



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND

---

Energiatehnoloogia instituut

## HAABNEEME JA VIIMSI KAUGKÜTTE ARENDUSVÕIMALUSED

DEVELOPMENT OPPORTUNITIES OF HAABNEEME AND VIIMSI DISTRICT  
HEATING

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Mathias Põlluveer

Üliõpilaskood: 163511MASM

Juhendaja: Eduard Latõšov

Tallinn, 2018

## AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” ..... 2018

Autor: .....  
/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” ..... 2018

Juhendaja: .....  
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....” .....2018 .

Kaitsmiskomisjoni esimees .....  
/ nimi ja allkiri /

# Energiatehnoloogia instituut

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Mathias Põlluveer, 163511  
**Õppekava, peeriala:** MASM, Soojusenergeetika  
**Juhendaja(d):** Eduard Latõšov, dotsent, +372 53359298  
**Konsultandid:** Raimo Rebo, projektijuht,  
Adven Eesti AS, +372 53328159, raimo.rebo@adven.com

### Lõputöö teema:

Haabneeme ja Viimsi kaugkütte arendusvõimalused  
Development opportunities of Haabneeme and Viimsi district heating

### Lõputöö põhieesmärgid:

1. Haabneeme ja Viimsi soojusmajanduse arengukava läbitöötamine ja analüüs
2. Erinevate soojusmajandusvariantide kirjeldus, arvutused
3. Koondtabel arendusvõimaluste võrdlemiseks

### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Lõputöö teema kinnitamine, sisukorra moodustamine, vormistusnõuete rakendamine	Aprill 2018
2.	Projekti ja kirjandusega tutvumine, andmete kogumine	Aprill 2018
3.	Teoreetilise osa kirjutamine	Mai 2018
4.	Arvutuste teostamine	Mai 2018
5.	Töö vormistamine ja esitamine	Mai 2018

**Töö keel:** eesti keel **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "....." .....2018 a

**Üliõpilane:** Mathias Põlluveer ..... "....." .....2018 a  
/allkiri/

**Juhendaja:** Eduard Latõšov ..... "....." .....2018 a  
/allkiri/

*Kinnise kaitsmise ja/või avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel*

# SISUKORD

SISUKORD .....	4
TABELITE LOETELU .....	6
EESSÕNA.....	7
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU .....	8
1. SISSEJUHATUS.....	9
2. INTRODUCTION .....	11
3. VIIMSI VALLA KAUGKÜTTEPIIRKOND.....	13
3.1. Haabneeme aleviku kaugküttevõrk.....	14
3.2. Viimsi aleviku kaugküttevõrk .....	18
4. VIIMSI VALLA SOOJUSMAJANDUSE ARENGUKAVA 2016 - 2026 .....	21
4.1. Kokkuvõte Eesti soojusmajanduse jätkusuutlikkusest.....	22
4.2. Arengukavas pakutud võimalused kaugkütte arendamiseks.....	23
5. HAABNEEME JA VIIMSI KAUGKÜTE ARENDAMISE VÕIMALUSED, NENDE ARVUTUSED JA ANALÜÜS.....	25
5.1. Haabneeme ja Viimsi aleviku gaasikatlamajade üleviimine biokütusele .....	25
5.2. Arvutuste algandmed ja eeldused.....	26
5.2.1. Normaalaastale taandatud tarbimised ning tasakaalutemperatuur .....	26
5.2.2. Kaugküttevõrkude soojustarbimine ja katlamajade koormusgraafikud .....	27
5.2.3. Kütuste hinnad .....	30
5.3. Arenguvariant 1 - Haabneeme koostootmisjaam .....	32
5.4. Arenguvariant 2 – Haabneeme ja Viimsi biokütuse katlamajad .....	35
5.4.1. Haabneeme 4 MW biokütuse katlamaja.....	35
5.4.2. Viimsi 1,3 MW puiduhakke katlamaja.....	36
5.5. Arenguvariant 3 - Haabneeme ja Viimsi aleviku kaugküttevõrkude ühendamine ning Haabneeme 6 MW biokütuse katlamaja .....	38
5.6. Arendusvõimaluste võrdlus ja järelalus .....	41
KOKKUVÕTE .....	42
SUMMARY .....	44
KASUTATUD KIRJANDUS.....	46
LISAD .....	48
Lisa 1 Soojuse piirhinna kujunemine puiduhakke ja maagaasi katelde puhul Konkurentsiameti mudeli järgi .....	48
Lisa 2 Investeeringu rahavoogude analüüs ning rentaabluuse arvutamine .....	49
Lisa 3 Arvestuslik CO <sub>2</sub> heitmete vähenemine .....	50

## JOONISTE LOETELU

Joonis 3.1 Viimsi valla kaugküttepiirkond [9] .....	13
Joonis 3.2 Haabneeme aleviku katlamaja (Adven Eesti erakogu).....	14
Joonis 3.3 Haabneeme katlamaja Viesmanni 7,8 MW maagaasi veekatel (Adven Eesti erakogu)..	15
Joonis 3.4 Haabneeme katlamaja koormusgraafik aastatel 2012-2013 .....	16
Joonis 3.5 Haabneeme KKV müügi ja soojuskadude statistika aastatel 2003-2015 [8] .....	16
Joonis 3.6 Viimsi aleviku katlamaja ning selle seadmed (Adven Eesti AS erakogu).....	18
Joonis 3.7 Viimsi aleviku katlamaja koormusgraafik aastatel 2012-2013 .....	19
Joonis 3.8 Viimsi KKV soojuskadude statistika aastatel 2003-2015 [8].....	19
Joonis 5.1 Haabneeme KKV 2017 aasta koormuste kestusgraafik.....	29
Joonis 5.2 Viimsi KKV 2017 aasta koormuste kestusgraafik .....	29
Joonis 5.3 Haabneeme ja Viimsi ühendatud KKV koormuste kestusgraafik .....	30
Joonis 5.4 Rakvere ORC tehnoloogial ja puiduhakkel töötav koostootmisjaam (Adven Eesti AS erakogu) .....	33
Joonis 5.5 4 MW biokütusekatla toodang Haabneeme 2013. aasta normaalaastale taandatud koormusgraafiku põhjal .....	35
Joonis 5.6 4MW biokütuse katlamaja illustreeriv kujutis ning asendiplaan Karulaugu tee 8 aadressil. Hall viirutus on veoki manööverdusala, oranž on veok mahalaadimisel, sinine on kütuse vastuvõtt ja ladu ning lilla on katlahoone. ....	36
Joonis 5.7 Adven Eesti AS käitav 2,5 MW puiduhakke katlamaja Viljandimaal. Foto: AS Rakvere Farmid .....	37
Joonis 5.8 Viimsi KKV koormusgraafik 2017 aasta normaalaastale taandatud kütetarbimise põhjal .....	38
Joonis 5.9 Haabneeme 6 MW biokütuse katlamaja skeem. Pruuniga on tähistatud olemasolev katlamaja, kollasega kütuse vastuvõtu ladu. ....	38
Joonis 5.10 Haabneeme ja Viimsi kaugküttevõrkude ühendustorustik.....	39
Joonis 5.11 Haabneeme ja Viimsi ühendatud KKV koormusgraafik 2017 aasta normaalaastale taandatud kütetarbimise põhjal .....	41

## TABELITE LOETELU

Tabel 4.1 Viimsi valla kaugküttevõrkude näitajad [8] .....	21
Tabel 4.2 Viimsi ja Haabneeme kaugkütte tarbimise prognoos ja selle stsenaariumid [8] .....	24
Tabel 5.1 Hoonete tasakaalutemperatuurid hoonete tüübi järgi [17].....	27
Tabel 5.2 Haabneeme ja Viimsi KKV-de soojustarbimine ja vajalik katlamaja toodang, MWh. Andmed pärinevad Adven Eesti AS tootmisandmete arhiivist. ....	28
Tabel 5.3 Kütuse liikide hinnad. Allikas: Uuring „Kütusehindade võrdlus“, T. Saarts 2012 .....	30
Tabel 5.4 Kütteviiside hindade võrdlus 2030. Allikas: Uuring "Kaugkütte energiasääst", Eesti arengufond (2013) .....	31
Tabel 5.5 Maagaasi, hakkepuidu ja elektri primaarenergia hinnad käesoleva aasta aprilli seisuga (Adven Eesti AS andmetel) .....	32
Tabel 5.6 Haabneeme CHP hinnapakkumised .....	33
Tabel 5.7 Haabneeme CHP näitajad.....	34
Tabel 5.8 Puiduhakke katelde potentsiaalsed võimsused ja nende võrdlus.....	35
Tabel 5.9 Haabneeme KKV katlamaja näitajad 4 MW biokütusekatla korral .....	36
Tabel 5.10 Viimsi KKV katlamaja näitajad 1,3 MW biokütusekatla korral .....	37
Tabel 5.11 Haabneeme ja Viimsi ühendatud KKV katlamaja näitajad 6 MW biokütusekatla korral	40
Tabel 5.12 Arendusvõimaluste võrdlus.....	41

## EESSÕNA

Käesoleva magistriõppe lõputöö teemat tutvustas töö koostajale Adven Eesti AS arendus ja investeringute osakonna juht Priit Tiit. Lõputöö eesmärgiks on tutvustada Adven Eesti AS käitatavaid kaugküttepiirkondi Viimsi vallas. Kirjeldada Viimsi Valla soojusmajanduse arengukavas kajastatud erinevaid võimalusi kaugküte arendamiseks ning variantide analüüsimisel leida optimaalseim lahendus nimetatud kaugküttepiirkondades.

Materjalide kogumisel ja lõputöö koostamisel oli abiks lisaks juhendajale Eduard Latõšovile, Adven Eesti projektijuht Raimo Rebo. Töö autor soovib tänada kõiki informatsiooni jaganud ja töö koostamisel abiks olnud isikuid.

Märksõnad: Haabneeme ja Viimsi kaugküttevõrk, soojusmajanduse arengukava, biokütuse katlamajad, magistritöö.

## LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

SMAK – soojusmajanduse arengukava

KKV - kaugküttevõrk

KIK – Keskkonnainvesteeringute Keskus

CHP – soojuse ja elektri koostootmisjaam (*combined heat and power*)

TSP – tolm ehk tahked heitmed (*total suspended particles*)

IRR – sisemine tulusus, rentaablus



# 1. SISSEJUHATUS

Adven Eesti AS on energialahendusi, kaugkütet ja maagaasi pakkuv energiaettevõtte. Pakutavateks toodeteks võib kolme põhilise valdkonna: soojuse, maagaasi ja elektri kõrval nimetada ka auru-, külma- ja jahutuslahendused ning teised kliendi terviklikus energialahenduseks vajalikud tooted. Adveni klientideks on tööstus-, kaubandus-, avalik- ja teenindussektor, kohalikud omavalitsused ja kodutarbijad [1]. Opereeritavateks võrgupiirkondadeks on Laagri, Haabneeme, Viimsi, Saue, Kunda, Narva-Jõesuu, Loo, Põltsamaa, Väike-Maarja, Viiratsi, Püssi, Sõmeru, Vändra, Kostivere, Adavere ja 14 väiksemat piirkonda Tallinnas. Katlamajade ja koostootmisjaamade installeeritud võimsus on Eestis kokku ligikaudu 330 MW.

Töö on tinglikult jaotatud kolmeks osaks. Esimeses peatükis kirjeldatakse Haabneeme aleviku ja Viimsi aleviku kaugküttevõrkusid. Käsitletakse katlamajade näitajaid, võrkude pikkust, soojuskadusid ja seisukorda ning kaugküte klientide tarbimist. Teine peatükk hõlmab endas Viimsi valla soojusmajanduse arengukava kokkuvõtet ning analüüsi. Kolmandas peatükis käsitletakse soojusmajanduse arenguks pakutud võimalusi ja võrreldakse neid kolmes peamises kategoorias: investeringu maksumus, arvestuslik CO<sub>2</sub> heitmete vähenemine ning kaugküte hinna alanemine.

Kaugküttepiirkondade arengukavade koostamisel tuleb silmas pidada mitmeid aspekte ja valikuid. Olulist rolli kaugküte arengukava koostamisel mängib kaugküttevõrgu tarbimisprofiilid ja nende muutumine ajas – kas kaugküttepiirkonnal on potentsiaali kasvada uute liitujate näol või hoopis kahaneda soojuspumpade kasutuselevõtu, vanade elamute rekonstrueerimise (soojustamise), liginullenergiahoonete või muude tehnoloogiliste arengute tõttu. Teiseks oluliseks aspektiks on kütuse hind ja selle prognoos ning varustuskindluse hinnang tulevikuks. Soojuse müüja eesmärgiks on hoida energia hinda tarbijate jaoks atraktiivselt madalal, kütusele kuluv hind on aga üks suurimaid püsikulusid energiatootmise ettevõttele, mis mõjutab otseselt energia hinda tarbijale. Samuti tuleb arengukavas uute energiatootmisüksuste rajamisel või arendamisel analüüsida erinevaid tehnoloogiaid ja võimalusi – koostootmisjaama rajamine, katlamajade lisamine, erinevate põletustehnoloogiate rakendamine, soojusvõrgu rekonstrueerimine ja uute (ring)ühenduste rajamine.

Mainimata ei saa jätta keskkonnapoliitikat ning sellest lähtuvalt tulenevaid seadusi ja direktiive – erinevad õhuheitmete tasud ja selle muutumine ajas, põletusseadmete saasteainete piiramine. Näiteks 25.11.2015 vastu võetud Euroopa Parlamendi Nõukogu direktiiv 2015/2193 keskmise võimsusega põletusseadmetest õhku eralduvate saasteainete heite piiramise kohta [2]. Eestis 19. detsembril 2017 jõustunud direktiivi eesmärk on reguleerida 1 MW kuni 50 MW

põletusseadmetest tulenevat õhuheidet [3]. Eestis aktiivselt toetavate ja rajatavate biokütuse katelde puhul on suurimaks kitsaskohaks korstnast väljuv tolm ehk tahked heitmed (inglise keeles *total suspended particles* – TSP). Uue direktiivi täitmiseks on kasutusel mitmed tehnoloogiad – multitsüklonid, kottfiltrid, elektrifiltrid, skrabberid, suitsugaaside kondenseerimine [4]. Olles analüüsinud kõiki eespool mainitud tegureid koostatakse arengukava raames kaugküttepiirkonna arendamise ettepanekud ja tegevuskavad, mis kajastab kõiki investeeringuid ning prognoose kütuse ja energia hindadele tulevikuks.

Käesolevas lõputöös analüüsib autor Viimsi ja Haabneeme valla kaugkütte arenguvõimalusi ning toob välja nende eelised ja puudused. Samuti tuuakse välja, mis mõjutab kõige enam investeeringu suurust ja kuidas erinevate arendusvõimaluste rakendamine mõjutaks energia hinda tarbijale. Esimeseks arendusvõimaluseks on rajada antud piirkonda koostootmisjaam, mida Euroopa riikides on hakatud aina rohkem teostama. Pelgalt elektrijaama kasutegur jääb üldjuhul 40% juurde, koostootmisjaama puhul saaks aga ülejäänud 60%-ga kütuse kütteväärtusest toota soojust, mis suudab kogu jaama kasuteguri viia ligi 90%-ni [5]. Teiseks variandiks oleks ehitada biokütuse katlamajad mõlemasse võrgupiirkonda ning kolmandaks variandiks ehitada üks suurema võimsusega biokütuse katlamaja, mis kataks mõlema KKV baaskoormuse, ning liita võrgud kaugkütte ühendustorustiku paigaldamisega. Selleks tuleb piirkonna torustikke rekonstrueerida ja omavahel liita. Soojusvõrgu hindamisel tuleb arvestada ka soojuskadudega, mis mõjutavad KKV efektiivsust. Võrgukaod tulenevad torustiku geomeetriast, isolatsiooni paksusest ja torumaterjali paksusest ning omadustest. [6]

Analüüsi raames valitakse välja antud piirkonna jaoks kõige sobivam variant ja põhjendatakse selle valiku kriteeriume. Antud lõputöö annab aimdust kaugküttevõrkude arendamise võimalustest ja valiku tegemise protsessidest.

## 2. INTRODUCTION

Adven Eesti AS is an energy company who is offering energy solutions, district heating and natural gas to its customers. Company's portfolio could be divided into three main sections: heat, natural gas, electricity and also steam or cold energy solutions and other products that fulfil client's energetic needs. Adven's customers are industries, commercial, public and service sectors, local governments and private households [1]. Operated district heating areas are Laagri, Haabneeme, Viimsi, Saue, Kunda, Narva-Jõesuu, Loo, Põltsamaa, Väike-Maarja, Viiratsi, Püssi, Sõmeru, Vändra, Kostivere, Adavere and other 14 smaller networks in Tallinn area. Total amount of installed capacity of boiler houses and combined heat and power generations in Estonia is around 330 MW.

This current paper is divided into three main parts. The first chapter is about describing Haabneeme and Viimsi areas district heating grids. An overview is given about boiler house energetic parameters, length of network, heat losses and conditions of pipes and customers consumption data. The second chapter is about giving overview and analyses for Viimsi area development plan of heating management. Development possibilities are being described and compared in the third chapter in three main phases: the cost of investment, estimated CO<sub>2</sub> reduction and district heating energy price reduction.

