

Euroopa Liit
Ühtekuuluvusfond



Eesti
tuleviku heaks



Laheda valla soojusmajanduse arengukava aastateks 2017-2030

KINNITATUD

Leo Rummel

Volitatud soojusenergeetikainsener, tase 8

Kutsetunnistus 111963

Laheda vald

01.12.2016

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. LAHEDA VALLA ÜLDISELOOMUSTUS.....	6
1.1. Geograafiline asetus.....	6
1.2. Demograafiline olukord.....	6
1.3. Sotsiaalmajanduslik olukord.....	9
1.3.1. Tööelised inimesed.....	9
1.3.2. Palgatöötajad.....	9
1.3.3. Töötus.....	10
1.4. Ettevõtluse olukord.....	10
1.4.1. Eesmärgid.....	10
1.5. Elamumajanduse olukorda.....	10
1.6. Soojusmajanduse olukord.....	11
1.6.1. Soojuse hind.....	11
2. TARBIJAD.....	12
2.1. Kaugküttevõrgu tarbijad.....	12
2.2. Soojuse tarbimine.....	15
3. TOOTMINE.....	19
3.1. Tootmise tehniline olukord.....	19
3.2. Katlamaja kütusemajandus.....	21
3.3. Keskkonnakaitse.....	21
4. TILSI KÜLA KAUGKÜTTEVÕRK.....	23
4.1. Kaugküttevõrgu tehniline seisukord.....	23
4.2. Kaugküttevõrgu analüüs.....	26
5. ANALÜÜS.....	28
5.1. Paralleeltarbimine ja energiasäästumeetmed.....	28
5.2. Sooja tarbevee tootmise energiatõhusus.....	31
5.3. Keskkonnaaspekt soojuse tootmisel.....	32
5.4. Potentsiaalsed uued tarbijad.....	33
5.5. Kaugküttevõrgu ja tootmise jätkusuutlikkus.....	34
5.5.1. Hetkeseis.....	34
5.5.2. Tilsi keskus 1 liitumisel.....	35
5.5.3. Võrgu rekonstrueerimisel.....	36
5.5.4. Uus katlamaja.....	36
5.5.5. Uus kaugküttevõrk.....	38
5.5.6. Energiasäästumeetmed.....	41
5.5.7. Parameetrite analüüs.....	42
5.5.8. Soojuse tootmishind.....	43
5.6. Uue katlamaja katla valik.....	44
5.6.1. Kokkuvõte.....	46
5.7. Lokaalsed lahendused.....	47

6. KOKKUVÕTE.....	49
6.1. Järeldused.....	49
6.2. Tilsi küla võrgupiirkond.....	49
6.3. Ettepanekud.....	50
6.4. Tegevuskava.....	51

JOONISTE LOETELU

Joonis 1.1.1. Laheda vald.....	7
Joonis 1.2.1. Laheda valla piirkonnad.....	8
Joonis 1.2.2. Laheda valla rahvastikupüramiid.....	10
Joonis 2.1.1. Sotsiaalkeskuse.....	13
Joonis 2.1.2. Tilsi Põhikool.....	13
Joonis 2.1.3. Tilsi endine lastekodu.....	14
Joonis 2.1.4. Järve pood.....	14
Joonis 2.1.5. Tilsi keskus 2.....	14
Joonis 2.1.6. Tilsi keskus 3.....	14
Joonis 2.1.7. Tilsi keskus 2 soojussõlm.....	15
Joonis 2.1.8. Tilsi keskus 3 soojussõlm.....	15
Joonis 2.1.9. Tilsi keskus 4.....	15
Joonis 2.1.10. Tilsi keskus 5.....	15
Joonis 2.1.11. Tilsi keskus 4 soojussõlm.....	15
Joonis 2.1.12. Tilsi keskus 5 soojussõlm.....	15
Joonis 2.2.1. Tilsi küla soojuse tarbimine.....	17
Joonis 2.2.2. Tilsi küla kaugkütte koormusgraafik (normaalaastale taandatud).....	17
Joonis 2.2.3. Tilsi küla tarbijate energiatarbimine.....	19
Joonis 3.1.1. Tilsi katlamaja.....	20
Joonis 3.1.2. Põhikatel REKA HKRS 500.....	21
Joonis 3.1.3. Reservkatel Högfors H-21-16.....	21
Joonis 4.1.1. Tilsi kaugküttevõrk.....	24
Joonis 4.1.2. Tilsi kaugküttevõrgu plokkiagramm.....	25
Joonis 5.4.1. Tilsi keskus 1.....	34
Joonis 5.4.2. Tilsi keskus 1 puuriidad.....	34
Joonis 5.4.3. Kunagine torustik Lõik 12 - 13.....	35
Joonis 5.4.4. Pesamuna 1.....	35
Joonis 5.5.1. Tilsi kaugküttevõrgu soojusvõimsuse hetkeseis.....	36
Joonis 5.5.2. Tilsi kaugküttevõrgu soojusvõimsus peale Tilsi keskus 1 liitmist.....	36
Joonis 5.5.3. Rekonstrueeritud Tilsi kaugküttevõrk.....	37
Joonis 5.5.4. Uue katlamaja potentsiaalne asukoht.....	38
Joonis 5.5.5. Hetkeseis potentsiaalsest kohast (vaadatuna Järvepoe sissesõidust, 2016).....	39
Joonis 5.5.6. Uue kaugküttevõrgu potentsiaalne lahendus.....	40
Joonis 5.5.7. Tilsi potentsiaalse kaugküttevõrgu plokkiagramm.....	41

Joonis 5.5.8. Tilsi soojusvõimsus graafik peale energiasäästumeetmeid.....	42
Joonis 5.5.9. Tilsi energiasäästumeetmete soojusvõimsus graafik peale Tilsi keskus 1 liitmist	43
Joonis 5.5.10. Soojuse tootmishind uute tootmisseadmete rajamisel.....	45
Joonis 5.6.1. Lahendus 1 – rekonstrueeritud kaugküttevõrk.....	46
Joonis 5.6.2. Lahendus 2 - energiatõhusad tarbijad ja kaugküttevõrk.....	46
Joonis 5.6.3. Lahendus 3 - energiatõhusad tarbijad ja kaugküttevõrk Tilsi keskus 1 liitmisel.	47
Joonis 5.7.1. Soojuse tootmishind uute lokaalsete tootmisseadmete rajamisel.....	48

TABELITE LOETELU

Tabel 1.2.1. Tilsi küla rahvatikunäitajad.....	8
Tabel 1.2.2. Laheda valla elanikud.....	9
Tabel 1.3.1. Laheda valla rahvastiku koormuskoefitsendid (2016).....	10
Tabel 1.3.2. Laheda valla demograafiline töötururinde indeks 2016. aastal.....	10
Tabel 1.3.3. Demograafiline töötururinde indeksi muutus (2010-2016).....	11
Tabel 1.3.4. Kuu keskmine brutotulu (2010-2015).....	11
Tabel 1.3.5. Laheda valla registreeritud töötud.....	11
Tabel 2.1.1. Soojatarbijate tehniline seisukord Tilsi külas.....	13
Tabel 2.2.1. Tilsi küla tegelik ja normaalaasta soojuse tarbimine (MWh).....	16
Tabel 2.2.2. Tilsi küla energiatarve eluruumide pindala kohta.....	18
Tabel 3.1.1. Tilsi küla katlamaja andmed.....	20
Tabel 3.2.1. Tilsi katlamaja kütusemajandus.....	22
Tabel 3.3.1. Heitmelempiidid keskmise suurusega põletusjaamadele alates 20.12.2018.....	23
Tabel 4.1.1. Tilsi küla kaugküttevõrgu tehniline seisukord.....	26
Tabel 4.1.2. Tilsi küla kaugküttevõrgu pikkus.....	26
Tabel 4.2.1. Tilsi küla kaugküttevõrgu analüüs.....	27
Tabel 4.2.2. Kaugküttevõrkude soojuslühikandetegurite võrdlus.....	28
Tabel 5.1.1. Energiasäästumeetmete kulu 40% toetusega.....	30
Tabel 5.1.2. Energiasäästumeetmete efektiivsus.....	31
Tabel 5.1.3. Tilsi küla hoonete renoveerimise SWOT analüüs.....	31
Tabel 5.1.4. Renoveeritud hoonete mõju tarbimisele.....	32
Tabel 5.2.1. Elektrienergia kogumaksumuse komponendid (EUR/MWh).....	32
Tabel 5.2.2. Sooja tarbevee hinnanguline tarbimine.....	33
Tabel 5.3.1. Tilsi küla kaugküttevõrgu kaalumistegur.....	34
Tabel 5.5.1. Tilsi uue kaugküttevõrgu potentsiaalne lahendus.....	40
Tabel 5.5.2. Uue kaugküttevõrgu maksumus.....	41
Tabel 5.5.3. Uue kaugküttevõrgu parameetrite analüüs.....	44
Tabel 5.5.4. Soojuse tootmishind uute tootmisseadmete rajamisel.....	45
Tabel 5.6.1. Katla rekonstrueerimise lahenduste hinnad.....	47
Tabel 5.7.1. Soojuse tootmishind uute lokaalsete tootmisseadmete rajamisel.....	48
Tabel 6.2.1. Tilsi küla soojusmajanduse võimalike tegevuste mõju soojuse hinnale.....	51

SISSEJUHATUS

Laheda valla soojusmajanduse arengukava koostamise aluseks on Energex Energy Experts OÜ ja Laheda Vallavalitsuse vahel 13.09.2016 sõlmitud töövõtuleping. Arengukava tehnilised nõuded on määratud Majandus- ja Taristuministri määrusega nr. 40 „Soojusmajanduse arengukava koostamise toetamise tingimused” §10 Nõuded soojusmajanduse arengukavale. Arengukava koostamist toetab 90% ulatuses SA Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondi meetme 6.2 „Efektiivne soojusenergia tootmine ja ülekanne” tegevuse „Soojusmajanduse arengukava koostamine” (6.2.3) vahenditest.

Laheda valla soojusmajanduse arengukava 2017-2030 annab ülevaate valla kaugküttevõrgu soojuse tootmisest ja tarbimisest ning analüüsib erinevaid meetmeid ja tehnoloogiaid, et muuta soojuse tootmine ja tarbimine säästlikumaks ja keskkonnasõbralikumaks. Arengukava on soovitatav iga 5 aasta tagant uuendada.

Soojusmajanduse arengukava eesmärk on koostada Laheda valla kaugküttepiirkonna jätkusuutlik arenguvision ja -suund soojuse tootmisel, tagades tarbijatele pikaajaliselt soodsa soojuse hinna. Projekti tulemusel valmib Laheda valla võrgupiirkondade soojusmajanduse arengukava.

Arengukava koostasid **Energex Energy Experts** eksperdid **Enar Kraav** ja **Viljar Stalkov** ning täiendas ja kinnitas volitatud soojusenergeetikainsener **Leo Rummel**. Arengukava koostamiseks kasutati Laheda Vallavalitsusest ja UÜ Madesaarest saadud andmeid.

Energex Energy Experts tänab abi ja koostöö eest **Laheda Vallavalitsuse** vallavanemat **Sirje Tobrelutsi**, UÜ Madesaares juhatajat **Madis Pütti** ja raamatupidajat **Anna Kallast**.

1. LAHEDA VALLA ÜLDISELOOMUSTUS

1.1. Geograafiline asetus

Laheda vald on osa Põlva maakonnast. Põlva maakond on kujutatud Joonisel 1.1.1. Põlva maakond asub Kagu-Eestis. Põlva maakond külgneb põhjast ja loodest Tartu maakonnaga, idast ja kagust Vene Föderatsiooni Pihkva oblastiga, lõunast ja edelast Võru maakonnaga ning läänest Valga maakonnaga. Põlva maakonna administratiivne keskus on vallasisene linn Põlva. Lisaks on maakonnas veel üks vallasisene linn – Räpina, seitse alevikku ja 255 küla. Põlva linn asub Tallinnast 231 km kaugusel, Pärnusse on 199 km, Tartusse 49 km ja Jõhvi 179 km [1].

Nii rahvaarvult kui ka pindalalt on Põlva maakond Eestis tagantpoolt kolmas. 95% maakonna rahvastikust on eestlased.



Joonis 1.1.1. Laheda vald

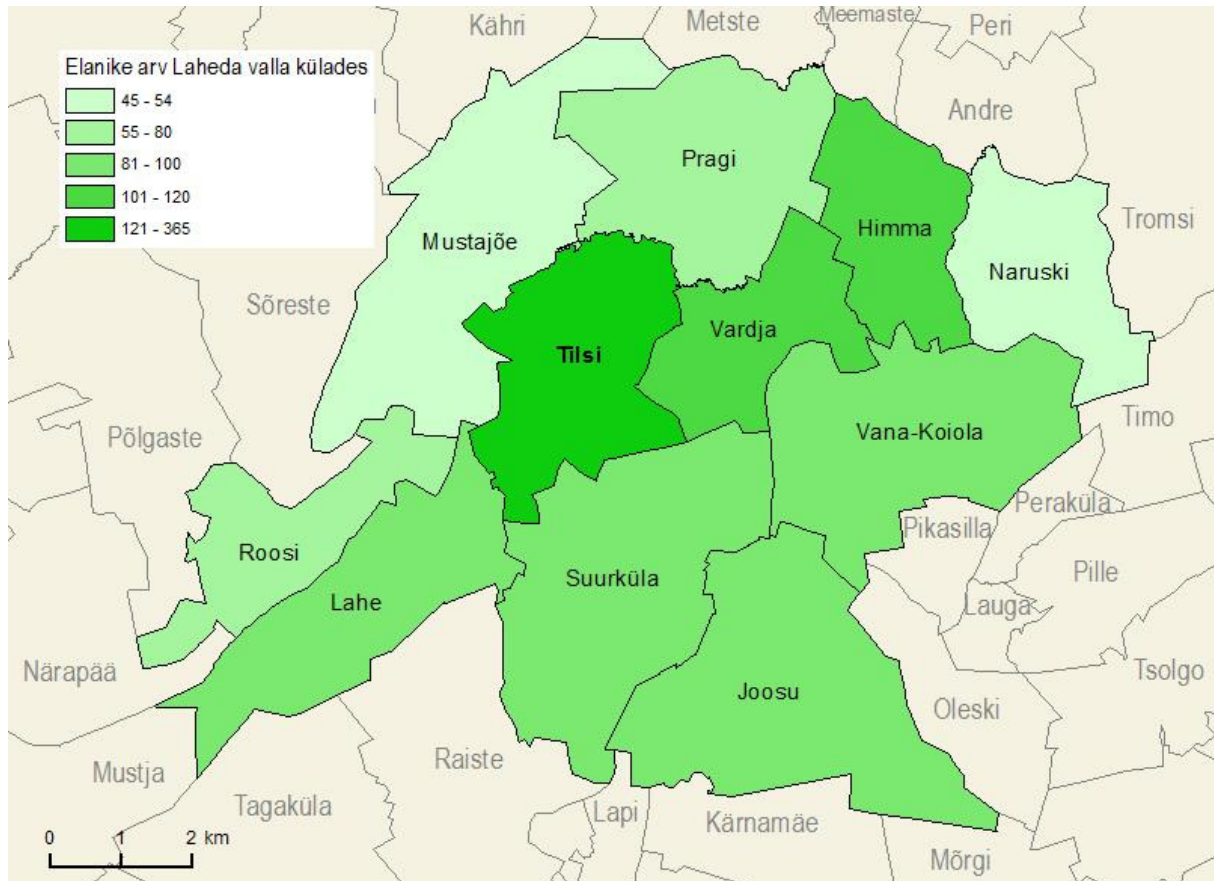
Laheda vald, endise nimega Aleksandri vald (kuni 1936), asub Põlva maakonna lõunaosas, piirnedes Võru maakonnaga. Laheda valda ääristavad põhjas Põlva, lõunas Lasva ja Võru ning väikeses ulatuses Sõmerpalu vald. Idas asub Veriora ja läänes Kanepi vald. Joonisel 1.1.1 on kujutatud Laheda valla asukoht Põlva maakonnas.

Laheda valla pindala on 91,5 km², moodustades 4,2 % Põlvamaa pindalast. Valla asukoht on strateegiliselt hea, kuna on lähedal nii Põlva kui Võru linnale (valla keskusest Tilsist on mõlemasse u 15 km) [2].

1.2. Demograafiline olukord

Laheda valla rahvaarv on 1183 inimest ning rahvastiku tihedus on 13 in/km². Naiste osakaal on meeste omast veidi suurem ning üldiselt iseloomustab Laheda valla rahvastikku vähene

laste hulk, kuid küllaltki suur pereloojate ja keskealiste osakaal. Suurima elanikkonnaga on Laheda valla keskuseks olev Tilsa küla. Valla elanike arv on kõigis külates jätkuvas vähenemistrendis [2].



Joonis 1.2.1. Laheda valla piirkonnad

Tilsa küla on kõige tihedamini asustatud küla Laheda vallas, ligi kolmandik elanike elab seal. Tilsa külas on olemas kaugküte. Tabelis 1.2.1 on Tilsa küla rahvastikunäitajad.

