

Mehaanikateaduskond
Soojustehnika Instituut

Uurimis-arendustöö
TEHNILINE JA MAJANDUSLIK HINNANG
VEDELKÜTUSEL TÖÖTAVATE KATLAMAJADE
ÜLEVIIMISEKS VEELDATUD MAAGAASI
KASUTAMISELE

ARUANNE

Tellijad: 
ÜHENDAME ENERGIAD

A Member of
The Linde Group | 

Koostajad: Professor Andres Siirde

Dotsent Aleksandr Hlebnikov

Teadur Anna Volkova

Teadur Igor Krupenski

SISUKORD

Sissejuhatus.....	4
1. Ülevaade põlevkiviõli kasutamisest Eesti ja Läti katlamajade kütusena	6
1.1. Ülevaade soojuse tootmisest ja tarbimisest Eestis sõltuvalt kasutatavatest kütustest ja katelseadmetest, sh põlevkiviõli tarbimisest soojuse tootmiseks	6
1.2. Statistiline hetkeolukord põlevkiviõli tarbimise kohta Eestis maakonniti	8
1.3. Ülevaade soojuse tootmisest ja tarbimisest Lätis vedelkütuse kasutamisel	9
2. Põlevkiviõli kasutamine reserv- ja tipukoormuste katmisel	12
2.1. Soojustarbimise jagunemine tipu ja baaskoormuseks.....	12
2.2. Katlakütusena kasutatava põlevkiviõli hind.....	14
2.3. Soojuse tootmishind põlevkiviõli kasutatavates katlamajades, tootmishinna kujunemine	16
3. Põlevkiviõli kui katlakütus, tootmine, tootmismahud ja arengusuunad põlevkiviõli tootmisel	19
3.1. Põlevkiviõli tootmisettevõtted, põlevkiviõli tootmismahud ja tulevikusuunad	19
3.1.1. Narva Õlitehas.....	19
3.1.2. Narva Õlitehase tooted.....	19
3.1.3. Narva Õlitehase laiendusplaanid	20
3.1.4. Kiviõli Keemiatööstuse OÜ.....	21
3.1.5. Viru Keemia Grupp (VKG).....	22
3.2. Eesti põlevkiviõli tootmismahud kokku ja põlevkiviõli eksport	24
3.3. Põlevkiviõli baasil mootorkütuse tootmisplaanid põlevkiviõli tootjate avaliku informatsiooni alusel.....	25
3.3.1. VKG.....	25
3.3.2. Narva Õlitehas.....	27
4. Veeldatud maagaas kui väikekatla kütus	28
4.1. Veeldatud maagaas kui kütus	28
4.1.1. Kütuse omadused. Eestise tarnitav maagaas vs LNG.....	28
4.1.2. Veeldatud maagaasi kasutamine katlakütusena	28
4.2. Veeldatud maagaasi kasutamise üldine logistiline kirjeldus.....	30
4.2.1. Veeldatud maagaasi transport tsisternautodega	31
4.2.2. LNG taasgaasistamise kompleksid ja nende tehnilised näitajad	32
4.2.3. Investeeringud ja jooksvad kulutused veeldatud maagaasi mahutipargi kohta	35

5. Võimalikud LNG Eesti lokaalsed taasgaasistamisjaamade võimsused ja tehnilised tingimused arvestades olemasolevat vedelkütuse katelde kasutust	36
5.1. Eestis kasutusel olevate vedelkütust kasutavate katelde kirjeldus	36
5.2. Orienteeruvad taasgaasistamisjaamade mahud arvestades Eesti potentsiaalseid LNG-le üleminevaid katlaid	38
5.3. Tüüpilise põlevkiviõlil töötava katlamaja veeldatud maagaasile üleviimise lahendus	38
5.4. Hinnanguline ja prognoositav LNG hind	40
6. LNG kasutamine katlamajades koos teiste kütustega	42
6.1. Optimeerimise ülesanne soojusenergia erinevate tootmisühikute korral	42
Kokkuvõte	45

Sissejuhatus

Käesolev uurimis-arendustöö „Tehniline ja majanduslik hinnang vedelkütusel töötavate katlamajade üleviimiseks veeldatud maagaasi kasutamisele“ vahearuanne on valminud Tallinna Tehnikaülikooli (TTÜ) soojustehnika instituudis ja teostatud Elering AS ning AS Eesti AGA tellimisel.

Tellijad ja täitja leppisid kokku teostada töö alljärgnevas mahus:

Töö sisaldus:

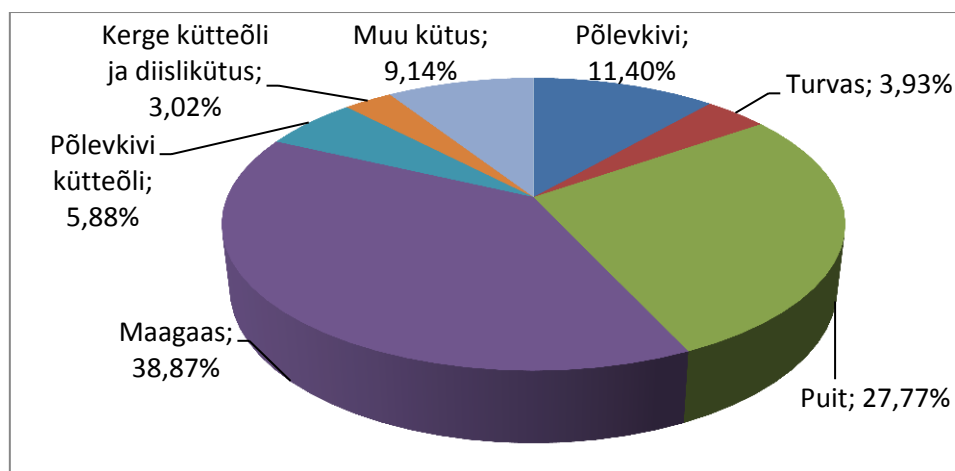
1. Ülevaade põlevkiviõlist kui katlakütusest, põlevkiviõli turg ja tarbimine ning nende tulevikusuunad.
 - 1.1. Statistiline hetkeolukord põlevkiviõli tarbimise kohta, põlevkiviõlide margid, põlevkiviõli tootmismahud, põlevkiviõli eksport.
 - 1.2. Lühülevaade põlevkiviõli tootmise tulevikusuundadest ja mahtudest. Põlevkiviõli baasil mootorkütuse tootmisplaanid põlevkiviõli tootjate avaliku informatsiooni alusel.
 - 1.3. Põlevkivi kui lähtetooraine kasutatavusest tulenevad põlevkiviõli tootmismahude suurendamise piirangud.
2. Ülevaade põlevkiviõli kasutamisest Eesti ja Läti katlamajade kütusena.
 - 2.1. Tüüpilised põlevkiviõli kasutavad katlamajad, kasutatavad katlatüübid, põlevkiviõli tarbimiskogused, tarbimise sesoonsus, küttepiirkondade suurused Eestis ja Lätis.
 - 2.2. Põlevkiviõli kasutamine reserv- ja tipukoormuste katmisel.
 - 2.3. Soojuse tootmishind põlevkiviõli kasutatavates katlamajades, tootmishinna kujunemine.
3. Veeldatud maagaas kui väikekatla kütus.
 - 3.1. Veeldatud maagaas kui kütus, kütuse omadused. Veeldatud maagaasi kasutamine katlakütusena. Põletamistingimused, katlad. Olemasolevate vedelkütust kasutavate katelde veeldatud maagaasile üleviimise tehnilised võimalused.
 - 3.2. Tüüpilise põlevkivil töötava katlamaja veeldatud maagaasile üleviimise eskiislahendus: mahutipargi ehitus, vajalikud tegevused katelde ning katla põhi- ja abiseadmete (sh põleti, õhuelsoojendus jms) vahetuseks.
 - 3.3. Hinnanguline veeldatud maagaasi kasutusturg (kogused, sesoonsus) Eestis ja Lätis kui asenduskütus põlevkiviõlile.

- 3.4. Veeldatud maagaas kui reserv- ning tipukoormuste kütus.
 - 3.5. Veeldatud maagaasi kasutamine väikekatlamajades koos teiste kütustega (erinevad biokütuste lahendused).
- 4. Veeldatud maagaasil toodetud soojuse tootmishind.
 - 4.1. Hinnangulised põlevkiviõlil töötava katlamaja veeldatud maagaasile üleviimise maksumused.
 - 4.2. Põlevkiviõli ja veeldatud maagaasil töötava katlamaja käituskulude hinnanguline võrdlus
 - 4.3. Hinnanguline soojuse tootmishind veeldatud maagaasi ja põlevkiviõli kasutamisel.

1. Ülevaade põlevkiviõli kasutamisest Eesti ja Läti katlamajade kütusena

1.1. Ülevaade soojuse tootmisest ja tarbimisest Eestis sõltuvalt kasutatavatest kütustest ja katelseadmetest, sh põlevkiviõli tarbimisest soojuse tootmiseks

Soojusetoodang Eesti elektrijaamades ning katlamajades on olnud viimase kümne aasta jooksul suuremate muutusteta olles vahemikus 9062-10 617 GWh. Toodetud soojusest ca 72-75% müüakse tarbijatele kaugküttevõrku. Soojuse tootmiseks katlamajades ja elektrijaamades leiavad kasutamist erinevad kütused, kus küllaltki suur osatähtsus on nii maagaasil kui puitkütusel (joonis 1). Märkimisväärne osatähtsus on ka põlevkiviõlil, ca 6%.



Joonis 1. Kütuste tarbimine soojuse tootmiseks aastal 2010

Soojuse tootmise efektiivsus on keskmiselt 89%, soojuse jaotuskadu kaugküttevõrkudes on keskmiselt 15%. Enamus toodetud soojusest leiab kasutamist energiasektoris ja tööstuses.

Tabelis 1 on toodud Eesti katlamajade statistika, mis näitab erinevatel kütustel töötavate katlamajade arvu, nende soojusvõimsusi ning erinevatel kütustel toodetud soojuse koguseid.

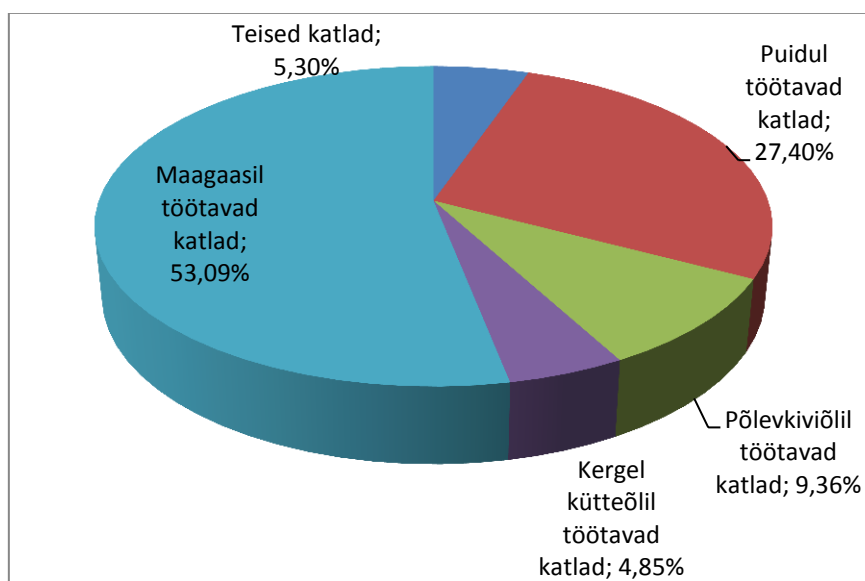
Viimase kolme aasta jooksul on soojust kõige rohkem toodetud maagaasist, teisel kohal on puit, kolmandal kohal on põlevkiviõli. Joonisel 1 ja tabelis 1 esitatud andmed on saadud Eesti Statistikaameti andmebaasidest. Joonise 1 ja tabel 1 andmed erinevad selle

poolest, et tabelis 1 ei kajastu soojuse ja elektri koostootmisjaamades toodetud soojuse kogused. Kogu toodetud soojusest ca 58% toodetakse katlamajades ja 42% toodetakse soojuse ja elektri koostootmisjaamades. Viimastel aastatel on märgata põlevkiviõlil töötavate katlamajade arvu muutust suurenemise suunas. Samas võib arvata, et tabelis 1 on kergel kütteõlil töötavate katelde statistikasse sattunud ka need katlad, mis kasutavad kütteks tegelikult põlevkiviõli kerget fraktsiooni.

Tabel 1. Soojuse tootmiseks olevate katelde statistika Eestis

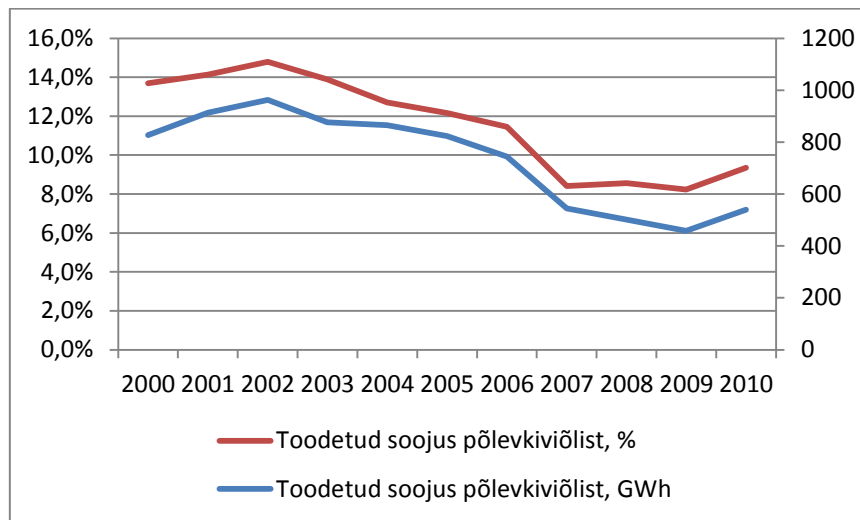
	Katelde arv aasta lõpul			Katelde summaarne võimsus, MW			Toodetud soojus, GWh		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Katlad kokku	4053	4257	4248	5565	5585	5613	5851	5563	5771
Raskel kütteõlil töötavad katlad	24	19	20	74	31	38	38	29	36
Põlevkiviõlil töötavad katlad	411	408	449	749	682	705	501	458	540
Kergel kütteõlil töötavad katlad	1046	1120	1080	722	736	715	273	294	280
Maagaasil töötavad katlad	1430	1568	1542	3006	3126	3043	3105	2939	3064
Puidul töötavad katlad	810	833	851	702	776	864	1470	1557	1581

Joonisel 2 on esitatud katelde arvu suhteline jaotus kasutatavate kütuste järgi



Joonis 2. Katelde arvu suhteline jaotus kasutatavate kütuste järgi

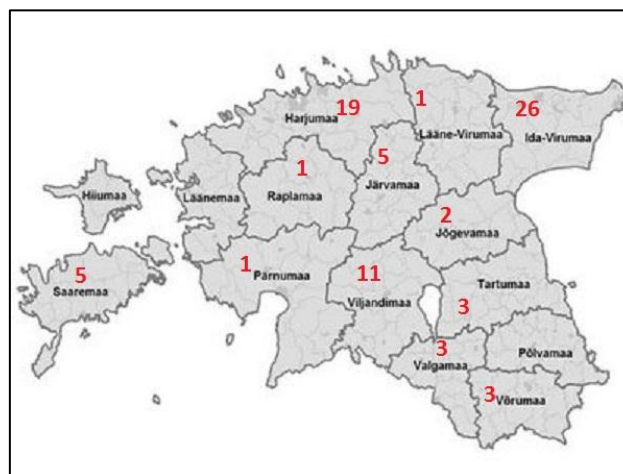
Joonisel 3 on toodud põlevkiviõlil toodetud soojuse dünaamika 2000-2010 aastate perioodi kohta. Nagu näha jooniselt, on põlevkiviõlist toodetud soojuse mahud alates 2005. aastast hakanud järsult vähenema.



