

## **EESTI ELEKTRITARBIMINE AASTATEL 2005-2015**

**Lepingu nr 479L aruanne**

**Instituudi direktor:** \_\_\_\_\_  
**Heiki Tammoja**

**Projekti juht :** \_\_\_\_\_  
**Heiki Tammoja**

**Tallinn 2004**

TEADUSTÖÖ LEPING nr 479L

**EESTI ELEKTRITARBIMINE AASTATEL 2005-2015**

Projekti tellija: Eesti Vabariigi Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium

adress: Harju 11, 15072 Tallinn

Projekti täitja: Tallinna Tehnikaülikool, elektroenergeetika instituut

adress: Ehitajate tee 5, 12618 Tallinn

Projekti algus: 29. oktoober 2004

Projekti lõpp: 20. detsember 2004

Projekti juht: Heiki Tammoja, dotsent, tehnikakandidaat

Projekti täitjad: Peeter Raesaar dotsent, tehnikakandidaat

Juhan Valtin dotsent, tehnikakandidaat

Eeli Tiigimägi dotsent, tehnikakandidaat

Eesti elektritarbimine aastatel 2005-2015. Lepingu nr.479L aruanne. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2004.

## **KOKKUVÕTE**

Uurimistöö eesmärgiks on koostada elektrienergia tarbimisvajaduse prognoos ning sätestada elektritarbimise säästualased eesmärgid aastani 2015.

Aruandes esitatakse analüüsi aluseks olevad eeldused ning esitatakse elektrienergia lõpptarbimise ja koormustipu prognoosid aastani 2015 koos ligikaudse jaotusega majandussektorite ja regioonide lõikes.

Vaadeldakse elektrienergia säästu võimalusi nii elektriettevõtete kui tarbijate poolel. Samuti hinnatakse tarbimise juhtimise ning tarbijate käitumise muutmise võimalusi.

Püstitatakse eesmärgid elektritarbimise pikaajalise suunamise osas.

*Electricity consumption in Estonia in the years 2005-2015*. Report of the research work No 479L. Tallinn Technical University, Tallinn, 2004.

## **ABSTRACT**

The aim of the study is to give the forecasts of electricity consumption and to establish the electricity conservation targets up to the year 2015.

The basic assumptions and forecasts of the end-use electricity consumption as well as demand for the years 2005-2015 are given in the report for the whole country and for the main regions and economy sectors.

Electricity conservation opportunities by the utilities and by the customers are observed. Also the demand side management alternatives and opportunities to change the customers' behavior are evaluated.

The long-term targets in guidance of the electricity demand are put up.

**SISUKORD**

SISSEJUHATUS .....	6
<b>1. ELEKTRIENERGIA LÖPPTARBIMISE JA KOORMUSTIPU PROGNOOSID AASTANI 2015 .....</b>	<b>7</b>
1.1. ÜLDPÕHIMÕTTED .....	7
1.2. ELEKTRITARBIMISE TÄNANE OLUKORD .....	8
1.3. MAJANDUSE ARENGUPROGNOOSID .....	10
1.4. ELEKTRITARBIMISE JA KOORMUSTE PROGNOOSI METOODIKA JA EELDUSED .....	11
1.5. ELEKTRI LÖPPTARBIMISE JA KOORMUSTE PROGNOOSID .....	13
1.6. EESTI ELEKTRISÜSTEEMI KOGUTARBIMISE JA KOORMUSTIPPUDE PROGNOOSID .....	15
<b>2. ELEKTRIENERGIA SÄÄSTU VÕIMALUSED .....</b>	<b>18</b>
2.1. ENERGIAKASUTUSE EFEKTIIVSUS .....	18
2.2. EFEKTIIVSUS JA SÄÄSTU VÕIMALUSED ELEKTRIVARUSTUSE POOLEL 19	
2.3. EFEKTIIVSUS JA SÄÄSTU VÕIMALUSED TARBIMISE POOLEL .....	24
<b>3. TARBIMISE JUHTIMINE .....</b>	<b>27</b>
3.1. RESSURSSIDE INTEGREERITUD PLANEERIMINE JA TARBIMISE JUHTIMINE .....	27
3.2. KOORMUSTE OTSENE JUHTIMINE .....	29
3.3. KOORMUSTE KAUDNE JUHTIMINE .....	30
<b>4. ELEKTRITARBIMISE SUUNAMINE - EESMÄRGID JA MEETEMED .....</b>	<b>33</b>
KIRJANDUS .....	37
<i>Lisa 1. SKP kasvutempod ja energiaefektiivsuse kasvud tegevusalade lõikes .....</i>	<i>40</i>
<i>Lisa 2. Lõpptarbimise prognoosid tegevusalade lõikes .....</i>	<i>41</i>
<i>Lisa 3. Teisi koormusprognoose .....</i>	<i>44</i>

## SISSEJUHATUS

Teatavasti on elektrimajanduse esmaülesandeks tarbijate elektrienergia vajaduse katkematu kindlustamine nõutava kvaliteediga ja minimaalsete võimalike hindade juures. Seega on just elektri tarbimise ja koormuste kasv ning ka nende struktuuri muutus põhiteguriks, mis tingib kogu elektrienergiamajanduse ja elektriettevõtete pideva arendamise (s.t nii laiendamise kui rekonstrueerimise) vajaduse.

Seetõttu on esimeseks sammuks nii riigi elektrimajanduse strateegiate väljatöötamisel kui elektriettevõtete arengu planeerimisel ja elektripaigaldiste projekteerimisel **elektrinõudluse, s.t elektritarbimise ja koormuste prognoosimine**. Soomes tehtud uuringud [Lakervi, 1996] näitavad, et koormuste prognoosi vead põhjustavad märksa suuremaid täiendavaid kulusi kui näiteks vead eeldatud intressi määrades, investeerimiskuludes või kadude maksumuses.

Seejuures on elektritarbimise prognooside kõrval määrava tähtsusega aastaste koormustippude prognoosid. Just koormustipud määravad ära genereerivate võimsuste ja elektrivõrkude läbilaskevõime suurendamise vajaduse. Genereerivate võimsuste ratsionaalse struktuuri kujundamisel on olulisel kohal koormusgraafikute prognoosidel.

Aruande esimeses peatükis esitatakse ülevaade elektritarbimise tänasest seisust, tarbimise ja koormuste prognoosimise aluseks olevad eeldused ning antakse elektrienergia lõpptarbimise ja koormustipu prognoosid aastani 2015 koos ligikaudse jaotusega majandussektorite ja regioonide lõikes.

Eesti olemasolevate elektrijaamade ressursi ammendumine lähitulevikus, keskkonnapiirangute karmistumine ja energiaressursside otstarbeka kasutamise vajadus sunnib otsima ratsionaalseid teid tarbijate elektrienergia vajaduste rahuldamiseks. Arvestades energiakasutuse kõrget intensiivsust (tarbitud energiakogust SKP ühiku kohta) Eestis, mis ületab tunduvalt Euroopa Liidu keskmise taseme, on eriti oluline pöörata tähelepanu lahenduste efektiivsusele.

Oluliseks keskkonnasõbralikuks vahendiks energiaefektiivsuse tõstmisel on **elektritarbimise suunamine** põhieesmärkidega tarbitava elektrienergia koguse vähendamine ja summaarse koormusgraafiku tipu alandamine elektrisäästu abinõudega ning tarbimise otsese ja kaudse juhtimise abil.

Aruande teises peatükis vaadeldakse elektrienergia säästu võimalusi nii elektrivarustuse poolel kui elektritarbimise poolel. Kolmas peatükk on pühendatud tarbimise otsese ja kaudse juhtimise vaatlusele.

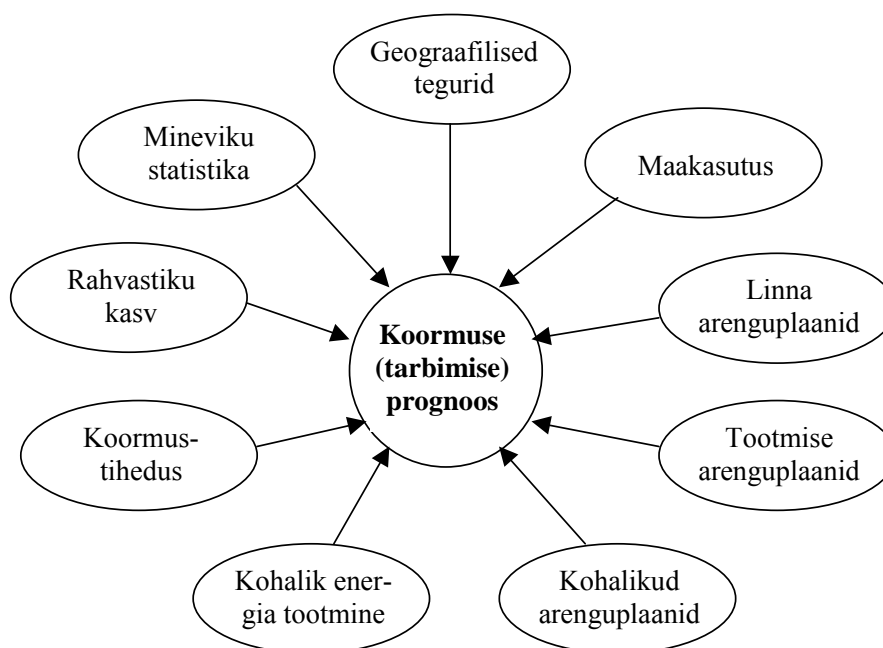
Neljandas peatükis on toodud ettepanekud elektritarbimise pikaajaliseks suunamiseks.

Töö autorid on tänulikud Majanduse- ja kommunikatsiooniministeriumile koostöövalmiduse ja abi eest.

# 1. ELEKTRIENERGIA LÕPPTARBIMISE JA KOORMUSTIPU PROGNOOSID AASTANI 2015

## 1.1. ÜLDPÕHIMÕTTED

Elektrinõudluse prognoosimine on väga keeruline ülesanne. Koormused sõltuvad tööstuse, põllumajanduse ja teeninduse arengust, elanikkonna suurusest, elanikkonna sissetulekutest ja nende jaotusest, laenude saamise tingimustest investeringuteks, tehnoloogilistest uuendustest ja paljudest muudest teguritest (joonis 2.1), mille kohta kättesaadav info on äärmiselt mitmetäielik ja ebakindel.



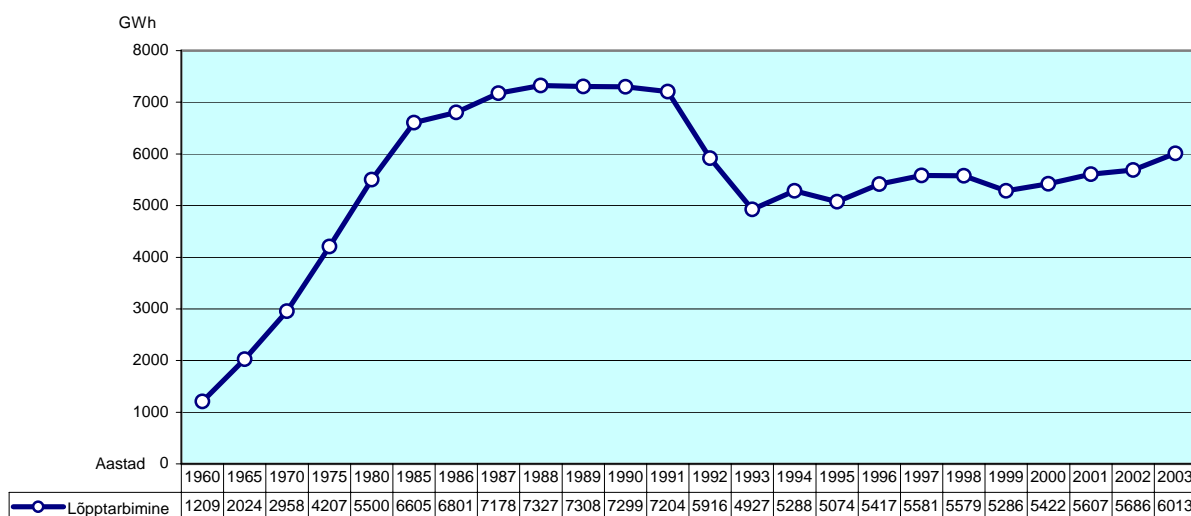
**Joonis 1.1. Koormuse prognoosi mõjutavad tegurid**

Seetõttu pole olemas meetodikat, mis võimaldaks hinnata tulevasi koormusi täpselt, seda eriti prognoosimisel pikemaks perioodiks. Tarbimise prognoosimine traditsiooniliste ökonomeetriliste, tarvititega varustatuse või lõppkasutuse meetoditega [Stoll 1989] on raskendatud, kuna puuduvad nii piisava ulatusega statistika koormuste kohta kui ka tarbimise elastsused erinevate mõjutegurite suhtes ja andmed tarvititega varustatuse ning eritarbimiste kohta. Seetõttu tuleb kasutada lihtsustatud, osaliselt eksperthinnangutel põhinevaid meetodeid.

Tavaliselt prognoositakse kõigepealt aastased energiatarbimised, kuna tarbimine on integraalne näitaja, mis sõltub vähem ilmastikust ja muudest juhuslikest faktoritest, samuti on sageli ja eriti madalamatel pingeastmetel, statistika kättesaadav just energiatega. Tarbimise alusel hinnatakse aastane koormustipp. Täpsema analüüsi puhul prognoositakse ka koormuskestuse aastagraafikud ja/või esinduslikud ööpäeva koormusgraafikud. Sel juhul lähtutakse olemasolevatest graafikutest või koormuse iseloomule vastavatest tüüpkoormusgraafikutest, mis on väljendatud protsentides tippkoormusest.

## 1.2. ELEKTRITARBIMISE TÄNANE OLUKORD

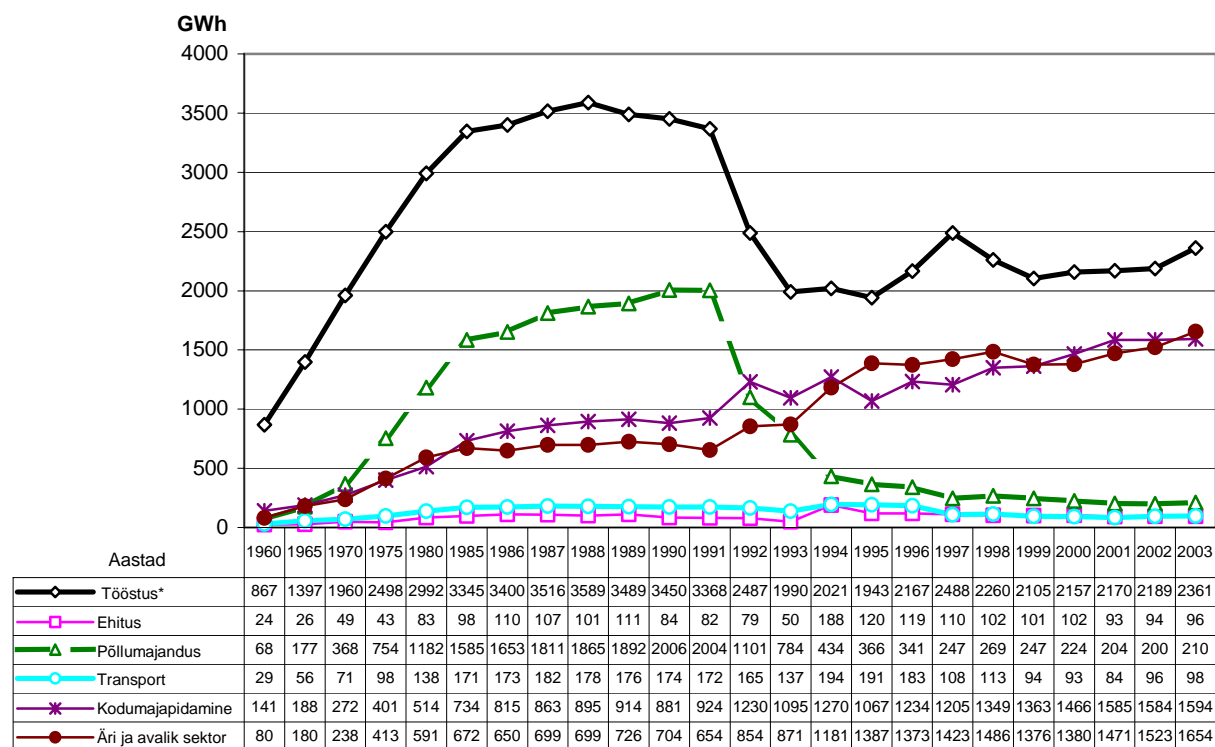
**Elektrienergia tarbimine** langes peale Eesti taasiseseisvumist aastail 1990–1995 ligi neljandiku võrra, stabiliseerudes seejärel aastatel 1996–1998 (vt. joonis 2.2).



Joonis 1.2. Eesti elektrienergia lõpptarbimise dünaamika aastail 1960-2003.

Allikas: [Elektrienergia bilanss ...2004]

Eelkõige vähenes tarbimine põllumajanduses ja töötlevas tööstuses, samas on oluliselt kasvanud kodutarbimine ning tarbimine äri- ja avalikus sektoris. Elektrienergia lõpptarbimise dünaamika tegevusalade lõikes aastail 1960-2003 vastavalt Eesti Statistikaameti andmeile on esitatud joonisel 2.3.



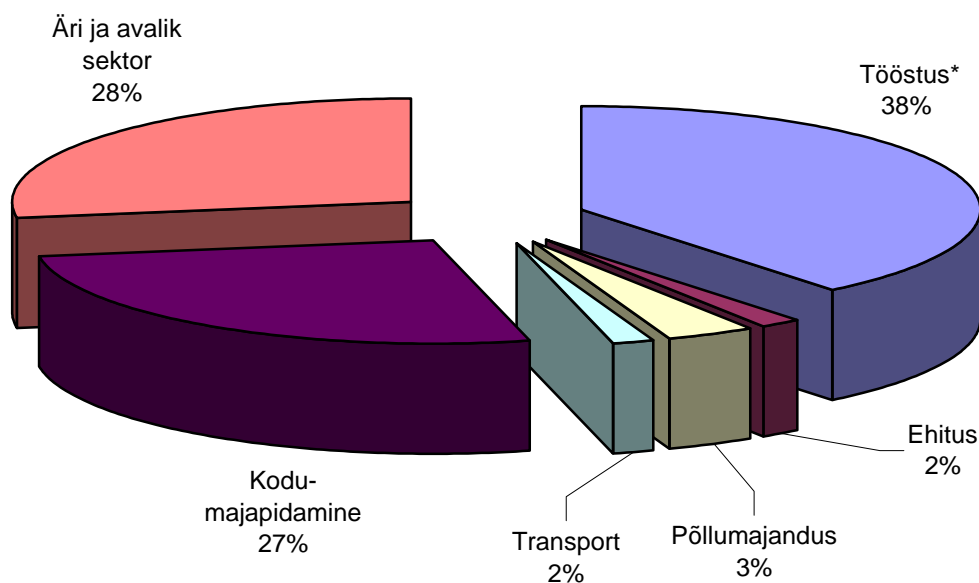
Joonis 1.3. Elektrienergia lõpptarbimise dünaamika tegevusalade lõikes.

\* k.a mäetööstus, v.a elektri jaamade omatarve.

Allikas: [Elektrienergia bilanss ...2004]



Elektrienergia lõpptarbimise struktuuri aastal 2003 illustreerib joonis 2.4.



Joonis 1.4. Elektrienergia lõpptarbimise struktuur aastal 2003

\* k.a mäetööstus, v.a elektrijaamade omatarve.

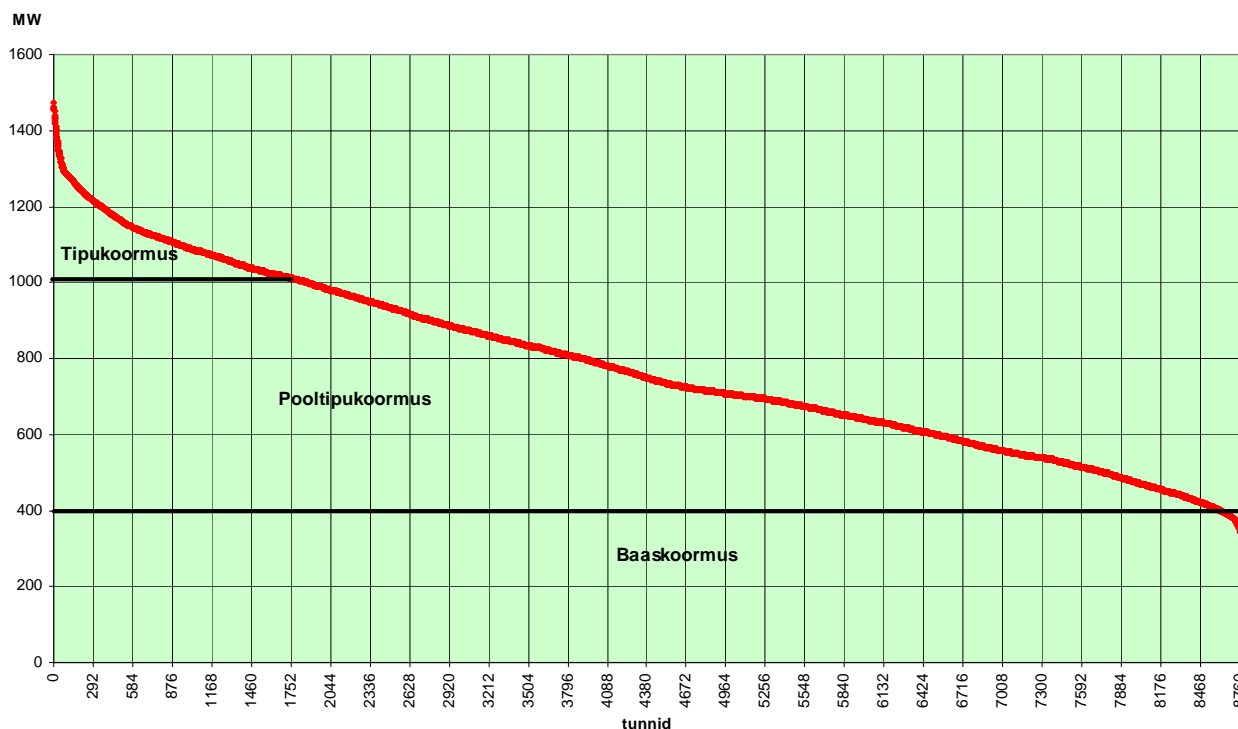
Allikas: [Eesti Statistikaameti...2004]

Tabelis 1.1 on toodud Eesti Energia AS Teenindusest saadud andmed elektrienergia tarbimise kohta Eesti Energia klientide poolt maakonniti 1999. aastal.

