



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TÕHUSA KOOSTOOTMISE VIITEVÄÄRTUSED JA TÕHUSA KOOSTOOTMISE POTENTSIAAL EESTIS

ARUANNE

Tellija: Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium

Täitja: Tallinna Tehnikaülikool, Soojustehnika instituut

Vastutav täitja: Andres Siirde

Tallinn

2005 detsember

TÕHUSA KOOSTOOTMISE VIITEVÄÄRTUSED JA TÕHUSA KOOSTOOTMISE POTENTSIAAL EESTIS

ARUANNE

Tellija: Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium

Täitja: Tallinna Tehnikaülikool, Soojustehnika instituut

Vastutav täitja: Andres Siirde
TTÜ, Soojustehnika instituut

Koostasid: Andres Siirde
TTÜ, Soojustehnika instituut

Heiki Tammoja
TTÜ, Elektroenergeetika instituut

Sisukord

Sissejuhatus	4
1. Euroopa parlamendi ja nõukogu direktiiv 2004/8/EC	6
1.1. Põhimõisted.....	6
1.2. Koostootmistehnoloogiad	7
1.3. Koostootmisel toodetud elektrienergia arvutamine	7
1.4. Koostootmise kasulikkuse määramise metodoloogia	9
2. Koostootmisjaamad Eestis seisuga 2005 detsember	12
2.1 Sisepõlemismootoril põhinevad koostootmisjaamad.....	12
2.2 Aurujõuseadmetel põhinevad soojuse ja elektri koostootmisjaamad	15
2.2.1 Iru Elektrijaam.....	15
2.2.2 Kohtla-Järve Elektrijaam.....	16
2.2.3 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ SEJ.....	21
2.2.5 Sillamäe auruturbiinjõuseadmetel põhinev soojuselektrijaam.....	28
2.2.6 VKG Energia (endine Fortum AS) Soojuselektrijaam	33
2.2.7 Ahtme Elektrijaam.....	35
2.2.9 AS Sangla Turvas Elektrijaam.....	37
2.2.10 AS Tootsi Turvas Elektrijaam.....	38
2.2.11 Narva Elektrijaamade Balti Elektrijaam.....	38
3. Tõhusa koostoomise viiteväärtused	40
4. Eesti koostootmisjaamade kvalifitseerumisest kui „tõhusast koostootmisest”	45
4.1 Sisepõlemismootoril põhinevad koostootmisjaamad.....	45
4.2 Iru Elektrijaam.....	47
4.3 Narva Elektrijaamade Balti Elektrijaam	48
4.4 Kohtla-Järve, Kiviõli Keemiatööstuse, Sillamäe põlevkivil töötav, VKG Energia, Ahtme, Horizon, Sangla ja Turba elektrijaamad	48
5. Tõhusa koostootmise rajamiseks sobiva soojuskoormuse potentsiaal ja energiaallikate kättesaadavus	49
6. Tõhusa koostootmise rajamist takistavad asjaolud	51
Kasutatud kirjandus.....	53

Sissejuhatus

Soojuse ja elektrienergia koostootmine tagab kütuse kokkuhoiu. Soojuse ja elektri koostootmisjaamade eripärad on järgmised:

- ? Koostootmisjaamade põhiline ülesanne on varustada tarbijaid soojusenergiaga. Järelikult need jaamad töötavad soojusgraafiku järgi ja toodetud elektrienergia kuulub elektrisüsteemi baasossa. Suvel võivad vaheltvõttudega turbiinid töötada ka kondensatsioonitalitluses ja osaleda ka elektrisüsteemi elektrilise koormuse reguleerimisel.
- ? Kaugküttele talitlevad koostootmisjaamade talitlusel on sesoone iseloom.
- ? Sesoone soojuskoormus on tihti ka koostootmisjaamadel, mis toodavad tehnoloogilist auru (näiteks turbatööstus).

Sooja vee tarbimine sõltub suuresti aastaegadest. Suvel kui puudub kaugküttekooormus on koostootmisjad tihti alakoormatud. Koostootmisjaamade efektiivsust saaks oluliselt tõsta kui kasutada soojusakusid. Näiteks Taanis on kõik koostootmisjaamad varustatud soojusakudega.

Koostootmiselektrijaamades kasutatakse soojuse tootmisel järgmisi seadmeid:

- ? Vasturõhuturbiin.
- ? Ühe vaheltvõtuga auruturbiin .
- ? Kahe vaheltvõtuga auruturbiin
- ? Tööstus- ja küttevaheltvõtuga auruturbiin.
- ? Tipuboiler, mis saab toite.
- ? Kuumaveekatlad (naturaalkütusel või elektrikatlad).
- ? Gaasiturbiinid.
- ? Diislid ja gaasimootorid.
- ? Võrguvee soojendus kondensatsioonielektrijaamade kondensaatori jääksoojusega.
- ? Kütuseelemendid.

Eesti peab, vastavalt Euroopa Liiduga sõlmitud kokkulepetele, aastal 2020 tootma 20% vajalikust elektrienergiast koostootmise baasil. Käesoleval ajal toodetakse Eesti koostootmisjaamades umbes 11% elektrienergiast.

Käesolevas töös vaadeldakse Euroopa parlamendi ja nõukogu direktiiv 2004/8/EC kohandamist Eestis. Direktiivi eesmärgiks on suurendada energia tootmise efektiivsust ja parandada energiavarustuse talitluskindlust tõhusa koostootmise baasil. Põhiliseks eesmärgiks on primaarenergia kokkuhoid siseturul arvestades iga riigi majanduslikke ja kliimaatilisi iseärasusi.

Tellijaja täitja leppisid kokku uurimistöö alljärgnevas sisus:

1. Tõhusa koostootmise viiteväärtused.

1.1. Kriteeriumid tõhusa koostootmise määramiseks.

1.2. Elektri- ja soojusenergia suhte viiteväärtused erinevate tootmistehnoloogiate puhul vastavalt direktiivi lisa 3 esitatud metoodikale.

1.3. Valemid primaarenergia säästu määramiseks.

2. Ülevaade olemasolevatest koostootmisjaamadest.

2.1. Iga jaama kohta esitatakse järgmised andmed :

? ehitusaasta;

? võimsus;

? kasutatav tootmistehnoloogia vastavalt direktiivi lisale 1;

? kasutatavad energiaallikad;

? võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks ning vastava režiimi käitamiseks vajalik kütusekogus;

? primaarenergia sääst võrreldes eraldi tootmisega;

? vastavus tõhusa koostootmise viiteväärtustele.

3. Analüüs tõhusa koostootmise potentsiaali kohta Eestis.

3.1. Tõhusa koostootmise rajamiseks sobiva soojuskoormuse potentsiaal ja energiaallikate kättesaadavus.

3.2. Tõhusa koostootmise rajamist takistavad asjaolud, sealhulgas kütuse hind, juurdepääs võrkudele, kohalike omavalitsuste seatud administratiivsed takistused ning energia hinnas sisalduvate väliskulude vähene arvestamine.

1. Euroopa parlamendi ja nõukogu direktiiv 2004/8/EC

Direktiivi eesmärgiks on suurendada energia tootmise efektiivsust ja parandada energiavarustuse talitluskindlust tõhusa koostootmise baasil. Põhiliseks eesmärgiks on primaarenergia kokkuhoid siseturul arvestades iga riigi majanduslikke ja kliimaatilise iseärasusi.

1.1. Põhimõisted

- (a) “koostootmine” tähendab ühes protsessis samaaegset soojust ja elektri ja/või mehaanilise energia tootmist;
- (b) “kasulik soojus” tähendab koostootmisprotsessis toodetud soojust, mis rahuldab majanduslikult õigustatava kütte või jahutuse nõudlust;
- (c) “majanduslikult õigustatav nõudlus” tähendab nõudlust, mis ei ületa kütte või jahutuse nõudlust ja mis võivad turu tingimustes olla kaetud ka teiste genereerivate allikate poolt kui koostootmine;
- (d) “koostootmisest saadud elekter” tähendab elektrit mis on ühildatud ja genereeritud kasuliku soojuste protsessis ja arvutatud vastavalt punktis 1.3 toodud metodoloogiale;
- (e) “reserv elekter” tähendab elektrisüsteemist saadavat elektrienergiat kui koostootmine on seiskunud, kaasaarvatud hooldus või avariid;
- (f) “lisa elekter” tähendab elektrienergiat mis väljastatakse elektrisüsteemi juhul kui elektrienergia vajadus süsteemis on suurem kui koostootmisel toodetud elekter;
- (g) “üldkasutegur” on elektrienergia, mehaanilise energia ja kasulikult tarbitud soojusenergia aastatoodangu suhet selleks tarbitud koostootmiseks kasutatud kütuse energiaga;
- (h) “kasutegur” tähendab kasutegurit, mis on arvutatud kütuste alumise kütteväärtuse alusel (või taandatuna alumisele kütteväärtusele);
- (i) “efektiivne koostootmine” on koostootmine, mis vastab punktis 1.4 toodud kriteeriumitele;
- (j) “eraldi tootmise kasuteguri viiteväärtus” tähendab koostootmise asemel eraldi toodetud soojuste ja elektri kasutegurit;

- (k) “võimsuse ja soojuse suhe” tähendab koostootmisel toodetud elektri ja kasuliku soojuse suhet. Suhe määratakse talitusandmete alusel;
- (l) “koostootmisagregaat” seade, mis võib talitleda koostootmisrežiimis;
- (m) “mikro-koostootmisagregaat” on koostootmisagregaat mille maksimaalne elektriline võimsus on väiksem kui 50 kW_e ;
- (n) “väikekoostootmine” on koostootmisagregaadid millede ülesseatud võimsus on alla 1 MW_e ;
- (o) “koostootmistoodang” on koostootmisel toodetud elektri ja mehaanilise energia ning kasuliku soojuse summa;

1.2. Koostootmistehnoloogiad

Direktiiv hõlmab järgmisi koostootmistehnoloogiaid:

- (a) Kombitükliga gaasturbiin koos utilisaatorkatlagaga;
- (b) Vasturõhuaauruturbiin;
- (c) Vaheltvõttudega auruturbiin;
- (d) Gaasiturbiin koos utilisaatorkatlagaga;
- (e) Sisepõlemismootor;
- (f) Mikroturbiinid;
- (g) Stirling-mootorid;
- (h) Kütuseelemendid;
- (i) Aurumootorid;
- (j) Orgaanilised Rankine ringprotsessid;
- (k) Muud tehnoloogiad või nende kombinatsioonid, mis mahuvad mõiste “koostootmine” definitsiooni alla so koostootmine tähendab samaaegset soojus- ja elektrienergia ja/või mehaanilise energia tootmist samas protsessis.

1.3. Koostootmisel toodetud elektrienergia arvutamine

Koostootmisel toodetud elektri arvutamisel kasutatavad tegurid määratakse agregaadid oodatava või tegeliku normaaltalitluse alusel. Mikro-koostootmiseseadmete korral võib kasutada sertifitseeritud väärtusi.

- (a) Koostootmisel toodetud elektrienergia võrdub seadme poolt aastas toodetud elektrienergiaga. Elektrienergiat mõõdetakse generaatori väljundklemmidel.:
- (i) koostootmisagregaadide (b, d, e, f, g ja h) aastane üldkasutegur on vähemalt 75%, ja
- (ii) koostootmisagregaadid (a) ja (c) aastane üldkasutegur on vähemalt 80%.
- (b) Koostootmisagregaatide, mille aastane üldkasutegur on eelpool toodud väärtustest väiksem, elektritoodang arvutatakse järgmise valemiga:

$$E_{\text{CHP}} = H_{\text{CHP}} C$$

Kus:

- E_{CHP} koostootmisel toodetud elektrienergia
- C elektrilise võimsuse ja soojuse suhe
- H_{CHP} koostootmisel saadud kasulik soojus (so kogu soojustoodang miinus eraldi talitlevate katelde toodang või aurugeneraatori värske aur, mis võetakse enne turbiini)

Koostootmisel toodetud elektri arvutus peab tuginema tegelikult toodetud elektrienergia ja soojuse suhtel. Juhul, kui tegelik elektrilise võimsuse ja soojuse suhe ei ole teada, võib kasutada järgmisi vaikeväärtusi. Vaikeväärtuste kasutamine on põhjendatud statistilistel arvutustel.

Agregaadi tüüp	Võimsuse ja soojuse vaikesuhe, C
Kombitsükliga gaasturbiin koos utilisaatorkatlagaga	0,95
Vasturõhuauruturbiin	0,45
Vaheltvõttudega auruturbiin	0,45
Gaasiturbiin koos utilisaatorkatlagaga	0,55
Sisepõlemismootor	0,75

Juhul kui liikmesriik võtab tarvitusele võimsuse ja soojuse vaikeväärtused agregaatidele (f), (g), (h), (i), (j) ja (k) siis need vaikeväärtused tuleb publitseerida ja teavitada Komisjoni.

- (c) Juhul, kui osa koostootmistsüklis kasutatavast kütuse energiast muundatakse keemiliselt, tuleb see kütuse osa kasutatavast kütusest maha arvata enne kui kasutada punktides (a) ja (b) toodud kriteeriume;
- (d) Koostootmisseadme talitlemisel miinimumkoormusel võivad liikmesriigid asendada elektrilise võimsuse ja soojuse suhte ka tegelikul talitlusel toodetud elektrienergia ja kasuliku soojuse suhtega.
- Aastani 2011 liikmesriigid võivad kasutada käesolevas punktis toodud metoodikast erinevaid metoodikaid.

1.4. Koostootmise kasulikkuse määramise metodoloogia

Koostootmise kasulikkuse arvutusel kasutatavad tegurid ja primaarenergia kokkuvõid tuleb määrata oodatavate või normaaltalitluse tegelike andmete põhjal.

