

EESTI MAAÜLIKOOL
Tehnikainstituut



Jaanus Uiga

**ÜLEMINEK FOSSIILSETELT KÜTUSTELT PUITKÜTUSTELE –
ELVA LINNA KESKKÜTTEVÕRGU JUHTUMIUURING**

**A Transition from Fossil Fuels to Biofuels – A Case Study of Elva District Heating
Network**

Bakalaureusetöö
energiakasutuse erialal

Tartu 2012

Käesoleva töö autor tahab tänada Elva linnamajanduse osakonna juhatajat Kalev Kepp'i ning Elva Soojus OÜ juhatajat Arne Jänessoost laialtavalimise eest.

Samuti avaldatakse tänu töö juhendajale, MSc Alo Allikule ning Energiaklassi mentor, prof. Andres Annukile bakalaureusetöö kirjutamisel tekkinud küsimuste lahendamisele kaasa aitamise eest.

Töö valmis INTERREG IVa projekti „*Wood Energy and Cleantech Project*“ raames

ABSTRACT

Uiga, J. A Transition from Fossil Fuels to Biofuels – A Case Study of Elva District Heating Network. Bachelor's Thesis. Printed in 4 volumes – Tartu: EMÜ, 2012. 61 pages, 16 figures, 11 tables, format A4. In Estonian language.

Heat energy, its absence or overabundance, has always been an important topic in the Estonian energy situation. Since the price of fossil fuels is constantly rising, therefore raising the price of the energy they provide, energy efficiency and reasonable use of energy is increasingly becoming more popular. In a situation, where almost 60 % of the Estonian population uses district heating, a great attention must be put to the energy source used and the efficiency of the system.

In the current thesis, the investments made into the district heating network of the town of Elva were analyzed in order to discover their effects to the consumers of heat energy. For that several national databases were used to find indicators for the influence and effectiveness of the results.

Since European Union's current policy requires member states to reduce the energy consumption of buildings while increasing energy efficiency of different appliances, devices and facilities, it is not reasonable to presume that the requirement of heat energy from district heating boiler plants will remain at the same level. In the light of the previous statement, four future scenarios were made for analyzing the long-term effects of energy efficiency measures in the fully renovated district heating network of Elva.

In order to analyze the changes that might occur in the next years, load diagrams describing the calculated hourly consumption in the sections of the district heating network, were composed. The basis of the calculation was the measured consumption and production data of the network for the years 2008...2010. Heating characteristics were calculated based on the data. A 40 % reduction of heat energy requirement in housing sector and buildings owned by the public sector and a 10 % reduction in industry was assumed to have happened by the year 2025.

The results of calculations showed that the losses in the distribution network that had dropped to 10,2 % after renovations will increase to 13,4 % after the assumed increase in energy efficiency.

The possibilities of connecting the district heating networks of Elva, while constructing a combined heat and power plant were analyzed as well. Since economical calculations were not a part of this thesis, the results can be summarized as following: while co-producing electrical energy while heating households has its' positive sides, there is an increasement of 10...20 % in woodchip consumption. Therefore, continuing „business as usual“ scenario is the most feasible. The most accomplishable scenario in terms of building a CHP plant was evaluated to be the scenario, in which the CHP would only be built to the Keskkatlamaja district heating network.

Keywords: district heating network, heat consumption, load diagram, future scenarios, energy conservation, combined heat and power plant, biofuels.

SISUKORD

TÄHISED JA LÜHENDID.....	6
SISSEJUHATUS	8
1. JUHTUMIUURING: MÕISTE, EESMÄRK, METOODIKA.....	9
1.1. Juhtumiuuring kui vahend olukorrast detailse ülevaate saamiseks.....	9
1.2. Lahendatava ülesande olemus ning eesmärk	9
1.3. Olukorra analüüsimine.....	10
2. KAUGKÜTTETURG JA SELLE REGULATSIOON	11
2.1. Ülevaade Eesti kaugkütteturst.....	11
2.2. Euroopa Liidu regulatsioonid.....	12
2.3. Soojusenergeetika suundumused Eestis	12
3. ARVUTUSMETOODIKA	14
3.1. Temperatuuride kestusgraafik ning kraadpäevad.....	14
3.2. Hoonetegrupi aastane soojusenergiavajadus kütteks ja küttekarakteristika	15
3.3. Tunnipõhine arvutusmudel ja koormusgraafik	17
3.4. Soojatrassi kadude hindamine.....	18
4. BAASANDMED ELVA LINNA KOHTA	19
4.1. Demograafilised andmed.	19
4.2. Ettevõtlus- ja elamumajandus	21
4.3. Elva linna soojamajanduse korraldus	22
4.4. Investeeringud soojamajandusse	23
4.5. Kaugküttevõrk Elvas	26
4.6. Soojaenergia tarbijad	27
4.7. Soojamajandusse tehtud investeeringute mõju tarbijatele	27
5. REGIOONI VÕIMALIKUD TULEVIKUSTSENAARIUMID	29
5.1. Tulevikustsenaariumite üldkirjeldus	29
5.2. I stsenaarium – tavapärane äri- ja investeerimistegevus.....	29
5.3. II stsenaarium – Kesk- ja Kirde katlamaja kaugküttepiirkondade ühendamine	31
5.4. III stsenaarium – Kesk-, Kirde ja Haigla katlamaja kaugküttepiirkondade ühendamine ...	33
5.5. IV stsenaarium – koostootmisjaama ehitus Keskkatlamaja võrgupiirkonda	35
5.6. Tulevikustsenaariumite võrdlus	37
KOKKUVÕTE	39
KIRJANDUS.....	40
LISAD	42
Lisa A. Elva Soojus AS äri- ja majandustegevuse andmed erinevatel aastatel	43
Lisa B. Uued tarbijad Elva kaugküttevõrgus 2000...2011.....	45

Lisa C. Andmetöötluse tulemused	46
Lisa D. Väljavõtte ettevõtte Wehoterm poolt toodetavate torude infolehest.....	52
Lisa E. Kaugküttetrasside indikatiivne paiknemine	53
Lisa F. Elva linnavalitsuse poolt esitatud demograafilised andmed.	55
Lisa G. Konkurentsiametiga kooskõlastatud soojusenergia piirhinnad lõpptarbijatele. .	56

TÄHISED JA LÜHENDID

CHP	– soojuse ja elektri koostootmine (ingl <i>Combined Heat and Power</i>)
EKJÜ	– Eesti Kaugkütte ja Jõujaamade Ühing
EL	– Euroopa Liit
EMHI	– Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut
K_0	– soojatorustiku soojusjuhtivustegur, $K_0 = 1,1 \text{ W/}^\circ\text{C}\cdot\text{m}^2$
KredEx	– Krediidid ja Ekspordi Garanteerimise Sihtasutus KredEx
x	
KRP	– vaadeldava perioodi kraadpäevade arv $^\circ\text{C}\cdot\text{d}$
KRT	– vaadeldava perioodi kraadtundide arv $^\circ\text{C}\cdot\text{h}$
KRT_N	– normaalaasta kraadtundide arv kütteperioodil $^\circ\text{C}\cdot\text{h}$
KRT_n	– normaalaasta kraadtundide arv vaadeldud perioodil $^\circ\text{C}\cdot\text{h}$
kW_e	– koostootmisjaama elektriline väljundvõimsus kW
kW_h	– koostootmisjaama soojuslik väljundvõimsus kW
MKM	– Majandus ja Kommunikatsiooniministeerium
$m_{p.\text{õli}}$	– kasutatava põlevkiviõli kogus t
n_{kN}	– planeeritav küttepäevade arv
n_{kuu}	– päevade arv vastavas kuus
ORC	– orgaanilist õli töövedelikuna kasutatav koostootmise tehnoloogia
P_t	– kaugküttevõrgu soojatrassi kuine keskmine kaovõimsus MW
Q	– hoonetegrupi aastane kütteenergia kulu MW·h/a
Q_{CHP}	– koostootmisjaamas toodetav soojusenergia MW·h
Q_k^{pl}	– tarbimiskoha plaaniline soojusvajadus kütteks MW·h
Q_k^{pr}	– hoone soojuskoormus kütteks MW
Q_{katel}	– tavalise hakkpuidu katelseadmega toodetav soojusenergia MW·h
$Q_{küte}$	– vaadeldaval perioodil (aasta) kütteks kasutatud soojushulk MW·h/a
$Q_{toodang}$	– katelseadmete poolt vastavas kuus toodetud soojushulk kaugküttetrassi MW·h/kuu
$Q_{õlikatel}$	– põlevkiviõlikatelseadmega toodetav soojusenergia MW·h
$q_{ekspl.}$	– hoonetegrupi küttekarakteristika $\text{W/}^\circ\text{C}\cdot\text{m}^3$
q_k	– hoonetegrupi küttekarakteristika $\text{MW/}^\circ\text{C}$
q_{lisa}	– lisandunud/lisanduva tarbimiskoha küttekarakteristika $\text{MW/}^\circ\text{C}$
q_{trass}	– planeeritava kaugküttetrassi küttekarakteristika MW/K ;
S	– soojatorustiku välispindala m^2
TAK_{hake}	– Elvas kasutatava hakkpuidu alumine kütteväärtus $\text{MW}\cdot\text{h/m}^3$
$TAK_{õli}$	– põlevkiviõli alumine kütteväärtus $\text{MW}\cdot\text{h/t}$
t_B	– hoonetegrupi köetavate ruumide arvestuslik sisetemperatuur e. tasakaalutemperatuur $^\circ\text{C}$
t_i	– mõõdetud tunnikeskmine temperatuur $^\circ\text{C}$
$t_{n,i}$	– normaliseeritud tunnikeskmine temperatuur $^\circ\text{C}$
t_v	– plaaniline keskmine välisõhu temperatuur $^\circ\text{C}$
t_v^a	– arvestuslik minimaalne välisõhu temperatuur $^\circ\text{C}$

$t_{välis,i}$	– välisõhu temperatuur °C
V_{hake}	– vaja mineva hakkpuidu koguse maht m ³
$V_{köetav}$	– hoonetegrupi köetav kubatuur m ³
WMS	– standardne protokoll aluskaartide kasutamiseks erinevate GIS tarkvaradega (ingl <i>Web Map Service</i>)
WP 5	– <i>Wood Energy and Cleantech</i> projekti viies töopakett: „Tehnoloogia ja tootmine“ (ingl <i>Technology and Production</i>)
η_{CHP}	– koostootmisjaama kasutegur
η_h	– koostootmisjaama soojuslik kasutegur
η_{katel}	– tavalise hakkpuidu katelseadme kasutegur
$\eta_{õlikatel}$	– tavalise hakkpuidu katelseadme kasutegur
τ_i	– vastava välisõhu temperatuuri kestus h
τ_p	– küttesüsteemi töötundide arv päevas h

SISSEJUHATUS

Elva linna keskküttevõrgu arengu juhtumiuuring teostati Interreg IVa *Wood Energy and Cleantech* projekti raames, mille eesmärgiks on suurendada informatsiooni kättesaadavust ning pakkuda tugistruktuuri, ergutamaks investeeringuid bioenergiasse ning n.ö. „puhaste tehnoloogiate“ rakenduste uurimisse ja nende rajamisse. Projekti lõpuks on viienda töopaketi (WP 5) raames loodud toetussüsteemid (näiteks juhendmaterjalide näol) vastavate investeeringu tasuvuse ja hangete teostamise analüüsimiseks majanduslikest, tehnilistest, kliimatilistest ning keskkonnast ja selle kaitsest tulenevatest aspektidest. Juhtumiuuringud nagu praegune dokument on otseseks võimaluseks teadmistepagasi suurendamisel läbi erinevate regioonide ja riikide kogemuste võrdlemise [1].

Olukorras, kus mõnes väiksemas kaugküttepiirkonnas kooskõlastatakse Konkurentsiametiga soojuse maksimaalseid piirhindu lõpptarbijatele juba mõnekuiste vahedega, on päevakorda kerkinud kaugküttevõrgus paiknevate seadmete uuendamine ning järk-järgult teostatavad renoveerimistööd tarbimiskohtades. Erinevalt hoonete välispiirete soojustamisega seonduvates kuludest, makstakse (ilma toetusmehhanisme rakendamata) kaugküttetrassidesse ning –katlamajadesse tehtud kapitali paigutused kinni kõigi tarbijate poolt, mistõttu on eriti tähtis õigete investeerimisotsuste tegemine.

Erinevate tegevuste mõjude prognoosimiseks on otstarbekas kasutada eelnevalt teostatud tööde tulemusi ning häid näiteid naaberregioonidest. Juhtumiuuringu teostamine on üheks võimaluseks analüüsida renoveerimiste mõju vastavale kaugküttepiirkonnale. Tulemid ei ole täielikult teistesse regioonidesse üle kantavad, kuid täiesti piisavad teadlikkuse tõstmiseks ning asjakohaste otsuste tegemisel kaasa aitamiseks.

Kaugküttesüsteemi põhjaliku uuendamisega kaasnevate hüvede ning probleemide ülevaatlikku analüüsi ühe kindla regiooni näitel pole autorile teadaolevalt sellises mahus Eestis veel teostatud ning seega on antud juhtumiuuringut või selle jaotisi võimalik kasutada metoodika valikul samalaadsete analüüsides teostamiseks.

Töö esimeses ja teises põhijaotises antakse ülevaade teemaalasest kirjandusest ning töö eesmärkidest, ülesannetest ja kasutatud metoodikast. Samuti kirjeldatakse nii Eesti kui ka Euroopa Liidu energiapoliitikast tulenevat soojusenergeetika hetkeolukorda ning tulevikusuundumusi.

Kolmandas ja viiendas peatükis keskendutakse tulevikustsenaariumite loomiseks teostatud arvutustele ning nende põhjal leitud tulemuste analüüsimisele.

Neljandas peatükis antakse ülevaade Elva kaugküttevõrgu ning selle osade baasolukorrast. Esitatakse ülevaade teostatud töödest ja nende mõjudest ning indikaatoritest, mille põhjal teostati tulevikustsenaariumite arvutused.

Arvutuste jaoks teostatud andmetöötluse metoodika valikul lähtuti Vabariigi Valitsuse määrusest „Soojusvarustuse kulude arvestamise ja jaotamise metoodika“ ning erinevatest soojustehnika alastest artiklitest ning väljaannetest.

1. JUHTUMIUURING: MÕISTE, EESMÄRK, METOODIKA.

1.1. Juhtumiuuring kui vahend olukorrast detailse ülevaate saamiseks

Juhtumiuuring (*case study*) on definitsiooni järgi juhtumi või näite detailne uurimine, kusjuures juhtumiuuringu kasulikkus avaldub pigem mahukate uuringute algfaasis, andes sisendeid hiljem kontrollitavate hüpoteeside loomiseks [2].

Traditsiooniliselt on juhtumiuuringut rohkem kasutatud sotsiaalteadustes [3, lk 3], kuid tänu sotsiaalsete faktorite tugevale sidususele teiste valdkondadega (nt energeetikaga), on antud meetodit hakatud laialdasemalt kasutama. Uurides teadusartiklite andmebaase (nt *Science Direct* [4]), selgus, et üksikjuhtumite analüüside teostuste kohta on energeetika valdkonnas viimastel aastatel märkimisväärselt palju artikleid välja antud. Samas tuleb arvestada, et kuigi soojavõrk on oma iseloomult tehniline süsteem, mille toimimismehhanismid tarbijatele sageli hoomamatuks jäävad, ei ole kaugkütel mõtet ilma tarbijakonnata, ning seeläbi on keskküttesüsteemi arendamisel vaja neile suurt tähelepanu pöörata.

On levinud arvamus, et juhtumiuuringu tulemused annavad ülevaate vaid konkreetsest probleemist või juhtumist ja seega ei ole tulemid kasutatavad üldistuste tegemiseks ning seega mõnes muus olukorras rakendatavad. Selle väite lükkab ümber taanlane B. Flyvbjerg, öeldes, et arusaamad, mille järgi juhtumiuuringud on vaid kasulikult hüpoteeside loomiseks ja mitte nende kontrollimiseks, on väärad, kuivõrd mõnikord piisab vaid ühest tulemusest, et tõestada hüpoteesi ebaõigsust [5]. Tehnikateaduste valdkonnas on järeleproovitud tehniliste lahenduste kasutamine ning üle võtmine tavapärane tegevus. Seega, rakendades juhtumiuuringut tehniliste lahenduste ja nende ühiskondliku kasu uurimisel, võib väita, et sellest saadavad tulemused annavad regioonidele sisendeid, mille järgi uusi investeeringuid ning tegevuskavu planeerida.

1.2. Lahendatava ülesande olemus ning eesmärk

Antud bakalaureusetöös võeti eesmärgiks leida kaugküttevõrgus teostavate tööde mahtu, tähtsust ning elanikkonnale avaldatava mõju kirjeldavad indikaatorid. Lisaks sellele analüüsitakse energiatarbimise vähenemise efekti kaugküttevõrgus teostatud investeeringutele, näitamaks süsteemi optimeerimise tähtsust asulates, kus kaugküttesoojuse tarbijate lisandumine on ebatõenäoline. Selleks uuritakse väikelinna (Elva) näite põhjal keskküttevõrgustikku, mille soojusenergiaga varustamine on fossiilsetelt kütustelt valdavas osa üle viidud puiduenergeetikale.

Tulemus on võimalik saavutada, tutvudes väikelinna küttesüsteemi dünaamikaga, andes informatsiooni hetkeolukorra saavutamise kohta ning pakkudes välja erinevaid võimalusi edasisteks arenguteks. Töö väljundiks on Eesti väiksematele omavalitsustele detailsema ülevaate andmine keskküttekatalamajade fossiilkütustelt biokütustele üleviimise kohta.

Toetudes eelnevalt tehtud investeeringust saadud tulemustele, keskendutakse Elva linna keskküttepiirkonna tulevikuperspektiivide välja selgitamisele, mitte teostatud tööde efektiivse eksploatatsiooni ja suurendamisele. Uuringus võetakse arvesse tarbimiseefektiivsuse suurenemist, mis realselt tähendab olukorda, kus tootmismahte tuleks soojuskadude vähenemise tõttu pigem langetada.

1.3. Olukorra analüüsimine

Juhtumiuuringu teostamise variantidena on traditsiooniliselt välja toodud järgmised võimalused [3, lk 7, 8]:

- 1) uuriv;
- 2) selgitav;
- 3) kirjeldav.

Kuivõrd keskendutakse küsimustele „kuidas“ ja „miks“, siis on antud töö puhul tegemist selgitava juhtumiuuringuga [3, lk 9]. Lähteandmete kogumisel keskenduti esialgu hetkeolukorrast ülevaate saamisele ning seejärel analüüsiti antud situatsiooni tekkepõhjuseid ning –eeldusi.

Ülesande lahendamine teostati järgmiste etappide kaupa:

- 1) kaugküttealastest regulatsioonidest ning suundumustest ülevaate saamine
- 2) andmete kogumiseks vajalike andmebaaside ning algallikate tuvastamine;
- 3) andmete töötlemine hetkeolukorra analüüsiks ning tulevikutsenaariumite loomiseks.

Hetkeolukorrast ülevaate saamiseks kasutati nii Statistikaameti [7], Ehitisregistri [8], Maa-ameti avaliku kaardiserveri [9] kui ka Riigihangete Registri [10] andmebaase. Keskmised välistemperatuurid kui kõige sagedamini kasutatavad soojusenergia vajaduse prognoosimisvahendid saadi Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudile (EMHI) tehtud infopäringu abil [11]. Täpsem ülevaade kasutatud andmebaaside andmetike rakendamisest antud bakalaureusteöös on antud kolmandas ja neljandas peatükis.

Süsteemi kui terviku käitumise analüüsimisel ei kasutatud olemasolevaid modelleerimisprogramme: süsteemi tööparameetrite koostamist parema arusaamise nimel sisestati vajalikud arvutusvalemid tarkvarapaketti MS Excel 2010 ning erinevaid parameetreid muutes leiti vajalikud lähteandmed keskkonna- ning majandusanalüüsides jaoks, mis valmisid paralleelselt käesoleva tööga.

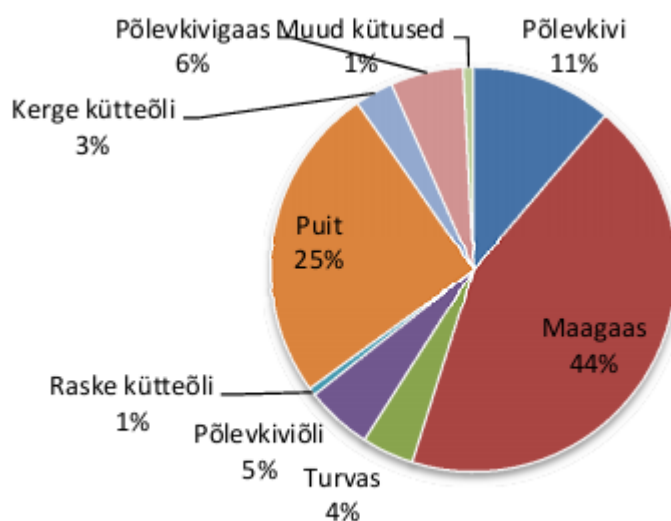
Olukorra analüüsimiseks ning tulevikutsenaariumite koostamiseks kasutati, lisaks erinevatele riiklikele andmebaasidele, Woodenergy projekti raames eelnevalt teostatud analüüsides jaoks kogutud andmeid (lisa A), Elva linna soojamajanduse võtmetegelastega tehtud kohtumistel kogutud infot ning erinevatelt ettevõtetelt tellitud uuringute tulemusi. Vastavateks ettevõteteks olid EnPro ning Hendrikson & Co. EnPro poolt teostati Elva kaugküttesüsteemi juhtimise analüüs [6]. Hendrikson & Co vastutada jäi puitkütustele ülemineku mõju keskkonnale ning majandusanalüüs.

Käesolevas töös teostatud arvutused baseeruvad suuresti aastate 2008...2010 andmetel. Hiljem liitunud tarbijate prognoositavate tarbimismahdade arvutamisel lähtuti 2011. aasta tarbimisinfost. Uuemate andmete mittekasutamise põhjendusena tuuakse 2011. aastal teostatud mahukaid rekonstrueerimistöid kaugküttetrassides ning uute tarbijate liitumist kütteperioodi ajal, mille arvestamine andmetööstust ja -analüüsi ebaotstarbekalt raskendanud oleks.

2. KAUGKÜTTETURG JA SELLE REGULATSIOON

2.1. Ülevaade Eesti kaugkütteturust

2010. aastal toodeti Statistikaameti andmetel kaugküttepiirkondades 8139 GW·h soojusenergiat [7]. Vastavalt Riigikontrolli poolt Riigikogule esitatud aruandele „Riigi tegevus soojusvarustuse jätkusuutlikkuse tagamisel“ tarbitakse Eestis riigis kaugkütet 151-s omavalitsuses 226st. Tarbijaskond moodustab ligi 60% Eestis elavates inimestest. 44 % soojusenergiast toodeti maagaasist, millele järgnesid 25 %-ga puitkütused ning 11 %-ga põlevkivi [12, lk 7, 8]. Täpsema ülevaate kaugküttes kasutatavate kütuste osakaalust annab joonis 2.1.