Tabel 1.2.1. Tilsa küla rahvastikunäitajad

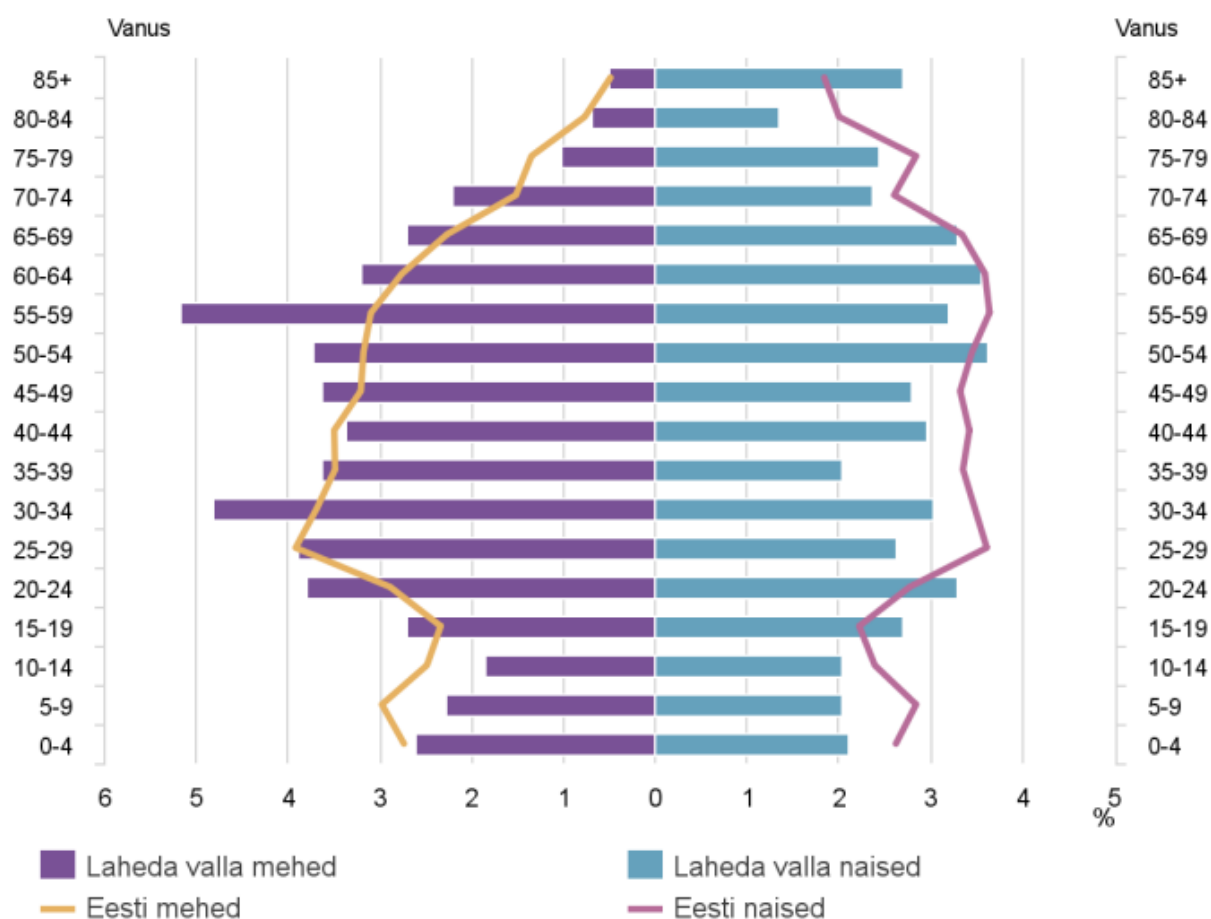
Küla	Elanike arv	% Laheda vallast	% Põlva maakonnast
Tilsa küla	394	33,3%	1,4%

Laheda valla loomulik iive on negatiivne, aga mehaaniline iive on alates 2007. aastast olnud negatiivne. Laheda valla elanike arvu ja selle muutust on kajastatud Tabelis 1.2.2 [1].

Tabel 1.2.2. Laheda valla elanikud

Näitaja		2012	2013	2014	2015	2016
Rahvaarv	in	1225	1206	1195	1215	1183
Loomulik iive	in	33	18	51	49	
Mehaaniline iive	in	-11	-8	21	6	
Muutus		-5,60%	-1,55%	-0,91%	1,67%	-2,63%

Joonis 1.2.2 kujutab Laheda valla soolist ja vanuselist arvukust graafiliselt rahvastikupüramiidina. Laheda valla sooline struktuur on üldpildis suhteliselt ühtlane. Joonisest 1.2.2 lähtub, et vallas elab 613 meest ja 570 naist (51,8% : 48,2%). Laheda vallas elab Eesti keskmisest suhteliselt rohkem mehi erinevates vanuse gruppides. Kõige rohkem mehi on vanuses 30 - 24 ja 55 - 59 eluaastat. Vallas elab Eesti keskmisest suhteliselt vähem naisi. Kõige vähem naisi on vanuses 35 - 39 eluaastat. Graafikust on näha, et rahvastikupüramiid on hetkel pigem vananev (0-14 aastaste vähesus), kuid seda leevendab 20 – 24 aastaste inimeste rohkus, keda on suhteliselt rohkem Eesti keskmisest [1].



Joonis 1.2.2. Laheda valla rahvastikupüramiid

1.3. Sotsiaalmajanduslik olukord

1.3.1. Tööelised inimesed

Tööeliste osakaal Laheda elanikkonnast on 68%, laste ja pensioniealiste osakaal on 32%, vastavalt 13% ja 19%. Tabelis 1.3.1 on esitatud Laheda valla koormuskoefitsendid. Laheda valla demograafiline tööturusurve indeks on 54% ehk iga tööturult lahkuja kohta saabub tööturule 0,54 tööelist inimest. Eelneva parameetri illustreerimiseks on Tabel 1.3.2 [1].

Tabel 1.3.1. Laheda valla rahvastiku koormuskoefitsendid (2016)

Näitaja	Lapsed, 0-15 a	Tööelised, 16-64 a	Pensioniealised, 65+ a
Inimeste arv	153	802	228
Osakaal rahvastikust	12,93%	67,79%	19,27%

Tabel 1.3.2. Laheda valla demograafiline tööturusurve indeks 2016. aastal

Tööturule sisenevad inimesed vanuses 5-14	Tööturult lahkuvad inimesed vanuses 55-64	Tööturusurve indeks
97	179	0,54

Kui indeks on ühest suurem, siseneb järgmisel kümnendil tööturule rohkem inimesi, kui sealt vanaduse tõttu potentsiaalselt välja langeb. Laheda vallas on viimase 10 aasta jooksul olnud tööturusurve indeks alla ühe ja languses. See tähendab, et valla elanikkond on pigem vanemapoolne ning on võimalus tööjõupuuduse tekkimiseks. Demograafilise tööturusurve indeksi muutust varasemate aastatega on kajastatud Tabelis 1.3.3 [1].

Tabel 1.3.3. Demograafiline tööturusurve indeksi muutus (2010-2016)

Demograafiline tööturusurve indeks	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kogu Eesti	0,77	0,75	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82
Laheda vald	0,69	0,59	0,78	0,74	0,70	0,70	0,54

1.3.2. Palgatöötajad

Laheda vallas on 2016. aasta seisuga 802 tööelist inimest. Mitmed tööelised inimesed töötavad isiklikes taludes, isiklikes ettevõtetes, oma abimajapidamises või FIE-na. Brutotulu keskmiselt saadakse Laheda vallas 846 eurot kuus. Laheda valla palgatöötajate kuu keskmine brutotulu on alates 2010. aastast kasvanud. Palgatöötajate kuu keskmine brutotulu aastate lõikes on esitatud järgnevas Tabelis 1.3.4 [1].

Tabel 1.3.4. Kuu keskmine brutotulu (2010-2015)

Näitaja	ühik	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Põlva maakond	EUR	625	667	721	728	785	802
Lõuna-Eesti	EUR	712	740	780	835	887	945
Kogu Eesti	EUR	767	798	844	900	954	1013
Laheda vald	EUR	621	646	687	756	798	846

Laheda valla palgatöötaja kuu keskmine brutotulu kasv on varasemate aastatega olnud stabiilne - keskmiselt 7% aastas. Laheda valla inimene teenib kuus rohkem brutotulu kui keskmine Põlva maakonna inimene. Laheda valla palgatöötaja brutotulu moodustub 84% kogu Eesti keskmisest brutotulust, kuid arvestades maakonna ja valla geograafilist asendit, siis Laheda valla kuu keskmine brutotulu moodustub 89% Lõuna-Eesti keskmisest brutotulust.

1.3.3. Töötus

Laheda vallas on registreeritud töötute hulk 2015. aastaks vähenenud alla 4%. 2015. aasta seisuga oli registreeritud töötuid 39. Järgnevas Tabelis 1.3.5 on võimalik näha Laheda valla registreeritud töötute vähenemist viie aasta jooksul [1].

Tabel 1.3.5. Laheda valla registreeritud töötud

Näitaja	ühik	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Registreeritud töötuid	inim	66	48	40	51	43	39
Osakaal elanikkonnast		5,7%	4,1%	3,3%	4,2%	3,6%	3,2%

1.4. Ettevõtluse olukord

Vallas tegutseb 24 ettevõtet, neist 12 on äriühingud ja teenindussektoris tegutseb seitse ettevõtet. Peamisteks tegevusaladeks on puidutööstus ja põllumajandus. Suurimad tööpakkujad on mööblitettevõtte AS Suwem ning Vardja ja Lahe masinaühistud. Suurteks tööd pakkuvateks asutusteks on Tilsi Perekodu ja Tilsi Põhikool [2]. 2015. aastal oli müügitulu Laheda vallas tegutsevatel ettevõtetel 4,77 miljoni eurot [1].

1.4.1. Eesmärgid

Laheda valla arengukava järgi on valla eesmärgid järgmised [2]:

- Hea ja innovaatilise ettevõtluskeskkonna loomine
- Oskusliku ja teotahtelise tööjõu olemasolu tagamine
- Valla ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arengukava täitmine
- Teede olukorra järjepidev parandamine ja teede hooldamine
- Kergliiklusteede teemaplaneeringu algatamine
- Elanikele kvaliteetse internetiteenuse tagamine
- Valla muutmine atraktiivseks ja mitmekülgseks turismipiirkonnaks

1.5. Elamumajanduse olukorda

Hetkel kaugküttevõrguga on ühendatud Laheda vallas Tilsi külas 8 hoonet, neist 4 on kortermajad, üks kauplus, sotsiaalkeskus ja Põhikool koostöökeskusega ühes hoones [2].

1.6. Soojusmajanduse olukord

Tilsi katlamaja varustab soojusega Tilsi Põhikooli, Koostöökeskust, Sotsiaalkeskust, Tilsi kauplust ja korterelamuid. Soojustrassid on vahetamata. Tulevikus plaanitakse rajada uus kaugküttetrass ja katlamaja [2].

1.6.1. Soojuse hind

2016. aasta seisuga on Tilsi küla kaugkütte hind 44,96 EUR/MWh käibemaksuta (53,95 EUR/MWh käibemaksuga).

2. TARBIJAD

2.1. Kaugküttevõrgu tarbijad

Laheda valla Tilsa küla kaugküttevõrku on ühendatud 8 hoonet. Neist 4 on 12 kuni 24 korteriga kortermajad, mis on ehitatud aastatel 1979 kuni 1987. Lisaks on kaugküttevõrguga ühendatud OÜ Tilsicole kuuluv kauplus, Tilsa Põhikool, Sotsiaalmaja ja Tilsa endine lastekodu. Kaugküttevõrguga ühendatud tarbijad on kujutatud Tabelis 2.1.1.

Tabel 2.1.1. Soojatarbijate tehniline seisukord Tilsa külas

Hoone Aadress	Ehitatud a	Tüüp	Suletud pindala m ²	Eluruumi pindala m ²	Kubatuur m ³
Sotsiaalkeskuse	1 920	KOV	435	435	1 444
Tilsa Põhikool	1 978	Kool	2 088	2 088	9 536
Tilsa (endine) Lastekodu	1 999	8-KRT	2 492	2 492	9 206
Järve pood	1 966	Pood	225	144	740
Tilsa keskus 2	1 979	18-KRT	1 580	1 128	5 911
Tilsa keskus 3	1 981	24-KRT	2 194	1 577	8 344
Tilsa keskus 4	1 987	12-KRT	1 094	757	3 761
Tilsa keskus 5		24-KRT	2 200	1 571	7 869

Tilsa küla kaugküttesse ühendatud hoonete tehnilist seisukorda on võimalik hinnata välise ilme põhjal, mis on kujutatud Joonistel 2.1.1-2.1.12. Hinnangu andmiseks sai konsulteeritud soojaettevõttega UÜ Madesaare ja Laheda Vallavalitsusega.

Sotsiaalkeskuse hoone on soojustatud ja on olemas soojussõlm. Soojustamist alustati 2012. aastal Sotsiaalministeeriumilt saadud toetusega ja see valmis 2013. aastaks [3].

Tilsa Põhikool on renoveeritud 2000. aastal [4]. Hoonel on olemas soojussõlm.



Joonis 2.1.1. Sotsiaalkeskuse



Joonis 2.1.2. Tilsa Põhikool

Tilsi endine lastekodu on renoveeritud 2008. aastal, majal on olemas soojussõlm. Nüüd tegutseb seal raamatukogu, mõned tööruumid. Plaanis on hoone ruumides luua hotell. [5].

Tilsi kauplust ei ole soojustatud, on tehtud ainult välisilmet parandavaid remonttöid. Kauplusehoonel on olemas soojussõlm.



Joonis 2.1.3. Tilsi endine lastekodu



Joonis 2.1.4. Järve pood

Tilsi keskus 2 majal on olemas soojasõlm, mis on kujutatud Joonisel 2.1.7. Hoone on väliselt soojustamata. Maja juures on soojustatud ainult vundament, veekindlaks tehtud.

Tilsi keskus 3 maja välisfassaad on soojustamata, aga vundament ja katus on soojustatud. Järgmisena plaanitakse vahetada maja välisuksed. Hoonel on olemas soojussõlm, mis on kujutatud Joonisel 2.1.8.



Joonis 2.1.5. Tilsi keskus 2



Joonis 2.1.6. Tilsi keskus 3



Joonis 2.1.7. Tilsi keskus 2 soojussõlm



Joonis 2.1.8. Tilsi keskus 3 soojussõlm

Tilsi keskus 4 maja on 100% renoveeritud ja on olemas soojussõlm, mis on kujutatud Joonisel 2.1.11.

Tilsi keskus 5 majal on olemas soojussõlm, mis on kujutatud Joonisel 2.1.12. Tilsi keskuse 5 hoone on soojustamata. Korterites on olemas termoventiilid, aga mõnes korteris on need ära lõhutatud hooletuse tõttu.



Joonis 2.1.9. Tilsi keskus 4



Joonis 2.1.10. Tilsi keskus 5



Joonis 2.1.11. Tilsi keskus 4 soojussõlm



Joonis 2.1.12. Tilsi keskus 5 soojussõlm

Tilsi küla kaugkütte tarbijate kokkuvõte:

- kolm neljast Tilsi küla kaugküttevõrgus olevast kortermajast on renoveerimata;
- kõigil kaugküttevõrgus olevatel hoonetel on olemas kaasaegsed soojussõlmed;
- kaugküttevõrgus olevad kohaliku omavalitsuse hooned on renoveeritud;
- kaugküte õigustab ennast ja hind on jõukohane;
- väikest energiasäästu on andnud akende ja uste vahetused.

2.2. Soojuse tarbimine

Tilsi küla kaugküttevõrgu tarbijate tegelik soojuse tarbimine on kujutatud Tabelis 2.2.1 ja mõõdetud soojaettevõtte UÜ Madesaare poolt. Lisaks Tabelis 2.2.1 on elimineeritud erinevate lähiaastate välisõhu temperatuuride kõikumise mõju ja tarbimine on viidud üle võrreldavale normaalaasta tarbimisele, mis võtab arvesse erinevate perioodide pikaajalise väliskliima.

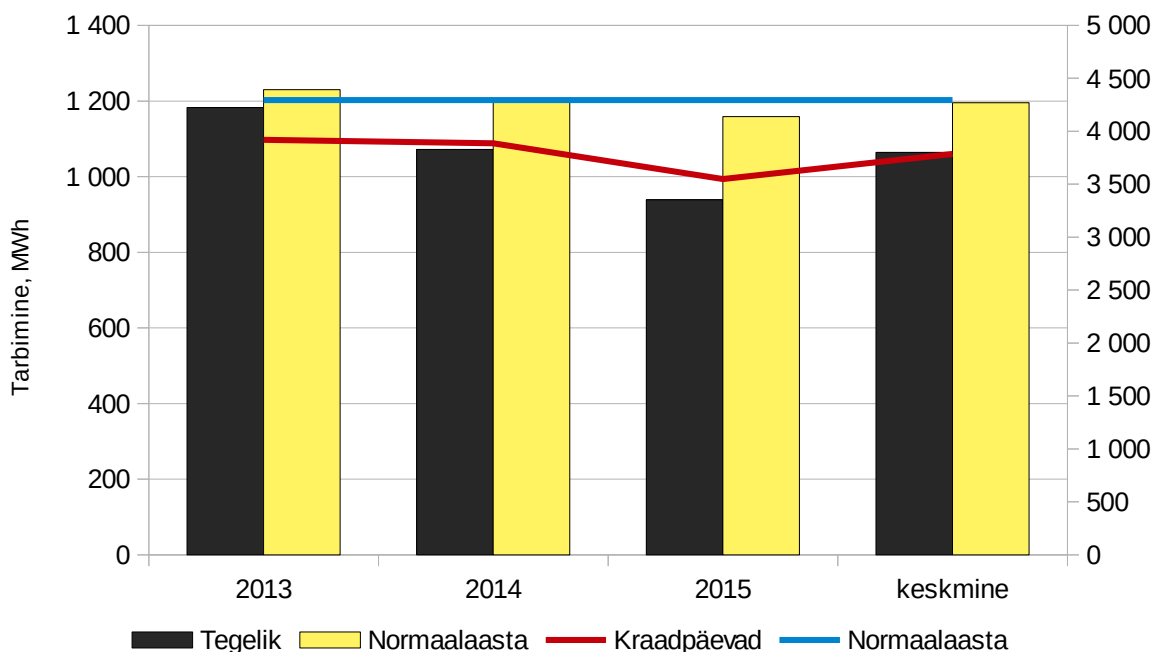
Tabel 2.2.1. Tilsi küla tegelik ja normaalaasta soojuse tarbimine (MWh)

Hoone Aadress	Tegelik hetkeseis				Normaalaasta			
	2013	2014	2015	Keskmine	2013	2014	2015	Keskmine
Sotsiaalkeskuse	92,0	85,2	78,3	85,2	97,4	95,8	96,0	96,4
Tilsi Põhikool	186,0	183,0	168,8	179,3	194,4	202,7	207,0	201,4
Tilsi (endine) Lastekodu	168,1	150,2	133,7	150,7	178,0	166,6	162,9	169,2
Järve pood	37,2	36,3	28,7	34,1	38,2	41,7	36,4	38,8
Tilsi keskus 2	173,3	164,9	152,2	163,5	184,4	183,9	186,5	184,9
Tilsi keskus 3	277,7	260,1	246,4	261,4	295,6	289,7	302,1	295,8
Tilsi keskus 4	83,8	80,1	71,4	78,4	89,3	88,6	87,5	88,5
Tilsi keskus 5	164,9	112,1	59,1	112,0	152,5	128,5	80,1	120,3
KOKKU	1 182,9	1 071,8	938,7	1 064,5	1 229,7	1 197,5	1 158,6	1 195,3

Tilsi küla suurim tarbija on Tilsi keskus 3 kortermaja, mille keskmine soojustarbimine viimase kolme aasta jooksul on olnud 261 MWh. Kortermajade soojustarbimises on märgata väikeseid kõikumisi. Kõikumised soojuse tarbimises sõltuvad peamiselt hoonete seisukorrast ja välisõhu temperatuurist.