Joonis 3. Põlevkiviõlil toodetud soojus aastate lõikes ja selle osakaal kogu soojuse tootmises

1.2. Statistiline hetkeolukord põlevkiviõli tarbimise kohta Eestis maakonniti

Joonisel 4 on tähistatud põlevkiviõli tarbimine 2010. aastal (tuhat tonni) erinevates maakondades.



Joonis 4. Põlevkiviõli tarbimine 2010. aastal (tuhat tonni) erinevates maakondades

Ida-Virumaa on esikohal põlevkiviõli kasutamises, teisel kohal Harjumaa, kolmandal Viljandimaa, neljandal-viiendal Järvamaa ja Saaremaa, kuuendat kohta jagavad

Tartumaa, Võrumaa, Valgamaa, seitsmendal Jõgevamaa ning viimast kohta jagavad Lääne-Virumaa, Pärnumaa ja Raplammaa. Põlevkiviõli ei kasutata Põlvamaa, Hiiumaa ja Läänemaa katlamajades.

Tabelis 2 on toodud põlevkiviõli suhteline osakaal soojusetootmises katlamajades maakondade kaupa. Silmatorkavalt erinevad teistest Järva, Saare ja Viljandi maakonnad, kus ca 10% soojusest toodetakse põlevkiviõlist.

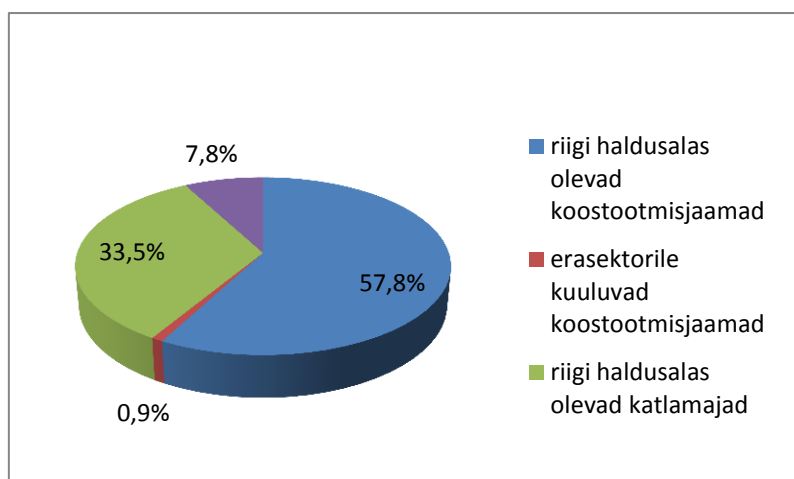
Tabel 2. Põlevkiviõli tarbimise osakaal kogu kütusest viimase viie aasta jooksul maakondades.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Eesti kokku	2.04%	1.75%	1.18%	1.23%	1.30%	1.23%
Harju maakond	2.91%	2.80%	2.61%	2.21%	1.53%	1.72%
Hiiumaa maakond	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ida-Viru maakond	0.83%	0.61%	0.39%	0.41%	0.59%	0.56%
Jõgeva maakond	3.83%	2.31%	2.20%	5.30%	0.00%	4.87%
Järva maakond	12.38%	7.27%	9.03%	9.83%	10.86%	10.76%
Lääne maakond	3.76%	0.00%	3.27%	3.95%	0.00%	0.00%
Lääne-Viru maakond	1.13%	1.77%	0.82%	0.79%	1.15%	1.26%
Põlva maakond	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Pärnu maakond	9.88%	13.39%	0.78%	0.76%	0.95%	1.04%
Rapla maakond	14.21%	8.27%	0.00%	1.70%	0.00%	1.70%
Saare maakond	14.40%	12.37%	11.54%	10.64%	9.45%	11.11%
Tartu maakond	1.03%	0.97%	0.46%	0.45%	1.01%	1.34%
Valga maakond	2.20%	2.10%	0.00%	3.25%	3.23%	8.40%
Viljandi maakond	14.26%	8.29%	14.43%	19.97%	18.61%	12.65%
Võru maakond	8.58%	5.60%	5.53%	4.38%	6.76%	6.42%

1.3. Ülevaade soojuse tootmisest ja tarbimisest Lätis vedelkütuse kasutamisel

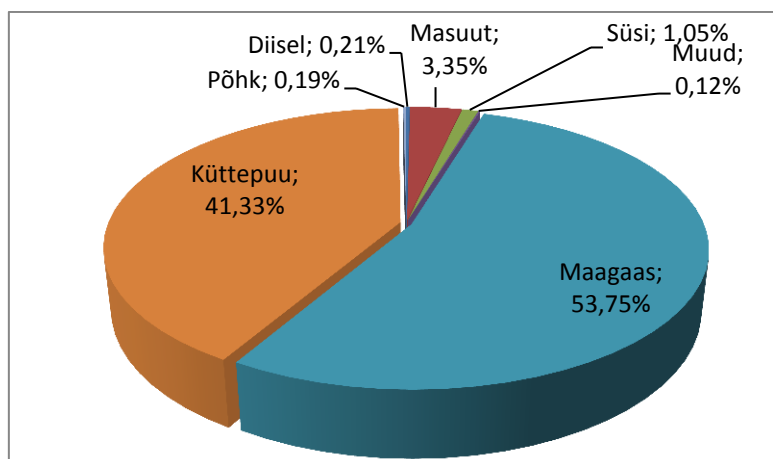
Lätis, sarnaselt Eestile, toimub soojusvarustus era- ja munitsipaalkatlamajadest ning koostootmisjaamadest kaugküttesüsteemi kaudu. Soojusetootmise jaotus erinevate soojusallikate vahel on toodud joonisel 5.

Suurem soojuse toodang langeb koostootmisjaamadele. Enamus kaugkütte soojusest annavad Riia koostootmisjaamad SEJ1 ja SEJ2, kus kütusena kasutatakse maagaasi.



Joonis 5. Soojuse tootmise jaotus Lätis sõltuvalt koostootmisjaamadest ja katlamajadest ning nende omandivormist

Põhilise kütusena on katlamajades kasutusel maagaas (üle 53,75%), järgneb arvestatava kogusena puit (üle 41%). Vedelkütus (masuut ja diislikütus) moodustab 3,6% (joonis 6).



Joonis 6. Läti katlamajades 2010. aastal toodetud soojuse jaotus kütuste järgi

Lätis kõikidele katlamajadele võimsusega 0,5 kuni 50MW, tuleb taotleda tegevusluba keskkonnaametilt. Ametilt saadud tegevusload ja loa saamiseks esitatud taotlused on avalikud.

Nimetatud avalduste ja saadud tegevuslubade avalike andmete analüüsist on koostatud tabel 3, kus on toodud vedelkütust põhi- või reserv/avariikütusena kasutatavad katlamajade loetelu.

Ainult kahes katlamajas kasutatakse põhikütusena vedelkütust nimetusega põlevkiviõli koos teiste kütustega. Üheksas katlamajas kasutatakse põhikütusena vaid vedelkütust nimetusega kas diislikütus, ahjuküte või masuut.

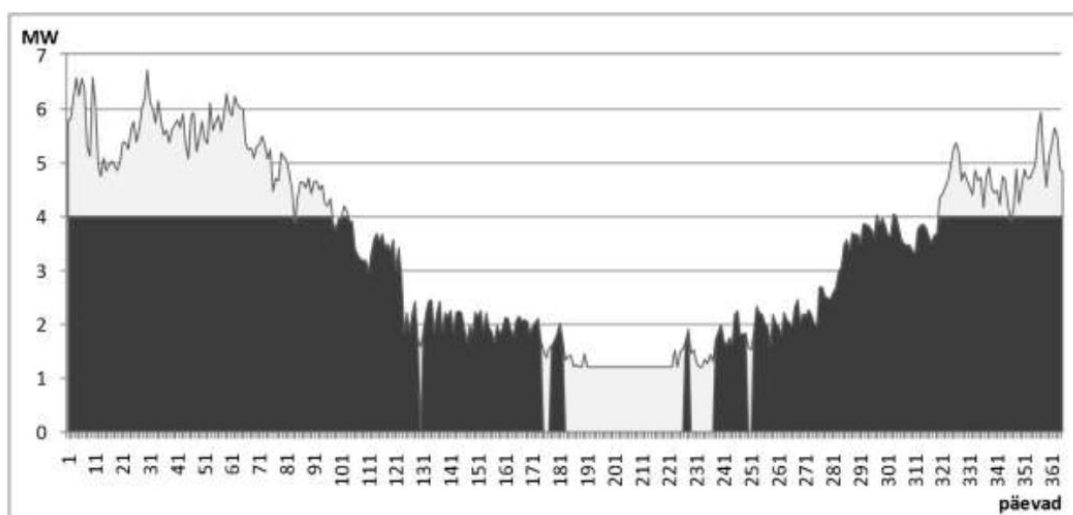
Tabel 3. Lätis vedelkütust põhi- või reserv/avariikütusena kasutavad katlamajad. Arvväärtused tabelis tähendavad vedelkütuste juures tonni ja gaaskütuse juures 1000nm³

1	LR IM Valsts robezsardzes koledža	Rezekne	diisel	520				
2	SIA Gauja	Inčukalns	ahjuküte	200	masuut	200		
3	Krāslavas nami	Krāslava	küttepuu/turvas		põlevkiviõli	834	masuut	354
4	Daugavpils siltumtīkli	Daugavpils	maagaas	132506	masuut	52384	biogaas	39400
5	Rīgas TEC 1	Rīa	maagaas	289000	diisel	844		
6	Rezeknes Racana	Rezekne	maagaas	15416	masuut	4000		
7	Rezeknes Valsts Robežas koledža	Rezekne	diisel	520				
8	Ventspils	Ventspils	küttepuu/turvas	16000	diisel	550		
9	Rīgas Finieris	Rīga	küttepuu	8000	diisel	42		
10	Nodrošinājuma valsts aģentūra	Rīga	diisel	150				
11	Tukuma siltums	Tukums	küttepuu	80000	masuut	1500	diisel	150
12	Pellets Latvija	Liepāja	küttepuu	5700	diisel	600		
13	Heat Valka	Valka	küttepuu	2100	diisel	80		
14	Rīgas brīvosta	Rīga	diisel	110				
15	SIA Ermans	Rīga	diisel	120				
16	Valkas dome	Valka	küttepuu	5000	diisel	80		
17	Rēzeknes siltums	Rēzekne	maagaas	8584	diisel	300		
18	Lielvārdes Remde	Lielvarde	sūsi	500	diisel	172		
19	VL Bunkerings	Rīga	diisel	110				
20	VID	Rezekne	küttepuu	750	diisel	37		
21	Latrostrans	Daugavpils	diisel	800				
22	Latvijas balzams	Rīga	diisel	247				
23	Kalupe	Kalupe, Latgale	diisel	275				
24	Kalkuni	Kalkunes, Latgale	küttepuu	6985	masuut	1339	põlevkiviõli	132

2. Põlevkiviõli kasutamine reserv- ja tipukoormuste katmisel

2.1. Soojustarbimise jagunemine tipu ja baaskoormuseks

Eesti ja Läti kliimatingimuste juures kestab kütteperiood ca 200-210 päeva. Kütteks tarbitav soojuskogus ja -võimsus on praktiliselt lineaarses korrelatsioonis välisõhutemperatuuriga. Joonisel 7 on toodud soojuskoormuse näidisgraafik, mis on koostatud lähtudes aastasest soojustarbimisest 30 000 MWh ning mis on iseloomulik sellistele Eesti linnadele nagu Tapa ja Paldiski [joonise originaal on võetud aruandest „Eesti riigi soojus- ja elektrienergia koostootmise potentsiaali hindamine“, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium ja ÄF-Estivo AS, Tallinn 2011].



Joonis 7. Küttevajadust üldiseloomustav soojuskoormuse graafik

Joonise horisontaalteljel on päevad alates 1. jaanuarist kuni 31. detsembrini. Vertikaalteljel on toodud kütetarbijatele vajalik summaarne soojuse väljastusvõimsus.

Joonisel halli joonega piiratud ala väljendab tinglikult osa soojusvajadusest, mis on majanduslik ja mõistlik toota tipukatlag. Tume ala, mis märgib baaskoormust, toodetakse nn odavama kütusega (puit, turvas), kuid suurema kapitalikuluga katlag. Tipu- ja suvine koormus aga väiksema kapitalikuluga, kuid kallima kütuse baasil (põlevkiviõli, maagaas).

