

HOONETE ENERGIAAUDITITE JUHEND

Tallinn 2001

OPET EST  NIA

Eesti Energeetika Instituut / OPET Eesti

Soome Keskkonnaministeerium

Axovaatio Oy

AX **CONSULTING**
AXOVAATIO OY

Address: Kuokkamaantie 4

Postiaadress: P/k 428

33101 Tampere, Soome

Tel. + 358 3 2680 111

Faks + 358 3 2110 106

E-mail axcons@axcons.fi

EESSÕNA

Eesti ja Läti riigid kavatsevad rakendada hoonete energiaalast auditeerimist ja edendada audiitortegevust. Energiaauditid on hoonete energeetilise efektiivsuse uurimise ja parendamise üheks meetmeks. Siiani on Eestis ilmunud energiaauditite kohta väga vähe publikatsioone. Seetõttu on käesoleva juhendi eesmärgiks anda ülevaade energiaaudititest. Juhend ei ole mingil määral ametlik dokument energiaauditite korraldamise kohta. Selle eesmärgiks on arendada diskussioone energiaauditite teemal ja edendada energiaauditite alast tegevust.

Juhendi mahtu on püütud hoida suhteliselt väiksena nii, et selle kasutamine oleks hästi käepärane. Koostajate käsitlustiil on lihtne, et inimestel, kes antud valdkonda põhjalikult ei tunne, oleks seda kerge lugeda.

Soome poolt finantseeris juhendiprojekti Soome Keskkonnaministeerium, kust antud töö juhendaja oli pr Laila Hosia.

Hoonete energiaauditite juhendist on juba valminud läti keelne versioon. Läti poolt olid projektijuhiks Keskkonnakaitse- ja Regionaalse Arengu Ministeerium ning koostööpartneriteks juhendi toimetamisel prl Ilze Purina ning Andris Betlers Läti Riiklikust Projekteerimisagentuurist “VIDES Projekt”.

Käesoleva juhendiprojekti täitjaks Soome poolt on hr Teuvo Aro Soome konsultatsioonifirmast Axovaatio Oy/AX Consulting.

Juhend on eesti keelde tõlgitud ja tekst osaliselt Eesti oludele vastavaks kohandatud Eesti Energeetika Instituudis.

TÖLKETOIMETAJA EESSÕNA

Eesti energiasäästu sihtprogramm aastast 2000 ja selle rakendus- kava näevad ette hoonete energeetilise sertifitseerimise meetodika väljatöötamist ja hoonete sertifitseerimist, mis nõuavad energიაauditite massilist läbiviimist. Selle tegevuse toetamiseks pidas Eesti Energeetika Instituudi OPET Eesti töögrupp ots- tarbekaks tõlkida Soome Keskkonnaministeeriumi toetusel valminud Hoonete energიაauditite juhendi eesti keelde.

Käesolev trükis selgitab energიაauditite eesmärke, soovitatavat sisu ja mahtu ning võimaldab iga hoone jaoks määrata sobivad energiasäästumeetmed. Hoonete energიაauditite juhendis on too- dud rida näiteid energiasäästumeetmete ligikaudsete tasuvusaegade ja investeringute erimaksumuste kohta, mis juhendi tõlkimisel asendati sobivate Eesti näidetega.

Hoonete energიაauditite juhendi ettevalmistamisel peeti eelkõige silmas paljukorteriliste elamute tüüpilist olukorda ja korteriühis- tute vajadusi. Juhendi sisu peaks olema kergesti mõistetav ja aita- ma korraldada korteriühistute energiasäästualast tegevust. Kuigi dokumenti ei saa käsitleda ametliku juhendina, on esitatud mater- jalid täielikus kooskõlas Soomes ja teistes riikides kasutatavate energიაauditite ametlike juhendmaterjalidega ja peegeldavad selle tegevuse pikaajalisi kogemusi.

Tekstid tõlkis ja kohandas hr Karl Ingermann, väljaande toimetab hr Villu Vares.

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS	6
2. ENERGIAAUDITID JA ENERGIAAUDIITORID	8
2.1 MIKS ON OLULINE KORRALDADA ENERGIAAUDITEID?	8
2.2 NÕUDED HOONETE ENERGIAAUDIITORITELE	9
3. ENERGIAAUDITID HOONETES	12
3.1 ENERGIAAUDITITE PÕHJALIKKUS	12
3.2 ENERGIAAUDITITE MAHT JA TASEMED	13
3.3 ENERGIAAUDITITE SISU	15
3.3.1 Energiatarve ja energiatarbe näitavud	15
3.3.2 Tehnosüsteemide seisukorra ligikaudne hindamine ja tehnilise personali küsitlemine	18
3.3.3 Tehniline dokumentatsioon	20
3.3.4 Elanike (töötajate) küsitlemine	21
3.3.5 Mõõtmised	22
3.3.6 Soojusbilanss ja energiatarbe jagunemine	24
3.3.7 Energia hinnad	30
3.3.8 Säästupotentsiaal	32
3.3.9 Säästumeetmed ja ettepanekud säästu saavutamiseks	33
3.4 KAS AUDIITORTEGEVUS SÕLTUB HOONE TÜÜBIST?	44
4. ARUANDED ENERGIAAUDITITE KOHTA	45
5. ENERGIAAUDITE SÜSTEEMID JA MUDELID	47
5.1 MILLISED ON ENERGIAAUDITE SÜSTEEMID JA MUDELID?	47
5.2 SOOME	48
5.3 TAANI JA HOLLAND	49
LISA 1. HOONETE SOOJUVARUSTUS- JA JAHUTUSKOORMUSED NING ENERGIATARVE	52
LISA 2. KASULIKUD VIITED	61

1. SISSEJUHATUS

Energia ja energiaauditid

Energiaaudit on kogu maailmas laialdaselt kasutatav termin. Energiaauditi mõiste nagu ka paljude teiste terminite mõiste ei ole iga üksikisiku ja riigi jaoks täiesti samane. Energiaaudititeid subsideerivad paljude maade valitsused (ka Soome valitsus). Kui valitsused energiaaudititeid subsideerivad, siis võivad nad ka soovida auditite läbiviimist teatud kindlate reeglite või eeskirjade järgi, mis maade kaupa võivad mõnevõrra erineda. Näiteks Soomes on kasutusel kuus erinevat auditi mudelit. Auditeerimismudelite paljusus on suures osas tingitud soovist muuta auditite subsideerimise kohta otsuste tegemine ratsionaalsemaks. Energiaauditid hoonetes ja tööstusettevõttes peavad olema erineva suunitlusega. Kui nii koolis kui ka paberivabrikus kasutatakse ühte ja sama subsideerimisskeemi, on raske tagada ausat subsideerimispoliitikat. Kuid auditeerimise üldised põhimõtted jäävad mõlemal juhul siiski samaks. Tavaliselt saab hoonetes energiaauditi üheks osaks pidada tarbevee kasutamise uuringut ja selle säästupotentsiaali määramist. Käesolevas juhendis kasutatav termin “energiaaudit” või energia üldiselt hõlmab nii energiat, kütuseid, soojust ja elektrit kui ka vett.

Energiaauditi definitsioon

Kuigi energiaauditit võib läbi viia erinevate mudelite 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 auditeerimismudelitest ja võimalike inim- ja rahaliste ressursside olemasolust.

Hoonete energiaauditite juhendi eesmärk ja maht

Eesti on seadnud endale eesmärgiks edendada energiaauditite korraldamist. Energiaauditite korraldamise viisid ja vormid ei ole praeguseks veel täiesti selged. Reaalselt on Eestis olemas tungiv vajadus auditeerimise meetodika ja korra järele. Kelle jaoks on käesolev energiaalase auditeerimise juhend ette nähtud? Kuna Eesti Vabariigi Valitsuse võimalused energiaauditite subsideerida on piiratud, siis võiks käesoleva energiaauditite juhendi avaldamise eesmärgiks olla auditile meetodilise lähenemise selgitamine. Juhend kajastab põhimõtteid ja põhilisi lähenemisviise nii energiaauditite kui ka sellele, kuidas energiaauditit põhjalikkus mõjutab auditi protseduure ja meetodeid. Energiaauditite alased teadmised ühtekokku leiavad edasist rakendamist ka tulevikus, kui töötatakse välja detailsemad ja rangemad auditeerimise protseduurid.

Põhiline energiasäästu potentsiaal Eestis on hoonetes, mis on püstitatud endise Nõukogu Liidu ajal vastavalt nõukogude ehitustavadele, -normidele ja -protseduuridele. Lähitulevikus võiks väga suur hulk olemasolevaid elamuid olla põhiliseks energiaauditite objektiks Eestis.

Käesoleva juhendi Soome-poolne koostaja omab suurt kogemuste pagasit nõukogude ajal püstitatud hoonete energiamajanduse ja hoonete renoveerimisprojektide alal. Käesoleva juhendi koostamisel ongi silmas peetud nõukogude ajal püstitatud hooneid.

Käesoleva juhendi põhieesmärgiks on anda vastus küsimusele, mis on hoonete energiaaudit. Oleme püüdnud koostada juhendi selliselt, et ta oleks arusaadav nii klientidele (auditi tellijatele) kui ka audiitoritele. Loodame, et antud juhend arendab energiaauditite turgu ja auditi tellijad saavad teada, mida nad kavatsevad tellida ja osta ning energiaaudiitorid seda, mida nad müüvad. Juhend on koostatud silmas pidades hoonete energiaauditit, kuid see võib osutada kasulikuks ka tööstuses korraldatavate energiaauditite jaoks.

Energiaauditite mudelid

Alates esimesest energiakriisist 1973. a, on energeetikaprobleemid olnud “läänemaailma” põhiprobleemideks. Energiaauditite maht on tänu valitsuste heldele subsideerimispoliitikale märgatavalt kasvanud, eriti paari viimase aasta jooksul. Energiaauditite mudelid käsitlevad põhiliselt energiaauditite õiguslikku tagapõhja, nende finantseerimist, audiitorite väljaõpet, energiaaudiitorite haldusjuhtimist ning auditeerimise üldist korraldust ja ainult vähesel määral auditeerimise spetsiaalseid meetodeid ja protseduure. Selleks, et edendada auditeerimist ja anda täiendav impulss energiaauditeerimise alasteks diskussioonideks Lätis ja Eestis, on käesolevas juhendis lühidalt tutvustatud ka Taani, Soome ja Hollandi auditeerimismudeleid.

2. ENERGIAAUDITID JA ENERGIAAUDIITORID

2.1 Miks on oluline korraldada energiaauditeid?

Energiaauditit võib vaadelda osana hoone seisukorra uurimisest, mille eesmärgiks on kindlaks teha hoone energeetiline olukord. Olukorra uuringuna on energiaauditid kasulik vahend, mis aitab koostada hoone pikaajalist renoveerimise kava. Teised võimalused energiaauditite tulemuste kasutamiseks on:

- Auditeerimisaruande põhjal saab kergesti koostada hoone energiakvaliteedi teatist, hoone energiasertifikaati või omistada hoonele vastaval tasemel energiamärgistus. Need dokumendid on väärtuslikud hoone müümise korral.
- Energiaauditi tulemuseks on loetelu energiasäästumeetmetest ja abinõudest hoones energiasäästu saavutamiseks. Soovitatud energiasäästumeetmeid rakendades, võib hoone valdaja vähendada energiale ja muudele kuluartiklitele tehtavaid kulutusi.
- Energiaaudit võib olla eelduseks (eeliseks) hoone renoveerimiseks vajaliku laenu taotlemisel.

- Tulevikus muutub üha olulisemaks CO₂ emissiooni vähendamine. Energiaauditid võivad olla üheks abinõuks võimaluste leidmisel CO₂ emissiooni vähendamiseks.

Energiasäästumeetmed hoonetes ei ole energeetilises mõttes tingimata hästtasisuvad. Kui energiasäästumeetmeid saab käsitleda koos mõne teise parendamistööga hoones, siis seeläbi selle meetme tasuvus tõuseb. Näiteks välisseinte lisaisoleerimisel vähenevad soojuskadud (säästetakse soojust) ja lahenduvad ka külma- ja tõmbeprobleemid. Seinte täiendav isoleerimine nõuab ka seina uue kattekihi paigaldamist, seeläbi suureneb hoone potentsiaalne tööressurs. Soojuse sääst toob endaga kaasa mitmeid positiivseid tulemeid.

2.2 Nõuded hoonete energiaaudiitoritele

Millised on nõuded energiaaudiitoritele? Konstruktorid, konsultandid, töövõtjad ja materjalide ning seadmete tarnijad peavad oma valdkonnas kompetentsed olema. Ehituse projekterijad ja konsultandid tunnevad hoonete soojuskadude arvutusi ja teavad, kuidas korraldada seinte täiendavat isoleerimist. Kütte- ja ventilatsioonisüsteemide projekterijad peavad olema kursis kütte- ja ventilatsiooniseadmete ning heitsoojuse taaskasutusseadmete tehnilise taseme näitavudega. Elektrisüsteemide projekterijad peavad teadma näiteks erinevate lambitüüpide ökonoomsusnäitajaid jne. Enamus energiaaudiitorile vajalikke teadmisi moodustavad teatud osa siinloetletud valdkondades kogunenud teadmistest ja praktikast.