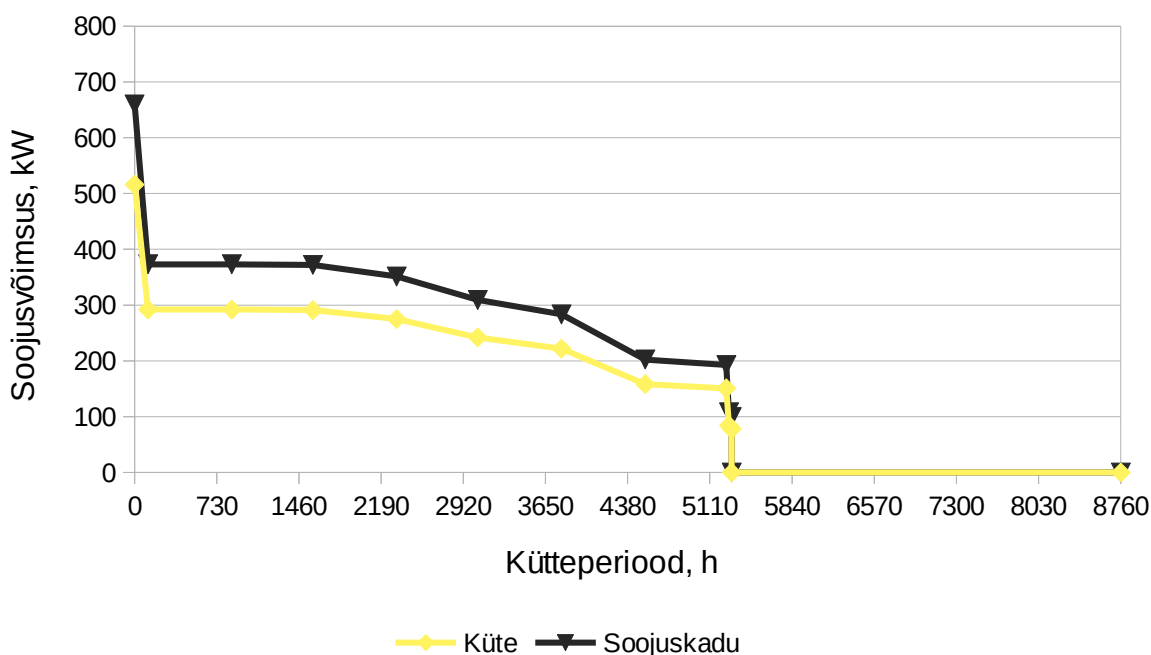
Kõige väiksem tarbimine on Tilsi keskus 4 kortermajal. Viimane aasta oli hoone tarbimine 71 MWh, see on tingitud sellest, et maja on täielikult renoveeritud. Kõige suurem muutus soojustarbimises on märgata Tilsi keskus 5 hoonel, mis 2013. aastal tarbis 165 MWh, aga 2015. aastal 59 MWh. See on tingitud sellest, et viimane aasta ei olnud kortermaja kaugküttevõrguga ühendatud, kuid peale võla ära maksmist ühendati hoone tagasi võrku. Sellepärast edaspidistes arvutustes seda hoonet ei kajasta, kuna muudab arvutused ebatäpseteks.

Joonisel 2.2.1 on kujutatud Tilsa küla soojuste tegeliku ja normaalaasta tarbimise erinevus. Joonisele 2.2.1 on lisatud kraadpäeva telg. Tänu sellele on võimalik võrrelda lühiajalise ja pikaajalise perioodi keskmise väliskliima erinevust. Viimase kolme aasta kliima on olnud soojem, kui pikaajalise perioodi keskmine väliskliima, seega tarbimine on vähenenud [6].



Joonis 2.2.1. Tilsa küla soojuste tarbimine

Joonisel 2.2.2 on Tilsa küla kaugkütte normaalaasta koormusgraafik. Koormusgraafiku koostamisel on arvestatud lühiajalise -22 °C välisõhutemperatuuriga.



Joonis 2.2.2. Tilsa küla kaugkütte koormusgraafik (normaalaastale taandatud)

Jooniselt 2.2.2 on näha, et Tilsi küla arvutuslik soojusvõimsus on arvutuslikul ekstreemum välisõhutemperatuuril 516 kW. Tilsi küla kütteperiood on märgitud 216 päeva ehk oktoobrist maikuuni, mis võib natukene aastate vältel erineda olenevalt sellest, kui soe või külm on septembrikuu lõpp ja maikuu algus. Baaskoormuse maksimum on 299 kW. Suurima tarbimisega kuud on veebruar, jaanuar, detsember ja märts.

Tilsi küla elamute normaalaastale taandatud soojuse eritarbimine eluruumi pindala kohta jääb vahemikku 68 kWh/m²a – 268 kWh/m²a. Küla keskmine väärtus on 160 kWh/m²a. Tilsi külas puudub hetkel kõigil hoonetel energiamärgis. Arvutuste tegemisel on arvestatud hoone eluruumide pindalaga, kui Ehitisregistris ei ole kirjas köetavat pindala. Eluruumide pindala kasutamisel saab täpsemad energiatarbe tulemused, kui suletud pindala kasutamisel.

Tilsi küla elamute kubatuuriline soojuse tarbimine jääb vahemikku 18 kWh/m³a kuni 67 kWh/m³a. Tilsi küla keskmine soojuse tarbimine on 36 kWh/m³a, mis on nõukogudeaegsetele hoonetele iseloomulik, kuid natukene kõrgem keskmisest, võrreldes Eesti suuremates kaugküttevõrkudes olevate hoonetega. Kõik hooned, mille energiatarve ületab 30 kWh/m³a, vajaks renoveerimist. Hästi soojustatud ja automaatikaga renoveeritud hoone võib saavutada energiatarbe 20 kWh/m³a. Alla 20 kWh/m³a on saavutatud Tilsi endises lastekodu hoones. Ligilähedased väärtused on Tilsi Põhikoolil ja Tilsi keskus 4 kortermajal.

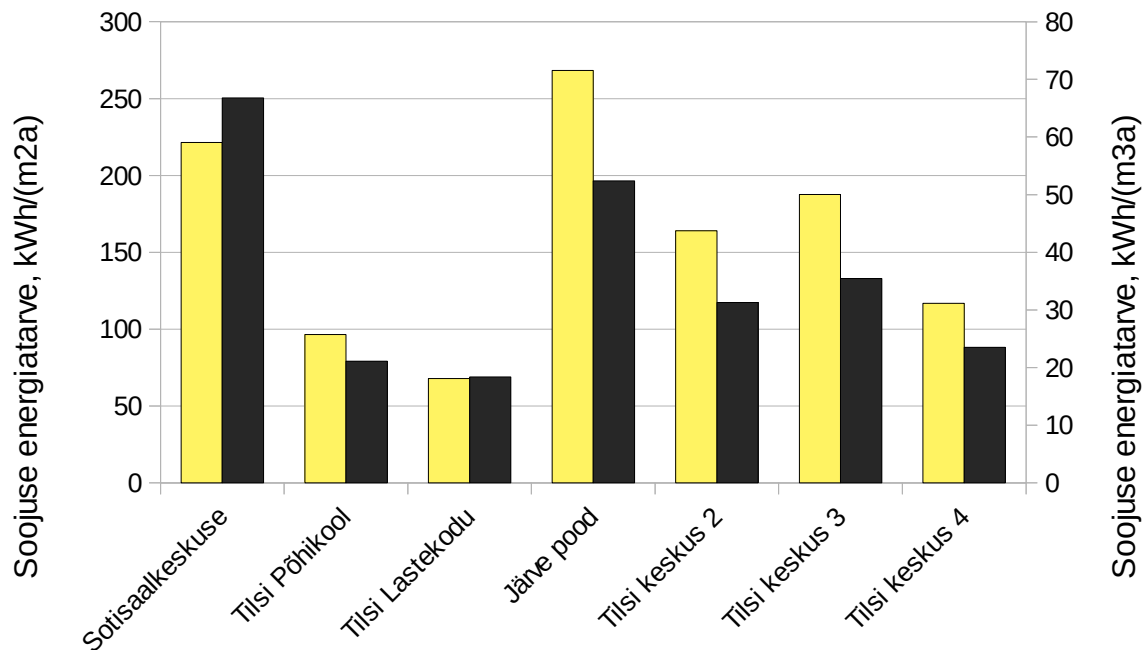
Kõige suurem soojuse eritarbimine eluruumi pindala kohta on sotsiaalmajal ja kauplusel. Korterehamutest kõige suurema energiatarbega on Tilsi keskus 3, 188 kWh/m²a. Tilsi külas kõige suurem elamute kubatuuriline soojuse tarbimine on sotsiaalmajal, 67 kWh/m³a ja Tilsi kauplusel, 52 kWh/m³a. Need hooned peaksid planeerima renoveerimist.

Tilsi küla eritarbimine arvestatuna eluruumide pindala kohta on kujutatud Tabelis 2.2.2.

Tabel 2.2.2. Tilsi küla energiatarve eluruumide pindala kohta

Hoone	Tarbimine	Eluruumi	Kubatuuri	Võimsus
Aadress	MWh	energiatarve kWh/m ² a	energiatarve kWh/m ³ a	kW
Sotsiaalkeskuse	96,4	221,5	66,8	42,3
Tilsi Põhikool	201,4	96,4	21,1	86,6
Tilsi (endine) Lastekodu	169,2	67,9	18,4	73,4
Järve pood	38,8	268,4	52,4	15,7
Tilsi keskus 2	184,9	164,0	31,3	80,9
Tilsi keskus 3	295,8	187,6	35,4	129,7
Tilsi keskus 4	88,5	116,8	23,5	38,9
Kokkuvõte	1 075	160	36	468

Tabeli 2.2.2 andmed on esitatud graafiliselt Joonisel 2.2.3. Joonise vasakpoolsem telg on eluruumidepõhine soojustarbimine ning parempoolsem telg kubatuuriline soojustarbimine.



Joonis 2.2.3. Tilsa küla tarbijate energiatarbimine

Keskmiist palka teeniv (686 EUR neto) Tilsa küla tarbija kulutab igakuisele kuni 13% sissetulekust soojusele. Üksikule tööalisele on kümnendik palgast päris suur kulutus. Vanaduspensioni (335 EUR neto) saav pensionär kulutab igakuisele kuni 26% pensionist soojusele. Üksikule pensionärile võib selline kulutus olla liiga suur. Suured kulutused soojusele on tingitud soojustamata hoonetest ning kulutused kasvavad, sest kaugküttevõrk on rekonstrueerimata.

Tilsa küla hoonete energiatarbe analüüs kokkuvõtvalt:

- kõik hooned, mis ületavad 30 kWh/m³a või/ja 150 kWh/m²a, vajaks täiendavat soojustamist või hoone täielikku renoveerimist, kuni saavutatakse energiatarve alla 150 kWh/m²a;
- madalenergia hoone põhimõtetele renoveerimisel on võimalik saavutada hoone energiatarve vähemalt 80-100 kWh/m²a;
- Tilsa kauplus on võrreldes teiste hoonetega kõige kehvemas seisukorras ja peaks võtma ette hoonete renoveerimise. Korterimajadest on kõige kehvemas seisukorras Tilsa keskus 3;
- Kõige paremas seisukorras on koolihoone ja endine lastekodu hoone, mis on saavutanud peaaegu madalenergia hooned näitajad. Korterimajadest kõige paremas seisukorras on Tilsa keskus 4 hoone.

3. TOOTMINE

3.1. Tootmise tehniline olukord

Laheda valla Tilsi küla kaugküttevõrgu tarbijaid varustab soojusega UÜ Madesaarele kuuluv katlamaja. Katlamaja asub Tilsi endise lastekoduga samal krundil. 1996. aastal rajati katlamaja Maailmapanga laenu abil.



Joonis 3.1.1. Tilsi katlamaja

Katlamajas paikneb automaatselt töötav puiduhakke katel REKA HKRS 500, võimsusega 0,5 MW, ja üks reservkatel, milleks on põlevkiviõli töötav Högfors H-21-16 võimsusega 0,55 MW. Katlamaja kütuseladu on katlamaja kõrval. Varem töötas katel ka saepuruga, kuid selle kütuse kasutamine on vähenenud väga väikseks liigse ettevalmistuse vajaduse tõttu. Tilsi küla katlamaja andmed on kujutatud Tabelis 3.1.1. Tilsi küla katlamaja põhikatel ja reservkatel Högfors H-21-16 on kujutatud Joonistel 3.1.2-3.1.3.

Tabel 3.1.1. Tilsi küla katlamaja andmed

	Katel	Katel
Prioriteet	Põhikoormus	Reserv
Katelseade	REKA HKRS 500	Högfors H-21-16
Katla rajamisaasta	1996	1996
Võimsus	500 kW	550 kW
Kütus	Hakkpuut	Põlevkiviõli

Hakkpuidu katla tööajaks on projekteeritud keskmiselt 5000 tundi aastas, see toodab 95% soojusest. Reservkatelt kasutatakse tipukoormuse saavutamiseks külma ilmaga.



Joonis 3.1.2. Põhikatel REKA HKRS 500



Joonis 3.1.3. Reservkatel Högfors H-21-16

Soojaettevõttel on plaanis rajada uus katlamaja, sest põhikatel peaks veel vastu umbes 5 aastat. Reservkatel on heas seisukorras. Lisaks katlamaja asukoht ei ole hea, see asub kohe endise lastekodu kõrval, kus ei ole ruumi, et rajada uus katlamaja koos suurema kütuselaoga.

3.2. Katlamaja kütusemajandus

Soojusettevõtte andmetel põhikatel tarbis 2015. aastal 1880 m³, millest 70 m³ on saepuru. Tarbimise tippkoormus kaeti reservkatlaga, mis tarbis samal aastal 2 tonni põlevkiviõli.

Tabel 3.2.1. Tilsa katlamaja kütusemajandus

	ühik	2 013	2 014	2 015	Normaalaastal
Soojuse toodang	MWh	1 591	1 435	1 304	1 574
Soojuse tarbimine	MWh	1 183	1 072	939	1 195
Põhikatla kütusekulu	m ³ /a	2 300	2 072	1 880	2 378
Kütuse kütteväärtus	MWh/m ³	0,80	0,80	0,80	0,80
Reservkatla kütusekulu	t	2,00	2,00	2,00	2,00
Kütuse kütteväärtus	MWh/t	10,80	10,80	10,80	10,80
Primaarenergia	MWh	1 848	1 665	1 512	1 910
Võrgu soojuskadu	MWh	408	363	365	379
Võrgu kasutegur		74,4%	74,7%	72,0%	75,94%
Suhteline soojuskadu		25,6%	25,3%	28,0%	24,06%
Katla keskmine kasutegur		83,0%	82,7%	82,4%	82,72%
Kaugkütte kasutegur		61,7%	61,8%	59,4%	62,82%

Olenemata katla vanusest on katla aastane keskmine kasutegur kõrge – 82,72%.

3.3. Keskkonnakaitse

25.11.2015 vastu võetud ja alates 20.12.2018 jõustuv Euroopa Liidu keskmise suurusega põletusjaamade direktiiv 2015/2193 seab heitmete piirmäärad uute 1-50 MW sisendvõimsusega katlamajade heitmetele. Alates 2025 hakkavad samad piirmäärad kehtima 5-50 MW ja alates 2030 1-5 MW sisendvõimsusega olemasolevate põletusjaamade heitmetele. Nõuded tahke biomassi, muu tahkekütuse, vedelkütuse, vedelgaasi ja maagaasi korral on toodud Tabelis 3.3.1 [7].

Nõuded hakkavad olemasolevatele 1-5 MW kütusesisendiga katlamajadele kehtima alates 2030 ning 5-50 MW võimsusega seadmetele alates 2025.

Tabel 3.3.1. Heitmelimiidid keskmise suurusega põletusjaamadele alates 20.12.2018

Heitmed mg/Nm ³	Tahke biomass		Muu tahkekütus		Vedelkütus		Vedelgaas		Maagaas	
	1-5	5-50	1-5	5-50	1-5	5-50	1-5	5-50	1-5	5-50
	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
SO ₂	200	200	1100	400	350	350	-	-	-	-
NO _x	650	650	650	650	650	650	200	200	250	250
Tolm	50	30	50	30	50	30	-	-	-	-

Olemasolev katlamaja põhikatlaga REKA HKRS 500, nimivõimsusega 500 kW ja reservkatlaga Högfors H-21-16, nimivõimusega 550 kW, ületab 1 MW sisendvõimsuse piiri, ning sel juhul rakenduvad uued heitmenormi Tilsu katlamajale.

Kõige hilisem aeg, mil tänased katlad tuleb välja vahetada või rajada kulukad puhastusseadmed, on 2030, mil hakkavad kehtima uued karmid heitmenormid ka olemasolevatele seadmetele 1-5 MW katlamajades.

