



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND

Ehituse ja arhitektuuri instituut

# HOONE ENERGIAAUDIT JA ENERGIAMÄRGISE ARVUTAMINE

BUILDING ENERGY AUDIT AND CALCULATION OF ENERGY  
PERFORMANCE CERTIFICATE

## LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Evgenia Pimenova

Üliõpilaskood: BDRR143321

Juhendaja: Martin Kõiv, TTÜ lektor

Tallinn, 2018

# SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	3
1. ENERGIATÕHUSUS .....	4
1.1. Hoonete energiatõhusus ja energiasäästmine .....	4
1.2. Hoonete energiatarbimine.....	7
1.3. Energiatõhusad majad.....	9
2. ENERGIAAUDIT .....	12
2.1 Energiaauditi eesmärk ja maht .....	12
2.2 Auditi tehniline dokumentatsioon .....	14
2.3. Energiaauditi tasemed.....	16
2.5. Auditi läbiviimine.....	18
2.6. Hoonetes energiaauditite korraldamiseks vajalikud mõõteriistad ja mõõtmised .....	20
2.7. Energiaauditite etapid .....	23
2.8. Energiaauditi tulemus .....	24
3. ENERGIAMÄRGIS .....	26
3.1. Energiamärgise definitsioon .....	26
3.2. Korterehamu Sõstra 4a ülevaade .....	29
3.3. Lähteandmete kogumine.....	31
3.4. Vee soojendamise otsekulu arvutus.....	33
3.5. Sõstra 4a hoone kaalutud energiakasutuse arvutus.....	34
KOKKUVÕTE.....	38
SUMMARY .....	40
VIIDATUD ALLIKAD.....	42
LISAD .....	44
Lisa 1. Hoone külaliste jaoks energiamärgise vorm .....	44
Lisa 2. Tallinna 2014 aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa ...	45
Lisa 3. Tallinna 2015 aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa ...	46
Lisa 4. Tallinna 2016 aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa ...	47
Lisa 5. Tallinna normaalaasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa	48

# SISSEJUHATUS

Alates 1970-ndatest aastatest hoonete energiavajaduse vähenemine oli inimeste jaoks üks olulisematest probleemiks. Hoonete energiatarbimine moodustab 40% terve Euroopa Liidu energia tarbimisest ning seetõttu energiaauditi ja energiatõhususe teema on praegu väga aktuaalne kuna Euroopas on hoonete energiatarve aina kasvava tähtsusega küsimus ja enamus osa elus viibivad inimesed hoonetes. Maailma elanikkonna kasv tõuseb ja seega ka tõuseb energiaallikate tarbimine ning ressursside säästmine on peaaegu üks olulisem probleem. Teema valik on põhjendatud sellega, et iga inimene puutub kokku tarbimisega igapäevases elus, kõik inimesed kasutavad ressursse ja on tarvis teada, kuidas on vaja neid õigesti kasutada ja kuidas me saame vähendada kulutusi ning energiamärgise olemasolu on väike samm selle ülesanne täitmiseks.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on energiaauditi ja energiatõhususe põhimõtete kirjeldamine ning energiamärgise arvutamine olemasoleval hoonel, samuti välja selgitamine kuidas nad on seotud ja miks nad on kasulikud ja vajalikud. Samuti lõputöös on antud energiamärgise arvutamiseks vajalike lähteandmete kogumise käik. Energiamärgist saab kasutada uue maja või korteri ostmisel, et saada teada palju tulevikus peab selle eest energia ja soojusenergia eest tasuma. Olemasoleva hoone energiamärgis väljastatakse, et anda lühike informatsioon konkreetse hoone tegelikust energiatarbimisest võrrelduna muude samaväärsete hoonete keskmise energiatarbega. Lisaks võib energiamärgist pidada kompaktselt energiaauditiks, milles võetakse kokku kõige olulisem teave konkreetse hoone energiatarbimise kohta.

Lõputöö on struktureeritud järgmiselt:

- Lõputöö esimeses peatükis annan ülevaate energiatõhususest ja energiatõhusatest majadest, hoonete energiakasutusest ning hoonete energiatarbimise definitsioonist. Kirjeldatud on olukord Euroopa Liidus ja Eestis eraldi.
- Töö teises peatükis annan ülevaate energiaauditist. On selgitatud energiaauditi eesmärk ja maht ja samuti energiaauditi tasemed ja selle läbiviimise protseduur. On nimetatud auditi tehniline dokumentatsioon. Läbi kirjutatud auditi tulemus, aruanne õige täitmine ja tema koostisosad.
- Töö viimases peatükis on antud definitsioon energiamärgisele ja arvutatud olemasoleval hoonel energiamärgis, mis koosnes vee soojendamise otsekulu arvutamisest ja kaalutud energiaerikasutuse<sup>1</sup> arvutamisest. Vajalike lähteandmete kogumine energiamärgise andmiseks ning korterelamu ülevaade.

---

<sup>1</sup> *erikasutus* – aastane energiakasutus kilovatt-tundides hoone köetava pinna ruutmeetri kohta [kWh/(m<sup>2</sup>·a)]; (7)

# 1. ENERGIATÕHUSUS

## 1.1. Hoonete energiatõhusus ja energiasäästmine

Energiatõhusus on energiaallikate efektiivne (ratsionaalne) kasutamine. Väheenergia koguse kasutamine, et hoonetel või tootmisprotsessidel tagada samal tasandil energiavarustust. Majanduslikult põhjendatud efektiivsuse saavutamine kütuse- ja energiavarude kasutamisel praegusel tehnika ja tehnoloogilise arengu tasemel ning keskkonnakaitsenõuete jälgimine. See teadmiste valdkond on inseneri, majanduse, jurisprudenti ja sotsioloogia ristumiskohal.

Elanike jaoks on see kommunaalteenuste kulude märkimisväärne vähenemine, riigi jaoks see on ressursside säästmine, tööstuse tootlikkuse ja konkurentsivõime suurendamine, keskkonna jaoks - kasvuhoonegaaside heitkoguste piiramine atmosfääri, energiaettevõtete jaoks - ehitusele kütusekulu ja põhjendamatu kulutuste vähendamine. Energiatõhusaid tehnoloogiaid saab kasutada valgustuses, näiteks väävlisisaldusega lambipirnid ning kütmisel infrapunane küte ja soojusisolatsioonimaterjalid.

Võttes arvesse asjaolu, et eluasemesektorile kulutatakse umbes 1/3 energiatarbimist, 2002. aastal võeti vastu ELi ehitiste energiatõhususe direktiiv, milles määratleti ehitiste energiatõhususe kohustuslikud standardid. Neid standardeid uuendatakse pidevalt karmistamise suunas, stimuleerides uute tehnoloogiate arengut (12).

Kõige kiiremini kasvav segment on valgustus - 22% kõigist projektidest on seotud valgustusseadmete asendamisega energiatõhusate vastu ja valgustuse juhtimismeetmetega. Lisaks kasutatakse katlamajutust, suurendades nende efektiivsust ja optimeerides nende režiime, isolatsioonimaterjalide kasutuselevõttu, fotogalvaanikat jne.

Energiatõhususe kasutamine on tasulise energia hulga vähendamine, ilma mugavust alla viimata (15). Energia efektiivne kasutamine tähendab ka minimaalset energiatarbimist vee soojendamise vahenditega, valgustuse- ja elektriseadmete ning ülemäärase soojuse parima kasutamise teel. Hoone kuju ja selle funktsioon on olulised tegurid energiatõhususe kasutamisel, samuti sisekliima juhtimine ja kontroll. Erinevat tüüpi hoonete energiabilanss on erinev.

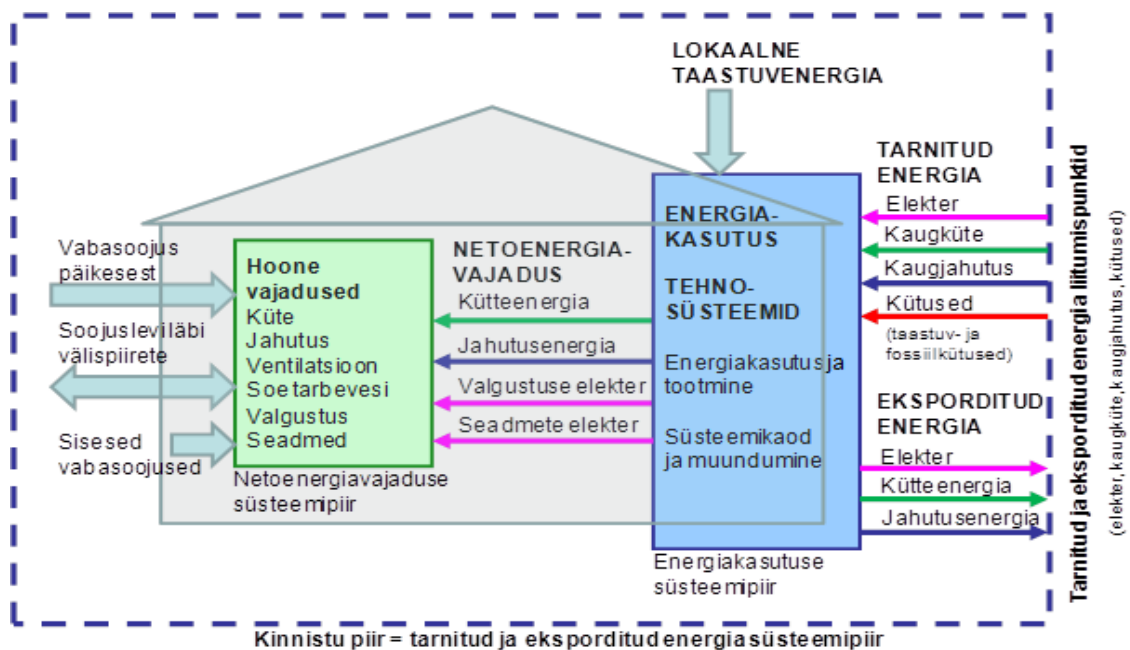
Välja arvatud energiatõhususe vahe projekteeritavas ja olemasolevas hoones on selline, et kui hoone alles ehitavad, siis on arvatud energiatõhusus juba olemas ehitusprojektis, kui tegemist on

vana majaga, siis rekonstrueerimisega saab energiatõhusust tõsta. Klasside jagamine tavaliselt toimub järgmiselt:

- Uute kortermajade puhul on energiatõhususe klass B
- Renoveeritud majade puhul on energiatõhususe klass C või veel madalam

Samuti energiatõhususe arvutamine on vajalik, et saada ehitusluba, maja ehitamiseks.

Tehniliselt tähendab „energiatõhusus” vähema sisendenergia kasutamist samaväärset majandustegevuse või teenuse taset säilitades; „energiasääst” on laiem mõiste, mis hõlmab ka tarbimise vähendamist muutuste kaudu käitumises või vähenenud majandustegevuse tõttu. Praktikaks on neid kahte raske lahuse hoida ning neid mõisteid kasutatakse tihti läbisegi, nagu ka käesolevas teatises (4).



**Joonis 1.1.** Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodikas kasutatavad süsteemi piirid

Allikas: Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodika, [www.energiatalgud.ee](http://www.energiatalgud.ee) (8)

Hoone energiatõhususe hindamiseks on vajalik koostada hoone energiamärgis. Hoonete energiatõhusust väljendatakse energiatõhususarvu kaudu, mis leitakse Hoonete energiatõhususe arvutamise meetodika põhjal. Energiatõhususe hindamise meetodikas kasutatavad süsteemi piirid ja sisendid on toodud joonisel 1.1. Tarnitud ja eksporditud energia süsteemi piir on energiaarvutuses järgitav süsteemi piir, mis määrab arvessevõetavate energiavoogude

omavahelised seosed (7) . Energiatõhususarvu<sup>2</sup> põhjal määratakse hoone kuulumine vastavasse energiatõhususklassi ja kantakse energiamärgisele (8).

