

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI TALLINNA KOLLEDŽ**

Kinnisvara haldus

Timo Torni

**KOOSTOOTMISJAAMADE TASUVUS HALDUSE SEISUKOHALT**

Lõputöö

Juhendaja: Meelis Pääro

Tallinn 2014

## SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	3
PÕHIMÕISTED .....	4
1. ELEKTRI- JA SOOJUSENERGIA KOOSTOOTMINE .....	5
1.1. Tootmise tehnoloogiad .....	8
1.2. Koostootmine eesti vabariigi seadusandluses .....	15
1.2.1. Konkurentsiameti juhend .....	19
1.3. Keskkonnamõjud .....	24
2. KOOSTOOTMISJAAMADE TASUVUS MAJANDUSLIKUST ASPEKTIST .....	26
2.1. Koostootmisjaama kulukaalutlused .....	27
2.2. Finantseerimise allikad .....	29
2.3. Soojusenergia majanduslik tähtsus ja mõju koostootmis protsessis .....	32
2.4. SWOT analüüs ettevõtja seisukohalt .....	37
2.5. Majandusliku tasuvuse analüüs .....	40
KOKKUVÕTE .....	42
VIIDATUD JA KASUTATUD ALLIKAD .....	44
LISAD .....	47
Lisa 1. Tasuvusaeg toetuseta .....	47
Lisa 2. Tasuvusaeg toetusega .....	48
SUMMARY .....	49

## SISSEJUHATUS

Tänapäeval on väga suur rõhk üleüldises majanduses just energiamajandusel. Oluline on nii füüsilisele isikule, ettevõtjale kui ka riiklikul tasemel, et energia tootmine ning tarbimine oleks loodust säästev ja majanduslikult tasuv. Soojuse- ja elektri koostootmine on kaasaegne viis toota mõlemat energiat koos. Selle tulemusel saastame vähem keskkonda ja kulutame vähem majanduslikke ressursse. Eesti on sõlminud Euroopa Liiduga kokkuleppe, et peab saama aastaks 2020 oma elektrienergia 20% ulatuses koostootmisjaamadest. Hetkel on 11% elektrienergiast saadud koostootmise protsessis.

Soojuse- ja elektri koostootmine on mõeldud põhiliselt soojaenergia tootmiseks. Lisaks sellele, et hoida majanduslikke ressursse kokku, toodetakse ka elektrienergiat. Teema valik tuli sellest, et saada teada, mida kujutab endast „koostootmine“, kuidas see toimib ja kas see on kasulik või on see lihtsalt mõni uus „trend“. Antud töös kajastub üldine ülevaade, millised on koostootmisjaamad ja millistel tehnoloogiatel need toimivad.

Majanduslikud seisukohad kujunevad läbi Eesti Vabariigi seadusandluse, mis reguleerib kogu koostootmisprotsessi läbi mitmete erinevate seaduste, määruste ning juhendite.

Koostootmisjaamade tasuvuse analüüsi eesmärk halduse seisukohalt on lahti mõtestada taolise energiatootmisviisi tasuvus ja keskkonna säästvus. Kaasatud on erinevad osised kogu tootmisprotsessis. Koostootmisjaamade teoreetiline ülesehitus ja erinevad tootmisviisid, seadusandlus ja reguleeritus antud valdkonnas Euroopa Liidu tasemel ning võrdlus alternatiivsete tootmisviisidega annavad ülevaate koostootmisjaamadest terviklikult nii keskkonnasäästu kui ka majandusliku tasuvuse osas.

## **PÕHIMÕISTED**

CHP- Combined Heat and Power ehk elektri ja soojuse koostootmine;

Elektri ja soojuse suhe - talitusandmetel põhinev elektri- ja soojusenergia suhe täiskoostootmisrežiimil;

Kasulik soojus - majanduslikult põhjendatud kütte- või jahutusnõudluse rahuldamiseks või tööstuslikuks otstarbeks koostootmisprotsessis toodetud soojusenergia kogus ilma suitsugaaside pesuri toodanguta;

Kasutegur - toodetud kasuliku energia ja seadmele antud koguenergia suhe protsentides;

Koostoodetud elektrienergia – kasuliku soojuse tootmisprotsessis toodetud elektrienergia, mis on mõõdetud generaatori väljundklemmidel;

Kasuteguri viitväärtus - koostootmise asemel eraldi toodetud soojuse ja elektri kasutegur;

Üldkasutegur – elektrienergia, mehhaanilise energia ja kasuliku soojuse aastatoodangu suhe selle energia tootmiseks kasutatud kütuse energiaga;

Mikrokoostootmiseseade - koostootmiseseade, mille maksimaalne elektriline võimsus on alla 50 kWe;

ORC- Organic Rankine Cycle ehk Rankine meetodil täielikult suletud tsükkel ja selles kasutatakse kütusena silikonõli;

Väikekoostootmisjaam - koostootmiseseadmete talitluslik kogum, mille installeeritud võimsus on alla 1 MWe;

Primaarenergia - energia, mida tarbitakse teisteks energialiikideks muundamata ehk mida leidub looduses ja saab vahetult kasutada;

Põhjendatud tulukus - ärikasum, mis leitakse reguleeritava vara väärtuse ja põhjendatud tulunormi korrutisena;

WACC - Weighted Average Cost of Capital ehk kaalutud keskmine kapitali hind - kapitali struktuuri (oma- ja võõrvahendite vahekord kogukapitalis) ning võla- ja omakapitali hinna alusel leitav kogukapitali hind;

# 1. ELEKTRI- JA SOOJUSENERGIA KOOSTOOTMINE

Tänapäeva enegiapoliitika on ülesehitatud põhiliselt kahele olulisele punktile:

- Energiasäästlikkus, kuna taastumatute energiaallikate varud on ammendumas.
- Keskkonnakaitse, kuna loodushoid on ühiskonnale terviklikult oluline elukeskkonna säilitamiseks

Antud suundumuste ülemaailmsusele osutavad ka mitmed rahvuvahelised lepingud. Näiteks Kyoto Protokoll, mis sätestab kasvuhoonegaaside piiramist.

Üheks võimalikuks lahenduseks, et täita neid suundasid, on toota elektrienergiat ja soojusenergiat koos. Antud meetodit nimetatakse Combined Heat and Power (CHP) ehk koostootmiseks.

CHP on protsess, mille käigus ühes tootmises väljastatakse kahte erinevat energiat.

1. Soojusenergiat kasutatakse absorptsioonil põhinevate jahutusprotsesside käitamiseks kaugjahutussüsteemides, tehnoloogilistes protsessides, ruumide kütteks või tarbevee soojendamiseks.
2. Mehaanilist energiat muudetakse elektriks, mida omakorda kasutatakse kompressorite, ventilaatorite ja pumpade otseseks käitamiseks või müüakse vabale turule.

Soojuse ja elektri koostootmise iseloomustamiseks kasutatakse mõistet kogukasutegur, mis avaldub summana elektrilisest kasutegurist ja soojuslikust kasutegurist ehk analüütiliselt



joonistel 1.1, 1.2 ja 1.3

*Joonis 1.1 Soojusliku kasuteguri arvutus. [23]*

Soojuslik kasutegur on soojuste tootmiseks vajamineva kütuse alumine kütteväärtus, mille saame toodetud soojuste koguse jagamisel süsteemi sisseviidud kütuse energia kogusega.



*Joonis 1.2 Elektrilise kasuteguri arvutus. [23]*

Elektriline kasutegur on elektrienergia tootmiseks vajamineva kütuse alumine kütteväärtus, mille saame toodetud elektrienergia koguse jagamisel süsteemi sisseviidud kütuse energia kogusega.



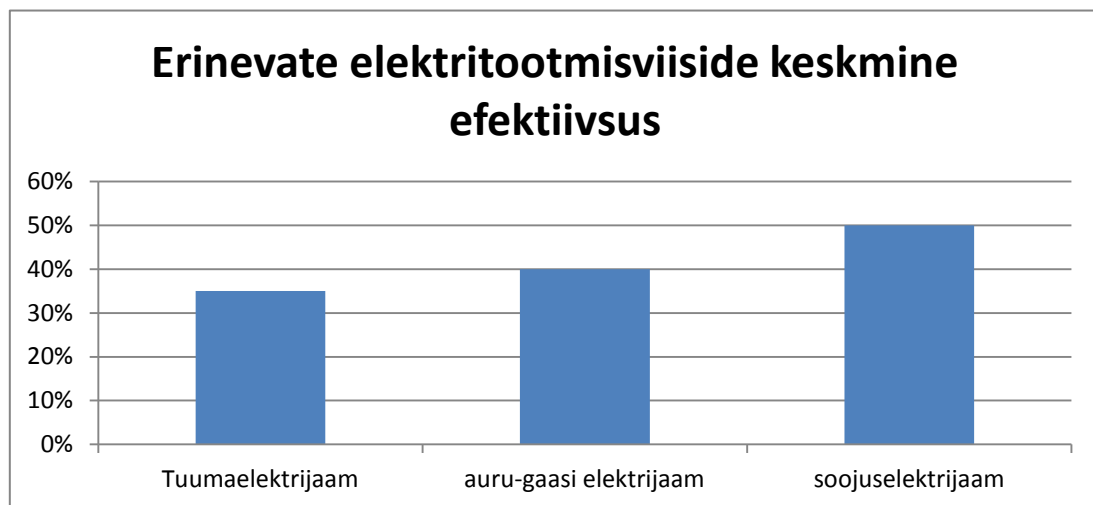
*Joonis 1.3 Kogukasuteguri arvutus. [23]*

Kogukasutegur on koostootmiseks vajamineva kütuse alumine kütteväärtus, mille saame toodetud soojuste ja elektrienergia koguste omavahel liitmisega ja selle summa jagamisel süsteemi sisseviidud kütuseenergia kogusega.

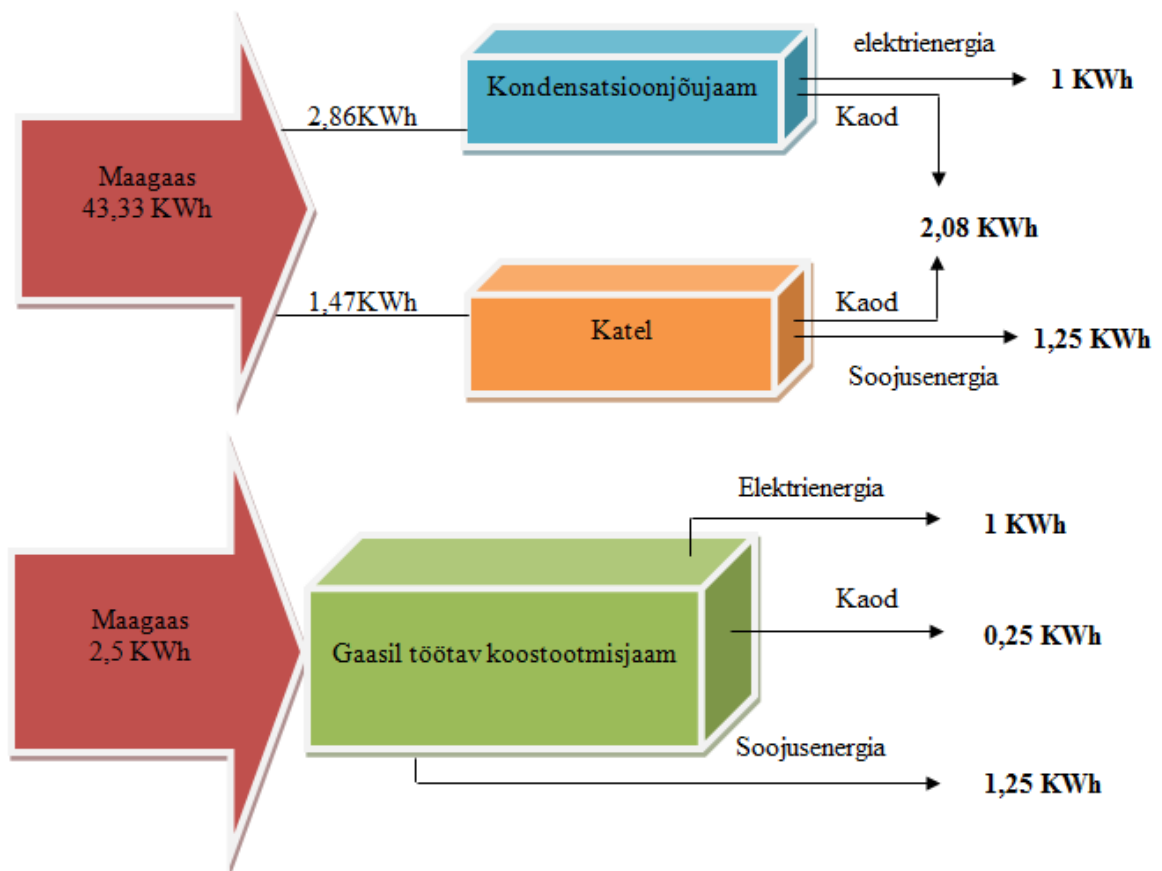
Elektrigeneraatoritesse suunatud energiaga, mis tekib turbiinide pöörlemise abil, saadakse elektrijaamades elektrit. Kivisöe ja põlevkivi põletamisest või aatomituuma lõhustumisest saadakse turbiini töös hoidmiseks vajalik soojus, mis on vajalik aurujõu tootmiseks. Suur osa tekkinud soojust kasutamist ei leia ning see paisatakse atmosfääri, mis on kahjulik keskkonnale (joonis 1.4 erinevate elektri tootmisviiside efektiivsus). Lisaks kasutamata soojusenergiat lisandub ligikaudu 11% suurune elektrienergia kadu kaugete vahemaade tagant ülekandmise käigus ja edasises transformeerimisel. Koostootmist eristab teistest elektritootmisviisidest see, et tekkivat soojust ei paisata atmosfääri, vaid juhitakse soojusenergiaks. Koostootmine on kasulik

juhul, kui antud meetod sobib olemasolevatesse tingimustesse. Erinevad hooned milles koostootmine on arukas:

- 1) Meditsiini-asutused,
- 2) Koolid,
- 3) Ujulad ja saunad,
- 4) Kommunaalküttesüsteemid,
- 5) Hotellid ja võõrastemajad,
- 6) Tehased,
- 7) Heitveejaamad
- 8) Prügilad
- 9) Põllumajandusettevõtted



*Joonis 1.4 Erinevate elektritootmisviiside keskmine efektiivsus protsentuaalselt. (Wikipedia)*



*Joonis 1.5 Energia kaod koostootmisjaamas võrreldes kadudega alternatiivsete energia tootmisviisidega. [23]*

## 1.1. Tootmise tehnoloogiad

**Otto** või **Dieseli** ringprotsessil põhineb sisepõlemismootoriga jõuseade. Soojuse ja elektri tootmise kasutegur sisepõlemismootoriga ulatub 89% kuni 92%. Reeglina kasutavad kütuseks maagaasi Otto ringprotsessil töötavad seadmed ning võimsuse suhe soojuse ja elektrilise võimsuse vahel on 1,2 kuni 1,7. Soojust väljutatakse ülelaadimisõhu jahutist, mootori jahutussüsteemist, heitgaaside soojusvahetist ja ka õlijahutist. Üheks võimaluseks kasutada ära lahkuvate gaaside soojus on toota tehnoloogilist auru. Tavaliste jõujaamade elektriline võimsus on 100 KW kuni 5 MW piires, kuid seadmeid, mille võimsus on 9 kuni 20 KW toodetakse ka. Gaasimootorid töötavad üldjuhul kahel erineval režiimil, mida eristab õhu-kütuse vahekord ning



nende erinevus on tuntavalt märgatav heitmetes. Kui olulisi emulsiooni piiranguid ei ole rakendatud, siis töötab mootor veidi üle stöhhiomeetrilise õhu-kütuse vahekorra ržiimi ning on selljuhul ehitatud võimalikult suure kasuteguri ja võimsuse peale.

Eelpool selgitatud ringprotsessid on ülesehitatud tahke- ja vedelkütuste põletamisel sisepõlemismootoris, kuid neist veidi erinev on auruturbiini töö, mis põhineb **Rankine'i** ringprotsessil. Aur paisub soojustarbijatele olulise rõhuni, mis on aurukatlas genereeritud ning elektrigeneraatoriga ühendatud turbiinis. Antud süsteemi eeliseks eelnevate süsteemidega peetakse võimalust rakendada seda suurtel võimsustel, mis annab võimaluse kasutada erinevaid kütuseid. Sellel on suhteliselt madalad tootmiskulud ja suhteliselt pikk kasutusiga.

Välisõhu temperatuurist sõltub kaugkütte soojuskoormus, kuid aurujõuseadmete kasutegurit suurendab elektri tootmise baasil rakendatud kaugküte. Hetkel on aurujõuseadmete netokasutegur ligikaudu 38%, kuid selle meetodi rakendamisel on oodatav tõus 43% kuni 44%. Kuna tänapäeva ühiskonnas on kandev roll keskkonnakaitsel, tuleb aurujõuseadmetes, mis töötavad tahketel kütustel ja rasketel vedelkütustel, rakendada kulukaid lisaseadmeid (lendtuha, NO<sub>x</sub> ja SO<sub>2</sub> püüdmise seadmed). Aurujõuseadmete üldmaksumuselt moodustavad antud seadmed ligikaudu 30%.

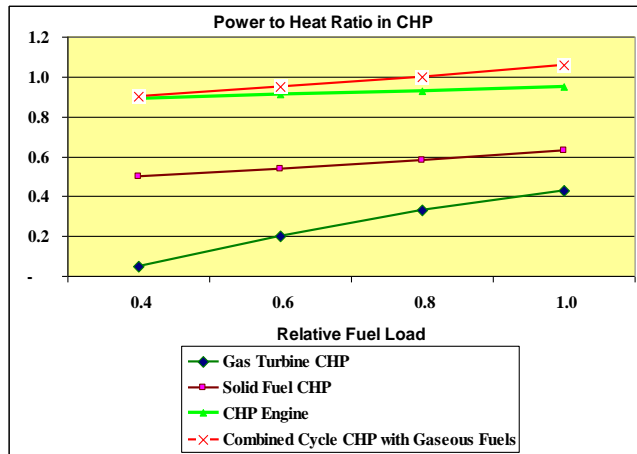
Oluliselt aitab kasutegurit tõsta, kui kasutada kombineeritud auru- ja gaasitsükliga seadmeid. Sel juhul suureneb elektri toodang, kuid kahjulike ainete hulk, mis paisatakse atmosfääris, jääb samaks (tabel 1.1). Kasuteguritõus saavutatakse järgnevate punktide abil:

- a) Gaasiturbiini tsükli ehitamine aurutsükli peale.
- b) Lahkuvate gaaside mahu suhteline vähendamine.

Antud ümberehituse teeb võimalikuks asjaolu, et auru temperatuur auruturbiini tsükliks on oluliselt kõrgem gaasiturbiini nii siseneva kui ka lahkuva gaasi temperatuurist.

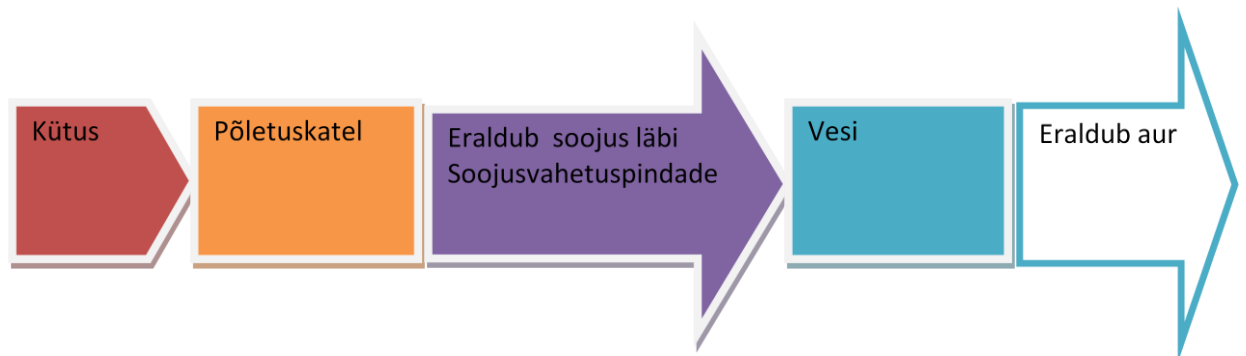
Turbiin	Gaasi temperatuur	Kasutegur
Westinghouse'i turbiin	1236°C	58%
H-seeria kombijaamade turbiin	1430°C	60%

**Tabel 1.1** Gaasi temperatuuride ja kasuteguri erinevused auruturbiini ja gaasiturbiini puhul. [2]



*Joonis 1.6 Erinevat tüüpi koostootmisjaamade elektri ja soojuse toodangu suhe koormuse järgi. [24]*

**Aururingprotsessiga koostootmisjaamas** toimub elektri tootmine auru abil. Läbi turbiini juhitakse ülekuumendatud aur ja generaator, mis on ühendatud turbiini võlli külge, muundab elektrienergiaks võlli pöörliikumine. Katlas põletatakse kütust, et saada auru. Antud protsess on kirjeldatud joonisel 1.7.



*Joonis 1.7 Auru saamine aururingprotsessiga koostootmisjaamas. (Eesti Energia)*

Aururingprotsessi põhimõtetel töötavas koostootmisjaamades kasutatakse mitmeid erinevat tüüpi katlaid. Katla eripärast lähtuvalt on kasutuses erinevate omadustega ja kütteväärtustega kütused. Alustades kõige levinumast ehk maagaasist ning lõpetades sorteerimata olmejäätmetega, mis on keskkonna perspektiivist lähtuvalt keskkonnasäästlik. Vasturõhuturbiiniga koostootmisjaamas suunatakse turbiinist väljuv veeaurusoojus, mis on madala temperatuuriga, kaugküttevõrku või

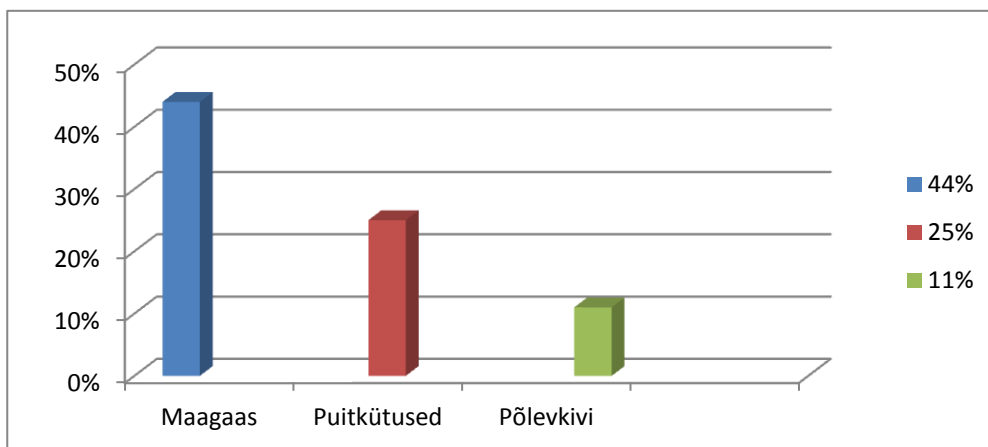
soojustarbijale. Turbiini vaheltvõtuga koostootmisjaama puhul võimaldatakse auru välja võtta turbiini erinevate astmete vahepeal. See meetod on vajalik, kui soojustarbija vajab kõrgema rõhuga või temperatuuriga auru (näiteks tehas) või on soojuse tarbimine ebastabiilne.

**Sisepõlemismootoriga kombijaamades** kasutatakse gaasimootoriga seadmeid, mis põhinevad Otto ringprotsessil (samal süsteemil töötavad ka bensiinimootorid). Gaas põletatakse väga lahja seguna ning süüdatakse süüteküünlaga. Vähenes NO<sub>x</sub> tekkimine, madal põlemistemperatuur ning puudub vajadus katalüütiliseks puhastuseks on lahja kütteseguga mootori eeliseks. Sellest lähtuvalt on kulutused keskmiselt 10% väiksemad. Lahja kütteseguga töötavate mootorite konstruktsioon põhineb tavaliselt diiselmootoritel. Need valmistatakse ilma eelkambriga ning alandatud on kompressiooniastet. Põhiliseks kütuseks on gaasimootorite puhul ette nähtud töötamine maagaasil. Gaasimootorid on odavamad diiselmootoritest, kuna viimastes kasutatakse üldjuhul kaheastmelist põletamist ning vajalik on nii katalüsaatoriga gaasipuhasti kui ka kompressor.

**Maagaasil töötavate kombijaamade** olulisemad eelised on:

- 1) Primaarenergia kõrge kasuteguriga ja efektiivne kasutamine,
- 2) Heitmete, mis saastavad keskkonda, vähenemine,
- 3) Pikkade kaugküttetrasside puudumine, tarbijalähedus,
- 4) Väikesed hooldekulud,
- 5) Jõujaama kõrge automatiseeritus ja kompaktsus,

Taolise koostootmisjaama ehitamisele eelneb alati investeeringu tauvuse uuring, kuna tuleb arvestada, et riigiti ja piirkonniti on järgmised nüansid erinevad: elektri ja gaasi hind, primaarenergia tarbimise struktuur, maksusüsteem. Seega sõltub antud tootmise rajamise tasuvus ja otstarbekus suuresti konkreetsest piirkonnast ja oludest. Siiski on Euroopas maagaas eelistatavam kütus elektriliste lisavõimsuste planeerimisel. Kuna see võimaldab saavutada elektrienergia tootmisel kasuteguri üle 50%, on võrreldes osade alternatiividega keskkonnasõbralikum ning maagaasil töötavad elektrijaamad võimaldavad hajutada elektri tootmist. Nad on vähem kapitalimahukad ja nende ehitusaeg on lühike.



*Joonis 1.8 Eestis soojuse tootmiseks enim kasutatavate kütuste suhe võrdlusena (Tallinna küte).*

Eestis on kasutusel erinevad kütused kaugkütte soojuse tootmiseks (vaata joonis 1.8 enim kasutatavate kütuste kohta). Üldjuhul on soodsaim toota kohalikust- ja taastuvkütustest (näiteks puiduhake, turvas, jäätmed jne), kuid paljud ettevõtted kasutavad stabiilse hinnapoliitika ja töökindluse huvides kombineeritult mitut erinevat kütust (näiteks puiduhake koos maagaasi või põlevkiviõliga).

**Jäätmete põletamine** on elektri- ja soojusenergia tootmises uudne suund, millele aina enam tähelepanu suunatakse lähtuvalt selle meetodi keskkonnasõbralikkusest. Jäätmete põlemisel saadav kütteväärtus on ligilähedane põlevkivi kütteväärtusega. Taolise kohaliku ressursi kasutuselevõtt tugevdab Eesti energiajulgeolekut ja väliskaubandusbilanssi.