Joonis 2.1. Kaugküttes kasutatavate kütuste osakaal [12, lk 8]

Kaugküttevõrgus teostatavaid soojuse tootmis-, jaotamis- ja müügitgevusi ning võrguga liitumist reguleerib „Kaugkütteseadus“, mis lisaks eeltoodule määrab, et kohalikul omavalitsusel on võimalik oma haldusterritooriumil ise kaugküttepiirkond määrata [13]. Antud õigus on praktiliselt ainus viis omavalitsusel kaugküttesüsteemis toimuvaid tegevusi korraldada, sest hinnaregulatsiooni kõigi kaugkütte valdkonnas tegutsevate soojusettevõtjate üle korraldab alates 01.11.2010 Konkurentsiamet.

08.05.2012 Konkurentsiameti poolt välja antud kooskõlastatud soojuse piirhinnad lõpptarbijatele on maksimaalseks tarbijale kehtestatud soojuse MW·h piirhinnaks käibemaksuta 90,28 €/ (MW·h) ning minimaalseks 27,48 €/ (MW·h). Keskmiseks piirhinnaks kujunes 68,7 €/ (MW·h) [14]. Hindadele lisandub käibemaks. Dokumendist on näha, et mõnes piirkonnas muudetakse müüdava soojusenergia maksumust isegi kord kuus. Kuivõrd selline teguviis on tingitud toorme hinna muutusest ning puitkütuste tarnelepingud sõlmitakse enamasti terveks kütteperioodiks, võib järeldada, et piirkondades (kus on keskmisest kõrgemad hinnad) toodetakse soojusenergiat kaugküttevõrku fossiilsete kütuste baasil või on kõrge hind tekkinud madala energiaefektiivsuse tulemusena.

Vastavalt Statistikaameti andmetele toodeti 1991. aastal 25349 GW·h soojusenergiat, kuid 2010. aastal ulatus sama toodang vaid 9795 GW·h-ni [7]. Seega on soojuse tootmine (ja seeläbi ka tarbimine) antud perioodil vähenenud 2,58 korda. Kuivõrd enamik

kaugküttevõrke ehitati enne 1991. aastat on põhilised probleemid Eesti kaugküttepiirkondades tulenevad soojavõrkude ebaõigetest dimensioonidest [15, lk 22]. Seetõttu ei pruugi kaugküttepiirkonnas kehtestatud kõrge piirhinna põhjus seisneda vaid soojusenergia saamiseks põletatava toorme maksumusest, vaid ka süsteemi optimeeritusest. Riigikontrolli auditi poolt kogutud erinevate statistikate põhjal leitud kaugküttevõrkude soojuskadude andmed ulatuvad 11 %-st 20,6 %-ni [12, lk 14] ning seega puudub praegusel hetkel nende hindamiseks usaldusväärne statistika.

2.2. Euroopa Liidu regulatsioonid

Euroopa Liit kaugküttevõrke ning nende majandamist otseselt ei reguleeri, kuid mitmetel Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiividel on suhteliselt suur mõju tegevustele, mida kaugküttevõrkudes tehakse.

Euroopa Liidu praegune energiapoliitika kinnitati Euroopa Ülemkogu poolt 2007 aastal, mille raames pandi paika Euroopa 20-20-20 eesmärgid aastaks 2020 [16]:

- a) taastuvenergia osakaalu tõstmine 20 %-ni;
- b) 20 % suurune energiasääst;
- c) kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamine vähemalt 20 %;
- d) biokütuste osakaalu tõstmine transpordis 10 %-ni.

Kindlustamaks, et liikmesriigid eelmainitud üldeesmäärke täidaksid, võeti 23. aprillil 2009 vastu Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2009/28/EÜ eesmärgiga edendada taastuvenergiaallikatest toodetud energia kasutamist. Antud direktiiv kehtestas Euroopa Liit õiguslikult siduvad eesmärgid taastuvenergia osakaalu suurendamiseks liikmesriikide lõpptarbimises, võttes aluseks 2005. aasta osakaalud [17]. Eesti eesmärgiks seati tõsta taastuvenergia osakaalu lõpptarbimises 18 %-lt 25 %-ni [17, lk 46].

Kui EL-i kliima- ja energiapakett mõjutab kaugküttevõrke kaudselt, andes riigile ülesandeks toetuskeemide ning seadusandliku regulatsiooni abil suurendada taastuvenergia toodangu osakaalu, siis Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2010/30/EÜ annab otsesed juhised ehitiste energiatõhususe suurendamiseks [18]. Lisaks energiatõhususe miinimumnõuete kehtestamise kohustusele määrati käesolevas direktiivis, et alates 2019. aasta 1. jaanuarist peavad kõik avaliku sektori hooned olema liginullenergiahooned. See säte rakendub kõigile uutele hoonetele alates 2021. aasta 1. jaanuarist [18, lk 21].

Eeltoodud direktiivide valguses on õige eeldada, et kaugküttevõrkude kütteallikate renoveerimine biokütuste kasutamiseks on Euroopa Liidu poolt soositud tegevus. Samas tuleb arvesse võtta suurenevaid energiasäästumeetmeid hoonetes, kus toimub kaugküttesoojuse tarbimine ning seetõttu on tähtis, et renoveerimistöid tehes süsteem õigesti optimeeritaks.

2.3. Soojusenergeetika suundumused Eestis

Eesti pikaajalist energiapoliitikat reguleerib seni 2008. aastal vastu võetud „Energiamajanduse riiklik arengukava aastani 2020“. Antud arengukavas tuuakse välja, et monopoolne seisund kaugkütteturul tekitab olukorra, kus ettevõtted ei ole kohustatud alternatiivseid ning odavamaid küttelahendusi otsima ning nendesse investeerima. Tarbija peab aga kinni maksma ka ettevõtte poolt tehtud valed investeerimisotsused. Samuti mainitakse madalat energiatõhusust nii ehitistes kui ka kaugküttesüsteemides.

Lahendusena pakutakse välja riikliku arengukava loomist ning erinevate toetusmeetmetete loomist katlamajade ning kaugküttevõrkude kaasajastamiseks [19].

„Energiasäästu sihtprogramm 2007-2013“ [20] loodi eesmärgiga kirjeldada vajalikke tegevusi kütuse ja energia kokkuhoiul. Samuti määrati nende saavutamiseks vajalikud meetmed [19, lk 9]. Dokumendi pealkirjast nähtub, et antud programm hakkab lõpule jõudma ning selles kirjeldatud meetmete tulemustest läbi defineeritud näitajate antakse perioodi lõppedes kindlasti ülevaade. Käesolevas töös käsitletud temaatikaga seonduvate tegevustena mainiti sihtprogrammis omavalitsuste energeetika arengukavade koostamise, ühiskondlike hoonete energiaauditite [20, lk 22] ning kaugküttesüsteemide küttevarustuse, katlamajade ning –võrkude rekonstrueerimise ja arendamise toetamist [20, lk 30].

„Energiatõhususe miinimumnõuded“ abil kehtestati miinimumnõuded uute ehitatavatele ning oluliselt renoveeritavate hoonete energiatõhususarvudele. Lisaks sellele sätestati nõuete tõestamiseks vajalikud arvutuslikud alused [21].

Eelmainitud regulatsioone hakatakse juba lähiajal uuendada seoses kestusperioodi lõppemise või uute (ja täpsustatud) suundumustega Euroopa Liidu energiapoliitikas. Seoses liginullenergiahoonete mõiste ilmunisega EL-i ehitiste energiatõhususe direktiivi uuendatakse peagi nii „Energiatõhususe miinimumnõuded“ kui ka „Energiamärgise vorm ja väljastamise kord“ määruseid. Suundumuseks jääb siiski jätkuv energiasäästu ning energiatõhususe suurendamine nagu on näidanud ka erinevad KredEx-i ja KIK-i poolt hallatavad toetusskeemid.

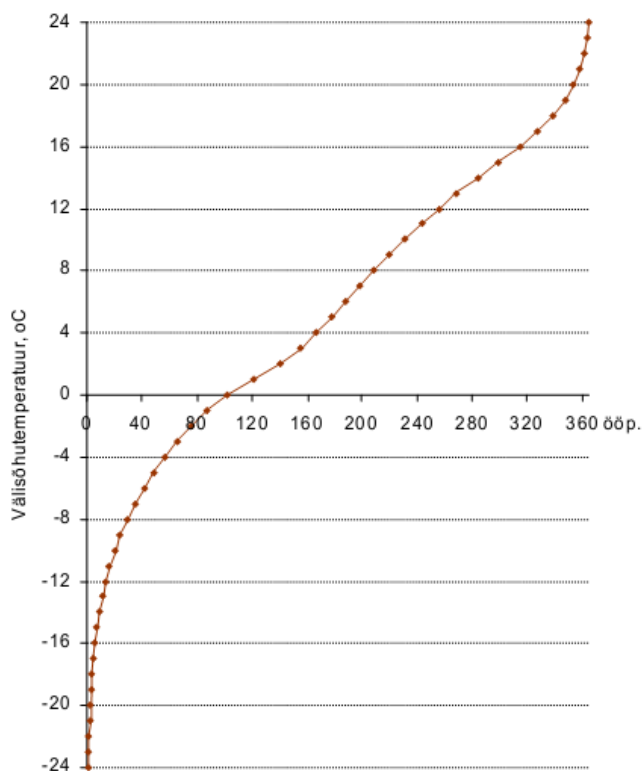
Arvestades määruhes „Soojuse müügi ajutise hinna kehtestamise kord“ kehtestatud maksimaalseid trassikadusid, mida soojuse müügi hinnas kajastada võib [22], mille Konkurentsiamet oma soojuse piirhinna kooskõlastamise põhimõtetes [23, lk 12] üle võttis, on põhjust arvata, et tulevane riiklik energiapoliitika jätkab kaugküttevõrkude efektiivsemaks muutmise kohustuste suurendamist.

Kuigi „Energiamajanduse pikaajaline riiklik arengukava aastani 2020“ mainib madalat energiatõhusust kaugküttevõrkudes, pole otsest riiklikku juhendmaterjali soojamajanduse jätkusuutlikkuse hindamiseks siiski välja antud. EJKÜ uuringus „Eesti väikesoojatootjate ja energeetika arenguprioriteetide kaardistamine maapiirkondades“ tuuakse välja kaht indikaatorit: võimsustihedus ja hoonestustihedus. Mõlemat arvutatakse kaugküttevõrgu pikkuse suhtes ning väljendavad vastavalt tarbijate liitumisvõimsust kaugküttevõrgu trassi pikkusesse (kW/m) ning köetavate hoonete kubatuuri kaugküttevõrgu trassi kogupikkusesse (m³/m). Eesti tingimuste kohta täpseid soovituslikke väärtusi välja arvutatud antud uuringus pole, kuid Soome olude näitajana mainitakse, et hoonestustiheduse väärtus peaks olema suurem kui 35...40 m³/m ning võimsustihedus suurem kui 1,1 kW/m [24, lk 10]. Üldülevaate energeetika planeerimisest annab raamat „Energeetika planeerimine kohalikele omavalitsustele“ [25] ning TTÜ Soojustehnika Instituudi poolt koostatud juhendmaterjalist „Energiasäästu tehnilised soovitused kohalikele omavalitsustele“ [26].

3. ARVUTUSMETOODIKA

3.1. Temperatuuride kestusgraafik ning kraadpäevad

Kütteks kuluva soojuste vajadus sõltub välistest ja sisemistest teguritest [27, lk 20]. Kui sisemised tegurid on seotud inimeste käitumisharjumustega (akende ja uste lahti hoidmine, vabasoojuste teke), siis välised tegurid on tihedalt seotud välis temperatuuri ja selle jaotumisega. Kuigi välisõhu temperatuure tunni- ja isegi päevakeskmistena on praktiliselt võimatu ennustada, on statistikast teada keskmiste välisõhu temperatuuride ajalised kestused [27, lk 20], andes võimaluse prognoosida aastast soojaenergiavajadust eeldusel, et hoone soojuskaod on võrdelised ruumi siseõhu ja välisõhu temperatuuride vahel [27, lk 21]. Tartu keskmist välisõhu temperatuuride kestuskõverat kujutab joonis 3.1.



Joonis 3.1. Tartu keskmise aasta välisõhu temperatuuri kestuskõver ja antud välisõhu temperatuurist madalamate temperatuuride kestus (väljendatuna päevade arvuga) [28, lk 24]

Kestuskõvera graafik (joonis 3.1) on koostatud Tartu piirkonna kliimaandmete statistilise töötlemise teel, väljendades abtsissiteljel ööpäevade arvu, mil temperatuur on kõrgem ordinaatteljel kirjeldatust.

Energiaarvutustes on tänapäeval levinud (ja erinevate KredEx-i poolt väljastatavate toetuste saamiseks isegi nõutud) kraadpäevade kasutamine. Kraadpäev väljendab 1 °C erinevust välisõhu ja arvestusliku sisetemperatuuri vahel 24 tunnise perioodi jooksul [28, lk 4], kusjuures arvestuslik sisetemperatuur on temperatuur, milleni soojuskaod hoone välispiirdest kaetakse küttesüsteemi abil [28, lk 8]. Ruumiõhu tegelik temperatuur on

arvestuslikust kõrgem tänu vabasoojuse ehk inimeste, elektriseadmete, -valgustuse ja päikesekiirguse tõttu ruumi eralduva soojuse ära kasutamise tõttu [28, lk 30].

3.2. Hoonetegrupi aastane soojusenergiavajadus kütteks ja küttekarakteristika

Hoonetegrupi aastast kütteenergia kulu saab hinnata küttekarakteristika järgi [29, lk 16]

$$Q = V_{\text{köetav}} \cdot q_{\text{ekspl.}} \cdot KRT \cdot 10^{-6}, \quad (3.1)$$

kus Q on hoonetegrupi aastane kütteenergia kulu MW·h/a;

$q_{\text{ekspl.}}$ – hoonetegrupi küttekarakteristika W/°C·m³;

$V_{\text{köetav}}$ – hoonetegrupi köetav kubatuur m³;

KRT – vaadeldava perioodi kraadtundide arv °C·h.

Küttekarakteristika on definitsiooni kohaselt hoone ühe m³ köetava mahu kütteenergia vajadus, kui sise- ja välistemperatuuride vahe on üks kraad (W/°C·m³), mida saab leida nii kirjanduses antud andmetest [27, lk 23] kui ka mõõdetud tarbimisandmete töötlemise teel [27, lk 28]. Tuleb arvestada, et sooja tarbevee valmistamise juures puudub ühene seos välis- ja sisetemperatuuride erinevusega. Tarbimisandmete töötlemise jaoks kasutatakse valemit [27, lk 29]

$$q_{\text{ekspl.}} = \frac{10^6 \cdot Q_{\text{küte}}}{V_{\text{köetav}} \cdot KRT}, \quad (3.2)$$

kus $Q_{\text{küte}}$ on vaadeldaval perioodil (aasta) kütteks kasutatud soojushulk MW·h/a.

Kui kraadpäevad väljendasid ühe °C suurust erinevust välisõhu ja arvestusliku sisetemperatuuri vahel 24 h perioodi jooksul, siis kraadtunnid (KRT) väljendavad sama seost ühe tunni pikkuse perioodi jooksul. Kraadtundide arv vaadeldaval perioodil on leitav valemist [29, lk 16]

$$KRT = \sum \left[(t_B - t_{\text{välis},i}) \cdot \tau_i \right], \quad (3.3)$$

kus t_B on hoonetegrupi köetavate ruumide arvestuslik sisetemperatuur e. tasakaalutemperatuur °C;

$t_{\text{välis},i}$ – välisõhu temperatuur °C;

τ_i – vastava välisõhu temperatuuri kestus h.

Käesolevas töös on arvestuslikuks sisetemperatuuriks e. tasakaalutemperatuuriks t_B võetud 18 °C [27, lk 22], kuivõrd hoonetegrupi kui terviku analüüsimisel ei ole võimalik iga üksuse välispiirdeid ning sisemisi soojuseraldusi analüüsida ning seeläbi on mõistlik kasutada konservatiivset lähenemist, hinnates vabasoojuse abil toimuva temperatuuri tõusu pigem madalamaks kui kõrgemaks.

Et Elva linna küttepiirkondade kohta saadi kolme aasta reaalsed soojuse müügi andmed, otsustati kasutada küttekarakteristikaid, mis on leitud reaalse tarbimisandmete põhjal. Selle asemel, et kasutada kirjanduses antud valemit 3.2, rakendati arvutustes

$$q_k = \frac{Q_{\text{küte}}}{KRT}, \quad (3.4)$$

kus q_k on hoonetegrupi küttekarakteristika MW/°C.

Põhjenduseks tuuakse asjaolu, et hoonete köetavad kubatuurid ning ühikute teisendamise eesmärgil lisatud kordaja 10^x taanduvad aastase kütteenergia kulu arvutamisel valemite 3.1 ja 3.2 abil välja. Seetõttu võib hoonetegrupi aastast planeeritavat soojusenergia kulu kütteks leida valemist

$$Q = q_k \cdot KRT. \quad (3.5)$$

Kuivõrd 2011. aastal liitus eri aegadel AS Elva Soojuse poolt hallatavasse kaugküttevõrku kolm uut tarbijat (lisa B) ning Kesklinna kaugküttepiirkonnas toimusid samal ajal mahukad renoveerimistööd, siis kasutati küttepiirkondade küttekarakteristikate arvutamiseks 2008...2010 aastate reaalseid tarbijatele müüdud soojusenergia koguseid. Lisandunud tarbijate tarbimismahtudega arvestamised kasutati valemist

$$q_{lisa} = \frac{Q_k^{pl}}{KRT_N}, \quad (3.6)$$

kus q_{lisa} on lisandunud/lisanduva tarbimiskoha küttekarakteristika $MW/^\circ C$;
 Q_k^{pl} – tarbimiskoha plaaniline soojusvajadus kütteks $MW \cdot h$;
 KRT_N – normaalaasta kraadtundide arv kütteperioodil $^\circ C \cdot h$ ($KRT_N = 95040$ $^\circ C \cdot h$).

Kui hoone tarbimismahu kohta olid kasutatavad mõõtetulemused olemas, leiti Q_k^{pl} , normeerides reaalsed tarbimisandmed normaalaasta kraadpäevi kasutades [30]

$$Q_k^{pl} = Q_{küte} \cdot \frac{KRT_n}{KRT}, \quad (3.7)$$

kus KRT_n on normaalaasta kraadtundide arv vaadeldud perioodil $^\circ C \cdot h$.

Kui tarbimiskoha kohta puudusid kasutatavad tarbimisandmed, leiti plaaniline soojusvajadus kütteks on leitud Riigi Teatajas esitatud meetoodika kohaselt [31]

$$Q_k^{pl} = Q_k^{pr} \cdot \frac{t_B - t_v}{t_B - t_v^a} \cdot n_{kN} \cdot \tau_p, \quad (3.8)$$

kus Q_k^{pr} on hoone soojuskoormus kütteks MW ;
 t_v – plaaniline keskmine välisõhu temperatuur $^\circ C$ ($t_v = -1,61$ $^\circ C$);
 t_v^a – arvestuslik minimaalne välisõhu temperatuur $^\circ C$ ($t_v^a = -23$ $^\circ C$);
 n_{kN} – planeeritav küttepäevade arv ($n_{kN} = 212$);
 τ_p – küttesüsteemi töötundide arv päevas h ($\tau_p = 24$ h).

Kraadtunnid eeltoodud arvutuste jaoks on leitud kasutades SA KredEx kodulehel kätte saadavaid kraadpäevi Tartu piirkonna kohta [30], kusjuures

$$KRT = KRP \cdot \tau_p, \quad (3.9)$$

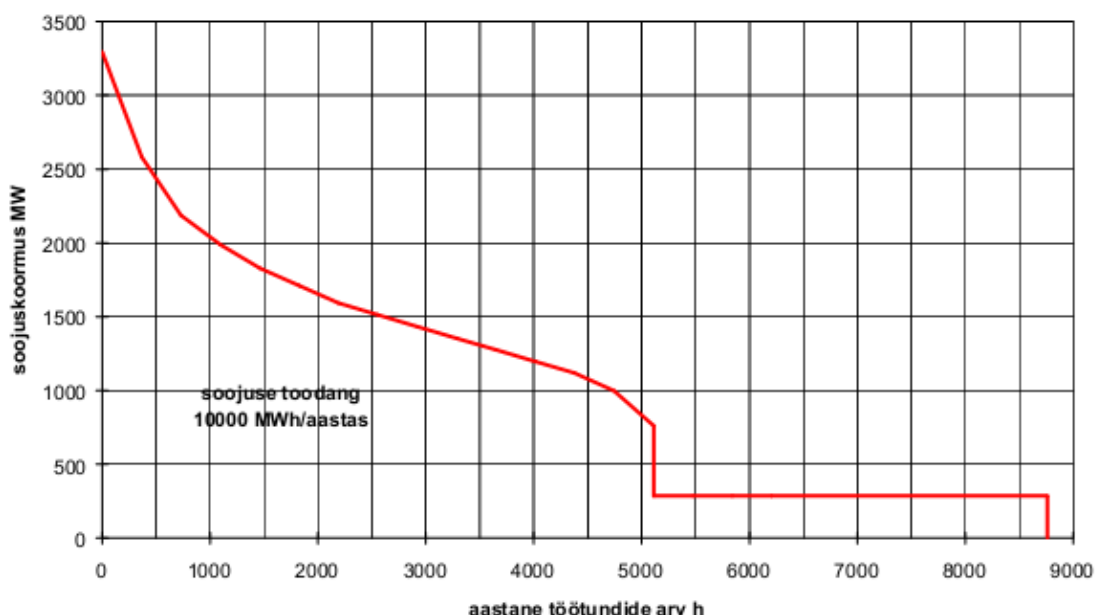
kus KRP on vaadeldava perioodi kraadpäevade arv $^\circ C \cdot d$.

Et Elva kaugküttevõrgus suuremahulist sooja vee tarbimist ei esine, leiti 2008...2010 andmete põhjal iga küttepiirkonna kuised küttekarakteristikad, mis erinevate välistemperatuuriga mitte seotud mõjurite (N: süsteemis esinenud rikked) toime vähendamiseks kuu kaupa keskmistati. Tulemustele liideti andmetes mitte kajastunud tarbijate küttekarakteristikad, saades tulemuseks hoonetegrupi „baasaasta“ arvutuslik küttekarakteristika. Küttekarakteristika edasised muutused tulenevad tarbijate

liitumisest/võrgust lahti ühendamisest ning erinevate renoveerimiste mõjust. Andes ette soojusenergiavajaduse (ja seega küttekarakteristika) muutuse, saab modelleerida erinevate tegevuste mõju kaugküttevõrgule.

3.3. Tunnipõhine arvutusmodel ja koormusgraafik

Käesolevas töös võeti ülesandeks kaugküttevõrgu kui terviku käitumise modelleerimine ilma spetsiaalse tarkvarata ning seetõttu loodi arvutusteks MS Exceli põhine arvutusmodel, kuhu sisestati töös kirjeldatud valemid. Nende abil hinnati tarbimismahtude muutumist erinevate stsenaariumite puhul. Stsenaariumitest ning nende lähteandmetest annab ülevaate viies peatükk. Iga stsenaariumi jaoks loodi koormusgraafikud, mis on üheks meetodiks kütteperioodi tarbimismahtude katmiseks vaja mineva võimsuse analüüsimisel. Kui välisõhu kestusgraafik väljendas temperatuuride kestusaega aastase perioodi jooksul, siis soojuskoormusgraafik väljendab katelseadme vajaliku väljundvõimsuse ajalist kestust. Tüüpilist soojuskoormusgraafikut saab näha alltoodud graafikult (joonis 3.2).