Energiasäästmine on seaduslike, organisatsiooniliste, teaduslike, tööstuslike, tehniliste ja majanduslike meetmete rakendamine, mille eesmärk on kütuse ja energiavarude tõhusam kasutamine ning taastuvate energiaallikate majandusringi kaasamine.

Säästlik kulutamine on seotud üksikute masinate ja seadmete, toimingute ja protsesside standardite rakendamisega, tööviisidega ning efekti teostamine järgmisi punkte rakendades:

- uued tehnilised lahendused
- energiaressursse asendamine vähema haruldastega ja väärtuslike energiaallikatega
- teisejärguliste energiaallikate kasutamise suurendamine
- antud objekti parimate (optimaalsete) energiaressursside kulutamise tingimuste saavutamine

Energia säästmine on Eesti eluaseme- ja kommunaalteenuste ning tööstuse ümberkorraldamise peamine element. Energiasäästupoliitika lõppeesmärgiks on kommunaalteenuste soetusmaksumuse vähendamine. Säästmise ja suureneva energiakulude olemuslik potentsiaal muudab energiasäästuprobleemi väga aktuaalseks.

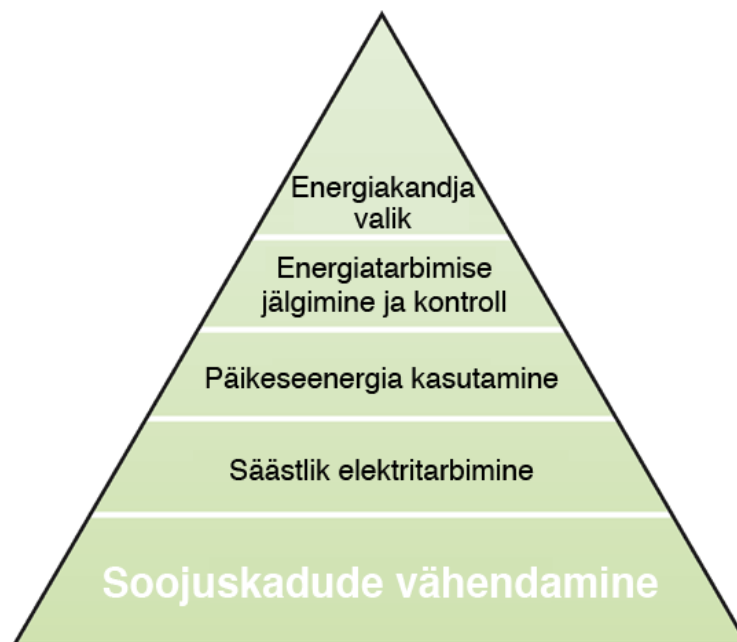
---

<sup>2</sup> *Energiatõhususarv, ETA* [kWh/(m<sup>2</sup>·a)] – arvutuslik summaarne tarnitud energiade kaalutud erikasutus hoone tüüpilisel kasutamisel, millest arvatakse maha summaarne eksporditud energiade kaalutud erikasutus (7)

## 1.2. Hoonete energiatarbimine

Paljudes Euroopa riikides on hoonete soojusvajadus tervikuna vähenenud, hoolimata sellest, et hooneid on juurde ehitatud. Üheks põhjuseks on energiasäästumeetmete rakendamine olemasolevates hoonetes. Teiseks põhjuseks on ehitustehnoloogia areng 1970. aastate lõpus ja 1980. aastatel, mistõttu on nii elamute kui ühiskondlike hoonete soojusvajadus madalam. Samal ajal on aga elektrienergia kasutamine suurenenud. Peamiseks põhjuseks on elektriga töötavate masinate ja seadmete suur arv. Samuti mängib rolli elektrienergia suurem kasutamine kütmiseks. (2) Umbes 33% Eestis kasutatavast energiast kulub elamutele ja seetõttu on Eestis väga oluline muuta eluhooned energiasäästlikumaks (13).

Euroopa Liidu Komisjon on esitanud ettepaneku, et kõikides EL-i maades tuleb hoonete energiatarvet vähendada võrreldes 2005. aastal tarbituga 20 protsenti aastaks 2020. Prioriteediks Euroopa Liidu riikide jaoks on Kyoto protokolliga täitmine (vt **Joonis 1.2.** Kyoto püramiidi põhimõtted). Selleks on kõik riigid välja töötanud ülesanded kliimamõju vähendamiseks. Euroopa Komisjon väljastas 2002. aastal „Euroopa ehitiste energiatarbimise direktiivi“ (*European Energy Performance of Buildings Directive, EPBD*).



**Joonis 1.2.** Kyoto püramiidi põhimõtted (8)

Allikas: Energiatõhusus, [www.paroc.ee](http://www.paroc.ee)

Euroopa Liit kavatseb 2020. aastaks täielikult ehitada ainult nullenergia tarbimisega hooned. Praeguseks on Euroopas madala energiatarbega ehitamise peamised uurimis-, reklaami- ja äriprojektid: CEPHEUS (*Cost Efficient Passive Houses as European standards*), mis viidi läbi aastatel 1998-2001; PEP (*Promotion of European Passive Houses*) projekti aastatel 2005-2008;

North Pass (2009 aasta), mis ühendas Balti riigid ja Skandinaaviat; Eurogate – suurim Norman Fosteri projekt arhitekti plaani järgi, mis algas 2009. aastal Viinis.

Enamiku Euroopa piirkondade energiatarbimise piiramise eesmärgiks on ehitiste soojendamisel nõue 50 kWh/m<sup>2</sup> aastas.



### 1.3. Energiatõhusad majad

Suurima osa Eesti energiatarbest moodustab elamute ja ühiskondlike hoonete tarbimine. Hooneid hinnatakse energiatõhususe järgi, selleks on olemas kindel skaala, Eestis on skaala märgitud A-st G-ni järgi ja mõnedes teistes riikides on värvi järgi, rohelisest punaseni. Valdav enamus olemasolevast hoonefondist on tehnilise potentsiaali mõttes energiatõhususe parendamise objekt (12).

Kasutusotstarbe järgi hooneid jagatakse 4 grupiks:

1. Väikeelamud.
2. Kortereelamud.
3. Büroohooned ning koolimajad.
4. Kaubandus-teenindushooned ning tööstushooned.

Majad, mis on ehitatud väikse energia tarbimisega nimetatakse energiatõhusateks majadeks. Energiatõhusaid hooneid saab ehitada kasutades kvaliteetseid ehitus- ja soojustusmaterjale, mis vähendavad soojuskadu ja muudavad maja õhukindlaks. Kõrgekvaliteediline disain ja meisterlikkus on energiatõhusate hoonete eelduseks. Soojasildade vähendamine on võtmetähtsusega. (16)

Energiatõhusaid hooneid on neli tüüpi: madalenergia maja, passiivmaja, nullenergia maja ja plussenergia maja. Kui vaadata hoone eluiga siis passiivmaja on kõige otstarbekam.

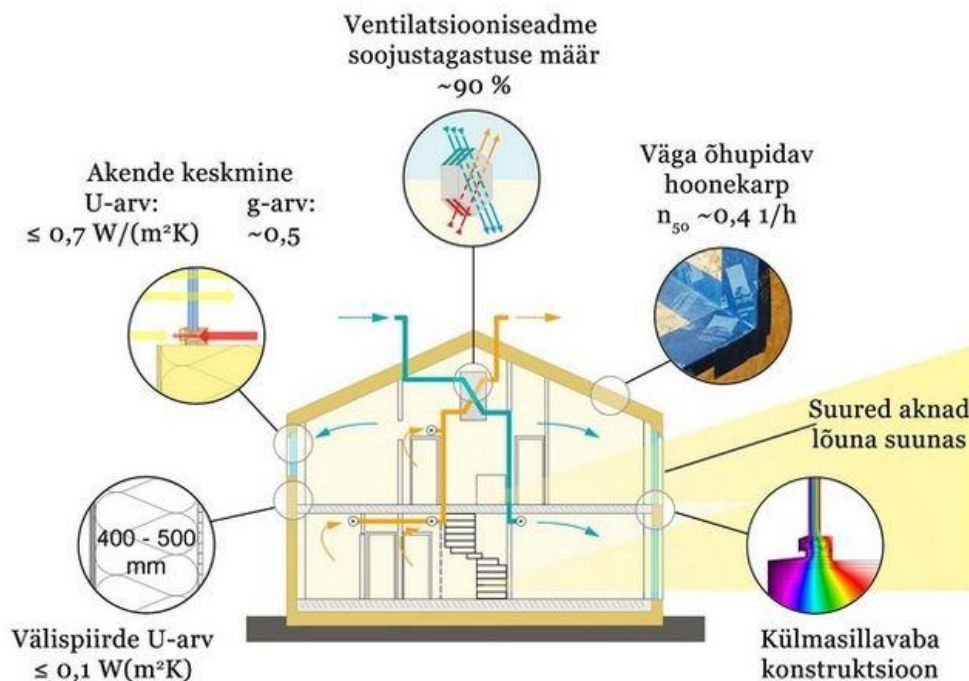
0 tüüp – standardmaja; selle tüüpi maja ehitamise etapis on vaja täita kõige minimaalsed energiatõhususe nõuded.

1 tüüp – madalenergia maja (madala energiatarbega maja) on termin, mis tähistab madala energiatarbimisega maja, tavalise majaga võrreldes. Sellises majas tavaliselt kasutatakse kõrgendatud soojusisolatsiooni, külmasilde minimeerimise, energiatõhusad aknad, madal tase õhu sisenemine väljastpoolt (infiltratsioon), sissepuhkeventilatsiooni soojusetagastus ning kütte ja jahutuse rangemaid nõudeid. Madalenergia maja tarbib kõigest pool energiast, mida vajab standardmaja. Energiatõhusus saavutatakse parema isolatsiooni ja akende ning soojust tagastava ventilatsiooni koosmõjul. Madalenergia maja ehitamine ei ole märkimisväärselt kallim standardmajast (0-5%). Madalenergia maja kütmisel on aastane energiatarbimine ligikaudu 50–60 kWh/m<sup>2</sup>. (16)

2 tüüp – passiivmaja; passiivmaja tarbib vähem kui veerand energiast, mida vajab standardmaja. See püsib soojana kasutades energiat, mida hoone ise toodab. Sellel ei ole eraldi iseseisvat küttesüsteemi peale soojust tagastava ventilatsiooni. Erinevad passiivmaja nägemused Euroopas põhinevad esmastel energiavajadusete standarditel, mis on Euroopa passiivmajade liikumiste

(Promotion of European Passive Houses PEP ning Passive-on studies of the Intelligent Energy Europe) poolt koostatud. (16)

Passiivmajade energiatõhusus põhineb nn ümbriklahendusel: madalad U-väärtused ja iseäranis hea õhutihedus. Sellel on väga hästi soojustatud majakonstruktsioon, kvaliteetsed aknad ja ukсед. (16)



### Joonis 1.3. Eestis asuva passiivmaja põhimõtteskeem

Allikas: Energiatõhusad majad, [www.ehitusuudised.ee](http://www.ehitusuudised.ee)

Passiivmaja ehitamine on 5-10% kallim kui standardmaja ehitamine. Samas lisakulud, mis tehakse tihedama konstruktsiooni eelistamisel, kompenseeritakse sellega, et ei ole vaja paigaldada küttesüsteemi. Passiivmaja ehitamiseks pole vaja uusi tehnilisi oskusi, erivarustust ega materjale. Euroopa Komisjoni plaanide kohaselt muutuvad passiivmajad Euroopa Liidus eelduslikult 2015. aastaks standardiks uute majade seas. (16)

3 tüüp - nullenergia maja - on puhas energiakulu null ning süsiniku emissioon aastas on samuti null. Need majad võivad olla sõltumatud energiavõrgustikust. (16)

4 tüüp - plussenergia maja - maja kontseptsioon põhineb sellel, et hoone energiatõhusus on võrdväärne passiivmaja omaga, kuid need omavad lisaks sisseehitatud süsteeme, mis kasutavad ära päikese- või tuuleenergiat. Suvel müüb maja üleliigse elektri riiklikku elektrivõrku ning ostab seda talvel tagasi. Sellise maja eelduseks oleks riikliku müügitariifi olemasolu, mida enamuses riikides siiski veel ei ole. Praegused müügitariifid on doteeritud, selleks et edendada uue tehnoloogia arendamist. Plussenergia maja ehitamiseks tuleks investeerida vähemalt 10% rohkem

võrreldes standardmaja ehitamisega. Plussenergia majad on praegu väga haruldased, kuid tulevikus saab nendest tõenäoliselt uus trend ehituses. (16)

## 2. ENERGIAAUDIT

### 2.1 Energiaauditi eesmärk ja maht

Eesti on seadnud endale eesmärgiks edendada energiaauditite korraldumist. Energiaauditite korraldamise viisid ja vormid ei ole praeguseks veel täiesti selged. Reaalselt on Eestis olemas tungiv vajadus auditeerimise meetodika ja korra järele. Põhiline energiasäästu potentsiaal Eestis on hoonetes, mis on püstitatud endise Nõukogu Liidu ajal vastavalt nõukogude ehitus- tavadele, - normidele, -protseduurile. Lähitulevikus võiks väga suur hulk olemasolevaid elamuid olla põhiliseks energiaauditite objektiks Eestis (2). Energiauringu eesmärk on hinnata kütuse energiaallikate kasutamise tõhusust ning välja töötada tõhusad meetmed kulude vähendamiseks.

