

Taani Energiaamet
Eesti Vabariigi Majandus- ja
Kommunikatsiooniministeerium

Energiaaudit tööstuses

Juhised

2003
EnPro Inseneribüroo OÜ
Rambøll

Sisukord

Eessõna

Mõistete selgitusi

1	Energiajuhtimine tööstusettevõttes.....	9
1.1	Energiajuhtimise kujundamine ja selle korraldus	10
1.2	Energiajuhtimise alustamine	15
1.3	Energiatarbimise indikaatorid ja nende seire.....	16
1.4	Energiajuhtimise süsteem ja selle integreerimine keskkonnajuhtimisega ning üldise majandusanalüüsiga	17
2	Energiaauditeerimine	19
2.1	Energiaauditi mõiste.....	19
2.2	Vajadus energiaauditi läbiviimiseks ja selle võimalik efekt.....	20
2.3	Audiitori valik.....	22
2.4	Ettevõttes energiaauditiks tehtavad ettevalmistused.....	24
2.5	Põhilised takistused eduka auditi läbiviimiseks:.....	24
2.6	Tööstusettevõtte energiaauditi liigid.....	24
2.7	Energiaauditi kestus ja maksumus	26
2.8	Energiaauditi etapid	27
3	Auditi visiidi teostamine.....	28
4	Üksikasjalike andmete kogumine.....	31
5	Põhilised ettevõttes auditeeritavad valdkonnad.....	34
5.1	Energia tootmine ja soojuslikud protsessid	34
5.2	Tehasesüsteemid	36
5.3	Hoonesüsteemid.....	44
6	Kogutud andmete analüüs.....	48
6.1	Energiabilanss	48
6.2	Graafiline esitus.....	49
7	Energiakasutuse majanduslikud aspektid	53
7.1	Säästumeetmed ja tasuvusajad.....	53
7.2	Kütuste ja energia hinnad	54
8	Keskkonnamõju sõltuvus kasutatavate kütuste ja energia liigist	56
8.1	Ettevõtte energiakasutuse mõju keskkonnale.....	56
8.2	Energiakasutuse arengu suunamine saastamise vähendamiseks.....	57
9	Säästupotentsiaal ja vajalikud investeeringud.....	61

9.1	Säästupotentsiaal ja meetmete maksumus	61
9.2	Säästumeetmete tasuvus.....	62
9.3	Soojuse ja elektri koostootmise võimalused tööstuses ja selle efekt.....	63
10	Tööstuse energiaauditi aruanne	65
10.1	Ülevaade protsessidest ja toodangust (kokkuvõte).....	65
10.2	Ettevõtte kirjeldus.....	66
10.3	Energiatarbimise kaardistamine	67
10.4	Energiaefektiivsuse olukord	69
10.5	Energiasäästu potentsiaalid.....	69
10.6	Audiitori soovitused.....	69
11	Ettevõtte energiamajanduse auditi-järgne jälgimine, järelkontroll	70
11.1	Auditi aruande üleandmine	70
11.2	Ekspluatatsioonilised meetmed.....	70
11.3	Investeeringud ja edasised toimingud.....	70
11.4	Tegevusotsused ja meetmete juurutamine	70
12	Kasutatud kirjandus	72
13	Lisa 1 Kontrollnimestikud kasutamiseks ringkäigul.....	74
14	Lisa 2 Katla kasuteguri kaudne määramine	77

Tabelid

Tabel 1 Energiajuhtimise maatriks.....	11
Tabel 2 Energia ost ja müük ettevõttes	28
Tabel 3 Valgustite keskmine valgusvoog lm/W (koos ballastiga).....	47
Tabel 4 Kütuse tarbimine ettevõttes	48
Tabel 5 Elektritarbimine ettevõttes	49
Tabel 6 Kütuste, elektri ja soojuse keskmised käibemaksuta hinnad Eesti ettevõtluse tarbijagruppidele ja tööstusele, 2001	54
Tabel 7 Kasvuhoonegaaside emissioon Eestis, CO ₂ ekvivalendina, Gg	56
Tabel 8 Saastetasu määrad olulisemate saasteainete viimisel välisõhku, krooni/t	60
Tabel 9 Energiasäästuprojektid	66
Tabel 10 Valgustuse ülevaatus kontrollnimestik	74
Tabel 11 Kütte- ventilatsiooniseadmete ülevaatus kontrollnimestik.....	74
Tabel 12 Elektrimootorite ülevaatus kontrollnimestik.....	75
Tabel 13 Vee soojenduseseadmete ülevaatus kontrollnimestik.....	75
Tabel 14 Soojuse taaskasutuseseadmete kontrollnimestik	75
Tabel 15 Hoone ülevaatus kontrollnimestik.....	76
Tabel 16 Suitsugaaside O ₂ ja CO ₂ sisalduse ning liigõhuteguri optimaalsed väärtused	78

Joonised

Joonis 1 Energiajuhtimise ringprotsess.....	10
Joonis 2 Energiajuhtimise organisatsiooniline skeem	13
Joonis 3 Energia erikulu lihatööstuse ettevõtetes.....	16
Joonis 4 Ettevõtte elektriline koormus	40
Joonis 5 Kütuse ja elektri tarbimine.....	50
Joonis 6 Energia maksumus.....	50
Joonis 7 Kulude jaotus.....	51
Joonis 8 Energiakasutuse jaotus.....	51
Joonis 9 Sankey diagramm.....	52
Joonis 10 Kütustes sisalduva energia keskmine (käibemaksuta) hind Eesti ettevõtluse tarbijagruppidele ja tööstusele aastal 2001.....	55

Eessõna

Energia kokkuvõtte on jätkuvalt päevakorras nii rahvusvahelisel, riiklikul, kui ka ettevõtete ja üksikisikute tasandil, seda nii majanduslikel, keskkonnakaitselistel kui poliitilistel põhjustel. Eestis on energia kokkuvõtte üks riikliku energiastrateegia eesmärkidest, ning see paneb teatavad kohustused ka ettevõtetele. Eesti riik on loomas riiklikku energia kokkuvõtte reguleerivat ja juhtivat süsteemi.

Käesolevate Juhiste eesmärgiks on olla abivahendiks energiaauditite korraldamisel ja läbiviimisel ning energiamajanduse juhtimise sisseadmises tööstusettevõttes. Juhised on suunatud sihtrühmale, kes omab põhiteadmisi energeetikast, peab tegelema energijuhtimisega tööstusettevõttes või hoonete sertifitseerimisega elamusektoris. Juhised on kasulik käsiraamat ka inimestele, kes teevad otsuseid energiaprojektide valikul ja täideviimisel ettevõttes. Samuti saab Juhiseid kasutada energiaaudiitorite koolitamisel.

Juhised annavad ülevaate, kuidas korraldada ja arendada ettevõttes energiaauditeerimist kui olulist osa energijuhtimisest, aga ka selle seostest keskkonnajuhtimise süsteemiga ning teiste ettevõtte eesmärkidega ja suundadega energiakasutuses (töökindlus, nn. “roheline tööstus”, imidž marketing). Põhitähelepanu on pööratud energiaauditeerimise sisseadmisele ja läbiviimisele tööstusettevõttes, ettevõtte juhtkonna motiveerimisele, auditi aruande koostamisele ja sellele järgnevatele tegevustele.

Üksikasjalikuma informatsiooni saamiseks tehniliste küsimuste kohta siin käsitletud valdkondades konkreetse auditi teostamisel soovitame lugejal pöörduda vastavate spetsialistide või erialase kirjanduse poole.

Juhised koostas vastavalt Majandusministeeriumi ja Taani Energiaagentuuri vahelisele koostööprojektille “EU SAVE direktiivi 93/76 elluviimine ja rakendamine Eestis” EnPro Inseneribüroo OÜ koos Taani konsultatsioonifirmaga Rambøll. Ettevalmistamise käigus kasutasid autorid pikaajalist energiaauditeerimise kogemust omavate riikide vastavate auditeerimis- ja energiasäästuprogrammide nagu Motiva (Soome), Energy Star (USA), Best Practice Programme (Suurbritannia), Greening Industry (Norra) jt materjale ning muid allikaid.

Juhiseid retsenseeris Tallinna Tehnikaülikooli Soojustehnika Instituut.

Mõistete selgitusi

Andmeregistraator – datalogger - on elektrooniline riist mõõteandmete registreerimiseks (temperatuur suhteline niiskus, valgustugevus, sisse/välja lülitused, avatud/suletud olek, pinge, rõhk jne). Harilikult on andmeregistraatorid väikesed patareitoitega seadmed, millised on varustatud mikroprotsessori, mälu ja sensoriga. Enamik andmeregistraatoreid kasutavad registreerimise alustamiseks ja salvestatud andmete vaatamiseks personaalarvuti tarkvara.

Audiitor – isik, kes on volitatud auditi teostamiseks.

CP - Puhtam tootmine - Pidev integreeritud ennetava keskkonnastrateegia rakendamine tegevuste (tootmisprotsesside) ja toodete täiustamiseks, et vähendada nendest tulenevaid riske inimestele ja ümbritsevale keskkonnale, kasutada tooraineid ja energiat säästlikult, asendada ohtlikke aineid, vältida ja vähendada saastamist. Vähendab toote keskkonnamõju kogu selle elutsükli jooksul.

EE - Energy Efficiency - Energiaefektiivsus– Väiksema energiahulga kasutamine sama tulemuse saamiseks.

EM – Energy Management – Energiajuhtimine

EMAS- Environmental Management and Auditing System – Keskkonnajuhtimis- ja auditeerimissüsteem

EMS – Environmental Management System - Keskkonnajuhtimissüsteem on firma juhtimissüsteemi see osa, mille eesmärk on tagada keskkonnakaitsega arvestamine firma tegevusprotsessides

Energeetika – energiavarude kasutuselevõtmist, energia tootmist, muundamist, edastamist ja rakendamist hõlmav majandusharu.

Energia (kr. *energeia* – tegevus) on võime teha tööd.

Energiaaudit - süstemaatiline protseduur, mis

- annab adekvaatse arusaamise olemasolevast energiakasutusest objektil;
- määratleb faktorid, millised mõjutavad energiatarbimist;
- määratleb ja järjestab tasuvad energiasäästuvõimalused.

Energiajuht – ettevõtte energiaprogrammi koordinaator.

Energiajuhtimine- osa ettevõtte juhtimisprotsessist, millega kontrollitakse aktiivselt energiakasutuse tingimusi, tagamaks, et ettevõttes kasutatakse energiat kõige efektiivsemal ja keskkonnale ohutumal viisil.

Energiajuhtimise süsteem - firma juhtimissüsteemi see osa, mille eesmärk on tagada energia efektiivne ja säästlik kasutamine.

Energiamärgistus – iseloomustab hoone või seadme energiatarbimist normaalses ekspluatatsioonis ja võimaldab tarbijal hinnata energiakasutuse efektiivsust.

Elektriliste majapidamismasinade energiamärgil toodud informatsioon võimaldab kergesti võrrelda erinevate mudelite energiaefektiivsust. Energia tarbimise number

energiamärgil näitab, kui palju energiat tarvitab seade aastas normaalsetes tingimustes ja võimaldab välja arvutada seadme jooksvaid kulusid. Tähtede arv märgil võimaldab kiiresti hinnata sarnaste mudelite energiaefektiivsust.

Majade energiamärgistus on viis võrrelda erinevate majade energiakasutust, eeldades samas küllalt põhjalikku energiavarustuse, -kasutuse ja -kadude uuringut.

Energiapoliitika - deklareerib riigi/ettevõtte/organisatsiooni tahet ja põhimõtteid oma energiategevuse tulemuslikkust alal hoida ja edaspidi parandada. Poliitika kujundab, aluse millele organisatsioon rajab oma eesmärgid ja ülesanded.

Energiaseire – energiamajanduse olukorra ja seda mõjutavate tegurite järjepidev jälgimine, mille põhieesmärk on prognoosida energiaefektiivsust ja saada lähteandmeid programmidele, planeeringutele ja arengukavadele.

Energiatarbimise kaardistamine - energiatarbivate seadmete loendamine ning nende töötundide ja koormuste kindlakstegemine, on ka sissejuhatuseks auditile.

Energiatarbimise indikaator - energia, kütuse või vee erikulu toodanguühiku või hoone ruumala/pindala kohta;

ESCO – Energy Services Company – energiateenindusettevõte. Ettevõtte, mis tegeleb kliendi energiavarustuse kulude vähendamisega, saades lepingu alusel osa saavutatud kokkuhoiu maksumusest.

IPPC direktiiv (96/61/EC) - Integrated Pollution Prevention and Control - Saastuse komplekse vältimine ja kontrolli direktiiv. Sellel põhineb uus keskkonnanakomplekslubade süsteem

IRR - Internal Rate of Return – sisemine tasuvuslävi, tasuvusnorm, mille puhul investeringust saadavasummaarse tulu diskonteeritud väärtus võrdub investeringu algmaksumusega. Kasutatakse projektide valikukriteeriumina: määr, millest alates ettenähtud arvestuslik kapitali rentaablusmäär (%) projektis ennast majanduslikult õigustab. Võrdub diskontomääraga, mille puhul sisendvoogude ajaldatud väärtus võrdub väljundvoogude ajaldatud väärtusega.

Keskkonnaaudit – tegutseva ettevõtluse keskkonnavalase juhtimise ja tegevuse vastavuse hindamine keskkonnakaitse nõuetele, heale keskkonnapraktikale ja säästva arengu põhiseisukohtadele; (vt. Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnaauditeerimise seadus (RT i 2000, 54, 348)).

Keskkonnajuhtimine - osa ettevõtte juhtimissüsteemist, mis aitab ettevõttel pidevalt täiustuda ja parandada organisatsiooni keskkonnavalast ning majanduslikku tegevust ning vähendada keskkonna, töötervishoiu ja tööohutusega seotud riske ja kulusid. See on protsess, mis aitab hallata ja suunata teenuste, toodete ning muude tegevusvaldkondadega seotud keskkonnaküsimusi vastavalt ettevõtte enda poolt valitud eesmärkidele ja arengusuundadele. See on osa ettevõtte igapäevasest juhtimistööst.

Keskkonnajuhtimissüsteem on firma juhtimissüsteemi see osa, mille eesmärk on tagada keskkonnakaitsega arvestamine firma tegevusprotsessides. Ükskõik millise firma või organisatsiooni toimimiseks peab seda juhtima ning on vaja kindlaid reeglid, kuidas firmas tegutsetakse, et toodang oleks kvaliteetne, kulud kontrolli all, keskkond korras jne. Need reeglid ja korrad moodustavad juhtimissüsteemi, mis on vajalik selleks, et organisatsioon tegutseks keskkonnasõbralikult.

LCA – Life Cycle Analysis - Elutsükli analüüs on vahend (meetod), mille abil on võimalik välja selgitada ja analüüsida tootest tulenevat keskkonnamõju kogu selle “elutsükli” jooksul- Hinnatakse tootega kaasaarvatud toorainete kaevandamisega, energia-, toormekasutusega, transpordiga ja hilisema kasutusega (ka jäätmed) seotud keskkonnamõjusid.

NPV – Net Present Value – ajaldatud puhasmaksumus, tulevikuväärtus, mis on diskonteerimise teel tinglikult tagasi nihutatud olevikku. Tulu, mille arvestamisel põhineb investeerimisprojektide hindamismeetod.

NACE - Classification of Economic Activities in the European Community – EL majandustegevuse klassifikatsioon, millele Eestis vastab EMTAK – Eesti majanduse tegevusalade klassifikaator.

Parim võimalik tehnika – Best Available Technique - **BAT** - On pidev integreeritud ennetava keskkonnastrateegia rakendamine tegevuste (tootmisprotsesside) ja toodete täiustamiseks, et vähendada nendest tulenevaid riske inimestele ja ümbritsevale keskkonnale, kasutada tooraineid ja energiat säästlikult, asendada ohtlikke aineid, vältida ja vähendada saastamist. Vähendab toote keskkonnamõju kogu selle elutsükli jooksul.

1 Energiajuhtimine tööstusettevõttes

Energiavarustuse olemasolu on igasuguse tootmise üks vältimatuid eeltingimusi. Energiavarustuse kindlus, kvaliteet, ohutus, efektiivsus ja kaasnevad mõjud peavad seega olema pidevalt juhtkonna vaateväljas, et tagada ettevõtte normaalne funktsioneerimine.

Energia tootmise ja kasutamisega kaasnevad heitmed atmosfääri ja biosfääri. Tööstussektoris võivad need heitmed tekkida kütuste põletamisel soojuse või elektri tootmiseks kui ka nende otsesel kasutamisel tootmisprotsessis. Mõlemal juhul on enamasti olemas märkimisväärne potentsiaal energiasäästuks ja emissioonide vähendamiseks keskkonda. Seetõttu on “efektiivne energiakasutus” lülitatud üldprintsipiina EL Nõukogu Saastuse kompleksse vältimise ja kontrolli direktiivi 96/61/EC (IPPC).

Energiasäästu Sihtprogrammis (heaks- kiidetud Vabariigi Valitsuse istungi protokolliga nr 1 (4. jaanuaril 2000)) esitatud andmete põhjal kuulub Eesti kõrge energiatarbimise intensiivsusega riikide hulka, mille primaarenergia vajadus sisemajanduse koguprodukti ühiku kohta (PEV/SKP) on tunduvalt kõrgem kui arenenud tööstusriikides. Seega on tegemist energia kokkuhoiu suure potentsiaaliga.

Energia tarbimine tööstuses moodustas 2000. aastal 27.7% kogu energia lõpptarbimisest Eestis, kusjuures energiasäästu potentsiaaliks on hinnatud 20 – 30%. Üheks tunnustatud abivahendiks selle potentsiaali realiseerimiseks on energiaauditite läbiviimine tööstuses.

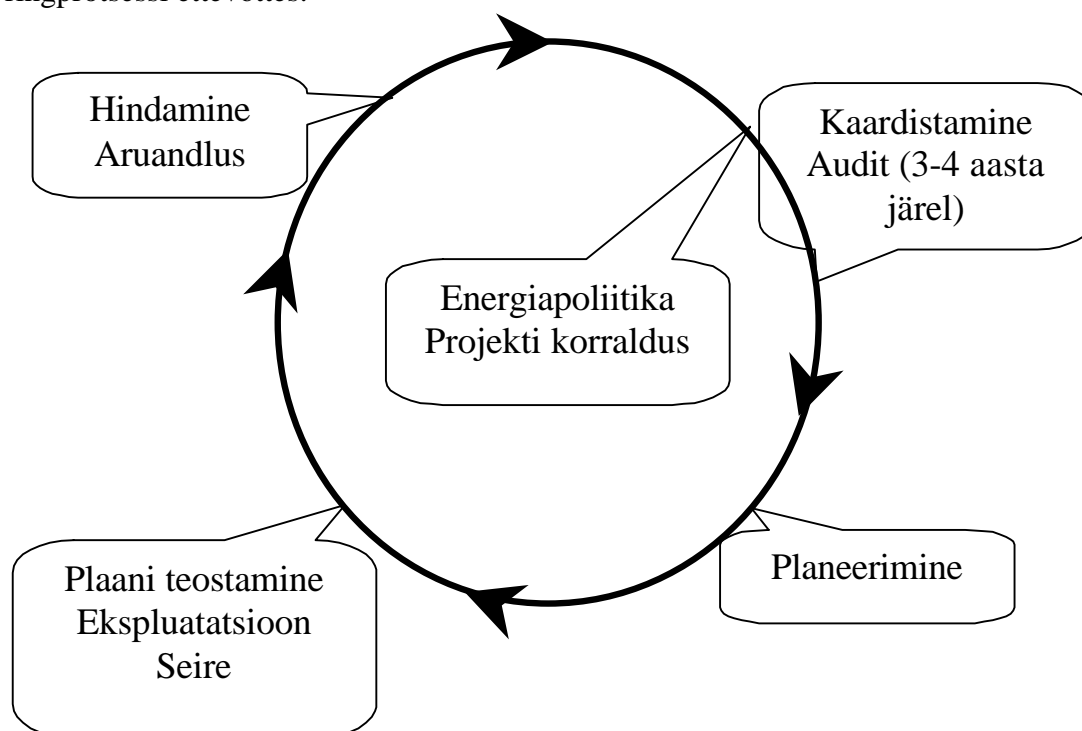
Energiasäästu Sihtprogrammi rakenduskava aastateks 2001 – 2005 (Tallinn, 2001) näeb projekti nr 5 raames ette energiaauditite teostamise meetoodika väljatöötamise tööstusettevõtetele ja vastava organisatsioonilise süsteemi loomise.

Tööstusettevõtetele energiaauditite meetoodika väljatöötamise nõue tuleneb EL direktiivist 93/76 EEC (SAVE), mis kohustab liikmesriike koostama ja rakendama programme tööstusettevõtetele energia-auditite koostamiseks. Ühtne energiaauditite läbiviimise meetoodika võimaldab võrrelda erinevate tööstusettevõtete energia tarbimise intensiivsust, energiasäästu potentsiaali ning rakendada meetmeid energia kokkuhoiuks.

Paljude tööstusettevõtete juhtimisel on energia sageli madala prioriteetsusega valdkond, kuna energiakulud moodustavad tihti ainult väikese osa kogukuludest, praegused energiahinnad on suhteliselt madalad ja stabiilsed ning energiakulu vaadeldakse pigem tootmise üld- kui materjalikuluna. Seega ei ole juhid sageli otseselt vastutavad energia kasutamise eest ja selle tulemusena esineb energia raiskamist ning liigseid kulutusi.

Energiamaajanduse juhtimine seisneb süsteemses ja korrastatud püüdluses säästa energiat ja kütust, halvendamata töötingimusi või vähendamata toodangut. Energiajuhtimine ei ole ühekordne energiasäästu abinõude rakendamine, vaid pidev protsess, kus tähtis osa on energiajuhil – isikul, kellel on piisavalt autoriteeti ja ressursse (personali) vajalike meetmete rakendamiseks. Tema põhiülesandeks peaks olema täita energiaseire nelja peamist faasi: energiabilansi koostamine; energiatarbe prognoos, energia arvestus; energiatarbe prognoosi kontroll. Energiajuhid peavad teadma, mis motiveerib kõrgemat juhtkonda otsuste tegemisel ja olema võimelised rääkima neile arusaadavas keeles.

Allpool toodud skeem (Joonis 1) kujutab energiajuhtimise aastase perioodiga ringprotsessi ettevõttes:



Joonis 1 Energiajuhtimise ringprotsess

Selline ringprotsess peaks aastate jooksul kujunema ettevõtte energiaefektiivsuse arenguspiraaliks.

Energiajuhtimine võimaldab:

- Avastada kiiresti ebakorrapärasused ettevõtte töös.
- Saada üldine ülevaade vahetult kulutuste ja järgmiste tegurite vahel:
 - välised mõjurid nagu kliima, tariifid, hinnad jne;
 - toodang ja selle struktuur;
 - tehnoloogia ja toodangukogused.
- Saavutada optimaalne energiakasutus.
- Anda töötajatele motivatsioon jooksvate kulutuste pidevaks silmaspidamiseks.
- Pidada statistilist arvestust investeeringute õigeks hindamiseks.
- Kulutuste ja investeeringute kontrolli.

1.1 Energiajuhtimise kujundamine ja selle korraldus

Ettevõtte energiamajanduse olukorra hindamiseks võib kasutada järgmist energiajuhtimise maatriksit Tabel 1:

Tabel 1 Energiajuhtimise maatriks

Tase	Energiapoliitika	Organiseerimine	Motiveerimine	Informatsiooni-süsteemid	Marketing	Investeeringud
4	Tippjuhtkond võtab energia-poliitikat, energiaplaani ja regulaarset seiret osana ettevõtte keskkon-nastrateegiast	Energiajuhtimine on osa juhtimis-struktuurist. Selge vastutuse delegeerimine energia-tarbimisele.	Olemasolevaid infokanaleid kasutatakse regulaarselt kõigil tasandil energiajuhi ja energia-personali poolt	Infosüsteem seab energia-alased eesmärgid, seirab tarbimist, määratleb vead ja säästu ning jälgib eelarvet	Turustatakse nii energia-efektiivsust kui ka energia-juhtimise taset nii ettevõttes kui väljaspool.	Positiivne suhtumine “rohelistesse investeeringute sse”, üksiksajalik uute lahenduste investeeringu hindamine
3	Formaalne energiapoliitika on olemas, kuid mitte tippjuhtkonna huvifääris	Energiajuht annab aru energiakomisjonile, mida juhib juhtkonna liige	Peamiseks kanaliks on energiakomisjon koos peamiste kasutajatega	Seirearuanded on olemas, kuid säästust ei teavitata kasutajaid	Personali teavitamise programm ja regulaarne avalikustamine	Kõigi investeeringute jaoks ühesugused tasuvus-kriteeriumid
2	Energiajuhi või osakonna juhataja poolt kehtestatud mitteametlik energiapoliitika	On olemas energiajuht, kes vastutab energiakomisjoni ees, kuid juhtimine ja vastutusliin on ebamäärased	Side peamiste kasutajatega osakonnajuhtide kaudu	Seirearuanded ettevõtte üldise energiavarustuse ulatuses. Energia kajastub eelarves	Konkreetsed personali mõningane väljaõpe	Investeermisel eelistatakse lühikese tasuvus-aja kriteeriumi
1	Kirjutamata juhiste kogum	Mõne inseneri osalise ajaga ja mõjuga vastutus energia-juhtimises	Informatiivsed kontaktid inseneri ja kasutajate vahel	Kulude aruanne arvete alusel sisemiseks kasutamiseks tehnika-osakonnas.	Informatiivsed kontaktid energia-efektiivsuse tõstmiseks	Kasutatakse ainult odavaid ja lihtsaid meetmeid
0	Puudub sõnaselge poliitika	Puudub energiajuhtimine või mingi formaalne energiatarbimise eest vastutamise delegeerimine	Puudub side tarbijate vahel	Puudub infosüsteem ja energiaarvestus	Puudub energia-efektiivsuse propageerimine	Ei investeerita energiasäästu

Maatriksis sisalduvatele näitajatele hinnangu andmine võimaldab välja joonistada ettevõtte energiajuhtimise profiili (siin tabelis toonitud lahtrite näol), mis võimaldab otsustajatele piltlikult selgitada ettevõtte energiamajanduse olukorda ja arenguruumi tõusuks kõrgemale tasemele.

Energiajuhtimine eeldab juhtimissüsteemide sisseviimist energiakasutuse seireks ja energia tarbimise vähendamiseks (peamiselt organisatsiooniliste muutuste kaudu).