Joonis 3.2. Näitlik katlamaja soojuskoormuse kestvusgraafik [25, lk 66]

Jooniselt 3.2 nähtub, et katelseadme vajalikuks tipukoormuseks kujuneb 3250 MW, kusjuures suvine koormus e. püsiv koormus pärast 5144 h möödumist on ilmselt tekkinud sooja tarbevee vajaduse tõttu.

Käesolevas töös kasutati arvutustes EMHI poolt väljastatud Tõravere ilmajaama tunnikesksete temperatuuride mõõteandmeid [11], mis on aluseks Tartu piirkonna kraadpäevade ja seega ka kraadtundide leidmiseks. Tunnipõhiste andmete olemasolu võimaldas, kasutades valemit 3.5, leida vajalikud tootmisvõimsused aasta iga tunni jaoks. Kuivõrd töö autoril polnud võimalik normaalaasta tunnipõhiseid temperatuure lähteandmetena kasutada, siis tulemuste võrreldavuse ja ülekantavuse suurendamiseks normaliseeriti 2010. aasta tunnipõhised temperatuuri mõõtmisandmed kasutades valemit

$$t_{n,i} = t_i \cdot \frac{KRT_n}{KRT}, \quad (3.10)$$

kus $t_{n,i}$ on normaliseeritud tunnikeskmine temperatuur °C;

t_i – mõõdetud tunnikeskmine temperatuur °C.

Kasutatud kraadtundide perioodiks valiti siinjuhul väikseim KredEx-i kodulehel [30] kättesaadav kraadpäevade (ja see ka –tundide) periood, milleks on üks kuu. Ülevaade arvutustulemustest ja –alustest on kättesaadav lisast C.

Rakendades valemi 3.10 tulemeid valemisse 3.3, saab valemi 3.5 abil kõigis analüüsitud kaugküttepiirkondades leiti arvutusliku soojusenergiavajaduse kütteks tunnipõhise täpsusega. Tulemusi summeerides ning suurimast üksusest väikseimani sorteerides, saadi kaugküttepiirkonna kütteperioodi koormusgraafik. Modelleeritud kütteperioodi pikkus nii „baasaastal“ kui ka aastatel 2008...2010 on toodud lisas C. Koostatud koormusgraafikud on nähtavad viiendas peatükis.

3.4. Soojatrassi kadude hindamine

Koormusgraafiku ühe osa moodustavad lisaks Elva kaugküttevõrgus praktiliselt puuduvale sooja vee tarbimisele kaod läbi soojatrassi välispiirete. Kuivõrd kaugküttetrassil puudub otsene kokkupuude välisõhuga, siis olemasoleva trassi kadude hindamiseks leiti kuupõhised soojuslikud tarbevõimsused, kasutades katlamaja toodangu ning tarbijatele müüdü energiakoguste vahet

$$P_t = \frac{Q_{\text{toodang}} - Q_{\text{küte}}}{n_{\text{kuu}} \cdot \tau_p}, \quad (3.11)$$

kus P_t on kaugküttevõrgu soojatrassi kuine keskmine kaovõimsus MW;
 Q_{toodang} – katelseadmete poolt vastavas kuus toodetud soojushulk kaugküttetrassi MW·h/kuu;
 n_{kuu} – päevade arv vastavas kuus.

Leitud kaovõimsused summeeriti tunnipõhiselt ning lisati katelseadme koormusgraafiku koostamiseks loodud andmemassiivile.

Kuivõrd tulevikustsenaariumid nägid ette uute soojatorustike ehitust, siis teadmata uute trasside reaalseid kadusid, kasutati soojuskadude hindamiseks valemit

$$q_{\text{trass}} = K_0 \cdot S \cdot 10^{-6}, \quad (3.12)$$

kus q_{trass} on planeeritava kaugküttetrassi küttekarakteristika MW/°C;
 K_0 – soojatorustiku soojusjuhtivustegur W/°C·m²
 ($K_0 = 1,1 \text{ W/°C} \cdot \text{m}^2$ [32, lk 278]);
 S – soojatorustiku välispindala m².

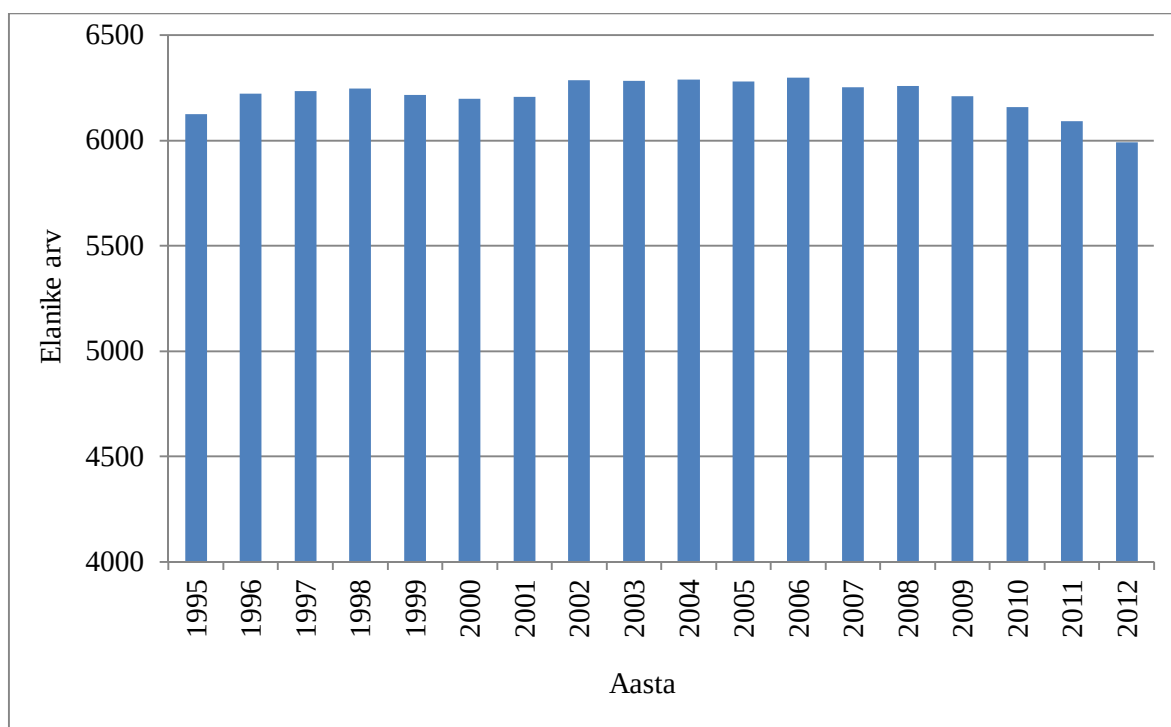
Torustiku välispindala leiti kasutades tüüpilise eelisooleeritud soojatoru välisläbimõõte (lisa D) ning trasside arvutuslikke pikkusi, mis leiti vahemaade mõõtmiste abil, kasutades Maa-ameti kaardiserveri avalikku WMS-teenust [33] ning vabavaralist kaarditöötlusprogrammi QGIS (lisa E). Tulevikustsenaariumite korral lisanduvate torustike pikkused ning nende küttekarakteristikad on toodud lisas C.

4. BAASANDMED ELVA LINNA KOHTA

4.1. Demograafilised andmed.

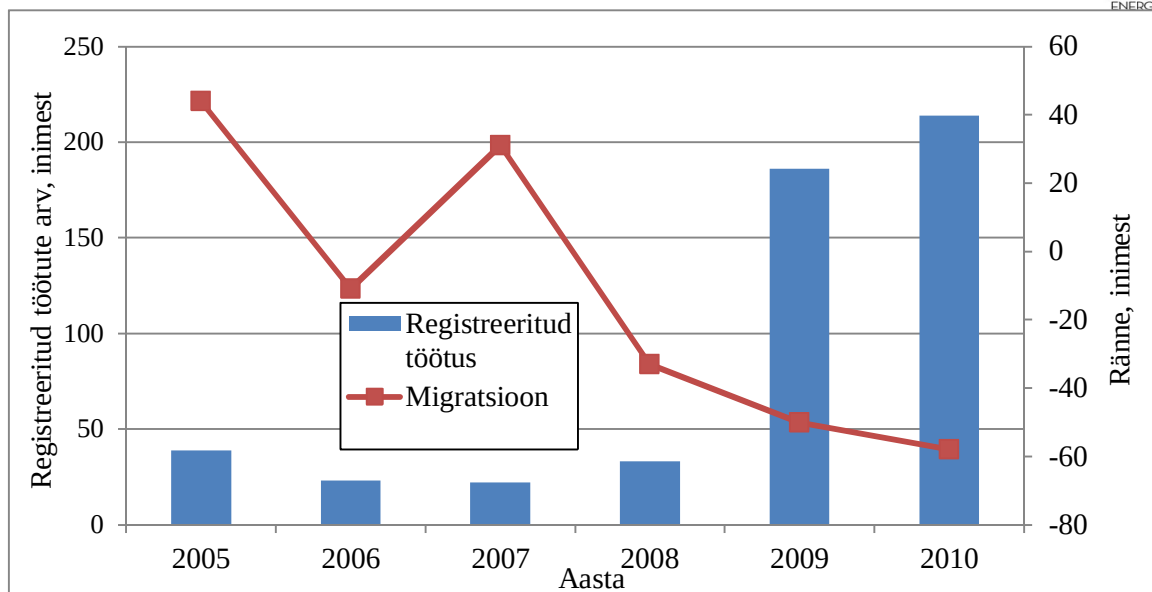
Kuigi demograafiliste andmete vaatlemine võib soojamajanduse arengut käsitlevas uuringus tunduda ebaotstarbekas, ei tohi unustada, et kaugküttevõrgul peab olema alati kaks osapoolt: tootja ning tarbija. Seetõttu on soojamajanduse jätkusuutliku majandus- ning investeeringutegevuse planeerimisel tähtis jälgida rahvastiku liikumise trende. Kuigi elanikkonna vähenemise tõttu kavandatava katelseadmele väiksema väljundvõimsuse valimine võib investeeringu planeerimisfaasi esimesel paaril aasta tunduda majanduslikult ebaotstarbekas, võib tarbimise langus, mida oleks olnud võimalik ette prognoosida, hiljem tehtud rahalised kulutused hiljem ebaotstarbekaks muuta.

Saamaks ülevaadet linna arengu mõjust soojamajanduse arengule (või vastupidi), tuleb esialgu saada ülevaade Elva hetkeolukorrast ning selle kujunemisloost. Ühe indikaatorina võib vaadelda piirkonnas elavate inimeste arvu. Elanike arvu muutuse graafiliseks kujutamiseks ajavahemikul 1996...2012 on kasutatud Elva linnavalitsuse poolt edastatud andmeid (lisa F). Ajavahemiku valiku aluseks oli andmete kättesaadavus. Rahvastiku arvu muutumist antud perioodil on näha jooniselt 4.1.



Joonis 4.1. Elanike arv Elva linnas aastatel 1995...2012 (lisa F)

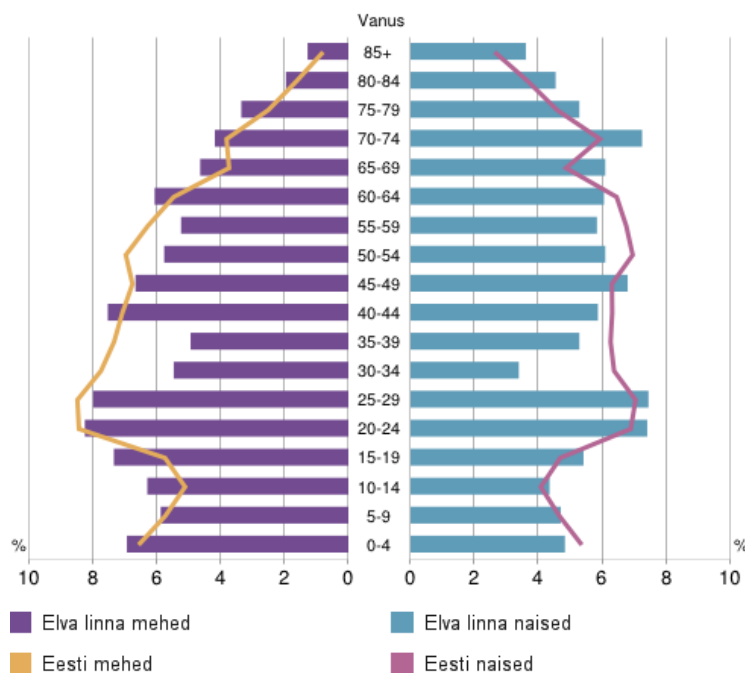
Ülaltoodust nähtub, et elanike arv aastatel 1995...2011 on püsinud üle 6000 elaniku piiri. N.ö. majandussurutise algusaegadest on elanike arv siiski kahanema hakanud, jõudes 5992 elaniku piirini 2012. aasta 1. jaanuari seisuga. Saamaks elanike arvu vähenemisest tagamaadest täpsemat ülevaadet, tuleb vaadelda rahvastiku rännet ning registreeritud töötuse muutumist (joonis 4.2). Ränne leiti linnavalitsuse poolt esitatud (lisa F) andmetest saadud elanike arvu muutuse ning iibe vahena, samal ajal kui registreeritud töötuse kirjeldamiseks kasutati Statistikaameti piirkondliku statistika andmebaasist [34] saadud teavet.



Joonis 4.2. Elva linna registreeritud töötute ning sisse- ja väljarännanute bilanss aastatel 2005...2010

Ülaltoodud jooniselt on näha, et 2008...2010 toimus elanike väljaränne samal ajal kui registreeritud töötus kasvas. Uuemad andmed polnud töö kirjutamise ajal kättesaadavad, kuid antud trendi põhjal saab järeldada, et üks inimeste lahkumise põhjuseid oli tööpuudus: koondamiste ning töökohtade kadumise tõttu võis tekkida vajadus elukohta vahetada. Eluaseme kommunaalmaksetel on suhteliselt suur mõju majandusliku toimetulekuvõime kujunemisel ning asjaolu, et antud linnas on soojusenergia hind üks Eesti madalamaid, aitas suure tõenäosusega kaasa väljarände vähendamisele.

Elva linna rahvastikupüramiid, 1. jaanuar 2012



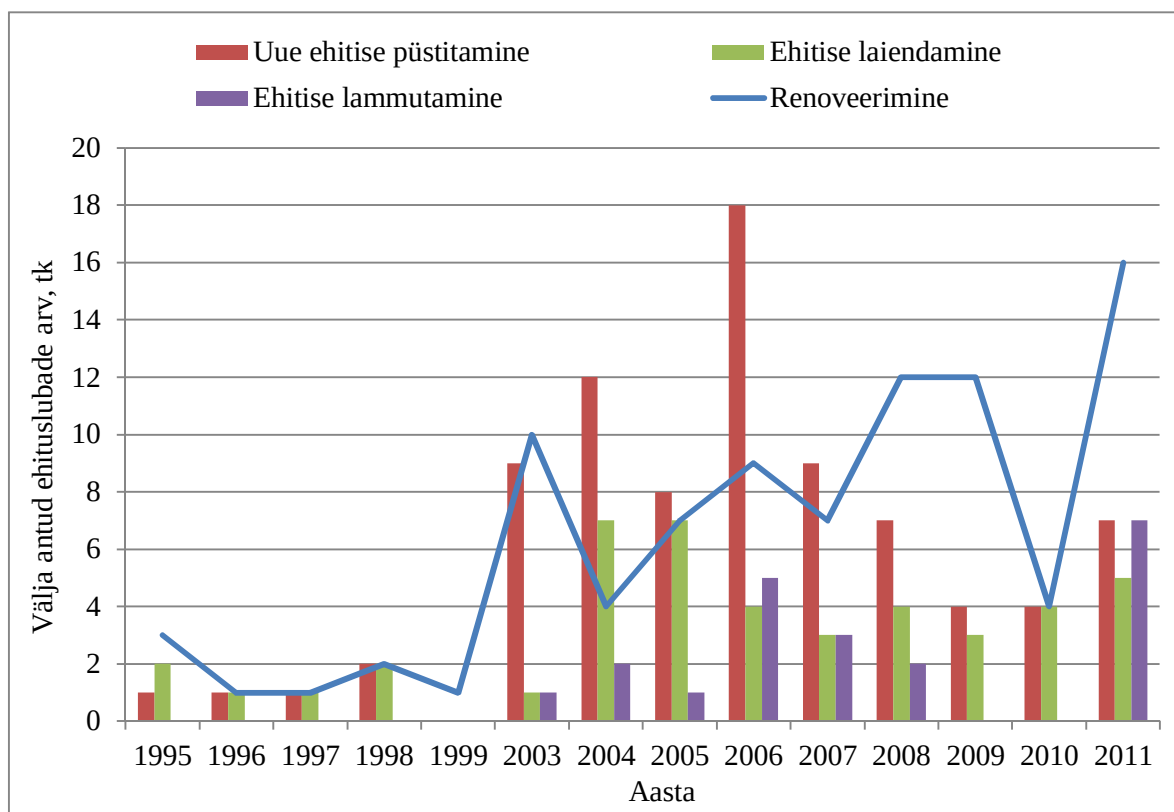
Allikas: Statistikaamet

Joonis 4.3. Elva linna arvestuslik rahvastikupüramiid seisuga 1. jaanuar 2012 [34]

Jooniselt 4.3 nähtub, et Elva linna vanuseline ja sooline koosseis sarnaneb Eesti keskmisele. Siiski tuleb tõdeda, et 30...40 aasta vanuste inimeste osakaal jääb keskmisest madalamale tasemele. See näitab, et ühel ajahetkel on osa teatud vanusegrupist linnast lahkunud. Soojamajanduse aspektist vaadelduna antud keskmisest madalam osakaal väga suurt mõju enne paarikümne aasta möödumist ei avalda juhul, kui noorem vanusegrupp (vanuses 20...30 eluaastat) jääb Elvasse elama. Üheks Tartu lähedase piirkonna võimaluseks rahvastiku väljarännet vähendada, on madalad elamiskulud ning perspektiivikad töövõimalused.

4.2. Ettevõtlus- ja elamumajandus

Ettevõtlus- ja elamumajanduse arengu indikaatorina vaadeldi ehituslubade väljastamist kui ehitustegevuse indikaatorit. Vajalikud andmed aastate 1995...2011 kohta saadi Ehitisregistri andmebaasist [8], kogudes aastapõhiste päringute kaupa dokumendihalduse gruppi 122, mille alamliikide alla kuuluvad erinevate kategooriate kaupa välja antud ehitusload, teostatud sissekannete tulemeid. Tulemused üldistati nelja kategooriasse: uue ehitise püstitamine, ehitise laiendamine, rekonstrueerimine, lammutamine ning renoveerimine ning koondati graafikule (joonis 4.4).



Joonis 4.4. Elva linnas välja antud ning Ehitisregistrisse kantud ehituslubade arv aastatel 1995...2011

Jooniselt 4.4 nähtav andmete puudumine ajavahemikus 2000...2002 on tekkinud asjaolust, et selle ajavahemiku kohta puudusid tulemid Ehitisregistri andmekogust. Põhjuseks on ilmselt samal ajal toiminud erinevate registrisüsteemide ühendamisest tekkinud probleemid. Siiski saame ülaltoodud graafikult näha, et samal ajal kui renoveerimiste jaoks välja antud ehituslubade arv on üldise trendina olnud tõusuteel, siis uute ehitiste

püstitamine ning olemasolevate laiendamine on viimasel viiel aastal olnud suhteliselt madalal tasemel.

Kauggüttevõrguga on alates renoveerimiste teostamisest liitunud kolm korterelamut, kaks kauplust, kaks tootmishoonet ning neli avaliku sektori kasutuses olevat hoonet, mille aastane kogutarbimine on arvutuslikult üle 4000 MW·h. Suurema osa tarbimismahust moodustab tööstus- ning kaubandussektori hoonete soojusenergiavajadus (lisa B). 2010 ja 2011 liidetud kaks eramut tarbivad vaid 0,6 % kõigi 2006. aastast kauggüttevõrguga liitunute tarbimismahtudest ning seetõttu ei ole (vähemalt esialgu) uute trasside rajamine eramajade liitmiseks võrguga majanduslikult otstarbekas.

Vestlusest Elva linnamajanduse osakonna juhatajaga, kelleks on läbi terve soojusvõrgu renoveerimisperioodi olnud Kalev Kepp, selgus, et 35%-lise KredEx-i korterelamu renoveerimistoetusega on korda tehtud juba kolm korruselamut, kusjuures neljas on tegemisel. Lisaks on ettevalmistusfaasis kolme korterelamu renoveerimine. Seetõttu tuleb järeldada, et soojamajanduse edasiste tegevuste planeerimisel Elvas tuleb arvestada renoveerimistest tingitud soojusenergia tarbimise vähenemisega.

4.3. Elva linna soojamajanduse korraldus

Kauggütte teenusepakkujaks Elvas on OÜ Elva Soojus, mis on eraõiguslik ettevõtte, mille osakud kuuluvad 100 %-liselt Elva linnale. Ettevõtte põhitegevuseks on soojuse tootmine, jaotamine ja müük ning firma haldab kolme kauggütte katlamaja ning üht lokaalset katlamaja [35].

Elva linna kauggüttevõrk koosneb kolmest kauggüttepiirkonnast [36]:

- 1) Kirde katlamaja;
- 2) Keskkatlamaja;
- 3) Haigla katlamaja.

Pikk tn 26 paikneva sotsiaalmaja lokaalse katelseadme haldamisega seonduvat antud töös eraldi ei käsitleta.

Eelmainitud kauggüttepiirkonnad kehtestati aastatel 2005...2006, kusjuures ainsad ametlikud muudatused piirkondadesse on tehtud 2009. aastal [36], kui Keskkatlamaja võrgupiirkonda laiendati nelja tarbija võrra [37]. Kauggüttepiirkonnad ja nende laienemine uute tarbijate võrra on toodud lisas E.

Kauggüttevõrguga liitumise ja sellest eraldumise tingimused ning kord ja kauggütte üldised kvaliteedinõuded on sätestatud Elva Linnavolikogu poolt vastu võetud määrusega. Kuigi kauggüttepiirkonnast on võimalik eralduda ehitistel, mille soojusega varustamiseks kasutatakse taastuvenergiaallikaid [36], puuduvad töö autoril andmed seda võimalust kasutanud tarbijate kohta. Piirhindade kehtestamisega Elva Linnavalitsus oma määrustega enam ei tegele: selle funktsiooni võttis üle Konkurentsiamet (alates 01.11.2010). Samas tuleb mainida, et kuigi maksimaalne piirhind müüdava soojusenergia MW·h-le kehtestati juba 30.09.2008, siis tarbijatele rakendati seda hinda täies mahus alles 01.10.2011. Füüsilisele isikule ning elamu- ja korteriühistutele oli töö valmimise ajal vastavaks hinnaks 52,28 €/ (MW·h) ning juriidilisele isikule 56,56 €/ (MW·h) (hindadele lisandub käibemaks) [35].