Energiaauditid pole väga rangelt seotud ainult ühega antud valdkondadest, nii oskuste, meetodite kui ka protseduuride osas, vaid kujutavad endast nimetatud valdkondade kogemuste ja oskuste kombinatsiooni. Energiaauditite analüüs näitab kätte teed ja võimalused, kuidas kokku võtta erinevate valdkondade teadmisi ja oskusi selleks, et analüüsida nii hoone energeetilist täiuslikkust kui ka selle parendamisvõimalusi.

Hoone põhjalik energიაudit peaks sisaldama torustike ja ehituskonstruksioonide ning kütte-, õhu konditsioneerimis-, elektri- ja automaatikasüsteemide ekspertiisi. Ka probleemidele inseneri seisukohalt lähenev arhitekt võib osutada väärtuslikuks isikuks energიაuditite korraldamisel. Nagu järeldub, on auditi käigus vaja korraldada kolm erinevat uuringut:

- torustike ning kütte-, ventilatsiooni- ja õhu konditsioneerimis-süsteemi uuring
- ehituskonstruksioonide uuring
- elektri/automaatikasüsteemi uuring.

Seega nõuab hea audit põhimõtteliselt kolme eksperdi osalemist. Siiski võib igapäevases elus ka üks kogenud ja motiveeritud isik energiatarbimise hindamisel rahuldada vajaduse ekspertiisi järele kolmes erinevas valdkonnas.

Insener, kes omab põhjalikke teadmisi kütte-, ventilatsiooni-, torustiku- ja õhu konditsioneerimise tehnoloogia kohta, võib peale vastavat täiendõpet omandada põhiteadmised ka hoonete ehitusfüüsika ja elektrivarustuse alal. Nii võib ta kindlaks teha võimaliku energiasäästutaseme valgustite asendamisel uutega või hoone välisseinte täiendaval isoleerimisel. Kui aga energiasäästupotentsiaali on vaja täpsemalt määrata, siis peab ta konsulteerima elektri- ja ehitusspetsialistidega.

Energiaauditeid on tasemete kaupa üksikasjalisemalt käsitletud ptk-s 3.3. Põhjalikuma energიაuditi korral peavad ka audiitori oskused olema laialdasemad. Joonisel 2.1 on antud ülevaade erinevate auditeerimistasemete vahelistest sõltuvustest ja energia-audiitoritele esitatavatest nõuetest.

TASE 1

KOGENUD ENERGIAAUDIITOR

TASE 2

KOGENUD ENERGIAAUDIITOR. KUI VAJA, KONSULTEERITAKSE SPETSIALISTIDEGA KÜTTE-, ÕHU KONDITSIONEERIMISE, ELEKTRI- JA AUTOMAATIKA-SÜSTEEMIDE NING TORUSTIKE JA E HITUSE ALALT

TASE 3

KOGENUD ENERGIAAUDIITOR KOOSTÖÖS SPETSIALISTIDEGA KÜTTE-, ÕHU KONDITSIONEERIMISE, ELEKTRI- JA AUTOMAATIKA-SÜSTEEMIDE NING E HITUSE ALALT

Joonis 2.1. Energiaauditite tasemed ja nõuded energiaaudititoritele. Tasemed vt ptk 3.1

Antud energiaauditite juhendi koostamise eesmärgiks ei olnud anda üksikasjalikku infot energiasäästu potentsiaali kohta vastavalt erinevatele ekspertiisimeetoditele, vaid näidata auditi komponente, üldiseid meetodeid ja protseduure ning aruannete koostamist. Nende sisu kujutab endast tavalist inseneritööd, mille kohta saab materjale raamatutest, aruannetest ja artiklitest. Neil, kes planeerivad jätkata oma tööd energiaaudiitoritena, on soovitatav tutvuda

juhendi vastava osaga üksikasjalisemalt, vt LISA 2. Kasulikud viited.

3. ENERGIAAUDITID HOONETES

3.1 Energiaauditite põhjalikkus

Sissejuhatuses defineeriti energiaauditit järgnevalt: “Energiaaudit on protseduur selgitamaks, kuidas kasutatakse energiat, millised on võimalikud meetmed energia säästmiseks ja kuidas saab energiat auditeeritaval objektil säästlikumalt kasutada”. Definiitsioonist võib järeldada, et energiaauditil on kaks osa: esiteks energiavoogude uuring käsitletaval objektil ja tema alamsüsteemides, nagu näiteks õhu konditsioneerimise- ja küttesüsteemid, ja teine osa, mis sisaldab soovitusi säästlikumaks energiakasutuseks. Nagu mis tahes tööd või uuringut, on ka energiaauditit võimalik läbi viia suurema või väiksema põhjalikkusega.

ENERGIAAUDITIKS VAJALIKU TÖÖ PÕHJALIKKUS SÕLTUB PALJUDEST TEGURITEST:

- Objekti tüüp: näiteks haiglate ja tööstushoonete energeetika-süsteemid on keerulisemad kui elamute energeetikasüsteemid. Kui võrrelda ühesuguse kubatuuriga haiglat ja elamut, siis samal tasemel ja sama põhjalikkusega korraldatav energiaaudit nõuab elamus oluliselt vähem tööd kui haiglas.
- Audiitori kogemused: kogenud ja hea teadmiste tasemega audiitor töötab ratsionaalsemalt ja efektiivsemalt ning võib kindlaks teha energiavood ja esitada ettepanekud energiasäästuks tunduvalt vähemate jõupingutustega kui seda suudab väiksemate kogemustega audiitor. Energiaaudit põhjalikkus võib mõlemal juhul olla siiski ühesugune.

- Energiaauditi maksumus: energiaauditi kvaliteet sõltub tööpäevade arvust, mida audiitor saab kasutada energiaauditi teostamiseks. Suurem tööpäevade arv tähendab energiaauditi suuremat maksumust ja alates teatud tööpäevade arvust energiaauditi kvaliteet enam oluliselt ei parane. Energiaauditit võib maksustada mitmel viisil. Auditi maksumus võiks olla teatud xx % energia- ja veemaksumusest auditeerimisobjektil. Energiaauditi maksumus võiks olla seotud ka auditeeritava hoone mahu ja tüübiga. Auditi maksumus võiks baseeruda ka audiitori pakkumisel.

3.2 Energiaauditite maht ja tasemed

Energiaauditite sisu ja eesmärgid võivad erineda sõltuvalt auditeerimisobjektist. Elamute auditeerimisel võivad energiaauditite sisu ja eesmärgid olla mõnevõrra teised kui tööstushoonetes. Energiaauditite põhjalikkust võivad piirata olemaolevad ressursid, ka hoone dokumentatsioon ja energiatarbimise statistika on tihti puudulikud.

Mis on energiaauditite põhisisuks? 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 investeringuteks. Auditeeritava hoone probleemide kohta saab väärtuslikku informatsiooni, küsitledes hoolduspersonali või elanikke (töötajaid). Kui küsitlustele lisanduvad õhu kvaliteedi mõõtmised, soojusliku mugavuse astme määramised ja valgustustaseme mõõtmised, siis on saadud auditeeritava hoone seisundi kohta hea ülevaade.

Hoone soojusbilans näitab, millised energiavood sisenevad hoonesse või tema allsüsteemidesse, nagu näiteks õhu konditsioneerid.

missüsteem, ja kuidas energia kaob (lahkub) köetavast hoonest. Kui auditeeritava hoone kohta on võimalik arvutada (koostada) usaldusväärset soojusbilanssi, siis saab usaldusväärselt arvutada ka energia- ja veesäästupotentsiaali ning koostada argumenteeritud ettepanekuid investeeringute kohta.

Energiaauditite sisu ja sügavust on detailsemalt käsitletud eelnevates peatükkides. Energiaauditite turu areng nõuab, et auditi tellija teaks, mida tellida ja osta ning energiaaudiitor, mida pakkuda ja müüa. Turu arengu stimuleerimiseks on soovitatav, et oleks mõningaid näiteid või ettepanekuid energiaauditite sisu kohta, mis võiksid olla aluseks diskussioonidele töö tellijate ja audiitorite vahel. Tabelis 3.1 on soovituslikult esitatud kolm võimalikku energiaauditite taset. Tase 1 on põhitase ja tase 3 on kõige põhjalikuma auditi tase. Kui Eesti Vabariigi Valitsus tulevikus subsidierib ja/või määratleb energiaauditeid, siis võivad need tasemed olla aluseks energiaauditite juhendite koostamisel ja auditite sisu määratlemisel.

AUDITEERIMISE TASEMETE KIRJELDUS

Tase 1

Tase 1 on energiaalase auditeerimise põhitase. See annab põhilise informatsiooni energia- ja veesäästu võimaluste kohta üsna ligikaudse uuringu järgi. Sellist auditit võib nimetada ka objekti “ülevaatamise” või “kohapeal käimise” auditiks.

Tase 2

Ettepanekud energia- ja veesäästuks on põhjalikult läbi töötatud ja põhinevad teatud mõõtmistel.

Tase 3

Energia- ja veetarvet on hoolikalt uuritud. Soovitatavad energia- ja veesäästumeetmed ning investeeringud on hästi ettevalmistatud, ettepanekud on valmis realiseerimiseks.

Tabel 1. Energiaauditite tasemed ja auditeerimistegevus erinevatel tasemetel

Energia auditi tase	AUDITEERIMISTEGEVUS									
	Energia tarve ja tarbe erinäitajad	Tehniliste süsteemide seisukorra igikaudne hindamine ja tehnilise personaliküsitlemine	Tehniline dokumentatsioon	Elanike (töötajate) küsitlemine	Mõõtmised: lihtsustatud tase	Mõõtmised: põhjalik tase	Soojusbilanss	Säästu potentsiaal	Ettepanekud investeeringuteks: juhendamine	Ettepanekud investeeringuteks: põhjalikult läbi töötatud
Tase 1	X *	X						X		
Tase 2	X *	X	X	X	X		X *	X	X	
Tase 3	X *	X	X	X		X	X *	X		X

* On võimalik juhul, kui hoonesse on paigaldatud energia- ja veearvestid.

3.3 Energiaauditite sisu

Tabelis 3.1 on antud auditeerimistegevuse põhikomponendid. Mis peaks olema nende komponentide sisuks ja mida peaks arvestama nende praktilisel rakendamisel?

3.3.1 Energiatarve ja selle näitarvud

Põhiliseks eelduseks hästipõhjustatud energiasäästumeetmete väljatöötamisel on usaldusväärsete energia- ja veetarbe mõõteriistade olemasolu. Mõõteriistade näidud aitavad kindlaks teha tarbitud energia- või veehulka teatud perioodi vältel, näiteks kuu või aasta jooksul. Kui objektile ei ole energia- ja/või veearvesteid, siis on esitatavad arvud energiasäästu potentsiaali kohta ainult oletatavad. Energiasäästumeetmete rakendamisel ei saa hooneomanik kindlaks teha tegelikku säästu määra, kui tal ei ole usaldusväärseid mõõtmisandmeid perioodi kohta enne säästumeetmete rakendamist.

Hoonete soojustarbe taseme iseloomustamiseks ja omavaheliseks võrdlemiseks on vaja kasutada soojustarbe erinäitajaid (näitarve). Tavaliselt kasutatakse järgnevaid erinäitajaid: aastane soojus-, elektri- ja veetarve hoone põrandapinna ruutmeetri või kuupmeetri ehitusliku mahu kohta ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ või $\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$ ja $\text{l}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ või $\text{l}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$). Veetarbe näitarvuna kasutatakse elamute korral kõige sagedamini tarbitud vee hulka liitrites inimese kohta ööpäevas ($\text{l}/\text{inim} \cdot \text{ööp}$). Selliseid tarbimise näitarve saab väga lihtsalt arvutada, kui hoones on energia- ja veearvestid ja nende näite regulaarselt fikseeritakse. Selline on normaalne hoonete kasutamispädev Põhjamaades.

TÜÜPILISED TARBIMISE NÄITARVUD

Soojus	$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$; $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$; $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$; $\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$
Elekter	$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$; $\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$
Kütus	kütteõlid: $\text{l}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ või $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$; $\text{l}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$ või $\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$; gaas: $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$; $\text{m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$
Tarbevesi	$\text{l}(\text{elan} \cdot \text{ööp})$; $\text{l}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$; $\text{l}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$

Nõukogude ajal paigaldati hoonetesse energia- ja veetarbe mõõtmiseks vähe usaldusväärseid mõõteriistu. Olukord mõõteriistade paigalduse osas Eesti elamumajanduses on peale taasiseseisvumist oluliselt paranenud. See on loonud elanikele motivatsiooni energiasäästumeetmete rakendamiseks. Eriti on kasvanud sooja tarbevee kokkuhoid. Hoonete kohta, kus on paigaldatud soojus- ja veearvestid, on võimalik välja selgitada põhjendatud energiasäästumeetmeid ja arvutada energiatarbimise näitarve. Kütuste tarbimisandmete saamiseks ei pea tingimata kulumõõtureid kasutama, kütusekulu arvestuse võib korralda teisiti, näit kütteõlide kulu määramiseks võib kasutada andmeid kütteõli nivoo

kohta paagis või raamatupidamise andmeid ostetud kütteõli koguste kohta.