Parimat energiajuhtimise praktikat iseloomustavad kaheksa elementi:

1. Tippjuhtkonna huvitatus ja süsteemi loomine;
2. Selgesti defineeritud energiakokkuhoiu eesmärgid;
3. Eesmärkide seostamine ettevõttes läbi kõigi tasandite;

4. Vastutus ja aruandlus õigel tasandil;
5. Energiakasutuse mõõtmine ja seire;
6. Kõigi potentsiaalsete projektide pidev määratlemine;
7. Projekti valiku kriteerium, mis arvestab riske ja tulukust;
8. Tunnustus ja auhinnad eesmärkide saavutamise eest.

1.1.1 Tippjuhtkonna huvitatus ja süsteemi loomine

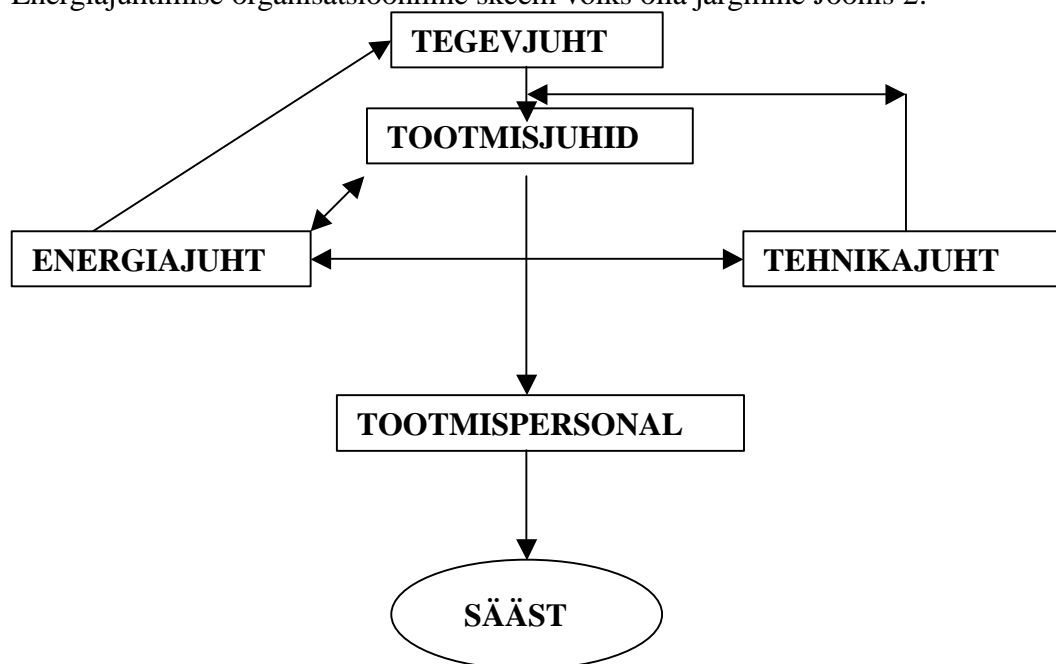
Tippjuhtkond peab olema teadlik kasutatava tehnoloogia ja olemasolevate tingimuste juures põhjendatud kulutustest ja huvitatud energiasäästust ning valmis kulutama selleks ressursse, nii raha kui tööjõu näol. Selle saavutamiseks võib kasutada:

- näiteid teostatud energiasäästu projektide kohta koos nende maksumusega ja säästuga nii energias kui rahalises väärtuses;
- ettevõtte energiakulutuste ajalugu ja prognoosi tulevikuks;
- energiajuhtimise osa konkurentsivõitluses;
- energiasäästu potentsiaalseid võimalusi energiajuhtimise programmi käivitamisel (hinnanguliselt 5-15% vähese investeerimisega või tasuta ja kuni 30% kuni kaheaastase tasuvusajaga projektide realiseerimisel).

Harilikult soostub kõrgem juhtkond energiajuhtimise projektiga, kui näidata, kuidas ettevõtte võiks suurendada oma tulusid, vähendada tootmis- ja käidukuluid, parendada tooteid, teenuseid ja töötingimusi ning vähendada ettevõtte mõju keskkonnale.

Tööstusettevõtte peaks määrama kindlaks ettevõtte energiatarbimist mõjutavate töötajate vastutuse, volitused, eraldatud ressursid ja positsiooni organisatsiooni sees. See hõlmab ka töötajaid, kellel on otsene mõju energia tarbimisele, näiteks hankejuhid, teenindavad osakonnad ja personali väljaõppe eest vastutavad töötajad.

Energiajuhtimise organisatsiooniline skeem võiks olla järgmine Joonis 2:



Joonis 2 Energiajuhtimise organisatsiooniline skeem

Kõigepealt peab ettevõtte tegevjuhtkond määrama isiku, energijuhi, kes koordineerib kogu ettevõtte programmi. Ta peab olema mõjukas, asjatundlik ja läbilöögivõimeline. Suurtes ettevõtetes võiks tal olla 4-5 abilist suuremates energiat tarbivates tootmisosakondades (energiajuhtimisgrupp).

Järgmisena tuleb määrata energiasäästu programmi eest vastustajad osakondades (kuna osakondade juhatajail on palju muid kohustusi), kes oleks ühtlasi kontaktisikuks osakonna ja tehase energiakomisjoni vahel, propageeriks ja intensiivistaks energiasäästutegevust osakonnas, arendaks ideid, koostaks energiabilansse olulistes tootmisloikudes, tegeleks energiaalase aruandlusega.

Vahetustega töö puhul võiks olla energiaga kursisolev isik igas vahetuses.

Kui energiajuhtimise organisatsioon on paika pandud ja vastutusliinid määratud, tulevad päevakorda juhi kolm ülejäänud funktsiooni – planeerimine, juhtimine ja kontrollimine.

Tuleks ka kindlaks teha ja registreerida ettevõtte energiatarbimise seisukohalt olulised seadused, eeskirjad, finantsallikad jne. Nimetatud andmete registreerimine peaks hõlmama ka neid ettevõtte poolt sõlmitud lepinguid, millel on mõju ettevõtte energiatarbimisele.

1.1.2 Selged eesmärgid

Hästi juhitud ettevõtte püstitavad selgesti määratletud eesmärgid energiasäästuks (näiteks vähendada energia kogu- või eritarbimist teatud protsendi võrra teatud aja jooksul).

Energiakasutuse alased sihid peaksid olema spetsiifilised, mõõdetavad ja ajaliselt paika pandud. Iga olulisema funktsiooni või organisatsiooni tasandi puhul tuleb kirjeldada, kuidas saavutada pikaajalisi sihte.

Määratleda tuleks konkreetne siht ettevõtte energiatarbimise vähendamiseks. Sihti väljendatakse säästetud energiana ja vähenenud energiakuludena. Lisaks tuleks üldsihti väljendada tootmisega seotud võtmenäitajates kogu energiatarbimise kohta.

Lisaks üldisele kokkuhoiu eesmärgile peaks ettevõtte seadma endale spetsiifilised sihid järgmistes olulistes valdkondades:

- energiasäästu võimalused põhilistel tegevusaladel;
- töötajate väljaõpe, teavitamine ja motiveerimine;
- harjumuste ja tavade ümberkujundamine;
- uute valdkondade haaramine energia järelevalve protsessi;
- uute rutiinsete protseduuride, tööjuhendite jms koostamine ja rakendamine;
- kasutusel olevate rutiinsete protseduuride ja tööjuhendite läbivaatamine;
- uute tehnoloogiate ja seadmete rakendamine.

Ellu tuleks viia need määratletud energiasäästu projektid, millel on mõistlik majandusliku tasuvuse periood või mis aitavad parandada/viia vastavusse kehtivate normidega keskkonnatingimusi või tõstavad töökindlust, millega kaasneb kaudne

ökoonoomia. Määratletud energiasäästu projektid peaksid moodustama ühe osa ettevõtte sihtidest ning projektide teostamiseks tuleks koostada tegevusplaani.

1.1.3 Eesmärkide seostamine ettevõttes läbi kõigi tasandite

Tuleb püüda viia energiasäästu eesmärgid ettevõtte kõigi töötajateni, kasutades selleks kampaaniaid, brošüüre, koosolekuid, kohtumisi. Olemasolevaid infokanaleid kasutatakse regulaarselt kõigil tasandil energijuhi ja energia-personali poolt.

1.1.4 Vastutus ja aruandlus õigel tasandil

Suure keerulise ettevõtte jaoks on detsentraliseeritud organisatsioon ja juhtimine tavaline. Sellised ettevõtted loovad harilikult ühise energijuhtimisgrupi, kuid suurem osa tööst, vastutusest, arvestusest ja aruandlusest lasub osakondade tasandil.

Konkreetsed projektid nõuavad paindlikkust projekteerimisel ja teostamisel, kajastamaks erinevate tootmisettevõtete omapära. Tavaliselt eeldavad ettevõtted selles detsentraliseeritud atmosfääris osakondade vabatahtliku osalemist. Tegelikult on harilikult siiski olemas ootus ühise juhtimisgrupi suunamise järele, mida osakonnad võiksid järgida.

Juhtimisgrupi suunamist koos analüüsi läbiviimisega võib ka lepinguliselt väljastpoolt teenusena sisse osta.

1.1.5 Energiakasutuse mõõtmine ja seire

“Kui te seda ei mõõda, ei saa te seda ka juhtida” – see mõttetera kehtib täiesti ka energia efektiivsuse kohta. Sihikindla energiakasutuse vähendamise eesmärgiga ettevõtted jälgivad energiakasutust ja -maksumust nii detailset, kui võimalik. Energiakasutuse andmed on kättesaadavad ettevõtte üldistelt mõõteriistadelt ja arvetelt, mõnedes ettevõtetes ka osakondade tasemel. Sel juhul saab energiatarbimist jälgida kütuseliikide ja kasutusviiside (või lõpptarbimise) järgi. Mõõtmistulemused fikseeritakse süsteemselt ja kindla perioodilisusega, et tekiks võrdlusvõimalus.

1.1.6 Projektide pidev määratlemine

Ettevõtted, millised kasutavad parimat praktikat energijuhtimises, tegelevad pidevalt võimalike energiasäästuprojektide määratlemisega.

Selleks võib teha perioodilisi uuringuid ettevõttes oma ja väliste ekspertide kaasabil, sisendades töötajatesse vajadust selgitada energiasäästuvõimalusi. Kuna energiasäästu eesmärgid on pikaajalised (nt. kuni 10 aastat), on vaja mehhanisme energiaprojektide pidevaks määratlemiseks, hindamiseks ja elluviimiseks. Harilikult ei ole ettevõttel koheselt piisavalt kapitali kõigi tasuvate projektide finantseerimiseks ja osa projekte võivad muutuda tasuvaks hiljem. Seetõttu annab pidev identifitseerimine võimaluse seostada prioriteetsete projektide realiseerimist ettevõtte majanduslike võimalustega.

1.1.7 Projekti valiku kriteerium, mis arvestab riski ja tulukust

Üks paremaid vahendeid ettevõtteile on finantsilise projektivaliku kriteeriumi rakendamine, mis arvestab projekti tulu ja riske ning mitte ainult kapitali kättesaadavust. Ettevõtetes võib säästuprojektide finantseerimine kõikuda nullist kuni kõrge tasemeni, sõltuvalt ettevõtete kasumist ja kahjumist eelmisel aastal. Isegi headel

aastatel finantseeritakse selliseid projekte harilikult vaid siis, kui nende tasuvusaeg on lühem, kuni 1-2 aastat. Samas saavad parima praktikaga ettevõtted aru, et energiasäästu projektid toovad harilikult tulu madala riskimääraga, mistõttu on sageli põhjendatud ka tunduvalt pikema tasuvusajaga projektide realiseerimine.

1.1.8 Tunnustus/autasud energiaeasmärkide saavutamise eest

Energiajuhtimise tähtsaks elemendiks on tunnustuse, preemiate ja autasude programmid seoses energiasäästu eesmärkide saavutamisega.

1.2 Energiajuhtimise alustamine

Energiajuhtimise süsteemi loomise baasiks on energiatarbimise algne kaardistamine, millega keskendutakse ettevõtte tegevuse seisukohalt olulistele energiakasutuse piirkondadele. Seega peaks algne kaardistamine hõlmama kõige tähtsamate energiatarbimise protsesside kindlakstegemist ning oluliste valdkondade prioriteetide määramist. Kaardistamise peaksid sooritama isikud, kellel on konkreetsest ettevõttest piisavad teadmised ning kvalifikatsioon energia efektiivse kasutamise ja säästmise osas. Energiatarbimise algne kaardistamine tuleks teha nii, et vähemalt 90 protsenti ettevõtte energiakulust leiaks oma koha kaardil. Kaardistuse andmeid tuleb igal aastal ajakohastada. Kuna ettevõtte energiatarbimise kaardistamine moodustab ka energiaauditi tuuma, siis energiajuhtimist võib alustada loomulikult ka auditiga. 3-4 aasta järel tuleks läbi viia põhjalikum kaardistus (korduv audit).

Seejärel:

- Paigaldatakse mõõteriistad valitud seadmete juurde;
- Koostatakse arvutustabelid, graafikud jne kaardistusandmete alusel;
- Koostatakse energiatarbimise prognoos, mis viiakse sisse arvutustabelisse;
- Registreeritakse mõõteandmed mõõtepunktides;
- Leitakse baasnäitajad (indikaatorid), mida võrreldakse prognoosiga;
- Kaalutakse, kas on valitud õiged baasnäitajad ja kas näitarvud on õiged. Vajadusel tehakse parandusi;
- Suuremaid kõrvalekaldeid uuritakse lähemalt, leidmaks põhjusi.

Energiakulud tuleb leida iga energiatarbimisala või –protsessi kohta, sedastades, kui suur on energia tarbimine teataval perioodil, näiteks kuus või kvartalis. Muidugi tuleb kasutada energiakaardistamise andmeid. Tuleb eristada tarbimise osa, mis moodustab baaskoormuse ja seetõttu ei muutu oluliselt, näit. valgustus, ventilatsioon. Soojuse tarbimise juures tuleb arvestada välistemperatuuri ja põhitoodangu kogusega.

Energiatarbimise prognoos tuleb koostada igale tarbimisalale, planeeritud toodangu alusel.

Prognoos tuleb seostada tootmise juhtimisega, kindlustamaks, et alati on olemas sidusus tootmise ja energia tarbimise vahel. Sel otstarbel nähakse ette empiirilise valemi kehtestamine mõõtmiste ja tootmisandmete alusel.

Prognoosimise ja tarbimise registreerimise tarbeks tulevad koostada arvutustabelid.

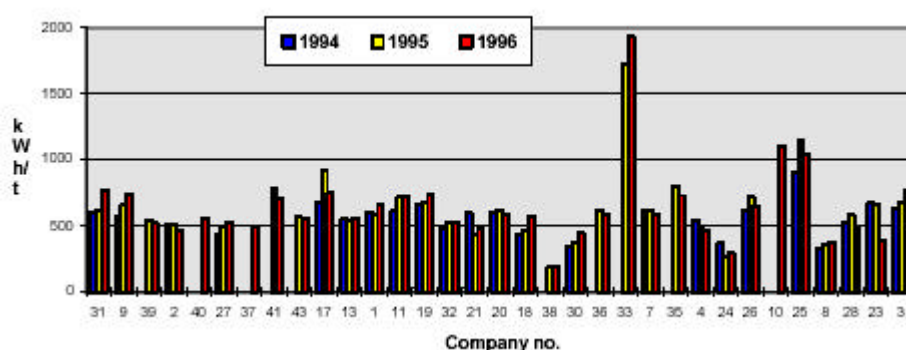
Bilansside koostamisel tuleb kasutada protsesside asjatundjate abi. Bilansi koostamiseks ettevõtte kaardistamisel ei tehta üldiselt ulatuslikke mõõtmisi, vaid kasutatakse peamiselt olemasolevaid andmeid. Küll võib korraldada vajalikke väiksemaid lisamõõtmisi.

1.3 Energiatarbimise indikaatorid ja nende seire

Energiatarbimise jälgimine iseenesest ei ole tulemuslik, kui ei formuleerita ja võrrelda tegevuse ja tarbimise indikaatoreid ajas. Näiteks andmete kogumine tootmise kohta võimaldab arvutada energiakasutust toodanguühiku kohta. Protsessides mõõdetakse kaalu, toodangu maksumust ja vahepealseid samme või protsesse (näit. auru kogust) tootmisüksuste kaupa. Mittetootmisettevõtetes võrreldakse energiatarbimist pindala/ruumala, töötajate arvu või töötundide kohta. Indikaatorite määramine ja seire võimaldavad hinnata nii energiaefektiivsuse muutusi ajas kui ka (võrdlemisel sama tööstusharu teiste ettevõtetega) energiasäästu potentsiaali.

Et määratleda energiaefektiivsuse potentsiaali, peab saama võrrelda olemasolevat energiakasutust võimalikult saavutatavaga. Tuleb võrrelda oma ettevõtte näitajaid (erikulusid) näitajatega sama tööstusharu teistes ettevõtetes. Erikulude võrdlemine võrdlusindikaatoriga annab energia efektiivsuse mõõdu ja sellega ka energiasäästu potentsiaali. Näitena toome siin energia erikulud Norra lihatööstuse ettevõtetes 1994 – 1996 Joonis 3.

Kaalutud keskmine 1996 = 558 kWh/ t (1995 = 568)



Joonis 3 Energia erikulu lihatööstuse ettevõtetes

Võrdlus on seda tõhusam, mida täielikumalt arvestatakse sektori struktuuri – toodangut, protsesse ja kütuseid.

Rahvusvaheline statistika kasutab harilikult NACE klassifikatsiooni. (NACE -- Classification of Economic Activities in the European Community) See jaotab tööstuse sektoriteks, millised on määratletud kahekohalise koodiga (näit. 17 – tekstiil) ja allsektoriteks, millised on määratletud kolmekohalise koodiga (näit. 17.2 – tekstiil, kudumine) või neljakohalise koodiga (näit. 17.21 – puuvilla kudumine). Ideaalis tuleks analüüsida indikaatoreid neljakohalise koodi järgi, kuid praktilises statistikas on üldiselt

kasutuses andmed ainult kolmekohalise koodi järgi ja energiastatistikas sageli ainult kahekohaline jaotus. (EMTAK on Eesti majanduse tegevusalade klassifikaator, mis Eestis vastab NACE'le).

Kord formuleeritud ja jälgitud energiamõõtmiste kogumit kasutatakse energiakasutuse edaspidiseks juhtimiseks, energiasäästuvõimaluste kindlakstegemiseks ning saavutuste hindamiseks energiasäästu eesmärkide suhtes.

Energiakasutust võiks kontrollida näiteks kord kuus, misjärel indikaatorid arvutatakse kuude kohta ja lõpuks aasta kohta. Sel teel saab teha võrdlusi kuude ja aastate vahel.

Tabelarvutuse tarkvara kasutamine lubab arvutis genereerida indikaatorite ja tegeliku tarbimise graafikuid, võimaldades graafilist seiret ja numbrilist võrdlemist. Energia erikulude regulaarne jälgimine teeb kergesti märgatavaks aastase energiakasutuse efektiivsuse muutused. Siiski ei näita erikulud üksinda tingimata energiakasutuse efektiivsust, olenedes ka tootmise mahust, ilmastikust, jne. Näiteks vähendab tootlikkuse suurenemine üldiselt erikulusid, kuigi energiakasutuse efektiivsuses pole toimunud muutusi.

Piltlikkuse huvides võib indikaatoreid arvutada protsentides näitarvu suhtes. See võimaldab teha lihtsalt kindlaks, kas erikulu kasvab või kahaneb. Samuti kehtestatakse iga indikaatori jaoks kehtestatakse kindlad kõikumispiirid, näitarvule 100 võib näiteks lubada kõikumist 97 kuni 102.

1.4 Energiajuhtimise süsteem ja selle integreerimine keskkonnajuhtimisega ning üldise majandusanalüüsiga

Esialgne energiaaudit annab informatsiooni energiakulude ja säästuvõimaluste kohta. Energiajuhtimine kindlustab energiaressursside ökonoomse kasutamise pideva seire.

Kõige lihtsam energiajuhtimise süsteem põhineb vajalike mõõtmiste käsitsi teostamisel ja registreerimisel. Kuna arvutil kasutatavad tabelarvutusprogrammid on tänapäeval üldlevinud, on soovitatav ka manuaalmõõtmised kanda vastavasse arvutustabelisse, mis võimaldab kiiresti andmeid analüüsida ja saada tulemusi graafikute kujul.

Järgmine tase kujunes välja pneumaatilise ja elektrilise edastusega automaatsete temperatuuriregulaatorite arengu tulemusel.

Seoses elektroonika ja arvutustehnika kiire arenguga võimaldavad tänapäevased energiajuhtimise süsteemid optimeerida energiakasutust suure hulga muutujate arvestamisega reaalajas. Süsteem mõõdab muutujate väärtusi, töötleb neid andmeid vastavalt juhtimisalgoritmile ja juhib vastava seadme tööd ning edastab otsustajatele nõutavad numbrilised ja graafilised andmed.

Optimaalne seiresüsteem sõltub ettevõtte suurusest ja keerukusest. Kui ettevõttes pole seni energiajuhtimisega tegeldud, annavad märgatavat efekti lihtsamad (ja odavamad) energiajuhtimise meetodid. Vastavalt ettevõtte energiaefektiivsuse tõusule ja majanduslike võimaluste kasvule saab energiajuhtimise süsteemi moderniseerida.

Keskkonnajuhtimine on osa juhtimissüsteemist, mis aitab ettevõttel pidevalt täiustada ja parandada organisatsiooni keskkonnavalast ning majanduslikku tegevust ning vähendada keskkonna, töötervishoiu ja tööohutusega seotud riske ja kulusid.

Selle süsteemiga:

- Tagatakse vastavus keskkonnaalaste õigusaktidega ning muude nõuetega. Kasvab konkurentsivõime rahvusvahelisel turul;
- Suureneb majanduslik tulu, mis saavutatakse kulude kärpimisega saastetasu vähenemise, toorainete ja energia efektiivsema kasutamise ja madalamate tootmiskulude kaudu;
- Paraneb ettevõtte maine ning suhted ametkondade, klientide ja teiste ettevõttega seotud huvirühmadega;
- Valmistutakse Euroopa Liidu saastuse komplekse vältimise ja kontrolli direktiivi (IPPC) rakendamiseks, lihtsustub keskkonnalubade saamine ja ajakohastamine jne;
- Paraneb töökeskkond, töökaitse ja -ohutus ettevõttes;
- Võivad väheneda kindlustusmaksed;
- Vähenevad avariidest tulenevad kulud.

Kuna keskkonnajuhtimissüsteemi loomine on tänapäeval väga levinud, on sellest huvitatud firmade jaoks koostatud abivahendina spetsiaalne rahvusvaheline standard (ISO 14001), mis näitab, mida oleks vaja teha, et firma juhtimissüsteem tagaks keskkonna kaitstuse ehk teisisõnu firma keskkonnajuhtimissüsteem toimiks.

19. märtsil 2001. a võttis Euroopa Parlament ja Nõukogu vastu määruse nr 761/2001 “organisatsioonide vabatahtliku osalemise kohta ühenduse keskkonnajuhtimise ja -auditeerimise süsteemis”, nn EMAS-süsteemis. Selle nõuetele vastava keskkonnajuhtimissüsteemi hea korraldus paneb ettevõtte toimima tõhusamalt - olenevalt ettevõtetest võib langeda toote omahind tänu tooraine ja energia kokkuhoiule, avariide ja keskkonnanõnnetuste arv väheneb, jäätmeid ja õhusaasta tekib vähem, koostöö partneritega paraneb jms. Kasvab ka ettevõtte usaldatavus tarbija silmis.

Alustatakse oma ettevõtte keskkonnapoliitika kujundamisest, st määratletakse peaeesmärgid ja tegutsemispõhimõtted, arvestades olulisemaid keskkonnanõudeid. Koostatakse põhjalik keskkonnanülevaade, misjärel jõutakse keskkonnaprogrammi koostamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi loomiseni. Süsteemi toimivust kontrollitakse ja koostatakse avalikkusele mõeldud keskkonnadeklaratsioon, mis täieliku usaldatavuse tagamiseks lastakse selleks akrediteeritud keskkonnatõendajal (füüsilisel või juriidilisel isikul) tõendada.

EMAS-iga ühinenud ettevõtte võtab oma keskkonnaeesmärkide ja -ülesannete seadmisel arvesse oma tegevuse kõiki keskkonnaaspekte. Määruse lisa VI punktis 6.2 nimetatud otsesed keskkonnaaspektid sisaldavad seejuures nii energiatootmist kui ka -kasutust:

- heitmete õhku juhtimine;
- heitmete vette juhtimine;
- tahkete ja muude, eelkõige ohtlike jäätmete tekkimisest hoidumine, nende ringlussevõtt, korduvkasutamine, vedu ja kõrvaldamine;

- pinnase kasutamine ja saastamine;
- loodusvarade ja tooraine(sealhulgas energia) kasutamine;
- kohalikud probleemid (müra, vibratsioon, lõhn, tolm jt);
- logistikaküsimused (kaubad, teenused ja töötajad);
- keskkonnaavariide oht ja nende mõju;
- mõju bioloogilisele mitmekesisusele.

Kui keskkonnajuhtimissüsteem on ettevõtte juhtimissüsteemi see osa, mille eesmärk on tagada keskkonnakaitsega arvestamine ettevõtte tegevuses, siis samasugust rolli ettevõtte energiakasutuses täidab energijuhtimise süsteem. Seega seostub energijuhtimine energiaauditi keskkonnaosa kaudu orgaaniliselt keskkonnajuhtimisega. Nende süsteemide integreerimine võimaldab vältida asjatut dubleerimist ja tegematajätmissi ettevõtte juhtimisel. Energijuhtimise integreerimine keskkonnajuhtimise süsteemidega on efektiivne moodus energiaefektiivsuse parandamiseks kindlustamaks ettevõtte jätkamist parenduste teel.

Integreeritud keskkonna- ja energijuhtimissüsteem võimaldab ettevõtte majandustegevuse analüüsis ja planeerimisel komplekselt arvesse võtta majandustegevuse ressursivajadust ja mõjusid keskkonnale, hõlmates olulisi aspekte ka seni eraldi kasutatud rahvusvahelistest programmidest nagu:

- EE - Energy Efficiency – energiaefektiivsus;
- CP - Cleaner Production – puhtam tootmine;
- EMS - Environmental Management System – keskkonnajuhtimissüsteem;
- EM - Energy Management – energijuhtimine;
- EMAS – Environmental Management and Auditing System - keskkonnajuhtimise ja auditeerimise süsteem;
- LCA - Life Cycle Analysis or Product Stewardship - toote elutsükli analüüs.