Erinev soojusenergia hind juriidilistele isikutele ning eraisikutele kehtestati eesmärgiga elanikkonna maksekoormust madalamal hoida. Sellise olukorra jätkumine on vaid võimalik senikaua, kuni puudub vajadus Konkurentsiametiga kõrgemat piirhinda kooskõlastada. Kuivõrd täiendavate kaugküttekatlamaade ning –piirkondade rajamist ei kavandata [37], võib järeldada, et linna ja Elva Soojus OÜ poolseks tegevuseks on kaugküttesüsteemi optimeerimine antud oludes. Kusjuures nii Kesk– kui ka Kirde katlamaja võrgupiirkondade katelseadmete võime töötada tipukoormuse ajal oma maksimaalsel tootlikkusel, vajades suhteliselt vähe lisavõimsust põlevkiviõli katelseadmetelt, annab tunnistust asjaolust, et praegune süsteem on jätkusuutlik ka langevate tarbimismahtude korral.

4.4. Investeeringud soojamajandusse

Elva linna ning Elva Soojus OÜ poolt seni kaugküttevõrkudesse tehtud investeeringute aluseks oli 2000. aastal valminud „Elva linna soojavarustuse arengukava“, mille koostas OÜ Märja Monte. Arengukava tuvastas Elva kaugküttevõrgu kitsaskohad ning soovitas edasise soojamajanduse arengusuunana kaugküttetrasside järk-järgulist välja vahetamist ning tõi välja puidujäätmeid ja –haket põletavate katelseadmete keskkonnasõbralikkust võrreldes põlevkiviõli baasil töötavate katelseadmetega. Samuti rõhutati puidu põletamise perspektiivikust ning tulevikustsenaariumite põhjal teostati erinevaid majandusanalüüse [38].

Vastavalt Elva linna arengukavale aastateks 2008...2018, on tänaseks soojavarustuse arengukava eesmärgid täidetud ning kavandatakse uue arengukava loomist.

Suuremahulisi renoveerimistöid alustati Elvas 2005. aastal, kui renoveeriti osa Kirde katlamaja soojatrassidest. Soojatrasside järk-järguline renoveerimine võimaldas investeeringute hajutamist pikemale perioodile ning seega ei tekitanud suurt laenukoormust. Erinevate toetusseemide kasutamine investeeringute rahastamiseks võimaldas hoida soojusenergia hinna madalal.

Andmete kogumisel kasutati Riigihangete Registri andmebaasi [10], eeldades, et suurima mahuga investeeringute puhul korraldati riigihange. Andmebaasides kajastatud hankedokumentide läbi töötamise abil koostati investeeringute mahtu ning teostatud töid näitavad andmetabelid nii Haigla katlamaja (tabel 4.1), Kirde katlamaja (tabel 4.2) kui ka Kesklinna katlamaja (tabel 4.3; tabel 4.4) kaugküttevõrkudes teostatud renoveerimis- ja uuendustegevuste kohta.

Tabelites näidatud tööde valmimise kuupäevad on otseselt leitud hankedokumentidest ning seetõttu võivad mõneti erineda tööde üleandmis-vastuvõtmisaktil kajastatust. Toetussumma suuruse leidmiseks kasutati lisaks Riigihangete Registri andmetele ka Keskkonnainvesteeringute Keskuse kodulehel [39] leidunud informatsiooni toetatud projektide kohta.

Kajastavaks ajavahemikuks valiti 2000...2012, sest Riigihangete Registris ei sisaldunud vanemaid sissekandeid välja kuulutatud ehitushangete kohta. Tuleb mainida, et alltoodud tabelid kajastavad vaid suurimaid renoveerimis- ja ehitustöid, mille teostaja leidmise jaoks oli vaja korraldada riigihange.

Tabel 4.1. Haigla katlamaja võrgupiirkonnas teostatud mahukaimad renoveerimistööd [10, 39]

Näitaja	Ühik	Elva Haigla katlamaja rekonstrueerimine	Elvas Supelranna 21 asuva katlamaja rekonstrueerimine	Kokku
Valmimise aeg	-	2000	sügis 2012	-
Kogumaksumus	EUR	46655	268399	315054
Toetussumma	EUR	19173	241565	260738
Omaosalus	EUR	27482	26834	54316
Toetus	%	41	90	83
Programm, mille raames toetust saadi	-	Majandusministeeriumi energiasäästu programm	KIK - Atmosfääriõhu kaitse	-
Tööde kirjeldus (vastavalt Riigihangete Registris defineeritule)	-	Haigla katlamaja rekonstrueerimine põlevkiviõli kasutamiseks, soojussõlmede vahetus	Katlamaja rekonstrueerimise projekteerimis-ehitustööd, toimub üleminek biokütuste kasutamisele	-

Tabelist 4.1 nähtub, et veel 2000. aastal toetati põlevkiviõlile üleminekut kui energiasäästlikku tegevust. Seega on riiklikus energiapoliitikas viimase kümne aasta jooksul toimunud suhteliselt suuri muutusi.

Tabel 4.2. Kirde katlamaja kaugküttevõrgus teostatud mahukaimad renoveerimistööd [10, 39]

Näitaja	Ühik	Kirde katlamaja soojatrasside rekonstrueerimine	Kirde katlamaja rekonstrueerimine	Kirde katlamaja soojustrassi renoveerimine	Kokku
Valmimise aeg	-	30.09.2005	31.01.2006	30.08.2006	-
Kogumaksumus	EUR	114807	327666	150775	593248
Toetussumma	EUR	0	290007	118034	408041
Omaosalus	EUR	114807	37659	32741	152466
Toetus	%	0	89	78	69
Programm, mille raames toetust saadi	-	Teostati oma vahenditest	KIK - Energeetika, 4.0202-0205	PHARE projekt "Kohalike omavalitsuste energiasäästu toetusseem", toetus riigieelarvest	-
Tööde lühikirjeldus	-	Soojatrasside väljavahetamine. Trassi pikkus 460 jm.	Amortiseerunud seadmete lammutamine ja uute paigaldamine. Katlamaja ühendamine kaugküttevõrguga	Soojustrassi ehitamine - 932 jm kaevikut.	-

Tabel 4.3. Keskkatlamaja võrgupiirkonnas teostatud mahukaimad renoveerimistööd [10, 39]

Näitaja	Ühik	Keskkatlamaja renoveerimine	Elva Lasteaia Murumuna soojatrassi ehitamine	Elva linna keskkatlamaja soojustrasside rekonstrueerimine	Kokku
Valmimise aeg	-	10.10.2007	15.12.2008	15.11.2011	-
Kogumaksumus	EUR	600957	42769	703909	1347635
Toetussumma	EUR	326867	0	351955	678822
Omaosalus	EUR	274089	42769	351955	668813
Toetus	%	54	0	50	50
Programm, mille raames toetust saadi	-	- (vt MÄRKUS 1)	- (vt MÄRKUS 2)	KIK - Taastuvenergia laialdasem kasutamine	-
Tööde kirjeldus (vastavalt Riigihangete Registris defineeritule)	-	- (vt MÄRKUS 1)	Keskkütte soojatrassi ehitamine.	Elva linna kaugküttevõrgu rekonstrueerimine ja laiendamine Keskkatlamaja piirkonnas.	-
MÄRKUS 1 – MÄRKUS 2 –	Keskkatlamaja renoveerimise täpsem etapiline kirjeldus on nähtav tabelist 4.4 KIK-i ja Riigihangete Registri kodulehtedel toodud andmete erinevuse tõttu. Teostatud omavahenditest				

Tabelid 4.2 ja 4.3 näitavad, et teostatud renoveerimistööd olid suure kapitalimahukusega. Katelseadmetesse tehtud investeeringud on reeglina lühema tasuvusajaga kui investeeringud soojatrassidesse ning seetõttu on suur tähtsus asjaolul, et kaugkütetrasside renoveerimisele kulus üle 55 % kogumaksumusest.

Tabel 4.4. Keskkatlamaja renoveerimise etappide kirjeldus [10]

Teostatud töö	Valmimise aeg	Maksumus, EUR	Programm, mille raames toetust saadi	Tööde kirjeldus
Keskkatlamaja rekonstrueerimine I etapp	15.10.2006	79826	Euroopa Regionaalarengu Fond. RAK meede 4.2 "Keskkonnavalase infrastruktuuri arendamine" projekt "Elva linna keskkatlamaja rekonstrueerimine biokütuse põletamiseks".	Katlamaja amortiseerunud torustiku lammutamine ja utiliseerimine, soojusmõõdusõlme ja veetöötlussõlme ehitamine
Keskkatlamaja rekonstrueerimine II etapp	31.05.2007	509285		Katlamaja rekonstrueerimine, osaline olemasoleva hoone rekonstrueerimine ja soojusenergia tootmise seadmete hankimine ja paigaldamine.

Vastavalt ülaltoodud tabelites esitatud andmetele, on Elva kaugküttevõrkudesse suunatud investeeringute maht Riigihangete Registri andmetel 2,26 mln eurot, millest 59,7 % saadi erinevatest toetusmehhanismidest. Seetõttu pidid nii Elva linn kui ka Elva Soojus OÜ (kuivõrd investeeringute omafinantseeringu maksmise kohustuse võttis üksus, mis toetuse sai) 2,26 mln eurot suurusest investeeringust vaid 1,35 mln eurot suuruse summa katma. Edaspidiseid suuremaid investeeringuid esialgu planeeritud pole ning seega toimub investeerimistegevus vastavalt tavapärase äri- ja majandustegevuse käigus tekkivatele vajadustele.

4.5. Kaugküttevõrk Elvas

Kui Märja Monte OÜ poolt 2000. aastal tehtud Elva linna soojavõrgu arengukavas oli trasside kogupikkusena mainitud 4808 m, millest enamik oli ehitatud 1980. aastal [38, lk 6] Seega olid soojatrassid suhteliselt kehvas tehnilises seisukorras. Investeerimis- ja renoveerimistegevuste tulemusena on töö valmimise ajaks linnas paiknevast 4930 m pikkusest kaugküttetrassist välja vahetamata vaid 65 m pikkune lõik. Kaugküttetrasside jaotumisest erinevate piirkondade vahel annab tabel 4.5

Tabel 4.5. Elva linna kaugküttetrassid

Kaugküttepiirkond	Kahetorulise trassi pikkus, m
Keskkatlamaja	3432
Kirde katlamaja	1358
Haigla katlamaja	140
Kokku	4930

Tabeli 4.5 andmed pärinevad Elva linnamajanduse osakonna juhataja Kalev Kepi poolt väljastatud vastuselt teabenõudele.

Pärast 2006...2007 toimunud renoveerimistööid hakkasid Kirde ja Keskkatlamajade võrgupiirkondades tööle kaks hakkpuidukatlamaja. Kuivõrd eelnevalt töötanud põlevkiviõlikatlad olid suhteliselt heas seisukorras, jäeti need tipukoormuste katmise eesmärgil alles. Elvas paiknevatest võimsamatest katelseadmetest annab ülevaade alljärgnev tabel (tabel 4.6).

Tabel 4.6. Elva kaugküttepiirkondi teenindavad katelseadmed

Katlamaja asukoht	Katla tüüp	Arv	Vanus, a	Kütus	Võimsus, MW	Aastane soojusenergia toodang, MW·h/a
Nooruse 8	BET 500	1	28	põlevkiviõli	5,8	100,4
Nooruse 8		1	5	puiduhake	4,0	10341,6
Kirde 6	RFW 1500	2	31	põlevkiviõli	1,5	172,4
Kirde 6	HKRSV 1300	1	6	puiduhake	1,3	3442,9
Supelranna 21	VIARDUS G500	1	11	põlevkiviõli	0,5	1270,6
Supelranna 21		1	-	puiduhake	0,75	
Valga mnt 7a	Wolf GT515	1	-	kerge kütteõli	0,87	
Valga mnt 7a	Wolf GT413	1	-	kerge kütteõli	0,745	pole teada

Tabelis 4.6 esitatud katelseadmete aastane soojusenergia toodang on väljendatud arvutuslike suurustena, mis on leitud vastavalt kolmandas peatükis toodud metoodikale. Valga mnt 7a aadressil paiknevad kaks ettevõtte Enics poolt eksploateeritud katelseadet [40], mida pärast Elva kaugküttevõrguga liitumist kasutatakse vaid suvisel perioodil sooja tarbevee saamiseks ning seetõttu puudub töö autoril hetkel teave katelseadmete toodangu kohta.

Vastavalt eelnevalt esitatud andmetele on 2012/2013 aasta kütteperioodi alguseks on soojusenergia tootmine Elva kaugküttepiirkondades peaaegu täielikult üle viidud biokütuste kasutamisele. Fossiilseid kütuseid (s.o. põlevkiviõli ja kerget kütteõli) tarvitatakse vaid tipukoormuste katteks ning ajal, mil biokütusel töötavaid katelseadmeid puhastatakse või hooldatakse.

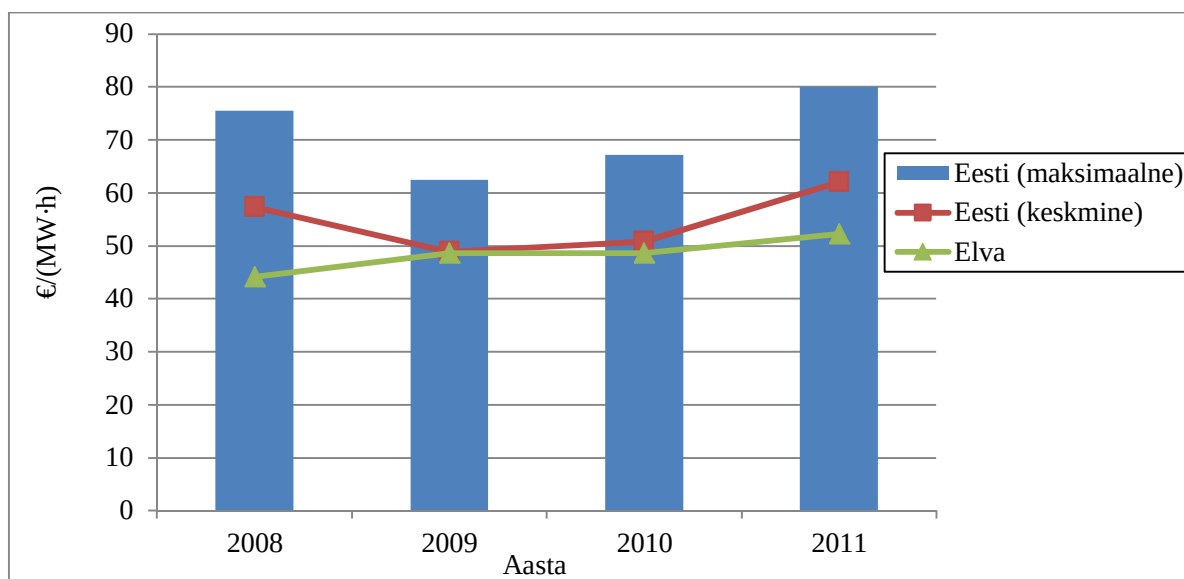
4.6. Soojaenergia tarbijad

37 % Elva kaugküttepiirkonnas müüdud soojusenergiast tarbitakse elamusektoris. Avaliku sektori hoonete ning tööstuse ja kaubandusega tegelevate ettevõtete tarbimine on vastavalt 29 % ning 34 %. Suur avaliku sektori osakaal tarbimises suurendab Elva linna kui Elva Soojus OÜ omaniku motivatsiooni energia hinda madalal hoida, sest seeläbi vähendatakse ka enda püsikulusid.

Potentsiaalsete tarbijatena mainiti Elva linnamajanduse osakonna juhataja poolt kaht linnavalitsuse haldusalasse kuuluvat hoonet: muusikakooli (Kalda 11) ning sotsiaalmaja (Pikk 26). Samuti on liitumissoovi avaldanud klaasitoodetega tegelev OÜ Mareplex (Pikk 4a). Mainitud tarbijate liitumisega kaasnevat on arvutatud peatükis 5.

4.7. Soojamajandusse tehtud investeeringute mõju tarbijatele

Üleminek puitkütuseid põletavatele katelseadmetele on võimaldanud Elva kaugküttevõrgus hoida soojusenergia hinda suhteliselt madalal. Alljärgneval graafikul (joonis 4.5) on toodud soojusenergia MW·h hinna võrdlus keskmiste ja maksimaalsete Konkurentsiameti poolt kehtestatud maksimaalsete soojusenergia hindadega lõpptarbijatele.



Joonis 4.5. Soojusenergia hind Elvas võrrelduna Eesti näitajatega [41]

Jooniselt 4.5. nähtub, et võrreldes Konkurentsiameti poolt kehtestatud maksimaalsete piirhindadega lõpptarbijatele, on Elva Soojus OÜ poolt rakendatud soojusenergia hind füüsilisest isikust tarbijale jäänud igal aastal madalamaks, kui kehtestatud maksimaalsete piirhindade keskmine. Tuleb siiski märkida, et kehtestatud maksimaalne piirhind ei tähenda automaatselt olukorda, kus seda rakendatakse. Graafikul kajastatud hindadele lisandub käibemaks.

5. REGIOONI VÕIMALIKUD TULEVIKUSTSENAARIUMID

5.1. Tulevikustsenaariumite üldkirjeldus

Eelnevast peatükist nähtus, et tänu erinevatele investeerimis- ja renoveerimistegevustele on soojusenergia hind praegusel hetkel hind madalamaid Eestis: eraisikutele 52,28 €/ (MW·h) ning juriidilistele isikutele 56,56 €/ (MW·h) [35]. Kui neljandas peatükis analüüsiti tegevusi, mille abil praegusse olukorda jõuti ning hetkesituatsiooni olemust, siis käesolevas peatükis on keskendutud erinevate kaugküttevõrgu tulevikuvõimaluste prognoosimisele ning nende analüüsimisele.

Tulevikustsenaariumid jaotati nelja kategooriasse:

- 1) tavapärase äri- ja investeerimistegevuse jätkumine;
- 2) koostootmisjaama ehitamine ning Kesk- ja Kirde katlamaja võrgupiirkondade ühendamine;
- 3) koostootmisjaama ehitamine ning Kesk-, Haigla ja Kirde katlamaja võrgupiirkondade ühendamine;
- 4) koostootmisjaama ehitus Keskkatlamaja kaugküttepiirkonda.

Stsenaariumid II ja III sisaldavad lisaks eespool kirjeldatule peatükis 4.6 kirjeldatud potentsiaalsete tarbijate liitmist kaugküttevõrku.

Kõigi tulevikuperspektiivide kohta loodi andmetabelid, mis kirjeldavad tootmismahude muutumist. Kui baasaasta tootmismahud arvutati kolmandas peatükis esitatud valemite ning lähteandmete põhjal, siis tulevikuproгноos loodi, toetudes EL-i ning Eesti energiapoliitika suundumustele (vt ptk 2). Tulevikustsenaariumi (aasta 2025) jaoks loodi eeldus, et soojusenergia tarbimine väheneb tänu renoveerimistele 40 % nii elamu- kui ka avaliku sektori ning 10 % tööstus- ja kaubandussektori hoonetes.

Lisandväärtuse tekitamiseks kaalutakse kõigis tavapärase äri- ja majandustegevusega mitte ühtivates tulevikuproгноosides ORC-tüüpi koostootmisjaama kasutuselevõttu.

ORC-seade ehk *Organic Rankine Cycle* põhimõttel töötavas koostootmisjaamas kantakse, erinevalt vesi-aur koostootmisjaamadest, soojusenergiat üle orgaanilise õli abil. Orgaanilise termoõli temperatuur ulatub kuni 310 °C-ni, mis tagab pika eluea nii õlile kui seadmele tervikuna. Antud koostootmisseedme eelistena saab veel mainida kõrget üldist kasutegurit (kuni 98 %), kõrge automatiseerituse tasemest tulenevat jaama püsitootajaskonna vähest oskusteabe vajadust ning võimet töötada kuni 10 % nimivõimsuse juures. ORC-tüüpi koostootmisjaamad on hea elektrilise kasuteguri tõttu väikeste väljundvõimsuste juures suhteliselt tõhusad (võrreldes teiste levinud koostootmisjaamadega). Tehnoloogia sobib kasutamiseks kuni 2,5 MW-se elektrilise väljundvõimsuse juures [42].

5.2. I stsenaarium – tavapärane äri- ja investeerimistegevus

Stsenaariumi „Tavapärase äri- ja investeerimistegevuse jätkamine“ loomisel lähtuti 2008...2010 tarbimisandmetest, millele lisati 2011. aastal liitunud tarbijate hinnanguline soojusenergiavajadus (arvutusmetoodika on toodud kolmandas peatükis). Kuivõrd Elvas on nüüdseks renoveerimata vaid 65 m trassi, kuid renoveerimistöödega jõuti lõpuni alles

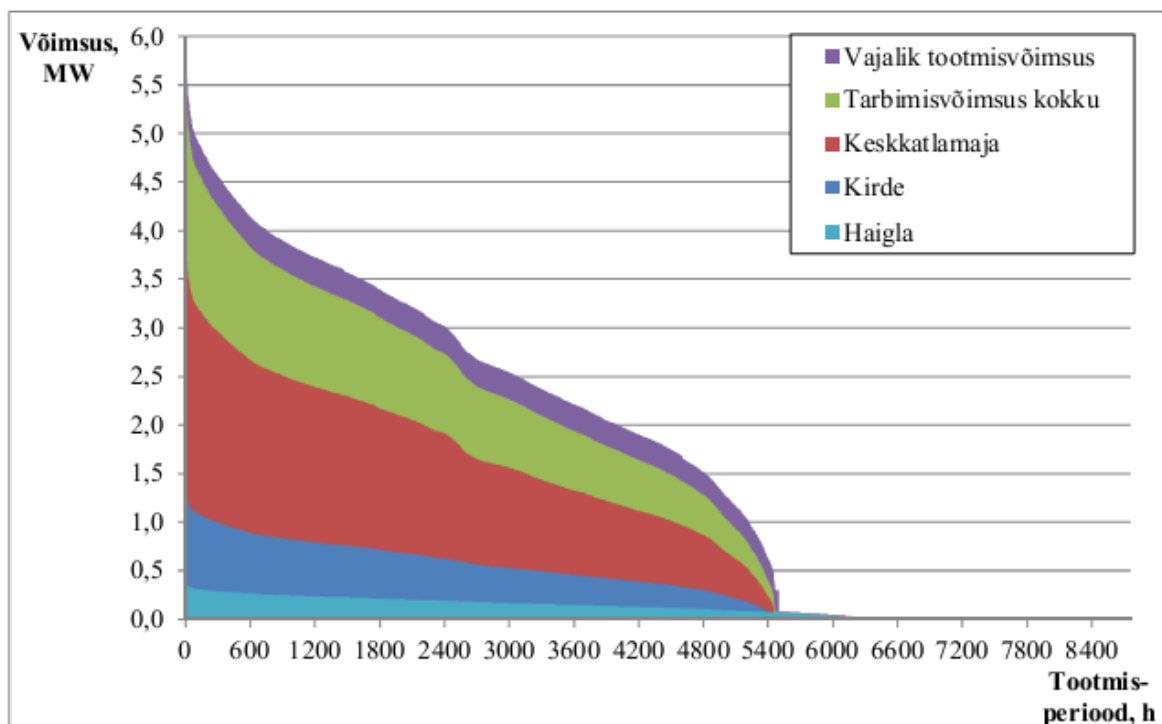
2011 aasta sügisel, siis puudusid täpseid andmeid võrgukadude kohta Keskkatlamaja võrgupiirkonnas. Arvutustulemused on koondatud tabelisse 5.1.