**Tabel 1.1. Eesti Energia klientide elektritarbimine maakonniti 1999. a, kWh**

Maakond	Kokku	Juriidilised isikud	Kodutarbimine
Harju maakond	2 062 319	1 551 225	511 094
<i>s.h. Tallinn</i>	<i>1 567 103</i>	<i>1 149 535</i>	<i>417 568</i>
Hiiu maakond	35 962	21 583	14 379
Ida-Viru maakond	724 211	675 412	48 799
Jõgeva maakond	101 859	65 620	36 239
Järva maakond	135 227	102 407	32 820
Lääne maakond			
Lääne-Viru maakond	325 345	258 898	66 447
Põlva maakond	68 914	44 319	24 595
Pärnu maakond	336 720	250 793	85 927
Rapla maakond	150 663	105 963	44 700
Saare maakond	106 923	70 016	36 907
Tartu maakond	405 928	271 634	134 294
Valga maakond	88 681	59 034	29 647
Viljandi maakond	172 002	120 711	51 291
Võru maakond	104 066	71 795	32 271
<b>KOKKU</b>	<b>4 818 820</b>	<b>3 669 410</b>	<b>1 149 410</b>

Joonisel 1.5. on esitatud Eesti energiasüsteemi summaarne koormuskestusgraafik (koos võrgukadudega) 2002/2003 majandusaastal



**Joonis 1.5. Eesti energiasüsteemi koormuskestusgraafik 2002/2003 majandusaastal**

Mõned koormusgraafikut iseloomustavad suurused:

- Tippkoormuse aeg (kasutustundide arv)  $T_{max} = A_{aasta} / P_{max}$  5140 tundi
- Koormustegur (koormusgraafiku täitetegur)  $k_{koorm} = T_{max} / T_{aasta}$  0,585
- Koormuse ebahütlustegur  $k_{ei} = P_{min} / P_{max}$  0,27
- Koaeg  $\tau$  3500 tundi

### 1.3. MAJANDUSE ARENGUPROGNOOSID

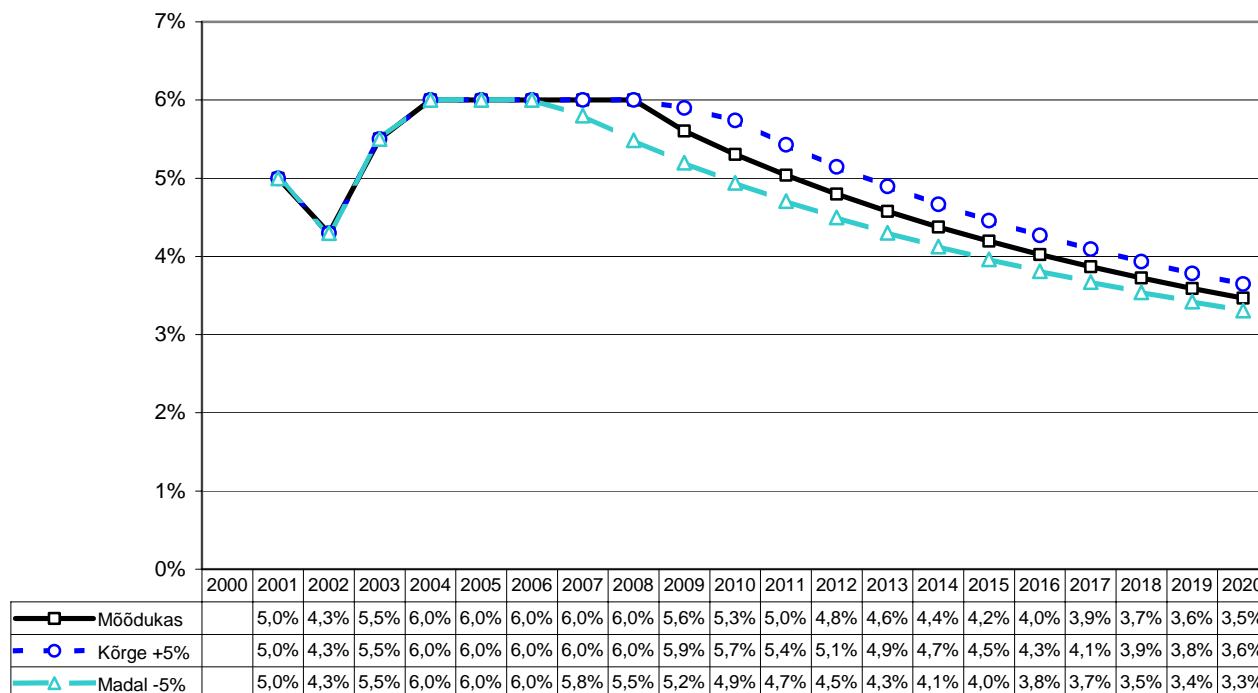
Elektritarbimise prognoosimisel on aluseks võetud Majanduse- ja kommunikatsiooni-ministeeriumis koostatud majanduse arenguprognosis kuni aastani 2035, mis võimaldab planeerida energia tootmiseressursside vajadust 35 aasta perspektiivis.

Majanduse arenguprognosis on koostatud sama meetoodika alusel, millega koostati EV valitsuse tarbeks pikaajaline prognoos kuni aastani 2030. Meetoodika põhineb Mankiw/Romer/Weil'i mudelil [Mankiw, ... 1992], mille kohaselt määravad pikaajalise majanduskasvu ära peamiselt 3 tegurit:

- esialgne SKP tase;
- säästumäär;
- tehnoloogilise arengu, amortisatsiooni ja rahvastiku kasvu määr.

Mudel prognoosib SKP absoluutväärtuse aastaks 2035, kasutades selleks EL-15 riikide andmeid ajavahemikust 1955-1990. Iga-aastaste kasvumäärade täpne väljaarvutamine ei ole pikaajaliste prognooside puhul võimalik, seetõttu leitakse nn "kasvurada", mis kajastab pikaajalises perspektiivis majanduskasvu kujunemise trendi. Seega on aastaste kasvumäärade leidmisel prognoosi autoril küllaltki suur valikuvabadus. Käesoleva prognoosi puhul lähtuti sellest, et pikas perspektiivis peaks üleminekumajanduse kiire kasvutempo aeglustuma ning jõudma ligikaudu Euroopa Liidu keskmise kasvutempoga ühele tasemele.

Sisemajanduse koguprodukti (SKP) kasvutempo prognoosid aastani 2020 erinevate arengutsenaariumide puhuks on esitatud joonisel 1.6. Keskmine (pidev) joon näitab mudeli poolt ennustatud mõõdukat majanduskasvu. Ülemine punktiir näitab kõrget majanduskasvu juhul, kui SKP absoluutväärtus oleks mõõduka kasvu järgi prognoositust väärtusest aastal 2035 5% võrra suurem. Alumine punktiirjoon näitab, milline oleks majanduskasv, kui SKP väärtus oleks aastal 2035 5% võrra madalam.



**Joonis 1.6. SKP kasvutempo prognoosid erinevate arengutsenaariumide puhul**

#### 1.4. ELEKTRITARBIMISE JA KOORMUSTE PROGNOOSI METOODIKA JA EELDUSED

Nagu öeldud, piisava ulatusega tarbimisstatistika puudumise tõttu on kasutatud lihtsustatud metoodikat, mis põhineb järgneval.

1. Prognoositud on elektrienergia lõpptarbimine aastaiks 2001-2015, lähtudes baasaastast 2003. Tarbimise kasvukõver on aproksimeeritud nelja lõiguga, mis vastavad perioodidele 2004-2007, 2008-2011 ja 2012-2015.
2. Prognoosid on koostatud kolme ülalvaadeldud majandusarengu stsenaariumi jaoks: I – majandusarengu kõrge kasvu, II – madala kasvu ja III – mõõduka kasvu stsenaariumi jaoks.
3. Prognoos on koostatud kahele tarbijagrupile – ettevõtted (juriidilised isikud) ning kodutarbijad. Ettevõtete tarbimine on prognoositud joonisel 3.1 esitatud tegevusalade kaupa. Prognoosimisel on arvestatud kahte tendentsi:
  - majanduskasvust tulenev tarbimise kasv
  - energiakasutuse efektiivsuse tõus, mis on kiirem majandusarengu optimistlikuma (I) stsenaariumi ja aeglasem II ja III stsenaariumi puhul. Energiakasutuse efektiivsuse tõus vähendab elektrikasutuse kasvu kiirust võrreldes majanduskasvu kiirusega. Seega pole elektri kasutuse kasvutempode erinevused stsenaariumide vahel nii suured, kui seda võiks eeldada majanduse kasvutempode järgi.

Kasvutempodena on kasutatud majandusanalüüsi tulemusel saadud SKP kasvu prognoose tegevusalade lõikes. Energiaefektiivsuse kasvu määrad on leitud eksperthinnangute teel, arvestades majandusarengu tendentse ja ka varasemaid uuringuid ([Kütuse...2002], [Varres, 2001], [Elektrienergia...2002]).

4.  $i$ -nda tegevusala prognoosid on leitud valemiga

$$A_{i_n} = A_{i_0} \times (1 + b_i)^n \times (1 - c_i)^n$$

kus  $A_{i_0}$  –  $i$ -nda tegevusala elektritarbimine baasaastal

$A_{i_n}$  –  $i$ -nda tegevusala elektritarbimise prognoos  $n$ -daks aastaks

$b_i$  –  $i$ -nda tegevusala arengu kasvutempo vaadeldaval perioodil

$c_i$  – energiaefektiivsuse kasvu (ehk energiantensiivsuse vähenemise) määr vaadeldaval perioodil tänu tehnoloogia uuendamisele ja säästumeetmete rakendamisele.

5. Ka kodutarbimise kasvu määravad kaks vastandlikku aspekti. Ühest küljest seoses elatus-taseme tõusuga muretsetakse uusi elektritarviteid, suureneb elektrienergia kogus kodusele valgustusele. Kütte osa jääb samale tasemele ning elektrienergia kogus sooja vee saamiseks suureneb. Samuti on silmas peetud kodumajapidamiste arvestusliku tarbimise tõusu kommertskadude vähendamise arvel (Eestis tehtud uuringud on näidanud, et umbes 1/3 kommertskadudest langeb kodutarbijate arvele). Teisest küljest on uued elektritarvitid ja valgusallikad efektiivsemad. Elektri hinna tõus mõjutab tarbijaid tegelema energilisemalt kokkuhoiu ja energiasäästuga.

6. Kodutarbimise prognoosimiseks rakendati valemit

$$A_n = R_n \times C_0 \times (1 + c)^n$$

kus  $A_n$  – kodutarbimise prognoos  $n$ -daks aastaks

$R_n$  – elanike arvu prognoos  $n$ -daks aastaks

$C_0$  – kodutarbimine elaniku kohta (eritarbimine) baasaastal

$c$  – eritarbimise kasvutempo

Prognoosi aluseks on võetud ÜRO maailma rahvastikuprognoosi raport [World...2000] ja hilisem, kohalike spetsialistide koostatud prognoos [Eesti Rahandusministeeriumi ...2002]. On eeldatud, et erinevad majanduse arengu stsenaariumid ei mõjuta oluliselt elanikkonna hulka.

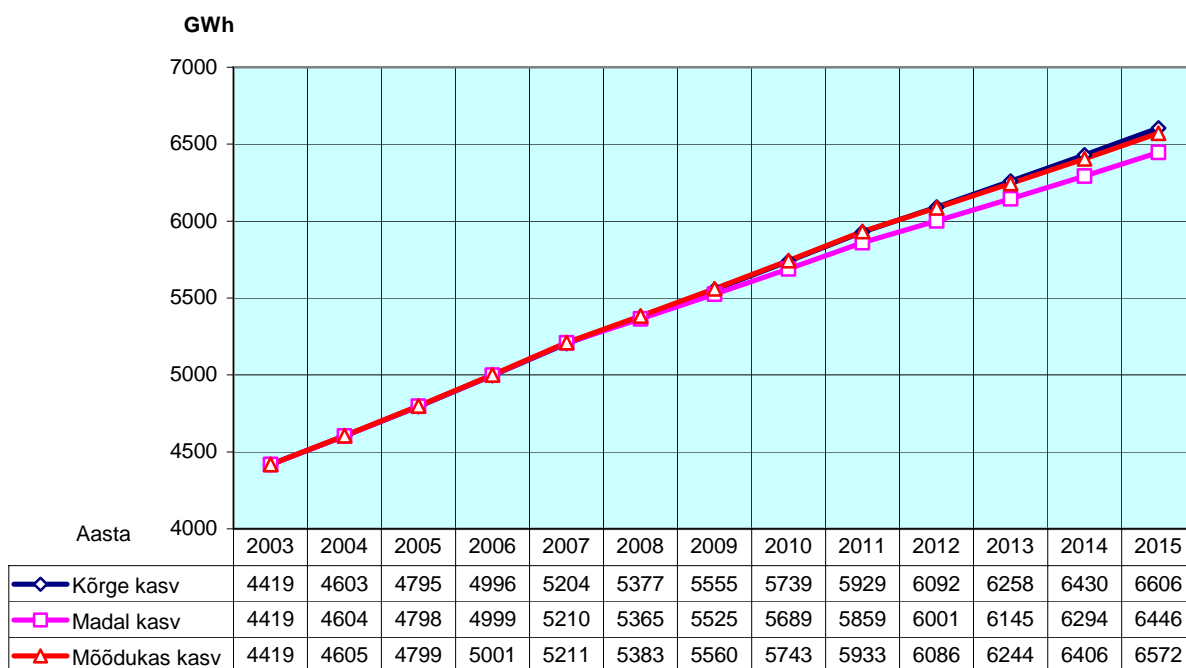
7. Elektritarbimise prognoosi alusel on prognoositud summaarsed tippkoormused, mis määravad elektrivõrkude vajaliku läbilaskevõime. Tippkoormuse prognoos  $n$ -daks aastaks  $P_{n\max}$  on leitud vastava aasta summaarse elektritarbimise prognoosi  $A_n$  alusel valemiga

$$P_{n\max} = \frac{A_n}{T_{\max}}$$

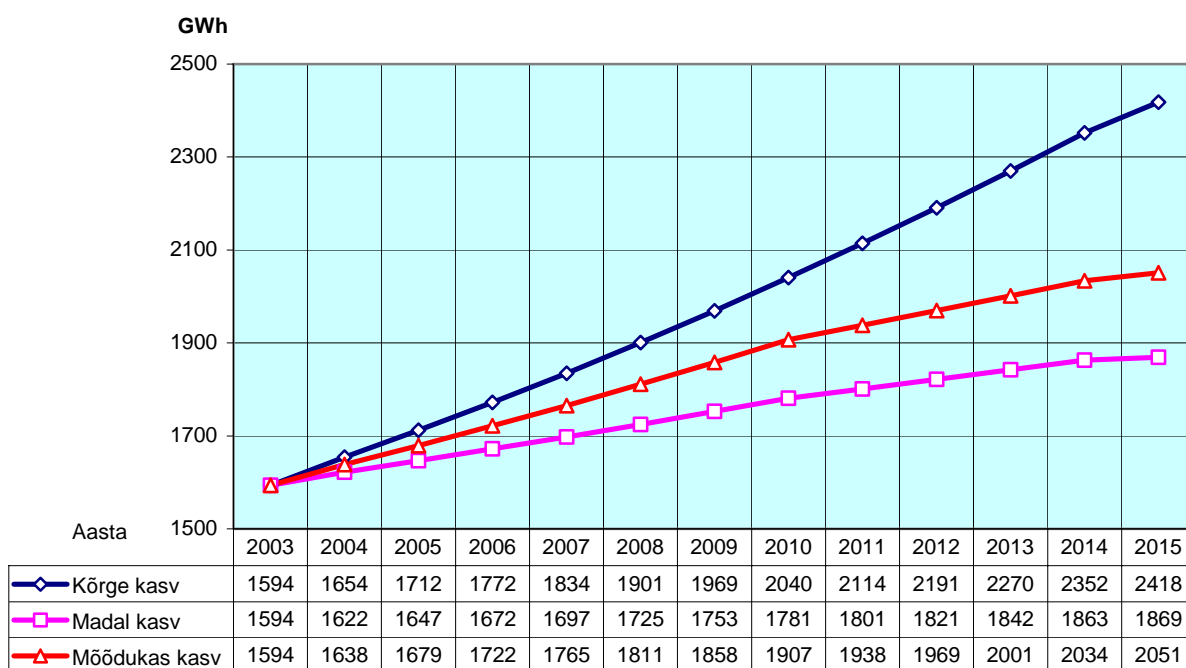
kus  $T_{\max}$  on tippkoormuse aeg

## 1.5. ELEKTRI LÖPPTARBIMISE JA KOORMUSTE PROGNOOSID

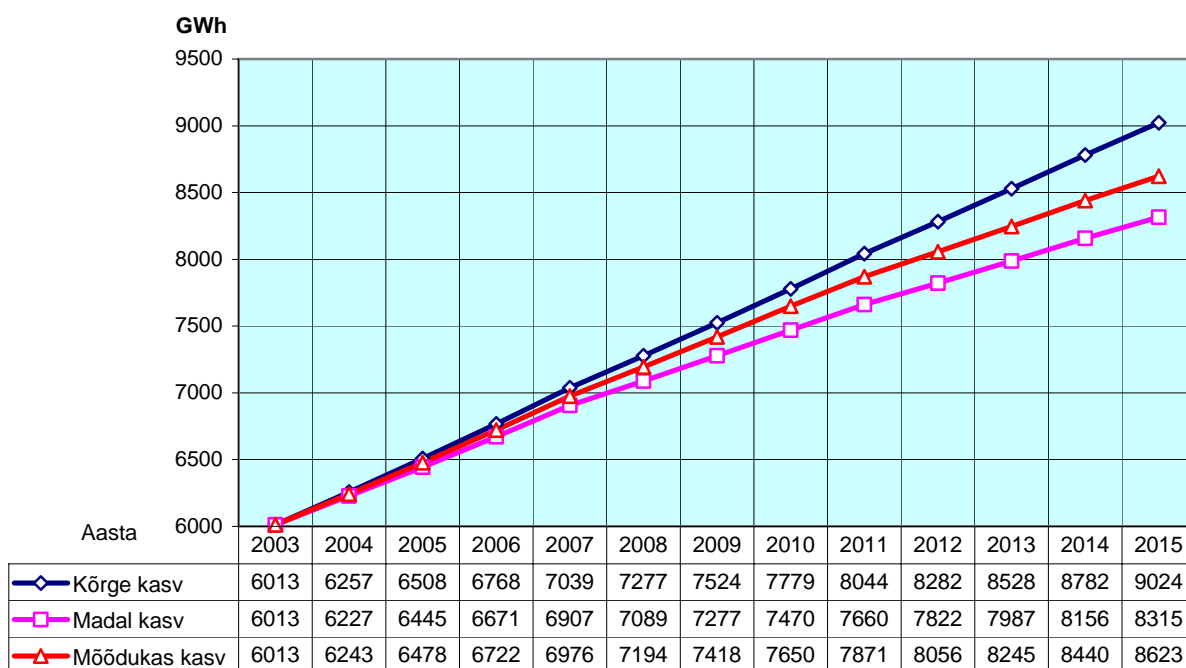
Ettevõtete kogulõpptarbimise prognoosid on esitatud joonisel 1.7, kodutarbimise prognoosid joonisel 1.8 ja summaarse lõpptarbimise prognoosid joonisel 1.9. Joonisel 1.10 on toodud lõpptarbimise koormustippude prognoosid. Tippkoormuse ajana  $T_{max}$  on kasutatud viimase seitsme aasta keskmist väärtust 5140 tundi, eeldades, et kogu riigi ulatuses pole ette näha elektritarbimise struktuuri märgatavat muutust. Lisas 2 on toodud lõpptarbimise prognoosid tegevusalade lõikes.