Tulemusena saadud süsteemi tuntakse nime all “Roheline tööstus” - “Greening of Industry”.

2 Energiaauditeerimine

2.1 *Energiaauditi mõiste*

Energiaaudit on süstemaatiline protseduur, mis

- annab adekvaatse ülevaate olemasolevast energiakasutusest objektil;
- määratleb faktorid, millised mõjutavad energiatarbimist;
- määratleb ja järjestab tasuvad energiasäästuvõimalused.

Energiaaudit peaks olema sissejuhatavaks osaks mitmesugustele energiasäästu soodustavatele ettevõtmistele. Seejuures moodustab audit näiteks

- 100% energia auditeerimise programmist;
- 90% energiamärgistamisest;
- 30-40% energiajuhtimisest;
- 10-20% keskkonnaalase juhtimise süsteemist.

Energiaaudit on ühtlasi osa laiema eesmärgi taotlemisel, milleks on ettevõtte efektiivsuse, tootlikkuse, kvaliteedi, konkurentsivõime jne. parendamine.

Energiaauditi detailsus sõltub projekti iseloomust ja soovitud täpsusest. Ta ei pea üldjuhul haarama kogu objekti energiamajandust, vaid võib olla suunatud ka kitsama probleemi uurimisele. Algul tuleks teha ettevõtte üldine uuring, mille järel analüüsitakse täpsemalt üksikuid süsteeme.

Auditi esimeseks sammuks peaks olema ettevõtte energiakulude kindlakstegemine nii füüsilistes ühikutes kui rahas. Need on aluseks säästu arvutamisele potentsiaalsete energiasäästumeetmete rakendamisel. Teiseks tuleb määratleda põhilised energiatarbijad ettevõttes, millele tähelepanu pööramine võib anda kõige suuremat säästu.

Finantsanalüüs tehakse energiaauditis välja valitud energiasäästumeetmete kohta. Selles uuritakse projekti rahastamise võimalusi, tehakse täpsed kapitali hinda arvestavad tasuvusarvutused ja koostatakse rahavoogude bilanss.

2.2 Vajadus energiaauditi läbiviimiseks ja selle võimalik efekt

Energiaaudit sisaldab üksikasjalikku kohapealset uuringut objekti töö ja seadmete kohta, et määratleda kõik olulised energiatarbimise allikad ja analüüsida avastatud võimalusi energiakulu ning kahjuliku keskkonnamõju vähendamiseks. Uuringu kestus sõltub ülesande ulatusest.

Väljundiks on auditi aruanne, milline sisaldab tulemusi koos soovitustega iga meetme elluviimiseks vajalike kulude ja saadavate tulude kohta. Peale auditi läbiviimist ja aruande esitamist võiks järgneda veel rida ettevõtmisi:

Projekti juhtimine

Energiaaudit on alles energiasäästuprotsessi alguseks. Kui on otsustatud, millised meetmed ellu viia, peab järgnema nende teostamine. Siin võib kasutada konsultantide abi projektide juhtimiseks. See abi hõlmab projekti planeerimist, detailset tööde spetsifikatsiooni, pakkumise läbiviimist, tööde planeerimist ja teostamise järelvalvet ning finantskontrolli.

Konsultatsioonid

Saab kasutada konsultantide abi ettevõtte energiapoliitika ning energiaplaanide väljatöötamisel.

Perioodilised auditid ja seire.

Väga soovitav on pidev energiakasutuse seire ja perioodiline auditeerimine, kindlustamaks oodatava kokkuhoiu tegelikku saavutamist. Perioodilist

auditeerimist võib teha näiteks igal aastal, kusjuures audit on suunatud kasutuselevõetud meetmete ja protseduuride efektiivsuse väljaselgitamisele. Eriti oluline on see juhul, kui on sõlmitud efektiivse energiakasutuse lepingud. Soovitav on sõlmida püsileping auditeerijaga, kes osaleks iga-aastase kulude aruande analüüsis.

Energiaauditi eesmärgiks on esitada põhjalik kirjeldus ettevõtte energiakasutusest ja -kuludest ning leida võimalusi nende efektiivsuse tõstmiseks ettevõttes, andes ülevaate meetmetest, millised võimaldavad:

- anda kohest säästu organisatsiooni ja juhtimise parendamisega ning väikeste kulutustega;
- anda säästu käituse ja hoolduse parendamisega lühikese tasuvusajaga (1 – 2 aastat) meetmete rakendamise teel;
- anda säästu tehnoloogiliste seadmete täiustamise või vahetamise teel, meetmete tasuvusajaga kuni 3 aastat;
- anda säästu uue moodsa tehnoloogia rakendamisega, mis lahendab ka muid probleeme, nagu tootlikkuse ja kvaliteedi tõstmine jm, kuid tavaliselt on seotud suurte investeringutega.

Audit hõlmab üldiselt objekti kogu energiatarbimist, sisaldab objekti üksikasjaliku kohapealse uuringu, millele järgneb saadud andmete analüüs. Selle analüüsi alusel hinnatakse energiasäästu võimalusi olemasolevate seadmete ja protsesside juures ning perspektiivi uute seadmete ja tehnoloogiate kasutuselevõtmiseks, et saavutada suuremat energiasäästu.

Auditi aruanne saab peale heakskiitmist järgneva energiakulude vähendamise programmi töödokumendiks.

Energiakulude vähendamise programmi abil kliendile laekuvad tulud võib liigitada järgmiselt:

- Finantstulu, mis saadakse käidukulude vähenemisest või organisatsiooni tulu suurendamisest. Neid tulusid hinnatakse võrreldes energiasäästu abinõude maksumusega, et ettevõtte administratsioon saaks õigesti hinnata säästumeetmete (madala, keskmise ja kõrge maksumusega säästumeetmed) rakendatavust.
- Organisatsiooniline tulu, mis aitab hoone või ettevõtte administratsioonil parandada nii inimeste mugavust ja tootlikkust, kui ka töö ja toodangu kvaliteeti. Sellel tulul võib olla rahaline väljendus.
- Keskkonnaalane tulu saastemaksude vähenemise läbi, sellega kaasneb ka organisatsiooniväline mõju saaste vähenemise ja fossiilkütuste säästmise teel. Avaldab mõju ka ettevõtte mainele.

Energiatarbimise üksikasjalikul analüüsil tuleb finantsressursivajadused järjestada prioriteetsuse järgi, koondades ressursid loomulikult nendele tarbimisaladele, kus saadakse olulist efekti.

2.3 Audiitori valik

Lõppvastutust energiaauditi läbiviimise eest ja tema tulemuste kasutamisel ettevõtte energiamajanduses kannab ettevõtte juhtkond. Suures ettevõttes on sageli otstarbekas moodustada töögrupp kogu valdkonna läbitöötamiseks.

Töögrupi liikmed peaksid esindama:

- juhtkonda;
- tootmist/tehnoloogiat;
- elektri, soojuse ja veega tegelevaid osakondi;
- projekteerimis- ja planeerimisüksusi.

Töögruppi peavad kuuluma töötajad vajalike eriteadmistega energiatarbimise protsesside alal vajalikus valdkonnas. Töögrupid peavad kindlustama energiasäästumeetmete väljapakumise ja hindamise. Ettevõtte enda personal tunneb põhjalikult tootmisolusid ja protsesse ning teab, kus esineb puudusi ja lekkeid ning kus on suurem energiatarbimine või ka ülekulu, olles kõige parem ekspert oma tegevusalal. Vastavad andmed tulevad ainult kokku koguda ja süstematiseerida. Seetõttu võib ettevõtte ise teha alustuseks esialgse sisemise “ülevaatusauditi” ja määratleda, millised energiakaod saaks kõrvaldada hoolduse või eksploatatsiooniliste abinõudega. Sageli selgub, et väga palju on võimalik energia kokkuhoiuks ära teha täiesti tasuta või siis väheste kuludega. Alustama peab süstemaatilise ja korrapärase kulude seirega ning selle jälgimise ja analüüsiga. Kulude seiresüsteemi väljakujundamisel võib kasutada energiaaudiitoreid nagu ka hiljem analüüsides läbiviimisel.

Ettevõtte juhtkond võib kasutada energiaauditi planeerimisel ja läbiviimisel ka konsultante põhjaliku ja ammendava energiaauditi teostamiseks. Seejuures on sisemise auditi käigus kogutud andmed heaks aluseks põhjalikuma analüüsi teostamiseks.

Arenenud riikide energiaauditi programmides on üldiselt neli võtmefiguuri: administraator (ministeerium või selle osakond, milline vastutab energiasäästu poliitika eest), tegevagent (näiteks energiaagentuur või energiaamet, vastutab konkreetset riikliku energiaauditeerimisprogrammi läbiviimise eest), audiitor ja auditi klient. Kaks esimest neist on seotud väljaarendatud energiaauditeerimise süsteemidega, kus toimub auditeerimise riiklik toetamine. Kuna Eestis selline väljakujunenud süsteem on alles kujundamisel, on siin esialgu tegemist vaid kliendi ja audiitoriga.

Energiaaudiitor on harilikult tehniline ekspert energia lõppkasutuse alal (elekter, soojus, vesi) ja on tegeliku auditeerimistöö teostajaks tellija objektidel. Lisaks sellele audiitor:

- võib olla sertifitseeritud või välja õpetatud ja volitatud energiaauditite teostamiseks;
- teeb auditeid ärilisel alusel, kuid võib töötada ka mittetulunduslikult;
- finantseeritakse kliendi või auditi subsideerija poolt;
- vastutab energiaauditite tegeliku turunduse eest klientide hulgas.

Kindlustamaks energiaauditi teostamist vajalikul tasemel, nõutakse üldjuhul audiitorite väljaõpet, milleks on erinevates maades kasutusel erinevad vormid.

Üldiselt võib audiitorite väljaõppes eristada järgmisi võimalusi:

- ilma spetsiaalse väljaõppeta, nn. “Metsiku Lääne” meetod;
- lühike väljaõpe – 1-2 päeva auditi protseduuride kohta;
- väljaõpe auditi protseduurides ning mõnes tehnilises valdkonnas;
- põhjalik väljaõpe, kestusega mitu kuud.

Audiitorite kvalifikatsiooninõuded võidakse määratleda riikliku auditeerimisprogrammiga:

- kas litsentsi nõutakse auditeerimisfirmalt või audiitorilt ja milliseid valdkondi peab litsents hõlmama;
- millise litsentsiga audiitorit teatud auditi liigi teostamiseks vajatakse;

Seega võib volitatus hõlmata järgmisi variante:

- litsentseerimata – igauks võib tegeleda auditeerimisega, nn. “Metsiku Lääne” meetod;
- kasutatakse tuntud hea reputatsiooniga firmade teenuseid;
- mitteametlik volitamine;
- ametlik litsentseerimine.

Auditi klient on asutus, isik või organisatsioon, milline vastutab hoone või tööstusettevõtte energiakulude eest. Klient loodab saada ühel või teisel viisil auditist tulu. Kuigi ta on kõigepealt huvitatud objekti rahalise säästu potentsiaali väljaselgitamisest, on ka teisi liikumapanevaid jõude. Auditi klient võib kombineerida energiaauditit mitmesuguste muude ettevõtmistega.

Kliendi liikumapanevateks jõududeks energiaauditit tellimisel on:

- kulude kokkuhoid ja kasumi suurendamine;
- ettevõtte maine tõstmine;
- hästi korrastatud ettevõtte- ja energiajuhtimise programmide koostamine;
- rahvusliku või regionaalse energia- ja keskkonnapoliitika nõuded.

Klient

- annab audiitorile auditi tegemiseks vajalikud andmed (tarbimise andmed, hoonete andmed, jne.)
- võib saada toetust auditi läbiviimiseks riiklike auditeerimisprogrammide raames;
- saab kasutada energiaauditit abivahendina energiajuhtimisel või täiendava osana keskkonnavalase juhtimise süsteemis;

Kliendi poolt peab olema määratud energia eest vastutav kontaktisik, kellel on volitus alustada energiaauditit ja kohustus abistada andmete kogumisel ning osaleda ülevaatuste tegemisel.

Suhted kliendi ja audiitori vahel sätestatakse lepinguga.

2.4 Ettevõtte energiaauditiks tehtavad ettevalmistused

Eduka auditi põhitingimused:

- kõigi osakondade juhtide teavitamine auditist, et nad saaksid aru auditi läbiviimise põhjustest ja eesmärkidest;
- konsultandi varustamine ajutise tööruumi ja/või lauaga, kus konsultant võiks töötada;
- määratakse sobiv isik personali hulgast ülesandega tegutseda giidina esimesel visiidipäeval ja olla kättesaadav edaspidi, hõlbustamaks juurdepääsu vajalikele kohtadele;
- firma juhtkonna esindaja peab olema kättesaadav, arutamaks esialgseid ettepanekuid, et formuleeritud ettepanekud oleksid nii praktilised, teostatavad ja tasuvad kui võimalik;
- tehnoloogia ja seadmete tehniliste andmete, skeemide, seadmete passide olemaolu;
- viimase kahe-kolme aasta kütuse, soojuse, elektri ja vee tarbimise andmed peavad olema analüüsiks kättesaadavad.

Soovitavalt peaks olema käepärast ka järgmine informatsioon:

- ettevõtte plaanid - peamiste objektide paigutuse selgitamiseks;
- andmed käsilolevate või planeeritud energiaalaste ettevõtmiste kohta;
- kehtivad lepingud energia/kütuste tarnijatega.

2.5 Põhilised takistused eduka auditi läbiviimiseks:

- Madalad energiahinnad;
- Energiakulu on kliendi käibes marginaalne;
- Klient ei ole energiakasutuse efektiivsusest huvitatud, kuna ta ei ole otseselt vastutav energiakulutuse eest, ei maksa enda poolt kasutatava energia eest või energiatarbimist ei mõõdeta;
- Majanduse langus – klientidel pole raha energiaauditi tellimiseks;
- Majanduse tõus – klientidel pole auditi jaoks aega ja nad leiavad mujal paremaid investeerimisvõimalusi;

2.6 Tööstusettevõtte energiaauditi liigid

Energiaauditi eesmärgiks on leida piirkonnad, kus esinevad energiasäästu võimalused. Auditi põhjalikkuse järgi võib eristada kolme taset:

1. tase – esialgne energiaaudit

- *Ülevaatus on auditi kõige lihtsam vorm, mida harilikult kasutatakse lihtsate energeetiliste süsteemidega hoonetes, aga*

ka suhteliselt lihtsate tootmisprotsessidega väikeses ja keskmises tööstuses.

Ülevaatus

- annab ülevaate energiakasutusest objektil;
- näitab kätte ilmsemad säästukohad ja hindab säästupotentsiaali;
- osutab vajalikele järgmistele sammudele;
- võib sisaldada lihtsamaid arvutusi;
- esitab esialgse energiakasutuse jaotuse;
- võimaldab koostada lühikese aruande.

▪ *Suuremate tööstusettevõtete puhul nimetatakse ülevaatuset esialgseks energiaauditiks, mis:*

- teostatakse auditimeeskonna poolt erinevate ekspertide osavõtul;
- vajab olulist koostööd kliendi organisatsiooni poolt;
- annab kogu energiakasutuse üksikasjaliku jaotuse;
- näitab kätte kohad, kus on vaja teha täiendavaid uuringuid;
- näitab kätte ilmsemad säästuvõimalused;
- aruandes esitatakse täielik energiakasutuse jaotus ja lühisoovitused;

2. tase - põhjalikumad energiaauditid ehk energiaanalüüsid tööstusettevõttes, mida võiks liigitada järgnevalt:

▪ *Süsteemi energiaaudit*

Viiakse läbi teatud protsessi, seadme või süsteemi energiasäästu potentsiaali väljaselgitamiseks vastava süsteemi eksperdi poolt.

- käsitletakse vaid üht süsteemi;
- ei vaadelda kogu objekti energiakasutust;
- koostatakse süsteemi üksikasjalik kirjeldus;
- hinnatakse süsteemi seisukorda;
- selgitatakse välja tasuvad säästumeetmed;
- koostatakse põhjalik aruanne süsteemi ja tema energeetilise efektiivsuse kohta.

▪ *Suunatud energiaaudit*

Suunatud energiaauditi töö sisu on määratud üksikasjalike juhistega teatud konkreetse(te) energiakasutussüsteemi(de) kohta.

Suunatud energiaaudit:

- tehakse üksikasjalike juhtnööride järgi;
- teatud kindlad valdkonnad jäetakse analüüsist välja;

- koostatakse tarbimise jaotus;
- sisaldab üksikasjalikke arvutuse energiasäästu ja investeeringute kohta;
- esitatakse standardne aruanne.

3. tase - kõikehõlmav energiaaudit

Kõikehõlmav energiaaudit katab objekti kogu energiakasutuse, kaasa arvatud mehhaanilised ja elektrilised süsteemid, protsesse teenindavad süsteemid, kõik energiat kasutavad protsessid.

Kõikehõlmav energiaaudit:

- kirjeldab ja iseloomustab kõiki energiakasutussüsteeme;
- võimaldab audiitoril peale energiabilansi koostamist vähemolulised osad kõrvale jätta;
- näitab kätte kõik tasuvad säästumeetmed (etteantud kriteeriumide järg nagu tasuvusaeg, NPV, IRR jne.);
- sisaldab üksikasjalikke arvutusi energiasäästu ja investeeringute kohta;
- esitab alternatiivsed säästuettepanekud;
- esitab aruandes objekti, toodangu ja energiakasutuse diagrammid ning bilansid.

2.7 Energiaauditi kestus ja maksumus

Energiaauditi maksumus koosneb audiitori töötasust ja kliendi oma personali töö maksumusest. Järgnevalt on toodud neli võimalust.

Fikseeritud kestus või maksumus

Energiaauditi maksumus võib baseeruda kas auditiks ettenähtud ajal või fikseeritud maksimaalsel maksumusel või ka mõlema kombinatsioonil. Kui fikseeritud ajale on lisatud maksimaalne päeva või tunnitasu, on tulemus sama kui fikseeritud maksumuse puhul. Selline variant hõlbustab harilikult juhtimist, kuna pole vaja kontrollida, kas kulutused on otstarbekad või mitte. Probleem on siiski selles, et eelarve on kehtiv vaid audititele, mille suurus on ette teada. Paljudel juhtudel kujuneb siis töögraafik kas liiga pingeliseks või liiga lahedaks. See meetod sobib rohkem suunatud energiaauditi mudeliga, mille puhul on võimalik ette otsustada, kuhu ja kuidas aega kulutada.

Projektikohane piiratud maksumus

Selle variandi puhul lepitakse audiitori ja kliendi vahel kokku auditi maksumuses, kusjuures subsideerija võib ette määrata maksimummaksumuse subsideerimispoliitika seisukohalt (otstarbekas maksumus ja piiratud tööde maht). Ilma sellise piiranguta on auditeerijal ja kliendil kiusatus lülitada projekti töid ka muudel eesmärkidel, nagu näiteks täiendav konsultatsiooniteenus. Maksimaalse limiidi määr peab olema juhistes ette antud, olenevalt ka auditi liigist. Võrreldes järgmise variandiga (projektikohane maksumus) vähendab see administreerimistööd, kuna on vaja ainult kontrollida, et subsideerimine ei ületaks maksimaalse limiiti.

Maksumuse ülemine piir võib olla määratud näiteks protsendina ettevõtte energiakuludest (levinud Soomes).

Projektikohane maksumus

Audiitor ja klient võivad vabalt kokku leppida auditeerimise tasus ilma piiranguteta. Hinna määrab turg, so. nõudmine ja pakkumine. Võib tekitada probleeme subsideerimisel: vaidlusi subsideerija, audiitori ning kliendi vahel.

Tulemustasu

Auditori tasu võib oleneda ka kliendi juures saavutatud energiasäästust. Seda moodust kasutatakse rohkem nn. ESCO tegevusskeemi puhul. Siiski võib see leida kasutamist ka juhul, kui ei ole kasutada auditeerimistoetust. Siis võib selline meetod olla kliendi ja audiitori vahel lepingu sõlmimise aluseks.

2.8 Energiaauditi etapid

Energiaauditit saab teostada ühe või mitme etapina. Seda ei tohi segi ajada audiitori mitme visiidiga auditi jooksul või projektijärgse koostööga lepinguosaliste vahel.

Üheetapiline audit

See

- on pidev protsess ühe lepingu raamides algusest kuni lõpuni;
- ei nõua kliendi poolt otsuste tegemist projekti kestel;
- lõpeb aruande esitamisega.

Selline audit ei piira visiitide arvu objektile, või kontakte audiitori ja kliendi vahel. Samuti ei ole piiratud ajaline ulatus.

Üheetapilise auditi eeliseks on see, et kuigi klient peab valima natuke suurema auditipaketi, saab auditiprotsess minna lõpuni ühekordse otsustuse alusel. Mida rohkem on auditietappe, seda suuremad on kliendi võimalused jätta audit mingil hetkel pooleli.

See mudel on soovitatav suuremale osale ettevõtetest, kuid suurtööstuse objektidel on mitmeetapiline moodus efektiivsem.

Mitmeetapiline audit

Mitmeetapiline energiaaudit sisaldab mitu sõltumatut etappi. Iga etapp algab uue lepinguga ja seetõttu saab klient lõpetada auditi peale iga lõpetatud etappi. Objekti audit on valmis, kui kõigi etappide aruanded on esitatud. Teine võimalus lõpetamiseks on kliendi otsus, et järgmist etappi enam ei tehta.

Mitmeetapiline energiaaudit algab harilikult esialgse auditiga, et määrata kindlaks valdkonnad, millised vajavad analüüsi. Juhul, kui on ilmne vajadus energiaauditi järele, võib alustada kohe analüüsiva mudeliga. Subsideerija seisukohalt on mitmeetapilise auditiga rohkem administratiivset tööd ja võib esineda seireprobleeme programmi tasandil. Samas on ta sobiv suurtööstuse jaoks. Eraldi etappidena võib analüüsida erinevaid protsesse või teostada erineva sügavusega analüüse teatud protsessile. Samas ei peaks audit siiski üle minema projekteerimistööks.

3 Auditi visiidi teostamine

Visiidi ettevalmistus

Audiitoril on soovitatav alustada andmete kogumisest ettevõtte kohta enne kohapealse visiidi teostamist. Vajalikud on

- Ettevõtte füüsilised ja käiduandmed

Geograafiline asukoht ja ilmastikuandmed (aasta keskmised temperatuurid ja kraadpäevade arv). Ettevõtte plaan, ehitiste asetus ja nende ehituslikud andmed (seina- ja katusekonstruktsioon ja materjal, uste ja akende suurus ja konstruktsioon) – andmeid võib saada projektist.

- Töörežim (vahetused, töökoormus – tiptunnid).

Tuleb hankida seadmete nimestik, millega tutvumine juba enne auditit võimaldab hinnata ettevõtte suuremaid energiatarbijaid ja energiasäästu võimalusi. Põhiline tähelepanu tuleb pöörata suurema energiakuluga seadmetele ja protsessidele.

- Energiakasutuse andmed, energiavood

Energiakasutuse ja kulude andmeid on vaja koguda vähemalt viimase aasta, soovitatavalt viimase kahe aasta kohta. Tuleb saada andmed nii kütuste kulu ja elektrienergia tarbimise, kui ka nende maksumuse kohta. Heaks abivahendiks on siin arved, kust selgub ka tariifi struktuur. Need andmed esitatakse tabelite (vt. Tabel 2) või graafikute kujul, võimaldamaks anomaaliate ja probleemide esiletoomist tarbimises. Iga selline anomaalia võib olla potentsiaalne energiasäästu võimalus tarbija jaoks ja väärrib lähemat kontrollimist.

Tabel 2 Energia ost ja müük ettevõttes

Energiakandja	Aastane kogus, MWh	Energia hind kr/kWh	Aastane maksumus kr
Maagaas			
RKÕ			
KKÕ			
Elekter			
+ Ostetud soojus			
– Müüdüd soojus			
Kokku			

- Tariifi struktuur ja maksud

Energiakuludest parema ülevaate saamiseks tuleb audiitoril kindlaks teha tariifide struktuur, mille järgi kasutatud energia eest makstakse. Energiatariifi struktuur võib olla nii lihtsalt kontrollitav ühekomponendiline (nt. kütuse hind massiühiku kohta) kui ka keeruline mitmekomponendiline (elektrienergia püsitasu, võimsustasu, aktiivenergia maksumus, võimsustegurit arvestav komponent jne), mille mõjust kuludele tarbijal ei pruugi olla selget pilti ja kus kogenud audiitor võib aidata orienteeruda. Oma osa

mängivad siin ka võimalikud soodustused ja trahvid nii energia tarbimise režiimi kui ka keskkonnanõuete järgimise eest.

Ette tulevad valmistada:

Välitöö vahendid

Küsimustikud, kontroll-lehed, tabelid kohapealseteks mõõtmisteks, kaitsevahendid jne.

Mõõteriistad

Mõõteriistu (nagu termomeetrid, õhuvoolu mõõtjad, andmete registraatorid jne) peaksid audiitorid saama vajadusel rentida vastavat teenust pakkuvatest firmadest.

Auditi sooritamisel võivad audiitorile olla abiks veel arvutiprogrammid nii mitmesuguste vajalike arvutuste hõlbustamiseks (näiteks tasuvusarvutused) kui ka aruande vormistamiseks.

Informatsiooni kogumisele järgneb

Tegelik auditi visiit,

mis algab sissejuhatava kohtumisega.

- **Sissejuhatav kohtumine**

Energiaaudit käivitatakse sissejuhatava nõupidamisega, kus audiitor ja tellija (objekti vastutavad isikud) lepivad kokku auditi teostamise üksikasjades ja rõhuasetustes.

Audiitor või auditi meeskond kohtub ettevõtte juhi ja tehnilise juhiga ning arutab lühidalt läbi auditi eesmärgid ja selgitab, millist informatsiooni on visiidi ajal vaja saada.

Sissejuhataval nõupidamisel arutatakse muuhulgas järgmisi vaatluse teostamisega seotud asjaolusid:

- tellija soovide ja vajaduste kaardistus;
- auditi teostamise ajakava;
- kontaktisikud ja sidepidamine;
- liikumine objektil, võimalikud ligipääsu piirangud;
- piirangud välitöödel;
- töö rõhuasetus ja aruandluse eripära.