**Biomassi** erinevad produktid:

- 1) Olmejäätmete orgaaniline osa,
- 2) Ettevõtete biolagunevad tootmisjäätmed ja -jäätmed.
- 3) Biolagunevad põllumajandusjäätmed ja -jäätmed (taime-, looma- ja linnukasvatustest),
- 4) Reoveesetted ja reoveemudad,
- 5) Rohtne biomass (looduslikult kasvavad rohttaimed või spetsiaalselt kasvatatavad ja sileeritavad nn energiataimed)

- 6) Asulate prügilad (kogutakse nn prügilagaasi, mis sarnaneb oma olemuselt anaeroobse kääritamise protsessis saadava biogaasiga).

[13]

$$E_{\text{netokt}} = \frac{Q_{\text{kt}}}{Q_{\text{kond}} + Q_{\text{kt}}} \times E_{\text{neto}}$$

**Valem 1.1** Biokütuse kasutamisel koostootmisjaamas arvutatakse elektrienergia kogus järgmiselt:

*Kus,  $E_{\text{netokt}}$  – koostootmisrežiimil toodetud elektrienergia netokogus MWh;*

*$Q_{\text{kond}}$  – kondenseeritud soojusenergia kogus MWh;  $E_{\text{neto}}$  – elektrienergia netotoodang MWh;*

*$Q_{\text{kt}}$  – toodetud kasulik soojusenergia kogus MWh*

(Riigiteataja)

$$E_{\text{netoktbio}} = E_{\text{netokt}} \times p_o$$

**Valem 1.2** Kui aga kasutatakse koostootmisjaamas kütusena biomassi koos muu energiaallikaga arvutatakse elektrienergia kogus järgmiselt:

*Kus,  $E_{\text{netoktbio}}$  – koostootmisrežiimil biomassist toodetud elektrienergia netokogus MWh;*

*$E_{\text{netokt}}$  – koostootmisrežiimil toodetud elektrienergia netokogus MWh, mis on arvatud eelmise valemi alusel;*

*$p_o$  – biomassi primaarenergia osakaal tootmiseks kasutatud kütuse kogusest.*

(Riigiteataja).

**Puidu gaasitamise** meetod on tuntud juba üle 150 aasta. Sõja aastatel oli üle maailma kasutusel üle miljoni gaasimootoriga auto ning antud puugaasigeneraatorite tootmine algas juba enne II

maailmasõda. Eestis katsetati antud tehnoloogiat taaskord üheksakümnendate alguses seoses bensiinikriisiga. Puidus on lendosiste sialdus ligikaudu 85%. Tehnoloogia arengust lähtuvalt võimaldab uute tehnoloogiate kasutuselevõtt toota biomassist „biosyngaasi“, mille kütteväärtus on sarnane looduslikule gaasile 28 MJ/1000m<sup>3</sup> (18,8 kJ/kg). Tabelis 1.2 on toodud puidugaasi koostis mahuliselt, kui see on saadud auruga konversioonil 850°C juures. Puidugaasi saab kasutada majapidamises toiduvalmistamiseks, gaasimootorites, kateltes ja gaasiturbiinides.

Aine	Maht
H <sub>2</sub>	51,8%
CO	45,1%
CO <sub>2</sub>	2,7%
CH <sub>4</sub>	0,4%

**Tabel 1.2** Puidugaasi koostis mahuliselt. [16]

Sõltuvalt elektrivõrgu ülemaailmsusest on soojuse ja elektrienergia koostootmisjõujaama töö kõrge efektiivsuse saavutamiseks mõistlik järgida ulatuse määramisel alljärgnevaid põhimõtteid:

1. Et tagada jõujaama võimalikult suur aastane kasutusaeg, tuleks see projekteerida soojusvõimasele, mis oleks vastavuses tarbija baassoojusvajadusega.
2. Kui tootja enda elektrienergia vajadus osutub väiksemaks, kui antud jaama tootlikus, siis on võimalik müüa ülejääk võrku teistele tarbijatele.
3. Tipuseadmetega ja suurtootjatel kaetakse lisaks ostetava soojusenergiaga ületav soojustarve tarbija baasvajadusest lähtuvalt.

Soojuse ja elektri koostootmisjõujaama rajamise vajalikkus tuleks otsustada välja selgitades järgmised olulisemad tingimused:

1. Soodsaim soojuse ja elektri koostootmisjõujaama osade suhteline paigutus.
2. Soojuse ja elektri koostootmisjaamale sobilik asukoht
3. Rajatava soojuse ja elektri koostootmisjaama ühendamise valmidus olemasoleva soojuse- ja elektrivõrguga.
4. Et tagada soojuse ja elektri koostootmisjõujaama kasutus koos kõrge kasuteguriga, tuleks hinnata planeeritava asukoha tarbijate soojuskoormused ööpäeva ja aasta lõikes.

## 1.2. Koostootmine eesti vabariigi seadusandluses

Eesti Vabariigi seadusandlus suuresti sõltudes Euroopa Liidu Parlamendi ja Nõukogu direktiividest, reguleerib koostootmisjaama rajamise ning hiljem energia realiseerimise ja tootmisega seonduvat. Kaudselt puutuvad antud valdkonda paljud erinevad seadused ning määrused - kaugkütteseadus, tõhusa koostootmise nõuded, konkurentsiseadus, haldusmenetlus seadus, energiatõhususe miinimumnõuded, elektrituruseadus jpt.

Koostootmisjaamade tõhustst ja nõudeid dikteerib otseselt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi määrus, mis põhineb Euroopa Liidu Parlamendi ja Nõukogu direktiividele. Soojuse- ja elektri müügihinna detailsemat kujunemist ja tootmist kirjeldavad kaugkütteseadus ja energiatõhususe miinimumnõuded. Hinnakujunemise kirjeldavad otseselt lahti antud seadustele toetudes konkurentsiameti nõuded.

**Tõhusa koostootmise nõuded.** Eesti Vabariigi Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium on sätestanud lähtuvalt Euroopa Liidu Parlamendi ja Nõukogu direktiivist kindlad piinormid, mis peavad olema täiedetud ettevõtte poolt, mis toodab elektri- ja soojusenergiat koos. Antud direktiiv hõlmab endas järgimisi koostootmistehnoloogiaid: kombineeritud tsükliga gaasiturbiin koos utilisaatorkatlagaga, vasturõhuaauruturbiin, vaheltvõttudega auruturbiin, gaasiturbiin koos utilisaatorkatlagaga, sise põlemismootor, mikroturbiin, Stirling-mootor, kütuseelement, aurumootor, orgaanilised Rankine ringprotsessid ja muud tehnoloogiad või nende kombinatsioonid, mis vastavad koostootmise mõistele.

$$PES = \left[ 1 - \frac{1}{\frac{CHPH\eta}{REFH\eta} + \frac{CHPH\eta}{REFH\eta}} \right] \times 100\%$$

### Valem 1.3

Kus, PES on primaarenergia sääst;

$CHPH\eta$  on kasuliku soojuse kasutegur (viimase 12 kuu kasuliku soojuse toodang jagatud kütuseenergiaga, mis kulus kasuliku soojuse ja elektri koostootmiseks);

$REFH\eta$  on soojuse eraldi tootmise viiteväärtus;

$CHPE\eta$  on koostoodetud elektrienergia kasutegur (koostoodetud elektrienergia viimase 12 kuu kogus jagatud kütuseenergiaga, mis kulus kasuliku soojuse ja elektri koostootmiseks);

$REFE\eta$  on elektrienergia eraldi tootmise viiteväärtus.

(Riigiteataja)

Valemis 1.3 on välja toodud seaduses etteantud valem primaarenergia säästu arvutamiseks ning sama valemi alusel on protsentuaalselt välja arvutatud tõhususe piirnormid koostootmises.

1. Üldkasutegur peab olema vähemalt 75% ning primaarenergia sääst vähemalt 10% aruandlusperioodil, kui kasutada antud tehnoloogiaid: kütuseelement, mikroturbiin, sise põlemismootor, Stirling mootor, gaasiturbiin koos utilatsioonikatlaga ja vasturõhuturbiin.
2. Üldkasutegur peab olema vähemalt 80% ning primaarenergia sääst vähemalt 10% aruandlusperioodil, kui kasutada antud tehnoloogiaid: kombineeritud tsükliga gaasiturbiin koos utilisaatorkatlaga, vaheltvõttudega auruturbiin.

Kui antud punktides toodud üldkasutegurid jäävad vastavalt alla 75% ja 80%, arvutatakse koostootmisprotsessis toodetud elektrienergia kogus toodud valemi 1.4 abil.

1. Seadus ei reguleeri piirnormidega väiketootmisjaamu ja mikrokoostootmisseedmeid, kuna nende puhul on primaarenergia sääst tagatud.



2. Suurteks loetakse koostootmisi, mille elektriline võimsus on üle 25 MWe ning nende puhul peab aastane üldkasutegur olema 70% ning primaarenergia sääst 10%.

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

#### ***Valem 1.4***

*Kus,  $E_{\text{CHP}}$  on soojus- ja elektrienergia koostootmisel toodetud elektrienergia;*

*$H_{\text{CPH}}$  on soojus- ja elektrienergia koostootmisel saadava kasuliku soojuse kogus;*

*C on koostootmisel toodetud elektrienergia ja soojusenergia suhe.*

*(Riigiteataja)*

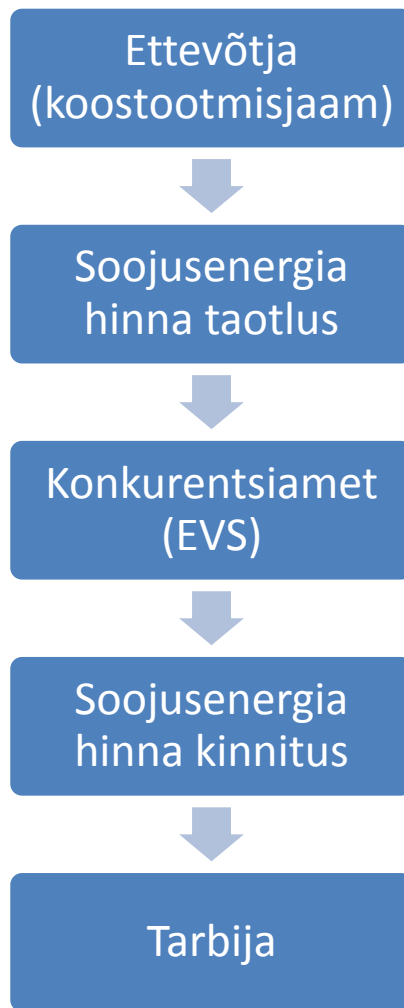
**Energiatõhususe miinimumnõuded** on lähtuvad Eesti Vabariigi seadusandlusest ja Euroopa Liidu Parlamendi ja Nõukogu direktiividest. Eesmärk on muuta Eestisse rajatavad hooned ja ehitised energiatõhusaks. See omakorda on lähtuv eesmärgist toota, tarbida ja realiseerida keskkonda säästvalt. Alates 2013 aastast jõustunud uute energiatõhususe miinimumnõuete karmistumine mõjutab tugevalt ka koostootmisjaamade rajamist ning toimimist, lisaks on selle eesmärk vähendada süsinikdioksiidi hulka, mis paiskub õhku.. Antud nõuete (ja paljude teiste) ühine eesmärk on jõuda nullenergiahooneteni, Euroopa Liidu Parlamendi ja Nõukogu direktiiv näeb ette, et aastaks 2021 peavad kõik ehitatavad hooned vastama ligi nullenergiahoonete nõuetele.

Jnr.	Energiakandjate liik	Kaalumistegur
1.	taastuvtoormel põhinevad kütused (puit ja puidupõhised kütused ning muud biokütused, välja arvatud turvas ja turbabrikett)	0,75
2.	Kaugküte	0,9
3.	vedelkütused (kütteõlid ja vedelgaas)	1,0
4.	maagaas	1,0
5.	tahked fossiilkütused (kivisüsi ja muu selline)	1,0
6.	turvas ja turbabrikett	1,0
7.	elekter	2,0

**Tabel 1.3** Energiakandjate kaalumistegurid. (Riigiteataja)

Kõige otsesemalt mõjutab koostootmist seoses antud muudatustega elektrienergia kaalumisteguri tõus 1,5'lt 2,0 (vaata tabel 1.3). Energiakandjate kaalumistegurite puhul on tegemist teguritega, mis arvestavad, kui palju kulutati energia ammutamisel, tootmisel, ülekandel ja jaotamisel kokku ehk energia tootmiseks primaarenergiat.

Näitlikult: kui hoone on projekteeritud tarbima elektrienergiat (kütmiseks, tarbevee soojendamiseks) sajaprotsendiliselt, 100 KWh aastas ruutmeetri kohta, siis eelnevalt kehtinud nõuete järgi oleks sellise hoone energitõhususe näitaja olnud 150KWh aastas ruutmeetri kohta ja uue määruse järgi on see 200 KWh aastas ruutmeetri kohta.



*Joonis 1.9 Soojusenergia hinnakujunemise ahel ettevõtjast tarbijani. [11]*

### **1.2.1. Konkurentsiameti juhend**

Konkurentsiameti juhend reguleerib hinna kujunemist elektri- ja soojusenergia tootmises. Hoolimata sellest, et koostootmine põhineb süsteemil, kus ühest seadmest väljub nii soojusenergia kui ka elektrienergia, tuleb lähtuvalt Konkurentsiameti juhendist hinnakujunemisel lahutada nii kulud kui tulud teineteisest. Vastavalt kaugkütteseadusele tuleb koostootmisjaamal soojusenergia tootmise, jaotamise ja müügi osas pidada eraldiseisvat arvestust elektrienergiast. Elektriturseadus reguleerib elektrienergia koostootmise protsessi. Elektri hind ei kuulu kooskõlastamisele, kuna lähtuvalt Euroopa Liidu direktiividele on tegemeist kaubaga, mida müüakse vabaturu tingimustes. Sellest tulenevalt on Konkurentsiameti ülesanne kooskõlastada koostootmisprotsessis toodetud soojusenergia hind viisil, kus ristsubsideerimine oleks välistatud

kulude jagamisel. Soojus- ja elektrienergia tootmise kulud koostootmisprotsessi käigus tuleb jagada nii, et oleks tagatud põhjendatud soojusenergia hind. Kuna seadundlus käsitleb soojuse ja elektri tootmist võrdväärseks on Konkurentsiamet välja töötanud kaks meetodit hinna kujunemiseks koostootmisjaamas nii, et mõlemad valdkonnad on koheldud võrdväärsena ja ei teki ristsuubsideerimist.

