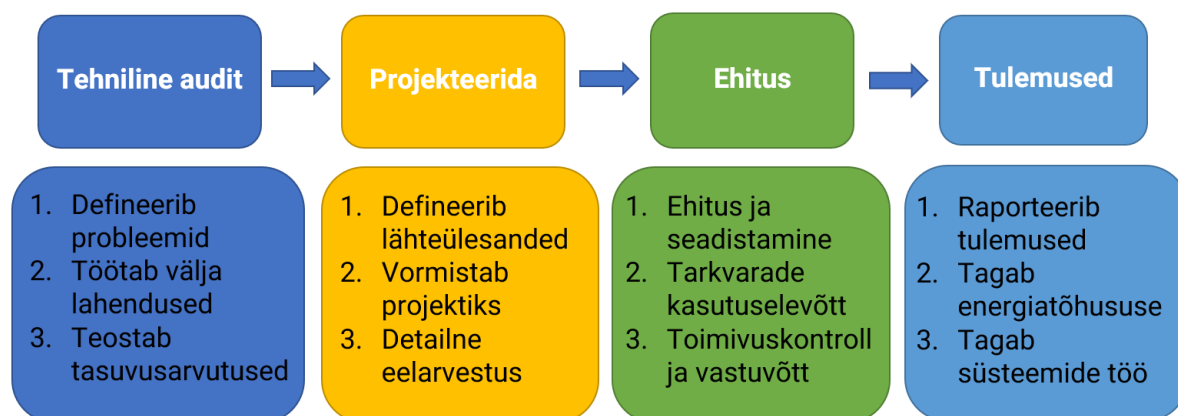
- andmete ja jooniste kogumine;
- põhjalike mõõtmiste teostamine sh termograafia, elektrikulu monitooring, sisekliima mõõtmine;
- objekti tehniline ülevaatus erialainseneride poolt sh käsitletavat valdkonnad on: elekter, mõõtmine, valgustus, taastuvenergia, salvestuslahendused, küte-ventilatsioon-jahutus, primaarenergia, soojuse taaskasutus, hooneautomaatika, seiresüsteemid;
- probleemide defineerimine ja analüüs ning kinnitamine läbi mõõtmiste;
- tehniliste lahenduste paikapanek energiaklassi parandamiseks, lahenduste läbitöötamine, lahenduste eelarvestamine;
- tasuvuse ja majanduslike kalkulatsioonide teostamine;
- KEK ja CO₂ analüüs, meetmete paketi vormistamine.

Tehnilise energiasäästmlahenduste auditi koostamise eesmärgid on järgnevad:

- kompetentsi toomine tellijale ekspertide näol;
- kinnitada läbi mõõtmiste probleemid ja defineerida olukord;

- kaardistada kõik tehnosüsteemid detailselt ja põhjalikult;
- töötada välja reaalsed lahendused;
- strateegilise plaani väljatöötamine energiakulude vähendamiseks.

Keskmise energiasäästmislahenduste auditi tasuvusaeg on alla kahe aasta. Käesoleva uuringu paketid on tasuvaimad lahendused ehk nende auditite lõpptulemus. Tehnilise auditi järgselt liigutakse projekteerimise faasi (vt Joonis 18).



Joonis 18 *Energiasäästmislahenduste protsess*

Projekteerimisprotsessi tähtsaimal kohal on lähteülesannete koostamine. Viimase paneb paika projekteeriv insener peale põhjalikku objekti ülevaatust. Lähteülesandes defineeritakse kõik parameetrid, millele lahendus peab vastama. Samuti tehnilised nüansid, töö piirid ja ulatus. Pärast tellija koolitust kinnitatakse lähteülesanne, et kõik oleksid ühel lehel, mida ja mismoodi teostama minnakse. Projekteerimisprotsess võtab keskmiselt aega 2-3 kuud olenevalt objekti suurusest ja lahenduse keerukusest.

Projektide baasilt minnakse ehituslepingusse. Tööprojektid teostatakse enamus juhtudel ehitusprotsessi faasis ja lepingulises koosseisus. Ehitusprotsess võib võtta aega 3-12 kuud olenevalt objekti suurusest, asukohast ja lahenduste kompleksusest. Lahenduste implementeerimise osas on väga oluline võtta kasutusele vastavad tarkvarad ja **ehitada üles korralik hooneautomaatika**. Viimane on ka uuringu tulemustes selgelt avaldunud kui üks peame energiasäästu projekte, mille mõju KEKile on väga suur ning ilma milleta energiasäästmisega suurt tegeleda ei ole mõtet. Kuna seinad ja aknad ei tarbi, vaid küte ja ventilatsioon tarbib, siis on tehnosüsteemide juhtimissüsteem kõige tähtsam osa lahendusest.