Tabel 5.1. Tavapärase äri- ja investeerimistegevuse stsenaariumi arvutustulemused

Näitaja	Ühik	Baas	2025
Soojusenergia müük lõpptarbija juures	MW·h/a	13803	9390
sh elamufond 37%	MW·h/a	5097	2957
omavalitsuse hooned 29%	MW·h/a	3942	2287
tööstus ja teenindus 34%	MW·h/a	4764	4146
Kaod	MW·h/a	1559	1455
Kokku	MW·h/a	15362	10845
Kütteperiood	h	5496	5088
Tipukatelde toodang	MW·h/a	273	186
Soojatrassi renoveerimine	m	65	

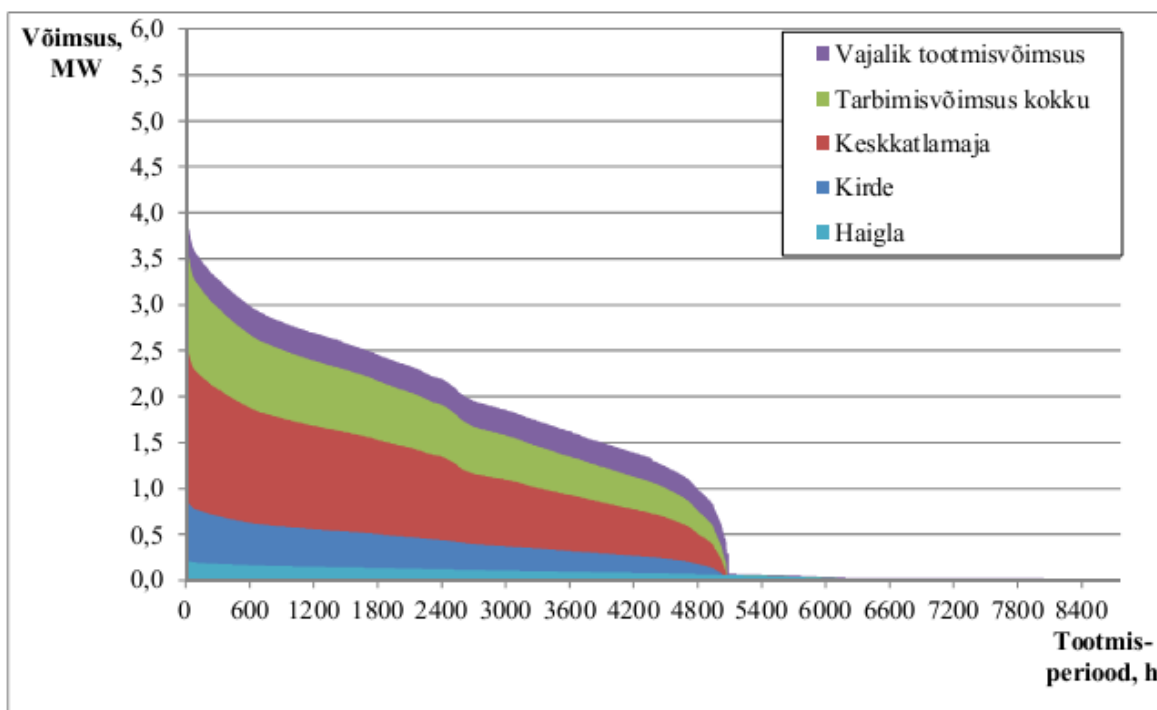
Kütteperioodiks valiti erinevate aastate mai- ning septembrikuu toodangute abil küttekarakteristikuid modelleerides tavapärase 216 päeva asemel 229 päeva. Kütteperioodiks aastal 2025 valiti 1. oktoober – 30. aprill (s.o. 216 päeva), arvestades, et soojusenergia tarbe vähenedes väheneb soojemate ilmade saabumisel tänu paremale vabasoojuse ära kasutamisele vajadus hoonetele lisakütte tarnimiseks.

Kõigi katlamajade arvutuslikku toodangut normeeritud baasaastal on näha alljärgnevalt graafikult (joonis 5.1).



Joonis 5.1. Elva kaugküttesüsteemi soojuskoormuse kestvusgraafik normeeritud tootmisperioodil

Maksimaalne summaarne tootmisvõimsus ligineb baasaastal 5,77 MW-le, kusjuures Haigla katlamaja võrgupiirkonnas toimuv aastaringne tarbimine on tekkinud sooja tarbevee vajadusest.



Joonis 5.2. Elva kaugküttesüsteemi arvutuslik soojuskoormuse kestvusgraafik aastal 2025

Võrreldes baasaastaga on jooniselt 5.2 näha, et tootmisvõimsust väljendav kõver on muutunud laugemaks, tipnedes 4,11 MW juures. Aasta keskmine tootmisvõimsus jääb siiski 2 MW piirimaile.

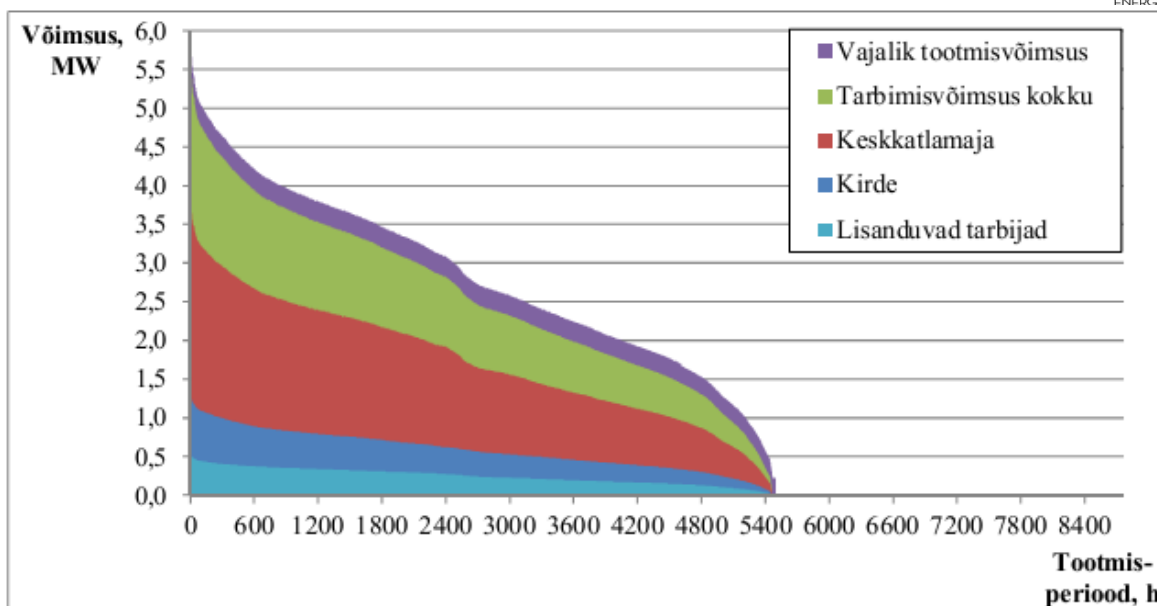
Tootmisvõimsuse vähenemist kirjeldab samuti tabel 5.1, kus 15362 MW·h suurune tootmismahu prognoos baasaastal on aastaks 2025 langenud 10845 MW·h-ni. Tuleb mainida, et selline tarbimismahu langus kogu kaugküttevõrgus tekib vaid juhul, kui toimuvad renoveerimised ning uusi tarbijaid võrku ei liideta.

5.3. II stsenaarium – Kesk- ja Kirde katlamaja kaugküttepiirkondade ühendamine

Selles stsenaariumis leiti tootmismahud ja -võimsused olukorraks, kus liidetakse Kirde ja Keskkatlamajade kaugküttepiirkonnad. Keskkatlamajja (Nooruse 8) paigaldatakse ORC-tüüpi koostootmisjaam. Jaama valikul lähtuti Kirde ja Nooruse katlamajade arvestuslikust kogutoodangust, lisanduvatest tarbijatest ning rajatava soojatrassi kadudest.

Haigla katlamaja jääb autonoomselt töötavaks ning pole seetõttu arvutuslike tootmisvõimsuste kestvust illustreerivatel graafikutel (joonis 5.3; joonis 5.4) kajastatud.

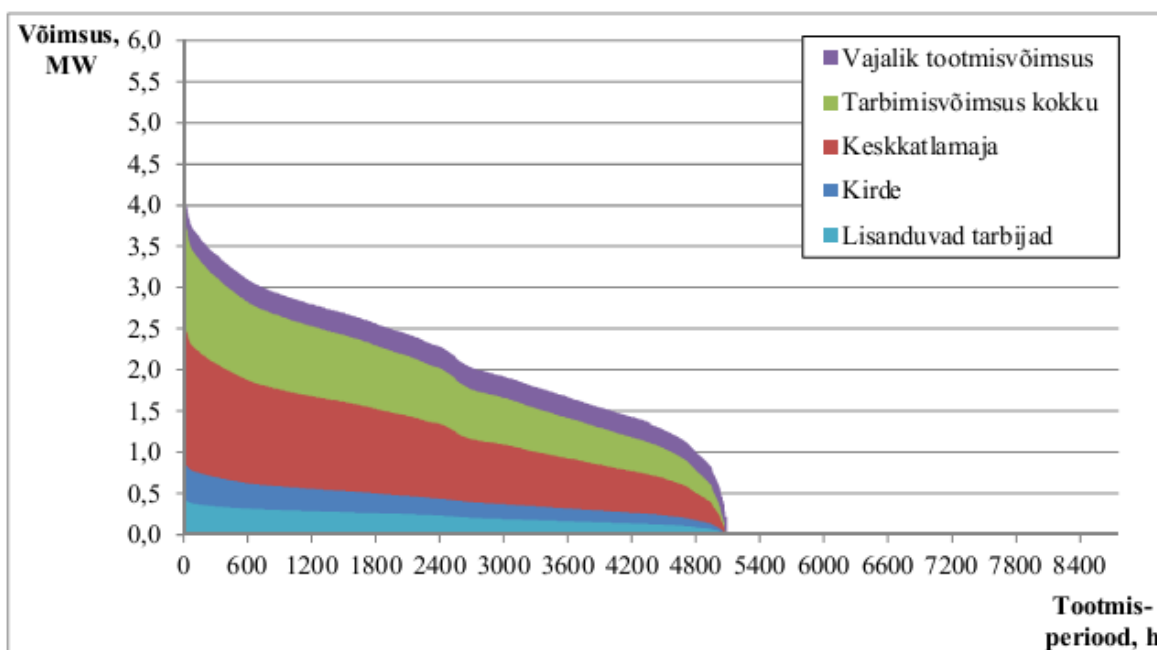
Vastavalt tarbimisprognoosile valiti tootmisüksuseks Turboden TD 10 CHP, mille maksimaalne soojusenergia tootmisvõimsus kaugküttevõrku on 4095 kW_h. Seda võimsust arendades suudab seade elektrivõrku anda 1000 kW_e suurust tootmisvõimsust [43].



Joonis 5.3. Prognoseitav soojuskoormuse kestvusgraafik Kesk- ja Kirde katlamaja kaugküttevõrkudes normeeritud tootmisperioodil

Ülaltoodud jooniselt nähtub, et tänu uutele lisanduvatele tarbijatele on soojaenergiatarbe jaoks vaja minevat tootmismaht suurem, kui kõigi võrgupiirkondade jaoks kokku, tipnedes 5,87 MW juures.

Koostootmisjaama soojuslik võimsus valiti väiksem maksimaalsest tootmisvajadusest, kuivõrd prognoosi järgi väheneb vajalik maksimaalne tootmisvõimsus 4,29 MW-ni (joonis 5.4). Suurema koostootmisjaama ehitamise põhjenduseks võib kaaluda asjaoluga, et elektrienergia nõudlus tulevikus suureneb (nt renoveeritud majade ventilatsiooninõudluse arvelt) ning fossiilsetest kütustest toodetava elektrienergia toodang väheneb või läheb järjest kallimaks.



Joonis 5.4. Prognoseitav soojuskoormuse kestvusgraafik II stsenaariumi korral 2025. aastal Kesk- ja Kirde katlamaja kaugküttevõrkudes

Kuivõrd renoveeritud Kesklinna soojatrass projekteeriti nii, et perspektiivis saaks liituda 1000 kW, eeldame, et ajal, mil koormus on antust suurem, käitatakse Kirde katlamajas paiknevate seadmetega. Arvutuste käigus selgus, et valides ühendustrassile maksimaalseks koormuseks 1000 kW jääb praeguste tarbimismahude juures trassi läbilaskevõimsusest puudu 1990 h aastas. Tulevikustsenaariumi arvutustulemused on toodud tabelis 5.2.

Tabel 5.2. II stsenaariumi arvutustulemused

Näitaja	Ühik	Baas	2025
Soojusenergia müük lõpptarbijate juures	MW·h/a	15176	10524
sh elamufond 37%	MW·h/a	5604	3090
omavalitsuse hooned 29%	MW·h/a	4334	2390
tööstus ja teenindus 34%	MW·h/a	5238	4332
Kaod	MW·h/a	1605	1499
Kokku	MW·h/a	16769	12011
Kütteperiood	h	5496	5088
Tundide arv, mil trassi läbilaskevõimsus on ebapiisav	h	1990	451
Puudu jääv soojaenergia kogus	MW·h/a	442	48
Tundide arv, mil koostootmisjaama võimsus on ebapiisav	h	788	58
Puudu jääv soojaenergia kogus	MW·h/a	405	12
Toodetav elektrienergia kogus	MW·h/a	3691	2713
Koostootmisjaama omatarve	MW·h/a	280	260
Soojatrassi renoveerimine, ehitamine	m	1718	

Elektrienergia tootlikkuse arvutamiseks kasutati eeldust, et seos soojusliku ning elektrilise tootmisvõimsuse vahel on lineaarne ning et elektrienergiat suudetakse toota kuni soojuslik võimsus langeb 10 %-ni maksimaalsest [42]. Seega on antud stsenaariumis on eeldatud, et elektrienergiat toodetakse toetuse saamiseks kõrvalproduktina soojusenergiaks, mitte vastupidi. Koostootmisjaama omatarve leiti andmelehel [43] saadud tarbimisvõimsuse ning kütteperioodi pikkuse järgi.

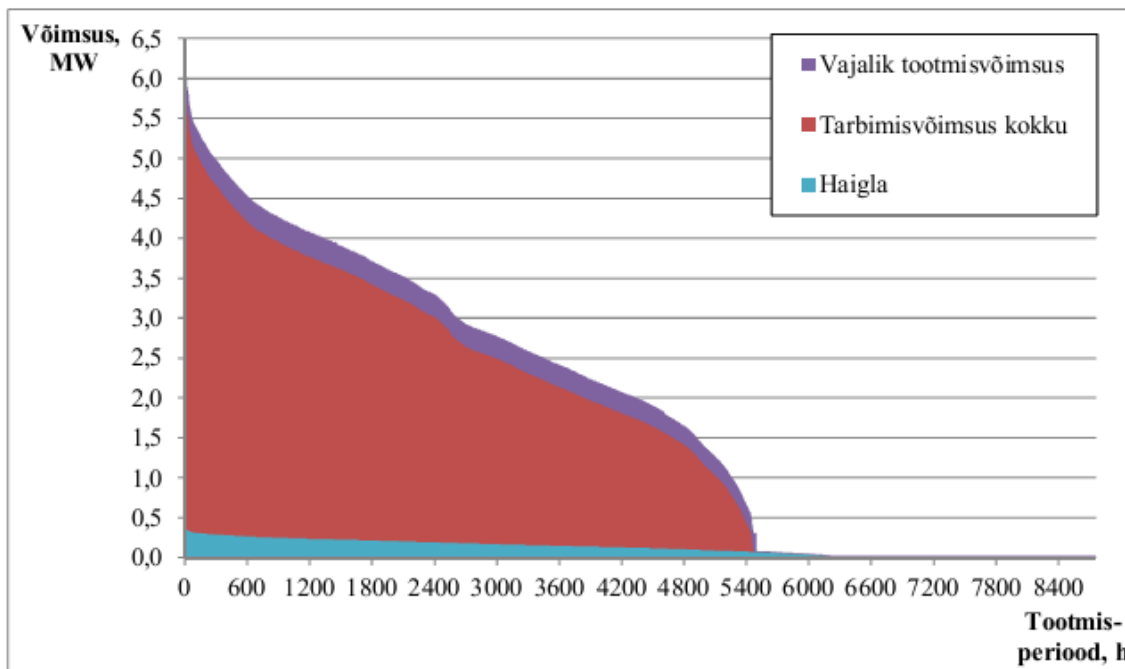
Kuigi koostootmisjaama võimsus on, erinevalt trassi läbilaskevõimsusest, ebapiisav vaid 788-l tunnil, tuleb antud juhul optimeerida süsteem soojustrassi maksimaalse läbilaskevõimsuse järgi. Baseerudes eeldusele, et Kirde katlamajas paiknev katelseade ei ole koostootmisjaama valmimise ajaks täielikult amortiseerunud, kaetakse osa vajaminevast energiavajadusest (378 MW·h) seal paikneva soojusgeneraatoriga. Põlevkiviõlil töötavate tipukatelseadmete tootmisvajaduseks hinnati 64 MW·h.

Aastal 2025 kaetakse kogu puudu jääv soojusenergia kogus tipukatelde abil. Seega on vaja minev soojusenergia kogus dikteeritud trassi maksimaalse soojusläbilaskevõimsuse järgi ning vaja minevaks soojusenergia koguseks on 48 MW·h.

5.4. III stsenaarium – Kesk-, Kirde ja Haigla katlamaja kaugküttepiirkondade ühendamine

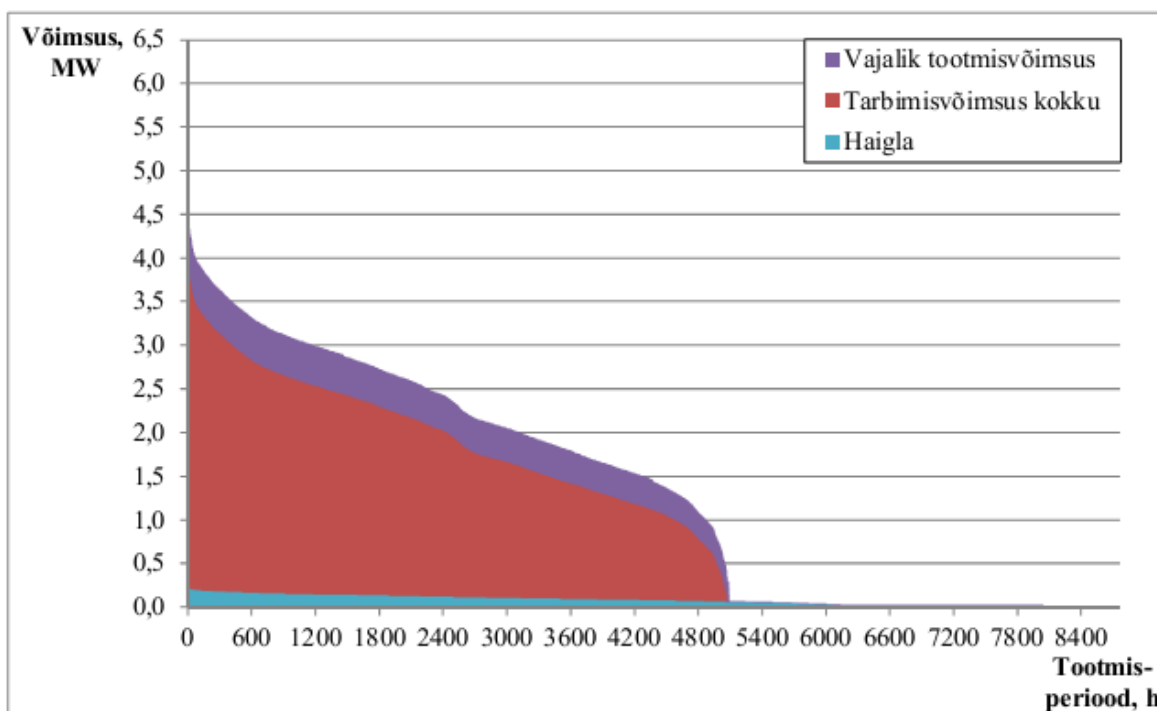
III tulevikuperspektiivi puhul arvutati Kesk- Kirde ja Haigla katlamajade poolt soojusega varustatavate tarbijate ühendamisega seonduvad muudatused võrgus. Sarnaselt II stsenaariumile, liidetakse võrgupiirkondade ühendamiseks kasutatava trassi ligidal paiknevad potentsiaalsed uued tarbijad. Seetõttu on antud stsenaarium kõige suurema investeerimismahuga. Antud juhul on lahendatud ka olemasoleva, juba renoveeritud trassi,

soojusenergia läbilaskevõime piiratus: Nooruse katlamajast rajatakse ~500 m pikkune lisatrass vastava trassi osa läbilaskevõime suurendamiseks.



Joonis 5.5. Elvas paiknevate kaugküttevõrkude soojuskoormuse kestvusgraafik normeeritud tootmisperioodil kõigi küttepiirkondade ühendamisel

Vastavalt joonisel 5.5 toodule on kõigi tarbijate ühtsesse võrku ühendamise ning uute tarbijate lisandumisel maksimaalseks tarbimisvõimsuseks 6,28 MW. Samal ajal on jooniselt 5.6 näha, et 2025. aastaks langeb vastavalt defineeritud tarbimise vähenemisele vajalik tootmisvõimsus 4,57 MW-ni.



Joonis 5.6. Prognoositav kaugküttevõrkude soojuskoormuse kestvusgraafik aastal 2025 kõigi küttepiirkondade ühendamisel

III stsenaariumi kohta teostatud arvutuste üldkokkuvõte on toodud tabelis 5.3.