When creating district heating development plans, certain aspects and choices has to be considered. Consumption profiles and their change in time play a big role – does the area have potential to grow with new consumers or decrease in the light of heat pumps popularization, reconstruction of old buildings (insulating), nearly zero energy buildings or other technologic developments. Second important aspect is fuel price, its security of supply and prognosis for the future. The goal for energy sellers is to keep the cost of energy as low as possible for the consumers. Fuel costs are one of the biggest fixed costs for energy company so the price of fuel affects the end price directly. Also, no energetic constructions and its technological possibilities have to be all considered in the development plan – opening a combined heat and power generation plant, adding a boiler house, using different technologies, renovating existing piping network and adding new lines to the grid.

Environmental politics has also an important role to play due to different laws and directives – different air emission charges and its transaction in time, limiting pollutants for combustion plant. For an example a new directive was declared in 25.11.2015 by Council of the European Parliament directive to limit pollutants for medium size combustion plants [2]. The directive which was taken

in effect In Estonia in 2017, is regulating air emissions at combustion plants from 1 MW to 50 MW power rate [3]. The biggest bottleneck of Estonian active bio fuel boiler plants is dust or in other words total suspended particles coming out from the chimney. In order to fulfil the new directive, some new technologies have been taken into use – multi-cyclones, bag filters, electric filters, scrubbers and condensations for flue gas [4]. As been analyzed all factors mentioned above, the development plan of heating management will give an overview of best development possibilities and action plans to fulfil these works and their financial investment, prognosis for the future for fuel and energy prices.

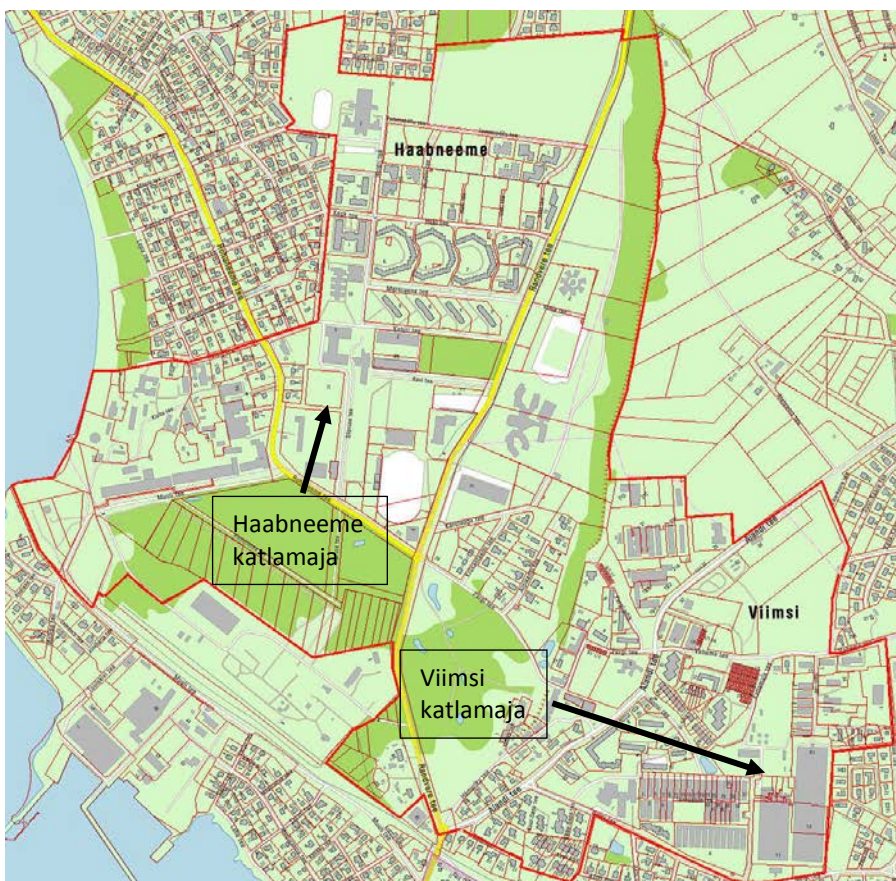
In this paper the author analyses Viimsi and Haabneeme areas district heating development possibilities and brings out pros and cons of different option. The factor that impacts investment the most and how would different development possibilities affect the energy price for the consumer are presented in the paper. The first possible solution could be constructing a heat and power cogeneration plant which has clearly gained popularity in European countries. Just an electric power station has efficiency rate around 40% but with combined technology the other 60% could be used to produce heat and take the whole efficiency rate of the plant up to 90% [5]. Another option is to build a bio fuel boiler house separately to both areas and the third options would be to build one bigger bio fuel power plant for both areas while joining two pipe grids together. Existing piping has to reconstructed and united for the third option. To evaluate district heating network, heat losses has to be taken into consideration which affect the efficiency of KKV. The heat losses of the grid are due to pipeline geometry, insulation thickness and pipe material thickness and its properties [6].

In this analyze, the best solution for the given districts is being calculated and the arguments of the choice are given. This master's thesis gives an overview of district heating development opportunities and the process of the calculations.

### 3. VIIMSI VALLA KAUGKÜTTEPIIRKOND

Viimsi valla territooriumil on kehtestatud üks kaugküttepiirkond, milles paiknevad kaks teineteisest eraldatud võrgupiirkonda: Viimsi ja Haabneeme. Mõlemas võrgupiirkonnas on eraldi heas tehnilises seisukorras maagaasil töötavad katlamajad. Joonisel 3.1 on toodud Viimsi valla kaugküttepiirkond, kus on näidatud katlamajade asukohad. Võrgupiirkondade kaugküttevõrgu tehniline seisukord on hea, võrke arendatakse ja kaasajastatakse pidevalt ning soojuskadu on mõlemas võrgupiirkonnas alla Konkurentsiameti poolt perspektiivis nõutavat taset (alla 15%). [7]

Nii Viimsi kui Haabneeme võrgupiirkonnas on kaugkütte kvaliteet kõrge ning kaugkütte säilitamine ja arendamine nii majanduslikel, keskkonnakaitselistel kui sotsiaalsetel põhjustel ainuvõimalik lahendus. Mõlemas piirkonnas on põhiosa kaugküttetarbijatest suhteliselt uued või renoveeritud hooned ja energiasäästumeetmete rakendamine tarbijate juures märgatavat tarbimise langust ei põhjusta. Seejuures on alevikud kiiresti arenevad ning uusarenduste tõttu võib prognoosida kaugküttetarbimise kasvu ligikaudu 40% aastaks 2026. Nii kaugküttevõrgud (edaspidi KKV) kui katlamajad kuuluvad aktsiaseltsile Adven Eesti. Mõlemas võrgupiirkonnas varustatakse tarbijaid soojusega kogu aasta vältel - see tähendab, et nii küte kui sooja tarbevee valmistamine on enamiku tarbijate juures lahendatud kaugkütte baasil. [8]



Joonis 3.1 Viimsi valla kaugküttepiirkond [9]

2017. aastal toodeti kahe võrgu peale kokku 34 400 MWh soojusenergiat, kütust kulus seejuures 35 600 MWh ehk 3 765 000 m<sup>3</sup> maagaasi, mis teeb tootmise kasuteguriks 96,5%. Kasutada olevatest neljast maagaasi katlast koguvõimsusega 20,1 MW kasutati kõige külmematel kuudel 6,5 MW. Torustike kogupikkuseks on 13,9 km. Sellest 10 km ehk 72% on maa-alune eelisoleeritud torustik ja 3,3 km ehk 24% on maa-alune kanalis olev torustik. Maapealset torustikku on 580 m (4%). Maa-alune raudbetoonkanalis kaugküttevõrk on rajatud aastatel 1980-2000. Need on valmistatud terastorudest, mis on isoleeritud klaasvatiga ja kaetud ruberoidiga, uuemad torustikud kivivilla alumiinium-kattega koorikutega. Raudbetoonkünades soojustorustiku üldine seisukord on rahuldav. Klaasvatiga isoleeritud lõikudes on suurem soojuskadu kui eel-isoleeritud torustikus. Kuna torustikul on puudulik hüdroisolatsioon, siis põhjustab aeg ajalt torudeni ulatuv pinnasevesi (N. Väike-Sepa tänava kamber K9) terastorude pindkorrosiooni. Aastatel 2009 - 2016 on raudbetoonkanalis torustikul toimunud 19 remondi - ja avariitööd, mis on põhjustanud tarbijate jaoks mitmeid soojusvarustuse katkestusi. Andmed pärinevad Adven Eesti AS tootmisandmete arhiivist.

### 3.1. Haabneeme aleviku kaugküttevõrk

Haabneeme aleviku katlamaja (Joonis 3.2) alustas tööd 2006. aastal. Selles on kaks maagaasi katelt, võimsusega 5,2 MW ja 7,8 MW (Joonis 3.3), kokku 13 MW. 2017. aastal toodeti 26 600 MWh soojusenergiat ehk 77% Viimsi valla kaugküttepiirkonnas toodetud soojusest. Kütuse kulu oli maagaasi alumise kütteväärtuse järgi 27 600 MWh, mis teeb aasta keskmiseks tootmise kasuteguriks 96,2%. Väiksemas, Buderuse 5,2 MW veekatlas on olemas toitevee eelsoojendi ehk ökonomaiser. Tänu sellele võimaldab saada täiendavat soojusvõimsust kuni 150 kW.



Joonis 3.2 Haabneeme aleviku katlamaja (Adven Eesti erakogu)

Ökonomaiser tõstab vee temperatuuri enne katlasse minekut lahkvate suitsugaaside arvelt. Seega, kasutatakse katla kasuteguri tõstmiseks efektiivsemalt ära suitsugaaside soojust, mis ilma ökonomaiserita väljuks korstnast kõrgemal temperatuuril, suurendades soojuskadu. Selle tõttu on külmemal ajal, kui võimsama katla kasutatavus on suurem, toomise kasutegur madalam, ning soojemal ajal, kui töötab ainult 5,2 MW katel, tootmise kasutegur suurem. [10]

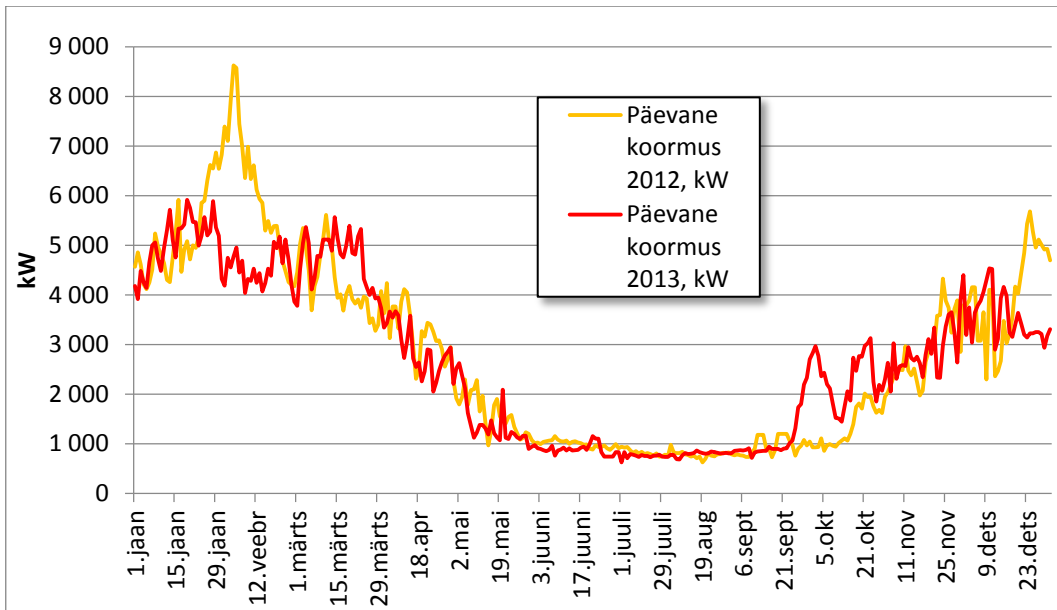


Joonis 3.3 Haabneeme katlamaja Viesmanni 7,8 MW maagaasi veekatel (Adven Eesti erakogu)

Maagaasi kulus Haabneeme katlamajas eelmine aasta 2,9 miljonit kuupmeetrit ning aasta keskmine kasutatud võimsus 3,1 MW. Kõige külmemal kuul oli see 5,1 MW. Kaugkütte piirhind, mis on Konkurentsiametiga kooskõlastatud 1.veebruari 2016, on Haabneeme alevikus 57,12 €/MWh, koos käibemaksuga 68,54 €/MWh. Sama hinnaga müüs Adven soojust käesoleva aasta aprillikuus. [11]

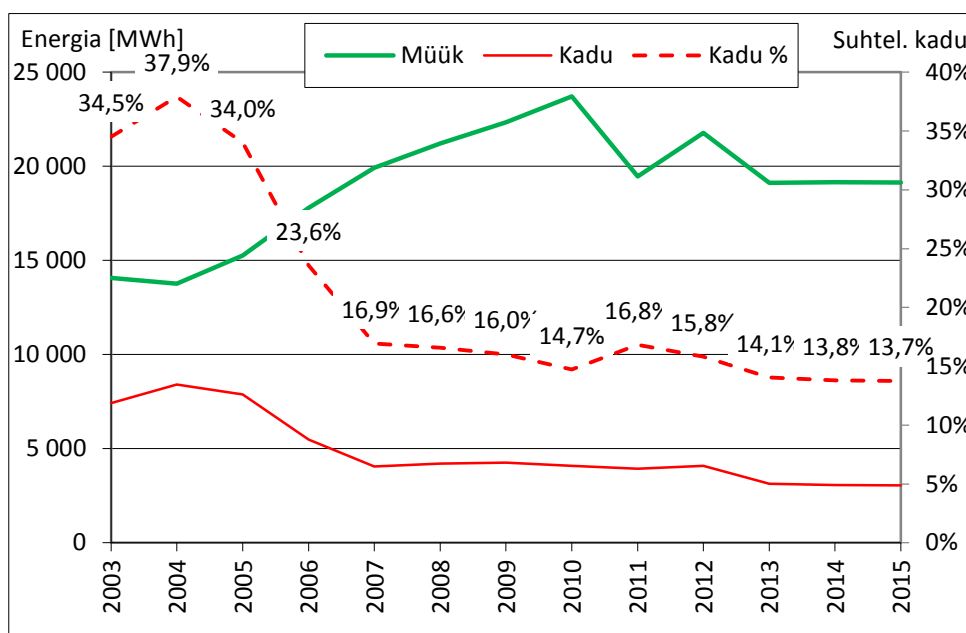
Haabneeme katlamaja koormuse iseloomustamiseks aasta lõikes saab kasutada koormusgraafikut (Joonis 3.4). Selleks on võetud katlamaja soojusarvestist tootmisandmed ehk mitu MWh soojusenergiat aastaringselt ööpäeva jooksul toodeti. Antud graafikus on MWh teisendatud ööpäeva keskmiseks soojuskoormuseks kilovattides. Jooniselt võib näha, et 2012. aasta veebruaris töötas katlamaja erakordselt suurel koormusel, 8,63 MW. See on tingitud väga madalast välisõhu temperatuurist, näiteks 4.vebruaril oli ööpäeva keskmiseks välisõhu temperatuuriks -25°C. 2013. aastal aga selliseid külmakraade ei esinenud, madalaim ööpäeva keskmine välisõhu temperatuur oli -9,9°C. Seda iseloomustab hästi ka koormusgraafik, kus maksimaalseks koormuseks on 5,2 MW. Kogu aasta keskmine temperatuur 2012. aastal oli 5,8°C, 2013. aastal aga 6,4°C. Sellest tingituna oli Haabneeme katlamaja toodetud soojusenergia erinevus kahe aasta vahel 789 MWh. Andmed pärinevad Adven Eesti AS tootmisandmete arhiivist.





Joonis 3.4 Haabneeme katlamaja koormusgraafik aastatel 2012-2013

Valdav osa Haabneeme KKV-s on eelisoleeritud torud (~6 km ehk 68%), maa-aluseid betoonkünades torustikke on 2,2 km ehk 26% ja maapealseid torustike 500 m ning ligikaudu 6%. Soojuse ülekandefüüsilise leidmiseks jagan katlamajas ülesseatud võimsuse torustiku kogupikkusega ja saan  $13000/8700 = 1,49$  kW/m. Rõhk pealevoolu torustikus on 4,0 baari, tagasivoolu torustikus 2,2 baari. Võrgu veemahuks on  $350 \text{ m}^3$ . Soojuskadu 2016. aastal oli 3 231 MWh – see on 12,3% samal aastal toodetud soojusenergiast. Võrgu erisoojuskaod leidmisel tuleb aastane soojuskadu jagada torustiku kogupikkuse ja tundide arvuga aastas –  $3231 \cdot 10^6 / (8700 \cdot 8760) = 42,4$  W/m. Joonis 3.5 on toodud Haabneeme KKV kadude statistika alates 2003. aastast. Andmed pärinevad Adven Eesti AS võrguosakonna arhiivist.