Energiaaudit on mõõtmistele ja kogutud andmetele tuginev analüüs, mis selgitab välja energiakasutuse<sup>3</sup> kortermajas, annab ülevaate hoone tehnilisest seisukorrast, energiakadudest ning võimalikest meetmetest energia kokkuhoiuks ja sisekliima parandamiseks hoones (6). Tavaliselt energiaauditi läbiviimine ei ole kohustuslik. Selle tellimine ja koostamine on vajalik, kui on plaanis teha hoone rekonstrueerimise. Energiaauditi läbiviimise käigus kasutavad termopildistamist ja termografeerimist. Termopiltide tegemise kõige olulisem eesmärgiks on leida soojuslekkeid ja uurida mis olukorras on hoone seinad, aknad ja teised võimalikud liitekohad ning samuti külmasildu seinas. Kõik selle töö tulemusena tuleb energiabilanss, kus on ära märgitud kõik hoone lekke kohad. Iga tuvastatud lekke kohta tehakse ja saadetakse edasi kirjeldatav kokkuvõte, samuti väljastatakse ka renoveerimissoovitus.

Peab tõendama, et hoone vastab energiatõhususe miinimumnõutele ja selle vastavuse tõendab selline dokument nagu energiamärgis. Sõltuvalt auditeerimisobjektist eesmärgid võivad olla erinevad. Näiteks energiaaudit korterelamus ja tööstushoones on erinevad ning eesmärgid on ka teised. Energiaauditi põhjalikkust mõjutavad hoone dokumentatsioon ja energiatarbimise statistika, kui neid ei ole täiuslikkus mahus siis see võib piirata energiauringut.

Energiasäästuprogrammide väljatöötamise ja elluviimise aluseks peaks olema linnamajanduse objektide energiaaudit, sealhulgas energiauringut ning olemasolevate säästureservide hindamine. Enim energiaauditi organiseerimise ja läbiviimise meetodika aluseks on standardne (tüüpiline)

---

<sup>3</sup> *energiakasutus* – soojus- või elektrienergia kasutus vaadeldavas süsteemipunktis. Energiakasutus arvutatakse netoenergiavajadusest, võttes arvesse süsteemikao ja energia muundumise. Tehnosüsteemi lõpp-punktis (üldjuhul liitumispunkt energiavõrguga) võrdub tehnosüsteemi energiakasutus tarnitud energia ja lokaalse taastuvenergia summaga; (7)

algoritm, mis vähendab selle läbiviimise üldist maksumust, võimaldades tõhusalt kaasama teisi audiitoreid teatud (standardsetel) töötappidel. Olulisem seos linnamajanduse ettevõtjate reformimisel peaks olema teenuste tootmise kulude vähendamine. Selle protsessi rakendamise majanduslik alus on energiasäästmine.

Energiasäästupoliitika lõppeesmärgid on objektide pidamise kulude vähendamine. Peamised meetodid nende eesmärkide saavutamiseks on:

- üleminek efektiivsetele energiasäästlikele arhitektuuri- ja ehitussüsteemidele ning inseneriehitus seadmetele
- soojusenergia, vee ja gaasi tarbimise mõõtmise ja reguleerimise juurutamine, ressursside tarbimisega seotud vastastikuste arvelduste korraldamine vastavalt seadme näitele

Kuigi energiaaudit võib läbi viia erinevate mudeli kohaselt, võime määratleda energiaauditit üldistatud definitsiooniga. Energiaauditi põhimõtet saab defineerida väga lihtsalt. Energiaaudit on protseduur selgitamiseks, kuidas kasutatakse energiat, millised on võimalikud meetmed energia säästmiseks ja kuidas saab energiat auditeeritaval objektil säästlikumalt kasutada. Energiaauditi ulatus ja põhjalikkus sõltuvad kasutatavast auditeerimismudelist ja võimalike inim- ja rahaliste ressursside olemasolust (2).

Energiavarustuse ja energiatarbimise protsessi kõikide osapoolte peamine ülesanne on kõikide vahendite kompleksne kasutamine nagu ressursside nõudlus ja energiasäästu stimuleerimine: tehniline, majanduslik, normatiivne ja informatiivne. Hoolimata sellest, et energiasääst on üks peamine prioriteet, on selle protsessi praktilist rakendamist piiranud mitmed lahendamata probleemid, näiteks ebapiisavalt välja töötatud turundusteenused energiasäästlike seadmete tootmise valdkonnas. Põhiline osa hoonesse viidavast soojushulgast kulub küttele, õhu konditsioneerimisele ja sooja tarbevee ettevalmistamiseks. Soojusega varustamine võib toimuda kaugküttesüsteemi kaudu aga ka lokaalse katla abil või elektrienergia kasutamise arvel. Soojusbilansi koostamisel võib kasutada valemeid ja protseduure. Auditeerimisel kasutatakse tihti arvutiprogramme, mis põhinevad sisuliselt samadel valemitel. Põhiliseks eeltingimuseks soojusbilansi koostamisel on asjaolu, et soojusvarustuseks, s.o kütteks, õhukonditsioneerimiseks ja sooja tarbevee ettevalmistamiseks kasutatud soojushulk on mõõdetud. Mõõdetud võib olla näiteks hoones kaugküttevõest eraldunud soojushulk. Ka sooja tarbevee mõõturid ja elektriarvestid on vajalikud. Mõõteriistade näidud peavad olema registreeritud vähemalt aastase perioodi jooksul. Mõningatel juhtudel võib osutada vajalikuks koostada soojusbilanss mõne kuu kohta. Sel juhul on muidugi vaja antud perioodi kohta registreeritud mõõteandmeid (6). Soojusbilansi koostamine on tõendiks selle kohta, et energia kasutamine toimub õigesti (2).

## 2.2 Auditi tehniline dokumentatsioon

Hoone tehniline dokumentatsioon annab põhiinformatsiooni auditeeritava hoone kohta. Nende dokumentide kasutamisel peab olema siiski tähelepanelik, kuna tehniline dokumentatsioon on tavaliselt koostatud antud projektikohase hoone kohta ja hilisemad ümberehitused selles ei kajastu.

(2)

Energiaauditite jaoks olulised joonised ja dokumendid:

- Hoone põhiplaan ja lõiked
- Küttesüsteemi skeem
- Ventilatsioonisüsteemi skeem
- Tarbeveesüsteemi skeem
- Elektri- ja automaatikasüsteemide skeemid
- Katlamaja skeem
- Erinevate süsteemide põhiliste seadmete ja varustuse spetsifikatsioonid
- Ehitise või rajatise tehniline pass
- Sõlmitud energiavarustuse organisatsioonidega lepingud koos lisadega (elektrienergia, soojusvarustus, veevarustus, gaasivarustus, vee ärajuhtimine)
- Passid arvestitele, paigalduskoha täpsustamisega
- Katelde passid
- Veesoojendite ja -pumpade passid
- Elektrivarustuse projekt koos skeemiga, mis näitab arvestite asukohti
- Tabelid koormuse (võimsuse) kohta, mis kirjeldavad tundide kaupa ajavahemikuks 0 kuni 24 tundi iseloomulike aastapäevi (detsember, juuni) baasaasta jaoks.
- Elektrienergia seire protokollid kvaliteedinäitajate osas
- Kuuma veevarustuse teostusskeem
- Veevarustuse teostusskeem
- Energiatarbimise andmed loomulikus väljendamises (mõõteseade näitude järgi) viimase 5 täisaasta jooksul ("baasaasta" puhul - kuised näidud)
- Energiatarbimise andmed väärtuslikus väljendamises viimase 5 täisaasta jooksul ("baasaasta" puhul - kuised väärtused, viimase 4 aasta jooksul – aastased väärtused)
- Energiaressursse tariifide kohta andmed viimase 5 aasta jooksul
- Viimase viie aasta jooksul läbiviidud energiasäästumeetmete loetelu.
- Energiasäästumeetmete rakendamise eest vastutavate ametnike nimekiri (ees- ja perekonnanimi, amet, kontaktinfo)

Hoone põhjalikul auditeerimisel peab hoone tehniline dokumentatsioon olema käepärast. Tehniline dokumentatsioon on vajalik, kui selgub, et seinte, akende ja hoonekarbi teiste osade pindalad ei ole täpsed (on ligikaudsed). Tehniline dokumentatsioon sisaldab infot hoone konstruktsiooni ja elementide kohta. See on vajalik hoone seinte ja ja teiste ehituskomponentide soojuslähikandegurite arvutamiseks. Tehniline dokumentatsioon on vajalik, kui hinnatakse kütte-, õhukonditsioneerimise-, sooja tarbevee ettevalmistamis- ja elektrivarustussüsteemi tööd ja töötatakse välja meetmeid energiasäästuks. Tehniline dokumentatsioon on vajalik ka siis, kui arvutatakse vastavate energiasäästumeetmete rakendamiseks vajaliku investeeringu suurust. (2)

### 2.3. Energiaauditi tasemed

Tavaliselt tehakse energiaauditi käigus kindlaks energia- ja veetarbimise näitarvud (eritarbimine). Auditeeritava hoone projekt- ja teised tehnilised dokumendid on vajalikud, kui hinnatakse hoone seisundit (kvaliteeti) ja valmistatakse ette ettepanekuid energiasäästumeetmete rakendamiseks ja investeeringuteks. Auditeeritava hoone probleemide kohta saab väärtuslikku informatsiooni, küsitledes hoonepersonali või elanikke (töötajaid). Auditeeritava hoone elanikud või töötajad võivad anda väärtuslikku infot hoone defektide ja puuduste väljaselgitamiseks ning osutada probleemidele ja puudustele soojusliku mugavuse ja õhukvaliteedi osas. Kui detailsemaks vaatluseks valitud korterid paiknevad hoone erinevates osades: esimesel korrusel, viimasel korrusel, hoone otstes, võib kogenud audiitor saada hea ülevaate hoone kui terviku kohta (2).

Piisab kui on küsitatud (10-20% korteritest) 10-20% elanikest. Need küsitlused on soovitatav ühildada korterites tehtavate mõõtmistega. Samamoodi ka ankeetide alusel toimub lähteandmete kogumine.

Kui küsitlustele lisanduvad õhu kvaliteedi mõõtmised, soojusliku mugavuse astme määramised ja valgustustaseme mõõtmised, siis on saadud auditeeritava hoone seisundi kohta hea ülevaade. Hoone soojusbilanss näitab, millised energiavood sisenevad hoonesse või tema allsüsteemidesse, nagu näiteks õhu konditsioneerimissüsteem, ja kuidas energia kaob (lahkub) köetavast hoonest. Kui auditeeritava hoone kohta on võimalik arvutada (koostada) usaldusväärset soojusbilanssi, siis saab usaldusväärset arvutada ka energia- ja vee säästupotentsiaali ning koostada argumenteeritud ettepanekuid investeeringute kohta (2).

