



**TAL  
TECH**

**ENERGIAKANDJATE  
KAALUMISTEGURITE  
UUENDAMISE  
UURING**

Mai 2026

## Uuringu autorid

- **Raimo Simson**, Liginullenergiahoonete uurimisrühma vanemteadur, Ehituse ja arhitektuuri instituut
- **Kertu Lepiksaar**, Nutikad kaugküttelahendused ja kasvuhoonegaaside emissioonide keskkonnamõju integreeritud hindamise uurimisrühma teadur
- **Everyn Mieler**, Liginullenergiahoonete uurimisrühma ekspert, Ehituse ja arhitektuuri instituut
- **Anna Volkova**, Soojusenergeetika professor, Energiatehnoloogia instituut
- **Martin Thalfeldt**, Hoonete tehnosüsteemide professor, Ehituse ja arhitektuuri instituut
- **Jarek Kurnitski**, Hoonete energiatõhususe ja sisekliima professor, Ehituse ja arhitektuuri instituut

Uuringu autorid tänavad tööd rahastanud Kliimaministeeriumi, Eesti Keskkonnauuringute Keskust, kaasatud hoonete ehituse, projekteerimise ja energiatootmise ettevõtteid ning eriala- ja ettevõtliite. Uuringu valmimisele aitasid kaasa Hannamary Seli, Karl-Villem Võsa ja Lauri Suu Kliimaministeeriumist ja Stanislav Stõkov Eesti Keskkonnauuringute Keskusest.



## Tallinna Tehnikaülikool

Telefon: 620 2002

E-post: [info@taltech.ee](mailto:info@taltech.ee)

Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn

Energiatõhususe tippkeskuse ENER raportid  
Mai 2026

Autoriõigus ©: Raimo Simson, Kertu Lepiksaar, Anna Volkova, Martin Thalfeldt,  
Jarek Kurnitski

ISBN 978-9916-80-508-4 (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
Sissejuhatus .....	8
1. Primaarenergia tegurid ja kasvuhoonegaaside eriheitetegurid .....	10
1.1. Primaarenergiategurid .....	10
1.2. Kasvuhoonegaaside eriheitetegurid .....	10
1.3. Kütuste jagamise meetodid elektri ja soojuse koostootmise puhul.....	12
1.3.1. Power bonus meetod .....	12
1.3.2. Eksergia meetod .....	12
1.3.3. Alternatiivse tootmise meetod .....	13
1.3.4. Energia meetod.....	14
1.4. Tulemused koos arvutusnäidetega.....	14
1.4.1. Eestis toodetud elektri primaarenergiategurid.....	14
1.4.2. Eestis toodetud elektri eriheitetegur.....	20
1.4.3. Eestis tarbitud elektri primaarenergiategurid .....	21
1.4.4. Eestis tarbitud elektri eriheitetegur .....	23
1.4.5. Tõhus kaugküte ilma koostootmiseta.....	24
1.4.6. Tõhusa kaugkütte tegurid koos koostootmisega .....	25
1.4.7. Narva .....	26
1.4.8. Mittetõhusa kaugkütte tulemused .....	28
1.4.9. Kaugjahutus .....	29
1.4.10. koondtulemused .....	31
2. Energiaarvutused tegurite mõju põhjendamiseks .....	33
2.1. Arvutusmetoodika.....	33
2.2. Energiatõhususarv .....	33
2.3. Referentshooned .....	34
2.4. ETA kalkulaator (veebirakendus).....	36
2.4.1. Rakenduse võimalused.....	36
2.4.2. Lähteandmed.....	37
2.5. Arvutusnäited.....	37
2.5.1. Lähteandmed.....	38
2.5.2. Tarnitud energia.....	38
2.5.3. Variant A: Kaugküte .....	38

2.5.4. Variant B: Õhk-vesi soojuspump (ÖVSP).....	39
2.5.5. Kaalumistegurite mõju .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.6. kehtivad nõuded .....	39
2.5.7. Mittetõhus kaugküte .....	40
2.5.8. Kaugkütte kaalumisteguri langetamine .....	41
2.5.9. Elektri kaalumisteguri langetamine .....	42
2.5.10. Kaalumisteguritest tulenev mõju ehituslikele lahendustele ja tarbija küttekuludele.....	44
2.6. Kokkuvõte .....	47
3. Ettepanekud regulatsiooni kaasajastamiseks .....	48
3.1. Kaalumistegurid ja piirväärtused .....	50
3.2. Biometaani ja maagaasi segu .....	52
Kasutatud kirjandus .....	54

## KOKKUVÕTE

Hoone energiatõhususe arvutamise juures on oluliseks komponendiks energiakandja kaalumistegurid, mille abil hoonesse tarnitud energia summeeritakse kaalutud erikasutuse ehk energiatõhususarvu arvutamiseks. Tänu kaalumisteguritele on võimalik võrrelda erinevate soojusallikatega, nt kaugküttel või soojuspumpadega hooneid ühe keskse näitaja ehk energiatõhususarvu abil. Hetkel kehtivad, hoonete energiatõhususe regulatsioonis kehtestatud energiakandjate kaalumistegurite väärtused põhinevad 2017. aasta andmetel. Käesolevas töös teostati uued summaarse ja mittetaastuva primaarenergiateguri ning hoone kasutusaegsete kasvuhoonegaaside eriheitetegurite arvutused. Samuti analüüsiti energiakandjate kaalumistegurite võimalikku asendamist summaarse primaarenergiateguritega eesmärgiga ajakohastada hoonete energiatõhususe regulatsiooni. Kaalumistegurite muudatusettepanekute põhjendamiseks teostati kaasaegsete, eeldatavasti heitevaba hoone nõuded täitvate referentshoonete energiaarvutused erinevate soojusallikatega ning võrreldi nende energiakulusid eurodes. Nende arvutustega otsiti kompromissi tarbija seisukohalt võrdsed energiakulud ja ehitaja seisukohalt samad tehnilised lahendused tagavate kaalumistegurite vahel. Ongi oluline, et energiamärgise klass oleks heas vastavuses hoone energiakuluga, st sama energiatõhususarvuga hoonetel võiksid olla ligikaudu samad energiakulud eurodes. Ehitaja seisukohalt on jällegi oluline, et energiatõhususarvu nõue oleks täidetav kaugkütte ja soojuspumpade puhul samade tehniliste lahendustega, mis tagaks soojusallikatele võrdsed konkurentsitingimused. Põhilise muudatusettepanekuna jõuti elektri kaalumistegurini 1,8, mis oleks võimalik kompromiss võrdsemate energiakulude ja tehniliste lahenduse osas. Töö tulemusel on välja pakutud järgnevas tabelis toodud kaalumistegurite ja KHG eriheitetegurite [kgCO<sub>2</sub>/MWh] väärtused.

Energiakandja	Kehtiv kaalumistegur	Kaalumisteguri ettepanek	Eriheiteteguri ettepanek
Elekter	2,0	1,8	210
Tõhus kaugküte	0,65	0,7	40
Kaugküte	0,9	0,9	205
Tõhus kaugjahutus	0,2	0,2	40
Kaugjahutus	0,4	0,4	80
Taastuvkütus	0,65	0,65	0
Tõhus gaasiküte	-	0,7	100
Maagaas	1,0	1,0	200

Tõhusa kaugkütte kaalumisteguri muudatus tuleneb kaugkütte soojussõlme kasuteguri parandamisest, mis kompenseerib kaalumisteguri muudatuse mõju energiatõhususarvu arvutamisel. Ettepaneku rakendamisel tõhusa kaugküttega hoone energiatõhususarv ei muutu.

Kaalumistegurite ettepanekute rakendamisel on võimalik säilitada tänased energiatõhususarvude piirväärtused, mis sellisel kujul jääksid kehtima heitevabadele hoonetele, arvestades, et 2025 aastal teostatud muudatuste tõttu nõuded juba muutusid rangemaks. Eluhoonete puhul elektri kaalumisteguri langetamine 2,0 → 1,8 leevendab energiatõhususe nõudeid nii, et nende täitmine mõistlike (kuluoptimaalsete) tehniliste lahendustega on võimalik ka õhk-vesi soojuspumba puhul. Mitteelamutes tähendab pakutud kaalumisteguri muudatus küllaltki suurt muudatust energiatõhususarvudes, mis ei vastaks enam direktiivis kehtestatud heitevaba hoone –10% nõudele võrreldes liginullenergiahoonetele 28. mail 2024 kehtinud piirväärtustega. Selle tõttu on ettepanek säilitada mitteeluhoonetes tänane energiatõhususe nõuete tase rakendades kasutusaja välist elektri baastarbimist 1 W/m<sup>2</sup> praeguse kasutusastme 0 asemel, mis kompenseerib kaalumisteguri langetamise mõju ja adresseerib ETA ja KEK märgise süstemaatilist lahknevust. Viimane tuleneb mitteeluhoonete tehnosüsteemide elektritarbimisest väljaspool kasutusaega, mille eraldi mõõtmine ei ole üldjuhul tehniliselt teostatav ja seega ei saa seda KEK märgisest maha lahutada. Pakutud kujul tuuakse mõistlikus mahus baastarbimine ETA märgise koosseisu.

Lähtudes KHG eriheitetegurite ettepanekust saab edaspidi heitevabadele hoonetele energiatõhususarvu piirväärtuse kõrvale kasutusele võtta kasutusaegse kasvuhoonegaaside piirväärtuse. KHG heite piirväärtused võiksid esmakordsel kehtestamisel olla vähem nõudlikud kui ETA piirväärtused. Järgnevas tabelis toodud piirväärtuste ettepanek lähtub õhk-vesi soojuspumbaga hoonetest, sest elektri eriheitetegur on üle viie korra kõrgem kui tõhusal kaugküttel.

Hoone	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)
1) väikeelamu toatemperatuuriga pinnaga < 120 m <sup>2</sup>	19
2) väikeelamu toatemperatuuriga pinnaga 120–220 m <sup>2</sup> ja ridaelamu	16
3) väikeelamu toatemperatuuriga pinnaga > 220 m <sup>2</sup>	14
4) korterelamu	16
5) kasarmu	20
6) kontorihoone	14
7) majutushoone	18
8) ärihoone	16
9) avalik hoone	18
10) kaubandushoone ja terminal	20
11) haridushoone	13
12) lastehoiuhoone ja lasteaiahoone	13
13) ravihoone	15
14) laohoone	8
14 <sup>1</sup> ) korterelamu soe parkimismaja	5
15) tööstushoone	14

Taastuenergia kasutamise soodustamiseks gaasikütte puhul on välja pakutud võimalus olemasolevate hoonete tarbimisandmetel põhinevates energiamärgistes võtta arvesse läbi gaasivõrgu tarnitud biogaasi. Ettepanek on rakendada KEK märgise puhul tõhusale kaugküttele vastavat põhimõtet tõhusa gaasikütte kujul, mis analoogselt tõhusa kaugküttega peaks sisaldama taastuenergiat ehk biogaasi nii nagu on sätestatud EED (EL) 2023/1791 Artikkel 26 tõhusa kaugkütte ja jahutuse definitsioonis. Vastavalt sellele põhimõttele on tõhus gaasiküte tarnitud gaasisegu, mis vastab järgmistele kriteeriumitele:

- a) kuni 31. detsembrini 2039: tarnitud gaasisegu, mis sisaldab vähemalt 50 % taastuenergiat ehk biogaasi,
- b) alates 1. jaanuarist 2040: tarnitud gaasisegu, mis sisaldab vähemalt 75% taastuenergiat ehk biogaasi,
- c) alates 1. jaanuarist 2050: tarnitud gaasisegu, mis sisaldab ainult taastuenergiat ehk biogaasi

Tõhusa gaasikütte kasutamise tõendamine toimuks KEK märgise koostamisel vastavalt tarbimisandmete arvutusperioodil (1-3 täisaastat) kehtinud energia lepingute ja päritolutunnistuste järgi. Tõhusa gaasikütte puhul rakendatakse KEK märgise arvutuses gaasisegule tõhusa kaugküttega võrdset kaalumistegurit 0,7. Ettepaneku rakendamisel muutuks biogaasi kasutamine olemasoleva hoone energiatõhusust parandavaks meetmeks.

# SISSEJUHATUS

Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiviga 2010/31/EL hoonete energiatõhususe kohta (edaspidi direktiiv 2010/31/EL) ülevõtuga seati Eestis sisse hoonete energiatõhususe arvutamise süsteem ja kehtestati hoonete energiatõhusus nõudeid reguleerivad ministri määrused:

- Hoone energiatõhususe miinimumnõuded (edaspidi EIM (ettevõtlus- ja infotehnoloogiaministri) määrus nr 63);
- Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika (edaspidi MTM (majandus- ja taristuministri) määrus nr 58);
- Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele (edaspidi MTM määrus nr 36).

Direktiivi ülevõtuga sätestati hoonete energiatõhusust puudutavad mõisted, hoonete energiatõhususe arvutamise meetodika, hoonete energiatõhususe miinimumnõuded ning nõuded energiamärgise vormile ja väljastamisele. Ehitusseadustiku (edaspidi EhS) § 63 lõike 1 kohaselt on hoone energiatõhusus *hoone tüüpilise kasutusega seotud energianõudluse rahuldamiseks vajalik arvutuslik või mõõdetud energia hulk, mis hõlmab muu hulgas kütmiseks, jahutuseks, ventilatsiooniks, vee soojendamiseks ja valgustuseks tarbitavat energiat*. EhS § 63 lõikega 2 sätestatakse, et *energiatõhususe miinimumnõuded on olemasolevate või ehitatavate hoonete summaarse energiatarbimise piirmäärad, mis lähtuvad hoone kasutamise otstarbest ja arvestavad tehnilisi näitajaid, hoone energiatõhususust oluliselt mõjutavatele tehnosüsteemidele esitatavaid nõudeid või tingimusi taastuvenergia kasutuselevõtuks. Energiatõhususe miinimumnõuded võivad hõlmata ka nõudeid hoone teistele tehnosüsteemidele, kui süsteemide talituse tõttu suureneb hoone energiavajadus olulisel määral*.

Hoone energiatõhususe arvutamise juures on oluliseks komponendiks energiakandja kaalumistegurid, mida kasutatakse summaarse eksporditud energiade kaalutud erikasutuse ning summaarse tarnitud energiade kaalutud erikasutuse arvutamiseks (määrus nr 58 § 2 lg 2 punktid 9 ja 10). Energiatõhususe regulatsiooni kohaselt on energiakandjate kaalumistegurid *tegurid, millega võetakse arvesse tarnitud energia tootmiseks vajalik primaarenergia kasutus ja selle keskkonnamõju* (MTM määrus nr 58 § 2 lg 2 punkt 7). Hetkel kehtivad energiakandjate EIM määruse nr 63 §-s 9.

Energiakandjate kaalumistegurite väärtused omavad otsest mõju energiatõhususarvu tulemusele (lineaarne sõltuvus). Mida suurem on kaalumisteguri väärtus, seda kehvem on arvutuslik energiatõhususarv ja vastupidi. Energiatõhususarv (kWh/m<sup>2</sup>a) omakorda mõjutab ehitatava või oluliselt rekonstrueeritava hoone konstruktsiooni, energiatõhususmeetmete rakendamise ja kasutatavate energiaallikate valikut. Lisaks on energiakandjate kaalumistegurite väärtused liginullenergiahoonete ja heitevabade hoonete määratlemise aluseks.

Hetkel kehtivad energiakandjate kaalumistegurite väärtused, mis on sätestatud hoonete energiatõhususe regulatsioonis, põhinevad 2017. aastal valminud uuringul. Viimase

kaheksa aasta jooksul on erinevate energiakandjate osas toimunud olulisi arenguid (erinevate energiakandjate kasutusprofiilide, jaotusvõrkude, tootmiseadmete ning kütuste ulatuses toimunud arengud) Lisaks on elektri- ja soojusenergia tootmisel, sh kaugküttes (perioodil 2017-2025) muutunud seatud riiklikud taastuvenergia eesmärgid ja taastuvenergia osakaal, mistõttu energiakandjate kaalumistegurid vajavad ajakohastamist.