Joonis 3.5 Haabneeme KKV müügi ja soojuskadude statistika aastatel 2003-2015 [8]



Joonis 3.5 võib näha, et suhteline soojuskadu on aasta aastalt märgatavalt alanenud 2010. aastani ja sealt edasi püsinud stabiilsena 14-16% juures. Kadude vähenemisele on kaasa aidanud pidev KKV arendus ja investeerimine torustike rekonstrueerimisse, sealhulgas avariide likvideerimine. Teiselt poolt aitab suhtelise võrgukao alanemisele kaasa suurenenud tarbimine – aastatel 2003-2016 on Haabneemes soojuse müük tõusnud 9000 MWh, protsentides teeb see ~ 64%, seega tarbimistihedus on kasvanud.

Maa-alune eelisoleeritud võrguosa on valmistatud II isolatsiooniklassiga terastorudest ja Ecoflex Thermo plasttorudest. Kaugküttetorustiku harudel ja tarbimiskohtade väljavõtukohtades paiknevad sulgurid. Kokku on eelisoleeritud sulgarmatuuridega teenindussõlmi 83, kambrites ning maapealseid teenindussõlmi aga 30. Võrgu sulgureid hooldatakse regulaarselt. Vana künades olev torustik on ehitatud alates 1982. aastast ning eelisoleeritud torud alates 2002. aastast. Vaatamata 20-aastasest ehitusaasta vahemikust on võrgu käidu kohapealt mõned eelisoleeritud torustikud isegi kehvemad, sest ehitusprojektid olid korralikult läbi mõtlemata ning torude paigalduskvaliteet oli kesine. Mõneks näiteks on teenindusventiilide hilisem juurde lisamine ning serviste pikendamine, kuna ei mahtunud kaevu ära. Samuti signaaltraatide ühendamata jätmine, valesti ühendamine ning ühenduskarpide jätmine raskesti ligipääsetavasse kohtadesse. Paaril juhul oli kogu sulgarmatuur jäetud lihtsalt ilma kaevuta maapinda.

Haabneemes KKV-s esineb mitmeid probleemseid võrgulõike – mõnel juhul tungib pinnasevesi künadesse, esineb avariisi, samuti on torustikud puuduliku või olematu isolatsiooniga ning üledimensioneeritud. Üheks probleemsemaks võrguosaks on Krüsanteemi ja Alpikanni tänava vaheline torustik. Kõrgema pinnavee korral tungib ojust vesi võrgu künadesse ning lõigu rekonstrueerimine olemasolevas asukohas läbi eramute kinnistute on väga keeruline ligipääsematuse tõttu. Kuna Alpikanni tänava hoonete soojustarbimine on marginaalne, ei ole lõigu rekonstrueerimine majanduslikult otstarbekas. Üheks lahenduseks oleks Alpikanni tänava võrguosa ühendamine Haabneeme ja Viimsi KKV-de ühendustorustikuga. Alternatiivseks lahenduseks on klientide KKV-st lahtiühendamine ja võrguosa tööst välja lülitamine, mis peab muidugi toimuma kokkuleppel klientidega. Lisavee kulu Haabneeme kaugküttevõrgus oli 2014. aastal 78 m<sup>3</sup> ja 2015. aastal 399 m<sup>3</sup>. Suur erinevus kahe aasta vahel on seotud lekkega Kesk tee 1 ja Krüsanteemi tee 4 torudes. Andmed pärinevad Adven Eesti AS võrguosakonna arhiivist.

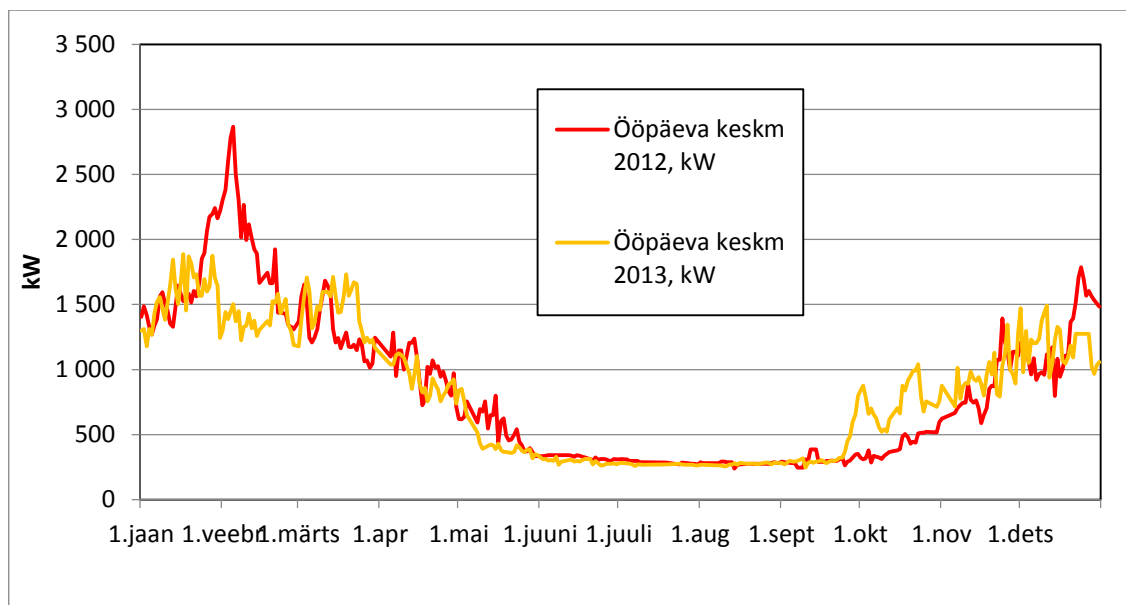
## 3.2. Viimsi aleviku kaugküttevõrk

Viimsi aleviku katlamaja (Joonis 3.6) alustas tööd 2005. aastal. Selles on kaks Viesmanni maagaasi veekatelt, võimsusega 2,6 MW ja 4,5 MW, kokku 7,1 MW. Väiksema 2,6 MW katla järel on ökonomaisem Vitotrans 333, mis võimaldab saada täiendavat soojusvõimsust kuni 333 kW. 2017. aastal toodeti 7 700 MWh soojusenergiat ehk 23% Viimsi valla kaugküttepiirkonnas toodetud soojusest. Kütuse kulu oli 0,84 miljonit m<sup>3</sup> - maagaasi alumise kütteväärtuse järgi 7 900 MWh, mis teeb aasta keskmiseks tootmise kasuteguriks 97,4%. Aasta keskmine kasutatud võimsus oli 0,9 MW, kõige külmemal kuul oli see 1,5 MW. Kaugkütte piirhind, mis on Konkurentsiametiga kooskõlastatud 1.märts 2018, on Viimsi alevikus 59,67 €/MWh, koos käibemaksuga 71,6 €/MWh. Sama hinnaga müüs Adven Eesti AS soojust käesoleva aasta aprillikuus. [11]



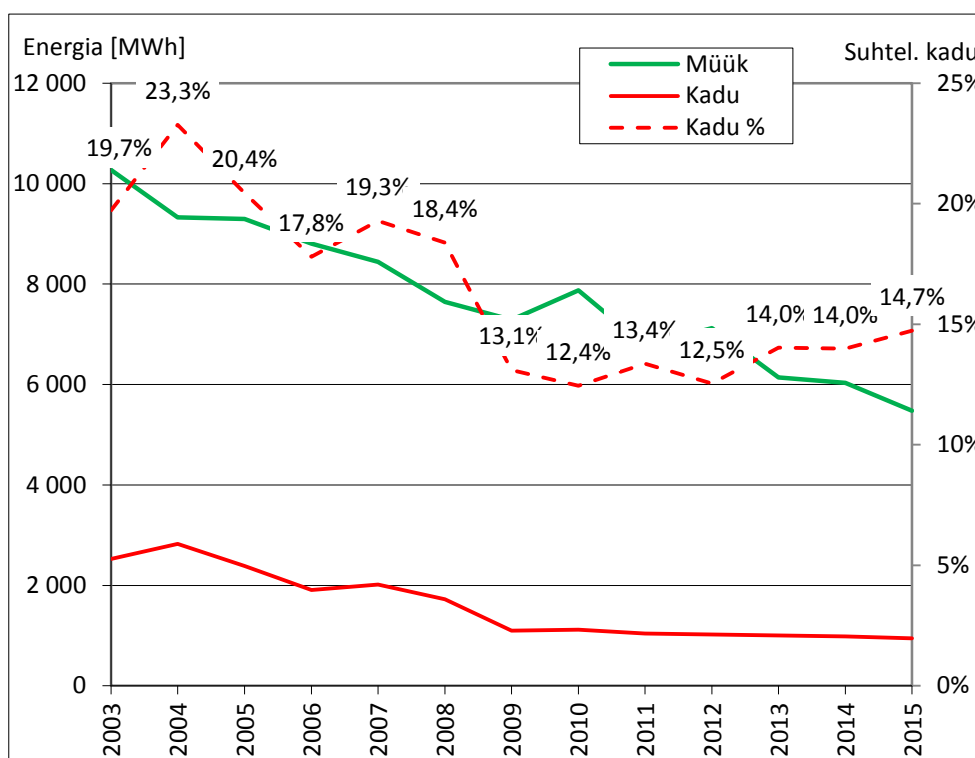
Joonis 3.6 Viimsi aleviku katlamaja ning selle seadmed (Adven Eesti AS erakogu)

Viimsi katlamaja koormusgraafikud on toodud Joonisel 3.7. Ka sellelt jooniselt võib näha 2012.aasta veebruari erakordselt külma ilma mõju katlamaja koormusele. Maksimaalne koormus ulatus neil päevil 2,87 MW-ni. Kogu aasta keskmine temperatuur 2012. aastal oli 5,1°C, 2013. aastal aga 6,0°C. Sellest tingituna oli Viimsi katlamaja toodetud soojusenergia erinevus kahe aasta vahel 746 MWh. Andmed pärinevad Viimsi katlamaja Tuleb tõdeda, et väiksema tunduv aasta keskmine välisõhu temperatuuri erinevus, omab soojuse tarbimisele ja tootmisele tegelikult väga suurt mõju. Andmed pärinevad Adven Eesti AS tootmisandmete arhiivist.



Joonis 3.7 Viimsi aleviku katlamaja koormusgraafik aastatel 2012-2013

Viimsi KKV-s on 2,37 km eelisoleeritud torusid ehk 76%, maa-aluseid künades torustikke 780 m ehk 22% ning maapealseid torustikke 60 m, mis teeb ainult 2 protsenti. Soojuse ülekandejõudluseks on  $7100/2370 = 3 \text{ kW/m}$ . Rõhk pealevoolu torustikus on 3,5 baari, tagasivoolu torustikus 2,0 baari. Võrgu veemahuks on  $98 \text{ m}^3$ . 2015. aastal oli veekadu  $0 \text{ m}^3$ , 2014. aastal  $50 \text{ m}^3$ . Soojuskadu 2016. aastal oli 984 MWh – see on 13,9% toodetud soojusenergiast. Võrgu erisoojuskadu oli  $47,4 \text{ W/m}$ , mis on kõrgem kui Haabneemes. Joonisel 3.8 on toodud Viimsi KKV kadude statistika alates 2003. aastast. Andmed pärinevad Adven Eesti AS võrguosakonna arhiivist.



Joonis 3.8 Viimsi KKV soojuskadude statistika aastatel 2003-2015 [8]

Erinevalt Haabneeme statistikast on Viimsi suhteline soojuskaotusprotsent olnud küllaltki volatiilne. See on tingitud ühelt poolt torustike rekonstrueerimisest ning avariide likvideerimisest, kuid teiselt poolt on soojusenergia müük Viimsi KKV-s tunduvalt vähenenud. Aastatel 2003-2016 on Viimsis soojuse müük langenud 4 200 MWh, protsentides teeb see ~41%. See on ka põhjus, mis hoiab Viimsi kaugküttevõrgu suhtelised soojuskaod kõrgemal kui Haabneemes. Kuna suvine soojuskoormus on väike, ulatub suhteline soojuskadu KKV-s isegi 40%-ni.

Maa-alune raudbetoonkünades torustik on ehitatud alates 1978. aastast, maapealse torustiku lõigud 2001. a ning eelisoleeritud teras- ja plasttoru lõigud 2000. aastast alates. Keskmise KKV vanus on 19 aastat. Künades olev torustik on kaetud enamasti klaasvati ja ruberoidiga, osaliselt ka klaasvilla ja alumiinium-kattega isolatsioonikoorikutega. Eelisoleeritud võrguosa on sarnaselt Haabneemele ja ka teistel võrgupiirkondadele II isolatsiooniklassiga ja plasttorud on Ecoflex Thermo torud. Maapealsed torud on isoleeritud osaliselt klaasvatiga, osaliselt kivivillakoorikutega ja kaetud tsinkplekiga.

KKV harudel ja tarbimiskohtade väljavõttudes paiknevad sulgurid. Eelisoleeritud kraanidega teenindussõlmi on 14 ning kambrites ja maapealsetes punktides paiknevaid teenindussõlmi 17. Üheks probleemsemaks võrguosaks on Aiandi tee 18 kuni Aiandi tee 14 lõik. 2009. aastal vähenes oluliselt sellele eelnevas magistraalitorustikus tsirkuleeriv vooluhulk seoses võrgu tööskemi muutmisega. Lepingute järgi oli see 18 m<sup>3</sup>/h. Pärast seda toimib võrgulõik settekogujana, mis võib viia torusisese metalli korrodeerumisele. Aiandi tee 18 omanike tõttu ei ole aga olemasolevat võrguosa olnud võimalik rekonstrueerida. Pikemas perspektiivis on üheks lahenduseks võrgulõigu asendamine olemasolevas, osaliselt muudetud asukohas. Teiseks lahenduseks on Vehemaa tee piirkonna arenduse korral võrguühenduse rajamine Katlamaja tee – Vehemaa tee kaudu. Andmed pärinevad Adven Eesti AS võrguosaakonna arhiivist.

## 4. VIIMSI VALLA SOOJUSMAJANDUSE ARENGUKAVA 2016 - 2026

Selles peatükis käsitletakse Viimsi Vallavalitsuse tellimisel tehtud planeerimisdokumenti „Viimsi valla soojusmajanduse arengukava 2016 – 2026“, mis koostati 2016. aastal. Projekti rahastati 90% ulatuses Euroopa Liidu ühtekuuluvusfondi meetme 6.2 „Efektiivne soojusenergia tootmine ja ülekanne“ tegevuse „Soojusmajanduse arengukava koostamine“ vahenditest SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse (edaspidi KIK) vahendusel. [12]

Arengukava eesmärgiks oli vaadelda ja hinnata Viimsi valla kaugküttepiirkondade energia- ja kütusevarustuse süsteemide jätkusuutlikkust ning see peab aitama vallal soojusmajandust efektiivsemalt planeerida. Dokumendis anti ülevaade Viimsi valla arengudokumentide energiamajandust puudutavast osast, kirjeldati käsitletavate asulate soojusvarustussüsteemide osi, analüüsiti kohalike taastuvate energiaressursside kasutusvõimalusi, koostati soojuskoormuse kestusgraafikud ja hinnati kaugküttesüsteemi jätkusuutlikkust ning esitati olulisemate energiakandjate hinnaprognosid. Tulemuseks oli arendusvariantide tehnilis-majanduslik analüüs, sealhulgas soojuse hinnad pärast rekonstrueerimisi, ning soojusmajanduse edasise arendamise suunad ja tegevuskava nende elluviimiseks. [8]

Tabel 4.1 Viimsi valla kaugküttevõrkude näitajad [8]

Näitaja	2013	2014	2015	2013–2015 arvutuslik keskmine	Ühik
Tarbimistihedus				2 324	kWh/(a·m)
Erikoormuse karakteristik, K					
Viimsi kaugküttevõrk	14,6	14,4	13,0	14,0	kWh/(a·mm·m)
Haabneeme kaugküttevõrk	14,5	14,4	14,4	14,4	kWh/(a·mm·m)
Soojustarbimise tihedus				8,8	kWh/(a·m <sup>2</sup> )
Soojuse tootmise kasutegur	96,4	96,5	98,4	97,1	%
Viimsi kaugküttevõrk	97,9	98,3	99,4	98,5	%
Haabneeme kaugküttevõrk	95,9	96,0	98,1	96,7	%
Kaugkütte kasutegur	83,6	83,2	84,7	83,8	%
Viimsi	84,2	84,5	84,7	84,5	%
Haabneeme	83,5	82,7	84,6	83,6	%
Elektri eritarve väljastatud soojuse kohta					
Viimsi			10,5		kWh <sub>e</sub> /MWh <sub>s</sub>
Haabneeme			9,0		kWh <sub>e</sub> /MWh <sub>s</sub>
Veevahetuse kordarv aastas					
Viimsi kaugküttevõrk		0,51	0		
Haabneeme kaugküttevõrk		0,23	1,14		

Arengukavas on Haabneeme ja Viimsi KKV-de näitajaid (Tabel 4.1) hinnatud paremaks kui tüüpilistes Eesti kaugküttevõrkudes, eraldi toodi välja nii soojuse tootmise kui kaugkütte kõrged kasutegurid. Elektri eritarve väljastatud soojuse on Eesti keskmisel tasemel, veevahetuskordade arv see-eest oluliselt väiksem ning vastab Soome näitajatele (Soomes 0,9-1,1, Eestis keskmiselt 3-4). Erikoormuse karakteristika väärtused iseloomustavad mõnevõrra üledimensioneeritud soojusvõrku, samas võimaldab see kiirelt arenevas piirkonnas klientide liitumist ilma magistraalitorustike asendusega. Tarbimistihedus oli 2 324 kWh/(a·m), mis on sarnane paljude Eesti linnade tarbimistihedusega, enamasti 2 500 kWh/(a·m), kuid näiteks Kärddlas on see ainult 1 164 kWh/(a·m) ja Raplas 1 662 kWh/(a·m). Soojustarbimise madal tihedus 8,8 kWh/(a·m<sup>2</sup>) tuleneb sellest, et praegu on juba kaugküttepiirkonda sisse arvestatud ulatuslikud piirkonnad, kuhu tulevikus uusarendusi kavandatakse. [8]

#### **4.1. Kokkuvõtte Eesti soojusmajanduse jätkusuutlikkusest**

Soojusmajanduses tehtavad poliitilised otsused ja rakendatavad meetmed peavad lähtuma eesmärgist, et soojusmajandus on pikaajaliselt jätkusuutlik ning ei vaja tavapärasele majandustegevusele täiendavaid investeerimistoetusi ega subsiidiumeid. Soojust toodetakse valdavas enamuses kohalikest ja taastuvatest kütustest ning kütusevabadest energiaallikatest. Peamised järeldused Eesti soojusmajanduse arengu ja poliitika kohta on järgmised: [8]

- Soojuse tootmine ja tarbimine väheneb ning langustrend on pikaajaline. Sellele aitavad kaasa efektiivsem soojuse edastus (väiksemad soojuskaod), elamute renoveerimine ja uute energiasäästlike hoonete ehitamine;
- kohalike taastuvaid energiaallikaid (peamiselt puiduhaket) kasutatakse soojatootmisel üha rohkem ning selle osakaal soojusvarustuse peab jätkuvalt kasvama;
- energiavarustussüsteemidega kaasnevad keskkonnamõjud peavad jätkuvalt vähenema;
- soojusvarustussüsteemide parendamisse investeerimine on tõstnud nende efektiivsust ning see peab jätkuma;
- energiaühistute loomiseks tulevikus on enne vaja kohendada seadusi ja regulatsioone.