4. TILSI KÜLA KAUGKÜTTEVÕRK

4.1. Kaugküttevõrgu tehniline seisukord

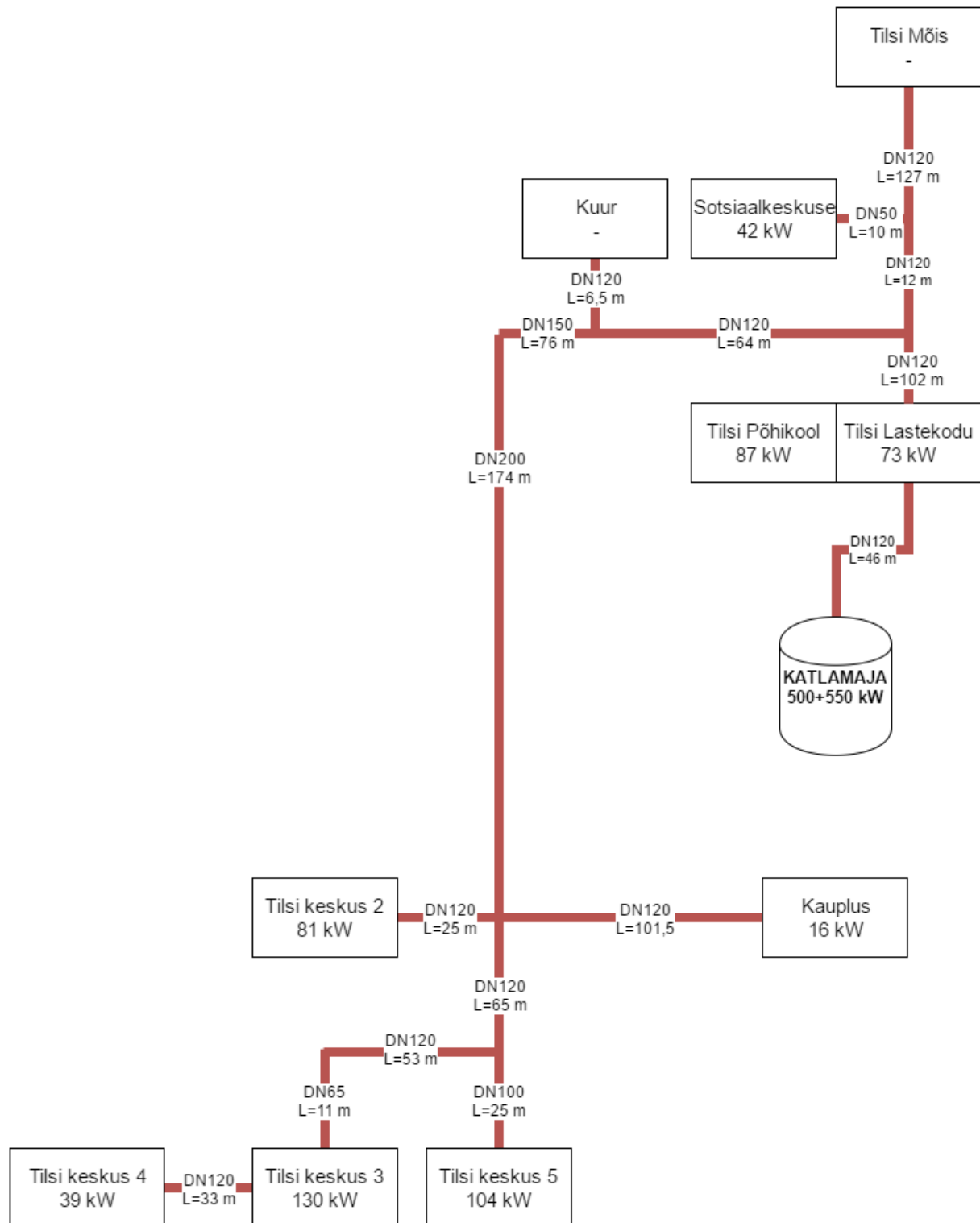
Tilsi külas osutab kaugkütte teenust UÜ Madesaare. Tilsi küla kaugküttepiirkonna skitseering on kujutatud Joonisel 4.1.1, punase joonega on kujutatud kaugküttetrass. Tilsi mõisa poole on soojustrass olemas, aga kraanid on kinni keeratud.



Joonis 4.1.1. Tilsi kaugküttevõrk

Kaugküttevõrgu pikkus Tilsi külas on 2x976 meetrit, sellest 10 meetri ulatuses Sotsiaalkeskusesse viiv toru on eelisoleeritud toru, ülejäänud torud on terastorud. 127 meetri ulatuses läheb trass mõisahoonde juurde, aga seda ei kasutata. Terastorud on paigaldatud 1970. lõpus ja 1980. alguses. Lõik 2 on vahetatud terastorude vastu 1997. aastal ja 2004. aastal need torud isoleeriti.

Joonisel 4.1.2 on Tilsi küla kaugküttevõrgu hetkeseisu plokkdiagramm.



Joonis 4.1.2. Tilsi kaugküttevõrgu plokkiagramm

Kaugküttevõrgu torude tehnilised näitajad on kantud Tabelisse 4.1.1.

Tabel 4.1.1. Tilsi küla kaugküttevõrgu tehniline seisukord

Lõigu nr.	Aadress	Materjal	Läbimõõt DN	Lõigu pikkus m
1	Katlamaja - Kool	Teras	120	46
2	Kool - Sotsiaalmaja	Teras	120	102
3		Teras	120	12
4	Sotsiaalmaja	Eelisoleeritud	50	10
5	Sotsiaalmaja - Mõis	Teras	120	127
6		Teras	120	64
7	Kõrvalhoone	Teras	120	6,5
8		Teras	150	76
9		Teras	200	174
10	Tilsi keskus 2	Teras	120	25
11	Kauplus	Teras	120	101,5
12	Kauplus – Perekodu	Teras	120	45
13		Teras	120	65
14	Tilsi keskus 5	Teras	100	25
15	Tilsi keskus 3	Teras	120	53
16	Tilsi keskus 3 majas	Teras	65	11
17	Tilsi keskus 4	Teras	120	33
KOKKU				2 x 976

Tabelis 4.1.2 on Tilsi küla kaugküttevõrgu torustiku pikkuste ülevaade läbimõõtude suhtes.

Tabel 4.1.2. Tilsi küla kaugküttevõrgu pikkus

Toru läbimõõt	Toru pikkus	Torustiku osakaal
mm	m	
DN50	10	1,02%
DN65	11	1,12%
DN100	25	2,56%
DN120	680	69,67%
DN150	76	7,79%
DN200	174	17,83%
KOKKU	2 x 976	100%

2 x 45 meetrit torusid edaspidises töös ei arvesta, sest tegemist on toruühendusega, mida enam ei kasutata. Tegemist on Pesamuna kinnistul asuvate hoonetega, mis kasutavad kütteks järve ühendatud maasoojuspumpa.

4.2. Kaugküttevõrgu analüüs

Tabelis 4.2.1 on Tilsi küla kaugküttepiirkonna analüüsi tulemused. Tilsi küla kaugküttepiirkonna tarbimiskoormus on normaalaastal 1,28 MWh/m, mis on üle jätkusuutliku soojusvõrgu miinimum tarbimiskoormuse 1 MWh/m. Kaugküttevõrgu suhteline soojuskadu on keskmiselt 26%. Konkurentsiameti poolt määratud tehnilistest nõuetest peaks olema trassikadu kuni 16% 2016. aastal. Kaugküttetrassi rajamisel oli arvutuslik soojuskadu 129 MWh, aga tänaseks on kaugküttevõrk amortiseerunud ja soojuskadu on tõusnud 315 MWh juurde. Soojuskadu torupaaride peale on kolm korda suurem võrreldes uute torudega.

Madalamat suhtelist soojuskadu on võimalik saavutada, kui edastada tarbijateni rohkem soojust läbi kaugküttevõrgu, mille isolatsioon on efektiivsem ja madalama soojuslähikandeteguriga. Suurt mõju suhtelise soojuskaot vähendamisele avaldab väiksemate toru diameetrite ja lühemate toru lõikude kasutamine, mis suurendab tarbimiskoormust. Madalama pealevoolu temperatuuri kasutamine vähendab suhtelist soojuskadu, kuid temperatuuri vähendamine ei ole lihtne, sest see nõuab tarbija soojusvarustussüsteemide vahetust või rekonstrueerimist.

Tabel 4.2.1. Tilsi küla kaugküttevõrgu analüüs

Võrguarvutus	Ühik	2013	2014	2015	Normaalaasta
Soojuse toodang	MWh	1 591	1 435	1 304	1 510
Soojuse tarbimine	MWh	1 183	1 072	939	1 195
Soojuskadu	MWh	408,08	363,17	364,93	314,56
Suhteline soojuskadu		25,6%	25,3%	28,0%	26,3%
Soojusvõrgu kasutegur		74,4%	74,7%	72,0%	73,7%
Pealevoolu temperatuur	°C	80	80	80	80
Tagasivoolu temperatuur	°C	50	50	50	50
Temp. integraal	10 ⁵ °Ch	3,45	3,45	3,45	3,45
Torustiku kogupikkus	m	1 862	1 862	1 862	1 862
Torustiku kogupindala	m ²	840	840	840	840
Torustiku keskmine diameeter	m	0,144	0,144	0,144	0,144
Soojuskoormus	MWh/m	1,27	1,15	1,01	1,28
Soojusvõrgu soojuskadu	MWh/m	0,22	0,20	0,20	0,17
Soojuskadu	W/m	42,28	37,62	37,81	32,59
Soojuslähikandetegur	W/m ² K	1,44	1,28	1,29	1,11

Soojuslähikandetegur iseloomustab kaugküttevõrgu ja selle soojusisolatsiooni efektiivsust. Mida väiksem on soojuslähikandetegur, seda efektiivsem on torude soojusisolatsioon.

Tabelis 4.2.2 on tüüpiliste Rootsi kaugküttevõrkude soojuslähikandetegurid, et võrrelda neid Tilsi küla kaugküttevõrgu tehnilise hetkeseisukorraga [8].

Tabel 4.2.2. Kaugküttevõrkude soojuslähikandetegurite võrdlus

Kaugküttevõrk	Soojuslähikandetegur, W/m ² K
Keskmine kaugküttevõrk	0,8 – 1,0
Rekonstrueeritud kaugküttevõrk	0,5 – 0,6
Hõreda asutusega kaugküttevõrk	1,3 – 2,2
Hõreda asutusega kaugküttevõrk <i>twin</i> torudega	0,9 – 1,3
Tilsi küla kaugküttevõrk	1,33

Tilsi kaugküttevõrgu soojuslähikandetegur sarnaneb kõige rohkem hõreda asutusega Rootsi kaugküttevõrgule. Tilsi kaugküttevõrk on hõredalt ehitatud, sest 2 x 931 meetri torude pikkuse juures on liidetud võrku 8 tarbijat. Ligi 300 meetrit torudest on magistraal, millel ei ole tarbijatega ühendust. Praegust tarbimiskoormust on võimalik tunduvalt suurendada uue kaugküttevõrgu rajamisega.

5. ANALÜÜS

5.1. Paralleeltarbimine ja energiasäästumeetmed

Paralleeltarbimiseks nimetatakse olukorda kaugküttevõrgus, kus tarbija tarbib soojust ka teistest lokaalsetest allikatest [9].

Kaugkütteseaduse eelnõu kohaselt:

- Kaugküttepiirkonnas tohib võrguga ühendatud tarbijapaigaldist võrgust eraldada ja ehitatava või rekonstrueeritava ehitise soojusega varustamisel kasutada muud viisi kui kaugküte kohaliku omavalitsuse volikogu määratud tingimustel ja korras.
- Kaugküttepiirkonnas võivad tarbijad lisaks kaugküttevõrgust saadavale soojusele tarbida ka kütusevabadest ja taastuvatest allikatest muundatud soojust.

Kütusevabad taastuvad allikad on päikeseenergia ja sellest muundatud soojus, tuuleenergia ja sellest muundatud soojus, maasoojus ja sellest muundatud soojus, hoones kasutatud ja sealt (ventilatsiooni, kanalisatsiooni jms kaudu) eralduv soojus ja sellest muundatud soojus.

Kaugkütteseaduse kohaselt saab järeldada, et soojusetootmine ja paralleeltarbimine lokaalsete kateldegaga ja soojuspumpadega ei ole üldjuhul kaugküttepiirkonnas lubatud.

Paralleeltarbimise mõjud Tilsa küla kaugküttepiirkonnas:

- Paralleeltarbimine vähendab kaugküttevõrgus müüdud soojuse mahtu ning tõstab kaugküttevõrgu tootja ja tarbija kulutusi soojusele.
- Paralleeltarbimine soojuspumpadega suurendab elektri tarbimist ja elektri tootmise ressursikulu.
- Soojuse tootjal on kohustus tagada kaugküttevõrgu temperatuurigraafik ja vooluhulgad, kuid soojuse tarbimise vähenemisega suureneb kaugküttevõrgu soojuskadu.
- Lokaalkatelde paigaldamine suurendab majadevahelist õhusaastet. Kaugküte eesmärk on vähendada õhusaastet ja hajutada heitmed suurema ala peale, et hoida saasteainete kontsentratsioon madalam.
- Kaugküte katlamaja keskkonnaheitmete nõuded on rangemad ja kontrollitud võrreldes lokaalsete kateldegaga.

Hoonete renoveerimisel tuleb energiatõhusus ja hea sisekliima tagada mõistlike lahenduste abil. Tilsa küla kaugküttevõrgu tarbijate energiasäästu potentsiaal on märgatav. Kolmel hoonel suurt energiasäästu ei ole võimalik saavutada, aga ülejäänud hoonete renoveerimisel oleks see võimalik [10].

Kehtivate rekonstrueerimistoetuse saamise reeglite järgi tuleb 40% toetuse saamiseks saavutada energiatõhususklass „C“ (energiatõhususarv $ETA < 150 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$) ja tagada korteri kõigis ruumides mehaanilise ventilatsiooniga pidev ettenähtud õhuvahetus. 25%

toetuse saamiseks peab korterelamu saavutama energiatõhususarvu klassi „D“ (energiatõhususarv $ETA < 180 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$). 15% toetuse tulemusena on eeldatav energiatõhusklass „E“ (energiatõhususarv $ETA < 220 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$). Energiatõhususarv sisaldab nii soojuse kui elektrienergia tarbimist [10].

KredEx-ist 40% rekonstrueerimise toetuse saamiseks peab korterelamu saavutama:

- energiatõhususarvu klassi C, sisaldab nii soojuse ja elektrienergia kulu;
- soojustama ja rekonstrueerima korterelamu välisseinad täies mahus;
- vahetama kõik projekti alustamise hetkel vahetamata aknad kolmekordse klaaspaketiga energiasäästlike akende vastu ning paigaldama kõik aknad soojustuse tasapinda või lisasoojustama aknad;
- soojustama ja rekonstrueerima korterelamu katuse;
- paigaldama korterelamusse soojustagastusega sissepuhke- ja väljatõmbeventilatsiooni süsteemi, mis teenindab kõiki korteri ruume.

Tilsi küla soojusettevõtja ja tarbijatega kohtumisel räägitust järeldus, et enamik tarbijatest sooviks hooneid renoveerida, aga seda teeksid nad enda rahalise võimekusega. Hetkel ei nähta soovi kasutada KredExi toetuseid, aga samas täielikult ei välistata. Kortermaju renoveeritakse aeglases tempos ja tehakse esmalt neid kohti, kus kõige suurem säästmise võimalus. Seega, esimesena tasub mõelda energiaauditi tegemisele, et leida hoone suurimad soojuskaod, sest siis on teada, mis tegelikult vajab renoveerimist esimesena. Kui renoveerimises üksmeelt ei saavutata, siis iga tarbija peaks vahetama vanad aknad uute pakettakende vastu.

Täies mahus renoveerimine, isegi 40% toetusega, on kulukas aleviku elanikele. Ligikaudne maksumus varasemate hoonete kogemuste põhjal on $160\text{--}250 \text{ EUR}/\text{m}^2$, mis toetusega on $128\text{--}160 \text{ EUR}/\text{m}^2$. Hinnad sõltuvad hoone tehnilisest seisukorrast enne renoveerimist. Tabelis 5.1.1 on renoveerimise kulutused koos toetusega [11].

Tabel 5.1.1. Energiasäästumeetmete kulu 40% toetusega

Energiasäästumeede	Ligikaudne maksumus EUR/m ²
Katuse soojustamine	15
Fassaadi soojustamine	49
Rõdude renoveerimine ja klaaspiirded	18
Küttesüsteem ja uus soojussõlm	37
Soojustagastusega ventilatsioonisüsteem	37
Küttekulude jaotussüsteemi paigaldamine	4

Renoveerimise kaalumisel tuleb hinnata ka tarbijate maksevõimet. Varasemalt toetusega renoveeritud hoonete kogemusel on peale renoveerimist 10 aastat laenu tagasimakse ja remondifond kuus 0,8 – 1,5 EUR/m² [11]. Tabelis 5.1.2 on energiasäästumeetmete efektiivsus.

Tabel 5.1.2. Energiasäästumeetmete efektiivsus

Energiasäästumeede	Soojuse sääst kWh/m ²
Automatiseeritud soojussõlm	17
Püstikute reguleerimine	20
Termostaatventiilid küttekehadele	11
Vee tsirkulatsiooni korrastamine	6
Tsirkulatsioonitorude soojustamine	4
Akende tihendamine	25
Välisuste asendamine	3
Välisvuukide tihendamine	10
Välisseinte lisasoojustamine	8
Katuse soojustamine	10

Üldjoontes annab 40% osakaaluga toetusega rekonstrueerimine energiamärgise klass C energiatõhususe nõuetele vastavaks ruumide küttenenergia säästu keskmiselt 65% ja tarnitud energia (soojus + elekter) säästu keskmiselt 50%. Tabelis 5.1.3 on esitatud SWOT analüüs hoone renoveerimisest. [11]

Tabel 5.1.3. Tilsa küla hoonete renoveerimise SWOT analüüs

Tugevused	Nõrkused
1. Soojuse tarbimise alanemine;	1. Soojuse hinna tõus;
2. Hoone energiatõhususe tõus	2. Laenukoormus
	2.1 Motivatsiooni puudus
	2.2 Korterühistu ühismeelsuse saavutamatus
Võimalused	Ohud
1. Kulutused soojusele vähenevad (tarbimine alaneb rohkem kui hind tõuseb);	1. Soojuse tarbimine ei vähene soovitud tasemele;
2. Hoone väärtus tõuseb	2. Maksejõuetus

Teeme eelduse, et tarbijad planeerivad hooneid renoveerida. Tabelis 5.1.4 on eeldatud, et hoone soojuse tarbimine langeb vähemalt 120 kWh/(m²a) peale. Täielikul renoveerimisel, koos soojustagastuse ventilatsiooniga, väheneb see kuni 60-80 kWh/(m²a). Tabelis „Tarbimise sääst” ei kajastata neid hooneid, kus ei ole enam võimalik säästu saavutada, kuna hooned on juba korralikult renoveeritud.