Esialgne audit peab kinnitama vajadust energiaauditi läbiviimisele.

- Esimese taseme energiaaudit - võimaldab kindlaks teha energia säästmise struktuuri ja potentsiaali, avaldada piirkond, kus energiaallikad on kasutatud ebamõistlikult samuti energiaaudit peaks määrama põhjalikumate uuringute otstarbekuse. Esimese tasandi audit annab kõige põhjalikuma informatsiooni auditeeritava objekti kohta seetõttu võib seda nimetada „ülevaatamise“ auditiks.
- Teise taseme energiaaudit peaks leidma võimalusi, mis võimaldaksid energiasäästuprojekte rakendada, hinnata nende energiatõhusust, luua eeltingimused objekti energiasäästu rakendamiseks.
- Kolmanda energiaauditi tase läbiviimisel on korralikult uuritud energia- ja veetarbimist. Soovitatavad energia- ja vee säästumeetmed ning investeeringud on hästi ettevalmistatud, ettepanekud on valmis realiseerimiseks (2).

Selles loetelus on esitatud kolm võimalikku energiaauditi taset. Esimene tase on põhiline ja viimane kolmas on kõige põhjalikuma auditi tase.



**Tabel 2.1.** Energiaauditite tasemed ja auditeerimistegevus erinevatel tasemetel

<i>Energia auditi tase</i>	<b>AUDITEERIMISTEGEVUS</b>									
	<i>Energiatarve ja tarbe erinäitajad</i>	<i>Tehniliste süsteemide seisukorra ligikaudne hindamine ja tehnilise personali küsitlemine</i>	<i>Tehniline dokumentatsioon</i>	<i>Elanike (töötajate) küsitlemine</i>	<i>Mõõtmised: lihtsustatud tase</i>	<i>Mõõtmised: põhjalik tase</i>	<i>Soojusbilanss</i>	<i>Säästu potentsiaal</i>	<i>Ettepanekud investeeeringuteks: juhendamine</i>	<i>Ettepanekud investeeeringuteks: põhjalikult läbi töötatud</i>
<i>Tase 1</i>	X*	X						X		
<i>Tase 2</i>	X*	X	X	X	X		X*	X	X	
<i>Tase 3</i>	X*	X	X	X		X	X*	X		X

Allikas: Hoonete auditite juhend, Eesti Energeetika Instituut (2)

Märkus.

Tärniga märgistatud lahter on võimalik juhul, kui hoonesse on paigaldatud energia- ja veearvestid

## 2.5. Auditi läbiviimine

Energiaauditi läbiviimise küsimuse lahendatakse tavaliselt otseselt hoone juhatusega, kes on huvitatud energiavarustussüsteemide majandusliku efektiivsuse parandamisest. Juhatuse huvi tekkel hoone energiaauditi vajalikusest viib paljude probleemide lahendamiseks, mis võivad tekkida selle töö läbiviimisel. Energiauditi protseduur eeldab objekti kõigi aspektide hindamist, mis on seotud erinevate energia liiki kuludega. See annab juhatusele täpse ülevaate energiastüsteemide efektiivsuse hetkeolukorrast, selle vastavusest maailmastandarditele, võimalustele ja viisidele nende standardite saavutamiseks.

Energiaauditi läbiviimisel lahendatakse mitmeid põhiülesandeid, näiteks:

- energiavarustussüsteemide töörežiimide analüüs ja energiaallikate ja teisesete energiaallikate kasutamise tõhususe hindamine
- energiatarbimise hetkeolukorra hindamine ja selle võrdlemine projekti dokumentatsioonis ja tehnoloogilistes määrustes esitatud näitajatega
- olemasolevate energiatarbimise kehtivate standardite põhjendatuse hindamise koostamine
- energiakulude vähendamiseks mõeldud organisatsiooniliste ning tehniliste meetmete programmi väljatöötamine

Nende probleemide järjepidev lahendus on energiaauditi läbiviimise meetod.

Energiaaudit on ühendatud tehniliste, organisatsiooniliste, majanduslike ja muude meetmete kompleks, mille eesmärk on välja selgitada energiatarbimise majanduslikku efektiivse optimeerimist.

See sisaldab:

- energia seire - kehtestatud ja tegelikke energiatarbimise parameetrite kaardistamine
- mõõtmised - kontrollpunktide parameetrite määramine spetsiaalsete seadmete (mõõtevahendite, arvestusvahendite abil) abil
- aruande koostamine, mis sisaldab energiaauditi tulemusi ja soovitusi

Energiaauditi protsessis mõõdetakse järgmisi tegureid: seinte, lagede, aknade soojusülekanne koefitsiendid (11). Mõõdetakse: akende pindala, õhutemperatuuri keskmine kordsus kütteperioodil, välisõhu ja ruumide tegelik temperatuur, elektri-, soojuse-, gaasi-, kuuma ja külma veetarbimine päevas.

Energiaauditi käigus viiakse läbi järgmised tegevused:

- energiavarustus-, soojusvarustus- ja veevarustussüsteemide analüüs
- süsteemide ja mõõtevahendite seisundi hindamine - energiakandjate arvestuse seadmed ja nende vastavus nõuetele
- põhjendamatu kadude kindlakstegemine
- energiatarbimise normeerimis süsteemi seisundi ja energiakandjate kasutamise hindamine

- objekti energiabilanssi kontroll - soojusbilansid ja energiabilansid tehakse abivahendiks, kus saab jälgida kuidas energiat kasutatakse (sisenev ja väljuv soojushulk on märgitud soojusbilansis).

Energiaauringu eesmärk on hinnata energiaallikate kasutamise tõhusust ja töötada välja tõhusad meetmed kulude vähendamiseks.

Energiaauringu ülesanded:

- objektiivsete andmete saamine kasutatud energiaressursside mahtu kohta
- energiasäästu prioriteetsete suundade kindlaksmääramine
- efektiivsete meetmete väljatöötamine tuvastatud energiasäästu potentsiaali realiseerimiseks
- energiasäästuprogrammi koostamine

Energiasäästu meetmete väljatöötamisel on vajalik kindlaksmäärata kavandatava parenduse tehnilise olemuse ja säästu põhimõtete saamist (1).

Uuringu käigus on informatsiooni allikad järgmised:

- energiasäästu skeemid
- energiatarnijate arved
- tehniline dokumentatsioon
- parandus- ja energiasäästutööde aruandlusdokumentatsioon

## 2.6. Hoonetes energiaauditite korraldamiseks vajalikud mõõteriistad ja mõõtmised

Allolevas loetelus on esitatud energiaauditite läbiviimiseks põhilised mõõteriistad.

- õhutemperatuuri mõõtja - termomeeter
- niiskuse mõõtja



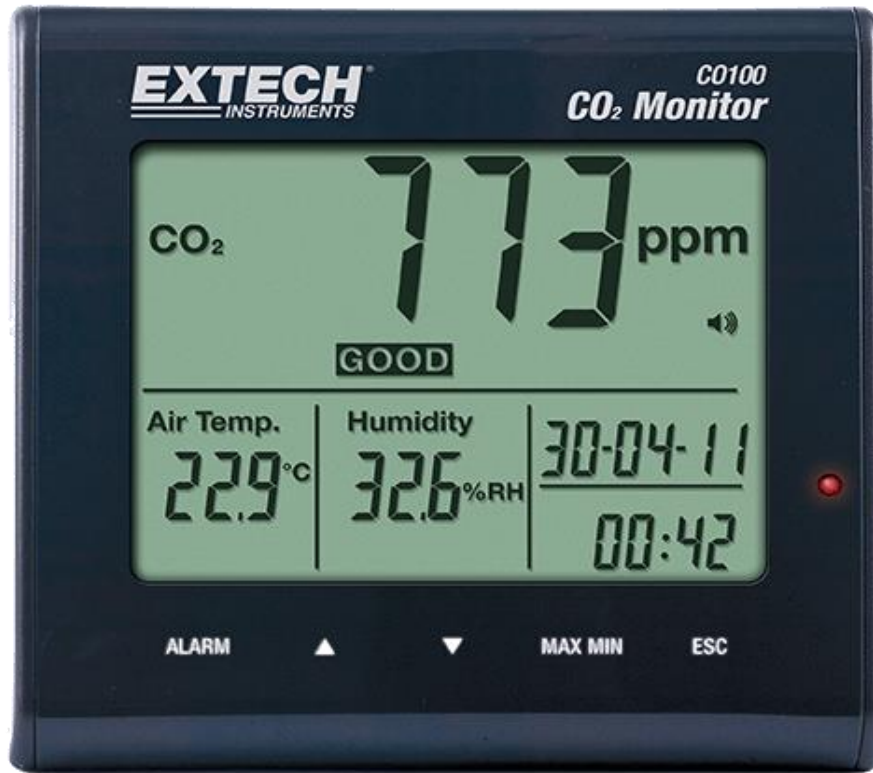
**Joonis 2.1.** Niiskuse mõõtja

Allikas: [www.tooriistakeskus.ee](http://www.tooriistakeskus.ee)

- õhu liikumise kiiruse mõõtja
- rõhumõõturid
- õhuvoolu hulga mõõturid konditsioneerimisseadmete kontrollimiseks
- pinnatemperatuuri mõõturid - seinte pinnatemperatuuri mõõtmised annavad informatsiooni soojuskadude kohta seintest; kui auditeeritavas hoones ei ole elektriarvestit, tuleb ööpäevase või nädala elektrienergiatarbe registreerimiseks kasutada portatiivset elektritarbe analüsaatorit.
- luksmeetrid valgustuse mõõtmiseks
- ampermeeter elektritugevuse mõõtmiseks

Mõned mõõteriistad on keerukamad näiteks:

- CO<sub>2</sub>-meetrid – õhukvaliteedi mõõteriist, mõõdab temperatuuri, õhuniiskust, õhurõhku, CO<sub>2</sub> ning CO.



**Joonis 2.2.** CO<sub>2</sub>-meeter

Allikas: [www.tooriistakeskus.ee](http://www.tooriistakeskus.ee)

- ultraheli kulumõõturid - Ultraheli-kulumõõtur võib osutada vajalikuks siis, kui on vaja mõõta vedeliku vooluhulka torustikus, millele ei ole paigaldatud statsionaarset kulumõõturit ega ka tasakaalustusventiili, mis võimaldaks kasutada spetsiaalset teisaldavat mõõteriista.



**Joonis 2.3.** Ultraheli kulumõõtur

Allikas: Tooted, [www.tepso.ee](http://www.tepso.ee)

- energiatarbe analüsaatorid elektrisüsteemide põhjalikuks analüüsiks - analüsaator annab ka infot tippkoormuse ja energiatarbe iseloomu kohta.
- infrapunakaamera soojuslekete otsinguks - (infrapunakaamera mõõdab täpsusega 0,1°C, selle töövahemik on -20...+300°C)

Keerukamad mõõteriistad on liiga kallid ja nende abil auditi läbiviimist võivad kasutada ainult töötajad, kellel on vastav kvalifikatsioon.

Läbi trepikoja tamburi ja akna infiltratsioonist tingitud soojuskadu saab hinnata termoanemomeetrite (läbiimbumise mahud) ja termomeetrite abil, mis määravad õhutemperatuuri. Liigne soojuskadu aknaplokkide, seinapaneelide liitekohtade ning ümbritsevate ehitiste defektsete elementide läbi saab hinnata infrapuna termomeetrite seadmete abil (termokaamerad, infrapuna-termomeetrid) mis võimaldavad teha kaugmõõtmisi mõõdetavate ehitismaterjalide temperatuuri. Lõplikud tulemused, mis on saadud soojusvarustussüsteemi energiaauditi tulemusest, vormistatakse aruanne ja energiapassi vormis.