Mõõteriistade näidud ja näitude lugemiseaeg peavad olema hoolikalt registreeritud. On vaja silmas pidada asjaolu, et mõõteriistade töös võib esineda rikkeid. Kui kaugküttevõrgu vee või hoone tarbevee kvaliteet on kehv, siis mõõteriistade tööressursiks võib olla ainult üks aasta, samas võib hea kvaliteediga vee korral mõõteriistade tööressurss ulatuda kuni viie aastani. Kui mõõteriistade näite on registreeritud pikema perioodi vältel, on kergem tähele panna mõõteriistade rikkeid.

Kuupmeetri või ruutmeetri kohta esitatavate näitavude korral peab olema selge, milliseid ruut- või kuupmeetreid kasutatakse. Näitavud on kasutatud, kui pole näidatud seda, kuidas ruutmeetrid või kuupmeetrid on arvatud. Vaadeldava hoone põrandapinna ruutmeetrid või ehituse kubatuur kuupmeetrites peab olema arvatud täpselt samal viisil, nagu on seda tehtud hoonetes, mille näitavudega antud hoone näitajaid võrreldakse. Kui võrreldakse veetarvet elaniku kohta, peavad andmed elanike tegeliku arvu kohta olema usaldusväärsed. Tuleb hoolikalt kindlaks teha, et elanike nimekirjas ei esineks nn “surnud hingi”.

Usaldusväärsed energiatarbimise näitavud on esimeseks indikaatoriks, mis toovad esile võimaliku energiasäästu potentsiaali. Kui soojus- ja veearvestid on paigaldatud paljudesse hoonetesse, saab arvutada ka statistilisi näitavde väljavalitud hoonetüüpide kohta. Soomes kogutakse nende esindusliku hoonetekogumi kohta energiatarbe näitavde teatud kindla intervalliga. Avalik-õiguslikud organisatsioonid ja ühingud, nagu näiteks kaugküttesettevõtted ja uurimisinstituudid avaldavad perioodilisel energia- ja veetarbe näitavde trükis¹.

¹ Tõlkija märkus. Eestis on andmete kogumist hoonete energia- ja veetarbe kohta alustanud Eesti Korterühistute Liit. Sama liit on algatanud ka tegevuse hoonete sertifitseerimise alustamiseks energiatarbe taseme järgi.

Juhul, kui seesugused üldised andmebaasid puuduvad, võib kogemustega audiitor vähehaaval koostada oma väikese andmebaasi. Võib soovitada, et energiaaudiitorid arvutaksid energia- ja vee- tarbe näitarve võimaluse korral igal auditeerimise juhul. See parendab audiitori arusaamist vee- ja energiatarbimise tasemest. Kui audiitoril on olemas oma andmebaas või kui ta auditeerib paljusid samalaadseid objekte, võib ta üsna varsti anda nõu energia- ja veesäästuvõimaluste kohta auditeeritavates hoonetes.

3.3.2 Tehnosüsteemide seisukorra ligikaudne hindamine ja tehnilise personali küsitlemine

Nõukogude ajal ehitatud hoonetes on mõned tüüpilised puudused, mida kogenud audiitor suudab otsekohe kätte näidata. Rõdude ja lodžade ukсед on tavaliselt halvasti isoleeritud ja pole õhutihedad (tuultpidavad). Hoonete lame- ja viilkatused on halvasti isoleeritud, otsaseinte soojuskaod on suured ja esimese korruse põrandaplaat (keldri kohal) on ilma isolatsioonita. Soojussõlmede ežektorregistid (elevaatorid) töötavad kadudega.² Vaadanud üle nõrgad kohad, võib audiitor sel viisil teada saada, milline on energiasäästu esmane potentsiaal.

Kui audiitor küsitleb hoone hoolduspersonali, hoonevaldajaid ja ka elanikke, võib ta saada olulist infot auditeeritava hoone ja puuduste kohta hoones. Siiski peaks audiitor suhtuma talle küsitluste

² Tõlkija märkus. Tüüpilisteks puudusteks nõukogude ajal ehitatud hoonetes on ka automaatika vähene kasutamine soojussõlmes, sellest tingituna võivad hooned kevad-sügisel kütteperioodil olla üle kõetud. Küttesüsteemid on suures osas tasakaalustamata, seetõttu võib osa kortereid olla ülekõetud, teised aga alakõetud. Enamikel juhtudel puudub ka temperatuuri reguleerimisvõimalus vahetult radiaatorite juures (radiaatorite termostaatventiilid). Sooja tarbevee torustik on tihti väljaehitatud ilma tagastustorustikuta või ei ole see töökorras ja sooja tarbevee ringluspump ei tööta.

käigus antud infosse kriitiliselt, kuna küsitletavad ei ole antud ala asjatundjad ja elanike arusaamad soojusliku mugavuse ja õhukvaliteedi kohta võivad olla väga erinevad.

**KÜSIMUSED HOONETE HOOLDUSPERSONALILE
VÕIKSID OLLA JÄRGMISED:**

Kas hoone katus mõnes kohas lekib?

Kas niiskus tekitab hoones probleeme?

Hoonekarbi üldise renoveerimise vajadused: õhulekked (külma õhu infiltratsioon) pehkinud aknaraami pilude kaudu, lekked betoonplaatide ühenduste vahelt, mitteküllaldase isolatsiooniga kohad jne.

Kas tarbevee-, heitvee- ja küttesüsteemides esineb lekkeid?

Kas ruumides on külmi ja tõmbetuulega kohti?

Kas ruumides on kütteperioodi vältel liialt palavaid kohti?

Kas on vajadust jahutamise järele?

Kas vee-, soojus- ja elektrivarustuse katkestusi esineb sageli?

Kas tarbe- ja heitveesüsteemid, kütte- ja õhukonditsioneerimissüsteemid, elektrisüsteemid vajavad kiirremonti, mida tuleks arvestada säästuettepanekute tegemisel?

3.3.3 Tehniline dokumentatsioon

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 teiste ehituskomponentide soojuslähikandegurite arvutamiseks (nn k- või U-arvud, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$). 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 suurus.

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

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. Eriti kehtib see nõukogude ajal püstitatud hoonete suhtes, mille tegelik konstruktsioon võib mõnevõrra erineda sellest, mis on näidatud tehnilises dokumentatsioonis.

3.3.4 Elanike (töötajate) küsitlemine

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. Tavaliselt on piisav, kui küsitletakse 10-20% elanikest (10-20% korteritest). Need küsitlused on soovitatav ühildada korterites tehtavate mõõtmistega.

ELANIKELE ESITATAVAD KÜSIMUSED VÕIKSID OLLA JÄRGMISED:

Kas hoones on külmi pindu?

Kas hoones on ruume, mis on külmad ja/või milles on tõmbetuult?

Kas Te olete rahul siseõhu kvaliteediga?

Kas sooja tarbevee või küttega varustamisel esineb sageli katkestusi?

Kas kraanidest või WC-des on veelekkeid?

3.3.5 Mõõtmised

Elanike ja töötajate arvamused soojusliku mugavuse ja õhukvaliteedi kohta on olulise tähtsusega. Siiski tuleks neid arvamusi toetada (või ümber lükata) vahetute mõõtmiste abil, kuna arvamused soojusliku mugavuse ja õhu kvaliteedi kohta on subjektiivsed ja võivad aja jooksul muutuda. Kui elanike enamuse arvamus on, et korterid on külmad ja mõõtmised näitavad, et temperatuur korterites on 18-20 °C, siis võib audiitor olla kindel, et õhu madal temperatuur kujutab endast vaadeldavas hoones reaalselt probleemi. Kui korterid on detailsemaks uuringuks (10-20% üldarvust) sobivalt valitud (vt punkt 3.4.4), siis neis tehtavad mõõtmised kirjeldavad olukorda piisavalt hästi kogu auditeeritava hoone ulatuses. Teist tüüpi hoonetes (näiteks koolimajad ja kontorihooned) peab audiitor detailsemaks uuringuks ruume valides kasutama muid põhimõtteid, kuid puudused või defektid võivad seal üldjuhul olla samad, mis elamutes. Ruumid hoone otsaseinte lähedal võivad olla liialt külmad, kuid hoone keskel ülekõetud.

Süsteematilised mõõtmised annavad üldise pildi soojusliku olukorra kohta vaadeldavas hoones. On mõistlik korraldada mõõtmisi ka nendes ruumides, mille elanikud näevad probleeme selles, et nende korterid ei ole veel võetud süsteematiliselt kontrollitavate ruumide nimekirja. Edukas energiaprojekt aitab säästa energiat ja parandada elanike olmetingimusi. Selle eesmärgi saavutamiseks on vaja välja selgitada hoones probleeme tekitavad osad (kohad). Eelistatavaks temperatuurivahemikuks elu- ja kontorihoonetes peetakse 21-24 °C. Tootmishoonetes, kus töötajad teevad füüsilist tööd, peetakse sobivaks temperatuuriks +15 °C.

HOONETES ENERGIAAUDITITE KORRALDAMISEKS VAJALIKUD MÕÕTERIISTAD

Põhiliste mõõteriistade loetelu (näide): õhutemperatuuri, -niiskuse ja -kiiruse mõõtjad, rõhumõõturid, õhuvoolu hulga mõõturid konditsioneerimisseadmete kontrollimiseks, pinnatemperatuuri mõõturid; luksmeetrid valgustuse mõõtmiseks, ampermeeter elektritugevuse mõõtmisteks

Näiteid keerukamate mõõteriistade kohta: CO₂-meetrid; ultraheli kulumõõturid, energiatarbe analüsaatorid elektrisüsteemide põhjalikuks analüüsiks, infrapunakaamera soojuslekete otsinguks

Õhu niiskusesisaldus annab infot selle kohta, kas ruumide ventilatsioon on piisav sõltuvalt sellest, kuidas elanike tegevus ruumides niiskust tekitab, pesuruumide kasutamisest jne. Vastavalt inimeste tervisekaitse nõuetele ja ka tehnilistele tingimustele peaks suhteline õhuniiskus talvisel ajal olema 30-70%. Kui see tase on kõrgem, võib oletada, et ventilatsioonitase pole piisav. Normaalses olukorras korterites, kui õhuniisutajaid ei kasutata, langeb suhteline õhuniiskus talvisel ajal alla 30%. Terve inimese jaoks see siiski probleeme ei tekita. Kui õhu niiskusesisaldus on üle 70%, süvenevad niiskuseprobleemid hoone välisseintes, eriti piirkondades, kus seinte soojusisolatsioon on puudulik. Seinakonstruktsioonid võivad kahjustuda ja märjad seinad on soodsaks pinnaseks hallituse tekkele, mis võib põhjustada olulisi tervisehäireid. CO₂ sisaldus ruumide siseõhus võib samuti ventilatsioonitaseme kohta infot anda. Mugavuse ja tervisekaitse tingimustest lähtudes ei tohiks CO₂ sisaldus õhus ületada 1500 ppm. Kahjuks on töökindlad ja usaldusväärsed mõõteriistad CO₂ sisalduse määramiseks õhus liiga kallid.

Hoonetes, kus kasutatakse sundventilatsiooni (mehaanilist ventilatsiooni), on otstarbekas mõõta õhu vooluhulki vähemalt peamistes ventilatsiooni- ja õhukonditsioneerimise seadmetes, kuid ka ruumi

ja atmosfääri suunatava õhu temperatuuri ja vooluhulga mõõtmine on vajalik.

Kontorihoonetes ja kergetööstuse tootmishoonetes kulub ruumide valgustamiseks küllalt palju elektrit. Energiasäästu taotlemine ei tähenda aga valgustustingimuste halvendamist. Sellistes hoonetes on otstarbekas mõõta valgustustugevust ja võrrelda mõõtmistulemust vaadeldavate tootmishoonete või kontorihoonete tüübi jaoks antud soovitustega (eeskirjadega, kui sellised on olemas). Kui pakutavad energiasäästumeetmed toovad endaga kaasa muutusi valgustuses, tuleb tagada selline tase, et see vastaks pärast meetmete rakendamist soovitustele või eeskirjadele. Mõõtmised soojusliku mugavuse parameetrite ja õhu vooluhulkade määramiseks konditsioneerimisseadmetes ja ka valgustustugevuse mõõtmised ei nõua keeruliste ja kallite mõõteseadmete kasutamist.

Seinte pinnatemperatuuri mõõtmised annavad informatsiooni soojuskadude kohta seintest. Kui auditeeritavas hoones ei ole elektriarvestit, tuleb ööpäevase või nädala elektrienergiatarbe registreerimiseks kasutada portatiivset elektritarbe analüsaatorit. Analüsaator annab ka infot tippkoormuse ja energiatarbe iseloomu kohta (reaktiivenergiatarve, $\cos \varphi$ jne). 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 teisaldatavat mõõteriista. Sellised mõõteriistad võivad olla liiga kallid ja nendega tohivad töötada ainult kvalifitseeritud töötajad.

3.3.6 Soojusbilanss ja energiatarbe jagunemine

Soojus- ja energiabilansid on kasulikuks abivahendiks selgitamaks seda, kuidas energiat kasutatakse. Soojusbilanss näitab hoonesse sisenevaid ja sealt väljuvaid soojushulki. Soojusbilansi koostamine on tõendiks selle kohta, et energia kasutamine toimub õigesti.

Sisenevad ja väljuvad (kasutatud) soojushulgad peavad olema võrdsed.