Tabel 5.1.4. Renoveeritud hoonete mõju tarbimisele

Hoone Aadress	Tarbimise sääst MWh	Tarbimine MWh	Võimsuse vähenemine kW	Võimsus kW
Sotsiaalkeskuse	44	52,2	23	22,5
Tilsi Põhikool	0	201,4	10	10,4
Tilsi (endine) Lastekodu	0	169,2	9	9,4
Järve pood	21	17,3	9	9,1
Tilsi keskus 2	50	135,3	30	29,7
Tilsi keskus 3	107	189,2	58	58,1
Tilsi keskus 4	0	88,5	5	5,4
Tilsi keskus 5	87	188,5	33	32,9
KOKKU	309	1 041,6	178	177,7

Renoveerimisel on arvestatud, et Tilsi keskus 5 alustab täies mahus tarbimist, mida viimase 3 aasta jooksul ei ole tehtud, seega tarbimine ja tarbimise vähenemine erineb veidi hetkeseisust. Peale renoveerimist on võimalik tarbimine 1042 MWh, mis annab tarbimise säästuks 309 MWh. Võimsus väheneks peale hoonete energiasäästumeetmete rakendamist 178 kW.

5.2. Sooja tarbevee tootmise energiatõhusus

Tilsi küla kaugküttevõrgu tarbijad ei tarbi sooja tarbevett kaugküttevõrgust, vaid kasutavad elektri boilerid. Elektrienergia (elektri boiler) sooja tarbevee tootmisel loetakse tootmise kasuteguriks 100%, kuigi elektri boileril on sarnaselt katlale ja kaugküttevõrgule välisjahtumine ning hooldamata elektri boileri soojusülekangetegur väheneb küttekehale tekkiva katlakiviga. Tabelis 5.2.1 on elektrienergia teenuse kogumaksumus. Võrguteenus puhul on arvestatud Elektrilevi põhitariifi. Elektri boileri sooja tarbevee tarbimise hind on käibemaksuta 102,17 EUR/MWh.

Tabel 5.2.1. Elektrienergia kogumaksumuse komponendid (EUR/MWh)

Teenus	Marginaal	Elektriaktsiis	Taastuvenergia	Võrguteenus	Elektrienergia	KM-ta
EUR/MWh	2,40	4,47	8,90	54,00	32,40	102,17

Sooja tarbevee hinnanguline tarbimine on arvatud „Soojusvarustuse kulude arvestamise ja jaotamise meetodika” abil [12]. Arvutused Tilsi külas on tehtud oletusel, et kõik hetkel soojusvõrgus olevad hooned hakkavad tarbima sooja tarbevett. Arvutused põhinevad eeldusel, et üks kortermaja inimene kasutab ööpäevas 50 liitrit vett, arv on võetud mõõduka tarbimise jaoks. Sotsiaalmajale sooja tarbevee tarbimine ööpäevas on võetud 70 liitrit vett. Endise lastekodu hoone tarbimiseks on võetud 100 liitrit vett ööpäevas eeldusel, et sinna rajatakse hotell, mis on hetkel plaanis. Teiseks eelduseks on kütteperiood, mis on 215 päeva ja

väljaspool kütteperioodi on 160 päeva. Lisaks, külma vee temperatuur kütteperioodil on 5 °C ja väljaspool kütteperioodi 8 °C.

Tulemused iga potentsiaalse liituja kaupa on kujutatud Tabelis 5.2.2 ja sealt selgub, et sooja tarbevee kasutamisega suureneks tarbimine 1259 MWh/a. 1259 MWh/a tähendab, et keskmiselt üks korter tarbib kuus ligikaudu 4 m³ sooja vett.

Tabel 5.2.2. Sooja tarbevee hinnanguline tarbimine

Hoone	Tarbimine	Keskmine võimsus
Aadress	MWh	kW
Sotsiaalkeskuse	24,0	2,73
Tilsi Põhikool	778,1	88,83
Tilsi (endine) Lastekodu	195,9	22,37
Järve Pood	5,7	0,65
Tilsi keskus 2	44,3	5,06
Tilsi keskus 3	62,0	7,08
Tilsi keskus 4	29,8	3,40
Tilsi keskus 5	61,8	7,05
Tilsi keskus 1	57,4	6,55
KOKKU	1258,9	143,72

Tilsi küla hinnanguline sooja tarbevee keskmine tarbimine on 144 kW. Katla seisukohalt tuleb arvestada, et puiduhakkekatel töötab minimaalsel koormusel 30% nimivõimsusest. 144 kW sooja tarbevee võimsust tähendab, et kaugkütte baaskoormuskatla maksimaalne nimivõimsus saab olla 480 kW. Hetkeseisuga ei ole võimalik Tilsi külas sooja tarbevett toota – sooja tarbevee tootmine muutub võimalikuks ainult juhul, kui tarbijate hooned rekonstrueeritakse vastavalt.

5.3. Keskkonnaaspekt soojuse tootmisel

Lisaks hinna erinevusele on elektriboileritega sooja tarbevee tootmisel ka erinev keskkonnamõju. Tarbitud energia erineb netoenergiast saamisviisi järgi. Arvestades energiakandjate kaalumistegureid, saab arvutada hinnangulise tarnitud energia energiatõhususe. Kaalumisteguritega võetakse arvesse tarnitud energia tootmiseks vajalik primaarenergia kasutus ja selle keskkonnamõju [13]]. Hoonete energiatõhususe miinimumnõuetes § 9. „Energiakandjate kaalumistegurid” on kirjas [10]:

1. taastuvtoormel põhinev kütus (puit ja puidupõhine kütus ning muu biokütus, välja arvatud turvas ja turbabrikett) – 0,75;
2. kaugküte – 0,9;
3. vedelkütus (kütteõli ja vedelgaas) – 1,0;
4. maagaas – 1,0;
5. tahke fossiilkütus (kivisüsi ja muu selline kütus) – 1,0;

6. turvas ja turbabrikett – 1,0;
7. elekter – 2,0.

Kaugkütte kaalumistegurite uurimustöö soovitude kohaselt on otstarbekas kaugkütte kaalumistegurit arvutada lähtudes kaugküttevõrgu soojuse tootmiseks kasutatavatest kütustest ning tehnoloogiast. Lisaks on soovitatud taastuvkütused eristada muundatud (brikett, pelletid) ning väärindamata (küttepuit, saepuru, hakkpuit) puitkütusteks. Muundatud puitkütuse kasutamisel kasutada kaalumistegurit 0,75 ning väärindamata kütusel 0,2. [13] Tilsa küla kaugküttevõrgu kaalumistegur ja arvutuse eeldused on Tabelis 5.3.1.

Tabel 5.3.1. Tilsa küla kaugküttevõrgu kaalumistegur

Kaalumistegur	Ühik	2015
Hakkpuit	MWh	1448
Saepuru	MWh	42
Põlevkiviõli	MWh	22
Toodetud soojus	MWh	1512
Kaalutud soojus	MWh	320
Müüdud soojus	MWh	99
Kaalumistegur		0,34

Tilsa küla kaugküttevõrgu keskmine kaalumistegur on 0,34, sest kaugküttes kasutatakse lisaks väärindamata (hakkpuit ja saepuru) puitkütusele põlevkiviõli.

5.4. Potentsiaalsed uued tarbijad

Laheda valla Tilsa küla kaugküttevõrgu uueks potentsiaalseks liitujaks võib pidada **Tilsa keskus 1** kortermaja, mis asub teiste kortermajade juures. Hoone on kujutatud Joonistel 5.4.1 ja 5.4.2.



Joonis 5.4.1. Tilsa keskus 1

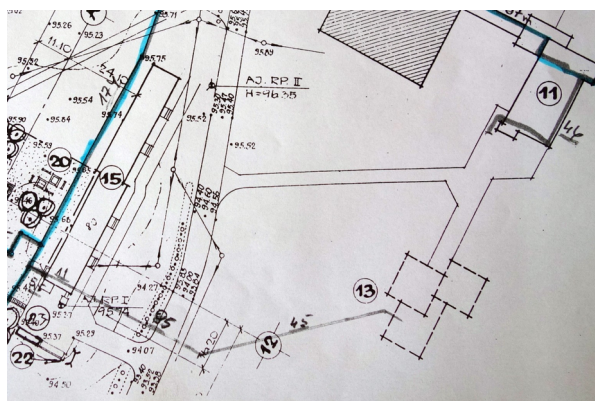


Joonis 5.4.2. Tilsa keskus 1 puuriidad

Hetkel läheb kaugküttetrass läbi Tilsa keskus 1 hoone, aga kortermaja ise võrku ühendatud ei ole. Uus kaugküttetrass mööduks hoonest paar meetrit eemalt. Tilsa keskus 1 liitmisel kaugküttevõrguga suureneks tarbimiskoormus ja tagaks efektiivsema kaugküttevõrgu.

Tilsi keskus 1 on soojustamata 16 korteriga hoone. Hinnanguliselt tarbiks hoone 189 MWh ehk tipukoormusele lisanduks 70 kW – juhul kui kõik hooned liituks kaugküttevõrguga. Samas ei ole tõenäone, et hoone sooviks kaugküttevõrguga liituda kuna majal on 2010 paigaldatud uus halupuidul töötav katel.

Kunagiste tehtud kaugküttevõrgu torustiku kaartide järgi on praeguste hoonete **Pesamuna 1 ja 2** asuvale krundile ehitatud kaugkütte torustik. 2015. aasta veebruaris alustati uute hoonete rajamist, 17.12.2015 lõpetati ehitus ja avati ukсед ning 30.12.2015 alustas Tilsi Perekodu SA tegevust aadressil Pesamuna 1 ja 2. Joonisel 5.4.3 on pildi alumises osas lähe kunagist kaugkütte trassi. Joonisel 5.4.4 on Pesamuna 1 hoone.



Joonis 5.4.3. Kunagine torustik Lõik 12 - 13



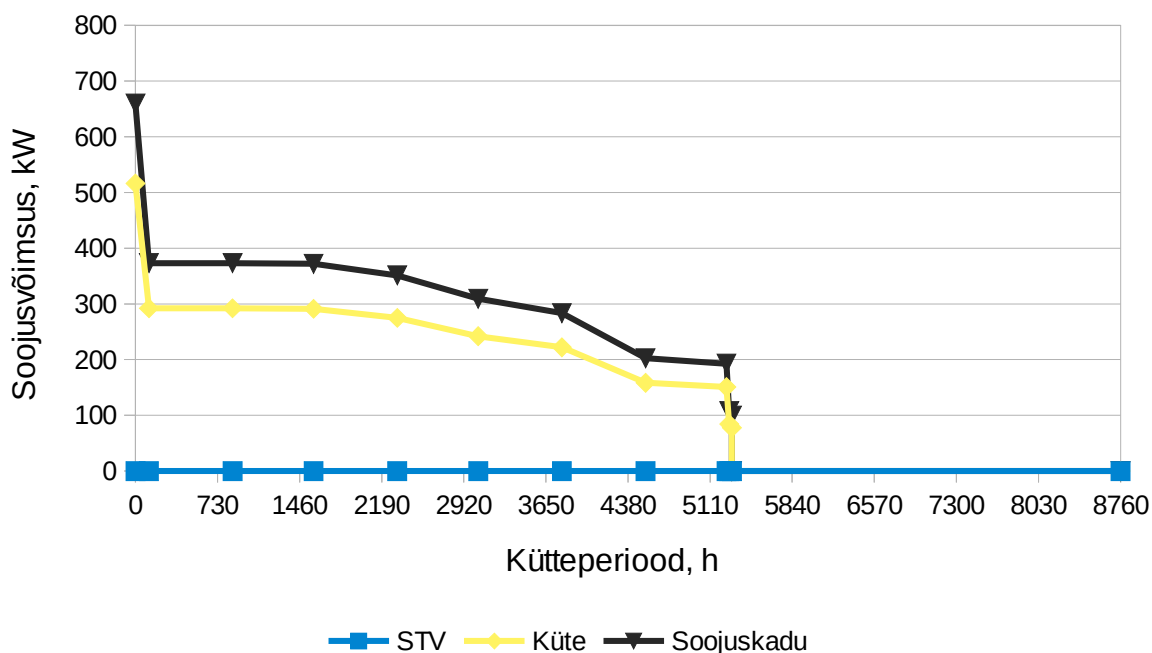
Joonis 5.4.4. Pesamuna 1

Pesamuna 1 ja 2 omavad energiamärgist A ($79 \text{ kWh/m}^2\text{a}$). Energiaallikana on kasutusel soojuspump ja järve vee maasoojuspump, millega on tagatud ventilatsioon ja küte. Soojuse erikasutuseks on $39,68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Hoonete köetav pind on $450,6 \text{ m}^2$, seega aastane soojuse tarbimine normaalaasta kohta on 18 MWh. Kahe hoone peale kokku 36 MWh/a . Hooned asuvad kaugküttevõrgust kaugemal kui 36 meetrit, seega tarbimiskoormus jääb tublisti alla 1 MWh/m kohta. Seega ei ole hoonete liitmine kaugküttevõrku otstarbekas lähima 15 aasta jooksul, eeldades 20 aastast eluiga maasoojuspumbale.

5.5. Kaugküttevõrgu ja tootmise jätkusuutlikkus

5.5.1. Hetkeseis

Joonisel 5.5.1 on Tilsi kaugküttevõrgu normaalaasta soojusvõimsuse graafik. Jooniselt on näha, et olemasolev kaugküttevõrk vajab rekonstrueerimist. Ekstreemsel välisõhutemperatuuril on Tilsi soojuskoormus koos soojuskadudega 659 kW. Tarbijate soojuskoormus on 516 kW. Baaskoormuse soojuskoormuse tipp on 373 kW. 2016. aastal töötavad olemasolevad baaskoormuse 500 kW ja tipukoormuse 550 kW soojusvõimsusega katlad tagavad tarbijatele vajaliku soojuskoormuse. Baaskoormuse katel töötab kütteperioodil 39-75% võimsusel nimivõimsusest.

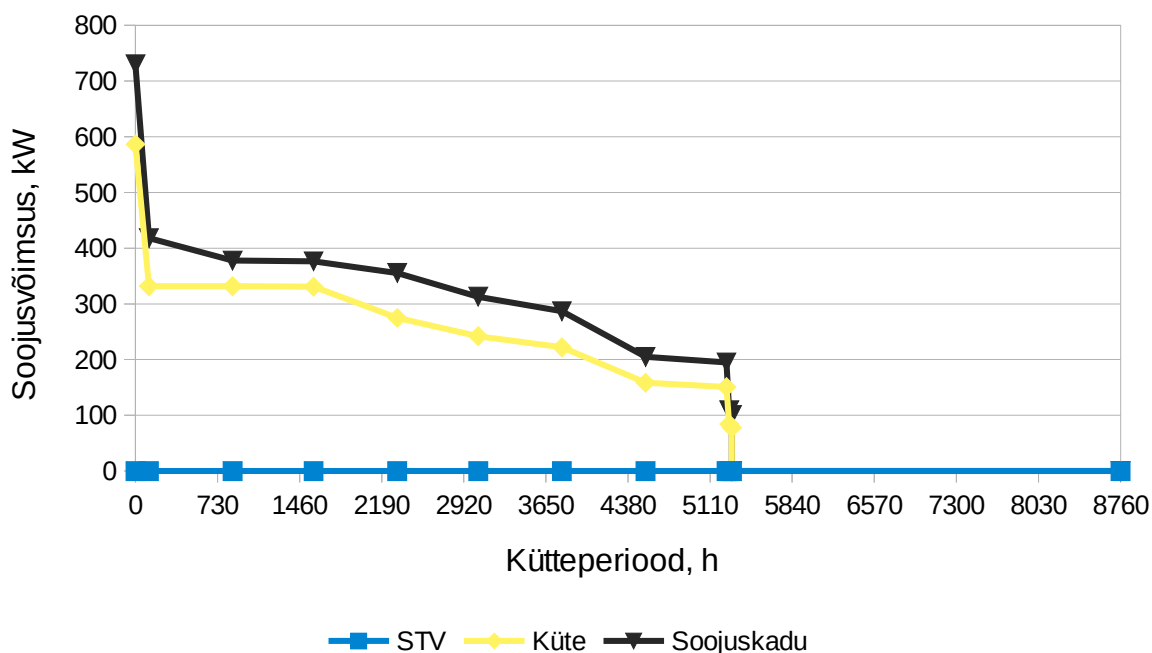


Joonis 5.5.1. Tilsi kaugküttevõrgu soojusvõimsuse hetkeseis

Kaugküttevõrguga on liitunud kõik kortermajad peale Tilsi keskus 1. Pesamuna 1 ja 2 hooned kasutavad kütteks maasoojuspumpa.

5.5.2. Tilsi keskus 1 liitumisel

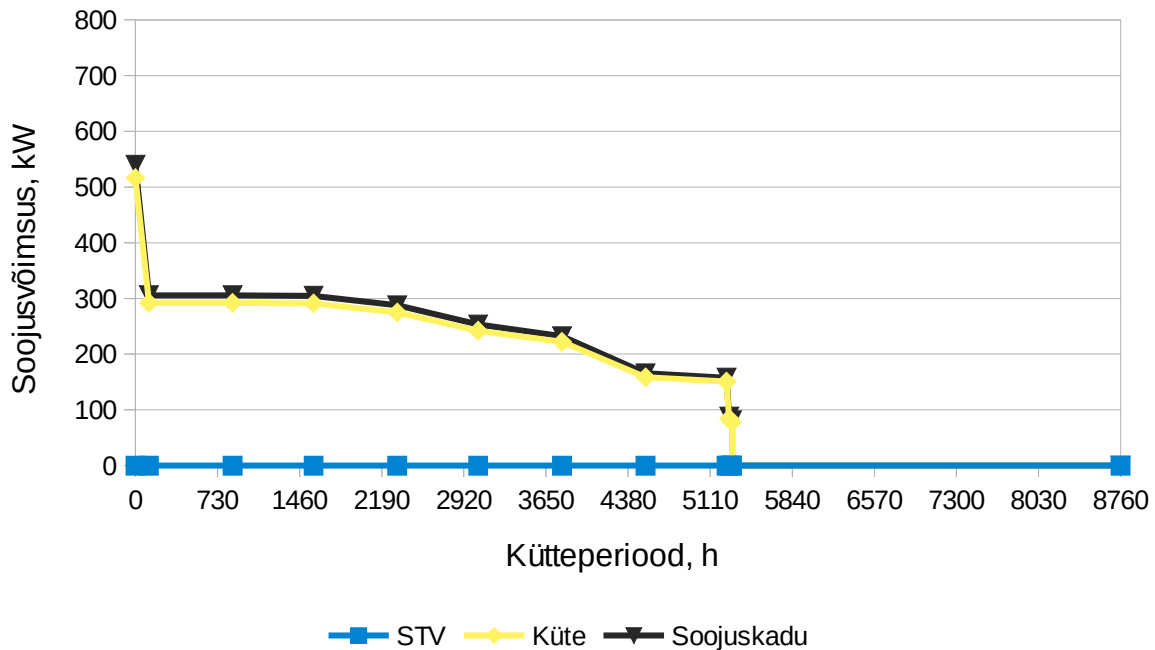
Joonisel 5.5.2 on kujutatud Tilsi kaugküttevõrgu soojusvõimsus peale Tilsi keskus 1 liitmist kaugküttevõrguga. Olemasolev 500 kW hakkpuidu katel tagaks tarbijatele vajaliku soojusvõimsuse ka uute tarbijate kaugküttevõrku liitmisel. Baaskoormuse katla maksimaalne soojuskoormus oleks sellisel juhul 84% nimivõimsusest.