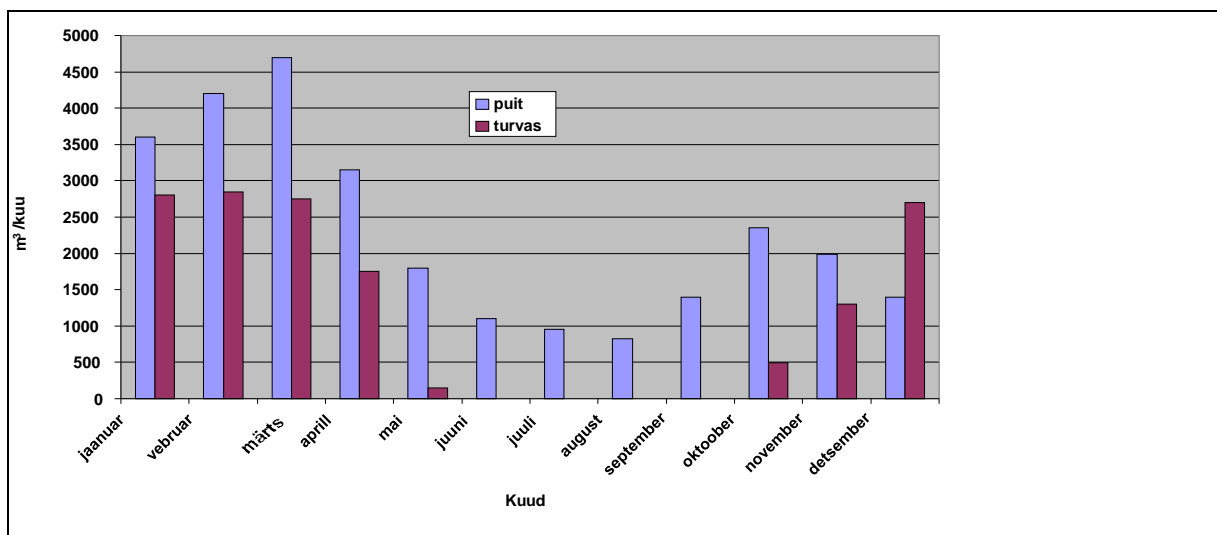
Konkreetne näide AS ELVESO Jüri katlamajast, (Rae valla soojusvarustuse arengukava: http://www.rae.ee/files/Rae%20valla%20soojusvarustuse%20arengukava_juuni_2008

.doc). Katlamaja kasutab põhikütusena puitu ja turvast. Lisakütuseks on põlevkiviõli. Katlamaja juurde kuulub kütusehoidla, mis mahutab kuni 1200 m³ (so ca 11764-12280 MWh vedelkütust) ja 600 m³ (ca 480-580 MWh primaarenergiat sõltuvalt puidu või freesturba suhtelisest kogusest ja niiskusest) puitu-freesturvast. Antud puidu-freesturba varust talvisel kütteperioodil jätkub 3-4 ööpäevaks. Jüri katlamaja katelde põhinäitajad on toodud tabelis 4.

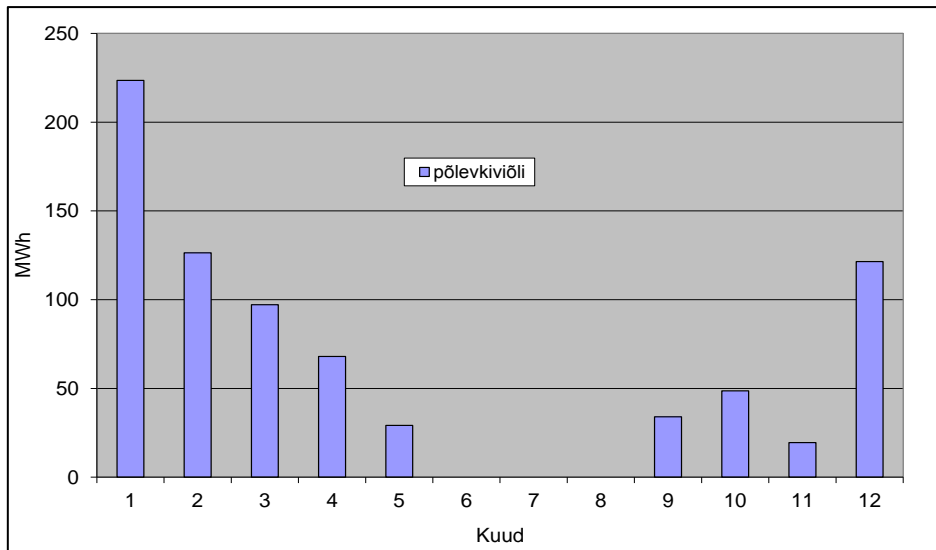
Tabel 4. Jüri aleviku katlamaja katlad

Katlamaja	Katla tüüp	Katelde arv,tk.	Kütus	Võimsus, MW	Märkus
AS ELVESO	Futer 3	1	põlevkiviõli	3,0	valmistatud 1993
	KVD 5.5-125	1	freesturvas/puit	5,5	valmistatud 1996
	Vapor 2.5	1	puit	2,0	valmistatud 1983, kasutusel 2002
	leeksuitsutorukatel REW-3000	1	põlevkiviõli	3,5	valmistatud 1986, kasutusel 2007
Kokku:				14,0	

Kütuse kulu Jüri katlamajas kütteperioodil kuude lõikes on toodud joonisel 8 ja 9.



Joonis 8. ELVESO Jüri katlamaja puidukütuse ja turba primaarenergia kulu kütteperioodil (puiduhakke kütteväärtus on 0,8 MWh/m³, freesturba kütteväärtus on 0,98 MWh/m³)



Joonis 9. ELVESO Jüri katlamaja põlevkiviõli primaarenergia kulu kütteperioodil
(põlevkiviõli kütteväärtus on 9,72 MWh/m³)

Kütteperioodil tarbiti freesturvast ca 14 871 m³, puitu ca 17 854 m³ ja põlevkiviõli ca 77 tonni. Kütuste osakaal soojusenergia toodangus kütteperioodil oli järgmine: puit 50%, turvas 46%, põlevkiviõli 4%.

Sarnaselt Jüri aleviku katlamajale, toimub tipukoormuste katmine põlevkiviõlikateldega paljude asulate kaugküttevõrkudes. Näiteks Valga linna kaugküttevõrku varustavad soojusega kaks katlamaja. Põhiline ehk baaskoormuse osa soojusest toodetakse Pärna puiestee 15 katlamajas 10 MW võimsusega hakkepuidu katlaga. Tippkoormuse ja tarbijate sooja veega varustamiseks suvekuudel kasutatakse põlevkiviõlil töötavaid katlaid. Puiduhakke baasil toodetakse 75% kogu soojusest. Seega piir tipu- ja baaskoormuse vahel on tinglik ja määratud pigem majanduslikest optimeerimistulemustest, mis on esitatud põhjalikumalt käesoleva aruande 6. peatükis.

2.2. Katlakütusena kasutatava põlevkiviõli hind

Katlakütusena kasutatava põlevkivi hinnad aastate lõikes Eesti Statistikaameti andmetel on toodud tabelis 5, millest on näha, et põlevkivi hind on pidevalt tõusnud. Võrreldes 2000. aastaga on põlevkiviõli hind suurenenud käesolevaks ajaks ligikaudu kolm korda ja võrreldes 2005. aastaga ligikaudu kaks korda.

Tabel 5. Põlevkiviõli keskmine hind ilma aktsiisi ja käibemaksuta (1 tonn põlevkiviõli=10,8 MWh primaarenergiat)

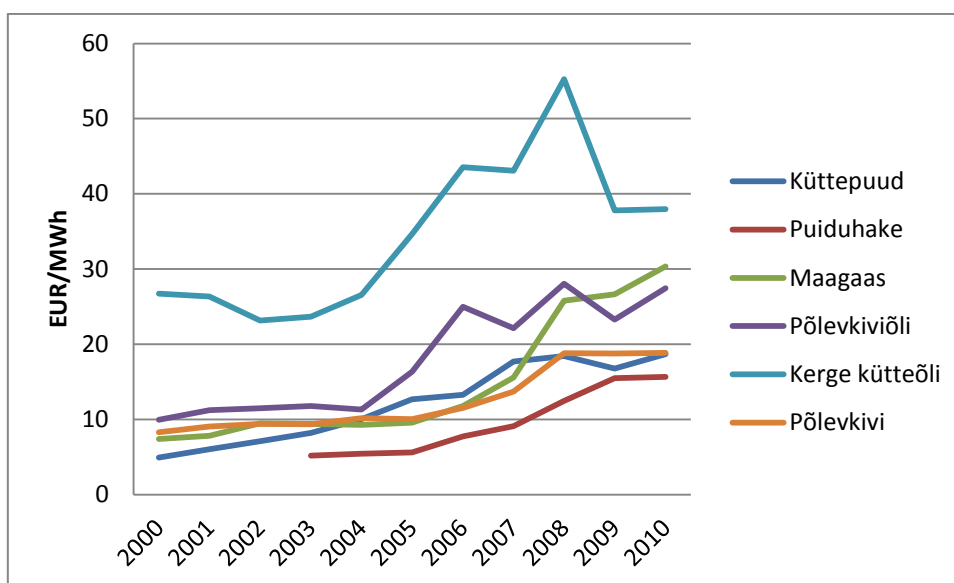
Põlevkiviõli hind											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EUR/tonn	107,56	121,30	123,92	127,12	122,01	176,46	269,71	239,16	302,94	251,24	296,61
EUR/MWh	9,96	11,23	11,47	11,77	11,30	16,34	24,97	22,14	28,05	23,26	27,46

Näitena on tabelis 6 esitatud Harju maakonnas olevasse katlamajja ostetud Narva Õlitehase päritoluga põlevkivi hind 2011. aastal kuude lõikes, millest saab vaid järeldada põlevkiviõli hinna jätkuvat tõusu.

Tabel 6 Narva Õlitehase päritoluga põlevkivi ostuhinnad Harjumaa katlamajas (hinnad on ilma aktsiisi- ja käibemaksuta ning transpordikuludeta)

kuu	Mark A	Mark B	Mark C
	bensiini 5 %	bensiini 25 %	bensiini 50 %
	EUR/tonn	EUR/tonn	EUR/tonn
2011.aasta			
August	430		398
September	415		380
Oktoober	431	412	389
November	432	416	396
Detsember	450	432	410
2012. a.			
Jaanuar	454	436	414
Veebruar	488	466	440
Märts	501	479	453
Aprill	534	507	476

Võrdluseks on joonisel 10 esitatud erinevate kütuste hinnad aastate lõikes. Kõikide kütuste hinnad on alates 2003. aastast järsult suurenenud. Maagaasi ja kerge kütteõli hinna kasv on olnud siiski ühtlasem kui põlevkiviõlil. On selge, et põlevkiviõli hinda mõjutavaks põhiteguriks ei ole põlevkivi hind vaid välismõjud (vedelkütuste maailmaturu hind) ning selle kütuse ekspordi kasv.



Joonis 10. Erinevate kütuste hinnad aastate lõikes.

2.3. Soojuse tootmishind põlevkiviõli kasutavates katlamajades, tootmishinna kujunemine

Alates 1. novembrist 2010, kui jõustusid kaugkütteseaduse muudatused, kooskõlastab kõigi soojusettevõtete hinnad Konkurentsiamet. Kaugkütteseaduse kohaselt tuleb soojuse hinna kooskõlastamisel võtta arvesse:

- vajalikke tegevuskulusid, sh soojuse tootmiseks, jaotamiseks ja müügiks tehtavad kulud;
- investeeringuid tegevus- ja arenduskohustuse täitmiseks;
- keskkonna-, kvaliteedi- ja ohutusnõuete täitmise kulud ja
- põhjendatud tulukust.

Täpsustatud ja kaugkütteseadusele vastav metoodika, mille alusel tuleb soojusettevõttel soojuse müügi piirhind kooskõlastada, on toodud Konkurentsiameti internetilehel (<http://www.konkurentsiamet.ee/?id=18306>). Siiski on soojuse piirhindade kooskõlastamine soojusettevõttele osutunud sageli keerukaks protsessiks, mis on viinud kohtuvaidlusteni. Ka Riigikontroll on teostanud auditi hindamaks Konkurentsiameti ja kohalike omavalitsuste tegevust soojuse hinna reguleerimisel ning koostanud kriitilise aruande „Riigi tegevus soojusvarustuse jätkusuutlikkuse tagamisel“

(Tallinn, 4. märts 2011). Nimetatud aruandes on ühe järeldusena märgitud: „Konkurentsiamet ei ole soojuse hinna kooskõlastamisel kohelnud ettevõtteid võrdselt. Amet on küll kehtestanud hinna kooskõlastamise põhimõtted, kuid pole neid rakendanud nii, et oleks tagatud läbipaistev ja kõiki tootjaid võrdselt kohtlev hinna kooskõlastamine. Erinevalt koostatud hinnad on kaasa toonud soojuse tootjate erineva majandusliku toimetuleku. Vaatamata sellele, et alates 1. novembrist 2010 on soojuse hindade kooskõlastamine ainult Konkurentsiameti ülesanne, ei ole riik ühtseid hinna kooskõlastamise põhimõtteid õigusaktiga siiani kehtestatud“.

Analüüsides aga soojusettevõtete kooskõlastatud piirhindu erinevate kütuste kasutamisel saab teha üldistatud järeldused:

Kooskõlastatud piirhind põlevkiviõli kasutamisel moodustub alljärgnevatest komponentidest ja selle osakaalust:

- Põlevkiviõli kui kütuse hind 78-80%
- Põhjendatud tulukus 3%
- Põhivara kulum 2%
- Muud tegevuskulud 15-17%

Kooskõlastatud piirhind kohalikul biokütusel koos põlevkiviõliga tipukoormuste katmisega moodustub alljärgnevatest komponentidest ja selle osakaalust:

- Kütus 71 %
- Tegevuskulud 12%
- Põhjendatud tulukus 10%
- Põhivara kulum 7%

Kooskõlastatud piirhind maagaasi kasutamisel moodustub alljärgnevatest komponentidest ja selle osakaalust:

- Põlevkiviõli kui kütuse hind 71%
- Põhjendatud tulukus 6%
- Põhivara kulum 6%
- Muud tegevuskulud 17%

Kooskõlastatud hindade analüüs näitab, et vaid kohalikul biokütusel koos põlevkiviõliga tipukoormuste katmisega ja maagaasil töötavate soojusettevõtete kooskõlastatud piirhinnas moodustab kütuse hind ca 70-71% kogu hinnast. Tuleneb see eeldatavasti sellest, et gaasikatlamajad ja biokütusel töötavad katlad on suhteliselt uued ja muretsetud laenudega ehk hinnas omab suhteliselt suurt osakaalu kapitalikulu. Soojuse piirhinna kooskõlastamise meetodika keerulisem ja vaidlusi tekitanud osa on reguleeritava vara ja kapitalikulu arvestamine. Meetodikas on toodud, et kapitalikulu (põhivara kulum) eesmärk on põhivara soetamiseks tehtud kulutuste tagasiteenimine müüdava soojuse hinna kaudu põhivara kasuliku eluea vältel. Kapitalikulu arvutamisel lähtutakse reguleeritavast varast. Kapitalikulu arvestatakse reguleeritava vara hulka arvestatud amortiseeruvalt põhivaralt. Reguleeritava vara väärtuse leidmine on vajalik kapitalikulu ja põhjendatud tulukuse arvutamiseks. Põhitegevuse investeeringud on teatud ajaperioodil tekkepõhiselt arvestatud põhivara soetamise, parendamise ja nendega seotud kulude kogusumma. Reguleeritavatelt varadelt arvestatakse põhjendatud tulukuse väärtuse üks osa. Mida suurem on reguleeritavate varade väärtus, seda suurem on põhjendatud tulukus. Ülaltoodud kooskõlastatud piirhinna komponentide suhtelisest jaotusest erinevate kütuste kasutamisel ongi näha, et mida suurem on põhivara kulumi osatähtsus, seda suurem on põhjendatud tulukuse osakaal. Sageli soojuse tootmisega ettevõtte ei teosta ise investeeringut uude tootmiseseadmesse, vaid sõlmib selleks rendilepingu. Oluline on märkida, et soojuse tootmise, jaotamise ja müügiga seotud põhivarade rentimisel on soojusettevõtjal õigus lülitada soojuse hinda renditud reguleeritavalt varalt arvestatud kapitalikulu ja põhjendatud tulukus samadel põhimõtetel kui vara omanikuna.