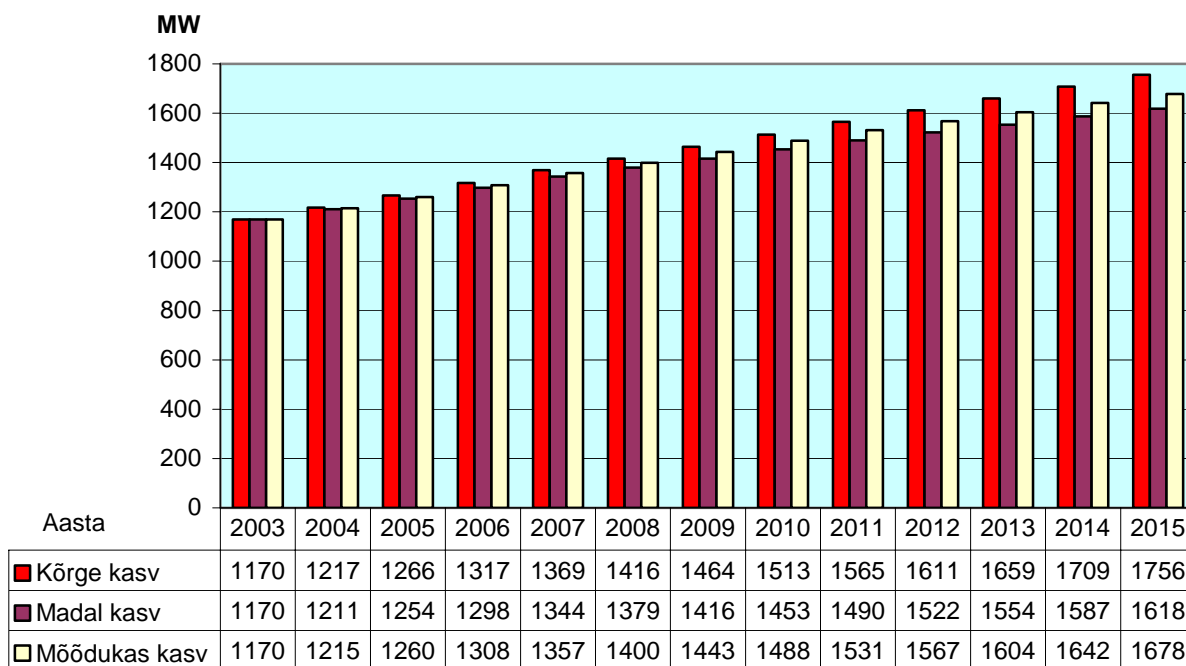
**Joonis 1.7. Ettevõtete kogulõpptarbimise prognoosid**



**Joonis 1.8. Kodutarbimise prognoosid**



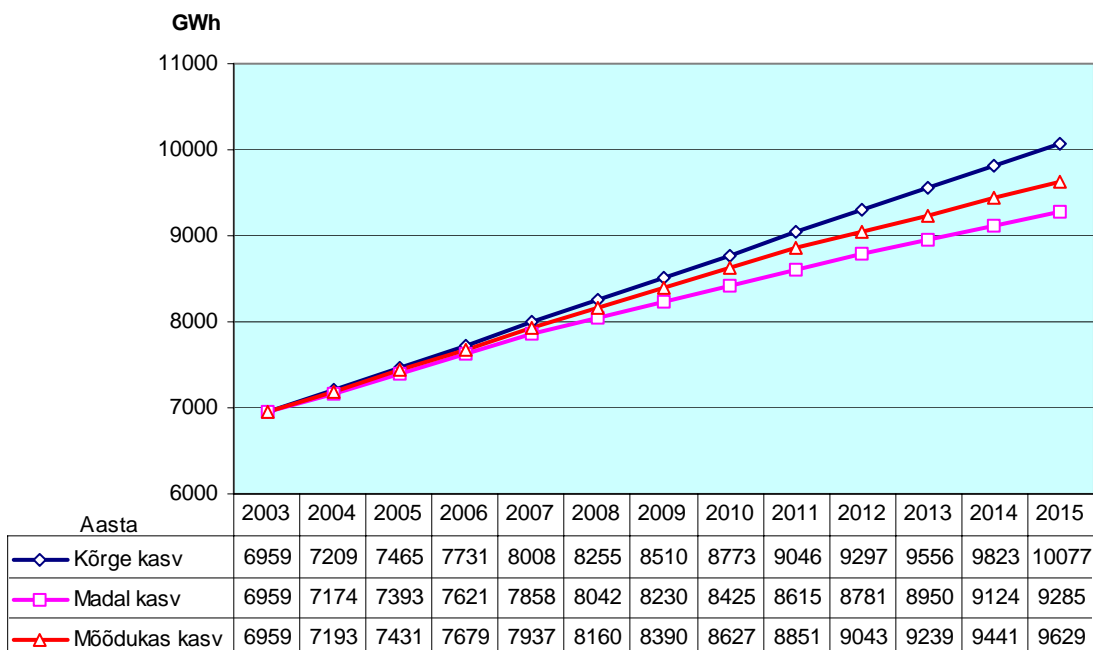
Joonis 1.9. Summaarse lõpptarbimise prognoosid



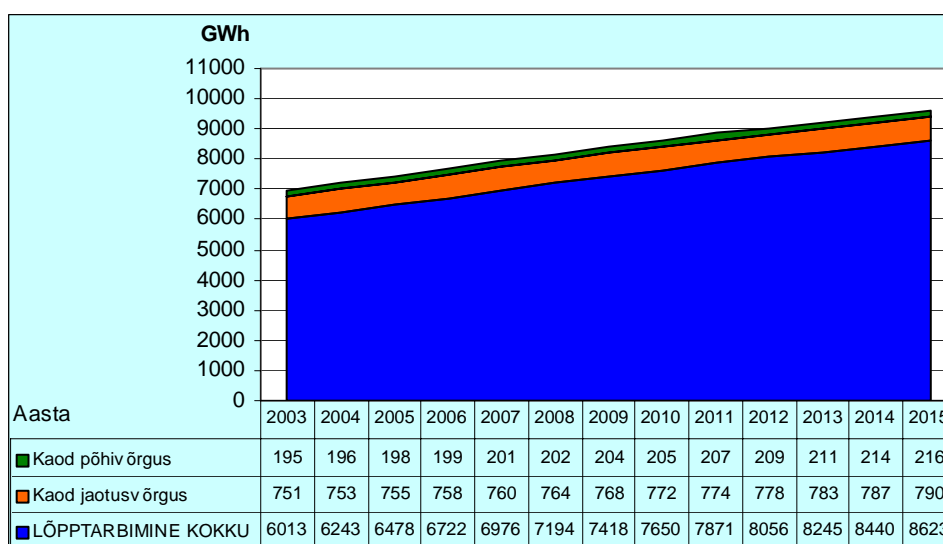
Joonis 1.10. Summaarse lõpptarbimise koormustippude prognoosid

## 1.6. EESTI ELEKTRISÜSTEEMI KOGUTARBIMISE JA KOORMUSTIPPUDE PROGNOOSID

Et saada Eesti energiasüsteemi kogutarbimise prognoosid, on summaarse lõpptarbimise prognoosidele lisatud kadude prognoosid jaotus- ja põhivõrgus. Seejuures on eeldatud, et kadude määrad vähenevad 2003/2004 majandusaasta väärtustelt 11,1% jaotusvõrgus ja 2,8% põhivõrgus [Eesti Energia...2004] vastavalt väärtusteni 8,4% ja 2,4% aastaks 2015. Sisemaise kogutarbimise prognoosid on esitatud joonisel 1.11. Lõpptarbimise ja võrgukadude vahetõrka kasvu korral illustreerib joonis 1.12.

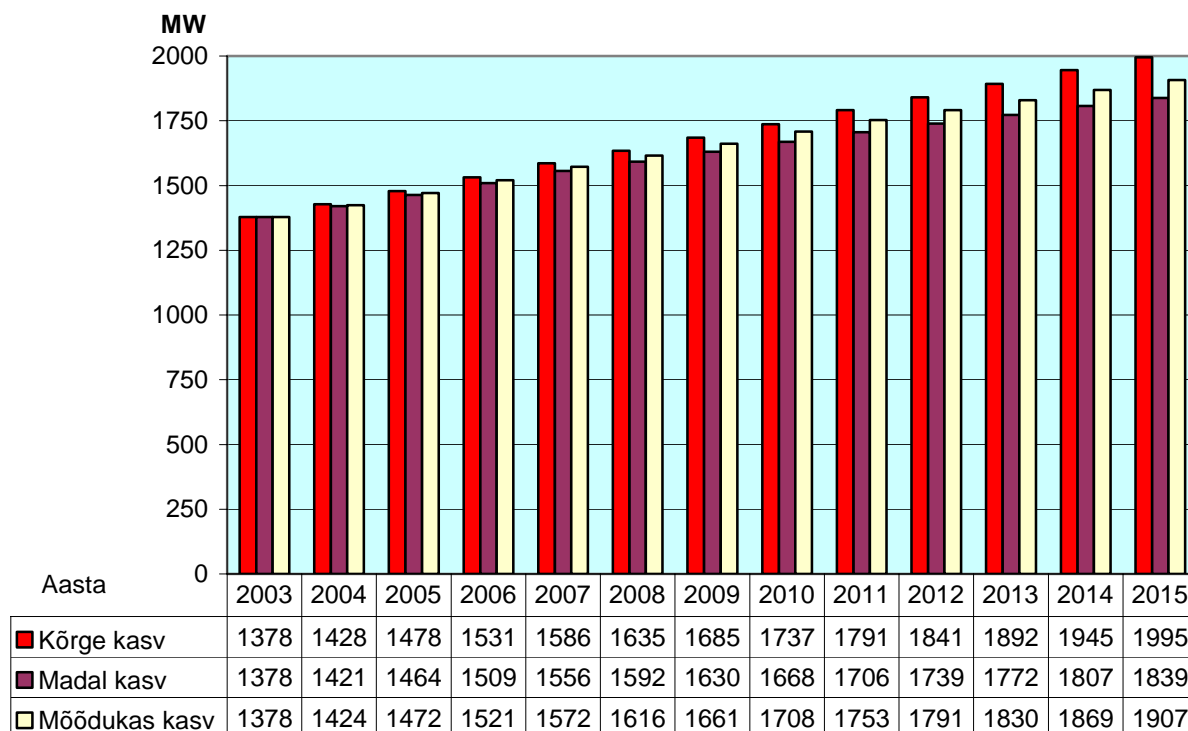


Joonis 1.11. Eesti sisemaise kogutarbimise prognoosid



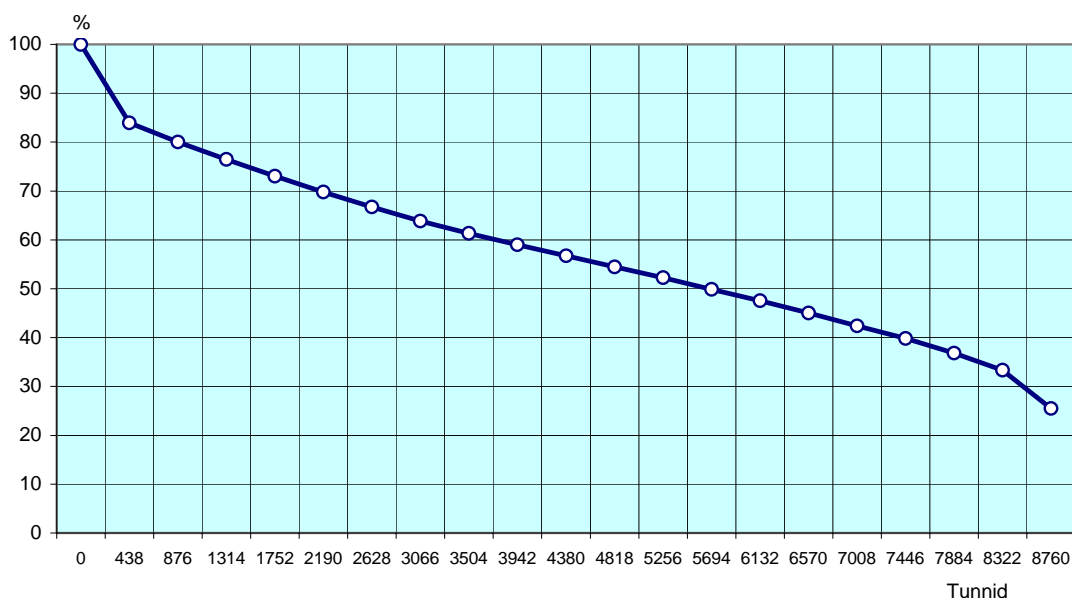
Joonis 1.12. Lõpptarbimise ja võrgukadude vahetõrka sisemaises kogutarbimises

Sisemaise tippkoormuse prognoosid on toodud joonisel 1.13, kus  $T_{max}$  on tippkoormuse ajana  $T_{max}$  on kasutatud põhivõrgu koormuse iseloomulikku väärtust 5050 tundi, eeldades, et kogu riigi ulatuses pole ette näha elektritarbimise struktuuri märgatavat muutust.



**Joonis 1.13. Sisemaise tippkoormuse prognoosid**

Genereerivate võimsuste struktuuri planeerimisel on vaja teada aasta koormuskestusgraafikute prognoose. Eeldusel, et lähiaastail pole ette näha olulisi muutusi Eesti elektritarbimise struktuuris, on need otstarbekas hinnata, lähtudes protsentuaalsest koormuskestusgraafikust, mis on saadud Eesti Energiasüsteemi viimaste aastate koormuskestusgraafikute keskmisena ümberarvatult protsentidesse aastase koormustipu suhtes. Vastav graafik on esitatud joonisel 1.14.



**Joonis 1.14. Eesti elektritarbimise protsentuaalne aasta koormuskestusgraafik**

Tarbimise ja koormusprognoosi koondtulemused on esitatud tabelis 1.2.

Kuna teatavat huvi võivad pakkuda ka teiste institutsioonide poolt koostatud prognoosid, siis lisas L3 on toodud võrdluseks mõned.



Tabel 1.2. Tarbimise ja koormusprognosi koondtulemused

Aasta	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>KÕRGE KASV</b>													
<b>Summaarne lõpptarbimine, GWh</b>	<b>6013</b>	<b>6257</b>	<b>6508</b>	<b>6768</b>	<b>7039</b>	<b>7277</b>	<b>7524</b>	<b>7779</b>	<b>8044</b>	<b>8282</b>	<b>8528</b>	<b>8782</b>	<b>9024</b>
Kaod jaotusvõrgus, %	11,1	10,8	10,4	10,1	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,7	8,5	8,4
Kaod jaotusvõrgus, GWh	751	755	759	763	767	773	779	785	791	800	810	819	827
<b>Tarbimine põhivõrgust, GWh</b>	<b>6764</b>	<b>7012</b>	<b>7266</b>	<b>7531</b>	<b>7806</b>	<b>8050</b>	<b>8303</b>	<b>8564</b>	<b>8835</b>	<b>9083</b>	<b>9338</b>	<b>9601</b>	<b>9851</b>
Kaod põhivõrgus, %	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2
Kaod põhivõrgus, GWh	195	197	199	201	203	205	207	209	211	215	219	222	226
<b>Sisemaine kogutarbimine, GWh</b>	<b>6959</b>	<b>7209</b>	<b>7465</b>	<b>7731</b>	<b>8008</b>	<b>8255</b>	<b>8510</b>	<b>8773</b>	<b>9046</b>	<b>9297</b>	<b>9556</b>	<b>9823</b>	<b>10077</b>
<b>Sisemaine koormustipp, MW</b>	<b>1378</b>	<b>1428</b>	<b>1478</b>	<b>1531</b>	<b>1586</b>	<b>1635</b>	<b>1685</b>	<b>1737</b>	<b>1791</b>	<b>1841</b>	<b>1892</b>	<b>1945</b>	<b>1995</b>
<b>MADAL KASV</b>													
<b>Summaarne lõpptarbimine, GWh</b>	<b>6013</b>	<b>6227</b>	<b>6445</b>	<b>6671</b>	<b>6907</b>	<b>7089</b>	<b>7277</b>	<b>7470</b>	<b>7660</b>	<b>7822</b>	<b>7987</b>	<b>8156</b>	<b>8315</b>
Kaod jaotusvõrgus, %	11,1	10,8	10,4	10,1	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,7	8,5	8,4
Kaod jaotusvõrgus, GWh	751	751	752	752	753	753	753	754	753	756	758	761	762
<b>Tarbimine põhivõrgust, GWh</b>	<b>6764</b>	<b>6978</b>	<b>7196</b>	<b>7423</b>	<b>7660</b>	<b>7842</b>	<b>8030</b>	<b>8224</b>	<b>8414</b>	<b>8578</b>	<b>8745</b>	<b>8917</b>	<b>9077</b>
Kaod põhivõrgus, %	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2
Kaod põhivõrgus, GWh	195	197	199	201	203	205	207	209	211	215	219	222	226
<b>Sisemaine kogutarbimine, GWh</b>	<b>6959</b>	<b>7174</b>	<b>7393</b>	<b>7621</b>	<b>7858</b>	<b>8042</b>	<b>8230</b>	<b>8425</b>	<b>8615</b>	<b>8781</b>	<b>8950</b>	<b>9124</b>	<b>9285</b>
<b>Sisemaine koormustipp, MW</b>	<b>1378</b>	<b>1421</b>	<b>1464</b>	<b>1509</b>	<b>1556</b>	<b>1592</b>	<b>1630</b>	<b>1668</b>	<b>1706</b>	<b>1739</b>	<b>1772</b>	<b>1807</b>	<b>1839</b>
<b>MÕÕDUKAS KASV</b>													
<b>Summaarne lõpptarbimine, GWh</b>	<b>6013</b>	<b>6243</b>	<b>6478</b>	<b>6722</b>	<b>6976</b>	<b>7194</b>	<b>7418</b>	<b>7650</b>	<b>7871</b>	<b>8056</b>	<b>8245</b>	<b>8440</b>	<b>8623</b>
Kaod jaotusvõrgus, %	11,1	10,8	10,4	10,1	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,7	8,5	8,4
Kaod jaotusvõrgus, GWh	751	753	755	758	760	764	768	772	774	778	783	787	790
<b>Tarbimine põhivõrgust, GWh</b>	<b>6764</b>	<b>6996</b>	<b>7233</b>	<b>7480</b>	<b>7737</b>	<b>7958</b>	<b>8186</b>	<b>8422</b>	<b>8645</b>	<b>8834</b>	<b>9028</b>	<b>9227</b>	<b>9413</b>
Kaod põhivõrgus, %	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2
Kaod põhivõrgus, GWh	195	196	198	199	201	202	204	205	207	209	211	214	216
<b>Sisemaine kogutarbimine, GWh</b>	<b>6959</b>	<b>7193</b>	<b>7431</b>	<b>7679</b>	<b>7937</b>	<b>8160</b>	<b>8390</b>	<b>8627</b>	<b>8851</b>	<b>9043</b>	<b>9239</b>	<b>9441</b>	<b>9629</b>
<b>Sisemaine koormustipp, MW</b>	<b>1378</b>	<b>1424</b>	<b>1472</b>	<b>1521</b>	<b>1572</b>	<b>1616</b>	<b>1661</b>	<b>1708</b>	<b>1753</b>	<b>1791</b>	<b>1830</b>	<b>1869</b>	<b>1907</b>

## 2. ELEKTRIENERGIA SÄÄSTU VÕIMALUSED

### 2.1. ENERGIAKASUTUSE EFEKTIIVSUS

Eesti Vabariigi põhilised dokumendid energiasäästu alal on 1999.a. valminud ja 2000.a. kinnitatud (järjekorras teine) "Eesti Energiasäästu Sihtprogramm" [Eesti Energiasäästu...2001] ja Vabariigi Valitsuses 2001.a. kinnitatud "Energiasäästu Sihtprogrammi rakenduskava aastateks 2001-2005" [Energiasäästu...2001].

Sihtprogrammis märgitakse õigesti, et "Kuigi valdav lähenemine energiasäästule seab esmaltähtsaks kulutuste kokkuhoiu lõpptarbija juures, on selleni võimalik jõuda ainult **süsteemse lähenemisega**, mis annaks nii ressursside kui kulutuste vähendamise kogu ahelas alates kütuste tootmisest, transpordist, ladustamisest, energiaks muundamisest ja jaotamisest kuni ratsionaalse ning säästliku tarbimiseni. Kogu ahelaga tegelemine on lõppkokkuvõttes kasulik just lõpptarbijale, sest terviku probleemide lahendamisel saadav kasu on tunduvalt suurem, kui ahela mingi üksiku lüli optimeerimine./.../

Lisaks harmoniseerimisele EL seadusandlusega, on sihtprogrammi koostamise üks peapõhjusteid asjaolu, et võrreldes arenenud tööstusriikidega on Eesti energiakasutuse efektiivsus hetkel tunduvalt madalam./.../

Säästupotentsiaali rakendamiseks tuleb pidevalt investeerida, kusjuures täiendava säästu saavutamise nõuab suurenevaid kulutusi. Sihtprogrammi realiseerimine sõltub riigipoolsete rahaliste vahendite suurusest. Arvestades lähituleviku majandusolukorda ja investeerimiskliimat, võib energiasäästu potentsiaaliks Eestis hinnata ca 20-30% täna tarbitavast primaarenergia kogusest. Elanikkonna madal sissetulekute tase, võrreldes arenenud tööstusriikidega, ei võimalda lõpptarbijal teha veelgi suuremaks energiasäästuks vajalikke investeeringuid."

Energiasäästuna ei käsitleta energiatarbimise sellist vähendamist, mis viib elukvaliteedi langusele (energiavarustuse katkestused, ruumide ebanormaalselt madalad temperatuurid jne).

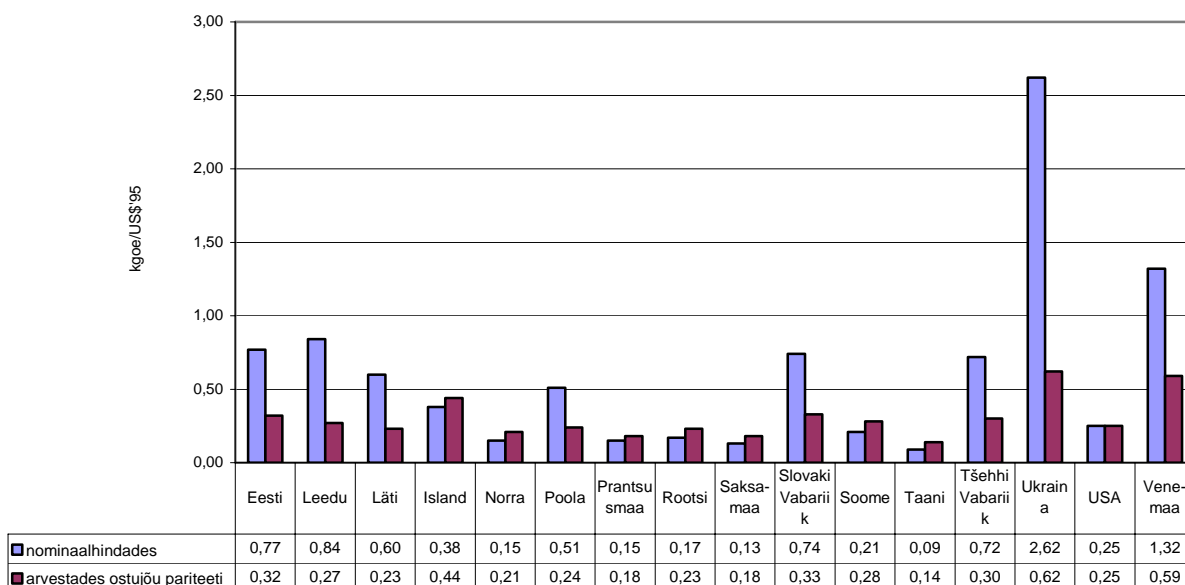
Energiakasutuse efektiivsust iseloomustab SKP energiamahukus, s.t primaarenergiaiga varustatuse suhe SKP-sse. SKP energiamahukus on viimase kümne aasta jooksul tänu mitmesugustele säästumeetmetele ja efektiivsema tehnoloogia kasutusele võtule Eestis tunduvalt vähenenud – 2,07 kgoe/US\$’95-lt 1993. aastal 0,99 kgoe/US\$’95-le 2001. aastal [Valtin...2004] ja 0,77 kgoe/US\$’95-le 2002. aastal [Key world...2004]. Siiski jääb Eesti selle säästva arengu näitaja osas Rahvusvahelise Energiaagentuuri (IEA) andmetel veel tunduvalt maha Euroopa Liidu keskmisest tasemest, sealhulgas võrreldava kliimaga naaberriikidest. Siiski pole toodud vahekorrad sedavõrd drastilised, kui arvestada SKP arvutamisel ostujõu pariteeti – vt tabel 2.1 ja joonis 2.1 [Key world...2004].