Joonis 5.5.2. Tilsi kaugküttevõrgu soojusvõimsus peale Tilsi keskus 1 liitmist

5.5.3. Võrgu rekonstrueerimisel

Joonisel 5.5.3 on esitatud Joonis 5.5.1 rekonstrueeritud kaugküttevõrguga.



Joonis 5.5.3. Rekonstrueeritud Tilsa kaugküttevõrk

5.5.4. Uus katlamaja

Olemasolev kaugküttevõrk ja katlamaja on amortiseerunud ning vajaks täielikku rekonstrueerimist.

Uue katlamaja ja kaugküttevõrgu vajaduse põhjendused:

- Olemasolevad katlad on 20 aastat vanad;
- Baaskoormuse katla soojusvõimsus on liiga võimas tarbijate jaoks;
- 2030. aastal rakenduksid uued heitmenormid katlamajale;
- Kaugküttevõrgu torustik koosneb terastorudest, mitte eelisooleeritud torudest;
- Kaugküttevõrgu torustiku paiknemine ja pikkus tarbijate suhtes ei ole optimeeritud – tarbimiskoormus on madal;
- Kaugküttevõrgu torustiku suhteline soojuskadu on 26%.
- Baaskoormuse katel töötab kõige efektiivsemalt nimivõimsuse läheduses.

UÜ Madesaare ja Energex Energy Experts OÜ arvamusel on valla siseselt parim nii tarbijate läheduse ja ruumikuse tõttu Joonisel 5.5.4 pakutud uue katlamaja asukoht. UÜ Madesaare sõnul on praeguse katlamaja kõrval asuvasse endisesse lastekodusse planeeritud hotelli rajamine. Esteetilisest põhjustel on soovitatav muuta katlamaja asukohta. Uue katlamaja potentsiaalse asukoha eelis on põhitarbijate, kortermajade lähedus ehk väheneks kaugküttevõrgu suhteline soojuskadu ning suureneks tarbimiskoormus.



Joonis 5.5.4. Uue katlamaja potentsiaalne asukoht

Potentsiaalne asukoht on valla omandis ning omab piisavalt ruumi, et rajada uus katlamaja koos piisava kütuselaoga. Asukoht on maantee läheduse tõttu soodne kütuse transpordile.

Kütuselao rajamisel arvestada, et ladu peab olema automatiseeritud ja mahutama vähemalt 3 päeva kütuse varu tippkoormusel. Kütuselao rajamisel eramaja hoonete läheduses tuleb tagada järgmised nõuded: kaitse sademete, pinnase- ja põhjavee eest, tolmu- ja tulekindlus ning kütuse laadimine soovitatavalt otse lattu või vastuvõtuseadmesse.

Joonisel 5.5.5 on näha Joonisel 5.5.4 esitatud asukoha hetkeseisu. Jooniselt on näha, et hetkel ei ole antud asukohal reaalselt praktilist kasutust.



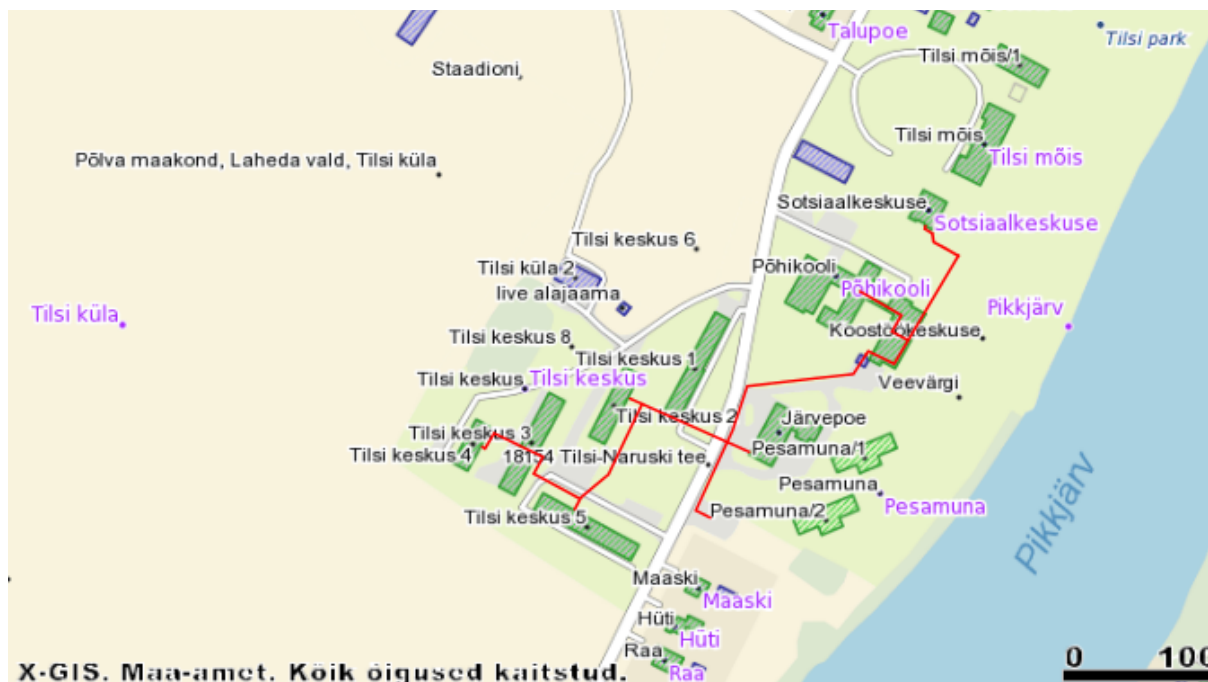
Joonis 5.5.5. Hetkeseis potentsiaalsest kohast (vaadatuna Järvepoe sissesõidust, 2016)

5.5.5. Uus kaugküttevõrk

Uue katlamaja potentsiaalse asukoha järgi on esitatud Joonisel 5.5.6 uue kaugküttevõrgu trassi lahendus. Uus lahendus kasutab ära vanade torude paiknemist, mis võimaldaks vanad torud vahetada uute vastu, hoides kulutused minimaalsed.

Põhiline kitsaskoht uue kaugküttevõrgu trassi rajamisel on Tilsa küla vahelise maantee ületamine kaugküttetoruga (kooskõlastamine Maanteeametiga).

Antud lahenduse pakkumisel oli kaalutud ka teisi alternatiive, kuid kahekordne maantee ületus ning uute kohtade üleskaevamine suurendab kaugküttevõrgu ehituse kulutusi. Pakutud lahendus oli ka kõige lühema torustiku pikkusega, mis tagab madalamad soojuskaod ja suurema tarbimiskoormuse.

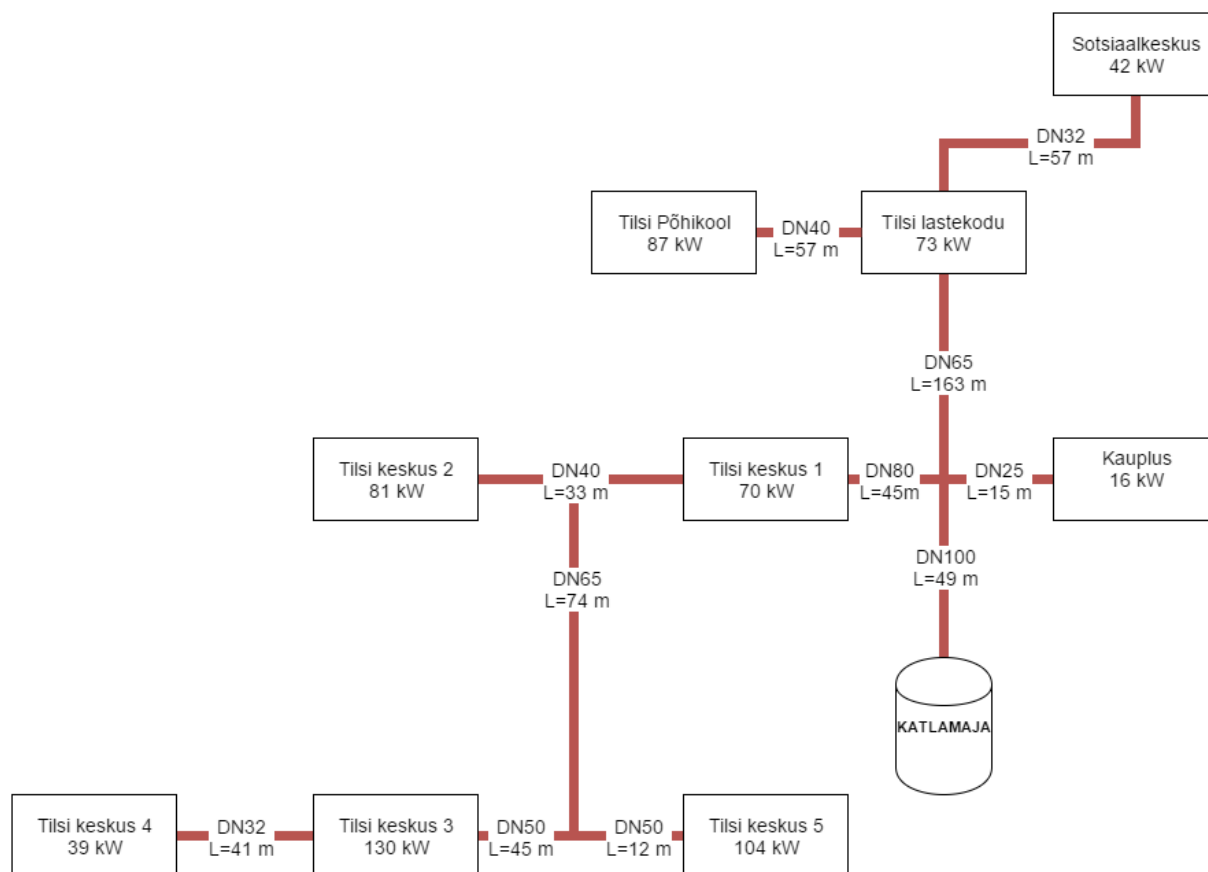


Joonis 5.5.6. Uue kaugküttevõrgu potentsiaalne lahendus

Tabelis 5.5.1 on Tilsi uue kaugküttevõrgu põhiandmed. Läbilaskevõime arvutamisel on eeldatud primaarpoole 30 °C temperatuurilist erinevust peale- ja tagasivoolu vahel. Tabelis esitatud läbimõõdud kehtivad 2016. aasta hoonete seisukorrast tulenevalt tipukoormuse tarbimisest. Uue kaugküttevõrgu rajamisel on arvestatud Tilsi keskus 1 liitmise võimalusega.

Tabel 5.5.1. Tilsi uue kaugküttevõrgu potentsiaalne lahendus

Lõigu nr	Hoone	DN		Pikkus		Võimsus		Vooluhulk		Liinitakistus		Läbilaskevõime	
		m		m		kW		m ³ /h		Pa/m		kW	
1	Uus KM	100	49	642	18,74	32		1 222					
2	Pood	25	15	16	0,46	23		63					
3		65	117	202	5,91	30		479					
4	Lastekodu-Vana KM	65	46	202	5,91	30		479					
5	Kool	40	57	87	2,53	70		162					
6	Sotsiaalmaja	32	67	42	1,24	39		107					
7	Tilsi keskus 1	80	45	424	12,38	54		659					
8	Tilsi keskus 2	40	33	81	2,36	62		162					
9		65	74	273	7,96	52		479					
10	Tilsi keskus 5	50	12	104	3,04	31		259					
11		50	47	169	4,92	76		259					
12	Tilsi keskus 3	50	8	169	4,92	76		259					
13	Tilsi keskus 4	32	41	39	1,14	33		107					
	KOKKU		611	642	18,74							1 222	



Joonis 5.5.7. Tilsi potentsiaalse kaugküttevõrgu plokkiagramm

Tabelist järeldub, et hoonete hetkeseisu arvestades on Tilsi kaugküttevõrgu tarbijate soojuse tippkoormus 572 kW ning Tilsi keskus 1 liitmisel 642 kW. Joonisel 5.5.7 on kujutatud potentsiaalne kaugküttevõrk plokkiagrammina. Rekonstrueeritud kaugküttevõrgu arvutuslik soojuskadu on 63 MWh aastas (hetkeseis 314 MWh aastas).

Tabelis 5.5.2 on esitatud uue kaugküttevõrgu hinnanguline maksumus.

Tabel 5.5.2. Uue kaugküttevõrgu maksumus

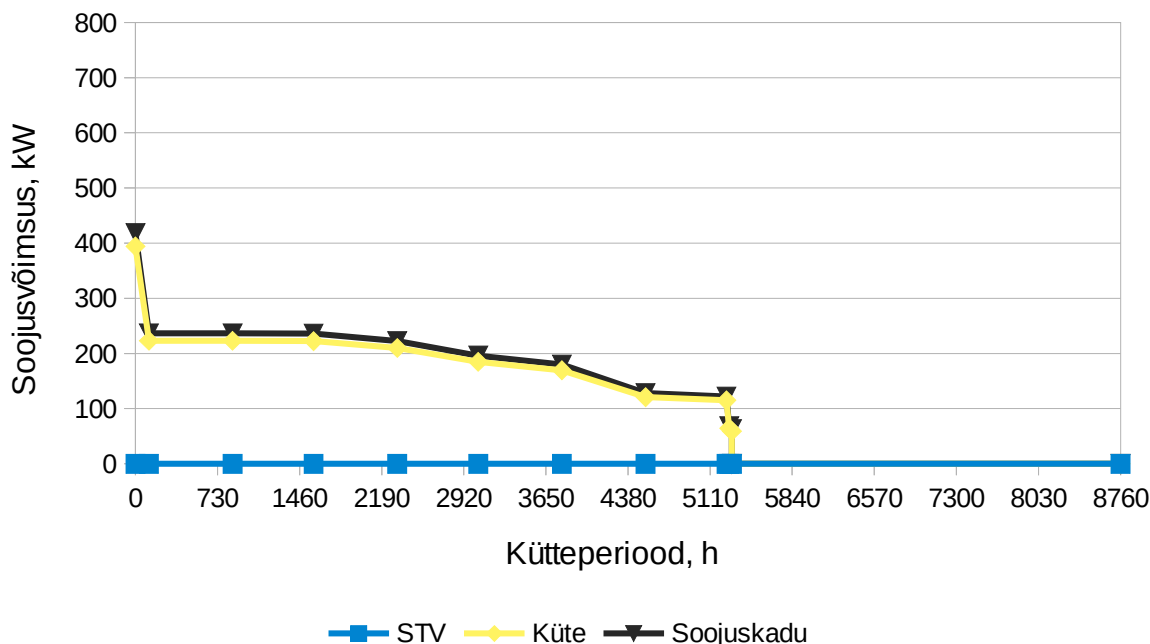
Lõigu nr	Hoone	DN	Pikkus m	Maksumus EUR
1	Uus KM	100	49	13 998
2	Pood	25	15	2 250
3		65	117	26 325
4	Lastekodu-Vana KM	65	46	10 350
5	Kool	40	57	11 400
6	Sotsiaalmaja	32	67	13 400
7	Tilsi keskus 1	80	45	11 205
8	Tilsi keskus 2	40	33	6 600
9		65	74	16 650

Lõigu nr	Hoone	DN	Pikkus m	Maksumus EUR
10	Tilsi keskus 5	50	12	2 586
11		50	47	10 129
12	Tilsi keskus 3	50	8	1 724
13	Tilsi keskus 4	32	41	8 200
KOKKU			611	134 816

5.5.6. Energiasäästumeetmed

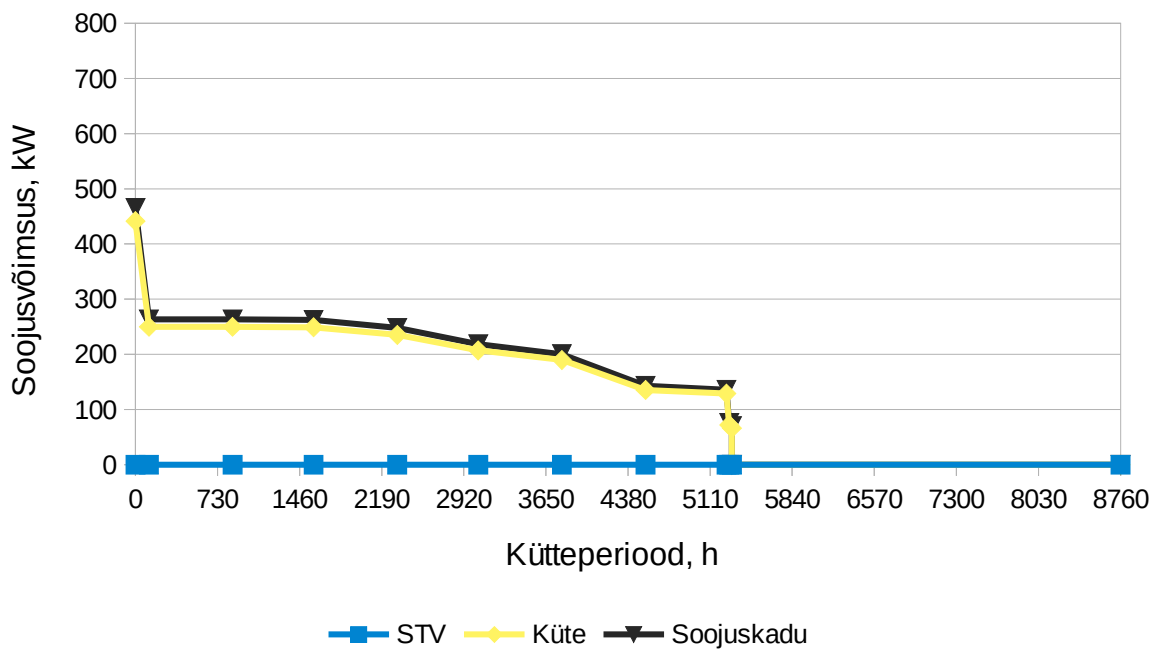
Kaugküttevõrgu rekonstrueerimisel tuleb alati arvestada soojuskoormuse suurenemisega või vähenemisega. Tilsi kaugküttevõrgu soojuskoormuse suurenemine on võimalik ainult Tilsi keskus 1 arvelt, mille pärast tuleb vaadata kaugküttevõrgu soojuskoormuse vähenemist hoonete rekonstrueerimise ja energiasäästumeetmete rakendamise mõju kaugküttevõrgu tarbimisele.