Ehituse järgselt liigub projekt hoolduse ja seire faasi. Mistahes süsteeme on vaja hooldada ning kui hoone on antud aspektist unarusse jäetud, võib tagajärjeks olla ebapiisav energiasääst, tehnosüsteemide enneaegne amortisatsioon ning mittesobiv sisekliima. Lisaks tuleb hoone tarbimist seirata mõõtmis- ja seiresüsteemide kaudu.

NÄIDE SEIRESÜSTEEMIST

Eesti ärikinnisvara **põhiprobleem on andmete puudulikkus**, oskus süsteeme seirata ning arusaam, miks ja kuidas hoonete energeetikat hallata. Vaid üksikutel on ülevaade oma hoonete tarbimisest ja energiakuludest. Paraku veelgi vähem on ülevaadet erikuludest ning energiamärgistest. Uuring tõestas muuhulgas, et ehitusregistri andmestik on puudulik ning energiamärgiste koostamine mistahes olemasolevale hoonele on hädavajalik, et oleksid adekvaatsed andmed alusuuringuteks.

Kuna andmed puuduvad, tehakse palju valesid otsuseid ja jäetakse olulised ning õiged otsused tegemata. Samuti ei suudeta avastada anomaaliad, analüüside teostamine võtab palju aega, raporteerimine on samuti ajakulukas ning energiaklassist ülevaate saamine nõuab energiatõhususe spetsialisti sekkumist.

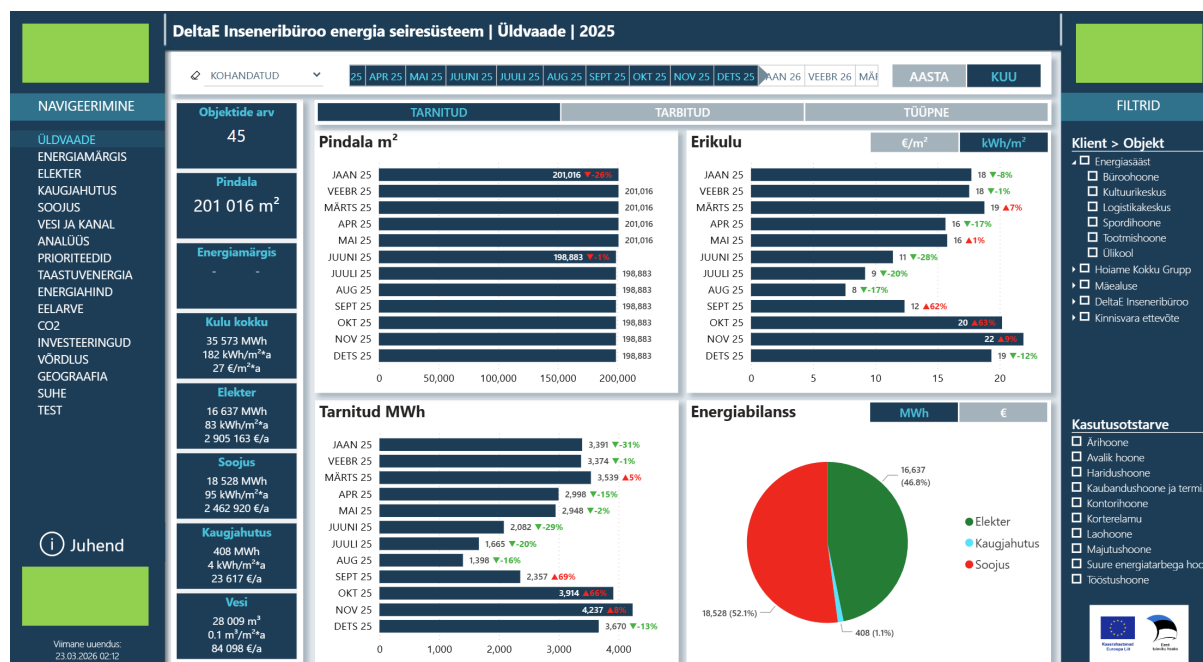
Probleemi üheks lahenduseks on seiresüsteem, mis võib koosneda järgmistest moodulitest:

- ülevaate moodul igapäevase pildi ette saamiseks;
- reaajas energiamärgise moodul;
- energeetilised moodulid sh küte, jahutus, elekter, vesi;
- analüüsi moodul;
- prioriteetide seadmise moodul;
- energiahinna, eelarve moodulid
- CO₂ ja taastuenergia kuvamise tööriistad;
- võrdlusmoodul hoonete võrdlemiseks teiste sarnastega;
- geograafi moodul hooneportfelli kuvamiseks Eesti kaardil.