EL hoonete energiatõhususe direktiivi EL 2024/1275 uustöötamise kohaselt on võimalik jätkata kas energiakandjate kaalumistegurite kasutamist või asendada need summaarsete primaarenergiategurite kasutusega. Sealjuures on võimalus jätkata senise kaalumisteguritel põhineva süsteemi kasutamist eeldusel, et kaalumistegureid ajakohastatakse vastavalt tehnoloogia arengule.

Kuivõrd Eestis on seni kasutatud energiatõhususe arvutamisel ainult energiakandjate kaalumistegureid, puudub selgus ja teadmised, millist mõju avaldaks üleminek summaarsetele primaarenergiateguritele. Kuna primaarenergiategurite kasutuselevõtu mõjusid ei ole varem põhjalikult uuritud, käsitletakse selle võimaluse mõjusid põhjalikult käesolevas uuringus. Sealjuures viiakse läbi võrdlev hinnang kaalumistegurite ja primaarenergiategurite vahel, selgitamaks välja kummagi variandi mõjud hoonete energiatõhususe nõuetele, riigi hoonefondi renoveerimiseesmärkidele ja nende täitmisele ning energeetikasektoris seatud eesmärkidele ja nende saavutamisele.

Töö eesmärgiks on teha ettepanek hoonete energiatõhususe regulatsioonis kasutatavate energiakandjate kaalumistegurite ajakohastamiseks, määrata summaarsed primaarenergiategurid ning hinnata kaalumistegurite võimalikku asendamist summaarsete primaarenergiateguritega, sh millised on sellega kaasnevad mõjud juba kehtestatud energiatõhususe süsteemile.

# 1. PRIMAARENERGIA TEGURID JA KASVUHOONEGAASIDE ERIHEITETEGURID

## 1.1. PRIMAARENERGIATEGURID

Summaarne primaarenergiategur kirjeldab kogu tarbitud primaarenergia, nii taastuva kui mittetaastuva, ja tarnitud energia suhet.

Mittetaastuva (ja taastuva) primaarenergia tegur kirjeldab kasuliku energia tootmiseks ja transportimiseks tarbitud mittetaastuva (või taastuva) primaarenergia ning tarnitud energia suhet.

Summaarse primaarenergiateguri  $PEF_{sum}$  leidmiseks jagatakse kasuliku energia tootmiseks kulutatud kogu primaarenergia  $E_{sum}$  (MWh) kasuliku energia  $E_{kasulik}$  (MWh) kogusega (1):

$$PEF_{sum} = \frac{E_{sum}}{E_{kasulik}} \quad (1)$$

Mittetaastuv primaarenergiategur  $PEF_{mittetaastuv}$  on leitav analoogselt, jagades kulutatud mittetaastuva primaarenergia kogus  $E_{mittetaastuv}$  (MWh) kasuliku energia kogusega (2):

$$PEF_{sum} = \frac{E_{mittetaastuv}}{E_{kasulik}} \quad (2)$$

Taastuv primaarenergiategur  $PEF_{taastuv}$  on leitav summaarse ja mittetaastuva primaarenergiateguri kaudu, lahutades summaarsest primaarenergiategurist mittetaastuva primaarenergiateguri (3). Energiakandjate taastuvad primaarenergiategurid on aruandes kajastatud vaid koondtabelis (Tabel 25).

$$PEF_{taastuv} = PEF_{sum} - PEF_{mittetaastuv} \quad (3)$$

## 1.2. KASVUHOONEGAASIDE ERIHEITETEGURID

Kasvuhoonegaaside eriheitetegur  $q_{CO_2}$  (kg<sub>CO2</sub>/MWh) on ühe MWh kasuliku energia tootmisel tekkinud kasvuhoonegaaside kogus kilogrammides. Käesoleva uuringu raames on arvestatud, et peamiseks tekkivaks kasvuhoonegaasiks on süsihappegaas (CO<sub>2</sub>). Teiste kasvuhoonegaaside (NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>, jm) puhul on nende kogused arvestatud ümber süsihappegaasi ekvivalentideks. Taastuvkütuste (biomass, biogaas, pelletid, taastuv olmeprügi) on arvestatud, et nende põletamisel tekkivad süsihappegaasi heitmed on 0 ning muude kasvuhoonegaaside heitmed on taandatud süsihappegaasi ekvivalentideks. Selline lähenemine on kooskõlas uue energiatõhususe direktiiviga (EED, (EL) 2023/1791)

ja üldiste Euroopa Liidu kliimapolitiika reeglitega. Selline lähenemine vastab ka taastuvenergia direktiivi (RED III) säästlikkuse ja kasvuhoonegaaside heite vähendamise kriteeriumitele, juhul kui kasutatavad biokütused omavad vastavat sertifikaati. Eesti puhul on taastuvkütuste säästlikkuse tõendamine energiatootjate kohustus ning kõigi suuremate energiatootjate puhul on see nõue täidetud.

Energiakandja (elekter, kaugküte, kaugjahutus) eriheitetegur  $q_{CO_2}$  (kg<sub>CO2</sub>/MWh) avaldub järgmiselt (4)

$$q_{CO_2} = \sum_{i=1}^n E_i \cdot q_i \quad (4)$$

Kus  $E_i$  on energiakandja tootmiseks kasutatud kütuse sisalduv energia (MWh) ja  $q_i$  on vastava kütuse eriheitetegur (kg<sub>CO2</sub>/MWh).

Arvutustes kasutatud kütuste eriheitetegurid pärinevad Eesti Keskkonnauuringute Keskuse (EKUK) Kasvuhoonegaaside inventuuri aruandest, mida koostatakse iga-aastaselt. Käesolevas uuringus on kasutatud 2024. aasta andmeid.

Uuringus kasutatud kütuste eriheitetegurite väärtused on näidatud tabelis 1:

**Tabel 1. Kütuste eriheitetegurite väärtused**

KÜTUS	Eriheitetegur (tCO <sub>2</sub> /TJ)	Eriheitetegur (kg <sub>CO2</sub> /MWh)
Puiduhake	0,06	0,23
Maagaas	55,1	199
Põlevkiviõli	73,9	267
Diislikütus	73,2	264
Turvas	106,4	384
Uttegaas	68,4	247
Poolkoksigaas	72,1	260
Põlevkivigaas (generaatorgaas)	191,6	692
Pelletid	0,06	0,23
Biogaas	0,03	0,11
Olmeprügi taastuv	0,42	1,5
Olmeprügi fossiilne	76,8	277
Põlevkivi	104,4	377
Vedelgaas (LPG)	55,1	199
Kerge kütteõli	73,9	267

Energiakandjate tootmisel kasutatud kütuste koguste puhul on kasutatud Statistikaameti tabelis KE240 kajastatud andmeid. Koostoodetud elektri ja soojuse puhul on kasutatud järgnevas peatükis kirjeldatud kütuste jagamise meetodeid.

## 1.3. KÜTUSTE JAGAMISE MEETODID ELEKTRI JA SOOJUSE KOOSTOOTMISE PUHUL

Koostootmisjaamades kasutatud kütuste ja tekkivate CO<sub>2</sub> heitkoguste jagamiseks elektri ja soojuse vahel kasutatakse erinevaid jaotamismeetodeid. Antud uuringu raames kasutati arvutustes kolme: Power Bonus, eksergia ja alternatiivse tootmise meetodit. Soojuse ja elektri tootmiseks kasutatud kütuste osakaale väljendatakse vastavalt teguritega  $f_Q$  ja  $f_E$ .

### 1.3.1. POWER BONUS MEETOD

Power Bonus meetod leiab tihti kasutust Euroopa Liidus kaugkütte CO<sub>2</sub> heitkoguste jaotamiseks soojuse ja elektri vahel – koostoodetud soojus on peamine toodang ning elekter boonus. Sellest tulenevalt arvestatakse valdav enamus heitmetest elektrile, luues hea aluse kaugkütte edendamiseks. Power Bonus meetodi puhul omistatakse primaarenergia esmalt koostoodetud elektrile ning seejärel arvestatakse see välja primaarenergia sisendist. Soojuse tootmiseks kasutatud kütuste osakaal  $f_Q$  avaldub (5)

$$f_Q = \frac{f_{P,Q} \cdot Q}{Q + E} \quad (5)$$

kus  $Q$  (MWh) on koostootmises toodetud ja süsteemi antud soojus;

$E$  (MWh) on koostootmises toodetud ja süsteemi antud elekter;

$f_{P,Q}$  on koostootmises tarbitud primaarenergia  $E_{p,kt}$  (MWh) kogus, millest on maha arvestatud boonusena toodetud elektrienergiale kulunud primaarenergia on elektrienergia ( $PEF_E$  on elektrijaamades toodetud elektri primaarenergiategur, arvesse on võetud ka taastuvenergiat), ja koostootmises toodetud soojusenergia suhe (6):

$$f_{P,Q} = \frac{E_{p,kt} - E \cdot PEF_E}{Q} \quad (6)$$

Elektri tootmiseks kasutatud kütuste osakaal  $f_E$  avaldub (7)

$$f_E = 1 - \frac{f_{P,Q} \cdot Q}{Q + E} \quad (7)$$

### 1.3.2. EKSERGIA MEETOD

Eksergia meetodi puhul jaotatakse kasutatud kütus toodetud soojuse ja elektri eksergia sisalduse alusel ehk maksimaalse võimaliku kasuliku töö hulga järgi, mida toodang teha

suudab. Energia ja eksergia suhet kirjeldavad kvaliteeditegurid  $Ex_Q$  ja  $Ex_E$ , iseloomustades toodangu kvaliteeti. Elektrienergia sisaldab 100% eksergiat, mistõttu on selle tegur võrdne ühega. Soojuse eksergia arvutatakse valemiga (8):

$$Ex_Q = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) \cdot Q \quad (8)$$

kus  $T_0$  on väliskeskkonna temperatuur (K);

$T$  on logaritmiline peale- ja tagasivoolu temperatuuride erinevus ja avaldub vastavalt (9);

$$T = \frac{T_s - T_r}{\ln \frac{T_s}{T_r}} \quad (9)$$

kus  $T_s$  on kaugkütte pealevoolu temperatuur (K) ja  $T_r$  on kaugkütte tagasivoolu temperatuur (K).

Elektri eksergia puhul arvestatakse, et elektri eksergia on võrdne koostootmises toodetud elektrienergia kogusega (MWh) (10).

$$Ex_E = E \quad (10)$$

Soojuse tootmiseks kasutatud kütuste osakaal  $f_Q$  avaldub (11):

$$f_Q = \frac{Ex_Q}{Ex_Q + Ex_E} \quad (11)$$

Ja elektri tootmiseks kasutatud kütuste osakaal  $f_E$  avaldub (12):

$$f_E = \frac{Ex_E}{Ex_Q + Ex_E} \quad (12)$$

kus  $Ex_Q$  on soojuse eksergia (MWh);

$Ex_E$  on elektri eksergia (MWh).

### 1.3.3. ALTERNATIIVSE TOOTMISE MEETOD

Soome Kaugkütte Ühingu poolt välja töötatud alternatiivse tootmise meetod (ka „Soome meetod“) jaotab kütuste koguse proportsionaalselt, vastavalt soojuse ja elektri tootmiseks vajamineva kütuse hulgale, kui tootmine toimuks eraldi jaamades. Arvutamiseks kasutatakse alternatiivsete jaamade kasutegureid  $\eta_{altQ}$  ja  $\eta_{altE}$ .

Soojuse tootmiseks kasutatud kütuste osakaal  $f_Q$  avaldub (13):

$$f_Q = \frac{\left(\frac{Q}{\eta_{altQ}}\right)}{\left(\frac{Q}{\eta_{altQ}} + \frac{E}{\eta_{altE}}\right)} \quad (13)$$

Ja elektri tootmiseks kasutatud kütuste osakaal  $f_E$  avaldub (14):

$$f_E = \frac{\left(\frac{E}{\eta_{altE}}\right)}{\left(\frac{Q}{\eta_{altQ}} + \frac{E}{\eta_{altE}}\right)} \quad (14)$$

kus  $\eta_{altQ}$  on alternatiivse soojuse tootmise kasutegur ja  $\eta_{altE}$  on alternatiivse elektri tootmise kasutegur.

### 1.3.4. ENERGIA MEETOD

Energia meetod on kõige lihtsam koostootmise kütuste jagamise meetod ja on käesolevas aruandes põgusalt ära toodud, et näidata tulemuste võrreldavust [kasvuhoonegaasid.ee](http://kasvuhoonegaasid.ee) lehel kuvatavate tulemustega, kus on koostootmisel kasutatud kütuste jaotamisel kasutatud just nimelt Energia meetodit. Energia meetodi puhul jaotatakse kasutatud kütuste energia vastavalt toodetud elektri ja soojuse proportsioonidele. Meetod on tuntud ka proportsionaalse meetodi nime all.

[kasvuhoonegaasid.ee](http://kasvuhoonegaasid.ee) lehel esitatud tulemuste arvutamisel on samuti kasutatud Statistikaameti andmetabelit KE240 ning kasvuhoonegaaside inventuuri käigus leitud kütuste eriheitetegureid. Erinevused [kasvuhoonegaasid.ee](http://kasvuhoonegaasid.ee) lehel esitatud tulemuste ja käesolevas aruandes esitatud tulemuste vahel võivad tuleneda erinevustest Statistikaameti andmetes, mida uuendatakse regulaarselt ning vastavalt nende uuendamisele uuendatakse ka tulemusi [kasvuhoonegaasid.ee](http://kasvuhoonegaasid.ee) lehel. Käesolevas uuringus on kasutatud Statistikaameti andmeid 28.02.2026 seisuga.

Energia meetodi puhul avalduvad soojuse ja elektri jaotamise osakaalud järgnevalt (15, 16)

$$f_Q = \frac{Q}{Q+E} \quad (15)$$

$$f_E = \frac{E}{Q+E} \quad (16)$$

## 1.4. TULEMUSED KOOS ARVUTUSNÄIDETEGA

### 1.4.1. EESTIS TOODETUD ELEKTRI PRIMAARENERGIATEGURID

Eestis toodetud elektri primaarenergiategurite leidmiseks on kasutatud Statistikaameti poolt kogutud andmeid, mis on leitavad Statistikaameti andmebaasis tabelis KE240: Energiabilanss kütuse või energia liigi järgi, TJ (Eurostati meetodika) (andmekorje kuupäev 28.02.2026).

Koostoodetud elektri primaarenergiategurite jaoks kasutame andmeridu „Tarbitud koostootmisjaamades“ ja „Koostootmisjaamade toodang). Siinkohal on tabelis 2 esitatud näitena andmed 2024 aasta kohta.

**Tabel 2. Koostootmisjaamades tarbitud kütused aastal 2024**

Kütus	Tarbitud koostootmisjaamades, TJ
Gaasitehasegaas (põlevkivigaas)	554
Koksiahjugaas	145
Turvas	16
Põlevkivi	1 290
Põlevkiviõli	44
Maagaas	73
Tahked biokütused	14 851
Taastuvast toormest olmejäätmed	834
Mittetaastuvast toormest olmejäätmed	1 391
<b>Kütused kokku, TJ</b>	<b>19 198</b>
<b>Mittetaastuvad kütused kokku, TJ</b>	<b>3 513</b>

Tabelis 3 on esitatud koostootmisjaamade toodang 2024 aasta kohta.