(a) Tõhus koostootmine

Tõhus koostootmine peab täitma järgmisi kriteeriume:

- koostootmine peab tagama vähemalt 10% primaarenergia kokkuvõiu võrreldes soojuse ja elektri eraldi tootmisega. Primaarenergia sääst arvutatakse punktis (b) toodud valemiga.
- primaarenergia kokkuvõidu tagavaid väike- ja mikrokoostootmisagregate võib käsitleda kui tõhusat koostootmist.

(b) Primaarenergia säästu arvutamine

Koostootmisel tekkiva primaarenergia sääst arvutatakse järgmise valemiga:

$$PES = \frac{1}{\frac{CHPH}{REFH} + \frac{CHPE}{REFE}} \cdot 100\%$$

Kus:

PES primaarenergia sääst

CHPH? koostootmisel toodetud soojuste kasutegur, so aastane kasulik soojuste toodang jagatud kütuseenergiaga, mida kasutati kasuliku soojuste ja elektri koostootmiseks.

REFH? soojuste eraldi tootmise viiteväärtus

CHPE? koostootmisel toodetud elektrienergia kasutegur, so koostootmisel toodetud aastane elektrienergia jagatud kütuseenergiaga, mida kasutati kasuliku soojuste ja elektri koostootmiseks.

REFE? elektrienergia eraldi tootmise viiteväärtus.

(c) Energia säästu arvutamine alternatiivsel meetodil (Artikkel 12(2))

Juhul kui koostootmisel saadav sääst arvutatakse vastavalt Artiklile 12(2), siis primaarenergia sääst arvutatakse punktis (b) toodud valemiga, kus tehakse järgmised asendused:

$$CHPH? = H?$$

$$CHPE? = E?$$

kus

H? protsessi soojuslik kasutegur, so aastane soojuste toodang jagatud kütuseenergiaga, mida kasutati soojuste ja elektri tootmiseks.

E? protsessi elektriline kasutegur, so aastas toodetud elektrienergia jagatud kütuseenergiaga, mida kasutati soojuse ja elektri tootmiseks.

- (d) Liikmesriigid võivad kasutada teisi arvestusperioode kui aasta.
- (e) Mikro-koostootmisagregaatide energiasäästu arvutus võib põhineda sertifitseeritud andmetel.
- (f) Eraldi soojuse ja elektri tootmise kasuteguri viiteväärtused

Kasuteguri viiteväärtuste arvutamisel tuleb lähtuda järgmistest põhimõtetest:

1. Koostootmisagregaadid ja eraldi elektrit tootvad agregaadid peavad kasutama samu kütuseid.
2. Igat koostootmisagregaati tuleb võrrelda samal ajal ehitatud tehnoloogiliselt ja majanduslikult parimate elektri ja soojuse eraldi tootmisseadmetega.
3. Üle kümne aasta vanuste koostootmisagregaatide kasutegurite viiteväärtused tuleb fikseerida 10 aastaste seadmete viiteväärtustega.
4. eraldi elektri ja soojuse tootmise kasutegurite viiteväärtused peavad kajastama liikmesriikide erinevaid kliimaatilisi tingimusi.

2. Koostootmisjaamad Eestis seisuga 2005 detsember

2.1 Sisepõlemismootoril põhinevad koostootmisjaamad

Järgnevatel tabelitel 2.1-2.9 on toodud Eestis sisepõlemismootoril põhinevate koostootmisjaamade üldandmed seisuga 2005 detsember

AS Kunda Nordic Tsement

Tabel 2.1

Koostootmisjaama nimetus	AS Kunda Nordic Tsement
Ehitusaastad	1998-1999
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MW _s	3,1/3,3
Kasutatav tehnoloogia	Sisepõlemismootor
Kasutatav kütus	Maagaas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Töötab koostootmisrežiimil kogukasuteguriga ~92%, elektriline kasutegur ~39-40%

AS Eraküte Põlva osakond

Tabel 2.2

Koostootmisjaama nimetus	AS Eraküte Põlva osakond
Ehitusaastad	1999
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MW _s	0,922/1,253
Kasutatav tehnoloogia	Sisepõlemismootor
Kasutatav kütus	Maagaas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Töötab koostootmisrežiimil kogukasuteguriga ~92%, elektriline kasutegur ~39-40%

AS Grüne Fee

Tabel 2.3

Koostootmisjaama nimetus	AS Grüne Fee
Ehitusaastad	1997-2005
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MW _s	Ülesseatud 4 koostootmiseadet a' 1/1,2 (kokku 4/4,8)
Kasutatav tehnoloogia	Sisepõlemismootor
Kasutatav kütus	Maagaas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Töötab koostootmisrežiimil kogukasuteguriga ~92%, elektriline kasutegur ~40%

AS Narva Vesi**Tabel 2.4**

Koostootmisjaama nimetus	AS Narva Vesi
Ehitusaastad	1999
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MWs	0,5/0,7
Kasutatav tehnoloogia	Sisepõlemismootor
Kasutatav kütus	Maagaas *) vajab täpsustust
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Töötab koostootmisrežiimil kogukasuteguriga ~92%, elektriline kasutegur ~40%

AS Kristiine Kaubanduskeskus**Tabel 2.5**

Koostootmisjaama nimetus	AS Kristiine Kaubanduskeskus
Ehitusaastad	2000
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MWs	0,5/0,7
Kasutatav tehnoloogia	Sisepõlemismootor
Kasutatav kütus	Maagaas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Töötab koostootmisrežiimil kogukasuteguriga ~92%, elektriline kasutegur ~40%

AS Terts**Tabel 2.6**

Koostootmisjaama nimetus	AS Terts
Ehitusaastad	2002-2003
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MWs	Ülesseatud 2 koostootmisseedet a' 0,84/1 (kokku 1,68/2)
Kasutatav tehnoloogia	Sisepõlemismootor
Kasutatav kütus	Prügila gaas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Töötab koostootmisrežiimil kogukasuteguriga ~92%, elektriline kasutegur ~40%

Sillamäe SEJ (sisepõlemismootoril põhinev osakond)**Tabel 2.7**

Koostootmisjaama nimetus	Sillamäe SEJ (sisepõlemismootoril põhinev osakond)
Ehitusaastad	2004
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MWs	5,95/6,7
Kasutatav tehnoloogia	Sisepõlemismootor
Kasutatav kütus	Maagaas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Töötab koostootmisrežiimil kogukasuteguriga ~92%, elektriline kasutegur ~43%

ELME AS (BLRT Grupp AS)**Tabel 2.8**

Koostootmisjaama nimetus	ELME AS (BLRT Grupp AS)
Ehitusaastad	2002 -2003
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MWs	Ülesseatud 4 koostootmisseadet a' 1,2/1,4 (kokku 2,4/2,8)
Kasutatav tehnoloogia	Sisepõlemismootor
Kasutatav kütus	Maagaas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Töötab koostootmisrežiimil kogukasuteguriga ~92%, elektriline kasutegur ~43%, kasutatakse ka vähendatud soojusväljastusega

AS Tallinna Vesi, Paljassaare heitveepuhastusjaam**Tabel 2.9**

Koostootmisjaama nimetus	AS Tallinna Vesi
Ehitusaastad	2002 -2003
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MWs	0,65/0,86 *) väärtus vajab täpsustust
Kasutatav tehnoloogia	Sisepõlemismootor (2 mootorit)
Kasutatav kütus	Maagaas *) vajab täpsustust
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	On mehaaniliseks ajamis ventilaatorile, soojus kasutatakse tehnoloogias

2.2 Aurujõuseadmetel põhinevad soojuste ja elektri koostootmisjaamad

2.2.1 Iru Elektriijaam

Iru EJ üldandmed on esitatud tabelis 2.10

Iru EJ

Tabel 2.10

Koostootmisjaama nimetus	Iru EJ
Ehitusaastad	1980-1982
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _e /MW _s	Energiaplokk nr.1 80/120 Energiaplokk nr. 2 110/220
Kasutatav tehnoloogia	Vaheltvõtuga turbiin, vasturõhuga turbiin (märkus: aastal 2002 moderniseeriti turbiin nr. 2 (T-110/120-130) vasturõhuturbiiniks
Kasutatav kütus	Maagaas (märkus: Iru Elektriijaamas mindi masuudi kasutamisele täielikult gaasi (gasifitseerimine) kasutamisele 1998. aastal
Võimalikud režiimid soojuste ja elektri tootmiseks	Nii kondensatsioon- kui ka koostootmisrežiimis (režiimid toodud tabelites 2.11 ja 2.12)

Iru EJ energiablokkide arvutuslikud režiimid ja nende efektiivsus on esitatud tabelites 2.11 ja 2.12.

Iru EJ energiabloki nr. 2 arvutuslikud režiimid ja nende efektiivsus Tabel 2.11

Elektriline brutovõimsus	Elektriline netovõimsus	Väljastatav soojuskoormus	Kogukasutegur (brutovõimsusele)	Kogukasutegur (netovõimsusele)
MW	MW	MW	%	%
75	65	140	85.0	81.0
80	70	150	85.6	81.9
85	74	160	86.4	82.5
90	78	170	87.2	83.2
95	83	180	87.4	83.6
100	87	190	87.9	84.0
105	91	200	88.0	84.0
108	94	215	87.8	84.0
109	95	220	87.7	84.0
110	96	228	87.6	84.0

Iru EJ energiabloki nr. 1 arvutuslikud režiimid ja nende efektiivsus Tabel 2.12

Elektriline brutovõimsus	Elektriline netovõimsus	Väljastatav soojuskoormus	Kogukasutegur (brutovõimsusele)	Kogukasutegur (netovõimsusele)
MW	MW	MW	%	%
40	35	75	73.3	70.1
47	41	90	75.6	72.3
50	44	95	76.0	72.9
57	50	105	76.9	73.6
61	53	110	77.4	73.8
65	57	115	77.5	74.1
70	61	120	78.0	74.3
80	70	120	77.7	73.8

2.2.2 Kohtla-Järve Elektriijaam

Kohtla-Järve EJ üldandmed on esitatud tabelis 2.13

Kohtla-Järve EJ**Tabel 2.13**

Koostootmisjaama nimetus	Kohtla-Järve EJ
Ehitusaastad	1954-1958
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MW _s	27/70 (detailsem kirjeldus esitatakse tabeli järel)
Kasutatav tehnoloogia	Vaheltvõttudega turbiin, vasturõhuga turbiinid
Kasutatav kütus	Põlevkivi, generaatorgaas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Nii kondensatsioon- kui ka koostootmisrežiimis

Kohtla-Järve EJ aurugeneraatorite tehnilised andmed on toodud tabelis 2.14 ja auruturbiinide ning elektrigeneraatorite tehnilised andmed tabelis 2.15.

Nimetus	Iseloomustus
Katel nr. 5	
Katla mark	BKZ-75-39fsl
Katla võimsus / auru toodang	48 MW / 75t/h
Põleti mark	Pilu tolmpõletid
Soojuskandja	Vesi - aur
Ülek. auru parameetrid (rõhk / temper.)	32 atü / 420°C
Kasutegur, %	87,23
Konstruksioonilised täiustused	
Kütuse liik	Põlevkivi, generaatorgaas (alates 2005.a) Reserv- ja sissekütmiseks põlevkiviõli
Katla töö algus	1955
Katla seisukord	Rahuldav
Katel nr. 6	
Katla mark	BKZ-75-39fsl
Katla võimsus / auru toodang	48 MW / 75t/h
Põleti mark	Tangentsiaalsed tolmpõletid
Soojuskandja	Vesi - aur
Ülek. auru parameetrid (rõhk / temper.)	32 atü / 420°C
Kasutegur, %	87,23
Konstruksioonilised täiustused	
Kütuse liik	Põlevkivi Reserv- ja sissekütmiseks põlevkiviõli
Katla töö algus	1955
Katla seisukord	Rahuldav
Katel nr. 7	
Katla mark	BKZ-75-39fsl
Katla võimsus / auru toodang	48 MW / 75t/h
Põleti mark	Pilu tolmpõletid
Soojuskandja	Vesi - aur
Ülek. auru parameetrid (rõhk / temper.)	32 atü / 420°C
Kasutegur, %	87,23
Konstruksioonilised täiustused	
Kütuse liik	Põlevkivi Reserv- ja sissekütmiseks põlevkiviõli
Katla töö algus	1957
Katla seisukord	Rahuldav
Katel nr. 8	
Katla mark	BKZ-75-39fsl
Katla võimsus / auru toodang	48 MW / 75t/h
Põleti mark	Pilu tolmpõletid
Soojuskandja	Vesi - aur
Ülek. auru parameetrid (rõhk / temper.)	32 atü / 420°C
Kasutegur, %	87,23
Konstruksioonilised täiustused	
Kütuse liik	Põlevkivi, generaatorgaas (alates

	2005.a) Reserv- ja sissekütmiseks põlevkiviõli
Katla töö algus	1959
Katla seisukord	Rahuldav
Katel nr. 9	
Katla mark	BKZ-75-39fsl
Katla võimsus / auru toodang	48 MW / 75t/h
Põleti mark	Pilu tolmpõletid
Soojuskandja	Vesi - aur
Ülek. auru parameetrid (rõhk / temper.)	32 atü / 420°C
Kasutegur, %	87,23
Konstruksioonilised täiustused	
Kütuse liik	Põlevkivi Reserv- ja sissekütmiseks põlevkiviõli
Katla töö algus	1968
Katla seisukord	Katelt ei ole pikaajaliselt kasutatud, sest puudub vajadus. Vajab laiendatud kapitaalremonti
Katel nr.10	
Katla mark	KVGM 100
Katla võimsus	116 MW
Põleti mark	PMGG 40
Soojuskandja	Vesi
Kütuse liik	Gaas, masuut
Katla töö algus	1984
Katla seisukord	Rahuldav
Katel nr.11	
Katla mark	KVGM 100
Katla võimsus	116 MW
Põleti mark	PMGG 40
Soojuskandja	Vesi
Kütuse liik	Gaas, masuut
Katla töö algus	1986
Katla seisukord	Rahuldav

Kohtla-Järve EJ-s on viis põlevkiviküttel töötavat aurugeneraatorit PKZ-75-39fsl koguvõimsusega 240 MW_{th} ja kaks kuumavee katelt.