Energiasäästumeetmete edukaks formuleerimiseks on oluline saada õiget informatsiooni ettevõtte sisseseade ja töö koha. Sissejuhatava kohtumise ajal vesteldakse tellija ja vastutavate töötajatega, kes võivad anda olulist lisainformatsiooni varem kogutud andmete täiendamiseks. Intervjuu ajal selguvad ettevõtte tegevuse põhiprintsiibid ja tema suhtumine auditisse. Tuleb küsitleda käidupersonali, saamaks andmeid hoonete või protsesside probleemide kohta. Remondipersonalilt võib saada olulist informatsiooni süsteemide seisundi kohta. Tuleb üles märkida intervjuueeritavate nimi, töökoht ja telefoninumber, et vajaduse korral saaks hankida vajalikku lisainformatsiooni. Kui sissejuhatava kohtumise ajal saadakse olulist lisainformatsiooni varemkogutud andmetele, tuleb sellega tutvuda enne ringkäigu alustamist.

- **Ringkäik**

Ringkäiku ettevõttes alustatakse tegevjuhi juhtimisel, et audiitor saaks tutvuda ettevõtte töö ja sisseseadega. Eesmärgiks on üldise info saamine.

Tavaliselt on ettevõtetes olemas vaid sissetuleva kütuse, elektrienergia ning külma vee mõõtmine. Ettevõttesisesed mõõtmised harilikult puuduvad. Kuna vee ja energia osa moodustab toodangu omahinnas märkimisväärse osa, siis peaks nende tarbimist regulaarselt registreerima. Sellise kontrolli puudumine viitab juba ise sellele, et ettevõttes on head võimalused energiasäästuks.

Audiitoril peaksid olema kaasas mõned lihtsamad mõõteriistad (termomeetrid pindade ja keskkonna temperatuuri mõõtmiseks, mõõdulint avade, torude ja pindade mõõtmete määramiseks, suitsugaaside analüsaator).

Töö ohutus on oluline komponent auditi teostamisel. Auditeerija või meeskond peab olema põhjalikult instrueeritud kaitsevadmete ja protseduuride osas, et vältida ohtu endale või käidupersonalile. Tuleb kanda nõutavaid kaitsevahendeid. Eriti tähelepanelik tuleb olla kõrgendatud ohtlikkusega kohtades nagu mõõtmistel elektriseadmetes või kõrge temperatuuriga objektidel.

Ettevaatlik tuleb olla töötavate seadmete juures, eriti ligipääsetavate liikuvate osade lähedal (mootorid, võllid, rihmad). Alati tuleb enne konkreetse töötava seadme ülevaatusale asumist sellest teavitada vastava seadme operaatorit.

- **Mida vaadata**

Kasutatakse küsimustikku energiasäästuvõimaluste väljaselgitamiseks ettevõttes (vt. Lisa 1).

Iga küsimustikus Jah (+)-vastuse saanud küsimus tähendab vastavaid energiasäästumeetmeid, mida tuleks vaadelda täiendava uuringu käigus, määramaks nende teostamise tasuvust.

- Valgustus

Tuleb kindlaks teha valgustite arv ja tüübid, võimsused, töögraafik. Mõõta valgustustugevust kohtadel, silmas pidades võimalikke efektiivsemaid alternatiivse valgustuse tehnoloogiad ja sensorlülititega valgustite paigaldamise võimalust harva kasutatavates kohtades.

- Kütte- ja ventilatsiooniseadmed

Kõik kütte-, ventilatsiooni, ja õhu konditsioneerimise seadmed tulevad kaardistada. Kasutada ettevalmistatud tabeleid andmete (tüüp, suurus, mudel, iga, elektrilised või kütuseandmed, töötunnid) ülesmärkimiseks. Hinnata aurusti ja kondensaatori seisundit (tööpindade puhtus), õhufiltrite ja torustike isolatsiooni olukorda. Õhu kiiruse mõõtmised konditsioneeritud õhu lekete avastamiseks. Sellised andmed võimaldavad analüüsida alternatiivsete lahenduste kasutamist energiasäästu eesmärgil.

- Elektrimootorid

Soovitav on kõigi üle 1 kW elektrimootorite inventuur. Ettevalmistatud tabelisse kanda mootori tüüp, mudeli number, võimsus, iga, töötundide arv, muud elektrilised andmed ja võimaluse korral $\cos\phi$. Mõnel juhul on vajalikud voolu, pinge ja $\cos\phi$ mõõtmised. Märkida mootorite kasutamise režiim – harva kasutatavaid mootoreid tuleks kasutada väljaspool tippkoormuse aega. Kõik mootorid üle 1 kW võimsusega ja üle 2000 h/a kasutusajaga sobivad vahetamiseks energiasäästlike mootoritega,

vähemalt nende rikkumise või plaanilise asendamise korral. Energiasäästlikud mootorid tarvitavad vähem elektrienergiat kui harilikud elektrimootorid sama mehhaanilise töö tegemiseks. Seejuures nad maksavad harilikult 15 – 30% rohkem kui tavalised elektrimootorid. Nende eripäraks on:

- mähiste suurem vasesisaldus;
- õhemad ja parema kvaliteediga staatoriplekid;
- optimeeritud õhupilud rootori ja staatori vahel;
- väiksemad ventilatsioonikaod.
 - Veesoojendid

Kõik veesoojendid tulevad üle vaadata, andmed üles märkida, sh. ka elektrienergia või kütusetarvitus. Milleks ja kui palju sooja vett kasutatakse, kasutusajad, temperatuur.

- Heitsoojuse allikad

Paljude seadmete juures tekib suuremal või väiksemal määral heitsoojust, mida saaks ära kasutada madalatemperatuurilise soojuse allikana näiteks vee soojendamiseks. Sellisteks allikateks võivad olla kompressorid, kaloriiferid, katlad, protsesside jahutusüsteemid, ahjud jne. Vajalikud on heitsoojuse temperatuurinivoo mõõtmised.

- Tippkoormusseadmed

Elektriliselt käitatavate perioodiliselt töötavate süsteemide puhul on oluline, et nende tööajad oleksid nihutatud kõrvale tippkoormuse aegadelt.

- Muud energeetilised seadmed

Tööstuses võib olla kasutusel palju spetsiaalseid masinaid ja seadmeid mitmesuguste protsesside läbiviimiseks. Nende tüübid, dimensioonid, võimsused, energiakasutus ja töögraafik tuleb üles märkida.

- Hooned

Tuleb kindlaks teha ehituste mahud ja pindalad, seinad ja katusematerjalid, piirete konstruktsioon, akende ja uste seisund.

4 Üksikasjalike andmete kogumine

Ringkäigu järel tuleb audiitoril tutvuda üksikasjalike andmetega ettevõtte seadmete ja käidu kohta, saamaks võimalust olulisemate energiasäästuvõimaluste identifitseerimiseks. Andmed tuleb kanda eelnevalt ettevalmistatud kontroll-lehtedele. Kontrolltabelid või –lehed koostatakse iga protsessi ja süsteemi kohta, näiteks küttesüsteemi puhul võiksid nad olla eraldi soojuse tootmise, jaotamise ja tarbimise kohta. Kuigi harilikult ei tehta selliste tabelite kasutamist audiitorile kohustuslikuks, on nad abiks võimalike probleemsete kohtade väljaselgitamisel ja võimaldavad olukorraga süstemaatiliselt tutvuda.

Tootmisprotsesside energiakasutuse auditeerimisel on loogiline järgida tootmisprotsessi suunda alates tooraine sisenemisest kuni valmistoote väljumiseni.

Peamistest protsessidest ja tootmisseadmetest tehakse üksikasjalik protsessiskeem, mille abil on võimalik saada üldine ettekujutus protsessidest ja nendevahelistest

seostest. See on protsessi analüüsi aluseks ja iseloomustab olukorda auditeerimise ajal. Skeemile ei märgita energiahulki ega tootmisandmeid.

Välitöödel kaardistatakse vaatlusobjekti energiatootmise, -muundamise ja jaotamise seadmed ja kõik vaatlusobjekti soojust, kütuseid, elektrit või vett tarvitavad seadmed. Kaardistusel kirjutatakse üles süsteemide ja seadmete põhilised tehnilised andmed ja hinnatakse võimalusi parendada vaatlusobjekti energiamajandust parema käituse ja hooldusega ning vajalikke investeeringuid parendustesse ja seadmetesse. Analüüsi eesmärgiks on välja selgitada kõik alla 10-aastase tasuvusajaga toimingud, mille abil saab vähendada energia või vee kulu, tõsta intensiivsust või hoida kokku materjali.

Säästuvõimaluste kaardistamiseks tuleb teha piisavalt mõõtmisi. Mõõtmistulemusi tuleb ka küllaldaselt tasemel kommenteerida. Kõigil auditi objektidel auditiliigist olenemata tuleb teostada ja dokumenteerida järgmised mõõtmised ning arvutused:

- sisetemperatuurid kohtades, mille alusel saab määrata auditi objekti sisetemperatuuri ühtlust, keskmist sisetemperatuuri ja säästupotentsiaali. Mõõtmistel tuleb tähelepanu pöörata välimiste ja sisemiste soojusallikate mõjule;
- seadmete veekulu, mille alusel saab määrata säästupotentsiaali;
- ventilatsioonisüsteemi regeneratsiooniseadmete kasutegurid täpsusega, mille alusel saaks hinnata olulisi kõrvalekaldeid normaalsest- või projektolukorrast;
- ventilatsiooniseadmete sissepuhke temperatuurid normaalolukorras;
- katelseadmete kasutegurid ja aastane kasutegur (katelde mõõdistustulemused);
- valgustustase tüüpilistes ruumides;
- elektri öise ja päevase tegeliku tarbimise vahekord.

Suurematel objektidel tuleb sooritada lisaks:

- tarbimisvõimsuse uuring tundide kaupa ühe tüüpilise ööpäeva jooksul selleks, et ilmneks öise koormuse ja suurimate elektriseadmete hommikuse käivitamise mõju;

või:

- tarbimisvõimsuse mõõtmine registreeriva seadmega selleks, et mõõteandmed hõlmaks tüüpilisi ööpäevi ja nädalalõppu. Tulemused tuleb esitada graafiliselt.

Parameetri vahetu mõõtmine on tunduvalt täpsem kui kaudselt arvutatud väärtus ning samal ajal võib see olla ka suhteliselt odav. Sellisesse mõõtmisse investeerimine on tavaliselt kasulik. Samas peab ettevõtte kõiki allüksusi haarava ning reaajas pidevat seiret võimaldava mõõtmisüsteemi loomine olema majanduslikult põhjendatud.

Sageli vajatakse auditeerimisel täienduseks kohapeal olemasolevatelt statsionaarsetelt mõõteseadmetelt saadavaile andmeile lisaandmeid, milleks tuleb sooritada mõõtmisi kohapeal, enamasti kantavate või teisaldatavate mõõteriistade abil. Samal ajal on käsiriistad sobivad ka statsionaarsete mõõteriistade kontrollimiseks.

Energiaauditi käigus tuleb kõige sagedamini ette massikulu ja temperatuuri mõõtmist, mille kaudu määratakse energiavood.

Käsimõõteriistu saab kasutada järgmisteks mõõtmisteks:

- gaasi kulu;
- vedeliku kulu;
- soojuskaod suitsugaasidega;
- elektriline võimsus ja energia;
- temperatuur;
- niiskus jt.

Kuna mõõtmised on aluseks energiabilansi koostamisele, tuleb nende planeerimisele ja teostamisele pöörata piisavalt tähelepanu. Mõõtmisi ei ole vaja teostada mitte sellepärast, et teatud mõõteriist on olemas, vaid tuleb teha selgeks, millist informatsiooni on vaja ja milliste meetodite ning tehnikaga seda saab.

Kõigepealt on vaja otsustada, milliseid koguseid on vaja mõõta, et koostada energiabilanssi küllaldase täpsusega. Seejärel valitakse sobivad mõõteriistad ja mõõtmise meetodid.

Vaja võib olla koostada mitmesuguseid energiabilansse, näiteks kogu ettevõtte jaoks või üksikute protsesside kohta. Tihti peale on vaja koostada ka massibilansse.

Oluline on mõõtmisi planeerida: millal, kus ja kuidas neid teostatakse ja milliste mõõteriistadega.

Korreksete mõõtmistulemuste saamiseks on vaja täita teatud tingimused:

- kasutada usaldatavaid mõõteriistu;
- kasutada sobivaid meetodeid;
- valida õige aeg mõõtmiste teostamiseks, saamaks esinduslikke tulemusi;
- õige mõõteandmete töötlemine.

Need nõuded kehtivad nii käsitsi kui ka statsionaarsete mõõtmiste kohta.

Mõõteriistad peavad olema kavatssetavate mõõtmiste jaoks sobiva täpsusklassiga ja sobiva ulatusega mõõtepiirkonnaga. Näiteks saab suhteliselt täpsemaid mõõtetulemusi mõõtepiirkonna ülemise piiri lähedal. Samas ei ole mõtet taotleda ülearu kõrget täpsust, kuna vastavad vahendid on kallid ja nõuavad hoolikat käsitlemist. Tuleb eelistada otseseid mõõtmisi, ohtlik on kasutada mõõtetulemuste asemel muude mõõtmiste summat või vahet. Käsitsemõõtmiste puhul on kasulik teha mõned eelnevad katsemõõtmised enne päris mõõtmiste juurde asumist. See võimaldab sageli täpsustada vajavat mõõteriista või meetodit ning vältida ülearust tööd.

Tähtis on valida õige, nn. "esinduslik" aeg mõõtmisteks eriti käsitsimõõtmiste puhul. Enamikul juhtudel on vaja mõõteandmeid saada normaalse käiduolukorra jaoks, samuti peaks olema tegemist statsionaarse olukorraga. Siirdeprotsesside kestus võib erinevate protsesside puhul olla väga erinev, mida tuleb mõõtmiste planeerimisel arvestada.

Kõigil auditi objektidel, sõltumata kasutatavast auditiliigist, hinnatakse energia ja vee kulutuse jagunemist seadmete kaupa ja suurematel üksikutel kulutajatel eraldi, selleks et säästu arvutamisel õieti hinnata suurusjärke.

Energiamajanduslikult oluliste lähteandmete, välitööde tähelepanekute, mõõtmisandmete ning käidupersonali ning praktikute intervjuerimise alusel analüüsitakse auditi objekti energiakasutuse olukorda ja säästuvõimalusi.

5 Põhilised ettevõttes auditeeritavad valdkonnad

Tööstusettevõttes esinevate protsesside suure mitmekesisuse tõttu on siinkohal auditeeritavad valdkonnad ülevaatlikkuse huvides jagatud kolme alajaotuse vahel: **energia tootmine ja soojuslikud protsessid**; üle-ettevõttelise tähtsusega **tehasesüsteemid** ja lokaalsed **hoonesüsteemid**.

5.1 *Energia tootmine ja soojuslikud protsessid*

5.1.1 **Katlad ja katlamajad**

KATLA BILANSS JA KASUTEGUR

Katlamaja on sageli ettevõtte suurim energiakasutaja ja seetõttu tuleb tema käitusele pöörata erilist tähelepanu. Katla töö jälgimiseks peavad olema paigaldatud vastavad mõõteriistad, millised võimaldavad jälgida :

- Kütuse kulu
- Soojuse väljastust
- Suitsugaaside parameetreid
- Lisavee kulu
- Abiseadmete elektritarbimist

Lugemite tegemise sagedus sõltub kohapealsetest võimalustest, kuid soovitav on andmed registreerida vahetuse või vähemalt päevase intervalliga.

Tähtsaks näitajaks on katla kasutegur.. Kasuteguri määramiseks koostatakse katla soojusbilanss, mis kujutab endast kütuse põlemisel vabanenud soojusenergia jaotust kasulikult kasutatud ja kadudena protsessist lahkunud soojushulkade vahel.

Katla kasutegurit saab määrata kas otsesel või kaudsel meetodil. Otsene meetod annab kasuteguri katlasse antud soojuse (kütuse ja põlemisõhuga) ning katlast saadud kasuliku soojuse (auru või kuuma veega) suhet:

$$\zeta = Q_1 / Q_k, \text{ kus}$$

ζ - katla kasutegur.

Q_1 - kasulik väljastatav soojushulk,

Q_k - koldesse sisestatav soojushulk (on määratud põhiliselt kütuse kulu ja tema alumise kütteväärtusega, kuhu põlemisõhu või kütuse ettesoojendamise korral väljaspool katelt lisandub veel nende füüsikaline soojus ning samuti pihustusauruga koldesse viidav lisaenergia).

Kaudne meetod vt. Lisa 2.

Katlamaja bilansi koostamisel lisanduvad abiseadmete (pumbad, ventilaatorid, valgustus) elektrienergia kulu, katlamaja küte, soe tarbevesi jne. Nende arvesse võtmine annab katlamaja kasuteguri.

Millele pöörata katlamajas tähelepanu (säätuvõimalused):

- põlemisrežiim koldes
- toitevee ettevalmistus
- vee ja aurulekete kõrvaldamine
- suitsugaaside ja läbipuhe vee soojuse kasutamine
- pidev seadmete töö järelvalve
- katelde kasutus vastavalt soojusvajadusele, vältides tühikäigul töötamist
- sulgeda suitsukäikude siibrid, kui katel ei tööta
- katelde ja isolatsiooni korrasolek
- läbipuhe ainult vajaduse korral
- võimalikult täielik kondensaadi tagastus
- kütusemahutite ja torustike isolatsiooni korrasolek ja minimaalne vajalik soojendus.

5.1.2 Kõrgetemperatuurilised protsessid

Ahjudega seotud kõrgetemperatuurilisi protsesse temperatuuriga üle 400-500°C kasutatakse tööstuses laialdaselt. Nende puhul kasutatakse efektiivsuse hindamisel kasuteguri asemel sagedamini erikulu mõistet:

$$\text{erikulu} = \text{energiatarbimine} / \text{väljastatav toodang}$$

See annab hea ettekujutuse tootmise energeetilisest efektiivsusest ja nõuab ainult toodangu ning energiakasutuse arvestust. Hästijuhitavas ettevõttes peaks olema hea korrelatsioon energiatarbimise ja tootmismahu vahel. Mida suurem on punktide hajuvus vastaval graafikul, seda kehvem on tootmise korraldus. Energiakulu toodangu puudumisel annab ettevõtte püsikulud. Need on harilikult:

- kaod lahkvate gaasidega;
- konstruktsiooni soojuskaod;
- soojuskadu ahju avadest kiirguse teel;
- kadu gaasidega ahju avadest;
- soojuskaod konveieritel;

- soojuskaod laadimismehhanismidele;
- jahutussüsteemidega eemaldatavad kaod.

Millele pöörata tähelepanu:

- kadude vähendamine avatud uste kaudu;
- hea isolatsioonimaterjali kasutamine;
- lahkvate gaaside soojuse ärakasutamine (näit põlemisõhu eelsoojendamiseks);
- kasutute seisuperioodide vähendamine;
- kütuse õige põlemisrežiimi hoidmine;
- kui on vaja toodangut hoida kõrge temperatuuri juures pikemat aega, tuleb selleks kasutada spetsiaalseid ahjusid;
- suuremate ahjude juhtimine peaks olema automatiseeritud õige režiimi võimalikult täpseks jälgimiseks.

5.1.3 Madalatemperatuurilise protsessid

Madalatemperatuuriliste protsesside hulka tööstuses kuulub soojuse kasutamine temperatuuriga allapoole 400 – 500°C. Selliste protsesside hulka kuuluvad sageli keemilised reaktsioonid või materjalide töötlemine. Sageli kasutatakse soojenduseks auru, kusjuures tekib suures koguses jääksoojust.

Millele pöörata tähelepanu:

- soojuskadude vähendamine isolatsiooni parendamise teel;
- madalatemperatuurilise jääksoojuse ärakasutamine näiteks põlemisõhu või töödeldavate detailide ettesoojendamiseks või ruumide kütteks;
- erinevate protsesside ajakavade ülevaatamine võimalikuks protsesside kontsentreerimiseks või ühildamiseks;
- kütuste põlemisrežiimide kontroll;
- niiskuse kontroll protsessides (kuivatamine);
- niiskuse mehhaaniline ekstraheerimine enne kuivatamist;
- materjali ülekuivatamise vältimine;
- pesemiseks kasutatava vee kulu kontrollimine;
- protsesside ühildamise ja elektri ning soojuse koostootmise võimalused.

5.2 Tehasesüsteemid

5.2.1 Soojustrassid (Aur, vesi ja kondensaad)

Tänu oma suurele soojussaldusele on auru kasutamine erinevates tööstusprotsessides väga levinud. Auru suur soojusülekandevõime on seletatav suure aurustumis-/

kondenseerumissoojusega, mis võrreldes kuuma vee soojusmahtuvusega on mitmekordne.

Millele pöörata tähelepanu:

- trassi parameetrid;
- õhu eraldamine süsteemist;
- torustiku õige dimensioneerimine;
- aurusteemi töötemperatuur;
- lekete vältimine ja kõrvaldamine;
- kondensaadi eraldajate paigaldus ja töö, kondensaadi korduvkasutus;
- isolatsiooni olukord.

Soovitavaks kiiruseks kuiva küllastunud auru torustikus on 25 - 35 m/s. Toru diameetrite seisukohalt on auru transportida ökonoomsem suurema rõhu juures. Auru rõhku peaks alandama alles vahetult enne tarbijat. Auru kulu on otstarbekas mõõta enne rõhu alandamist.

Aurusteemid peaksid töötama nii madalal temperatuuril kui võimalik s.t. tuleks vähendada auru genereerimise rõhku. Selleks tuleb eelnevalt kontrollida tehnoloogilisi vajadusi ning kooskõlastada need auru tootmise parameetritega.

Kui aurusteemis puuduvad kondensaadieraldajad, siis tekib oht, et osa torustikku kogunenud kondensaadist hakkab liikuma auruga võrdse voolamiskiirusega (kahefaasiline voolamine) ning võib purustada oma teel ventiile ja muid seadmeid. Sellist nähtust tuntakse hüdraulilise löögina. Väga oluline on kondensaadieraldaja paigaldusel aurusteemis õige kohavalik.

Kondensaadieraldajad ei tööta tavaliselt efektiivselt järgmistel põhjustel:

- nad võivad olla kinni kiilunud suletud asendisse - kondesaat läheb tagasi aurusteemi või
- nad võivad olla kinni kiilunud avatud asendisse - võimaldavad tööauru pääsu kondensaadisüsteemi.

Samuti esinevad kondensaadieraldajates energiakaod, kui nad lasevad auru läbi. Seega tuleb neid perioodiliselt kontrollida, et vähendada soojakadusid.

Kondensaadi tagastamine katlamajja võimaldab vähendada:

- kulutusi veele, kuna väheneb lisavee vajadus;
- kulutusi vee ettevalmistamise kemikaalidele;
- kulutusi vee ettesoojendamiseks

Üldjuhul tuleks kondesaat katlamajja tagastada minimaalse temperatuuriga, kasutades kondensaadi soojust näiteks mingi tehnoloogilise protsessi vee või ventilatsiooniõhu sissepuhke ettesoojendamiseks.

5.2.2 Elekter

Allpool on loetletud viis põhilist tegurit, millest sõltuvad kulutused elektrienergiale ettevõttes:

- elektrienergia kulu;
- võimsustegur;
- koormustegur;
- tariifid;
- tarbimise struktuur.

Energiasüsteem on huvitatud elektrienergia ühtlasest tarbimisest ning on kehtestanud selle stimuleerimiseks tariifid, mis sisaldavad erisugustele tarbijatele erinevaid tingimusi.

Elektritarbimise arvestusühik on kilovatttund (kWh), mida mõõdetakse arvestiga ja mille tarbimise eest makstakse vastavalt päevase või öise tariifi järgi. Teiseks komponendiks on koormus, mida arvestatakse kõrgeima tarbimistaseme järgi arvestusperioodil. Selle suurus määratakse harilikult elektrimüügi ettevõtte poolt järjestikuse tarbimise mõõtmise teel 15?? minuti kaupa. Maksimaalse tarbimisega 15 min perioodi alusel saadakse siis selle perioodi keskmine koormus (kW). See maksimaalne koormus maksustatakse siis võimsusmaksuga kr/kW.

Elektrienergia tarbimisel olgu põhimõtteks nagu kõigi ressursside puhul, kokkuhoidlik tarbimine ja raiskamise vältimine, näiteks valgustuse väljalülitamine, kui ruumis kedagi ei viibi või energiatarbijate väljalülitamine tootmisliinide tühijooksul.

Jaotussüsteem

Elektri jaotussüsteem ettevõtte liitumispunktist kuni tarbijani hõlmab mitmesuguse ristlõikega juhtmeid, lüliteid ja voolukatkesteid maksimaalse ülekantava võimsuse jaoks, transformaatoreid ja kaitseseadmeid. Harilikult ei ületa kaod tööstusettevõtte jaotussüsteemis 3 %, seetõttu on siin harva märkimisväärset säästupotentsiaali, mis õigustaks selle realiseerimiseks vajalikke investeeringuid.

Siiski võivad defektsed kontaktid või muud osad põhjustada ülekuumenemist ja sellele järgnevat riknemist, mille põhjustatud suurte kahjude ärahoidmiseks tuleb kontrollida ebanormaalselt kõrgete temperatuuride esinemist jaotussüsteemis. Selliste vigade avastamisel on õigustatud energiasäästlikumate komponentide kasutuselevõtt.

Suuremat säästu võib anda alakoormatud transformaatorite asendamine, eriti vanemat tüüpi transformaatorite puhul, millised ei kohandu olemasolevale koormusele.

Olulise elektrienergia tarbimisega on ettevõttes seotud näiteks järgmised valdkonnad:

- segamis-, purustus-, jahvatamisprotsessid;
- metallide ja mittemetallide sulatamine ning rafineerimine;
- materjalide transport;
- puhastamine ja viimistlus (kompressorid);
- arvutid ja juhtimine;

- materjalide töötlemine;
- valgustus;
- küte, ventilatsioon ja õhu konditsioneerimine.