- 1) Eraldiseisvate kulude meetod ehk alternatiivkatlamaja meetod
- 2) Füüsikaline meetod

Kui koostootmine toimub kütuse baasil (näiteks põlevkivi), mille põletamiseks veesoojenduskateldega ei ole kasutusel vastav tehnoloogia, siis alternatiivkatlamaja meetodit kulude jagamisel rakendada ei saa. Sõltuvalt sellest (põlevkivist soojuse tootmisel koostootmisprotsessis) antud meetodi ei kasutata ning kasutatakse füüsikalist meetodi.

**Alternatiivkatlamaja meetodi** puhul vaadeldakse hinna arvutamisel elektri ja soojuse koostootmise protsessis toodetud produktide tootmise käigus tehtud kulutusi ja põhjendatud tulu teineteisest eraldiseisvalt. Antud meetodit saab praktiseerida ainult alternatiivkatlamajade puhul (soojus ja elekter on toodetud teineteisest eraldiseisvalt) ehk soojus on toodetud ainult selleks mõeldud katlaseadmetega katlamajas. Meetodi peamiseks printsiibiks on, et elektri- ja soojusenergia koostootmise protsessis toodetud soojuse müügihinnale ei saa lisada rohkem kulusid, kui seda tehakse üksnes soojusenergia tootmiseks mõeldud katlaseadmetega. Tarbija ei pea maksma koostootmisprotsessis toodetud soojusenergia eest enam, kui eraldiseisvas katlamajas toodetud soojuse eest ning see muudab antud meetodi hinna kujunemise lihtsamaks ja arusaadavamaks. Antud meetodi puhul eeldatakse analoogselt koostootmisele, et soojatootmine katlamajas on samaväärselt keskkonnasäästlik ja efektiivne tarbija seisukohalt. Koostootmisprotsessis saavutatakse kasumlikus elektri tootmisel lähtuvalt selle eripärast, kus võrreldes kondensatsioonielektri jaamaga kasutatakse protsessis tekkiv soojus kasulikult otsetarbel ära ning sellest tulenevalt on soojusenergia tootmine katlamajas sama efektiivne kui koostootmisprotsessis just soojustarbija seisukohast. Teisalt ei kannata soojustarbija, kui investeering koostootmisjaama osutub ebaefektiivseks. Alternatiivkatlamaja soojusenergia hinna kujunemise valem sisaldab kõiki soojusenergia tootmisega seonduvaid otsekulutusi:

1. Kulud kütusele: kütuse kulu arvutatakse soojuse tootmiseks kasutatava kütuse koguse ja kütuse hinna korrutisena (vaata valem 1.5). Soojusettevõtja lepinguline kütuse hind võetakse kütuse hinna aluseks ja seda omakorda võrreldakse turuhinnaga. Kui lepinguline hind erineb märkimisväärselt turuhinnast, võetakse kütuse hinna arvutamisel aluseks turuhind. Soojusenergia tootmiseks vajalik kütusehind arvutatakse müügi mahu ja katlamaja kasuteguri alusel.

$$Q_{kütus} = \frac{Q_{soojusm}}{\eta_{tootmine} \times (1 - q_{trass})}$$

### Valem 1.5

$Q_{kütus}$ ,  $Q_{kütus}$  on tootmiseseadmesse antava kütuse kogus (MWh);

$Q_{soojusm}$  on soojusettevõtja poolt tootmiseseadmes toodetud soojuse müügi kogus (MWh) (ei sisalda teistelt soojusettevõtjalt ostetud ja edasimüüdud soojust);

$\eta_{tootmine}$  on soojuse tootmise kasutegur (%);

$q_{trass}$  on trassikadu (%).

(Riigiteataja)

2. Keskkonnatasud arvutatakse kehtestatud saastetasu määrade ja kütuse koguse alusel.
3. Muud muutuvkulud (teenuste hindade ja administratiivselt reguleeritavate kaupade puhul) võetakse aluseks kooskõlastatud hinnad, näiteks elektri võrguteenuse ja veeteenuste hinnakirjad.
4. Tegevuskulud leitakse investeeringu soetusmaksumuse alusel alternatiivkatlamajale;
5. Põhjendatud tulukuse ja kapitalikulu summa arvutatakse annuiteetmakse valemi alusel, mille eesmärgiks on jagada põhjendatud tulukuse ja kapitali kulu võrdselt kogu investeeringu tehnilise eluea pikkusele. Antud valemi komponendid on investeeringu tehnilise eluea pikkus, soojuse tootmiseks teostatud investeeringu soetusmaksumus ja kaalutud keskmine kapitali hind. Antud komponentide puhul lähtutakse järgnevast:
  - a) Optimaalsele soojuskoormusele vastava katlamaja soojuslik võimsus on aluseks investeeringu maksumusele.
  - b) Katlamaja tehnoloogia ja maksumuse valikul lähtutakse tehnoloogilise neutraalsuse printsiibist, ühtegi konkreetset tehnoloogiat ei saa põhjendamatult eelistada, see on reglementeeritud kaugkütteseaduse §1 lg2 lähtuvalt, ning investeeringu põhjendatud maksumus turuhinna alusel.

- c) Annuiteetmakse (PMT) intressmääraks võetakse konkurentsiameti poolt koostatud juhendi alusel kaalutud keksmine kapitali hind(WACC).

$$WACC = k_e \times \left( \frac{OK}{VK + OK} \right) + k_d \times \left( \frac{VK}{VK + OK} \right)$$

**Valem 1.6** Kaalutud keskmine kapitali hind arvutatakse järgmise valemi alusel.

*Kus,  $k_e$  on omakapitali hind (%);*

*$k_d$  on võlakapitali hind (%);*

*VK on võlakapitali osakaal (%);*

*OK on omakapitali osakaal (%).*

*(Riigiteataja)*

$$T_{lubatud} = MK + TK + A + PT$$

**Valem 1.7** Lubatud müügitulu leitakse järgneva valemi alusel.

*Kus,  $T_{lubatud}$  on lubatud müügitulu (€);*

*MK on muutuvkulud (€);*

*TK on tegevuskulud (€);*

*A on kapitalikulu (€);*

*PT on põhjendatud tulukus (€).*

*(Riigiteataja)*

**Füüsikaline meetod** on kulude ja põhjendatud kulukuse jagamise meetod soojus- ja elektrienergia koostootmise protsessis, mille puhul võetakse hinnakujunemise aluseks primaarenergia. Antud meetodil leitakse kulude protsentuaalsed osakaalud elektrienergiale ja soojusenergiale primaarenergia alusel eraldi. Kulude osakaal soojusele saadakse primaarenergia koguse jagamisel katlasse antud kogu kütuse ehk primaarenergia kogusega ehk soojuse tootmiseks kasutatud kütusega. Soojuse tootmiseks kasutatud kütuse koguse leidmisel arvestatakse ka soojusvahetite ja aurutorustiku kasuteguritega. Soojuse bruto tootmise kulud on kulud, mis ei sisalda kulusid elektrile ehk soojuse tootmise kulud.

$$T_{tootmine\ el+s} = K_{el+s} + S_{el+s} + MK_{el+s} + TK_{el+s} + A_{el+s} + PT_{el+s}$$

**Valem 1.8** Elektri ja soojuse koostootmise kulud ja põhjendatud tulukus leitakse järgmise valemi alusel.

$K_{el+s}$ ,  $T_{tootmine\ el+s}$  on elektri ja soojuse koostootmise kulud ja põhjendatud tulukus;

$K_{el+s}$  on kulud kütusele elektri ja soojuse koostootmisel;

$S_{el+s}$  on kulud keskkonnatasudele elektri ja soojuse koostootmisel;

$MK_{el+s}$  on muud muutuvkulud elektri ja soojuse koostootmisel;

$TK_{el+s}$  on tegevuskulud elektri ja soojuse koostootmisel;

$A_{el+s}$  on kapitalikulu elektri ja soojuse koostootmisel;

$PT_{el+s}$  on põhjendatud tulukus elektri ja soojuse koostootmisel.

(Riigiteataja)

Katla kasuteguriks võetakse tegelik katla kasutegur, muudel tehnoloogiatel mitte alla 80% kuid keevkihtkatlale mitte alla 90%. Soojusvaheti puhul tegelik kasutegur aga mitte alla 98%. Koostootmise protsessis on vajalik elektri omatarve, millest lähtuvalt jagatakse kulud elektri brutotoodangu alusel ning leitakse elektri brutohind, mis lülitatakse nii elektri kui ka soojuse hinda. Elektri brutotoodang ei sisalda elektrijaama seamete omatarvet kuna antud toodang on generaatori klemmidel.

### 1.3. Keskkonnamõjud

Koostootmise põhiline keskkonnaeelis on väiksem kütusekulu, võrreldes tavaolukorraga, kus elektrit ja soojust toodetakse eraldi, kuigi ka koostootmises pole võimalik vältida-kasvuhoonegaaside heiteid.

- 1) Fossiilkütuste kaevandamisega seotud mõju
- 2) Energia ja soojust eraldi tootmisega kaasnevat suuremat kütusekulu
- 3) Energia ja soojust tootmise käigus tekkivaid süsinikdioksiidi heiteid
- 4) Õhu saastumist muudest õhkuheidetest, nt CO, NO<sub>x</sub>, SO, tolm

Keskkonnasõbralik variant on soojust ja elektrienergia koostootmine jäätmete põletamise teel, mille tulemusena väheneb jäätmete prügilasse ladestamise negatiivne mõju keskkonnale. Jäätmed, mis muidu ladestataks keskkonda, põletatakse, mille tulemusena toodetakse jäätmetest efektiivses koostootmisrežiimis soojust ja elektrit, mis omakorda peaks vähendama hinnatõusu survet tarbijatele.

Keskkonnasõbraliku biomassi energia kasutamise puhul on eelkõige eelis keskkonnakaitselistel tegevustel – maastikuhoolduse käigus niidetava biomassi puhul saadava toetuse võiks sõltuvusse panna sellest, kas seda ainult niidetakse ja jäetakse kohapeale kõdunema või läheb saadud biomass näiteks biogaasi tootmise tooraineks. Areneb biogaasi kasutamine nii transpordi kui olme energiavajaduse rahuldamisel.

Konkurentsivõimeline odavaim kütus, mille hind ka tulevikus ootamatult kõrgustesse ei kerki, on puit, sealhulgas hakkepuit. Kütteks sobilikku hakkepuitu leidub ohtralt nii puhastamata kraavipervedel kui ka võssakasvanud põldudel ning tekib kõikjal, kus raiet tehakse ja metsa hooldatakse. Et väärtuslik toore lihtsalt kasutuna seisma ei jääks, on mõistlik kasutada tööstusse sobimatut puit energia tootmiseks. Kasu hakkepuidu kasutamisel on madal hind ja keskkonnasääst. Ohuks on aga tarnekindlus.

Võimalus keskkonnamõjude vähendamiseks on energiakasutuse efektiivsuse tõstmine. Energeetikaga seotud konkreetsete arenduste keskkonnamõjude hindamine ja lahendused kuuluvad maakonnaplaneeringute ning arengukavade koosseisu. Peamised ruumikasutust mõjutavad valikud on tsentraliseeritud ja hajutatud energiatootmise vahel.



Energiatootmise efektiivsus eelistab pigem tsentraliseeritud tootmist ja otseselt mõjutatav territoorium on seega väiksem. Samas energia jaotussüsteemi kaod, energiajulgeolek, suurtootmisega kaasnevad väga olulised mõjud keskkonnale räägivad pigem hajutatud energiatootmise kasuks. Valik tsentraliseeritud ja hajutatud tootmise vahel on seotud ka valikuga erinevate energialiikide vahel. Kohalike taastuvate allikate kasutamine on sobiv peamiselt hajutatud energiatootmiseks, tuumaenergeetika näiteks aga väga kontsentreeritud tootmise jaoks. Hajutamine mõjub energiajulgeolekule positiivselt, ent eeldab toimivat ja töökindlat energiajaotusvõrku ja selle arengut. Üldiselt on hajutatud, tarbijale ligidal paikneval tootmisel enam eeliseid, ent energialiigiti on hajutatud tootmisel väga selged piirid ja mõnede energialiikide puhul ei ole hajutatud tootmine võimalik.

Elektri ja soojuse koostootmine hajutatult võib alla Eestis problemaatiline kahel põhjusel:

- 1) puudub soojusenergiat vajav tööstus maapiirkondades;
- 2) olemasolevad keskküttega asulad on väikese ja hooajalise soojustarbimisega ning
- 3) nende keskküttetrassid on suures osas kehvast seisusest, mistõttu efektiivse koostootmisega
- 4) saavutatav energiasäästu efekt läheb kaotsi.

Seega, koos koostootmisega on vajalik ka trasside ümberehitus, mis tihti ei ole võimalik, kuna trassid on eraomanduses või seadus ei luba paralleelse energiainfrastruktuuri rajamist. Seetõttu tuleks suuremate uusasumite planeerimisel rõhuda koostootmisele, et rajada suurem ja kompaktsem soojustarbega keskküttepiirkond. Multifunktsionaalne asustus peaks tekitama ühtlasema soojusvajaduse ja seega parema koostootmisvõimaluse.