Alates 2005. aastast on katelde nr. 5 ja nr. 8 rekonstrueeritud põlevkivi ja põlevkiviõli tööstusest saadava generaatorgaasi koospõletamiseks. Kohtla-Järve

KVGM100 koguvõimsusega 232 MW_{th}. Kuumavee katlad on ette nähtud töötama loodusliku gaasi või masuudiga. Neid katlaid ei ole kaua aega kasutatud ja nad ei ole ka töökorras.

Kohtla-Järve EJ turboagregaatide andmed
Tabel 2.15

	Turbiin	Generaator
Nr.	1	1
Tüüp	? P-8-29/7/2,2	99858/1
Valmistaja	Fraser Chalmers	
Võimsus, MWel	8	12
Töö algus		23.01.1949

Nr.	2	2
Tüüp	? T-12-29/7/2,2	T2-12-2
Valmistaja	Kirovi turbiinitehas	
Võimsus, MWel	12	12
Töö algus		18.09.1951

Nr.	3	3
Tüüp	P-8-29/07	OF-
Valmistaja	Lang.	
Võimsus, MWel	8	12
Töö algus		27.12.1954

Nr.	4	4
Tüüp	? P -9-29/11,5/1,5	T2-12-2
Valmistaja	Brjanski turbiinitehas	
Võimsus, MWel	9	12
Töö algus		29.09.1958

Turbiin nr. 1 on kahe reguleeritava vaheltvõtuga:

- tööstuslik vaheltvõtt rõhuga 6-8 kgf/cm², maksimaalne auru tootlikkus 80t/h;
- termofiktsiooniline vaheltvõtt 1,2-2,0 kgf/cm², maksimaalne auru tootlikkus 66t/h;
- turbiin rekonstrueeriti 1990. aastal vasturõhuturbiiniks 1,2-2,0 kgf/cm².

Turbiin nr. 2 on káhe reguleeritava vaheltvõtuga:

- tööstuslik vaheltvõtt rõhuga 6-8 kgf/cm², maksimaalne auru tootlikkus 120t/h;
- termofiktsiooniline vaheltvõtt 1,2-2,5 kgf/cm², maksimaalne auru tootlikkus 66t/h;

Turbiin nr. 3 töötab halvendatud vaakumil 0,2-0,75 kgf/cm². Võib töötada ka kondensatsioonrežiimil.

Turbiin nr. 4 on ühe reguleeritava tööstusliku vaheltvõtuga, rõhuga 8-13 kgf/cm², maksimaalse auru tootlikkusega 70 t/h. 1971/1972 aastail turbiin rekonstrueeriti vasturõhuturbiiniks 1,2-2,2 kgf/cm².

Kohtla-Järve EJ energiatootmise ja realiseerimise efektiivsuse näitajad aastatel 1997 ja 1998 kuude lõikes on toodud tabelis 2.16.

Kohtla-Järve EJ energiatootmine aastatel 1997 ja 1998 kuude lõikes Tabel 2.16

	Kütuste energia	Soojuse toodang	Elektri toodang	Kogu toodang	Tootmise kasutegur	Soojuse realisatsioon	Elektri realisatsioon	Kokku realisatsioon	Realisatsiooni kasutegur
	MWh	MWh	MWh	MWh	%	MWh	MWh	MWh	%
1997									
Jaan.	106056	54538	10224	64762	61,1	47500	7190	54690	51,6
Veebr.	91005	47989	8798	56787	62,4	41735	6060	47795	52,5
Märts	80684	39995	8186	48181	59,7	32866	5244	38110	47,2
Aprill	58156	33027	6104	39131	67,3	26361	3864	30225	52,0
Mai	38518	16048	5094	21142	54,9	10365	3188	13553	35,2
Juuni	38949	5619	7027	12646	32,5	1991	5423	7414	19,0
Juuli	27475	2745	5348	8093	29,5	1642	4241	5883	21,4
Aug.	37405	6506	5834	12340	33,0	3992	4493	8485	22,7
Sept.	40377	8055	6682	14737	36,5	5083	5035	10118	25,1
Okt.	66999	24056	9671	33727	50,3	20009	7413	27422	40,9
Nov.	55257	29448	6422	35570	64,4	24327	4096	28423	51,4
Dets.	73614	41667	10127	51794	70,4	31172	7487	38659	52,5
Kokku	729451	309514	89217	398731	54,7	247044	63735	310779	42,6
1998									
Jaan.	75999	36286	9389	45675	60,1	26685	6957	33642	44,3
Veebr.	86930	36712	12067	48779	56,1	29073	9579	38652	44,5
Märts	91474	39914	13003	52917	57,8	30841	10268	41109	44,9
Aprill	70519	27759	11804	39563	56,1	21982	9417	31399	44,5
Mai	36667	5028	6112	11140	30,4	1967	4451	6418	17,5
Juuni	34796	3499	5579	9078	26,1	914	4181	5095	14,6
Juuli	48581	3280	8042	11322	23,3	1633	6498	8131	16,7
Aug.	36847	4855	5584	10439	28,3	1974	4373	6347	17,2
Sept.	36177	5187	6134	11321	31,3	1094	4951	6045	16,7
Okt.	72007	28529	6716	35245	48,9	23959	4573	28532	39,6
Nov.	84582	43817	10534	54351	64,3	29369	8006	37375	44,2
Dets.	99441	40635	11713	52348	52,6	31668	8973	40641	40,9
Kokku	787451	275501	106677	382178	48,5	201159	82227	283386	36,0

Soojuse ja elektri müük Kohtla-Järve EJ-st aastatel 2000-2004 on toodud tabelis 2.17.

Soojuse ja elektri müük Kohtla-Järve EJ-st aastatel 2000-2004 **Tabel 2.17**

Nimetus	Ühik	Aastad			
		2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Kaugküte	MWh	154344,31	130046,26	139511,32	129295,0
Tööstuslik aur	MWh	6057,0	73377,3	7624,2	1281,0
Soojus kokku	MWh	160401,31	203423,56	147135,52	130576,0
Elektrienergia kokku	MWh	64590,5	21159,5	19203,5	15936,5

2.2.3 Kiviõli Keemiatööstuse OÜ SEJ

Kiviõli keemiatööstuse SEJ üldandmed on esitatud tabelis 2.18.

Kiviõli Keemiatööstuse SEJ **Tabel 2.18**

Koostootmisjaama nimetus	Kiviõli Keemiatööstuse OÜ SEJ
Ehitusaastad	~1958
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MW _s	10/x kasutatav ~ 8/20
Kasutatav tehnoloogia	Vaheltvõtuga turbiin, vasturõhuga turbiin
Kasutatav kütus	Generaatorgaas, põlevkivi
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Nii kondensatsioon- kui ka koostootmisrežiimis

Kiviõli Keemiatööstuse Soojuselektrijaamas on aurutootmiseks installeeritud

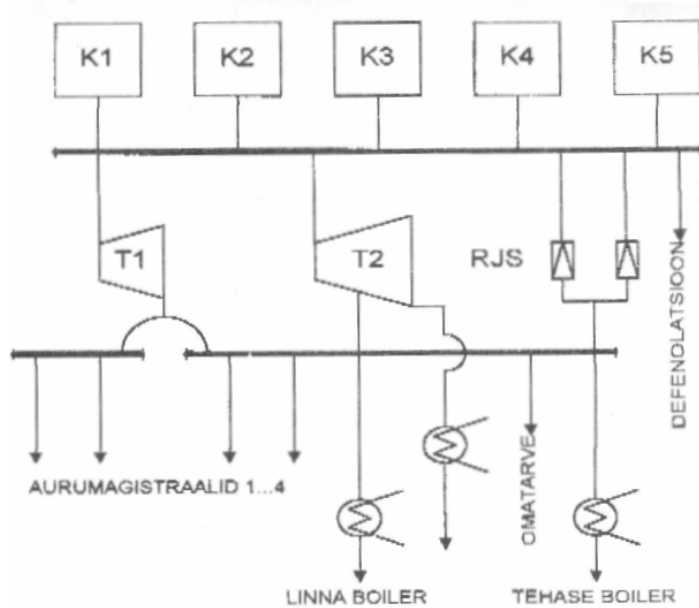
- ? kaks aurukatelt E-25/40-440 GM, nimivõimsusega 14,5 MW. Katlad on valmistatud 1966. aastal, varustatud spetsiaalsete, madalakütteväärtusega gaasi põletamiseks projekteeritud põletitega. Töötades põlevkiviõli tootmisel tekkinud jääkgaasil (generaatorgaasil), on katelde summaarne tootlikus 30 t/h.
- ? üks aurukatel "Babcock-Willcox" nimivõimsusega 11,5 MW, valmistatud 1950.a., tootlikkusega 15 t/h, kütuseks generaatorgaas ning reserv- ja sissekütmise kütuseks tehnoloogilisest põlevkivist välja sõelatud peenpõlevkivi.
- ? kaks aurukatelt TS-35, nimi võimsusega 26,5 MW, valmistatud 1958. ja 1967. a., kütuseks samuti generaatorgaas ning reserv- ja sissekütiskütuseks tahked jäätmed.

Märkus: nimetatud katlad "Babcock-Willcox" ja TS-35 on projekteeritud tahke kütuse (peenpõlevkivi) põletamiseks restil, kuid katlad on ümber seadistatud spetsiaalsete põletitega generaatorgaasi põletamiseks.

Kiviõli Keemiatööstuse Soojuselektrijaamas on installeeritud kaks auruturbiini

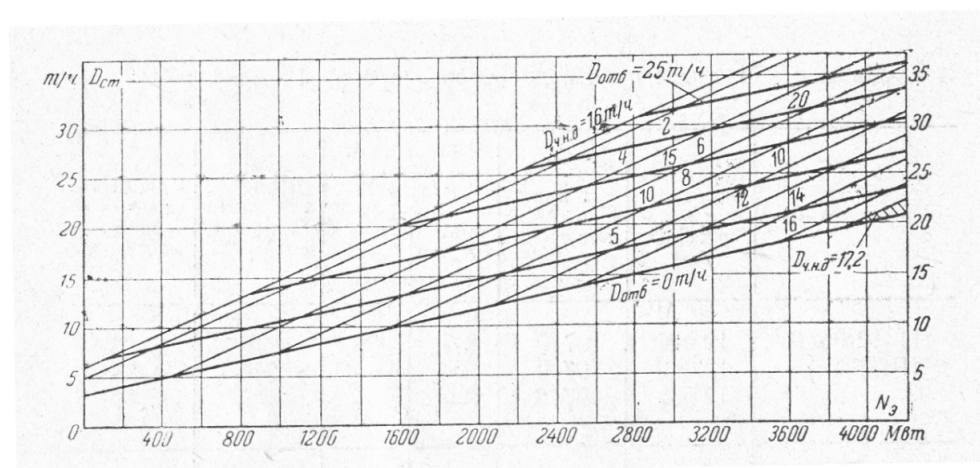
- ? vasturõhu-vaheltvõtuga elektrilise võimsusega 4 MW turbiin P-4-35/5. Maksimaalne vaheltvõtu aurukulu 25 t/h
- ? kondensatsioon-vaheltvõtuga, elektrilise võimsusega 6 MW turbiin AP-6. Maksimaalne vaheltvõtu auru kulu 34 t/h.

Põhimõtteline soojusskeem on esitatud joonisel 2.1. Katlad on ühendatud järjestikku aurumagistraaliga, et iga katelagregaat võib anda auru mõlemale turbiinile



Joonis 2.1. Kiviõli Keemiatööstuse Soojuselektrijaama põhimõtteline soojusskeem

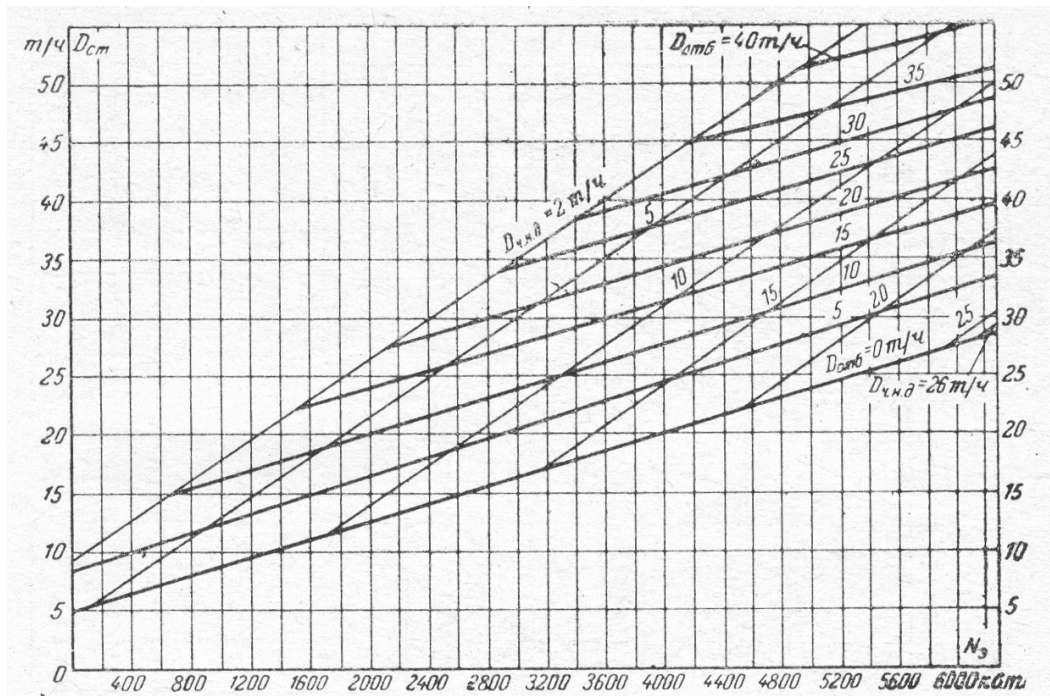
Vasturõhuturbiini P-4-35/5 režiimdiagramm on esitatud joonisel 2.2



Joonis 2.2. Vasturõhuturbiini P-4-35/5 režiimdiagramm

Turbiinil on üks reguleeritav vaheltvõtt (0,5 MPa, 257 °C), maksimaalse vaheltvõtuga 25 t/h ja töötab vasturõhule 0,12 MPa.