Energiakasutuse madal efektiivsus on tingitud reast põhjustest, nagu:

- endiselt moodustavad suure osa elamufondist õhukese soojusisolatsiooniga ning halva akende konstruktsiooniga paljukorterilised paneelmajad, milledes soojuskao on suured
- vananenud ja väheefektiivne tehnoloogia nii energia tootmise kui tarbimise poolel
- vananenud ja halvas tehnilises seisundis jaotusvõrgud (soojusvõrkude keskmine vanus ületab 10 a, üle poolte elektrivõrgu liinide vanus on üle 30 a)
- tagasihoidlik soojuse ja elektri koostootmise eeliste kasutamine
- tehnoloogia uuendamiseks vajalike finantsressursside nappus
- piisava oskusteabe nappus
- sotsialismiaja pärandina energiasäästu harjumuse puudumine

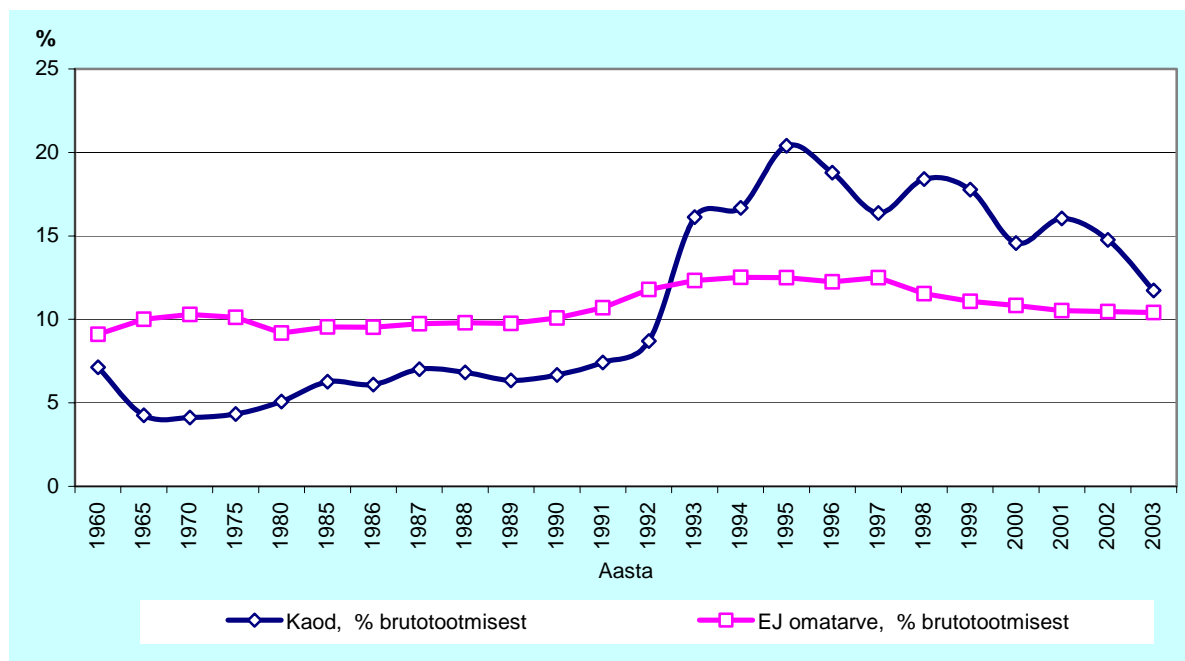
**Tabel 2.1. Majanduse energiamahukus (kgoe/1000 €) ja elektritarbimine elaniku kohta erinevates maades aastal 2002**

Riik	SKP energiamahukus, kgoe/ US\$'95		Elektritarbimine, kWh/elanik
	nominaalhindades	arvestades ostujõu pariteeti	
Eesti	0.77	0.32	4845
Leedu	0.84	0.27	2828
Läti	0.60	0.23	2280
Island	0.38	0.44	27764
Norra	0.15	0.21	24526
Poola	0.51	0.24	3217
Prantsusmaa	0.15	0.18	7366
Rootsi	0.17	0.23	15665
Saksamaa	0.13	0.18	6742
Slovaki Vabariik	0.74	0.33	5049
Soome	0.21	0.28	16128
Taani	0.09	0.14	6506
Tšehhi Vabariik	0.72	0.30	5890
Ukraina	2.62	0.62	2815
USA	0.25	0.25	13228
Venemaa	1.32	0.59	5350

**Joonis 2.1. Majanduse energiamahukus (kgoe/1000 €) erinevates maades aastal 2002**

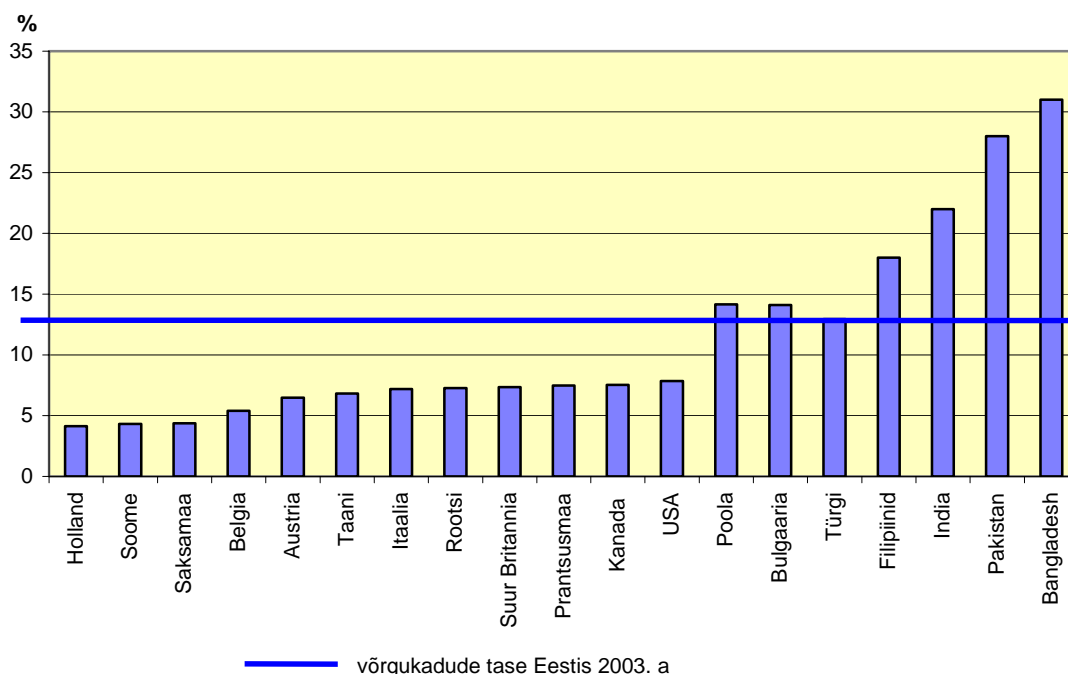
## 2.2. EFEKTIIVSUS JA SÄÄSTU VÕIMALUSED ELEKTRIVARUSTUSE POOLEL

Teatavasti võib elektrimajanduses põhimõtteliselt eristada elektrivarustuse poolt ja tarbimise poolt. Elektrivarustuse poole energeetilist efektiivsust iseloomustavad eelkõige elektrienergia ülekandmise ja jaotamise efektiivsus, s.t kaod elektrivõrkudes ning elektriijaamade omatarve. Kadude ja omatarbe dünaamikat protsentides elektriijaamade brutotoodangust illustreerib joonis 2.2 [Elektrienergia bilanss...2004].



**Joonis 2.2. Elektrivõrgu kadude ja elektrienergia omatarbe dünaamika protsentides elektrienergia brutotoodangust**

Näeme, et peale elektritootmise ja tarbimise järsku langust ning võrgukadude kiiret tõusu aastail 1989...1993 on toimunud kadude tase stabiliseerumine alates aastast 1993. Kahjuks on see toimunud kadude suhteliselt kõrgel tasemel (joonis 2.3).



**Joonis 2.3. Kadude tase mõnede maade elektrivõrkudes**

Muidugi ei saa otseselt võrgukadude protsentide järgi võrrelda erinevate maade elektrivõrkude efektiivsust. Arvestada tuleb ka koormustihedust, tarbijate iseloomu, transiidi suurust jms. Hea ülevaate kadude kasvu põhjustest annavad tööd [Milt 1997], [Raesar,...1994], [Tiigimä-

gi...1997], kommertskadude osas ka [Prei...1997]. Umbes 80% kadudest on kesk- ja madalpingevõrkudes. Ka kadude suurenemise põhjused peituvad põhiliselt just nendes võrkudes.

Põhilisteks tehnilisi, s.t reaalseid füüsilisi kadusid suurendanud põhjusteks on:

- Taasiseseisvumisel Eesti Energia haldusse tulnud endiste suurmajapidamiste ja sõjaväeobjektide võrkude halb tehniline seisund. Nende võrkude kaod ei läinud ametlikku statistikasse.
- Tarbimise ümberpaiknemine, mille tulemusel osa võrke töötavad suure alakoormusega, samal ajal kui paljud võrgud töötavad läbilaskevõime piiril.
- Madalpingeliinid on suhteliselt pikad (sageli 1...2 km, vahel isegi kuni 4 km, samal ajal kui nt Põhjamaades loetakse normaalseks pikkuseks kuni 0,5 km).
- Vasevarguste ohu tõttu pole võimalik välja lülitada tühijooksul töötavaid trafosid või väga madalal koormusel töötavaid paralleeltrafosid.

Oluliselt on suurenenud kommertskaod – need pole tegelikud füüsilised kaod, vaid on tingitud energia registreerimise ebatäpsusest (arvestite vead, energia eest tasumise mitteõigeaegsus, elektri vargus jms). Majanduslikust aspektist on kommertskadude toime elektriettevõttele sama kui tehnilistel kadudel, s.t majanduslik kahjum. Kommertskadude põhjustena võib nimetada järgmisi.

- Mõõtesüsteemide ebatäiuslikkus (vananenud, vähetundlikud ja sageli pikka aega kontrollimata arvestid ning madala täpsusklassiga mõõtetrafod, kontrollarvestite puudumine või vähesus või madal täpsus, mis ei võimalda piisavat kontrolli võrku antud ja sealt väljastatud energia üle.
- Mõõtesüsteemide koheselt avastamata tehnilised rikked.
- Elektrivarguste järsk kasv moraali languse tõttu, harjumuse tõttu saada elektrienergiat tasuta ning tõhusa motivatsiooni tekkimise tõttu tänu elektrienergia ja ka soojuste kallinemisele.
- Arvestamata jäänud energia muudel põhjustel, kui otsene elektrivargus.
- Arveldustega viivitamine klientide poolt või ettemaksed tariifide muutuste eel.
- Suure arvu uute väikese tarbimisega maaklientide territoriaalne hajutatuse, mis teeb nende elektrienergia arvestuse korrastamise ja kontrollimise väga töömahukaks ning kulukaks.

Lõpuks tuleks mainida mõningaid n.ö organisatoorseid ja majanduslikke põhjusi:

- Puuduvad tõhusad sanktsioonid elektrivarguste ja maksupettuste puhuks.
- Vähetõhus stimuleerimissüsteem kadude vähendamiseks, s.h elektrivarguste avastamiseks ja kõrvaldamiseks.
- Materiaalsete vahendite ja tööjõu nappus jaotusvõrkude (s.h mõõte- ja kontrollisüsteemide) kiireks korrastamiseks ja täiustamiseks, arvelduste õigsuse kontrolliks ja sanktsioonide efektiivsaks rakendamiseks.

Maailma ja ka Eesti varasemad kogemused näitavad, et normaalselt peaks võrgukaod olema alla 10% elektrienergia kogutoodangust, kusjuures optimaalseks kadude nivoo loetakse arenenud maades umbes 5-8%. Seetõttu ongi arenenud riikides saavutatud võrgukadude tase tunduvalt alla 10% brutotoodangust. Kadude optimaalne tase sõltub riigi majandusliku arengust ja elektrienergia hinnast. Seetõttu peaks olema Eesti tingimustes kadude optimaalne tase võrreldes arenenud maadega mõnevõrra kõrgem, kuid kindlasti madalam tänasest tasemest.

Maailma praktika kinnitab, et elektrisüsteemides, mis on optimaalsete kadude tasemest veel kaugel, on energiakadude vähendamiseks tehtavate jõupingutuste majanduslik tasuvus väga kõrge. Eestis annaks nt võrkude kaoprotsendi vähendamine ühe võrra, nt 2003. a tasemelt 13,9% 12,9 %-le, aastast energiasäätu ligi 70 GWh. Võttes jämedalt kaoenergia ligikaudseks keskmiseks hinnaks 0,4 kr/kWh, oleks kadude ühe protsendi rahaliseks väärtuseks 28 milj krooni aastas. Rahvuslikus kontekstis võimaldab kadude vähendamine kokku hoida kütuseresursse ja vähendada keskkonna saastekoormust.

**Võrgukadude vähendamiseks** on valida hulgaliselt mitmesuguseid meetmeid, mis liigitatakse kolme gruppi: korralduslikud, tehnilised ja kommertsmeetmed.

**Korralduslikud meetmed** puhul saavutatakse kadude vähendamine võrgu skeemi ja talitluse optimeerimise ning võrgu ratsionaalse käiduga. Meetmed ei nõua märkimisväärseid investeeringuid. Võib loetleda palju korralduslikke meetmeid, milledest osa on üldisemad ja võivad sisaldada teisi, konkreetsemaid:

- põhivõrgu püsitalitluse, s.t pingeniivoode, reaktiivvõimsuste ja trafoastmete kompleksne optimeerimine. Kuna Eesti energiasüsteemis toimub talitluse optimeerimine regulaarselt piisava täpsusega, siis selles osas kadude edasise vähendamise võimalused praktiliselt puuduvad. Seda kinnitavad ka Põhivõrgu Juhtimiskeskuse arvutused.

- võrgu pingeniivoo reguleerimine - pingeniivoo tõstmine 1% võrra vähendab võrgukadusid umbes 2% võrra [Баркан, 1990]. Eesti põhi- ja enamikes jaotusvõrkudes on seoses juba niigi kõrge pingeniivooaga reguleerimisvõimalused praktiliselt ammendatud.

- võrgu lahtuskohtade optimeerimine - on üheks tõhusamaks korralduslikuks meetmeks jaotusvõrkudes, eriti linnavõrkudes, kus optimaalsed lahtuskohad on püsivamad. Maarajoonides, kus koormused sesoonse iseloomuga, tuleks lahtuskohti vähemalt kaks korda aastas muuta. Abinõu nõuab ulatuslikku andmebaasi ja vastavat tarkvara.

- trafode talitluse optimeerimine - ühe MVA trafovõimsuse väljalülitamine ööpäevagraafikute järgi võib anda jaotusvõrgu alajaamades ühe tunni kohta säästu 1-3 kWh, sesoonsete väljalülitamiste puhul aga 1,5-4 kWh [Инструкция по снижению...1987]. Arvestades, et paljud alajaamad, eriti maapiirkondades, töötavad suure alakoormusega, on trafode talitluse optimeerimisel teatud reserv. Samas aga sageli trafosid välja ei lülitata kaitseks vasevarguste vastu.

- trafode koormuse all reguleeritavate astmelülitite viimine automaatreguleerimise režiimi. Kogemus näitab, et ühe ümberlülitite rakendamine automaatrežiimis võimaldab säästa põhivõrgus keskmiselt 70 kuni 200 ja jaotusvõrgus 10 kuni 30 MWh aastas (võrreldes tööga käsitsijuhtimisel) [Инструкция по снижению...1987].

- koormuste sümmetreerimine madalpingevõrkudes - saadav sääst moodustab keskmiselt 700 kWh aastas ühe madalpingefiidri kohta [Инструкция по снижению...1987]. Samas on juhusliku ebasümmeetria kõrvaldamine võimalik spetsiaalsete türistorümbelülitusseadmete abil, mille kasutamine tänastes oludes on kõrge hinna tõttu ebaotstarbekas.

- kõrgemate harmoonikute mõju vähendamine filtrite või suure faaside arvuga alaldite ja invertorite kasutamisega või harmoonikuid tekitavate tarbijate toitmine eraldi trafost.

- tehnilise hoolduse ja remontide täiustamine – annab säästu tänu mitteökonoomse talitluse kestuse vähenemisele.

- elektrikulu vähendamine alajaamade omatarbeks.

**Tehnilised meetmed** on seotud elektrivõrkude rekonstrueerimise, moderniseerimise ja laiendamisega, võrgu elementide vahetamise ning uute seadmete ja aparatuuri paigaldamisega. Meetmed on seotud täiendavate investeeringutega ja nendest paljude nimetamine kadude vähendamise meetmeiks on tinglik, kuna rakendamise esmaeesmärgiks on võrgu läbilaskevõime suurendamine, süsteemi töökindluse tõstmine ja pinge kvaliteedi parandamine ning kadude vähenemine on kaasnevaks nähtuseks.

Tehnilistest meetmetest võiks eelkõige nimetada võrkude läbilaskevõime suurendamist uute liinide ja alajaamade rajamise teel. Sisuliselt on siin tegemist võrkude arengu planeerimise regulaarselt lahendatava ülesandega, mille puhul kadude vähenemine on kaasnevaks tulemuseks.

Läbilaskevõime suurendamiseks rakendatakse ka elektrivõrgu nimipinge tõstmist, kui võrgu koormatus on saavutanud antud nimipingele vastava piirväärtuse. Eesti Energia on käivitanud võrkude nimipingete süsteemi korrastamise eesmärgiga vähendada kasutusel olevate nimipinge-

astmete arvu arvestades EL nimipingestandarddeid. Teiste maade (Soome, Prantsusmaa) kogemustel annab selline abinõu pikas perspektiivis suurt majanduslikku efekti. Samas nõuab üleminek uuele nimipingesüsteemile suuri investeeringuid ja saab toimuda järkjärgult, pikema aja jooksul.

Pinge kvaliteedi parandamiseks ja ühtlasi kadude vähendamiseks on oluline likvideerida pikad kesk- ja eriti madalpingefiidrid, mis nõuab arvukalt uute trafoalajaamade rajamist.

Tõhusaks tehniliseks meetmeks on liinijuhtmete vahetamine põhieesmärgiga suurendada liini läbilaskevõimet või asendada füüsiliselt kulunud juhtmed. Tänu kaasnevale kadude vähenemisele on abinõu tasuvusaeg suhteliselt lühike.

Tõhusaks meetmeks on ka ülekoormatud trafode vahetamine ja/või täiendavate trafode ülesseadmine tavaliselt esmaeesmärgiga kõrvaldada ülekoormus, kadude vähenemine on siis kaasnevaks efektiks. Kaod vähenevad ka alakoormatud trafode vahetamisel väiksemavõimsuseliste vastu. Eriti märgatav on energiasääst trafode asendamisel uute, vähendatud tühijooksukadudega trafodega.

Üheks võrkude efektiivsuse tõstmise meetmeks on koormatult reguleeritavate trafode või astmelülitite ülesseadmine. Suurimat efekti annab astmete automaatne ümberlülitamine. Ühe koormatult reguleeritava trafo (või astmelüliti) ülesseadmine võib anda aastast säästu 10 MWh-st 6...15 kV trafode puhul kuni 200 MWh 330 kV trafode puhul [Инструкция по расчету...1987].

Võimsuste jagunemise optimeerimiseks mitme pingega võrkude paralleeltöö korral rakendatakse põikireguleerimisega lisapingetrafosid. Nende optimaalse paigutuse ja otstarbekuse täpne määramine on keeruline võrgu talitluse optimeerimise ülesanne, mis nõuab vastavat tarkvara. Jämedalt võib ühe lisapingetrafo ülesseadmisest sidetrafo ahelasse saadavat aastast energiasäästu hinnata 500-700 MWh-ni aastas [Инструкция по расчету...1987].

Väga efektiivne on reaktiivvõimsuse kompenseerimine. Hinnanguliselt võimaldaks reaktiivvõimsuse kompenseerimistaseme (kVAr/kW) tõstmine 0,2-lt 0,4-le vähendada võrgukadusid ca 15...20%. Lihtsamate kompenseerimiseseadmete tasuvusajaks on keskmiselt 2...3 aastat. Kõige efektiivsem on reaktiivvõimsuse kompenseerimine vahetult tarbijate juures, mida tuleb stimuleerida reaktiivenergia otstarbekate tariifidega [Raesaar...2003], [Raesaar...1998].

Oluline on jaotusvõrkude tehnilise seisukorra parendamine, eriti maarajoonides ja endiste suvila- ja aianduskooperatiivide piirkondades (riknend isolaatorite asendamine, liini trasside võsast puhastamine, kaitsete piisava tundlikkuse kindlustamine madalpingevõrkudes jms).

Kadusid aitab vähendada jaotusvõrkude ulatuslikum seksioneerimine, lahkülitite kaugjuhtimise ja rikkelokaatorite laialdasem rakendamine. Nende abinõude esmaeesmärgiks on varustuskindluse tõstmine ja tarbijate katkestuskahjude vähendamine.

Ülekandekaod põhivõrgus vähenevad elektritootmise hajutamisel, tuues nad tarbimiskeskustele võimalikult lähedale.