3. Põlevkiviõli kui katlakütus, tootmine, tootmismahud ja arengusuunad põlevkiviõli tootmisel

3.1. Põlevkiviõli tootmisettevõtted, põlevkiviõli tootmismahud ja tulevikusuunad

Eestis toodavad põlevkiviõli kolm ettevõtet: VKG Oil AS, Kiviõli Keemiatööstus OÜ ja Eesti Energia Õlitööstus AS. Ettevõtete põlevkiviõli tootmise maht viimastel aastatel on hinnanguliselt järgmine:

- VKG Oil AS: 220 000 tonni aastas;
- Kiviõli Keemiatööstus OÜ: 65 000 tonni aastas;
- Eesti Energia Õlitööstus AS: 190 000 tonni aastas; uus rajatav Enefit-280 seade lisab 290 000 tonni aastas.

3.1.1. Narva Õlithas

Täna on Eesti Energia tütarettevõttel Narva Õlithases kasutusel kaks „tahke soojuskandja“ tehnoloogiat kasutavat tootmisseadet Enefit-14. Kumbki suudab töödelda 140 tonni põlevkivi tunnis. Praeguste põlevkiviõli tootmismahude juures kasutatakse aastas umbes 1 miljon tonni põlevkivi. Maksimaalne põlevkiviõli tootmisvõimsus ulatub 820 tonnini päevas, mis teeb maksimaalseks aastaseks tootmisvõimsuseks 240 000 tonni ehk ligikaudu 1,5 miljardit barrelit vedelkütust. Viimaste aastate aastatoodang on jäänud umbes 1 miljoni barrelini.

3.1.2. Narva Õlithase tooted

Eesti Energia Õlitööstus toodab praegu kolme põlevkiviõli fraktsiooni (tabel 7) ja uttegaasi. Lisaks kolmele põhifraktsioonile on toodete nimekirjas baasproduktide segusid erinevates kontsentratsioonides. Neid tooteid võrreldakse traditsiooniliselt kütteõlidega, nagu raske kütteõli (nt masuut). Rasketes kütteõlides omadused võivad varieeruda eelkõige väävlisisalduse poolest. Erinevalt teistest rasketest kütteõlides (nt masuut) sisaldab põlevkiviõli vähem väävlit. Narva Õlithase andmetel umbes 40% toodangust läheb ekspordiks, umbes 60% kasutatakse kohalike soojusenergia tootjate poolt. Vedelate küttesegude valik õlithases on alljärgnev:

- toode A sisaldab 95% kütteõli ja 5% bensiini
- toode B sisaldab 75% kütteõli ja 25% bensiini
- toode C sisaldab 50% kütteõli ja 50% bensiini

Tabel 7. Narva õlitechases toodetavate põlevkiviõlide omadused

Näitaja	Põlevkivibensiin	Kerge kütteõli	Raske kütteõli
Tihedus 15 °C juures, kg/m ²	780–820	880–920	1025–1050
Fraktsioonikoostis: keemispunkt, °C	50–80	80–110	160–190
Keeb ära, mahu %:			
Kuni 100 °C	5–15		
Kuni 150 °C	50–70	1,5–5	
Kuni 200 °C	70–90	7–40	
Kuni 250 °C	50–80	3–5	
Kuni 300 °C		85–95	15–20
Kuni 350 °C			40–60
Keemise lõpp °C	220–250	300–330	360
Fenoõsed ühendid %	1–2	12–14	40–50
Koksiarv Konradsoni järgi, massi%	-	0,01–0,3	5–10
Väävlisisaldus, %	0,9–1,4	0,5–1,0	0,4–0,7
Joodiarv, gj 2/100g	80–120	70–100	80–100

3.1.3. Narva Õlitechase laiendusplaanid

Põlevkiviõli tootmistehnoloogia edasiseks arendamiseks ja kvaliteetse vedelkütuste tööstuse loomiseks on Eesti Energia ühendanud jõud Nasdaq OMX Helsingi börsil noteeritud ettevõttega Outotec Oy. Loodud on ühissetevõtte Enefit Outotec Technology. Eesti Energial on ühissetevõttes 60% osalus ning Outotecil 40% osalus. Litsentsi alusel saab tehnoloogia kasutusõiguse Eesti Energia Õlitööstus, kuid uue õlitechase omanikuks jääb aga Eesti Energia.

Koostöö hõlmab õlitechase tootmiseseadme ehitamist. Tehnoloogia tarnijaks on Outotec. Projekti juures on avalikult teatatud, et ligi 50% tehase komponentidest ehitab Eesti Energia Tehnoloogiatööstus.

Esimesed reaalsed sammud uue Enefit-280 õlitehase ehitusega tehti 2009. aasta oktoobris ja sama aasta detsembris saadi ka ehitusluba. Tehase valmimine oli kavandatud 2012. aasta maisse, kui tänaseks on valmimise aega pikendatud 2012. aasta sügiseks.

Ehitatava tehase tarbimine oleks 2,26 miljonit tonni põlevkivi aastas. Toodanguks on 290 000 tonni ehk 1,85 miljonit barrelit põlevkiviõli.

3.1.4. Kiviõli Keemiatööstuse OÜ

Kiviõli Keemiatööstuse OÜ põlevkiviõli tootmine baseerub kaheksal 1953. aastal ehitatud ja 1960-ndatel aastatel rekonstrueeritud põikvoolu uttegeneraatori, tuntud nime all Kiviter tehnoloogia, baasil.

Põlevkivi üks uttegeneraator on võimeline maksimaalselt töötleva 200 tonni tehnoloogilist põlevkivi ööpäevas. Tehnoloogilise tööritmi järgi saab korraga töötada kuus gaasigeneraatorit. Kiviõli Keemiatööstuse põlevkiviõli aastatoodang on ca 66 000 tonni. Kiviõli Keemiatööstuse OÜ-s on katsetusjärgus tahke soojuskandja TSK-500 (tootmiskaht Narva Õlitehase Enefit-140-st kuus korda väiksem). Sõltuvalt arengusuundadest on võimalik, et Kiviõli Keemiatööstuse OÜ põlevkiviõli tootmisvõime suureneb kolmandiku võrra TSK-500 edukal käivitumisel.

Kiviõli Keemiatööstuse OÜ tooted

- Põlevkiviõli S-1

Põlevkiviõli S-1 valmistatakse põlevkivi termilisel lagundamisel tekkivate põlevkiviõli fraktsioonide baasil. Kasutatakse kõrgekvaliteetse kütusena katlamajades, naftamasuutide vääristamiseks (viskoossuse alandamiseks).

Tehnilised nõuded:

1. Tihedus 20°C juures, kg/m³, piirides 980 – 1030.
2. Tuhasus, massi %, max 0,15.
3. Veesisaldus, massi %, max 1,5.
4. Väävlisisaldus, massi %, max 0,8.
5. Leektäpp lahtises tiiglis, °C, min 60.

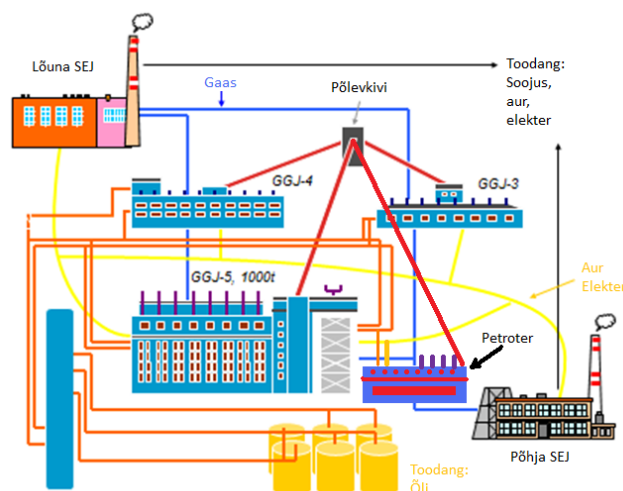
6. Hangumispunkt, °C, max -10.
7. Eripõlemissoojus (veevaba kütus), MJ/kg, min 38,9.
8. Kinemaatiline viskoossus 80°C juures, mm²/s, max 30.

Põlevkiviõli S-1 veetakse spetsiaalsetes paaksõidukites või alumise väljavõttega paakvagunites. Võib kasutada iga teist taarat, mis kindlustab tema kvaliteedi transportimisel ja hoidmisel.

3.1.5. Viru Keemia Grupp (VKG)

VKG tootmiskompleks

Viru Keemia Grupp AS (VKG) on Eesti erakapitalil põhinev riigi suurim põlevkivitöötlemisettevõtte. Kontserni peamiseks tegevusalaks on põlevkiviõli ning soojus- ja elektrienergia tootmine. Kontserni põhitegevust toetav tootmine ja teenindus on jaotatud eraldiseisvate tütarettevõtete vahel, mille aktsiad ja osad kuuluvad sajaprotsendiliselt emaettevõttele. VKG on defineerinud ka kontserni äri filosoofia, milleks on Eesti hinnatuima maavara mineraalse ja orgaanilise potentsiaali täielik avamine ning kogu põlevkivitööstuse ahela haldamine alates põlevkivi kaevandamisest kuni peenemate kemikaalide turustamiseni Eesti traditsioonilise tööstusharu ning laiemalt Ida-Virumaa tööstusregiooni kasvu ja arengu nimel. Põlevkiviõli tootmine toimub VKG kontserni tütarettevõtte VKG OIL AS tehastes, mille tootmiskompleks on kujutatud joonisel 11.



Joonis 11. VKG OIL AS tootmiskompleks

VKG OIL AS tootmiskompleksi kuuluvad gaasgeneraatorjaamad, tähistatud joonisel 11 kui „GGJ“, 2009. aastal valminud tahkel soojuskandjal (TSK) põhinev põlevkiviutmiseseade Petroter, kaks õliutmisel tekkinud gaasidel töötavat soojuse ja elektri koostootmisjaama (Lõuna SEJ, Põhja SEJ) ja põlevkiviõlide destillatsioonijaam. Gaasgeneraatorjaamad on sisuliselt Kiviter tüüpi põlevkiviõli uttegeneraatorite kompleksid. Kokku on VKG OIL AS tootmiskompleksi installeeritud 53 Kiviter tüüpi generaatorit, mis kokku on võimelised tarbima aastas ca 1,7 miljonit põlevkivi ja tootma ca 276 000 tonni põlevkiviõli. Põlevkiviutmiseseade Petroter tarbib projektvõimsusel ca 1 miljon tonni põlevkivi ja toodab ca 133 000 tonni põlevkiviõli aastas. Projektvõimsuse järgi sarnaneb Petroter seade Narva Õlitöösuse TSK seadmega Enefit-140.

VKG OIL AS poolt toodetavad põlevkiviõlid

VKG Oil AS poolt toodetavad põlevkivikütteõlid, mida kasutatakse laevakütuste lisandina, katelde ja tööstuslike ahjude kütteks, on toodud tabelis 8. Tooraineks on ka teistelt õlitootjatelt ostetav toorõli (ca 50 000 t/a).

Tabel 8. VKG Oil AS poolt toodetavad põlevkivikütteõlid

Näitarvu nimetus	Norm						Katsemeetodid
	VKG extra light	VKG light	VKG sweet	VKG C	VKG D	VKG D-1	
Tihedus 15 °C juures, kg/m ³ , maks.	923,0	965,0	994,0	Ei normita	Ei normita	1050,0	ASTM D 4052
Kinemaatiline viskoossus 50 °C juures, cSt, maks.	4,0	8,0	25,0			150,0	ASTM D 445 või ISO 3104
Tingviskoossus 80 °C juures, kraadides, maks.				1,5	2,8		ASTM D 1665
Vee massiosa, %, maks.	0,3	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0	ASTM D 95 või ISO 3733
Tuha massiosa, %, maks.	0,02	0,02	0,02	0,08	0,1	0,1	ASTM D 482 või ISO 6245
Väävli massiosa, %, maks.	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	ASTM D 4294
Leektäpp, °C : lahtises tiiglis, min.	50			-10	61		ISO 2592
kinnises tiiglis, min.		55	67			61	ASTM D 93 või ISO 2719
Hangumistemperatuur, °C, maks.	-30	-24	-17	-25	-15	-10	ASTM D 97
Alumine eripõlemissoojus, MJ/kg, min.					40,0		ASTM D 4868

VKG arendusplaanides on ette nähtud investeerida teise TSK seadmesse ehk Petroter II. Ehituse alustamist planeeritakse 2012. aasta II poolel.

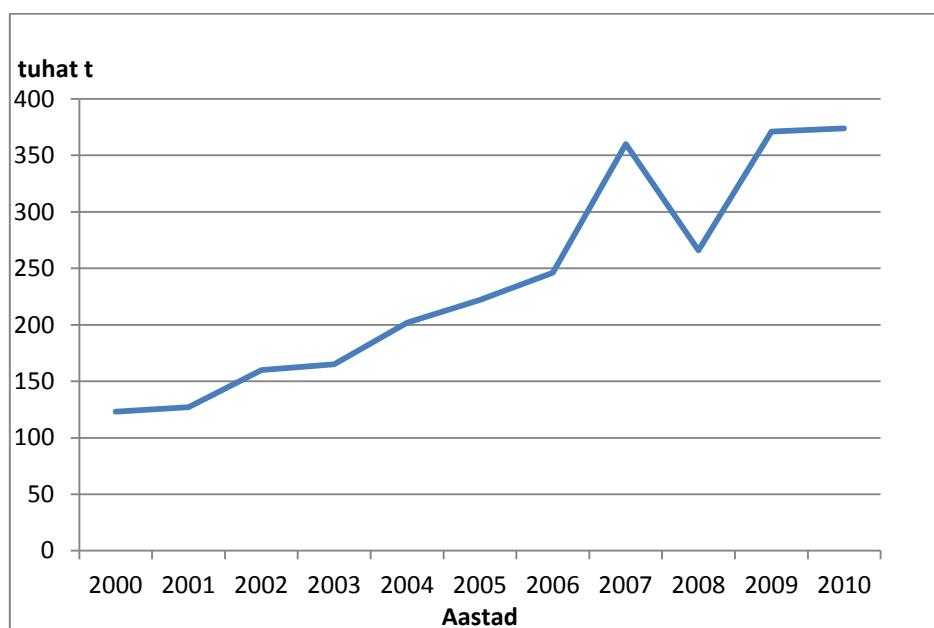
3.2. Eesti põlevkiviõli tootmismahud kokku ja põlevkiviõli eksport

Kõikide Eesti põlevkiviõli tootjate õli tootmismahud aastate lõikes on esitatud tabelis 9.