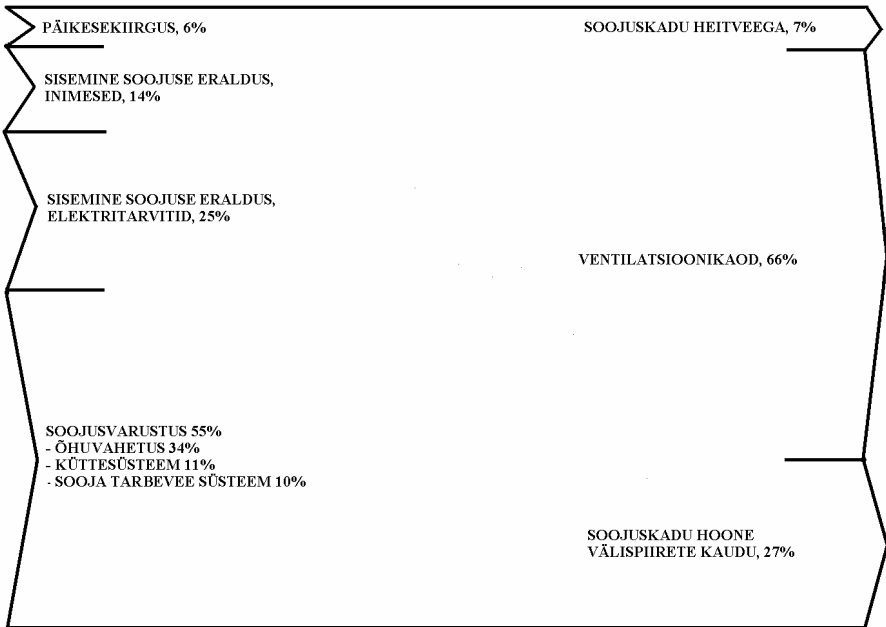
Põhiline osa hoonesse viidavast soojushulgast kulub küttele, õhu konditsioneerimisele ja sooja tarbevee ettevalmistamiseks. Soojusega varustamine võib toimuda kaugküttesüsteemi kaudu aga ka lokaalse katla abil või elektrienergia kasutamise arvel. Lisaks sellele, et hoonesse juhitakse teatud kindel hulk soojust, toimub hoonetes ka soojuse kontrollimatu eraldumine. Nii muundub soojuseks suur osa elektrienergiast, mida kasutatakse valgustuseks ja elektritarvitites (külmkapid, elektripliidid, kohvikeetjad jne). Ka inimesed, kes elavad või töötavad hoonetes, eraldavad soojust. Kevadeti ja sügiseti on päikesepaistelisel päeval päikese kiirguse näol köetavatesse hoonetesse akende kaudu sisenev soojushulk märkimisväärselt suur. Kui hoones on korralikult töötav küttaautomaatika, siis võimaldab see täiendav soojuse eraldumine vähendada köetavatesse ruumidesse küttesüsteemi kaudu edastatava soojuse hulka. Kui hoones ei ole korralikult töötavat soojuse reguleerimise automaatikat (see situatsioon on üsna tüüpiline vanades, renoveerimata küttesüsteemides), siis võib kevadeti ja sügiseti esineda ruumide ülekütmist ning energiaarved kasvavad liialt suureks.

Hoonest väljuvateks soojusvoogudeks on soojusvood (soojuskaod) akende, välisseinte ja hoonekarbi teiste elementide kaudu. Teatud hulk soojusest väljub hoonest ventilatsiooniõhuga ja õhulekete tõttu. Ka kanalisatsiooni suunatavad heitveed kannavad teatud soojushulga hoonest välja.

Soojusbilansi koostamisel võib kasutada valemeid ja protseduure, mis on antud lisa 1. 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 kaugküttevast eraldunud soojushulk. Ka

sooja tarbevee mõõturid ja elektriarvestid on vajalikud. Mõõteriistade näidud peavad olema registreeritud vähemalt aastase perioodi jooksul. Mõningatel juhtudel võib osutuda vajalikuks koostada soojusbilanss mõne kuu kohta. Sel juhul on muidugi vaja antud perioodi kohta registreeritud mõõteandmeid.

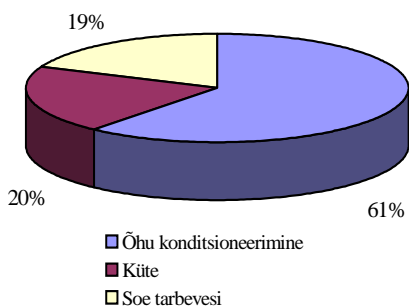
Mõningatel juhtudel võib soojusbilansi koostamine nõuda palju tööd ja arvutuste alusel on raske saada ligikaudselt kokkulangevaid sisenevaid ja väljuvaid (kasutatud) soojusvoogusid ning seetõttu tuleb bilansi koostamisel teha hulgaliselt lihtsustusi ja oletusi. Enamikul juhtudel on erinevused sisenevate ja väljuvate (kasutatud) energiavoogude vahel tingitud asjaolust, et energiasüsteemide aastane tööperiood erineb tööajast, mille kohta annab audiitorile informatsiooni hoolduspersonal siis, kui audiitor külastab auditeeritavat hoonet. Näiteks õhu konditsioneerimisseadmete tööaeg võib olla erinev juhul, kui eeldatakse, et nad on ööseks väljalülitatud, aga tegelikult võivad nad olla ka öösiti sisselülitatud, mis tähendab aga sisuliselt mitut kümnet täiendavat protsenti energiakulu. Hea energia-audiitor on vähem või rohkem juurdleja (detektiiv) ning kahtleb alati mõnevõrra, kas talle laekunud informatsioon on tõene või mitte.



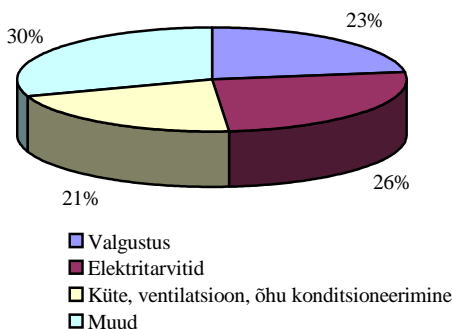
Joonis 3.1. Hoone soojusbilansi näide³

³ Tõlkija märkus. Esitatud arvulised andmed sobivad Soome hoonete jaoks. Eestis kasutatavates elamutes on hoonesse sisenevad ja sealt väljuvad soojusvood mõnevõrra teistsugused. Üldreeglina on Eesti elamutes ventilatsiooni osa tunduvalt väiksem, kui on näidatud joonisel 3.1; tihti on see isegi lubamatult väike. Enamikul juhtudest ei õnnestu Eesti elamutes hoonesse sisenevate energiavoogude arvutamisel anda eraldi kütte ja ventilatsiooni osa, kuna elamutes on ainult kontrollimatu loomulik ventilatsioon. Tavaliselt ei õnnestu Eesti elamute kohta sedavõrd põhjalikku bilanssi koostada.

Joonisel 3.2 on toodud näide hoonesse sisestatud soojuse ja elektri jagunemisest kasutusala järgi.⁴ Energiauditi koostamisel peaks olema vähemalt sellisel tasemel informatsiooni energiavoogude jagunemise kohta. Kõige parem võimalus energiavoogude illustreerimiseks on Sankey-diagramm, mille kohta on toodud näide joonisel 3.3. Nimetatud diagramm on väga informatiivne, kuna ta näitab ära ka energiavood hoone sees. Selle koostamine nõuab palju tööd ja on hoonete energiaauditite läbiviimisel väga harva vajalik.



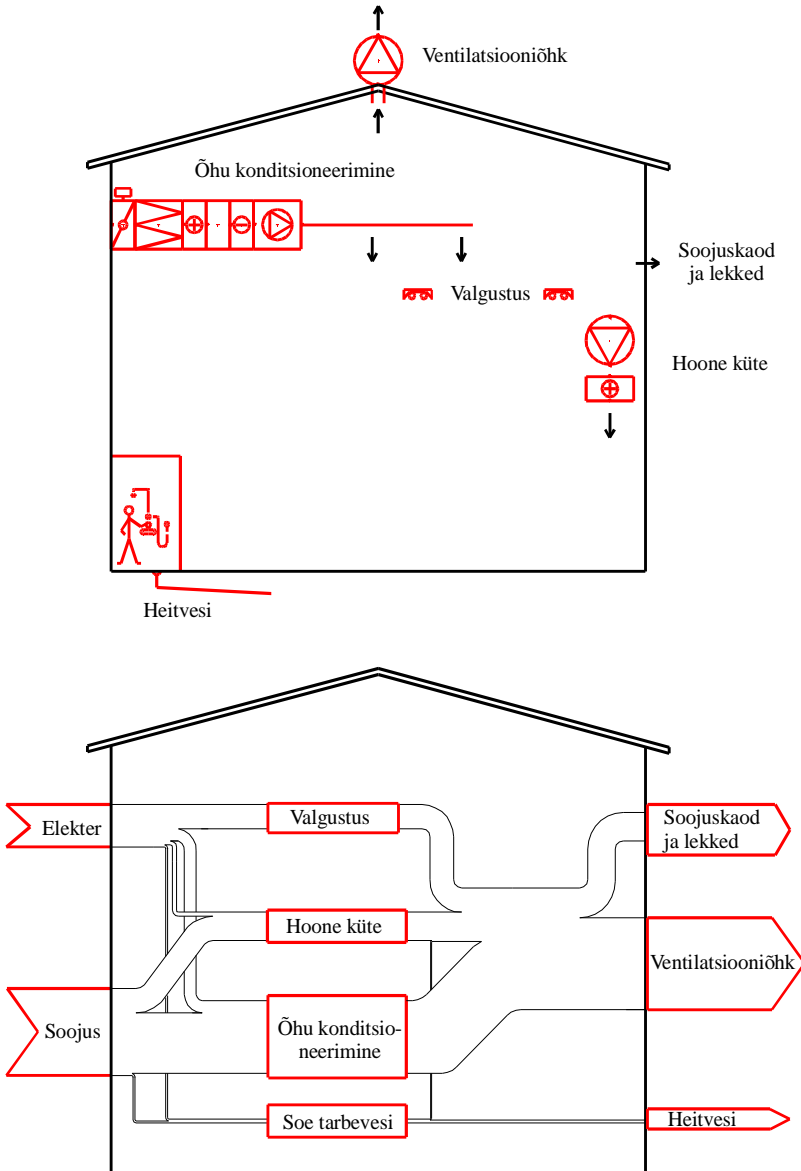
Soojustarbe jagunemine



Elektritarbe jagunemine

Joonis 3.2. Näide soojuse ja elektrienergia tarbe jaotumise kohta hoonetes

⁴ Tõlkija märkus. Esitatud arvulised andmed sobivad Soome hoonete jaoks. Eesti hoonetes on tarbitud elektri- ja soojushulkade jagunemine kasutusala järgi mõnevõrra teistsugune. Eriti vähe on Eestis uuritud elektrienergia tarbimise jagunemist kasutusala järgi.



Joonis 3.3. Näitlik hoone Sankey-diagramm

3.3.7 Energiahinnad

Füüsikalised suurused (energiahulk, väljendatuna kWh-des, kJ-des või CO₂ emissioon, väljendatuna tonnides) sobivad energiasäästumeetmete rakendamise tulemusena toimunud muutuste väljendamiseks. Kui aga tahetakse kindlaks teha energiasäästumeetme kasulikkust, siis tuleb füüsikalised suurused teisendada rahalisteks väärtusteks. Kütteõli- ja tahkete kütuste hinnad antakse füüsikaliste ühikute kohta, näit EEK/l, EEK/t jne. Ka kvaliteedinäitajate ja tarnetähtaegade kohta võib kehtestada mõningaid tingimusi. Eriti tähtsad on need biokütuste (puit ja turvas) puhul. Biokütused võivad sisaldada suurel hulgal niiskust, nende kütteväärtus võib olla erinev ja seetõttu pole nende kütuste tonnid otseselt võrreldavad. Väga olulised on ka kütuse transpordikulud, kuna nad võivad moodustada mitukümmend protsenti kütuse tarbijahinnast.

Kütuseid põletatakse kateldes. Põletamise ja energiatootmise efektiivsust hinnatakse katla kasuteguri järgi. Katla kasutegur, väljendatuna protsentides, näitab kui suur osa kütuses sisalduvast energiast muundatakse katlas kasulikuks energiaks, s.o soojuseks. Parimate kütteõli või gaasi põletavate katelde kasutegur on üle 90%. Mõningatel juhtudel võib katla kasutegur jääda ka alla 90%, näiteks tahketel kütustel töötavate katelde kasutegur on tavaliselt väiksem kui kütteõli- või gaasikatelde oma. Ka gaasi- või kütteõlikatelde kasutegur võib jääda üsna väikeseks, eriti juhul, kui katla paigaldatud võimsus ei vasta soojuse nõudlusele või kui katla põletid ei ole töökorras.

Katla aasta keskmine kasutegur on ilmselt väiksem kui hetk-kasutegur. Kasuteguri langus on suur, kui katel on tihti reservis või töötab väikese koormusega. Energia tegeliku hinna arvutustes tuleb kasutada katla keskmist kasutegurit, tegeliku hinna leidmiseks on vajalik jagada kütuse hind kJ või kWh kohta katla kasuteguriga. Energiahinna arvutamisel tuleb võtta arvesse ka kapitalikulud ja katlamaja hooldus- ja remondikulud.