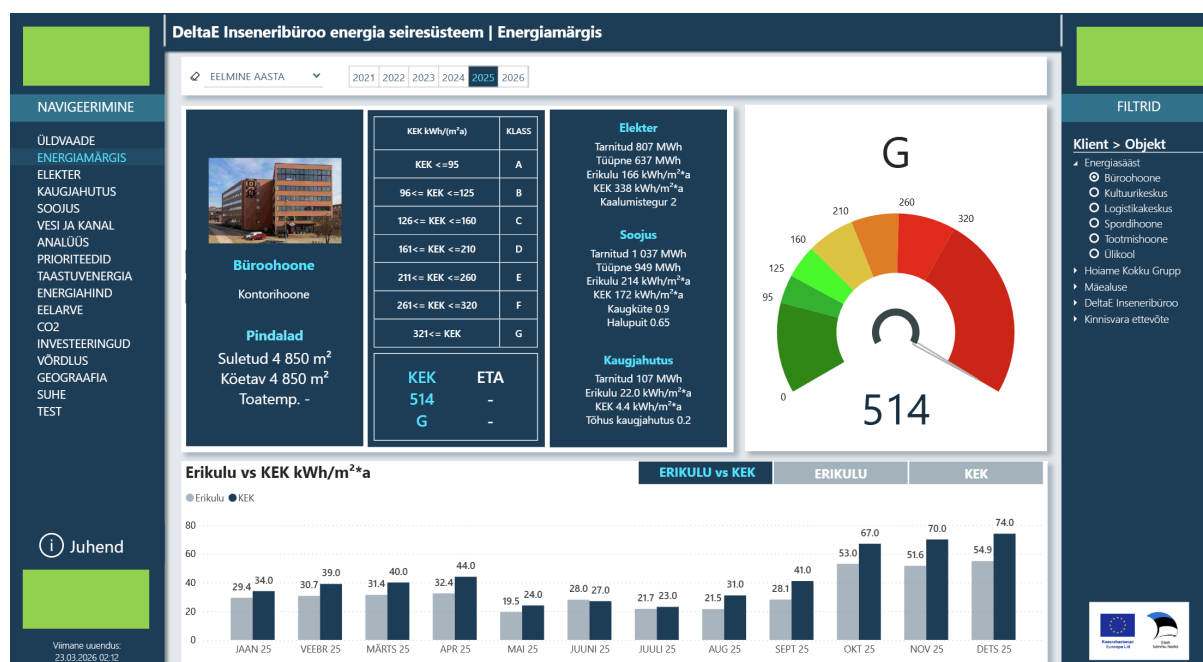
Seiresüsteemi eesmärgid on:

- portfelli energeetilise visuaalse pildi kuvamine;
- hinnata ning analüüsida kulusid hetkega ning raporteerida mõne minutiga;
- võtta vastu õigeid otsuseid ja algatada kasumlikke projekte;
- hinnata projektide tulemusi ja teha järeldusi;
- mõõta energiakulu tooteühikule/külastajale/kasutajale;
- võrrelda hooneid omavahel et selgitada välja prioriteetsed;
- planeerida eelarvet ning omada ülevaadet CO₂ jalajäljest.