Tabelis 5.1.4 esitatud renoveeritud hoonete energiasäästust tulenev mõju tarbimisele on kujutatud Joonisel 5.5.8-5.5.9 soojuskoormuse graafikuna. Jooniselt on näha, et kaugküttevõrgu rekonstrueerimisel vähenevad soojuskaod märgatavalt. Energiasäästumeetmete rakendamisel jääb praeguste tarbijate korral soojuskoormus 400 kW juurde. Tilsi keskus 1 liitmisel alla 500 kW.



Joonis 5.5.8. Tilsi soojusvõimsus graafik peale energiasäästumeetmeid

Jooniselt 5.5.8 on näha, et baaskoormuse soojusvõimsuse maksimum on 236 kW. Katla 5000 töötunni soojusvõimsuseks on 122 kW.



Joonis 5.5.9. Tilsi energiasäästumeetmete soojusvõimsus graafik peale Tilsi keskus 1 liitmist

Jooniselt 5.5.9 on näha, et baaskoormuse soojusvõimsuse maksimum on 250 kW. Katla 5000 töötunni soojusvõimsuseks on 136 kW.

5.5.7. Parameetrite analüüs

Tabelis 5.5.3 on esitatud 2016. aasta kaugküttevõrgu ja potentsiaalselt uue kaugküttevõrgu parameetiline analüüs. Tabelis esitatud uue lahenduse all mõeldakse Joonisel 5.5.7 kujutatud kaugküttevõrku. Lühendi ESM all mõeldakse lisaks uuele kaugküttevõrgule ka tarbijate energiasäästumeetmete mõju. Parameetrite analüüsimisel kasutatud tarbimised ei sisalda Tilsi keskus 1 hoonet, kuid võrk on planeeritud hoone liitumise potentsiaaliga. Uue lahenduse soojustarbimise kasv on tingitud Tilsi keskus 5 hoone tarbimise kasvust.

Tabelis 5.5.2 on näha, et uus kaugküttevõrk vähendab tunduvalt kaugküttevõrgu kogupikkust – 2 x 931 meetri pealt 2 x 611 meetrile, millega kaasneb soojuskadu alanemine. Uue kaugküttevõrgu arvutuslik soojuskadu on 63 MWh ehk kaugküttevõrgu energiasäästupotentsiaal on 254 MWh – 80%.

Tarbijate energiasäästupotentsiaal on 308 MWh ehk 23%. Tarbijate energiasäästupotentsiaal ja Tabelis 5.5.3 esitatud uue lahenduse tarbimine on arvatud juhul, kui Tilsi keskus 5 hoone alustab täies mahus tarbimist, mida viimase 3 aasta jooksul ei ole tehtud.

Tabel 5.5.3. Uue kaugküttevõrgu parameetrite analüüs

Võrguarvutus	ühik	Hetkeseis	Uus lahendus	ESM mõju
Soojuse toodang	MWh	1510	1413	1105
Soojuse tarbimine	MWh	1195	1350	1042
Soojuskadu	MWh	315	63	63
Suhteline soojuskadu	%	26,3%	4,48%	5,73%
Soojusvõrgu kasutegur	%	73,7%	95,52%	94,27%
Pealevoolu temperatuur	°C	80	80	80
Tagasivoolu temperatuur	°C	50	50	50
Temp. integraal	10 ⁵ °Ch	3,45	3,45	3,45
Torustiku kogupikkus	m	1 862	1222	1222
Torustiku kogupindala	m ²	840	236	236
Torustiku keskmine diameeter	m	0,144	0,062	0,062
Tarbimiskoormus	MWh/m	1,28	2,21	1,70
Soojusvõrgu soojuskadu	MWh/m	0,17	0,05	0,05
Soojuskadu	W/m	32,59	10	10
Soojuslähikandetegur	W/m ² K	1,11	0,8	0,8

Kaugküttevõrgu rekonstrueerimisel toetusteta suureneb soojuse tootmishind 6 EUR/MWh võrra. 50% toetusega suureneb soojuse tootmishind 0,35 EUR/MWh võrra. Rekonstrueerimisel saavutatakse energiatõhus soojuslähikandetegur, mis on võrreldav Tabelis 4.2.2 esitatud Rootsi kaugküttevõrkude näitajatega.

5.5.8. Soojuse tootmishind

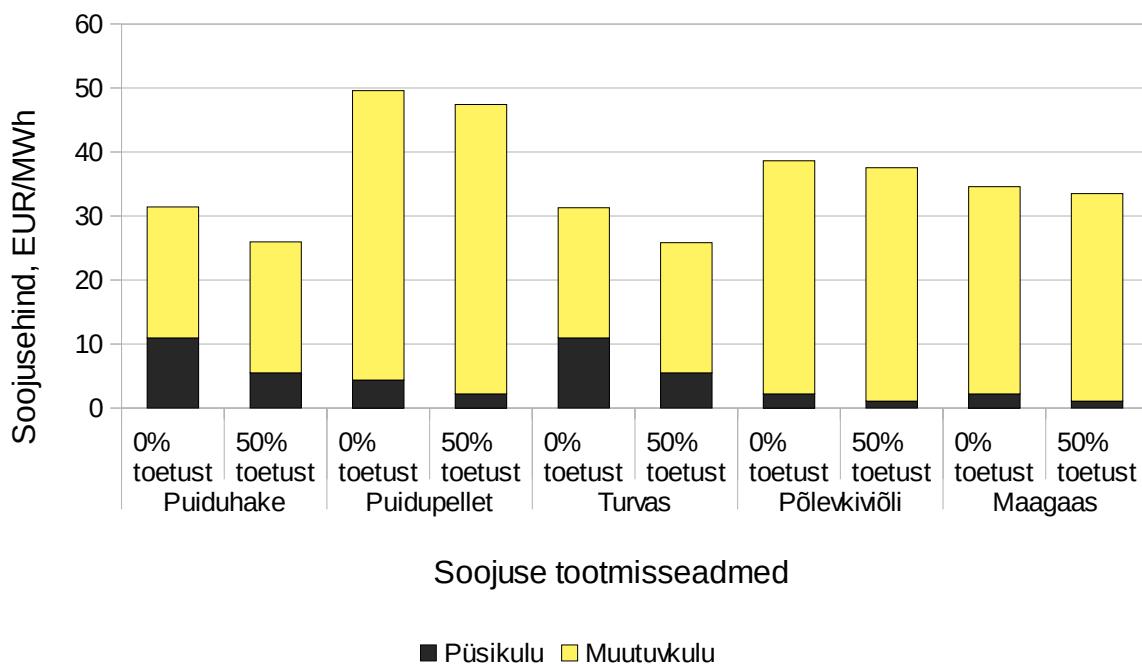
Olemasolevad katlad on 20 aastat vanad ning katlamaja asukoha vahetamisel on mõistlik koheselt ka uued katlad soetada.

Tabelis 5.5.4 ja Joonisel 5.5.10 on toodud erinevate kütustega soojuse tootmise hinnad 5000 töötunni korral, mis on optimaalne töötundide arv baaskoormuskatlale. Baaskoormuse katel peab töötama nimivõimsusel võimalikult suurel töötundide arvul, et tagada madal püsi- ja muutuvkulu. Madalamal kui 80% nimivõimsusel töötamine mõjub halvendavalt katla efektiivsusele. Seega tuleb valida katla võimsus selliselt, et katel töötaks terve kütteperioodi vältel nimivõimsusel või selle läheduses.

Võrdluse mõttes on kõigi kütuste soojuse hind toodud nii koos kui ilma 50% investeerimistoetusega. Võrreldavad hinnad on esitatud käibemaksuta.

Tabel 5.5.4. Soojuse tootmishind uute tootmisseedmete rajamisel

Kütus	Ühik	Puiduhake		Puidupellet		Turvas		Põlevkiviõli		Maagaas	
Kulu	Toetus	0%	50%	0%	50%	0%	50%	0%	50%	0%	50%
Püsikulu	EUR/MWh	11	5	4	2	11	5	2	1	2	1
Muutuvkulu	EUR/MWh	20	20	45	45	20	20	36	36	32	32
KOKKU	EUR/MWh	31	26	50	47	31	26	39	38	35	33



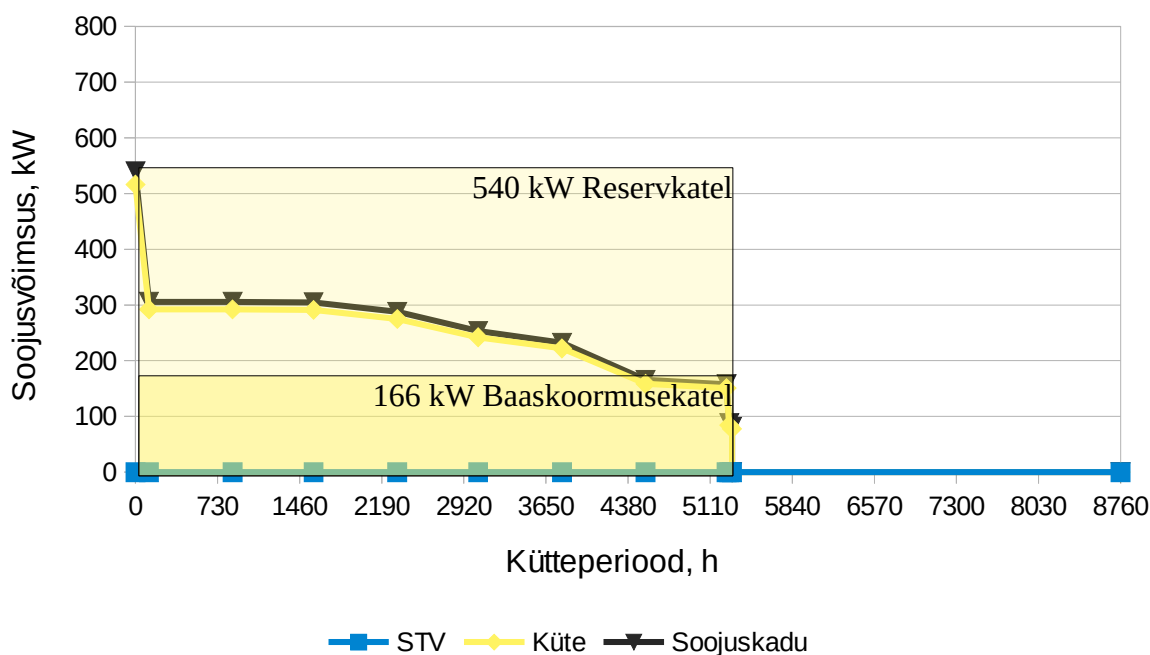
Joonis 5.5.10. Soojuse tootmishind uute tootmisseedmete rajamisel

Tänapäevane soojuse tootmise süsteem koosneb tahkekütusel baaskoormuse katlast ja vedel- või gaaskütusel reserv- ja tipukoormusekatlast, et tõsta tarbijatele soojuse teenuse pakkumise varustuskindlust. Eelnevalt lähtub, et baaskoormuse katmiseks on kõige mõistlikum rajada puiduhakkekatel. Hakkpuit on eelistatud maksumuse, keskkonnamõjude ja toetusevõimaluse poolest. Võrreldes halupuiduga on hakkpuit paremini automatiseeritav. Lisaks on vajalik rajada reserv- ja tipukatel, mis peaks suutma baaskoormuse katla avarii korral ka kõige külmemal päeval kogu soojuse toodangu katma. Tipukoormusekatlas võiks kasutada kohalikku vedelkütust – põlevkiviõli või kavandada see puhtale importkütusele - LPG-le. Nii põlevkiviõli kui LPG puhul on vajalik lisaks katlale ka mahuti. Sobivama variandi leidmiseks tuleb võtta eraldi pakkumised.

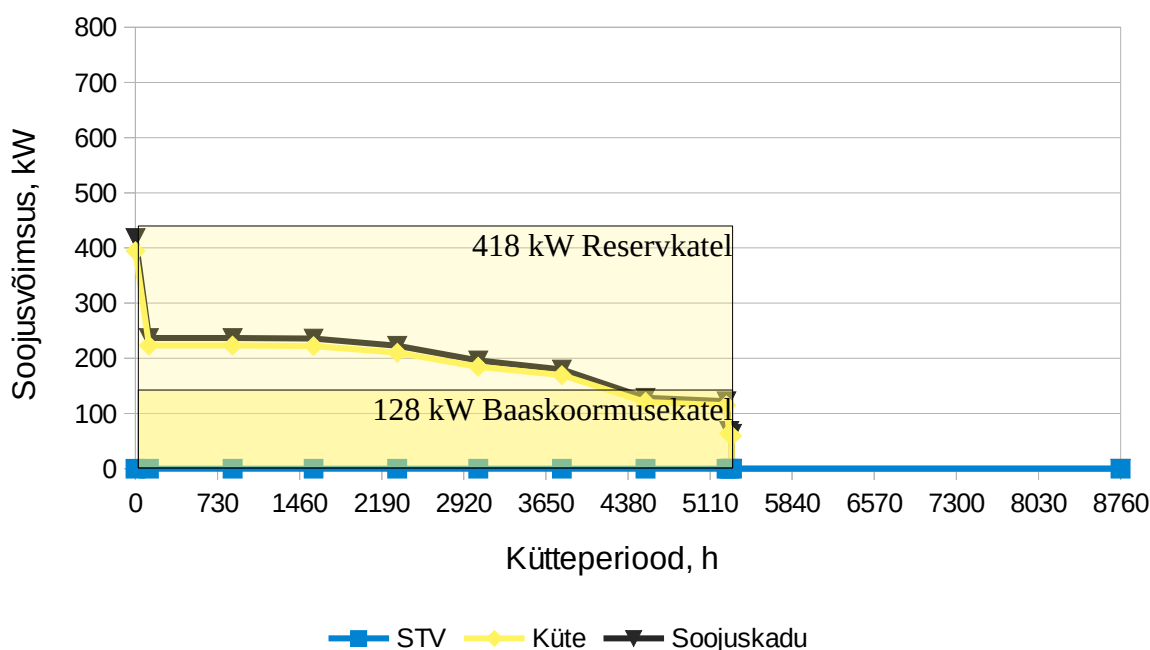
5.6. Uue katlamaja katla valik

Järgnevalt on selgitatud eelnevalt kirjeldatud põhimõtetest tulenevalt katla nimivõimsuse valik.

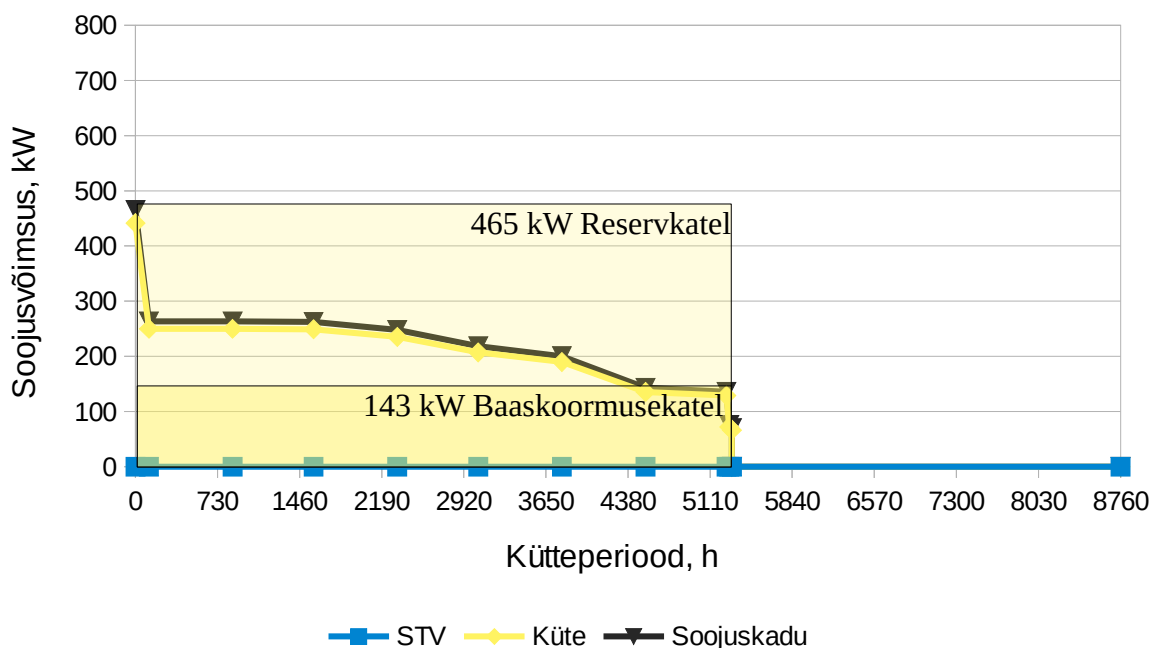
Uue katlamaja katelde valikul on 3 erinevat lahendust. Esimene lahendus on kujutatud Joonisel 5.6.1, mis võtab arvesse viimase normaalaasta tarbimise ning eeldab kaugküttevõrgu rekonstrueerimist. Teine lahendus on Joonisel 5.6.2, mis arvestab lisaks kaugküttevõrgu rekonstrueerimisele ka tarbijate poolset hoonete rekonstrueerimist ja sellega kaasnevat tarbimise langust. Kolmas lahendus on Joonisel 5.6.3, mis on Joonise 5.6.2 täiendus Tilsa keskus 1 hoone liitmisega kaugküttevõrku.