**Kommertsmeetmed** on abinõud elektrienergia arveldussüsteemi korrastamiseks ja täiustamiseks. Kommertskadude vastu aitab võidelda:

- mõõtesüsteemide korrastamine ja täiustamine (s.h kontrollarvestite paigaldamine)
- arvestite paigutamine väljapoole objekti – seda aga takistab vargus ja vandalism
- arvestinäitude regulaarne kontroll, eriti kauglugemisseadmete abil, samuti voolu- ja pingeahelate korrasoleku kontroll
- elektrivõrgu perioodiline läbikäik omavoliliste ühenduste ja varguste avastamiseks, eriti suurema vargustõenäosusega piirkondades
- tõhusate sanktsioonide rakendamine varguste ja mitteõigeaegse arvelduse korral. Põhimõtteliselt pole elektrivargus võrgukadu, vaid kriminaalkuritegu, nagu iga muugi vargus. Seejuures on oluliselt raskendavaks asjaoluks kaasnev eluohtlikkus. Resoluutsemalt tuleb rakendada elektrit varastavate klientide, aga ka suurte võlgnike väljalülitamist.

- isoleerjuhtmete ning kaablite laialdasem kasutamine
- kadudealase statistika ja analüüsi täiustamine

Kommertskadude likvideerimiseni jõudmine pole lihtne. See nõuab nii materiaalsete kui vaimsete vahendite plaanipärast ning sihikindlat rakendamist.

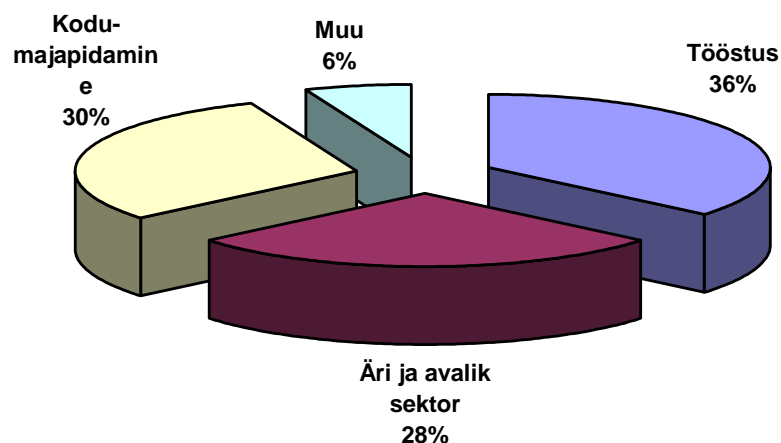
Eesti elektrivõrkudes toimub pidevalt praktiliselt kõigi loetletud abinõude rakendamine, mis on võimaldanud aastast 1995 pöörata võrgukadude muutumiskõvera enam-vähem pidevale langusele. Vaadeldava ajaperioodi jooksul, s.t aastaks 2015 oleks jaotusvõrkude planeeritud investeeringute tasemel reaalne vähendada sisemisest tarbimisest põhjustatud võrgukadude taset hinnanguliselt 11-10%-le võrku antavast energiakogusest. Samas on võimatu anda hinnangut investeeringute mahule, mis on vajalik otseselt kadude nivoo alandamiseks, kuna enamik ülalvaadeldud abinõudest on seotud mitme eesmärgiga ja kadude vähenemine on pigem kaasnevaks tulemuseks.

Perspektiivseks eesmärgiks peaks olema kadude optimaalse taseme saavutamine, mille puhul puuduvad majanduslikult õigustatud abinõud nende edasiseks vähendamiseks. Võrgukadude vähenemine optimaalse tasemeni, mis Eesti oludes oleks eksperthinnangutel piirides 7-8%, oleks tõenäoliselt reaalne umbes vahemikus 2020-2025. Kadude tase põhivõrgus on ligilähedane optimaalsele ning täiendav vähenemine on põhiliselt saavutatav elektritootmise hajutamise teel.

Elektrijaamade omatarbe suurus sõltub suuresti jaama tüübist ning väheneb tulevikus uute agregaatide, eriti gaasikütel agregaatide käiklaskmisel. Omatarbe elektrikulu säästuks on raketatavad samad abinõud, kui energiasäästuks tarbimise poolel.

### 2.3. EFEKTIIVSUS JA SÄÄSTU VÕIMALUSED TARBIMISE POOLEL

Erinevate tegevusvaldkondade osakaalu elektrienergia lõpptarbimises peegeldab joonis 2.4.



**Joonis 2.4. Erinevate tegevusvaldkondade osakaal elektrienergia lõpptarbimises**

Tööstusharudest on suurima osakaaluga keemiatööstus (8,2%), toiduainetetööstus (5,9%) ja tekstiilitööstus (4,7%) [Eesti Energiasäästu...2001].

Lõpptarbija seisukohalt võistlevad investeeringuid elektri säästuks investeeringutega teistesse tegevusvaldkondadesse. Üldjuhul otsustab tarbija ise, milliseid meetmeid rakendada. Nii tootmises, teeninduses kui ka kommertssektoris sõltub huvi säästumeetmete rakendamise vastu elektrile tehtavate kulutuste osakaalust ettevõtte käibes. Arvestades majanduse struktuuri ja



mahtude täielikku muutumist viimase 12 aasta jooksul ning elektri hinna pidevat kallinemist, võib eeldada, et elektrit ilmselt raiskavaid tehnoloogilisi protsesse enam ei rakendata. Edasine energiatarbe vähendamine eeldab eri tootmisvaldkondade, tehnoloogiate ja nende energiama-hukuse ning vajalike investeeringute analüüsi.

Säästu stiimulid ja tõenäoliselt ka võimalused on suurimad avalikus sektoris. Elektritariifide tõusuga kasvab pidevalt ka kodutarbija motivatsioon elektrit kokku hoida.

Kõigil tegevusaladel on küllaltki universaalseteks elektri säästu meetmeteks:

- Muutuvkiirusega ajamite rakendamine, eelkõige loobumine drosseldamisest tsentri-fugaalmasinate (pumbad, ventilaatorid, suitsuimejad) tootlikkuse reguleerimiseks, võttes kasutusele sagedusmuunduritega ajamid.
- Mootorite nimivõimsuse sobitamine tegeliku koormusega ja kõrgefektiivsete elektrimooto-rite kasutuselevõtt
- Suruõhusüsteemide ning jahutus- ja külmutusseadmete efektiivsuse tõstmine
- Elektrivalgustuse, s.h tänavavalgustuse ratsionaliseerimine (üleviimine säästulampidele ja automatiseerimine)
- Hoonete ventilatsiooni ja sisekliima süsteemide optimeerimine ja automatiseerimine
- Võimaluse korral loobumine elektriküttest teiste kütteliikide kasuks, elektrikütte automati-seerimine
- Elektriliste kontori- ja koduseadmete, tööriistade jne soetamisel ja uuendamisel nende energiatarbe arvessevõtmine
- Nn “pehme säästutehnoloogia” – ettevõtte energiakorralduse süsteemi ellurakendamine, s.h töötajate tõhusa motivatsiooni loomine
- Ettevõtete ja hoonete energiaauditite läbiviimine
- Tööstusliku koostootmine edendamine

Elektrienergia säästu potentsiaali hinnata on suhteliselt raske. Jämedad hinnangud on piires 10-30% praegusest kogutarbimisest [Eesti..., 1996]. Töös [Leisalu 1993] on antud hinnanguks 30%. Arvestades teiste maade hinnanguid ja Eesti energiakasutuse madalat efektiivsust, võib seda pidada küllalt realistlikuks elektrisäästu tehnilise potentsiaali hinnanguks, mida võib kasu-tada kui baasi praktiliselt realiseeritava säästupotentsiaali määratlemiseks.

Samas tuleb rõhutada, et reaalselt realiseeritava ressursi määratlemisel tuleb lähtuda **majanduslikust säästupotentsiaalst**, s.o majanduslikult põhjendatud meetmetega saavutatavast säästust. Majanduslik säästupotentsiaal on tihedalt seotud energia hindadega ja riigi majandusliku arengu tasemega. Aastani 2015 võib elektrisäästu majanduslikuks säästupotentsiaali jämedaks eksperthinnanguks tarbimise poolel lugeda 10-15% praegusest **elektri kogutarbimisest**.

Detalilsem energiäsäästu potentsiaali selgitamine nõuab pikaajalist ja kulukat tarbijate uuringut. Näiteks Rootsi energiakompanii Vattenfall poolt läbi viidud ulatusliku projekti UPPDRAG 2000 elektrisäästu võimaluste väljaselgitamiseks [From Possibility... 1993] kestuseks oli 6 a ja kogumaksumuseks 375 milj SEK (17% kompanii arenduskuludest nimetatud aastate jooksul). Eesmärgiks oli hinnata **reaalseid võimalusi**, s.t säästu potentsiaali hinnangud tuginesid välikat-setele ja demonstratsiooniprojektidele, mille käigus kontrolliti erinevaid säästumeetmeid prak-tikas nii tehnilisest kui majanduslikust aspektist, arvestades ka kliendi nõusolekut.

Külalt suur potentsiaal elektrienergia säästuks on olemas kodumajapidamistes. Näiteks hõõg-lampide asendamine kompaksete säästulampidega vähendab energiatarvet keskmiselt 20%, efektiivsed pesumasina ja külmikud annavad 25% säästu võrreldes traditsioonilistega [Capasso,...1992]. Vananenud elektripliitide asendamine uute, efektiivsematega võimaldab säästa vähemalt 20 kWh/a [Schiper 1991]. Seega võimaldaks nt 100 000 vananenud pliidi asendamine säästa aastas 2000 MWh. 100 000 vananenud pesumasina asendamine säästaks

8000 MWh. 100 000 külmkapi ja külmiku asendamine efektiivsematega võiks anda aastast säästu 40 000 MWh [Schiper 1991]. Arvestades Eesti majapidamiste varustatust nimetatud tarvikutega (1996. a vastavalt 48, 52, 90 ja 12 % [Leibkonna... 1998]), oleks selliste säästude saamine üsna reaalne.

USA kogemustel võimaldavad nn intelligentsed koduautomaatikasüsteemid vähendada koormusvõimsust 1..5 kW majapidamise kohta [Bellarmine, 2000]. Siiski on lähitulevikus selliste süsteemide rakendamine Eestis oludes vähe reaalne nii nende kõrge hinna kui vajaliku oskustea-be nappuse tõttu.

Kui üheksakümnendatel aastatel oli elektrisäästu potentsiaali realiseerimisel põhiliseks takistuseks elektrienergia suhteliselt madal hind, siis täna on põhiteguriteks ebapiisav informeeritus säästu olulisusest ja võimalustest nii ettevõtte, riigi kui globaalsel tasandil kui säästuharjumuste puudumine.

Lõpetuseks märkigem, et kuna elektrivarustajate ja lõppkasutajate majanduslik olukord on erinev, viib see süstemaatilisele ülekulutuste tendentsile varustuse poolel ning tarbimise vähendamise võimaluste ignoreerimisele. Välismaiste kogemuste põhjal on konkreetsete tarbijate kaudsed diskontomäärad väga kõrged – tüüpiliselt 30-40%, ulatudes vahel isegi 300%-ni (!) [Nilsson 1994]. Muidugi ei rakenda tarbija oma tasuvusarvutustes sellist diskontomäära, kuid tavaliselt ta käitub vastavalt sellistele määradele, kuna tal pole aega või teadmisi või usaldust rakendada õigeid ja efektiivseid lahendusi. Elektri-ettevõtete tüüpiline diskontomäär investeringutele on 5-12%. Diskontomäärade erinevus – nn rentaabluse lõhe – iseloomustab varustuse poole ülekulutusi. Seda lõhet püütakse vähendada allpool vaadeldavate tarbimise juhtimise programmidega, et saavutada üleüldiste ressursside efektiivsem kasutamine.

Peapõhjuseks, miks elektri-ettevõtte arvestab madalate diskontomääradega, on asjaolu et elektrivarustus on tema põhitegevuseks, kus valitsevad head võimalused riskide hajutamiseks või koguni nende vältimiseks. Lisaks on paljudes maades, nagu ka Eestis, elektriäri kaitstud suuremal või vähemal määral tema monopoolsusega, mis veelgi vähendab elektrivarustaja riske. Samas on paljude lõpptarbijate soovimatus investeerida energiaefektiivsusse mõisteta. Kui ettevõtte pole kindel, kas ta mõne aasta pärast üldse eksisteerib, siis on arusaadav, et ta ei soovi realiseerida projekte, mille tasuvusaeg ületab seda aega.

Seega on kõige olulisemaks probleemiks tarbimise juhtimisel ja energiaefektiivsuse osas mitte tehnoloogiline vaid organisatsiooniline – kuidas teha suurhulk väikesi otsustusi, mida teevad lõppkasutajad, konkurentsivõimeliseks vähete suurte otsustustega, mida teevad elektri-ettevõtted? Küsimus on kriitilise tähtsusega, kuna võimaldab vältida ülekulutusi energiasüsteemis, mille lõppkokkuvõttes maksavad kinni ikkagi lõpptarbijad.

Olgu kõige lõpuks mainitud, et hinnanguliselt on Euroopa Liidus võimalik tarbimise vähendamise arvel vältida uute tootmisvõimsuste rajamist mahus umbes 60 000 MW ning säästa kulusid elektrienergia tootmiseks, ülekandeks ja jaotamiseks suurusjärgus 100 miljardit US\$ [Nilsson, 1994].

### 3. TARBIMISE JUHTIMINE

#### 3.1. RESSURSSIDE INTEGREERITUD PLANEERIMINE JA TARBIMISE JUHTIMINE

Tänapäeval on arenenud riikide elektriettevõtete praktikasse ulatuslikult juurdunud nii tootmis- kui tarbimispoolsete **ressursside integreeritud planeerimine**, mille puhul kasvava tarbimise katmiseks vaadeldakse konventsionaalse genereerivate võimsuste laiendamise ja elektrivõrkude läbilaskevõime suurendamise kõrval ka tarbimise juhtimise ja energiasäästu võimalusi eesmärgiga vähendada koormustippe ja/või elektrienergia tarbimist. Arvestatakse, et tarbijale pole oluline mitte niivõrd elektrienergia tarbimine kui niivõrd temale vajalike elektriteenuste (ruumide valgustus, küte ja ventilatsioon, heli ja pilt audio-videoseadmetes, elektrimootorite poolt sooritatavad töölusprotsessid, jahutus ja külmutus jms) saamine sobiva hinnaga.

Muidugi muutuvad planeerimisprotseduurid nii tootmis- kui tarbimispoolsete võimaluste integreeritud käsitlemisel keerukamaks – tarbimispoolsed lahendused mõjutavad tootjat ja vastupidi – elektriettevõtte mõjutab tarbija majanduslikke näitajaid. Kui tootmisvõimsuste laiendamisel otsustab elektriettevõtte, millist tüüpi, kui suure võimsusega ja millal lisada uusi genereerivaid võimsusi ja võrgu laiendusi, siis tarbimispoole arvestamine nõuab elektriettevõtte otsuste kordineerimist partneritega – tarbijatega. Seejuures ei allu tarbijad elektriettevõtte otsesele juhtimisele ning võivad oma käitumises ilmutada märgatavat inertsi. Samas võimaldab integreeritud planeerimine paremini rahuldada nii tootja ja tarbija kui ka kogu riigi majanduslikke ja keskkonnavaliseid kriteeriumeid.

Tarbimispoolsete alternatiivide arvestamine on juurdunud paljude nii arenenud kui arengumaade energiafirmade ja valitsusorganisatsioonide energiaplaneerijate praktikasse ning integraalne planeerimine on kujunenud vähimkuluplaneerimise põhiliseks meetodikaks. Paljud riigid on kehtestanud mitmesuguseid energeetikaalase regulatsiooni sätteid soodustamiseks tarbimise juhtimise kiiremat juurdumist praktikasse [U.S. Electric...1997].

Elektrivarustuse ja tarbimise poolsete ressursside integreeritud realiseerimine eeldab ulatusliku tarbimise juhtimist.

**Tarbimise (nõudluse) juhtimine** on sihipärane tegevus mõjutamiseks klientide koormusvõimsust, nende poolt tarbitava elektrienergia kogust ja tarbimise aega. Tarbimise juhtimise programmid hõlmavad elektriettevõtte, valitsuse või kohalike omavalitsuste tegevusplaane, mis innustavad kliente rakendama energiasäästlikke tehnoloogiaid, tooteid, seadmeid ja teenuseid. Sellised programmid võivad anda olulist tulu nii elektriettevõttele, kliendile kui kogu ühiskonnale tänu elektrivarustuskulude ja elektritootmisest tulenevate looduskahjustuste vähenemisele ning kliendi kasumi suurenemisele.

Tarbimise juhtimine on seotud eelkõige energiaettevõtte või valitsuse poliitika ja strateegiatega, kuid osaleda võivad ka kolmandad partnerid (tööstustootjad, energia hulgimüüjad, energiateenuste firmad, kliendid ise). Tarbimise juhtimise mõiste on erinevate allikate käsitluses üsna laialivalgus – kui eelkõige peetakse eesmärgiks koormustippude vähendamist, siis sageli hõlmatakse selle mõiste alla energiasäästu meetmed ja ka elektri tootmisettevõtete poolse tootmise, s.h soojuse ning elektrienergia koostootmise. Laiemas plaanis haaratakse vahel tarbimise juhtimise mõiste alla ka nn “ökovattide”, s.t mittefossiilsete energiaallikate baasil toodetud “roheline elektri” ulatuslikuma kasutamise [Ibrahim,.. 1993] ja mitmesuguste energiasalvestite (pump- ja kompressorjaamad, vesinikuenergeetika jms) kasutamise ergutamise [Chattopadhyay

1995]. Siiski üldiselt mõistetakse tarbimise juhtimise all energiaettevõtte või ka valitsuse tegevust eelkõige klientide koormuse ja/või energiatarbimise (energiaõudluse) mõjutamiseks.

Tarbimise juhtimise peamisteks strateegiateks on

- Elektrienergia sääst – elektrivarustusettevõtte või muu tarbijast lahus seisva osapoole rakendatud meetmed tarbija elektritarbe vähendamiseks, mida ei tuleks segi ajada konventsionaalsete energiasäästu meetmetega, mida rakendavad tarbijad oma elektriarvete vähendamiseks. Elektriettevõtete tegevus säästuprogrammide realiseerimisel seisneb säästualase tegevuse propageerimises, koolitamisest ja energiaauditite läbiviimises, kaasfinantseerimises või finantseeringute stimuleerimises.
- Klientide koormusgraafikute modifitseerimine graafiku tippude lõikamise, nõgude täitmise ja tarbimise nihutamise teel eesmärgiga ühtlustada elektriettevõtte summaarset koormusgraafikut ja eelkõige vähendada koormustippu. Modifitseerimine saavutatakse mitmesuguste abinõudega nagu katkestuskõlblike tarbijate väljalülitamine, kliendipoolse tootmise stimuleerimine, adekvaatne hinnapoliitika ja klientide elektritarbimise harjumuste muutmine.
- Kütuste ümberlülitamine – üleminek elektrienergia tarbimiselt kütuste tarbimisele (nt üleminek elektripliitidelt gaasipliitidele, puiduküttele jms) või vastupidi, samuti üleminek ühelt kütuseliigilt teisele (näiteks üleminek gaasiküttelt puiduküttele jne).
- Turu transformatsioon eesmärgiga muuta osaliste käitumist turul riiklike standardite kehtestamise teel tarvitite efektiivsusele, hoonete soojapidavusele jne; tarbijate informeerimise teel energiasäästu kasudest, võimalustest, ja meetodidest; uute energiasäästlike seadmete ja tehnoloogiate turule ilmumise kiirendamise ja nende turuosa suurendamise teel koos vasta-va reklaamikampaaniaga jms.

Tarbimise ja/või koormuse juhtimises võib eristada kaht peamist suunda:

- Otsene juhtimine – saavutatakse elektritarvitite (tarbijate) otsese väljalülitamise, ümberlülitamise ja nende talitluse modifitseerimise teel.
- Kaudne juhtimine – saavutatakse eelkõige elektritarvitite vastava struktuuri abil, et innustada tarbimise iseloomu muutumist sobivas suunas. Kaudse juhtimise moodusteks on ka tarbijate informeerimine ja koolitus, reklaamikampaaniad jne.

Tarbimise juhtimise programmide ja ressursside integreeritud planeerimisest saavad põhimõtteliselt kasu kõik hõlmatud osapooled:

- Elektritootjatel tekib võimalus valida kõige efektiivsemad moodused kasvava elektritarbimise rahuldamiseks ja edasi lükata investeeringuid tootmisvõimsuste laiendamiseks; vähendada tipuelektrijaamade ja reservvõimsuste vajadust, paremini ära kasutada olemasolevaid tootmisvõimsusi ning vähendada tootmise marginaalkulusid
- Elektrivõrguettevõtetele tekib võimalus edasi lükata investeeringuid ülekande- ja jaotusvõrkude läbilaskevõime suurendamiseks ning võrgukadude vähendamiseks
- Elektritarvitite ja tehnoloogiate tootjatel on võimalus suurendada energiaefektiivsete tarvitite ja tehnoloogiate turuosa ning suureneb huvi nende väljatöötamiseks
- Lõpptarbijatel vähenevad elektriarved, vähenevad ettevõtete tootmiskulud ning tõuseb nende konkurentsivõime
- Kogu ühiskonna kasudeks on majanduse energiaefektiivsuse ja kodumaiste kaupade konkurentsivõime tõus, elektritootmisega seotud saastekoormuse vähenemine, kodumaiste primaarenergia ressursside sääst, primaarenergiaallikate impordi vajaduse vähenemine.

Muidugi on tarbimise juhtimine seotud täiendavate kulutustega – saamata jääb müügitulu, otsene juhtimine nõuab täiendavaid juhtimisseadmeid ja kulusid tarbijate osaluse saavutamiseks, kaudne juhtimine põhjalikumalt energia mõõtmise ja arvelduse süsteemi, koolitus- ja reklaami-

kulusid jne. Ka on ressursside integreeritud planeerimine märksa keerukam konventsionaalsest varustuse poole planeerimisest. Selle rakendamine eeldab ulatuslikke tarbijate eeluuringuid ja analüüsi planeerimise käigus.