Võimsustegur iseloomustab vahelduvvoolu reaktsiooni erinevatele elektrilistele koormustele. Induktiivsed koormused nagu elektrimootorid, ajamid ja päevavalguslampide drosselid mõjutavad faasinihet pinge ja voolu vahel. Sellest tingituna vajab elektritootja lisavõimsust faasinihke kompenseerimiseks. Kogu võimsuse vajadus koosneb seega kahest osast, aktiivvõimsusest (kW) ja reaktiivvõimsusest (kVAR). Võimsusteguriks nimetatakse aktiivvõimsuse suhet näivvõimsusse. Kasulikku tööd teeb ainult aktiivvõimsus, mida mõõdetakse vattmeetriga. Reaktiivne komponent ehk näivvõimsus kilovolt-amprites esindab voolu, mida vajatakse magnetvälja loomiseks induktiivkoormustel, samas ei tee ta kasulikku tööd. Vahelduvvoolu keskmise võimsuse valemist: $P = U \cdot I \cdot \cos\phi$ selgub, et sama U ja I puhul on võimsus suurim, kui $\cos\phi = 1$. Suur võimsustegur on oluline nii elektri ülekandeliinide kui ka elektrimasinate seisukohalt. Ta võimaldab saavutada sama võimsust nõrgema voolu abil. Vool omakorda määrab aga juhtmete ristlõike ja seadmete suuruse. Majanduslikkuse seisukohalt on nii elektrijaamade kui ka tööstuse elektriseadmed seda odavamad, mida ligemal ühele hoitakse võimsustegur. Seetõttu nõutakse, et võrkudes ei langeks $\cos\phi$ alla 0.8 ja tarvitatakse vastavaid seadmeid reaktiivvoolu kompenseerimiseks. Võimsusteguri vähendamine tähendab reaktiivkadude vähendamist.

Madal võimsustegur on ettevõttele kahjulik kolmel viisil:

- vähendab jaotussüsteemi ülekandevõimsust;
- suurendab antud töö tegemiseks vajalikku voolutugevust süsteemis, suurendades sellega pingelangu ja kadusid;
- võib põhjustada sanktsioone ettevõttele elektrimüüja poolt, mis kajastub otseselt elektriarves.

Osad seadmeil nagu kõrge võimsusteguriga valgustite ballastid või sünkroonmootorid, on olemas sisemine võimsusteguri parendus. Samas elektrimootorite võimsustegur sõltub koormusest, langedes oluliselt koormuse vähenemisega. Seetõttu peaksid elektrimootorid töötama võimalikult täiskoormusel. Võimsustegur väheneb ka mootori pöörete arvu langusega.

Lihtsaim otsene meetod võimsusteguri tõstmiseks on kondensaatorite kasutamine.

Reaktiivenergia eest tasutakse reaktiivenergia arvesti järgi, selle puudumisel aga teatud arvutuslik protsent aktiivenergia tarbimisest. Tasuda tuleb nii võrgust võetud kui ka võrku antud reaktiivenergia eest.

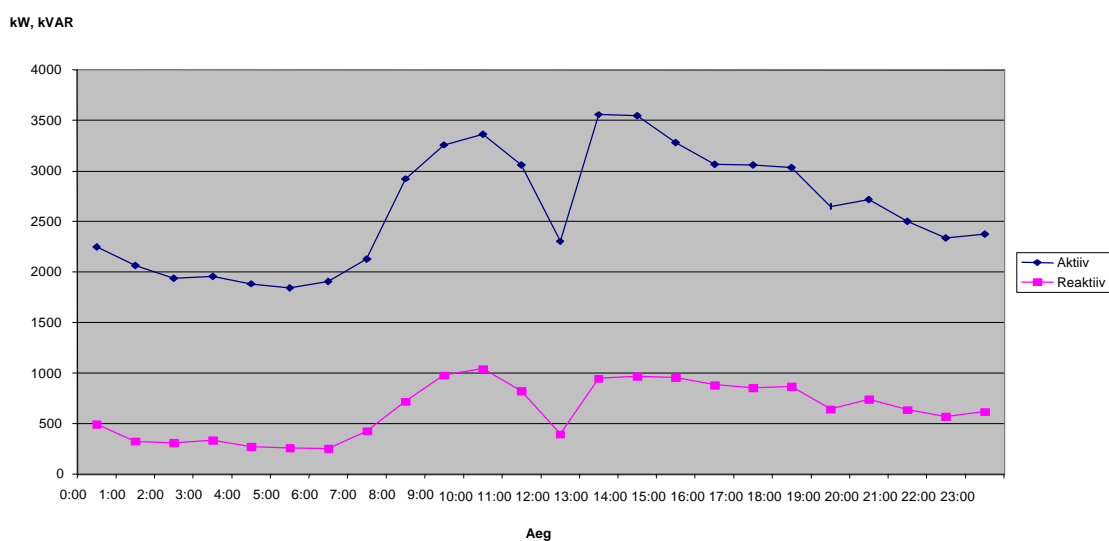
Koormustegur

Koormustegur on arvestusperioodi keskmise koormuse suhe tippkoormusesse. Koormustegur peaks olema võimalikult kõrge, st. kasulik on ühtlasem koormus. Tuleb teha kindlaks tarbimise koormuskõver. Selle võib koostada koormuse registreerimise olemasolul lugemite võtmisega iga 15 või 30 min järel. Graafik näitab tarbimise ebahütlust ja on aluseks võimaluste otsimisele selle ühtlustamiseks.

Koormustippude juures tuleb püüda vähendada tarbimist või nihutada seda madalama koormusega ajale.

Aktiivenergia eest tasub tarbija kas põhi- või ajatariifi alusel. Ajatariifi rakendamine eeldab nõuetekohase arvestussüsteemi olemasolu.

Päevatariif kehtib esmaspäevast reedeni (kaasa arvatud) kella 7.00–23.00, öötariif kehtib esmaspäevast reedeni (kaasa arvatud) kella 23.00–7.00 ning laupäeval ja pühapäeval ööpäevaringselt. Juhul, kui Eestis kehtestatakse suveaeg, siis suveajal kehtib päevatariif esmaspäevast reedeni (kaasa arvatud) kella 8.00–24.00, öötariif kehtib esmaspäevast reedeni (kaasa arvatud) kella 24.00–8.00 ning laupäeval ja pühapäeval ööpäevaringselt. Ettevõtte ööpäevase elektrilise koormuse graafiku näidet vt. Joonis 4.



Joonis 4 Ettevõtte elektriline koormus

Kaasajal annab hea ülevaate energia tarbimisest erinevates tootmisloikudes reaajas töötav ettevõttesisene arvutustehnikaga integreeritud energiaarvestussüsteem. Selle süsteemi abil on võimalik analüüsida tarbimist erinevatel ajaperioodidel (ööpäev, nädal, kuu jne.), avastada seadmete tühijookse, planeerida ümber tootmist ning muuta ettevõtte tarbimisgraafikut.

Koormuse juhtimiseks on 2 võimalust:

- “koormustipu nihutamine”, mis vähendab ettevõtte lepingulist võimsust ja muudab koormusgraafiku ühtlasemaks;
- “koormustipu lõikamine”, mis ainult vähendab ettevõtte lepingulist võimsust.

“Koormustipu nihutamise” eeliseks “koormustipu lõikamise” ees on, et sellise lähenemisega me ei mõjuta ettevõtte aastast toodangu väljalaske mahtu, puuduseks on aga asjaolu, et koormused on juhitud piiratud ajaperioodis.

Tipuvõimsuse juhtimisel on seega olulisem hajutada tarbitava võimsuse tipud ööpäeva lõikes arvestades väljakujunenud elektritariife. Siinjuures ei pruugi otseselt säästa

energiat aga on võimalik võita rahas, makstes tegelikult vähem elektrienergia eest, mis on tarbitud kallima tariifi ajal ning tarbides energiat maksimaalselt odavaima tariifi ajal.

Planeerides ümber ettevõtte päevast ja öist tarbimist ning jälgides reaajas tegelikku võimsust tipuajal, on võimalik vähendada ka vajalikku lepingulist võimsust. Omades ülevaadet tipuajal töötavatest tarbijatest ning nende poolt tarbitavast hetkvõimsusest ja tundes tehnoloogilise protsessi vajadusi, teostatakse koormuse hajutamist kas pidevalt või tsükliliselt. Pideval hajutamisel võib välja lülitada momendil mitteolulised seadmed, mis omavad suurt energia salvestuse võimet (külmaakumulaatorid, veesoojendajad). Tsüklilisel koormuse juhtimisel kontrollitakse valitud väikese energiasalvestuse võimega seadmete (õhukonditsioneerid, ventilaatorid) koormusi tipuajal ja lülitatakse neid vastavalt vajadusele korduvalt. "Koormustipu lõikamisel" kontrollitakse seadmete grupi koormust etteantud ajaperioodil ning lülitatakse neid vajadusel välja (veevaru pumbad, valgustus). Seadmete grupi koormuse juhtimine on normaalselt suunatud märgatavale nõudevõimsuse vähendamisele mõjudes samaväärselt kadude vähenemisele.

5.2.3 Mootorid ja ajamid

Harilikult tarbivad mootorid ja ajamid suurema osa tööstusettevõttes kasutatavast elektrienergiast – keskmiselt 65 %. Mootorite arv võib olla küllalt suur, ühikvõimsus väike ja paigutus hajutatud üle kogu ettevõtte. See asjaolu teeb nende töö efektiivsuse ja energiatarbimise hindamise aeganõudvaks. Siiski on tavaliselt säästupotentsiaal seda vaeva väärt.

Põhilisteks energiasäästumeetmeteks on:

- hea majapidamistava järgimine – mootor välja lülitada, kui teda ei vajata;
- veenduda mootori efektiivses energiakasutuses – õige suurusega mootor. Suure töötundide arvu puhul kasutada kõrge kasuteguriga mootoreid;
- võimaluse korral kasutada muutuva kiirusega ajameid. Need annavad olulist säästu näiteks pumba koormuse muutumisel.

Mootori energeetilise efektiivsuse määravad tema kasutegur nimikoormusel ja koormus. Kasutegur väheneb koormuse langedes. Kõige kõrgem on kasutegur koormusel 75% kuni 100%. Nimivõimsus on harilikult toodud mootori sildil, tegeliku koormuse leidmiseks tuleb teostada vastavad mõõtmised. Suurem osa mootoreid töötab harilikult koormusega ca 65%. Kasuteguri vastavalt koormusele saab lugeda mootori koormuskõveralt.

Mootori muutuva koormuse korral tuleks määrata koormusgraafik, mida on kõige lihtsam teha registreeriva mõõteriistaga. Muutuva koormusega mootorite puhul nagu ventilaatori või pumba mootor, võib kiiruse reguleerimine anda kuni 80% energiasäästu, võrreldes õhu või vee voolu drosseldamisega klapi või siibri abil.

Millele pöörata tähelepanu:

- tagada heal tasemel hooldus;
- mootorid ei tohiks töötada tühikäigul – kasutada koormuse andureid;
- mootor ei tohi olla üledimensioneeritud;

- kui mootor töötab pikka aega allpool täiskoormust, kasutada mootori (pinge) kontrollereid või pidevat tööd tähtlülituses;
- muutuva koormusega süsteemides kasutada kiiruse reguleerimist;
- pideva töö jaoks kõrgel koormusel kasutada kõrge kasuteguriga mootoreid;
- mootori koormuse vähendamine;
- sujuv käivitus.

5.2.4 Suruõhk

Suruõhku kasutatakse tööstuses laialdaselt, kuigi harilikult kasutatakse suruõhu kokkusurumiseks tarvitatud energiast kasulikult ainult umbes 5%. Kompressori energiatarvet näitab kõige paremini arvesti, kuid mõõta saab ka tööaja järgi, kui on paigaldatud ampermeeter.

Suruõhusüsteemi töö sõltub oluliselt õhulekete tasemest. Seda saab hinnata, mõõtes kompressorijaama energiatarvet nädalavahetustel või vahetuste vahetumisel, kui harilikult suruõhke ei kasutata. Selline mõõtmine annab baaskoormuse, mida saab vähendada ainult lekete vähendamise või efektiivsema kompressori kasutamisega. Sageli saab väheste kuludega säästa 10 – 20% suruõhusüsteemi jooksvatest kuludest.

Millele pöörata tähelepanu:

- süsteemi ratsionaliseerimine mittekasutatavate osade eemaldamise või sulgemise teel;
- korralik kompressorijaama hooldus;
- õhulekete kõrvaldamine;
- sisenev õhk peab olema külm ja puhas. Võimalusel kasutada välisõhku;
- mitte kasutada ülearu kõrget rõhku;
- torustik peab olema ratsionaalne, et vältida suuri rõhulange kompressori ja kasutuskoha vahel;
- kompressioonisoojuse ära kasutamine;
- kompressorijaama juhtimissüsteemi korralik töö.

5.2.5 Külmutus

Külmutussüsteeme kasutatakse tööstuses laialdaselt. Süsteemi efektiivsuse hindamiseks peab olema paigaldatud teatud seirevarustus. Külmutuse efektiivsust iseloomustatakse harilikult tööteguriga:

$$\text{COP} = \text{jahutusefekt (kW)} / \text{kompressori sisendvõimsus (kW)}$$

Tegelikus olukorras ei ole sisendvõimsus ainult kompressori, vaid ka kõigi abiseadmete (pumbad, ventilaatorid, lambid jne.) summaarne võimsus.

Kui on kindlaks tehtud süsteemi töötegur, tuleb teha kindlaks jaama komponentide osatähtsus energiakulus (tuleb mõõta). Harilikult on siin vahekord järgmine:

- kompressorid – 65%;

- kondensaatoripumbad – 5%;
- ventilaatorid – 10%;
- aurusti pumbad – 15%;
- valgustus – 5%.

Järgmiseks tuleb leida kogu jahutuskoormuse jaotus tarbimise järgi. See võimaldab välja selgitada, millised protsessid avaldavad kõige suuremat mõju külmutussüsteemi kuludele.

Millele pöörata tähelepanu:

- regulaarne ja tasemel süsteemi hooldus;
- õhuvoolu takistuste vältimine soojusvahetites;
- lekete vältimine külmutuskontuurides;
- isolatsiooni korrasolek;
- töötundide arv nii väike, kui võimalik;
- jahutuskoormuse hoidmine minimaalsena;
- töö vältimine osalise koormuse tingimustes;
- juhtimise parendamine;
- heitsoojuse kasutamine;
- efektiivsemate seadmete kasutamine;
- energeetilise efektiivsuse kontroll CFC asendamisel osooniohutute vedelikega.

Külmhoonetes:

- minimaalselt sulatustsükleid;
- soojusinerti kasutamine käidukulude vähendamiseks (lülitada tippkoormuse ajal välja);
- termostaatide seadete kontrollimine;
- automaatsete ustesulgurite paigaldamine, et uste lahtioleku aeg oleks minimaalne;
- külmhoone maksimaalne koormamine või sektsioneerimine;
- soojusisolatsiooni parendamine.

5.2.6 Jahutusvesi

Millele pöörata tähelepanu:

- lekete kõrvaldamine;
- suletud süsteemide kasutamine;
- termostaatide kasutamine gradiiri ventilaatorite juhtimiseks;
- kontrollida, et süsteem poleks üledimensioneeritud;

- pumpade kiiruse reguleerimine;
- mitte lubada süsteemi asjatut tööd.

5.3 Hoonesüsteemid

Küte, soe tarbevesi ja valgustus võivad meie kliimas moodustada olulise osa tööstusettevõtte energiatarbimisest.

5.3.1 Küte

Energiakulu kütteks võib hinnata mitmel viisil. Paljudel juhtudel on võimalik saada andmeid kütmiseks kasutatud kütuse kulude kohta kuude lõikes aasta kohta ja joonistada välja vastavad graafikud. Tarbimine suvekuudel, kui küte on harilikult välja lülitatud, annab baaskoormuse, mis ei sõltu ilmastikust. Baaskoormus esindab sooja tarbevee kasutamist millele lisandub tehnoloogiliste protsesside soojusekulu. Ülejäänud osa graafikust on küttekoormus.

Küttesüsteemi auditeerimisel on olulised järgmised põhipunktid:

- küttekatla kasutegur;
- ülekütmise vältimine;
- soojuskadude vähendamine läbi hoone piirete;
- ventilatsioonikadude vähendamine (eriti läbi uste ja avade).

Ruumide sisetemperatuuridest saab ülevaate registreerivate mõõteriistade või andmeregistraatorite kasutamisega.

Millele pöörata tähelepanu:

- kadude vältimine väljaspool tööaega (temperatuuri alandamine);
- katlamaja korralik hooldus;
- termostaatide seadete kontrollimine;
- aeglülitid;
- tsoneerimine, kohtkütte kasutamine üldkütte asemel või mõlemad;
- juhtimine välistemperatuuri järgi;
- automaatused;
- soojuse taaskasutamine.

5.3.2 Õhu konditsioneerimine ja ventilatsioon

Ventilatsiooni ülesandeks on tagada ruumides piisavas koguses sobiva temperatuuri ja niiskusega puhas õhk ning eemaldada saastunud õhk ruumist.

Ventilatsiooni ülesandeks tööstusettevõtetes on:

- tagada piisav puhta õhu kogus;
- tagada nõutud ruumiõhu temperatuur ja niiskus;

- tagada ruumide vahel soovitud rõhkude vahekord;
- tagada vajalik lisaõhu kogus;

Arvestades tööstusele omaseid suuri väljapuhkeõhu koguseid ning selles sisalduvat suurt soojusenergia potentsiaali, on üldiselt majanduslikult otstarbeks seda soojusenergiat regenereerida, soojendades ette näiteks sissepuhkeõhku. Tööstusprotsessist eralduvate jääkainete ja toksiliste gaaside tõttu pole ventilatsiooniõhu osaline retsirkuleerimine alati võimalik. Esmalt tuleks siiski püüda vähendada väljapuhkeõhu koguseid, näiteks järgnevate meetmetega:

- kohtventilatsiooni laiem kasutamine - vähenevad õhuhulgad, tõuseb temperatuur, väiksemad soojusvahetuspinnad;
- väljatõmbeventilatsioon tööd reguleeritakse vaid sünkroonselt tootmisprotsessiga;
- väljatõmbe võimsust reguleeritakse vastavalt protsessist tekkivatele saastele.

Loomulikult peab iga investeeringu aluseks olema majanduslik tasuvusarvutus. Selleks tuleks analüüsida järgmisi aspekte:

- töötundide arv;
- sissepuhke- ja väljatõmbeõhu kogused;
- soojusenergia akumulatsioon rakendamise saavutatav üldiste energiakulutuste vähenemine;
- investeeringu suurus;
- süsteemi jooksvad kulud.

Enim on taaskasutust leidnud ventilatsiooniõhu soojusenergia.

5.3.3 Soe tarbevesi

Olulised on kasutatava sooja vee kulu ja tema valmistamise efektiivsus. Vooluhulka võimaldavad piirata voolupiirajad või automaatsed sulgurid ning lekete ja jooksvate kraanide korrastamine. Kui on suured seisukulud nagu näiteks ulatuslikes süsteemides vähese veekulu korral, tuleks kasutada kohapeal sooja vee valmistamist (boilerid).

Raisates sooja vett, raiskame ka energiat, mis oli vajalik selle vee temperatuuri tõstmiseks.

Millele pöörata tähelepanu:

- kuuma vee mahutite ja torustiku isolatsioon;
- õige kuuma vee termostaadi eelseade – soovitatav on 60°C *Legionella* bakterite (põhjustab tapva legionellataudi, mille tunnused sarnanevad tuberkuloosile) paljunemise vältimiseks;
- kasutada kohtboilereid suvisel ajal või suurte seisukulude puhul;
- kasutada ökonoomseid kraane või voolupiirajaid;
- kasutada tsirkulatsioonipumpasid ja ringtrasse.

5.3.4 Veevarustus

Eranditult kõik ettevõtted kasutavad kas suuremas või väiksemas koguses vett. Lekkivad veetorud pole kahjuks üheski ettevõttes haruldane nähe, samas alahinnatakse lekete kaudu tekkivat rahalist kahju ning lekkekohtade likvideerimisega oluliselt ei kiirustata.

Vee hind oleneb veevarustus- ja kanalisatsiooniteenuste maksumusest või vee tootmiskuludest ettevõttes (nendega seotud investeeringutest), vee kasutamissoiguse tasust (ressursimaksust) ja saastekahju hüvitisest (reostusmaksust). Veevarustus- ja kanalisatsiooniteenuste kasutamise maksumust mõjutavad oluliselt vee- ja reovee puhastuskulud.

Vee kulu vähendavad järgmised toimingud:

- rõhu ühtlustamine;
- vee vooluhulga vähendamine;
- ülisuure vooluhulga piiramine;
- kasutamisharjumuste muutmine.

Kõrgenenud rõhk veetorudes põhjustab majanduslikke ja tehnilisi probleeme. Ülisuured vooluhulgad ja rõhulöögid põhjustavad torustiku siseseintele ladestunud mustuse liikumist. See halvendab vee kvaliteeti. Suur voolukiirus soodustab tavaliselt torustiku ja soojusvaheti korrosiooni.

5.3.5 Valgustus

Alustada tuleb valgustusnormide kindlakstegemisest. Seejärel tuleb kohapeal valgusmõõtjaga määrata valgustuse tase kogu ettevõttes. Tuleb hinnata ka lampide ja valgustite seisukorda.

Hea valgustus peab peale nõuetele vastava konkreetse töökoha või ruumi valgustuse tagamise rahuldama ka energia säästmise nõuded.

Valgustuse puhul sõltub elektrienergia kasutamise efektiivsus:

- valgusallika tüübist;
- valgusti tüübist;
- valgusti armatuuri peegeldusvõimest;
- valgustite paigutusest;
- hooldamisest.

Energiasäästliku valgustuse kohta kehtivad järgmised reeglid:

- kasutage kõige suurema kasuteguriga lampe, mis vastavad valgustuse ja värvieraldamise nõuetele;
- hoidke lambid ja reflektorid tolmust puhtad - uut tüüpi reflektorid võivad säästa kuni 50% energiat;
- vähendage valguse neeldumist ümbruses (seinad, laed, põrandad);
- kasutage päevavalgust ja kohtvalgustust niipalju kui võimalik;

- lülitage valgustus välja kui seda vaja pole;
- mõelge automaatlülitusega valgustite kasutamisele (aegreled, ja/või fotoelemendid);
- kaalutlege uute tehnoloogiate rakendamist:
 - infrapunase kiirguse anduritega lülitussüsteem;
 - toitepinge reguleerimine autotrafoga - säästuvõimalus kuni 40%;
 - fluorestsentslampide toitel kasutada kõrgsagedustehnoloogiat - säästuvõimalus kuni 30% (käivituse juures kasutatakse poolperioodaldeid);
 - kohtvalgustites kompaksete fluorestsentslampide kasutamine - säästuvõimalus kuni 80% (nende lampide võimsustarve tunduvalt väiksem ja tööiga 8 korda pikem kui tavalistel hõõglampidel);
- kasutage agitatsiooni ja kleebiseid heaperemeheliku ja energiasäästliku suhtumise kujundamisel.

Tabel 3 Valgustite keskmine valgusvoog lm/W (koos ballastiga)

Valgusti tüüp	Väikesed	Keskised	Suured
Madalsurve Na	90	120	150
Kõrgsurve Na	84	105	126
Metallhaliid	67	75	93
Päevavalgus	66	74	70
Elavhõbe	44	51	57
Hõõglamp	17	22	24

Tööstusettevõttes on väga oluline ka päevavalguse maksimaalne kasutamine. Kaasajal püütakse uued tootmishooned projekteerida seda nõuet arvestades katuseaknad. Seejuures tuleb vältida ülekuumenemise ja pimestamise ohtu ruumis. Siseruumi iseloomustab keskmine päevavalgustegur, mis on proportsionaalne akende pindalaga ja nende valguse läbikande teguriga. Puhaste kahekordsete klaasidega akende valguse läbikande tegur on 0,7 ja ühekordsete tumedate klaasidega katuseakendel 0,8. Kui päevavalgustegur on 5% ja rohkem, on soodne võimalus päevavalguse kasutamiseks, kui aga päevavalgustegur on alla 2%, siis peab juba pidevalt kasutama elektrivalgustust. Kuid ka siin võib erinevatel aastaegadel ja ilmastikuoludes situatsioon muutuda ning siis tuleb kunstlik valgustus õigeaegselt välja lülitada.

6 Kogutud andmete analüüs

6.1 Energiabilanss

Energiaauditi tulemuseks peab olema energiabilanss, mille üksikasjalik uurimine võimaldab teha hinnanguid energiasäästumeetmete ja nende rakendamise otstarbekuse kohta. Bilanssi võib esitada erineval kujul, näiteks tabeli või diagrammina.

Auditi käigus tuleb saada ülevaade tegelikust energiatarbimisest ettevõttes, kui palju kulutatakse erinevaid energialiike ja mida see maksab, milleks energiat kulutatakse ja kuivõrd energiakulutus on põhjendatud. Selleks otstarbeks saab informatsiooni:

- ettevõtte kulude arvestusest,
- energiatarbimise mõõteandmetest,
- toodanguandmetest.

Ettevõtte kulude arvestusest on vaja andmeid energiakulu kohta kuude kaupa koos andmetega tariifi struktuuri ja muutuste kohta. Tuleb üles tähendada, kas saadud andmed on mõõdetud või hinnangulised. Iga kütuseliigi ja elektri ning vee aastase tarbimise kohta tuleb koostada tabelid, millede alusel saab energiatarbimise diagrammide kujul. Diagrammid toovad esile tarbimise jaotuse aasta lõikes ja seejuures ka võimalikud ebasoodsad asjaolud energiakasutuse seisukohalt.

- tulevad esile sesoonsed muutused tarbimises;
- võivad esile tulla muutused koormuses või energiakasutuse efektiivsuses;
- ootuspäraste sesoonsete muutuste puudumine võib näidata nõrka järelevalvet;
- katlamaja puhul saab määrata koormuse elemendid (baas- ja tippkoormus).

Allpool on näiteks esitatud ühe Eesti tööstusettevõtte aastase energiatarbimise andmed tabelitena Tabel 4 ja Tabel 5.