Tabel 9. Eesti põlevkiviõli tootjate õli tootmismahud aastate lõikes tuhandetes tonnides

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Narva Õlitehas	130,94	124,85	118,3266	156,2178	175,3791	190,448
VKG OIL AS	217,777	256,149	273,115	265,424	277,059	277,882
Kiviõli Keemiatööstuse OÜ	56,549	59,964	65,097	64,847	65,833	68,573
KOKKU	405,266	440,963	456,539	486,489	518,271	536,903

Joonisel 12 on toodud põlevkiviõli kütuse ekspordi dünaamika koostatuna Eesti Statistikaameti andmebaaside aluse.



Joonis 12. Põlevkivi kütteõli eksport, tuhat t

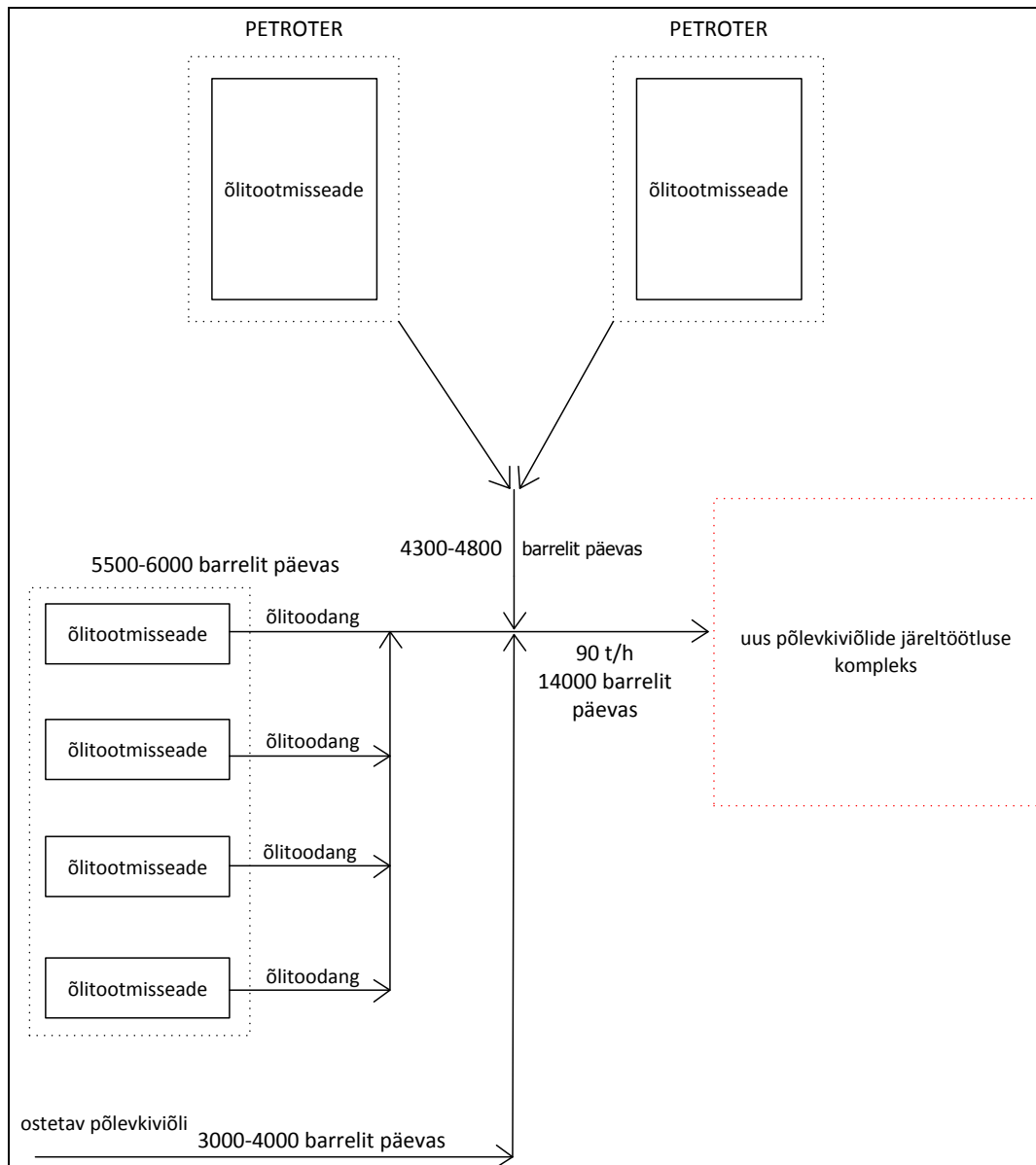
Põlevkiviõli tootmine Eestis on kasvutrendis, kuid ekspordikasv ületab tootmiskasvu suurusjärguga.

3.3. Põlevkiviõli baasil mootorkütuse tootmisplaanid põlevkiviõli tootjate avaliku informatsiooni alusel

3.3.1. VKG

Mootorkütuste tootmine põlevkiviõlist on Eestis ajalooline kogemus. Kui nn esimese vabariigi ja Teise maailmasõja ajal toodeti Eestis põlevkiviõlist bensiini, siis nüüd kavandavad nii Viru Keemia Grupp (VKG) kui Eesti Energia oma arenguplaanides põlevkiviõli nn järeltöötlemist diislikütuse tootmiseks. Ettevalmistused selleks on kõige kaugemal VKG-l. VKG planeerib alustada tehase ehitamist juba 2013. aastal. Projekteerimistööd on teostamisel ja tehas peaks valmima 2015. aastal ning töötama täisvõimsusel alates 2016. aastast.

VKG loodab hakata tootma rafineerimistehases 300 000 – 400 000 tonni Euro 5 normidele vastavat diislikütust aastas. Märkusena olgu toodud, et Eesti keskmine diislikütuse aastane vajadus on 600 000 tonni ringis. Lisaks diislikütusele toodetakse ligi 230 000 tonni laevakütusena kasutatavat kerget kütteõli, mis saab Läänemerel turueelise alates 2015. aastast, kui laevakütustele kehtestatakse väävlisisalduse piirang. Sellele lisandub ligi 70 000 tonni bensiini toorainet, mis müüakse lähimatele bensiini tootvatele rafineerimistehastele. Põlevkiviõlide järeltöötlusele suunatakse kogu VKG tootmistest saadav toorõli (sh olemasoleva TSK tehnoloogial oleva Petroter ja lisanduva Petroter II toodang). Lisaks arvestatakse ka sisseostetud põlevkiviõli töötlemise võimalusega. Planeeritava vesiniktöötluse toore hakkab tulevikus koosnema kolmest komponendist vastavalt joonisel 13 olevatele kogustele (Viru Keemia Grupp AS. Põlevkiviõlide järeltöötluse kompleksi rajamise detailplaneering. Keskkonnamõju strateegilise hindamise programm. Avalikuks väljapanekuks, 2011):



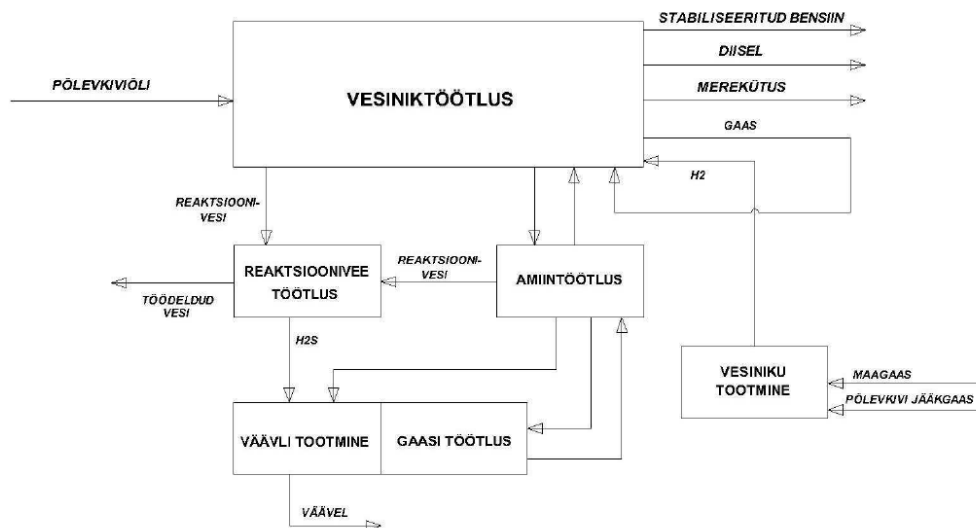
Joonis 13. Planeeritava vesiniktöötuse toorme jagunemine

Järeltötluse protsessist saadavad produktid on:

- EURO 5 kvaliteedinormidele vastav diislikütus;
- ECA 2015. aasta normidele vastav 0,1% väävlisisaldusega merekütus;
- stabiliseeritud bensiin.

Lisaks saadakse vähesel määral gaasi, mis kasutatakse ära tootmise siseselt.

Põlevkiviõlide järeltötluse kompleksi konfiguratsioon koosneb vesiniktöötuse osast ja nn abistavatest üksustest, milleks on vesiniku tootmine, reaktsioonivee töötus, amiintöötus, väävli tootmine ja gaasi töötus. Abistavate üksuste puhul on tegemist standardseadmete ja –tehnoloogiatega. Protsessi põhimõtteline skeem on esitatud järgneval joonisel 14.



Joonis 14. Põlevkiviõlide järeltötluse kompleksi põhimõtteline protsessiskeem

Vesiniktöötuse osas toimuvad protsessid sõltuvad valitud tehnoloogiast. VKG-l on kaalumisel kaks ligilähedast protsessilahendust, lõplik variant valitakse KSH protsessi käigus (VKG OIL AS tehnoloogiliste protsesside keskkonnamõju hindamise (KMH) aruanne, Keskkonnamõju hindamise taotlemine, 2008; Viru Keemia Grupp AS Põlevkiviõlide järeltötluse kompleksi rajamise detailplaneering. Keskkonnamõju strateegilise hindamise programm. Avalikuks väljapanekuks, 2011).

3.3.2. Narva Õlitehas

Narva Õlitehas on avalikes esinemistes ja ajakirjanduses välja toonud, et 500 000 tonni diislikütuse tootmisvõimsusega rafineerimistehas käivitatakse 2016. või 2017. aastal. Põlevkiviõli tootmise seadmete häälestamine nõuab tehnoloogia ainulaadsuse tõttu aega. Eesti Energia uus Enefit-280 õlitehas valmib käesoleval aastal. Seejärel kavandatakse kuni 2016. aastani ehitada veel kaks õlitehas, et saavutada kokku ühe miljoni tonnine põlevkiviõli tootmise maht, mida on vaja rafineerimistehase täisvõimsusega töös hoidmiseks. Avalikult kättesaadavad on vaid andmed, mis on toodud dokumendis „Eesti Energia Õlitööstus AS Õlitehase maa-ala detailplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise programm. Eesti Energia Õlitööstus ASi õlitootmise laiendamine ja põlevkiviõli järeltötluskompleksi rajamine Vaivara vallas.“ (Pöyru, elnõu, veebruar 2011) .

4. Veeldatud maagaas kui väikekatla kütus

4.1. Veeldatud maagaas kui kütus

Veeldatud maagaas (*Liquefied Natural Gas, LNG*) on looduslik gaas ehk maagaas, mis on jahutatud temperatuurini, mille puhul muutub tema olekufaas ning ta kondenseerub vedeliku faasini. Antud üleminek toimub temperatuuril ca -161°C . Antud veeldamise protsess vähendab gaasi mahtu ca 600 korda.

4.1.1. Kütuse omadused. Eestisse tarnitav maagaas vs LNG

Maagaas (möödetud Värska gaasimöötejaamas)

- Rõhk: $p = 3.082 \text{ MPa}$
- Temperatuur: $t = 2.02 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($T = 275.17 \text{ K}$)
- Tihedus: $\rho = 0,6854 \text{ kg/m}^3$
- Alumine kütteväärtus: $Q_{\text{net}} = 33,69 \text{ MJ/m}^3$ ($9,36 \text{ MWh}/1000\text{m}^3$)
- Ülemine kütteväärtus: $Q_{\text{gross}} = 37,69 \text{ MJ/m}^3$ ($10,47 \text{ MWh}/1000\text{m}^3$)

LNG (vastavalt rahvusvahelisele standardile ISO 8943):

- Rõhk (ülerõhk): $p = 0,25 \text{ MPa}$
- Temperatuur (veeldatud olekus): $t = -160^{\circ}\text{C}$ ($T = 113 \text{ K}$)
- Tihedus: $\rho = 421 \text{ kg/m}^3$
- Maht: $\frac{\text{maagaas}}{\text{LNG}} = \frac{600}{1}$
- Arvutuslik alumine kütteväärtus $Q_{\text{net}} = 5600 \text{ MWh}/1000\text{m}^3$
- Soojusülekanne tegur: $q = 8.14 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

4.1.2. Veeldatud maagaasi kasutamine katlakütusena

Maagaasi veeldamine muudab maagaasi transportimise ning ladustamise lihtsaks ja tänapäeval ka ökonoomseks. Maagaasi veeldamine võimaldab lihtsustatud juurdepääsu energiaallikale üle maailma.

Maagaasi veeldamise ajalugu ja areng:

- Pärineb 19. sajandist, kui Saksa insener Carl von Linde ehitas 1873. aastal esimese kompressor-jahutusseadme;

- Esimene kommertsialiseeritud maagaasi veeldamise tehas alustas oma tegevust 1941. aastal Clevelandis Ohios;
- 1959. aastal suundus esimene LNG tanklaev (mis oli nimetatud *Methane Pioneer*) veeldatud maagaasiga USA-st Suurbritanniasse;
- Viimasel ajal on toimunud LNG valdkonna (tanklaevade ja seadmete osas) järsk tõus, mille põhjuseks on LNG tehnoloogia nõudluse ja kasumlikkuse kasv;
- 2008. aasta juuli kuus tarnis ettevõtte Samsung Heavy Industries firmale EXXON LNG tanklaeva Mozah, mille maht oli 266 000 kuupmeetrit;
- Kogemus näitab, et iga 5 aasta möödudes ilmuvad põhimõtteliselt 2 korda suuremad tanklaevad.