Tabel 5.3. III stsenaariumi algandmed

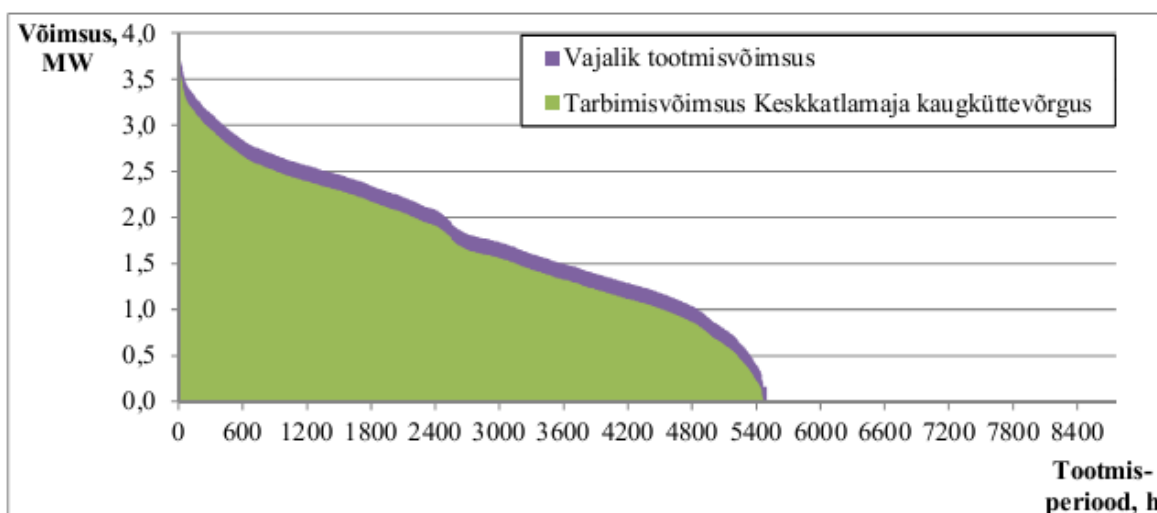
Näitaja	Ühik	Baas	2025
Soojusenergia müük lõpptarbija juures	MW·h/a	15176	10524
sh elamufond 37%	MW·h/a	5604	3090
omavalitsuse hooned 29%	MW·h/a	4334	2390
tööstus ja teenindus 34%	MW·h/a	5238	4332
Kaod	MW·h/a	1605	1499
Kokku	MW·h/a	16781	12022
Kütteperiood	h	5496	5088
Tundide arv, mil koostootmisjaama võimsus on ebapiisav	h	1260	76
Puudu jääv soojaenergia kogus	MW·h/a	739	16
Toodetav elektrienergia	MW·h/a	3901	2900
Koostootmisjaama omatarve	MW·h/a	280	260
Soojatrassi renoveerimine, ehitamine	m	2328	

Ülaltoodud tabeli põhjal saab öelda, et kuigi esialgne kasulikkus tundub antud stsenaariumi puhul suurem, sest puuduvad kaugküttetrasside läbilaskevõimsusest tulenevad probleemid, tuleb siiski suhteliselt suur osa (739 MW·h) esimestel aastatel vaja minevast soojusenergiast toota Kirde katlamajas paikneva katelseadmega.

Antud stsenaariumi mõttekust vähendab siiski asjaolu, et Haigla katlamaja renoveerimine lõpetatakse selle aasta sügisel, mistõttu puudub reaalne investeeringuvajadus selle katlamaja uuendamiseks või ümber ehitamiseks järgmisel 15 aasta jooksul.

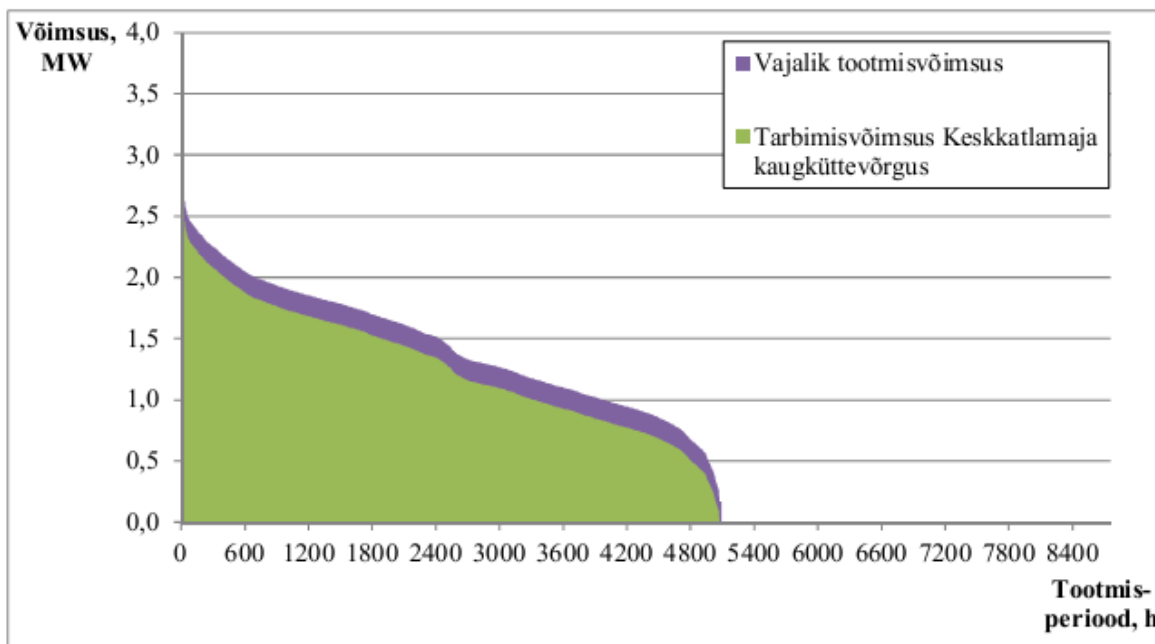
5.5. IV stsenaarium – koostootmisjaama ehitus Keskkatlamaja võrgupiirkonda

Siinjuhul vaadeldakse vaid Keskkatlamaja kaugküttepiirkonda, milles renoveeritakse 65 m trassi ning Nooruse 8 paiknevasse katlamajja paigaldatakse väiksema võimsusega koostootmisjaam: Turboden TD 7 CHP, millel 3146 kW_h ja 729 kW_e [43].



Joonis 5.7. Koostootmisjaama koormuskestvusgraafik Keskkatlamaja kaugküttepiirkonnas normeeritud tootmisperioodil

Tarbijate soojusenergia vajaduse katmiseks vaja minevat tootmisvõimsust baasaastal kirjeldab joonis 5.7. Nagu näha, on juba baasaastal vaja koostootmisjaamal arendada 3,96 MW suurust soojuslikku võimsust: sellest ka väiksema koostootmisjaama valik.



Joonis 5.8. Prognoseeritud Keskkatlamaja kaugküttevõrgu soojuskoormuse kestvusgraafik 2025. aastal

2025. aastaks on koormusgraafikult välja loetav maksimaalne vajalik koostootmisjaama tootmisvõimsus muutunud 2,84 MW-ni, millest tulenevalt suudab valitud jaam katta kogu soojusenergiavajaduse ning seega puudub vajadus tipukatelde kasutamiseks (tabel 5.4).

Tabel 5.4. IV stsenaariumi lähteandmed

Näitaja	Ühik	Baas	2025
Soojusenergia müük lõpptarbija juures	MW·h/a	13803	9390
sh elamufond 37%	MW·h/a	5097	2957
omavalitsuse hooned 29%	MW·h/a	3942	2287
tööstus ja teenindus 34%	MW·h/a	4764	4146
Kaod	MW·h/a	1559	1455
Kokku	MW·h/a	15362	10845
Kütteperiood	h	5496	5088
Tundide arv, mil koostootmisjaama võimsus on ebapiisav	h	332	0
Puudu jääv soojaenergia kogus	MW·h/a	79	0
Toodetav elektrienergia	MW·h/a	2520	1795
Koostootmisjaama omatarve	MW·h/a	219	204
Soojatrassi renoveerimine, ehitamine	m	65	

Tabelis 5.4 esitatu põhjal on võimalik öelda, et aastaks 2025 prognoositavate tarbimismahtude juures ei saavuta katelseade oma maksimaalset tootmisvõimsust ning

seetõttu langeb elektrienergia toodang 29% võrra. Samas on antud stsenaarium kõige väiksema alginvesteeringuga ning seega kõige tõenäolisem teostatavuse poolest.

5.6. Tulevikustsenaariumite võrdlus

Erinevaid koormusgraafikuid koostades ning soojusenergia vajadusi modelleerides koostatud tulevikustsenaariumid kajastavad toomismahte, mida Elva kaugküttevõrgus olevad katelseadmed normeeritud aastal väljastama peaksid. Kuivõrd majandusanalüüs ei mahtunud käesoleva töö raamidesse, siis teostatakse tulevikustsenaariumide võrdlus energia- ja mahuühikute baasil. Ülevaate vaja minevatest kütusekogustest ning tootmismahitudest erinevate stsenaariumite korral annab tabel 5.5

Tabel 5.5. Kokkuvõtte tulevikustsenaariumite arvutustulemustest

Aasta	Näitaja	I stsenaarium	II stsenaarium	III stsenaarium	IV stsenaarium
Baas	Vajaminev puitkütuse kogus, m ³ /a	29118,6	35893,2	36318,8	32453,7
	Vajaminev põlevkiviõli kogus, t/a	25,2	5,9	5,9	7,3
	Toodetav soojusenergia MW·h/a	15362,4	16768,7	16781,4	15362,4
	Kaod soojavõrgus, %	10,2	9,5	9,6	10,2
	Toodetav elektrienergia, MW·h/a	-	3691,1	3900,6	2520,2
2025	Vajaminev puitkütuse kogus, m ³ /a	20571,4	25872,6	26036,6	23124,3
	Vajaminev põlevkiviõli kogus, t/a	17,2	4,4	4,4	0,0
	Toodetav soojusenergia MW·h/a	10845,5	12010,6	12023,1	10845,5
	Kaod soojavõrgus, %	13,4	12,4	12,5	13,4
	Toodetav elektrienergia, MW·h/a	-	2712,7	2900,0	1795,1

Tabelis kajastatavad puit- ja fossiilsete kütuste koguse leiti, kasutades valemeid

$$V_{hake} = \left(\frac{Q_{katel}}{\eta_{katel}} + \frac{Q_{CHP}}{\eta_{CHP} \cdot \eta_h} \right) \cdot TAK_{hake}^{-1}, \quad (5.1)$$

- kus V_{hake} on vaja mineva hakkpuidu koguse maht m³;
- Q_{katel} – tavalise hakkpuidu katelseadmega toodetav soojusenergia MW·h;
- η_{katel} – tavalise hakkpuidu katelseadme kasutegur ($\eta_{katel} = 0,8$);
- Q_{CHP} – koostootmisjaamas toodetav soojusenergia MW·h;
- η_{CHP} – koostootmisjaama kasutegur ($\eta_{CHP} = 0,98[43]$);
- η_h – koostootmisjaama soojuslik kasutegur ($\eta_{CHP} = 0,805[43]$);
- TAK_{hake} – Elvas kasutatava hakkpuidu alumine kütteväärtus MW·h/m³ ($TAK_{hake} = 0,648 \text{ MW·h/m}^3$).

$$m_{p.\delta li} = \frac{Q_{\delta likatel}}{\eta_{\delta likatel} \cdot TAK_{\delta li}}, \quad (5.2)$$

- kus $m_{p.\delta li}$ on kasutatava põlevkiviõli kogus t;
- $Q_{\delta likatel}$ – põlevkiviõlikatelseadmega toodetav soojusenergia MW·h;
- $\eta_{\delta likatel}$ – tavalise hakkpuidu katelseadme kasutegur ($\eta_{\delta likatel} = 0,9$);
- $TAK_{\delta li}$ – põlevkiviõli alumine kütteväärtus MW·h/t ($TAK_{\delta li} = 10,8$ MW·h/t [21]).

Tabeli 5.5 tulemustest nähtub, et kuigi I ja IV ning II ja III stsenaariumi tarbimismahud ning trassikaod on vastavalt samaväärsed, siis vajaliku energia koguse saamiseks kasutatav puitkütuse kogus iga variandi puhul erinev. Koostootmisjaama kasutus suurendab kulutuste mahtu toorainele, kuigi seadme kasutegur on ligi 18% suurem tavapärase katelseadme omast. Põhjuseks elektri tootmiseks vaja minev energia kogus. Seega on koostootmisjaama ehitamise puhul tähtis jälgida, et toorme maksumus ei ületaks elektri müügist saadavat lisandväärtust.

Kuigi kõige suurem elektri tootmise potentsiaal on II ja III stsenaariumi puhul, muudab suur alginvesteering antud kapitalimahutused kindlasti ebatasuvamaks kui tavapärase äri- ja investeerimistegevuse jätkumine ning seega on kõige mõistlikumaks koostootmisjaama rajamise variandiks IV stsenaarium. Antud stsenaariumi puhul langeb toodangumaht 153632 MW·h-lt 10846 MW·h-ni samal ajal kui elektrienergia tootmine väheneb baasaasta 2520 MW·h tasemelt 2025. aastaks 1795 MW·h-ni. Tulemus on 33...35 % madalam II ja III stsenaariumi elektrienergia tootlikkusest samal ajal kui hakkpuidu vajadus on vaid 10,6...9,4 % väiksem. Seega on II ja III stsenaarium energia müügi mahtude ning lisanduva hakkpuidu koguse suhtarvu arvestades tulusamad, kuid antud stsenaariumide korral suurendab vajalikku algkapitali soojatrasside ning kõrgsurvepumpplate ehitamise vajadus.

Vastavalt I stsenaariumi arvutustulemustele on läbi teostatud investeeringute Elva linnal õnnestunud oma kaugküttepiirkond jätkusuutlikuks muuta, sest isegi peatükis 5.1 defineeritud tarbimismahude vähenemise juures ei muutu soojuskaod võrgus suuremaks kui Konkurentsiameti poolt ette kirjutatud 15 %. Samuti töötavad katelseadmed isegi vähenenud tarbimise juures suhteliselt suurtel koormustel ning seetõttu võib eeldada, et puitkütuse hinna tavapärase kallinemise juures ei ole Elva linnas oodata soojusenergia hinna hüppelist tõusu.

KOKKUVÕTE

Kaigküttevõrgu arengu planeerimisel peab lisaks piirkonna hetkeolukorrale lähtuma paljudest regulatsioonidest ja määrustest, mis ei pruugi otseselt seotud olla soojamajandusega. Seadused, määrused ning arengukavad, mis suunavad inimesi energiasäästumeetmeid kasutusele võtma, mõjutavad nii kaigküttesoojuse tarbijat kui tarnijat.

Elva linn on üks väheseid omavalitsusi Eestis, kes on läbi ainuosalususe soojavõrku haldavas aktsiaseltsis säilitanud kaigküttevõrgu omaniku rolli ning on tänu erinevatele investeerimistegevustele suutnud lisaks katlamajadele ära renoveerida ka peaaegu kõik kaigküttetrassid. Praegune olukord on võimalikuks saanud vaid läbi erinevate toetusmehhanismide kasutamise, väljendudes asjaolus, et viimase kümnendi jooksul on majandustegevuse käigus tehtud 2,26 miljoni euro suurusest koguinvesteeringust kaetud omavahenditest vaid 1,3 miljonit eurot. Tulemusena on suudetud hoida kaigküttesoojuse hinda tarbijale suhteliselt madalal, suurendades samal ajal teenuse kvaliteeti ning usaldusväärsust. Elva linn saavutas renoveerimistega olukorra, kus tarbimise vähenemisel eeldatud mahus jääb trassikadu 15% piiresse tootmismahust, mis on Konkurentsiameti hinnamudeli järgi alates 2017. aastast maksimaalne lubatav trassikadu.

Tulevikustsenaariume luues ei ole võimalik hoiduda aastase energiavajaduse prognoosimisest. Prognoose saab teostada köetava hoone sise- ja välistemperatuuride vahe ning soojuskadude vahelist seost rakendades. Tarbimisandmeid töödeldes leitav küttekarakteristika on üks sellise seose kirjeldaja, võimaldades lisaks olemasolevate tarbijate soojusenergia vajaduse arvutamisele lisada kalkulasioonidesse potentsiaalsete kaigküttevõrguga liitujate tarbimismahud. Seeläbi on võimalik koostada vastava piirkonna jaoks vajaminevate tootmisvõimsuste koormuskestvusgraafikud. Tulevikustsenaariumite lähteandmeid saab leida, muutes kaigküttepiirkonna kui terviku tarbimis- ja tootmistevõimustega seonduvaid parameetreid.

Töös analüüsiti nelja erinevat tulevikustsenaariumi, millest kolm sisaldasid koostootmisjaama rajamist. Stsenaariumite keskmes oli vähenev soojusenergia tarbimis- maht (28,4...29,6 %) ning selle mõjud kaigküttevõrgus juba teostatud renoveerimistele ning uutele investeerimisvõimalustele. Arvutustulemuste võrdlus näitab, et Elva linna kaigküttepiirkondi on võimalik jätkusuutlikult eksploateerida tavapärasest äri- ja majandustegevust jätkates ka siis, kui soojusenergia vajadus tänu hoonete energiatõhususe suurenemisele väheneb. Koostootmisjaamade ehitamist ning kaigküttepiirkondade ühendamist piirab alginvesteeringu mahukus ning suvise tarbimise puudumine.

Kõige teostatavamaks koostootmisjaama rajamise stsenaariumiks on IV stsenaarium, sest selle jaoks vajalik algkapitali maht on vastavatest tulevikuperspektiividest madalaim. Antud stsenaariumi puhul langeb toodangumaht 153632 MW·h-lt 10846 MW·h-ni samal ajal kui elektrienergia tootmine väheneb baasaasta 2520 MW·h tasemelt 2025. aastaks 1795 MW·h-ni. II ja III stsenaarium olid energia müügi- ja tootmis- ning lisanduva hakkpuidu koguse suhtarvu arvestades tulusamad, kuid antud stsenaariumite korral suurendab vajalikku algkapitali soojatrasside ehitamise vajadus.

Tavapärase äri- ja majandustegevuse jätkumist soodustavad seni tehtud investeeringud, madalad soojuskadud kaigküttetrassides, süsteemi paindlikkus energiatarbe vähenemise korral ning tooraine hind. Vastavalt EL-i energeetika suundumustele muutub koostootmisjaama ehitamine nii energeetiliselt kui ka majanduslikult tasuvamaks ajaks, mil hetkel kasutusel olevad katelseadmed täielikult amortiseeruvad.

KIRJANDUS

1. Annex II to the application of Woodenergy and Cleantech project for the Central Baltic Interreg Programme 2007...2013. Turku, Finland, 2010.
2. Abercrombie, N., Hill, S., & Turner, B. S. Dictionary of sociology. Harmondsworth, UK: 1984 Abercrombie, N., Hill, S., & Turner, B. S. (1984). Dictionary of sociology. Harmondsworth, UK: Penguin
3. Yin, R. K. Case Study Research: Design and Methods. – California: Thousand Oaks, 2003. – 219 lk.
4. ScienceDirect. Kättesaadav: <http://www.sciencedirect.com> (14.05.2012).
5. Flyvberg, B. Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 2006, Vol. 12, no 2, pp. 219-245.
6. EnPro Inseneribüroo OÜ. Kaugküttesüsteemide juhtimise praktika Elva kaugküttesüsteemi näitel. – Tallinn 2012. – 17 lk.
7. Statistikaamet. Kättesaadav: <http://www.stat.ee/> (03.05.2012).
8. Ehisregister. Kättesaadav: <http://www.ehr.ee/v12.aspx?loc=01> (03.05.2012).
9. Maa-ameti avalikud kaardirakendused. Kättesaadav: <http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis> (03.05.2012)
10. Riigihangete register. Kättesaadav: <https://riigihanked.riik.ee/lr1/web/guest/index> (03.05.2012).
11. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. Kättesaadav: <http://www.emhi.ee/> (19.05.2012).
12. Riigikontroll. Riigi tegevus soojusvarustuse jätkusuutlikkuse tagamisel. 2011. Kättesaadav: <http://www.riigikontroll.ee/DesktopModules/DigiDetail/FileDownloader.aspx?FileId=11186&AuditId=2169> (09.05.2012).
13. Kaugkütteseadus. *Riigi Teataja*. RT I 2003, 25, 154. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/125032011006> (21.05.2012).
14. Konkurentsiamet. Konkurentsiametiga kooskõlastatud soojuse piirhinnad lõpptarbijatele. 2012. Kättesaadav: <http://www.konkurentsiamet.ee/file.php?21533> (09.05.2012).
15. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. Kütuse ja energiamajanduse pikaajaline arengukava aastani 2015. Eelnõu. 2002. Kättesaadav: <http://www.mkm.ee/doc.php?10022> (09.05.2012).
16. European Commission. Energy 2020. A strategy for competitive, sustainable and secure energy. 2010. COM (2010) 639 final. Kättesaadav: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0639:FIN:EN:PDF> (07.05.2012).
17. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2009/28/EÜ. *Euroopa Liidu teataja*. 5.6.2009, L 140, pp. 16–62.
18. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2010/30/EÜ. *Euroopa Liidu teataja*. 18.6.2010, L 153, pp. 1–35.
19. Energiamajanduse riiklik arengukava aastani 2020. 2009. *Riigi Teataja*. RT I 2009, 33, 215. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/0000/1319/4286/13195400.pdf> (21.05.2012).
20. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. Energiasäästu sihtprogramm 2007-2013. 2007. Kättesaadav: <http://www.mkm.ee/doc.php?320121> (09.05.2012).
21. Energiatõhususe miinimumnõuded. *Riigi Teataja*. RT I 2007, 72, 445. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/13217396> (09.05.2012).

22. Soojuse müügi ajutise hinna kehtestamise kord. *Riigi Teataja*, RT I, 01.07.2011, 20. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/101072011020> (09.05.2012).
23. Konkurentsiamet. Soojuse piirhinna kooskõlastamise põhimõtted. 2012. Kättesaadav: <http://www.konkurentsiamet.ee/file.php?21182> (09.05.2012).
24. Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing. Eesti väikesoojatootjate ja energeetika arenguprioriteetide kaardistamine maapiirkondades. – Tallinn: 2009. – 87 lk.
25. Euroopa Komisjon DGIA/B2, EV Majandusministeerium. Energeetika planeerimine kohalikele omavalitsustele. Teine väljaanne. – Tallinn: 2001. – 81 lk.
26. TTÜ Soojustehnika Instituut. Energiasäästu tehnilised soovitusel kohalikele omavalitsustele. – Tallinn: 2004. – 65 lk.
27. Ingermann, K. Soojusvarustussüsteemid. – Tallinn: TTÜ kirjastus, 2003. – 71 lk.
28. Loigu, E., Kõiv, A. Eesti kraadpäevad. – Tallinn: TTÜ Keskkonnatehnika instituut, 2006. – 69 lk.
29. Ingermann, K., Rustamova, J. Hoonete soojustarve planeerimine ja prognoosimine. *Keskkonnatehnika*, 2003, nr 5, pp. 14–18.
30. SA KredEx. Kraadpäevad. Kättesaadav: <http://www.kredex.ee/11313/> (12.05.2012).
31. Soojusvarustuse kulude arvestamise ja jaotamise meetodika. *Riigi Teataja*. RTL 1997, 137, 0. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/12930302> (21.05.2012).
32. Hlebnikov, A., Demenjeva, A., Siirde, A. Optimization of Narva District Heating Network and Analysis of Competitiveness of Oil Shale CHP Building in Narva. *Oil Shale*, 2009, Vol. 26, No 3 Special, pp 269–282.
33. Maa-ameti Geoportaal. Avalik WMS-teenus. Kättesaadav: <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Teenused/Avalik-WMS-teenus-p65.html> (21.05.2012).
34. Statistikaamet. Piirkondlik portree Eestist- Elva linn. Kättesaadav: <http://www.stat.ee/ppe-50373> (13.05.2012).
35. Elva Soojus OÜ koduleht. Kättesaadav: <http://www.elvasoojus.ee/> (13.05.2012).
36. Elva Linnavalitsus. Kaugküte. Kättesaadav: <https://elva.kovtp.ee/et/kaugkute> (13.05.2012).
37. Elva Linnavolikogu. Elva Linnavolikogu 30. mai 2005. a määruse n 8 „Kaugküttepiirkonna määramine ning võrguga liitumise ja võrgust eraldumise tingimuste ja korra, kaugküte üldiste kvaliteedinõuete ning soojuse piirhinna kooskõlastamise korra kehtestamine“ muutmine. *Riigi Teataja*. KO 2009, 124, 1677. Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/13212519> (13.05.2012).
38. Märja Monte OÜ. Elva linna soojavarustuse arengukava. – Tartu 2000. – 31 lk.
39. SA Keskkonnainvesteeringute Keskus. Kättesaadav: <http://kik.ee> (13.05.2012).
40. Registrate ja Infosüsteemide Keskus. Ametlikud teadaanded. Kättesaadav: <http://www.ametlikudteadaanded.ee/> (03.05.2012).
41. Konkurentsiamet. Kättesaadav: <http://www.konkurentsiamet.ee/> (20.05.2012).
42. Bini, R., Prima D. M., Guqecio, A. Organic rankine cycle (ORC) in biomass plants: and overview on different applications. 2010. Kättesaadav: http://www.turboden.eu/en/public/downloads/10A02943_paper_marco.pdf (20.05.2012).
43. Turboden. Combined Heat and Power Units. 2012. Kättesaadav: <http://www.turboden.eu/en/public/downloads/11-COM.B-17-rev.4.pdf> (20.05.2012).