Tabel 4 Kütuse tarbimine ettevõttes

Kuu	Kütus		Auru	Kütuse	Soojuse	Kütuse
	Masuut	Põlevkiviõli	toodang	soojus	toodang	maksumus
	t	t	t	MWh	MWh	kr
Jaan	90.0	418.3	6483.4	5525.6	4895.0	623460.0
Veebr	303.0	156.9	5767.7	5088.1	4354.6	597330.0
Märts	370.6	84.3	5080.8	5061.2	3836.0	601470.0
Apr	324.5	0.0	3825.4	3634.4	2888.2	438075.0
Mai	213.1	32.7	2296.2	2739.9	1733.6	326925.0
Juuni	155.1	18.0	1872.5	1931.5	1413.7	230985.0
Juuli	43.0	7.5	493.5	562.6	372.6	67050.0
Aug	154.7	52.6	2058.3	2300.5	1554.0	271938.0
Sept	165.9	2.0	1833.1	1879.7	1384.0	226365.0

Okt	216.9	0.7	2140.4	2436.5	1616.0	293614.5
Nov	323.0	0.0	3325.8	3617.6	2511.0	436050.0
Dets	389.0	0.0	3807.9	4356.8	2875.0	525150.0
Aasta	2748.8	773.0	38985.0	39134.4	29433.7	4638413.0

Tabel 5 Elektritarbimine ettevõttes

Kuu	Tipp- võimsus	Tarbimine			Maksumus
		päevane	öine	Kokku	kr
	kW	kWh	kWh	kWh	
Jaan	2000	1007765	431899	1439664	696554.37
Veebr	2500	1217244	521676	1738920	846568.48
Märts	1965	996441.6	427046	1423488	687951.18
Apr	1950	934164	400356	1334520	651638.6
Mai	1300	639760.8	274183	913944	444075.53
Juuni	1000	509544	218376	727920	351493.78
Juuli	1100	537852	230508	768360	373776.77
Aug	1000	498220.8	213523	711744	345060.59
Sept	980	452928	194112	647040	318087.81
Okt	1300	662407.2	283889	946296	456941.92
Nov	1900	1011385	433451	1444836	692411.28
Dets	2300	1228878	526662	1755540	840778.26
Aasta		9696590	4155682	13852272	6705338.6

Kasutatud tariifid:

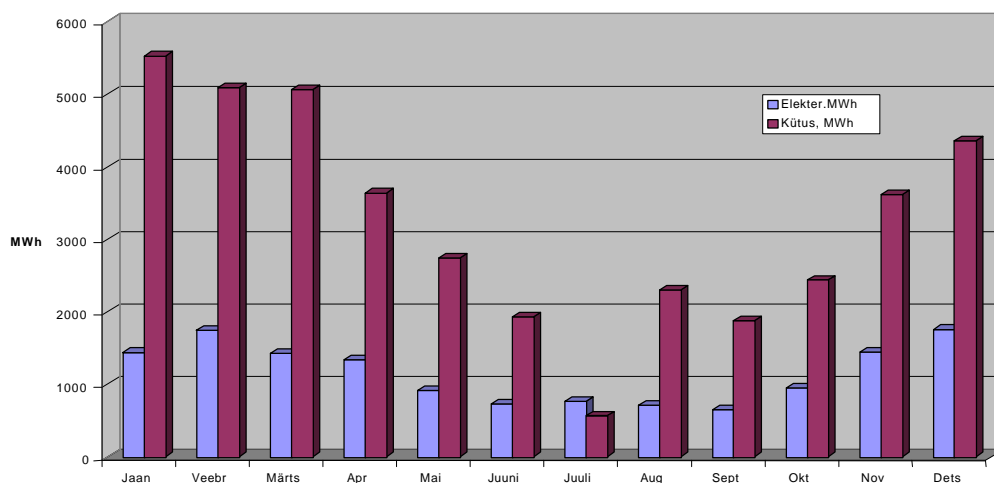
Päevane 0.452 kr/kWh

Öine 0.271 kr/kWh

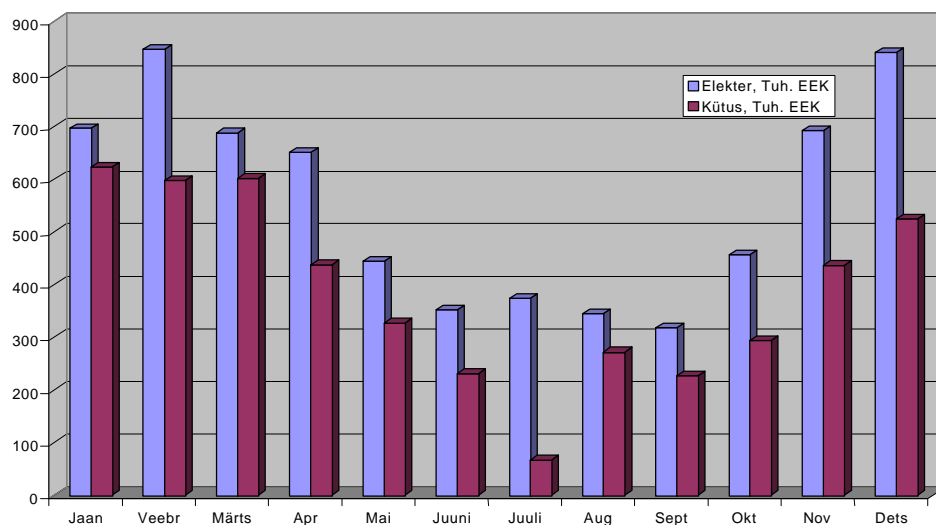
Võimsus 62 kr/kW

6.2 Graafiline esitus

Andmete graafiline esitus lubab arusaadavalt ja selgesti esile tuua üksikute kulukomponentide osatähtsust ja tarbimise jaotust ajalises lõikes. Aastase energiakulu alusel saab välja arvutada energia erimaksumused liikide kaupa, mida võib kujutada ka sektordiagrammidena. Allpool on toodud mõned sellised graafikud sama ettevõtte energiakasutuse kohta (vt. Joonis 5 ja Joonis 6).



Joonis 5 Kütuse ja elektri tarbimine

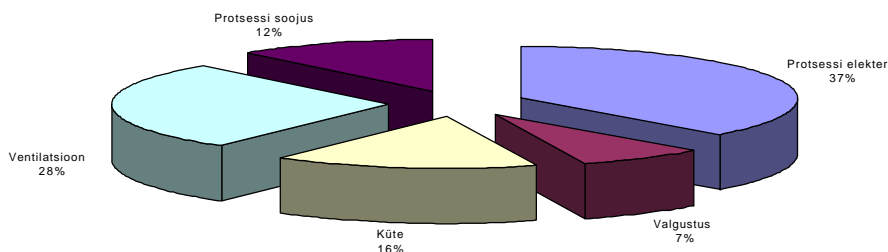


Joonis 6 Energia maksumus

Järgmiseks sammuks on saada informatsiooni ettevõtte energiakasutuse kohta erinevate tegevusalade kaupa, milliseid peaks auditeerima eraldi tarbimise ja kulude kindlakstegemiseks. Tuleb koostada peamiste teenistuste ja /või lõpptarbijate loetelu nagu:

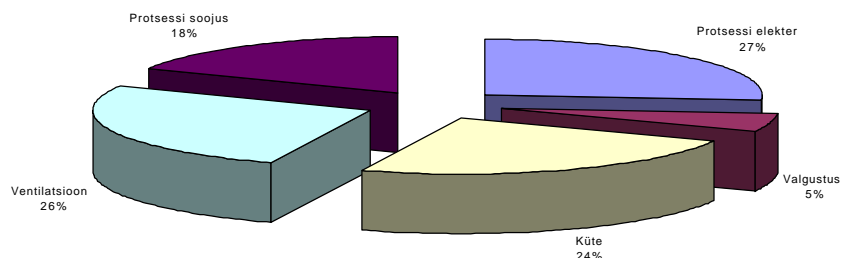
- tehaseteenistused (jõumasinad, suruõhk, külmutus jne);
- soojusprotsessid (katlad, kolded, ahjud jne);
- hooneteenistused (küte, soe tarbevesi, valgustus jne).

Esiialgu saab tarbimist ja seega ka maksumust hinnata installeeritud võimsuse, kasutustundide ja kasutusteguri alusel.



Joonis 7 Kulude jaotus

Soovitav on vaadata ka muutusi aastate lõikes, kuna see võimaldab välja tuua üldisi tendentse. Kui on erinevad tooted või protsessid või kasutatakse tootmiseks mitut tootmishoonet, tuleks kulud eraldi välja tuua.

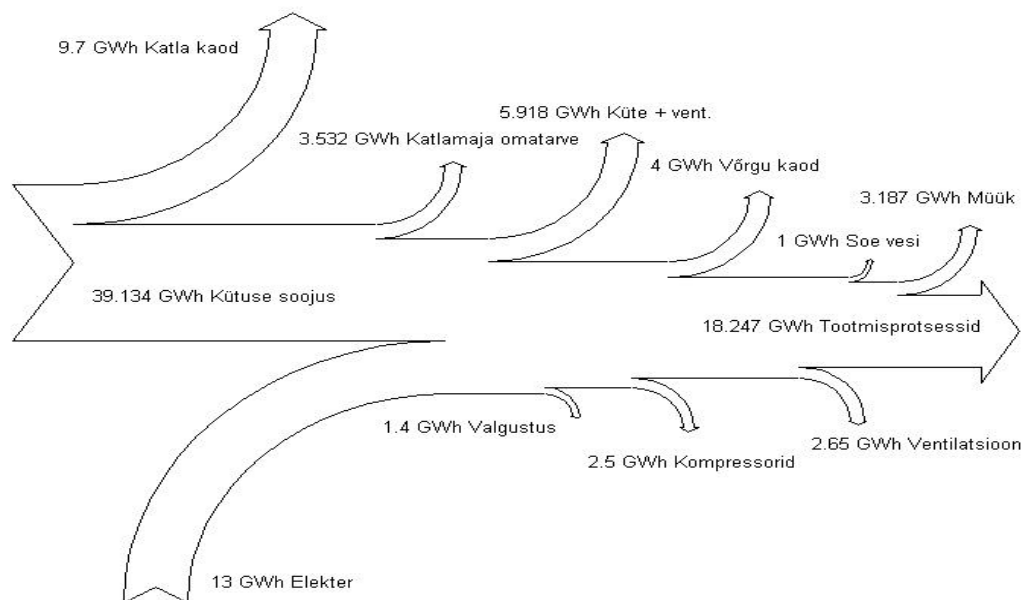


Joonis 8 Energiakasutuse jaotus

Üheks võimaluseks saada objektiivne ülevaade ettevõtte energiabilansist on koostada Sankey diagramm (vt. Joonis 9). Sankey diagrammi, mis on sisuliselt energia bilanss, koostamisel lähtutakse kogu ettevõttes tarbitud summaarsest energiakogusest, jagades selle edaspidi elektri- ja kütuseenergiaks, eraldades kõik tarbijad, kaod ning samuti akumulatsioonid energia kogused.

Bilanss koostatakse viimase aasta kohta, mille andmed on saadaval. Igal juhul püütakse valida normaalse tööolukorraga aasta (ilma näiteks suuremate erakorraliste seisakuteta).

Selline diagramm annab hea visuaalse ülevaate energiavoogudest ning võimaldab sellega määratleda ka prioriteetsed valdkonnad.



Joonis 9 Sankey diagramm

Tööstuslike protsesside analüüsimisel koostatakse Sankey diagrammid ka protsessitasandil, so. üksikute protsesside kohta. Sankey diagrammi koostamine primaarenergia osas on küllalt lihtne ja vajalikke andmeid saab selleks ettevõtte energiakasutuse ja tootmisaruandeist.

Keerulisem on leida andmeid energia jagunemise kohta erinevate protsesside vahel ja sekundaarenergia õiged suurusjärgud. Siin on vaja eelnevalt sageli koostada osaprotsesside või tootmisliinide energiabilansid.

Energia, kütuse või vee erikulud toodanguühiku või hoone ruumala/pindala kohta võimaldavad näitlikustada toodanguühiku energiakasutuse efektiivsust ja selle muutumist aasta kestel. Samas annab oma ettevõtte erikulude võrdlemine teiste sarnase tootmisprofiiliga ettevõtete vastavate näitajatega ka informatsiooni energiasäästu potentsiaali kohta. Siiski ei võimalda sellised erikulud teha alati väga kaugeleulatuvaid järeldusi, kuna erikulu sõltub mitte ainult energiakasutuse tõhususest, vaid ka muudest asjaoludest, näiteks toodangu mahust.

Auditeeritava objekti kohta kogutud objektiivse informatsiooni baasil peab audiitor hindama nii energiasäästu potentsiaali kui ka säästumeetmete rakendamise maksumust.

1. taseme auditi puhul tuleb vaadelda ainult kõige odavamaid ja lühema tasuvusajaga (mitte üle 1 – 2 aasta) säästumeetmeid. Sageli annavad need ka olulist säästu. Suuremaid investeeringuid nõudvad meetmed vajavad harilikult põhjalikumat analüüsi.

7 Energiakasutuse majanduslikud aspektid

7.1 Säästumeetmed ja tasuvusajad

Kindlakstehtud energiasäästumeetmeile hinnatakse saavutatavad säästud ja investeerimiskulud. Investeeringukulu on seejuures vaid osa säästumeetme teostamise kogukulust. Nii investeerimise kui säästu juures tuleb tähele panna erinevate toimingute lisamõjusid.

Teostuskõlblikud meetmed valmistatakse auditi aruande jaoks ette sellise põhjalikkusega, et auditi tellijal on esitatud andmete põhjal võimalus veenduda väljapakutud meetme tasuvuses ja arvutuse algandmete õigsuses. Aruande põhjal peab tellija saama teha meetmete teostamise või selleks vajaliku projekteerimistöö tegemise otsuse.

Iga investeeringu eesmärgiks on teenida kasumit - vähendada kulutusi töötingimusi halvendamata või parandades neid. Seetõttu on iga planeeritava investeeringu puhul vajalik teha nii tehniline kui majanduslik analüüs investeeringu põhjendatuse kohta. Tasuvust iseloomustab tasuvusaeg - periood, mille jooksul alginvesteeringu maksumus saab tasutud temast saadavate sissetulekutega. Siinjuures võib olla tegemist diskonteerimata ehk lihtsa tasuvusajaga, mis ei arvesta raha väärtuse muutumist ajas või ajaldatud (diskonteeritud) tasuvusajaga, mis seda arvestab. Tasuvusaja meetodit saab kasutada võrdsete aastaste sissetulekute (aastamaksete) puhul.

Lihtne tasuvusaeg arvutatakse valemiga:

$$T = I_0 / a, \text{ kus}$$

T – lihtne tasuvusaeg aastates;

I_0 – investeeringu algmaksumus (kr);

a – aastas saadav tulu (kr/aastas).

Lihtsa tasuvusaja meetodi puuduseks on see, et ei võeta arvesse kogu investeeringu eluea jooksul saadud sissetulekuid ja raha väärtuse muutust ajas.

Ajaldatud tulu meetod on üks levinumaid investeeringu hindamise meetodeid.

Antud meetodis kasutatakse järgmisi väärtusi:

N - ajaldatud tulu väärtus (kr);

I_0 - investeeringu algmaksumus (kr);

$C_1; C_2; C_3; \dots; C_n$ - vastavalt esimesel, teisel, kolmandal, n-dal aastal saadav tulu (kr/aastas);

i - intressi määr;

n - investeeringu eluiga aastates.

$$N = -I_0 + \frac{C_1}{(1+i)} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \frac{C_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n} = -I_0 + \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+i)^k}$$

Investeering saab olla aktsepteeritav ainult siis, kui ajaldatud tulu väärtus on positiivne, st. et tehtud investeering toob kasumit. Alternatiivseteprojektide korral tuleb iga investeeringu ajaldatud tulu väärtus eraldi arvutada ning majanduslikust seisukohast eelistada suurima positiivse ajaldatud tuluga projekti kasuks. Energiasäästu alaste investeeringute tegemisel eeldatakse, et nendega kaasneb jooksvate kulude vähenemine. Investeeringu eluea jooksul summaarselt säästetud energia maksumus arvutatakse järgneva valemiga:

$$A = a \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} = a \cdot I(i; n)$$

kus:

A - kogu investeeringu eluea jooksul summaarselt säästetud energia diskonteeritud väärtus;

a - aastas säästetud energia maksumus (kr/aastas);

n - intressi määr;

I - investeering reaalväärtuses.

Kaasajal on majandusarvutuste lihtsustamiseks võimalik kasutada mitmesugust arvutitarkvara investeeringute hindamiseks ajaldatud tulu või tulu sisenormi leidmise teel.

7.2 Kütuste ja energia hinnad

Nii ettevõtte energiavarustuse regulaarsel analüüsimisel kui ka tegevuse kavandamisel on majanduslikust aspektist oluliseks teguriks kütuste ja energia hinnad. Ametlikku hinnastatistikat on võimalik saada Statistikaameti väljaannetest. Valik 2001. a keskmisi hindu on esitatud järgnevas tabelis (vt. Tabel 6).

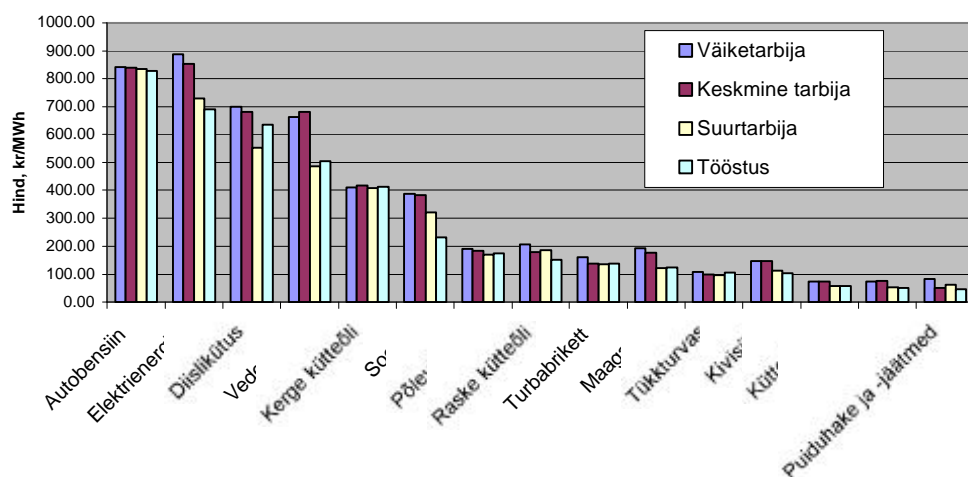
Tabel 6 Kütuste, elektri ja soojuse keskmised käibemaksuta hinnad Eesti ettevõtluse tarbijagruppidele ja tööstusele, 2001

	Väiketarbija	Keskmine tarbija	Suurtarbija	Tööstus
Kivisüsi, kr/t	914	913	696	646
Põlevkivi, kr/t	197	202	139	132
Tükkturvas, kr/t	300	274	267	288
Turbabrikett, kr/t	735	632	614	626
Küttepuud, kr/tm	153	153	118	117

Puiduhake ja -jätmed, kr/tm	147	88	111	83
Maagaas, kr/tuh m ³	1 786	1 651	1 126	1155
Vedelgaas, kr/t	8 372	8 609	6 143	6387
Raske kütteeõli, kr/t	2 305	2 007	2 087	1686
Põlevkiviõli, kr/t	2 076	2 017	1 874	1900
Kerge kütteeõli, kr/t	4 852	4 927	4 802	4862
Diislikütus, kr/t	8 263	8 032	6 511	7502
Autobensiin, kr/t	10 152	10 142	10 067	9989
Elektrienergia, kr/MWh	887	851	728	691
Soojus, kr/MWh	387	382	321	232

Allikas: Statistikaamet

Kütuste hindade osas on oluline arvestada hinnaproportsioone erinevate kütuseliikide vahel (vt Joonis 10). Seejuures tuleb valikute tegemisel arvesse võtta mitte ainult kütuses sisalduva energia hinda, vaid mitmeid muid tegureid, nagu investeringu- ja käidukulude erinevused, saavutatav kasutegur põletamisel, omatarbe suurus kasutamisel, kättesaadavus, võimalikud hinnamuutused, keskkonna- ja aktsiisimaksude võimalik areng jne.



Joonis 10 Kütustes sisalduva energia keskmine (käibemaksuta) hind Eesti ettevõtluse tarbijagrupidel ja tööstusele aastal 2001

8 Keskkonnamõju sõltuvus kasutatavate kütuste ja energia liigist

8.1 Ettevõtte energiakasutuse mõju keskkonnale.

Energia tootmisega kütustest kaasneb kahjulike saasteainete emissioon atmosfääri. Olulisemateks nendest on vääveldioksiid SO₂, lämmastikoksiidid NO_x ja kasvuhoonegaasid, millest põlemisproduktides esineb kõige rohkem süsihappegaas CO₂. Loomulikult on kõige efektiivsem meetod emissioonide vähendamiseks energiasäästmine tarbija juures, kuna siin säästetud energiat ei olegi vaja toota, seega langevad ära ka tootmise ja jaotamisega seotud kaod. Samas on oluline ka energiakadude vähendamine jaotamisel ja kõige lõpuks efektiivsuse tõstmine energia tootmisel.

Alati tuleks ettevõtte energiatarbimist hinnata ka elektri ja soojuse koostootmise võimaluse seisukohast, mis eeldab püsiva soojuskoormuse olemasolu ja ka toodetava elektri tarbimist oma ettevõttes või selle müügi võimalust.

Koostootmisel ei ole ainult tehnilised ja majanduslikud eelised võrreldes elektri ja soojuse eraldi tootmisega. Silmas pidades globaalse keskkonnaseisundi pidevat halvenemist, võib koostootmise laialdasem rakendamine oluliselt vähendada keskkonna saastamist. Koostootmise kõrgema kasuteguri tõttu saavutatakse üldine ohtlike ainete emissiooni vähenemine. Väheneb nii happevihmasid tekitavate lämmastikoksiidide ja väävlioksiidide kui ka kasvuhooneefekti põhjustava süsihappegaasi emissioon.

Kasvuhoonegaaside (KHG) kui keskkonda ja globaalset kliimat oluliselt mõjutavate saasteainete emissiooni piiramisega on viimasel aastakümnel hakatud aktiivsemalt tegelema. 1992. a toimunud ÜRO keskkonna- ja arengukonverentsil võeti vastu kliimamuutuste raamkonventsioon, milles määratleti riikide kohustused kliima muutumise vältimiseks. Eesti on konventsiooniga ühinenud ja selle 1994. a ratifitseerinud. ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni tähtsaks dokumendiks on Kyoto protokoll, milles fikseeriti konventsiooni liikmesriikide poolt vabatahtlikult võetud kohustused KHG emissiooni vähendamiseks. Eesti on võtnud kohustuseks vähendada KHG emissiooni aastateks 2008 – 2012 kaheksa protsenti võrreldes 1990. a tasemega. Nagu näha tabelist (Tabel 7) on seatud eesmärk juba saavutatud. Siiski ei ole selline saavutus põhilises osas vastavate meetmete tulemuseks, vaid põhjuseks on pärast Eesti iseseisvumist majanduses toimunud radikaalsed muudatused. Sellele vaatamata on emissioonide tase Eestis, eriti CO₂ osas, ühe elaniku kohta väga kõrge. Seetõttu on Eestis otsustatud seada keskkonnapoliitika EL liikmesriikide eeskujul ja teha muudatusi eelkõige energiasektoris, mis Eestis on suurimaks KHG allikaks.

Tabel 7 Kasvuhoonegaaside emissioon Eestis, CO₂ ekvivalendina, Gg

Allikas ja gaas	1990	1999
CO₂ kokku	38107	16771
sh. fossiilkütuste põletamine	37493	16424
tööstusprotsessid	614	347
CH₄ kokku	4362	2530

sh. kütuse põletamine	87	112
põllumajandus	1468	536
prügimajandus	1608	1304
NO_x kokku	1023	360
sh. kütuse põletamine	47	40
põllumajandus	977	316

Tuleb märkida, et biomassi kasvamisel absorbeeritakse fotosünteesi teel atmosfäärist sama kogus süsihappegaasi, mis tekib selle biomassi lagunemisel või põletamisel. Seega ei mõjuta biomassi ning tema ümbertöötamise produktide põletamine CO₂ ringlust looduses ja nende põlemisel eralduvat süsihappegaasi ei arvestata kasvuhoonegaaside hulka.

8.2 Energiakasutuse arengu suunamine saastamise vähendamiseks

Regulatiivsed abinõud

Viimastel aastatel on võetud vastu mitmeid õigusakte, mis reguleerivad keskkonda mõjutavaid tegevusi. Suurenergeetika aspektist on olulisemad järgmised seadused ja määrused.

Välisõhu kaitse seadusega (RT I 1998, 41/42, 624; ...; 2001, 50, 283) reguleeritakse tegevust, millega kaasneb saasteainete eraldumine välisõhku, osoonikihi kahjustamine ja kliimamuutust põhjustavate tegurite ilmnemine.

Seaduse kohaselt määratakse saastetase kui saasteaine kontsentratsioon välisõhus või sadetus maapinnal teatud ajaperioodil, mis kehtestatakse saastetaseme määramise korraga. Saastetaseme määramise kord kehtestatakse keskkonnaministri määrusega.

Keskkonnaministri määrustega kehtestatakse järgmised saastetaseme väärtuspiirid:

- saastetaseme piirväärtus kui saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühiku kohta, mille puhul saasteaine toime teatud aja (sätestatakse määrusega) jooksul ei kahjusta veel inimese tervist ega keskkonda;
- saastetaseme sihtväärtus kui saasteaine kogus välisõhu ruumalaühiku kohta, mis määrab tähtajaliselt uue saastetaseme, vältimaks kahjulikku mõju inimese tervisele või keskkonnale;
- saasteaine häiretase kui saasteaine kogus välisõhu ruumalaühiku kohta, mille ületamisel tuleb rakendada meetmeid inimese tervise kaitseks.

Seadus sätestab samuti saasteaine lubatud heitkoguse kui arvutusliku normatiivi, mille juures välisõhku suunatud või eraldunud saasteaine konkreetsest paiksest saasteallikast ja kõigist muudest allikatest samas piirkonnas ei ületa välisõhu saastetaseme piirväärtust.

Keskkonnaministri määrusega kehtestatakse heitmetele järgmised keskkonnakaitselised kontrollarvud:

- saasteaine heitkoguse piirväärtus põletusseadmest väljuvate gaaside mahuühiku kohta;

- saasteaine heitkoguse piirväärtus toodangu- või energiaühiku kohta;
- saasteaine heitkoguse piirväärtus liikuva saasteallika läbisõidu või energiaühiku kohta.

Saasteaine heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid kehtestatakse keskkonnaministri määrusega.

Paiksest saasteallikast tohib saasteaineid välisõhku eraldada välisõhu saasteloa ja erisaasteloa alusel. Välisõhu saasteloa kehtestatakse paiksele saasteallikale heitkoguse lubatud suurus sekundis ja aastas. Seejuures kehtestatakse keskkonnaministri määrusega saasteainete heitkogused või kasutatavate seadmete võimsused, millest väiksemate heitkoguste või kasutatavate seadmete võimsuse puhul välisõhu saasteluba ei ole nõutav.