Kondensatsioon-vaheltvõtuga auruturbiini AP-6 režiimdiagramm on esitatud joonisel 2.3

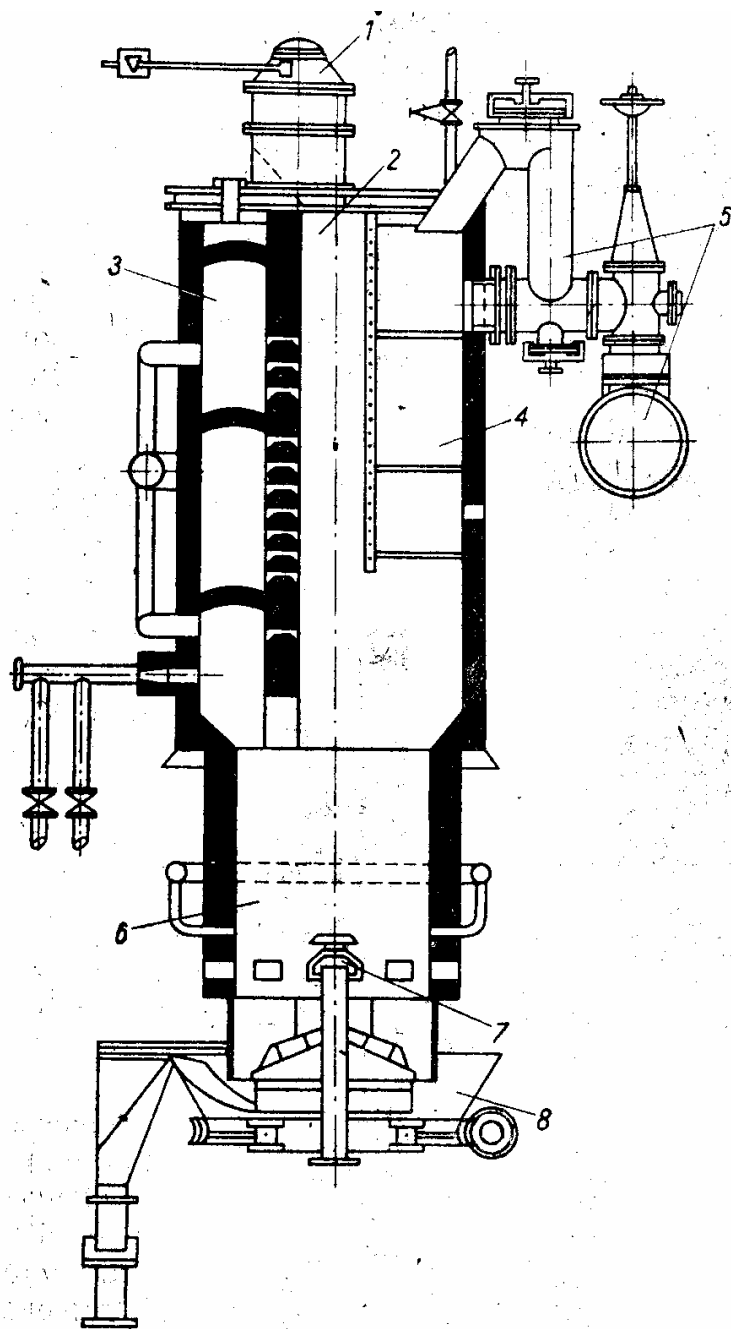


Joonis 2.3. Kondensatsioon-vaheltvõtuga auruturbiini AP-6 režiimdiagramm

Kondensatsioon-vaheltvõtuga auruturbiinil on üks reguleeritav vaheltvõtt (0,5 MPa, 257 °C), maksimaalse vaheltvõtuga 34 t/h.

Kiviõli Keemiatööstuse Soojuselektrijaam katlad saavad töötada ainult põlevkivi õli tootmisel tekkivate jäätmete, generaatorgaasi ja vähesel määral peenpõlevkivi baasil. Kiviõli Keemiatööstuse OÜ põlevkiviõli tootmine baseerub 1953 a. ehitatud ja 1960-ndatel aastatel rekonstrueeritud põikvoolu uttegeneraatori baasil.

Põlevkivi uttegeneraator (joon.2.4) kujutab endast vertikaalset šahti, mis on püstvaheseintega jaotatud kolmeks osaks. Põlevkivi variseb laadimiskarbist keskmisse sektsiooni, uttešahti 2, milles liigub aeglaselt alla, kusjuures toimub utmine šahti läbiva kuuma soojuskandja horisontaalse vooluga.



Joonis 2.4. Põlevkivi uttegeneraator. 1- laadimiskarp, 2-uttesaht, 3- soojuskandja
 kamber, 4- utteproduktid, 5- utteproduktide eraldamise torustik, 6- gasifikaator, 7-
 puhumispea, 8- tuhataldri

Soojuskandja saadakse generaatorgaasi põletamisel soojuskandja kambris 3, kust see tungib läbi vaheseinas olevate avade uttešahti. Soojuskandja gaasiga segunenud utteproduktid kogutakse kambrisse 4, mis on šahtist eraldatud metallvarbadest seinaga, ning eemaldatakse sealt torustiku 5 kaudu.

Poolkoks langeb uttešahtist gasifikaatorisse 6. Viimasesse antakse puhumispea 7 kaudu sisse õhku, mille tulemusena poolkoksist põletatakse välja süsinik. Tuhk eraldatakse pöörlevalt tuhaldrikult 8. Poolkoksi põlemisproduktid suunduvad gasifikaatorist läbi poolkoksi soojuskandja kambrisse, kus segunevad soojuskandjaga. Edaspidi kasutatakse neid põlevkivi utmiseks uttešahtis. Põlemisproduktide kohest suundumist gasifikaatorist utteproduktide kambrisse 4 takistab paks kütusekiht. Šlaki sulamise ja resti ülekuumenemise vältimiseks antakse gasifikaatorisse veeauru, mis reageerib süsinikuga ja annab juurde täiendava koguse gaasi.

Sobiva temperatuuri hoidmiseks soojuskandja kambris lisatakse sinna tavaliselt **külma generaatorgaasi**.

Põlevkivi uttmisel tekib 1 tonni tehnoloogilise põlevkivi kohta:

? **ca 750-850 m³ generaatorgaasi, mille koostis on keskmiselt järgmine:**

- ? 17,5 % CO₂ ja H₂S (H₂S sisaldus on 8,21 g/m³);
- ? 1 % C_nH_m;
- ? 1,4 % O₂;
- ? 6 % H₂;
- ? 66 % N₂;
- ? 6,6 % CO;
- ? 1,5 % CH₄;
- ? kütteväärtus 800-1100 kcal/Nm³ (0.9-1,2 MWh/1000 m³)

Kiviõli Keemiatööstus on koostanud ka ettevõtte standardi generaatorgaasile, mis saadakse põlevkivi poolkoksistamisel ja kasutatakse kütusena. Standardi järgi peab generaatorgaas vastama alljärgnevatele nõuetele:

Gaasi koostis mahu järgi:

- ? 14-18 % CO₂ ja H₂S (H₂S sisaldus on 8,21 g/m³);
- ? 0,5-2,5 % C_nH_m;
- ? 0-2 % O₂;

? 7-10 % H₂;
? 64-68 % N₂;
? 3,5-5,6% CO;
? 2-4% CH₄;
kütteväärtus 800-1100 kcal/Nm³

? **14-16 % põlevkivi õli, s.o. 140-160 kg**

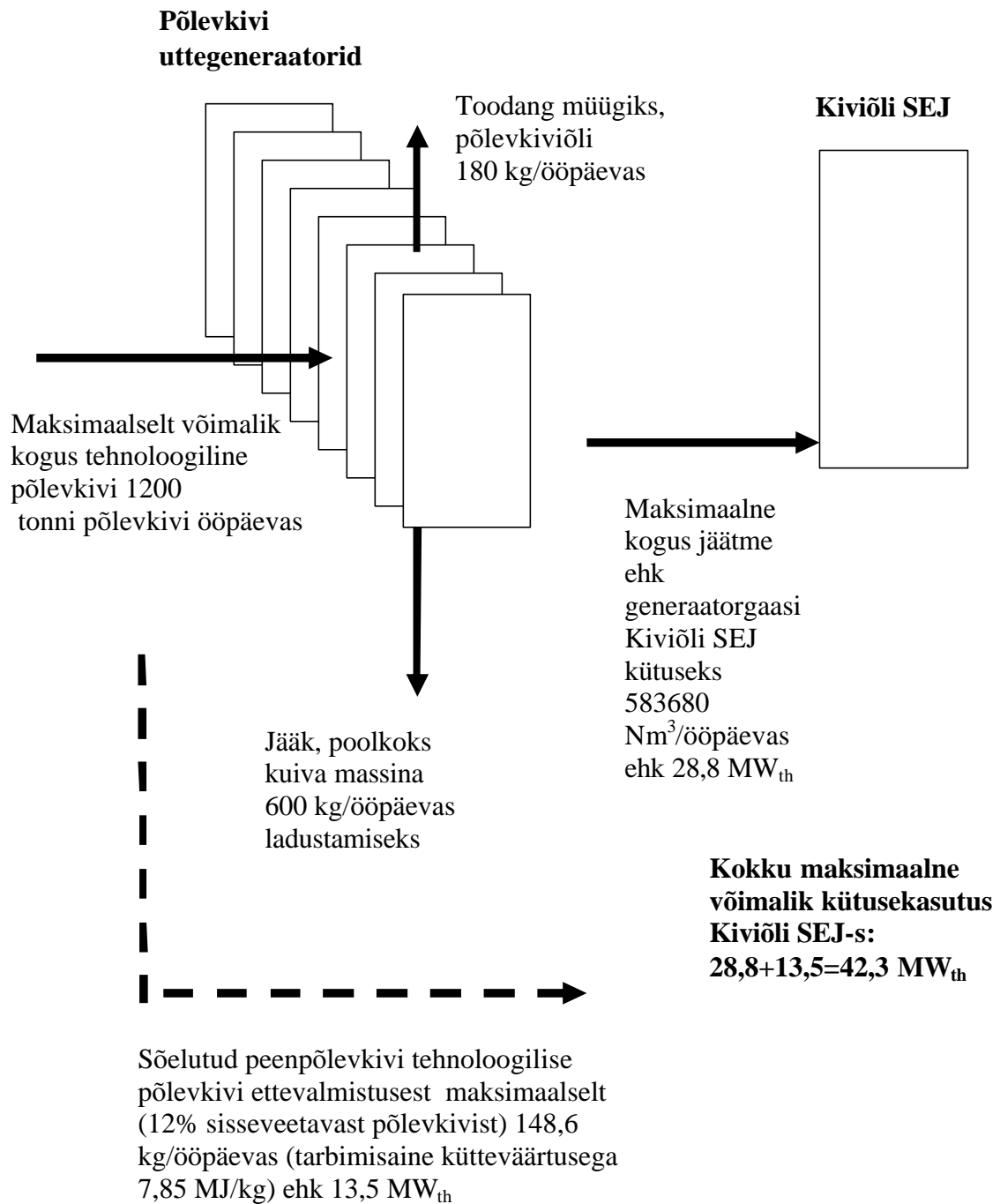
? **Poolkoksi kuivale massile arvutatuna 450-550 kg.**

Poolkoksi kütteväärtus on piirides 2400-3700 kJ/kg (575-890 kcal/kg), kuid energeetilises mõttes ei leia kasutamist ja leiab ladustamist tuhamägedele.

Märkus: põlevkiviõli tootmise tehnoloogiast tulenevalt suunatakse 50-60 % generaatorgaasi tagasi uttegeneraatorisse. Seega, Kiviõli SEJ kütusena leiab kasutamist tonni põlevkivi utmisel ca 486,4 Nm³ generaatorgaasi keskmise, kütteväärtusega 1106 kcal/Nm³, ehk 4268 kJ/Nm³.

Põlevkivi ük uttegeneraator on võimeline maksimaalselt töötleva 200 tonni tehnoloogilist põlevkivi ööpäevas. Tehnoloogilise tööritmi järgi saab korraga töötada kuus gaasigeneraatorit. Põlevkivi uttegeneraatorid on pidevtoimelised ja seega hüppelisi kõikumisi toodangus, s.h. generaatorgaasi tekkimisel ei esine.

Kiviõli Keemiatööstuses kasutatava tehnoloogia alusel maksimaalselt võimalik kütuse kasutamise bilanss on esitatud joonisel 2.5.



Joonis 2.5. Skemaatiline Kiviõli Keemiatööstuses kasutatava tehnoloogia alusel maksimaalselt võimalik kütuse kasutamise bilanss

Vastavalt eelpool toodud arvutustele, on Kiviõli Keemiatööstuse tehnoloogiast ja Kiviõli SEJ katelagregaatide põletusseadmetest tulenevalt Kiviõli SEJ maksimaalne võimalik kütusetarbimine $42,3 \text{ MW}_{\text{th}}$.