Energiamärgise projekti vormistamisel on soovitatav lisaks sisestada kaks näitajat:

- üldise ja individuaalse energiakadnjate tarbimise arvestuse saadavus (soojus, vee, gaas, elektrienergia)
- hoone küttesüsteemide ning individuaalsete temperatuuri regulaatorite olemasolu ja tüüp eraldi ruumides

Energiaauditi läbiviimisel tehakse kontroll arvutuse, võttes arvesse olemasolevaid tingimusi (kahjulike heidete olemasolu, soojuskoormus, ruumi niiskus jne) ja nende muutused päeva, nädala ja aasta jooksul. Mõõteriistade uuringu viiakse läbi, informatsiooni täitmiseks, mida energiakulu tõhususe hindamisel on puudu, või kui on kahtlust esitatud andmete usaldusväärsuses. Mõõteriistade uuringu läbiviimiseks tuleks kasutada statsionaarseid ja portatiivseid eriseadmeid. Mõõteriistade näidud ja näitude lugemiseaeg peavad olema hoolikalt registreeritud. On vaja silmas pidada asjaolu, et mõõteriistade töös võib esineda rikkeid. Usaldusväärsed energiatarbimise näitarvud on esimeseks indikaatoriks, mis toovad esile võimaliku energiasäästu potentsiaali. Eestis on andmete kogumist hoonete energia- ja veetarbe kohta alustanud Eesti Korteriühistute Liit. Sama Liit on algatatud ka tegevuse hoonete sertifitseerimise alustamiseks energiatarbe taseme järgi (6).

## 2.7. Energiaauditite etapid

Uuritava objekti energiaauditi töö korraldamisel ja läbiviimisel on tavaliselt kolm etapi:

Esimene etapp (ettevalmistav) - Eelnev kontakt auditi tellijaga. Tutvumine põhitarbimisega ja energiaressursside jaotamisega. Auditi tööprogrammi väljatöötamine koos tähtaegade määramisega ja etappide maksumusega. Auditi teostamise lepingu sõlmimine. Tabelite üleandmine tellija täitmiseks, mis on ette nähtud auditi käigus esialgsete andmete kogumiseks.

Teine etapp (esmane audit) - Üldise paberdokumentatsiooni kogumine aastase baasaasta ja praeguse perioodi tarbimis andmeid ning andmeid energiaressursside jaotusest. Energiavarustussüsteemide olukorraga tutvumine:

- elektrivarustus
- soojusvarustus
- veevarustus
- veeäravool
- valgustus

Täieliku energiaauditi programmi väljatöötamine ja kooskõlastamine. Energiaauditi lepingu sisu, tähtaegade ja maksumuse korrigeerimine (vajaduse korral).

Kolmas etapp (täielik energiaaudit) - Täiendavate, vajalike andmete kogumine ostetud energiaressursside tariifide kohta, uuritava objekti energiasoetusmaksumuse moodustamine. Objekti mõõteriista uuringu läbiviimine vastavalt kooskõlastatud energiaauditi programmiga. Energiaauditi lõppeesmärk on vähendada energia ja vee kulusid ja samuti nende tarbimise finantskulusid.

## 2.8. Energiaauditi tulemus

Kokkuvõttes viivad kõiki energiasäästmise soovitusi ühele tabelile. Igas kategoorias on soovitused majanduslikku efektiivsuse alanemise järjekorras. Energiaauditi tulemuste põhjal koostatakse energiamärgise vastavalt kehtestatud määrusele või täpsustatakse juba olemasolev. Kui objektil oli juba teostatud täielik energiaaudit, siis järgmisel auditi läbiviimisel kontrollitakse varem välja antud soovituste ja eeskirjade täitmist ning vormistatakse asjakohased dokumendid - aruanne energiaauditi läbiviimisest, energiamärgise ja tõhususe tõstmise programm (soovitused).

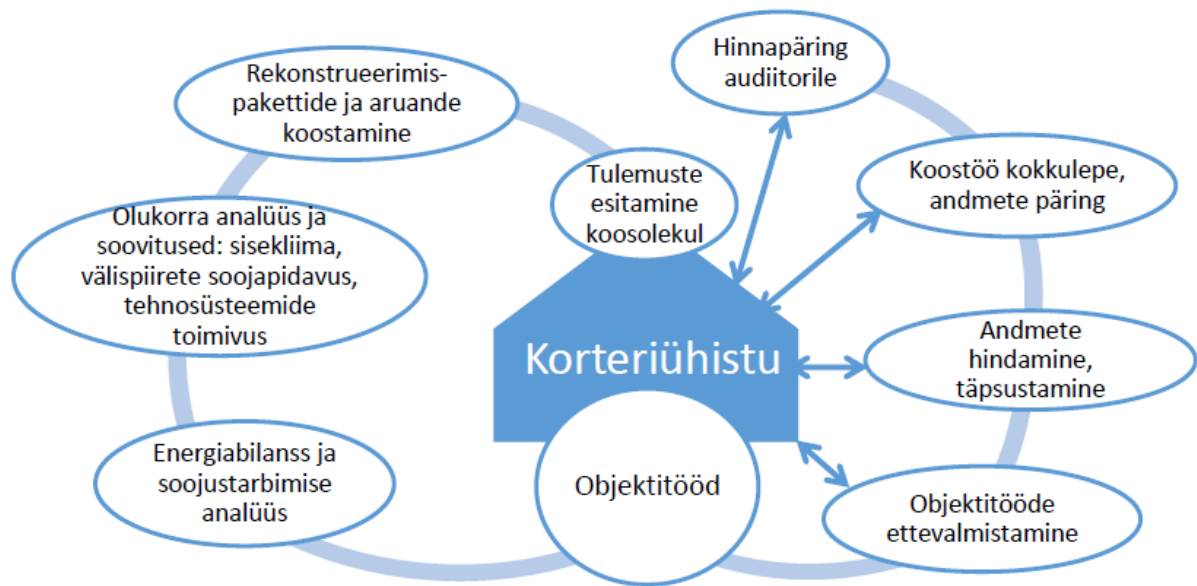
Energiaauditi aruanne peab koosnema:

1. Tiitelleht
2. Eessõna – selles peatükis kirjeldatakse energiaauditi vajadust, finantseerimis võimalusi ja töös osalejaid, vastutavaid täitjaid ja lepingu tingimusi.
3. Ülevaade teostatud mõõtmistest
4. Ülevaade objekti mõõtmistest
5. Energiaauditi tulemuste ülevaade – selles peatükis on lühidalt kokkuvõtlike tabelite kujul koostatud sisu ja meetodika ning soovituste loetelu ja tõhusust. Osad, mis näitavad objekti energia säästmise võimalusi, sisaldavad järgmist:
  - objektide, seadmete ja süsteemide asukoht, kus on võimalik saavutada energiasäästlikkust
  - energiatarbimise seisundi sõnastamine
  - soovitatud lahendused
6. Lisad - aruande lisades on esitatud energiaauditi käigus kogutud materjalid: tehniline pass, energiasäästusüsteemide skeemid, olemasolevate energiakuludega seotud tehnoloogilised kaardid.

Üldiselt energiaaudit viiakse läbi vastavalt standardsele meetodikale (tehnoloogiale) ja see koosneb energiasäästusüsteemide ja objekti kohta andmete kogumisest, energiatarbimise režiimide analüüsimisest, energia seisundi ja ressursside jaotuse analüüsist:

- Elektrivarustuse süsteemid, elektriseadmed, välisvalgustussüsteemid
- Soojusvarustuse süsteemid
- Veevarustuse süsteemid
- Veeäravoolu süsteemid





#### Joonis 2.4. Energiaauditi läbiviimine (9)

Allikas: Kortere lamute energiaauditite koostamise juhend, KredEx SA

Lõppkokkuvõttes peaks energiaaudit viima energiakadude kõrvaldamise programmi väljatöötamiseks. Teostatakse pakutud meetmete tehnilise ja majandusliku efektiivsuse analüüsi, määratakse tasuvusaeg ja nende kasutamisele võtmise järjekord. Eelistatakse neid ettepanekuid, millel on madalad kulud ja lühikesed tasuvusperiodid. (9)

Teised võimalused energiaauditite tulemuste kasutamiseks on:

- järeldus saadud energiaressursside kvaliteedi kohta, eriti elektrienergia
- soovitused energiasäästumeetmete ja -tehnoloogiate rakendamiseks
- soovitused tarbitavate energiaressursside asendamiseks teiste ressurssidega (näiteks elektrienergiat soojusega või kuuma auru kuumutamiseks)

## 3. ENERGIAMÄRGIS

### 3.1. Energiamärgise definitsioon

Praegu elamuehituse ja kommunaalmajanduse kütmise kogukulud moodustavad ligikaudu 40% kõigist riigi käsutuses olevatest energiaallikatest. Sellised ebaefektiivsed energiakulud tihti põhjustavad loodusvarade koguhulga järkjärgulist vähenemist. Selle probleemi lahenduseks on tänapäevaste energiasäästlike tehnoloogiate kasutuselevõtmine ehitusse. Tehnoloogia rakendamise jälgimiseks ja tehnoloogiliste standardite järgimise tagamiseks on vaja regulaarset energiaauditi teostamist, mille tulemuseks väljastatakse hoone energiämärgise. Erinevalt energiaauditist, energiämärgise tegemine on kohustuslik kõikidele korteriühistusele.

Energiämärgis (energiapass) on kohustuslik normatiivdokument, mis kajastab kütuse ja energiaressursside tarbimise tasakaalu ning sisaldab näitajate tõhususe kasutamist samuti sisaldab kütuse- ja energiaressursside efektiivse suurendamise meetmete kava. Energiaressursside tarbijate energiämärgis väljatöötatakse energiaauditi alusel, mida teostatakse, et oleks võimalik hinnata tõhususe energiaressursside kasutamist.

Hoone energiatõhususe hindamiseks koostatakse energiämärgise. Energiaauditi tulemustest koostatud energiämärgis peab sisaldama järgmised andmed:

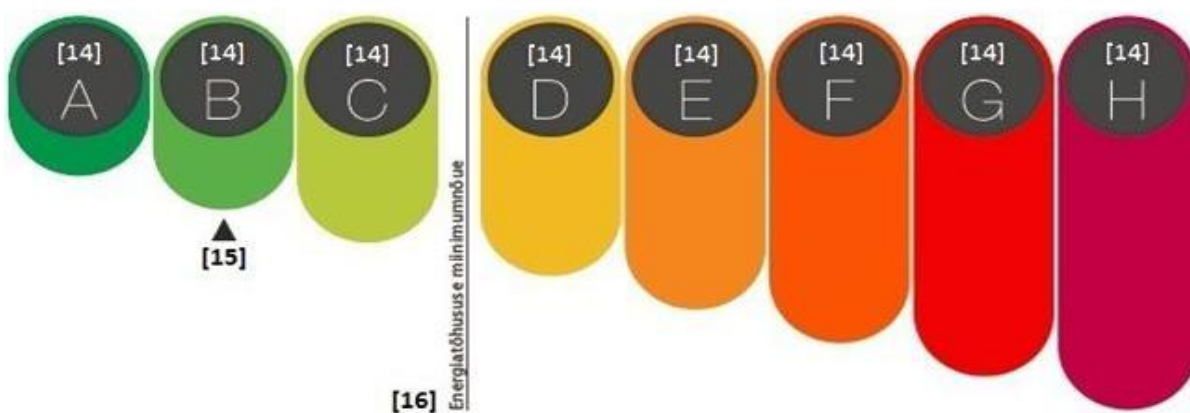
- energiaressursside kasutamise arvestus seadmete varustamist
- kasutatava energiaressursside mahust ja nende muutuste kohta
- energiatõhususe näitajatest
- energiaressursside kadu suurusest
- energiasäästu potentsiaalset, sealhulgas hinnang energiaressursside võimaliku säästmisele
- energiasäästu ja energiatõhususe parandamise standardmeetmete loetelu
- üld ja tehnilised hoone andmed
- piirkonna kliimaiseloomustus, kütteperioodi kestus ja siseruumide ja välisõhu arvestuslik temperatuur
- hoone soojuskaitse ja energiaparameetrite vastavus normatiiv nõuetele
- andmed hoone valgustus süsteemist
- andmed hoone veevarustus süsteemist

**[1]**

Energiamärgise nr: [2]  
Hoone kategooria: [3]  
Hoone kasutamise otstarve: [4]  
Address: [5]  
Ehitisregistri kood: [6]  
Ehitusaasta: [7]  
Kõetav pind: [8]  
Korterite arv: [9]  
Soojusvarustus: [10]  
Energiaallikas: [11]

Tellija: [12]

Energiamärgise algandmete allikas: [13]



[17] : [18]  
Märgise väljaandmise kuupäev: [19]  
Märgis kehtib kuni: [20]

Märgise väljaandja:

Äriühing või FIE: [21]  
Registrikood: [22]  
Vastutav spetsialist: [23]  
[24]

Hoone energiakasutus:

Energiakandja	TARNITUD ENERGIA		EKSPORDITUD ENERGIA, kWh/a	LOKAALSE TAASTUVENERGIA SÜSTEEM	ERIKASUTUS (tarnitud - eksporditud), kWh/(m <sup>2</sup> · a)	
	elekter/kaugküte/kaugjahutus, kWh/a	OSTETUD KÜTUSED				
[25]	[26]	kogus/a	ühik	[29]	[30]	[31]
ERIKASUTUS KOKKU, kWh/(m <sup>2</sup> · a) :						[32]

Märkused: [33]

**Joonis 3.1.** Energiamärgise koondinformatsiooni vorm

Allikas: „Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele“ Lisa 2 (14)

Kõik andmed, mis on saadud dokumentidest või mõõtmiste käigus, on energiatõhususe analüüsi teostamiseks algmaterjal.