Vastavalt välisõhu kaitse seadusele annab paikse saasteallika valdajale saasteloa:

- saasteallika asukohajärgne keskkonnateenistus, kui saasteainete väljumiskõrgus on kuni 100 meetrit maapinnast;
- Keskkonnaministeerium, kui saasteainete väljumiskõrgus vähemalt ühest saasteallika valdaja valduses olevast saasteallikast on üle 100 meetri maapinnast.

Paikse saasteallika valdaja on kohustatud taotlema erisaasteluba:

- kui tootmisprotsessi või seadme tehnoloogia tingib saasteloa lubatud saasteaine heitkoguse lühiajalist ületamist;
- tegevuse puhul, mis põhjustab välisõhu saastetaseme piirväärtuse lühiajalist ületamist;
- jäätmete põletamise korral.

Keskkonnaministri määrustega on kinnitatud järgmised olulisemad alamastme õigusaktid keskkonnanhoiu osas:

- välisõhu saastetaseme piirväärtused (RTL 1999, 21, 226);
- välisõhu saastetaseme sihtväärtused (RTL 1999, 148, 2097);
- saasteainete heitkoguste piirväärtused suurtest põletusseadmetest väljuvate gaaside mahuühikute kohta (RTL 1998, 327/328, 1334);
- põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid (RTL 1999, 59, 779);
- välisõhu saasteloa ja erisaasteloa taotlemise ning väljaandmise kord (RTL 1999, 79, 984; 2000, 37, 517);
- saasteainete heitkogused ja kasutatavate seadmete võimsused, millest väiksemate heitkoguste või kasutatavate seadmete võimsuste puhul välisõhu saasteluba ei ole nõutav (RTL 1002, 66, 1032);
- kõrgendatud keskkonnariskiga tegevuste täpsustatud loetelu ja tegevuse ulatus, millest alates tekib kõrgendatud keskkonnarisk (RTL 2001, 59, 825; 110, 1540).

Keskkonnamõju hindamise ja auditeerimise seadus (RT I 2000, 54, 348) sätestab eeldatava keskkonnamõju hindamise ja keskkonnaauditeerimise õiguslikud alused ning läbiviimise korra. Keskkonnamõju hindamise eesmärgiks on selgitada, hinnata ja kirjeldada kavandatava tegevuse eeldatavat mõju keskkonnale, analüüsida selle mõju vältimise või leevendamise võimalusi ning teha ettepanek sobivaima lahendusvariandi valikuks. Keskkonnaauditeerimise eesmärgiks on perioodiliselt hinnata toimunud või toimuva tegevuse vastavust õigusaktide nõuetele, keskkonnapoliitikas, keskkonnajuhtimissüsteemis ja keskkonnakavas kavandatule või standardites ja lepingutes sätestatule auditikliendi määratud kriteeriumide alusel.

Keskkonnamõju hinnatakse, kui kavandatakse ehitamist, ehitise kasutuselevõtmist või olemasoleva ehitise kasutusviisi muutmist, millega kaasneb oluline keskkonnamõju ja mis eeldab loodusressursi kasutusõiguse või saasteainete või jäätmete keskkonda viimise loa taotlemist või olemasoleva loa muutmist.

Kuna Eesti on suundumas Euroopa Liitu, siis on tingimata vajalik arvestada seal kehtivaid nii tehnilisi kui ka majanduslikke keskkonnahoiu abinõusid. Lähiaastatel saab tööstust oluliselt mõjutavaks teguriks Euroopa Liidu saastuse kompleksse vältimise ja kontrolli direktiivi (96/61/EÜ) rakendamine. See direktiiv nõuab 2007. aastaks kõigilt suurtelt tööstusettevõtetelt Euroopa Liidu nõuetele vastavate keskkonnakomplekslubade või keskkonnaametkondade poolt kinnitatud tegevuskava olemasolu, mis oleks suunatud EL nõuete täitmisele. Load omakorda nõuavad Euroopas väljatöötatud põhimõtetele vastavate parimate võimalike tehnikate (*BAT – best available technique*) kasutamist. Otseseks õigusaktiks eelnimetatud direktiivi elluviimisel on *saastuse kompleksse vältimise ja kontrollimise seadus* (RT I 2001, 85, 512), mis hakkas kehtima 1. maist 2002. a. Seadus määratleb keskkonnohuga tegevuse ja sätestab sellest tegevusest tuleneva saastuse kompleksse vältimise ja kontrollimise alused. Sätestatakse parima võimaliku tehnika mõiste. Parim võimalik tehnika peab vastama tegevusala ja selles rakendatavate töömeetodite tõhusaimale ja arenenumale astmele. Parima võimaliku tehnika mõistes tähendab:

- tehnika – käitises kasutatavat tehnoloogiat ja käitise kavandamise, ehitamise, hooldamise, käitamise, tegevuse lõpetamise ning käitise sulgemise viisi;
- võimalik tehnika – käitajale mõistlikul viisil kättesaadavat (kodu- või välismaist) nüüdisaegset tehnikat, mille kasutamine on kulusid ja eeliseid arvesse võttes majanduslikult ja tehniliselt vastuvõetav ning tagab keskkonnanõuete parima täitmise;
- parim – tõhusaimat kogu keskkonna kaitsmiseks.

Seadusega võeti kasutusele keskkonnakompleksloa (edaspidi kompleksluba) mõiste. Kompleksluba on dokument, mis annab õiguse kasutada käitist või selle osa viisil, mis tagab käesoleva seaduse alusel määratud tegevusvaldkonnas või allvaldkondades toimuva tegevuse võimalikult vähese kahjuliku mõju keskkonnale. Kompleksloaga sätestatavad nõuded peavad tagama vee, õhu ja pinnase kaitse ning käitises tekkinud jäätmete käitlemise viisil, mis hoiab ära saastuse kandumise ühest keskkonnaelemendist (vesi, õhk, pinnas) teise.

Kompleksluba on vaja tegutsemiseks järgmistes tegevusvaldkondades:

- elektri, soojuse, kütuse ja koksi tootmine;
- vedel- ja gaasilise kütuse rafineerimine ning tahke kütuse utmine;

- metallide tootmine ja töötlemine;
- mineraalsete materjalide töötlemine;
- keemiatööstus;
- jäätmekäitlus;
- tselluloosi-, paberi- ja tekstiilitööstus ning nahaparkimine;
- toiduainetööstus;
- loomakasvatus;
- pinnatöötlus või -viimistlus orgaaniliste lahustite abil;
- vineeri ja puitkiudplaatide tootmine;
- grafiidi (tempersöe) ja elektrografiidi tootmine põletamise või grafiidistamise teel;
- loomakorjuse ja loomsete jäätmete kõrvaldamine või taaskasutamine.

Käitaja ei tohi ilma kompleksloata tegutseda tegevusvaldkonnas, kus käesoleva seaduse järgi on vaja kompleksluba. Alltegevusvaldkonnad ja künnisvõimsused käesoleva paragrahvi lõikes 3 nimetatud tegevusvaldkondade raames kehtestab Vabariigi Valitsus määrusega. Käitajatelt, kelle tegevus jääb neist alltegevusvaldkondadest välja või ei ületa künnisvõimsust, kompleksluba ei nõuta.

Võimalikud piirangud kütuse kasutusele

Energiaseaduse §5 fikseerib, et ainult kvaliteedinõuetele vastavat kütust tohib toota, töödelda, importida ja kasutada. Vedelkütuste kvaliteedinõuded on kehtestatud majandusministri määrusega (RTL 2002, 69, 1083; 2003, 11, 122). Reeglina tohib raske kütteõli väävlisisaldus olla maksimaalselt 1%, kuid erandina on kuni 1. jaanuarini 2004. a lubatud kasutada 3% väävlisisaldusega rasket kütteõli. Ka kerge kütteõli väävlisisalduse osas on nõuded karmistumas: kuni 1. juulini 2003. a on lubatud kuni 0.5% ja kuni 1. jaanuarini 2008. a maksimaalselt 0.2%.

Kohalike kütuste puhul tuleb samuti arvestada teatud piirangutega, mis puudutavad kütuse varumist - turba kriitilise ja kasutatava varu suurus ning lubatud aastane kasutusmäär, kaitseotstarbelised raiepiirangud metsatöödel jms.

Saastetasu

Ennetamaks ja vähendamaks saasteainete või jäätmete keskkonda viimisega tekitatavat võimalikku kahju on Eestis kehtestatud saastetasud. Saastetasu seadus (RT I 1999, 24, 361; 2002, 61, 375) sätestab tasumäärad saasteainete ja jäätmete keskkonda viimisel ning saastetasu arvutamise ja maksmise korra. Välisõhku emiteeritavate tähtsamate saasteainete eest tasumisele kuuluva saastetasu määrad on esitatud Tabel 8.

Tabel 8 Saastetasu määrad olulisemate saasteainete viimisel välisõhku, krooni/t

Saasteaine	2002	2003	2004	2005
SO ₂	79.00	95.00	114.00	137.00
NO ₂	182.00	218.00	262.00	315.00
CO	11.00	14.00	16.00	20.00

Tahked osakesed	79.00	95.00	114.00	137.00
LOÜ	182.00	218.00	262.00	315.00
CO ₂ *	7.50	7.50	7.50	11.30

* - CO₂ välisõhku viimise eest maksab saastetasu energiaettevõtja, kelle saasteallika põletusseadmete nimisoojusvõimsused kokku ületavad 50 MW; ei maksta biokütuse, turba ja jäätmete põletamisel.

Vastavalt seadusele on saastetasu maksmise kohustust võimalik teatud tingimustel ja mahus asendada keskkonnakahjustusi vältivate või vähendavate abinõude rakendamisega või osalemisega keskkonnaseisundi säilitamiseks või parendamiseks kinnitatud programmis või projektis.

Saastetasu tuleb maksta ainult nendel ettevõtetel, kellel on kohustuslik omada saasteluba.

Euroopa Liidu nõuete rakendamise tähtaegade lähenedes planeeritakse järgmise kümne aasta jooksul saastetasude määrade tõstmist umbes 20% võrra aastas.

Saastetasu määrad võimaldavad hinnata energiakasutuse majanduslikku mõju ettevõtte tegevusele rahalises väljenduses ja potentsiaalsete säästumeetmete keskkonnakaitselist otstarbekust. Elektrienergia säästu puhul hinnatakse meetme keskkonnakaitselist mõju vajaliku elektrienergia tootmise vähenemise mõju järgi heitmete emissioonile elektrijaamas, milleks on Eestis praegu valdavalt põlevkivielektrijaam.

9 Säästupotentsiaal ja vajalikud investeeringud

9.1 Säästupotentsiaal ja meetmete maksumus

9.1.1 Energiakasutuse seisund ja säästupotentsiaal.

Tehaseauditis selgitatakse välja kõigi energiakasutuse seisukohalt oluliste seadmete ja süsteemide seisund ja säästupotentsiaal. Kõigis säästuettepanekutes arvestatakse ettepaneku kogumõju ettevõtte energiamajandusele kui ka hooldus ning ekspluatatsioonikuludele.

Selgitatakse välja protsesside, tehasesüsteemide ja hoonetehnika energiatõhusus.

Tööstusettevõtte auditi puhul tehakse ettepanekud säästuvõimaluste kohta energia hankimisel, energijaotamisel ettevõttes, oma energia tootmisel:

- optimaalne energiavarustus / energiatootmine / võimsuse reguleerimine;
- lepingud, energiaturud;
- energia hinnakomponendid.

9.1.2 Kinnistu energia- ja veekasutus

Ettevõtte maa-alal võib olla mitmesuguseid ja erineva otstarbega ehitisi. Nende energia- ja veetarbimisele pööratakse tähelepanu vastavalt nende tarbimise suurusele ja

võimalikule saavutatavale säästule. Tootmisruumide valgustusseadmeid kontrollitakse koos protsessiauditiga, koos vajaliku valgustustaseme selgitamisega.

Elektrilist lisakütet käsitletakse koos hooneauditiga.

9.1.3 Tehasesüsteemide energia- ja veekasutus

Tehasesüsteemideks peetakse neid tehnilisi süsteeme, millised teenindavad mitmeid protsesse või protsessiosi, või milliseid ei saa kindlalt seostada mingi erilise tootmisega (mõnel pool ka valgustus). Tehasesüsteemideks on harilikult suruõhu, auru ja kondensaadisüsteemid, pumplad.

Tehasesüsteemide käsitus koosneb järgmistest osatoiminguid:

- energiakasutuse ja süsteemi eksploatatsioonikulude väljaselgitamine;
- töö kirjeldus;
- süsteemi energiavajadus;
- mittevajalike kulude piiramine või asendamine tõhusamatega;
- seisund, efektiivsus, kasutegur;
- juhtimine, reguleerimine, eksploatatsioon;
- säästupotentsiaal;
- ettepanekud efektiivsuse parandamiseks;

Sageli on siin auditeerimisel vaja teha täiendavaid mõõtmisi.

9.1.4 Protsside energia- ja veekasutus

Selgitatakse protsside ja protssiosade energeetiline efektiivsus ja vee kulu ning tehakse ettepanekud säästumeetmete rakendamiseks või selleks vajalike täiendavate uuringute läbiviimiseks.

9.2 Säästumeetmete tasuvus

Potentsiaalne energiasääst on tõenäoliselt olemas neljas kategoorias:

- energiajuhtimine, see on madala maksumusega meede, milline sisaldab juhtimissüsteemide sisseviimist energiakasutuse seireks ja energia tarbimise vähendamiseks (peamiselt organisatsiooniliste muutuste kaudu);
- spetsiaalsed protsistehnoloogiad;
- ettevõtteülesed energiasäästutehnoloogiad, mis puudutavad mootoreid ja ajameid, katlaid jne;
- säästud koostootmise kasutamisest.

9.2.1 Meetmete tasuvuse määramine.

Amortiseerunud seadme normaalse asendamise käigus peaks omanik tegema tasuvusanalüüsi, et määratleda, kas efektiivsem, kuid kallim toode madalamate

ekspluatatsioonikulude juures väärrib lisainvesteeringut. Selleks kasutatakse sageli lihtsa tasuvusaja meetodit. Võttes energiaefektiivse toote lisamaksumuse võrreldes hariliku tootega ja jagades selle aastase energiasäästuga energiaefektiivse toote kasutamisest, saab tarbija teha kindlaks, mitu aastat kulub investeeringu äratasumiseks.

Parem hinnangumeetod on vaadelda eluea maksumust või investeeringu puhast nüüdisväärtust (NPV – Net Present Value). Selle käsitluse puhul lisatakse toote ostuhind energia maksumuse voogudele, mille toob kaasa seadme eksploateerimine. Kuna üks kroon täna on väärtuslikum kui üks kroon homme, diskonteeritakse vastavad energiaarved. Produkt suurima puhta nüüdisväärtusega on parim alternatiiv. Energiaaudit juhatab harilikult võimaluseni asendada olemasolevat töökorras seadet uue, kõrge efektiivsusega seadmega. Sellist tegevust nimetatakse “varaseks asendamiseks”. Enne kui kaaluda varast asendust, tuleb näidata, et on olemas oluline energiakokkuhoiu potentsiaal.

Kui uute, suurema efektiivsusega toodete soetamist saab finantseerida, kasutades energiakuludelt kokkuhoitud rahavooge, siis saab vältida kapitalikulu seadmete asendamiseks. Ei ole vaja lisaraha efektiivsema toote ostmiseks ja paigaldamiseks või vanade seadmete asendamiseks. Selliste finantseerimismehhanismide kasutamine energiaefektiivsuse meetmete jaoks võimaldab vähendada vajadust põhivahendite asendamiseks kuluva raha järele.

Teine soovitatud meetmete teostamisega seotud mure on meetmete rakendamise ulatus. Mõnel juhul võib ettevõtte olla huvitatud ainult mõnede väga lühikese tasuvusajaga parenduste kasutuselevõtust. Siiski, kui on pakett kompleksse parenduse erineva tasuvusega ja tasuvusajaga, siis tehase või ehitise uuendamise mõju on märksa suurem. Vahel võivad teatud meetmed nõuda pikemat investeeringu tagasimaksuaega, kuid üldine säästumõju ületab suuresti väga lühikese tasuvusajaga meetmete oma. Seega on investeeringu NPV väga suur. Kui esialgu viiakse ellu vaid vähesed parendused, siis võib juhtuda, et süvameetmeid ei rakendatagi ja oluline investeerimisvõimalus on kaotatud.

Põhiline takistus ettevõtetele pikaajalise investeeringu tegemiseks energiaefektiivsusse on äriplaani ebakindlus. Paljudel juhtudel toimub äri sellise graafikuga, mis välistab pikaajaliste investeeringute tegemise, kuigi need oleks väga tasuvad. Näiteks võib ettevõtte mitte teada või osata prognoosida selliseid tulevikuparameetreid nagu konkurendid, maksuseadused, tehnoloogiline areng, soodustused, turutingimused. Tuleviku ärikaalutlused võivad nõuda ettevõtte kolimist, praeguste seadmete ja seni tehtud investeeringute hülgamist. Selline äriperspektiiv töötab pikaajaliste meetmete kasutuselevõtu vastu. Samal ajal paljud ettevõtted teavad oma plaane mitmeks aastaks ette. Sama arutluskäik kehtib üldiselt ka elumajade omanike kohta. Muidugi tõstavad seadmete ja majade energiaefektiivsuse parendused omandi müügihinda.

9.3 Soojuse ja elektri koostootmise võimalused tööstuses ja selle efekt

9.3.1 Koostootmise tasuvus

Koostootmise kasutuselevõtu eesmärgiks on tööstusettevõtte võimalikult ökonoomne elektri- ja soojusenergia vajaduse rahuldamine. Harilikult ostetakse elektrit ja soojuste

eraldi. Elektrit saadakse avalikust elektrivõrgust ja soojust kas otse kaugküttevõrgust või ostetakse kütust soojuste tootmiseks kohapeal. Sellisel varustamisel on küllalt madal energiaefektiivsus võrreldes tootmisega kondensatsioonielektrijaamades. Tarbija, kes kasutab nii elektrit kui ka soojust püsival koormusel, võib koostootmissüsteemi paigaldamise teel rahuldada need vajadused väiksemate kulutustega.

Seega on koostootmise peamisteks motiivideks:

- majanduslik efektiivsus;
- kütuse kokkuhoid kondensatsioonielektrijaamades;
- energiaefektiivsus;
- keskkonnaalane kasu.

9.3.1.1 Majanduslik efektiivsus

Koostootmine kui meetod energia ratsionaalseks tootmiseks annab olulist primaarenergia säästu. Koostootmise kasutuselevõtul jääb tarbija energianõudlus endiseks, kuid kasutatav tehnoloogia võimaldab selle energiavajadus katta väiksemate kulutustega, kui tavalise korralduse puhul. Sääst oleneb peamiselt seni ostetava elektri hinnast ja koostootmisel kasutatava kütuse hinnast.

9.3.1.2 Kütuse kokkuhoid ja energiaefektiivsus

Põlevkivil töötava kondensatsioonielektrijaama kasutegur on alla 30%, kuid suure tsentraalse koostootmisjaama kasutegur (koos elektri ja soojuste jaotusvõrkude kadudega) on kuni 75%. Väikeste detsentraliseeritud koostootmisjaamade kasutegur võib jaotusvõrkude puudumise tõttu olla kuni 87%.

9.3.1.3 Keskkonnaalane kasu

Koostootmine vähendab tunduvalt energiatootmise keskkonnamõjusid, alandades kahjulike gaasiliste (NO_x, SO_x, CO₂) ja tahkete heitmete emissiooni taset. Eriti oluline on CO₂ emissiooni vähendamise võimalus, kuna selles ei saa kasutada olemasolevaid puhastustehnoloogiaid. Tolmu ja SO₂ emissioon võib väheneda kuni 99%, CO₂ kuni 60% ja NO_x kuni 25-30%.

9.3.2 Koostootmise rakendamise eeldused

Termodünaamiliselt on lihtne tõestada soojuste- ja elektri koostootmise kõrget efektiivsust, kuna siin kasutatakse ära suurem osa kondensatsioonijaamas elektri tootmisel üle jäävast madala potentsiaaliga soojustest. Praktikas on see saavutatav juhul, kui on olemas piisav soojuskoormus koostootmise efektiivsuse tagamiseks. Soojuse ja elektrienergia koostootmise agregaadid töötavad oma enamuses soojuskoormuse järgi. Seega on sel juhul väga oluline võimalike koormuste täpne analüüs, põhjendamaks suuri investeeringuid. Töötamine osalisel koormusel viib alla seadme kasuteguri. Seadme pikaajaline töö ainult osalisel koormusel tähendab sisuliselt suurt investeeringut, mida kasutatakse ainult osaliselt ja see viib toodangu (elekter, soojus) hinna üles. Seega, lõpptulemus sõltub väga suuresti eeluuringute põhjalikkusest ja täpsusest.

10 Tööstuse energiaauditi aruanne

Audiitor koostab aruande, milles käsitletakse tehnilisi andmeid, suurimaid soojuskadusid, energiatarbimist, energiasäästu võimalusi, antakse soovitusi investeeringuteks jne.

Aruandes kirjeldatakse tähelepanekuid ja soovitusi energiasäästuks. Hinnatakse soovitatavate investeeringutega saavutatava energiasäästu suurust ja investeeringute tasuvusaega.

Aruandes kirjeldatakse ka esmaseid energiasäästu meetmed, mis on üldjuhul investimisprojektid mitte pikema kui kuue-aastase tasuvusajaga.

Soovitatud energiasäästumeetmete kirjeldus sisaldab:

- renoveerimise tehnilist kirjeldust koos vajalike komponentide spetsifikatsiooniga;
- arusaadavaid, lihtsaid tasuvusarvutusi, tähtsamaid investeeringu eeltingimusi ja oodatava energiasäästu arvutusi;
- hinnangut keskkonnanõuetele aspektidele, tööohutusele, tootmistingimustele, mis võivad mõjutada renoveerimist.

Erinevad meetmed järjestatakse tähtsuse ja projektide tehnilise eluea järgi. Aruanne peab sisaldama ka katlamaja keskkonnamõjude hinnangut, näiteks CO₂ ja SO₂ emissioone, soovitusi katlamaja üleminekuks keskkonnasõbralikumatele kütustele (biokütused, maagaas).

Aruanne peab sisaldama:

- ülevaadet protsessidest ja toodangust (kokkuvõtet);
- ettevõtte kirjeldust;
- energiatarbimise kaardistamist;
- energiaefektiivsuse olukorda;
- energiasäästu potentsiaali määramist;
- audiitori soovitusi.

10.1 Ülevaade protsessidest ja toodangust (kokkuvõte)

Lühike kokkuvõte peab sisaldama:

- energiaauditi eesmärki;
- kaardistamise tulemusi;

Siin esitatakse põhilised energiakaardistuse andmed jaotatuna erinevate kasutusvaldkondade vahel. Tulemused esitatakse graafikute/diagrammidena nii elektri, soojuse, kütuse kui ka vee kohta.

- energiasäästu potentsiaalid;

Määratatud energiasäästuprojektid esitatakse tabeli kujul. Tabel peab sisaldama ainult huvitavamaid tulemusi, mis võimaldab lugejal hinnata energiaauditit.

Näiteks Tabel 9:

Tabel 9 Energiasäästuprojektid

Säästumeede	Energiasääst elekter/kütteõli MWh/a	Rahaline sääst kr/a	Investeering kr	Lihtne tasuvusaeg aasta

Tuleb esitada energiahinnad, mida on kasutatud projektide tasuvusaja arvutamiseks. Soovitav on hinnad jagada ostuhinnaks ja erinevateks maksudeks.

- Audiitori soovitused, milliseid projekte peaks ettevõtte pidama prioriteetseteks. Ei ole tingimata kõige parem alustada projektiga, millel on suurim energiasäästu potentsiaal. Sageli on parem alustada projektidega, millised vajavad väikest investeeringut, kuna sageli see tekitab ettevõttes soovi jätkata, sest tulemused on kiiresti nähtavad.

Igal juhul tuleb säästupotentsiaali hinnata seoses ettevõtte olemasoleva olukorraga. Kas on võimalik parendada ettevõtte tootmist antud energiasäästumeetme teostamisega, kas ettevõttel on majanduslikke võimalusi projekti teostamiseks või tuleb anda eelistus väga lühikese tasuvusajaga projektidele.

Kui audiitor on töötanud ettevõttes pikemat aega, siis on tal teatud alus hinnata, kuidas ettevõttel on parem alustada energiasäästuga.

10.2 Ettevõtte kirjeldus

See peatükk sisaldab ettevõtte üldist kirjeldust, tema toodangut ja tähtsamaid protsesse, mis mõjutavad energiatarbimist.

Üldisem osa sisaldab informatsiooni aadressi, asutamisaasta, omandivormi ja ärisuuna kohta. Ettevõtte aastane energiatarbimine jaotatuna kütuse ja energia liikide järgi ja energiaga varustaja.

Kui ettevõtte tahab avalikustada tootmisandmeid, siis paari viimase aasta toodang ja plaanitud jooksva aasta toodang.

Tootmisprotsesside kirjeldamisel on sageli kasulik, et ettevõtte spetsialistid ise kirjutaks selle osa aruandest. Isegi kui energiaaudiitor kulutab palju aega ettevõtte auditeerimisele, võib tal olla raske saada ülevaadet kõigist protsessidest ja neid üksikasjalikult kirjeldada. Selle aruandeosa kirjutamine ettevõtte poolt kindlustab kirjelduse korrektsuse. Paljudel ettevõtetel on tootmissaladusi, mida ei soovita avalikustada. Parim võimalus selle tagamiseks on protsesside kirjeldamine ettevõtte enda poolt.

Teiseks põhjuseks, miks ettevõtte võiks selle osa ise kirjutada, on kontaktide edendamine audiitori ja ettevõtte personali vahel. Sageli on personalil palju häid ideid energiasäästuks, kuid reeglina ei ole neil aega ega vahendeid ideede teostamiseks. Sageli on personali ideed väärtuslikud, kuid nad pole võib-olla võimelised juhtkonda

veenma investeerima nende ettepanekutesse. Kui sama ettepaneku teeb audiitor, on juhtkonnal sageli rohkem usaldust selle projekti kasulikkuse vastu.

Ettevõtte energiaalase olukorra hindamisel tuleb vaadata ka juba teostatud energiatarbimise vähendamise projekte.