**Tabel 3. Koostootmisjaamade toodang**

Koostootmisjaamade toodang, TJ	
<b>Soojusenergia</b>	13 756
<b>Elektrienergia</b>	3 640

Vastavalt eelnevas peatükis esitatud valemitele on leitud koostootmise jaoks elektri- ja soojuse kütuse jaotustegurid  $f_Q$  ja  $f_E$ .

### Power Bonus

Koostootmises tarbitud primaarenergia  $E_{p,kt}$  on vastavalt tabelis 2 esitatule 19 198 TJ, elektri jaamades toodetud elektri primaarenergiategur 1,39. Selle abil on võimalik leida  $f_{p,Q}$  (17)

$$f_{p,Q} = \frac{19\,198 - 3\,640 \cdot 1,39}{13\,756} = 1,03 \quad (17)$$

Seega on jaotustegurite väärtusteks järgnevalt (18, 19)

$$f_Q = \frac{0,64 \cdot 13\,756}{13\,756 + 3\,640} = 0,81 \quad (18)$$

$$f_E = 1 - \frac{0,64 \cdot 13\,756}{13\,756 + 3\,640} = 0,19 \quad (19)$$

## Eksergia

Soojuse eksergia arvutamiseks vajalikud andmed on esitatud tabelis 4.

**Tabel 4. Soojuse eksergia jaoks vajalikud temperatuurid**

Parameeter	Temperatuur
Keskmine välisõhu temperatuur	278,15 K
Keskmine kaugkütte pealevoolu temperatuur	358,15 K
Keskmine kaugkütte tagasivoolu temperatuur	318,15 K

Vastavalt tabelis esitatud andmetele saab leida logaritmilise temperatuuride vahe  $T$  (20)

$$T = \frac{358,15 - 318,15}{\ln \frac{358,15}{318,15}} = 337,8 \text{ K} \quad (20)$$

Soojuse eksergia väärtuseks saame järgnevalt (21)

$$Ex_Q = \left(1 - \frac{278,15}{337,8}\right) \cdot 13\,756 = 2\,429 \text{ TJ} \quad (21)$$

Elektri eksergia on võrdne toodetud elektri kogusega ehk  $Ex_E = 3\,371 \text{ TJ}$

Soojuse ja elektri jaotustegurite väärtusteks on järgnevalt (22, 23)

$$f_Q = \frac{2429}{2429 + 3640} = 0,40 \quad (22)$$

$$f_E = \frac{3640}{2429 + 3640} = 0,60 \quad (23)$$

## Alternatiivse tootmise meetod

Alternatiivse tootmise kütuse jaotamise osakaalude leidmise jaoks on vaja kasutada alternatiivsete soojuse ja elektri tootmise meetodite kasutegureid. Eesti puhul on keskmine kaugküttekattlamaja kasutegur  $\eta_{altQ} = 85\%$  ja elektri tootmise kasutegur elektrijaamas  $\eta_{altE} = 35\%$ .

Vastavalt on võimalik leida soojuse ja elektri kütuste jaotamise osakaalud (24, 25)

$$f_Q = \frac{\left(\frac{13\,756}{0,85}\right)}{\left(\frac{13\,756}{0,85} + \frac{3\,640}{0,35}\right)} = 0,61 \quad (24)$$

$$f_E = \frac{\left(\frac{3640}{0,35}\right)}{\left(\frac{13\,756}{0,85} + \frac{3\,640}{0,35}\right)} = 0,39 \quad (25)$$

## Energia meetod

Energia meetodi järgi leitud kütuste jaotamise tegurid on järgnevad (26, 27)

$$f_Q = \frac{13\,756}{13\,756 + 3\,640} = 0,79 \quad (26)$$

$$f_E = \frac{3\,640}{13\,756 + 3\,640} = 0,21 \quad (27)$$

### Soojuse ja elektri allokatsioonide jaotustegurid

Tabelis 5 on esitatud kokkuvõtvalt eelnevate arvutuste tulemused.

*Tabel 5. Elektri ja soojuse kütuste jaotustegurid*

	Soojuse jaotustegur $f_Q$	Elektri jaotustegur $f_E$
<b>Power Bonus</b>	0,81	0,19
<b>Eksergia</b>	0,40	0,60
<b>Alternatiivne tootmine</b>	0,61	0,39
<b>Energia meetod</b>	0,79	0,21

Energia meetodi puhul on osakaalud võrreldavad Power Bonus meetodiga. Seega on [kasvuhoonegaasid.ee](http://kasvuhoonegaasid.ee) lehel esitatud eriheitetegurite väärtused ligilähedaselt võrreldavad käesolevas uuringus esitatud Power bonus tulemustega. Käesolevas uuringus Energia meetodit edasi käsitletud ei ole ning siinkohal on need jaotustegurid esitatud vaid võrdlusmomendi näitamise huvides.

Võttes arvesse leitud jaotustegureid saame leida koostoodetud elektrile oma primaarenergiategurid. Selle jaoks on järgnevalt leitud kütuste kogused mainitud allokatsioonide meetodite puhul ja seejärel leitud summaarsed ja mittetaastuvad primaarenergiategurid. Tulemused on esitatud tabelis 6.

*Tabel 6. Koostootmisjaamades elektri tootmiseks tarbitud kütuse kogused ja primaarenergiategurid*

Kütus, TJ	Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
Gaasitehasegaas (põlevkivigaas)	104	332	217
Koksiahjugaas	27	87	57
Turvas	3	10	6
Põlevkivi	243	774	505
Põlevkiviõli	8	26	17
Maagaas	14	44	29
Tahked biokütused	2 793	8 907	5 810

Kütus, TJ	Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
Taastuvast toormest olmejäätmed	157	500	326
Mittetaastuvast toormest olmejäätmed	262	834	544
<b>Kütused kokku, TJ</b>	<b>3 611</b>	<b>11 514</b>	<b>7 511</b>
<b>Mittetaastuvad kütused kokku, TJ</b>	<b>611</b>	<b>2 107</b>	<b>1 374</b>
<b>Summaarne primaarenergiategur</b>	<b>0,99</b>	<b>3,16</b>	<b>2,06</b>
<b>Mittetaastuv primaarenergiategur</b>	<b>0,18</b>	<b>0,58</b>	<b>0,38</b>

Lisaks koostootmisjaamadele on Eestis toodetud elektrit ka elektrijaamades ning lisaks on toodetud ka taastuvelektrit. Tabelis 7 on esitatud Eestis elektri jaamades toodetud ja toodetud taastuvelektri kogused 2024 aasta näitel.

*Tabel 7. Elektri tootmiseks elektri jaamades tarbitud kütused*

Kütus, TJ	Tarbitud elektri jaamades ja taastuvelektri tootmiseks
Põlevkivigaas	5 803
Koksiahjugaas	1 524
Põlevkivi	14 649
Põlevkiviõli	233
Maagaas	609
Tahked biokütused	4 061
<b>Kütused kokku, TJ</b>	<b>26 879</b>
<b>Mittetaastuvad kütused kokku, TJ</b>	<b>22 818</b>

Koos koostootmisega on elektri tootmiseks elektri jaamades ja koostootmisjaamades kokku kasutatud kütused vastavalt allokatsioonide meetodile esitatud tabelis 8.

**Tabel 8. Koostootmisjaamades ja elektrijaamades kokku elektri tootmiseks tarbitud kütused**

Kütus	Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
Gaasitehasegaas (põlevkivigaas)	5 907	6 135	6 020
Koksiahjugaas	1 551	1 611	1 581
Turvas	3	10	6
Põlevkivi	14 892	15 423	15 154
Põlevkiviõli	241	259	250
Maagaas	623	653	638
Tahked biokütused	6 854	12 968	9 871
Taastuvast toormest olmejäätmed	157	500	326
Mittetaastuvast toormest olmejäätmed	262	834	544
<b>Kütused kokku, TJ</b>	<b>30 490</b>	<b>38 393</b>	<b>34 390</b>
<b>Mittetaastuvad kütused kokku, TJ</b>	<b>23 479</b>	<b>24 925</b>	<b>24 192</b>

Summaarne elektri toodang Eestis (nii koostoodetud, elektrijaamades toodetud kui ka taastuvelekter) 2024 aastal oli **22 924 TJ**.

Vastavalt valemitele 1 ja 2 saab leida Eestis toodetud elektrile primaarenergiategurite väärtused, mis on esitatud tabelis 9.

**Tabel 9. Eestis toodetud elektri primaarenergiategurid**

	Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
<b>Summaarne primaarenergiategur</b>	1,33	1,67	1,50
<b>Mittetaastuv primaarenergiategur</b>	1,02	1,09	1,06

Üsnagi madala elektri primaarenergia teguri väärtuse põhjuseks saab Eesti puhul pidada asjaolu, et 15,8% Eestis toodetud elektrist tuleb koostootmisest, mille puhul osa kütusest

arvestatakse soojuse tootmise alla. Lisaks moodustab 28,3% kogu toodetud elektrist kütusevabalt toodetud elekter ehk päikese-, tuule- ja hüdroenergia.

### 1.4.2. EESTIS TOODETUD ELEKTRI ERIHEITETEGUR

Vastavalt eelnevates peatükkides (1.2 Kasvuhoonegaaside eriheitetegurid, 1.3 Kütuste jagamise meetodid elektri ja soojuse koostootmise puhul) kirjeldatud metoodikale ja esitatud andmetele kütuste koguste kohta (Tabel 8) on leitud Eestis toodetud elektrile kasvuhoonegaaside eriheitetegur.

Elektri tootmisel tekkivad heitmed kütuste kaupa on esitatud tabelis 10.

*Tabel 10. Elektri tootmisel tekkivad heitmed kütuste kaupa*

Kütus	Elektrijaamades tekkinud heitmed (kg <sub>CO2</sub> )	Koostootmises elektri tootmisel tekkinud heitmed (kg <sub>CO2</sub> )		
		Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
Põlevkivigaas	1 111 675	19 959	63 652	41 520
Koksiahjugaas	109 914	1 967	6 272	4 901
Turvas	0	320	1 021	666
Põlevkivi	15 229 233	25 326	80 767	52 684
Põlevkiviõli	17 220	612	1 950	1 272
Maagaas	33 576	757	2 414	1 575
Biomass	260	179	571	372
Taastuvad olmejäätmed	0	65	208	136
Fossiilsed olmejäätmed	0	20 096	64 089	41 805
<b>Heitmed kokku (kg<sub>CO2</sub>)</b>	<b>2 801 878</b>	<b>69 281</b>	<b>220 943</b>	<b>144 120</b>

Arvestades, et summaarne elektritoodang 2024. aastal oli **22 924 TJ**, millest 19 284 TJ oli toodetud elektrijaamades ning 3 640 TJ koostootmisjaamades saame Eestis toodetud elektri kasvuhoonegaaside eriheiteteguriks Tabelis 11 esitatud tulemused.

**Tabel 11. Eestis toodetud elektri kasvuhooonegaaside eriheitetegurid**

	Elektrijaamades toodetud elekter	Koostootmisjaamades toodetud elekter		
		Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
<b>Eriheitegur (elektrijaamad ja koostootmine eraldi) (kg<sub>CO2</sub>/MWh)</b>	525	68	218	142
<b>Eriheitetegur (elektrijaamad ja koostootmine kokku) (kg<sub>CO2</sub>/MWh)</b>		452	476	464

Eestis toodetud elektri üsnagi kõrge eriheiteteguri peamiseks põhjuseks võib pidada suurt põlevkivigaasi ja põlevkivi tarbimist elektri tootmises. Kuigi kasutatud kütustest moodustab põlevkivigaas vaid 14% ning põlevkivi 35%, on neil mõlemal kütusel üsnagi kõrge eriheitetegur – põlevkivigaasil 692 kg<sub>CO2</sub>/MWh ja põlevkivil 377 kg<sub>CO2</sub>/MWh. Nende kütuste tarbimine, koos koksiahjugaasiga, annab kokku 97% Eestis toodetud elektri heitmetest. Kuigi koostootmise puhul on osa kütustest ja ka nende heitmetest arvestatud soojuse tootmise alla, on ka koostoodetud elektri puhul need kaks kütust suurimateks mõjuriteks, mis muudavad toodetud elektri eriheiteteguri kõrgeks.

### 1.4.3. EESTIS TARBITUD ELEKTRI PRIMAARENERGIATEGURID

Eestis tarbitud elektri primaarenergiategurid on arvestatud Eesti elektrisüsteemi bilansi järgi, mille andmed pärinevad Eleringilt.

Eestis tarbitud elekter moodustub kohapeal toodetud elektrist ja imporditud elektrist, mis tuleb Eestisse kas Soomest või Lätist.

Eleringi poolt väljastatavatest andmest on teada Eestis tarbitud elektri kogus  $E_{tarbitud}$  (MWh), Lätist imporditud elekter  $E_{Läti}$  (MWh) ja Soomest imporditud elekter  $E_{Soomes}$  (MWh).

Eestis toodetud kohapeal tarbitud elekter  $E_{Eesti}$  (MWh) avaldub imporditud ja kogu tarbitud elektri kaudu järgmiselt (28)

$$E_{Eesti} = E_{tarbitud} - E_{Läti} - E_{Soomes} \quad (28)$$

Vastavalt Eleringi andmetele on Eestis 2024 aastal tarbitud, kohapeal toodetud ja tarbitud ning imporditud elektri kogused esitatud ja vastavad primaarenergiategurid on esitatud tabelis 12.

**Tabel 12. Eestis tarbitud ja Eestisse imporditud elektri kogused ja primaarenergiategurid**

	Kogus, GWh	Summaarne primaarenergiategur	Mittetaastuv primaarenergiategur
<b>Eestis tarbitud elekter (<math>E_{tarbitud}</math>)</b>	7 949		
<b>Soomest imporditud elekter<sup>1</sup></b>	3 845	2,2	1,75
<b>Lätist imporditud elekter<sup>2</sup></b>	898	2,5	1,9
<b>Eestis toodetud ja tarbitud elekter (<math>E_{Eesti}</math>)</b>	3 205	Power bonus	1,33
		Eksergia	1,67
		Alternatiivne tootmine	1,50

Vastavalt tabelis 12 esitatud imporditud elektri kogustele ja primaarenergiateguritele on võimalik leida Eestis tarbitud elektri primaarenergiategurid  $PEF_{Eesti,tarbitud}$  järgnevalt (29)

$$PEF_{Eesti,tarbitud} = PEF_{Eesti} \cdot E_{Eesti} + PEF_{Soome} \cdot E_{Soome} + PEF_{Läti} \cdot E_{Läti} \quad (29)$$

Tulemused vastavalt allokatsioonide meetodile on esitatud tabelis 13.

**Tabel 13. Eestis tarbitud elektri primaarenergiategurid**

	Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
<b>Summaarne primaarenergiategur</b>	1,88	2,02	1,95
<b>Mittetaastuv primaarenergiategur</b>	1,47	1,50	1,49

<sup>1</sup> Soome elektri primaarenergiategurite allikas: YMPÄRISTÖMINISTERIÖ. (n.d.). EHDOTUS VALTIONEUVOSTON ASETUKSEKSI RAKENNUKSISSA KÄYTETTÄVIEN ENERGIAMUOTOJEN KERTOIMIEN LUKUARVOISTA.

<sup>2</sup> Läti elektri primaarenergiategurite allikas: Ēku Energoefektivitātes Aprēķina Metodes Un Ēku Energosertifikācijas Noteikumi (2021). <https://likumi.lv/ta/id/322436-eku-energoefektivitates-aprekina-metodes-un-eku-energocertifikacijas-noteikumi>

Eestis tarbitud elektri primaarenergiategurid on märkimisväärselt kõrgemad kui Eestis toodetud elektri primaarenergiategurid. Siin on peamiseks põhjuseks impordelektri suur osakaal ja imporditud elektri kõrgemad primaarenergiategurid. Soomest imporditud elekter moodustab Eestis tarbitud elektrist 48% ja Lätist imporditud elekter 11%, Eestis toodetud elekter moodustab kogu tarbitud elektrist vaid 40%. Soomes toodetud elektri puhul on summaarne primaarenergiategur 2,2 ja Lätis toodetud elektril on see väärtus 2,5.