Arvestades nende trendidega ning tõdemusega, et KIK toetab läbi Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondi meetme 6.2.1 seitsme aasta jooksul 43 mln € ulatuses kaugküttekatelde renoveerimist ja kütuse vahetust maksimaalselt 65%-se toetusega (baasjooneks 60%), on praegu

parim aeg investeerida kohalikel taastuvatel energiaallikatel kaugküttesüsteemidesse. Samuti toetab KIK läbi meetme 6.2.2 27,5 mln € ulatuses amortiseerunud ja ebaefektiivse soojustorustiku renoveerimist maksimaalselt 50%-se toetusega või kuni 200 € torustiku jooksva meetri (jm) kohta [13]. Koos renoveerimisega paraneb ka piirkondlik keskkonnaseisund, kui võrrelda ühtset kaugküttesüsteemi tihedalt paigaldatud põlevloodusvaradel põhinevate lokaalsete soojusallikatega. Lokaalsetes soojusvarustussüsteemides võib eelistada ka mittepõlevaid taastuvaid energiaallikaid (päikeseenergia, tuuleenergia, soojuspumbad), kui sel viisil on soojuse tootmine odavam kaugküttesoojusest. [8]

## **4.2. Arengukavas pakutud võimalused kaugkütte arendamiseks**

Nii Viimsi kui Haabneeme KKV-s on kas ehitamisel või kavandamisjärgus mitmeid hooneid ja terveid uusarenduspiirkondi, mis kuuluvad kaugküttepiirkonda ja mille soojusvarustus tuleks tagada kaugküttega. Suurimaks võib nimetada Viimsi riigigümnaasiumi, mille eeldatav soojustarbimine on aastas 1000 MWh ning annaks Haabneeme KKV-s tarbitud soojusele juurde ligi 4%. Arengukavas on hinnatud arenduspiirkondade pindalaks Viimsi alevikus 110 hektarit ning Haabneemes 180 ha. Selle ning arengukava väljatöötamisele eelnenud 3 aasta tarbimisandmete põhjal töötati välja kaugkütte tarbimise prognoosid, mille tulemus on toodud tabelis 4.2.

Viimsi alevikus arvestati baasstsenaariumi korral soojustarbimist hoonete kütteks 6 000 MWh/a, koos soojuskadudega 7 020 MWh/a. 2018. aasta teadmiste põhjal saab pidada hinnangut natuke pessimistlikuks, sest 2017. aasta toodetud soojusenergia oli 7 725 MWh (8340 MWh kui küttekoormus taandada normaalaastale). Samas 2019. aastal on planeeritud ulatuslik soojusvõrgu rekonstrueerimine, mille korral arvutuslikult võrgukaod väheneks 225 MWh ning selle võrra ka vajalik soojustoodang. Miinimumstsenaarium vastab olukorrale, kus uusi tarbijaid ei lisandu ning energiasäästumeetmed tagavad tarbimise vähenemise 5%. Maksimumstsenaariumi korral hinnati, et 2026. aastaks on KKV-ga liitunud 40% esialgselt kavandatud uusarenduste mahust. Kui realiseeruks kogu uusarenduste maht, hinnatakse vajalikuks soojustoodanguks 9 825 MWh/a. [8]

Ka Haabneeme puhul erineb hinnang, kuna ei osatud arvestada 2015. aastal KKV-ga liitunud Viimsi Keskuse soojustarbimist. Normaalaastale taandatud küttekoormuse korral tuleb soojuse toodanguks 28 649 MWh, mis erineb prognoosist 8,7%. Riigigümnaasiumi tarbimise lisandumisel võib 2026. aastaks ette nähtud maksimumstsenaarium, ehk vajalik soojustoodang 29 800 MWh/a,

täituda juba 2022. aastaks. Nagu Viimsis, on ka Haabneemes 2019. aastal planeeritud ulatuslik soojusvõrgu rekonstrueerimine, mille korral arvutuslikult võrgukaod väheneks 1 001 MWh võrra. Selline olukord näitab järjekordselt kiirelt areneva kaugküttepiirkonna investeeringute eelarvestamise keerukust ning planeerimisrisiki olulisust.

Tabeli viimase osa puhul on arvestatud Haabneeme ja Viimsi KKV-de ühendamist, mille käigus paigaldatakse ligikaudu 1000 m DN150 läbimõõduga eelisoleeritud toru. Selle realiseerumisel hinnati täiendavaks võrgukaoks 150 MWh.

Tabel 4.2 Viimsi ja Haabneeme kaugkütte tarbimise prognoos ja selle stsenaariumid [8]

Piirkond	Soojushulgad	Stsenaariumid		
		Min	Baas	Max
Viimsi	Tarbimine, MWh/a	5 700	6 000	8 400
	sh tarbevee soojendamine, MWh/a	1 539	1 620	2 268
	Soojuskadu võrgus, MWh/a	1020	1 020	1 425
	Vajalik soojustoodang, MWh/a	6 720	7 020	9 825
Haabneeme	Tarbimine, MWh/a	21 400	23 000	29 800
	sh tarbevee soojendamine, MWh/a	5 136	5 520	7 152
	Soojuskadu võrgus, MWh/a	3 350	3 350	4 335
	Vajalik soojustoodang, MWh/a	24 750	26 350	34 135
Kokku Viimsi+ Haabneeme	Tarbimine, MWh/a	27 100	29 000	38 200
	sh tarbevee soojendamine, MWh/a	6 675	7 140	9 420
	Soojuskadu võrgus, MWh/a (koos täiendava soojuskaoga võrkude ühenduslõigis)	4 370 (4 520)	4 370 (4 520)	5 760 (5 910)
	Vajalik soojustoodang, MWh/a (arvestades täiendavat soojuskadu võrkude ühenduslõigis)	31 470 (31 620)	33 370 (33 520)	43 960 (44 110)



## **5. HAABNEEME JA VIIMSI KAUGKÜTE ARENDAMISE VÕIMALUSED, NENDE ARVUTUSED JA ANALÜÜS**

Selles peatükis analüüsitakse erinevaid arendusvõimalusi, mille aluseks on Adven Eesti AS investeerimisotsused ja SMAK-s välja toodud arenguvariandid. Analüüs arvestab praeguse olukorraga, kuna arengukava arvutuste aluseks olevad sisendandmed on kiirelt arenenud kaugküttepiirkonna tõttu vananenud. Järgnevatel peatükkides analüüsitakse järgmiseid variante:

- Arenguvariant 1 – Haabneeme 6 MW<sub>th</sub>, 1,22 MW<sub>el</sub> CHP
- Arenguvariant 2 – Haabneeme 4 MW ning Viimsi 1,3 MW biokütuse katel
- Arenguvariant 3 – Haabneeme ja Viimsi kaugküttevõrkude ühendamine ning Haabneeme 6 MW biokütuse katel.

Käesolevas lõputöös võrreldakse kaugkütte arendusvõimalusi kolmes kategoorias: investeringu maksumus, kaugkütte hinna muutus ning arvestuslik CO<sub>2</sub> heitmete vähenemine. Investeringu maksumused baseeruvad energialahenduse ettevõtete hinnapakumistel. Kaugkütte hinna muutus põhineb Konkurentsiameti kaugkütte piirhinna arvutamise meetodikal [7] ning arvestuslik CO<sub>2</sub> vähenemine KIK CO<sub>2</sub> heitmete arvutuse vormil, mis omakorda lähtub Keskkonnaministeeriumi määruisel „Põletusseadmetest välisõhku väljutatavate saasteainete heidete mõõtmise ja arvutusliku määramise meetodid“. [14]

### **5.1. Haabneeme ja Viimsi aleviku gaasikatlamajade üleviimine biokütusele**

Biokütuse kasutuselevõtt nendes kaugküttesüsteemides, kus seni kasutatakse fossiilkütuseid, on kujunenud kõige enamlevinumaks ja otstarbekamaks lahenduseks. Õige võimsuste valiku puhul tagab biokütus (enamasti 35-55% niiskusega puiduhake) soojuse hinna alanemise ning stabiilsuse – väidet toetavad Tabel 5.3 ja Tabel 5.4. Suurimaks ohuks on kaugküttevõrgu koormuse ülehindamine just perspektiivsete liitujate näol, mille korral liiga suure võimsusega biokütusekatel töötab ebaefektiivselt madalatel koormustel ning kalli investeringu tõttu kaugkütte hind hoopis tõuseb. Viimsi ja Haabneeme alevikud on aga siiani kasvanud, kasv on jätkuv ja soojusvajadus kasvab samuti uute liitujate tõttu. Sobiva katla võimsuse valikul tuleb kindlasti teha koostööd

vallaametnikega, kes on kõige paremini kursis alevike arengutega ning potentsiaalsete liitujate plaanidega. See võimaldab hinnata perspektiivse soojuskoormuse piire, valida sobiva võimsusega biokütusekatlad ja sellega minimeerida võimalikke planeerimisriske. [8]

Võrreldes fossiilkütuse kateldega kaasnevad biokütusel töötava katla kasutuselevõtuga suuremad eri-investeeringud, kuid kütuse hind on odavam, siis peaks biomassi kasutava katla valima nii, et tema nominaalkoormuse kasutusajaks kujuneks 3000 – 5000 tundi aastas sõltuvalt kliimavõõtmest. Näiteks Eesti kliima ja kütuse hindade juures peaks majandusliku otstarbekuse huvides kasutusaeg ületama 4000 h aastas. Kasutusaja all mõeldakse arvutuslikku aega, mis saadakse aastase soojustoodangu jagamisel katla nominaalvõimsusega. [15]

2014. aasta esimeses pooles otsustas Adven Eesti AS Viimsi valla soojusenergia baaskoormust viia üle puiduhakkele. Otsuse ajendiks olid toona kõrge maagaasihind, üle 0,37 €/m<sup>3</sup> ning seega ka kõrge soojuse hind, 75€/MWh, millega polnud rahul kohalik omavalitsus. Ühe ohuna nähti, et kaugküttepiirkond ja kaugküte tervikuna kaotab valla soosingu ning Viimsi gümnaasium ühendatakse KKV-st lahti ja rajatakse lokaalsed puiduhakke katlamajad. Sellisel juhul langeks Haabneeme KKV tarbimine 12%, lisada juurde veel hoonete renoveerimised ning klientide üleminek soojuspumpadele, mis potentsiaalselt tooks kaasa veel kuni 8%-se tarbimise languse. Kokku seega 20% kaugküttevõrgu tarbimisest. Arvestades, et Haabneeme KKV puhul on tegu Adven Eesti AS suurima võrgupiirkonnaga, oleks selline kaotus väga suure (negatiivse) mõjuga.

## 5.2. Arvutuste algandmed ja eeldused

### 5.2.1. Normaal aastale taandatud tarbimised ning tasakaalutemperatuur

Biokütuse katla optimaalse võimsuse hindamiseks tuleb eelneva(te) aasta(te) tarbimisandmed viia üle normaalaastale. Sellega elimineeritakse erinevate aastate välisõhu temperatuuri mõju soojustarbimisele. Kasutatakse järgmist valemit (5.1):

$$Q_N = (Q_{teg} - C) \cdot \frac{S_N}{S_{teg}} + C \quad (5.1)$$

kus  $Q_N$  – normaal aasta soojustarbimine, MWh;

$Q_{teg}$  – tegeliku aasta soojustarbimine, MWh;

$S_N$  – normaalaasta kraadpäevade arv (lihtsad kraadpäevad, valitud vastavalt tasakaalutemperatuurile  $t_B$  hoones);

$S_{teg}$  – tegeliku aasta kraadpäevade arv (valitud samal tasakaalutemperatuuril  $t_B$ , mis  $S_N$ );

$C$  - kraadpäevadest sõltumatu soojustarbimine (näiteks sooja tarbevee koormus), MWh.

[16]

Tallinna Tehnikaülikooli Keskkonnatehnika instituudi poolt läbiviidud uuringu põhjal on pakutud, et kraadpäevade alusel on sobilik Eesti jagada kuueks piirkonnaks: Jõhvi, Tartu, Tallinn, Valga, Pärnu ja Ristna. Haabneeme ja Viimsi puhul on lähim võtmepiirkond Tallinn ning kraadpäevad määratakse Tallinna välisõhu temperatuuride järgi [17]. Uuringute tulemusel on aasta kütte soojusvajaduste määramiseks saadud järgmised ligikaudsed tasakaalutemperatuurid (Tabel 5.1):

Tabel 5.1 Hoonete tasakaalutemperatuurid hoonete tüübi järgi [17]

Hoone iseloomustus	Tasakaalu-temperatuur
vana tüüpi renoveerimata kortermajad (loomulik ventilatsioon)	17°C
vana tüüpi renoveeritud kortermajad (loomulik ventilatsioon)	13°C
kortermajad (sund-väljatõmbe ventilatsioon)	15°C
uued kortermajad (sissepuhke-väljatõmbe ventilatsioon)	12°C

Haabneemes ja Viimsis on võrku ühendatud hoonetest ligi 85% renoveeritud ning enamused ehitatud sellel sajandil, seega sobib tasakaalutemperatuuriks  $t_B=13^\circ\text{C}$ . Tasakaalutemperatuuril  $13^\circ\text{C}$  oli 2013. aastal Tallinna piirkonnas kraadpäevade arv 2 722 ning 2017. aasta kraadpäevade arv oli 2 666, normaalaasta kraadpäevade arv oli 2 994. Võib järeldada, et 2013. ja 2017. aasta välisõhu temperatuur oli keskmisest kõrgem ning soojustarbimine selle tõttu väiksem. [17]

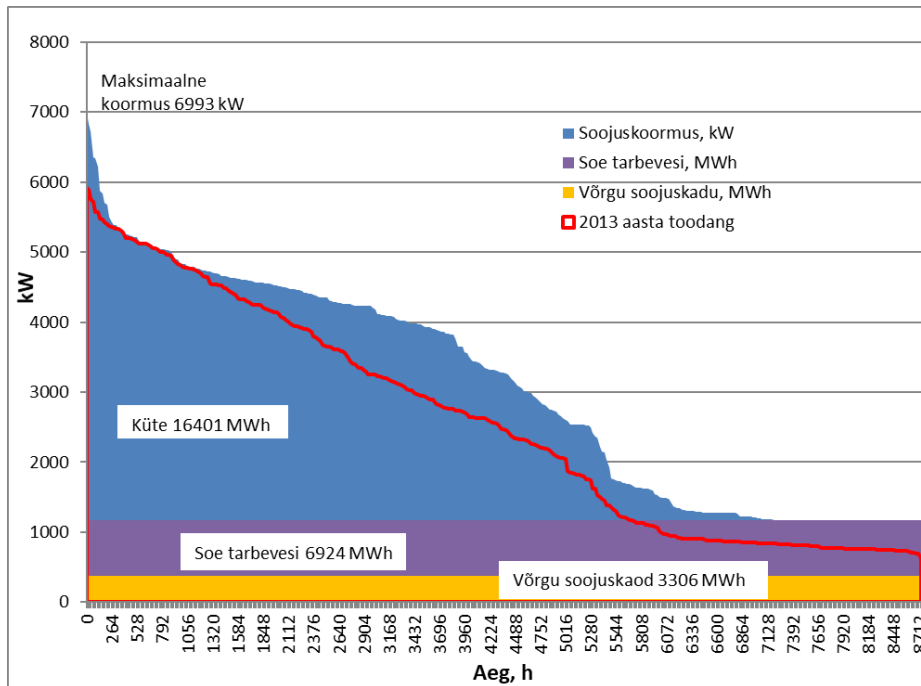
## 5.2.2. Kaugküttevõrkude soojustarbimine ja katlamajade koormusgraafikud

Normaalaastale taandatud tarbimisandmete põhjal on koostatud Tabel 5.2, vastavalt Haabneeme ja Viimsi andmetele. Võrdlemiseks, arvutusteks ja edasiseks analüüsiks on toodud 2013. ja 2017. aasta andmed.