Energiamärgise koostamise eesmärgid on:

- elektrienergia kasutamise kontroll ja järelevalve
- elektrienergia säästmise tegevuskava koostamine

Hoone energiamärgise kasutuselevõtmine aitab kaasa järgmistele ülesannetele:

- normatiiv aktide poolt kehtestatud tehnoloogiliste normide järgimise tagamine
- tasude kehtestamine ainult tarbitud elektrienergia jaoks, mis toob kaasa säästmist
- teenuse kvaliteedi üldine paranemine

Projekteeritud energiavajaduse kohta antud energiamärgis kehtib kaks aastat hoone valmistamisest arvates. Tegelik energiatarbimise kohta antud energiamärgis kehtib 10 aastat (6). Kui tegemist on KÜ-ga, siis energiamärgise arvutamise tellib korteriühistu juhatus või seda saab ka nõuda vähemalt üks elanik ühe kuu jooksul nõude esitamisest arvates. Juhul, kui tegemist on valitseja majaga, energiamärgise tellib valitseja.

### 3.2. Korterelamu Sõstra 4a ülevaade

1174m<sup>2</sup> suurune krunt on ristkülikukujulise plaaniga ja paikneb Kirsi ja Sõstra tänavate vahelises sisekvartalis. Hoone on 5 korruseline osaliselt soklikorrusega ehitis. Hoone fassaadid on lahendatud modernistikus laadis. Hoone on kahetasandiline, madalam osa on soklikorrusega, kõrgema osa maapealne korrus toetub osaliselt postidele.



**Joonis 3.2.** Sõstra 4a korterelamu pilt

Allikas: portaal, [www.kv.ee](http://www.kv.ee)

Objekti andmed ja näitajad on võetud ehitisregistrist, samuti oli kasutatud ka korterelamu eelprojekt, mis oli edastanud selle maja haldur. Kortereelamu üldandmed ja tehnilised andmed on välja toodud tabelis 3.1. Septembri kuu seisuga 2013 aastal, oli Eestis 24 710 kolme ja enama korteriga korterelamut, mis olid ehitisregistris ära registreeritud (8).

**Tabel 3.1.** Korterelamu üldandmed ja tehnilised andmed

Ehitisregistri kood	120262697
Ehitise liik	Hoone
Peamine kasutamise otstarve	11222 Muu kolme või enama korteriga elamu
Kavandatav kasutusele võtmise aeg	30.12.2004
Ehitise koha-aadress	Harju maakond, Tallinn, Kristiine linnaosa, Sõstra tn 4a
Ehitisealune pind (m <sup>2</sup> )	360
Suletud netopind (m <sup>2</sup> )	1 443
Köetav pind (m <sup>2</sup> )	1 443
Üldkasutatav pind (m <sup>2</sup> )	92
Maapealsete korruste arv	5
Soojusvarustuse liik	kaugküte

Allikas: Ehitisregister, [www.ehr.ee](http://www.ehr.ee) (3)

### 3.3. Lähteandmete kogumine

Energiamärgise arvutamiseks esimeseks on vaja koguda lähteandmed. Lähteandmete kogumiseks oli kasutatud nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele, Kredexi leheküljelt andmed kraadpäevade kohta kuna hoone kaalutud energiaerikasutuse arvutamisel kasutatakse kraadpäevi sõltuvalt hoone piirkonna asukohast, hoone energiatõhususe arvutamise meetodikat ja hoone tarbimisandmed viimasel 3 aastal. Hoone tasakaalutemperatuuri väärtuseks alati kasutatakse 17C° (10). Kuna hoone asub Tallinnas, siis see objekt kuulub 3 piirkonda (10). Selle järgi võetakse 2014, 2015 ja 2016 aasta tasakaalutemperatuuri tabeli ning samamoodi ka normaalaasta kraadpäevad (vt Lisa 2. Tallinna 2014 aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa).

Lisas olevates tabelites on välja toodud tasakaalutemperatuuri ja normaalaasta kraadpäevad. 17 kraadi järgi on valitud vajalikud kraadpäevad. Tabelis 3.2. on toodud hoone asukoha piirkonna kraadpäevade arv hoone tasakaalu temperatuuril ja normaalaasta kraadpäevad (10).

**Tabel 3.2.** Tallinna piirkonna tasakaalutemperatuuri ja normaalaasta kraadpäevad

	2014	2015	2016
Tasakaalutemperatuuri kraadpäevad	3906	3489	3851
Normaalaasta kraadpäevad	4220		

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (10)

Määrusest valin hoone kütmisel kasutatav energiaallikas, lähtuvalt nõuetest energiamärgise andmisele ja energiamärgisele määruse §-s 5 on kaugkütte korral soe vesi ning lähtuvalt energiatõhususe miinimumnõuetest on teada kaugkütte energiakandja kaalumistegur (kaugküte – 0,9) mis on vajalik kaalutud energiaerikasutuse arvutuseks (5, 14).

**Tabel 1.3.** 2014, 2015, 2016 aastal kasutatud vee, kütte ja elektri kogus

	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Vesi (soe) aastane kulu (MWh)	587	603	503
Küte aastane kulu	145	79,3	116,3
Elekter (öö ja päev kokku) aastane kulu	63,100	60,923	62,174

Allikas: autoriga koostatud

Vajalikud lisa arvutused kaalutud energiaerikasutuse<sup>4</sup> arvutamiseks.

Tarbevee soojendamiseks kasutatud energia arvutus:

$$587 \times 0,058 \times 1,1 = 37,45 \text{ MWh (2014.a.)}$$

$$603 \times 0,058 \times 1,1 = 38,47 \text{ MWh (2015.a.)}$$

$$503 \times 0,058 \times 1,1 = 32,09 \text{ MWh (2016.a.)}$$

Korrutan aastane soojaveekogus läbi 0,05815-ga, siis saan vee soojendamiseks kulutatud soojusenergia. Lisaks veel korrutan 1,1-ga see arvestab soojusenergia kadu käterätikuivatiteta isoleeritud püstikutega soojavee süsteemis.

Hoone kütmiseks kasutatud energia arvutus:

$$145 - 37,45 = 107,55 \text{ MWh (2014.a.)}$$

$$137,9 - 38,47 = 99,43 \text{ MWh (2015.a.)}$$

$$160,8 - 32,09 = 128,71 \text{ MWh (2016.a.)}$$

Kütmiseks kasutatud energia saan, kui lahutan kogu hoones tarbitud soojusenergia kogusest vee soojendamiseks kulutatud energia.

---

<sup>4</sup> kaalutud energiaerikasutus – energiakandjate kaalumisteguritega korrutatud aastane energiakasutus kilovatt-tundides hoone köetava pinna ruutmeetri kohta [kWh/(m<sup>2</sup>·a)]; (14)



### 3.4. Vee soojendamise otsekulu arvutus

Soojaveesüsteemis tegelikult tarbitud vee soojendamise otsekulu arvutuse käik on toodud allpool. Soojaveesüsteemis tegelikult tarbitud vee soojendamise otsekulu on soojusenergia kogus, mis on vajalik 1 m<sup>3</sup> vee soojendamiseks etteantud temperatuurini soojusvahetis (ei sisalda soojusenergia kadu, mis tekib torustikus vee tsirkuleerimise tõttu).

1. Arvutus kütteperioodil esimesest oktoobrist kuni kolmkümmend aprill (01.10. – 30.04.) Külma vee keskmine temperatuur kütteperioodil võetakse 5°C; Sooja vee keskmine temperatuur kütteperioodil 55°C; Soojaveesüsteemis tegelikult tarbitud soojusenergia kogus 1 m<sup>3</sup> vee soojendamiseks:

$$Q_{teg,sv} = (T_{sv} - T_{kv}) \cdot 0,001 \cdot 1,163 \frac{MWh}{m^3} \quad (1)$$

$$Q_{teg,sv} = 50 \cdot 0,001 \cdot 1,163 = 0,05815 \frac{MWh}{m^3} \sim 58,2 kWh/m^3$$

2. Arvutus väljaspool kütteperioodi esimesest maist kuni kolmkümmend september (01.05. – 30.09.) Külma vee keskmine temperatuur väljaspool kütteperioodi võetakse 15°C; Sooja vee keskmine temperatuur väljaspool kütteperioodi 55°C; Soojaveevarustussüsteemis tegelikult tarbitud soojusenergia kogus 1m<sup>3</sup> vee soojendamiseks:

$$Q_{teg,sv} = (55 - 15) \cdot 0,001 \cdot 1,163 = 0,04652 \frac{MWh}{m^3} \sim 46,5 kWh/m^3$$

3. Arvutatakse vee soojendamise otsekulu, võttes aluseks külma vee aasta keskmise temperatuuri 9 °C (Tallinnas). Sellisel juhul:

$$Q_{teg,sv} = (55 - 9) \cdot 0,001 \cdot 1,163 = 0,053498 \frac{MWh}{m^3} \sim 53,5 kWh/m^3$$

Vee soojendamise otsekulu on soojusenergia kulu elanike poolt tarbitud sooja vee valmistamiseks. Sellele lisanduvad sooja vee tsirkuleerimisest tingitud soojusenergia kaod torustikus, mis eraldub torustikust ruumide kütteks, ka väljaspool kütteperioodi. Seega tuleb esitada elanikele arve kütte eest ka suvel, väljaspool kütteperioodi.

### 3.5. Sõstra 4a hoone kaalutud energiakasutuse arvutus

Allpool on toodud kaalutud energiaerikasutuse arvutamise käik.