### 3.2. KOORMUSTE OTSENE JUHTIMINE

Koormuste otsene juhtimine seisneb tarbijate koormuse juhtimises üksiktarvitite või üksiksüsteemide elektrivarustuse väljalülitamise teel vahetult elektriettevõtte operaatori poolt tippkoormuse perioodideks eeldusel, et väljalülitamine põhjustaks tarbijaile võimalikult vähe piiranguid ja ebamugavusi. Põhilistelt allutatakse otsesele juhtimisele energia salvestusega, eelkõige soojusliku inertsiga seotud tarviteid, mille väljalülitamine elektriettevõtte operaatori poolt ei põhjusta olulisi ebamugavusi kliendile – veesoojendeid, küttes- ja jahutusseadmeid. Otsene juhtimine hõlmab tavaliselt kodutarbijaid, kes lubavad tippkoormuse tundideks välja lülitada oma elektritarviteid, kuid põhimõtteliselt võib juhtimisega hõlmata ka analoogilisi seadmeid komerts- ja avaliku sektori hoonetes (kauplustes, lõbustusasutustes, teenindustevõtetes, koolides, kontorites jm). Juhtimine nõuab märgatavaid investeeringuid juhtimis- ja kommunikatsioonisüsteemidesse.

Otsese juhtimise potentsiaal sõltub klientide varustatusest juhtimiseks sobivate tarvititega, nende tarbimise iseloomust ja klientide valmisolekust osaleda tarbimise juhtimise programmides. Töös [Raesaar, Tammoja 2003] saadi otsese juhtimise potentsiaaliks lähtuvalt varustatusest kütte- ja soojendusseadmetega (arvestades klientide suhteliselt kõrget valmisoleku astet osaluseks) 73 MW aastal 2003 ja 91 MW aastal 2017. Tulevikus piisava juhtimise kogemuse omandamisel ja juhtimissüsteemide olemasolul võib täiendavaks ressursiks osutada külmkappide ja sügavkülmikute juhtimine. Arvestades nende lühikest lubatud väljalülitamise aega (mitte üle ühe tunni), tuleb rakendada lühikese intervalliga roteeruvat juhtimist, jaotades nad paljudesse gruppidesse. Külmkappide ja külmikute suhteliselt väikese võimsuse tõttu on märgatav tulemus saavutatav nende suure arvu hõlmamisel juhtimisega. Nende haaramine omaette gruppidesse juhtimisse klientide juures, kes nagunii on hõlmatud juhtimise programmiga ei tekita olulisi lisakulusid.

Ööpäevase koormustipu keskmise ulatuseks saadi aastal 2005 48-50 MW, aastal 2015 58-73 MW. Võimsuse “tagasimakse” tõttu tuleks koormustipu reguleerimiseks **koguulatuses** hõlmata otsese juhtimisega vähemalt 100 000 klienti. Arvestades juhtimiseks sobivate tarvititega varustatust, tehnilisi võimalusi ja eelkõige klientide koostöövalmidust, on see tänastes tingimustes ebareaalne. Küll võib aga sellise klientide hulga hõlmamine osutada üsna realseks umbes 10-15 a pärast. Täiendava ressursi moodustavad ülalmainitud tarvitid äri- ja avalikus sektoris. Kui õnnestub koormustippu vähendada 35-40 MW võrra, oleks koormuse juhtimise marginaalkulud piires 5000...6000 kr/kW. Otsese juhtimise kuludes moodustavad põhiosa (60...70%) investeerimiskulud juhtimisseadmetesse. Eeldada võib juhtimisseadmete ja sidevahendite suhteliselt kiiremat hinnalangust võrreldes muude hindadega. Hindade languse puhul 25%, mis oleks üsna reaalne nende massilise hanke korral, väheneksid praktiliselt samavõrra ka otsese juhtimise marginaalkulud, muutudes igati konkurentsivõimeliseks gaasiturbiinjaamade rajamisega.

Koormuse otsese juhtimise programmid on suuresti sõltuvad klientide koostöövalmidusest. Klientide hüvitamine iga-aastaste maksetena majanduslikult talutavates piirides 200...300 kr võib osutada ebapiisavaks, sest juhtimiseks sobivaid tarviteid omavad eelkõige materiaalselt paremini kindlustatud kliendid, kes hindavad isiklike mugavusi kõrgemalt nende jaoks suhteliselt väikesest hüvitisest ja mõningasest elektriarvete vähenemisest tänu energiatarviduse vähenemisele juhtimisel. Samuti puudub väga suurel osal tarbijatest pikaajaline kokkuhoidu traditsioon. Samas näitavad väikesemahulised kodutarbijate küsitlused, et koostöövalmidus suureneb

tunduvalt, kui selgitada tarbimise juhtimise olemust, sellega kaasnevate ebamugavuste piiratud ulatust ja eelkõige juhtimise keskkonnasõbralikkust. Takistavateks teguriteks on ka kogemuste puudus tarbimise otsese juhtimise meetoditest ja sellest tulenevast tulust, väga suur töö maht kliendiuuringuteks ja klientide koostöölepingute sõlmimiseks, samuti ebakindlus tarbimise juhtimise majandusliku tasuvuse suhtes.

Täpsemate hinnangute ja eriti kogemuste saamiseks on otstarbekas rakendada väikese ulatusega pilootprojekte, millega on hõlmatud 10...100 klienti. Võib eeldada, et juhtimisprogrammide ulatuslik käivitamine muutub reaalseks mitte varem, kui 4-5 a pärast. Sellele peab eelnema koheselt alustatav ulatuslik selgitustöö, koolitus ja põhjalikumad uuringud, k.a pilootprojektid.

Katkestuskõlblike tarbijate (eelkõige suuremad tööstusettevõtted) potentsiaali ja majanduslikkuse selgitamine nõuab spetsiaalseid kliendiuuringuid, mida oleks otstarbekas alustada peale piisava kogemuse ammutamist kodutarbijate otsese juhtimise kohta – s.t orienteerivalt 5-6 a pärast. Küll võivad elektrituru avanemisel ja pakkumishindade jooksva rakendamisel olla suur-tarbijad väärtuslikeks reguleerivõimsuse pakkujateks. Sisuliselt on siis tegemist tarbimise kaudse juhtimisega elektrienergia jooksvate turuhindade vahendusel.

### 3.3. KOORMUSTE KAUDNE JUHTIMINE

**Koormuste kaudne juhtimine** seisneb eelkõige hinnasignaali andmises tarbijatele, et muuta nende elektrienergia kasutamise iseloomu vastavalt elektriettevõtte varustamiskulude muutustele ja nihutada nende tarbimist või osa sellest ühelt kellajaolt teisele ning vahel vähendada ka kogutarbimist. Hinnasignaali jaoks on ajaliselt diferentseeritud elektritariifid. Rakendatakse nii kellajaolt sõltuvaid kui sesoonseid tariife. Eriti aitab ühiskondlikku kasu suurendada tippkoormuse tariif. Tariifstruktuuri kujundamisel on põhiprintsiibiks, et keskmise kliendi aastane elektriarve jääks endiseks, kui ta ei muuda oma tarbimise režiimi.

Kaudne juhtimine on üldiselt seotud väiksemate kulutustega, kui koormuste otsene juhtimine, kuna puudub vajadus juhtimis- ja kommunikatsioonisüsteemide rajamiseks. Siiski – juhtimine tariifide abil nõuab investeeringuid põhjalikuma energiamõõtmis- ja arveldussüsteemi loomiseks klientide juures, mis on võimelised mõõtma tariifi erinevaid komponente. Suurtele komerts- ja tööstustarbijatele pole selliste süsteemide hankimine probleemiks, kodutarbijatele on aga uued keerukad arvestid üsna oluliseks kuluartikliks. Samas on kaudse juhtimise tulemused küllalt ebamäärased, sõltudes tarbijate käitumisest ja seega otsesest juhtimisest tunduvalt väiksema efektiivsusega. Kodutarbijate valmisolek osaleda tarbimise ajalisel ümberjaotuses sõltub nende säästuvõimalustest ja elustiili muutumise määrast. Kliendi entusiasmi võib mõjutada potentsiaalse säästuga, kuid tulemus pole määratud üheselt ja on seotud teatava inertsiga.

Tipuenergia tariifidele reageerivad ka suured komerts- ja tööstustarbijad, kuid kodutarbijatest väiksemal määral. See on tingitud mitmest tegurist. Eelkõige on neil koormustegur juba küllalt kõrge ning seetõttu on võimalused tarbimise iseloomu muutmiseks väikesed. Siiski võib eeldada ka nende tarbijate osas reservide olemasolu.

Tarbimise tariifide vahendusel juhtimise tulemuste hindamisel on oluliseks näitajaks elektrienergia hinna elastsus, tippkoormuse tariifi mõju iseloomustab tippkoormuse hinna elastsus. Kahjuks puuduvad Eestis nimetatud näitajate hinnangud. Töös [Raesaar, Tammoja 2003] tehtud ligikaudsed arvutused näitasid, et koormuse kaudne juhtimine tiputariifide vahendusel muutub majanduslikult tasuvaks siis, kui elektrivarustuse marginaalkulud koormustipu perioodidel ületavad märgatavalt keskmise müügihinna. Nagu näitas tehtud analüüs, oleks tiputariifi kehtestamine majanduslikult otstarbekas, kui kulutused mitmetariifsete arvestite hankimiseks ja

paigaldamiseks ei ületa 350 kr ja seda eeldusel, et elektrivarustuse marginaalkulu tiputundidel ületab kulusid tipuvälisel ajal rohkem, kui neli korda. Ilmselt pole see reaalne.

Teiseks peamiseks suunaks on elektrisäästu mõjutamine ja toetamine finants- või tehnilise abiga. Elektriettevõtte on huvitatud elektrisäästu stimuleerimisest juhul, kui elektrivarustuse marginaalkulu ületab elektrienergia keskmise hinna. Sel juhul võib elektriettevõtte suunata marginaalkulude ja hinna vahe või osa sellest säästuprojektide toetamiseks kas kaasfinantseerimise või kliendile tehtava hinnasoodustuse näol. Vastasel korral pole elektriettevõtte elektrisäästust majanduslikult huvitatud. Tänapäevases Eestis on elektrienergia keskmine hind kõrgem elektrivarustuse marginaalkulust, mistõttu energiasäästu projektid ei ole Eesti Energia AS-i prioriteediks. Olukord võib muutuda gaasiturbiinjaamade ilmumisel süsteemi ja/või naabersüsteemidest sisse ostetava reguleerivõimsuse kallinemisel. Sel juhul võivad elektrivarustuse marginaalkulud koormustippude perioodidel ületada keskmise müügihinna ning tekib oluline stiimul energiasäästuks neil perioodidel. Selline olukord tekib ilmselt 5...10 a pärast, s.t alates aastast 2008-2013. Säästuprojektide toetamiseks peab Eesti Energia AS sel juhul eelkõige käivitama tarbijate energiaalase auditeerimise selgitamiseks nende koormuse osaluse koormustippus ja potentsiaalsed säästuvõimalused. Teisest küljest tõstab kasvava tuulevõimsuse ilmumine Eesti Energia AS Põhivõrgu keskmisi kulusid ja seega ka elektrivarustuse summaarseid keskmisi kulusid ja müügihinna – seda tänu tuuleenergia ostukohustusele. Sel juhul jäävad elektrivarustuse marginaalkulud tõenäoliselt alla müügihinnale. Eestis seni elektrienergia säästu kulude ulatuslikuid uuringuid pole korraldatud ning andmed nende keskmiste näitajate kohta puuduvad.

Tarbimise juhtimise programmides osalevatele klientidele rakendatakse mitmesuguseid hüvitisi (hinnaalandused, tagasimaksud, täiendavad teenused, finantsabi, preemiad) kompenseerimaks võimalikke elustiili, töörütmi ja mugavuse muutusi. Küllaldase hüvitise puudumisel ei kipu kliendid oma koormusvõimsust vähendama. Elektriettevõtte poolt kliendile makstavad hüvitised säästuprogrammide juurutamiseks kalkuleeritakse üldiselt ettevõtte välditud kulude baasil. Lisaks hüvitistele ootavad tüüpilised kommerts- ja tööstustarbijad tarbimise juhtimise programmide lühikest tasuvusaega – ideaalselt alla aasta, kuid mitte üle 2-3 a; nähtavat energiasäästu selgelt vähenenud elektriarvete näol, samaväärset või suuremat mugavust, omanike ja/või töötajate rahulolu, samaväärset või paremat esteetilist väljanägemist, minimaalset paberlikku asjaajamist jms [Rosenstock 1997]. Need on võtmetegurid, mis määravad klientide valmiduse osalemiseks koormuse juhtimise programmides ja nende juurutamise tulemuslikkuse.

Muude kaudse juhtimise abinõudena võib nimetada selliseid nagu:

- ümberlülitamine elektrienergia kasutamisele muudele energiaallikatele. Ümberlülitamine elektrienergialt teistele kütustele sõltub esmajoones elektritariffide ja kütuste hindade vahetusest ning taandub seega tarbimise juhtimisele tariifide abil. Samas mõjutaks ümberlülitumist väga oluliselt ka majapidamistele pakutav tehniline ja finantsabi vajalike infrastruktuuride loomiseks (gaasitrasside rajamine) ja seadmete välja vahetamiseks. Abi peaks tulema asjast huvitatud pooltelt, eelkõige elektriettevõtetelt ja kütust tarnivatelt firmadelt.
- tarbijate informeerimine tarbimise juhtimise, s.h eriti energiasäästu olemusest, kasudest, võimalustest ja meetodikast ning vastav koolitus, selgitades, et elektrienergia on samasugune hüve, kui igasugune muu kaup või teenus;
- reklaamikampaaniad uute energiasäästlike seadmete ja tehnoloogiate turule ilmumise kiirendamiseks ja nende turuosa suurendamiseks;
- riiklike standardite kehtestamine tarvitite efektiivsusele, hoonete soojapidavusele jne;

Need abinõud mõjutavad eelkõige kogutarbimist ja ka kaudselt koormustippe, kuid nende mõju koormusgraafiku konfiguratsioonile ja koormustippude suhtelisele ulatusele on ebaoluline.

Rakendatakse mitmesuguseid innovatiivseid lahendusi, nagu reaalarajad, koormuspiirikute [U.S. Electric... 1997] ja intelligentsete koduautomaatikasüsteemide [Bellarmine 2000] propageerimine ning kaasfinantseerimine jne.

Koormustipu vähendamise efektiivseks abinõuks on võimaldada klientidel osaleda avatud elektriturul oma võimsuse vähendamise pakkumisega [Strbac,... 1999]. Üks võimalus tarbimise juhtimisel – elektriettevõtte ostab kliendilt säästetud energia lepinguga fikseeritud koguses ja hinnaga. Protseduur on analoogne nt koostootmisjaama toodangu ostuga, ainult lepinguosaline paigaldab koostootmisjaama asemel energiasäästu seadmed [Michaels,... 1988].

Toodud abinõude majanduslikke näitajaid on praktiliselt võimatu välja tuua, kuna nad on väga spetsiifilised ja sõltuvad konkreetsest programmist, täielikult puudub ettekujutus tarbijate reaktsioonist ning meetmed on tihedasti läbipõimunud juhtimisega energiasäästu ja elektritarbimise kaudu ning omavahel. Samas loovad need abinõud soodsad eeldused tarbimise juhtimise edaspidiseks rakendamiseks. Olgu märgitud, et nt enamik USA elektriettevõtteid kulutab 0,1-1% tulemist tarbimise juhtimise programmide edendamiseks.

Kaudne juhtimine on seotud paljude osapoolte – elektriettevõtete, klientide, riiklike ja kohalike valitsusasutuste, seadmete ja kütusetarnijate jt tegevusega. Juhtimise tulemused sõltuvad väga suurel määral klientide raskesti prognoositavast reaktsioonist. Seetõttu on selge, et kaudse juhtimise potentsiaali vähegi täpsem hinnang nõuab mahukaid tariifi ja hinnaelastsuse analüüse, ulatuslikke ja pikaajalisi kliendiuringuid ja piisavaid kogemusi. Esmalähendusena võiks kasutada teiste maade analoogiaid. Näiteks moodustas Suur-Britannia kogemustel tarbimise juhtimise teel saavutatava säästu potentsiaal 6 % kogutarbimisest, samal ajal, kui energiasäästu kogu potentsiaali hinnati 20 %-le [Thomas, 1994] [Mickle 1994]. Sama vahetunde eeldades võiks Eestis tarbimise kaudsest juhtimisest tulenevaks energia säästupotentsiaaliks hinnata 3-5% kogutarbimisest. Rootsis õnnestus elanikkonna tarbimisharjumuste muutmine vähendada elektritarbimist majapidamise kohta keskmiselt 3,1% [From Possibility...1993]. Eeldades Eestis selleks näitajaks tagasihoidlikult 1% ja arvestades keskmise tarbimisena leibkonna kohta 4000-5000 kWh, oleks tulemuseks elektrienergia sääst umbes 20 000 MWh aastas.

Koormuse kaudse juhtimise potentsiaal – see on koormuse koguväärtus, mille võrra on põhimõtteliselt võimalik vähendada koormustippu koormuse kaudse juhtimise abinõude abil. Töös [Raesaar, Tammoja 2003] saadi koormuse kaudse juhtimise teoreetiliseks potentsiaaliks kodumajapidamises orienteerivalt 146 MW, reaalseks majanduslikuks potentsiaaliks aga 50 MW.

Võib eeldada, et tulevikus energiasäästu potentsiaal oluliselt ei suurene. Kasvab küll kodumajapidamiste varustatus elektritarvititega, kuid samas kasvab ka uute seadmete efektiivsus ning toimub vanade vähem efektiivsete tarvitite pidev asendamine uutega.

Kokkuvõttes võib öelda, et tarbimise otsene juhtimine, kui keskkonnasõbralik ja energiat säästev tehnoloogia väärib igakülgset arendamist ja arvesse võtmist elektriettevõtete, eelkõige Eesti Energia AS-i arengukavades. Siiski võib eeldada, et juhtimisprogrammide ulatuslik käivitamine muutub reaalseks 4-5 a pärast. Sellele peab eelnema koheselt alustatav ulatuslik selgitustöö, koolitus ja põhjalikumad uuringud, k.a pilootprojektid.



#### 4. ELEKTRITARBIMISE SUUNAMINE - EESMÄRGID JA MEETEMED

Eesti elektri jaamade ressursi ammendumine, keskkonnapiirangute karmistumine ja energiasursside otstarbeka kasutamise vajadus sunnib otsima ratsionaalseid teid tarbijate elektrienergia vajaduste rahuldamiseks. Oluliseks vahendiks on **elektritarbimise suunamine** põhieesmärki-dega tarbitava elektrienergia koguse vähendamine ja summaarse koormusgraafiku tipu alandamine. Nende eesmärkide saavutamiseks tuleb

- Eelkõige jätkata “Eesti Energiasäästu Sihtprogrammis” ja “Energiasäästu Sihtprogrammi rakenduskavas aastateks 2001-2005” püstitatud ülesannete täitmist.
- Eesti elektrivõrkudel tuleb endiselt jätkata kõigi ülalvaadeldud võrgukadude vähendamise ja elektrivarustuse kvaliteedi tõstmise meetmete rakendamist. Võrguettevõtete arenduskohustustes tuleks püstitada eesmärk saavutada planeeritud investeeringute tasemel aastaks 2015 jaotusvõrkudes kadude tase 8 % võrku antavast energiast ja põhivõrgus 2,3% sisemaiseks tarbimiseks võrku antavast energiast. See tähendaks summaarsete võrgukadude taseme jõudmist umbes 9,5% elektri jaamade brutotoodangust.
- Elektri jaamade omatarbe määr tuleks aastaks 2015 viia tasemele 9% brutotoodangust, seda eelkõige tänu uute moodsate agregaatide, eriti gaasikütel agregaatide käikulaskmisele.
- Hinnangut investeeringute mahule, mis on vajalik otseselt kadude nivoo ja omatarbe alandamiseks on võimatu anda, kuna enamik ülalvaadeldud abinõudest on seotud mitme eesmärgiga ja kadude ning omatarbe vähenemine on enamikel juhtudel pigem kaasnevaks tulemuseks.
- Elektrienergia säästu teoreetiliseks tehniliseks potentsiaaliks tarbimise poolel on hinnanguliselt kuni 30%. Aastani 2015 võib elektrisäästu majanduslikuks säästupotentsiaali jämedaks ekspert hinnanguks tarbimise poolel lugeda 10-15% praegusest elektri kogutarbimisest.
- Elektrienergia säästu eesmärgina võiks püstitada analoogselt energiasäästu eesmärgile hoida majanduskasvust tingitud elektritarbe muutus vähemalt kaks korda madalamal sisemajanduse koguprodukti juurdekasvust. Selle saavutamine võimaldaks vähendada elektritarbimist aastal 2007 hinnanguliselt ligi 200 GWh, aastal 2010 üle 350 GWh ja aastal 2015 üle 500 GWh (võrdle joonised 1.9 ja L3.2) võrra ning vähendada üldist koormustippu vastavalt 55, 70 ja 100 MW võrra (võrdle joonised 1.10 ja L3.3)
- Kui üheksakümnendatel aastatel oli elektrisäästu potentsiaali realiseerimise takistuseks nõrk motivatsioon elektrienergia suhteliselt madala hinna tõttu, siis täna on põhiteguriteks ebapiisav informeeritus säästu olulisusest nii ettevõtte, riigi kui globaalsel tasandil kui teadmiste puudumine energiaefektiivsetest seadmetest ja tehnoloogiatest ning nende rakendamise võimalustest, aga ka säästuharjumuste puudumine. Seetõttu on esmaülesanneteks Energiasäästu sihtprogrammi projektide 8 (Energiasäästualane koolitustegevus) ja 9 (Energiasäästualaste infokampaaniate läbiviimine) läbiviimine ning analoogilise tegevuse jätkamine ka peale aastat 2005, laiendades sihtgruppe kõigile elektritarbijatele ja kogu ühiskonnale põhieesmärgiga kujundada tarbijate ja kogu üldsuse energiasäästlikke hoiakuid. Oluline on info-punktide loomine nt Majanduse ja kommunikatsiooniministeeriumi, Energiaturu Inspeksiooni, Eesti Energia jt juures. Näiteks annavad Suurbritannias kompetentset säästualast informatsiooni elektriturgu reguleerivad ametid. [Dorey 1993].
- Väga oluline on projektide 4 (Hoonete energeetilise sertifitseerimise meetodika väljatöötamine) ja 5 (Energia-auditite teostamise meetodika väljatöötamine tööstusettevõtetele) edukas lõpetamine ning alates aastast 2005 hoonete energeetilise sertifitseerimise käivitamine

ning energiaauditite korraldamine ettevõtetes ja avaliku sektori asutustes energiaalase situatsiooni selgitamiseks ja energiasäästu konkreetsete rakendusvõimaluste uurimiseks.