## **2. KOOSTOOTMISJAAMADE TASUVUS MAJANDUSLIKUST ASPEKTIST**

Koostootmise majanduslike aspektid hindamisel ja selle poolt või vastu otsustamisel peab arvesse võtma nii majanduslikult põhjendatud soojusvajadust kui ka elektrivajadust. Enne kui otsustada koostootmisjaama rajamise kasuks, peab kaaluma, kas soojusvajadus on koostootmise õigustamiseks piisav ning analüüsima teiste võimaluste, näiteks tavapärase keskkütte, lokaalkütte või võrguelekttri, eeliseid ja puudusi. Ka tarbijate paiknemise tihedus on tihedalt seotud kütteviisi valikuga. Samas peab arvestama ka võimalikku tarbijate vähenemist valitud piirkonnas. Sellise olukorra võib tuua näiteks elanikkonna väljaränne ja koondumine perspektiivikamasse piirkonda.

Toodetavat elektrit ja soojust saab kasutada ka jahutamiseks, aga jahutus ise ei kuulu tavaliselt koostootmisjaama otsese toodangu hulka. Näiteks koostootmisjaamas toodetud soojust on võimalik kasutada absorptsioonjahutusseadme või kliimaseadme käitamiseks. Samas on just jahutus suveperioodil üks võimalustest koostootmisjaama edukamaks ja tasuvamaks juurutamiseks.

Elektri ja soojuse koostootmise potentsiaal on Eestis ainult osaliselt ära kasutatud. Kasutusel on siin erineva võimsusega koostootmisjaamad. Jaama võimsuse valikul tuleb lähtuda eelkõige valitud piirkonna vajadustest ja võimalustest. ORC tehnoloogia kasutamist tuleks kasutada kaugküttepiirkondades, mille müüdimaht olekd üle 20 00MWh aastas. Samuti suuremates piirkondades oleks võimalik kasutada auruturbiini kasutamist. Samas näiteks mikroturbiini kasutamine on otstarbekas eelkõige väikese tarbijate arvuga piirkonnas.

Parameeter	Gaasimootor	Mikroturbiin	ORC
Võimsus, kW <sub>e</sub>	15-10000	25-250	200-1500
Elektriline $\eta$ , %	30-38	15-35	10-20
Soojuslik $\eta$ , %	45-50	50-60	70-85
Üldkasutegur, %	75-90	75-85	85-95
Soojuse väljastamine, °C	85-100	85-100	80-100
Eluiga, aasta	5,1 – 6,8	5,7 – 8,6	>6,8

*Tabel 2.1 Gaasimootori, mikroturbiini ja ORC võrdlus. [1]*

Koostootmise potentsiaali suurendamiseks võiks kaaluda erinevate kaugküttevõrkude liitmist, kui see on võimalik. Uute kinnisvaraarenduste planeerimisel tuleks seejuures kaaluda eelkõige kaugkütte kasutamise võimalusi, mis annaks eelduse tõhusa koostootmisjaama rajamiseks. Uute detailplaneeringute kehtestamisel peaks pidama silmas optimaalset hoonestustihedust, et suurendada soojuse tarbimistihedust.

## **2.1. Koostootmisjaama kulukaalutlused**

Esialgne investering koostootmisjaama on tavaliselt küllaltki suur ning tasuvusaeg on mitme aasta pikkune. Selle tõttu peaks koostootmisjaama rajamise teostatavust põhjalikult hindama, et saavutada kokkuvõidu, mida oleks võimalik saada elektri- ja soojusenergia kasutamisega kaasneva suurema tõhususe arvelt. Koostootmise ja teiste energia tootmiste kulukuse võrdlemiseks on oluline arvesse võtta kogu elutsükli kulud. Lisaks esmase investeeringu kuludele hõlmab see ka hooldus-, tegevus- ja utiliseerimiskulusid.

Koostootmisjaama majanduslik edukus sõltub eelkõige soojus- ja elektrivajadusest. Neid kahte tegurit tuleb õigesti hinnata, et valida õige võimsusega jaam ja tagada sellega koostootmisjaama pikaajaline elujõulisus. Kui jaama võimsus on valesti valitud ja kui kogu soojusenergiat ära ei kasutata, mõjub see negatiivselt jaama majanduslikule elujõulisusele.

Soojusenergia hind kujuneb järgmiste komponentide koosmõjul:

1. kütuse hind;
2. tootmiseseadme kasutegur;
3. tootmiseseadme töös hoidmiseks vajalikud tegevuskulud (hoolduskulud);
4. tootmiseseadme amortisatsioonikulud;
5. põhjendatud tulukus (kaugkütte korral);
6. käibemaks (20%).

Koostootmise põhiline jooksev kulu on vajaliku kütuse ost, mistõttu jaama pikaajalist tasuvust mõjutab suurel määral kütuse maksumus. Kütuseks võib olla näiteks gaas, mis on endiselt peamine koostootmisjaamades kasutatava kütuse liik. See on oluline kütuse tarnelepingu sõlmimisel ning koostootmisjaama pikaajalise majandusliku elujõulisuse tagamiseks tuleb tulevaste hinnatõusude võimalikkust hoolikalt kaaluda. [15]

Erinevate kütuste hinna kujunemine:

1. Põlevkivi – põlevkivi hind oli administratiivselt reguleeritud kuni 31.12.2012 (hind kooskõlastatud Konkurentsiametiga), alates 01.01.2013 kehtib põlevkivile vabaturu hind.
2. Maagaas ja vedelkütus – mõlema kütuse hinda reguleerib vabaturg, hinnad sõltuvad otseselt toornafta maailmaturu hinnast. Eesti Gaas ostab maagaasi Venemaalt valemialusel, kus sisendiks on viimase 9-kuu toornafta hind ja EUR/USD jooksva kuu vahetuskurss.
3. Puit ja turvas – mõlema kütuse hinda reguleerib vabaturg. Samas on nende hinnad on stabiilsemad ja ei sõltu otseselt toornafta hinnast.

[26]

Oluliseks kulukaalutluseks on kindlasti ka hoolduskulud, mis sõltuvad jaama suurusest ja tüübist. Kindlasti tuleb nendega arvestada, sest koostootmisjaama pideva ja tõrgeteta töö tagamiseks tuleb seda hooldada vastavalt jaama tarnija juhistele.

Esioluliselt investeringult võimalikult suure säästu saamiseks peaks jaama töötundide arv olema võimalikult suur, mistõttu on ka selles aspektis oluline õige võimsusega jaama valimine. Kui

jaam seisab, vähendab see võimalikku säästu. Samas tootjapoolsete juhiste kohase hoolduse abil on võimalik tagada ka seisakuaegade lühenemine ja maksimaalne töötundide ärakasutamine.

## **2.2. Finantseerimise allikad**

Koostootmisjaama rajamine on praeguse seisuga küllaltki kallis. Vaadates tulevikku võib eeldada, et nii nagu odavnevad kõik arenevad tehnoloogiad, odavneb ka koostootmisjaamade rajamiseks vaja minev tehnoloogia. Hetkel on koostootmisjaama rajamiseks võimalik taodelda erinevaid toetusi või saada soodsamat laenu.

Toetui annab SA Keskkonnainvesteeringute Keskuselt. Peamiselt on toetuse maksimaalseks määraks 50% projekti abikõlblikest kuludest, mis eeldab omafinantseeringut minimaalselt 50%. Täna sel hetkel ühtegi avatud taotlusvooru ei ole. Võimalikud uued toetusvõimalused ja nende saamise tingimused selguvad struktuurivahendite uuel perioodil ehk 2014. aasta lõpus. Keskkonnaprogrammis avatakse lähikuudel taotlusvoor, kuid antud voorus on energeetika objektide rahastamise võimalused küllaltki piiratud. *(SA Keskkonnainvesteeringute keskus)*

Sihtasutuselt KredEx on võimalik võtta soodsamatel tingimustel laenu ja taodelda käendust laenule.

Lisaks koostootmisjaama rajamiseks saadavatele toetustele, on võimalik saada taastuvenergia toetust, mis on reguleeritud Eestis Elektriturseadusega. Taastuvenergia tasu on taastuvast energiaallikast või tõhusa koostootmise režiimil toodetud ning võrku antud elektrienergia toetuste lisakulu suurus vastavalt elektriturseadusele.

Hetkel kehtiva seaduse kohaselt [11] on õigus saada toetust elektrienergia eest, kui ettevõtte on selle tootnud

1. biomassist koostootmise režiimil, välja arvatud juhul, kui biomassist toodetakse elektrienergiat kondensatsioonirežiimil, siis toetust ei maksta.
2. jäätmetest tõhusa koostootmise režiimil jäätmeseaduse tähenduses, turbast või põlevkivitöötlemise uttegaasist;
3. tõhusa koostootmise režiimil tootmisseadmega, mille elektriline võimsus ei ületa 10 MW;

4. põlevkivil töötava tootmiseseadme installeeritud netovõimsuse kasutatavuse eest, kui tootmiseseade on tööd alustanud ajavahemikus 2013. aasta 1. jaanuarist kuni 2016. aasta 1. jaanuarini.

Tootja ei saa samas toetust elektrienergia eest, mis on toodetud elektrijaama omatarbeks.

Aastal 2010 lisandus rahaallikana roheline investeerimisskeem ehk CO2 kvoodimüügist saadav tulu. Keskkonnaministeerium ja Keskkonnainvesteeringute Keskus sõlmisid siis halduslepingu, mis paneb Keskkonnainvesteeringute Keskusele ülesande heitkoguse ühikutega kaubelda ning rohelist investeerimisskeemi rakendada ehk saadud tulust toetust jagada.

<b>Finantsallikas</b>	<b>Saadakse toetust koostootmisjaama rajamiseks 50% ulatuses, €</b>	<b>Ei saada toetust koostootmisjaama rajamiseks, €</b>
1. Omavahendid ehk omakapital	100 000	200 000
2. Toetused	500 000	-
3. Laenud	400 000	800 000
4. Liisingud	-	-
<b>KOKKU</b>	<b>1 000 000</b>	<b>1 000 000</b>

*Tabel 2.2 Koostootmisjaama võimalikud finantseerimise stsenaariumid.*

*[SA Keskkonnainvesteeringute Keskus]*

**Madalama soojuse hinna tooks efektiivsema toetused.** Praeguse toetuste süsteemi peamiseks nõrkuseks on selle liigne lihtsus. Kõikidele koostootmisjaamadele makstakse ühetaolist toetust olenemata võimsusest ja esialgse investeeringu suurusest. Tegelikult vajavad erineva võimsusega tootmisjaamad ka erinevaid toetusi.

Väikelinnadesse sobilike väikeste koostootmisjaamade võimsuse kilovatt on mitmeid kordi kallim kui suurte koostootmisjaamade puhul. Eesti väikelinnadesse koostootmisjaamade rajamine on hetkeseisuga tasuv vaid sel juhul kui lisaks taastuvenergia toetustele õnnestub saada

ka täiendavat investeerimistoetust Keskkonnainvesteeringute keskuselt. Investeeringutoetused on kahjuks siiani olnud juhuslikud. Selle pärast on just väikelinnade elanikel tavaliselt kõrgemad soojaarved.

Seades taastuvenergia toetuse piirmäära sõltuvusse koostootmisjaama võimsusest on võimalik tagada madalamad soojakulud ka väiksemate linnade elanikele.

Fossiilkütuseid biokütusega asendades saame toota odavaimat taastuvelektrit.

Suurtes elektrijaamades koos põhikütusega taastuvate kütuste kasutamine ei ole Euroopas enam ammu midagi uut - sellest on saanud standardlahendus. Aina enam leidub näiteid, kus Narva elektrijaamadest võimsamadki elektrijaamad lähevad täielikult üle biokütuste kasutamisele. Biokütuste kasutamine suurtes, efektiivsetes elektrijaamades on odavaim taastuvelektri tootmise võimalus.

Täna maksab elektritarbija kinni kogu koostootmisjaamadele makstava taastuvenergia toetuse. Tuleks kaaluda võimalusi toetuste kulu jagamiseks elektri- ja soojusenergia tarbijate vahel.

Kui Eestis kehtestati taastuvenergia toetussüsteem, siis nägi see ette taastuvatest allikatest toodetud elektrienergia toetamise sõltumata otstarbest, milleks toodetud taastuvenergiat kasutatakse. 2012. a lisati elektrienergia omatarbe definitsioon ning muudeti senikehtinud põhimõtet, nähes ette, et tootja ei saa toetust elektrienergia eest, mis on toodetud elektrienergia omatarbeks. Koostootmisjaamade kontekstis on see otsus ebaselge definitsiooni tõttu tekitanud olukorra, kus soojuse tootmiseks kasutatud taastuvenergia eest võib toetuse maksmine olla sattunud kahtluse alla. Seda juhul, kui toetuse maksja hinnangul tuleb ka koostootmisjaamas soojuse tootmiseks kasutatud elektrienergiat lugeda elektrienergia omatarbeks.

Kaugkütteseaduse mõttes ei saa koostootmisjaama pidada puhtalt elektrijaamaks, sest tegemist on katlamaja ja elektrienergia kombinatsiooniga ning sellisel juhul ei ole see seisukoht kõige õigem. Samuti ei paikne koostootmisjaamas ainult elektritootmiseks vajalikud seadmed. Koostootmisjaamades asuvad ka koostootmisjaamas toodetud elektrit tarbivad seadmed, mida kasutatakse kas ainult soojusenergia tootmiseks või nii elektri- kui soojusenergia tootmiseks. Seetõttu tuleks koostootjale maksta toetust ka selle elektrienergia eest, mida kasutatakse koostootmisjaamas soojuse tootmisega seonduvalt. Vastupidisel juhul diskrimineeritakse koostootmisjaamas elektrit tootvaid ettevõtteid võrreldes ettevõtetega, mis toodavad elektrit tavalises elektrienergia – koostootja ei saaks toetust elektri eest, mida kasutatakse soojuse tootmiseks; mitte-koostootja saaks. Lisaks soosib see elektri- ja soojuse eraldi

tootmist, mis oleks aga vastuolus Eesti energiamajanduse arengukavades püstitatud eesmärkidega arendada ja suurendada elektri ja soojuse koostootmist.