Kiviõli Keemiatööstuse SEJ tegelikult tarbitud kütused, toodetud soojus ja elektrienergia ning arvutuslikud efektiivsusnäitajad aastal 2004, kuude lõikes, on toodud tabelis 2.19

Kiviõli SEJ tegelikult tarbitud kütused, toodetud soojus ja elektrienergia

Tabel 2.19

	1	2	3	4	5	6
Elekter MWh	3582	3375	3330	3088.8	3292.2	3249
Soojus MWh	11358	11417.5	11283	8638	7418.3	6301
Kütus MWh	25837	25335	25304	22449	20386	18807
Kogukasutegur	58%	58%	58%	52%	53%	51%
elektriline	13.9%	13.3%	13.2%	13.8%	16.1%	17.3%
soojuslik	44.0%	45.1%	44.6%	38.5%	36.4%	33.5%

	7	8	9	10	11	12	kokku
Elekter MWh	3420	2871	3015	2952	3186	2700	38061
Soojus MWh	5531	6951.7	7976.9	12096	13700	15120	117791.4
Kütus MWh	15672	20169	18477	21063	24370	26072	263937
Kogukasutegur	57%	49%	59%	71%	69%	68%	59%
elektriline	21.8%	14.2%	16.3%	14.0%	13.1%	10.4%	14.4%
soojuslik	35.3%	34.5%	43.2%	57.4%	56.2%	58.0%	44.6%

2.2.5 Sillamäe auruturbiinjõuseadmetel põhinev soojuselektriijaam

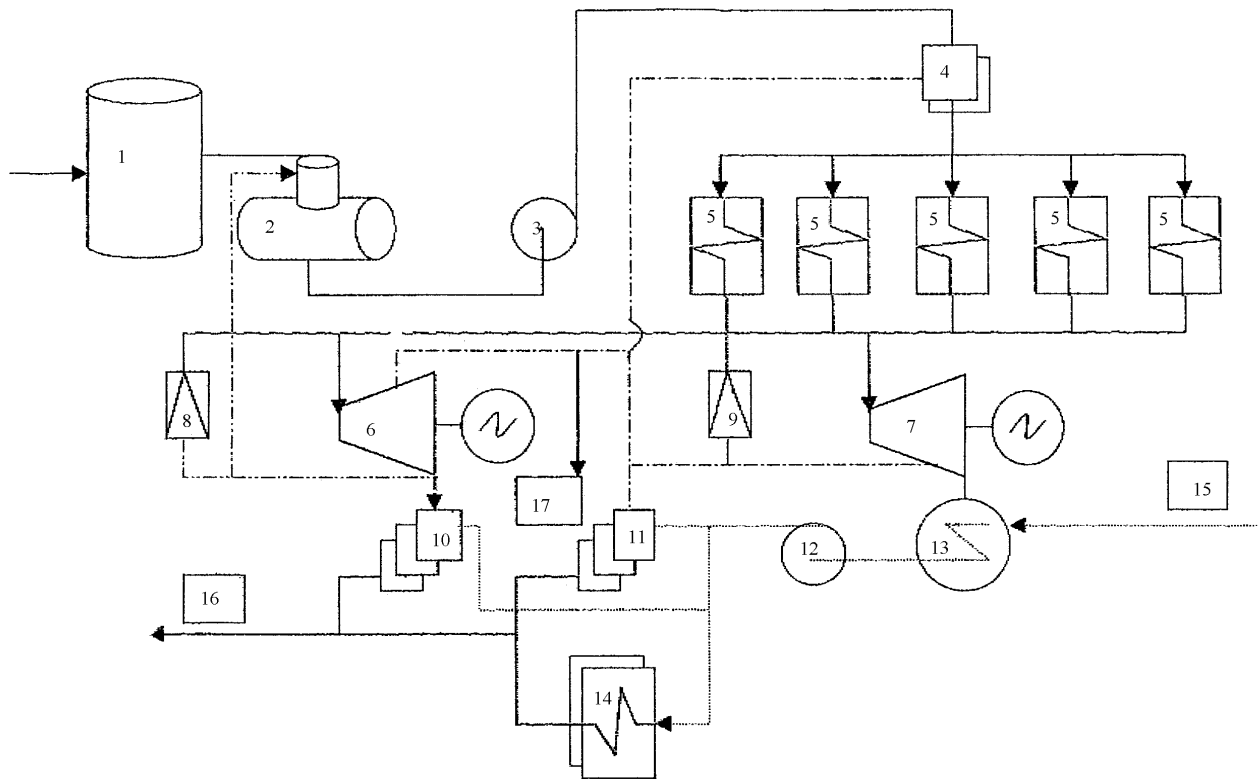
Sillamäe auruturbiinjõuseadmetel põhinev soojuselektriijaama üldandmed on esitatud tabelis 2.20.

Sillamäe SEJ üldandmed

Tabel 2.20

Koostootmisjaama nimetus	Sillamäe SEJ (põlevkivil töötav osa)
Ehitusaastad	1954-1965
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW_e/MW_s	Kaks aurujõuseadet $\alpha' 6/12$
Kasutatav tehnoloogia	Vasturõhuga ja vaheltvõtuga turbiinid
Kasutatav kütus	Põlevkivi tolmpõletus
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Nii kondensatsioon- kui ka koostootmisrežiimis

AS Sillamäe Soojuselektrijaama põhimõtteline soojusskeem on esitatud joonisel 2.6. Jõevesi läbib kaheastmelise puhastuse – mehaanilises ja Na-kationiitfiltrites (1), mille järgselt on tagatud normiga ette nähtud katla toitevee kvaliteet. Keemiliselt puhastatud vesi suunatakse kas soojusvõrgu lisavee deaeraatorisse (mida joonisel ei ole näidatud) või katelde toitevee deaeraatorisse 2 (neid on kokku 2 tk), kus toimub vees leiduva O₂ ja CO₂ eemaldamine. Degaseerimise käigus vee temperatuur tõuseb kuni 102°C. Rõhk deaeraatoris on 1,2 bar. Deaeraatorisse suubuvad turbiini kondensaatorist ja dreanaaži paakidest puhas kondensaat. Deaeraatorist suubub toitevesi katelde toitepumpadesse (3) ja edasi läbi kõrgrõhu eelsoojendi (4) auru kateldesse (5). Kateldes toodetud aur parameetritega p=35 bar ja t=425°C, juhitakse kollektorite A, B kaudu turbiinidesse 6 ja 7 või reduktsioonjahutusseadmesse 8 ja 9. Generaatoris toodetud elektrienergia juhitakse kaablite kaudu peajaotusseadme lattidele ja sealt edasi võrgu kaudu tarbijatele. Turbiini (7, nr.1) vaheltvõtu või reduktsioonjahutusseadme (9) aur rõhuga 5 bar edastatakse tehnoloogilise auru tarbijale (1,7) toitevee kõrgrõhu eelsoojendisse (4) või võrguvee tipp-eelsoojendisse (11). Turbiini (6) vasturõhu või reduktsioonjahutusseadme (8) aur rõhuga 1,2 bar suunatakse deaeraatorisse või võrguvee põhi-eelsoojendisse (10). Kui turbiin nr. 1 (7) töötab halvendatud vaakumi režiimil, siis turbiini kondensaatoris (13) toimub töötanud auruga ringlusest tagastuva (15) võrguvee eelsoojendamine. Soojusvõrgu vesi tsirkuleerib kinnises kontuuris: soojusvõrgust tagastuva vee kollektor (15), kondensaator (13), võrguvee pumbad (12), võrguvee pumbad (11, 10), soojusvõrku mineva võrguvee kollektor (16). Kondensaat eelsoojenditest (10) pumbatakse deaeraatoritesse (2), eelsoojenditest (11) aga kondensaadi paaki ja sealt vajadusel erinevatesse deaeraatoritesse. Soojuse välistarbijatelt ja masuudimajandusest kondensaati elektrijaama ei tagastata. Kondensaadi ja võrguvee kaod kaetakse keemiliselt puhastatud veega, mis juhitakse deaeraatorisse. Katelde pideva läbipuhe separaatori heitsoojust kasutatakse puhastamata vee eelsoojendamiseks keemilise veepuhastuse tsüklis. Kondensaat aga juhitakse dreanaaži.



Joon. 2.6. Sillamäe SEJ printsiipiline soojusskeem

Tähistus:

- keemiline veepuhustus
- deaeraatorid
- toitevee kõrgrõhu eelsoojendid
- 5. aurukatlad 3?? -35-40, 2?? -35-40

- 6. turbogeneraator ?? -6 (6MW)
- 7. turbogeneraator ?? -6 (6MW)
- 8. reduktsioonjhatusseade 40/1,2
- 9. reduktsioonjhatusseade 40/5
- 10, 11 võrguveesoojendid
- 12. võrguvee pumbad

- 13. kondensaator
- 14. veesoojendus katlad
- 15. soojusvõrgust tagastuva vee kollektor
- 16. soojusvõrku mineva vee kollektor
- 17. auru tarbijad

- Auru parameetrid:
- ülekuumendatud aur 420°C/35bar
 - Turbiini vaheltvõtu aur 190°C/5bar
 - Turbiini vasturõhu aur 120°C/1,2bar



AS Sillamäe Soojuselektrijaamas on 5 põlevkivi tolmul töötavat aurukatelt ja 2 gaasil või masuudil töötavat veesoojenduskatelt. Esimesed kolm põlevkivikatelt (nr. 1, 2 ja 3) on ??-35 tüüpi, aga ülejäänud 2 (nr. 4 ja 5) on C-35-40 tüüpi. Alljärgnevalt on esitatud auruturbiinide üldiseloomustus:

Turbiin nr 1.

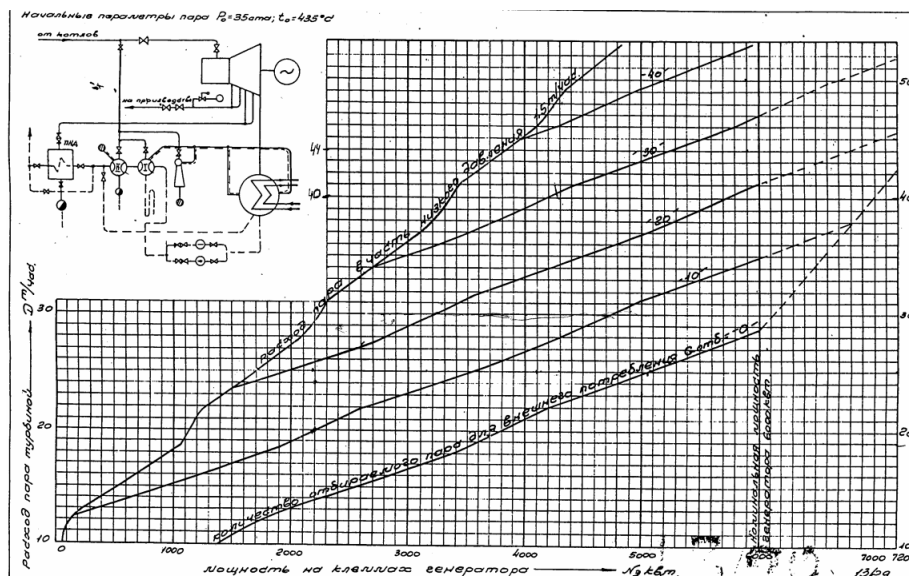
A? -6 tüüpi, ühesilindriline, ühe reguleeritava vaheltvõtuga kondensatsioon turbiin, ehitatud Nevski masinaehitustehases 1952.a. Võimsus 6 MW, pöörde arv 3000 p/min.

Auru parameetrid turbiini ees:

- Rõhk 35 bar;
- Temperatuur 435°C;
- Maksimaalne auru kulu – 53 t/h;
- Vaheltvõtu auru rõhk – 5 bar;
- Rõhk kondensaatoris – 0,04 bar;

Turbiini läbivoolu osa on rekonstrueeritud, seoses üleminekuga halvendatud vaakumiga režiimile. Suvisel režiimil kondensaatorit jahutatakse mereveega, kütteperioodil – võrguveega.

Turbiini A? -6 režiimdiagramm on esitatud joonisel 2.7.



Жоноис 2.7. Турбинои А? -6 режіимдіаграмм

Turbiin nr 2.

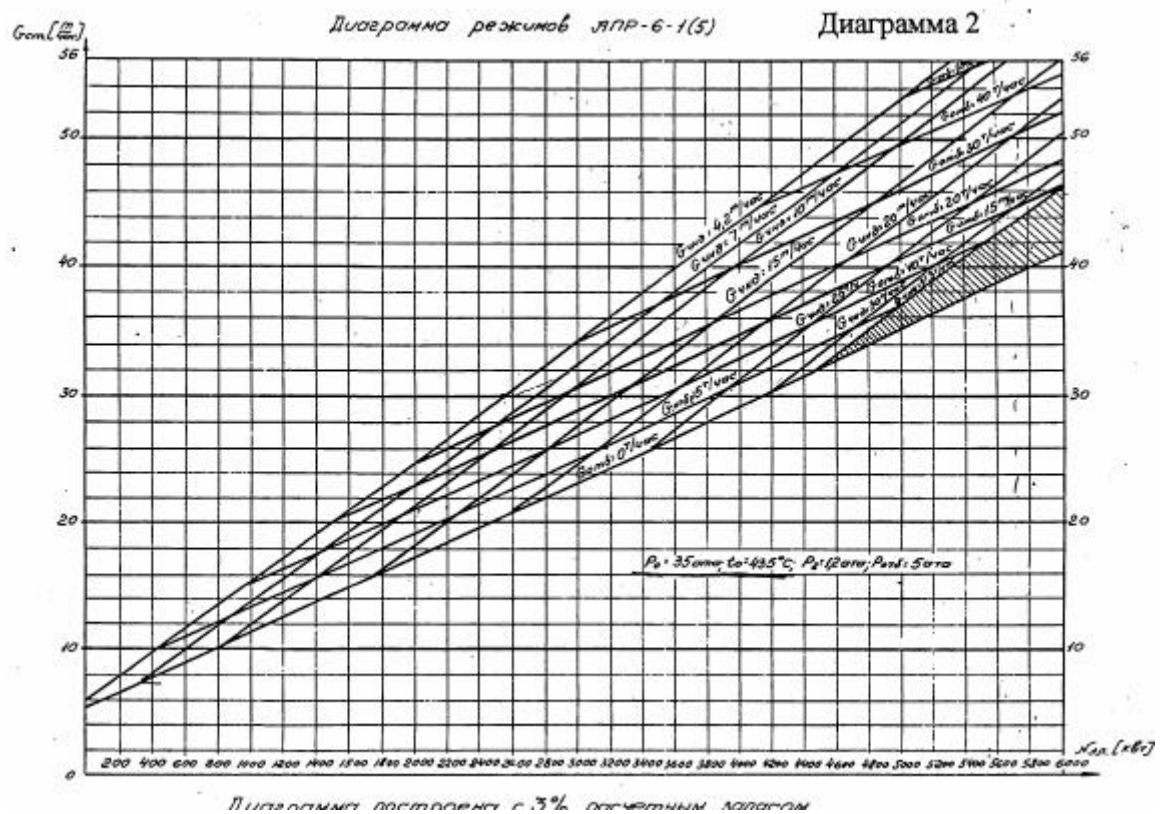
A? P-6 tüüpi, ühesilindriline vasturõhu turbiin, reguleerimata auru vaheltvõtuga. Ehitatud Kaluga turbiinitehases 1963.a. Võimsus 6 MW, pöörete arv 3000 p/min.