Jaotusvõrgu kaudu transporditavatel energiakandjatel (maagaas, kaugküttevõrgu vesi ja elekter) on kindel hinnamoodustamise- ja -regulatsioonisüsteem. Tavaliselt peab võrguettevõttega lepingut sõlmiv uus klient tasuma liitumistasu, mis katab liitumiskulud. Tarbitud energia eest maksmine võib olla korraldatud mõõdetud energiatarbimise järgi. Ühiku hind, näiteks EEK/kWh või EEK/m³ kohta, lepatakse poolte vahel kokku. Täiuslikuma süsteemi korral on energia eest tasumisel olemas ka tasu püsikomponent, mis baseerub enam või vähem tippkoormusel, näit EEK/(kW·kuu), ja sel viisil moodustub nn kaheosaline tariif. Kaheosalise tariifi korral on tasu energia eest kahe komponendi summa: tasu tarbitud energia eest pluss püsitasu. Energiaühiku hinna saamiseks jagatakse see summa tarbitud energia hulgaga. Stabiilsema tarbimise korral tuleb tarbimise eest vähem maksta.

ENERGIAHIND, ARVESTATAVAD TEGURID

Transporditud kütused: kütuse kütteväärtus, katla (ja katlamaja) kasutegur, kütuse kvaliteet, kütuse transpordikulud, kapitalikulud, käitamiskulud, soojuse ja elektri omatarve katlamajas ja teised käitamiskulud lisaks energiale

Energia ülekanne (transport) torustikus: ühendustasu (abonenttasu), edastamistasu soojusühiku kohta (kütuse kütteväärtuse kohta), püsikulud, hooldus- ja käitamiskulud

Tarbevee tariif koosneb tavaliselt kahest komponendist. Ühe osa moodustab tasu puhta vee, teise kanalisatsiooni suunatava heitvee eest. Tasu arvestamisel kasutatakse tavaliselt kahe komponendi summat: vesi+heitvesi.

Audiitorid peavad teadma energia eest tasumise korda, vastasel juhul ei ole võimalik välja selgitada end äratasuvaid energiasäästumeetmeid ega kindlaks määrata nende rakendamiseks vajalikke

investeeringuid. Kui auditeeritaval objektil on olemas valikuvõimalus talle sobiva tariifi moodustamise variandi leidmiseks, peab audiitor kindlaks tegema, milline variant on kõige sobivam. Audiitor peab olema võimeline võrdlema erinevad soojuse ja elektriga varustamise allikaid.

3.3.8 Säästupotentsiaal

Kogenud audiitor võib küllaltki täpselt otsustada energiasäästu võimaluste kohta hoone seisukorra järgi. Nõukogude ajal ehitatud hoonetele on iseloomulik see, et märkimisväärsed võimalused energiasäästuks on olemas ja kogenud audiitor peaks neid teadma. Näiteks, asendades ežektoriga soojussõlme tänapäevase automatiiseeritud soojusvahetiga soojussõlmega, võib olenevalt algolukorrast säästa esialgse tarbimisega võrreldes 10-30% energiat. Asendades halvas seisukorras kahekordse klaasiga akna moodsa 3-kordse klaasiga aknaga, võib akende soojuskadu väheneda kuni 50%, mis omakorda tähendab energia kogutarbimise vähenemist ca 5% võrra. Üks kraad ülekütmist vastab ligikaudu 5%-le täiendavale energiakulule ruumide kütmiseks. Likvideerides ülekütmise, kui see on võimalik, saavutatakse ca 5%-line kütteenergia kokkuhoid.

Sellelaadseid “rusikareegleid” võib kasutada võimaliku energiasäästu esmahinnanguks, kuid alati on vaja pidada silmas ka seda, et “rusikareeglid” kehtivad ainult teatud piirides.

Audiitor peab hindama energiasäästu potentsiaali auditeeritava objekti kohta kogutud objektiivse info baasil. Lõpparuandes ei saa “rusikareeglite” kasutamist soovitada. Energiasäästu potentsiaal, investeeringud meetmete rakendamiseks ja energiasäästu ettepanekud peavad põhinema põhjalikul analüüsil. Näiteks, energiasääst jääb saavutamata ka tänapäevase automatiiseeritud soojusvahetiga soojussõlme paigaldamisel, kui enne seda on maja olnud alakütmise tõttu liialt külm. Säästupotentsiaal sisaldab andmeid

energiasäästu ja/või rahalise säästu kohta, kuid ei sisalda säästumeetmete rakendamise maksumust. Kui nende rakendamise netokulud on viidud vastavusse neto energiasäästuga, siis on säästumeetmete tasuvus võimalik välja arvutada.

3.3.9 Meetmed ja ettepanekud energiasäästu saavutamiseks

Säästuettepanekute sisu ja tüüp

Energiasäästu ettepanekud sisaldavad nii säästuvõimaluste loetelu kui ka nende rakendamise maksumust. Neil on sellisel kujul väärtust ainult juhul, kui otsustajad kavandavad projekti energia säästlikumaks kasutamiseks. Mitmed energiasäästumeetmed hoonetes ei ole energeetilisest seisukohast eriti tulutoovad. Kui neid meetmeid vaadeldakse aga koos hoone renoveerimisvajadustega, võivad mõnedki neist osutada üsna kasulikuks. Kui akende asendamisest saadavat energiasäästu vaadeldakse koos täiendava efektiga, mis tuleneb akende tööea pikenemisest ja soojusliku mugavuse paranemisest hoones, muutub see meede rohkem atraktiivseks. Paljudel juhtudel võivad need kaasnevad mõjud olla vaadeldava meetme rakendamise põhiliseks motiiviks. Energiaauditite aruandes tuleb ära märkida kõik kaasnevad efektid, nii positiivsed kui ka negatiivsed, ka siis kui neid ei ole täpsemalt uuritud.

Hoone energiaaudit ühildatakse mõningatel juhtudel hoone tehnilise seisukorra uurimisega. Hoone seisukorra uuring on põhjalikum kui energiaaudit. Tõdeme seda väljendamaks tõsiasja, et energia- ja veesäästuprojekte võib käsitleda osana hoonete renoveerimisprojektidest.

Säästuettepanekuid võib pidada “kergeteks”, kui investeeringu summad baseeruvad seadme ühikhindadel või ka teatud üldistatud erihindadel (näiteks täiendava isolatsioonikihi maksumus m^2 pinna kohta). Kui on näiteks teada, et vajalik investeeringu maksumus on xx EEK/kW ja maja otsaseina täiendav isoleerimine läheb maksma

yy EEK/m^2 , võib ligikaudselt välja arvutada ka investeeringu vajaduse konkreetse objekti jaoks. Maksumuse arvutamine sel moel on väga käepärane ja ei nõua palju aega, kui audiitoril on olemas hea ja usaldusväärne andmebaas meetmete rakendamise maksumuse kohta. Enamikul juhtudest on selline maksumuse arvutus, kui see on tehtud hoolikalt, piisav alus otsustajale investeerimise kohta otsuse tegemisel.

Säästuettepanekuid võib pidada “rasketeks”, kui need jõuavad välja projekteerijani. Säästuettepanekud võivad sisaldada eskiisjooniseid hoone konstruktsiooni muudatuste kohta välisseinte lisaisoleerimisel või jooniseid muudatuste kohta torusüsteemis, kui paigaldatakse uus soojussõlm ja tasakaalustatakse vee jaotussüsteemi. Sellist täpsustavat tööd on mõistlik teha, kui energeetilise efektiivsuse tõstmiseks on juba otsustatud investeerida ning selleks vajalikud ressursid on olemas. Sedalaadi eskiise on mõistlik koostada ka “kergete” säästuettepanekute korral, kui on näha, et mõne energiasäästu ettepaneku rakendamiseks vajaliku seadme jaoks napib paigaldamisruumi, näiteks kui õhu konditsioneerimisüsteemi soojuse tagastusseade vajab lisaruumi või kui mingil põhjusel on probleeme lisaisolatsiooni paigaldamisel hoone fassaadile.

Eskiiside tegemine on kasulik meetmete rakendamisevõimaluste kohta reaalse pildi saamiseks, mis “kärbib tiibu” ebareaalsetel ettepanekutel.

Energiasäästumeetmed võivad seisneda ka ainult teatud muudatuste soovitamises õhukonditsioneerimisseadmete häälestamisel või seadmete käitamisrežiimi muutmiseks, näiteks küttevee temperatuuriregulaatori häälestuse muutmiseks. Investeeringute seisukohast on teisest küljest vajalikud suuri investeeringuid nõudvad meetmed, nagu näiteks hoonekarbi täiendav isoleerimine ja soojuse tagastamise seadme paigaldamine mehaanilise ventilatsioonisüsteemi efektiivsuse tõstmiseks. Seega on energia- ja vee säästuks olemas kulukaid ja vähem kulukaid meetmeid.

ENERGIASÄÄSTUMEETMED JAOTATAKSE TAVALISELT KOLME KATEGOORIASSE:

- I: Meetmed, mis ei nõua investeeringuid. Näiteks soovitus alandada ruumide sisetemperatuuri ühe kraadi võrra või loputada nõusid korgiga suletud kraanikausis selle asemel, et seda teha lahtikeeratud kraaniga jooksva vee all.
- II: Väikeste investeeringutega rakendatavad meetmed. Näiteks uus kütte- või õhukonditsioneerimise reguleerimissüsteem või ka täiendav tarbevee torustiku parandamine, mis suurendab hoolduskulusid.
- III: Suuri investeeringuid nõudvad meetmed. Näiteks kogu küttesüsteemi asendamine või uue katla paigaldamine.

Investeeringute hindamine ja arvutused

Energiasäästumeetmeid töötatakse välja ja nende rakendamiseks tehakse investeeringuid tavaliselt majanduslike kaalutluste põhjal. Tulevikus võiks rohkem rõhutada ka teisi aspekte: peamiseks eesmärgiks investeerimisel energiasäästu projektidesse võiks olla mitte üksnes rahalise säästu saamine, vaid CO₂ emissiooni vähendamine. Kui energia- ja veesäästumeetmete rakendamise põhiliseks eesmärgiks on rahaline kokkuhoid, võib investeeringu tasuvuse arvutamiseks kasutada tavapäraseid meetodeid. Tavaliselt on mõistlik energia- ja veesäästumeetmete käsitlemisel jagada kulud järgmisteks komponentideks:

Kapitalikulu muutused

Hoonekarbi täiendav isoleerimine, sundventilatsiooniga hoone-tesse soojuse tagastusseadme või uue automatiseeritud soojussõl-me paigaldamine nõuavad investeringuid. Mõnikord on võimalik maha müüa need seadmed, mis asendatakse uutega või ka need, mida mingil põhjusel pole kasutatud. Selle tulu võib maha lahu-tada energiasäästumeetmete rakendamiseks ettenähtud investee-ri-ingu maksumusest. Saadud tuleml on investee-ri-ingu netomaksumus.

Energia- ja veekulude muutused

Energia- ja veekulude muutused tehakse kindlaks säästupotent-siaali arvutustel, lähtudes energia- ja veesäästu võimalustest. Mõningatel juhtudel võib ka nii olla, et soojuse kokkuhoiuga kaasneb elektritarbimise mõningane kasv. Soojuse tagastussead-mete paigaldamisel õhu konditsioneerimissüsteemi kasvab elektri-tarbimine, kuna ventilaatorid peavad tagama õhu kõrgema ülerõhu. Neto energiasäästu arvutamiseks tuleb kokkuhoitud soojushulga-st lahutada elektrienergia tarbimise kasv.

Muutused teistes kulutustes

Selle kategooria alla kuuluvad muutused hoolduskuludes, käibe-vahendites ja töötasudes. Kui näiteks hoone katusele on vaja pai-galdada täiendav isolatsiooni- ja uus lekkekindel vulkaniseeritud bituumenkiht, siis vähenevad hoolduskulud, kuna jääb ära vajadus igal aastal lekkekohti otsida ja lekkeid likvideerida. Uus õhu konditsioneerimissüsteemi jaoks ettenähtud soojuse tagastusseade võib suurendada kulutusi filtritele ja ka muid hoolduskulusid.

Kaasmõjud

Mõningaid energiasäästumeetmete rakendamisega kaasnevaid mõjusid on raske rahas väljendada, näiteks säästetakse hoonekarbi renoveerimisega soojust.

See suurendab hoone tööressurssi, parandab hoone välisilmet ja sisekliima muutub paremaks. Tegemist on muidugi väärtuslike kaasmõjudega, kuid mõnda neist on rahalistes ühikutes raske väljendada. Mõnel juhul võivad kaasmõjud olla investeerimise põhieesmärgiks. Võib ka nii öelda, et mõned renoveerimistööd toovad endaga kaasa energiatarbimise vähenemise antud hoones. Samas võib esineda ka negatiivseid mõjusid, mida on rahaliselt raske väljendada. Mõne kindla meetme rakendamisel tuleb ka neid arvesse võtta.

Esimeseks sammuks investeerimisvajaduste arvutamisel on informatsiooni kogumine projekti maksumuse ja eeldatava kasumi kohta, selleks et välja arvutada aastased rahavood. See arvutus näitab, kui palju kulutatakse ja teenitakse raha igal aastal kogu projekti jooksul. Kulutatud ja teenitud summade vahe annab meile puhassäästu. Kui aastane sääst jääb kogu projekti jooksul muutumatuks (või kasutatakse säästu keskmist väärtust), on investeeringu tasuvusaega võimalik arvutada kõige lihtsamal viisil: investeeringu maksumus (neto) jagatakse keskmise aastasäästuga. See on kõige lihtsam ja sageli kasutatav meetod investeeringute tasuvuse hindamiseks. Tabelis 3.2 on toodud mõned näited säästu-meetmete rakendamise ligikaudse tasuvusaja määramiseks.