### **2.3. Soojusenergia majanduslik tähtsus ja mõju koostootmis protsessis**

**Kaugkütte plussid ja miinused:** üldjuhul peetakse kaugkütet asulate ja linnade soojusvarustuses eelistatavaks kütteviisiks, sest kaugküte peaks võimaldama:

1. rakendada soojuse ja elektri koostootmist ja kasutada ära tööstuse heitsoojust, mis omakorda võimaldab primaarenergia ratsionaalsemat kasutamist ning võrreldes lokaalküttega tagab ka toodetava soojuse madalama hinna;
2. kasutada odavamaid ja madalama kvaliteediga kütuseid (nt hakkpuit, jäätmed jne) kui lokaalkütteseadmetes ja seejuures hoida heitmete tase nõutaval tasemel;
3. kasutada otstarbekalt investeeringuid, see tähendab põhikoormuse katmiseks kasutada kallimaid seadmeid, mis võimaldavad odavate kütuste kasutamist (nt hakkpuit, jäätmed jne), ja tippkoormuse katmiseks odavamaid seadmeid, mis kasutavad küll kallimaid kütuseid (nt kerge vedelkütus), kuid töötavad lühiajaliselt;
4. otstarbeka planeerimise korral on kaugkütte soojusallikatesse tehtavad investeeringud madalamad kui lokaalküttes;
5. kaugkütte korral on võimalik paindlikumalt reageerida kütusehindade muutumisele, kui lokaalkütte korral, sest enamasti on võimalik rakendada mitmeid kütuseid;
6. heitmete tase on kaugküttepiirkonnas üldreeglina tunduvalt madalam, kui oleks samas piirkonnas lokaalkütteseadmete korral;
7. kaugküttefirmas on tänu spetsialistide olemasolule eksploatatsiooni ja hoolduse tase lihtsamalt tagatud, mis reeglina lühendab ka tekkivate häirete likvideerimise aega.

[17]

Kuidas saada kaugküte odavamaks: 2010.a. võeti vastu Monopolidele hinnapiirangute kehtestamise seadus, mida tuntakse ka kui monopolide ohjeldamise seadust. Kahjuks ei ole see oma eesmärgi täitnud ning oodatud hinnalanguse asemel on tabanud kõiki kommunaalteenuste sektoreid hinnatõus. Pea kõigis piirkondades on ebamõistlike regulatsioonide tulemusena kaugküte kallinenud. [18]



Hinnatõusul on rida objektiivseid põhjuseid nagu kütuste ja elukalliduse üldine tõus. Samas on seal hulga põhjuseid, mis on tingitud riigipoolsest puudulikust visioonist soojusmajanduse arendamisel. Soojusmajanduse reguleerimisel on pandud põhirõhk monopolide ohjeldamisele, mistõttu on kaugküttepiirkondades tehtud ebamõistlikke kulutusi. [18]

Eestis on kasutuses ca 230 kaugküttepiirkonda, mille teenust tarbib ligi 60% elanikkonnast. Mõned piirkonnad kannatavad amortiseerunud katlamajade, suurte soojuskadude ja/või kahaneva tarbijaskonna tõttu ning ei ole jätkusuutlikud. Selliste piirkondade elushoidmine pole mõistlik ja kui neis hakkavad küttehinnad tarbijal üle jõu käima, tuleks kaaluda lokaalküttele üleminekut. [18]

Kehtiv regulatsioon nõuab kõikidelt sojusettevõtjatelt piirhinna kooskõlastamist konkurentsiametiga. See nõue kaitseb küll tarbijat kuid on samas põhjendamatu, sest paneb liigse koormuse nii ettevõtja, kui konkurentsiameti õlule, mille mõju tunnetavad eelkõige väikeste võrgupiirkondade tarbijad. Esiteks kohustab amet iga sendi kalkuleerimist, mis nõuab nii ettevõtjalt kui riigilt märkimisväärset täiendavat inimressurssi. Keeruline ja aeganõudev on ka hinna kooskõlastamise meetodika, mistõttu kannab ettevõtja üleliigseid kulutusi. [18]

Mõistlik oleks tagasi pöörduda varem kehtinud süsteemi juurde, kus konkurentsiametiga pidid hindu kooskõlastama vaid suured ettevõtted, väiksema müügi mahul korral piisab ettevõtjal vaid kohaliku omavalitsusega hinna kooskõlastamisest. Eraldi küsimus on omavalitsuste võimekus ja tahe tegeleda kaugküttehindadega. Lahenduseks võiks olla sojusettevõtte või koostootmisjaama hinna läbirääkimine otse tarbijaga ja selle fikseerimine sojusenergia ostu-müügi lepingus. Samuti peaks kaaluma majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi kunagist ettepanekut, et piirhindu ei peaks kooskõlastama sojusettevõtted, kelle piirhind jääb alla Eesti kaalutud keskmise hinna ja need, kes müüvad soojust alla kinnitatud piirhinna. [18]

Statistika näitab, et madalamad kaugküttehinnad on piirkondades, kus kasutatakse kohalikke kütuseid. Kehtiv seadusandlus ja konkurentsiameti meetodika ei stimuleeri aga kohalike kütuste kasutamist, sest sojusettevõtte põhjendatud tulukuse määr ei arvesta kasutatava kütusega. Sellisel juhul ei ole ettevõtte seisukohalt vahet, kas kasutada odavamat puiduhaket, biokütust või kallist maagaasi. Kaugküttehinnas vahendatakse kütuse hind tarbijani olenemata kütuse tüübist ja hinnast ehk tarbija maksab kõik kinni. [18]

Kehtivas elektrituruseaduses on antud selge eelis kohalike kütuste kasutamisele – taastuvatele energiaallikatele. Sellest tuleks lähtuda ka kaugkütteseaduses muudatuste tegemisel.

**Soojuse hinda** reguleerib kaugkütteseadus: soojuse tootmise, jaotamise ja müügiga seonduvaid tegevusi kaugküttevõrgus ning võrguga liitumist.

Soojusettevõtja peamised kohustused on sätestatud kaugkütteseaduses, mille kohaselt peab soojusettevõtja tagama tarbijate soojusega varustamise vastavuses kaugkütteseadusega ja sõlmitud lepinguga.

Varustuskindluse suurendamise eesmärgil on pandud lisakohustusi suurtele soojusettevõtjatele. Nimelt peavad kõik soojusettevõtjad, kelle tootmise prognoositav maht aastas ületab 500 000 MWh võrgupiirkonna kohta, tagama soojuse tootmiseks reservkütuse kasutamise võimaluse, mis kindlustaks soojusvarustuse kolme ööpäeva jooksul. Reservkütuse koguse arvutamisel lähtutakse eelmise aasta maksimaalsest ööpäevasest tarbimisest.

Tootmiskulude arvestamise ja eristamise osas kohustab kaugkütteseadus soojusettevõtjat pidama oma raamatupidamises eraldi arvestust soojuse tootmise, jaotamise, müügi ja nende tegevustega mitteseotud tegevusalade kohta.

Hinnakujunduse osas sätestab kaugkütteseadus, et soojuse piirhind tuleb kujundada selliselt, et oleks tagatud:

1. vajalike tegevuskulude, sealhulgas soojuse tootmiseks, jaotamiseks ja müügiks tehtavate kulutuste katmine;
2. investeeringud tegevus- ja arenduskohustuse täitmiseks;
3. keskkonnanõuete täitmine;
4. kvaliteedi- ja ohutusnõuete täitmine;
5. põhjendatud tulukus.

Soojusettevõtja peab avalikustama oma võrgupiirkonnas soojuse piirhinna vähemalt kolm kuud enne selle kehtima hakkamist.

**Tarbijahinnaindeks** näitab meile eelmise aastaga võrreldes hindade kasvamist või kahanemist protsentuaalselt. Vaadeldes 2014 aasta aprilli ja 2013 aasta aprilli on soojuse hinnaindeks eelmise aastaga võrreldes langenud 4,4% ja elektri hinnaindeks on samuti langenud, mis on

7,4%. Võrreldes 2014 märtsi kuud 2013 märtsiga on näha samuti hinnalangust mis ei ole muidugi nii suur: soojuse hinnaindeks oli 0,7% ja elektri hinnaindeks 1,5% odavam, kui eelnev aasta. (Sttistikaamet)

**Soojuse tarbimise prognoos** arvestades võimalikku energiasäästu ja uusehitusi:

Aasta	Tarbimine
2020 a.	4186 GWh
2030 a.	4025 GWh
2050 a.	3703 GWh

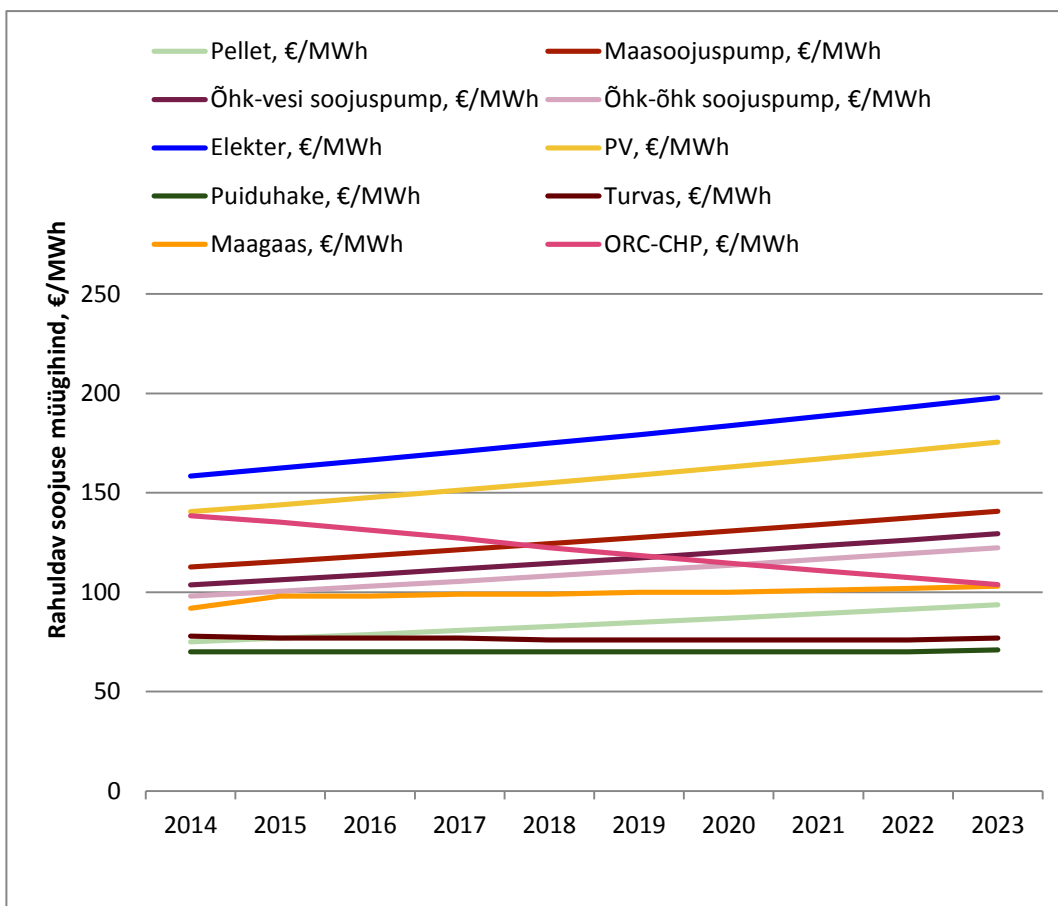
**Tabel 2.3** Soojuse tarbimise prognoos. [17]

Siinjuures ei ole veel arvesse võetud temperatuuri tõusu mõju tarbimisele. Arvestades soojuse suuremahulist tootmist (k.a. tippkoormuse katmine) gaasikateldega ja kõige efektiivsemat ja kohalikku majandust turgutavat soojuse tootmist puidukateldega on **soojuse hinnaprognos** reguleeritud turu korral järgmine: [17]

Aasta	Hakkepuu EUR/MWh	Gaas EUR/MWh
2020 a.	69	95
2030 a.	83	98
2050 a.	133	146

**Tabel 2.4** Hakkepuidu ja gaasi hindade prognoos. [17]

Sealjuures on eeldatud tarbijahinna tõusu 2% aastas. Arvestades koostootmisjaama ORC tehnoloogia odavnemist on perspektiivikas vaadelda kaugküttevõrke, kus soojuse tarbimine on vahemikus 10 000- 20 000 MWh ja kaaluda koostootmise ehitamist. [17]



*Joonis 2.1 Ülaltoodud joonisel on näha koostootmise eelis seoses perspektiivse tehnoloogia hinnalangusega. [17]*

## 2.4. SWOT analüüs ettevõtja seisukohalt

<b>Tugevad küljed</b>	<b>Nõrgad küljed</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kasutatava ressursi piisavus</li> <li>• Ressursi soodne hind</li> <li>• Konkurentsivõimelise hinnaga sooja ja elektrirnergia tootmine</li> <li>• Tootmise paindlikus</li> <li>• Lisatulu saamine elektri müügist</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seadmete kõrge hind</li> <li>• Uue tootja kogenematus</li> <li>• Olemasoleva vana kaugküttevõrgu suured kaod</li> <li>• Sõltuvus maagaasi impordist</li> <li>• Elektrivõrguga liitumine ja ranged võrgueeskirja nõuded</li> </ul>
<b>Võimalused</b>	<b>Ohud</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arenev ja laienev energiaturg</li> <li>• Nõudluse suurenemisel tegevuste laiendamine</li> <li>• Euroopa Liidu toetused ja CO<sub>2</sub> kvoodid</li> <li>• Uus kvoodikaubandusperiood, nn roheliste sertifikaatide süsteemi loomine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koostootmisjaama rajamiseks toetuse mitte saamine</li> <li>• Taastuvenergia toetuse kadumine või vähenemine Eestist</li> <li>• Konkurentsi kasv</li> <li>• Uute planeeritavate arenduste ära jäämine</li> <li>• Gaasitarne Venemaalt (seoses praeguse poliitilise olukorraga)</li> <li>• Lepingute lõppedes ei saa enam soojust või elektrit võrku müüa</li> </ul>

*Tabel 2.5 SWOT analüüs*

Tugevad küljed:

- 1) Kasutatava ressursi piisavus- ressurs ehk kütus, mida kasutatakse, on valitud nii, et seda saab pikaajaliselt antud protsessis kasutada.
- 2) Ressursi soodne hind - kohalik kütus, mida on odavam sisse osta.