Tabel 5.2 Haabneeme ja Viimsi KKV-de soojustarbimine ja vajalik katlamaja toodang, MWh. Andmed pärinevad Adven Eesti AS tootmisandmete arhiivist.

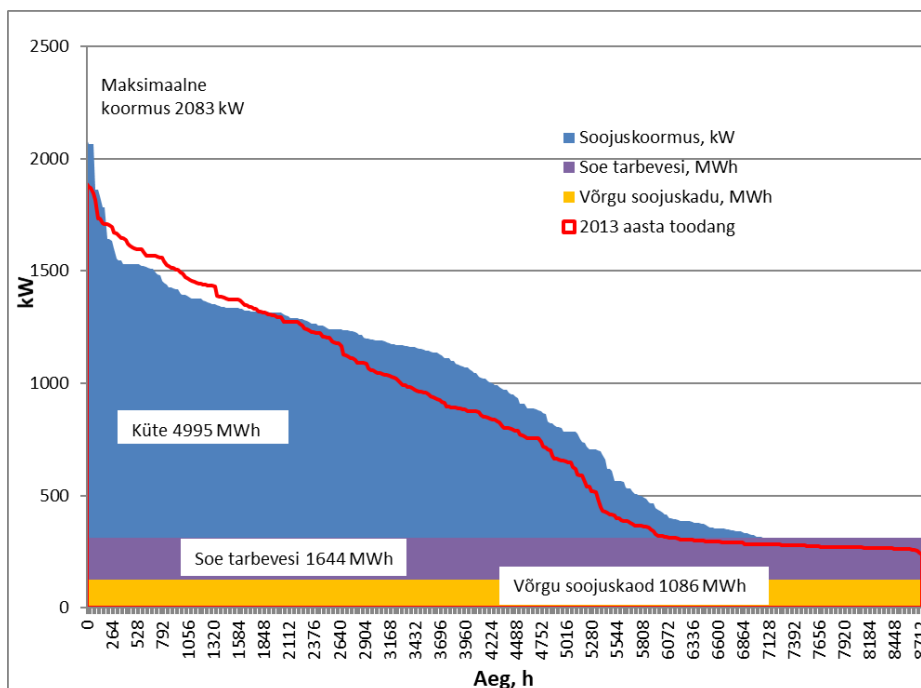
Piirkond	Parameeter	2013	2017	Muutus, % 2013 – 2017
Haabneeme	Tegelik tarbimine	19 371	23 325	20,4%
	Kütte tarbimine	14 736	16 401	11,3%
	Tarbimine (küte on taandatud normaalaastale)	20 841	25 343	21,6%
	Soojuskadu võrgus	2 886	3 306	14,6%
	Vajalik toodang	22 257	26 631	19,7%
	Vajalik toodang (normaalaastale)	23 727	28 649	20,7%
Viimsi	Tegelik tarbimine	6 142	6 639	8,1%
	Kütte tarbimine	4 542	4 995	10,0%
	Tarbimine (küte on taandatud normaalaastale)	6 596	7 254	10,0%
	Soojuskadu võrgus	1 002	1 086	8,4%
	Vajalik toodang	7 144	7 725	8,1%
	Vajalik toodang (normaalaastale)	7 598	8 340	9,8%
Haabneeme+Viimsi	Tegelik tarbimine	25 513	29 964	17,4%
	Kütte tarbimine	19 278	21 396	11,0%
	Tarbimine (küte on taandatud normaalaastale)	27 437	32 597	18,8%
	Soojuskadu võrgus	3 888	4 615	18,7%
	Vajalik toodang	29 401	34 579	17,6%
	Vajalik toodang (normaalaastale)	31 325	37 212	18,8%

Tabelist 5.2 selgub, et mõlemad kaugküttepiirkonnad on kasvanud, eriti märkimisväärne on Haabneeme kaugküttepiirkonna kasv. Selline olukord teeb tootmisüksuste investeeringute planeerimise oluliselt raskemaks. Võrreldes 2017. aasta tarbimisandmeid tabelis 4.2 toodud tarbimise prognoosiga järeldub, et 2018. aastaks mõeldud baas stsenaarium on juba ületatud ning arendusvõimaluste hindamisel tuleks prognoosi uuendada. Joonistel 5.1, 5.2 ja 5.3 on toodud tabeli 5.2 andmed graafilisel kujul.



Joonis 5.1 Haabneeme KKV 2017 aasta koormuste kestusgraafik

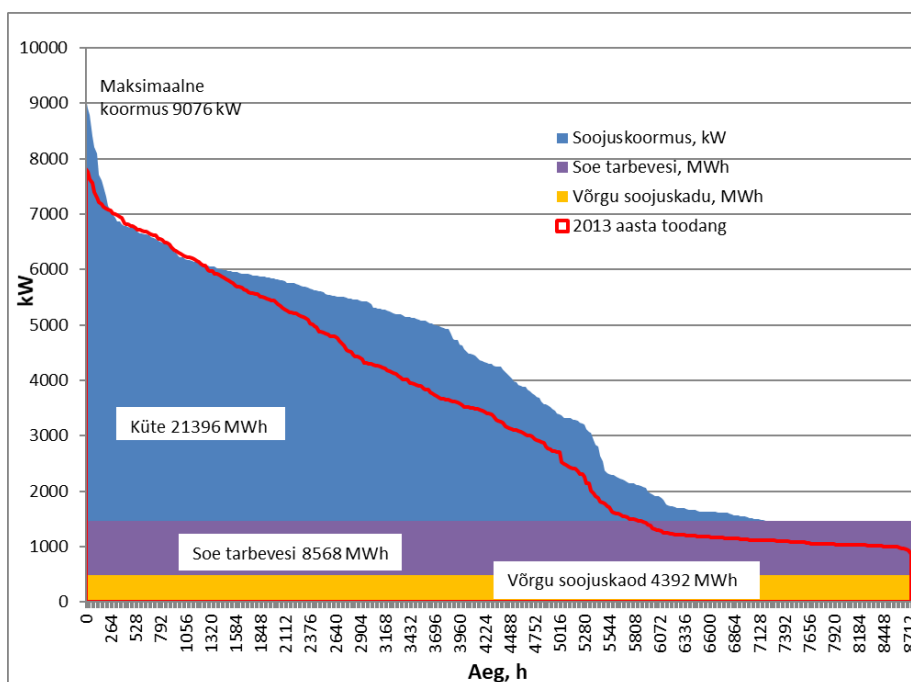
Joonisel 5.1 on toodud Haabneeme KKV koormuste kestusgraafik eelmise aasta andmete põhjal. Katlamaja koormuse suurenemist näitab hästi 2013. aasta vajaliku toodangu joon. Soojuskadod püsisid mõistlikul tasemel – 12,4%. Graafiku küllaltki terav tipp kajastab väga külma välisõhu temperatuuriga päevade arvu vähesust.



Joonis 5.2 Viimsi KKV 2017 aasta koormuste kestusgraafik

Joonisel 5.2 on toodud Viimsi KKV koormuste kestusgraafik eelmise aasta andmete põhjal. Katlamaja koormus pole võrreldes 2013. aasta oluliselt kasvanud. Soojuskadod püsisid

Haabneemest kõrgemal tasemel ja moodustasid 14%. Graafiku küllaltki terav tipp kajastab väga külma välisõhu temperatuuriga päevade arvu vähesust.



Joonis 5.3 Haabneeme ja Viimsi ühendatud KKV koormuste kestusgraafik

Joonis 5.3 kajastab kestusgraafikut ühendatud KKV-de puhul. Võrkude liitmine (peatükk 5.5) toob kaasa soojuskadude suurenemise 223 MWh võrra aastas ning soojuskadu eelmise aasta andmete põhjal oleks 13,2%.

### 5.2.3. Kütuste hinnad

Kaugkütte majanduslikku jätkusuutlikkust ja sellesse investeerimist toetavad 2012. aastal Tarmo Saartsi poolt tehtud uuring „Kütusehindade võrdlus“ (Tabel 5.3) ning 2013. aastal Eesti Arengufondi poolt tehtud uuring „Kaugkütte energiasääst“ (Tabel 5.4).

Tabel 5.3 Kütuse liikide hinnad. Allikas: Uuring „Kütusehindade võrdlus“, T. Saarts 2012

Kütuse liik	Primaarenergia hind (EUR/MWh)	Lõplik soojuse hind (koos investeeringu ja hooldusega) (EUR/MWh)
Elekter:	118	120
Kerge õli:	96	117
Õhk-õhk soojuspump:	65	99
Küttepuud (ahi):	44	92

Õhk-vesi soojuspump	59	92
Küttepuid (katel):	38	90
Raske õli:	53	84
Puidupellet:	42	83
Maasoojuspump:	47	83
Maagaas:	49	78
Hakkepuit:	23	77

Tabel 5.3 on toodud 2012. aasta jooksul 12 korteriga elamust kogutud andmed, mille aastane soojusenergia vajadus on 129 MWh. Mõõtmised on teostatud realselt töötavalt soojusseadmetelt [18]. Toodud hinnad näitavad selget hinnaelist hakkepuidul põhineval kaugküttel. Ainsa vastuargumendina toodud tabeli kohta saab välja tuua arusaamatult kõrge primaarenergia hinna küttepuidel – nii ahju kui katla puhul. Erametsakeskuse sihtasutuse poolt tellitud ning OÜ Tark Mets poolt teostatud uuringus „Ülevaade 2012. aasta III kvartali puiduturust“ on antud küttepuid lõpploa hinnaks ilma käibemaksuta 25,74 €/tm (2018. aasta märtsi seisuga hind 30,62 €/tm), koos käibemaksuga teeb see 30,89 €/tm. Keskmise halupuu kütteväärtus 20% niiskuse juures on 1,33 MWh/rm. Selleks, et saada tihumeetri hinnast primaarenergia hinda €/MWh, on vaja tihumeetri hind teisendada ruumimeetri hinnaks. Erametsakeskuse sihtasutus annab nende mõõtühikute vaheliseks koefitsiendiks 33 cm halu korral 0,67, ehk siis 1 ruumimeeter on 0,67 tihumeetrit. Seega saame küttepuid hinnaks 17,24 €/rm (koos käibemaksuga 20,69 €/rm). Ning primaarenergia hinnaks  $17,24/1,33=12,96$  €/MWh (koos käibemaksuga 15,55 €/MWh). See on ligikaudu 3 korda odavam hind, kui on toodud tabelis, ja tõstab soojuse hinnalt esimesele kohale ikkagi küttepuidudega kütmise. [19] [20]

Tabel 5.4 Kütteviiside hindade võrdlus 2030. Allikas: Uuring "Kaugkütte energiasääst", Eesti arengufond (2013)

Kütteviis	Soojuse hind 2030.a (EUR/MWh)
Päikesekollektor	170
Otsene elektriküte	162,8
Maasoojuspump	142,6
Õhk-vesi soojuspump	130,4
Kaugküte gaasil	115
Lokaalne pelletikatel	111,4
Õhksoojuspump	107
Kaugküte hakkepuidul	83

Tabel 5.4 on Eesti arengufondi poolt koostatud erinevate kütteviiside hindade võrdlus aastal 2030. [21]. Arvutuste aluseks on teoreetiline soojusvõrk, mille tarbimisgraafik arvestab hoonete soojustamisel saavutatavat 35% soojuse tarbimise vähenemist ning tänu ventilatsioonisüsteemi soojustagastusele ka kütteperioodi lühenemist kevadel ja sügisel. Tipukoormuseks on 1 MW. Aastane tarbimine soojusvõrgus 3 985 MWh ning kütteallika töötunde 8 500. 2013. aastal oli elektri hind lõpptarbijale 108 €/MWh, maagaasi hind suurtarbijale 36,23 €/MWh, hakkepuidu hind 18 €/MWh, pelleti hind 34,3 €/MWh. Kütteviiside kallinemine aastas on kaugkütte puhul 1,5% ja kohtkütte puhul 2,5%.

Tabelis 5.5 toodud hindade põhjal on teostatud lõputöö edasised arvutused. Kaugkütte kujunemine on arvatud Lisas 1 toodud Konkurentsiameti soojuse piirhinna kujunemise mudeli järgi. Investeeringute sisemine tulusus (IRR) põhineb rahavoogude analüüsil, mille üks näide on toodud lisas 2. Kõikide arenguvariantide puhul on oluliseks eelduseks KIK toetuse osakaal – I arenguvariandi puhul on toetus 1,5 mln €, kuna see on meetme 6.2.1 korral maksimaalne toetuse summa. Teise ja kolmanda variandi puhul on toetuse osakaaluks 50%.

Tabel 5.5 Maagaasi, hakkepuidu ja elektri primaarenergia hinnad käesoleva aasta aprilli seisuga (Adven Eesti AS andmetel)

Kütus/ energialiik	Hind 2018.a aprillis (EUR/MWh)
Maagaas	31,3
Hakkepuu	15,3
Elekter	39,3

### 5.3. Arenguvariant 1 - Haabneeme koostootmisjaam

Viimsi valla soojusmajanduse arengu planeerimise käigus kaaluti ühe võimalusena koostootmisjaama rajamist (inglise keeles *combined heat and power* – CHP). Ettevõttel on varasemad kogemused Rakvere koostootmisjaama (Joonis 5.4) näol olemas, sinna telliti Itaalia ettevõttelt Turbodenilt orgaanilise Rankine'i tsükliga (inglise keeles *organic Rankine cycle* – ORC) töötav moodulelektrijaam, mis läks töösse 2013. aasta sügisel. Jaam saab töötada teoreetiliselt kolmes töörežiimis, praktiliselt aga kahes: esiteks koostootmisrežiimis, mille puhul CHP soojuslik võimsus on 4 520 kW<sub>s</sub> ja elektriline võimsus 1 035 kW<sub>e</sub>, ning teiseks soojuse tootmise režiimis, mille puhul on võimsuseks 6 400 kW<sub>s</sub>. Jaam on projekteeritud töötama ka ainult elektritootmise režiimis, kus kogu turbiini heitsoojus jahutatakse maha õhkjahutite (inglise keeles *dry cooler*) abil. [22]



ORC tehnoloogial põhinev koostootmisjaam oli ka üks valikutest, mille rajamist ja tasuvust Viimsi valla kaugkütte arenguks uuriti, lisaks rohkem levinud auruturbiiniga koostootmisjaamale. Samuti on Rakvere orgaanilise Rankine'i tsükliga töötav CHP sarnaste parameetritega, võrreldes Haabneeme planeeritud jaamaga.



Joonis 5.4 Rakvere ORC tehnoloogial ja puiduhakkel töötav koostootmisjaam (Adven Eesti AS erakogu)

Erinevate tehnoloogiate tasuvuse hindamiseks küsiti taastuvenergeetika- ja koostootmislahenduste pakkujatel hinnapakumisi. Üheks kriteeriumiks oli, et CHP jaama soojusvõimsuseks oleks 6 MW, mis on Haabneeme ja Viimsi aleviku KKV baaskoormuseks. Elektriline võimsus varieerus 1,0-1,4 MW-ni. Alljärgnevas tabelis (Tabel 5.6) on toodud nelja puiduhakkel töötava CHP hinnapakumised ettevõtetelt nagu ICP, Urbas, ICS Energietechnik. Kokkuvõttes arenguvariantide võrdlustabelis lisandub CHP ühikhinnale Haabneeme ja Viimsi ühendustorustiku maksumus, kuna rajades CHP ainuüksi ühele võrgupiirkonnale langeb jaama vajaminev võimsus ning seega tõuseb ühikhind ebamõistlikult kõrgeks.