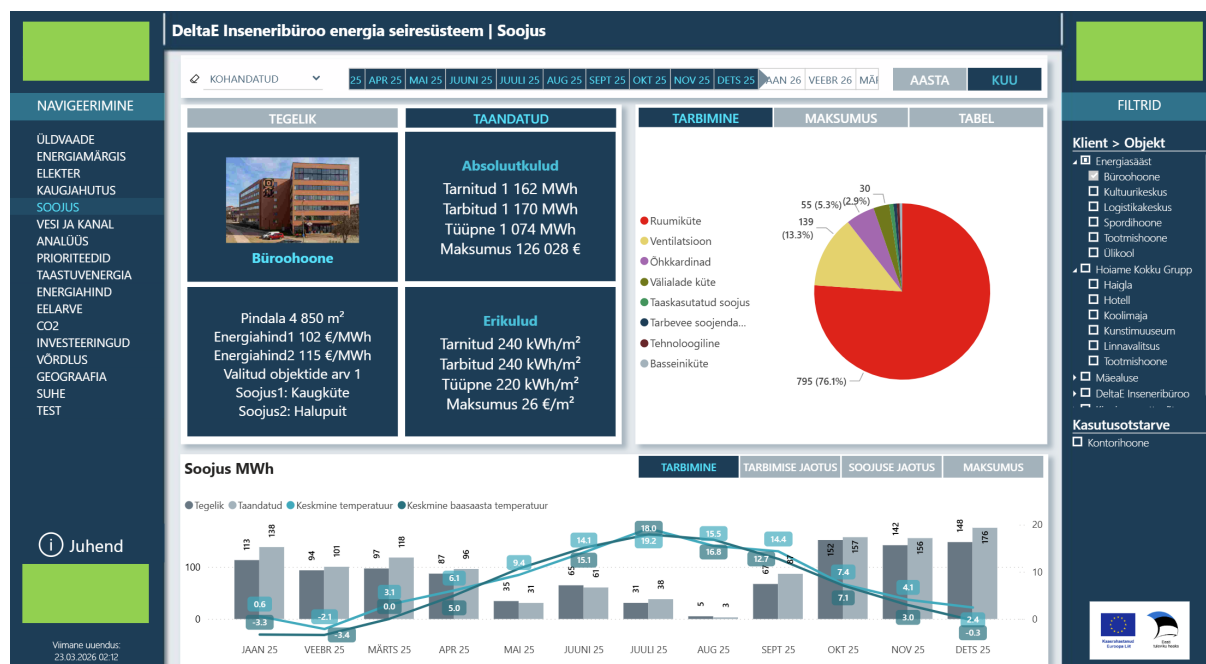
Taolised süsteemid ei nõua arvestatavaid investeeringuid. Vaid ühe õige otsuse tegemine või vale otsuse ära jätmine tähendab süsteemi kohest tasuvust ja üldjoontes tasub süsteem ennast tagasi vähem kui aastaga. Näiteid seiresüsteemi võimalikest andmete analüütikast ja kuvamisest on toodud joonistel 18-21.



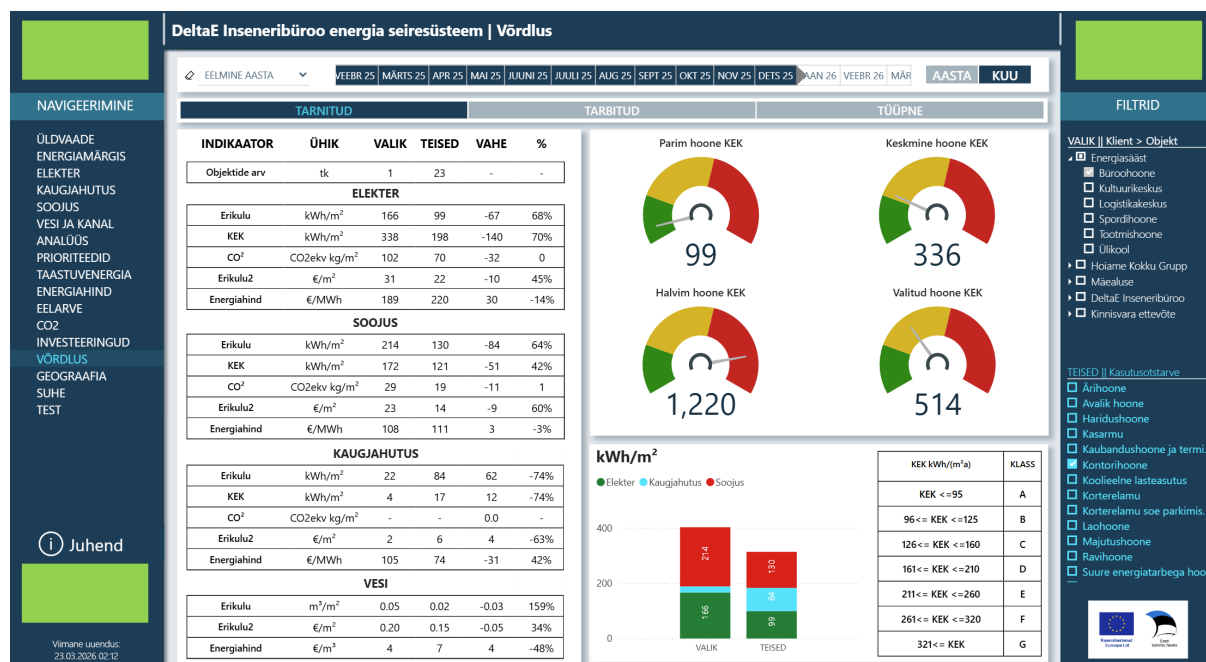
Joonis 19 Näide kinnisvaraportfelli koondkuvast seiresüsteemis



Joonis 20 Näide energiamärgise moodulist



Joonis 21 Näide soojuse moodulist



Joonis 22 Näide hoonete võrdlusmoodulist