- 3) Konkurentsivõimelise hinnaga soojuse ja elektrienergia tootmine - soojuse ja elektrienergia tootmine on odavam või võrdväärne alternatiivseid meetodeid kasutades.
- 4) Tootmise paindlikus - saab kasutada erinevaid kütuseid vastavalt asukohale, mis kasulikult tuleb antud piirkonnas ja tootmine tarbija vahetus läheduses, millega vähenevad võrgukaod.
- 5) Lisatulu saamine elektrienergia müügist - elektrienergia müüakse vabale turule.

Nõrgad küljed:

- 1) Seadmete kõrge hind - koostootmisjaama ehitusmaksumus suhteliselt ressursimahukas
- 2) Uue tootja kogenematus - energiatootja ei ole antud meetodit varem rakendanud.
- 3) Olemasoleva vana kaugküttevõrgu suured kaod - amortiseerunud torustik, millega koostootmisjaam ühendatakse.
- 4) Sõltuvus maagaasi impordist - kuna Eestis ei leidu maagaasi maavarades, tuleb seda sisse importida. Hetkel on probleemiks ka riiklikud suhted Venemaaga, kes on meie peamine gaasiga varustaja.
- 5) Elektrivõrguga liitumine ja ranged võrgueeskirja nõuded - lepatakse kokku kui palju tuleb elektrienergiaga varustada antud piirkonda, kas on vaja ehitada uued elektriliinid ja kui palju seda vaja on.

Võimalused:

- 1) Arenev ja laienev elektriturg - nõudlus elektriturul
- 2) Nõudluse suurenemisel tegevuste laiendamine - vajadusel ehitada piirkonda juudre mõni koostootmisjaam või asendada katlamajad koostootmisjaamadega.
- 3) Euroopa Liidu toetused ja CO<sub>2</sub> kvoodid - lisandub mõni uus toetus või tõuseb CO<sub>2</sub> kvootide tasu.
- 4) Uus kvoodikaubanduse periood ehk roheliste sertifikaatide süsteemi loomine - seoses õhku paisatava CO<sub>2</sub> hulga vähesusega koostootmisjaamas võrreldes soojuse- ja elektrienergia eraldi tootmisel.

Ohud:

- 1) Koostootmisjaamade toetuste mitte saamine - Euroopa Liidu toetuste kaotamine.

- 2) Taastuvenergia toetuste kadumine või vähenemine Eestis - taastuvkütuse kasutusamisega koostootmisjaamas elektrienergia müügiga saadud toetused.
- 3) Konkurentsi kasv - piirkonda lisanduvad nõudluse suurenemisel uued ettevõtjad, kes pakuvad sama teenus odavamalt.
- 4) Uute planeeritavate arenduste ärajäämine - sellega kaasneb piirkonnas sama energiakoguse kasutus ja ei ole vajadust koostootmisjaamadele.
- 5) Gaasitarne Venemaalt (seoses praeguse poliitilise olukorraga) - kuna Eestisse sissetoodav gaas tuleb ainult Venemaalt, siis võib poliitilistel põhjustel Venemaa vähendada või hullemal juhul isegi katkestada gaasi müügi Eestisse, olenemata sellest, et meil on sõlmitud lepingud kindlate tähtaegadega.
- 6) Lepingute lõppedes ei saa soojust ega elektrit võrku müüa – kohalik omavalitsus sõlmib energiaettevõttega kindlaks määratud ajaks lepingud ja mille lõppedes kuulutatakse välja uus riigihange, mille võitja saab lepingu uueks perjoodiks.

**Riskide maandamine:** Ettevõtja, kes planeerib rajade koostootmisjaama, peab alustama oma tegevust uuringuga:

- 1) Palju piirkonnas on soojuse tarbimise aastast.
- 2) Kas selles piirkonnas on tal veel konkurente .
- 3) Palju maksab antud tehnoloogia.
- 4) Kas saab toetusi ja laenu, et alustada antud protsessi.

Kui need põhilised punktid on läbi töötatud ja annavad positiivse tulemuse tuleb hakata tegema täpsemaid uuringuid ja analüüse:

- 1) Leidma sobiliku kütuse, mis on odav.
- 2) Tuleb teha finantsanalüüs.
- 3) Leida sobiva koormusega ja kütusega koostootmisjaam.
- 4) Sõlmida kaugkütte võrguga lepingud.
- 5) Leida sobiv ehitaja.

Kui antud punktid on teostatud ja positiivse vastukajaga, võib alustada koostootmisjaama rajamist. Kui mõnes punktis ei lähe nii plaanipäraselt, kui loodetud, siis otsida sellele võimalikult lähedane või täpne alternatiiv.

## 2.5. Majandusliku tasuvuse analüüs

Koostootmine on võimalus toota kahte energiat samas kohas ja tarbijate läheduses, millega hoitakse kokku võrguettevõtjatele makstavast ostetud elektrienergia maksumusest ja võrgutasudest. Piirkonnas, kus rajatakse koostootmisjaam, on tehtud kõik vajaminevad uuringud ja analüüsid, milles on näha, milline koostootmise tehnoloogia sinna sobib. Linnade, asulate ja asumite, mis trbivad 20 000 MWh aastas või rohkem on otstarbekas rajada koostootmine, aga piirkonnad mille tarbimine jääb alla selle, on see tunduvalt riskantsem. Tõenäoliselt ei püsi olukord järgmistel aastatel sama, kuna suureneb konkurents ja tehnoloogiad arenevad edasi, sellest lähtuvalt muutub antud protsessi alginvesteering odavamaks ja siis on võimalik rajada väiksemates tarbimispiirkondades tasuvaid koostootmisjaamu. Majanduslikult tasuv koostootmisjaam peab ennast tasa teenima maksimaalselt 12 aasta jooksul, kuna Kaugkütteseaduses on ära öeldud, et liitumisleping, mille alusel müüakse võrku soojust, võib olla maksimaalselt kuni 12 aastat. [7]

Tänu Euroopa Liidu toetustele väljastab Keskkonnainvesteeringute Keskus toetust koostootmisjaama rajamiseks. Muidugi on ka neil kindlad nõuded, mille alusel toetusi antakse:

- 1) Koostootmisjaama elektrienergia suurim võimsus võib olla kuni 2MW
- 2) Suurim toetus kuni 50% kogumaksumusest
- 3) Toetust ei saa, kui kogumaksumus ületab 50 milj euro piiri
- 4) Ettevõtte kes taotleb toetust peab olema maksuvõimeline ja omama piisavat finantsvahendeid

*(Konkurentsiamet)*

AS ESRO väljastatud tasuvusaeg toetusega ja toetuseta (lisa 1 ja lisa 2), mis toodab kuni 2 MW elektrienergia ja 8 MW soojusenergiat. Analüüs on koostatud pealiskaudselt ja ei anna täpset tulemit, et vältida konkurentide kuritarvitamist, kuid tulemi suurusjärk tugineb realistlikele andmetele. Hakkepuidul töötaval koostootmisjaamal on tasuvusaeg ilma toetuseta 10 aastat ja toetusega 6 aastat. Selle tulemuse saab, kui prognoositavatest tuludest lahutad prognoositavad kulud, siis saame puhasrahavoo. Kumulatiivne rahavoog arvutatakse järgmiselt: eelmise aasta kumulatiivsele rahavoole liidetakse olemasoleva aasta puhasrahavoog. Kumulatiivse rahavoo nüüdisväärtuse ehk tasuvusaja saame NPV valemi alusel, kus diskontomäär on 8%. See tulemus, mille saame, näitab ära kui palju veel tulemuse positiivseks saamisega aega läheb.



Analüüsi tulemus näitab, et koostootmisjaama rajamine ilma toetuseta on liiga riskantne ja seda ei ole otstarbekas rakendada, lähtudes omavalitsuse ja tootja vahelisele lepingu kehtivusaja piirmäärale.

## KOKKUVÕTE

Eestis on kaugküte 151-l omavalitsusel 226-st ning selle teenuseid kasutab 60% elanikkonnast - nii näitab Riigikontrolli audit. Tänapäevane energiapoliitika suunab meid energiasäästule ja keskkonnakaitsele, mille tulemusel on kasulikum toota soojus- ja elektrienergiat koos.

Erinevaid soojus- ja elektrienergia tootmise tehnoloogiaid ning tootmise viise võrreldes ja analüüsides võib väita, et koostootmine on kasulik mitmest erinevast vaatenurgast. Tootes antud kahte energiat koos tekib vähem jääkprodukte õhku. Võrreldes alternatiivsete meetodidega on tootmiskaod tunduvalt väiksemad ning kasulikku energiat väljub tootmisest võrreldes sisenenud kütusega rohkem.

Üldjuhul on odavam toota soojus- ja elektrienergiat nn kohalikust kütusest. Tooraine on piirkonnas kergelt kättesaadav ning puuduvad lisakulud (transport, maksud), mis suurendavad kütuse kulu ja sellest lähtuvalt omakorda tõuseb energia omahind lõpp-produktina. Eestis oludes kasutavad paljud ettevõtjad koostootmisprotsessis kombineeritud tootmismeetodit ning sellest lähtuvalt impordivad kütuseid, kuna kohaliku kütuse stabiilsus nii hinna kui ka tarne aspektist on ebakindel. See omakorda mõjutab tugevalt tasuvat koostootmist tarbija ja tootja seisukohalt.

Hinnakujunemine, toodangu müügist tulenevalt, on üks põhilisi komponente, millele tuginedes saab analüüsida koostootmisjaama rajamise ja selle toodangu tasuvust. Eestis Vabariigi seadusandlus lähtuvalt Euroopa Liidu Nõukogu ja Parlamendi direktiividest reguleerib koostootmisjaamade tõhusust, tootmisnüansse ja toodangu hinnakujunemist. Vastavalt elektrituruseadusele on koostootmisprotsessis toodetud elektrienergia realiseerimine rakendatav vastavale vabaturumajanduse printsiibile. Toodangu hind ei ole reguleeritud seadusega ning hind kujuneb börsil: tootja müüb vabaturule, edasimüüja vahendab tarbijale, tarbija ostab turult endale sobivaimalt edasimüüjalt elektrienergiat. Soojusenergia hinna kujunemine on reguleeritud mitme erineva seaduse, määruse ja juhendiga, mis omakorda juhendavad Euroopa Liidu direktiividest. Konkurentsiamet on väljastanud kindla juhendi (Kaugkütteseadusele tuginedes), mis reguleerib soojuse müügi hinda. Antud nõuded kehtestavad olukorra, kus koostootmisprotsessis toodetud soojusenergia hind ei tohi muutuda tarbija jaoks kallimaks nii hinna kui ka keskkonda säästva tootmise vaatepunktist lähtudes.

Majandusliku tasuvuse analüüs koostootmisjaama rajamiseks on järgmine oluline samm, mis peab näitama, et koostootmine on tasuv, kuid tasuvus on sõltuv toetustest, piirkonnast ning

tarbimise vajadusest. Ligikaudne tasuvusaeg ettevõtte seisukohalt koostootmist rajades on 10 aastat ning koos Euroopa Liidu toetusega kujuneb tasuvusajaks 6 aastat. Siinkohal on oluline, et kohalikul omavalitsusel on õigus, lähtuvalt Kaugkütteseadusele, sõlmida soojustarniva ettevõttega leping maksimaalselt 12 aastaks, kuid nii pikka perioodi ei rakendata alati.

Antud analüüsi tulemusena võib väita, et tarbija jaoks ei muutu koostootmisjaamas toodetud soojus- ja elektrienergia märkimisväärselt odavamaks. Suurim sääst tarbija jaoks seisneb keskkonna säästul, kuid tarbija käitumist arvesse võttes pole antud valdkond prioriteetne. Siiski on koostootmine arenev valdkond ning juba mõne aasta pärast võib otsene kokkuhoid olla tarbijale märgatavam. Seda väidet kinnitavad riiklikul tasandil aksepteeritud energia tootmise eesmärgid. Halduse seisukohalt sõltub koostootmise tasuvus otseselt tarbimis- ja tootmisriikonna eripäradest. Täna ei paku väikekoostootmisjaamad arvestatavat konkurentsi riiklikul tasandil monopolidele, kuid see valdkond on tugevas muutuses ning otsest mõju halduse ja tarbija seisukohalt on tunda loodetavasti mõne aasta pärast.