- Toetada tuleb uute energiasäästlike seadmete ja tehnoloogiate turule ilmumise kiirendamist seadmete tarnijate poolt läbi viidavate reklaamikampaaniate ja koolituste abil. Kaaluda tuleb riiklike standardite või nõuete kehtestamist elektritarvitite efektiivsusele, nt Seadmete energiatõhususe seaduse [Seadmete...2001] vastavate täiendustega või Valitsuse määrustega.
- Oluliseks tehnoloogiaks energiakasutuse efektiivsuse tõstmisel ja koormusgraafiku tippude alandamisel on **tarbimise (nõudluse) juhtimine** – elektriettevõtete, riiklike ja kohalike institutsioonide aga ka kolmandate osapoolte (tööstustootjad, energia hulgimüüjad, energiteenuste firmad, kliendid ise) sihipärane tegevus mõjutamaks klientide koormusvõimsust, nende poolt tarbitava elektrienergia kogust ja tarbimise aega, innustades kliente rakendama energiasäästlikke tehnoloogiaid, tooteid, seadmeid ja teenuseid. Tarbimise juhtimise programmid annavad olulist tulu nii elektriettevõttele, kliendile kui kogu ühiskonnale tänu elektrivarustuskulude ja elektritootmisest tulenevate looduskahjustuste vähenemisele ning kliendi kasumi suurenemisele.
- Tarbimise otseseks juhtimiseks sobivate elektritarvitite kogupotentsiaal – orienteerivalt 50 MW – ületab ööpäevaste tippude keskmise ulatuse, kuid reaalne tegelik potentsiaal, mis moodustab umbes poole kogupotentsiaalist, jääb sellest mõnevõrra väiksemaks. Arvestades täiendava ressursina külmikute ja külmkappide juhtimist ning tarvitite juhtimise võimalust äri- ja avalikus sektoris, võib eeldada, et otsese juhtimisega osutub tulevikus võimalikuks siluda ööpäevased koormusgraafikud praktiliselt täies ulatuses.
- Et katta tipu reguleerimise vajadused koguulatuses, peaks otsese juhtimisega olema hõlmatud vähemalt 100 000 klienti, mida Eesti praegustes oludes tuleb lugeda ebareaalseks – seda nii juhtimiseks sobivate tarvititega varustatuse, klientide koostöövalmiduse kui ka majandusliku otstarbekuse seisukohalt. Otsese juhtimise programmide ulatuslik käivitamine muutub reaalseks aastatel 2007...2008. Sellele peab eelnema koheselt alustatav ulatuslik selgitustöö, koolitus ja põhjalikumad uuringud.
- Muidugi eksisteerib täna tarbimise juhtimise rakendamisel rida tehnilisi ja majanduslike takistusi, nagu vajalike elektritootmise ebasobiv struktuur, tehniliste vahendite puudus või nende kõrge hind ja siit tulenev majanduslik mittetasuvus. Samas näitavad teiste riikide kogemused, et need on põhimõtteliselt aja jooksul ületatavad seoses tootmisstruktuuri muutumisega, juhtimis-, side- ja mõõtetehnoloogia täiustumise ning odavnemisega, kütuste ja materjalide hinna tõusuga ning karmistuvate keskkonnaalaste nõuetega.
- Tänapäeval on eelkõige oluline rõhutada, et tarbimise juhtimine ja ressursside integreeritud planeerimine on seni praktiliselt täielikult välja jäänud elektriettevõtete planeerimispraktika ning energiapoliitikat väljatöötavate ja suunavate institutsioonide, samuti üldsuse vaateväljast vastupidiselt nt taastuvenergiaallikatega seonduvale probleemistikule. Taastuvenergeetika osas on ulatuslikku selgitus- ja lobitööd teinud muuhulgas majanduslikult huvitatud huvigrupid – taastuvenergia tootjad ja vastava tehnoloogia väljatöötajad ja tootjad. Tarbimise juhtimise osas sellised huvigrupid on Eestis seni puudunud.
- Siit kerkib üles **esmane oluline ülesanne** – energiapoliitika väljatöötajate ja suunajate ning energiaplaneerijate, samuti üldsuse teavitamine ja suhtumise kujundamine **tarbimise juhtimise, kui maksimaalselt keskkonnasõbraliku, säästvat arengut toetava ja mitmepoolset kasu andva tehnoloogia** olemusest, eesmärkidest kasudest, võimalustest ja üldpõhimõtetest mitmesuguste säästvat arengut, energia efektiivset kasutamist ning alternatiive käsitlevate koolitusürituste, infopäevade, seminaride, näituste, messide jms vahendusel. Kaasa tuleb haarata massikommunikatsioonivahendid, s.h Interneti võimalused, ühitades seejuures tar-

bimise juhtimise propageerimise teiste säästlikku arengut kindlustavate ettevõtmistega, nagu taastuvenergia kasutamine, energiasääst jms. Eesmärgiks peaks olema saavutada tarbimise juhtimise ja energiasäästualase selgitustöö vähemalt samaväärne tase, kui see on saavutatud taastuvate energiaallikate propageerimisel ja üldsusele teadvustamisel. Kindlasti ei tohi seejuures unustada koolitajate koolitust ja nende tutvustamist välismaise vastava kogemusega. Ülesannet tuleb realiseerima hakata koheselt.

- Edasi, aastatel 2006-2007 tuleks käivitada tarbimise juhtimist vahetult rakendavate elektriettevõtete personali spetsiifilisem koolitus tarbimise nii otsese kui kaudse juhtimise meetoditest ja vahenditest ning tasuvusuuringute põhimõtetest
- Tarbimise juhtimise programmide edukus sõltub suuresti klientide koostöövalmidusest. Seetõttu peavad nad selgelt mõistma programmide eesmärgi ja neist tulenevat isiklikku ja ühiskondlikku kasu. Seetõttu on oluline klientide informeerimine tarbimise juhtimise olemusest, kasudest ja rakendusvõimalustest. Võimalike tagasilöövide vältimiseks tuleb juhtida ka tähelepanu asjaolule, et tarbimise juhtimine võib mõnel määral mõjutada klientide elustiili ja mugavusi (ruumide ja sooja vee temperatuuri mõningane langus, koduste toimetuste nihutamine ebamugavamatele aegadele, tootmisprotsesside mõningane häiritus jms). Ka siin on väga oluline roll koolitusel, mida võivad anda nii energiaettevõtte ise kui vastava tellimuse alusel ülikoolid, rakenduskõrgkoolid ja vastavad konsultatsioonifirmad. Klientide seisukohade ja arusaamade kujundamine nõuab pidevat selgitustegevust, kaasates sellesse võimalikult palju massikommunikatsioonivahendeid, messe, näitusi jms.
- Kuna tarbimise kaudse juhtimise abinõude arvesse võtmine elektriettevõtete arengu planeerimisel on seotud suurte riskidega tarbijate käitumise raske prognoositavuse tõttu, siis tuleks koheselt alustada andmebaasi loomist tarbijate hinnaelastsuste hindamiseks erinevate tarbimissektorite lõikes.
- Aastatel 2007-2008 tuleks käivitada uurimistööd konkreetsete elektritarvitite juhtimiseks sobivuse väljaselgitamiseks
- Samal ajal tuleks käivitada kliendiuuringud esmajoones kodutarbimise sektoris, selgitamaks juhtimiseks sobivaid tarviteid omavad ja koostöövalmis kliendid, tehes vajaduse korral vastavat selgitustööd ning asuda klientide koostöölepingute sõlmimisega. Valmis tuleb olla pikaajaliseks selgitustööks ja kliendiuuringuteks, mille kasud ilmnevad suure ajalise nihkega. Siiski võib rohelise energia propageerimise kogemuste põhjal eeldada, et klientide positiivne suhtumine oleks efektiivse selgitustöö ja sellesse elektriettevõtete, Valitsuse ja kohalike omavalitsuste, roheliste organisatsioonide, koolide ja kõrgkoolide, teadusasutuste jt kaasamise korral saavutatav mõne aastaga.

Tarbimise otsese juhtimise suurt töömahtu aitab efektiivselt ületada selle järk-järguline rakendamine pika perioodi jooksul, alustades väikesemahulistest programmidest ja neid seejärel pidevalt laiendades, lülitades järjest juurde uusi kliente. Selline lähenemine võimaldab ka edukalt hankida juhtimise kogemusi ja hankida teavet programmi tehnilis-majanduslikest näitajatest.

- Esialgsete kogemuste omandamiseks nii tehnilise teostuse, majandusliku tasuvuse kui klientide reaktsiooni osas tuleks suhteliselt kiiresti, aastatel 2008-2009 käivitada väikesemahulisi, 10...100 klienti hõlmavaid suhteliselt väikeste kulutustega pilootprojekte, millest saadud positiivsete kogemuste laialdane tutvustamine aitaks ühtlasi tõhustada edasise selgitustöö veenvust ja tõsta klientide osalusvalmidust.
- Küllaldase kogemuse omandamisel kodutarbijate otsese juhtimise osas tuleks eeldatavalt aastatel 2010-2011 korraldada energiaauditid ettevõtetes ja avaliku sektori asutustes energiaalase situatsiooni selgitamiseks ja konkreetsete tarbimise otsese juhtimise rakendusvõimaluste uurimiseks.

- Spetsiaalseid kliendiuuringuid katkestuskõlblike tarbijate (eelkõige suuremad tööstusettevõtted) potentsiaali ja majanduslikkuse selgitamiseks oleks otstarbekas samuti alustada peale piisava kogemuse ammutamist kodutarbijate otsese juhtimise kohta – s.t orienteerivalt aastatel 2010...2011.
- Elektrituru avanemisel ja pakkumishindade jooksva rakendamisel võivad katkestuskõlblikud tarbijad olla väärtuslikeks reguleerivõimsuse pakkujateks. Sisuliselt on siis tegemist tarbimise kaudse juhtimisega elektrienergia jooksvate turuhindade vahendusel.
- Elektritootmise struktuuri muutumisel, eelkõige gaasikütte jaamade ilmumisel süsteemi, kui elektrivarustuse marginaalkulu osutub oluliselt kõrgemaks elektrienergia keskmisest hinnast, tuleb uurida tiputariifide kehtestamise otstarbekust ning energiasäästu meetmete toetamise tasuvust elektriettevõtete poolt, s.t tarbimise kaudse juhtimise otstarbekust.
- Oluline on elektritarbijate innustamine osalema Euroopa Liidu energiasäästualastes projektides ning vastav nõustamine.
- Kaaluda tuleks **Energiasäästu fondi** loomist, mille põhikapital moodustatakse maksetest riigi eelarvest, samuti elektriettevõtete, säästliku tehnoloogiate tootjate ja turustajate aga ka elektritarbivate ettevõtete vabatahtlikest sisse maksetest. Fondi olulisemateks ülesanneteks oleks:
  - EL energiasäästuprojektide kaastrahastamine vajaliku dokumentatsiooni ettevalmistamine või selle koostamise nõustamine;
  - laenuaotluste dokumentatsiooni ettevalmistamine;
  - konkreetsete energiasäästu projektide rahastamine ja laenude vahendamine;
  - projektide teostamise järelvalve ja rahade sihipärase kasutamise kontroll;
  - säästumeetmete efektiivsuse analüüsimine ja õnnestunud projektide tutvustamine;
  - soovitude andmine nii elektriettevõtetele kui elektritarbijatele.

Lõpuks olgu märgitud, et elektrienergia tarbimise suunamine on pikaajalise inertsiga pidev protsess, mille reaalsed tulemused sõltuvad väga suurel määral elektritarbijate ja kogu üldsuse hoiakute, arusaamade ja käitumisharjumuste muutumisest ning säästliku mõtteviisi kujunemisest.

**KIRJANDUS**

1. Bellarmine G.T: Load Management Techniques. 2000, pp 139-146.
2. Capasso A., Grattieri W., Insinga F., Invernizzi A., Lamedica R., Prudenzi A. Validation Tests and Applications of a Model for Demand-Side Management Studies in Residential Load Areas. 1992, 5 p.
3. Chattopadhyay D., Banerjee R., Parikh J. Integrating Demand Side Options in Electric Utility Planning: A Multiobjective Approach. IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 10, No. 2, May 1995, pp 657-663.
4. Dorey H. Energy Conservation and the Competitive Market. IEEE, Savoy Place, London, 1993. 4 p. Eesti Energia aastaaruanne 2003/2004. Tallinn, 2004. 88 lk.
5. Eesti energiasstrategiad. Hinnang energiasituatsioonile. PHARE projekti ES94.04/01.03 vahearuanne. Eesti Majandusministeerium; Tebodin, Consultants&Engineers, Tallinn 1996.
6. Eesti Energiasäästu Sihtprogramm. Tallinn, 2001. 20 lk.  
[http://www.mkm.ee/dokumendid/Energias22stu\\_sihtprogramm.pdf](http://www.mkm.ee/dokumendid/Energias22stu_sihtprogramm.pdf)
7. Eesti Rahandusministeeriumi rahvastiku prognoos. Eesti Päevaleht 15.05.2002.
8. Eesti Statistikaameti andmebaas 11.10.2004.  
<http://gatekeeper.stat.ee:8000/px-web.2001/Dialog/statfilere.asp>
9. Elektrienergia bilanss. Eesti Statistikaameti andmebaas 11.10.2004.  
<http://gatekeeper.stat.ee:8000/px-web.2001/Database/Majandus/02Energeetika/02Energeetika.asp>
10. Elektrienergia lõpptarbimise ja tipukoormuste prognoos aastani 2020. Aruanne. Eesti Energia AS Tugiteenused, Tallinn, 2002, 48 lk.
11. Energiasäästu sihtprogrammi rakenduskava aastateks 2001-2005. Tallinn, 2001. 27 lk.
12. Eurostat yearbook 2004. The statistical guide to Europe Data 1992-2002. European Commission, Luxembourg 2004. <http://www.europa.eu.int/comm/eurostat/>
13. Green Paper: Towards a European strategy for the security of energy supply. COM(2000) 769, Brussels, 2000. 90 p.
14. Ibrahim M., Ghani M.R.A. Demand-Side Management. IEEE TENCON, Beijing, 1993, pp. 572-576.
15. Key world energy statistics 2004. International Energy Agency  
<http://library.iea.org/dbtw-wpd/Textbase/nppdf/free/2004/keyworld2004.pdf>
16. Kütuse- ja energiamajanduse pikaajaline riiklik arengukava aastani 2015 (visiooniga 2030). Arengukava eelnõu koos kommentaaridega. Lepingu aruanne. TTÜ Elektroenergeetika instituut, Tallinn, 2002.
17. Lakervi E. Sähköjaketuverkkojen suunnittelu. Otatieto Oy. Helsinki, 1996.
18. Leibkonna elujärg: aastakogumik. Tallinn, Statistikaamet, 2002. 126 lk.
19. Leibkonna energiatarbimine 1996. Tallinn, Statistikaamet, 1998, 40 lk.
20. Leisalu A., Hedenström C. Energy Efficiency 1993. Challenge in Estonia. ECEEE Summer Study 1993, Denmark.

21. Mankiw G., Romer D., Weil D. A contribution to the Empirics of Economic Growth, Quarterly Journal of Economics, 107,2, 1992, pp. 407-438.
22. Michaels H., Hicks E. Third-Party Contracting for Demand-Side management Capacity. IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 3, No. 4, Nov. 1988, pp. 1827-1832.
23. Mickle C. Energy Services and DSM in the Competitive Energy Supply Market. IEE, Savoy Place, London, 1994. 3p.
24. Milt V. Elektriakod. Energia Teataja, aprill, 1997, lk. 9-11; mai, 1997, lk. 11-13; juuli/august, 1997, lk 9-10.
25. Nilsson H. The many faces of demand-side management. Power Engineering Journal, October 1994, pp. 207-210.
26. Prei V. Rebane J. Elektrienergia tariifid. Kommertskaod. Suhtlemisest klientidega. Elektri-ku teatmik. Põhja Elektrivõrgud, Tallinn, 1997, lk 129-135.
27. Stoll H.G. Least-Cost Electric Utility Planning. John Wiley & Sons, N-Y, 1989. 782 pp.
28. Raesaar P., Tiigimägi E. Reaktiivenergia tariifid Eestis. Lepingu aruanne. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn 1998. 51 lk.
29. Raesaar P., Tiigimägi E., Valtin J. Eesti energiasüsteemi elektrienergia kadude analüüs Lepingu aruanne. TTÜ Elektroenergeetika instituut, Tallinn, 1994.
30. Raesaar P., Tiigimägi E., Valtin J. Eesti 110-330 kV elektrivõrgu arengu planeerimise meetodika. Lepingu lõpparuanne. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2002. 230 lk.
31. Raesaar P., Tiigimägi E., Valtin J. Eesti põhivõrgu reaktiivvõimsuse kompenseerimis-seadmete valiku teoreetilised alused ja meetodika. Lepingu lõpparuanne. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2003. 119 lk.
32. Raesaar P., Tammoja H., Tiigimägi E., Valtin J. Tarbimise juhtimise võimalused ja tasuvus Eesti elektrisüsteemis. Lepingu aruanne. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2003. 81 lk.
33. Rosenstock S.J. Issues in Demand-side Management Programs Operated by Electric Utilities in the United States. 1997, pp. 1598-1606.
34. Schiper L.. Improved energy efficiency in the industrialized countries. Past achievements, CO<sub>2</sub> emission prospects. Energy Policy, March, 1991.
35. Seadmete energiatõhususe seadus. Tallinn 2003.  
<https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=685576%20>
36. Strbac G., Kirschen D. Assessing the Competitiveness of Demand-Side Bidding. IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 14, No. 1, February 1999, pp. 120-125.
37. Thomas C.G. The Role for Demand-Side Management in the UK. IEE, Savoy Place, London, 1994. 5 p.
38. Tiigimägi E., Raesaar P., Valtin J. jt. Elektrivõrgu kommertskaodude hindamise ja tekkepiirkondade väljaselgitamise meetodika. Lepingu aruanne. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn 1997. 73 lk.
39. U.S. Electric Utility Demand-Side Management 1996. Energy Information Administration. U.S. Department of Energy. Washington, December 1997. 103 p.
40. Valtin J., Keel M., Raesaar P., Tammoja H., Terno O. Eesti 110-330 kV elektrivõrgu arengukava. Lepingu aruanne. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2004. 91 lk

41. Vares V. (vastutav täitja). Eesti energiasectori arengustsenaariumid. Lepingu aruanne. Eesti Energeetika Instituut, Tallinn, 2001, 110 lk.
42. World Population Prospects: The 2000 Revision, Vol. I, Vol. II. 2001. United Nations Population Division. New York.
43. Баркан, Я.Д. Эксплуатация электрических систем. М., Энергоатомиздат, 1990.
44. Инструкция по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединении. И 34-70-028-86. Москва, Союзтехэнерго, 1987.
45. Инструкция по расчету и анализу расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединении. И 34-70-030-87. Москва, Союзтехэнерго, 1987.