LNG tootmise arendamine ja erinevate tehnoloogiate realiseerimine on aktuaalne ja perspektiivne ning võimaldab:

- maagaasivarusid omavatel maadel varustada maagaasiga piirkondi ja riike ka siis, kui need pole torujuhtmetega ühendatud;
- varustada gaasiga objekte (katlamajad, asulad), mis asuvad kaugel gaasijaotusvõrkudest;
- luua reservkütuse süsteeme LNG baasil, kus saab kütust gaasistada ja tarbijat varustada juba gaasilise kütusega;
- Teostada maantee-, raudtee-, õhu- ja veetranspordi üleminekut gaaskütusele LNG baasil.

LNG on kasutatav tööstusobjektide ja asulate autonoomseks kütteks, kus puudub gaasivarustusvõrk. Potentsiaalsed tarbijad: soojuselektrijaamad, väikeettevõtted, maakohtades asuvate asulate katlamajad, munitsipaalkatlamajad, mini-koostootmisjaamad, autonoomsed elektrijaamad, mototranspordiettevõtted, raudteetransport, õhutransport, jne.

Maagaasi veeldamisjaamad ei ole standardsed, kuid ei oma ka suuri tehnilisi erinevusi oma lahendustes. Skeemid ja seadmete komponendid on erinevad ning sõltuvad konkreetsest objektist: vajalik gaasirõhk, koostis, kasulike ja kahjulike komponentide sisaldus, niiskuse olemusolu, tahkete osakeste sisaldus.

Seadmete valik toimub tehnilis-majanduslike hinnangute alusel. Seadmete maksumus, elektrienergia erikulu ja teised parameetrid sõltuvad valitud seadmetest.

4.2. Veeldatud maagaasi kasutamise üldine logistiline kirjeldus

LNG tarneahel koosneb tinglikult neljast üksteisest sõltumatu etapist:

- Uurimine ja tootmine – maagaasi otsimine maakoos ning kaevandamine;
- Veeldamine – maagaasi muundamine veeldatud olekusse;
- Laevandus – globaalne LNG transportimine;
- Ladustamine ning regasifitseerimine – LNG ladustamine spetsiaalselt ehitatud mahutites ning edaspidine muundamine veeldatud olekust gaasilise faasini, valmistades ette gaasi transportimist torustike kaudu või tarbimist kohapeal.

Joonisel 15 on esitatud skemaatiliselt veeldatud maagaasi kasutamise üldine logistiline tootmis-tarbimisahel (<http://smalllngprojects.blogspot.com/>).



Joonis 15. Üldine veeldatud maagaasi tootmis-tarbimisahel

Käesoleva uurimistöö raames käsitleme siiski vaid veeldatud maagaasi transporti katlamajade juurde, kus toimub samas ka LNG taasgaasistamine ja kasutamine juba soojuste ja/või elektritootmiseks. Joonisel 15 on selgelt näha, et veeldatud maagaasi taasgaasistamine ja kasutamine katlamaja kütusena moodustab vaid osa kogu tervikahelast. Sõltuvalt LNG kasutusahelast ja tema suhtelisest osast kujuneb ka LNG transpordi- ja jaotuskulu.

4.2.1. Veeldatud maagaasi transport tsisternautodega

LNG transport kohalike väiketarbijate, sh väikekatlamajade jaoks toimub tsisternautodega. Seega kujuneks välja spetsiaalne tsisternautode autopark LNG transpordiks. Näiteid LNG-d transportivatest tsisternautodest leidub maailmas palju, kuid üldiselt määrab auto mahutavuse kaugus LNG allikast. Kuna investeeringud LNG tsisternautodesse on keskmisest tunduvalt kõrgemad, on üldjuhul mõistlik kasutada suurema mahuga autosid (kuni 56 m³, joonis 16), millega on võimalik tarnida ka väikestele tarbijatele. Piirajaks võib siiski kujuneda ligipääsetavus väikeklientidele, kuid ka seda on üldjuhul planeerimise faasis võimalik arvestada.

Põhjamaade (Rootsi, Soome) seadusandlus võimaldab teedele lubada ka kuni 80 m³ tsisternautosid (joonis 17).



Joonis 16. Tsisternautod mahuga 56 m³ LNG transportimiseks

(A NEW BUSINESS APPROACH TO CONVENTIONAL SMALL SCALE LNG Paper N^o 599.00. IGU 24th World Gas Conference. Argentina 2009. Enrique Dameno Garcia-Cuerva; <http://www.chart-ferox.com/systems/systems-lng-systems-white-paper.htm>)



Joonis 17. Euroopa suurim tsisternauto mahuga 80 m³ LNG transportimiseks

Eesti teedel, vastavalt kehtivale seadusandlusele, on LNG transport kui ADR vedu ja nõuded samad nagu teiste tuleohtlike ainete veole (vedelkütused, propaan-butaan, jne) ja see seab teatud piirangud tarnetele saartele, sest kasutada saab ainult ADR vedude praame. Veeldatud maagaas transporditakse spetsiaalselt selleks ehitatud eespoolkirjeldatud tsisternveokitega, mille juht on saanud vastava väljaõppe. AS Eesti AGA poolt saadud lähteinfo alusel on hinnanguline veeldatud maagaasi transpordi maksumus tänaste kütusehindadega ca 1,1 EUR/km. Tuginedes Eesti seadustele ei ole võimalik Eesti teedel sõita üle 20 t koormaga (normatiividega lubatud maksimaalne teljekoormus on 10 tonni ning see vastab 53-56m³ veokile). Tsisternveoki tühjendamise aeg ei ole märkimisväärne, ca 0,5-1 tundi, ning sõltuvalt tarnitavast kogusest saab veokit tühjendada ka osaliselt ja mahuti täitmise ajal on gaasi tarbimine lubatud.


Kuna autodel kasutatavate mahutite näol on tegemist vaakum-isoleeritud mahutitega, ei sea see piiranguid läbitavatele vahemaadele, arvestama peab vaid majandusliku efektiga.

4.2.2. LNG taasgaasistamise kompleksid ja nende tehnilised näitajad

Veeldatud maagaasi tarbimiseks kütusena katlamajades on vaja see taasgaasistada ehk regasifitseerida. LNG taasgaasistamise süsteeme projekteeritakse erinevatele mahtudele alates 100 kuni 2000 m³/tunnis. LNG taasgaasistamine ja soojendamine toimub välisaurustites ja saadud gaasi temperatuur on 3...20 kraadi madalam väliskeskkonna temperatuurist. Külmal aastaperioodil soojendatakse maagaas täiendavalt elektrilistes soojendites. Gaasisoojenditest väljumisel hoitakse gaasi temperatuur automaatselt vahemikus 10...0°C. Edasi läheb gaas gaasi

reguleerimispunkti, kus automaatses režiimis toimub gaasi rõhu vähendamine põletite töö rõhuni ning edasi katlamajasisesse gaasitorustiku kaudu suundub gaas põletitesse. Näited katlamajades ja kodumajapidamises kasutatavatest LNG süsteemidest leidub ka sellistes riikides nagu Venemaa, Poola, jne. (http://www.cryogenmash.ru/upload/catalog_cryogenmash_2008.pdf). Näiteks ettevõtte Cryogenmash valmistab mahuteid, gaasistamise seadmeid ja keskkonna aurusteid, mis on kasutusel LNG-d kütusena kasutatavates katlamajades Leningradi oblastis (gaasikatlamajad linnades näiteks Krasnõi Bor ja Nikopol ning Luzshski piimakombinaadis). Tabelis 10 ja 11 on toodud näide tüüpilise LNG regasifitseerimise komplekti kohta.

Tabel 10. Regasifitseerimise kompleksi spetsifikatsioon

Põhiline mahuti „A“		
Materjalid	Roostevaba teras EN 1.4301-304L	
Nõuded	EN 13530/ADR 2009	
Maht	3-100 m ³ (toodud tabelis 11)	
Aine	LNG, tihedus 420-460 kg/m ³	
Maksimaalne töö rõhk	6 bar	
Katserõhk	8,58 bar	
Arvutuslik temperatuur	- 196 ° C	
Töötemperatuur	-162 ° C	
Väline mahuti „B“		
Materjalid	EN 10028-2 (P355GH)	
Nõuded	AD 2000 code	
Töö rõhk	vakuum – 760 mm Hg	
Katserõhk	5 kg/cm ²	
Aurusti	Atmosfäärne	

Tabel 11. Võimalike taasgaasistusega mahutite üldmõõdud

Kirjeldus	Mõõdud, mm	Kaal, kg
3 m ³ LNG SKID aurusti Vaporizer	6645x1700x1980	1 870
5 m ³ LNG SKID aurusti Vaporizer	7300x1900x2230	2 865
7 m ³ LNG SKID aurusti Vaporizer	6500x2400x2830	4 050
10 m ³ LNG SKID aurusti Vaporizer	7900x2400x2830	4 580
15 m ³ LNG SKID aurusti Vaporizer	9350x2400x2830	6 450
20 m ³ LNG SKID aurusti Vaporizer	11010x2400x2830	6 970
25 m ³ LNG SKID aurusti Vaporizer	13250x2400x2830	7 500
30 m ³ LNG SKID aurusti Vaporizer	15010x2400x2830	8 850
50 m ³ LNG SKID aurusti Vaporizer	16700x2500x2880	17 205
100 m ³ LNG SKID aurusti Vaporizer	20550x3370x3800	25 700

Joonisel 18 on toodud fotod kasutusel olevatest regasifitseerimise jaamadest.



Joonis 18. LNG regasifitseerimise jaam Poolas, maht 60 m³. (<http://www.chartferox.com/systems/systems-lng-systems-white-paper.htm>)

LNG regasifitseerimise jaama, mahuga 5-200 tonni, paigaldus on reguleeritud Euroopa Liidu standardiga EN 13645. LNG seadmete paigaldust saab teha ainult vastava litsentsiga töötaja. Iga paigalduse kohta koostatakse riskianalüüs, mille alusel arvutatakse turvatsooni kaugused hoonetest jne. Ei ole olemas minimaalset ega maksimaalset maagaasi hoidlat. Kliendile paigaldatakse mahuti, mis on majanduslikust ja turvaaspektist kõige otstarbekam. Keskmise iseeneslik aurustumine mahutist juhul, kui maagaasi ei tarbita, on ligikaudu 0,14% 24 tunni jooksul. See seab vajaduse küll vähese, aga perioodilise gaasitarbimise järele. Pikaajaline LNG hoidmine mahutis ilma seda kasutamata toob kaasa mõningased gaasi kaod, mis sõltuvad välistemperatuurist, mahuti suurusest ja gaasi kogusest selles.

4.2.3. Investeeringud ja jooksvad kulutused veeldatud maagaasi mahutipargi kohta

Investeering LNG kasutajale piirdub mahutile ja aurustile vundamendi ehitamisega, samuti jaotustorustiku ehitamisega. Ühe võimalusena ostab LNG tarbija mahuti, aurusti ja kogu gaasisüsteemi ning hoolitseb ka sertifitseeritud hooldusfirma leidmise eest.

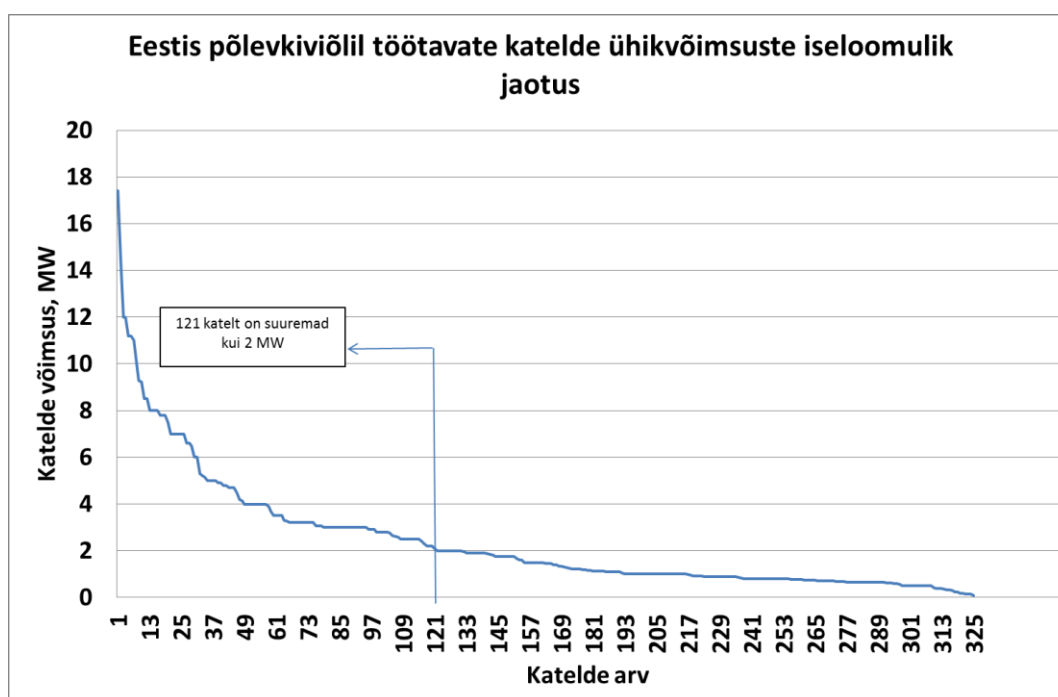
Teise võimalusena investeerib mahutisse gaasi tarnija, näiteks Eesti AGA ja samuti kannab ka hooldus- ning vajadusel paigalduskulud. Samuti hoolitseb kõikide lubade ja dokumentide kordaajamise eest. LNG mahutid, aurustid jms. kuuluvad sellisel juhul AGA-le ja renditakse gaasi kasutajale. Rendihind sõltub mahuti suurusest, tarbitavatest LNG mahtudest, paigalduse keerukusest jne. Lisaks sellele paigaldatakse mahutile ka distant jälgimise seadmed, mistõttu puudub kasutajal vajadus gaasi tellida, tarnija muretseb, et gaas oleks alati olemas ja vajadusel ka vastutab selle eest. Ennustatav LNG paigaldise rendihind jääb vahemikku 1000-2000 EUR kuus. Suuremate kui 50 m³ mahutite korral sõltub rendi hind juba mahuti ja tehnilise lahenduse omapärast.

Sellisel maailmas laialt levinud lahendusel, kus gaasi kasutajal puudub vajadus ise investeerida ja gaasisüsteemide toimimise pärast muretseda, on palju eeliseid. Näiteks on võimalik lihtsalt muuta tarbimise suurenemisel/vähennemisel mahuti suurust.