Auru parameetrid turbiini ees:

- Rõhk 35 bar;
- Temperatuur 435°C;
- Nominaalne vasturõhk – 1,2 bar;
- Vaheltvõtu auru rõhk – 5 bar;
- Vaheltvõtu auru maksimaalne kulu – 40 t/h.

Töötanud auru maksimaalne temperatuur – 200°C

Turbiini A? P-6 režiimdiagramm on esitatud joonisel 2.8.



Joonis 2.8. Turbiini A? P-6 režiimdiagramm

Sillamäe SEJ töörežiimi saab jagada põhimõtteliselt kaheks:

- ? Töötamine ainult vasturõhu turbiiniga (APR-6)
- ? Töötamine nii vasturõhu kui ka kondensatsiooniturbiiniga

Kõige efektiivsem koostootmise kasutegur saavutatakse siis, kui on võimalik soojust väljastada ainult vasturõhu turbiinist väljuva auruga (rõhk 1,2 bar). Auru vaheltvõttu (rõhk 5 bar) kasutatakse ainult tehnoloogilise auru vajaduse katteks. Soojuse ja elektritootmise suhe on nimetatud režiimidel väikseim antud turbiinil. Turbiinilt on võimalik kasutada reguleeritavat vaheltvõttu (rõhk 5 bar). Täielikult avatud vaheltvõtu korral soojuse väljastus on maksimaalselt võimalik, samas, läbi silindri madalrõhu osa on aurukulu minimaalne ja seega elektrienergia toodang on minimaalne.

Talvistel režiimidel, maksimaalse soojustarbimise juures suureneb Sillamäe põlevkivil töötava SEJ kogukasutegur maksimaalselt 50-55%. Elektrienergia tootmise kasutegur jääb siiski ka talvel maksimaalselt 10% piiridesse.

Seoses keskkonnanõuetest lähtuvalt (tuhaladustamise sulgemine) Sillamäe põlevkivi põletamisel põhinev soojuselektrijaam on ette nähtud lähiaastatel sulgeda.

2.2.6 VKG Energia (endine Fortum AS) Soojuselektrijaam

VKG Energia Soojuselektrijaama üldandmed on esitatud tabelis 2.21

VKG Energia Soojuselektrijaama üldandmed

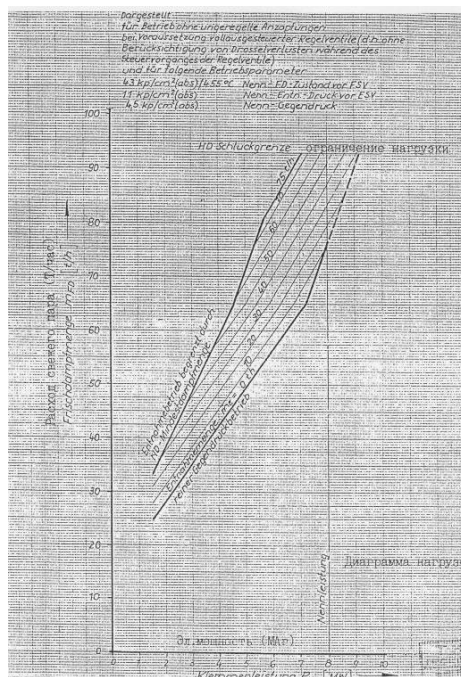
Tabel 2.21

Koostootmisjaama nimetus	VKG Energia
Ehitusaastad	1997 (paigaldati kasutatud seade)
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW_{el}/MW_s	8/12
Kasutatav tehnoloogia	Vasturõhuga auruturbiin
Kasutatav kütus	generaatorgaas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Koostootmisrežiim

VKG Soojuselektrijaama on installeeritud 4 aurukatelt, millest kaks töötavad koos auruturbiinjõuseadmega.

- ? **Katel nr. 1 ja katel nr. 2, tüüp PKK- 75-24-150**, katelde valmistajatehas on „Belgorod”, katlad on varustatud spetsiaalselt generaatorgaasi põletamiseks valmistatud põletitega, katelde maksimaalne aurutoodang on 75 t/h auru temperatuuril 370 °C ja rõhul 24 kg/cm². Arvutuslik väljastatav soojusvõimsus (aurutoodangul 75 t/h, rõhul 24 kg/cm², aurutemperatuuril 370 °C, toitevee temperatuuril 150 °C) on 53 MW. Katlade paigaldamisaastad on 1978 ja 1979. Katlad ei tööta auruturbiinseadmel
- ? **Katel nr. 3 ja nr. 4, tüüp vastavalt BKZ-75-39-D ja E-75-40-G**, katelde valmistajatehas on „Belgorod”, katlad on varustatud spetsiaalselt generaatorgaasi põletamiseks valmistatud põletitega, katelde maksimaalne aurutoodang on 75 t/h auru temperatuuril 440 °C ja rõhul 40 kg/cm². Arvutuslik väljastatav soojusvõimsus (aurutoodangul 75 t/h, rõhul 40 kg/cm², aurutemperatuuril 440°C, toitevee temperatuuril 150 °C) on 57 MW. Katelde paigaldamise aastad on vastavalt 1985 ja 1984.

Alates aastast 1996 töötab auruturbiin Simens PR 8-43/10/5, võimsusega 8 MW vaheltvõtuga 10 baari ja vasturõhuga 5 baari. Turbiini režiimdiagramm on toodud joonisel 2.9.



Joonis 2.9 Auruturbiin Simens PR 8-43/10/5 režiimdiagramm

2.2.7 Ahtme Elektriijaam

Ahtme EJ üldandmed on esitatud tabelis 2.22.

Ahtme EJ üldandmed

Tabel 2.22

Koostootmisjaama nimetus	Ahtme EJ
Ehitusaastad	1953
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _e /MW _s	30/ (vajab täpsustamist)
Kasutatav tehnoloogia	Vasturõhuga auruturbiinid, (täpsustada)
Kasutatav kütus	Tolmpõlevkivi
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Koostootmisrežiim

Ahtme SEJ-s on ülesseatud turbiin AT-25-2, mis töötab auruga rõhul 29 baari ning temperatuuriga 425 °C, maksimaalse auru kuluga 160 t/h. ja Saksamaal VEB Görlizer Maschinenbau 1965. aastast valmistatud 10 MW elektrilise võimsusega termofikatsiooniturbiin. Ahtme SEJ-s on see turbiin ümber paigaldatud ja kasutuses 2000. aastast. Turbiini AT-25-2 auru tegelik vasturõhk on 1,2 baari ja realiseeritav võimsus 20 MWe.

Turbogeneraatori elektriline kasutegur on ~25%. Ahtme SEJ on nii tehniliselt kui ka moraalselt vananenud ja praeguse soojuse tarbimise juures üle dimensioneeritud. Ahtme SEJ on 2008 a. jooksul plaanitud sulgeda.

2.2.8 Horizon Tselluloosi ja Paberi AS Soojuselektrijaam

Horizon Tselluloosi ja Paberi AS Soojuselektrijaama üldandmed on toodud tabelis 2.23.

Horizon Tselluloosi ja Paberi AS Soojuselektrijaama üldandmed Tabel 2.23

Koostootmisjaama nimetus	Horizon Tselluloosi ja Paberi AS Soojuselektrijaam
Ehitusaastad	1953, 1983
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MW _s	Summaarne võimsus 10/125* *) soojusvõimsuse hulka on arvestatud võimalik soojustoodang kateldest
Kasutatav tehnoloogia	Vasturõhuga auruturbiin ja kondensatsiooniturbiin
Kasutatav kütus	Maagaas, raske kütteõli, must leelise, puidujäätmed
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Koostootmisrežiim, kondensatsioonrežiim

Soojuselektrijaama installeeritud katelagregaatide tehnilised andmed on toodud tabelis 2.24.

Horizon Tselluloosi ja Paberi AS Soojuselektrijaama katelde tehnilised andmed

Tabel 2.24

Katel N4	Katel N5	Katel N6	Sooda utilisatsioonkatel 315 tds/d
aurukatel	aurukatel GM -50 -1	aurukatel GM -50 -1	tehnoloogilise auru katel
Puidujäätmed+puidu koor	Naturmaagaas/masuut	maagaas/masuut	Must leelis / raske kütteõli
Maksimaalne kütuse kulu 4000 kg/h	Maksimaalne kütuse kulu 4500 m ³ n/h	Maksimaalne kütuse kulu 4500 m ³ n/h	Maksimaalne kütuse kulu 315 tDS/24h (3,65 l/s, 73,1%, 125°C)
Soojusvõimsus ja aurutoodang: 5 MW, 10 t/h	Soojusvõimsus ja aurutoodang: 40 MW, 50 t/h	Soojusvõimsus ja aurutoodang: 40 MW, 50 t/h	Soojusvõimsus ja aurutoodang: 40 MW, 51 t/h
Auru rõhk 10 bar	Auru rõhk 40 bar	Auru rõhk 40 bar	Auru rõhk 39 bar
Auru temperatuur 180 °C	Auru temperatuur 440°C	Auru temperatuur 440°C	Auru temperatuur 440°C
Valmistamise aasta 1958/1998	Valmistamise aasta 1976	Valmistamise aasta 1983	Valmistamise aasta 1964/2001

Soojuselektrijaama on ülesseatud kaks auruturbiini, vasturõhuturbiin TG-1, toodetud Kaluuga turbiinitehases, elektrilise nimivõimsusega 6 MW_{el} ja reguleeritava auru vaheltvõtuga kondensatsiooniturbiin, toodetud Brno tehases, nimivõimsusega 4 MW_{el}.

2004. aasta turbiinjõuseadmetega toodetud soojuse ja elektri kogused, samuti kasutatud kütused ja arvutusliku kasutegurid on toodud tabelis 2.25.

Horizon Tselluloosi ja Paberi AS Soojuselektrijaama 2004. aastal toodetud soojus ja elekter, kasutatud kütused ja arvutuslikud efektiivsusnäitajad **Tabel 2.25**

TG - 1							
Nimetus	Kasutatud kütus			Toodang		Kasutegur	
				Elekter	Soojus	Soojus	Elekter
Kütus	Mõõtühik	Kogus	MWh	MWh	MWh	%	%
Raske kütteõli	t	172	1943.6	402	1810		
Maagaas	tuhat m ³	22414	205984.7	16587	159851		
Muu kütus	tce	30067	245046.1	19627	171103		
Kokku			452974.3	36616	332764	73.5	8.1
TG-2							
Raske kütteõli	t	9	101.7	22	100		
Maagaas	tuhat m ³	1180	10844.2	872	8669		
Muu kütus	tce	1582	12893.3	1029	9179		
Kokku			23839.2	1923	17948	75.3	8.1

2.2.9 AS Sangla Turvas Elektriijaam

AS Sangla Turvas Elektriijaama üldandmed on toodud tabelis 2.26.

AS Sangla Turvas Elektriijaama üldandmed **Tabel 2.26**

Koostootmisjaama nimetus	AS Sangla Turvas Elektriijaam
Ehitusaastad	1998 rekonstrueeriti
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MWs	2,5/7
Kasutatav tehnoloogia	Vasturõhuga auruturbiin, (täpsustada)
Kasutatav kütus	Turvas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Koostootmisrežiim

2.2.10 AS Tootsi Turvas Elektriijaam

AS Tootsi Turvas Elektriijaama üldandmed on toodud tabelis 2.27.

AS Tootsi Turvas Elektriijaama üldandmed

Tabel 2.27

Koostootmisjaama nimetus	AS Tootsi Turvas Elektriijaam
Ehitusaastad	(täpsustada)
Maksimaalne installeeritud elektriline ja soojuslik võimsus, MW _{el} /MW _s	5/14
Kasutatav tehnoloogia	Vasturõhuga auruturbiin, ?
Kasutatav kütus	turvas
Võimalikud režiimid soojuse ja elektri tootmiseks	Koostootmisrežiim

2.2.11 Narva Elektriijaamade Balti Elektriijaam

Aastani 2004/2005 toimus soojuse tootmine Narva linna tarbeks Balti Elektriijaama I-III järjekorra seadmetelt. AS Narva Soojuse, kes müüb Balti Elektriijaamast ostetud soojust, kaugkütte võrgu kogupikkus on 68,5 km. AS Narva Soojuse tarbijate projektne soojusvõimsus on 311,759 MW, sellest küte on 184,906 MW, ventilatsioon 22,102 MW. Lisaks müüb Balti Elektriijaamale tööstuslikku auru parameetritega 16,0 bar, 300,0 °C, ca maksimaalse kogusega 16,1 kg/s

Seoses Narva Elektriijaamades toimuva rekonstrueerimisega, muutub Balti Elektriijaama soojuse väljastamise tehnoloogiline lahendus.

Aastaks 2006 suletakse Balti Elektriijaama III järjekord ja soojusväljastus on võimalik kolme aurukatla NSTB-87-16-300 või rekonstrueeritud auruturbiini K-200-130 (rekonstrueeriti reguleeritavaid vaheltvõtte) baasil. Projektne maksimaalne soojusväljastus on 160 MWth ja elektriline võimsus on (soojuse väljastuseta) 215 MW.