Soomes toodetud elektri kõrge primaarenergiateguri põhjuseks on suur tuumaenergia osakaal elektri tootmises, mille puhul on primaarenergiategur ligikaudu 3.

#### 1.4.4. EESTIS TARBITUD ELEKTRI ERIHEITETEGUR

Eestis tarbitud elektri eriheiteteguri leidmisel on kasutatud eelmises peatükis Tabelis 12 esitatud elektrienergia koguseid ja arvestatud, et Soomes toodetud elektri eriheitetegur on 30 kg<sub>CO2</sub>/MWh<sup>3</sup> ja Lätis toodetud elektri eriheitetegur on 109 kg<sub>CO2</sub>/MWh<sup>4</sup>.

Eestis tarbitud elektri eriheitetegur vastavalt kütuste jaotamise meetodile on esitatud tabelis 14.

*Tabel 14. Eestis tarbitud elektri eriheitetegur*

	Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
<b>Kasvahoonegaaside eriheitetegur (kg<sub>CO2</sub>/MWh)</b>	209	219	214

Eestis tarbitud elektri eriheitetegur on märkimisväärselt madalam Eestis toodetud elektri eriheitetegurist, mis on vastupidine primaarenergiategurite tulemustega. Ka siin on põhjuseks tugev impordelektri mõju.

Soomes toodetud elekter, millel on suur mõju meie tarbitud elektri eriheitetegurile, on väga madala eriheiteteguriga – vaid 30 kg<sub>CO2</sub>/MWh, mis on taas seletatav suure tuumaenergia osakaaluga riigi elektri tootmises. Kuigi tuumaenergial on kõrge primaarenergiategur, on sellel suhteliselt olematu eriheitetegur, kuna õhuheitmeid protsessis praktiliselt ei teki.

<sup>3</sup> Soome elektri eriheitetegur: Fingrid. (n.d.). *CO2 emission estimates from electricity production and consumption*. Retrieved May 8, 2026, from <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/>

<sup>4</sup> Läti elektri eriheitetegur: Ēku Energoefektivitātes Aprēķina Metodes Un Ēku Energosertifikācijas Noteikumi (2021). <https://likumi.lv/ta/id/322436-eku-energoefektivitates-aprekina-metodes-un-eku-energocertifikacijas-noteikumi>

### 1.4.5. TÕHUS KAUGKÜTE ILMA KOOSTOOTMISETA

Andmed kaugküttevõrkudes tarbitud kütuste ja toodetud soojuse kohta on saadud Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte ühingult.

Andmed olid saadaval 105 tõhusa kaugküttevõrgu kohta.

Leitud on iga kaugküttevõrgu jaoks eraldi primaarenergia tegurid ning hiljem on leitud kõikide primaarenergiategurite keskmine väärtus.

Järgnevalt on näidatud primaarenergiategurite arvutused Haapsalu kaugküttevõrgu näitel.

Haapsalu kaugküttevõrgu andmed on esitatud tabelis 15.

**Tabel 15. Haapsalu kaugküttevõrgu andmed**

<b>Kaugküttevõrgu andmed - Haapsalu</b>	
Võrku toodetud soojus, MWh	55 208
Võrku sisseostetud soojus, MWh	0
Soojuse tarbimine võrgus, MWh	47 925
<b>Soojuse tootmiseks kasutatud kütused, MWh</b>	
Puiduhake	39 843
Põlevkiviõli	15 778
Elekter taastuvatest allikatest	2 488
<b>Kokku, MWh</b>	<b>56 549</b>
<b>Kokku mittetaastuvad, MWh</b>	<b>15 778</b>

Vastavalt tabelis 15 esitatud andmetele ja eelnevalt esitatud valemitele on võimalik välja arvutada Haapsalu kaugküttevõrgu jaoks nii summaarne kui ka mittetaastuv primaarenergiategur (30, 31)

$$PEF_{sum} = \frac{56\,549\,MWh}{47\,925\,MWh} = 1,18 \quad (30)$$

$$PEF_{mittetaastuv} = \frac{15\,778\,MWh}{47\,925\,MWh} = 0,33 \quad (31)$$

Samamoodi on leitud primaarenergiategurid kõikidele kaugküttevõrkudele kus koostootmist ei ole.

Tõhusa koostootmise puhul on keskmine väärtus ilma koostootmiseta summaarse primaarenergiateguri puhul **1,32** ja mittetaastuva puhul **0,13**. Kasvuhoonegaaside eriheitetegur tõhusa kaugkütte puhul ilma koostootmiseta on **32,5 kg<sub>CO2</sub>/MWh**.

### 1.4.6. TÕHUSA KAUGKÜTTE TEGURID KOOS KOOSTOOTMISEGA

Koostootmise puhul on leitud eristatud kütused, mis on kasutatud tavalises katlamajas ja koostootmisjaamas kasutatud kütused. Järgnevalt on näidatud primaarenergiateguri arvutused Pärnu kaugküttevõrgu näitel, vastavad andmed on esitatud tabelis 16.

*Tabel 16. Pärnu kaugküttevõrgu andmed*

<b>Kaugküttevõrgu andmed - Pärnu</b>				
Võrku toodetud soojus, MWh				258 587
Võrku sisseostetud soojus, MWh				0
Soojuse tarbimine võrgus, MWh				221 622
<b>Soojuse tootmiseks kasutatud kütused (mitte-koostootmine), MWh</b>				
Maagaas				17 111
<b>Kokku (mitte-koostootmine), MWh</b>				17 111
<b>Kokku (mitte-koostootmine) mittetaastuv, MWh</b>				17 111
<b>Soojuse tootmiseks kasutatud kütused (koostootmine), MWh</b>				
	Kasutatud kütus kokku	Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
Puiduhake	639 179	518 970	255 824	389 119
Maagaas	3 282	2 666	1 314	1 999
Turvas	621	504	249	378
<b>Kokku (koostootmine), MWh</b>	639 083	522 140	257 387	391 496
<b>Kokku (koostootmine) mittetaastuv, MWh</b>	3 904	3 170	1 563	2 377
<b>KOKKU, MWh</b>		539 251	274 497	408 607
<b>KOKKU mittetaastuv, MWh</b>		20 280	18 673	19 487

Vastavalt tabelis 16 esitatud andmetele ja eelnevalt esitatud valemitele ning leitud kütuse jaotamise teguritele valitud allokatsioonide meetodite korral on võimalik leida primaarenergiategurid ja eriheitetegurid toodetud kaugküttesoojusele.

Tulemused Pärnu näitel vastavalt allokatsioonide meetoditele on esitatud tabelis 17.

**Tabel 17. Pärnu kaugküttevõrgus toodetud kaugküttesoojuse primaarenergiategurid ja eriheitetegurid**

<b>PÄRNU</b>	<b>Power bonus</b>	<b>Eksergia</b>	<b>Alternatiivne tootmine</b>
<b>Summaarne primaarenergiategur</b>	2,43	1,24	1,84
<b>Mittetaastuv primaarenergiategur</b>	0,09	0,08	0,09
<b>Kasvuhoonegaaside eriheitetegur (kg<sub>CO2</sub>/MWh)</b>	19,2	17,2	18,2

Tõhusa kaugkütte primaarenergiategurite ja kasvuhoonegaaside eriheiteteguri kaalutud keskmised väärtused, võttes arvesse kõiki kaugküttevõrke, nii koostootmisjaamadega, kui ka ilma, on vastavalt allokatsioonide meetodile esitatud tabelis 18.

**Tabel 18. Eestis toodetud tõhusa kaugküttesoojuse primaarenergiategurid ja eriheitetegurid**

<b>TÕHUS KAUGKÜTE</b>	<b>Power bonus</b>	<b>Eksergia</b>	<b>Alternatiivne tootmine</b>
<b>Summaarne primaarenergiategur</b>	1,22	0,86	1,04
<b>Mittetaastuv primaarenergiategur</b>	0,26	0,23	0,24
<b>Kasvuhoonegaaside eriheitetegur (kg<sub>CO2</sub>/MWh)</b>	85,0	67,7	76,5

#### **1.4.7. NARVA**

Järgnevalt on esitatud ka Narvas toodetud kaugküttesoojuse primaarenergiategurite arvutused, mida ei ole ülejäänud Eesti keskmiste tulemuste arvutamisel arvesse võetud, kuna tulemused erinevad kardinaalselt ülejäänud Eesti kaugküttevõrkude tulemustest ning kallutavad liigselt üldist keskmist.

Tabelis 19 on esitatud Narva kaugküttevõrgus toodetud soojus ja kasutatud kütuste kogused.

Tabel 19. Narva kaugküttevõrgu andmed

<b>Kaugküttevõrgu andmed - Narva</b>				
Soojuse tarbimine võrgus, MWh				370 974
<b>Soojuse tootmiseks kasutatud kütused (mitte-koostootmine), MWh</b>				
Maagaas				47 913
Põlevkiviõli				25 178
Elekter fossiilsetest energiaallikatest				1 815
Elekter taastuvatest energiaallikatest				412
<b>Kokku (mitte-koostootmine), MWh</b>				<b>75 319</b>
<b>Kokku (mitte-koostootmine) mittetaastuv, MWh</b>				<b>74 907</b>
<b>Soojuse tootmiseks kasutatud kütused (koostootmine), MWh</b>				
	Kasutatud kütus kokku	Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
Puiduhake	638 667	518 555	255 620	388 808
Põlevkiviõli	7 572	7 572	3 030	4 610
Elekter fossiilsetest energiaallikatest	135 179	135 179	54 104	82 294
Elekter taastuvatest energiaallikatest	30 654	30 654	12 269	18 662
Põlevkivi	2 867 661	2 328 349	1 147 751	1 745 776
<b>Kokku (koostootmine), MWh</b>	<b>3 679 733</b>	<b>2 987 696</b>	<b>1 472 773</b>	<b>2 240 149</b>
<b>Kokku (koostootmine) mittetaastuv, MWh</b>	<b>3 755 051</b>	<b>2 444 253</b>	<b>1 204 885</b>	<b>1 832 679</b>
<b>KOKKU, MWh</b>		<b>3 063 015</b>	<b>1 548 092</b>	<b>2 315 467</b>
<b>KOKKU mittetaastuv, MWh</b>		<b>2 519 159</b>	<b>1 279 792</b>	<b>1 907 586</b>

Vastavalt tabelis 19 esitatud andmetele ja eelnevalt esitatud valemitele ning leitud kütuse jaotamise teguritele valitud allokatsioonide meetodite korral on võimalik leida primaarenergiategurid toodetud kaugküttesoojusele.

Tulemused Narva näitel vastavalt allokatsioonide meetoditele on esitatud tabelis 19.

**Tabel 20. Narvas toodetud kaugküttesoojuse primaarenergiategurid ja kasvuhoonegaaside eriheitegur**

<b>NARVA</b>	<b>Power bonus</b>	<b>Eksergia</b>	<b>Alternatiivne tootmine</b>
<b>Summaarne primaarenergiategur</b>	8,26	4,17	6,24
<b>Mittetaastuv primaarenergiategur</b>	6,79	3,45	5,14
<b>Kasvuhoonegaaside eriheitetegur (kg<sub>CO2</sub>/MWh)</b>	1 903	961	1 438

Tabelis 20 esitatud tulemused erinevad ülejäänud Eesti tulemustest summaarse primaarenergiateguri poolest vähemalt viiekordselt. Põhjuseks on tõenäoliselt see, et Narva puhul on kogu elektrijaama kütusekulu arvestatud koostootmise kütusekuluks, kuigi kogu elektrijaamas tekkiv soojus, mida võimalusel kasutatakse ka Narva linna kaugküttevõrgus, ei leia tootmise hetkel kasutust kaugküttes.

Narva puhul ei ole võimalik eristada kui palju päriselt kulus elektrijaamas tarbitud kütustest päriselt kaugküttesoojuse tootmisele.

#### **1.4.8. MITTETÕHUSA KAUGKÜTTE TULEMUSED**

Mittetõhusa kaugkütte puhul on tulemused leitud samamoodi kui tõhusa kaugkütte puhul, ilma koostootmiseta kuna mitte üheski mittetõhusas kaugküttevõrgus ei toodeta soojust koostootmisjaamas.

Vaadeldud andmete hulgas olid 101 mittetõhusa kaugküttevõrgu andmed – tarbitud kütuste kogused ja võrgus tarbitud soojuse.

Mittetõhusa kaugkütte puhul on primaarenergiategurite ja kasvuhoonegaaside eriheiteteguri väärtused esitatud tabelis 21. Tegurite puhul on tegemist kaalutud keskmiste väärtustega.

**Tabel 21. Mittetõhusa kaugkütte primaarenergiategurid ja kasvuhoonegaaside eriheitegur**

<b>Mittetõhusa kaugkütte tegurid</b>	
<b>Summaarne primaarenergiategur</b>	1,37
<b>Mittetaastuv primaarenergiategur</b>	0,67
<b>Kasvuhoonegaaside eriheitetegur (kg<sub>CO2</sub>/MWh)</b>	175

### 1.4.9. KAUGJAHUTUS

Kaugjahutuse puhul on arvatud iga kaugjahutuse võrgu primaarenergia- ja eriheitetegurid eraldi. Andmed kaugjahutuse võrgus tarbitud kütuste ja toodetud jahutusenergia kohta pärinevad otse jahutust tootvatelt ettevõtetelt.

Järgnevalt on esitatud tabelis 22 Eesti kaugjahutusettevõtete kütuste tarbimise ja jahutusenergia toodangu andmed.

**Tabel 22. Eesti kaugjahutusettevõtete kütuste tarbimise ja jahutusenergia toodangu andmed**

	Tartu 1	Tartu 2	Pärnu	Tallinn 1	Tallinn 2
<b>Jahutusenergia toodang, MWh</b>	9318	3681	879	3338	815
<b>Tarbitud võrguelekter, MWh</b>	1520	836	274	686	260
<b>Tarbitud elekter PV paneelidelt, MWh</b>	50	0	23	0	0

Kuna ainus kaugjahutuses kasutatud kütus on elektrienergia, siis on kasutatud kaugjahutuse primaarenergiategurite ja kasvuhoonegaaside eriheiteteguri tulemuste leidmisel peatükkides 1.4.3 ja 1.4.4. leitud Eestis tarbitud elektri primaarenergiategurite ja kasvuhoonegaaside eriheiteteguri väärtusi. PV-paneelidega toodetud elektri puhul on arvestatud, et selle primaarenergia tegurite ja kasvuhoonegaaside eriheiteteguri väärtus on 0.

Kaugjahutuse tegurid võrkude kaupa on esitatud tabelis 23.

**Tabel 23. Kaugjahutuse primaarenergia tegurid ja eriheitetegur võrkude kaupa**

		Tartu 1	Tartu 2	Pärnu	Tallinn 1	Tallinn 2
<b>Summaarne primaarenergiategur</b>	Power bonus	0,31	0,43	0,61	0,39	0,60
	Eksergia	0,34	0,46	0,66	0,42	0,64
	Alternatiivne tootmine	0,32	0,44	0,63	0,40	0,62
<b>Mittetaastuv primaarenergiategur</b>	Power bonus	0,24	0,33	0,46	0,30	0,47
	Eksergia	0,24	0,34	0,47	0,31	0,48

		Tartu 1	Tartu 2	Pärnu	Tallinn 1	Tallinn 2
<b>Kasvuhoonegaaside eriheitetegur (kg<sub>CO2</sub>/MWh)</b>	Alternatiivne tootmine	0,24	0,34	0,46	0,31	0,47
	Power bonus	34	47	65	43	67
	Eksergia	36	50	68	45	70/
	Alternatiivne tootmine	35	49	67	44	68

Kaugjahutuse kaalutud keskmised tegurid vastavalt kütuste jaotamise meetodile on esitatud tabelis 24.