5. Võimalikud LNG Eesti lokaalsed taasgaasistamisjaamade võimsused ja tehnilised tingimused arvestades olemasolevat vedelkütuse katelde kasutust

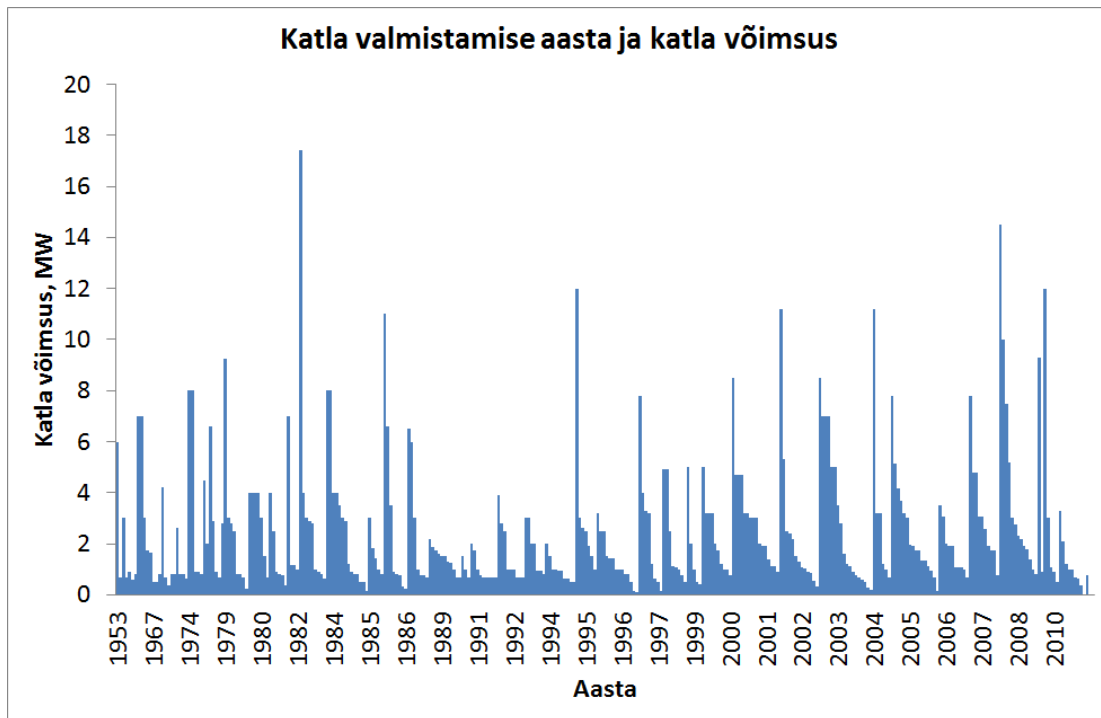
5.1. Eestis kasutusel olevate vedelkütust kasutavate katelde kirjeldus

Eelnevalt oli tabelis 1 toodud soojuse tootmiseks olevate katelde statistika Eestis. Tehti väljavõtte üle 320 vedelkütuse katlast, mis reaalselt täna töötavad põlevkiviõlil, et saada informatsiooni katelde tüüpidest, valmistamise ajast ja võimsusest. Selgub, et põlevkiviõlil töötavate katelde mediaan keskmine võimsus on ca 2 MW. Siiski, arvestav kogus katlaid (ca 50) on võimsusega 4 MW või rohkem (Joonis 19).



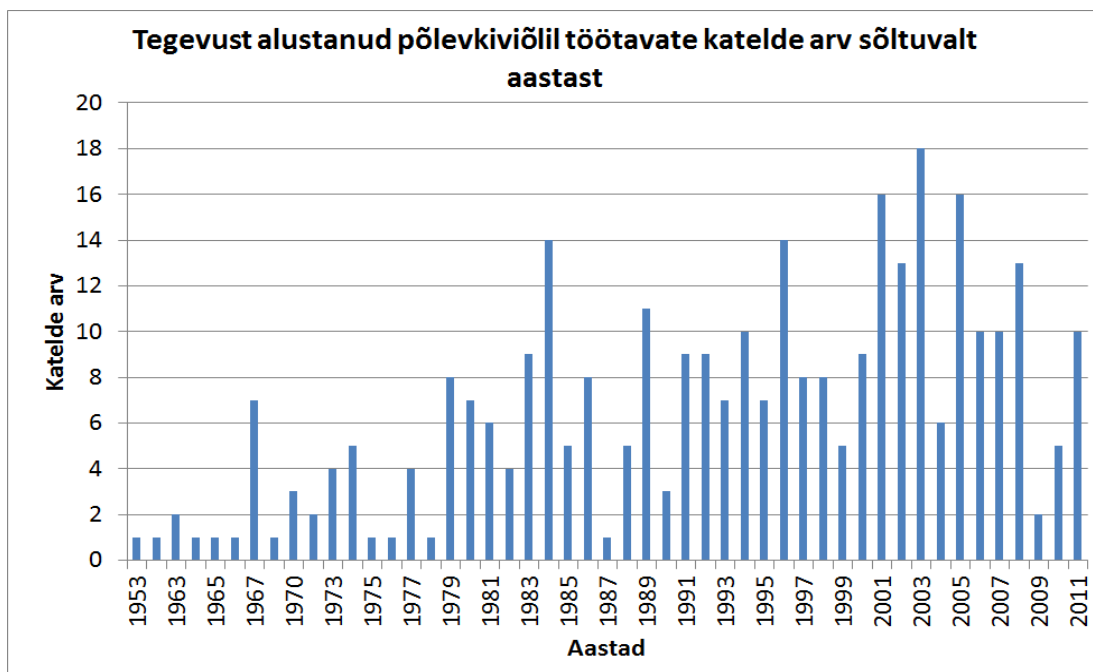
Joonis 19. Eesti põlevkiviõlil töötavate katelde ühikvõimsuste iseloomulik jaotus

Joonisel 20 on toodud illustreerivalt põlevkivikatla võimsus ja tema valmistamise aasta. On näha, et korrelatsiooni katelde tegevuse ja võimsuse vahel ei ole. On investeeritud ühtlaselt aastate lõikes nii suurtesse (ca 10 MW) kui väiksematesse (2 MW ja vähem) kateldesse.



Joonis 20. Katla valmistamise aasta ja katla võimsus

Kui analüüsida põlevkiviõlil töötavate katelde tööga, siis selgub, et aastate lõikes investeeritakse (vahetatakse välja) ca 10 uut vedelkütusel töötavat katelt. On olnud küll aastaid (majanduslangus), kus katelde paigaldamine/uuendamine on olnud väiksem, kuid siiski on katelde uuendamine aastate lõikes ühtlane (joonis 21).



Joonis 21. Tegevust alustanud põlevkiviõlil töötavate katelde arv sõltuvalt aastast

5.2. Orienteeruvad taasgaasistamisjaamade mahud arvestades Eesti potentsiaalseid LNG-le üleminevaid katlaid

Eestis põlevkiviõlil töötavad katlad jäävad oma võimsusega valdavalt suurusesse 10 MW või vähem, sealjuures ca 50% neist on võimsusega 2 MW või vähem. Üle 10 MW katlaid on marginaalne arv. Igal aastal uuendatakse ca 10 erinevat põlevkiviõlil töötavat katelt. Seega tuleks põlevkiviõli asendamisel muu kütusega, sh LNG-ga arvestada, et sõltuvalt olemasoleva katla tehnilisest olukorrast tuleb katel kas ümber seadistada või asendada pigem uuega. Tabelis 12 on toodud vastavalt katla võimsusele arvutuslik LNG vajadus nii LNG massi kui mahukulus.

Tabel 12. Arvutuslik LNG vajadus lähtuvalt katla võimsusest

Katla võimsus MW	LNG tonni/päevas	(LNG m ³ /päevas)
12	26,4	(57,5)
10	22,0	(47,9)
8	17,6	(38,3)
6	13,2	(28,7)
4	8,8	(19,2)
2	4,4	(9,6)

Seega, võttes põlevkiviõli katelde üleviimisel LNG kasutusele arvesse nende võimsusi, peaks arvestama LNG nn regasifitseerimisõlmedega, millede maht on kuni 100 m³. See tagaks kateltele võimsusega 2-4 MW vastavalt 5-10 päeva kütuse varu. Mahutite täitmine 20-tonniste tsisternautodega (vastavalt kord ööpäevas või ülepäeviti) ei ole probleemne.

5.3. Tüüpilise põlevkivil töötava katlamaja veeldatud maagaasile üleviimise lahendus

Kokkuvõtvalt, tulenevalt eelnevates peatükkides esitatust, tuleb põlevkiviõlil töötavate katlamajade üleviimiseks veeldatud maagaasile läbi viia järgmised rekonstrueerimistööd:

- välja vahetada või rekonstrueerida põletid nii, et oleks võimalik kasutada nii põlevkiviõli (vedelkütust) kui ka veeldatud gaasi;
- täiendavate seadmete paigaldamine, mis on vajalikud veeldatud gaasi vastuvõtuks, hoidmiseks ja taasgaasistamiseks etteantud rõhul, temperatuuril ja kulul katlamajas.

Nimetatud täiendavad seadmed moodustavad terviksüsteemi koosnedes järgmistest osadest:

- täitesüsteem;
- krüogeensed mahutid;
- aurustid-regasifikaatorid;
- elektrilised soojendid;
- gaasitorustikud ja armatuur;
- gaasi reguleerimispunktid;
- gaasi parameetrite kontrollsüsteem.

Süsteem paikneb avatud platsil nagu on näidatud näiteks joonisel 18 ja toimib järgmiselt:

- Veeldatud maagaas toimetatakse kohale eespoolkirjeldatud autotsisternides ja täidetakse hoidla statsionaarsed mahutid nn krüogeense torustiku kaudu rõhkudevahe arvelt. Veeldatud maagaasi hoidla mahutitest suunatakse gaas aurustitesse, kus toimub veeldatud maagaasi taasgaasistumine ja soojendamine atmosfäärirõhul. Gaasi temperatuur peale aurustit on 3...20°C madalam väliskeskkonna temperatuurist. Külmal aastaperioodil soojendatakse maagaas täiendavalt elektrilistes soojendites. Gaasisoojenditest väljumisel hoitakse gaasi temperatuur automaatselt vahemikus 10...0°C. Edasi läheb gaas gaasi reguleerimispunkti, kus automaatses režiimis toimub gaasi rõhu vähendamine põletite töö rõhuni ning edasi katlamajasisesega gaasitorustiku kaudu suundub gaas põletitesse.

Nagu eelpool kirjeldatud, põhinevad LNG hoidlad koos taasgaasistamisega moodulsüsteemidel, komplekteeritakse täielikult tehases ja on valmis kasutamiseks. Moodulsüsteemid on saadaval mahtudes 5-100 m³. Tehakse ka suuremamahulisi süsteeme mahuga 250 m³.

Kokkuvõtvalt veelkord: LNG transpordikulu on tänaste veohindade juures 1,1 EUR/km. Korruga on võimalik tsisternautoga tuua ca 56 m³ (20 tonni) veeldatud maagaasi. Veeldatud maagaasi hoidlasüsteemi on võimalik soetada rendilepingute

alusel hinnangulise hinnasuurusega ca 1000-2000 EUR/kuus. Konkreetne rendi hind sõltub juba mahuti ja tehnilise lahenduse omapärast. Arvestama peab sellega, et vajalik oleks gaasi tarbimine, vastasel korral tuleb arvestada gaasi kaoga ca 0,14%. Võrdluseks saab tuua siinjuures, et 2 MW katel tarbib täiskoormusel ca 9 m³ LNG-d ööpäevas.

5.4. Hinnanguline ja prognoositav LNG hind

Aruandes „Gaasituru liberaliseerimine Eestis. Elering. Pöyry. Tallinn 2011” on toodud LNG prognoositavad turuhinnad Eestis (tabel 13). Prognoositavad hinnad põhinevad teatud kindlatel eeldustel ja on koostatud stsenaariumipõhisel lähenemisel. Tegelikud hinnad võivad kujuneda küll erinevateks prognoosidest, kuid kindlasti on need uuringute ja analüüside tasemel piisavad ja indikatiivselt arvestatavad ning kasutatavad.

Tabel 13. Prognoositavad LNG hinnad terminalis projektisoonis 2011-2020 EUR/MWh võrrelduna maagaasi hindadega

Maagaasi spot hind Kesk-Euroopas käesoleval ajal (80% naftahinna põhine)	21-24
Prognoositav maagaasihind uute Venemaa gaasiarenduste korral	27-28
Gaasi hind keskmise suurusega LNG terminalis (tarnituna Eestisse)	26-29
Gaasi hind väikese suurusega LNG terminalis (tarnituna Eestisse)	29-32

Tabelis 13 esitatud LNG hinnad põhinevad näitlikul Atlandi ookeani ümbruse LNG hinnakeskmisel, millesse on arvestatud sellised tarneallikad nagu Alžeeria, Nigeeria, Egiptus, Norra ning Trinidad ja Tobago. Samuti on hindades arvestatud nende tõenäolist seotust naftahinnaga ning lisanduvaid transpordikuluseid LNG transportimiseks Baltikumi. Keskmise suurusega LNG terminali puhul eeldatakse standardsuurusega LNG tanklaeva kasutamist. Väikese LNG terminali puhul eeldatakse LNG saabumist Eestisse kahes etapis – kõigepealt saadetuna suurte tankeritega suurde LNG taasgaasistamise terminali (näiteks Zeebrugge Belgias või tulevikus Gate terminal Hollandis) ning seejärel seal ümberlaadituna väikestele LNG tanklaevadele ja tarnituna Eestisse.

Torugaasi hindade puhul on lähtunud uutest tarnetest Venemaa Jamali piirkonna maagaasi leiukohtadest, võttes arvesse Gazpromi lepingutes tavapäraselt rakendatavat indekseerimist naftahindade suhtes.

Tabelis 13 toodud hindadest järeldub, et võrreldes erinevaid stsenaariume, oleksid keskmise suurusega terminali LNG hinnad ja uutest leiukohtadest pärit maagaasi hinnad Eestis pikas perspektiivis väga lähedased. Väikese LNG terminali gaasi hinnad oleksid seevastu mõnevõrra kallimad. Globaalne huvi LNG vastu võib tähendada ka seda, et Aasias makstavad ülikõrged gaasihinnad võivad kaasa tuua olukorra, kus märkimisväärne osa „spot“ LNG tarnetest ei ole ülalkirjeldatud hindadega Euroopa turul saadaval. Antud võimaluse mõjuulatus sõltub sellest, kuidas kasvab järgmisel kümnendil Hiina ja teiste Kaug-Ida riikide gaasinõudlus. Käesoleva töö ülesandeks aga ei ole LNG globaalse hinna prognoos ja riskianalüüs. Siiski, kokkuvõtteks saab järeldada, et LNG hind terminalis ei kujune märkimisväärselt erinevaks torugaasi hinnast. LNG tarnimine Eestis veokitega ja taasgaasistamine tarbija juures ei kujune samuti hinna poolest märkimisväärselt erinevaks võrreldes vedelkütuse tarnimisega või maagaasi torustiku kaudu transportimisel jaotuskuludena ja liitumistasudena arvestatuna.