Teisteks väga sageli kasutatavateks meetoditeks, mis iseloomustavad investeeringute tasuvust, on keskmise sisemise tasuvusläve, ajaldatud tulu netoväärtuse (NPV) ja sisemise tasuvusmäära (IRR) arvutamine.

Investeeringutega kaasneb risk. Enne investeerimist on otstarbekas teha tundlikkuse- ja riskiastme analüüs, seda eriti suurte ja ulatuslike investeeringute korral. Näiteks võimalikud muutused energia hinnas võivad olla üheks põhjuseks, miks investeeringute tasuvuse arvutamisel tekib ebatäpsusi. Ka inflatsioonitempo võib põhjustada ebakindlust ja suurendada riski. Arvestades käesoleva juhendi mahtu, pole võimalik sügavalt analüüsida investeeringute otstarbekust ja arvutusmeetodeid investeeringute tasuvuse kontrol-

limiseks. Need meetodid on rakendatavad mis tahes investee- ringute puhul ja nende kohta on avaldatud hulgaliselt raamatuid ja aruandeid.

Tabel 3.2. Näited energiasäästumeetmete rakendamise ligikaudse tasuvusaja ja investeeringu erimaksumuse kohta

<i>SÄÄSTUMEETMED</i>	<i>TASUVUS- AEG</i>	<i>INVESTEERINGU ERIMAKSUMUS***, EEK/m²</i>
Ežektoriga soojussõlme asenda- mine tänapäevase soojus- sõlmega	2-6 aastat*	30-40
Maja otsaseinte täiendav isoleerimine	Üle 10 aasta**	35-45
Küttesüsteemide tasakaalus- tamine ja uute tasakaalustus- ventiilide paigaldamine	3...4 aastat	12-16

* – tasuvusaeg sõltub sellest, mil määral oli hoone ülekõetud enne soojus- sõlme asendamist automatiseeritud soojussõlmega;

** – hoone tööressurssi suurenemine ja paranevad võimalused hoone küttesüs- teemi tasakaalustamiseks alandavad meetme tasuvusaega;

*** – ligikaudne investeeringu erimaksumus on antud korterite põrandapinna kohta.

Ülevaade meetmetest

Parema ülevaate saamiseks on otstarbekas esitada energia- ja veesäästumeetmed kindla vormi kohaselt. Auditi aruandes peab

olema märgitud, milliseid meetodeid kasutati energiasäästu ja investeeringute arvutamiseks. Samuti peavad olema selgelt välja toodud eeldatavad vee- ja energiahinnad. Peab selgitama ka seda, kuidas on arvutatud erinevat liiki kulud ja tulud. Vastav vorm võiks sisaldada järgnevaid andmeid:

- meetme kirjeldus;
- kapitali puhaskulud (rahalisel väljenduses);
- säästud nii füüsilistes ühikutes (energia- ja veesäästud) kui ka rahalisel väljenduses;
- meetme majanduslik tasuvus (tasuvusaeg);
- hinnang meetmele (eelistuse järjekord efektiivsete ja väheefektiivsete meetmete skaalal);
- meetme rakendamisega kaasnevad kaudsed mõjud, mida on otseselt raske väljendada nii energiasäästu kui ka rahalise säästuna, kuid mida tuleks arvestada meetme rakendamise otstarbekuse kohta otsuse tegemisel.

On otstarbekas viidata lisa antud joonistele ja mis tahes muule taustinfole.

Säästumeetmed võivad olla suunatud teatud elementidele või komponentidele hoonekarbis, kütte- ja õhu konditsioneerimissüsteemis, sooja tarbevee ettevalmistamise- ja jaotussüsteemis, kanalisatsioonisüsteemis või hoone elektrivarustuse ja –tarbimise süsteemis. Samu kategooriaid on otstarbekas kasutada ka siis, kui koostatakse energiasäästumeetmete loetelu. Tööstushoonete, haiglate ja teiste spetsiaalotstarbeliste hoonete korral võib olla tegemist ka täiendavate kategooriatega nagu näiteks aurusüsteemid, suruõhu süsteemid, puhta vee süsteemid jne. Teiselt poolt ei pea need spetsiaalsed süsteemid tingimata kuuluma hoonete energiaauditeerimise alla.

Aruandes võiks energia- ja veesäästu koondtabel olla järgmine:

Hoonekarbi energiasäästu parendamise meetmed

Meetmed	Kirjeldus	Kapitaalkulu (neto)	Energiasääst (neto)	Tasuvus	Meetmetasuvus, energiasäästust lähtudes	Märkused, viited lisadele
1. Otsaseinte lisaisoleerimine	Täiendav isolatsioonikiht 100 mm, keramiilistest plaatidest kattega	125 000 EEK	24 MWh/a e. 8900 EEK/a	Tasuvusaeg 14 aastat	Madal	Energiasääst saavutatakse osaliselt otsaseinte soojuskadude vähenemise tõttu, osaliselt aga seetõttu, et temperatuuride ühtlustamine köetavates ruumides võimaldab mõnevõrra alandada keskmist temperatuuritaset. Hoone tööressurss suureneb veelekete vähenemise arvel.
2. ...						
3. ...						

Kütte- ja õhu konditsioneerimissüsteemide efektiivsuse parandamise meetmed

Meetmed	Kirjeldus	Kapita-likulu (neto)	Energia-sääst (neto)	Tasu-vus	Meetme tasuvus, energiasäätust lähtudes	Märkused, viited lisadele
1. Uus soojussõlm	Ežektor-segistiga (ele-vaatoriga) soojussõlm asendatakse uue automa-tiseeritud soojus-sõlmega	185 000 EEK	100 MWh/a e. 37 000 EEK/a	Tasu-vus-aeg 5 aastat	Kõrge	Parendatud reguleerimine säästab soojust ja suurendab soojuslikku mugavust arvel.
2. ...						
3. ...						

Tarbe- ja heitvee energiasäästlikumat kasutamist võimaldavad meetmed

Meetmed	Kirjeldus	Kapita- likulu (neto)	Energia- sääst (neto)	Tasu- vus	Meetme tasu- vus, energia säästust lähtu- des	Märkused, viited lisadele
1. Rõhu reguleeri- misklapp	Rõhu regulee- rimisklapi paigaldamine hoone veevarustus- süsteemi sisenevale toitetorule. Torustiku osaline ümber- ehitamine	42 000 EEK	1200 m ³ vett aastas e. 18 000 EEK/a	Tasu- vusaeg 2,3 aastat	Kõrge	Tarbevee madalam ja stabiilne rõhk tagab väiksema vee kulu. Sääst nii vee- kui ka soojatarbe osas
2. ...						
3. ...						

Elektrisüsteemide efektiivsuse parendamise meetmed

Meetmed	Kirjeldus	Kapita-likulu (neto)	Energia-sääst (neto)	Tasu-vus	Meetme tasuvus, energiasäätust lähtudes	Märkused, viited lisadele
1. Välisvalgustuse reguleerimine	Taimer asendatakse automaallülitiga, mis lülitab toite sisse/välja vastavalt valgustuse muutusele ööpäevas	7200 EEK	12 MWh/a e. 9000 EEK/a	Tasuvusaeg 0,8 aastat	Kõrge	-
2. ...						
3. ...						

3.4 Kas audiitortegevus sõltub hoone tüübist?

Hoonetes kasutatakse soojust ruumide kütmiseks, õhu konditsioneerimiseks/ruumide ventileerimiseks ja sooja tarbevee ettevalmistamiseks. Sõltuvalt kasutatavast energia- (soojuse-) allikast, võib see toimuda mitmel erineval viisil. Kõiki küttenergiaallikad võib põhimõtteliselt kasutada erineva otstarbega hoonetes, s.o elamutes, kontori- ja tööstushoonetes. Sama põhimõtte kehtib ka erineva otstarbega hoonete varustamisel elektri ja veega.

Põhimõtteliselt on ükskõik, kas soojuse tagastussüsteem on kontori- või tööstushoones. Audiitoril tuleb mis tahes hoones soojuse-tagastuse põhimõtte rakendamisel lahendada samalaadseid ülesandeid. Audiitor peab otsustama, milline soojuse tagastussüsteem on antud ülesande lahendamiseks kõige sobivam – jäiga konstruktsiooniga soojusvaheti, pöörleva soojusvahetuspinnaga õhk-õhk soojusvaheti jne. Audiitor peab soojuse tagastussüsteemi erinevate alternatiivvariantide kohta tegema energiasäästu- ja tasuvusarvutused. Ta peab kontrollima ka seda, kas hoones on piisavalt ruumi soojuse tagastussüsteemi elementide paigaldamiseks. Selle põhjal leiab audiitor parima lahenduse ja teeb kindlaks, kas soojusetagastussüsteemi on otstarbekas paigaldada.

Audiitor peaks teadma ka seda, et nõukogude ajal püstitatud paneelmajadesse pole soojuse tagastussüsteemi majanduslikult otstarbekas paigaldada (või on seda raske teha), kuid kontori- ja tööstushoonetes võiks see olla enamõeldav. Nõukogude ajal püstitatud elamute auditeerimisel pole mõistlik kulutada liiga palju aega soojuse tagastussüsteemi ehitamisvõimaluste analüüsimiseks.

Audiitor peab oskama leida elu- ja kontorihoonetes üles nn “soojasillad” - need on kohad, kus isolatsioon võrreldes ülejäänud seinaga on halvem (puudulik). Kogenud audiitor peaks teadma, kus sellised kohad hoone välisseinas võiksid paikneda. Nõukogude ajal püstitatud eluhoonetel võivad need kohad sõltuvalt hoone tüübist olla erinevad.

Nagu eelpool selgitatud, võib erinevat tüüpi hoonete auditeerimisel energia- ja veesäästu võimaluste selgitamiseks leida hulgaliselt sarnaseid asjaolusid. Seetõttu ei ole põhimõttelist tähtsust, mis tüüpi on auditeeritav hoone. On muidugi ka erinevusi, nagu eelpool näidatud, kuid auditeerimise meetodid ja võtted on sisuliselt samad. Sõltuvalt hoone tüübist võib auditeerimise pearõhk olla suunatud erinevatele asjaoludele. Nii on tootmis- ja tööstushoonetes täiendav (kontrollimatu) soojuseeraldus köetavatesse ruumidesse tavaliselt suurem kui elamutes. Tootmis- ja tööstushoonetes on tavaliselt palju masinaid, mille nominaalne elektriline võimsus võib ületada 100 kW, kusjuures kontorihoonetes toimub täiendav soojuseeraldus köetavatesse ruumidesse ainult valgustuse, büroomasinat ja inimeste soojuseeralduse arvel. Inimeste veetarbimise harjumused on elamutes ja tööstushoonetes erinevad.

Kokkuvõtteks võib kinnitada, et energიაauditite meetodid ja aruannete koostamise praktika ei sõltu hoone tüübist, kuigi rõhuasetused võivad olla erinevad.

4. ENERGIAAUDITITE ARUANDED

Energiaauditi vältel tutvutakse hoonete tehnilise dokumentatsiooniga, kogutakse hulgaliselt informatsiooni auditeeritava objekti kohta, korraldatakse mõõtmisi ja küsitletakse inimesi. Milline osa sellest kõigest peaks olema kajastatud energiaauditi aruandes? Muidugi on kõige tähtsam hästi põhjendatud energiasäästumeetmete loetelu, kuid ka taustinfo ja paljud faktid, millel säästumeetmed põhinevad, on väärtuslikuks materjaliks, mis peaks kajastuma aruandes.

Aruande koostamise viis sõltub audiitorist. Hästi koostatud auditiaruanne on ka heaks reklaamiks audiitorile. Kui me tahame edendada audiitorteenust, siis ei ole mõistlik kehtestada väga rangeid nõudeid selle kohta, mida peaks sisaldama ja kuidas peaks välja nägema energiaauditi aruanne. Kui iga audiitor rakendab

aruande koostamisel temale omast tegutsemisviisi, võime olla kindlad, et energiaaudit kui teenuseliik areneb edasi. On oluline, et auditeerimisteenuse pakkumisel tekiks audiitorite vahel konkurents. Samas on siiski kasulik tuua välja mõned auditiaruande koostamiseks sobivad ideed. Allpool on antud ülevaade hea auditiaruande sisu kohta.

Sissejuhatus. Sissejuhatuses märgitakse, miks energiaaudit korraldati, kes olid vastava tööga seotud, millised olid auditeerimise põhilised eesmärgid jne.

Tehnilised dokumendid ning andmed energia- ja veetarbe kohta. Selles osas antakse ülevaade põhilisest tehnilisest dokumentatsioonist, mida audiitoril on olnud võimalik kasutada. Siin peavad olema esitatud andmed nii energia- ja veetarbimise mõõtmiste kui ka energia- ja veehindade kohta. Energia- ja veetarbe näitardid peaksid kajastama 3-5 viimast aastat. Samuti peavad dokumentides olema andmed hoone kubatuuri, ruutmeetrite, elanike arvu ja tarbimise erinäitajate kohta. Lõpuks tuleb erinäitajate põhjal teha järeldused.