Soojusväljastuse võimalused rekonstrueeritud energiablokilt oleksid:

? Tööstuslik aur:

Auruturbiini II soojusvaheltvõtu auru parameetrid (teise reduktsioonjahutusseadme taga) : 16,0 bar; 300,0 °C; 18,4 kg/s.

? Kaugküte:

Auruturbiini VI soojusvaheltvõtust kaugkütteks auru parameetrid: 1,69 bar; 201,4 °C, 50,4 kg/s.

Balti Elektriijaama koostootmiseadme soojuste ja elektri toodangud aastal 2005 kuude lõikes ja arvutuslikud efektiivsusnäitajad on toodud tabelis 2.28.

Balti Elektriijaama koostootmiseadme soojuste ja elektri toodangud aastal 2005 kuude lõikes ja arvutuslikud efektiivsusnäitajad

Tabel 2.28

	Ühik	Jaanuar	Veebruar	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	August	September	Oktoober
Elektrienergia toodang	GWh	66.5	116.0	118.2	67.8	115.3	133.5	139.9	18.9	136.6	127.7
Elektrienergia väljastamine	GWh	60.0	105.3	106.8	60.0	103.2	114.8	121.9	11.0	120.4	111.1
Soojuste netotoodang	GWh	0.0	7.4	34.1	2.9	1.2	6.5	5.8	2.1	22.1	41.9
s.h. veega	GWh	0.0	7.4	32.0	2.9	0.0	0.0	4.1	0.9	11.9	31.6
s.h. auruga	GWh	0.0	0.0	2.1	0.0	1.2	6.5	1.7	1.2	10.2	10.4
Elektrienergia kulu omatarbeks	%	9.8	9.2	9.7	11.5	10.4	14.0	12.9	41.7	11.8	13.0
s.h. elektrienergiale	%	9.8	9.0	8.6	11.3	10.4	13.5	12.5	17.6	10.9	11.2
s.h. soojusenergiale	kWh/ MWh	0.0	38.7	36.5	42.0	38.3	52.7	88.1	51.4	59.2	50.0
kütus kokku	GWh	178.8	315.2	334.4	187.0	310.6	348.5	371.5	67.0	386.7	369.9
kogukasutegur brutotoodangule	%	37%	39%	46%	38%	37%	40%	39%	31%	41%	46%
kogukasutegur väljastatud toodangule	%	34%	36%	42%	34%	34%	35%	34%	20%	37%	41%
soojuslik kasutegur	%	0%	2%	10%	2%	0%	2%	2%	3%	6%	11%
elektriline kasutegur (neto)	%	34%	33%	32%	32%	33%	33%	33%	16%	31%	30%
elektriline kasutegur (bruto)	%	37%	37%	35%	36%	37%	38%	38%	28%	35%	35%

3. Tõhusa koostoomise viiteväärtused

Vastavalt Direktiivi Lisa III lõige (f) alusel peavad tõhusa koostootmisega võrreldavad soojuse ja elektri eraldi tootmise viiteväärtused vastama alljärgnevatele tingimustele:

- ? Koostootmisagregaadid ja eraldi elektrit tootvad agregaadid peavad kasutama samu kütuseid.
- ? Igat koostootmisagregaati tuleb võrrelda samal ajal ehitatud tehnoloogiliselt ja majanduslikult parimate elektri ja soojuse eraldi tootmiseseadmetega.
- ? Üle kümne aasta vanuste koostootmisagregaatide kasutegurite viiteväärtused tuleb fikseerida 10 aastaste seadmete viiteväärtustega.
- ? Eraldi elektri ja soojuse tootmise kasutegurite viiteväärtused peavad kajastama liikmesriikide erinevaid kliimaatilisi tingimusi.

Arvestades ülaltoodut soovitame tõhusa koostootmise määramisel kasutada alljärgnevaid viiteväärtusi:

Põlevkivi kasutavatele koostootmiselektrijaamadele:

- ? vanematele kui 10 aastat seadmetele, võimustele kuni 20 MWe (Sillamäe põlevkivil töötav soojuselektrijaam, Kohtla-Järve Soojuselektrijaam, Ahtme Soojuselektrijaam)
- ? viiteväärtus elektri eraldi tootmisel on 22%. Väärtuse määramisel lähtume, et vanemad kui 10 aastat väikese võimsusega põlevkivil töötava aurujõuseadmed, töötavad auruga parameetritel, mitte kõrgemad kui 420-450⁰C, rõhul 40-45 bar.

- ? Viitevärtus soojuse eraldi tootmisel tööstusliku auruna ja kaugkütte veena on 86%. Siin tuleb märkusena lisada, et põlevkivil töötavaid, eraldi soojuse tootmiseks katlaid (ei veesoojendus- ega aurukatlad) ei ole kasutusel enam aastakümneid. Esitatud viitevärtus on kui eksperthinnang.

- ? vanematele kui 10 aastat seadmetele, võimustega üle 20 MWe (Balti Elektriijaama blokk nr. 9. Lähtume, et Balti elektriijaama rekonstrueerimise käigus ei vahetatud koostootmisseadmeks kasutatavat aurujõuseadet, vaid rekonstrueeriti.)
 - ? Viitevärtus elektri eraldi tootmisel on 29%. Väärtuse määramisel lähtusime 10 aastat efektiivsemalt põlevkivil töötanud elektriijaama, Eesti Elektriijaama, efektiivsusest.
 - ? Viitevärtus soojuse eraldi tootmiseks tööstusliku auruna ja kaugkütte veena on 86%. Siin tuleb samuti märkusena lisada, et põlevkivil töötavaid, eraldi soojuse tootmiseks katlaid (ei veesoojendus- ega aurukatlad) ei ole kasutusel enam aastakümneid. Esitatud viitevärtus on kui eksperthinnang.

Põlevkivilõli tootmisel tekkiva generaatorgaasiga töötavatele koostootmisseadmetele:

- ? vanematele kui 10 aastat seadmetele, võimustega kuni 20 MWe (Kiviõli Keemiatööstuse Soojuselektriijaam, VKG Energia Soojuselektriijaam)
 - ? viitevärtus elektri eraldi tootmisel on 22%. Väärtuse määramisel arvestame, et vanemad kui 10 aastat, väikese võimsusega, generaatorgaasil töötavad aurujõuseadmed töötavad auruga parameetritel 420-450⁰C, rõhul 40-45 bar.

- ? Viitevärtus soojuse eraldi tootmiseks tööstusliku auruna ja kaugkütte veena on 85%. Kasutegur vastab spetsiaalse, adiabaatilise eelkambriga põletiga varustatud katla kasutegurile, nagu on kasutusel VKG Energia Soojuselektrijaamas.

Turbvast kasutavatele koostootmiselektrijaamadele:

- ? vanematele kui 10 aastat seadmetele, võimustega kuni 10 MWe (AS Tootsi Turvas ja AS Sangla Turvas Soojuselektrijaamad)
 - ? viitevärtus elektri eraldi tootmisel on 22%. Väärtuse määramisel arvestame, et vanemad kui 10 aastat, väikese võimsusega turbal töötavad efektiivsemad kondensatsioonaurujõuseadmed, oleksid töötanud auruga parameetritel 420-450⁰C, rõhul 40-45 bar.
 - ? Viitevärtus soojuse eraldi tootmiseks tööstusliku auru ja kaugkütte soojusena on 86%. Esitatud viitevärtus on kui eksperthinnang.

Looduslikul gaasil (maagaasil) töötavatele koostootmisseadmetele:

- ? vanematele kui 10 aastat seadmetele, võimustele üle 50 MW (Iru Elektriijaama energiaplokid nr. 1 ja nr. 2)
 - ? viitevärtus elektri eraldi tootmisel on 40%. Väärtuse määramisel arvestame, et 10 aastat tagasi ei olnud ökonoomne evitada kombineeritud tsükliga kondensatsioonjõuseadmeid. Auru parameetrite poolest piiranguid, s.h. ülekritiliste parameetrite kasutamiseks piiranguid ei olnud.
 - ? Viitevärtus soojuse eraldi tootmiseks tööstusliku auruna ja kaugkütte soojusena on 91% Esitatud viitevärtus vastab juunis 2005 valminud

aruandes „Analysis and Guidelines for Implementation of the CHP Directive 2004/8/EC Interim version 1 – Annex Report I, Draft reference Values” toodud väärtusele

Märkus: Iru Elektriijaama juures tuleb arvestada, et masuudi kasutamisel mindi täielikult gaasi (gasifitseerimine) kasutamisele 1998. aastal. See on kindlasti lisapõhjenduseks, miks ei ole õige viiteväärtusena kasutada kombineeritud tsükliga kondensatsioonjõuseadme väärtusi.

Looduslikul gaasil (maagaasil) töötavatele koostootmisseadmetele:

? vastavalt ehituse aastale

- o viiteväärtus elektri eraldi tootmisel

Soovituslikud viiteväärtused maagaasil töötavatele koostootmisjaamadele

Tabel 3.1

	1997-1999	2000-2002	2003-2005
töötunde 7500	54,7%	56,6%	58,6%
töötunde 4000	52,0%	53,9%	55,8%
töötunde 2500	50,3%	52,2%	54,1%

Töötundide vahemikus 7500-6000 võib viiteväärtus vähenda iga 500 tunni kohta 0,25%, vahemikus 6000-3000 iga 500 tunni kohta 0,5% ning vahemikus 3000-1000 iga 500 tunni kohta 0,7%. Esitatud viiteväärtus vastab juunis 2005 valminud aruandes „Analysis and Guidelines for Implementation of the CHP Directive 2004/8/EC Interim version 1 – Annex Report I, Draft reference Values” toodud väärtusele.

- o Viiteväärtus soojuse eraldi tootmiseks tööstusliku auruna, 90%, kaugküttevõrku töötades 91%. Esitatud viiteväärtus vastab juunis 2005 valminud aruandes „Analysis and Guidelines for Implementation of the CHP Directive 2004/8/EC Interim version 1 – Annex Report I, Draft

reference Values” toodud väärtusele. Siin on siiski „Komisjoni konsulantidel” viga, aurukatelde kasutegur on siiski madalam kui veekatelde. Arvutustel lähtume viiteväärtusest 91% sõltumata soojuse liigist.

Prügilagaasil töötavatele koostootmisseadmetele:

- ? vastavalt ehituse aastale (AS Terts kaks koostootmisjaama)
 - o viiteväärtus elektri eraldi tootmisel

Soovituslikud viiteväärtused prügila ja biogaasil töötavatele koostootmisjaamadele

Tabel 3.2

	1997-1999	2000-2002	2003-2005
töötunde 7500	25%	25%	25%
töötunde 4000	25%	25%	25%
töötunde 2500	25%	25%	25%

- o Viiteväärtus soojuse eraldi tootmiseks on 88%. Esitatud viiteväärtus vastab juunis 2005 valminud aruandes „Analysis and Guidelines for Implementation of the CHP Directive 2004/8/EC Interim version 1 – Annex Report I, Draft reference Values” toodud väärtusele.

4. Eesti koostootmisjaamade kvalifitseerumisest kui „ tõhusast koostootmisest”

4.1 Sisepõlemismootoril põhinevad koostootmisjaamad

Kokkuvõtlikult on Eestis töötavatele sisepõlemismootoritel põhinevate koostootmisjaamadele soovituslikud viiteväärtused toodud tabelis 4.1

Eestis olevatele, sisepõlemismootoritel põhinevate koostootmisjaamadele, soovituslikud viiteväärtused **Tabel 4.1**

	Viiteväärtus elektrile	Viiteväärtus soojusele
AS Kunda Nordic Tsement	50,3-54,7% sõltuvalt töötundidest	91%
AS Eraküte Põlva osakond	50,3-54,7% sõltuvalt töötundidest	91%
AS Grüne Fee	50,3-58,6% sõltuvalt töötundidest ja mootori paigaldusaastast	91%
AS Kristiine Kaubanduskeskus	52,2-56,6% sõltuvalt töötundidest	91%
Sillamäe SEJ sisepõlemismootor	54,1-58,6 sõltuvalt töötundidest	91%
ELME AS (BLTR Grupp	52,2-56,6% sõltuvalt töötundidest	91%
AS Tallinna Vesi	52,2-56,6% sõltuvalt töötundidest, juhul kui kütuseks on biogaas, on viiteväärtus 25%	91%
AS Narva Vesi	50,3-54,7% sõltuvalt töötundidest, juhul kui kütuseks on biogaas, on viiteväärtus 25%	91%
AS Terts	25%	91%

Märkus: „Komisjoni konsultandid” on ühisel arvamusel, et arvestada tuleks elektriülekande kulude vähenemist, kuna enamasti koostootmisjaam on tarbijale lähemal ja ühendatud madalama pingega jaotusvõrku. Soovitatakse teostada tundlikkuse, analüüs, arvestades et kõrgepinge kaod on 1%, keskpingel 3% ja madalpingel 5%. Organisatsioonid nagu CEFIC, CEPI, COGEN Europe ja IFIEC on oma ühisel seisukohal avaldanud alljärgnevad parandused, sõltuvalt koostootmisjaama ühendusest, mis on toodud tabelis 4.2.

CEFIC, CEPI, COGEN Europe ja IFIEC soovituslikud parandused viiteväärtustele, arvestades koostootmisjaamade ühendusest elektrivõrku

Tabel 4.2

Ühenduse pingetase	Elektritarbimine võrgu sees säästab võrgukadusid	Elektritarbimine võrgust välja säästab võrgukadusid
Kõrgpinge (>200 KV)	2,5%	0%
Keskpinge	6,4%	2,5%
Madalpinge (< 400 V)	12,0%	6,4%

Märkus: Organisatsioonid nagu CEFIC, CEPI, COGEN Europe ja IFIEC on oma ühises seisukohas avaldanud arvamust, et „Komisjoni konsultantide” poolt määratud viiteväärtused elektritootmise kohta gaasil töötavatele seadmetel on liialt kõrged ja soovitavad need „Komisjoni konsultantidel” üle vaadata. Õiglasem viiteväärtus jääks (netotoodangule) 49%-51% piiridesse. Brutotoodangule arvestades, eelmisest 2,5% kõrgem.