Tabel 5.6 Haabneeme CHP hinnapakumised

Võimsus ja tehnoloogia	ORC 1,4 MW <sub>el</sub> + 6,1 MW <sub>s</sub>	ORC 1 MW <sub>el</sub> + 6 MW <sub>s</sub>	CHP 1,22 MW <sub>el</sub> + 6 MW <sub>s</sub> auruturbiiniga	CHP 1 MW <sub>el</sub> + 5 MW <sub>s</sub> auruturbiiniga
Kogumaksumus, €	7 653 776	6 869 983	6 383 013	6 214 000
Ühikhind, €/MW	1 020 503	981 426	884 073	1 035 667

Tabelist võib järeldada, et ORC tehnoloogia on kallim võrreldes klassikalise koostootmisjaamaga, kus soojuskandjaks kasutatakse vett ja veeauru. Sellegipoolest on ORC tehnoloogial mitmeid eeliseid:

- ORC moodul on kõrgelt automatiseeritav, praktiliselt mehitamata ning hoolduskulud palju madalamad kui aurukatla puhul;
- töötav termaalõli on madala rõhuga – seade on vaba aurule omastest piirangutest;
- soojuskandjad pole korrodeerivad – need ei kuluta turbiini labasid ega vanane;
- keemilist vee ettevalmistust pole vaja;
- töötamise müratase on vaiksem kui aurukatlal;
- kõrge töökindlus
- omab väga laia koormusdiapasooni; [23]

Puudusteks on eelmainitud kõrge erinvesteering ning kuna silikoonõli on kergelt süttiv, siis peavad kasutusel olema eriti ohutud ja lekkekindlad süsteemid. Siiski, just viimase eelise punkti tõttu tuleb ORC tehnoloogiat tõsiselt kaaluda kui tahta Haabneemes elektrit ja soojust koos toota. Suvel, kui KKV soojuskoormus on küllaltki madal, tuleb kasuks ORC tehnoloogia eelis toota elektrit sarnase efektiivsusega ka madalatel koormustel. [22]

Edasistes arvutustes käsitletakse tabelis 5.6 toodud CHP lahenduste kolmandat ehk kõige soodsamat varianti. Tabelis 5.7 on Haabneeme CHP energiatoodangud 2017. aasta normaalaastale taandatud koormuste järgi ühendatud KKV-de korral, eeldusel, et CHP täistöötunnid on 4675 h aastas. Arvestuslik CO<sub>2</sub> heitmete vähenemine on arvatud eeldusega, et vajalik soojustoodang on 37 212 MWh [14]. Elektri müügist saadaval tulul on arvesse võetud elektri börsihind 2018. maikuu seisuga ning taastuvenergia toetus jagatuna 20. aasta peale [24] [25]. Viimasel real on arvatud primaarenergia sääst. [26]

Tabel 5.7 Haabneeme CHP näitajad

Parameeter	2017 n/a
CHP toodang, MWh <sub>th</sub>	28 050
CHP toodang, MWh <sub>el</sub>	4 677
Gaasikatelde toodang, MWh	9 162
CHP kasutuskestus, h/a	4 675
Katlamaja maksimaalne koormus, kW	9 938
Elektrimüügi tulu, €/MWh	70,88
CO <sub>2</sub> vähenemine, t/a	5 847
Primaarenergia sääst	38%
Kaugkütte hinna tõus, €/MWh	7,89
IRR	10,8%

## 5.4. Arenguvariant 2 – Haabneeme ja Viimsi biokütuse katlamajad

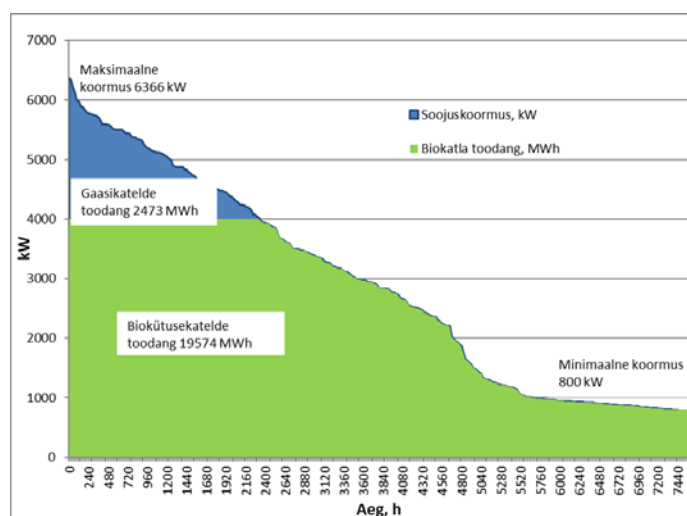
### 5.4.1. Haabneeme 4 MW biokütuse katlamaja

**Biokütuse** kasutaja käsiraamatus tuuakse välja, et enamasti võib tahket kütust kasutavate katelde jaoks võtta kasutusvõimsuse alumiseks piiriks 30% nominaalvõimsusest ning katla võimsus tuleks valida maksimaalsest koormusest 40-50% madalam ehk ainult baaskoormuse katmiseks [15]. 2013. aastal oli Haabneeme KKV-s ööpäeva keskmine tippkoormus 6 366 kW, seega võiks uue puiduhakke katla võimsus jääda 3-4 MW vahemikku. Adven Eesti AS praktika puhul on biokütuse katelde kasutusvõimsuse alumiseks piiriks võetud 20% nominaalvõimsusest. Tabel 5.6 on toodud selles võimsuse vahemikus kolme katla kasutusvõimsuse alumine piir, puiduhakkest ja maagaasist toodetud soojuse osakaalud ning biokütusekatla nimivõimsuse kasutuskestus.

Tabel 5.8 Puiduhakke katelde potentsiaalsed võimsused ja nende võrdlus

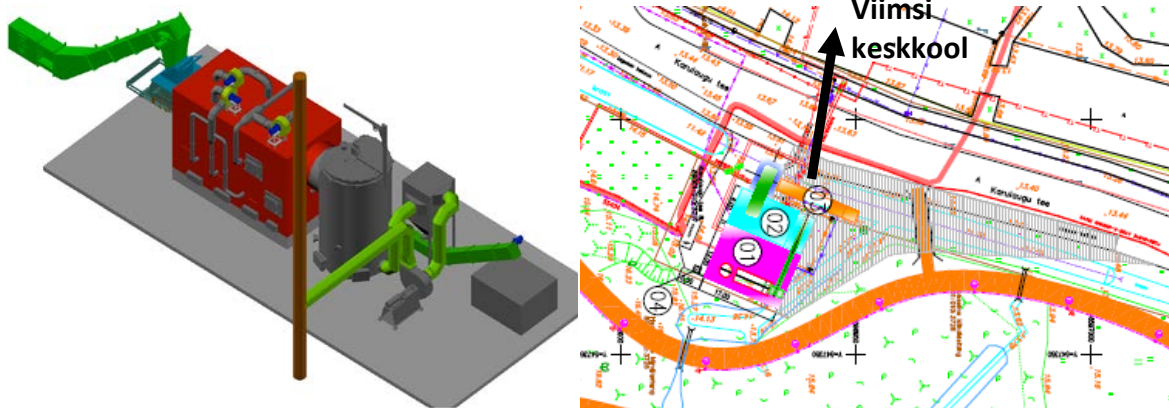
	Kasutusvõimsuse alumine piir, kW	Biokütusekatla toodang, %	Gaasikatla toodang, %	Biokütusekatla kasutuskestus, h/a
3,0 MW	600	75,7	24,3	5 616
3,5 MW	700	83,0	17,0	5 278
4,0 MW	800	88,8	11,2	4 941

Tabeli 5.8 põhjal osutub parimaks valikuks 4 MW katel, sest, mida suurem on puiduhakke katla baaskoormusel töötamise osakaal, seda suurem on majanduslik võit nii soojusettevõttele kui ka tarbijale. Valitud biokütuse katla tootmise osakaal 2013. aasta andmete põhjal on näha Joonis 5.5.



Joonis 5.5 4 MW biokütusekatla toodang Haabneeme 2013. aasta normaalaastale taandatud koormusgraafiku põhjal

Võttes referentsiks ehitatud puiduhakke katelde keskmised ühikmaksumused, saan Haabneeme 4 MW katla (Joonis 5.6) hinnaks 1 600 000 € ehk 400 000 €/MW. Sobivaks asukohaks oleks maatükk aadressil Karulaugu tee 8 (Joonis 5.6). Olulised nõuded maatüki valimisel on: lähedal asuv olemasolev KKV, kasutusotstarbeks tootmismaa, ühendus vee- ja elektrivõrguga, ligipääsetav veokitele, veidi eemal elamutest.



Joonis 5.6 4MW biokütuse katlamaja illustreeriv kujutis ning asendiplaan Karulaugu tee 8 aadressil. Hall viirutus on veoki manööverdusala, oranž on veok mahalaadimisel, sinine on kütuse vastuvõtt ja ladu ning lilla on katlahoone.

Tabelis 5.9 on toodud Haabneeme KKV 2017. aasta normaalaastale taandatud katlamaja toodangud ja koormused 4 MW biokütusekatla korral, arvestuslik CO<sub>2</sub> heitmete vähenemine ning kaugküttehinna langus (KIK toetusega 50%), kui puiduhakkest soojuse tootmishind on 22,5 €/MWh ning maagaasist 32,96 €/MWh.

Tabel 5.9 Haabneeme KKV katlamaja näitajad 4 MW biokütusekatla korral

Parameeter	2017 n/a
Biokütusekatla toodang, MWh	24 874
Gaasikatelde toodang, MWh	3 775
Biokütusekatla kasutuskestus, h/a	6 219
Katlamaja maksimaalne koormus, kW	7 522
CO <sub>2</sub> vähenemine, t/a	5 196
Kaugkütte hinna langus, €/MWh	3,63
IRR	11%

#### 5.4.2. Viimsi 1,3 MW puiduhakke katlamaja

Arenguvariant nr.2 hõlmab ka Viimsi 1,3 MW biokütuse katla rajamist. Adven Eesti AS on viimastel aastatel rajanud mitmeid sarnaseid katlaid, näiteks Lool, Väike-Maarjas, Adaveres, Viiratsis ja

mitte ainult kaugkütte jaoks vaid ka tootmisettevõtetele, näiteks Viljandimaal Ekseko seafarmis (Joonis 5.7). Võttes referentsiks ehitatud puiduhakke katelde keskmised ühikmaksumused, saab Viimsi 1,3 MW katla hinnaks 650 000 € ehk 500 000 €/MW.



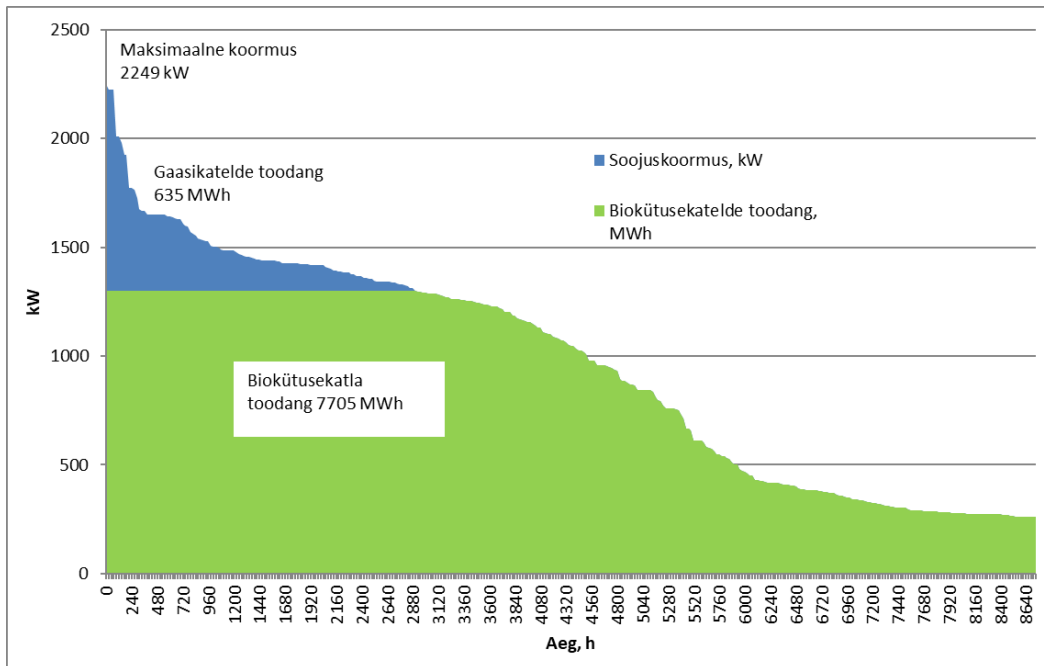
Joonis 5.7 Adven Eesti AS käitatav 2,5 MW puiduhakke katlamaja Viljandimaal. Foto: AS Rakvere Farmid

Tabel 5.10 on toodud Viimsi KKV 2017. aasta normaalaastale taandatud katlamaja toodangud ja koormused 1,3 MW biokütusekatla korral. Eesti kliima ja kütuse hindade juures peaks majandusliku otstarbekuse huvides kasutusaeg ületama 4000 h aastas [15]. Selliste näitajate juures tuleb arvestuslikuks CO<sub>2</sub> heitmete vähenemiseks 1 590 t/a [14]. Kaugkütte hinna langus ning investeringu rentaablus on arvatud samade algandmete põhjal nagu CHP ja Haabneeme 4 MW puiduhakke katla korral.

Tabel 5.10 Viimsi KKV katlamaja näitajad 1,3 MW biokütusekatla korral

Parameeter	2017 n/a
Biokütusekatla toodang, MWh	7 705
Gaasikatelde toodang, MWh	635
Biokütusekatla kasutuskestus, h/a	5 927
Katlamaja maksimaalne koormus, kW	2 249
CO <sub>2</sub> vähenemine, t/a	1 590
Kaugkütte hinna langus, €/MWh	2,74
IRR	11,1%

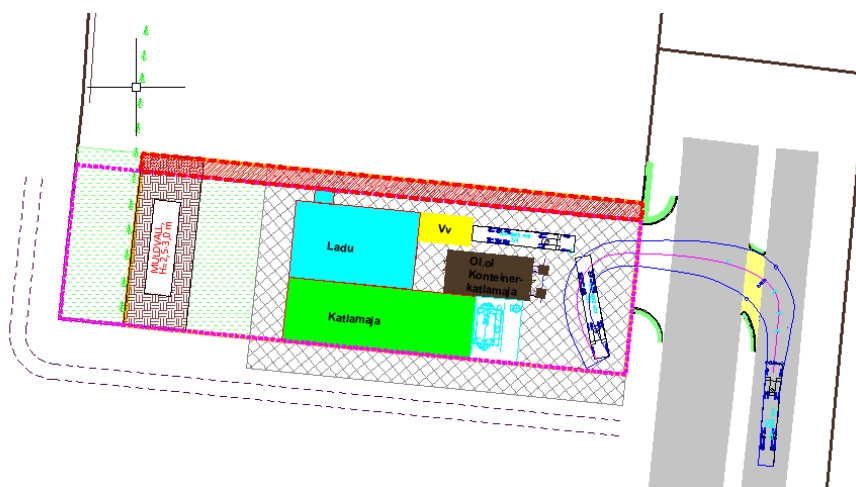
Joonisel 5.8 on näha 1,3 MW puiduhakke katla toodangut 2017. aasta andmete põhjal. Graafiku põhjal eristub selgelt välja biokatla suur osakaal tootmises. Tõrgeteta töö puhul moodustab see 92,4% kogu vajalikust toodangust.



Joonis 5.8 Viimsi KKV koormusgraafik 2017 aasta normaalaastale taandatud kütetarbimise põhjal

## 5.5. Arenguvariant 3 - Haabneeme ja Viimsi aleviku kaugküttevõrkude ühendamine ning Haabneeme 6 MW biokütuse katlamaja

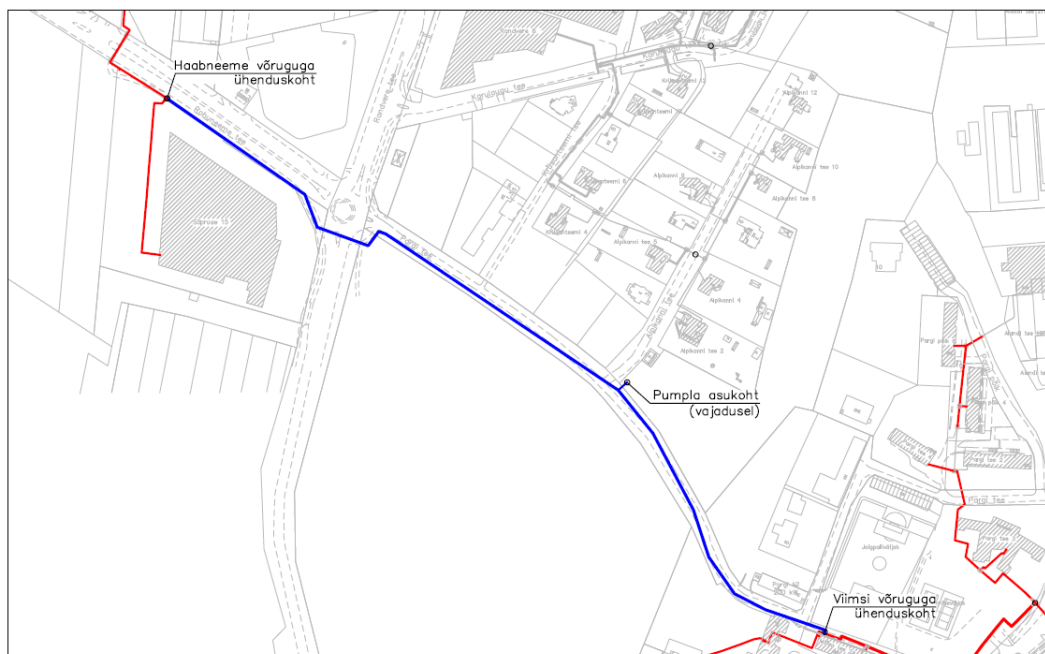
Kolmandaks variandiks on suurema võimsusega puiduhakke katel, mis suudab katta nii Haabneeme kui Viimsi KKV baaskoormuse. Joonisel 5.9 on toodud uue katlamaja osade paiknemise skeem olemasoleva gaasikatlamaja kinnistul. Joonise paremal pool on näha ka kütuse veokite eeldatav manööverdamine kütuse vastuvõtu laoni.