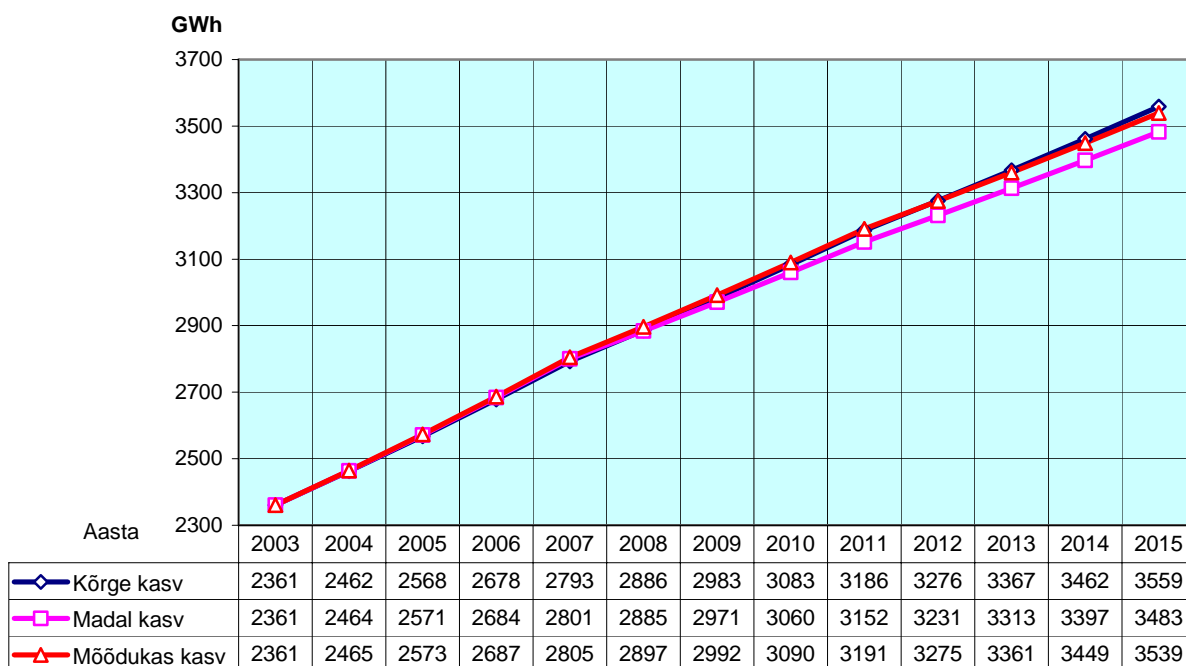
## LISAD

## Lisa 1. SKP kasvutempod ja energiaefektiivsuse kasvud tegevusalade lõikes

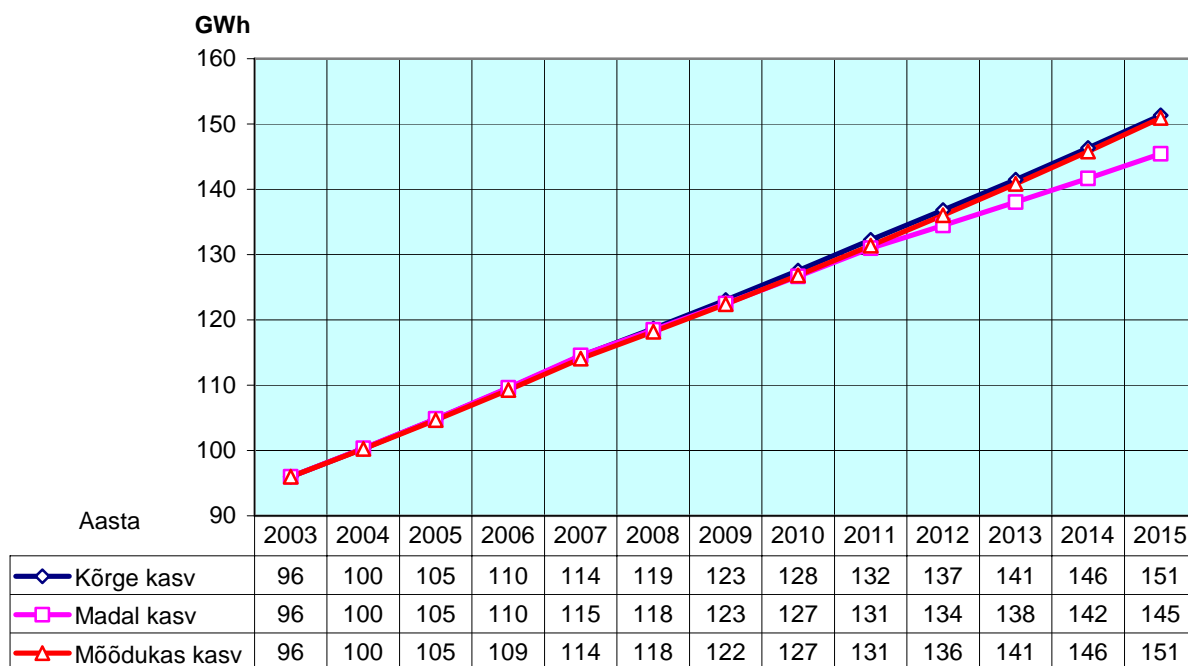
Tegevusala	2004-2007		2008-2011		2012-2015	
	SKP kasv %/a	Efekt. kasv %/a	SKP kasv %/a	Efekt. kasv %/a	SKP kasv %/a	Efekt. kasv %/a
I stsenaarium						
Põllumajandus	4,0	1,7	3,5	2,5	3,0	1,6
Ehitus	6,3	1,7	6,0	2,0	5,0	1,5
Transport, laondus, side	6,3	1,6	5,9	2,0	5,0	1,6
Äri ja avalik sektor	5,9	1,6	5,6	2,0	4,7	1,9
Tööstus	6,2	1,8	6,0	2,5	4,9	2,0
<b>KOKKU</b>	<b>6,0</b>	<b>1,7</b>	<b>5,8</b>	<b>2,3</b>	<b>4,8</b>	<b>1,9</b>
II stsenaarium						
Põllumajandus	2,5	1,2	2,0	1,7	1,5	1,3
Ehitus	6,0	1,4	5,2	1,7	4,0	1,3
Transport, laondus, side	5,5	1,4	5,0	1,7	4,0	1,2
Äri ja avalik sektor	5,8	1,4	5,0	1,7	4,1	1,6
Tööstus	6,0	1,5	5,1	2,0	4,3	1,7
<b>KOKKU</b>	<b>6,0</b>	<b>1,6</b>	<b>5,1</b>	<b>1,9</b>	<b>4,2</b>	<b>1,6</b>
	2004-2007		2008-2011		2012-2015	
Põllumajandus	3,3	1,5	2,5	2,0	1,5	1,4
Ehitus	6,1	1,6	5,5	1,8	5,0	1,4
Transport, laondus, side	6,0	1,5	5,4	1,8	4,5	1,5
Äri ja avalik sektor	5,8	1,5	5,5	1,8	4,5	1,7
Tööstus	6,1	1,6	5,6	2,2	4,5	1,8
<b>KOKKU</b>	<b>6,0</b>	<b>1,6</b>	<b>5,5</b>	<b>2,1</b>	<b>4,5</b>	<b>1,8</b>



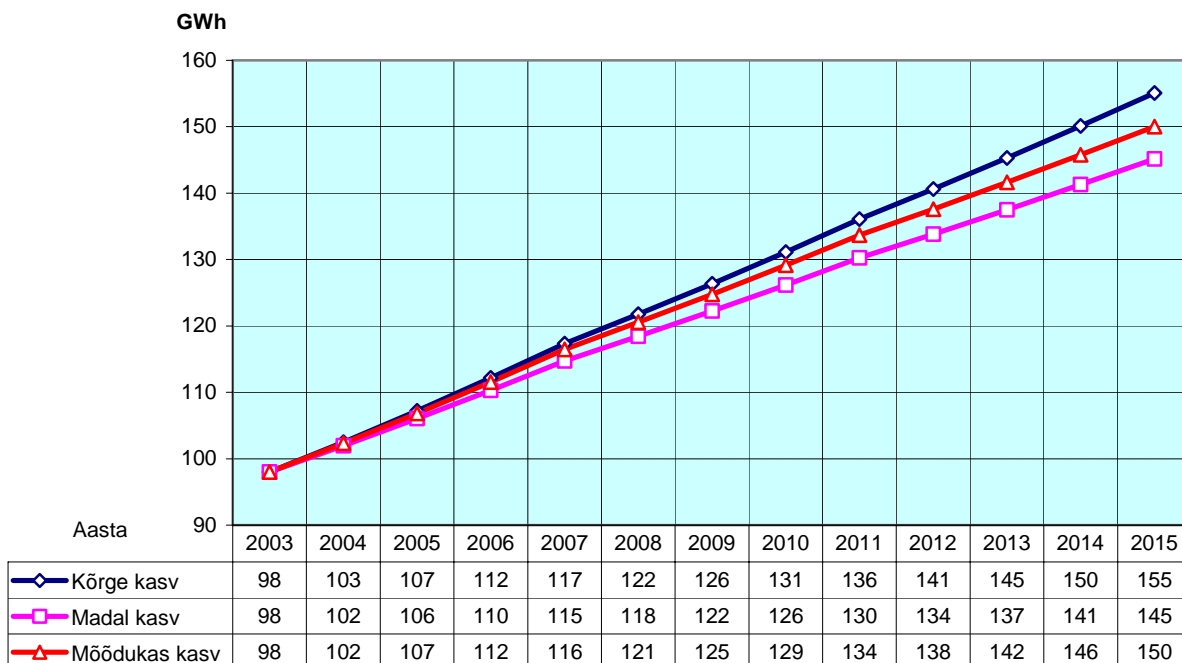
## Lisa 2. Lõpptarbimise prognoosid tegevusalade lõikes



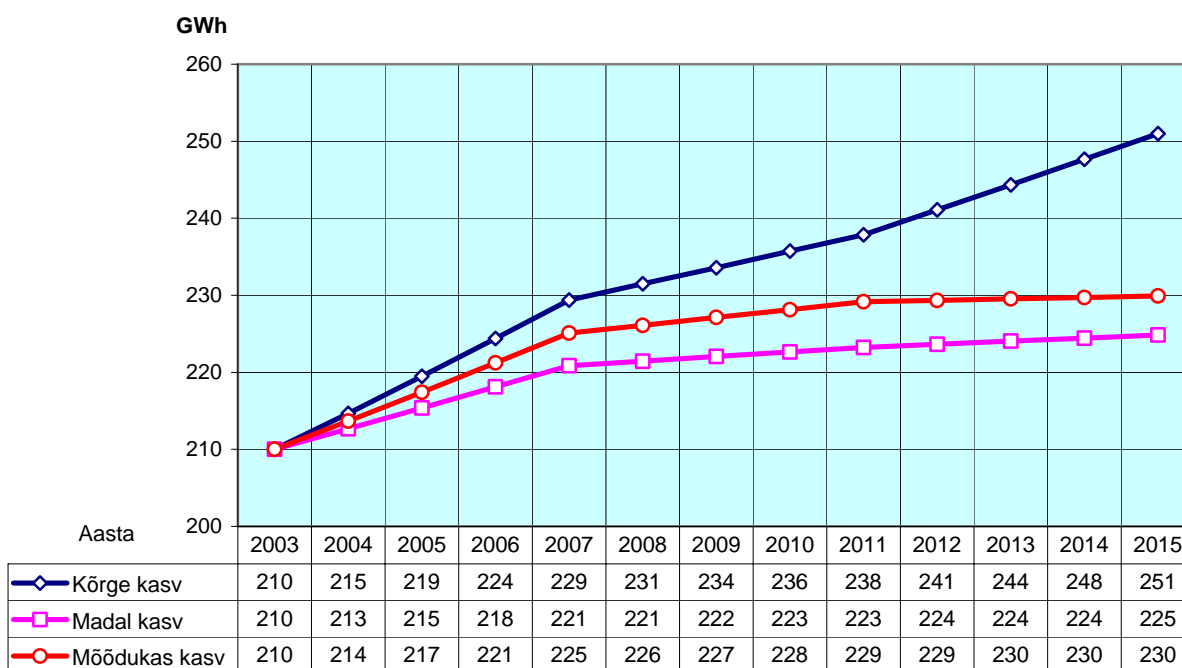
Joonis L2.1. Tööstuse lõpptarbimise prognoosid



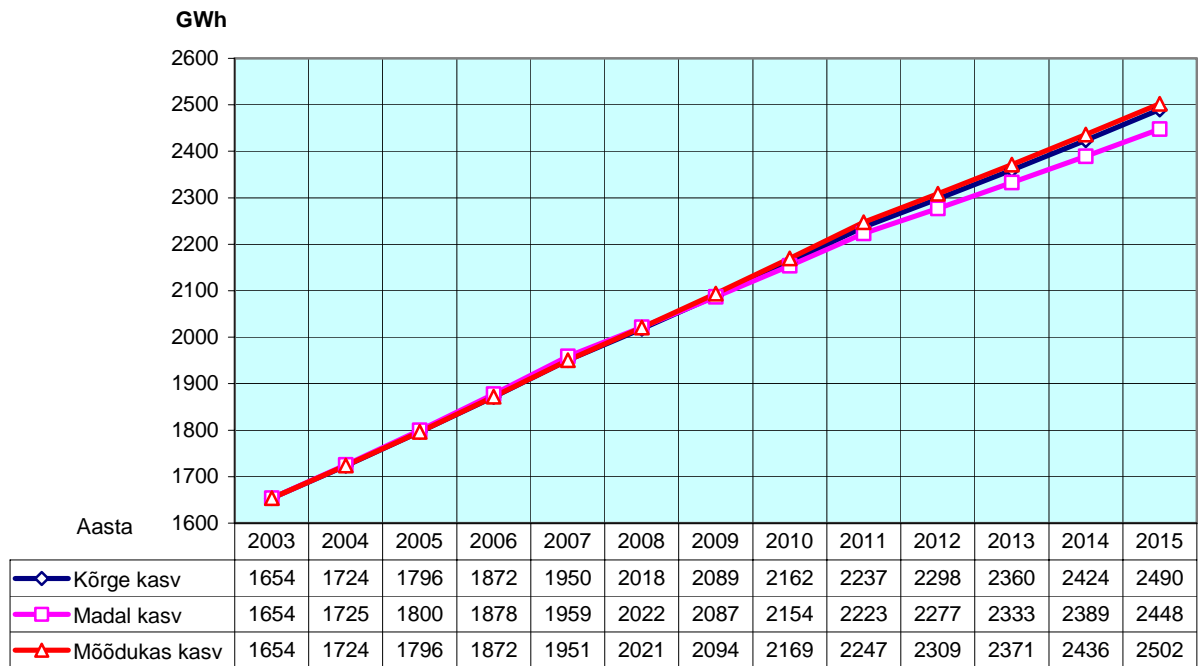
Joonis L2.2. Lõpptarbimise prognoosid ehituses



**Joonis L2.3. Lõpptarbimise prognoosid transpordis ja sides**



**Joonis L2.4. Lõpptarbimise prognoosid põllumajanduses**



**Joonis L2.5. Lõpptarbimise prognoosid äri- ja avalikus sektoris**

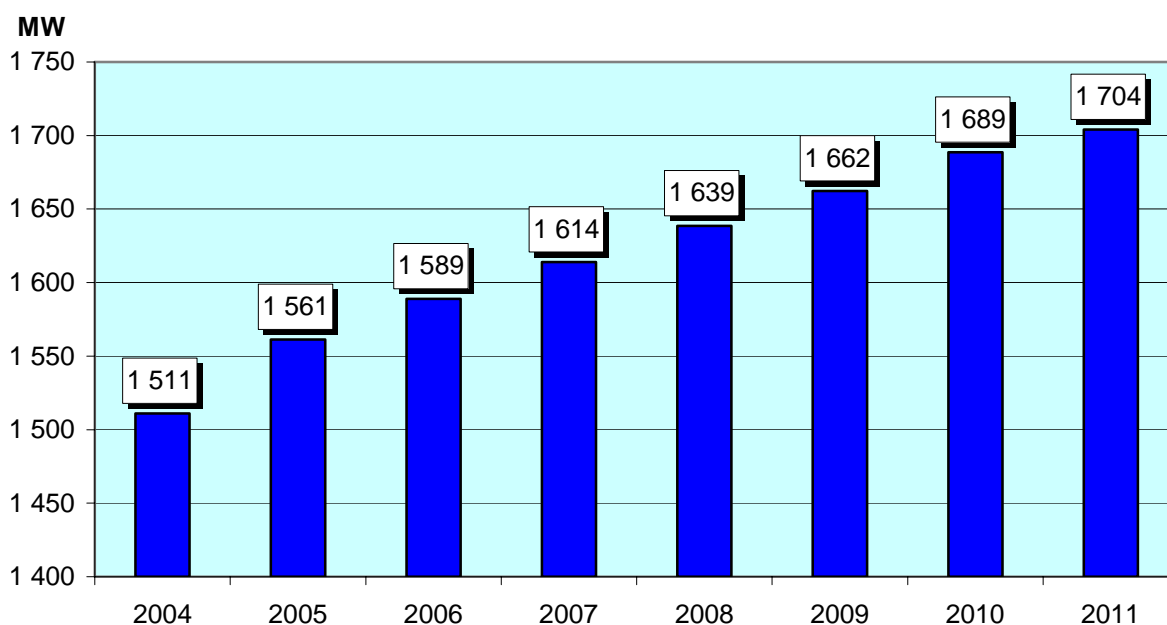
### Lisa 3. Teisi koormusprognose

Tabelis L3.1 on toodud Eesti Energia OÜ Põhivõrgu 2004. a sügisel koostatud prognoos. Prognoos on mõnevõrra tagasihoidlikum käesolevas töös esitatust.

**Tabel L3.1. Eesti Energia OÜ Põhivõrk prognoos (sügis 2004)**

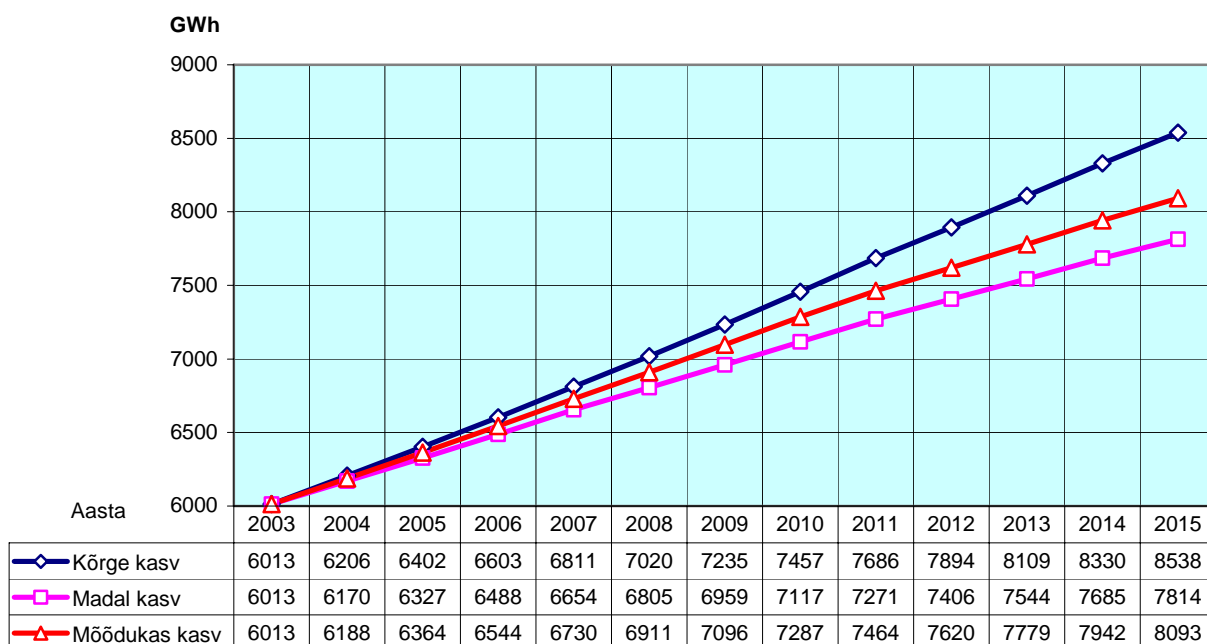
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Võrku sisenenud, GWh	9620	9584	11449	12083	12174	12272
Siseriiki, GWh	6798	6919	7239	7353	7434	7532
Eestist välja, GWh	2460	2330	3810	4310	4310	4310
Kaod põhivõrgus, GWh	362	335	400	420	430	430
Kaoprotsent, %	3,76%	3,50%	3,49%	3,48%	3,53%	3,50%

Joonisel L3.1 on esitatud Eesti jaotusvõrkude prognooside alusel saadud summaarse põhivõrgust tarbitava koormustipu prognoosid. Prognoos on tunduvalt kõrgem käesolevas töös esitatust.

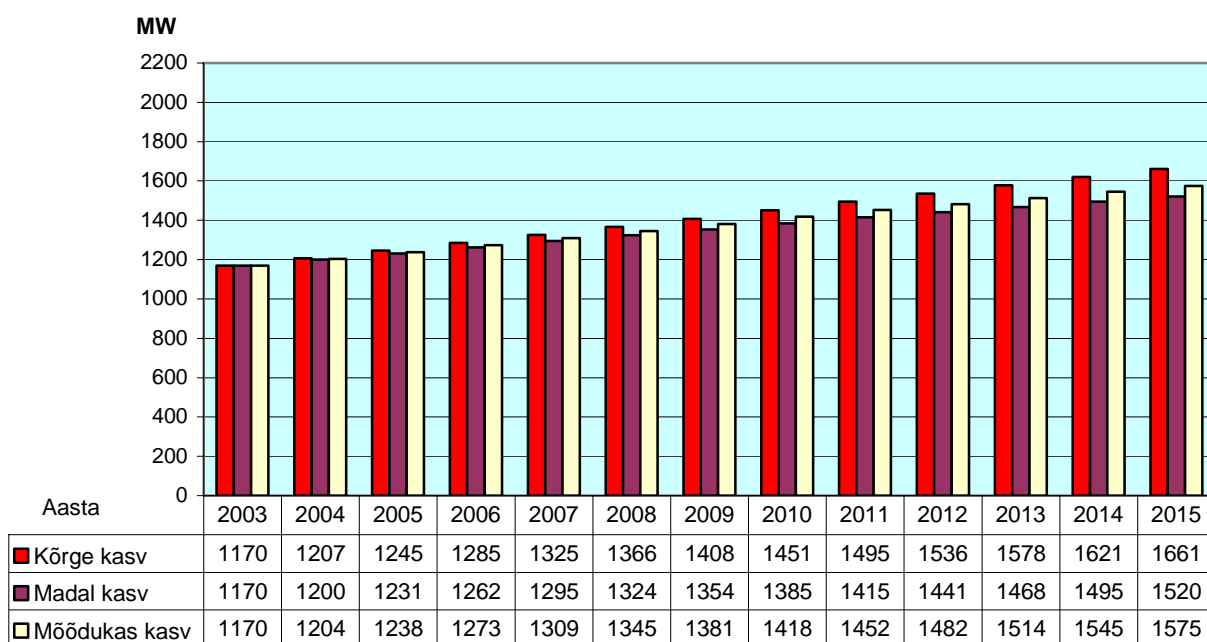


**Joonis L3.1. Eesti jaotusvõrkude prognooside alusel saadud summaarse põhivõrgust tarbitava koormustipu prognoos**

Lõpuks toome prognoosi, mis on koostatud eeldusel, et tarbimise kasv ulatub pooleni sisemaisest koguproduktist. Nimelt rakendab Eesti Energiaturu Inspeksioon sarnaselt teiste Euroopa Liidu regulaatoritega planeeritavate ülekandemahtude hindamisel eeldust, et ülekandemahu kasv ulatub vähemalt pooleni SKP kasvutempest. Joonisel L3.2 on toodud summaarse lõpptarbimise prognoos, joonisel L3.3 aga summaarse lõpptarbimise koormustippude prognoosid. Nii saadud prognoosid on mõnevõrra tagasihoidlikumad käesolevas töös aluseks võetud hinnangutest.



**Joonis L3.2. Summaarse lõpptarbimise prognoos eeldusel, et tarbimise kasvutempo moodustab poole SKP kasvutempost**



**Joonis L3.3. Summaarse lõpptarbimise koormustippude prognoosid eeldusel, et tarbimise kasvutempo moodustab poole SKP kasvutempost**