**Tabel 24. Kaugjahutuse kaalutud keskmised primaarenergia tegurid ja kasvuhoonegaaside eriheitetegur**

	Power bonus	Eksergia	Alternatiivne tootmine
<b>Summaarne primaarenergiategur</b>	0,38	0,41	0,39
<b>Mittetaastuv primaarenergiategur</b>	0,29	0,30	0,29
<b>Kasvuhoonegaaside eriheitetegur (kg<sub>CO2</sub>/MWh)</b>	41	43	42

Kaugjahutuse primaarenergiategurid on suhteliselt kõrged, kui võrrelda neid tõi huse kaugjahutuse kaalumisteguritega (tavalise kaugjahutuse kaalumistegur on 0,4, tõi huse kaugjahutuse oma 0,2). Siinkohal tuleb mainida, et kaugjahutuse primaarenergiategur on tugevalt sõltuv Eestis tarbitava elektri primaarenergiategurist, mis tänu erinevatele teguritele (suur importelektri ja põlevkivielektri osakaal) on hetkel üsnagi kõrge.

Kaugjahutuse primaarenergiategurit aitab vähendada elektri primaarenergiateguri langemine ning kaugjahutuse tootmisel suurem kohapeal toodetud päikeseelektri kasutamine, nagu seda on teinud juba näiteks Tartu ja Pärnu kaugjahutusvõrgud.

**1.4.10. KOONDTULEMUSED**

Eestis toodetud elektri ja soojuse primaarenergiategurid ja kasvuhoonegaaside eriheitetegurid on esitatud ülevaatlilikult tabelis 25.

*Tabel 25. Eestis toodetud elektri ja soojuse primaarenergiategurite ja kasvuhoonegaaside eriheitetegurite koondtabel*

		Allokatsioonide meetod	Summaarne primaarenergiategur	Mittetaastuv primaarenergiategur	Taastuv primaarenergiategur	Kasvuhoonegaaside eriheitetegur (kg <sub>CO2</sub> /MWh)
<b>Eestis toodetud elekter</b>		Ilma koostootmiseta	1,39	1,18	0,21	527,6
		Power bonus	1,33	1,02	0,31	445,6
		Eksergia	1,67	1,09	0,59	467,6
		Alternatiivne tootmine	1,50	1,06	0,44	456,4
<b>Eestis tarbitud elekter</b>		Power bonus	1,99	1,49	0,41	206,5
		Eksergia	2,02	1,50	0,52	215,4
		Alternatiivne tootmine	1,95	1,49	1,46	210,9
<b>Tõhus kaugküte</b>		Ilma koostootmiseta	1,32	0,13	1,19	33,0
		Power bonus	1,22	0,26	0,96	47,0
		Eksergia	0,86	0,23	0,63	39,0

	Allokatsioonide meetod	Summaarne primaarenergiategur	Mittetaastuv primaarenergiategur	Taastuv primaarenergiategur	Kasvuhoonegaaside eriheitetegur (kg <sub>CO2</sub> /MWh)
	Alternatiivne tootmine	1,04	0,24	0,80	43,1
<b>Mittetõhus kaugküte</b>		1,37	0,67	0,70	205,2
<b>Kaugjahutus</b>	Power bonus	0,38	0,29	0,09	40,9
	Eksergia	0,41	0,30	0,11	42,7
	Alternatiivne tootmine	0,39	0,29	0,10	41,8

## 2. ENERGIAARVUTUSED TEGURITE MÕJU PÕHJENDAMISEKS

Kaalumistegurite mõju hindamiseks hoonete energiatõhususarvule (ETA-le), on teostatud dünaamilised energiatarbe simulatsioonid peamiste kasutusotstarvetega referentshoonetele. Konkreetsete referentshoonete energiaarvutuse tulemusi on võrreldud soojusallikate lõikes vastavate energiakandjate kaalumisteguritega ning analüüsitud nende väärtuste muutmise võimalikku mõju.

### 2.1. ARVUTUSMETOODIKA

Hoonete energiavajadused on arvatatud dünaamilise simulatsiooniga vastavalt MTM määruse nr 58 „Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika“ [3] nõuetele, kasutades tarkvara IDA Indoor Climate and Energy (versioon 5.1.1) ning Eesti energiaarvutuste baasaastat (Estonian TRY, 2022). Hoonete simulatsioonimudelid on koostatud ruumipõhiselt, arvestades hoone kompleksset energiakasutust – sealhulgas kütet, jahutust, ventilatsiooni, tarbevett (ja ringlust), valgustust ja seadmeid.

Arvutused teostati nelja peamise soojusallika baasil:

- Kaugküte
- Õhk-vesi soojuspump (ÖVSP)
- Maasoojuspump (MSP)
- Gaasikatel (biogaas)

### 2.2. ENERGIA TÕHUSUSARV

Hoonete energiatõhususarvud (ETA) on leitud kasutades määrusejärgset arvutusmeetodikat [3, 4]. Hoone summaarne kaalutud energiakasutus ruutmeetri kohta aastas (kWh/(m<sup>2</sup>·a)) avaldub järgneva valemiga:

$$ETA = \frac{\sum_i (E_{tar,i} \cdot f_i)}{A_t},$$

kus  $ETA$  on energiatõhususarv kWh/(m<sup>2</sup>·a);

$E_{tar,i}$  on energiakandjaga  $i$  tarnitud energia kWh/a;

$f_i$  on energiakandja  $i$  kaalumistegur;

$A_t$  on toatemperatuuriga pind ruutmeetrites.

Energiatõhususarv B (ETA B) arvutatakse, jagades kaalutud tarnitud energiakasutuse ning lokaalselt toodetud ja hoones tarbitud elektrienergia hulga summa toatemperatuuriga pinna ruutmeetrite arvuga:

$$ETA B = \frac{\sum_j (E_{tar,j} \cdot f_j) + (E_{tar,el} + E_{lok.ot,el}) \cdot f_{el}}{A_t},$$

kus  $ETA B$  on energiatõhususarv B kWh/(m<sup>2</sup>·a);

$E_{tar,j}$  on energiakandjaga  $j$ , mis ei ole elekter, tarnitud energia kWh/a;

$f_j$  on energiakandja  $j$ , mis ei ole elekter, kaalumistegur;

$E_{tar,el}$  on tarnitud elektrienergia hulk kWh/a;

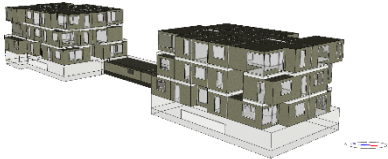
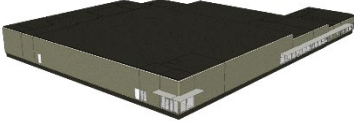
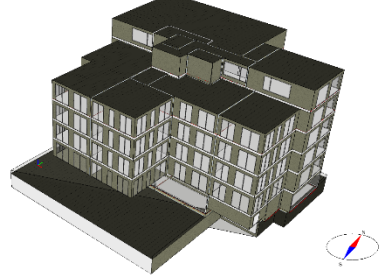
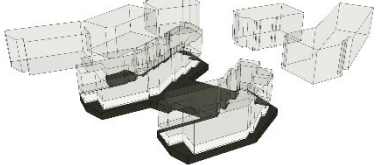
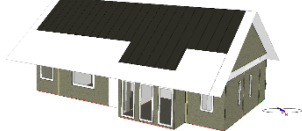

$E_{lok.ot,el}$  on lokaalselt toodetud elektrienergia omatarbe hulk kWh/a;

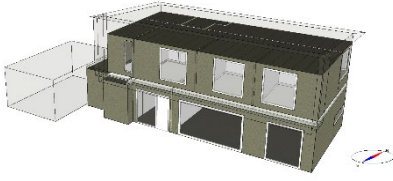
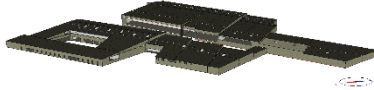
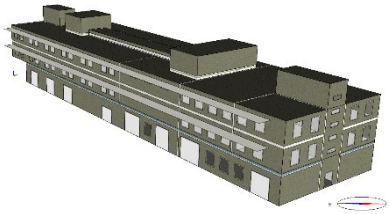
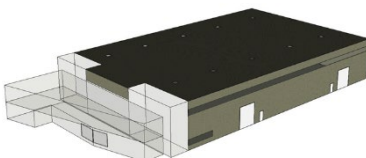
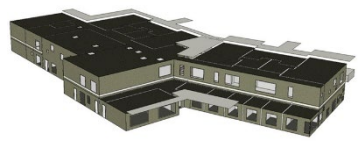
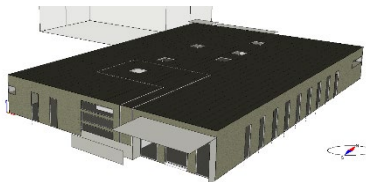
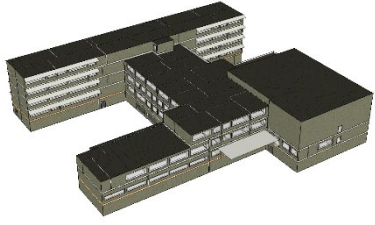
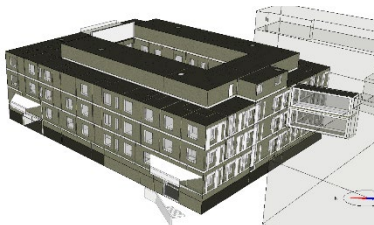
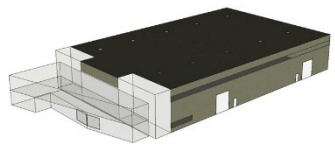
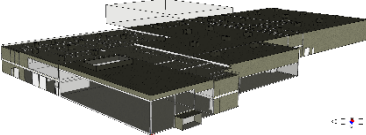
$f_{el}$  on elektri kaalumistegur;

$A_t$  on toatemperatuuriga pind ruutmeetrites.

## 2.3. REFERENTSHOONED

Analüüsi aluseks on hoonete kasutusotstarvete loendi (EIM määrus nr 63)[3] alusel valitud reaalsed hooned, mis on modelleeritud ja simuleeritud IDA ICE 5.1.1 tarkvaras. Analüüsitud on järgnevad hoonetüübid (**Joonis 1**): väikeelamu (kolm kategooriat vastavalt toatemperatuuriga pinnale), korterelamu, kontorihoone, kasarmu, ärihoone, avalik hoone, kaubandushoone, haridushoone, lasteaia hoone, ravihoone, laohoone, korterelamu soe parkimismaja, tööstushoone ja haigla (suure energiatarbega hoone).

<p>Korterelamu</p> <p>1 671 m<sup>2</sup></p>		<p>Kaubandus- hoone</p> <p>3 817 m<sup>2</sup></p>	
<p>Kontori- hoone</p> <p>4 191 m<sup>2</sup></p>		<p>Soe parkimis- maja</p> <p>2 882 m<sup>2</sup></p>	
<p>Väikeelamu</p> <p>106 m<sup>2</sup></p>		<p>Väikeelamu</p> <p>165 m<sup>2</sup></p>	

Väikeelamu 277 m <sup>2</sup>		Avalik hoone 9 944 m <sup>2</sup>	
Kasarmu 3 941 m <sup>2</sup>		Tööstushoone 1 997 m <sup>2</sup>	
Lasteaed 2 987 m <sup>2</sup>		Tervisekeskus 548 m <sup>2</sup>	
Haridus- hoone 11 450 m <sup>2</sup>		Haigla 6 589 m <sup>2</sup>	
Laohoone 1 997 m <sup>2</sup>		Ärihoone 9 207 m <sup>2</sup>	

### Joonis 1. Arvutusmodelite vaated hoonetüüpide lõikes.

Arvutuste lähteandmetena hoonete modelleerimisel on arvestatud tänapäevast projekteerimis- ja ehituspraktikat ning konservatiivseid arhitekturseid lahendusi.

#### Hoonete peamised lähteparameetrid:

- Aknad: soojusläbivused üldjuhul 0,9-1,0 W/(m<sup>2</sup>K), päikesekiirguseläbivus g=0,3-0,55 sõltuvalt hoonetüübist ja arhitektursest lahendusest.
- Piirdetarindid: Välisseinte soojusläbivus 0,15-0,18 W/(m<sup>2</sup>K), katused 0,09-0,17 W/(m<sup>2</sup>K).
- Ventilatsioon: Soojustagastusega ( $\eta \geq 80\%$ ), ventilaatorite erivõimsus vahemikus 1,2-2,3 kW/(m<sup>3</sup>/s).
- Lokaalne taastuvenergia: Päikesepaneelide (PV) tootangu arvestamine katusepinna ja tarbimisprofiili alusel.

Täpsemad parameetrid on toodud alljärgnevas tabelis (**Tabel 26**).

**Tabel 26. Referentshoonete peamised tehnilised parameetrid.**

Hoonetüüp	Tarind			Aken		Õhulekkearv	Ventilatsiooni-süsteem			Valgustus
	VS	KL	PP	U <sub>w</sub>	g		-	η <sub>t</sub>	SFP	
	W/(m <sup>2</sup> K)			W/(m <sup>2</sup> K)	-	m <sup>3</sup> /(hm <sup>2</sup> )	-	-	kW/(m <sup>3</sup> /s)	W/m <sup>2</sup>
Korterelamu	0,14	0,12	0,12	0,90	0,55	1,50	CAV	0,80	1,60	5,0
Kontori-hoone	0,14	0,12	0,30	0,90	0,30	1,50	CAV	0,80	1,65	8,0
Eramu (<120 m <sup>2</sup> )	0,12	0,09	0,10	0,70	0,43	1,50	CAV	0,80	1,20	1,5
Eramu (120-220 m <sup>2</sup> )	0,12	0,09	0,10	0,70	0,43	1,50	CAV	0,80	1,20	1,5
Eramu (>220 m <sup>2</sup> )	0,12	0,09	0,10	0,70	0,43	1,50	CAV	0,80	1,20	1,5
Lasteaed	0,15	0,11	0,15	0,80	0,40	1,50	VAV	0,85	1,60	9,0
Haridus-hoone	0,12	0,10	0,15	0,80	0,40	2,50	CAV	0,80	1,60	7,5
Laohoone	0,18	0,18	2,20	0,80	0,30	1,50	CAV	0,80	1,80	6,0
Ärihoone	0,11	0,11	0,14	1,0-1,1	0,37	2,5	CAV	0,8	1,6	14
Tööstushoone	0,16	0,14	2,20	0,80	0,30	1,50		0,80	1,60	8,0
Kaubandushoone	0,18	0,14	0,11	0,90	0,40	2,50	CAV	0,80	1,60	15,0
Soe parkimismaja	0,22	0,22	0,29	-	-	1,50	CAV	0,80	1,60	3,0
Avalik hoone	0,14	0,13	0,12	0,81	0,49	1,5	CAV	0,8	1,6	12
Tervisekeskus	0,12	0,05	0,12	0,72-0,75	0,54	1,5	CAV	0,7	1,6	9
Haigla	0,16	0,14	0,24	0,8	0,40	2,5	CAV	0,8	2,3	6,7

## 2.4. ETA KALKULAATOR (VEEBIRAKENDUS)

Kaalumistegurite mõju paremaks illustreerimiseks on koostatud veebipõhine rakendus (saadaval lingil <https://eta-calc.site/>). Antud tööriistaga on võimalik arvutada ja visualiseerida hoonete energiatõhususarvu (ETA) erinevate soojusallikate korral. Rakendus võimaldab hinnata energiakandjate kaalumistegurite mõju hoone energiaklassile ning võrrelda erinevaid soojusallikaid (kaugküte, õhk-vesi soojuspump, maasoojuspump, gaas). Rakendus kasutab määrusejärgset ETA arvutusmetoodikat [3, 4].