6. LNG kasutamine katlamajades koos teiste kütustega

6.1. Optimeerimise ülesanne soojusenergia erinevate tootmisühikute korral

Soojuse vajadus kaugkütte süsteemides varieerub aasta jooksul oluliselt. Talvel on soojuse vajadus palju suurem võrreldes suvega. Esineb nn talvine ca nädalane tipp (õhutemperatuur ca -20°) ja $+5...-5$ vahelised pikad „sügised ja kevaded“. On selge, et ühe katlaga on sellist soojusvajadust raske katta. Tegelikult kujuneb välja optimeerimisülesanne, kus on erinevad soojustootmisallikad (erineva võimsusega katlad erineva kütusega). Juhul, kui on mitut tüüpi erinevaid katlaid erineva kütuse kasutusega, siis on neil ka erinevad jooksvad ja püsivad kulud. Seega tuleks erinevate tootmisüksuste kasutamist optimeerida nii, et kogukulu (soojuse tootmishind) saab olema võimalikult madal. Lihtsustatud näide, kus kõige kallim oleks maagaasi või LNG kasutamine (kütuse hind on kõrge, aga investeerimiskulud suhteliselt madalad) ja odavam kütus biokütus, mille kasutamisel aga investeeringud on märkimisväärselt suuremad.

Toodud näite puhul on tegemist kolme tüüpi kateldegaga (1, 2 ja 3). Summaarne kulu aastas K , iga katla tüübi jaoks, on aasta püsiva kulu s.t. kapitalikulu F ja jooksva kulu s.t. energiakulu R summa. Järelikult summaarne aastakulu on järgmine:

$$K = F + R \quad (\text{EUR/aastas})$$

Vastav kulu ühe võimsusühiku katteks on järgmine:

$$k = f + r \cdot \tau \quad (\text{EUR/kW aastas})$$

kus

$$k = K / P - \text{aastane erikulu} \quad (\text{EUR/kW aastas})$$

$$f = F / P - \text{püsiv aastane erikulu} \quad (\text{EUR/kWh aastas})$$

$$r = R / Q - \text{jooksev aastane erikulu} \quad (\text{EUR/kWh aastas})$$

$$\tau - \text{ühe ühiku kasutamise aeg} \quad (\text{h/aastas})$$

(näitab, kui kaua ühik töötaks

maksimaalse võimsusega aastas

selleks, et toota sama palju soojust kui tegelikult kasutatakse)

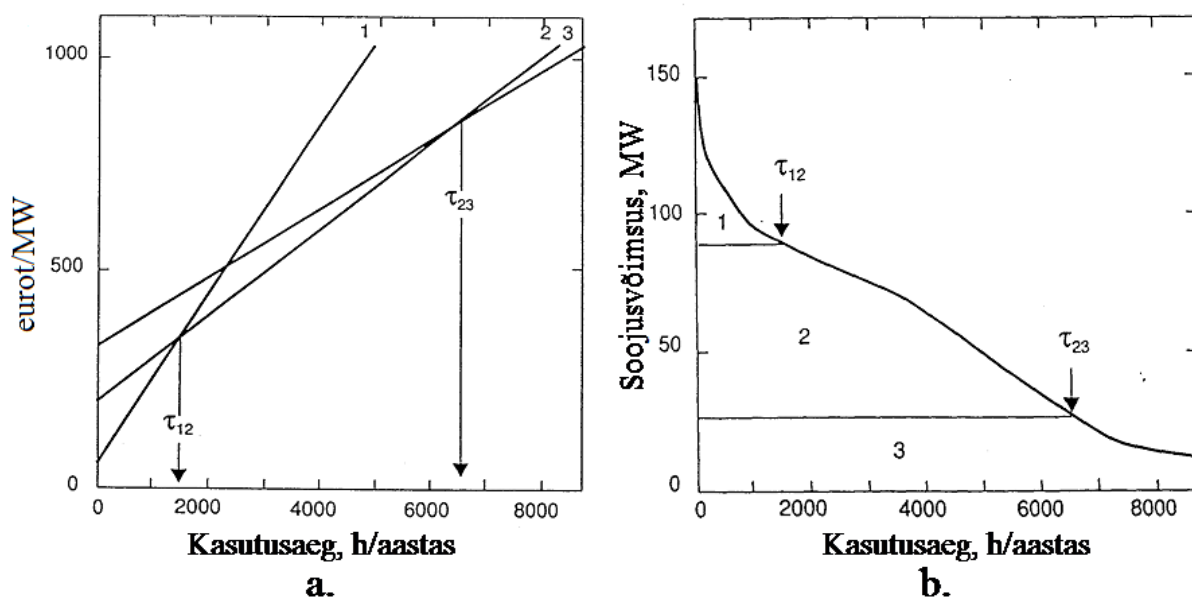
Q - aasta jooksul toodetud soojuse hulk (kWh/aastas)

P - ühiku võimsus (kW)

Nende kolme katla tüüpi jaoks on erikulud (toodud tinglikult ja võrreldavad omavahelise suhtena) näiteks järgmised:

	f (EUR/kW aastas)	r (EUR/kWh)
tüüp 1	50	0,20
tüüp 2	200	0,10
tüüp 3	330	0,08

Siit ilmneb, et katel 1 on väga odav, kuid jooksev kulu on kõrge, energia hind on suur. Katel 3 on uus ja kallis. Kapitalikulu on seal kõrge, aga jooksev kulu on madal. Tüüp number 3 võib olla ka soojuspump. Kulujooned kolmele katlale on näidatud joonisel 22.



Joonis 22. Tootmisühikute optimaalse kokkuseadmise näide

Diagrammilt on näha, et kõik võimsuse vajadused, millede kasutamisaeg on lühem, kui τ_{12} , peaks katma esimest tüüpi katlaga, selleks, et tootmiskulu oleks võimalikult madal. Samalt diagrammilt võib näha, et katelt 3 peab kasutama kasutusaegade jaoks, mis on pikemad kui τ_{23} . Nende kahe vahel tuleb kasutada katelt 2. Tavaliselt nimetatakse katla tüüpi 1 tipptootmisühikuks ja tüüpi 3 põhitootmisühikuks.

Ülaltoodud näitega tahetakse rõhutada, et tüüpilised kaugküttevõrkude soojusvajadus on piisavalt muutlik, kus kujuneb välja nn tipukoormus, pooltipukoormus ja baaskoormus.

Biokütuste katlad on sobilikud katma baaskoormust, sest siis nad töötavad pikaajaliselt nimivõimsusel kõrgete kasuteguritega. Tipukoormust sobivad katma kallima kütusega ja madala investeringuga tootmisvõimsused, nagu vedelkütus, maagaas või LNG. LNG „turule“ tulek tekitab konkurentsi kergel kütteõlil töötavate katelde kasutamisel. Investeringutes olulist erinevust ei ole, samuti tarnimistingimustes. Seega määrab optimeeritud kasutamise otstarbekuse kütuse hind tarbija juures. Kaugkütte üheks oluliseks osaks on, et tema baassoojusvajadusele rakendataks soojuse ja elektri koostootmist. Et Eesti kaugküttevõrgud on suhteliselt hajutatud ja väiksed, siis koostootmise rakendamine ei ole olnud majanduslikult otstarbekas. Samuti puuduvad veel laialdase turuvalmidusega tahkel kütusel kasutatavad konkurentsivõimelised koostootmisseedmed nagu ORC, Stirling mootor jt. Levinud on gaasikütusel töötavad sise põlemismootoriga koostootmisjaamad. Eestis on selliseid koostootmisjaamasid üle kahekümne. LNG avab võimaluse koostootmise rakendamiseks pea igas kaugküttevõrgus. Siinjuures tuleb märkida, et sise põlemismootoril põhinevad koostootmisjaamad omavad kõige suuremat potentsiaali primaarenergia (kütuse kasutamise) kokkuhoiu suhtes võrreldes elektri ja soojuse eraldi tootmisega. Tuleneb see seadme kõrgest elektri ja soojuse tootmissuhtest.

Kokkuvõte

Põlevkiviõli kasutamine soojuse tootmiseks moodustab ca 600 GWh aastas, mis on ca 6% kogu Eestis toodetud soojusest. Põlevkiviõli kasutamine soojuse tootmiseks on küll languses, kuid alates 2007. aastast on kasutusmaht stabiliseerunud. Põlevkiviõlil töötavaid katlaid on ca 540 ja kui juurde arvestada veel raskel ja kergel kütteõlil töötavad katlad, siis kokku on vedelkütusel töötavaid katlaid ca 850. Enam leiab põlevkiviõli kasutamist Ida-Virumaal, Harjumaal ja Viljandimaal. Kasutamist ei leia põlevkiviõli praktiliselt Lääne-Eestis ja Pärnumaal. Lätis on vedelkütuse kasutamine kogu soojuse tootmisest ca 3,5% osatähtsusega. Kuigi käesoleva aruande koostamisel ei määratud põlevkiviõli osatähtsust absoluut- ega suhtearvudena tipu- ja reservkütusena, on üldteada, et põhikütusena biokütust kasutavates katlamajades on reserv- ja tipukoormuste tagamisel kasutusel vedelkütus ehk põlevkiviõli. Põlevkiviõli hind on viimase kümne aasta jooksul teinud 5-6-kordse tõusu. Põlevkiviõli hind on sõltuvuses vedelkütuste hindadest maailmaturul. Põlevkiviõli baasil toodetud soojuse müügi koguhinnast moodustab kütuse komponent ca 70-80%.

Põlevkiviõli tootmine Eestis on kasvutrendis. Kõik põlevkiviõli tootvad ettevõtted näevad oma arengukavades uute tootmisvõimsuste kasutuselevõttu. Tänapäevane põlevkiviõli tootmiskaht on ca 540 000 tonni aastas, kuid lähiajal, kui käivituvad juba täisvõimsusel VKG Petroter I ja II, Narva Õlitehase uus tootmiseseade Enefit-280 aastal 2013, saavutatakse põlevkiviõli tootmiskaht ca 1 miljon tonni aastas.

Arvestades asjaoludega, et ca 70% toodetud põlevkiviõlist eksporditakse, VKG ehituse algusjärgus olev põlevkiviõlide mootorkütuseks ümbertöötlemise ja järeltöötlemisetehas saavutab täisvõimsuse aastal 2016, Narva Õlitehase planeeritav järeltöötlemiskompleks saab täisvõimsuse aastatel 2016-2017, siis põlevkiviõli kasutamine katlakütusena senises mahus jätkuda ei saa.

Veeldatud maagaasi on võimalik kasutada katlakütusena väikekatlamajades ja tööstusettevõtetes. Selleks on olemas tehnilised lahendused veeldatud maagaasi transportimiseks tsisternautodega ning mahutipargid, aurustid jt vajalikud seadmed katlamajade juures. Ei ole olemas lõplikke standardseid lahendusi, küll aga võimalik sobitada moodullahendused konkreetsele asukohale.

Käesoleva uurimis-arendustöö tulemusena on võimalik väita, et LNG kui kütus oleks konkurentsivõimeline katelde kütusena ka tänasel päeval. Eelmise sajandi lõpus viidi paljud Eesti Vabariigis kasutusel olevad katlad üle vedelkütusele (eelkõige põlevkiviõlile). Käesolevaks ajaks on nende poolt toodetava soojusenergia hinnad mitmekordistunud. Teostatud uurimistöö tulemusena saab väita, et vaatamata mõnedele investeeringutele (nagu regasifitseerimise jaamad, katelde ümberehitus) ning võimalikele lisakuludele (eelkõige transport), on LNG kui kütus konkurentsivõimeline katelde kütus. Kujunevad kapitalikulud on sarnases suurusjärgus nagu tavamaagaasi või vedelkütuse kasutamisel. Soojuse tootmishinna oluliseks komponendiks jääb kütuse enda hind.

LNG näol on tegemist keskkonnasõbraliku ja kõrge kütteväärtusega kütusega. Kuna käesoleval ajal on maagaasi laialdane kasutamine Eestis piiratud paljude piirkondade mittegasifitseerimise tõttu (gaasivõrgustiku puudumine) ning probleemidega gaasi varustuskindluse osas, siis LNG tulekuga leiavad need probleemid lahenduse: lisanduvad uued tarnijad, kelle tellimusi hakkavad määrama turuhinnad ning LNG-d saab vedada igasse Eesti piirkonda, aga ka Lähti. Aruandes oli toodud võimalikud lahendused LNG transportimiseks – levinud on ca 56 m³ mahuga (20 tonni) tsisternautod, kuid vajadusel võib kasutada ka suurema mahuga (küll aga halvema manööverdamise võimalusega) veoautosid vastavalt lubatavatele veonormatiividele. Regasifitseerimise jaamade (mida tuleb ehitada katlamajade juurde kui LNG hakatakse transportima veeldatud kujul) osas on välja töötatud tüüplahendused, mida saab rakendada põhimõtteliselt iga töötava katlamaja puhul.

LNG on konkurentsivõimeline kütus tipu soojuskoormuse katmiseks katlamajades, kus baassoojuskoormus kaetakse biokütusel töötavate kateldegaga.

Gaasikatlad on hästi automatiseeritavad ja nad on kõrgema kasuteguriga kui õlikatlad. Gaasipõletamise korral on kõige parem võimalus kasutada suitsugaaside mahajahutamist alla kastepunkti, mis võimaldab veelgi suurendada soojusootmise kasutegurit.

Iga põlevkiviõlil töötav katel või katlamaja on siiski eraldi objekt, mille kohta peab tegema analüüsi, kas ta vajab pigem väljavahetamist või piisab selle rekonstrueerimisest, põleti ja toitesüsteemi muutmisest jne. Väikeste kaugküttevõrkude

elujõulisus sõltub nende efektiivsest kasutamisest. Parim oleks kompleksne lahendus: kaugkütte võrgu optimeerimine, tootmis- ja jaotuskadude vähendamine, tarbimisgraafiku optimaalne kasutamine erinevate tootmisühikutega või veeldatud maagaasil soojuse ja elektri koostootmine koos tipukatla kasutamisega.

Käesoleva aruande kirjutamise käigus selgus, et LNG kui kütuse ja selle kasutamise kohta ei ole eesti keeles väljakujunenud ühest terminite ja mõistete kasutamist, mis võib takistada sisust õiget arusaamist. Viimane on tingitud asjaolust, et teema on küllaltki uudne, mistõttu ei ole jõutud kujundada vastavasisulist eestikeelset terminoloogiat.