- 1) Normaalaasta kraadpäevade arvu alusel taandatud aastate 2014-2016 küttesoojuse kulu arvutus:

$$Q_{N,kyt} = Q_{teg,kyt} \cdot \frac{S_N}{S_{teg}} \quad (2)$$

kus  $Q_{teg,kyt}$  - küttesoojuse kulu vaadeldaval kalendriaastal (MWh/a),

$S_N$  - normaalaasta kraadpäevade arv,

$S_{teg}$  - kraadpäevade arv vaadeldaval kalendriaastal.

$$Q_{N,kyt 2014} = 107,55 \cdot 4220 : 3906 = 116,19 \frac{\text{MWh}}{\text{a}}$$

$$Q_{N,kyt 2015} = 99,43 \cdot 4220 : 3489 = 120,26 \frac{\text{MWh}}{\text{a}}$$

$$Q_{N,kyt 2016} = 128,71 \cdot 4220 : 3851 = 141,04 \frac{\text{MWh}}{\text{a}}$$

- 2) Normaalaasta kaalutud küttesoojuse kulu arvutus:

$$Q_{(C,kyt)j} = \sum_{i=1}^p C_{k,i} \cdot Q_{(N,kyt)i} \quad (3)$$

$$Q_{C,kyt 2014} = 0,9 \cdot 116,19 = 104,57 \frac{\text{MWh}}{\text{a}}$$

$$Q_{C,kyt 2015} = 0,9 \cdot 120,26 = 108,23 \frac{\text{MWh}}{\text{a}}$$

$$Q_{C,kyt 2016} = 0,9 \cdot 141,04 = 126,93 \frac{\text{MWh}}{\text{a}}$$

kus  $p$  – kütteks vajatava soojuse saamiseks kasutatud energiaallikate arv vaadeldaval kalendriaastal,

$C_k$  – energiakandja kaalumistegur.

VV Määruse 76 kohaselt on  $C_k$  energiakandja kaalumistegur<sup>5</sup> kaugküte puhul 0,9 (5).

---

<sup>5</sup> energiakandjate kaalumistegurid – tegurid, millega võetakse arvesse tarnitud energia tootmiseks vajalik primaarenergia kasutus ja selle keskkonnamõju (7)

3) Aastate 2014-2016 keskmine normaalaasta kaalutud küttesoojuse kulu arvutus:

$$Q_{C,kyt} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Q_{(C,kyt)j} \quad (4)$$

kus  $n$  – vaadeldavate kalendriaastate arv.

$$Q_{C,kyt} = \frac{1}{3} \cdot (104,57 + 108,23 + 126,93) = 113,24 \frac{MWh}{a}$$

4) Kaalutud tarbevee valmistamise kulu ühe kalendriaasta kohta:

$$Q_{(C,tvs)j} = \sum_{i=1}^p C_{k,i} \cdot Q_{tvs,i} \quad (5)$$

kus  $Q_{tvs}$  – soojuse kulu tarbevee soojendamiseks vaadeldaval kalendriaastal (MWh),  
 $p$  – sooja tarbevee soojendamiseks vajatava soojuse saamiseks kasutatud energiaallikate arv vaadeldaval kalendriaastal,  
 $C_k$  – energiakandja kaalumistegur.

$$Q_{(C,tvs) 2014} = 0,9 \cdot 37,45 = 33,70 \text{ MWh}/a$$

$$Q_{(C,tvs) 2015} = 0,9 \cdot 38,47 = 34,62 \text{ MWh}/a$$

$$Q_{(C,tvs) 2016} = 0,9 \cdot 32,09 = 28,88 \text{ MWh}/a$$

5) Aastate 2014-2016 keskmine kaalutud tarbevee valmistamise kulu:

$$Q_{C,tvs} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Q_{(C,tvs)j} \quad (6)$$

kus  $n$  – vaadeldavate kalendriaastate arv

$$Q_{C,tvs} = \frac{1}{3} \cdot (33,70 + 34,62 + 28,88) = 29,16 \text{ MWh}/a$$

6) Energiakandja kaalumisteguriga läbi korrutatud aastate 2014-2016 keskmine elektri kulu:

$$Q_{C,el} = C_{k,el} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{el,i} \quad (7)$$

kus  $Q_{el}$  – elektri kulu (MWh/a),  
 $n$  – vaadeldavate kalendriaastate arv,  
 $C_k$  – energiakandja kaalumistegur.

$$Q_{C,el} = 2,0 \cdot \frac{1}{3} \cdot (63,10 + 60,92 + 62,17) = 124,12 \text{ MWh/a}$$

7) Hoone keskmine kaalutud normaalaasta energiakasutus:

$$Q_C = Q_{C,kyt} + Q_{C,tvs} + Q_{C,el} \quad (8)$$

$$Q_C = 113,24 + 29,16 + 124,12 = 266,52 \text{ MWh/a}$$

8) Hoone aastane kaalutud energiaerikasutus:

$$q_C = 1000 \cdot \frac{Q_C}{A_{kyt}} \quad (9)$$

kus  $A_{kyt}$  - hoone köetav pind (m<sup>2</sup>).

$$q_C = 1000 \cdot \frac{266,52}{1443} = 184,69 \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{a)]}$$

Vastavalt Majandus- ja taristuministri määruse „Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele“ määratud kaalutud energiakasutuse ja energiatõhususarvu klassi. (14)  
Määrusest valin alloleva tabeli number 2 kuna tegemist on korterelamuga.

**Tabel 3.4.** Korterelamu energiatõhususarvu (ETA) või kaalutud energiaerikasutuse (KEK) klassi skaala

ETA või KEK, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Klass
ET või KEK ≤ 100	A
101 ≤ ET või KEK ≤ 120	B
121 ≤ ET või KEK ≤ 150	C
151 ≤ ET või KEK ≤ 180	D
<b>181 ≤ ET või KEK ≤ 220</b>	<b>E</b>
221 ≤ ET või KEK ≤ 280	F
281 ≤ ET või KEK ≤ 340	G
ET või KEK ≤ 341	H

*Allikas:* Majandus- ja taristuministri määrus „Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele“ (14)

Minu arvutustest lähtuvalt on olemasoleva korterelamu energiatõhususarv 184 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ning hoone kuulub „E“ energiaklassi.

Sellise klassi järgi tavaliselt otsustatakse hoonet renoveerida, et vähendada kulusid.

## KOKKUVÕTE

Lubamatu on projekteerida ehitisi, mille energiatõhususe klass on D, E. Energiatõhususe kategooriad A, B, C on loodud ehitatavatele hoonetele ja objektidele, mis on ülesehitustööde ajal ja projekteerimisdokumentide väljatöötamise etapis. Tulevikus ruumide ekspuuteerimisel täpsustatakse ehitiste energiatõhususe klassid energiaauditite abil.

Kokkuvõttes võib öelda, et hea energiatõhususega maja on objekt, kus: ehitustöö käigus kasutati suurepärase energiatõhususega tehnoloogiaid; materjalidel on hea energiasäästu näitajad; õigeaegselt toimub jooksev ja kapitaalne remont; ekspuuteerimise toimingud viiakse läbi nõuetekohasel professionaalsel tasemel; teostatakse riiklikku ja ühiskondlikul järelevalvet kontrolli; maja elanikud hoolitsevad ühiskondlike ressursside ratsionaalse tarbimise eest. Seesugune süsteem peaks olema kompleksne. Ainult sellisel juhul Eesti elamu ja kommunaalmajandus saab jätkuvalt edukalt kujunema.

Lõputöö käigus olen andnud ülevaate energiatõhususest ja energiaauditi läbiviimisest. Arvutasin olemasoleval hoonel energiamärgist, mille järgi võib teha järelduse, et maja renoveerimine on hädavajalik, kuna praeguse „E“ klassiga kommunaalkulud lähevad edaspidi veel kallimaks.

Kui uute kortermajade ehitamisel paranenud energiatõhususe näitajatega mitte ülivarustada ja mitte renoveerida remondi ja ekspuuteerimise lähtealat, siis järgmistes rekonstruktsioonides ei ole võimalik soovitud majanduslikke tulemusi saavutada. On tarvis, et korterelamu omanik näeks tõelist näidet selle kohta, et on vajalik maksimaalselt tõsta tema omanduses oleva vara turuväärtus.

Maailma kogemus energiatõhusate tehnoloogiate ja materjalide kasutuselevõtmisel näitab, et kinnisvara omanikud energiasäästulase tegevuse algetapis tunnevad vähe kasu energiaressursside mõistlikku kasutamist. Kõik energiatarbimisest säästetud vahendid lähevad nende säästutegevuste kulude kompenseerimiseks. Kommunaalmaksete summad märkimisväärselt ei vähenda. Samade asjaolude tõttu ei ole meie riigis praktiliselt mingit praktikat energiakadude vähendamise kohustuses. Kuna sellised üritused on üsna kallid, Eesti kinnisvaraomanikud ei kiirusta nende realiseerimisega.

Energiamärgise olemasolu muudab hoone energiatõhususe üheks olulisemaks kinnisvara turu iseloomustava omaduseks. See annab potentsiaalsetele ostjatele ja elanikele konkreetset teadmist selle kohta, kui palju tulusam elukoht on energiatõhusas hoones.

Kuna kinnisvara sagedane omandamine on laialt levinud ja eluasemehinnad muutuvad, eesti tarbijal on võimalus võtta vastu teadlikumaid otsuseid omandamise kohta, mis põhineb nii prognoositud energiatarbimise tasemel kui ka energia tegelikul kasutamisel. Energiatõhusas hoones elamisele antakse rohkem eeliseid, kui vähem energiatõhususega majale kuna viimane toob kaasa suured kommunaalmaksud.

Tulevikus peaks igal Eestis asuvas hoones olema energiamärgis. Pole vaja pidada sellist sammu ebameeldivaks kohustuseks; pigem see on vajalik teave selle kohta, kui palju energiat hoone kasutab. See on kasulik mõlemale poolele - nii hoone omanikule kui ka potentsiaalsele ostjale. Sellest tulenevalt tagab energiamärgis energiasäästu stimuleerimise majandusmehhanismi toimimise ja annab võimaluse kinnisvara väärtuse objektiivselt hindamiseks eluasemeturul.

## SUMMARY

It is unacceptable to project buildings with an energy efficiency class D, E. Energy efficiency categories A, B, C are created for buildings and objects that are in the process of reconstruction and in project documentation development phase. In the future, the energy efficiency classes of buildings will be specified using energy audits.

To sum up, a good energy-efficient house is an object where: high energy efficiency technologies were used during the construction process; materials have good energy savings indicators; timely and ongoing repairs are taking place; the operations are carried out at the appropriate professional level; national and social control is exercised; the inhabitants of the house take care of rational consumption of social resources. Such a system should be complex. Only in this case, the Estonian housing and communal services can continue to develop successfully.

During my graduation thesis, I have given an overview of energy efficiency and energy auditing. I have calculated an energy label in an existing building, which suggests that it is necessary to renovate the house, since the current class E will further increase the cost of utilities.

If the construction of new apartment buildings does not exceed the improved energy efficiency indicators, and not renovate the repair and operation baseline, then the following reconstructions will not achieve the desired economic results. It is necessary that the owner of an apartment building would see a real example of the need to maximize the market value of his property.

The world experience in the introduction of energy-efficient technologies and materials shows that owners of real estate in the early stages of energy conservation activities are less likely to profit from the reasonable use of energy resources. All means saved by energy consumption will be used to offset the cost of these savings. The amount of communal payments is not significantly reduced. Due to the same circumstances, there is practically no practice in our country for reducing energy poverty. As such events are quite expensive, Estonian real estate owners are in no hurry to realize them.

The existence of an energy label makes building energy efficiency one of the key features of the real estate market. It gives potential buyers and residents a specific idea of how much more profitable a residence is in an energy efficient building.

As the frequent acquisition of immovable property is widespread and housing prices are changing, the Estonian consumer has the opportunity to make more informed decisions about the acquisition based on both the predicted energy consumption level and the actual use of energy. More energy-efficient housing will be given to a less energy-efficient house, as the latter will result in large utility bills.

In the future, an energy passport should ideally have each building in Estonia. Do not regard this such a step as an unpleasant duty; rather, it is necessary information on how much energy a building consumes. This is beneficial to both parties - both the owner of the building and the potential buyer. As a result, the energy certificate guarantees the functioning of the economic



mechanism for stimulating energy saving and provides an opportunity for an objective assessment of the value of the real estate in the housing market.