### 2.4.1. RAKENDUSE VÕIMALUSED

- Kaalumistegurite mõju analüüs - võimalik muuta elektri, kaugkütte ja gaasi kaalumistegureid ning visualiseerida nende mõju ETA-le erinevate soojusallikate korral.
- Dünaamilised piirväärtused - võimalus lülitada sisse dünaamilised piirväärtused, mis kohandavad ETA klasside (A ja B) piire vastavalt valitud kaalumisteguritele, hoides referentslahenduse suhet piirväärtusesse konstantsena.
- Hoonetüüpide võrdlus - võimalus võrrelda korruga kõiki hoonetüüpe ühel graafikul, et visualiseerida tulemusi soojusallikate lõikes.
- PV vajaduse arvutus - tööriist arvutab lihtsustatult, kui palju päikesepaneeli (PV) on vaja paigaldada, et hoone saavutaks A-energiaklassi.

- Arvutuskäigu jälgimine - võimalus kuvada detailselt ETA arvutuskäik.

## 2.4.2. LÄHTEANDMED

### Lähteandmed (Netoenergia)

Lähteandmete osas on võimalik kuvada ja muuta vajadusel iga hoonetüübi netoenergiavajadusi (kWh/m<sup>2</sup>a):

- Ruumide küte
- Ventilatsiooni küte
- Jahutus
- Soe tarbevesi
- Pumbad ja ventilaatorid
- Valgustus ja seadmed

### Määrusejärgsed alusandmed

Võimalik muuta süsteemide tehnilisi parameetreid:

- Soojuspumpade SCOP (eraldi küttele ja tarbeveele)
- Jahutussüsteemi SEER
- Gaasikatla kasutegur
- PV eritootlikkus ja omatarbe osakaal
- Päikesekollektorite lisamine tarbeveele

Tarnitud elektrienergia koosneb valgustusest, seadmetest, jahutusest (arvestades SEER-i ja abiseadmeid), ventilaatoritest, pumpadest ja soojuspumpade puhul ka kütteks ning tarbeveeks kuluvast elektrist.

Tarnitud soojusenergia kaugkütte ja gaasi puhul koosneb ruumiküttest, ventilatsiooni küttest ja tarbeveest, arvestades süsteemi jaotuse ja väljastuse kasutegurit ( $\eta_{jv}$ ) ning soojusallika kasutegurit ( $\eta_{sa}$ ).

Jahutuse puhul arvestatakse lisaks SEER-ile ka abiseadmete energiakulu (mitte-elamute puhul).

Tarbevee arvutuses arvestatakse nt korterelamute puhul soojuskadu akumulatsioonimahutile (2000 kWh/a hoone kohta).

## 2.5. ARVUTUSNÄITED

Järgnevad arvutusnäited selgitavad energiatõhususarvu (ETA) kujunemist korterelamu näite korral kaugkütte ja õhk-vesi soojuspumba (ÖVSP) baasil. Välja on toodud kolm näidet erinevate kaalumisteguritega, et illustreerida nende mõju ETA-le ja soojusallikate omavahelisele konkurentsivõimele. Lisaks on kuvatud joonistel ka tulemused maasoojuspumba ning gaasikatla korral (kaalumistegur 1,0).

### 2.5.1. LÄHTEANDMED

**Hoone kasutusotstarve:** korterelamu

**Toatemperatuuriga pind:** 1671.0 m<sup>2</sup>

**Netoenergia vajadus:**

- Ruumide kütte: 20.18 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Tarbevesi: 50.00 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Ventilatsiooni kütte: 2.43 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Jahutus: 5.09 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Valgustus: 4.38 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Seadmed: 22.53 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Abiseadmed (pumbad, ventilaatorid): 6.02 kWh/(m<sup>2</sup>a)

**Süsteemide kasutegurid:**

- Küttesüsteemi kasutegur ( $\eta_{jv}$ ): 0.97
- Kaugkütte soojussõlme kasutegur ( $\eta_{sa}$ ): 0.90
- ÕVSP SPF (kütte): 2.517
- ÕVSP SPF (tarbevesi): 1.852
- Jahutusperioodi jahutustegur ( $\epsilon$ ): 3.5
- Jahutuskadude tegur ( $\beta_{rs}$ ): 0.2
- Ventilaatorite elekter: 5.5 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- ÕVSP tarbevee akumulatsioonimahuti soojuskadu: 2000 kWh/a (ehk 1.20 kWh/(m<sup>2</sup>a))

### 2.5.2. TARNITUD ENERGIA

Olenemata soojusallikast, on nn baaselektritarve sama (valgustus, seadmed, jahutus, ventilaatorid, pumbad):

- Valgustus: 4.38 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Seadmed: 22.53 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Jahutus:  $(1 + 0.2) \times 5.09 / 3.5 = 1.75$  kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Ventilaatorid: 5.50 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Pumbad (muu):  $6.02 - 5.50 = 0.52$  kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Baaselekter kokku: 34.68 kWh/(m<sup>2</sup>a)

### 2.5.3. VARIANT A: KAUGKÜTE

**Soojusenergia:**

- Ruumikütte:  $20.18 / (0.97 \times 0.90) = 23.12$  kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Tarbevesi:  $50.00 / 0.90 = 55.56$  kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Soojus kokku: 78.68 kWh/m<sup>2</sup>a

**Elektrienergia:**

- Baaselekter: 34.68 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Ventilatsiooniõhu küte (elekter): 2.43 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Elekter kokku: 37.11 kWh/(m<sup>2</sup>a)

#### 2.5.4. VARIANT B: ÕHK-VESI SOOJUSPUMP (ÕVSP)

**Soojusenergia:** 0 kWh/(m<sup>2</sup>a) (kogu soojus toodetakse elektriga)

**Elektrienergia:**

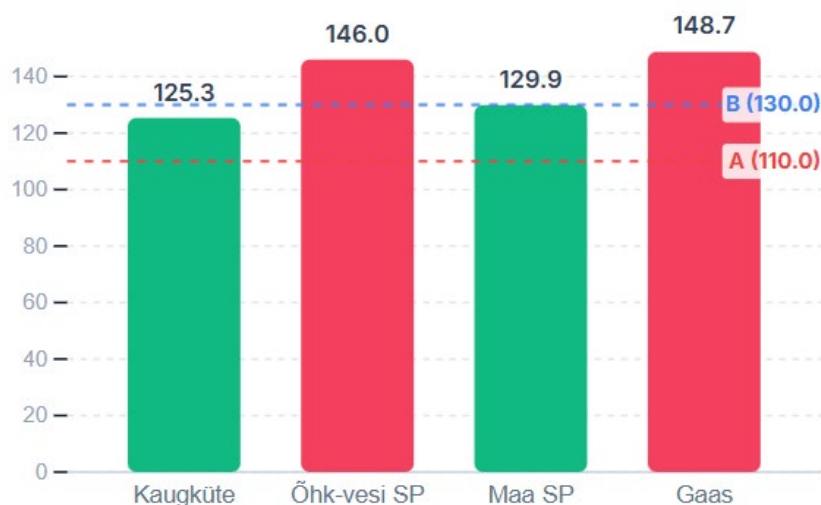
- Baaselekter: 34.68 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Ventilatsiooniõhu küte (elekter): 2.43 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Ruumiküte:  $20.18 / (2.517 \times 0.97) = 8.26$  kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Tarbevesi:  $(50.00 + 1.20) / 1.852 = 27.65$  kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Elekter kokku: 73.02 kWh/(m<sup>2</sup>a)

#### 2.5.5. KEHTIVAD NÕUDED

**Kaalumistegurid: Kaugküte 0.65 | Elekter 2.0**

Soojusallikas	Soojuse ETA osa, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Elektri ETA osa, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kogu ETA, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Osakaalud
<b>Kaugküte</b>	$78.68 \times 0.65 = 51.1$	$37.11 \times 2.0 = 74.2$	<b>125.3</b>	Soojus 41% / Elekter 59%
<b>ÕVSP</b>	$0 \times 0.65 = 0.0$	$73.02 \times 2.0 = 146.0$	<b>146.0</b>	Soojus 0% / Elekter 100%

Hetkel kehtivate nõuete järgselt teostatud arvutustega on tõhusa kaugkütte korral erinevus ÕVSP-ga praktiliselt ühe energiatõhususe klassi jagu (vahe 20.7 ühikut, vt *Joonis 2*).



**Joonis 2. Korterialamu ETA tulemused kehtiva määruse järgsete kaalumisteguritega.**

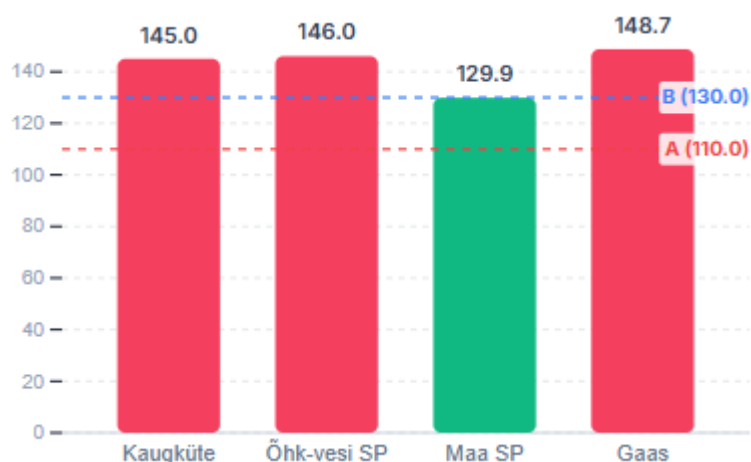
Seetõttu on ÕVSP-ga korterialamu ETA nõuete täitmine keeruline (ETA B piirväärtus 130 kWh/(m<sup>2</sup>a) ja ETA 110 kWh/(m<sup>2</sup>a)), kuna elektri kõrge kaalumistegur (2.0) „karistab“ soojuspumba suurt elektritarbimist. Analoogselt ÕVSP-le ei ole võimalik nõudeid täita gaasikatla baasil soojusallikaga ning lisaks tõhusale kaugküttele on eelisseisus maasoojuspumbaga variant.

### 2.5.6. MITTETÖHUS KAUGKÜTE

**Kaalumistegurid: Kaugküte 0.9 | Elekter 2.0**

Soojusallikas	Soojuse ETA osa, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Elektri ETA osa, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kogu ETA, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Osakaalud
<b>Kaugküte</b>	$78.68 \times 0.9 = 70.8$	$37.11 \times 2.0 = 74.2$	<b>145.0</b>	Soojus 49% / Elekter 51%
<b>ÕVSP</b>	$0 \times 0.9 = 0.0$	$73.02 \times 2.0 = 146.0$	<b>146.0</b>	Soojus 0% / Elekter 100%

Mittetõhusa kaugkütte (0.9) korral on erinevus tõhusa kaugküttega (0.65) märkimisväärne (125.3 vs 145.0, vt **Joonis 3**). Võrreldes ÕVSP-ga on lahendused praktiliselt võrdsed (vahe 1.0 ühik).



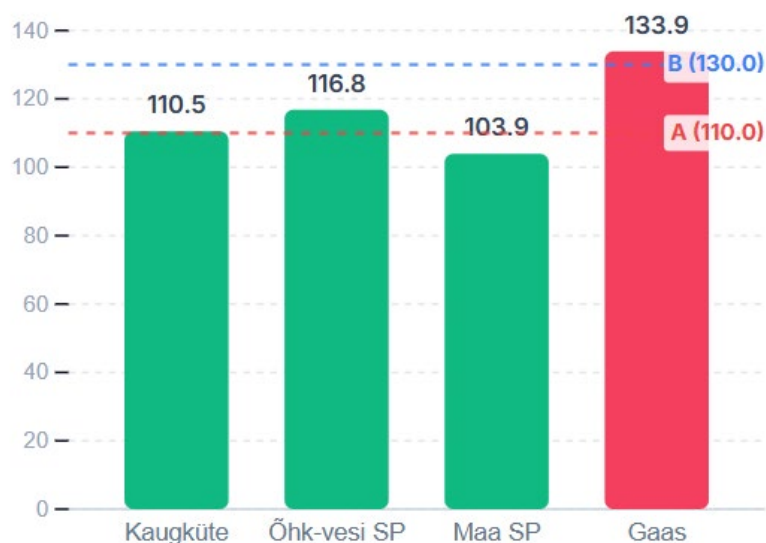
Joonis 3. Korterelamu ETA tulemused erinevate soojusallikate korral kehtiva määruse järgsete kaalumisteguritega, sh kaugkütte variandina mittetõhus kaugküte.

### 2.5.7. KAUGKÜTTE KAALUMISTEGURI LANGETAMINE

**Kaalumistegurid: Kaugküte 0.5 | Elekter 2.0**

Soojusallikas	Soojuse ETA osa, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Elektri ETA osa, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kogu ETA, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Osakaalud
<b>Kaugküte</b>	$78.68 \times 0.5 = 39.3$	$37.11 \times 2.0 = 74.2$	<b>113.6</b>	Soojus 35% / Elekter 65%
<b>ÕVSP</b>	$0 \times 0.5 = 0.0$	$73.02 \times 2.0 = 146.0$	<b>146.0</b>	Soojus 0% / Elekter 100%

Kaugkütte ETA paraneb oluliselt tänu kaugkütte kaalumisteguri langetamisele (0.65 -> 0.5), samas kui ÕVSP ETA jääb kehtiva määruse tasemele, kuna elektri tegur on endiselt 2.0. See suurendab märgatavalt vahet kahe soojusallika vahel (146.0 - 113.6 = 32.4 ühikut). See muudatus teeb kaugkütte kasutamise korterelamutes ETA arvutuses tugevalt eeliseisundis olevaks. ÕVSP-ga lahenduste puhul säilib suur vajadus täiendava lokaalse energiatootmise (PV) järele, et saavutada A-klass ning B-klassi lokaalset taastuvenergiatootmist arvestamata.



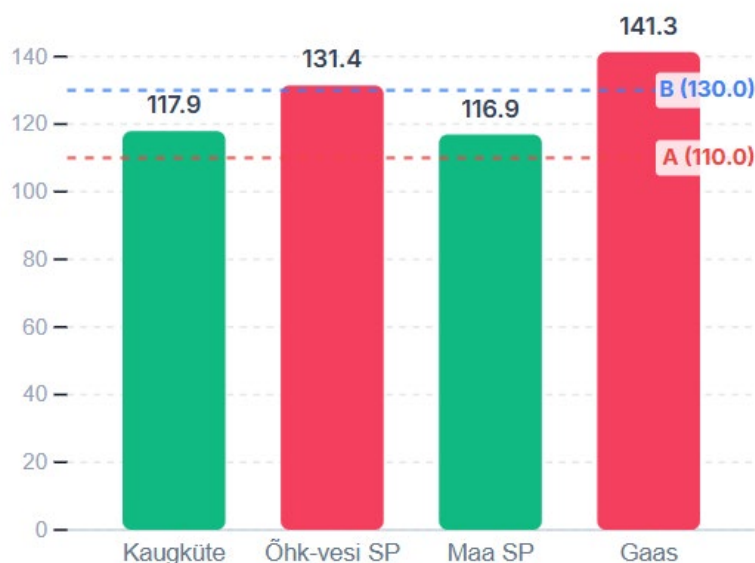
Joonis 4. Korterelamu ETA tulemused erinevate soojusallikate korral kaugkütte kaalumisteguri alandamisel (0,65 -> 0,5).