## VIIDATUD JA KASUTATUD ALLIKAD

1. OÜ Pilvero Kohalike biokütuste tootmisvõimalused Hiiumaal  
[http://www.eramets.ee/static/files/1452.Kohalike\\_biokytuste\\_tootmisvoimalused\\_Hiiumaal\\_050112.pdf](http://www.eramets.ee/static/files/1452.Kohalike_biokytuste_tootmisvoimalused_Hiiumaal_050112.pdf)
2. Tallinna Tehnikaülikool, Mehaanikateaduskond, Elektri ja soojuse koostootmine  
[http://www.ttu.ee/public/m/Mehaanikateaduskond/Instituudid/soojustehnika-instituut/oppematerjalid/kyte-ventilatsioon/16.\\_Elektri\\_ja\\_soojuse\\_koostootmine.pdf](http://www.ttu.ee/public/m/Mehaanikateaduskond/Instituudid/soojustehnika-instituut/oppematerjalid/kyte-ventilatsioon/16._Elektri_ja_soojuse_koostootmine.pdf)
3. Copower OÜ, Koostootmine  
<http://copower.ee/koostootmine/koostootmise-eelised/>
4. AS Tallinna Küte, Kaugküte on mugav ja keskkonnasõbralik  
<http://www.soojus.ee/kaugkutttest>
5. AS Eesti Energia, Koostootmine  
[https://www.energia.ee/-/doc/10187/flash/power/heatandpower/koostotmine\\_960x475\\_010\\_est.swf](https://www.energia.ee/-/doc/10187/flash/power/heatandpower/koostotmine_960x475_010_est.swf)
6. Riigiteataja, Energiatõhususe miinimumnõuded  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/105092012004>
7. Riigiteataja, Kaugkütteseadus  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/113032014035>
8. Riigiteataja, Tõhusa koostootmise nõuded  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/12825847>
9. Riigiteataja, Biomassist elektrienergia koostootmise juhised  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/13347500>
10. Riigiteataja, Elektriturseadus  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/12894671>
11. Konkurentsiamet, Piirkondade kooskõlastamise meetodikad ja juhendid  
<http://www.konkurentsiamet.ee/?id=18306>
12. Riigiteataja, Soojuse müügi ajutise hinna kehtestamise kord  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/101072011020>
13. Ülo Kasak, Biomassi ressurs ja tootmine Eestis, Tallinna Tehnikaülikool  
<http://www.seit.ee/failid/638.pdf>

14. Jaanus Uiga ja Alo Allik, Eesti Maaülikooli Tehnikainstituut, Koostootmisjaama rajamise tasuvusest väikelinnas  
<http://energiaklass.wordpress.com/2012/11/12/koostootmisjaama-rajamise-tasuvusest-vaikelinnas/>
15. Soojus- ja elektrienergia koostootmine Keskkonnahoidliku riigihanke tooteleht  
<http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria/chp/et.pdf>
16. Aadu Paist, Mikro ja väike koostootmise võimalikusest eramute energiabilansis  
[http://www.energiatalgud.ee/img\\_auth.php/a/a0/V%C3%A4ike\\_ja\\_mikro\\_koostootmine\\_A\\_Paist\\_24.10.2012.pdf](http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/a/a0/V%C3%A4ike_ja_mikro_koostootmine_A_Paist_24.10.2012.pdf)
17. Kaugkütte energiasääst, uuring  
[http://www.energiatalgud.ee/img\\_auth.php/4/46/Eesti\\_Arengufond.\\_Kaugk%C3%BCtte\\_energias%C3%A4%C3%A4st.pdf](http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/4/46/Eesti_Arengufond._Kaugk%C3%BCtte_energias%C3%A4%C3%A4st.pdf)
18. Andres Veske, artikkel: Kuidas saada kaugkütte odavamaks  
[http://www.omanikud.ee/blog/article\\_id-1821](http://www.omanikud.ee/blog/article_id-1821)
19. Taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine  
[http://tek.emu.ee/userfiles/taastuenergia\\_keskus/TEUK\\_XIV/TEUK-XIV\\_kogumik\\_web.pdf](http://tek.emu.ee/userfiles/taastuenergia_keskus/TEUK_XIV/TEUK-XIV_kogumik_web.pdf)
20. Tõhusa koostootmise viitväärtused ja tõhusa koostootmise potentsiaal Eestis, Tallinna Tehnikaülikool, Soojustehnika instituut  
[http://www.mkm.ee/public/Tohusa\\_koostootmise\\_viitevaartused\\_ja\\_tohusa\\_koostootmise\\_potentsiaal\\_Eestis\\_TTU.pdf](http://www.mkm.ee/public/Tohusa_koostootmise_viitevaartused_ja_tohusa_koostootmise_potentsiaal_Eestis_TTU.pdf)
21. EPA- United States Environmental Protection Agency, Combined Heat and Power  
<http://www.epa.gov/chp/basic/methods.html>
22. Elektrilevi OÜ, Liitumine ettevõtjatele  
<https://www.elektrilevi.ee/et/kuidas-elektritootja-liitub>
23. ESRO AS, Tasuvusanalüüs
24. Soojuse ja elektri loostootmine, Tallinna Tehnikaülikool,  
<http://www.staff.ttu.ee/~asiirde/Loengud/soojussynergi/2011/Soojuse%20ja%20elektri%20koostootmine.doc>.
25. Wikipedia  
<http://et.wikipedia.org/wiki/Esileht>
26. Riina Randmaa, Kuidas kujuneb kaugkütte soojuse hind ja kas hinnakujunemise mehhanism on õigalne?

[http://www.rakveretarkmaja.ee/uploads/2/0/0/1/20014105/riina\\_randmaa\\_kaugkttse\\_hinna\\_kujunemine.pdf](http://www.rakveretarkmaja.ee/uploads/2/0/0/1/20014105/riina_randmaa_kaugkttse_hinna_kujunemine.pdf)

27. Statistikaamet

<http://www.stat.ee/>

# LISAD

## Lisa 1. Tasuvusaeg toetuseta

Tasuvusaeg toetuseta														
Nimetus	Ühik	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
		Baas	Projekti arvestus-periood											
Tegevustulud	EUR	0	0	731 405	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723
<b>Tulud kokku</b>	<b>EUR</b>		<b>0</b>	<b>731 405</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>
Tegevuskulud	EUR	4 800	0	639 892	1 501 509	1 504 141	1 507 036	1 510 209	1 513 398	1 516 609	1 519 850	1 523 128	1 526 450	1 529 825
Investeering	EUR	0	950 802	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Kulud kokku</b>	<b>EUR</b>	<b>4 800</b>	<b>950 802</b>	<b>639 892</b>	<b>1 501 509</b>	<b>1 504 141</b>	<b>1 507 036</b>	<b>1 510 209</b>	<b>1 513 398</b>	<b>1 516 609</b>	<b>1 519 850</b>	<b>1 523 128</b>	<b>1 526 450</b>	<b>1 529 825</b>
<b>Puhasrahavoog</b>	<b>EUR</b>	<b>-4 800</b>	<b>-950 802</b>	<b>91 513</b>	<b>151 214</b>	<b>148 582</b>	<b>145 686</b>	<b>142 514</b>	<b>139 324</b>	<b>136 113</b>	<b>132 873</b>	<b>129 595</b>	<b>126 272</b>	<b>122 898</b>
<b>Kumulatiivne puhasrahavoog</b>	<b>EUR</b>		<b>-950 802</b>	<b>-859 289</b>	<b>-708 076</b>	<b>-559 494</b>	<b>-413 808</b>	<b>-271 294</b>	<b>-131 970</b>	<b>4 144</b>	<b>137 017</b>	<b>266 611</b>	<b>392 884</b>	<b>515 781</b>
<b>Kumulatiivse puhasrahavoo nüüdispuhasväärtus (e. tasuvusaeg)</b>	<b>EUR</b>		<b>-880 372</b>	<b>-801 915</b>	<b>-681 877</b>	<b>-572 664</b>	<b>-473 513</b>	<b>-383 705</b>	<b>-302 411</b>	<b>-228 873</b>	<b>-162 403</b>	<b>-102 376</b>	<b>-48 220</b>	<b>584</b>

## Lisa 2. Tasuvusaeg toetusega

Tasuvusaeg toetusega														
Nimetus	Ühik	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
		Baas	Projekti arvestus-periood											
Tegevustulud	EUR	0	0	731 405	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723	1 652 723
Toetus	EUR	0	400 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tulud kokku</b>	<b>EUR</b>	<b>0</b>	<b>400 000</b>	<b>731 405</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>	<b>1 652 723</b>
Tegevuskulud	EUR	4 800	0	639 892	1 501 509	1 504 141	1 507 036	1 510 209	1 513 398	1 516 609	1 519 850	1 523 128	1 526 450	1 529 825
Investeering	EUR	0	950 802	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Kulud kokku</b>	<b>EUR</b>	<b>4 800</b>	<b>950 802</b>	<b>639 892</b>	<b>1 501 509</b>	<b>1 504 141</b>	<b>1 507 036</b>	<b>1 510 209</b>	<b>1 513 398</b>	<b>1 516 609</b>	<b>1 519 850</b>	<b>1 523 128</b>	<b>1 526 450</b>	<b>1 529 825</b>
<b>Puhasrahavoog</b>	<b>EUR</b>	<b>-4 800</b>	<b>-550 802</b>	<b>91 513</b>	<b>151 214</b>	<b>148 582</b>	<b>145 686</b>	<b>142 514</b>	<b>139 324</b>	<b>136 113</b>	<b>132 873</b>	<b>129 595</b>	<b>126 272</b>	<b>122 898</b>
<b>Kumulatiivne puhasrahavoog</b>	<b>EUR</b>		<b>-550 802</b>	<b>-459 289</b>	<b>-308 076</b>	<b>-159 494</b>	<b>-13 808</b>	<b>128 706</b>	<b>268 030</b>	<b>404 144</b>	<b>537 017</b>	<b>666 611</b>	<b>792 884</b>	<b>915 781</b>
<b>Kumulatiivse puhasrahavoo nüüdispuhasväärtus (e. tasuvusaeg)</b>	<b>EUR</b>		<b>-510 002</b>	<b>-431 544</b>	<b>-311 506</b>	<b>-202 294</b>	<b>-103 142</b>	<b>-13 335</b>	<b>67 960</b>	<b>141 497</b>	<b>207 967</b>	<b>267 995</b>	<b>322 150</b>	<b>370 955</b>



## **SUMMARY**

### **PROFITABILITY FROM AN ADMINISTRATION PERSPECTIVE: COMBINED HEAT AND POWER PLANTS**

Timo Torni

In Estonia, 151 of 226 local municipal governments are using district heating, which in turn accounts for 60% of the nation's population consumption according to the State audit. The current energy climate is shifting toward energy efficiency and environmental protection, because of that notion it is more economical to produce heat and power jointly.

Comparative analysis of different heat and power production technologies leads to the assumption that it is viable from various perspectives. Less byproducts are created in the production process in terms of emissions. In comparison to alternative methods the production losses are significantly lower in such processes. The ratio of fuel consumed and power produced is far more efficient than expected thus creating much more power than standard power plants without heat generation usage.

In general, it is cheaper to produce heat and power from local fuels. The raw materials are easily accessible and most traditional overhead costs such as transportation and additional taxes can be avoided. This leads to a more financially efficient primary fuel for production and ultimately a less expensive final product. In Estonia, most combined heat and power plants (CHP) use a dual fuel method in production. Meaning that most fuels are imported due to the price instability and availability of the fuel in the market. This directly affects the profitability of the CHP from both the consumer as well as the producer.

Price development of CHP outputs from the aspect of production sales is one of the primary components used to evaluate the viability of building a CHP. The legal framework in Estonia is largely based on the European Commission and the European Parliament directives that regulate the efficiency, production capability and price development of CHP-s output. According to the Open Market Electricity law in Estonia, the power produced is applicable to the open market regulation, which means it has to be sold to SPOT<sup>1</sup> market. The price of electricity is not regulated by law and it is determined by the market. The process follows a standard model

---

<sup>1</sup> unregulated open market price

meaning that the producer sells to the open market, the retailer sells to the end consumer and the end consumer selects their retailer. Heat prices are far more regulated by Estonian laws and by the Competition Authority, which both adhere to European Union directives. The Competition Authority has set in place a detailed ordinance that regulates the price of heat in Estonia. This market framework essentially defines a situation where the CHP heat price cannot actively change for the consumer regardless of the environmental benefits it offers.

The next formal step is to confirm that building the CHP is a fiscally sound decision. Profitability is dependent on very specific factors such as subsidies offered by the Estonian government or EU funds, the location of the CHP and the consumption needs of the consumers. The approximated profitability of building a CHP is estimated at ten years, but with support from EU funds the investment is paid in six years. One of the conditions that alleviates financial stress in the profitability analysis is the willingness of the local municipal governments to sign long-term contracts up to 12 years. This is not often practiced on the market, but would be helpful in confirming long-term viability.

The final finding of the analysis determine that benefits for the consumer are largely unchanged if they start using power and heat from the CHP. The greatest savings are generated by environmental safety and gains, but unfortunately this is not a prime driver from consumers as of now. That being said, CHP-s are still developing and advancing the technology used in production and in a few years environmental gains may be accompanied by financial savings. The current Estonian energy efficiency planning suggests that the future of power and heat production needs to be greener and more sustainable. In terms of planning, CHP profitability is dependent on the consumption area and the unique factors present at the production facility. Currently the CHP-s do not offer significant competition to the current heat and power companies, but may do so in the foreseeable future. Effects of CHP-s in Estonia will be further evidenced in the coming years as heat and power production gains additional emphasis and attention.