LISAD

Lisa A. Elva Soojus AS äri- ja majandustegevuse andmed erinevatel aastatel

Tabel A.1. Kirde katlamaja võrgupiirkonnas toodetud ning tarbijatele müüdüd soojusenergia kogus

Kuu	Soojusenergia toodang katlamajas, MW·h			Mõõdetud soojusenergia tarbimine, MW·h		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
I	558	631	802	503	557	700
II	543	550	642	481	488	541
III	460	471	491	415	408	413
IV	287	338	254	259	279	208
V	61	4	78	54	3	66
VI	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0
IX	207	68	96	172	53	60
X	299	444	364	247	356	294
XI	453	408	463	391	339	387
XII	553	564	624	487	490	546
Kokku	3421	3478	3814	3009	2973	3215

Tabel A.2. Keskkatlamaja võrgupiirkonnas toodetud ning tarbijatele müüdüd soojusenergia kogus

Kuu	Soojusenergia toodang katlamajas, MW·h			Soojusenergia mõõdetud tarbimine, MW·h		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
I	1169	1367	1996	1002	1220	1632
II	1072	1152	1545	908	1019	1264
III	977	1021	1152	832	864	931
IV	604	624	578	464	492	465
V	143	100	175	108	60	124
VI	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0
IX	467	154	176	348	112	126
X	645	906	706	505	741	555
XI	973	897	952	818	730	783
XII	1094	1320	1415	931	1079	1175
Kokku	7144	7541	8695	5916	6317	7055

Tabel A.3. Haigla katlamaja võrgupiirkonnas toodetud ning tarbijatele müüdüd soojusenergia kogus

Kuu	Soojusenergia toodang katlamajas, MW·h		Mõõdetud soojusenergia tarbimine, MW·h	
	2009	2010	2009	2010
I	175	231	154	211
II	159	191	136	185
III	142	157	115	140
IV	95	90	84	87
V	63	71	52	54
VI	19	50	11	41
VII	9	20	9	12
VIII	14	24	12	15
IX	40	85	40	54
X	123	138	112	102
XI	129	144	113	130
XII	184	185	148	174
Kokku	1152	1386	986	1205

Tabel A.4. Soojusenergia hind aastatel 2008...2010

Aasta	Soojusenergia hind elanikkonnale, €/ (MW·h)	Soojusenergia hind asutustele, €/ (MW·h)
2008	44,10	47,81
2009	48,57	52,66
2010	48,57	52,66

Tabel A.5. Elva kaugküttepiirkondade soojatrasside pikkused 2012. aasta alguses

Kaugküttepiirkond	Kahetorulise trassi pikkus, m
Keskkatlamaja	3432
Kirde katlamaja	1358
Haigla katlamaja	140
Kokku	4930

Lisa B. Uued tarbijad Elva kaugküttevõrgus 2000...2011

Tabel B.1. Elva kaugküttevõrku liitunud tarbijad aastatel 2000...2011

	Liituja	Liitumis-aasta	Max. küttevõimsus, kW	Tarbimine 2011, MW·h	Hoone maht, m ³	Aadress	Kasutusotstarve	Märkus
1.	Kinnisvara valdus AS	2001	-	100	3536	Kesk 7, Elva	kauplus	
2.	Kaubanduskeskus Elva TÜ	2003	-	152	-	Kesk 1	kauplus	
3.	Hambaravi	2003	50	20	-	Kirde 4a	raviasutus	
4.	Ludvig Svensson	2005	85	94	2956	Kesk 12	kauplus	
5.	Sotsiaalmaja	2005	-	122	-	Pikk 26	korterelamu	
6.	Kortermaja	2006	75	109	-	Kirde 1	korterelamu	
7.	Kortermaja	2007	-	19	-	Jaani 5	korterelamu	
8.	Matkakeskus	2007	-	64	-	Pargi 2	üldkasut hoone	
9.	Kaubanduskeskus Elva TÜ	2007	-	218	-	Kirde 3	kauplus	
10.	Tootmishoone	2007	105	128	4014	Kirde 2a	büroohoone	
11.	SA Elva Haigla	2008	-	734	10861	Supelranna 21	haigla	
12.	LPK Önneseen	2008	-	233	4650	Kaja 4	lasteaed	
13.	Päevakeskus	2008	-	37	ca 2000	Supelranna 21/23	päevakeskus	
14.	Kortermaja	2009	73	19	2540	Ujula 19	korterelamu	
15.	Eramu	2010	25	10	-	Soo 2	eramu	
16.	Enics	2011	1000	1094	ca 54000	Valga mnt 7a	tootmishoone	alates 01.04.2011
17.	Maxima	2011	250	10	-	Valga mnt 5a	kauplus	alates 01.10.2011
18.	Eramu	2011	25	4	-	Puiestee 9	eramu	alates 01.11.2011

Lisa C. Andmetöötuse tulemused

Tabel C.1. Keskkatlamaja küttekarakteristikad aastatel 2008...2010

Kuu	2008			2009			2010			Baas (vt MÄRKUS 1)
	Möödetud tarbimine, MW·h	Kraadtundide arv, °C·h	q _{ekspl.} , MW/°C	Möödetud tarbimine, MW·h	Kraadtundide arv, °C·h	q _{ekspl.} , MW/°C	Möödetud tarbimine, MW·h	Kraadtundide arv, °C·h	q _{ekspl.} , MW/°C	q _{ekspl.} , MW/°C
I	1002	593	0,07040	1220	654	0,0778	1632	982	0,0692	0,0960
II	908	497	0,07612	1019	635	0,0669	1264	714	0,0738	0,0965
III	832	537	0,06458	864	589	0,0612	931	597	0,0649	0,0890
IV	464	318	0,06072	492	353	0,0580	465	348	0,0556	0,0830
V	108	225	0,06651	60	193	0,0587	124	169	0,0582	0,0846
VI	0	103	0	0	122	0	0	96	0	0
VII	0	48	0	0	40	0	0	1	0	0
VIII	0	71	0	0	71	0	0	51	0	0
IX	348	238	0,07415	112	146	0,067	126	202	0,0567	0,0880
X	505	294	0,07161	741	426	0,073	555	419	0,0552	0,0896
XI	818	466	0,07320	730	463	0,066	783	525	0,0622	0,0901
XII	931	584	0,06645	1079	708	0,064	1175	806	0,0608	0,0883
Kokku	5916	3973	-	6317	4399	-	7055	4912	-	-
MÄRKUS 1 – Tulba „Baas“ andmete leidmiseks eemaldati 2008...2010 küttekarakteristikate arvutustulemustest maksimaalsed ja minimaalsed väärtused										

Tabel C.2. Kirde katlamaja küttekarakteristikad aastatel 2008...2010

Kuu	2008			2009			2010			Baas (vt MÄRKUS 1)
	Mõõdetud tarbimine , MW·h	Kraadtundi de arv, °C·h	q _{ekspl} , MW/°C	Mõõdetud tarbimine , MW·h	Kraadtundi de arv, °C·h	q _{ekspl} , MW/°C	Mõõdetud tarbimine , MW·h	Kraadtundi de arv, °C·h	q _{ekspl} , MW/°C	q _{ekspl} , MW/°C
I	503	593	0,0353	557	654	0,0355	700	982	0,0297	0,0327
II	481	497	0,0403	488	635	0,0320	541	714	0,0316	0,0320
III	415	537	0,0322	408	589	0,0289	413	597	0,0288	0,0290
IV	259	318	0,0339	279	353	0,0329	208	348	0,0249	0,0291
V	54	225	0,0333	3	193	0,0029	66	169	0,0310	0,0323
VI	0	103	0	0	122	0	0	96	0	0
VII	0	48	0	0	40	0	0	1	0	0
VIII	0	71	0	0	71	0	0	51	0	0
IX	172	238	0,0366	53	146	0,0318	60	202	0,0270	0,0296
X	247	294	0,0350	356	426	0,0349	294	419	0,0292	0,0322
XI	391	466	0,0350	339	463	0,0305	387	525	0,0307	0,0308
XII	487	584	0,0348	490	708	0,0289	546	806	0,0282	0,0287
Kokku	3009	3973	-	2973	4399	-	3215	4912	-	-
MÄRKUS 1 Tulemuse saamiseks eemaldati 2008...2010 küttekarakteristikate arvutustulemustest maksimaalsed ja minimaalsed väärtused v.a. – maikuu andmete puhul, kus 2009. aasta tarbimisandmeid töödeldes tuli valitud kütteperioodi pikkuse puhul ebareaalne tulemus.										

Tabel C.3. Haigla katlamaja küttekarakteristikad aastatel 2009...2010

Kuu	2009			2010			Baas (vt MÄRKUS 2)
	Möödetud soojusenergia tarbimine kütteks, MW·h (vt MÄRKUS 1)	Kraadtundide arv, °C·h	q _{ekspl.} , MW/°C	Möödetud soojusenergia tarbimine kütteks, MW·h (vt MÄRKUS 1)	Kraadtundide arv, °C·h	q _{ekspl.} , MW/°C	q _{ekspl.} , MW/°C
I	142	654	0,0091	199	982	0,0084	0,0088
II	124	635	0,0081	173	714	0,0101	0,0091
III	103	589	0,0073	128	597	0,0089	0,0081
IV	72	353	0,0085	75	348	0,0090	0,0087
V	40	193	0,0087	42	169	0,0104	0,0095
VI	0	122	0	0	96	0	0
VII	0	40	0	0	1	0	0
VIII	0	71	0	0	51	0	0
IX	28	146	0,0080	42	202	0,0087	0,0083
X	100	426	0,0098	90	419	0,0090	0,0094
XI	101	463	0,0091	118	525	0,0094	0,0092
XII	136	708	0,0080	162	806	0,0084	0,0082
Kokku	847	4399	-	1030	4912	-	-
MÄRKUS 1 – Leitud, lahutades möödetud kogutarbimisest maha sooja vee vajadus							
MÄRKUS 2 – Andmed leiti 2009 ja 2010 aasta arvutustulemuste keskmistamise abil							

Tabel C.4. Soojuskaod Elva soojusvõrgu kaugküttetrassides

Kuu	Kirde katlamaja				Keskkatlamaja	Haigla katlamaja
	2008	2009	2010	Baas	Baas	Baas
	Kaovõimsus, MW (vt MÄRKUS 1)	Kaovõimsus, MW (vt MÄRKUS 1)	Kaovõimsus, MW (vt MÄRKUS 1)	Kaovõimsus, MW (vt MÄRKUS 2)	Kaovõimsus, MW (vt MÄRKUS 3)	Kaovõimsus, MW (vt MÄRKUS 4)
I	0,0739	0,0995	0,1371	0,0867	0,1710	0,0269
II	0,0891	0,0833	0,1358	0,0862	0,1710	0,0081
III	0,0605	0,0847	0,1048	0,0726	0,1710	0,0228
IV	0,0376	0,0793	0,0618	0,0497	0,1710	0,0040
V	0,0653	0,0867	0,1099	0,0760	0,1710	0,0228
VI	0	0	0	0	0	0,012097
VII	0	0	0	0	0	0,010753
VIII	0	0	0	0	0	0,012097
IX	0,0806	0,1035	0,1004	0,0905	0,1710	0,0417
X	0,0699	0,1183	0,0941	0,0820	0,1710	0,0484
XI	0,0833	0,0927	0,1022	0,0880	0,1710	0,0188
XII	0,0887	0,0995	0,1048	0,0941	0,1710	0,0148
MÄRKUS 1 – Mai- ja septembrikuu kaovõimsused on leitud neile vastavalt eelnenud või järgnenud kuude kaovõimsuste keskmisena						
MÄRKUS 2 – Tulemuse saamiseks eemaldati 2008...2010 küttekarakteristikate arvutustulemustest maksimaalsed ja minimaalsed väärtused						
MÄRKUS 3 – Põhineb hinnangul, et aastas läheb vastrenoveeritud soojatorustikus kadudeks 959,78 MW·h soojusenergiat						
MÄRKUS 4 – Kasutati 2010. aasta arvutuslikke kaovõimsusi						

Tabel C.5. II ja III tulevikustsenaariumi puhul ehitatavate kaugküttetrasside arvutuslikud küttekarakteristikad

Tunnus	Soojatoru välisläbimõõt, m	II stsenaarium				III stsenaarium			
		Trassi pikkus, m	Torustiku pikkus, m	Soojatoru välispindala, m ²	q _{trass} , MW/°C	Trassi pikkus, m	Torustiku pikkus, m	Soojatoru välispindala, m ²	q _{trass} , MW/°C
DN 200	0,355	1320	2640	261,31	0,00287 ₄	1820	3640	360,29	0,00396 ₃
DN 150	0,28	110	220	13,55	0,00014 ₉	220	440	27,09	0,00014 ₉
DN 50	0,14	223	446	6,87	0,00007 ₆	223	446	6,87	0,00007 ₆
Kokku	-	1653	3306	281,72	0,00309 ₉	-	4526	394,25	0,00418 ₈

Tabel C.6. Modelleeritud andmed osaliselt kütteperioodi kuuluvate kuude kohta Elva linna küttepiirkonnas

Kuu	2008	2009	2010	Baas
	h	h	h	h
V	240	144	216	168
IX	480	240	288	240
Kokku	720	384	504	408

Tabel C.7. Elva kaugküttevõrku lisandunud ja perspektiivis lisanduvate tarbijate küttekarakteristikad

Tarbija	Aastane soojaenergia vajadus, MW·h	Maksimaalne tarbimisvõimsus, MW	q_{lisa} , MW/°C
Valga mnt 7a	2434,09	1	0,02561
Valga mnt 5a	39,96	0,01611	0,00042
Soo 2	10,85	0,00437	0,00011
Puistee 9	16,90	0,01152	0,00018
Kalda 11	68,49	0,02814	0,00072
Pikk 26	132,83	0,05457	0,00140
Pikk 19a	1050,00	0,39935	0,01105

Tabel C.8. 2010. aasta kuukeskmiste temperatuuride normaliseerimistulemused

Kuu	Kuukeskmise temperatuur, °C	Kraadtundide arv, °C·h	Kraadtundide arv normaalaastal, °C·h	Taandatud kuukeskmise temperatuur, °C
I	-13,69	23576	17112	-9,94
II	-7,50	17133	16032	-7,01
III	-1,27	14339	14352	-1,27
IV	6,39	8358	9336	7,14
V	12,82	4063	5064	15,97
VI	14,97	2314	2472	-
VII	22,56	29	1248	-
VIII	18,45	1229	1968	-
IX	11,26	4852	5280	12,25
X	4,49	10053	9216	4,11
XI	0,51	12594	12792	0,52
XII	-7,99	19338	16200	-6,70
Kokku	-	117878	111072	-

Lisa D. Väljavõtte ettevõtte Wehoterm poolt toodetavate torude infolehest.



Wehoterm®

1-torusüsteem

02.02

2.1.1 ISOLATSIOONIKLASS 2



Vasest lekkeavasus-
süsteemi signaaltreat

DN	d · s [mm]	D · s [mm]	L (m)	Kaal (kg/m)	Isolatsiooni paksus	Veemahulavus (l/m)	Toru K-väärtus (W/m°C)
20	26,9 · 2,3	110 · 3,0	6	3,1	39	0,30	0,134
25	33,7 · 2,6	110 · 3,0	6,12	3,7	35	0,64	0,161
32	42,4 · 2,6	125 · 3,0	12	4,6	38	1,09	0,175
40	48,3 · 2,6	125 · 3,0	12	4,9	35	1,46	0,201
50	60,3 · 2,9	140 · 3,0	12	6,4	37	2,33	0,227
65	76,1 · 2,9	160 · 3,0	12	7,9	39	3,08	0,257
80	88,9 · 3,2	180 · 3,0	12	9,9	43	5,35	0,270
100	114,3 · 3,6	225 · 3,5	12,16	14,6	52	9,01	0,281
125	139,7 · 3,6	250 · 3,9	12,16	17,7	51	13,79	0,329
150	168,3 · 4,0	280 · 4,4	12,16	23,1	51	20,18	0,380
200	219,1 · 4,5	355 · 5,6	12,16	34,7	62	34,67	0,402

Markeerimg: WTS (isolatsiooniklass) P (DN-L)

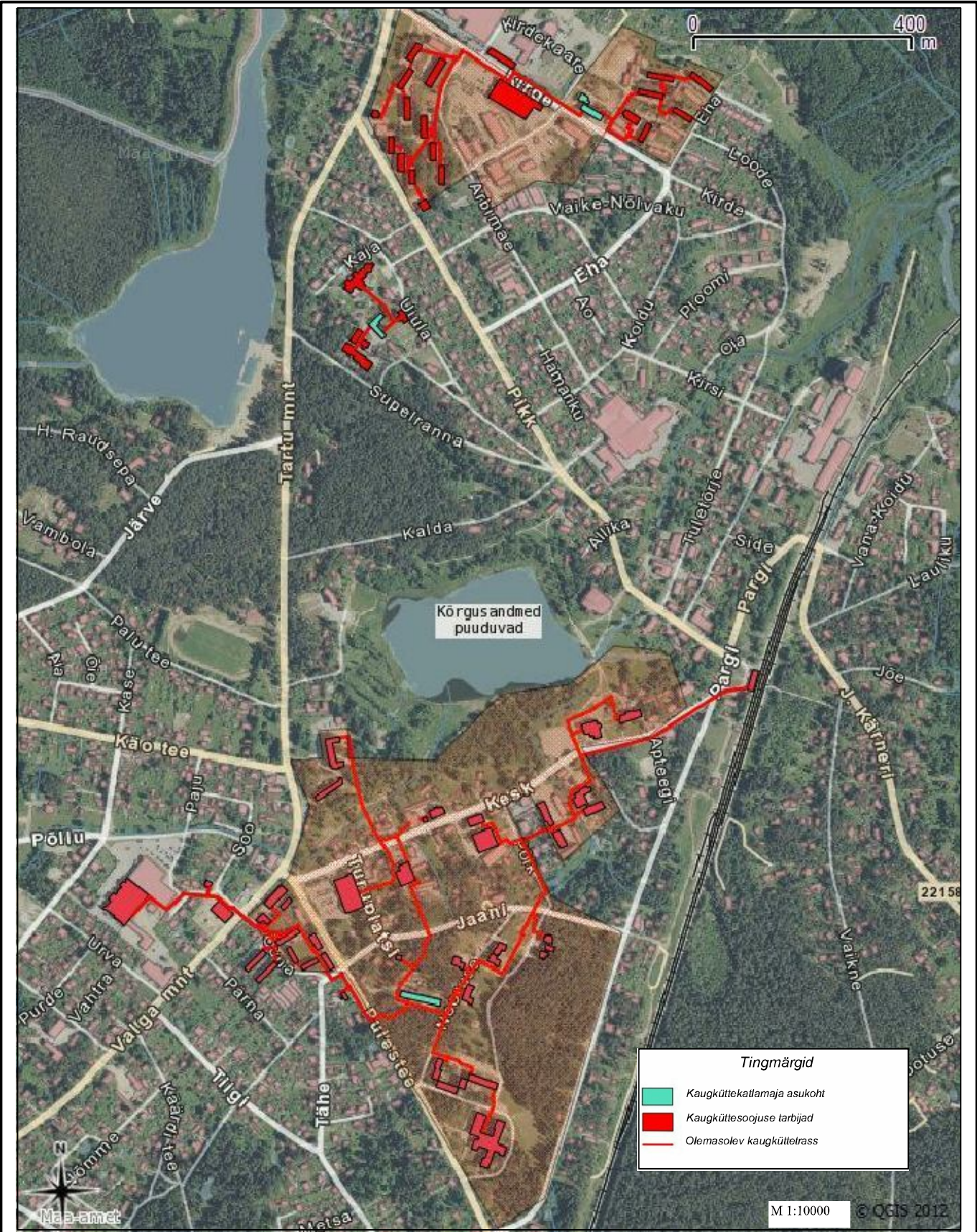
Näide: WTS 2 P 160-16

Ettevalmistuse korras valmistatakse ka muude mõõtmetega torusid.