## 2.5.8. ELEKTRI KAALUMISTEGURI LANGETAMINE

**Kaalumistegurid: Kaugküte 0.65 | Elekter 1.8**

Soojusallikas	Soojuse ETA osa, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Elektri ETA osa, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kogu ETA, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Osakaalud
<b>Kaugküte</b>	$78.68 \times 0.65 = 51.1$	$37.11 \times 1.8 = 66.8$	<b>117.9</b>	Soojus 43% / Elekter 57%
<b>ÕVSP</b>	$0 \times 0.65 = 0.0$	$73.02 \times 1.8 = 131.4$	<b>131.4</b>	Soojus 0% / Elekter 100%

Mõlema soojusallika korral ETA paraneb võrreldes kehtiva määrusega (kus elekter on 2.0), kuid ÕVSP-ga lahenduse korral on muut suurem, kuna kogu energiatarve baseerub täielikult elektril (Joonis 5). Tõhusa kaugkütte korral on tulemus endiselt parem, kuid vahe soojusallikate vahel on vähenenud 13.5 ühikuni. See muudatus teeb ÕVSP kasutamise korterelamutes konkurentsivõimelisemaks, lihtsustades oluliselt energiaklassi miinimumnõuete täitmist.



**Joonis 5. Korterelamu ETA tulemused erinevate soojusallikate korral elektri kaalumisteguri alandamisel (2,0 -> 1,8).**

#### Kaalumistegurid: Kaugküte 0.65 | Elekter 1.6

Soojusallikas	Soojuse ETA osa, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Elektri ETA osa, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kogu ETA, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Osakaalud
<b>Kaugküte</b>	$78.68 \times 0.65 = 51.1$	$37.11 \times 1.6 = 59.4$	<b>110.5</b>	Soojus 46% / Elekter 54%
<b>ÕVSP</b>	$0 \times 0.65 = 0.0$	$73.02 \times 1.6 = 116.8$	<b>116.8</b>	Soojus 0% / Elekter 100%

Mõlema soojusallika korral ETA paraneb, kuid ÕVSP-ga lahenduse korral on muut oluliselt suurem, kuna energiatarve baseerub täielikult elektril. Tõhusa kaugkütte korral on tulemus endiselt parem, kuid vahe on märgatavamalt väiksem (20.7 -> 6.3 ühikut, vt **Joonis 6**). See muudatus teeb ÕVSP kasutamise korterelamutes tugevalt konkurentsivõimelisemaks. Samas, juhul kui ETA ja ETA B piirväärtused jääksid kehtivate nõuetega samale tasemele, tekiks olukord, kus näiteks maasoojuspumba ning tõhusa kaugküttega praktiliselt taastuenergiastüsteeme kavandada poleks vaja või poleks vaja näiteks hoone tarindeid sisuliselt soojustada, kuna tulemus jääb juba alla A-klassi piirmäära. Ühe võimaliku variandina nõudeid tasakaalustada sel juhul oleks piirmäärade alandamine (Joonis 7). Vastasel korral võib tekkida olukord, kus energiatõhususe miinimumnõuete täitmine teatud soojusallika korral võib olla saavutatav oluliselt nõrgemate ehituslike parameetritega, näiteks ilma lokaalse taastuenergia tootmiseta ja õhema välispiirete soojustusega.



**Joonis 6. Korteralamu ETA tulemused erinevate soojusallikate korral elektri kaalumisteguri alandamisel (2,0 -> 1,6).**



**Joonis 7. Korteralamu ETA tulemused erinevate soojusallikate korral elektri kaalumisteguri alandamisel (2,0 -> 1,6) ning võimaliku piirmäärade alandamise variandina.**

### 2.5.9. KAALUMISTEGURITEST TULENEV MÕJU EHTUSLIKELE LAHENDUSTELE JA TARBIJA KÜTTEKULUDELE

Arvutustes võrreldakse kahte soojusallikat (kaugküte ja õhk-vesi soojuspump) ning kahte välispiirete soojustuse taset: 300 mm (lähteandmete kohane) ja 50mm, st oluliselt vähendatud. Selleks, et illustreerida füüsilist energiatarbimist üksiku korteri näitel, on välja arvatud küttele ja tarbeveele kuluv tarnitud energia 70 m<sup>2</sup> korteri kohta aastas ning keskmine ruumide küttekulu ühes küttekuus (arvestades 6-kuulist kütteperioodi). Arvutustes on aluseks võetud kaugkütte hind 0,10 €/kWh ja elektri hind 0,19 €/kWh<sup>5</sup>.

#### **300 mm soojustuse korral (aastane tarve 70 m<sup>2</sup> kohta):**

<sup>5</sup> Elektri hinna allikas: Statistikaamet, andmebaas KE34 "Elektrienergia lõpptarbimise hind kodutarbijale", 2025. a väärtus tarbimisvahemikus 2500–4999 kWh/a.

- **Kaugküte:**
  - Soojusenergia kokku: **5 509 kWh** ( $78,7 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 70 \text{ m}^2$ )
  - Sellest ainult ruumide küttele: **1 617 kWh**
- **Õhk-vesi soojuspump (ÖVSP):**
  - Elektrienergia kokku küttele ja veele: **2 520 kWh** ( $36,0 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 70 \text{ m}^2$ )
  - Sellest ainult ruumide küttele (elekter): **581 kWh**

#### 50 mm soojustuse korral (aastane tarve 70 m<sup>2</sup> kohta):

- **Kaugküte:**
  - Soojusenergia kokku: **7 035 kWh** ( $100,5 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 70 \text{ m}^2$ )
  - Sellest ainult ruumide küttele: **3 143 kWh**
- **Õhk-vesi soojuspump (ÖVSP):**
  - Elektrienergia kokku küttele ja veele: **3 066 kWh** ( $43,8 \text{ kWh/m}^2\text{a} \times 70 \text{ m}^2$ )
  - Sellest ainult ruumide küttele (elekter): **1 127 kWh**

**Tabel 27. Keskmise energiatarve ja rahaline kulu ruumide küttele (ühe küttekoo löikes 70 m<sup>2</sup> korteris).**

Soojusallikas	Tarve kuus (300 mm)	Kulu kuus (300 mm)	Tarve kuus (50 mm)	Kulu kuus (50 mm)	Kasv (50 mm vs 300 mm)
<b>Kaugküte (soojus)</b>	~270 kWh	<b>27,00 €</b>	~524 kWh	<b>52,40 €</b>	<b>+94.4%</b>
<b>ÖVSP (elekter)</b>	~97 kWh	<b>18,40 €</b>	~187 kWh	<b>35,50 €</b>	<b>+94.0%</b>

Välispiirete soojustuse vähendamine 300 mm tasemelt 50 mm tasemele suurendab igakuiseid ruumide küttekulusid (talveperioodil) ligikaudu kaks korda nii kaugküttele kui ka soojuspumbaga kütmise korral. 70 m<sup>2</sup> korteri näitel tähendab see igakuiselt vastavalt 25 euro ja 17 euro võrra suuremat küttekulu. Terviklik aastane energiakulu (mis hõlmab lisaks ka tarbevett ja baaselektrit) tõuseb vastavalt 14,6% ja 10,7%.

#### Täiendavad näited soojustuse ja kaalumistegurite koosmõjust küttekuludele

Eeltoodud 300 mm ja 50 mm soojustusele lisaks on järgnevalt esitatud kahe vahepealse juhtumi tulemused. Esimene neist (100 mm /  $U_w = 1,4$ ) vastab olukorrale, kus koos välispiirete soojustuse paksuse vähendamisega on halvendatud ka akende soojusläbivust väärtuseni  $U_w = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Teine vahejuhtum (50 mm /  $U_w = 0,9$ ) näitab olukorda, kus vähendatakse ainult välispiirete soojustust ja aknad jäävad nõuetekohaseks. Need näited toetavad järeldust, et kaalumistegurite leevendamine võib lubada energiatõhususe miinimumnõuded täita oluliselt nõrgemate piirdetarindite lahendustega, mis omakorda tähendab tarbija jaoks oluliselt suuremaid igakuiseid küttekulusid.

Allolevas tabelis (Tabel 28) on välja toodud nelja erineva piirdetarindi soojustatusse ja akende soojuslähivuse kombinatsiooni korral arvutatud aastane kogu energiakulu ( $\text{€}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ , sisaldab kütet, sooja vett ja kogu kasutusaegset elektrit), ainult ruumide küttekulu ( $\text{€}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ) ning keskmine kuukulu  $70 \text{ m}^2$  korteri kohta. Arvutused on teostatud käesoleva peatüki referentskorterelamu ( $1671 \text{ m}^2$ ) baasil, kasutades kaugkütte hinda  $0,10 \text{ €/kWh}$  ja elektri hinda  $0,19 \text{ €/kWh}$ <sup>6</sup>.

**Tabel 28. Energiakulude võrdlus erinevate soojustustasemetega ja soojusallikate korral.**

Soojustus/ aknad	Kütte netoenergia ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ )	Soojus- allikas	Aastane kogukulu ( $\text{€}/\text{m}^2$ )	Ainult kütte ( $\text{€}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ )	Kuu keskmine ( $\text{€}$ )	Jaanuari koguarve ( $\text{€}$ )
<b>300 mm/ <math>U_w = 0,9</math></b>	20,2	<b>Kaugkütte</b>	14,9	2,3	87	114
		<b>Õhk-vesi SP</b>	13,9	1,6	81	99
<b>100 mm/ <math>U_w = 1,4</math></b>	54,7	<b>Kaugkütte</b>	18,9	6,3	110	183
		<b>Õhk-vesi SP</b>	16,6	4,3	97	146
<b>50 mm / <math>U_w = 1,4</math></b>	68,1	<b>Kaugkütte</b>	20,4	7,8	119	210
		<b>Õhk-vesi SP</b>	17,6	5,3	103	165
<b>50 mm <math>U_w = 0,9</math></b>	39,2	<b>Kaugkütte</b>	17,1	4,5	100	152
		<b>Õhk-vesi SP</b>	15,4	3,1	90	125

**Kaalumistegurite langetamise mõju ehituslikele lahendustele.** Elektri kaalumisteguri langetamine tasemele 1,6 (kombineerituna kaugkütte teguriga 0,5) viib selleni, et korterelamu energiatõhususe miinimumnõuded on täidetavad isegi siis, kui välispiirete soojustust vähendada  $300 \text{ mm}$  pealt  $50 \text{ mm}$  peale (kütte netoenergia kasvab  $20,2 \rightarrow 39,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ). Sama trendi näitab eespool toodud arvutus ka kaugkütte kaalumisteguri 0,5 korral. Veelgi äärmuslikuma näitena: kui lisaks vähendada katuse soojustust ning halvendada akende soojuslähivust väärtusele  $U_w = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  (kütte netoenergia  $68,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ), jääks hoone ETA madalama elektri kaalumisteguriga (1,4) siiski miinimumnõude piiresse. Tarbija seisukohast tähendab see aga küttekulu olulist kasvu:  $70 \text{ m}^2$  korteri jaanuari soojus- ja elektriarve tõuseb  $300 \text{ mm}$  soojustuse korral arvestatud  $114 \text{ €}$ -lt  $210 \text{ €}$ -le kaugkütte korral ning  $99 \text{ €}$ -lt  $165 \text{ €}$ -le õhk-vesi soojuspumba korral.

**Kaalumistegurite ja energiahindade tasakaal.** Käesoleva referentshoone näitel saavutavad kaugkütte ja õhk-vesi soojuspumba hooned ligikaudu sama aastase energiakulu ( $\text{€}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ) elektri hinnaga  $0,18 \text{ €/kWh}$  ja kaugkütte hinnaga  $0,10 \text{ €/kWh}$  siis,

<sup>6</sup> Elektri hinna allikas: Statistikaamet, andmebaas KE34 "Elektrienergia lõpptarbimise hind kodutarbijale", 2025. a väärtus tarbimisvahemikus  $2500\text{--}4999 \text{ kWh/a}$ .

kui kaugküttega hoone soojustuse paksus on 300 mm (kütte netoenergia 20,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a)) ning õhk-vesi soojuspumbaga hoonel 50 mm (kütte netoenergia 39,2 kWh/(m<sup>2</sup>·a)) – mõlemal juhul kujuneb aastane kogukulu ligikaudu 14,5 €/ (m<sup>2</sup>·a). Elektri hinnaga 0,19 €/kWh nihkub see tasakaalupunkt nii, et samad kulud saavutavad enamjaolt 300 mm soojustusega kaugküttega ning 100 mm soojustusega õhk-vesi soojuspumbaga hooned. See illustreerib, et kaalumistegurite ja piirväärtuste tasakaalu hindamisel tuleb arvesse võtta nii hetkel kehtivaid elektri ja soojuse turuhindu kui ka seda, milline tehniliste lahenduste tase tegelikult tarbija jaoks võrdseid kogukulusid tagab.

## 2.6. KOKKUVÕTE

### **Kaugkütte kaalumisteguri mõju**

Kuna korterelamu tarbib absoluutväärtuses proportsionaalselt palju soojusenergiat (referentshoone näites soojus 78,7 kWh/(m<sup>2</sup>a) vs elekter 37,1 kWh/(m<sup>2</sup>a)), avaldab kaugkütte kaalumisteguri muutus energiatõhususarvule (ETA) suurt mõju. Tõhusa (0,65) ja mittetõhusa (0,90) kaugkütte kaalumisteguri erinevus väljendub ETA lahknevuses ligikaudu 20 ühikut. Mittetõhusa kaugkütte korral kaob kaugkütte arvutuslik eelis ning see on ETA väärtuse (145,0) poolest õhk-vesi soojuspumbaga (ÖVSP, ETA 146,0) samal tasemel. Kaugkütte teguri langetamine tasemele 0,50 parandab hoone ETA väärtust sedavõrd, et A-klassi miinimumnõuete (110,0) saavutamiseks puudub praktiline vajadus lokaalsete taastuenergiasüsteemide (PV) järele, isegi kui elektri kaalumistegur püsib kõrge.

### **Elektri kaalumisteguri mõju**

Elektri kaalumisteguri langetamine (nt 2,0 tasemelt 1,8 või 1,6 peale) parandab oluliselt soojuspumpade (sh ÖVSP ja maasoojuspump) konkurentsivõimet ETA arvutuses, kuna nende kogu energiatarve baseerub elektril. Teguri muutus 2,0 -> 1,6 vähendab drastiliselt ÖVSP ja tõhusa kaugkütte vahelist ETA erinevust (20,7 ühikult vaid 6,3 ühikule). See teeb ÖVSP kasutamise korterelamutes regulatiivselt oluliselt atraktiivsemaks. Samas parandab elektri teguri langetamine ka kaugküttega hoonete ETA-t, kuna hoone baaselektri (valgustus, seadmed, ventilatsioon) tarve on arvestatav.

### 3. ETTEPANEKUD REGULATSIOONI KAASAJASTAMISEKS

Ettepanekutes on arvestatud, et uuendatud EPBD direktiiv välistab primaarenergia tõlgendamise mittetaastuva primaarenergiana ja lähtub summaarsest primaarenergiast. Summaarse primaarenergia tegurid on üldjuhul  $\geq 1,0$ , kuid koostootmise kütuste jagamise meetodid võivad anda tulemuse ka alla ühe. EPBD järgi on võimalik kasutada:

- Summaarseid primaarenergiategureid (total PEF)
- Kaalumistegureid (weighting factor)
- Nende kombinatsioone

Kaalumisteguri ettepaneku koostamisel lähtuti punktis 1.4.9 toodud teguritest, millest kasutati eksergia ja alternatiivse tootmise meetodi väärtusi, mis on korratud tabelis 29 ning millest edaspidi on arvatud keskmised väärtused.