Hoone kirjeldus. Hoone tarindite ja tehnosüsteemide lühikirjeldus, rõhuasetusega energeetilisele ja energiasäästu olukorrale. Esialgsed järeldused hoone tarindite ja tehnosüsteemide ehitusliku seisundi kohta.

Küsitluste ja mõõtmiste tulemused. Ülevaade selle kohta, kuidas korraldati hoolduspersonali ja elanike küsitlusi ning tehti vahetuid mõõtmisi. Selles esitatakse küsitluste ja mõõtmiste tulemused koos nende põhjal tehtud analüüsiga (järeldustega).

Energia- ja veesäästu ettepanekud. Selle osa sisu on kirjeldatud 3. ptk-s.

Üldised järeldused ja märkused. Selles osas peaks olema esitatud ülevaade põhilistest leidudest, tähelepanekutest ja soovist, mida tuleks rakendada esmajärjekorras ja näidata ära, kuidas meetmeid edaspidi rakendada.

Lisad. Selles osas võib esitada joonised (eskiisid), mõõtmiste aruanded, intervjuud, kommentaarid jne.

Aruande siinloetletud osade sisu sõltub suurel määral auditeerimise tasemest. Kui auditeerimist korraldatakse lihtsaimal tasemel (vt tabel 3.1), siis näiteks mõõtmisi ei tehta.

5. ENERGIAAUDITE SÜSTEEMID JA MUDELID

5.1 Millised on energიაauditite süsteemid ja mudelid?

Energiaauditite põhielemente ja -vahendeid käsitleti käesoleva juhendi eelmistes peatükkides. Eesmärgiks oli tutvustada lugejale energiaauditite käiku, alates andmete kogumisest ja analüüsist ning lõpetades aruande koostamisega. Samasugust terviklikku auditite korraldamise korda saab kasutada mis tahes majandusliku ja sotsiaalse keskkonna auditeerimiseks. Igas ühiskonnas on olemas temale eriomased eesmärgid ja põhjused energiaauditite edendamiseks. Minevikus oli energiaauditite põhieesmärgiks hoida kokku raha, kuid tänapäeval on pöhirõhk üha rohkem ja rohkem kliimamuutustel. Asjaolud ja olukord määravad selle, kuidas põhjalikku auditeerimistegevust rakendatakse.

Milliseid energiaauditite süsteeme ja mudeleid kasutatakse? Eestis nende süsteemide ja mudelite üle alles diskuteeritakse. Sellele diskussiooni edendamiseks tutvustame siinjuures Taani, Soome ja Hollandi kogemusi. On selge, et olukord Eestis erineb olukorrast nendes maades ja nende kogemus pole otseselt ülevõetav. Siiski on hinnatav nendes maades saadud kogemuste stimuleeriv toime.

Kolme maa spetsialistide auditeerimisalasel ühisseminaril viidati SAVE-projekti lõpparuandele. Neile, kes saavad aru inglisekeelsest tekstist, soovitame selle aruandega tutvuda, kuna ta sisaldab hulgaliselt informatsiooni Euroopas rakendatavate energiaauditite mudelite, süsteemide ja programmide kohta.

5.2 Soome

Soomes on olemas täiemahuline ametlik energiaauditite programm. Programmi realiseerimiseks on loodud vastavad juhtimisstruktuurid, kasutatakse 6 erinevat auditeerimise mudelit, auditeerimist nende mudelite järgi subsideeritakse. Programm sisaldab ka audiitorite väljaõpet, audiitorite tunnustamise (litsenseerimise) skeemi, auditeeritud objektide monitooringut, auditeerimise aruannete kvaliteedikontrolli ning auditeerimiskogemuse ja -tulemuste alase informatsiooni levitamise süsteemi. Soome Kaubandus- ja Tööstusministeerium (MTI) alustas seda programmi 1992. aastal. Programm on suunatud nii tööstusele kui ka hoonetele. Programmi läbiviijaks on Energia Informatsiooni-keskus MOTIVA, mis on asutatud 1993. aastal.

MOTIVA ülesandeks on töö auditeerimismetoodika arendamise juhtimise, väljaõppe korraldamise, monitooringu ning informatsiooni levitamise valdkonnas. MOTIVA tegutseb energia-valdkonnas ka muudel aladel, näiteks peab ta aitama kaasa Soome Valitsuse energiastrateegia arendamisele. Soomes on 15 piirkondlikku tööhõive- ja majandusliku arengu keskust. Need keskused abistavad MOTIVA-t, vastutades auditeerimistaotluste töötlemise ja auditeerimise subsiidiumite väljamaksmise eest, samuti ka auditeerimisaruannete esmase kontrolli eest.

Auditisubsiidium Soomes moodustab 40-50% auditi maksumusest, mis määratakse hoone kubatuuri järgi. Suuremale hoonele vastab ka kõrgem auditi kokkuleppehind. Auditeerimise hinnad on degressiivsed: hoonete suurema kubatuuri korral väheneb nii subsiidiumi määr kui ka auditeerimise maksumus hoone mahuühiku kohta.

Soome Kaubandus- ja Tööstusministeerium subsideerib kuue järgmise MOTIVA poolt väljatöötatud energiaauditi mudeli rakendamist:

Energia ülevaatus: väikesed kontori-, teenindus- ning tööstushooned.

Hoone energiaaudit: põhimudel kontori- ja teenindushoonete auditeerimiseks.

Energiaaudit tööstuses: lihtsustatud mudel audititeks tööstuses, kus tootmise energiavajadus on suhteliselt väike (kergetööstus).

Tööstusliku energiatarbe analüüs: keskmisel tasemel mudel audititeks tööstuses, kus tootmise energiavajadus on keskmisel tasemel.

Tootmisprotsessi energiaanalüüs: väga intensiivse energia- kasutusega tööstusliku tootmisprotsessi kaheastmeline auditeerimismudel.

Käikulaskmisjärgne energiaaudit: Auditeerimismudel uute ja renoveeritud kontori-, teenindus- ja tööstushoonete jaoks.

Nagu näha, ei kehti mitte kõik mudelid hoonete kohta, mõned neist on orienteeritud tööstusele.

Mis tahes auditeerimismudelid kasutatavad vahendid on põhimõtteliselt samad; neid on kirjeldatud käesoleva juhendi 2-4. ptk-s. Põhilised erinevused auditeerimismudelites seisnevad uuringu põhjalikkuses ja mahus.

5.3 Taani ja Holland

Taani energiaauditite süsteem on rohkem kohustuslik kui Hollandis. Hollandis on energiaauditite süsteem suures osas vabatahtlik, kuid korraldatud siiski rangel alusel.

1999. a aprillis kinnitas Taani Valitsus neljanda energiamajandust käsitleva tegevuskava. Taani energiamajanduse tegevuskava Energy-21 sisaldab mitmeid uusi algatusi selleks, et vastavalt riiklikule plaanile vähendada aastate jooksul kuni aastani 2005 CO₂ emissiooni. Taani energiapoliitika eesmärgid on:

- aidata kaasa jätkusuutlikule (säästlikule) arengule;
- tagada rahvusvaheliste nõuete täitmine;
- tagada ökonoomne majandamine, tööhõive ja konkurentsivõime;
- edendada taastuvate energiaallikate kasutamist;
- suurendada kõigi energiateenuste efektiivsust.

Taanis rakendatakse erinevaid auditeerimise viise. Energiaauditid toimuvad vastavalt hoone tüübile, kasutuslale, suurusele jne. Väga oluline on iga hoone oma pass. Taanis on kasutusel peamiselt kolm järgmist energiaauditi skeemi:

- väikeste hoonete energiamärgistamine (hooned, mille põrandate üldpindala on alla 1500 m²). Energiamärgistamine on vajalik hoone müümisel ja peab olema toimunud kolme müügile eelnenud aasta jooksul.
- suurte hoonete energiamärgistamine või energiatarbe juhtimine (hooned, mille põrandate üldpindala on üle 1500 m²). Selliste hoonete energiamärgistamist tuleb teha igal aastal.
- CO₂ heitmete audit tööstuses. Tootmissektoris on see sisuliselt vabatahtlik energiaaudit.

Energiaauditite süsteem Hollandis erineb täielikult eelpool kirjeldatud – suures osas põhineb see vabatahtlikkuse ideel ja auditeerimise stimuleerimiseks on väljatöötatud terve rida riiklike programme. Kirjeldame ühte neist programmidest üksikasjalikumalt allpool.

Hollandi valitsus on hiljuti astunud energiasäästulase tegevuse edendamiseks ja keskkonnapoliitika tõhustamiseks mitmeid samme. Näiteks on välja töötatud ja avaldatud “CO₂ emissiooni vähendamise plaan”, “Säästva ehitustegevuse kava” ja “Energia- poliitika kolmas Valge Raamat”, kusjuures paljud neis kavandatud

ideed on juba realiseeritud. Keskkonnaprobleemid on Hollandis erilise tähelepanu all.

EMA (Energia kokkuhoiu- ja keskkonnakonsultatsioonide programm) on programm, mille eesmärgiks on stimuleerida firmasid ja organisatsioone korraldama süstemaatilisi ja täielikke uuringuid energiasäästu ja keskkonnasaaste vähendamise alal. EMA on individuaalne energიაauditite programm, mis on ka baasprogrammiks kõige sagedamini kasutatavale energia auditeerimise mudelile, mida kasutatakse "Pikaajalise kokkuleppeprogrammi" (Long Term Agreement) raames. Peale selle vastavad EMA auditid valitsuse poolt esitatud kriteeriumidele, mille alusel väljastatakse saastelubasid keskkonnakaitseaduste alusel.

Iga väike ja keskmise suurusega ettevõtte võib taotleda EMA auditit korraldamiseks subsiidiumi vabatahtlikkuse alusel. Auditeerimise peab läbi viima firmaväline sõltumatu energianõustaja ja maksimaalne subsiidium moodustab 50% auditit maksumusest, kusjuures maksimaalne subsiidium on 15 000 kuldnat.

EMA programmi eesmärk on stimuleerida Hollandi väikeseid ja keskmise suurusega ettevõtteid ning kasumit mittetootvaid organisatsioone korraldama süstemaatilisi ja ulatuslikke uuringuid leidmaks võimalusi energiasäästuks ja keskkonnasaastamise vähendamiseks. 1994. aastal subsideeriti selle programmi kaudu üle 500 projekti. Programmis osalesid nii väike- kui ka suuretevõtted. EMA programm arenes 1998. a SENTER-projektiks eesmärgiga abistada aasta jooksul 600 ettevõtet ja kasumit mittetootvat organisatsiooni. Kuni 1999. aastani on sellest programmist saanud abi ühtekokku 200 ettevõtet ja asutust ning eesmärk abistada aasta jooksul 600 ettevõtet ja asutust näib reaalne olevat. Hollandis ei ole kindalt audiitorite väljaõppe- ja atesteerimismetoodikat. Siiski kogutakse mitteametlikult infot selle projektiga ühinevate uute konsultantide ja audiitorite kogemuste ja pädevuse kohta.

LISA 1. HOONETE KÜTTE- JA JAHUTUSKOORMUSED NING ENERGIATARVE

Põhimõtete ja -mõistete selgitamiseks lisame siinkohal lühikese ülevaate arvutustest. Kõik definitsioonid ja määratlused on antud väga üldsõnaliselt ja ette nähtud ainult asjade olemuse selgitamiseks.

SOOJUVARUSTUSKOORMUS

Üldjuhul võib hoonete soojusvarustuskoormuse arvutada järgmise valemi järgi:

$$N = (N_{s,j.kaod} + N_v + N_{v.inf.} + N_{soe\ vesi} - N_{s.erald.}) / \eta,$$

milles

N	– soojusvarustuskoormus	kW
$N_{s,j.kaod}$	– hoonekarbi soojusjuhtivuskaod	kW
N_v	– ventilatsiooni soojuskoormus	kW
$N_{v.inf.}$	– soojuskoormus infiltratsiooniõhu soojendamiseks	kW
$N_{soe\ vesi}$	– sooja tarbevee koormus	kW
$N_{s.erald.}$	– täiendav neto soojuseeraldus	kW
η	– soojusetootmise kasutegur	

Hoonekarbi soojusjuhtivuskaod:

$$N_{s,j.kaod} = \Sigma[U \cdot A \cdot (t_{sise} - t_{välis})],$$

milles

$N_{s,j.kaod}$	– hoonekarbi soojusjuhtivuskaod	kW
U	– hoonekarbi elemendi soojus läbikandetegur	W/(m ² · °C)
A	– hoonekarbi elemendi pindala	m ²
t_{sise}	– õhutemperatuur köetavates ruumides	°C
$t_{välis}$	– välisõhu või pinnasetemperatuur	°C

Ventilatsiooni soojuskoormus:

$$N_v = \rho \cdot c_p \cdot q_v \cdot (t_{sise} - t_{välis}) - N_{tagast.},$$

milles

N_v	– ventilatsiooni soojuskoormus	kW
ρ	– õhutihedus	kg/m ³
c_p	– õhu erisoojus	kJ/(kg · °C)
q_v	– ventilatsiooniõhu kulu	m ³ /s
t_{sise}	– ruumidesse suunatava õhu temperatuur	°C
$t_{välis}$	– välisõhu temperatuur	°C
$N_{tagast.}$	– ajaühikus ventilatsiooniõhust soojusetagastusseadme abil tagastatud soojushulk	kW

Soojuskoormus infiltratsiooniõhu soojendamiseks:

$$N_{v.inf.} = \rho \cdot c_p \cdot q_{v.inf.} \cdot (t_{sise} - t_{välis}),$$

milles

$N_{v.inf.}$	– soojuskoormus infiltratsiooniõhu soojendamiseks	kW
ρ	– õhutihedus	kg/m ³
c_p	– õhu erisoojus	kJ/(kg · °C)
$q_{v.inf.}$	– infiltratsiooniõhu kulu	m ³ /s
t_{sise}	– õhutemperatuur köetavates ruumides	°C
$t_{välis}$	– välisõhu temperatuur	°C

Sisemist soojuseeraldust köetavates hoonetes on vaja arvestada hoonete küttevajaduse arvutamisel sel määral, kuivõrd sisemine soojuseeraldus vähendab kütteenergia kulu.