Selline ülevaade võimaldab energiaaudiitoril hinnata, millisel tasemel energiasäästuprojekte võiks ettevõttes leida. Kui näiteks viimase paari aasta jooksul ei ole energiasäästuprojekte teostatud, siis on tõenäoline, et säästu võib saada juba küllalt lihtsate meetmetega, nagu näiteks seadmete väljalülitamisega tootmisvälisel ajal.

10.3 Energiatarbimise kaardistamine

Peamistest protsessidest ja tootmisseadmetest esitatakse üksikasjalik protsessiskeem, mille abil on võimalik saada üldine ettekujutus protsessidest ja nendevahelistest seostest. See on protsessi analüüsi aluseks ja iseloomustab olukorda auditeerimise ajal. Skeemile ei märgita energiahulki ega tootmisandmeid. Näidatakse:

- põhiprotsessid/seadmed;
- tootmisosakondade nimed ja piirid;
- energiavarustus:
 - elekter;
 - maagaas;
 - muud;
- tööained:
 - - aur / kondensaat;
 - - suruõhk;
 - - jahutusvesi;
 - - muud;
- protsessiheitmed:
 - - suitsugaasid;
 - - muud;
- toote kulg protsessis;
- toote liikumine ühest protsessist teise;
- vahehoidlad;
- toodete nimed ja omadused osaprotsesside vahel;
- protsessi soojuse taaskasutusseadmed;
- heitme- ja saasteainete vood,
- lisaainete sisenemine protsessi,

10.3.1 Energiakasutuses tuuakse välja:

- kuupõhised energiakasutuse andmed vaadeldaval aastal energialiikide kaupa (hankimine, müük ja energia omatoodang eraldi);
- protsesside kuupõhised kasutusandmed energialiikide kaupa vaadeldaval aastal;
- aastased energiakasutuse andmed kolme eelmise aasta kohta;
- elektrilise koormuse kõverad, näiteks ööpäevased, nädalased, sesoonsed koormuskõverad.

10.3.2 Tooteandmetest esitatakse:

- kuupõhised tootmisandmed protsessi ja tootmisliinide kohta;
- kuupõhised tooraine kasutusandmed;
- aastased tootmisandmed ja tooraine kasutusandmed kolme eelneva aasta kohta.

10.3.3 Energiabilansid:

Ettevõtte bilansis esitatakse graafiliselt ja numbriliselt (Sankey diagrammina) aastased primaar- ja sekundaarenergiavood, kasutades erinevatele energialiikidele samu ühikuid (näiteks soojusele, elektrile ja kütusele MWh/a) Mõnel juhul (pidevad katkematud protsessid muutumatu koormusega) võib bilansi esitada ka võimsusühikutes (kW).

Sellise diagrammi eesmärgiks on lihtsalt ja selgesti esitada ettevõtte aastane energiakasutus ühel joonisel. Sellelt saab hõlpsasti ja selgelt näha muuseas:

- mis on peamised energiaallikad;
- millistes protsessides on suurem energiatarbimine;
- kus on kasutamata sekundaarenergiavood;
- milliseid sekundaarenergiavoogusid saaks primaarenergia asendamiseks kasutusele võtta;
- olemasolevaid soojuse taaskasutusseadmeid ja nende mõju energiavoogudele.

Diagrammil esitatakse aastased andmed:

- kõik primaarenergiaallikad ja kütused;
- peamised protsessid ja energiakasutuskohad;
- sekundaarenergiavood;
- jahutusvesi;
- suitsugaasid;
- protsessiheitmed;
- tootmisruumide konvektsiooni- ja kiirguskaod.

10.4 *Energiaefektiivsuse olukord*

10.4.1 Energiakulutuste moodustumine ja jaotus

Aruandes tuuakse välja energia hankimine ja sellega seotud kulud. Lisaks esitatakse võimalikud oma energiatootmise ja protsessis kasutamise kulud, müük välja ja saadud tulud. Esitatakse tarbitava energia nii kogukulutused kui ka liikide kaupa ning kulude komponendid, aga ka kulude muutus ajas ja energiahinnad, mis on edaspidi vajalikud säästu- ja tasuvusarvutuste juures, aga ka energia hankimisega seotud säästuvõimalused.

10.4.2 Erikulud

Energia erikulude jälgimine võimaldab kergesti märgata aastase energiakasutuse efektiivsuse muutusi. Siiski ei näita erikulud üksinda tingimata energiakasutuse efektiivsust, näiteks vähendab tootlikkuse suurenemine üldiselt erikulusid, kuigi energiakasutuse efektiivsuses pole toimunud muutusi.

Energia erikulusid esitatakse järgnevalt:

- energia erikulu netotoodangu ühiku kohta;
- erikulud arvutatakse energia kogukasutuse või energialiigi kohta;
- erikulud esitatakse ka graafiliselt mitme aasta kohta;
- põhiprotsessidele määratakse oma erikulud nii soojuse kui elektri jaoks.

10.5 *Energiasäästu potentsiaalid*

Säästupotentsiaalid ja meetmete realiseerimise tingimused tuleb esitada aruandes ülevaatlilikult tabeli kujul.

Meetmete puhul esitatakse teostamise kulude arvutus, arvutus energia, vee ja kulutuste säästu kohta ja meetmete tasuvusajad.

Lihtsad tasuvusajad esitatakse aruandes arvutatuna praegustes hindades koos käibemaksuga, lähtudes aastasest energiasäästust ja vajaliku investeringu suuruselt.

Aruandes võib vastaval erikokkuleppel tellijaga esitada ka meetme muude arvutusmeetoditega leitud majandusliku tasuvuse .

Meetmete mõju arvestamisel tuleb energiasäästu kõrval tähelepanu pöörata ka muudele võimalikele tuludele, mis võivad soodustada selle teostamist. Sellisteks võivad olla näiteks siseõhu kvaliteedi paranemine või käidu- ja hooldekulude vähenemine.

Aruande kokkuvõttetabeleis esitatavas kulude säästus ja tasuvusajas pööratakse siiski tähelepanu vaid muutusele energia- ja veekuludes.

10.6 *Audiitori soovitused*

Audiitor esitab oma nägemuse säästuettepanekute realiseerimise kohta, lähtudes teostatud tasuvusarvutustest.

Võib esitada ka muid ettepanekuid - näiteks ettepanekud täiendavate analüüside tegemiseks vajaduse korral.

11 Ettevõtte energiamajanduse auditi-järgne jälgimine, järelkontroll

11.1 Auditi aruande üleandmine

Auditi aruande tulemused ja meetmete ettepanekud esitatakse auditi objekti vastutavaile isikuile auditi aruande valmimise järel. Auditi teostajail tuleb olla valmis vastama küsimustele auditi aruandes esitatud ettepanekute ning võimaliku auditeerimise jätkutegevuse kohta.

11.2 Ekspluatatsioonilised meetmed

Audiitorid käivad kohapeal koos ekspluatatsioonipersonaliga läbi kõik energiamajanduslikult olulised tehnilised aspektid (nt. ventilatsiooni ja valgustuse ajalise kasutamise muutuse ja elektrikütte ja reguleerimisseadmete eelseaded) ja kasutuskohad, kus vaatluse ajal on märgatud puudusi. Audiitorid peavad püüdma avaldada mõju kõigi ekspluatatsiooniliste meetmete kasutuselevõtuks.

Muudatusi soovitatakse teha välitööde ajal või seoses üleandmisega. Ekspluatatsiooniliste muudatuste üle tuleb alati nõu pidada tellijaga. Muutusi tehes tuleb veenduda, et toimingutest ei tekiks ohtu või kahju hoone kasutajale, ekspluatatsioonipersonalile või vaatlajale.

11.3 Investeeringud ja edasised toimingud

Nendest säästumeetmetest, millest klient on huvitatud, peab audiitor olema valmis andma kasutajale täpsustavat informatsiooni ja soovitusi. Soovitused võib liita aruandes esitatud meetmetele või teostamise projekteerimisele, parendusmeetmete teostamiseks ja investeerimis- ning laenuotetuse võimaldamiseks.

11.4 Tegevusotsused ja meetmete juurutamine

Energiaauditite tulemuseks on väljapakutud parendusmeetmed või ettepanekud seadmete asendamiseks. Soovitatud meetmete rakendamine sõltub paljudest asjaoludest nagu tasuvus, finantseerimisvõimalused, pikaajalisus ja laiemad ärilised kaalutlused.

Sageli ettevõtted muretsevad tootmise seiskamise riski või töökeskkonna pärast. Sellepärast tuleb uute seadmete paigaldamist või uue tehnoloogia kasutuselevõttu hoolega kaaluda ja riske hinnata. Sageli on võimalik riske minimeerida, jagades teostamise etappideks või tehes seda tehase normaalsetel seisuaegadel. Sama tüüpi edukate näidisprojektide kogemuste uurimine võimaldab vähendada uute seadmete või põhimõtete kasutuselevõtu riski.

Auditis soovitatud meetmed võib ellu viia auditiettevõtte, oma ettevõtte personal või tema poolt palgatud sõltumatu ettevõtja. Julgustamaks ettevõtteid rakendama auditis soovitatud meetmeid, võib valitsus või teenindusettevõtte, kes finantseerisid auditit, pakkuda soodsaid finantseerimistingimusi. Sageli viiakse läbi järgnev hindamine, dokumenteerimaks ja määramaks saavutatud säästu. Enamik auditi ja järeluuringu andmeid on konfidentsiaalsed ja ei ole avalikult kättesaadavad. Siiski peab veenval

auditiprogrammil olema objektiivne hindamismehhanism, mis on osa protsessist. Seda tuleks arvestada juba tööstuse auditeerimisprogrammi kujundamisel.

12 Kasutatud kirjandus

1. Amundsen A., Greening of Industry, 2002.
2. Benchmarking symposium. From the Plant's Floor to the Planet's Future: New Opportunities for Industrial Energy Benchmarking June 11 & 12, 2001.
3. Country Case Study on Climate Change Impacts and Adaptation Assessment in the Republic of Estonia. 1998.
4. Eesti Energeetika 1999, Majandusministeerium, 2000.
5. Energeetika planeerimine kohalikele omavalitsustele, Majandusministeerium, Aea Technology Environment, 2000.
6. Energia ja keskkond Euroopa Liidus, Euroopa Keskkonnaagentuur, Copenhagen, 2002.
7. Energia kokkuhoid tööstuses. ESTIVO, Tallinn 1999.
8. Energiajuhtimise üldkontseptsioon Eesti tööstusele. Koostanud NES A/S ja RAMBØLL Taani Energiaagentuurile ja Eesti Vabariigi Majandusministeeriumile Mai 2001.
9. Energiakatselmuse toteutamise ja raportoinni yleisohjeet. Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosaston ohjeita energiakatselmuse tekijöille, Helsinki 2001.
10. Energiakatselmustoiminnan yleisperiaatteet, Kauppa- ja teollisuusministeriö, Helsinki 2001.
11. Energiasäätu sihtprogramm, Tallinn, 1999.
12. Energiasäätu sihtprogrammi rakenduskava aastateks 2001-2005, Tallinn, 2001
13. Energy Audit Report format for manufacturing and processing plant energy audits. www.optimus.com/audit3.htm.
14. Energy Audits for Industry, Fuel Efficiency Booklet, UK, 1993.
15. "Energy Efficiency in Food Industries" Ramboll and DPC1998-1999 Consulting bakeries in energy efficiency improvement and business planning.
16. Energy Management in Danish Industry Knowledge and Practice An evaluation made for Projekt Værktøjsskassen by Kirsten Hansen and Anne-Dorthe Hestbæk, September 2001.
17. Energy Management in Industry CADDET Analyses Series 17 December 1995.
18. Energy management in industry– danish experiences. Danish Energy Authority, 2002, www.en.ds.dk.
19. Euroopa parlamendi ja nõukogu määrus nr 761/2001 "Organisatsioonide vabatahtliku osalemise kohta ühenduse keskkonnajuhtimise ja -auditeerimise süsteemis".
20. A Guidebook For Performing Walk-Through Energy Audits of Industrial Facilities. Christopher B. Milan, PE, CEM, Bonneville Power Administration.

21. "Katlamajade energiasäästu tüüplahendused Eestis". Birch & Krogboe A/S 2002.
22. Kiinteistökatselmuksen esimerkkiraportti, Motiva, B1/2000.
23. Kütuse- ja energiamajanduse pikaajaline riiklik arengukava aastani 2015 (visiooniga 2030), Tallinn. 2002.
24. Modern Industrial Assessments. A Training Manual. Version 2.0 2001.
25. Networking and Twinning of Energy Efficiency Organisations Phare Multi Country Programme Energy Management Tallinn, 1997.
26. Prosessiteolisuuden energia-analüüsi, Motiva B2/2000.
27. "Saastuse kompleksse vältimise ja kontrollimise seadus" (RT I 2001, 85, 512, 2002, 61, 375).
28. SAVE -Project Final Report. The Guidebook for Energy Audits. Programme Schemes and Administrative Procedures, 1999.
29. Saving Energy In Industry: Best practices in energy management.
30. A Self Assessment Workbook for Small Manufacturers, New Jersey University.
31. Soojuse ja elektri koostootmise ülevaade. Infoleht nr 2, Femopet Eesti, Sept. 1998.
32. Statstilskud til energibesparelser m.v. i erhvervsvirksomheder. Retningslinier for: Energisyn i erhvervsvirksomheder. Februar 2000.
33. Study on Energy Management and Optimisation in Industry. Summary Report A Haworth and K Fletcher, AEA Technology.
34. Thumann A., Handbook of Energy Audits, Lilburn, 1991.
35. Wayne C. Turner Energy Management Handbook, Lilburn, 1992.
36. www.geindustrial.com/products.
37. www.motiva.fi/kirjasto/Energiakatselmukset.

13 Lisa 1 Kontrollnimestikud kasutamiseks ringkäigul

Iga nimestikus “jah” (+)-vastuse saanud küsimus tähendab vastavaid energiasäästumeetmeid, mida tuleks vaadelda täiendava uuringu käigus, määramaks nende teostamise tasuvust.

Tabel 10 Valgustuse ülevaatus kontrollnimestik

Kontrollida, kas allpool märgitud nähtused esinevad, või mitte:

+	-	
		Valgustuse tase on kõrgem kui vajalik
		Kasutatakse välisvalgustust, mis ei ole vajalik ohutuse huvides
		Kasutatakse hõõglampe kontorites ja koridorides jne.
		Lambid ja valgustid pole puhtad
		Läbipõlenud lambid vahetamata
		Valgustus ruumides, mida ei kasutata
		Loomuliku valguse kasutamine puudulik

Tabel 11 Kütte- ventilatsiooniseadmete ülevaatus kontrollnimestik

Kontrollida, kas allpool märgitud nähtused esinevad, või mitte:

+	-	
		Mitu katelt töötab samaaegselt
		Isolatsioon defektne
		Gaasikäigud ebatihedad
		Ei mõõdeta kütuse kulu
		auru/soojuse toodangut
		toitevee kulu
		lisavee kulu
		lahkuvate gaaside temperatuuri
		Ökonomaiser puudub
		Lahkuvate gaaside temperatuur liiga kõrge
		Kõetakse ruume, millised ei vaja kütmist
		Sooja tarbevee temperatuur liiga kõrge/madal
		Ebaregulaarne katelde reguleerimine ja režiimi kontroll
		Tahm lahkuvates gaasides.
		Põlemisõhk ette soojendamata, ebasobiv õhuvõtu koht
		Ruumide temperatuurid ei vasta termostaatide seadele

		Radiaatorid ei tööta korralikult
		Auru, kondensaadi ja sooja vee torustike isolatsioon puudulik
		Ventilaatorite tööaeg optimeerimata;
		Sissepuhkeõhu temperatuuri alandamine;
		Õhukoguste vähendamise võimalused;
		Ventilatsiooni reguleerimine ei toimu vastavalt tehnoloogiliste protsesside intensiivsusele ja aastaajale;
		Jääksoojus taaskasutamata

Tabel 12 Elektrimootorite ülevaatus kontrollnimestik

Kontrollida, kas allpool märgitud nähtused esinevad, või mitte:

+	-	Mootorid töötavad alakoormusel
		Puudub automaatne väljalülitus tühikäigul
		Ei kasutata sujuvat käivitust
		Ei kasutata energiasäästlikke mootoreid
		Kiirust ei reguleerita
		Ebanormaalne jahutus
		Rihmülekande/reduktori seisukord ebarahuldav

Tabel 13 Vee soojendusseadmete ülevaatus kontrollnimestik

Kontrollida, kas allpool märgitud nähtused esinevad, või mitte:

+	-	Vesi on liiga kuum/külm
		Seadmed halvasti isoleeritud
		Elektriboileritel ei ole ajalisi piiranguid
		Puudub sooja vee akumulatsioonivõimalus
		Lekked sooja vee süsteemis
		Sooja vee süsteem on olemas, kuid ei leia kasutamist

Tabel 14 Soojuse taaskasutusseadmete kontrollnimestik

Kontrollida, kas allpool märgitud seadmed on kasutusel, või mitte:

+	-	Ökonomaizerid
		Soojustorud

		Torusoojusvahetid
		Sooja vee akumulatsioonivõimalus
		Regeneratiivsed soojusvahetid
		Rekuperatiivsed soojusvahetid

Tabel 15 Hoone ülevaatus kontrollnimestik

Kontrollida, kas allpool märgitud nähtused esinevad, või mitte:

+	-	Radiaatorite termostaadid pole reguleeritavad või puuduvad
		Köetakse või jahutatakse ruume, millised seda ei vaja
		Sooja vee või konditsioneeritud õhu lekked
		Kütisel ei järgita töötundide graafikut
		Kütte/jahutusseadmed töötavad fuajees jne.
		Seadmed lülitatakse sisse enne personali saabumist ja töötavad kuni nende lahkumiseni
		Pesula, teeninduse jm. tööaeg langeb elektrikasutuse tipptundidele
		Olemasolevaid katteid ja kardinaid ei kasutata hoone soojusisolatsiooniks
		Ei ole mootorite ja ajamite hooldusgraafikuid
		Ei kontrollita regulaarselt mõõte- ja juhtimisseadmeid
		Õhulekked läbi akende
		Uksed sulguvad ebatihedalt
		Välispiirete isolatsioon vilets või laseb katus vett läbi
		Avatud vertikaalsed šahtid või trepid võimaldavad sooja õhu kadu
		Tarbevee puhastus ebarahuldav
		Lekked tarbevee torustikus ja pumplates
		Veevõrgu sulgemisvõimalused puuduvad

14 Lisa 2 Katla kasuteguri kaudne määramine

Alati ei ole võimalik mõõta auru või toitevee kulu. Siis on lihtsam mõõta ja arvutada katla kaod ning nende alusel hinnata katla kasutegurit kaudsel meetodil.

Katla kadusid tähistatakse järgnevalt:

Q_2 - kaod lahkuvate gaaside füüsilise soojusega;

Q_3 - kütuse keemiliselt mittetäieliku põlemisega põhjustatud kaod;

Q_4 - kütuse füüsiliselt mittetäieliku põlemisega põhjustatud kaod;

Q_5 - katla välisjahtumise kaod;

$Q_{6,7,n}$ - muud kaod.

Q_1 - kasulikult väljastatud soojushulk

Kasulikult väljastatud soojushulga määramine toetub seosele

$$Q_1 = D(i_v - i_{sis}), \text{ kus}$$

D on vee või auru kulu, kg/s;

$i_{v, sis}$ - keskkonna entalpia vastavalt katlast väljumisel ja katlasse sisenemisel, kJ/kg

Q_2 - kaod lahkuvate suitsugaasidega

Valdava osa katla kadudest moodustavad harilikult just kaod lahkuvate gaasidega, mis on määratud seosega

$$Q_2 = V_g \cdot I_g, \text{ kus:}$$

V_g on gaaside maht katlast väljumisel, m³/s ja

I_g - gaaside entalpia väljumisristlõikes, kJ/m³

Kvantitatiivselt moodustavad kaod lahkuvate gaasidega korras katla puhul hea kütuse kasutamisel 5-10% (gaas, kerge vedelkütus), masuudi korral 10-12%, tahke kütuse korral 10-15%. "Hõredates" ja halvasti organiseeritud põlemisega kateldes võivad kaod lahkuvate gaasidega ulatuda 30%-ni või isegi üle selle.

Tahkete kütuste ja raskete vedelkütuste põletamisel piiravad lahkuvate gaaside temperatuuri alandamist küttepindade ja korstna korrosiooni oht ning saastumine gaaside temperatuuri alanemisel alla kastepunkti. Maagaasi ja kerge vedelkütuse korral on piirang rohkem majanduslikku laadi, sest gaaside ja soojusvahetuspindade temperatuurivahet ei tasu teha liiga väikeseks.

Samuti kasvavad lahkuvate gaaside temperatuuri alanemisel kulutused korstna konstruktsioonile ja suitsuimeja elektritarbele (väheneb loomulik tõmme). Kadude täpsemaks määramiseks tuleb mõõta lahkuvate gaaside temperatuuri ja gaaside koostist ning leida kaod nende parameetrite ning lähtekütuse koostise järgi.

Optimaalsed väärtused O₂, CO₂ ja liigõhutehuri kohta sõltuvalt kasutatavast kütusest on toodud järgnevas tabelis:

Tabel 16 Suitsugaaside O₂ ja CO₂ sisalduse ning liigõhuteguri optimaalsed väärtused

Kütus	O ₂	CO ₂	Liigõhutegur
	%	%	%
Maagaas	2.2	10.5	10
Vedelkütus	4.0	12.5	20
Kivisüsi	4.5	14.5	25
Puit	5.0	15.5	30

Q₃ - kaod kütuse keemilisest mittetäielikust põlemisest

Kui lahkvate gaaside koostises on komponente, mis oleksid sobivates tingimustes võimelised edasi põlema (näiteks CO, H₂, CH₄), siis on tegemist kadudega keemiliselt mittetäielikust põlemisest. Enamasti sisaldub lahkvates gaasides põleva komponendina praktilist huvi pakkuvast kontsentratsioonist vaid CO.

Keemiliselt mittetäieliku põlemise algallikateks on esmajoonelise hapniku puudus leegi tsoonis või õhu ja kütuse halb segunemine leegis.

Peale selle võib nimetada ebapiisavat põlemisaega. Põlemisaeg sõltub katla koormusest, mida suurem on koormus, seda lühem põlemisaeg. Kui kollet forsseeritakse ülemäära, võib põlemisaeg osutuda ebapiisavaks. Kolde alakoormuse korral võib CO kontsentratsiooni tõusu põhjustajaks olla temperatuuri langus leegi piirkonnas. CO kontsentratsiooni tõusu võib põhjustada ka leegi ja kolderuumi geomeetriate kokkusobimatus. CO põlemiskiirus väheneb oluliselt gaaside temperatuuri langemisel, mistõttu CO järelpõlemist kolde järel peaaegu enam ei toimu, s.t., et kuigi lahkvates gaasides võib hapnikku olla märgatavas ülehulgas ei taga see veel CO puudumist, kui lisahapnik sisenes gaasidesse leegist kauges piirkonnas.

Q₄ - kaod mehaanilisest mittetäielikust põlemisest

Gaasilise ja vedelkütuse põletamisel praktiliselt mehaaniliselt mittetäielikku põlemist ei esine. Tahke kütuse põletamisel, eriti restkolletes võivad need kaod moodustada aga märgatava osa üldkadudest.

Kui resti liikumiskiiruse, kütuse niiskuse, primaar- ja sekundaarõhu vahekorra, kütusekihi paksuse ja kolde konstruktsiooni valikul on eksitud, võivad kaod mehaanilisest mittetäielikust põlemisest saavutada mistahes väärtusi. Normaalse töö olukorras väikekateldes jäävad need kaod tavaliselt piiridesse 0,5-6%.

Q₅ - välisjahtumise kaod

Katla välispiirded omavad alati teda ümbritsevast keskkonnast ja piiretest kõrgemat temperatuuri, mistõttu toimub soojuse ülekande väliskeskkonda. Samas on isoleerimisega võimalik neid välisjahtumiskadusid vähendada. Et katla välispind on lineaarmõõdust ruutsõltuvuses ja maht kuupsõltuvuses, on võimsamate katelde suhtelised välisjahtumise kaod väiksemad kui väikestel kateldel. Nii näiteks moodustavad välisjahtumise kaod võimsatel 300 MW energeetilistel kateldel 0,2-0,3%, väikestel 1MW tööstuslikel aurukateldel aga kuni 3%. Katelde välisjahtumiskadu sõltub eelkõige välispinna suuruselt ja temperatuurist. Soojusülekanne teguri arvutamisel lähtutakse vaba konvektsiooni tingimustest ja kiirgussoojusvahetusest katla

ja ümbritsevate piirete vahel. Normaalingimustel eraldab katla iga ruutmeeter pinda ümbritsevasse ruumi 200-300 W soojuslikku võimsust.

Oluline on silmas pidada, et katla koormuse muutudes tema välisjahtumiskadu absoluutühikutes praktiliselt ei muutu. S.t, et kui näiteks katla välisjahtumiskadu nominaalkoormusel on 2% , siis koormusel 25% moodustab välisjahtumiskadu juba kuni 8%. Samas kompenseerib katla välisjahtumine katlamaja küttevajadust, mistõttu on küsimusele vaja läheneda komplekssemalt. Üldjuhul määratakse katla välisjahtumiskaod mõõdetud ja keskendatud pinnatemperatuuride alusel

Q_n - muud kaod

Sõltuvalt katla konstruktsioonist ja (või) analüüsi eesmärgist tuleb bilansi lülitada täiendavaid komponente.

Seega kaudse meetodi puhul avaldub kasutegur:

$$\eta = Q_1 / (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_n)$$

Otsese ja kaudse bilansi tulemuste võrdlus võimaldab otsustada mõõtmistulemuste usaldatavuse üle. Ülalkirjeldatud bilansi alusel määratud katla kasutegurit võib nimetada katla hetkeliseks kasuteguriks. Alakoormusel töötava katla kasutegur väheneb, lisakadusid põhjustab katla sissekütmine ja seisatamine. Tegelikult (aastase) kasuteguri leidmiseks tuleb arvestada katla töörežiimi (koormusgraafikut).

Katla hetkelise kasuteguri ligikaudsel hindamisel võib kasutada Siegerti valemit kadude määramiseks lahkvate gaasidega:

$$S = V(t_s - t_{\delta}) / CO_2 \%, \text{ kus}$$

V – koefitsient, milline sõltub kütusesordist, niiskusesisaldusest ja suitsugaaside CO₂-sisaldusest;

t_s - suitsugaaside temperatuur;

t_δ - põlemisõhu temperatuur