Joonis 5.9 Haabneeme 6 MW biokütuse katlamaja skeem. Pruuniga on tähistatud olemasolev katlamaja, kollasega kütuse vastuvõtu ladu.



Vastavalt arengukavale on Viimsi ja Haabneeme kaugküttevõrgud võimalik ühendada, mille korral kujuneks välja üks terviklik kaugküttevõrk. Joonisel 5.10 on toodud Haabneeme ja Viimsi kaugküttevõrkude ühendustorustiku asendiskeem.



Joonis 5.10 Haabneeme ja Viimsi kaugküttevõrkude ühendustorustik

**Ühendustorustiku** ehitamisel paigaldatakse 752 jm ulatuses uut DN150/280 kaugküttestoru ning 386 jm ulatuses vahetatakse välja olemasolevat eelisoleeritud soojustoru, osaliselt olemasoleva torustiku liiga väikse läbimõõdu tõttu ning teisalt on kasutatud olemasolevates lõikudes plasttoru, mis uue KKV rõhurežiimidele ei pruugiks vastu pidada. Kaugküttevõrkude ühendamisel oleks vaja rõhku pealevoolu torustikus tõsta 4-lt baarilt 7-ni, kuna maapinna kõrguste vahe ainuüksi ühendustorustiku mastaabis on üle 24. meetri. Sellepärast on ka joonisel 5.10 näha uuest torust väljavõtet Alpkanni tänava suunal ning pumpla tähiseid.

Kokku tuleks seega 1 138 jm uut eelisoleeritud kaugküttestoru, mis tooks kaasa soojuskadude suurenemise 223 MWh võrra aastas [27]. Projekti prognoositav maksumus on 336 000 €, mis teeb torustiku ühikhinnaks 296 €/jm. KIK toetus sellest on 50% ehk 168 000 €. Lõputöö kirjutamise hetkel teadaoleva infoga võib väita, et selline kaugküttestorustiku ehituse ühikhind on soodne ning sellise hinnaga ehitajat, kes suudab projekti mahus torustikku probleemideta valmis ehitada, on raske leida. Positiivse poole pealt on võimalik projekti kallinemise puhul saata KIK-i toetuse suurendamise taotlus, kuna punktis 4.1 välja toodud toetuse maksimaalne suurus seda võimaldab. Kokkuvõtlikult on ühendustorustiku rajamine põhjendatud järgneva:

- Projektiga saavutatakse suurem biokütuse kasutamise osakaal, sest ka Viimsi aleviku KKV-s väheneb gaasist toodetud soojuse osakaal minimaalseks. Ainult Haabneeme tarbeks rajatava katlamaja puhul oleks biokütuste osakaal mõlema piirkonna peale kokku 67%, võrkude ühendamise korral 93,5%;
- väheneb keskkonnamõju ja CO<sub>2</sub> heitmed. CO<sub>2</sub> heitmete arvestuslik vähenemine 1 333 tonni aastas [14];
- alaneb soojuse hind mõlemas võrgus;
- väheneb soojuse hinna sõltuvus maagaasi hinna kõikumistest mõlemas võrgus.

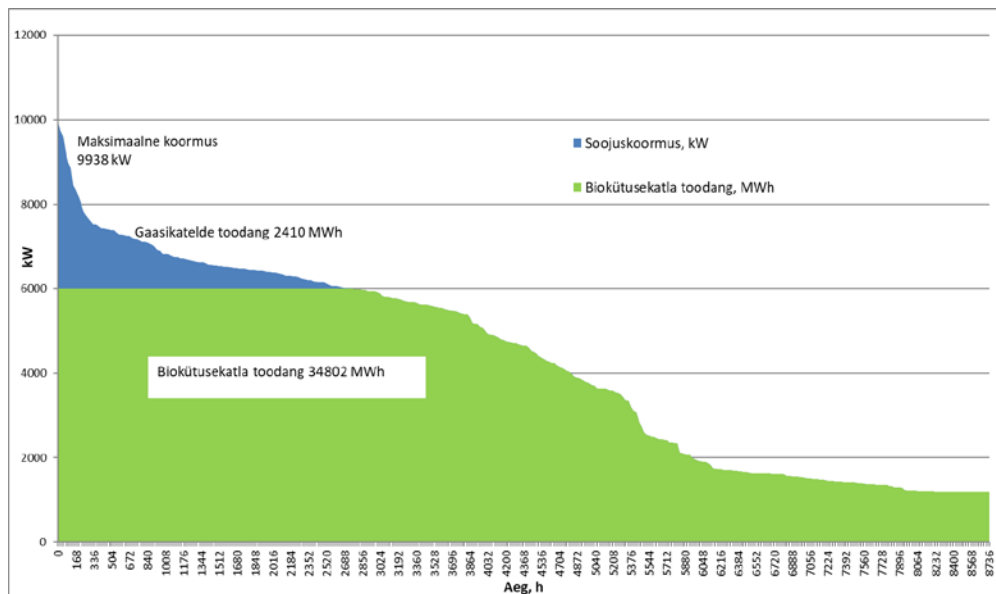
Tabelis 5.11 on toodud Haabneeme ja Viimsi ühendatud KKV 2017. aasta normaalaastale taandatud katlamaja toodangud ja koormused 6 MW biokütusekatla korral. Võrreldes teise arenguvariantiga lisandub selle puhul ühendustorustikuga seotud kulud ja soojuskadu. Selliste näitajate juures tuleb arvestuslikuks CO<sub>2</sub> heitmete vähenemiseks 7 255 t/a [14]. Arendusvariantide CO<sub>2</sub> heitmete vähenemise arvutuse näidis on toodud lisa 3. Kaugkütte hinna langus ning investeringu rentaablus on arvatud samade algandmete põhjal nagu CHP ja Haabneeme 4 MW puiduhakke katla korral. Katlamaja ühikmaksumuseks on 410 000 €/MW.

Tabel 5.11 Haabneeme ja Viimsi ühendatud KKV katlamaja näitajad 6 MW biokütusekatla korral

Parameeter	2017 n/a
Biokütusekatla toodang, MWh	34 802
Gaasikatelde toodang, MWh	2 410
Biokütusekatla kasutuskestus, h/a	5 800
Katlamaja maksimaalne koormus, kW	9 938
CO <sub>2</sub> vähenemine, t/a	7 255
Kaugkütte hinna langus, €/MWh	4,85
IRR	11,3%

Joonisel 5.11 on näha 6 MW puiduhakke katla toodangut 2017. aasta andmete põhjal. Graafiku põhjal eristub selgelt välja biokatla suur osakaal tootmises. Tõrgeteta töö puhul moodustab see 93,5% kogu vajalikust toodangust.





Joonis 5.11 Haabneeme ja Viimsi ühendatud KKV koormusgraafik 2017 aasta normaalaastale taandatud küttestarbimise põhjal

## 5.6. Arendusvõimaluste võrdlus ja järelendus

Tabelis 5.12 on toodud lõputöös nimetatud arendusvõimaluste võrdlus mitmes kategoorias: investeringu ühikmaksumus, kaugküttehinna muutus, arvestuslik CO<sub>2</sub> heitmete vähenemine aastas, biokütuse osakaal soojuse tootmisel ning sisemine tulumäär. Tabelist järelendub, et parimaks arenguvariantiks on variant 3 ehk Haabneeme ja Viimsi kaugküttevõrkude ühendamine ning uus 6 MW puiduhakke katlamaja. Võrreldes teise variandiga edestab viimane seda igas kategoorias. Teise variandi üheks nimetamata plussiks on soojuse tootmise paindlikkus suvistel madalatel koormustel. Kuid ülejäänud argumendid kaaluvad selle igal juhul üle. Kolmanda võimaluse toetavaks argumendiks on ka soojusvõrgu laienemine – kiirelt kasvavaid ja lähestikku asetsevaid kaugküttepiirkondi oleks varem või hiljem otstarbekas omavahel kokku liita, parem siis teha seda kohe KIK toetusega.

Tabel 5.12 Arendusvõimaluste võrdlus

Variandi nr	1	2	3
Investeeringu ühikhind, €/MW	884 000	425 000	410 000
Kaugküttehinna muutus, €/MWh	+7,89	-3,63 ja -2,74	-4,85
CO <sub>2</sub> vähenemine, t/a	5 847	6 786	7255
Biokütuse osakaal soojuse tootmisel	75,4%	88%	93,5%
Elektrimüügist teenitav tulu 20 a jooksul, €/a	150 689	-	-
IRR	10,8%	11%	11,3%

## KOKKUVÕTE

Nii Viimsi kui Haabneeme võrgupiirkonnas on kaugkütte kvaliteet kõrge ning kaugkütte säilitamine ja arendamine on mitmetel põhjustel ainuõige lahendus. Mõlemas piirkonnas on põhiosa kaugküttetarbijatest suhteliselt uued või renoveeritud hooned ja energiasäästumeetmete rakendamine tarbijate juures märgatavat tarbimise langust ei põhjusta. Seejuures on alevikud kiiresti arenevad ning uusarenduste tõttu võib prognoosida kaugküttetarbimise kasvu.

Lõputöö esimeses peatükis anti ülevaade mõlema KKV toimimisest ja parameetritest. Eelmisel toodeti kahe võrgu peale kokku 34 400 MWh soojusenergiat, kütuse kulu oli 35 600 MWh ehk 3 765 000 m<sup>3</sup> maagaasi, mis teeb tootmise kasuteguriks 96,5%. Kasutada olevatest neljast maagaasi katlast koguvõimsusega 20,1 MW kasutati kõige külmematel kuudel keskmiselt 6,5 MW. Torustike kogupikkuseks on 13,9 km. Sellest 10 km on maa-alune eelisoleeritud torustik ja 3,3 km on maa-alune kanalis olev torustik, maapealset torustikku on 580 m. Kaugküttevõrkude soojuskadu oli Haabneemes 12,4% ja Viimsis 14,1%. Kaugkütte piirhind on Haabneemes 57,12 €/MWh ja Viimsis 59,67 €/MWh.

Teises peatükis käsitleti 2016. aastal Viimsi vallavolikogu poolt kinnitatud soojusmajanduse arengukava, mille eesmärgiks oli uurida ja analüüsida Viimsi valla kaugküttepiirkondade energiasüsteemide jätkusuutlikkust. Dokumendis kirjeldati käsitletavate asulate soojusvarustusüsteeme, analüüsiti kohalike taastuvate energiaressursside kasutusvõimalusi, koostati soojuskoormuse kestusgraafikud ja hinnati kaugküttesüsteemi jätkusuutlikkust [8].

Punktis 4.2 hinnati arengukavas tehtud tarbimise prognooside paikapidavust. Kuigi arengukava kinnitamisest on möödunud alla kahe aasta, on reaalne soojustarbimine prognoosidest küllaltki erinev. Seda seetõttu, et mõlemad alevikud on kiirelt arenevad ning tänaseks on mõlemas piirkonnas kokku 250 ha arenduspotentsiaaliga maad, mida saaks KKV-ga liita.

Viimases peatükis analüüsiti kolme arendusvõimalust: Haabneeme 6 MW soojusliku võimsusega ning 1,22 MW elektrilise võimsusega koostootmisjaama, Haabneeme 4 MW ja Viimsi 1,3 MW biokütustel töötavat katlamaja ning Haabneeme 6 MW biokütustel töötavat katlamaja. Esimese ja viimase variandi puhul kaasneb KKV-de liitmine 1,1 km pikkuse ühendustorustikuga. Uute tootmisüksuste kasutuskestuse hindamiseks taandati 2017. aasta kütettarbimine normaalaastale ning arvestati lisanduvate soojuskadudega ühendustorustiku puhul. Maagaasil põhineva soojusootmise baaskoormuse asendamisel uute biokütusekatelde toodanguga, arvutati välja arvestuslik CO<sub>2</sub> heitmete vähenemine. Samuti arvutati investeeringute mõju kaugkütte hinnale,

mille lähteandmeteks on maagaasi ja puiduhakke viimased sisseostu hinnad ning toodangute osakaalud eri kütuste põhjal. Lisaks arvestatakse hinna arvutamisel investeeringute maksumusi, mis põhinevad reaalsete hinnapakumiste ja ehitatud katlamajade põhjal. Oluline roll kaugküttehinna määramisel on ka toetustel – CHP puhul nii taastuenergia toetus kui ka investeeringu toetus ning biokütusekatelde puhul ainult viimane. Viimasena arutati ka iga variandi sisemine tulusus (IRR), mis põhineb projekti rahavoogude analüüsil.

Kolmest variandist kõige paremate näitajatega oli viimane ehk Haabneeme 6 MW puiduhakke katel ning kaugküttevõrkude ühendamine. Lisaks taastuenergia osakaalu märkimisväärsele tõusule annab projekt hea võimaluse võrkude ühendamiseks koos toetusrahadega. Rajades eelnevalt nii Haabneeme kui Viimsisse puiduhakke katlamajad ning siis tahta võrke ühendada, siis seda enam KIK poolt ei toetataks. Ühendatud kaugküttevõrk tagab tulevikuks paremad käiduvõimalused ning juhul kui realiseeruvad arengukava maksimaalsed prognoosid kaugkütte tarbimisele, siis saab lisada veel ühe väiksema võimsuse biokütusekatla. Viimane kataks madalat suvist koormust ning igal ajahetkel saaks vähemalt üks puiduhakke katel töötada, kui teisel katlal esineb rikkeid või seda tuleb hooldada.

## SUMMARY

Haabneeme and Viimsi have high quality district heating grids and for many reasons maintaining and developing the grid is the right solution. The main part of district heating consumers have quite new or renovated buildings and the implementation of energy saving measures does not cause notable decline of consumption. Furthermore, the boroughs are developing quickly and there is a case for predicting consumption increase, because of real estate developments.

The first part of the thesis gave an overview of both grids, their functioning and parameters. Last year's heat production was 34 400 MWh, fuel consumption was 35 600 MWh or 3 765 000 m<sup>3</sup> of natural gas, which makes the efficiency of production 96,5%. In average only 6,5 MW was used in the coldest months for all the four usable natural gas boilers with total power of 20,1 MW. The length of pipeline is 13,9 km. Therefrom 10 km are underground preinsulated pipes, 3,3 km are underground channel layout pipes and 580 m are aboveground pipes. The heat loss in Haabneeme was 12,4% and in Viimsi 14,1%. The heat price was respectively - 57,12 €/MWh and 59,67 €/MWh.

The second chapter introduced the development plan of heating management, approved in 2016 by Viimsi parish council. Its purpose was to investigate and analyze sustainability of Viimsi parish district heating systems. The document described heat supply systems, analyzed the usability of local renewable energy resources, compiled heat load duration schedule and evaluated district heating sustainability. [8]

Item 4.2 evaluated the validity of consumption forecasts made in the development plan. Although there is less than two years since development plan's approval, the actual heat consumption is quite different from forecasts. All because of the borough's quick development and for fact that there is 250 hectares of land with development potential, which could be joined with the grid.

The last chapter analyzed 3 development opportunities: Haabneeme 6 MW thermal power and 1,22 MW electrical power cogeneration plant, Haabneeme 4 MW and Viimsi 1,3 MW biofuel boiler houses and Haabneeme 6 MW biofuel boiler house. The first and last option also includes connecting both district heating grids with 1,1 km long connection pipeline. The 2017 heat consumption was reduced to normal year and additional heat losses were taken into account for evaluating the usage rate of new production units. The calculations of CO<sub>2</sub> emissions were made by replacing the base load heat production from natural gas boilers to biofuel boilers. Also, the investment's effect on heat price was calculated. The price of natural gas and wood chips in

conjunction with the percentage of used fuels were initial data for calculations. Furthermore, the real prices and offers of biofuel boiler houses were included in the calculations. Also, investment support and renewable energy production subsidies have a significant role when determining heat price. Lastly, the internal rate of return, which based on the cash flow analysis, was calculated for every option.