## VIIDATUD ALLIKAD

1. **Abel, E., Voll, H., Tark, T.** (2014). *Hoonete energiatarve ja sisekliima*. Tallinn: OÜ Presshouse. 304 lk.
2. **Eesti Energeetika Instituut.** (2001). *Hoonete energiaauditite juhend*. 63 lk.
3. Ehitisregister [WWW] <https://www.ehr.ee/app/esileht?2> (3.10.2017).
4. *ELi energiatohususe kava 2011*. (2011). Komisjoni teatis Euroopa Parlamendile, nõukogule, Euroopa Majandus- ja Sotsiaalkomiteele ning Regioonide Komiteele. [WWW] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A52011DC0109> (28.11.2017)
5. *Energiaauditi miinimumnõuded*. (2016). Vabariigi valitsuse määrus nr 76, Riigiteataja. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/123122016003> (28.10.2017)
6. **Hindpere, E.** (2016). *Uus korteriomandi- ja korteriühistuseadus*. Tallinn: OÜ Kinnisvarakool. 320 lk.
7. *Hoone energiatohususe arvutamise meetodika*. (2015). Vabariigi valitsuse määrus nr 58, Riigiteataja. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/109062015021> (28.10.2017)
8. Hoonete energiatohusus. Energiatalgud. [WWW] [https://energiatalgud.ee/index.php?title=Hoonete\\_energiat%C3%B5husus#cite\\_note-%20TOHUSUS-1](https://energiatalgud.ee/index.php?title=Hoonete_energiat%C3%B5husus#cite_note-%20TOHUSUS-1) (13.10.2017).
9. **Jõesaar, T., Hamburg, A.** (2015). *Korterelamute energiaauditite koostamise juhend*. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Keskkonnatehnika Instituut SA KredEx tellimusel. 32 lk.
10. *Kraadpäevad*. SA KredEx. [WWW] <http://kredex.ee/energiatohususest/kraadpaevad-4/> (1.11.2017)
11. **Kõiv, T., Loigu, E.** (2011). *Eesti kortermajades 2008–2011 a läbi viidud energiaauditite analüüs*. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Keskkonnatehnika Instituut. 25 lk.
12. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. (2014). *Hoonete energiakasutuse tohusust puudutav ja EU direktiivi 2012/27/EL II peatüki artikkel 4 alusel Euroopa Komisjonile esitatav teatis*. [WWW] [https://ec.europa.eu/energy/sites/.../2014\\_article4\\_et\\_estonia.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/.../2014_article4_et_estonia.pdf) (5.12.2017).
13. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. (2016). *Hoonete energiatohusus*. [WWW] <https://www.mkm.ee/et/eesmargid-tegevused/ehitus-ja-elamumajandus/hoonete-energiatohusus> (30.11.2017).


14. *Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele.* (2015). Vabariigi valitsuse määrus nr 36, Riigiteataja. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/107102016004> (28.11.2017)
15. **Szuppinger, P., Csobod, E.** (2011). *Energiakasutuse muutmine vanades majades.* Tallinn: Balti Keskkonnafoorum. 14 lk.
16. Hoonete energiatõhusus. Madalenergia maja, passiivmaja, nullenergia maja ja plussenergia maja. [WWW] <http://www.paroc.ee/oskusteave/energiatohusus/hoonete-energiatohusus> (13.10.2017).

# LISAD

## Lisa 1. Hoone külaliste jaoks energiamärgise vorm

**HOONE ENERGIAMÄRGIS**

[1]



[2]

[3] kWh/m<sup>2</sup> · a

---

[3]

A

▲

[4]

[3]

B

[3]

C

[5]

Energiatõhususe miinimumväärtus

[3]

D

[3]

E

[3]

F

[3]

G

[3]

H

---

Energiamärgise nr: [6]

Address: [7]

Ehitisregistri kood (www.ehr.ee): [8]

Märgis kehtib kuni: [9]

Allikas: „Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele“ Lisa 1 (14)

## Lisa 2. Tallinna 2014 aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

<b>2014. aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa</b>													
Tasakaalul	jaan.2014	veebr.2014	märts.2014	apr.2014	mai.2014	juuni.2014	juuli.2014	aug.2014	sept.2014	okt.2014	nov.2014	dets.2014	<b>Aasta</b>
1	252	43	18	2	0	0	0	0	0	10	43	61	<b>430</b>
2	277	62	29	5	0	0	0	0	0	15	58	79	<b>526</b>
3	304	87	46	10	0	0	0	0	0	21	74	106	<b>648</b>
4	332	114	69	19	2	0	0	0	0	30	92	134	<b>792</b>
5	362	142	97	31	7	0	0	0	0	39	113	165	<b>954</b>
6	392	170	126	48	13	0	0	0	1	50	136	196	<b>1131</b>
7	423	198	156	68	21	0	0	0	2	64	162	227	<b>1321</b>
8	454	226	187	91	32	0	0	0	4	82	189	258	<b>1522</b>
9	485	254	218	114	47	2	0	0	6	102	217	289	<b>1733</b>
10	516	282	249	141	63	6	0	0	8	126	246	320	<b>1956</b>
11	547	310	280	170	82	12	0	0	12	153	276	351	<b>2191</b>
12	578	338	311	200	103	22	0	1	19	182	306	382	<b>2440</b>
13	609	366	342	230	124	37	1	3	34	211	336	413	<b>2705</b>
14	640	394	373	260	146	59	2	9	52	242	366	444	<b>2987</b>
15	671	422	404	290	169	83	3	19	75	273	396	475	<b>3280</b>
16	702	450	435	320	193	109	8	33	104	304	426	506	<b>3588</b>
17	733	478	466	350	218	136	15	49	133	335	456	537	<b>3906</b>
18	764	506	497	380	244	164	23	68	162	366	486	568	<b>4229</b>
19	795	534	528	410	271	192	36	87	192	397	516	599	<b>4558</b>
20	826	562	559	440	298	220	52	108	222	428	546	630	<b>4891</b>
21	857	590	590	470	325	250	70	132	252	459	576	661	<b>5232</b>

Kraadpäevad on arutatud päevaste keskmiste temperatuuride alusel.

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (10)

### Lisa 3. Tallinna 2015 aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

2015. aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa													
Tasakaalul	jaan.2015	veebr.2015	märts.2015	apr.2015	mai.2015	juuni.2015	juuli.2015	aug.2015	sept.2015	okt.2015	nov.2015	dets.2015	Aasta
1	74	38	7	0	0	0	0	0	0	1	4	27	150
2	96	53	15	1	0	0	0	0	0	3	7	36	211
3	122	79	31	5	0	0	0	0	0	6	12	47	302
4	152	106	52	13	0	0	0	0	0	13	21	61	418
5	182	134	77	26	0	0	0	0	0	24	35	78	556
6	213	162	104	42	1	0	0	0	0	39	53	98	711
7	244	190	133	64	4	0	0	0	0	58	75	123	892
8	275	218	164	90	11	0	0	0	0	81	101	151	1091
9	306	246	195	118	21	0	0	0	0	106	128	180	1300
10	337	274	226	147	34	0	0	0	1	132	156	211	1518
11	368	302	257	177	51	0	0	0	2	160	186	242	1746
12	399	330	288	207	74	3	0	0	7	189	216	273	1986
13	430	358	319	237	101	12	0	0	19	219	246	304	2244
14	461	386	350	267	130	29	2	1	38	249	276	335	2523
15	492	414	381	297	161	52	7	6	64	280	306	366	2825
16	523	442	412	327	192	77	22	18	92	311	336	397	3149
17	554	470	443	357	223	105	45	35	120	342	366	428	3489
18	585	498	474	387	254	135	71	56	150	373	396	459	3838
19	616	526	505	417	285	165	95	79	180	404	426	490	4189
20	647	554	536	447	316	195	126	107	210	435	456	521	4550
21	678	582	567	477	347	225	157	135	240	466	486	552	4913

Kraadpäevad on arvatud päevaste keskmiste temperatuuride alusel.

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (10)

#### Lisa 4. Tallinna 2016 aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

2016. aasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa													
Tasakaalul	jaan.2016	veebr.2016	märts.2016	apr.2016	mai.2016	juuni.2016	juuli.2016	aug.2016	sept.2016	okt.2016	nov.2016	dets.2016	Aasta
1	263	27	43	0	0	0	0	0	0	1	57	39	430
2	290	50	64	0	0	0	0	0	0	4	77	55	541
3	318	74	89	2	0	0	0	0	0	12	98	75	667
4	347	101	115	10	0	0	0	0	0	24	122	100	818
5	378	129	142	23	0	0	0	0	0	40	149	129	989
6	409	158	171	41	0	0	0	0	0	58	177	159	1173
7	440	187	200	61	0	0	0	0	0	78	206	189	1362
8	471	216	230	84	0	0	0	0	0	101	236	220	1559
9	502	245	261	111	1	1	0	0	0	127	266	251	1766
10	533	274	292	140	4	2	0	0	1	157	296	282	1982
11	564	303	323	170	13	4	0	0	5	187	326	313	2210
12	595	332	354	200	25	9	0	0	15	218	356	344	2449
13	626	361	385	230	40	16	0	0	29	249	386	375	2699
14	657	390	416	260	60	25	1	3	49	280	416	406	2965
15	688	419	447	290	83	36	3	11	72	311	446	437	3244
16	719	448	478	320	109	50	5	23	99	342	476	468	3538
17	750	477	509	350	136	67	11	43	128	373	506	499	3851
18	781	506	540	380	166	89	28	67	157	404	536	530	4187
19	812	535	571	410	196	115	55	96	187	435	566	561	4540
20	843	564	602	440	227	144	84	126	217	466	596	592	4903
21	874	593	633	470	258	174	114	157	247	497	626	623	5267
Kraadpäevad on arutatud päevaste keskmiste temperatuuride alusel.													

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (10)

### Lisa 5. Tallinna normaalaasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa

Normaalaasta kraadpäevad erinevatel tasakaalutemperatuuridel kuude kaupa													
Tasakaalutemp. t <sub>B</sub>	jaanuar	veebruar	märts	aprill	mai	juuni	juuli	august	september	oktoober	november	detsember	Aasta
1	158	167	84	11	0	0	0	0	0	6	46	120	592
2	185	192	106	19	0	0	0	0	0	10	61	144	717
3	214	218	133	31	1	0	0	0	0	15	79	171	862
4	244	245	161	47	2	0	0	0	0	23	99	200	1021
5	275	273	191	65	4	0	0	0	1	33	123	230	1195
6	306	301	222	86	8	0	0	0	2	46	148	260	1379
7	337	329	253	109	14	0	0	0	4	62	175	291	1574
8	368	358	283	133	23	0	0	0	8	81	204	322	1780
9	399	386	314	159	35	1	0	0	15	103	234	353	1999
10	430	414	345	186	50	2	0	0	25	129	263	384	2228
11	461	442	376	214	68	5	0	1	38	157	294	415	2471
12	492	471	407	242	89	11	0	2	55	186	324	446	2725
13	523	499	438	271	112	21	1	6	76	216	354	477	2994
14	554	527	469	300	137	35	4	12	100	247	384	508	3277
15	585	555	500	330	164	53	10	23	127	277	414	539	3577
16	616	584	531	360	192	73	22	38	154	308	444	570	3892
17	647	612	562	389	221	96	38	58	183	339	474	601	4220
18	678	640	593	419	251	122	58	82	213	370	504	632	4562
19	709	668	624	449	281	149	82	108	242	401	534	663	4910
20	740	697	655	479	312	177	108	135	272	432	564	694	5265
21	771	725	686	509	342	207	136	165	302	463	594	725	5625
Normaalaasta kraadpäevad on määratud kui 30 aastase perioodi (1975...2004) keskmised suurused antud geograafilisele punktile.													

Allikas: SA KredEx, kraadpäevad (10)



Deklareerin, et käesolev lõputöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli diplomi taotlemiseks ning selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi ega diplomit.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjanduslikest allikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

Autor: Evgenia Pimenova, 10. jaanuar 2018

Üliõpilaskood: BDRR143321

Töö vastab kehtivatele nõuetele.

Juhendaja: Martin Kõiv, 10. jaanuar 2018

Kaitsmisele lubatud: "....." ..... 2017  
kaitsmiskomisjoni esimees:

.....  
(nimi, allkiri)