Märkus: Organisatsioonid nagu CEFIC, CEPI, COGEN Europe ja IFIEC on oma ühises seisukohas avaldanud arvamust, et „Komisjoni konsultantide” poolt määratud viiteväärtused soojuse tootmise kohta on liialt kõrged ja juhivad tähelepanu veale, et viiteväärtus aurutootmisele on kõrgem kui kaugküttevee tootmisel. Õiglasem viiteväärtus oleks 85%.

Tabelis 3.3 toodud viiteväärtuste juures on kõik sise põlemismootoril põhinevad koostootmisjaamad „tõhusad” kui nad töötavad koostootmisrežiimis. Arvutuslik primaarenergia sääst jääb piiridesse 20-28%. Bio- või prügilagaasi kasutamisel jääb arvutuslik primaarenergia sääst aga ~53%.

4.2 Iru Elektriijaam

Iru Elektriijaama vasturõhuturbiinil põhinev energiablokk kvalifitseerub kui „tõhus”. Arvutuslikud primaarenergia säästu väärtused, sõltuvalt töörežiimist, on esitatud tabelis 4.2

Iru EJ energiabloki nr. 2 arvutuslikud režiimid ja nendele vastavad arvutuslikud primaarenergia säästu väärtused Tabel 4.2

Elektriline brutovõimsus	Elektriline netovõimsus	Väljastatav soojuskoormus	Kogukasutegur (brutovõimsusele)	Arvutuslik primaarenergia sääst
MW	MW	MW	%	%
75	65	140	85.0	25.9
80	70	150	85.6	26.4
85	74	160	86.4	27.0
90	78	170	87.2	27.6
95	83	180	87.4	27.7
100	87	190	87.9	28.1
105	91	200	88.0	28.2
108	94	215	87.8	27.3
109	95	220	87.7	27.1
110	96	228	87.6	26.6

Iru Elektriijaama vaheltvõtuga auturbiinil põhinev energiablokk kvalifitseerub kui „tõhus”. Arvutuslikud primaarenergia säästu väärtused sõltuvalt töörežiimist on esitatud tabelis 4.3

Iru EJ energiabloki nr. 2 arvutuslikud režiimid ja nendele vastavad arvutuslikud primaarenergia säästu väärtused Tabel 4.3

Elektriline brutovõimsus	Elektriline netovõimsus	Väljastatav soojuskoormus	Kogukasutegur (brutovõimsusele)	Arvutuslik primaarenergia sääst
MW	MW	MW	%	%
40	35	75	73.3	14.0
47	41	90	75.6	16.3
50	44	95	76.0	16.9
57	50	105	76.9	18.3
61	53	110	77.4	19.2
65	57	115	77.5	19.6
70	61	120	78.0	20.6
80	70	120	77.7	22.4

„Tõhusale koostoomisele” kvalifitseerumise piir energiablokile nr. 1 oleks kui elektritoomise viiteväärtuseks oleks 48-49% või kõrgem väärtus.

4.3 Narva Elektriijaamade Balti Elektriijaam

Balti Elektriijaama kvalifitseerumine kui „tõhus” on küsitav. Kogukasutegur on väiksem kui 70%. Analüüsida tuleks võimalust, vastavalt Direktiivi Artikkel 12 (2) meetodil säästu arvutamine, lähtudes, et turbiini režiimkatsetused on teostamata, soojust väljastatakse ka aurukatla vaheülekuumendist ja reduktsioonjahutusseadmetest. Elektri ja soojuse väljastuse suhteks tuleks võtta vastavalt Direktiivile $C=0,45$.

4.4 Kohtla-Järve, Kiviõli Keemiatööstuse, Sillamäe põlevkivil töötav, VKG Energia, Ahtme, Horizon, Sangla ja Turba elektriijaamad

Kohtla-Järve, Kiviõli Keemiatööstuse, Sillamäe põlevkivil töötav, VKG Energia, Ahtme, Horizon elektriijaamade kvalifitseerumine kui „tõhus” tuleb eraldi analüüsida vastavalt tegelikele töörežiimidele. Mittevastavuse põhjuseks võib osutuda koostootmise aasta keskmine madal kasutegur, mis peab olema kvalifitseerumiseks kõrgem kui 75%. Horizon Tselluloosi ja Paberi AS Soojuselektriijaamas kasutatav kütus: must leelis, ei ole märgitud üheski Organisatsioonid nagu CEFIC, CEPI, COGEN Europe ja IFIEC ja „Komisjoni konsultantide” dokumentides. Nimetatud elektriijaamade kvalifitseerumise kui „tõhus koostootmine” määramiseks on oluline teostada primaarenergia säästu ja kogukasutegurite arvutused eraldi vasturõhu ja kondensatsiooniturbiinidele. Sangla ja Turba elektriijaamade viimaste aastate tootmisandmeid käesoleva töö raames ei uuritud, ning nende analüüs toimub edasise töö raames.

5. Tõhusa koostootmise rajamiseks sobiva soojuskoormuse potentsiaal ja energiaallikate kättesaadavus

Koostootmise potentsiaal Eestis on suhteliselt suur, majanduslikud ja tehnilised eeldused olemas:

- ? Linnades, suuremates asulates on toimiv kaugküttevõrk.
- ? Kohalik tööstus on suhteliselt energiamahukas.
- ? Gaaskütuse ja arenenud gaasivõrgustiku olemasolu. Biokütuste võimalik kasutatavus.
- ? Elektritarbimise kasv regioonis, investeeringute ja tehnoloogia uuenduste vajadus olemasolevates kondensatsioonjaamades.
- ? Suurenevad nõuded keskkonnale.

Koostootmisjaama rajamiseks on vaja teha iga konkreetse valitud koha kohta tehnilis-majanduslik analüüs, mis koosneks alljärgnevast:

- ? koostada vastava piirkonna (tarbijate) tegelikkusele vastav soojuskoormuse kestvusgraafik;
- ? teha kindlaks potentsiaalse soojuse ja elektri koostootja oma elektrienergia vajadus, koostada selle kohta täpne koormusgraafik;
- ? uurida soojuse tarbimise ja elektrienergia tarbimise tendentse viimaste aastate jooksul, koostada nende põhjal tarbimise prognoos lähiaastateks, seda nii soojustarbimise osas kui ka ettevõtte poolt tarbitava elektri osas;
- ? uurida senise soojuse tootja finantsolukorda (kassavood, laenud, võlad, muud finantskohustused), otsustada, millised varad ja millised kohustused lähevad üle uuele soojuse tootjale; otsustada, kes katab senise soojustootja laenud, võlad ja muud kohustused (kui need on olemas);
- ? uurida laenu saamise võimalusi ja tingimusi;
- ? otsustada, mis saab koostootmise juurutamisel senistel soojusetootjatel olemasolevatest seadmetest, hoonetest, otsustada seal töötava personali saatus (koondamise- ja kompensatsiooniprobleemid);
- ? teha kindlaks, kas, kuidas ja millistel tingimustel saab müüa toodetavat elektrienergiat, millised on vajalikud ümberehitused ettevõtte elektrilises osas

(võrguühenduse osas) ja millised on vajalikud ümberehitused soojuslikus osas;

- ? valida kasutatava kütuse liik, teha kindlaks selle saadavus lähiaastatel, koostada hinnaproгноos kütuse kohta lähiaastateks;
- ? koostada hinnaproгноos soojusenergia võimaliku hinna kohta selle tootmisel olemasolevate seadmetega, prognoosida elektrienergia ostu- ja müügihinna muutumist antud piirkonnas lähiaastate jooksul;
- ? teha kindlaks soojusvõrkude tehniline seisukord, otsustada kas need vajavad rekonstrueerimist (ümberehitamist) lähiaastatel, prognoosida selleks vajalike investeeringute suurus;
- ? otsustada, kuidas saab kaetud soojuse tippkoormus (selleks võib olla vaja täiendavaid investeeringuid), koostootmise agregate on mõtet projekteerida ainult baaskoormuse katmiseks;
- ? uurida võimaluse korral tausta kohaliku elektrivõrgu saatuse kohta tulevikus (erastamine?);
- ? teha tasuvusuuringud.

Võimalike koostootmisjaamade potentsiaalseteks kohtadeks oleks :

- ? Uued kinnisvara arenduspiirkonnad
- ? Uued energiamahukad ettevõtted
- ? Koostootmisjaamad suuremates hoonetes (haiglad, hoonete kompleksid, ujulad, SPA-d jne.)
- ? Olemasolevate kaugküttevõrkude baasil

Hinnanguliselt on potentsiaalne võimalus rajada kaugküttelebaasil koostootmisjaamu, mille elektriline võimsus jääb piiridesse 2...3 MW sellistes linnadesse nagu Viljandi, Kuressaare (projekti uuringud teostatud), Võru, Haapsalu, Paide, Rakvere, Valga, Jõgeva, Viljandi. Suurema võimsusega (ca 10 kuni 20 MW_{e1}) koostootmisjaamade rajamise võimalus kaugküttelebaasil oleks Tartu ja Pärnu. TTÜ üliõpilaste lõputööde tasandil on teostatud uuringuid ka Tallinna linna Mustmäe ja Õismäe piirkonna kaugküttelebaasil koostootmisjaamade rajamiseks.

6. Tõhusa koostootmise rajamist takistavad asjaolud

Tõhusa koostootmise rajamist takistavaks peamiseks asjaoluks on koostootmisjaamadest toodetud elektri müügi võimaluste seadusandlik piiratus. Täpsustamist vajavad ja keerukaks teevad nn. võrguga liitumise tingimused, võrgus töötamise põhimõtted ning bilansivastutusega seonduv.

Koostootmisjaamade rajamist reguleerivad alljärgnevad seadusaktid:

- ? Elektrituruseadus - <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=748815>. Elektrituruseadus sätestab üldised elektrimüüki, võrgutegevust, bilansivastutust ja tootmist puudutavad põhimõtted. Seadus reguleerib elektrienergia tootmist, edastamist, müüki, eksporti, importi ja transiiti ning elektrisüsteemi majanduslikku ja tehnilist juhtimist. Seadus näeb ette elektrituru toimimise põhimõtted, lähtudes vajadusest tagada põhjendatud hinnaga, keskkonnanõuete ja tarbija vajaduste kohane tõhus elektrivarustus ning energiaallikate tasakaalustatud, keskkonnahoidlik ja pikaajaline kasutamine.

- ? Võrgueeskiri - <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=603256>. Võrgueeskiri täpsustab võrguga liitumise tingimusi, võrgus töötamise põhimõtteid ning bilansivastutusega seonduvat.

Koostootmisjaama rajamiseks on vaja vastavalt Elektrituru seadusele § 22 tegevusluba. Tegevusluba on vaja kui:

(1) Tegevusluba on nõutav:

- 1) suurema kui 1 MW netovõimsusega tootmiseadme kasutamise lõpetamiseks;
- 2) elektrienergia tootmiseks, välja arvatud tootmiseks ühe tootja poolt kokku alla 100 kW netovõimsusega tootmiseadmete abil;
- 3) jaotusvõrgu kaudu võrguteenuse osutamiseks;
- 4) põhivõrgu kaudu võrguteenuse osutamiseks;
- 5) riigipiiri ületava alalisvooluliini kaudu elektrienergia edastamiseks;
- 6) otseliini kaudu elektrienergia edastamiseks;
- 7) elektrienergia müügiks;
- 8) elektrienergia impordiks, välja arvatud elektrienergia impordiks süsteemihalduri poolt.

Tegevusluba ei ole vaja kui kokku alla 100 kW netovõimsusega tootmiseseadmete abil toodetud elektrienergiat müüb selle tootja. Seadusega on sätestatud kui tootja müüb tegevusloa alusel toodetud elektrienergiat teisele elektriettevõtjale või tootjaga ühte kontserni kuuluvale ettevõtjale. Samuti on sätestatud ja lubatud kui elektritootja väljaspool põhitegevust müüb elektrienergiat ainult ühe ehitise piires üksnes oma liikmele, rentnikule või üürnikule, ega elamu- või korteriühistust müüjale, kes müüb elektrienergiat üksnes oma liikmele tarbimiseks ühistu majandatavate hoonete piires.

Teistel juhtudel on võimalik müüa elektrienergiat tegevusloa alusel vabatarbijale. Kui vabatarbija, kellele elektrienergiat müüakse ei ole samas kontsernis, on vaja saada tegevusluba elektri müügiks. Vabatarbijal on õigus valida elektrienergia müüjat (ETS §75 lg2). Põhimõtteliselt on vaja üksnes jõuda vabatarbijaga hinnas kokkuleppele. Samuti on vaja sõlmida avatud tarne leping mõne turuosalisega (süsteemihaldur, bilansihaldur või avatud tarnija), kes võtab bilansivastutuse.

ETS §75 lg3 sätestab, et võrguettevõtja või tema nimetatud müüja ostab selle võrguettevõtja võrgukadude korvamiseks ja müügiks turuosalisele, kellele laieneb käesoleva paragrahvi lõikes 1 nimetatud kohustus, elektrienergiat, mille on Eestis kaevandatud põlevkivist tootnud Eestis asuv, kokku vähemalt 500 MW netovõimsusega tootmiseseadmeid valdav tootja, või mille on tootnud väiketootja. Milline on vastavalt ETS §75 lg3 müügi-ostu hind, on veel määratlemata.

Kasutatud kirjandus

1. Directive 2004/8/Ec of the European parliament and of the council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC. Official Journal of the European Union. L52/50. 21.2.2004.

Töö teostamisel kasutati Tallinna Tehnikaülikooli Soojustehnika instituudi poolt teostatud uuringute andmeid järgnevatel ettevõtetele: VKG grupp, AS Sillamäe SEJ, Kiviõli Keemiatööstus, Ahtme SEJ, Iru EJ, Narva EJ

Materjale töö teostamiseks edastas täitjate palvel Kunda Nordic Tsement, Horizon Tselluloosi ja Paberi AS, Filter AS, ELME AS