Joonis 5.6.1. Lahendus 1 – rekonstrueeritud kaugküttevõrk



Joonis 5.6.2. Lahendus 2 - energiatõhusad tarbijad ja kaugküttevõrk



Joonis 5.6.3. Lahendus 3 - energiatõhusad tarbijad ja kaugküttevõrk Tilsa keskus 1 liitmisel

5.6.1. Kokkuvõte

Tabelis 5.7.1 on katla rekonstrueerimise lahenduste soojuse tootmishinnad vastavate soojuskoormuse graafikute järgi. Tabelis on soojuse tootmise lõpphind, kui tarbimine on kujunenud vastavalt pakutud lahendusele.

Tabel 5.6.1. Katla rekonstrueerimise lahenduste hinnad

Kulu	Lahendus 1		Lahendus 2		Lahendus 3	
EUR/MWh	0% toetust	50% toetust	0% toetust	50% toetust	0% toetust	50% toetust
Püsikulu	22	15	21	15	20	15
Muutuvkulu	32	32	32	32	34	32
KOKKU	54	47	53	47	54	47

Tabelis 5.6.1 on kajastamata üks tüüpiline lahendus, kus Lahendus 1 korral soetatakse 300 kW võimsusega baaskoormuse hakkpuidul töötav katel ning 540 kW võimsusega tippkoormuse õli küttega töötav katel. Antud lahendusega ei tööta 300 kW võimsusega baaskoormuse katel nominaalvõimsusel, seega katel on alakoormatud ning töötab ebaefektiivsemalt. Selle tulemusena on 0% toetuse korral püsikulu 33 EUR/MWh ning 50% toetuse korral 21 EUR/MWh. Muutuvkulu on mõlemal juhul 24 EUR/MWh. Hetke tarbimise põhjal oleks soojuse tootmishind toetusteta 57 EUR/MWh ning toetusega 45 EUR/MWh.

Viimase lahenduse korral soojuse tootmishind ei erine teistest lahendustest, kuid ei ole arvestatud tarbimise vähenemisega. Tarbimise vähenemist mitte arvestades ja hetketarbimise

järgi soetatud 300 kW ja 540 kW võimsusega baas- ja tippkoormuse kateldegale oleks tulevikus soojuse tootmishind toetusteta lahenduse korral 65 EUR/MWh ning toetustega 51 EUR/MWh.

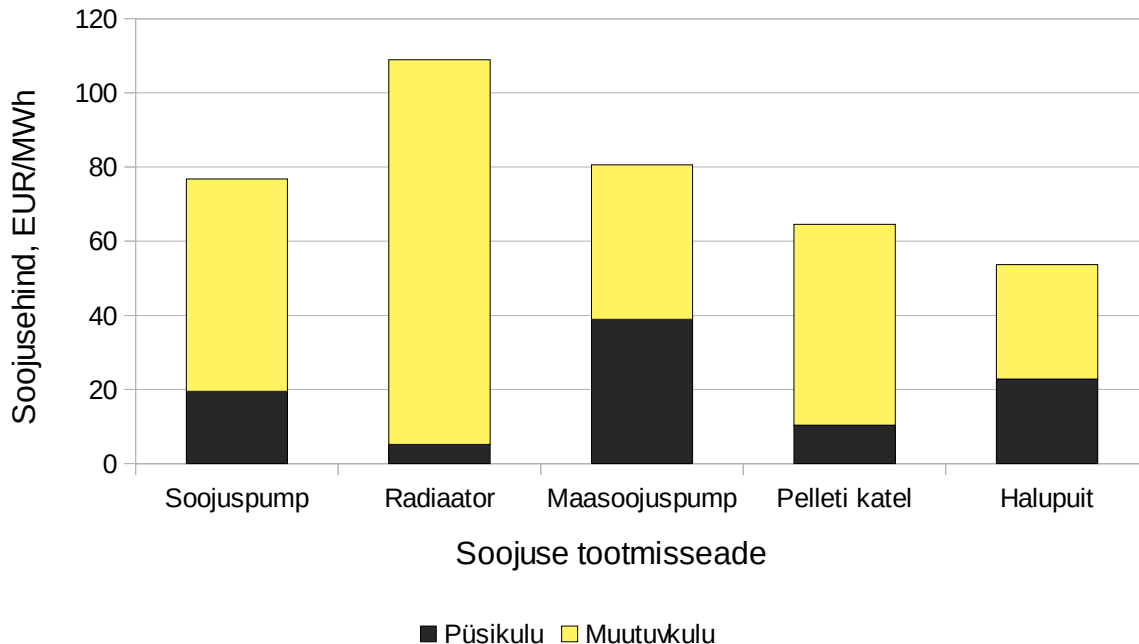
Hetketarbimise järgi valitud Lahendus 2 või 3 kateldegale oleks tarbimise vähenemisel soojuse tootmishind 55 EUR/MWh toetusteta ning 49 EUR/MWh toetusega. Tarbimise vähenemisega ja reservkatla vajaduse vähenemisega alanevad muutuvkulud ning tootmishind muutub Tabel 5.6.1 tasemele.

5.7. Lokaalsed lahendused

Tabelis 5.7.1 on esitatud lokaalsete kütteallikate soojuse tootmishinna võrdlus eeldusel, et tootmiselade suudab katta ka tippkoormuse – seega seade saab 2400 töötundi aastas. Investeeringu-, hooldus- ja muutuvkulud on kogutud erinevatest avalikest allikatest. Et muuta need seadmed võrreldavaks, on halupuidukatla puhul arvestatud kütjate kuluga 30 000 EUR/a.

Tabel 5.7.1. Soojuse tootmishind uute lokaalsete tootmiseladmete rajamisel

Kulu, EUR/MWh	Halupuit	Pellet	Soojuspump	Maasoojuspump	Radiaator
Püsikulu	23	10	20	39	5
Muutuvkulu	31	54	57	42	104
KOKKU	54	64	77	81	109



Joonis 5.7.1. Soojuse tootmishind uute lokaalsete tootmiseladmete rajamisel

Soojuse tootmishinna võrdlusel peab arvestama, et üksiku tootmiseladme lahenduse korral ei saa tootmiselade koormatud 5000 tundi nimivõimsusele arvestatuna ning varustuskindluse

suurendamiseks on vaja kasutada kaugkütte eeskujul eraldi iseseisvat baaskoormise ja tippkoormuse seadet.

Lokaalne halupuidu katel pakub näiliselt konkurentsivõimelist hinda võrreldes tänapäevase kaugkütte hinnaga. Lokaalse halupuidu katla rajamisel on arvestatud katlakütjate kuluga, sest tegemist on mitte automatiseeritava katlagaga. Lokaalkatelde lahendused ei taga kaugküttega võrreldavat mugavust. Lokaalkatlad vajavad iganädalast hooldust, et säiliks katla efektiivsus ja eluiga. Halupuidu katel vajab katlakütja kohalolekut ning hoonesisese kütuselao puudumisel peab katlakütja manuaalselt transportima kütust. Pelletikatel vajab graanulkütuse punkrit, mis peab perioodiliseks täitmiseks olema paigaldatud katlaruumi lähedusse. Õhksoojuspumba kasutamine soojustamata hoonetes ei taga mugavat sisekliimat kõikides korteri ruumides ning stabiilse sisetemperatuuri säilitamiseks kulutatakse rohkem elektrienergiat. Maasoojuspumba lahendus on rahaliselt kõige kallim ning töömahukam investeering. Maasoojuspump vajab torustiku paigaldamisel mahukat pindala, millega võivad kaasneda keskkonnakaitselised probleemid.

Maasoojuspumba efektiivsus on suurim renoveeritud hoonetes, kus soojusvarustuseks kasutatakse madalatemperatuurilist põrandakütet. Madalatemperatuurilist soojuskandjat on võimalik rakendada ainult uue ehituse või täieliku renoveerimise korral. Viimase meetodi rakendamiseks on KredEx renoveerimistoetused.

6. KOKKUVÕTE

6.1. Järeldused

Kõigi uute tootmisvõimsuste rajamisel ja olemasolevate väljavahetamisel tuleb soojusettevõtjal järgida majandus- ja kommunikatsiooniministri määrust 21.06.2011 nr 47 „Soojuse ostmise konkursi korraldamise kord ja pakkumiste hindamise metoodika”.

6.2. Tilsi küla võrgupiirkond

1. Tilsi küla võrgupiirkonda käitab UÜ Madesaare;
2. Kaugküttevõrgu soojuse hind on 44,96 EUR/MWh käibemaksuta (53,95 EUR/MWh käibemaksuga);
3. Kaugküttevõrku on ühendatud 4 tarbijat, kool, endine lastekodu, sotsiaalkeskus ja pood;
4. Soojuse normaalaasta tarbimine Tilsi küla kaugküttevõrgus on 1195 MWh/a. Tilsi keskus 5 aastaringse tarbimise korral 1350 MWh/a;
5. Tilsi küla kaugküttevõrgus olevate hoonete keskmine eluruumide soojuse energiatarve on 160 kWh/m²a;
6. Tilsi katlamajas asub REKA-HKRS 500 baaskoormuse katel nimivõimsusega 500 kW ning Högfors H-21-16 reservkatel nimivõimsusega 550 kW. Mõlemad katlad on 20 aastat vanad;
7. Katlamajas töötavate kasutegur on 82%;
8. Tilsi küla kaugküttevõrgu suhteline soojuskadu on 26,3%. Kaugküttevõrgu rekonstrueerimisel on võimalik vähendada suhtelist soojuskadu tasemele alla 10%;
9. Kaugküttevõrgu pikkus on 2 x 931 meetrit. Kaugküttevõrk koosneb terastorudest ja on oluliselt amortiseerunud ning vajab rekonstrueerimist;
10. Kaugküttevõrgu rekonstrueerimisel on võimalik ehitada 2 x 611 meetri pikkune kaugküttevõrk. Rekonstrueerimisel soojusvõrgu lühendamise potentsiaal on 2 x 320 meetrit.
11. Kaugküttevõrgu normaalaasta soojusvõrgu koormus on 1,28 MWh/m, mis ületab jätkusuutliku soojusvõrgu miinimumi 1 MWh/m. Tarbijate, katlamaja ja kaugküttevõrgu rekonstrueerimisel on potentsiaalne soojusvõrgu koormus 2,21 MWh/m, tarbijate hoonete rekonstrueerimisel 1,7 MWh/m.
12. Kaugküttevõrgu rekonstrueerimisel 50% toetusega suureneb soojuse tootmishind 0,35 EUR/MWh võrra. Toetuseta rekonstrueerimisel suureneb soojuse tootmishind kuni 6 EUR/MWh võrra.
13. Sooja tarbevee tootmine muutub võimalikuks ainult juhul, kui tarbijate hooned rekonstrueeritakse võimalusega tarbida sooja tarbevett kaugküttevõrgust;
14. Kaugküttevõrgu ja katlamaja rekonstrueerimise tegevuste mõju soojuse hinnale lähtuvalt Konkurentsiameti metoodikast on toodud Tabelis 6.2.1.

Tabel 6.2.1. Tilsi küla soojusmajanduse võimalike tegevuste mõju soojuse hinnale

Kulu EUR/MWh	Hetkeseis	Kaugküttevõrgu rek.		Katlamaja rek.	
		0% toetust	50% toetust	0% toetust	50% toetust
Püsikulu	22	34	28	22	15
Muutuvkulu	23	17	17	32	32
KOKKU	45	51	45	54	47

6.3. Ettepanekud

1. Omavalitsusel jagada infot KredExi renoveerimistoetuse kohta kaugküttevõrgus olevatele renoveerimata hoonetele, et vähendada soojustarbimist ja inimeste rahalisi kulusi soojusele ning võimaldada teha uued investeeringud kaugküttevõrku vastavalt juba vähenenud soojustarbimisele. Näitena kasutada Tilsi keskus 4 renoveerimisel saavutatud energiatõhusus ja kokkuhoid soojusele.
2. Soojusettevõttel rekonstrueerida kaugküttevõrk täies ulatuses ja taotleda selle jaoks SA Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) 50% toetust.
3. Soojusettevõttel rekonstrueerida katlamaja täies ulatuses ja taotleda selle jaoks SA Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) 50% toetust. Katlamaja rekonstrueerimisel vahetada katlamaja asukohta ning ühendada see kaugküttevõrgu rekonstrueerimisega.
4. Soojaettevõttel valmistada ette projekt, et ehitada uus katlamaja. 2016. aasta tarbimise järgi tuleks planeerida uue katlamaja puiduhakke baaskoormuse katel nimivõimsusega 120-300 kW ja põlevkiviõlil või LPG-l reserv- ja tipukoormusekatel nimivõimsusega 420-540 kW. Katlamaja katla valikul kindlasti eeldada tarbimise langemist ning täita soojuse tootmise varustuskindluse nõue, et baaskoormusekatel ei ole üheaegselt ka reserv- ja tipukoormusekatel.
5. Katlamaja ja kaugküttevõrgu rekonstrueerimisel uurida Tilsi keskus 1 seisukohti kaugküttevõrgust ja sellega liitumise potentsiaalset tulevikus.
6. Kõikide tarbijate hoonetes taastada soojussõlme automaatika, kontrollida tasakaalustusventiilide ja termoventiilide tööd korterites. Automatiseeritud soojussõlm, korras ning tasakaalustatud majasisene torustik ja termostaatventiilide kasutus tagab märgatavat energiasäästu tarbimises. Eelnevalt mainitud energiasäästumeetmed on kõige kuluefektiivsem ja lühikese tasuvusajaga.
7. Rekonstrueeritud kaugküttevõrk on kõige odavam soojuse tootmisviis. Tarbijatele tuleb selgitada paralleeltarbimise, lokaalsete seadmete (soojuspump) mõju soojuse tootmishinnale kaugküttevõrgus, et vältida paralleeltarbimise kasvu kaugküttevõrgus.

6.4. Tegevuskava

Tabelis on Laheda vallas asuva kaugküttevõrgu soovituslikud tegevused.

Tegevus	Aeg
Vallal tutvustada soojusmajanduse arengukava korteriühistutele ja elanikele.	2017
Vallal aidata vastavate asutamiskoosolekute korraldamisega, et elanikud koos hakkaksid tundma muret oma hoonete seisukorra pärast, tegeleks hoonete kaasajastamisega ja renoveerimisega.	2017
Laheda vallal kutsuda KredExi spetsialistid tutvustama korteriühistutele ja ka majade elanikele, kus korteriühistuid veel pole, energiamärgiste, energiaauditite ja majade soojustamisega kaasnevat kasu ning KredExi poolt selleks pakutavaid toetuseid. Eeskujuna kasutada kohalikku hoonet Tilsu keskus 4.	2017
Tarbijatel hooneid renoveerida nii, et nad vastaksid hoonete energiatõhususe miinimumnõuetele ja tänu sellele vähendada hoonete kulu küttele. Energiasäästumeetmete rakendamist alustada soojussõlmede automaatika, tasakaalustus- ja termostaatventiilide kontrollimisega või nende puudumisel paigaldusega.	2017
Enne KIK-i toetuse taotlemist viia läbi uue katlamaja rajamiseks nõuetekohane 12-aastase soojuse lepingu sõlmimise soovi avalikustamine.	2017
Lasta koostada kaugküttevõrgu rekonstrueerimise eelprojekt ja eelarve.	2018
Taotleda SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse (KIK) toetust nii katlamaja kui ka kaugküttevõrgu rajamisele.	2017
Ehitada uus katlamaja ning rekonstrueerida kaugküttevõrk.	<2020

KASUTATUD ALLIKAD

1. "Põlva maakond - Piirkondlik portree Eestist", Eesti Statistika, 2016. [Online]. <http://www.stat.ee/ppe-polva-maakond> (09.11.2016).
2. "Laheda valla arengukava 2014-2025", Laheda Vallavalitsus, 2016. [Online]. http://www.laheda.ee/upload/arengukava/lahedaarengukava2014_2025_loppversioon2.pdf (09.11.2016).
3. "Laheda valla eelarvestrateegia 2012 – 2016", Riigi Teataja, 2016. [Online]. <https://www.riigiteataja.ee/akt/4131/1201/2005/Laheda%20valla%20eelarvestrateegia%202012-2016.pdf> (1.10.2016).
4. "Tilsi põhikool", Eesti Ehitusturg, 2016. [Online]. <http://eesti-ehitusturg.ee/index.php?leht=8&rn=75009480> (1.10.2016).
5. "Tilsi perekodu", SA Tilsi perekodu, 2016. [Online]. <http://tilsiperekodu.ee/> (1.10.2016).
6. "KredEx", Sihtasutus KredEx, 2016. [Online]. <http://www.kredex.ee/> (1.10.2016).
7. "Directive (EU) 2015/2193 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants", EUR-Lex, 2016. [Online]. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015L2193> (1.10.2016).
8. "District Heating And Cooling" Frederiksen, S. Werner, S, Studentlitteratur AB, 2013.
9. "Soojuse paralleeltarbimise mõju kaugküttesüsteemile", Tallinna Tehnikaülikool, 2016. [Online]. http://epha.ee/images/docs/Osa_2._Soojuse_paralleeltarbimise_mju_kaugkttstessteemile_26_04_16.pdf (1.10.2016).
10. "Hoone energiatõhususe miinimumnõuded", Riigi Teataja, 2016. [Online]. <https://www.riigiteataja.ee/akt/105062015015> (1.10.2016).
11. "KredEx", Sihtasutus KredEx, 2016. [Online]. <http://www.kredex.ee/> (01.10.2016).
12. "Soojusvarustuse kulude arvestamise ja jaotamise metoodika", Riigi Teataja, 2016. [Online]. <https://www.riigiteataja.ee/akt/12930302> (1.10.2016).
13. "Kaugkütte kaalumistegurid", Tallinna Tehnikaülikool, 2016. [Online]. http://epha.ee/images/docs/Osa_1_Kaugkttte_kaalumistegurid_26_04_16.pdf (1.10.2016).