The best option was the last one – Haabneeme 6 MW wood chip boiler and connection of both district heating grids. Together with increasing production from renewable energy the project enables good opportunity to join grids with investment support. For option 2, if both boiler houses were built, the investment support for connection pipeline would not be allowed by the Environmental Investment Centre. United district heating grid ensures better grid operation for the future and in case the maximum forecast given in development plan realizes, there will be still an option to add a smaller biofuel boiler house. It could cover the lower summer load and in this case, there will be always one wood chip boiler working, when the other one brakes down or is in maintenance.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Adven Eesti AS, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.adven.ee/ee/advenist/>. [Kasutatud 12 04 2018].
- [2] Keskkonnauuringute Keskus, Keio Vainumäe, „Emissioonigaaside piirväärtused keskmistele põletusseadmetele ja nõuded mõõtekohtadele,“ Keskkonnauuringute Keskus, 2016.
- [3] Keskkonnaministeerium, „Keskmise võimsusega põletusseadmed,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/valisohukaitse/keskmise-voimsusega-poletusseadmed>. [Kasutatud 05 2018].
- [4] A. Konist, „Tehnoloogiad tahkete heitmete piirväärtuste saavutamiseks,“ 19 06 2017. [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.envir.ee/sites/default/files/gaasipuhastus\\_kkm\\_2017.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/gaasipuhastus_kkm_2017.pdf). [Kasutatud 2018].
- [5] K. M. Lien, „CO2 emissions from Biofuels and District Heating in Zero Emission Buildings (ZEB),“ SINTEF Academic Press, Oslo, 2013.
- [6] V. Mašatin, E. Latõšov ja A. Volkova, „Evaluation factor for district heating network heat loss with respect to network geometry,“ *Energy Procedia*, nr 95, pp. 279-285, 2016.
- [7] Konkurentsiamet, „Soojuse piirhinna kooskõlastamise põhimõtted (03.05.2013 käskkiri nr 1.1-2/13-012),“ Konkurentsiamet, Tallinn, 2013.
- [8] OÜ Pilvero, „Viimsi valla soojusmajanduse arengukava 2016-2026 vastuvõtmine,“ 13 12 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/416122016014>. [Kasutatud 05 2018].
- [9] Viimsi Vallavolikogu, „Riigi Teataja - Viimsi valla kaugküttepiirkonna kehtestamine,“ 12 09 2006. [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.riigiteataja.ee/akt/4260/4201/4038/2006\\_m32\\_lisa2.pdf#](https://www.riigiteataja.ee/akt/4260/4201/4038/2006_m32_lisa2.pdf#). [Kasutatud 05 2018].
- [10] A. Paist, „Katlatehnika,“ Soojustehnika instituut, Tallinn, 2015.
- [11] Konkurentsiamet, „Konkurentsiameti kooskõlastatud soojuse piirhinnad lõpptarbijatele (seisuga 15.05.2018),“ Konkurentsiamet, 2018.
- [12] Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, „Riigi Teataja - Kaugküttesüsteemide investeeringute toetamise tingimused,“ 01 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/131012017026?leiaKehtiv>. [Kasutatud 23 05 2018].
- [13] SA Keskkonnainvesteeringute Keskus, „Efektiivne soojusenergia tootmine ja ülekanne,“

- [Võrgumaterjal]. Available: <https://kik.ee/et/toetatav-tegevus/efektiivne-soojusenergia-tootmine-ja-ulekanne>. [Kasutatud 23 05 2018].
- [14] Keskkonnaministeerium, „Riigi Teataja - Põletusseadmetest välisõhku väljutatavate saasteainete heidete mõõtmise ja arvutusliku määramise meetodid,“ 24 11 2016.  
[Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/129112016006>. [Kasutatud 05 2018].
- [15] V. Vares, Ü. Kask, P. Muiste, T. Pihu ja S. Soosaar, Biokütuse kasutaja käsiraamat, Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2005.
- [16] E. Loigu ja T. A. Kõiv, „Eesti kraadpäevad,“ Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2006.
- [17] KredEx SA, „Kraadpäevad,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://kredex.ee/energiatohususest/kraadpaevad-4/>. [Kasutatud 15 05 2018].
- [18] T. Saarts, „Kütusehindade võrdlus,“ 2012.
- [19] Eesti biokütuste ühing, *Puitkütus*, Tallinn: Ecoprint AS, 2014.
- [20] OÜ Tark Mets, „Ülevaade 2012. aasta III kvartali puiduturust,“ Erametsakeskus, Kohila, 2012.
- [21] Eesti Arengufond, „Kaugkütte energiasääst,“ 2013.
- [22] J. Kimmel, „Rakvere koostootmisjaama töösükli analüüs ja optimeerimine,“ Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2014.
- [23] A. Siirde, „Loeng: Orgaanilise Rankine'i ringprotsessiga tehnoloogia,“ Soojustehnika instituut.
- [24] Nord Pool Group, „Elspot Day-ahead prices,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/EE/Monthly/?dd=EE&view=table>. [Kasutatud 30 05 2018].
- [25] Elering AS, „Taastuenergia toetus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://elering.ee/taastuenergia-toetus>. [Kasutatud 30 05 2018].
- [26] A. Siirde, „Tõhusa koostootmise viiteväärtused ja tõhusa koostootmise potentsiaal Eestis,“ Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2005.
- [27] LOGSTOR A/S, „Logstor Calculator,“ [Võrgumaterjal]. Available: <http://calc.logstor.com/en/energitab/>. [Kasutatud 05 2018].

# LISAD

## Lisa 1 Soojuse piirhinna kujunemine puiduhakke ja maagaasi katelde puhul Konkurentsiameti mudeli järgi

Haabneeme	Ühik	Present gas boilers & network "AS IS"		Present gas boilers & network 2015		Wood chips boiler 2015		All boilers 2015	
		€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh
katelde võimsus	MW	13,0		13,0		4,0		17,0	
soojusenergia realiseerimine	MWh	25 343,00		3 339,08		22 003,92		25 343,00	
võrgukadu	MWh	3 306,00		436,00		2 870,00		3 306,00	
võrgukadu	%	11,540%		11,549%		11,538%		11,540%	
maht koos sisseostetava soojusega	MWh	28 649,00		3 775,08		24 873,92		28 649,00	
sisseostetav soojus	MWh	0,00		0,00		0,00		0,00	
hind	€/MWh	0,00		0,00		0,00		0,00	
maksumus	tuh.€	0,000		0,000		0,000		0,000	
soojusenergia tootmine	MWh	28 649,00		3 775,08		24 873,92		28 649,00	
keskmine kasutegur	%	96,000%		96,000%		85,000%		86,303%	
primaarenergia	MWh	29 842,71		3 932,37		29 263,44		33 195,81	
maagaas									
kütteväärtus	kWh/m3	9,3500		9,3500		0,0000		9,3500	
kogus	tuh.m3	3 191,73		420,57		0,00		420,57	
tootmise kasutegur	%	96,000%		96,000%		0,000%		96,000%	
osakaal tootmises	%	100,000%		100,000%		0,000%		13,177%	
hind	€/tuh.m3	202,1000		202,1000		0,0000		202,1000	
aktsiis	€/tuh.m3	50,6500		50,6500		0,0000		50,6500	
võrguteenus	€/tuh.m3	43,0600		43,0600		0,0000		43,0600	
kokku hind	€/tuh.m3	295,8100		295,8100		0,0000		295,8100	
maksumus	tuh.€	944,147		124,410		0,000		124,410	
hake									
kütteväärtus	kWh/m3	0,0000		0,0000		0,8000		0,8000	
kogus	m3	0,00		0,00		36 579,30		36 579,30	
tootmise kasutegur	%	0,000%		0,000%		85,000%		85,000%	
osakaal tootmises	%	0,000%		0,000%		100,000%		86,823%	
hind	€/m3	0,0000		0,0000		15,3000		15,3000	
aktsiis	€/m3	0,0000		0,0000		0,0000		0,0000	
transport	€/m3	0,0000		0,0000		0,0000		0,0000	
kokku hind	€/m3	0,0000		0,0000		15,3000		15,3000	
maksumus	tuh.€	0,000		0,000		559,663		559,663	
<b>Muutuvkomponent kokku</b>	<b>tuh.€</b>	<b>944,147</b>	<b>37,255</b>	<b>124,410</b>	<b>37,259</b>	<b>559,663</b>	<b>25,435</b>	<b>684,073</b>	<b>26,993</b>
tootmise keskmine hind	€/MWh	32,956		32,956		22,500		23,878	
tootmise hind maagaasile	€/MWh	32,956		32,956		0,000		32,956	
tootmise hind hakkepuidule	€/MWh	0,000		0,000		22,500		22,500	
<b>Muud muutuvkulud</b>	<b>tuh.€</b>	<b>20,680</b>	<b>0,816</b>	<b>2,725</b>	<b>0,816</b>	<b>33,006</b>	<b>1,500</b>	<b>35,731</b>	<b>1,410</b>
elektrienergia	tuh.€	19,641	0,775	2,588	0,775	27,505	1,250	30,093	1,187
tuha käitlemine	tuh.€	0,000	0,000	0,000	0,000	4,401	0,200	4,401	0,174
vesi ja kanalisatsioon	tuh.€	0,507	0,020	0,067	0,020	0,638	0,029	0,705	0,028
kemikaalid	tuh.€	0,532	0,021	0,070	0,021	0,462	0,021	0,532	0,021
<b>Juhitamatud kulud</b>	<b>tuh.€</b>	<b>13,685</b>	<b>0,540</b>	<b>1,803</b>	<b>0,540</b>	<b>13,202</b>	<b>0,600</b>	<b>15,005</b>	<b>0,592</b>
saastetasud	tuh.€	13,685	0,540	1,803	0,540	13,202	0,600	15,005	0,592
mõõtmistööd ja maamaks	tuh.€	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Tegevuskulud</b>	<b>tuh.€</b>	<b>177,401</b>	<b>7,000</b>	<b>23,374</b>	<b>7,000</b>	<b>220,039</b>	<b>10,000</b>	<b>243,413</b>	<b>9,605</b>
Regulatiivne kapitali kulu	tuh.€	86,893	3,429	86,893	26,023	40,000	1,818	126,893	5,007
Regulatiivne ärikasum	tuh.€	65,827	2,597	62,881	18,832	48,642	2,211	111,523	4,401
reg.põhivara aasta alguses	tuh.€	1 071,756		1 071,756		800,000		1 871,756	
reg.põhivara aasta lõpus	tuh.€	984,863		984,863		760,000		1 744,863	
käibekapital	tuh.€	68,800		19,700		30,700		50,400	
WACC	%	6,000%		6,000%		6,000%		6,000%	
<b>Kokku</b>	<b>tuh.€</b>	<b>1 308,632</b>	<b>51,637</b>	<b>302,085</b>	<b>90,470</b>	<b>914,553</b>	<b>41,563</b>	<b>1 216,638</b>	<b>48,007</b>
muutuvkomponent (kütus)	tuh.€	944,147	37,255	124,410	37,259	559,663	25,435	684,073	26,993
muutuvkomponent (elekter)	tuh.€	19,641	0,775	2,588	0,775	27,505	1,250	30,093	1,187
püsikomponent	tuh.€	344,845	13,607	175,087	52,436	327,385	14,878	502,472	19,827



## Lisa 2 Investeeringu rahavoogude analüüs ning rentaabluise arvutamine

Scenario: Investment with support

INPUT DATA	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Energy sales MWh		29 000	29 290	29 583	29 879	30 178	30 479	30 784	31 092	31 403
Heat capacity charge		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energy charges		1 273 376	1 276 425	1 273 450	1 270 626	1 262 134	1 249 327	1 244 936	1 218 830	1 201 789
Net sales		1 273 376	1 276 425	1 273 450	1 270 626	1 262 134	1 249 327	1 244 936	1 218 830	1 201 789
Fuel variable cost		505 511	509 878	514 289	518 743	523 243	527 787	532 377	537 012	541 694
Electricity cost		53 766	54 304	54 847	55 395	55 949	56 509	57 074	57 644	58 221
Other variable		24 070	24 311	24 554	24 799	25 047	25 298	25 551	25 806	26 064
Sales margin		690 029	687 932	679 760	671 688	657 894	639 734	629 935	598 367	575 809
Service and maintenance		36 440	36 347	36 253	36 159	36 063	35 967	35 869	35 771	35 671
Spare parts and material		12 940	12 778	12 614	12 448	12 281	12 112	11 941	11 769	11 594
Other fixed cost		29 292	29 246	29 199	29 152	29 104	29 056	29 007	28 958	28 908
Total fixed cost		78 672	78 371	78 066	77 758	77 448	77 134	76 817	76 497	76 173
Plant operating margin		611 357	609 562	601 694	593 929	580 447	562 600	553 118	521 871	499 636
Administration & marketing		207 934	207 772	207 608	207 442	207 275	207 106	206 935	206 763	206 588
EBITDA		403 423	401 790	394 087	386 488	373 172	355 495	346 183	315 108	293 047
EBITDA, €/MWh		13,91	13,72	13,32	12,94	12,37	11,66	11,25	10,13	9,33

EBITDA difference	-1 689 000	222 701	224 757	223 746	222 773	221 838	220 942	220 086	219 269	218 493
IRR	11,29%									
NPV	328 648									

2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
31 717	32 034	32 034	32 034	32 034	32 034	32 034	32 034	32 034	32 034	32 034	32 034
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 190 596	1 191 493	1 183 883	1 170 411	1 163 467	1 150 934	1 138 005	1 126 144	1 128 416	1 124 277	1 116 501	1 015 255
1 190 596	1 191 493	1 183 883	1 170 411	1 163 467	1 150 934	1 138 005	1 126 144	1 128 416	1 124 277	1 116 501	1 015 255
546 423	551 199	551 199	551 199	551 199	551 199	551 199	551 199	551 199	551 199	551 199	551 199
58 803	59 391	59 391	59 391	59 391	59 391	59 391	59 391	59 391	59 391	59 391	59 391
26 325	26 588	26 588	26 588	26 588	26 588	26 588	26 588	26 588	26 588	26 588	26 588
559 045	554 314	546 705	533 232	526 288	513 755	500 827	488 965	491 237	487 098	479 323	378 077
35 571	35 469	35 469	35 469	35 469	35 469	35 469	35 469	35 469	35 469	35 469	35 469
11 419	11 241	11 241	11 241	11 241	11 241	11 241	11 241	11 241	11 241	11 241	11 241
28 858	28 807	28 807	28 807	28 807	28 807	28 807	28 807	28 807	28 807	28 807	28 807
75 847	75 517	75 517	75 517	75 517	75 517	75 517	75 517	75 517	75 517	75 517	75 517
483 198	478 798	471 188	457 716	450 771	438 239	425 310	413 448	415 721	411 582	403 806	302 560
206 413	206 235	206 235	206 235	206 235	206 235	206 235	206 235	206 235	206 235	206 235	206 235
276 786	272 563	264 953	251 481	244 537	232 004	219 075	207 214	209 486	205 347	197 571	96 325
8,73	8,51	8,27	7,85	7,63	7,24	6,84	6,47	6,54	6,41	6,17	3,01

217 756	217 061	212 238	207 414	202 591	197 768	192 945	188 121	183 298	178 475	173 651	88 440
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------

## Lisa 3 Arvestuslik CO<sub>2</sub> heitmete vähenemine

Viimsi soojuste toodang 2017. aasta n/a taandatud kütte järgi MWh	8340	Haabneeme soojuste toodang 2017. a n/a taandatud kütte järgi MWh	28649
Gaasi osa vähenemine Viimsis MWh	7 705	Gaasi osa vähenemine Haabneemes MWh	24 874
Gaasikatla kasutegur	97%	Gaasikatla kasutegur	96%
Kütuse kulu MWh/a	7 911	Kütuse kulu MWh/a	25 857
Kütuse kulu tuh.m <sup>3</sup> /a	833	Kütuse kulu tuh.m <sup>3</sup> /a	2 722

Kokkuhoitud kütuse kogus t/aasta	Kütteväärtus <i>Sisestada tegelik kütteväärtus</i> MJ/kg	Aastane kütteväärtus TJ/aasta	qc tC/TJ	ox C osa arv	CO <sub>2</sub> /C 44/12	koguse vähenemine t/aasta	Kütuse nimetus
0,0000	38,8000	0,0000	21,1000	0,9900	3,6667	0,0000	Põlevkiviõli
0,0000	45,6400	0,0000	15,3000	0,9950	3,6667	0,0000	Maagaas
0,0000	23,4000	0,0000	26,0000	0,9900	3,6667	0,0000	Kivisüsi
0,0000	12,4000	0,0000	28,9000	0,9900	3,6667	0,0000	Turvas
0,0000	42,0000	0,0000	19,6000	0,9900	3,6667	0,0000	Kerge kütteõli
0,0000	40,5000	0,0000	21,1000	0,9900	3,6667	0,0000	Masuut
0,0000	38,8000	0,0000	26,4000	0,9900	3,6667	0,0000	Põlevkivi
tuh. m <sup>3</sup> /aasta	kJ/m <sup>3</sup>			Maagaas kuupmeetrites			
833	34,2000	28,4792	15,3000	0,9950	3,6667	1589,6935	Maagaas
2722	34,2000	93,0836	15,3000	0,9950	3,6667	5195,8787	Maagaas
						<b>CO<sub>2</sub> kokkuhoitud</b>	<b>6 785,5722</b>