**Tabel 29. Kaalumistegurite ettepaneku koostamisel kasutatud elektri ja soojuste primaarenergiategurid ja kasvahoonegaaside eriheitetegurid**

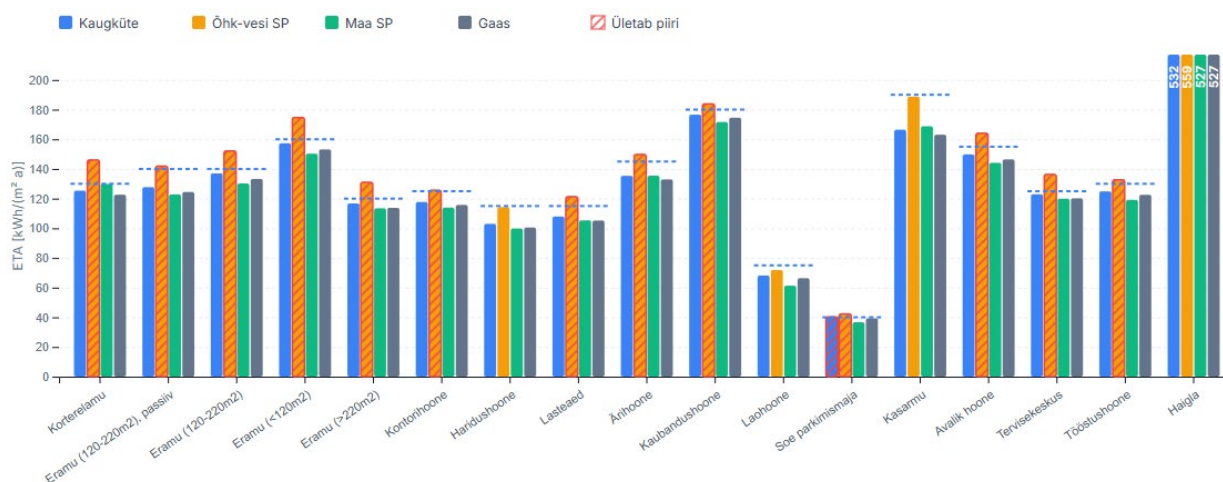
		Summaarne primaarnenergia-tegur	Eriheitetegur, kgCO <sub>2</sub> /MWh
<b>Eestis toodetud elektrile</b>	Eksergia	1,67	467,6
	Alternatiivne tootmine	1,50	456,4
<b>Eestis tarbitud elektrile</b>	Eksergia	2,02	215,4
	Alternatiivne tootmine	1,95	210,9
<b>Tõhus kaugküte</b>	Eksergia	0,86	39,0
	Alternatiivne tootmine	1,04	43,1
<b>Mittetõhus kaugküte</b>		1,37	205,2
<b>Tõhus kaugjahutus</b>	Eksergia	0,41	42,7
	Alternatiivne tootmine	0,39	41,8

Summaarse primaarenergiateguri arvutuste põhjal on tehtud järgmised järeldused:

- Elektri summaarne primaarenergiategur on üldiselt langustrendis
- Suhteliselt väikene erinevus praeguse kaalumisteguriga näitab, et elektrile on võimalik rakendada summaarset primaarenergiategurit
- Kütuste 1,0 summaarset primaarenergiategurit võib pidada teiseks pidepunktiks
- Kaugküttele ei ole võimalik rakendada summaarset primaarenergiategurit, sest tõhusa kaugkütte keskmine väärtus 0,95 ei tagaks võrdseid konkurentsitingimusi
- Kaugkütte võrkude vahel on suured erinevused

Lisaks on arvesse võetud, et teostatud energiaarvutused näitasid tasakaalust väljas olevaid nõudeid erinevate soojusallikate puhul:

- Õhk-vesi soojuspumbaga on kehtivate nõuete täitmine praeguste kaalumistegurite puhul keeruline (joonis 8) – vajalik nt päikesekollektor, mis ei pruugi olla kulutõhus
- Soojuspumpade väiksem energiakulu pooldab elektri kaalumisteguri langetamist
- Tõhusa kaugkütte puhul on nõuded täidetud mõistlike lahendustega ka keerulise, energiatõhususe seisukohalt vähem soodsama arhitektuuriga hoonetes



**Joonis 8. Tänapäevasele projekteerimis- ja ehituspraktikale vastavate, eeldatavasti heitevaba hoone nõudeid täitvate referentshoonete ETA tulemused näitavad, et õhk-vesi soojuspumba puhul on kehtivad nõuded täidetud ainult haridushoones, laohoones ja kasarmus. Kõikides muudes hoonetes on piir ületatud.**

### 3.1. KAALUMISTEGURID JA PIIRVÄÄRTUSED

Käesolevas töös arvatud summaarsete primaarenergiategurite väärtuste võrdlus kehtivate kaalumisteguritega näitab, et suured muudatused ei ole vajalikud ega põhjendatud. Arvestades elektri summaarse primaarenergiateguri arvutuse tulemusi ja praegusi tasakaalust väljas olevaid nõudeid, st rangemaid nõudeid õhk-vesi soojuspumbale, on põhjendatud rakendada elektri kaalumisteguri väärtuseks summaarne primaarenergiategur, mis võiks olla ettevaatava perspektiiviga 1,8 (praeguse Eestis tarbitud 2,0 asemel).

Kui elektri puhul on võimalik rakendada summaarset primaarenergiategurit, siis kaugkütte ja biokütuste soodustamiseks võrreldes fossiilkütustega on vaja kasutada kaalumistegureid, mille praeguste väärtuste muutmise otsene vajadus puudub. Kaugkütte puhul on juhitud tähelepanu praeguse arvutusmetoodika ülisuure soojussõlme soojuskao korrigeerimise vajadusele tegelikkusega vastavaks, st soojusallika kasuteguri tehnilise korrigeerimise teostamiseks. Ettepanek on asendada praegune konservatiivne soojusallika kasutegur 0,9 väärtusega 0,97, millega kaasneb tõhusa kaugkütte kaalumisteguri vastav korrigeerimine väärtuseni 0,7. Sellisel juhul energiatõhususarvu tulemus ei muutu, sest kehtivate väärtuste puhul tarnitud energia jagatakse soojusallika kasuteguriga 0,9 ja korrutatakse kaalumisteguri väärtusega 0,65. Uute väärtuste puhul toimuks jagamine soojusallika kasuteguriga 0,97 ja korrutamine kaalumisteguri väärtusega 0,7, mis annab sama energiatõhususarvu tulemuse.

Teostatud energiaarvutused näitavad, et tavalise kaugkütte puhul (selleks tuleb veebirakenduses <https://eta-calc.site/> sisestada kaugkütte kaalumistegur 0,9) ei ole võimalik täita tänaseid energiatõhususarvu nõudeid mõistlike tehniliste lahendustega ning see ei oleks võimalik ka tulevikus. Teiste sõnadega, läbi kaalumisteguri väärtuse 0,9 on riik andnud signaali kasutada nendes vähestes mittetõhusa kaugkütte võrgupiirkondades soojuspumpasid, mis peaks tekitama sellistes võrgupiirkondades motivatsiooni üle minna tõhusale kaugküttele.

Teostatud kaugjahutuse arvutused näitavad, et tänastes tõhusa kaugjahutuse tingimustele vastavates võrkudes on kaalumistegur 0,4, kuid selle edasiseks vähendamiseks on tehnilised võimalused olemas nt suurema päikeseelektri sisendi kasutamise näol. Selle tõttu ei ole tehtud ettepanekut praeguste kaugjahutuse kaalumistegurite väärtuste muutmiseks.

Eriheitetegurite määramisel on ettepanek lähtuda Eestis tarbitud elektrist ning kasutada tabelis 28 toodud väärtuste keskmisi, mis ümmardatakse 5 ühiku täpsusega. Kaalumistegurite ja eriheitetegurite ettepanekud on toodud tabelis 30.

**Tabel 30. Kaalumistegurite ja eriheitetegurite [kgCO<sub>2</sub>/MWh] ettepanekud**

Energiakandja	Kehtiv kaalumistegur	Kaalumisteguri ettepanek	Eriheiteteguri ettepanek
Elekter	2,0	1,8	210
Tõhus kaugküte	0,65	0,7	40
Kaugküte	0,9	0,9	205
Tõhus kaugjahutus	0,2	0,2	40
Kaugjahutus	0,4	0,4	80
Taastuvkütus	0,65	0,65	0
Tõhus gaasiküte	-	0,7	100
Maagaas	1,0	1,0	200

Tabelis 30 toodud kaalumistegurite ettepanekute puhul on võimalik säilitada praegused energiatõhususarvude piirväärtused, mis sellisel kujul jääksid kehtima heitevabadele hoonetele, arvestades, et 2025 aastal teostatud muudatuste tõttu nõuded juba muutusid rangemaks. Eluhoonete puhul elektri kaalumisteguri muutus 2,0 → 1,8 leevendaks energiatõhususe nõudeid nii, et nende täitmine mõistlike (=kuluoptimaalsete) tehniliste lahendustega oleks võimalik ka õhk-vesi soojuspumba puhul. Mitteelamutes tähendab pakutud kaalumisteguri muudatus küllaltki suurt muudatust energiatõhususarvudes, mis ei vastaks enam direktiivis kehtestatud heitevaba hoone –10% nõudele võrreldes liginullenergiahoonetele 28. mail 2024 kehtinud piirväärtustega. Selle tõttu on ettepanek säilitada mitteeluhoonetes tänane energiatõhususe nõuete tase rakendades kasutusaja välist elektri baastarbimist 1 W/m<sup>2</sup> praeguse kasutusastme 0 asemel, mis kompenseerib kaalumisteguri langetamise mõju ja adresseerib ETA ja KEK märgise süstemaatilist lahknevust. Viimane tuleneb mitteeluhoonete kasutusaja välisest tehnosüsteemide elektritarbimisest, mille eraldi mõõtmine ei ole üldjuhul tehniliselt teostatav ja seega ei saa seda KEK märgisest maha lahutada. Pakutud kujul tuuakse mõistlikus mahus baastarbimine ETA märgise koosseisu. Kõrgema baastarbimise puhul või suuremate kaalumistegurite muudatuste puhul tuleks hakata muutma ka ETA piirväärtusi, mis ei ole põhjendatud, sest eelmine muudatus toimus 2025. aastal.

Lähtudes eriheitetegurite ettepanekust saab edaspidi heitevabadele hoonetele energiatõhususarvu piirväärtuse kõrvale kasutusele võtta kasutusaegse kasvuhoonegaaside piirväärtuse. KHG heite piirväärtused võiksid esmakordsel kehtestamisel olla vähem nõudlikud kui ETA piirväärtused. Tabelis 31 toodud piirväärtuste

ettepanek lähtub õhk-vesi soojuspumbaga hoonetest, sest elektri eriheitetegur on üle viie korra kõrgem kui tõhusal kaugkütel.

**Tabel 31. Kasutusaegse kasvuhoonegaaside eriheitetegurite piirväärtuste ettepanekud**

Hoone	kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a)
1) väikeelamu toatemperatuuriga pinnaga < 120 m <sup>2</sup>	19
2) väikeelamu toatemperatuuriga pinnaga 120–220 m <sup>2</sup> ja ridaelamu	16
3) väikeelamu toatemperatuuriga pinnaga > 220 m <sup>2</sup>	14
4) korterelamu	16
5) kasarmu	20
6) kontorihoone	14
7) majutushoone	18
8) ärihoone	16
9) avalik hoone	18
10) kaubandushoone ja terminal	20
11) haridushoone	13
12) lastehoiuhoone ja lasteaiahoone	13
13) ravihoone	15
14) laohoone	8
14 <sup>1</sup> ) korterelamu soe parkimismaja	5
15) tööstushoone	14

## 3.2. BIOMETAANI JA MAAGAASI SEGU

Taastuenergia kasutamise soodustamiseks gaasikütte puhul tuleks olemasolevate hoonete tarbimisandmetel põhinevate energiamärgiste arvutusse sisse viia võimalus võtta arvesse läbi gaasivõrgu tarnitud fossiilse maagaasi kõrval ka biogaasi, mis on taastuvkütus. KEK märgise koostamisel on olemas tegelikult hoonesse tarnitud energia lepingud ja päritolutunnistused, mille järgi saab määrata tarbitud maagaasi ja biogaasi

kogused. Ettepanek on rakendada KEK märgise puhul tõhusale kaugküttele vastavat põhimõtet tõhusa gaasikütte kujul, mis analoogselt tõhusa kaugküttega peaks sisaldama taastuenergiat ehk biogaasi nii nagu on sätestatud EED (EL) 2023/1791 Artikkel 26 tõhusa kaugkütte ja jahutuse definitsioonis. Nii võib tõhusa kaugkütte analoogiaal defineerida tõhusa gaasikütte tarnitud gaasiseguna, mis vastab EED tõhusa kaugkütte taastuenergia piirväärtustele. Selline lähenemine on põhjendatud, sest EED käsitleb maagaasi üleminekukütusena keelates olemasolevates kütteallikates muude fossiilkütuste kui maagaasi kasutamise suurendamist, samuti üheski uues kütteallikas ei tohi kasutada fossiilkütuseid, välja arvatud maagaasi. Vastavalt ettepanekule oleks tõhus gaasikütte tarnitud gaasisegu, mis vastab järgmistele kriteeriumitele:

- a) kuni 31. detsembrini 2039: tarnitud gaasisegu, mis sisaldab vähemalt 50 % taastuenergiat ehk biogaasi,
- b) alates 1. jaanuarist 2040: tarnitud gaasisegu, mis sisaldab vähemalt 75% taastuenergiat ehk biogaasi,
- c) alates 1. jaanuarist 2050: tarnitud gaasisegu, mis sisaldab ainult taastuenergiat ehk biogaasi

Tõhusa gaasikütte kasutamise tõendamise toimuks KEK märgise koostamisel vastavalt tarbimisandmete arvutusperioodil (1-3 täisaastat) kehtinud energia lepingute ja päritolutunnistuste järgi. Tõhusa gaasikütte puhul rakendatakse KEK märgise arvutuses gaasisegule tõhusa kaugküttega võrdset kaalumistegurit 0,7. Ettepaneku rakendamisel muutuks biogaasi kasutamine olemasoleva hoone energiatõhusust parandavaks meetmeks.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] European Commission, "Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings," <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj/eng>
- [2] Hoone energiatõhususe miinimumnõuded, M63 <https://www.riigiteataja.ee/akt/127082025012>
- [3] Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika, M58 <https://www.riigiteataja.ee/akt/127082025010>
- [4] Soome elektri primaarenergiategurite allikas: YMPÄRISTÖMINISTERIÖ. (n.d.). *EHDOTUS VALTIONEUVOSTON ASETUKSEKSI RAKENNUKSISSA KÄYTETTÄVIEN ENERGIAMUOTOJEN KERTOIMIEN LUKUARVOISTA.*
- [5] Läti elektri primaarenergiategurite allikas: Ēku Energoefektivitātes Aprēķina Metodes Un Ēku Energosertifikācijas Noteikumi (2021). <https://likumi.lv/ta/id/322436-eku-energoefektivitates-aprekina-metodes-un-eku-energoserifikācijas-noteikumi>
- [6] Soome elektri eriheitetegur: Fingrid. (n.d.). *CO2 emission estimates from electricity production and consumption.* Retrieved May 8, 2026, from <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/>
- [7] Läti elektri eriheitetegur: Ēku Energoefektivitātes Aprēķina Metodes Un Ēku Energosertifikācijas Noteikumi (2021). <https://likumi.lv/ta/id/322436-eku-energoefektivitates-aprekina-metodes-un-eku-energoserifikācijas-noteikumi>