Ventilatsiooniõhust soojusetagastusseadme abil tagastatud soojushulka $N_{tagast.}$ saab käsitleda kui osa sisemisest soojuseraldusest. Sisemine soojuseraldus köetavates ruumides moodustub soojushulkadest, mida eraldavad seadmed, valgustus, elektritarvitid ja inimesed. Defineerides sisemist neto soojuseeraldust, on vaja arvesse võtta ka hoone piirete kaudu hoonesse sisenevad soojushulgad.

Sisemist soojuseeraldust ruumides on vaja arvestada ka siis, kui hinnatakse hoonete jahutuskooormust.

Kontorihoonetes võib sisemine soojuseeraldus varieeruda järgnevatel piiridel:

- valgustus 10...20 W/m²
- inimesed 3...12 W/m²

Allpool toodud tabelis on näidatud mõõtmisandmed sisemise soojuseralduse kohta mõnes tööstusruumis⁵.

TÖÖSTUS, TOOTMINE	SISEMINE SOOJUS- ERALDUS, W/m²
Pagaritoodete valmistamine	80-200
Tekstiilitööstus, õmblustööstus	70-230
Mööbli tootmine	45
Trükkimine ja kirjastamine	40-120
Klaasi ja klaasitoodete tootmine (sulatusahjude osakond)	500-1000
Raudbetooni ja raudbetootoodete tootmine	20-40
Metalltoidete valmistamine, masinaehitus, aparaadiehitus	40-100

⁵ Andmed vastavad mõõtmistele Soomes. Analoogilised andmed Eesti tööstushoonete kohta puuduvad.

JAHUTUSKOORMUS

Hoonete jahutuskoormus tuleneb soojusvoogudest, mis vabanevad nii sisemistest kui ka välistest soojusallikatest (teguritest) ja/või kanduvad piirete kaudu ventileeritavate ruumide õhku.

Välised tegurid:

- Päikesekiirgus akende ja hoonekarbi teiste elementide kaudu
- Hoonesse sisenev soojusvoog tingituna hoonekarbi elementide soojusjuhtivusest, kui välisõhu temperatuur on kõrgem kui vajalik temperatuur jahutatavates ruumides
- Õhu infiltratsioon tuule ja temperatuuride vahe tõttu
- Ruumide ventilatsioon

Sisemised tegurid (sisemine soojuseraldus):

- Tootmisprotsessid, näiteks õmblemine, kuivatamine, küpsetamine jne.
- Elektrimootorid
- Seadmed
- Auru või kuumavee torustik, kuumavee paagid jne.
- Valgustus
- Inimesed

Ventilatsiooniõhu jahutuskoormus

Kui jahutamine on ühildatud ventilatsiooniga, võib ventilatsiooniõhu jahutuskoormuse (jahutussoojusvaheti võimsuse) välja arvutada järgmise valemi järgi:

$$N_{\text{jahut.}} = \rho \cdot q_v \cdot (h_{\text{välis}} - h_{\text{sise}}),$$

milles

$N_{\text{jahut.}}$	– ventilatsiooniõhu jahutuskoormus	kW
ρ	– õhutihedus	kg/m ³
q_v	– ventilatsiooniõhu kulu	m ³ /s
h_{sise}	– vajalik õhuentalpia köetavates ruumides	kJ/kg
$h_{\text{välis}}$	– välisõhu entalpia	kJ/kg

SOOJUSETARVE

Soojusvarustuseks vajalik soojushulk

Üldjuhul võib hoone soojusvarustuseks vajaliku soojushulga arvutada järgmise valemi abil:

$$Q = (Q_{\text{s.j.kaod}} + Q_v + Q_{\text{v inf.}} + Q_{\text{soe vesi}} - Q_{\text{s.erald.}}) / \eta,$$

milles

Q	– hoone soojusetarve	kWh
$Q_{\text{s.j.kaod}}$	– hoone soojusjuhtivuskaod	kWh
Q_v	– soojusetarve ventilatsiooniõhu soojendamiseks	kWh

$Q_{v \text{ inf.}}$	– soojusetaarve infiltreruua külma õhu soojendamiseks	kWh
$Q_{\text{soe vesi}}$	– soojusetaarve sooja tarbevee ettevalmistamiseks	kWh
$Q_{\text{s.erald.}}$	– summaarne (neto) sisemine energiaeraldus ruumides + päikesekiirgus köetavatesse ruumidesse	kWh
η	– energiatootmise (jaotamise) kasutegur	

Hoonekarbi soojusjuhtivuskaod:

$$Q_{\text{s.j.kaod}} = \Sigma[U \cdot A \cdot 24 \cdot S] / 1000 + q_s \cdot A,$$

milles

$Q_{\text{s.j.kaod}}$	– hoonekarbi soojusjuhtivuskaod	kWh
U	– hoonekarbi elemendi soojusläbikandetegur	W/(m ² · C)
A	– hoonekarbi elemendi pindala	m ²
24	– tegur kraadipäevade kraaditundideks (tundide arv ööpäevas) teisendamiseks	
S	– kütte-kraadipäevade arv	°C · ööp.
1000	– tegur Wh kWh-deks teisendamiseks	
q_s	– soojusvoo tihedus pinnasega kontaktel olevate hooneelementide kaudu	kWh/m ²

Soojusetarve ventilatsiooni tagamiseks:

$$Q_v = \rho \cdot c_p \cdot q_v \cdot t \cdot 24 \cdot S \cdot r \cdot t_n - Q_{\text{tagast.}}$$

milles

Q_v	– soojusetarve ventilatsiooni tagamiseks	kWh
ρ	– õhutihedus	kg/m ³
c_p	– õhu erisoojus	kJ/(kg · °C)
q_v	– ventilatsiooniõhu kulu	m ³ /s
t	– ventilatsiooni suhteline tööaeg ööpäevas	-
24	– tegur kraadipäevade arvu kraaditundideks (tundide arv ööpäevas) teisendamiseks	-
S	– kütte-kraadipäevade arv	°C · ööp.
r	– tegur, mis võtab arvesse ventilatsioonisüsteemide suhtelist tööaega ööpäevas	
t_n	– ventilatsiooni suhteline tööaeg nädalas	
$Q_{\text{tagast.}}$	– soojusetagastusseadmest saadud (regeneeritud) soojushulk	kWh

Soojusetarve infiltratsiooniõhu soojendamiseks:

$$Q_{v.\text{inf.}} = \rho \cdot c_p \cdot n_v \cdot V \cdot 24 \cdot S / 3600,$$

milles

$Q_{v.\text{inf.}}$	– soojusetarve infiltratsiooniõhu soojendamiseks	kWh
ρ	– õhutihedus	kg/m ³

c_p	– õhu erisoojus	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$
n_v	– infiltratsiooniõhu kulu, õhuvahetuste arv tunnis (m^3/h)/ m^3	või 1/h
V	– hoone köetav kubatuur	m^3
24	– tegur kraadipäevade arvu kraaditundideks (tundide arv ööpäevas) teisendamiseks	-
S	– kütte-kraadipäevade arv	$^\circ\text{C} \cdot \text{ööp.}$
3600	– ühikutest tulenev tegur (sekundite arv tunnis)	

JAHUTUSENERGIA TARVE

$$Q_{\text{jahut.}} = 24 \cdot \text{HKVT} \cdot \text{JKPA} / \text{STT}$$

milles

24	– tegur kraadipäevade arvu kraaditundideks (tundide arv ööpäevas) teisendamiseks	-
HKVT	– hoone kaovõimsuse tegur	$\text{W}/^\circ\text{C}$
JKPA	– jahutus-kraadipäevade arv	$^\circ\text{C} \cdot \text{ööp.}$
STT	– õhukonditsioneeride soojustootlikkuse tegur	-

LISA 2. KASULIKUD VIITED

Käesolevas lisas on antud loetelu eestikeelsete energiasäästu ja energiaauditeid käsitlevate materjalide kohta, samuti normdokumentide kohta, mis suuremal või vähemal määral haakuvad käsitletava teematikaga ja mida energiaaudiitor peaks auditeerimisel tundma. Lisatud on ka 2 viidet soomekeelsetele materjalidele ja MOTIVA internetiaadress.

1. Energiasäästu sihtprogramm, Tallinn 2000.
2. Energiasäästu käsiraamat. BIRCH & KROGBOE A/S - OÜ E-KONSULT. Tallinn 1997.
3. Sisekliima. Eesti projekteerimismid EPN 12.2 (Eelnõu) Eesti Ehitusteave ET-1 01110-0207-1(6). Tallinn, 1997.
4. Hoonete kütte projekteerimine. Eesti projekteerimismid EPN 18 (Eelnõu). Eesti Ehitusteave ET-1 0903-0240-1(1). Tallinn, 1998.
5. Hoone piirdetarindi soojajuhtivuse arvutusjuhise. Eesti projekteerimismid EPN 12.1 (eelnõu). Eesti Ehitusteave. ET-1 0404 - 0129- 1(12) Tallinn, 1996.
6. Tööruumide mikrokliima tervisekaitse normid ja -eeskirjad TKNE-5/1995. Riigi Teataja Lisa nr 13, 1996.
7. Soojusvarustuse kulude arvestamise ja jaotamise meetodika. Riigi Teataja Lisa nr 137, 24. september 1997.
8. Kinnistu veevärgi projekteerimismid. Eesti Ehitusteave EPN 18.2. (Eelnõu) ET-1 1003-0269-1(31). Tallinn, 1998.
9. Olli Seppänen, Matti Seppänen. Hoone sisekliima kujundamine. Tallinn. Kirjastus "Koolibri", 1998.
10. Paneelmajade renoveerimisest. AX Conculnting/Axovaatio oy ja ESP Engineering. Tallinn, 1995.

11. Soojussõlmed. Juhised ja eeskirjad. EJKÜ TS-1/1999.
12. Nõukogudeaegsete korrusmajade rekonstrueerimise andme-pank ja seisukorra väljaselgitamine. Soome ja Eesti Keskkonnaministeeriumid. TALLINNA TEHNIKA-ÜLIKOOL, AX SUUNITELU. Tallinn, 1999.
13. Kaido Hääl, Teuvo Aro, Jyri Jyrkkäranta, Arto Laaksonen. Eesti korruselamute soojuse ja vee tarbimine. Tallinn, 1999.
14. Energeetika planeerimine kohalikele omavalitsustele. Teine väljaanne. Euroopa Komisjoni DG1a/B2 ja Eesti Vabariigi Majandusministeeriumi tellimusel Phare Projekti “Investeeringute ettevalmistamise võimalused, regionaalne areng ja energeetika planeerimine raames” valminud aruanne.
15. Õpime energiainvesteeringute kogemustest. PHARE programmi töö. Haiglate-koolide renoveerimine; kaugkütte katlamajad; kohaliku kütuse kasutuselevõtt Eestis. AX Consulting/Axovaatio Oy. Detsember 1998.
16. Ülo Rooma. Realinvesteeringute efektiivsuse arvutamine. Loengukonspekt, TTÜ, Tallinn, 1997.
17. Märt Ots. Energeetika ja majandus. Chalmers University of Technology, Göteborg 1993.
18. Energiasäästu Infoleht. 1. 1998. Eesti Energeetika Instituut. Koostaja K. Ingermann
19. Energiasäästu Infoleht. Eesti Korterühistute Liit. Energiasäästuprojekt ühistutele ”100 maja 2000”.
20. Infoleht Nr 1. Energiasääst. Väljaandja Energia Infokeskus. Juuni, 1995.
21. Infoleht Nr 9-10. Energiaaudit EL maades. Euroopa Liidu Energiatehnoloogia Keskus Eestis. FEMOPET EESTI. Detsember 1999. Koostaja V. Keerov.

VIITED SOOMEKEELSETELE INFOALLIKATELE

1. Suomen Kauppa- ja teollisuusministerio, Energiaosasto. Viron Energiaprojekti: Öismäen talojen ja teollisuuskohteiden esisuunitelu, Loppuraportti 17.12.1993 Air-IX Oy.
2. Viron Talousministeriö. Suomen Kauppa- ja teollisuusministeriö, Energiaosasto. Suomen Ympäristöministeriö. Öismäe tee 5; Korjausrakendamisprojekti. Loppuraportti. 16.8.1995. AX-Consulting/Axovaatio Oy.
3. [http:// www. motiva.fi](http://www.motiva.fi)