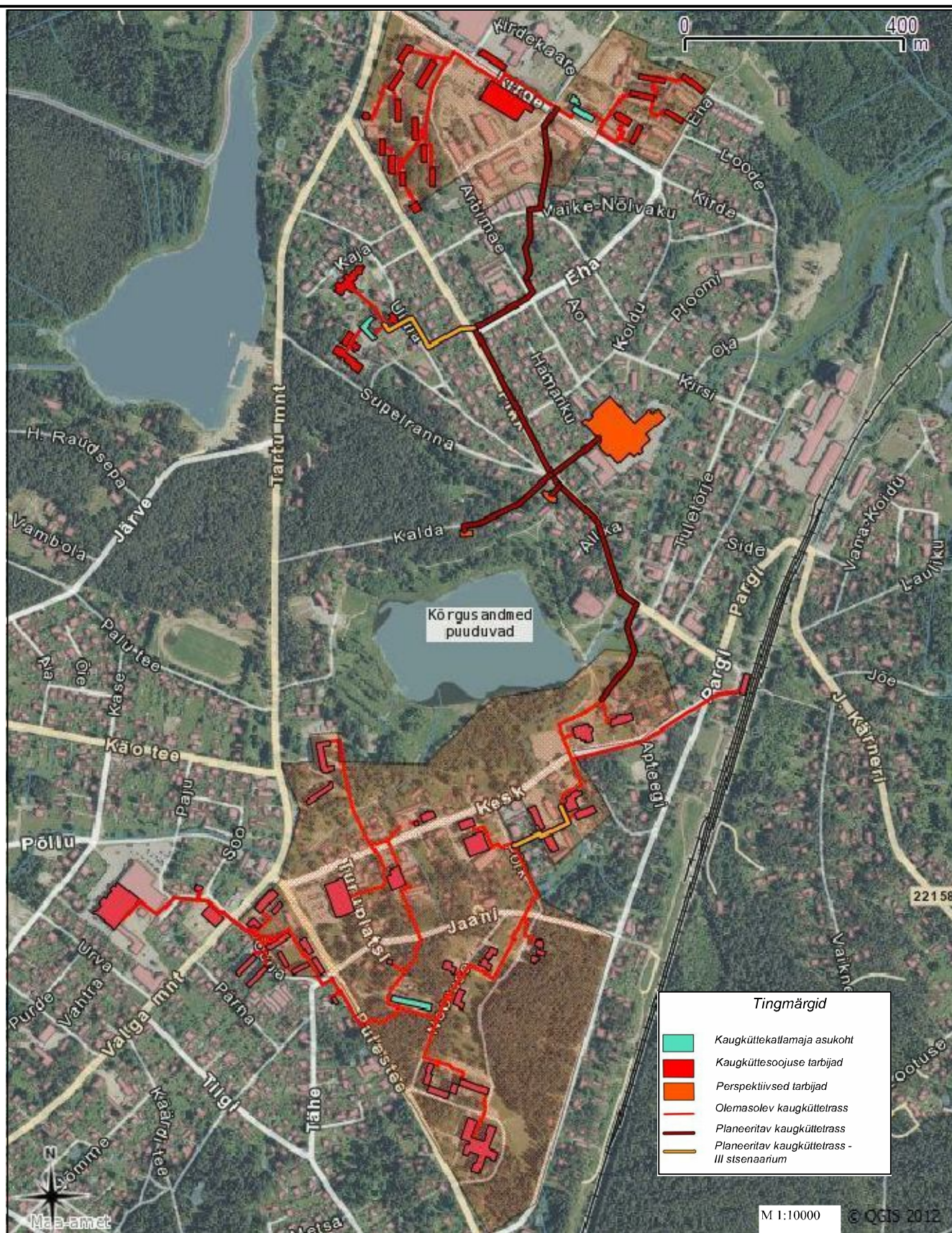
Arvutustes kasutatakse toru seina soojusjuhtivusteguril 0,029 W/m°C

Joonis D.1. Wehoterm tootevalikus olevate 1-torusüsteemi eelsoojustatud torude parameetrid

Lisa E. Kaugküttetrasside indikatiivne paiknemine



Tellija		Objekt, seade	
		Elva linn	
Teostas	Jaanus Uiga	Nimetus	
Kontr.	Alo Allik		
Kinnitas			
EMÜ TE-EK		Leht	Tähis
		1/2	EK 12/090513 E S



Tellija		Objekt, seade	
		Elva linn	
Teostas	Jaanus Uiga	Nimetus	
Kontr.	Alo Allik		
Kinnitas			
EMÜ TE-EK		Leht	Tähis
		2	EK 12/090513 E S

Lisa F. Elva linnavalitsuse poolt esitatud demograafilised andmed.

Tabel F.1. Muutused Elva elanike arvus 1995...2012

MUUTUSED ELVA ELANIKE ARVUS			
Aasta	Aasta algul elanikke	Sündis	Suri
1995	6214		
1996	6222	64	81
1997	6234	58	95
1998	6246	55	62
1999	6215	57	74
2000	6199	44	66
2001	6208	42	59
2002	6287	43	91
2003	6283	55	97
2004	6289	54	75
2005	6280	49	76
2006	6297	47	80
2007	6253	62	88
2008	6258	68	84
2009	6209	81	81
2010	6159	68	79
2011	6090		
2012	5992		

Lisa F. Konkurentsiametiga kooskõlastatud maksimaalsed soojusenergia piirhinnad lõpptarbijatele

Tabel F.1. Konkurentsiametkiga kooskõlastatud soojusenergia piirhinnad lõpptarbijatele 2008...2011 [40]

Soojusettevõtja	otsuse kp	otsuse nr	kooskõlas-tatud piirhind €/MWh
AS Eraküte Haapsalu võrgupiirkond	30.06.2008	026/08S	49.70
	20.02.2009	7.1-3/09-0016	41.43
	21.09.2009	7.1-3/09-0061	41.24
	28.01.2010	7.1-3/10-004	42.70
	21.05.2010	7.1-3/10-032	41.71
	23.09.2010	7.1-3/10-054	47.38
	18.03.2011	7.1-3/11-024	51.22
Jõgeva võrgupiirkond	30.08.2011	7.1-3/11-056	57.21
	31.10.2008	077/08S	61.88
	18.02.2009	7.1-3/09-0014	55.28
	1.04.2009	7.1-3/09-0027	49.74
	1.12.2009	7.1-3/09-0079	49.84
	30.12.2009	7.1-3/09-0084	52.12
	1.03.2010	7.1-3/10-022	54.94
	2.09.2010	7.1-3/10-050	59.00
	20.01.2011	7.1-3/11-012	55.09
	1.08.2011	7.1-3/11-043	63.41
Keila võrgupiirkond	30.09.2011	7.1-3/11-071	66.61
	30.06.2008	026/08S	42.91
	20.02.2009	7.1-3/09-0016	42.24
	16.10.2009	7.1-3/09-0066	39.22
	9.03.2010	7.1-3/10-023	40.48
	21.05.2010	7.1-3/10-033	39.87
	23.09.2010	7.1-3/10-054	44.82
	31.01.2011	7.1-3/11-019	43.84
	18.03.2011	7.1-3/11-024	44.11
	30.08.2011	7.1-3/11-056	48.31
Kärdla võrgupiirkond	30.06.2008	026/08S	47.50
	2.09.2010	7.1-3/10-050	52.96
	18.03.2011	7.1-3/11-024	53.28
	30.08.2011	7.1-3/11-056	55.12
Tartu võrgupiirkond	30.06.2008	025/08S	60.54
	18.02.2009	7.1-3/09-0014	52.13
	1.04.2009	7.1-3/09-0027	48.59
	4.09.2009	7.1-3/09-0057	47.62
	30.12.2009	7.1-3/09-0084	50.35
	1.03.2010	7.1-3/10-022	52.27
	18.05.2010	7.1-3/10-031	46.11
	23.09.2010	7.1-3/10-054	49.12
	18.03.2011	7.1-3/11-024	48.95

	29.04.2011	7.1-3/11-029	49.15
	1.08.2011	7.1-3/11-043	50.34
	30.08.2011	7.1-3/11-056	51.40
	28.10.2011	7.1-3/11-080	51.72
Tiskre-Hansu võrgupiirkond	5.12.2008	087/08S	63.06
	18.02.2009	7.1-3/09-0014	59.94
	1.04.2009	7.1-3/09-0027	55.04
	28.09.2009	7.1-3/09-0063	55.92
	30.12.2009	7.1-3/09-0084	59.17
	1.03.2010	7.1-3/10-022	61.65
	2.09.2010	7.1-3/10-050	65.17
	22.10.2010	7.1-3/10-055	65.17
	29.04.2011	7.1-3/11-029	67.56
	1.08.2011	7.1-3/11-043	70.77
	30.09.2011	7.1-3/11-071	70.33
Valga võrgupiirkond	23.07.2008	039/08S	46.75
	30.01.2009	7.1-3/09-0008	42.53
	25.11.2009	7.1-3/09-0076	39.87
	28.01.2010	7.1-3/10-005	40.76
	21.05.2010	7.1-3/10-034	40.84
	23.09.2010	7.1-3/10-054	45.82
	31.01.2011	7.1-2/11-019	44.69
	18.03.2011	7.1-3/11-024	44.93
	29.04.2011	7.1-3/11-029	47.89
	30.08.2011	7.1-3/11-056	49.53
AS Rapla Küte	1.10.2008	061/08S	72.95
	18.02.2009	7.1-3/09-0015	60.64
	1.04.2009	7.1-3/09-0027	54.97
	30.12.2009	7.1-3/09-0084	57.17
	1.03.2010	7.1-2/10-020	60.74
	2.09.2010	7.1-2/10-050	64.81
	20.01.2011	7.1-3/11-012	62.58
	21.04.2011	7.1-3/11-026	65.86
	1.08.2011	7.1-3/11-042	69.57
	29.09.2011	7.1-3/11-068	72.85
AS Esro Viljandi ja Jämejala võrgupiirkond	20.11.2008	080/08S	61.05
	23.01.2009	7.1-3/09-003	53.54
	24.03.2009	7.1-3/09-0022	52.68
	25.03.2009	7.1-3/09-0039	48.29
	2.11.2009	7.1-3/09-0070	49.78
	22.12.2009	7.1-3/09-0082	48.32
	12.02.2010	7.1-3/10-014	50.29
	11.06.2010	7.1-3/10-039	52.22
	27.12.2010	7.1-3/10-071	49.72
	28.04.2011	7.1-3/11-028	50.72
	20.05.2011	7.1-3/11-032	52.61
	15.08.2011	7.1-3/11-050	55.04
Fortum Termest AS			

Väike-Maarja võrgupiirkond	30.10.2008	074/08S	68.20
	29.05.2009	7.1-3/09-0038	48.41
	7.10.2011	7.1-3/11-073	64.74
Narva-Jõesuu võrgupiirkond	28.05.2010	7.1-2/10-035	65.91
	23.09.2011	7.1-3/11-064	70.72
Haabneeme võrgupiirkond	30.05.2008	016/08S	64.71
	31.08.2009	7.1-3/09-0049	62.20
	29.11.2011	7.1-3/11-095	66.23
Laagri võrgupiirkond	25.01.2008	003/08S	49.21
	29.05.2009	7.1-3/09-0037	49.91
	13.09.2011	7.1-3/11-061	66.88
Loo võrgupiirkond	23.12.2008	088/08S	70.69
	11.02.2009	7.1-3/09-0012	67.39
	29.05.2009	7.1-3/09-0038	57.55
	9.11.2011	7.1-3/11-087	76.48
Kostivere võrgupiirkond	23.12.2008	088/08S	72.10
	2.07.2008	030/08S	76.53
	11.02.2009	7.1-3/09-0012	61.62
	29.05.2009	7.1-3/09-0038	52.50
	28.11.2011	7.1-3/11-094	67.49
Põltsamaa võrgupiirkond	28.08.2008	050/08S	55.04
	27.01.2009	7.1-3/09-0006	51.97
	16.07.2009	7.1-3/09-0044	48.95
	23.03.2010	7.1-3/10-024	49.23
	30.06.2010	7.1-3/10-043	51.03
	5.11.2010	7.1-3/10-060	52.00
	1.12.2010	7.1-3/10-068	53.53
Saue võrgupiirkond	31.10.2008	078/08S	69.64
	29.05.2009	7.1-3/09-0038	50.26
	11.06.2010	7.1-3/10-0039	65.11
	23.09.2011	7.1-3/11-064	68.11
Sõmeru võrgupiirkond	2.07.2008	030/08S	73.89
	29.05.2009	7.1-3/09-0037	51.54
	28.11.2011	7.1-3/11-093	75.14
Tõrva võrgupiirkond	24.10.2008	068/08S	50.71
	27.07.2011	7.1-3/11-039	55.48
Viiratsi võrgupiirkond	2.07.2008	030/08S	75.54
	29.05.2009	7.1-3/09-0037	57.82
	15.07.2010	7.1-3/10-044	69.04
	6.12.2010	7.1-3/10-070	65.31
	30.09.2011	7.1-3/11-066	68.19
Viimsi võrgupiirkond	28.10.2008	071/08S	71.69
	29.05.2009	7.1-3/09-0038	51.63
	31.08.2009	7.1-3/09-0053	52.26
	22.11.2011	7.1-3/11-091	68.01
Kesklinna-Pirita võrgupiirkond	30.10.2008	074/08S	64.41
	29.05.2009	7.1-3/09-0038	45.82
	16.09.2011	7.1-3/11-063	60.80
Kunda võrgupiirkond	2.07.2007	030/08S	72.67

	29.05.2009	7.1-3/09-0037	55.62
	21.10.2011	7.1-3/11-077	74.73
Nõmme Linnaosa võrgupiirkond	31.10.2008	078/08S	58.86
	29.05.2009	7.1-3/09-0038	43.29
	28.10.2010	7.1-3/10-057	51.21
	12.10.2011	7.1-3/11-076	61.62
Põhja-Tallinna Linnaosa võrgupiirkond	30.12.2008	074/08S	64.46
	29.05.2009	7.1-3/09-0038	44.85
	27.09.2011	7.1-3/11-065	61.66
Püssi võrgupiirkond	7.08.2008	044/08S	65.16
	29.05.2009	7.1-3/09-0037	50.51
Pärnu võrgupiirkond <i>alates 22.06.2011 Fortum Eesti AS</i>	18.07.2008	037/08S	37.86
	30.12.2009	7.1-3/09-0083	39.15
	30.06.2010	7.1-3/10-042	41.49
Aluvere võrgupiirkond	30.10.2008	075/08S	73.00
	29.05.2009	7.1-309-0038	51.90
Adavere võrgupiirkond	24.11.2008	082/08S	53.14
	27.01.2009	7.1-3/09-0005	51.35
	28.01.2010	7.1-3/10-006	49.60
	1.11.2010	7.1-3/10-058	50.99
	1.12.2010	7.1-3/10-067	51.26
Vändra võrgupiirkond	7.08.2008	044/08S	67.44
	29.05.2009	7.1-3/09-0037	60.45
AS Kuressaare Soojus	1.10.2008	059/08S	45.00
	23.01.2009	7.1-3/09-0002	42.30
	24.03.2009	7.1-3/09-0021	40.16
	25.08.2009	7.1-3/09-0046	38.66
	30.11.2009	7.1-3/09-0077	39.27
	8.11.2010	7.1-3/10-061	42.15
	25.08.2011	7.1-3/11-054	46.46
AS Narva Soojusvõrk	25.11.2008	084/08S	30.21
	30.04.2009	7.1-3/09-0032	28.46
	31.08.2009	7.1-3/09-0054	27.48
Sillamäe SEJ	30.09.2008	056/08S	36.33
	25.05.2009	7.1-3/09-0035	34.02
	19.11.2009	7.1-3/09-0074	34.90
	12.02.2010	7.1-3/10-015	35.93
	11.05.2010	7.1-3/10-029	36.71
	19.08.2010	7.1-3/10-047	37.31
	30.11.2011	7.1-3/11-098	38.58
AS Tallinna Küte	3.07.2008	031/08S	65.42
	26.01.2009	7.1-3/09-0004	59.52
	30.06.2009	7.1-3/09-0043	47.34
	3.08.2009	7.1-3/09-0047	48.95
	31.08.2009	7.1-3/09-0055	50.86
	30.11.2009	7.1-3/09-0078	50.34
	1.02.2010	7.1-3/09-008	53.17
	1.03.2010	7.1-3/10-021	54.41
	1.09.2010	7.1-3/10-049	56.90
	2.09.2011	7.1-3/11-058	57.51

	29.09.2011	7.1-3/11-067	59.73
	30.11.2011	7.1-3/11-099	61.94
AS Võru Soojus	9.10.2008	062/08S	47.57
	27.02.2009	7.1-3/09-0017	46.40
	9.11.2009	7.1-3/09-0072	43.47
	17.09.2010	7.1-3/10-053	45.13
	27.10.2010	7.1-3/10-056	45.87
	16.09.2011	7.1-3/11-062	50.03
	1.12.2011	7.1-3/11-100	51.19
WTC Tallinn Kinnisvara AS	30.10.2008	073/08S	60.87
	26.02.2010	7.1-3/10-018	51.29
	1.04.2011	7.1-3/11-025	52.67
VKG Soojus AS (endine AS Kohtla-Järve Soojus)	28.05.2008	014/08S	30.75
	14.09.2009	7.1-3/09-0058	33.00
	25.02.2011	7.1-3/11-022	39.46
	6.09.2011	7.1-3/11-059	43.69
AS Tartu Keskkatlamaja	28.10.2008	070/08S	47.60
VKG Energia OÜ	1.12.2008	086/08S	34.60
AS Rakvere Soojus Näpi võrgupiirkond	20.04.2011	7.1-3/11-027	59.63
	8.08.2011	7.1-3/11-048	67.53
Rakvere võrgupiirkond	4.05.2011	7.1-3/11-030	60.18
	8.08.2011	7.1-3/11-047	66.19
Avoterm OÜ Abja-Paluoja võrgupiirkond	7.01.2011	7.1-3/11-002	64.30
	29.07.2011	7.1-3/11-040	74.10
	31.08.2011	7.1-3/11-057	75.77
	8.12.2011	7.1-3/11-103	80.16
Rõngu võrgupiirkond	10.01.2011	7.1-3/11-003	62.33
	29.07.2011	7.1-3/11-040	71.69
	31.08.2011	7.1-3/11-057	73.28
	8.12.2011	7.1-3/11-103	77.45
Oisu võrgupiirkond	10.01.2011	7.1-3/11-004	64.04
	29.07.2011	7.1-3/11-040	73.46
	31.08.2011	7.1-3/11-057	75.07
	8.12.2011	7.1-3/11-103	79.24
Tarbja võrgupiirkond	10.01.2011	7.1-3/11-005	60.95
	29.07.2011	7.1-3/11-040	71.21
	31.08.2011	7.1-3/11-057	72.85
	8.12.2011	7.1-3/11-103	74.38
Turba võrgupiirkond	11.01.2011	7.1-3/11-006	64.86
	29.07.2011	7.1-3/11-040	74.52
	31.08.2011	7.1-3/11-057	76.16
	8.12.2011	7.1-3/11-103	77.66
Keila-Joa võrgupiirkond	12.01.2011	7.1-3/11-007	64.79
	29.07.2011	7.1-3/11-040	74.71
	31.08.2011	7.1-3/11-057	76.39
	8.12.2011	7.1-3/11-103	77.94

Laekvere võrgupiirkond	12.01.2011	7.1-3/11-008	53.75
	29.07.2011	7.1-3/11-040	62.33
	31.08.2011	7.1-3/11-057	63.79
	8.12.2011	7.1-3/11-103	65.14
Märjamaa võrgupiirkond	13.01.2001	7.1-3/11-009	65.20
	29.07.2011	7.1-3/11-040	75.19
	31.08.2011	7.1-3/11-057	76.88
	8.12.2011	7.1-3/11-103	78.45
Päinurme võrgupiirkond	14.01.2011	7.1-3/11-010	67.10
	29.07.2011	7.1-3/11-040	76.84
	31.08.2011	7.1-3/11-057	78.48
	8.12.2011	7.1-3/11-103	80.00
Kaerepere võrgupiirkond	14.01.2011	7.1-2/11-011	67.38
	29.07.2011	7.1-3/11-040	77.61
	31.08.2011	7.1-3/11-057	79.35
	8.12.2011	7.1-3/11-103	80.96
Järva-Jaani võrgupiirkond	24.01.2011	7.1-3/11-014	57.38
	29.07.2011	7.1-3/11-040	66.85
	31.08.2011	7.1-3/11-057	68.48
	8.12.2011	7.1-3/11-103	69.98
Klooga võrgupiirkond	21.01.2011	7.1-2/11-013	62.58
	29.07.2011	7.1-3/11-040	71.96
	31.08.2011	7.1-3/11-057	73.53
	8.12.2011	7.1-3/11-103	74.99
Türi-Alliku võrgupiirkond	26.01.2011	7.1-3/11-018	62.16
	29.07.2011	7.1-3/11-040	71.95
	31.08.2011	7.1-3/11-057	73.63
	8.12.2011	7.1-3/11-103	75.17
Märja võrgupiirkond	2.02.2011	7.1-3/11-020	66.02
	29.07.2011	7.1-3/11-040	76.04
	31.08.2011	7.1-3/11-057	77.72
	8.12.2011	7.1-3/11-103	79.28
Kiili võrgupiirkond	25.01.2011	7.3-3/11-015	67.63
	29.07.2011	7.1-3/11-040	77.91
	31.08.2011	7.1-3/11-057	79.66
	8.12.2011	7.1-3/11-103	81.26
Vana-Võidu võrgupiirkond	25.01.2011	7.1-3/11-016	64.65
	29.07.2011	7.1-3/11-040	74.89
	31.08.2011	7.1-3/11-057	76.64
	8.12.2011	7.1-3/11-103	81.19
Roosna-Alliku võrgupiirkond	4.03.2011	7.1-3/11-023	62.82
	29.07.2011	7.1-3/11-040	72.16
	31.08.2011	7.1-3/11-057	73.68
	8.12.2011	7.1-3/11-103	75.09
Aravete võrgupiirkond	1.08.2011	7.1-3/11-041	68.21
	31.08.2011	7.1-3/11-057	69.85
	8.12.2011	7.1-3/11-103	74.16
Rummu võrgupiirkond	30.08.2011	7.1-3/11-055	71.88
	8.12.2011	7.1-3/11-103	76.01

Loksa võrgupiirkond	1.11.2011 8.12.2011	7.1-3/11-082 7.1-3/11-103	64.39 66.56
AS TTP Padriku võrgupiirkond	1.12.2010 11.11.2011	7.1-3/11-069 7.1-3/11-088	59.26 70.44
Par-cal OÜ	7.07.2011	7.1-3/11-035	53.99
Karksi-Nuia Soojus Oü Karksi-Nuia võrgupiirkond	2.08.2011	7.1-3/11-044	54.43
Aseri Kommunaal OÜ	5.08.2011 3.11.2011	7.1-3/11-045 7.1-3/11-086	58.36 62.12
AS Nissi Soojus	5.08.2011	7.1-3/11-046	71.34
OÜ Puiga Soojus	18.08.2011	7.1-3/11-053	47.69
Termoring Grupp OÜ Tapa võrgupiirkond	9.09.2011	7.1-3/11-060	67.61
AS Termox Nõo võrgupiirkond	30.09.2011	7.1-3/11-069	74.17
Tõravere võrgupiirkond	30.09.2011	7.1-3/11-070	80.00
AS Revekor Linte võrgupiirkond	11.10.2011	7.1-2/11-075	51.55
Ruusa võrgupiirkond	11.10.2011	7.1-2/11-075	51.55
OÜ Sanva Keeni võrgupiirkond	26.10.2011	7.1-3/11-078	50.01
OÜ Vee-Ekspert Väimela aleviku võrgupiirkond	2.11.2011 9.12.2011	7.1-3/11-083 7.1-3/11-104	68.48 70.10
AS Entek	2.11.2011	7.1-3/11-084	65.56
OÜ Kuldala Soojus	3.11.2011	7.1-3/11-085	66.75
Põlva Soojus AS Põlva võrgupiirkond	15.11.2011	7.1-3/11-089	65.30
Koeru Kommunaal AS Koeru Alevi võrgupiirkond	29.11.2011	7.1-3/11-096	63.67
Soojusenergia OÜ Paldiski võrgupiirkond	30.11.2011	7.1-3/11-097	51.82
OÜ Lavassaare Kommunaal Lavassaare võrgupiirkond	7.12.2011	7.1-3/11-102	44.68
Silikaat AS Järve Keskuse võrgupiirkond	12.05.2011	7.1-3/11-031	52.27
OÜ Tiskre Kommunaal	31.05.2011 28.10.2011	7.1-3/11-033 7.1-3/11-081	65.60 73.20
OÜ Pääsküla Maja Rapla Vösa tn võrgupiirkond	9.12.2011	7.1-3/11-105	69.07